

TECHNICAL REPORT

RICOH TECHNICAL REPORT

NO. 16 1987



創立50周年記念号

RICOH

創立50周年記念号

RICOH TECHNICAL

目次 CONTENTS

1	「創立50周年記念号」発刊にあたって Upon Publication of Essays in Commemoration of the 50th Anniversary of Ricoh Company, Ltd.	浜田 広 Hiroshi Hamada
3	研究開発の基本姿勢について Research and Development Strategies	昼間健治 Kenji Hiruma
5	インクジェットプリンタのコピーシステムにおける色再現処理 Color Reproductive Process for Inkjet Printing System	菊川 眞, 陣内孝一郎, 伊東 正 Makoto Kikugawa, Koichiro Jinnai, Tadashi Ito
7	ムービングフィルタによる色分解ユニットの開発 Color Separation Unit with Moving Filter	神本芳明, 浅野俊二, 斉藤政範 Yoshiaki Kammoto, Shunji Asano, Masanori Saito
10	アナログフルカラー複写機の高画質化技術 High-Quality Imaging Technology for Analog Full Color Copier	鈴木弘治 Kohji Suzuki
13	サブマトリクス法による階調画像変倍 Size Conversion of Gradation Image Using Sub-Matrix Method	鈴木宏一 Koichi Suzuki
15	高画質、高信頼画像形成システムのパラメータ設計 Design of Parameters for High Quality, High Reliability Electrophotographic System	平倉浩治, 今井 力 Koji Hirakura, Chikara Imai
18	1成分現像方式 Mono-Component Development Process	坂本康治, 出水広巳, 武田布千雄 Koji Sakamoto, Hiromi Demizu, Fuchio Takeda
21	高信頼性現像剤(リコピーPPCタイプ4000現像剤) High Durable Developer(RICOPY PPC Type 4000 Developer)	野村芳弘 Yoshihiro Nomura
25	高速応答性感光体(RICOH OPC 60R) High Photo-Responsive Photoconductor (RICOH OPC 60R)	大田勝一 Katsuichi Ohta
29	高感度感熱記録材料の開発 Highly Thermosensitive Recording Materials	飯山清高, 谷口圭司 Kiyotaka Iiyama, Keishi Taniguchi
31	複写機における集中デジタル制御 Integrated Digital Control for iCopier	坂東俊郎 Toshiro Bando
35	複写機用プラスチックレンズの設計 Designing of a Plastic Lens for Copier	小団扇平 Taira Kouchiwa
37	有機色素を用いた光ディスク Material for Optical Recording Disk Using Organic Dye	大庭秀章, 国兼 真 Hideaki Ohba, Makoto Kunikane
39	アモルファスシリコン薄膜光センサー Thin Film Photosensor Using Amorphous Silicon	羽賀浩一 Koichi Haga
42	2値のTSPを用いた音声認識方式 Voice Recognition Method Using Binary TSP Matching	中谷奉文 Tomofumi Nakatani
46	使い易いプリポストエディタを装備したリコー英日機械翻訳システム E-J Machine Translation System with Easy to Use Pre- & Post-Editor	山内佐敏 Satoshi Yamauchi
50	パーソナル・ユースを可能にするOCR技術 OCR Technology for Personal Usage	小林清彦 Kiyohiko Kobayashi
52	低コストデイジープリンタRP3200Q Low Cost Daisy Printer RP3200Q	柳田詔二 Shoji Yanagida
55	ドラム型荷電制御インクジェットプリンタに於けるドット位置制御方法 Dot Displacement Control for Drum Type Charge Control Ink-jet Printer	石間和巳, 小池孝尚, 武田有介 Kazumi Ishima, Takahisa Koike, Yūsuke Takeda
58	Multi-Nozzle Drop Generator for Continuous Ink Jet Printing 連続流型インクジェット用マルチノズルドロップジェネレータ	Stephen J.Bolema, Takuro Sekiya, Hiromichi Komai

62	高画質記録用小型サマールヘッドLHB48-72 Compact Thermal Head for High Quality Printing : LHB48-72	玉置俊平 Shunpei Tamaki
65	多機能レーザープリンタシステムLP-H1 Multi-function Laser Printer System LP-H1	横田 隆 Takashi Yokota
70	高速ファクシミリ技術 High Speed Facsimile Technology	雨宮 正 Tadashi Amamiya
77	コード/画像情報を統合処理した生保証券発行システム Insurance Bill Issuing System, Integrating Text and Image Editing	江崎 喬 Takashi Ezaki
80	多結合分散アーキテクチャーによるLAN Local Area Network Using Multi-conjunction Architecture	矢野隆志, 中島 一, 星 和徳 Takashi Yano, Hajime Nakajima, Kazunori Hoshi
84	UNIXワークステーション UNIX Workstation	山田啓二, 大柴信久, 石岡亨也 Keiji Yamada, Nobuhisa Oshiba, Takanori Ishioka
90	拡張リレーショナル型データ・モデル Extended Relational Data Model	國井秀子 Hideko Kunii
93	Small Image Retrieval System 小型画像ファインディングシステム	Wayne Wang, John Levy
96	レンズシャッターカメラのオートフォーカス Auto Focus System for Lens Shutter Camera	北郷 隆, 小山憲次 Takashi Hongou, Kenji Koyama
99	カメラの自動給送システムと制御法 Automatic Film Transport and Control System for Cameras	井口 進, 上野 彰, 鶴川育也 Susumu Iguchi, Akira Ueno, Ikuya Tsurukawa
102	カメラの状態表示 LCD Panel Display System for Cameras	西 幸一, 阪口 徹 Koichi Nishi, Toru Sakaguchi
105	35mmレンズシャッターカメラ用2焦点レンズ Bifocal Lens for 35mm Lens Shutter Camera	菊地修一 by Shuichi Kikuchi
107	8mmVTRのメカニズムの開発 8mmVTR Mechanism	井上隆夫, 伊東 馨, 横山宏二 Takao Inoue, Kaoru Ito, Koji Yokoyama
113	小型ポリゴンミラー偏向器 Small Polygonal Mirror Scanner	岩間明彦, 田中欣一 Akihiko Iwama, Kinichi Tanaka
117	量産性の高い精密微小穴加工法 High Precision Micro-hole Formation Method Suitable for Mass Production	上石幸拓 Yukihiro Ageishi
119	光学プラスチックの精密射出成形 Precise Injection Moulding of Optical Plastics	伊藤英徳, 佐藤博実 Hidenori Itoh, Hiromi Satoh
122	塗工技術の開発 Novel Coating Technology	鈴木孝次, 長本清隆, 香川 勉 Takatsugu Suzuki, Kiyotaka Osamoto, Tsutomu Kagawa
126	DBMSを中心とした統合CADシステム Synthesized CAD Software Using DBMS	平居 透, 岡野敬二 Satoru Hirai, Keiji Okano
131	RICOH ASIC用LSI CAD LSI CAD for RICOH ASIC	末廣光民 Terumi Suehiro
134	PCB生産工場の生産準備システム New Approach to the Product Preparation System for Printed Circuit Boards Assembly Factory	内藤友保, 小池 実, 春木伸夫 Tomoyasu Naito, Minoru Koike, Nobuo Haruki
139	RINKS 一多品種複合生産管理システム RINKS=Complex Mixed Production Management System=	山田清高, 石原雅之 Kiyotaka Yamada, Masayuki Ishihara

「創立50周年記念号」発刊にあたって



リコーは、わが国を代表する研究機関のひとつである理化学研究所をルーツとして誕生し、半世紀にわたる事業活動を経て昨年2月6日、創立50周年を迎えることができました。この間、多くの皆様方に支えられ情報機器の総合メーカーとして今日の成長をみたわけですが、その姿をかえりみたとき、これまでリコー技術陣を支えてこられた諸先輩方、また現役で活躍されている研究開発部門の皆さんが果たされてこられた功績は、まさに賞賛に値するものであったと確信します。

ジアゾ感光紙、カメラで始まったリコーの技術の広がりには、複写機、ファクシミリ、オフコン、パソコン、WP、レーザプリンタ、そしてさまざまなOAシステムへとおよび、これら一連の情報関連商品に共通する光学、精密加工、化学、エレクトロニクス、ソフトウェアなどの技術蓄積をますます広く深く加速させています。

特に最近では、これまでのデータ、ワード中心の情報処理に、画像や音声などを取り込んだマルチメディア情報処理技術、さらには、OA機器の操作性を高め、使いやすさを向上させるためのマン・マシン・コミュニケーション技術などで、業界をリードする幾つかの研究成果を世に出してきました。これらの新技術は、将来の統合ワークステーション、インテリジェントオフィスづくりに欠かせないものばかりです。

国際的に広がる高度情報化の波は、情報処理における付加価値の増大および経済性の向上、さらには、これにたずさわる人々の人間性の尊重など、さまざまな角度から、いっそうの技術的進歩が望まれています。こうした世界的なニーズの高揚の中で、リコーが果たさなければならない使命は年ごとに高まりつつあります。

リコーは、こうした要請にこたえるべく、技術力強化の方針を掲げ、これに全社をあげて取り組んできました。特に近年は、リコー研究所群

構想を推進し、昨年4月に完成した中央研究所を中心とした研究所群を
新設・拡充してきました。

メーカーが時代のニーズをとらえ、新しい技術を生み出し、これを育
て社会に報いることは、事業の真骨頂であるとともに企業活動のまさに
醍醐味でもあります。もちろん、そのレベルは国際化著しい今日、世界
の檜舞台で通ずる高さでなければならないことは言うまでもありません。

研究開発の世界は勇敢に未知の世界へ分け入らなければならない厳し
いチャレンジの世界に外なりません。そして、すぐれた研究開発には、
必ずこれまでの常識を打破した足跡と努力が認められます。

研究開発のパワーは、何と言っても人にあります。研究環境の整備や
組織力の強化はもとより、研究開発にたずさわる研究者一人一人のみず
みずしい個性や創造性こそ、その主役でなければなりません。新しさを
生むためには筆舌に尽くせぬ困難をとまなうのがこの世界の常ではあり
ますが、一方では、その目標が高ければ高いほど、それを越えることがで
きたときの喜びは、いっそう大きなものになるでしょう。幾多の失敗や
試行錯誤を貴重な糧として、よりよい情報処理のための新しい時代の夢
を、ひとつずつ実現していったほしいのです。

このテクニカルレポート「創立50周年記念号」に掲載された技術は、
創業以来50年間にわたる技術蓄積から生まれた研究努力の結晶であると
同時に、新たなコーを担う先端技術の数々です。将来花となり実とな
る可能性を持った数多くの研究成果の中から、誌面の都合により数十点
のレポートに限定して、ここに掲載しました。

この小冊子が、社内外の研究開発にたずさわる皆様方にとってお役に
立つことを願って発刊のことばといたします。

昭和62年1月

代表取締役社長

浜 田 広

研究開発の基本姿勢について



100年以上前から、バターやチーズを美しく見せる技術として、さまざまな染料が研究されてきました。これらの染料に求められる重要な特性は“永年たっても色があせないこと”でありました。ところが、ある時、“日光に当たるとすぐに紫色に変わる”材料ができてしまったのです。この材料は、バターやチーズの色素としては、当然のことながら落第です。ところが、この話を聞きつけたある人は、もしかしたら、この材料を使えば日光で焼き付けて複写をとることが可能になるかもしれないという“発想”を持ちました。これがジアゾ感光紙の発明につながるきっかけとなったのです。

ジアゾ感光紙は、私の知る限りでは、セミウエット方式の Van Der Grinten 社（オランダ）と、ドライ方式の Kalle 社（ドイツ）、およびウエット方式の理化学研究所（リコーのルーツ）とによって、ほぼ相前後して開発されました。

冒頭の話は、私が約30年前に Van Der Grinten 社の Mr. Grinten に直接伺った話です。この話を聞かされたとき、私は大きな感銘を受けました。なぜならば、この話の中には、研究開発のあり方について大変示唆に富んだ内容を含んでいるからです。

おそらく酪農王国オランダでは、何千種類にもものぼる染料がバターやチーズ用として抽出・合成され、その特性が解析され記録されてきたものと思われます。その中には、満足のいく特性を備えたものも数多く発見されたでしょうが、一方では、まったく反対の性質を有するジアゾ染料のようなものも含まれていたのでしょう。こうした多くの染料の合成と特性の解析に費やされた努力に、今さらながら感心させられるとともに、更にバターやチーズの染料としては全く落第の材料を、これまでは思いもよらなかった新しいアプリケーションに結びつけることを思いついた人がいたという点で、なお一層感心させられるのです。

ジアゾ感光紙の事業化からスタートした我が社は創立50周年を迎え、その研究開発分野も無機半導体、有機半導体はもちろん、半導体素子を含む各種先端技術材料を取り扱い、その応用分野の面でも電子写真分野から各種センサー技術、記憶技術、記録技術、情報処理技術、通信技術、更に各種ソフトウェア、システムインテグレーション技術をも包含するようになりました。リコーの研究開発分野はますます多岐にわたり、高度化していきますが、研究開発に対する基本姿勢としては、いつの時代でも各種現象の徹底的な追及とあわせて、社会的なニーズの動向をわきまえ、広い視野に立った柔軟な思考との両面性が要求され続けるものと信じます。

テクニカルレポート「創立50周年記念号」として発刊されたこの解説集に記載された技術は、上記の二つの側面からみて、いずれも立派な努力の成果であることはもちろん、ここに記録されることによって、リコーの未来にとって貴重な資料となることを祈ってやみません。

昭和62年1月

代表取締役専務

晝 間 健 治

インクジェットプリンタのコピーシステムにおける色再現処理

Color Reproduction Process for Inkjet Printing System

菊川 眞*

陣内孝一郎*

伊東 正**

Makoto Kikugawa

Koichiro Jinnai

Tadashi Ito

1. 背景と目的

近年、インクジェット方式、熱転写方式、電子写真方式等によるカラープリンタの開発にはめざましいものがあり、ピクトリアルなデジタルカラーコピーに関する研究開発も進められている。中間調、色再現の点では写真や印刷の品質に及ばないが、画像処理の進展により、画質の向上がはかられ、加えてプリントの簡便性、即時性、或いは変倍、編集等の処理機能により、新しい分野のニーズを顕在化しつつある。

本稿では、荷電制御型インクジェット方式のカラープリンタを用いたカラーイメージプロセッサ¹⁾ (CIP) において考案した色再現処理を主に述べ、原稿により近いサンプルが得られたことを示す。

2. 技術の特徴

従来、図1 (a) のように記録再生系をブラックボックス

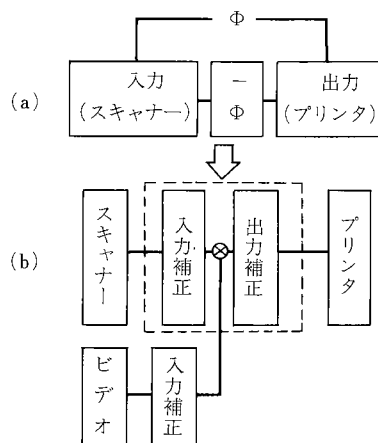


図1 色再現方式

ス ϕ として扱い、色補正系を ϕ^{-1} となるように作用させる色再現方式が提案されている。²⁾ 一方、筆者らは図1 (b) に示すように、入力系と出力系を分離して補正を行うことにより、複数の入力に対応可能なシステムを開発した。

図2に色再現処理の流れを示し、流れにそって各処理の説明を行っていく。

1 マッチング処理

プリンターでは、入力系の特性が異なっていると、無彩色の再現性が悪くなる。

筆者らが考案した入力系補正のマッチング処理とは、反射率が既知のグレースケールの読み取り結果からレッド (R)、グリーン (G)、ブルー (B) 特性の補正を行い、(図3: 第1象限)、反射率—濃度変換の後(図3: 第2象限)、濃度域を設定し、補正値を求める(図3: 第3象限) 操作のことである。これにより、無彩色の再現性が改善される。又、入力装置ごとに処理を行うことにより、複数の入力に対応が可能になる。

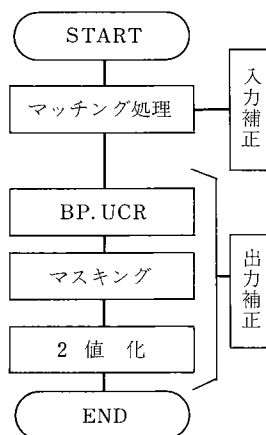


図2 色再現処理の流れ

* 画像技術研究所 第1研究開発部105研究室

105 Laboratory, 1st R&D Department, Imaging Technology Research Center

**中央研究所 研究企画室

Research and Development Planning Section, Research and Development Center



(a) 原稿



(b) BP, UCR後



(c) マッチング後



(d) マスキング後

図5 処理例

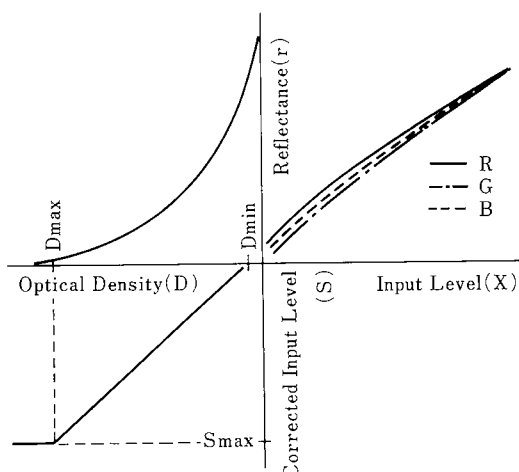


図3 マッチング処理説明図

2 墨版形成 (BP), 下色除去 (UCR)

プリンタはイエロー(Y), マゼンタ(M), シアン(C), ブラック(K)の4色を用いてプリントしている。Y, M, Cの最小値をKの値とし, Y, M, CそれぞれよりKの値を引くフルブラック法を用いている。インクの流れによる解像度の低下, シャープネスの低下, 黒の再現性に対して著しい改善効果がある。

3 マスキング

インクの分光特性を補正するマスキングとして, J.A.C. Yule の1次のマスキング方程式(式(1))が知られている。³⁾

$$\begin{bmatrix} C_i \\ M_i \\ Y_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C' \\ M' \\ Y' \end{bmatrix} \dots\dots\dots (1)$$

インク濃度は相加則が成り立っているとしてマスキング方程式を考えている。しかし, 図4に示すように相加則が成り立たず, 1次式のみでは色補正が不十分になる。このため, 筆者らは, R, G, Bによるマスキングを行い相加則不成立の改善をはかっている。

R(Y+M), G(C+Y), B(M+C)の各プリントサンプルのシアン, マゼンタ, イエロー成分濃度を測定し, その値をそれぞれ c, m, y で表わすと

$$R_c = Y_c + M_c, G_c = C_c + Y_c, B_c = M_c + C_c$$

これより

(R_m, B_m, R_y, G_y, B_y も同様)

$$C_c = (G_c + B_c - R_c) / 2, M_c = (R_c + B_c - G_c) / 2$$

$$Y_c = (R_c + G_c - B_c) / 2$$

(C_m, M_m, Y_m, C_y, M_y, Y_y も同様) となる。

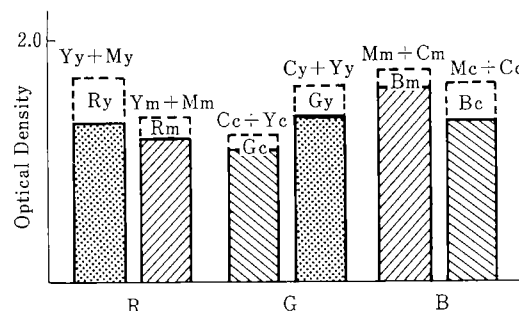


図4 相加則の不成立

この成分濃度で, 式(1)を求めることにより, 相加則不成立を考慮したマスキングが可能となる。

4 2値化

中間調画像を得るために, 2値化の際に組織的ディザ法を用いている。ディザパターンは画像評価及び濃度特性から, 8×8の網点型ディザパターンを採用している。

3. 色再現処理の効果

図5(a)に原稿を示す。(b)にBP, UCRのみを施したサンプルを示す。

全体的に画面が暗く, 色, 調子ともに不良である。

(c)は(b)にマッチング処理を施したサンプルである。反射率—濃度変換により, 原稿に近い調子再現が得られている。また, R, G, B特性の補正により, レモン, グレープフルーツの色が改善されている。ただし, レモン, グレープフルーツのイエロー, ナプキンのブルー等の色相がややずれている。(d)は(c)にマスキングを施したサンプルであり, 調子, 色とも原稿に, より忠実に再現されている。

4. 今後の展開

L*a*b*系の物理的測色による色差に関しては, たとえばYは, 5以下, Gは, 20以上と色によって差の違いがあるため, 今後も色処理の改善をはかり, 色再現性の向上をめざしていく。

5. 関連発表資料

- 1) 陣内他; 第2回 NIP 技術シンポジウム, 1985—7

ムービングフィルタによる色分解ユニットの開発

Color Separation Unit with Moving Filter

神本芳明*

Yoshiaki Kammoto

浅野俊二*

Shunji Asano

齊藤政範**

Masanori Saito

1. 背景と目的

パソコンの普及によってキャラクタのみでなくイメージも取扱う要求が高くなり、リコーからもISシリーズ¹⁾としてモノクロタイプのイメージスキャナが発売されている。

一方、パソコンの出力部（ディスプレイ、プリンタ）はカラー化対応しておりカラー原稿に対する入力手段が要求されてきた。

カラー化に対応するには原稿情報を三原色に色分解する必要がある。その方法は①フィルタ切換、②光源順次、③ダイクロイックプリズム、④カラーセンサに大きく分類できる。

筆者らは、コンパクトでローコストなカラーイメージスキャナを開発するにあたり、モノクロイメージスキャナとの互換性をもたせた色分解方法を検討した結果、フィルタ切換の方式であるムービングフィルタ色分解ユニットを考案したので、その概略について紹介する。

2. 技術の特徴

2-1 色分解ユニットの構成

フィルタ切換方式による色分解とは、(R)、(G)、(B)のフィルタを時間で順次切換えて色分解する方法であり、構成は色々提案されている。²⁾ 現在実用化されているのは、円板状のフィルタ構成で円板上に、(R)、(G)、(B)の色フィルタが配置され、回転によって(R)、(G)、(B)を順次切換える方式である。円板構成であるので形状が大きくなるが、フィルタの切換精度がよく、構成を簡単にすることができる。

この特長を生かして小型化を目標に新しい色分解方式を考案した。

構成は、レンズを取り付けるレンズブロックにイメージセンサと、リニアモータ（可動部、固定部）を一体的に取り付け、結像光路中でストライプフィルタを上下方向に往復振動させる構造（ムービングフィルタ）となっている。（図1）

一方、イメージセンサは、レンズと対向してレンズブロックに取り付けられている。

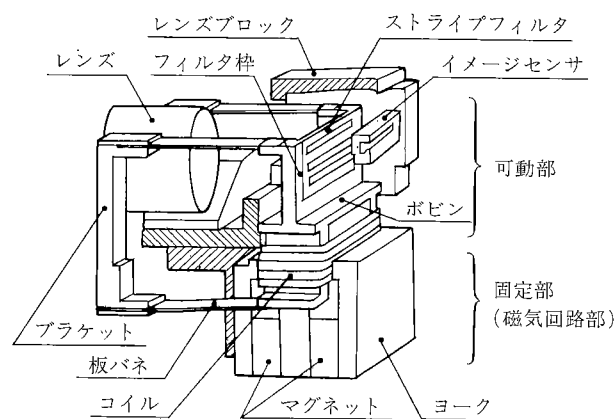


図1 色分解ユニット構成図

2-2 ストライプフィルタの構造

ストライプフィルタは(R)、(G)、(B)3本のストライプから構成されており、その形状は配置位置によって決められる。

ストライプフィルタの配置位置は、イメージセンサの受光面とストライプとの平行度の調整精度、イメージセンサの受光面から保護ガラスの上面までの距離、ストライプフィルタの取り付け枠の厚さで決定する。これらの条件によりストライプフィルタの配置位置はイメージセンサの受光面から3.72mmとした。

また、ストライプフィルタには、(R)と(G)、(G)と(B)の境界で混色を避けるために、有効光束幅分以上の遮光部が必要である。

決定した配置位置での有効光束幅は、0.94mmとなり最小遮光幅は、0.94mm以上必要である。（図2）

* 画像技術研究所 第一研究開発部104研究室

104 Laboratory, 1st R&D Department, Imaging Technology Research Center

**中央研究所 211研究室

211 Laboratory, Research & Development Center

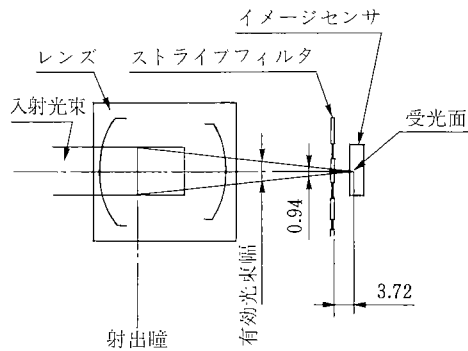


図2 光学レイアウト

ストライプフィルタの駆動としては、速度一定が望ましいが、往復の切換わり点で速度変化が大きくなり駆動速度が低下する。そこで、速度変化が小さく駆動の容易な Sin 波駆動を採用した。ストライプの幅は、Sin 波駆動の速度から(1), (2), (3)式より求められる。

$$S = 1 \times \{\sin(5/6t - \alpha/2) - \sin(5/6t + \alpha/2)\} \quad \dots(1)$$

$$Wr(Wb) = 1 \times \{\sin(t/2 - \alpha/2) - \sin(t/6 + \alpha/2)\} \quad \dots(2)$$

$$Wg = 2 \times 1 \times \sin(t/6 - \alpha/2) \quad \dots(3)$$

t : 駆動周期

S : 遮光幅

α : 遮光時間

1 : 振幅量

以上の式から決定した Red と Blue のストライプ幅 (Wr , Wb) は 1.5mm, Green のストライプ幅 (Wg) は 2 mm に、遮光幅 (S) は 1 mm となる。(図3)

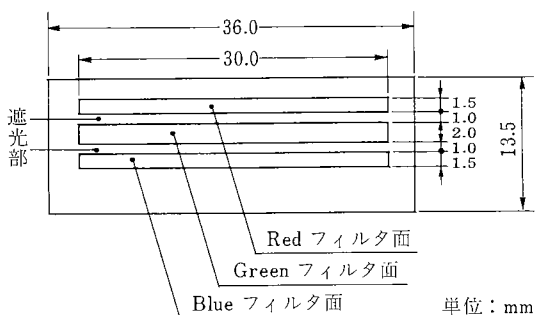


図3 ストライプフィルタ

一方、色再現を決定するストライプフィルタの分光特性は、NTSC の色フォーマットで入力系を規定し、基準白色に対する光源・レンズ・イメージセンサの分光特性から(4)式により求められる。

$$\left. \begin{aligned} Fr(\lambda) &= P(\lambda) \times \bar{r}(\lambda) / FL(\lambda) \times L(\lambda) \times S(\lambda) \\ Fg(\lambda) &= P(\lambda) \times \bar{g}(\lambda) / FL(\lambda) \times L(\lambda) \times S(\lambda) \\ Fb(\lambda) &= P(\lambda) \times \bar{b}(\lambda) / FL(\lambda) \times L(\lambda) \times S(\lambda) \end{aligned} \right\} \dots(4)$$

Fr , Fg , Fb : ストライプフィルタの分光特性

$P(\lambda)$: C 光源の分光特性

$\bar{r}(\lambda)$, $\bar{g}(\lambda)$, $\bar{b}(\lambda)$: 各色の撮像特性

$FL(\lambda)$: 光源の分光特性

$L(\lambda)$: レンズの分光特性

$S(\lambda)$: イメージセンサの分光特性

以上の式より、

Red 610nm (波高値), 570nm (半値)

Green 525nm (波高値), 570nm, 485nm (半値)

Blue 425nm (波高値), 485nm (半値)

とした。(図4)

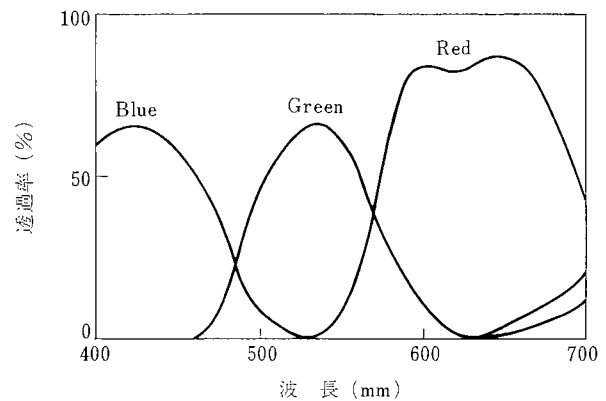


図4 色分解フィルタの分光透過率

2-3 ストライプフィルタの駆動

ストライプフィルタを上下方向に往復振動させる駆動方法は、色々な方式が考えられるが、平行移動の精度、低騒音、小型化からリニアモータを用いた駆動方式を採用した。

ストライプフィルタを取り付けたボビンの往復振動を規制するために、リニアモータの振動方向だけに可動な板バネで、ボビンを支持する。

つまり、リニアモータが作動してボビンが変位するときに、ストライプフィルタが傾斜したり、面倒れを起こさないように、寸法及びバネ定数が等しい板バネで、互いに対向してボビンを支持する。

板バネの運動は、リニアモータの振動方向へ直線的に一定の駆動周波数で振動させるので、板バネの変位状態から両端が相対的に変化する固定梁として考えた。板バネの形状(特に有効長と厚さ)とフィルタを含めた可動部の重量が駆動周波数に大きく影響することから、可動部の重量低減に努め7.3gを得た。一方、磁気回路部は、ギャップ長の拡大とギャップ磁束密度向上が得られるダブルギャップ磁気回路とし、小型で高効率なものとした。

3. 結果

色特性としては、4 bitsで量子化した色の再現域を図5に示す。また、原稿を読み取ってパソコンのディスプレイに出力した画像サンプルを図6に示す。

ストライプフィルタとリニアモータをレンズユニットに組み込んで一体構造とすることにより、モノクロスキャナと互換性を持つコンパクトな色分解ユニットが実現できた。

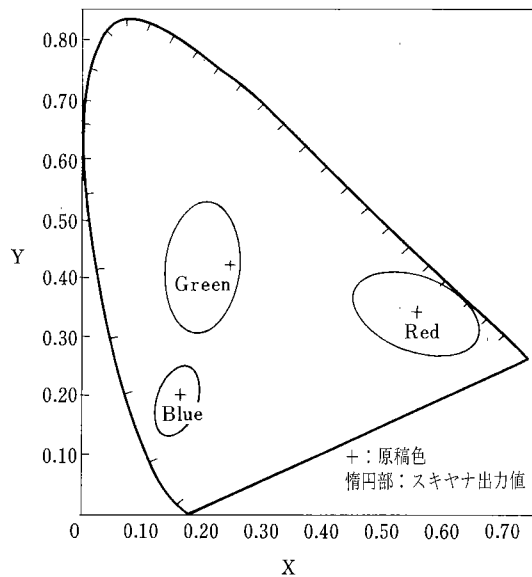


図5 Red, Green, Blueの色再現範囲

4. 今後の展望

開発した色分解ユニットの特長を生かしたコンパクトなカラーレスキャナの開発を行ない、実用化を図るとともに、色分解ユニットの高速化、色再現精度の向上を図り、高性能化を目指した開発を行なう。

5. 関連発表資料

- 1) 佐藤，神谷：リコーイメージスキャナ20, Ricoh Technical Report NO.11, 1984
- 2) 例えば公開特許公報 昭 50-135925



原 稿



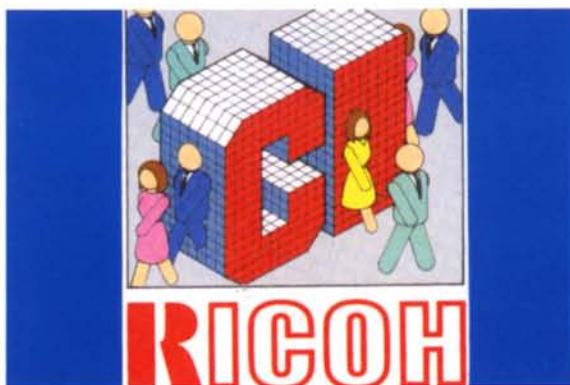
CRT画像 4 × 4 ディザ出力



原 稿



CRT画像 4 × 4 ディザ出力



原 稿



CRT画像 2 値出力

図 6 カラー出力画像

アナログフルカラー複写機の高画質化技術

High-Quality Imaging Technology for Analog Full Color Copier

鈴木弘治*

Kohji Suzuki

1. 背景と目的

近年、OA 機器の発展、普及とともに、オフィス情報は、カラー化が進み、複写機にも多色化、カラー化の要望が強くなり、各メーカーより、フルカラー複写機が発売されるようになってきた。高画質フルカラー画像の必要条件として、

- 1) ベタ・ハーフトーン画像の均一性
- 2) 階調再現性
- 3) 線画再現性
- 4) 色再現性

のよいことが要求される。電子写真法を用いたフルカラー複写機では、これらの条件達成のために、

- 1) パンクロマチックな高感度の感光体
- 2) 色純度、透明性、耐光性の良いトナー
- 3) 高階調制御技術

などの開発が必要となる。この中で最も重要である階調性制御技術（コピーダイナミックレンジの拡大）を確立し、高品質のフルカラー画像を得ることを目的とする。

2. 技術の特徴

リコーカラー5000では、高画質のフルカラー画像を得るために、パンクロマチックな感光体、色特性の良いトナー、重畳法による階調性制御など、新しい技術を開発し搭載した。その特徴とするところを紹介する。

2-1 感光体

フルカラー用の感光体としては、パンクロマチックで、高感度、かつ安定した帯電特性が要求される。図1に、各種感光体の分光感度特性を示す。Se単層の感光体では、長波長側の感度が低く、カラー用感光体として使用できない。新たに開発した二層セレン系（Se、Se-Te）感光体は、図のように、長波長側に感度を有し、パンクロマチックで高感度な感光体と言える。帯電特性及び感度特性安定化のためには、Se-Te層のTe濃度が均一である

ことが望ましく、これを蒸着方法の改良で行った。

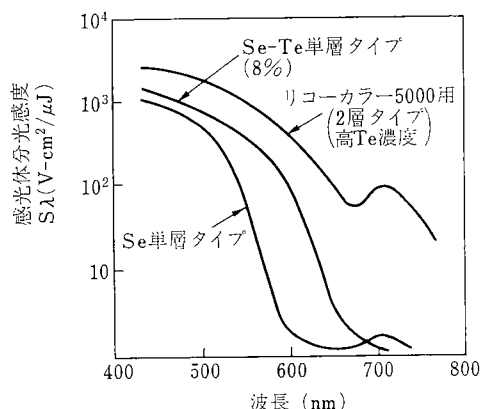


図1 カラー用感光体分光感度特性

2-2 トナー及び現像剤

カラートナーには、色純度、透明性の良い、かつ高級印刷並みの耐光性に優れた、顔染料系の着色剤を用いた。各トナーの分光反射特性とこれに対応する色分解フィルターの分光透過特性を図2に示す。均一なベタ・ハーフトーン画像を得るために、キャリアとして、小粒径、低抵抗不定形キャリアを用いた。

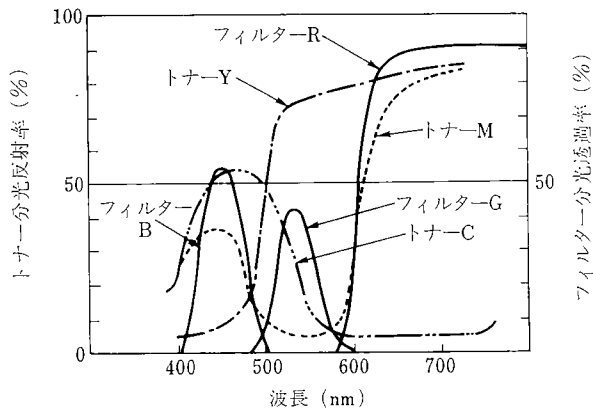


図2 トナー・フィルター分光特性

* 複写機事業部 設計部

Product Design Department, Reprographic Product Division

2-3 高階調制御技術

1) 電子写真と階調性 階調性の基本特性として、図3のOD-CD特性で示される。一般的には、 γ 特性といい、カーブの直線領域部分のOD濃度巾をコピーDR(ダイナミックレンジ)とよぶ。電子写真法の γ 特性は、理想特性($\gamma=1$ で図の破線)より大きくずれていて、コピーDRとしては0.6~0.8程度が一般的である。このずれと画像の関係は、傾きが立っていると、中間調の再現が悪く、硬い画像(㊷のカーブ)となり、飽和濃度が低い特性では、暗部の再現性が悪く、全体に淡く暗い画像(㊸のカーブ)となる。印刷並みの画像(階調性)を得るには、コピーDRの値として1.7~1.8程度が必要である。

この γ 特性がS字型となり、理想からずれる原因として、現像特性と感光特性が議論されている。主要な文献によると、特性のずれは感光特性によるもので、感光体上の電荷の光放電特性に依存し、光放電の電界依存性の大きいものほど階調再現性には有利であると考えられている。

この特性の改良法としては、NP二層感光体によるグリッド制御法、周辺電場を利用したスクリーン法など、一部実用化されている程度である。

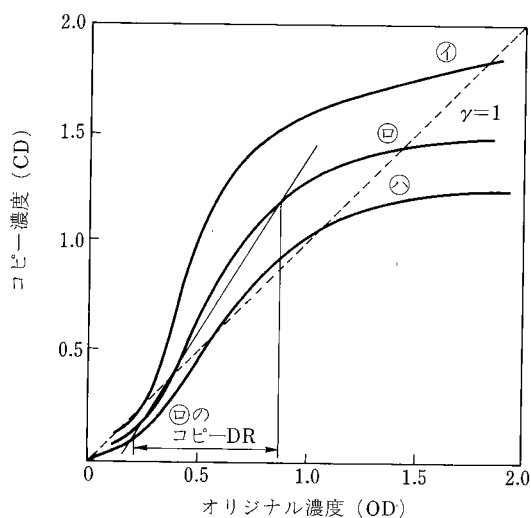


図3 OD-CD特性

2) リコーカラー5000での重畳法による階調性制御法 電子写真法で、階調性の良い画像を再現しようとするれば、ODで0.2~1.5程度の範囲で直線性のある γ 特性が要求される。リコーカラー5000では、プログラム機能を有効に活用し、顕像を、転写紙上に重ねる重畳法の採用で、この条件を達成することができた。まず、低濃度部 γ 特性と、高濃度部補正 γ 特性を各々のプログラムに記憶させる。次いで高画質キーの選択により、2つの異なる γ 特性の顕像を、転写ドラム上に巻きつけられた転写紙上に

6回重ね転写をし、剥離・定着して得られた画像は、ODで0.2~1.4の範囲で直線性のある(DRで1.2)階調性の良いフルカラー画像が得られた。

以上の作像工程は図4に示した。図中の①は低濃度部 γ 特性、②は高濃度部補正 γ 特性であり、③は合成された γ 特性である。①及び②の特性(γ の傾き、最高コピー濃度)を変えることにより、合成された γ 特性の傾き、DR制御が可能となり、コピーDRとして最大1.3程度の中がとれるようになる。

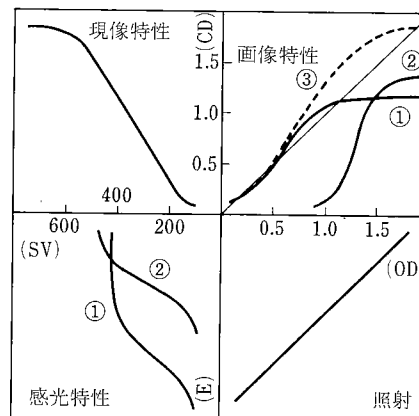


図4 重畳法による γ 改良作成工程

3. 成果

以上のようにリコーカラー5000では、赤感度増感によるパンクロマチックな感光体と、色特性の良いトナーを用い、重畳法の採用により、DRの大きい高画質のフルカラー画像を得ることができた。重畳法と従来法の画像比較を官能テストで行った結果を表1に、評価に用いた γ 特性を図5に示した。(1)、(2)のカーブは γ の傾きを変えて

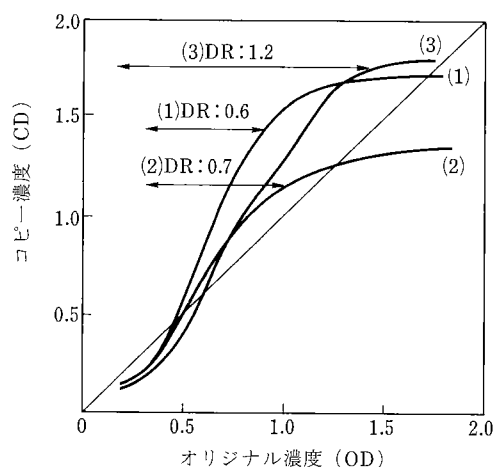
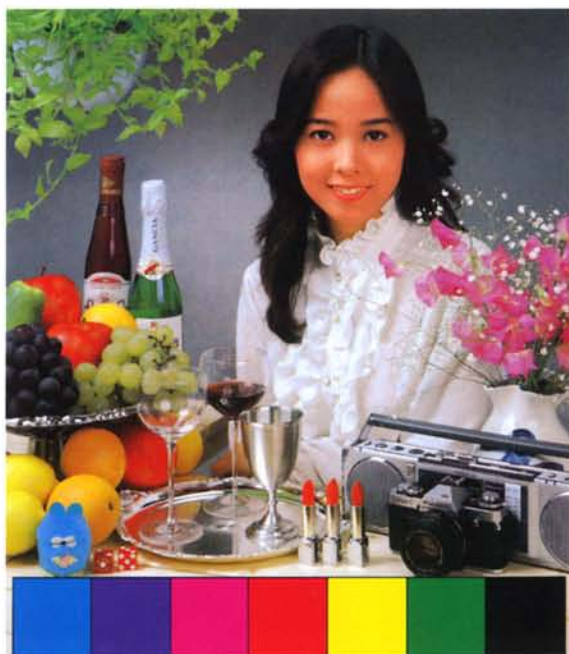


図5 評価用 γ 特性(3Cの濃度)



原 稿



サンプル 1 (DR : 0.6)

サンプル 1 ……従来法

表 1, 図 5 の(1)の特性

DR : 0.6 $\gamma=2.0$

サンプル 2 ……従来法

表 1, 図 5 の(2)の特性

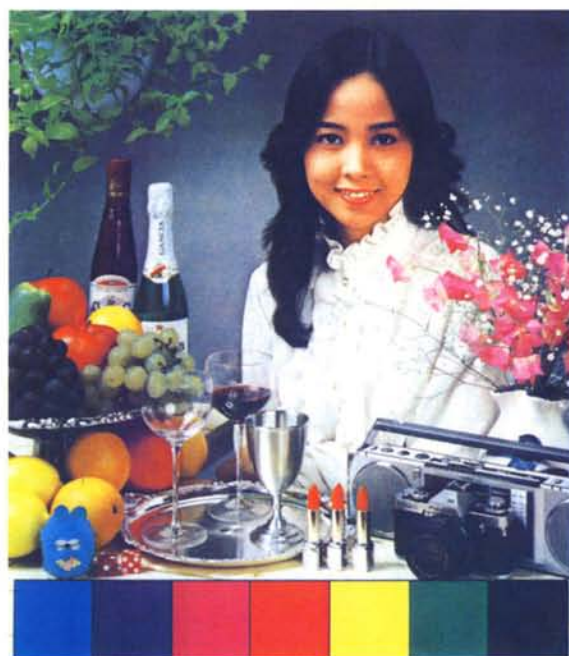
DR : 0.7 $\gamma=1.3$

サンプル 3 ……重畳法

表 1, 図 5 の(3)の特性

DR : 1.2 $\gamma=1.5$

(原稿提供：富士写真フィルム㈱)



サンプル 2 (DR : 0.7)

図 6 コピー例



サンプル 3 (DR : 1.2)

表1 γ 特性評価結果

特性値及び 評価 γ カープ*1	γ 特性			評 価	
	γ 傾き	コピー DR	最高コピー濃度	色差*2	官 能 評 価
(1)	2.0	0.6	1.7	$\bar{x}=20.5$	中間調(肌色), 暗部(髪の毛)などの再現が悪い。全体的に硬い感じの画像である。
(2)	1.3	0.7	1.3	$\bar{x}=28.4$	中間調の再現は良く, 肌などの再現は原稿に近い。暗部(髪の毛の濃淡)の再現性が悪い。全体的に淡く迫力のない画像である。
(3)	1.5	1.2	1.8	$\bar{x}=19.6$	少し硬いが, ほぼ原稿に近い画像である。色再現性も良い。

*1 画像は3 C画像

*2 イエロー, マゼンタ, シアン, ブルー, グリーン, レッド, 肌色, ブラックでの平均色差

作った従来法で, DR は各々0.6, 0.7であり, (3)は重畳法による特性で DR は1.2と約2倍に拡大された。評価のポイントとしては, 肌色などの中間調再現性, 髪などの暗部再現法, および原色再現性などをあげた。重畳法で作られたコピーで最も良い画像が得られ, DR の拡大は, コピー品質を大巾に向上させることができる。図6にコピーサンプルを添付したので, 重畳法による画質を確認していただきたい。

4. 今後の展望

リコーカラー5000では, 重畳法による階調性改良技術などの実用化により, 絵画調の画像, 線画像, 色分け画像等の使い分けができるようになった。カラー複写機の普及状況を見てみると, 設置台数は年々増加しているも

の, まだまだ限られた市場である。一般的に普及するには, まだ多くの課題が残されている。今後

- 1) 一般事務用複写機並みの信頼性と低コスト化
- 2) 操作性, カラーバランス調整の容易化
- 3) 更なる階調再現性, 色再現性の改良

などが解決されれば, 機械・画像共に品質がアップし, 印刷並みに近づき, 一般オフィスにも普及するものと予測される。

5. 関連発表資料

- 1) 笠原・綿貫・鈴木: 静電複写機リコーカラー5000, Ricoh Technical Report, No.13, May (1985)
- 2) 鈴木: 電子写真記録における階調画像の表現技術, 電子写真学会誌, Vol. 25, No. 1 (1986)

サブマトリクス法による階調画像変倍

Size Conversion of Gradation Image Using Sub-Matrix Method

鈴木宏一*

Koichi Suzuki

1. 背景と目的

二値のドット表示・記録により階調表現を行う方法として、単位面積当たりの黒ドット数を変えることにより面積変調を行う擬似中間調表現の、代表的な方式としてディザ法と濃度パターン法がある。

入力画素と出力画素の数を1:1に対応させる場合を等倍関係にあると定義すると、ディザ法は等倍画像を得るのに適した代表的な方式であり、濃度パターン法は拡大画像を得るのに好都合な方式である。然しながら通常の濃度パターン法による出力画像は、濃度パターンを設定するマトリクスサイズによって拡大率と階調表現能力が決まる。ここに紹介する画像出力法は、任意の階調数の画像を任意倍率で出力することを目的とするものである。

2. 技術の特徴

この方式に用いる濃度パターンは階調表現に必要となる大きさのドットマトリクスにより設定し、これを「母マトリクス」とし、出力するパターンには母マトリクスの一部分である「サブマトリクス」を規則的に切り出してサブマトリクスパターンを対応させる。

出力画像は母マトリクスと同一の基本パターンで形成され、倍率に関係なく同一ピッチの網点画像が得られる。また、出力画像の大きさ(倍率)は入力画素数とこれに対応させる出力画素数の比によるのでサブマトリクスサイズによって決まり、階調表現能力は母マトリクスサイズによって決まることになる。

この方式によれば少ない画素数から品質のよい拡大画像が得られるので、画像データの伝送・記憶に有利となる圧縮技法(画素圧縮)にも適用できる。

2-1 サブマトリクス法の原理

濃度パターンを設定する母マトリクス M は m_0 行 n_0 列からなる要素(画素) p の行列で構成されるものとする、

$$(m_0, n_0) \text{ 行列 } M = [p_{i,j}] \dots\dots\dots(1)$$

で表わすことができる。

$p_{i,j}$ のとり得る値は二値であり、1, 0 のビットイメージパターンとして扱うことができる。

一方サブマトリクス S が m 行 n 列からなり、母マトリクスが行方向に r 個、列方向に c 個のサブマトリクスに分割される($r=m_0/m$, $c=n_0/n$) のものとする、

$$(r, c) \text{ 行列 } M = [S_{i,j} = [p_{k,l}]] \dots\dots\dots(2)$$

で表わすこともできる。

さて、サブマトリクス法によるパターンの出力法は、基本的には1入力画素ごとに1つのサブマトリクスパターンを出力するが、対象となるサブマトリクスは入力画素の座標位置で決まる。即ち、入力画素 $Q_{i,j}$ に対してはサブマトリクス $S_{i,j}$ を出力する。

但し c を超える列番号の入力画素に対応するサブマトリクスの列番号は c の剰余(剰余0の場合は c)となり、 r を超える行番号の入力画素に対応するサブマトリクスの行番号は r の剰余(剰余0の場合は r)となる。

また、母マトリクスの行列数がサブマトリクスの行列数の整数倍にならない場合は、それぞれの最小公倍数となる行列数からなる「グランドマトリクス」を想定するとよい。

グランドマトリクス G は、整数個の母マトリクス M で構成され、(2)式に代えて

$$(r, c) \text{ 行列 } G = [S_{i,j}] \dots\dots\dots(3)$$

とすればよい。

具体例として、 4×4 ドットの母マトリクスから 3×3 ドットのサブマトリクスを切り出す場合の様子を図-1に示す。(a)図はグランドマトリクス、母マトリクスならびにサブマトリクスの関係を表わし、(b)図は出力するサブマトリクスの行列を表わしている。サブマトリクスの行列は単に母マトリクスに対する領域を示すだけであり、実際に出力するパターンは入力画素の階調レベルに対応した濃度パターンから切り出される。

* 中央研究所 村山研究室

Murayama Research Laboratory, Research & Development Center

2-2 濃度パターン

階調表現を行うためには、階調数に合った数の濃度レベルが異なるマトリクスパターンを用意する必要がある。マトリクスサイズ（母マトリクスの大きさ）は必要階調数によって決まり、通常はマトリクスを構成する総ドット数+1の階調表現が可能とされている。

図2に64階調のマトリクスパターンレイアウトの実例を示す。数値はその位置が黒となる階調レベル（しきい値）を表わしている。パターンの種類によって形成される網点のピッチならびにスクリーン角が異なる

2-3 変倍画像出力

サブマトリクスは任意のサイズに設定でき、母マトリクスのサイズを超えることも可能であるので拡大率は任意であり、サブマトリクスに対応させる入力画素を複数個にすれば縮小も可能となるので、この方式は階調画像の任意変倍に適用できる。

図3に変倍画像の出力サンプルを示すが、いずれも64階調で表現しており、 1×1 、 2×2 、 3×3 および 4×4 ドットのサブマトリクスで出力している。

3. 成果

この方式により、豊かな階調性をもった中間調画像の変倍出力が可能となり、ディジタルコピーをはじめレーザプリンタによる画像出力が多目的に利用されるようになった。又、モノクロ画像に限らずカラー画像にも活用されている。

4. 今後の展開

本稿では多値入力データに対する画像変倍をとりあげたが、既に2値化されているビットイメージデータ（ディザ画像）への展開も可能であり、これには二つの方法が考えられる。一つは変倍率に都合のよい大きさの入力画素ブロック単位に黒画素数を計数し、階調レベルを推定して本方式を適用するものである。もう一つの方法は縮小の場合に適用できると考えられるもので、入力されたイメージパターンそのものから同様のアルゴリズムで切り出した部分パターンを出力するものである。後者は階調性が維持できる簡易変倍法として有効なものと考えられ、多目的に応用展開を図りたい。

5. 関連発表資料

- 1) 村山, 他「レーザプリンタによる階調表現」画像電子学会, 第74回研究会, (1983)
- 2) 村山, 他「多目的レーザビームプリンタによる画像表現法」第14回画像工学コンファレンス(1983)

- 3) 村山, 鈴木「レーザプリンタにおける高画質化技術」電子写真学会誌, vol.22, No 3 (1984)
- 4) 鈴木「レーザプリンタにおける中間調再現技術」第1回 NIP シンポジウム(1984)
- 5) 伊藤, 他「階調情報変倍処理法」公開特許公報, 昭60-53372
- 6) 伊藤, 村山「階調情報処理法」公開特許公報, 昭60-53373

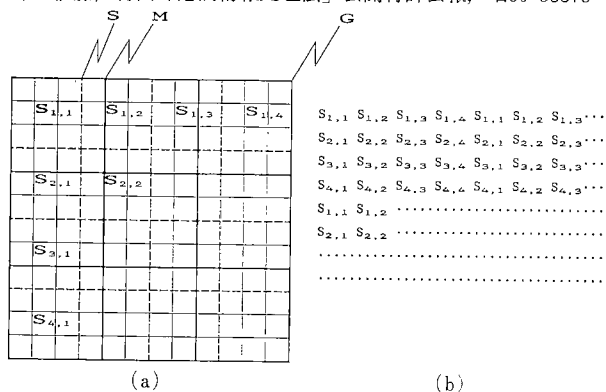


図1 (a)サブマトリクス、母マトリクスおよびグランドマトリクス (b)出力サブマトリクス行列

58	53	39	26	27	42	54	59
48	40	21	14	13	20	41	49
36	22	10	4	3	19	35	
29	15	5	1	2	8	18	32
38	23	11	6	7	12	26	37
52	43	24	16	17	25	44	51
62	56	46	30	31	43	55	61
63	57	47	33	36	50	60	63

PATTERN # 1

58	53	39	26	27	42	54	59
48	40	21	14	13	20	41	49
36	22	10	4	3	19	35	
29	15	5	1	2	8	18	32
38	23	11	6	7	12	26	37
52	43	24	16	17	25	44	51
62	56	46	30	31	43	55	61
63	57	47	33	36	50	60	63

PATTERN # 2

58	53	39	26	27	42	54	59
48	40	21	14	13	20	41	49
36	22	10	4	3	19	35	
29	15	5	1	2	8	18	32
38	23	11	6	7	12	26	37
52	43	24	16	17	25	44	51
62	56	46	30	31	43	55	61
63	57	47	33	36	50	60	63

PATTERN # 3

58	53	39	26	27	42	54	59
48	40	21	14	13	20	41	49
36	22	10	4	3	19	35	
29	15	5	1	2	8	18	32
38	23	11	6	7	12	26	37
52	43	24	16	17	25	44	51
62	56	46	30	31	43	55	61
63	57	47	33	36	50	60	63

PATTERN # 4

図2 64階調マトリクスパターンレイアウト



図3 変倍画像出力サンプル

高画質、高信頼画像形成システムのパラメータ設計

Design of Parameters for High Quality, High Reliability Electrophotographic System

平倉浩治* 今井 力**

Koji Hirakura Chikara Imai

1. 背景と目的

小型、低コスト機から、高速機までのシリーズ化に対応できる、複写エンジンを開発することは、設計の効率化の面で強く望まれている。

「FF エンジン」と名付けた作像システムは、その条件のもとに、高画質、高信頼性を狙い開発された。

作像システムは、帯電、露光、感光体、現像、転写分離、定着、クリーニング、そして除電の各サブシステムから構成されるが、狙いに基き、まず高感度、高耐久のセレン系合金感光体（F ドラム）の採用が決定された。

高信頼を達成するためには、F ドラムの特性変化を最小限にするよう各サブシステムの条件を設定すると共に、その特性変化を補償する各サブシステムを連結した、プロセスコントロールが重要となった。

そのため、まず各サブシステムの入出力特性を数式でモデル化し、各サブシステム間の関連を明確にして、総合品質である作像システムの入出力特性がコンピュータシミュレーションできることを狙った。

作像システムのベタ画像（広面積部）の応答についての数学モデル化は提案されている¹⁾が、実験値に対してどの程度合致するものかどうかの検討がなく、数式による設計と予測の精度が不明であった。

本テーマは、FF エンジンにおいて、モデル式中の定数を実験により求め、次いで設定可能なパラメータを無理のない範囲で定め、目標値に対してモデル計算値および実験値を適合させる式を求めることである。

2. 技術の特徴

作像システムのパラメータを定める時、まずベタ部の目標を明確にしておくことが基本的に重要である。目標

の特性は、オリジナル濃度 OD と作像システムによる出力画像濃度 ID の関係で特徴づけられる。標準的作像条件において次のように目標を定めた。

OD ≤ 0.3 のとき	ID = 0.08
OD = 0.5 のとき	ID = 0.70
OD = 0.8 のとき	ID = 1.10
OD ≥ 1.4 のとき	ID = 1.30

OD に対する ID の応答を決定するサブシステムは次の5つである。

① 露光サブシステム

照明および光学系の明るさは、使用する感光体の感度と感光体の移動速度等から決められる。感光体への入射光量 E は、

$$E = E_0(10^{-OD} + f) \dots\dots\dots(1)$$

で表わされる。E₀ は照明光量に比例する値で露光係数であり、f は光学系のフレアー率である。

② 感光体サブシステム

帯電サブシステムによって V₀ の初期電位に帯電された感光体の露光後電位 V_s は、

$$V_s = V_0 - S_\lambda E + R_\lambda E^2 \dots\dots\dots(2)$$

で表わされる。ここで S_λ は感光体感度、R_λ は感光体低電界因子である。F ドラムはくり返し使用により S_λ が変化する特性を持つが、それは照射光の波長に依存する。レンズに長波長光（625nm 以上）カットのコーティングを施し、変化を最小限にしている。

③ 現像システム

現像は 2 成分マグブラシ方式を用いている。

電位 V_s の感光体に現像されるトナー量 M は、現像バイアス電位を V_B とすると、

$$M = \gamma(V_s - V_B), \quad M \geq 0 \dots\dots\dots(3)$$

で表わされる。^{2) 3)} ここで γ は現像機械パラメータが決定されるとトナー濃度に依存するもので現像能力と呼ばれる。

現像能力 γ を安定化するために、感光体上に基準となるパターンを現像し、そのトナー付着量を光学的に検知して、それが常に一定になるようにトナー補給するシステムが用いられている。

④ 転写サブシステム

* 画像技術研究所、第 1 研究開発部 103 研究室
103 Laboratory, 1st Research & Development Department,
Imaging Technology Research Center

** 複写機事業部 設計部
Design Department, Reprographic Products Division

現像された感光体に転写紙を重ね、裏面よりコロナチャージを与え転写する。紙の上に転写されるトナー量を M_p とすると、

$$M_p = \eta M \dots\dots\dots(4)$$

ここで η を転写率と呼ぶ。

η を向上させるために、転写前に感光体の電位分布を均一化する処理を行なうが、低中速機では転写前露光、高速機では転写前チャージを用いている。

⑤ 定着サブシステム

紙の上の転写トナー量 M_p が与えられると定着後の画像濃度 ID は

$$ID = -\log \{10^{-ID_p} e^{-kM_p} + 10^{-ID_t} (1 - e^{-kM_p})\} \quad (5)$$

ここで ID_p は紙の反射濃度、 ID_t は紙にトナーを飽和付着定着した時の反射濃度であり、 k は画像濃度変換因子である。

主制御パラメータの設計は次のように行われた。まず $0.05 \leq OD \leq 1.4$ の範囲で V_s の動作範囲が最も広くなるように(1)、(2)式から E_o を定めた。目標の特性は、 $OD=0.3$ で ID が立上るように決めたので $OD=0.3$ の時の V_s を求めこの値を V_B とする。

最後に(1)~(5)式全部を使って入力 OD に対し出力 ID を計算する。この時(3)式の γ をパラメータにして目標の $OD-ID$ 特性に最も近づくように計算を繰返す。こうして得られたパラメータ設計値を使って計算プロットしたものが図1の左から3番目の曲線であり、目標値に良く一致していることがわかる。

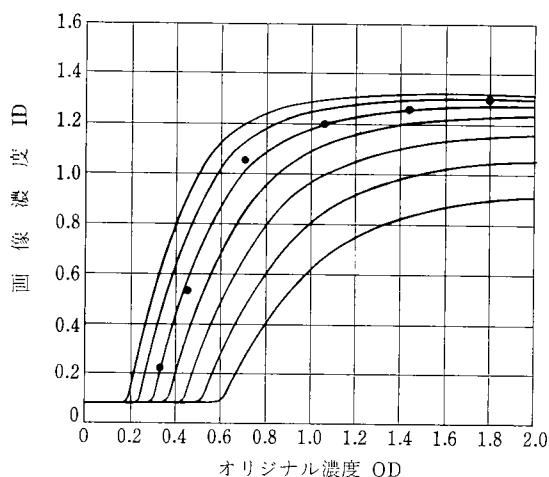


図1 現像バイアス変化時の特性

次にパラメータ設計値を作像システムに設定し、グレースケールをオリジナルにして作像実験を行った結果が図中の黒点であるが、目標値、設計値、実験値はきわめて良い精度で一致することが確かめられた。同図の他の6本の曲線は V_B を変えて応答性を変化させた場合を示し

ている。

コピーの濃さを V_B によって制御する場合、画像はこのように変化する。

露光係数 E_o を変えた時の特性を図2に示す。この方式は、明るさを変えても最高濃度が変化しにくいという特徴があり、FT5500シリーズ機に用いられている。

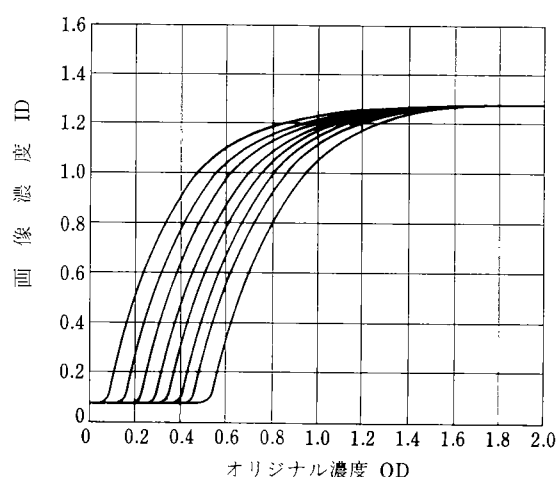


図2 露光係数変化時の特性

図3に同機の作像システムの構成を示す。

また図4、5に、従来機と同機のコピー画像を比較するが、写真(網点)画像および、ベタ画像の再現性、文字画像の忠実度が改善されていることがわかる。

3. 成果

本技術の活用により、作像システムパラメータが変動する時の画像予測が可能となり、精度の高いプロセスコントロールができるようになった。

その結果「FFエンジン」として、FT4000、FT5000、FT6000シリーズが商品化され、続いてその第2世代とも言えるFT5500、FT7000シリーズも市場に投入できた。また感光体は異なるが、FT3000シリーズもこの技術を多用している。

4. 今後の展望

サブシステムごとにモデル式化することが可能であれば、1成分現像方式、有機光導電体(OPC)プロセスにも応用可能である。この技術はパラメータ設計だけでなく、部品や材料の公差設計をはじめ市場稼働品質の予測にも有用である。

電子写真技術もレーザー書き込み等によりデジタル

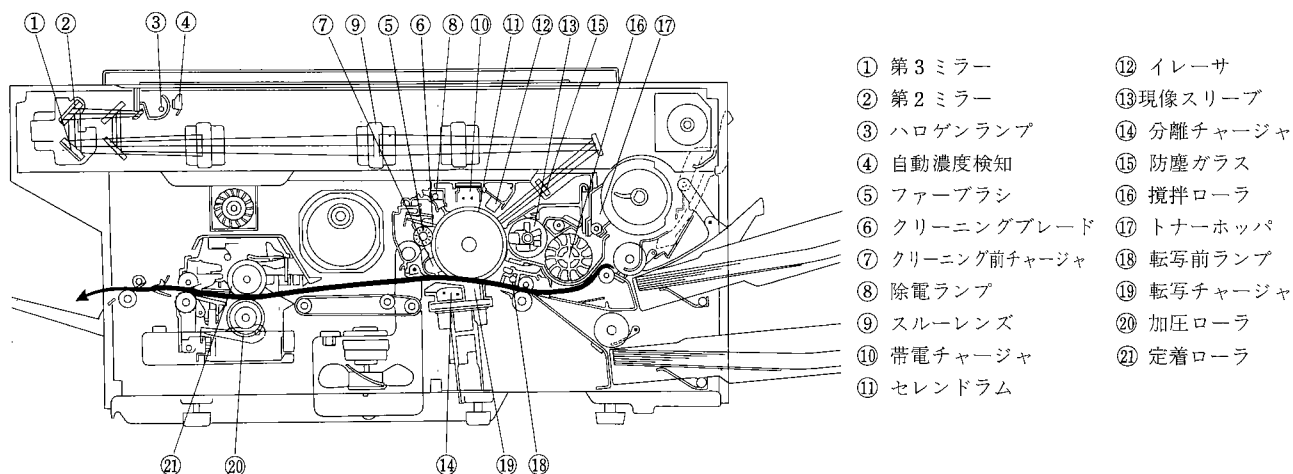


図3 FT5500シリーズ機の作像システムの構成



10mm



1.0mm

オリジナル



従来機



FT5500機

図4 従来機とFT5500機の画像比較



従来機



FT5500機

図5 従来機とFT5500機の画像比較

化の時代を迎えつつあるが、より高精度、高忠実度、高信頼のハードコピー技術の確立のためには本技術を軸にしたシミュレーション設計の展開が一層重要な技術となる。

5. 関連発表資料

- 1) 平倉他：Ricoh Technical Report, No. 11, (1984)
- 2) 平倉他：“電子写真システムのパラメータ設計”電子写真22, 3, 209 (1984)

1 成分現像方式

Mono-Component Development Process

坂本康治* 出水広巳** 武田布千雄*
Koji Sakamoto Hiromi Demizu Fuchio Takeda

1. 背景と目的

1成分現像方式は2成分現像方式と比較したとき、小型軽量、コンパクトで経時変化が少なく全体として低コストとなると考えられ、近年注目を集めている現像方式である。しかし、従来の1成分現像方式は画像品質上重要な幾つかの点で2成分現像方式に劣っていた。その中でも特に、下記のような点が問題であった。

- ① 文字のシャープ性
- ② 低コントラスト文字の再現性
- ③ 階調性

そこでリコーでは、1成分現像方式の特長を維持しつつ、画像品質で2成分現像方式と同等以上を達成する、新規な1成分現像方式を開発することとした。

2. 技術の特徴

従来の1成分現像方式における画像品質問題は、2成分現像方式のキャリア粒子が果たしている現像電極効果の欠如に起因している。今回開発した新現像方式の特徴は、1成分現像方式においてこの効果を発生させるため、現像ローラーを図1のような導電層・誘電層・フロート電極層の3層構造とし、現像ローラーそのものに2成分現像方式におけるキャリア粒子の役割りをもたせたことにある。これによりベタ画像のなだらかな階調性と、低

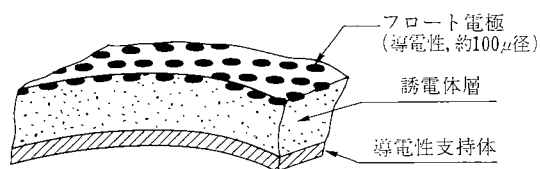


図1 フロート電極スリーブ構成

* 画像技術研究所 第一研究開発部 102研究室
102 Laboratory, 1st Research & Development Department,
Imaging Technology Research Center

**複写機事業部 設計部
Design Department, Reprographic Products Division

コントラスト文字のすぐれた再現性を両立させた理想的な画像再現性を得ることが可能となった。また、図2のように、感光体表面での電界の乱れや拡がり少なく、他方式に比べ、よりシャープな画像が得られる。

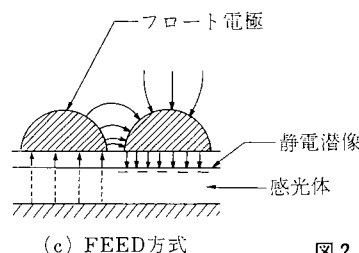
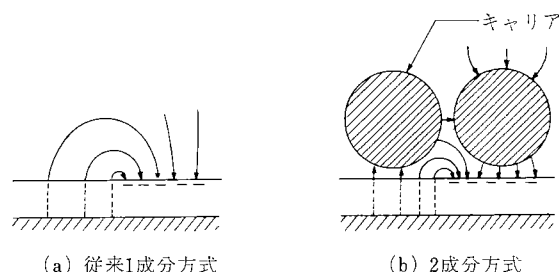


図2 感光体表面の電界

以上の基本原理に基づいて本方式を実用化するうえで、更に次のような技術的ポイントを解決した。

- ① フロート電極ローラー表面に、均一帯電したトナーの薄層を安定して形成すること
- ② 現像された部分のフロート電極に残留する電荷を除去し、リフレッシュすること
- ③ フロート電極ローラーと感光体を、ソフトに均一に接触させること。

第1のポイントに対しては、今回弾性磁性ブレード方式と呼ばれる図3のような新規な手段を開発した。この方式は、スリーブ表面に対しほぼ接線方向に設けられた薄い、弾性を有する磁性板を、磁力で現像ローラー表面に吸引し、その圧力とトナーがブレードを押し上げようとする力のバランスで、トナー層厚みをコントロールするものである。この方式の特長は、現像ローラーとブレ

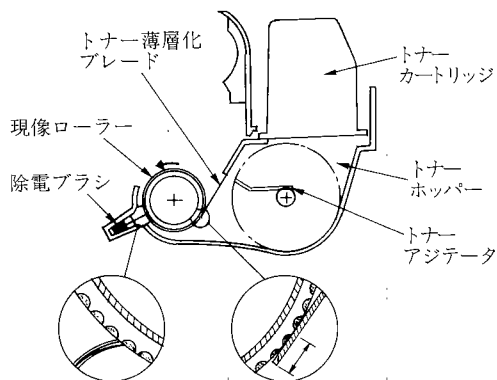


図3 FEED方式現像ユニット構成

ードの接触圧が磁力によりコントロールされている点にあり、機械特性にたよる従来方式に比較して、はるかに薄いトナー層が均一に形成される。しかし、トナーが非磁性である場合、これだけでは現像スリーブへのトナー供給が不十分となる。そこで、非磁性トナーを用いる場合はその対策として図4のようにトナー供給用フォームローラーの追加、ブレード表面材質の変更、現像ローラー表面材質の変更を行い、十分な供給性能が得られるようにした。

第2のポイントに対しては、現像後ローラー表面に接触するようにブラシ状の除電部材を設けることとした。

(図3参照)これにより、スリーブ表面の残留トナー部分にはほとんど影響なく、トナー消費部分のフロート電極の不要な電荷のみを効率よく除電することが可能となった。

第3のポイントに対しては、感光体として、ベルト感光体を用い、その腹に現像ローラーを押し当てる方式を採用することによりこれを解決した。

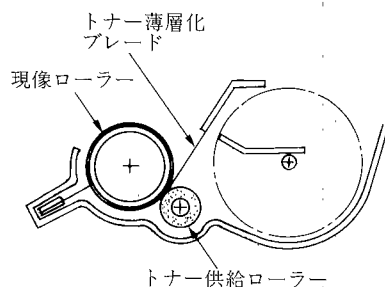


図4 NSP方式現像ユニット構成

3. 成果

以上のように、コンパクトで経時変化が少ない1成分現像方式の特長を生かしながら、従来方式にみられない高画像品質を達成する新規な1成分現像方式が開発された。このうち、磁性トナーを用いた基本方式をFEED (Floating Electrode Effect Development) 方式、非磁性トナーの使用(カラー化)を狙いとした改良方式を、NSP (Non-magnetic Single-component Development Process) 方式と名付けた。これらの現像方式は、My Picopy M10/M5をはじめとしてFT-2050/2070, RIFAX5100S等に用いられている。

FEED方式と他方式のライン画像品質の比較例を、図5に示す。このように、本方式では従来の1成分方式に較べ非常にシャープな画像が得られる。

また、NSP方式では世界で初の完全非磁性1成分現像方式によるカラー化を実現している。その画像サンプルを図6に示すが、これからわかるように従来の磁性トナーを用いた方式に較べ、はるかに鮮やかな画像が得られる。



図5 ライン画像品質比較

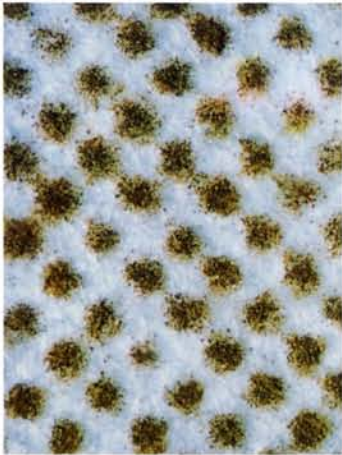

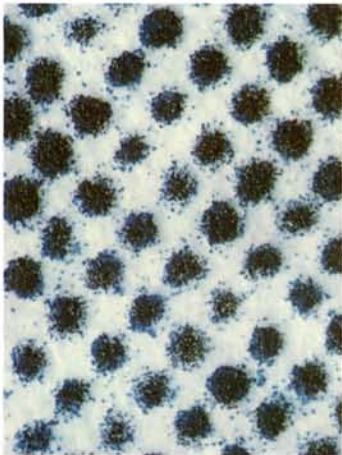

	磁性トナー	非磁性トナー (NSP)
Red (Sepia)		
Blue		

図 6 カラー画像比較

4. 今後の展望

本現像方式はベルト感光体との組合せで実用化されてきたが、今後の展開においてはドラム感光体との組合せを含めて検討していく必要がある。また、より一層の低コスト化・高速対応性等についても今後の検討が必要である。

5. 関連発表資料

- 1) 特開昭 57-114163 (1982)
- 2) 管野, 坂本, 小林: 電子写真学会第54回研究会予編集; 75, (1984)
- 3) F. Takeda, K. Sakamoto, K. Kobayashi: IEEE/IAS Conference Record; 1491, (1985)
- 4) K. Sakamoto, F. Takeda, K. Kobayashi: IEEE/IAS Conference Records; 1502, (1985)
- 5) 武田, 坂本, 小林: 電子写真学会誌; 25, 2, 108, (1986)
- 6) H. Demizu, T. Saito, K. Aoki: SPSE The 3rd Int. Congress on Advances in N. I. P Technologies Advance Printing of Paper Summaries; 12, (1986)

高信頼性現像剤(リコピーPPCタイプ4000現像剤)

Highly Durable Developer (RICOPY PPC Type 4000 Developer)

野村芳弘*

Yoshihiro Nomura

1. 背景と目的

近年、複写機の普及はめざましく、一般のオフィスユーズから、個人を対象としたパーソナルユーズの複写機まで、稼働台数の増大と同時に、多様化、多機能化、してきている。また、複写機に使用される複写エンジンは、そのアクセスタイムの早さ、高画質、高信頼性から、プリンター、ファクシミリに使用され、その応用面に於いても大きく発展してきている。この様な状況のもと、高画質で多機能な製品群へ発展可能な複写エンジンの開発が要求されるようになってきた。

タイプ4000現像剤はリコピー複写機製品群の中核をなすFTシリーズ機搭載のF-Fエンジン(セレン感光体一負帯電型2成分現像剤)を構成する現像剤である。設計にあたっては、以下の2点を重点に目標を置き、コピー品質の向上と信頼性向上を狙った。1) 高速現像～低速現像プロセスに適用可能でかつ高画質であること。2) 上記プロセス下で現像剤が高寿命であり、あらゆるユーザー使用モードに於いて(温湿度変化、経時変化、コピーボリューム他)安定なコピー品質が得られること。

2. 技術の特徴

2成分現像方式は、電子写真現像方式の中で最も安定したコピー品質が得られ、信頼性を要求される複写システムに於いては有効な方式である。

しかしながら、従来の2成分現像方式では、画像品質上

(1)高画像濃度と低コントラスト画像再現性を両立させることが困難。

(2)ソリッド部再現性が悪い。(白スジ現象)という問題があった。

又、信頼性上(1)大量コピーを行なった場合、現像剤の劣化現象が起り、一定期間で複写機内の現像剤交換を必要とする。(2)複写機使用環境の温湿度によりトナーの帯

電量に変化する。という問題があった。

タイプ4000現像剤では、これら従来の2成分現像剤の欠点を克服するため、(1)キャリアの材質及び粒径、(2)キャリアのコート材料、(3)トナーの帯電量制御等、材料及び構成を検討し、高画質、高信頼のコピー品質を達成することができた。

2-1 現像剤の構成

タイプ4000現像剤の構成概略を図1に示す。この構成図をもとに、本現像剤のコピー品質、信頼性品質の向上手段を以下に述べる。

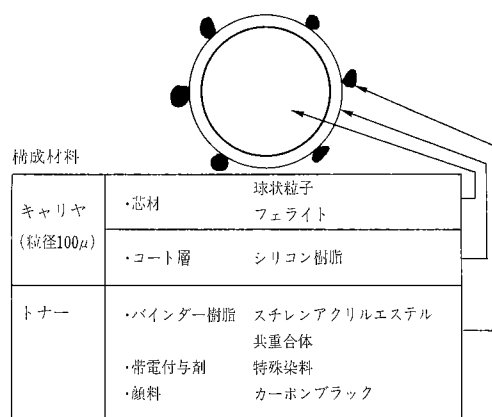


図1 タイプ4000現像剤構成

2-2 コピー品質の向上

2-2-1 高画像濃度、低コントラスト再現性の両立。

感光体上に現像されるトナーの付着量は下記の式で表わされる。

$$M/A = \left(\frac{q}{m} \right)^{-1} \cdot \frac{\epsilon_0 \xi}{D + D_b} (V - V_k) \quad \text{--- (I)}$$

ここでM/Aは感光体単面積当たりのトナー付着量、q/mは現像剤中トナー帯電量、Dは感光体誘電厚み、Dbは現像剤誘電厚み、 ϵ_0 は真空の誘電率、 ξ は現像システム比例定数、Vは感光体表面電位、Vkは現像開始電圧を表わす。タイプ4000現像剤では、後述するように信頼性を確保する上で、コートキャリアを用いているが、このよ

* 画像技術研究所 第2研究開発部 201研究室

201 Laboratory, 2nd R&D Department, Imaging Technology Research Center

うな系では感光体と現像スリーブ間に充填されている現像剤の誘電厚み Db が大となり、低コントラスト再現性は良くなるものの、現像電界が小さくなる為、画像濃度(=M/A)が低下してしまう。Db が大きな状態で画像濃度を高める手段として、現像領域へ多量のトナーを供給することが考えられる。(現像剤中のトナーの比率を上げざるを大きくする。)しかしながらこの方法では、摩擦帯電を起こすキャリアや表面積が、トナー表面積に比べ小さくなってしまったため、トナーに対し有効な電荷を発生させることができなくなり、逆帯電、もしくは低帯電のトナーが発生し、非画像部へのトナー付着(地肌汚れ)が起こる。そこで低帯電トナーの発生を防ぐ為にはトナーの帯電立上り速度を大きくする必要がある。トナーの帯電立上り速度は次式で与えられる。

$$\frac{dQ}{dt} = \beta(Q_m - Q) \text{ —— (II)}$$

ここで Q はトナーの帯電量、Q_m はトナーの飽和帯電量、 β は1) キャリヤとトナーの材質の組合せ、2) トナー・キャリアの表面積比(接触確率) 3) 混合時の攪拌力、等の因子で決定される電荷発生能力定数 タイプ4000現像剤では、1) キャリヤコート材であるシリコン樹脂に対して大きな電荷発生能力をもつ特殊な染料をトナー中に導入する。2) 従来の乾式の2成分現像剤に使用されていたキャリア径(180~300 μ m)よりも小さな粒径のキャリア100 μ mを採用し、キャリアのトナーに対する比表面積を増すことで β を大きくし、トナー帯電の立上り速度を向上させた。この結果、高画像濃度を達成する為、現像剤中のトナー比率を高くした場合にも地汚れ要因である低帯電トナーの発生はみられず高画像濃度と低コントラスト再現性の両立が可能となった。

2-2-2 ソリッド部再現性の改良

従来の乾式2成分現像方式で、もう一つの画像品質上の問題はソリッド部再現性である。これは現像スリーブ上に形成された現像剤のブラシが感光体の静電潜像を現像後、感光体上に現像されたトナーを機械的に剥離する為、いわゆる白スジ現象を発生させることである。これは現像スリーブ上に形成されるマグブラシの硬さが増した場合顕著となる。本現像剤では、従来使用されていた鉄キャリアに比べ磁化率の小さなフェライトキャリアを採用しマグブラシの穂の硬さを減らすことで機械的剥離力を低下させた(ソフト現像方式)。その結果、白スジのない原稿に忠実なソリッド部の再現性が得られた。

以上の現像剤改良及びプロセス改良も相まって、コートキャリア系での高画像濃度で低コントラスト再現性、ソリッド再現性の良い高画像品質が達成できた。

2-3 現像剤信頼性品質の向上

2-3-1 現像剤寿命の向上

複写プロセス内でキャリア、トナーの挙動は図2のようになっており、キャリアはこの中で繰り返しトナーを摩擦帯電させ、現像領域へトナーを供給する役割を担うが、キャリア表面はこの作業を数万回繰り返すうち、キャリア表面への微粒子トナーの熱融着(スペント化)という劣化現象を起こす。

キャリア表面の劣化は(I)式中の現像剤パラメーターである q/m を変化させ画像濃度の変化、地汚れ等の画像品質の低下をもたらすため、現像剤の交換が必要となる。図3がキャリア表面のトナースペント前後の写真である。キャリア表面凹部に微粒化したトナーの平版状変形物の付着が観察される。このスペント化により現像剤中へトナーが補給された場合、実質的にトナーとキャリア表面

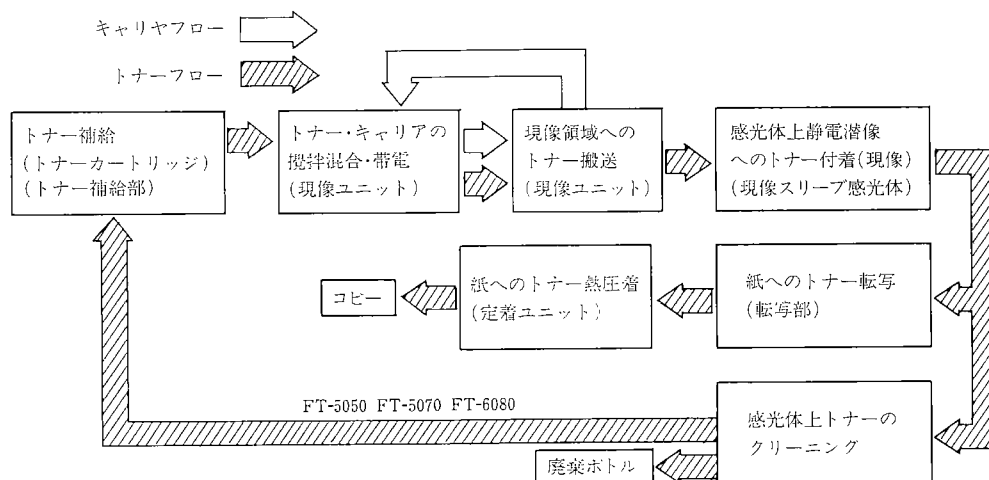
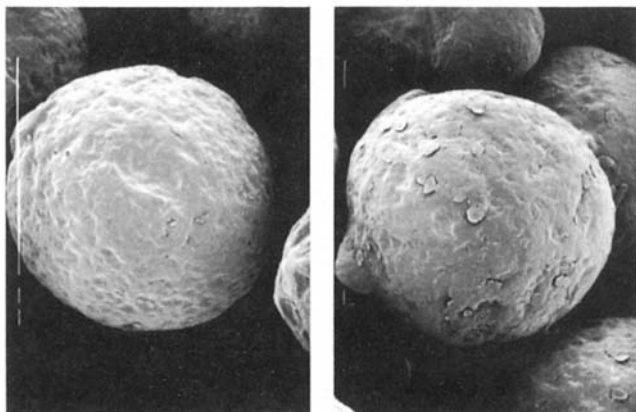


図2 複写プロセス内のキャリア、トナーの流れ



未使用現像剤
中キャリア表面

10万枚コピー後
のキャリア表面

図3 キャリヤ表面上スペント化トナーの走査型電子顕微鏡写真

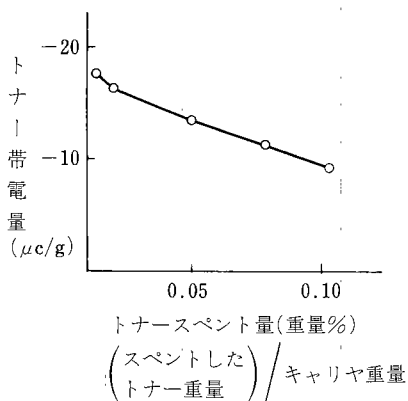


図4 キャリヤ上トナースペント量とトナー帯電量の関係

上のスペント化したトナーの摩擦帯電となってしまう、現像剤中トナーの帯電量は低下する。(図4)

本現像剤は、(1)臨界面張力の小さい特殊なシリコン樹脂層をキャリアへコーティングする。(材質面からの付着力低下) (2)現像ユニット内での攪拌時キャリアの重力及び磁気束縛力によるトナーへの衝撃を緩和する為、従来使用されていた鉄粉キャリア芯材より真比重が小さく、磁化率の低いフェライトキャリア芯材を採用(トナー、キャリア付着に対する外力の低下)することでトナースペント化現象を低下させることが可能となった。図5はキャリアコート層に使用される樹脂とトナーの付着力を引張試験機を用いたモデル実験で調査した結果である。樹脂の臨界面張力が小さいほどトナー付着力が小さいことがわかる。図6は臨界面張力を変えた樹脂をキャリアへコーティングし、一定の攪拌条件でトナーと混合

した際のスペント化の発生状態を示している。このことから臨界面張力の小さなシリコン樹脂はスペント化に対して有効であることが判る。図7はキャリア芯材を変えた場合の複写機内でのスペント化発生状況である。明らかにキャリア芯材をフェライト化することによりスペント化生成速度が低下している。

このようなスペント化現象を低下させる方策により、従来の2成分現像剤に比較し大量コピー後においても安定したトナー帯電が得られるようになり、現像剤交換サイクルを長くする事が可能となった。(他社同仕様機種種の3~5倍)

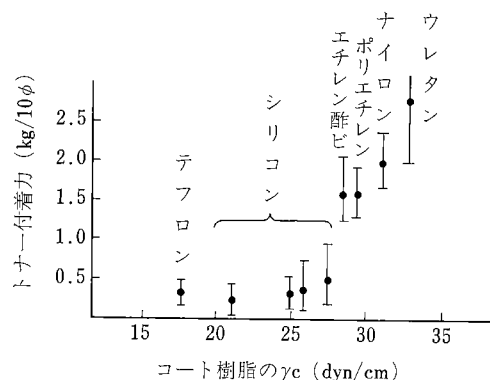


図5 コート層樹脂の臨界面張力(γ_c)とトナー付着力の関係
(引張り試験機による)
(モデル実験)

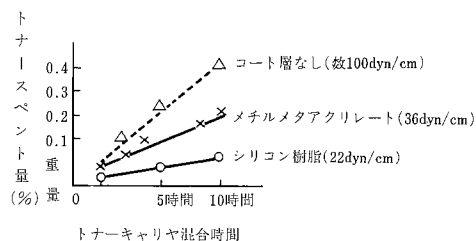


図6 トナースペント化のキャリアコート層材質依存性

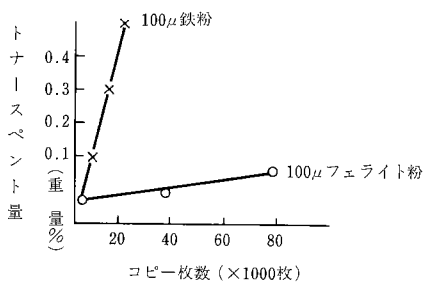


図7 トナースペント化のキャリア芯材依存性

2-3-2 環境変動の防止

トナーとキャリアの摩擦帯電は静電気現象である為、相対湿度に大きく影響される。つまり、トナー、キャリアの表面に空気中の水分が吸脱着を起こし、(II)式の β (電荷発生能力)と同時に、(I)式の q/m 、 Db を変動させ、画像濃度等主要コピー品質が変化する。本現像剤に於ては、(1)疎水性の材料で現像剤を構成する。(キャリアのシリコン樹脂コート層、親水基を含まないバインダー樹脂及び帯電付与剤を採用)(2)従来使用されていた水分を吸着しやすい流動性付与剤等のサブミクロン粒子を使用しないことにより、従来の2成分現像で発生していた画像濃度変化を大巾に改善することができた。図8は相対湿度変化時の従来現像剤と本現像剤のトナー帯電量の変動を示している。

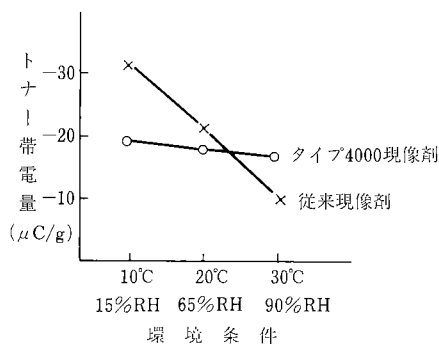


図8 各環境条件下における
トナーキャリア混合時のトナー帯電量

3. 成果

前述した技術改良の結果、本現像剤は、FT-7050 (コピースピード A 4 63枚/分)の高速機から FT-3020 (コピースピード A 4 15枚/分)の低速機まで、リコー複写機の中核である FT シリーズに使用されており、そのコピー品質の高画質性と信頼性に大きく寄与している。

4. 今後の展望

乾式2成分現像剤を用いた複写エンジンは、その高画質性と高信頼性から、今後複写機のみならず、各種 OA 機器のイメージングデバイスとして活用されるものと予測される。現像剤としては、これら展開に備え、カラー化等の多様化、多機能化への対応と、さらなる高画質化、信頼性の向上を検討していきたい。

5. 関連発表資料

特開昭58-152256 特開昭58-199354
特開昭58-174958 特開昭59-15259
特開昭58-184951
特開昭58-207054
特開昭58-216260
特開昭58-208750

高速応答性感光体(RICOH OPC 60R)

High Photo-Responsive Photoconductor (RICOH OPC 60R)

大田勝一*

Katsuichi Ohta

1. 背景と目的

近年電子写真技術はその複写画像品質の良さ、情報処理速度の速さ、操作性の簡便さ、安定した信頼性の故にオフィスオートメーション化等の高速情報処理システムを設計するための重要な技術になってきた。それにつれて電子写真の心臓部である感光体にも、増々高感度、高信頼性の品質が要求されるようになってきた。

リコーに於いては1970年代後半から、有機化合物を主材料に使った有機感光体 (OPC) の高い将来性に注目し、特に感光体の機能を、光を吸収して電荷担体を発生する電荷発生層 (CGL) と CGL で発生した電荷担体を輸送する電荷輸送層 (CTL) に分離して設計する所謂機能分型感光体を研究し、表 1 に示すような OPC の開発に成功した

1980年に開発された Ricoh OPC 60L は PPC 用 OPC として日本で初めて商品化に成功したものである。その

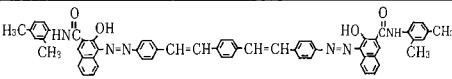
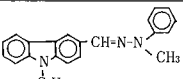
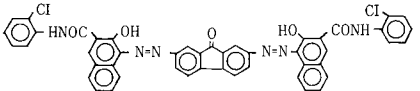
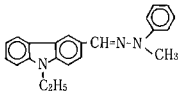
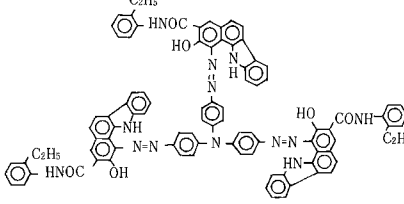
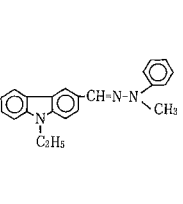
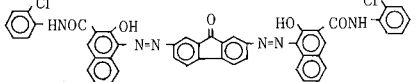
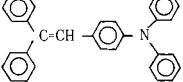
2年後に開発された60M は、60L の感度を約1.5倍向上させ無機系の代表的感光体である Se-As 系感光体の感度にほぼ同等のレベルに近づいた画期的な OPC である。また、80P は近赤外域に感度を有する半導体レーザー用に開発された OPC である。

電子写真技術が高速でかつ省エネルギーの情報処理システムに対応するためには感光体の感度、耐久性を更に向上させる必要がある。

リコーでは最近、電荷輸送材料にホール移動度の高い α -フェニルスチルベン化合物を用いることによって、従来高速複写システムに対応するための OPC の大きい欠点と云われていた応答性を大巾に改良し、高感度で高耐久性の Ricoh OPC 60R の開発に成功した。

本稿に於いては60R の静電特性について従来の感光体との比較でその特徴の一端を紹介する。尚、静電特性のデータは OPC は負極性、Se-As 感光体は正極性帯電での測定値である。

表 1 リコーに於けるOPC開発

年	名称	電荷発生材料	電荷輸送材料	感度域
1980	60L			460nm } 700nm
1982	60M			460nm } 680nm
1984	80P			460nm } 820nm
1985	60R			460nm } 680nm

* 画像技術研究所 第2研究開発部 202研究室

202 Laboratory, 2nd Research & Development Department,
Imaging Technology Research Center

2. 60R の特徴

2-1 感光体層構成

60R に使用している電荷発生材料は 2,7-Bis [2-hydroxy-3-(2-chlorophenyl-carbamoyl)-1-naphthylazo]-9-fluorenone 電荷輸送材料は α -phenyl-4-N,N-diphenylamino-stilbene で各々表 1 にその化学構造式を示す。

感光体の層構成は図 1 に示す通りである。

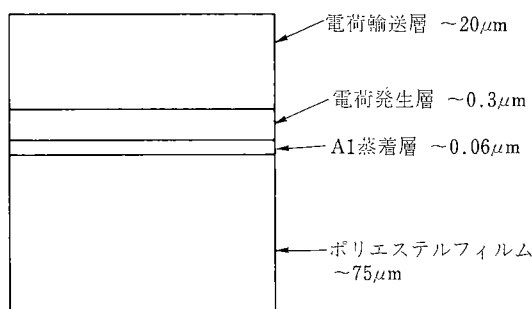


図 1 感光体層構成

2-2 分光感度特性

感度特性は感光体にとっても最も重要な基本特性である。ここでは感光体の表面電位が800volt から100Volt に減衰するのに必要な露光量 E ($\mu\text{J}/\text{cm}^2$) を測定し、感度 $S\lambda$ を(1)式で求めた場合の分光感度特性を図 2 に示す。

$$S\lambda = 700/E \quad (\text{volt} \cdot \text{cm}^2/\mu\text{J}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

60R は同じ電荷発生性材料を使っている60M と比較して感度が約1.5倍向上している。このことは、図 3 に示す光減衰特性から解る如く、60R においては、特に低電界における光減衰特性が改良されたためである。また500nm 以上の波長域では、Se-As 感光体より感度が高くなっており、高速複写機用の感光体として十分な感度を有している。

2-3 応答性

従来の OPC は露光終了後も表面電位がゆっくり減衰し、露光部の表面電位が安定するまでに数100msec 程かかるため応答性が遅いのが欠点とされていた。このことは、実際の複写機の中では、露光から現像に到るまでのプロセス時間を長くするように設計しなければならないという問題を生ずる。

60R の特徴の 1 つはこの応答性が速いことである。感光体に800volt の帯電を行った後、33msec のパルス露光を行った時の表面電位の減衰特性を他の感光体と比較し図 4 に示す。

60R は60M や Se-As 感光体に較べて露光後の表面電位

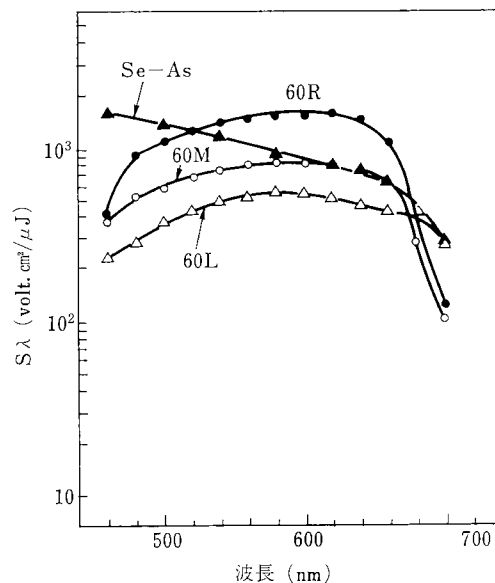


図 2 分光感度

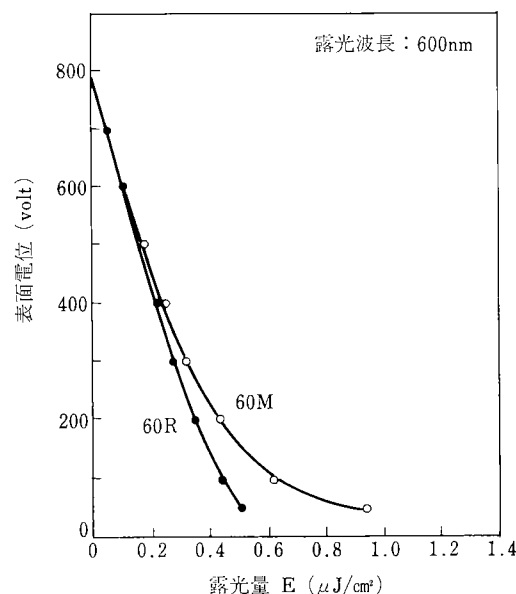


図 3 光減衰特性

減衰速度が 1 桁高くなっており、露光部の表面電位が安定するまでの時間は20~50msec ぐらいである。

この応答性が速いのは、60R の CTL のホール移動度が $2 \times 10^{-5} (\text{cm}^{-1} \text{V}^{-1} \text{Sec}^{-1})$ と、60M の $\sim 8 \times 10^{-7} (\text{cm}^{-1} \text{V}^{-1} \text{Sec}^{-1})$ より 1 桁以上高いためである。

2-4 疲労特性

感光体は複写機の中では、コロナチャージによる帯電と露光のくりかえし、トナー、紙、クリーニング部材と摩擦、定着部やランプからの熱、ベルト感光体の場合はロール間駆動による張力、小径ローラ面上での感光層内

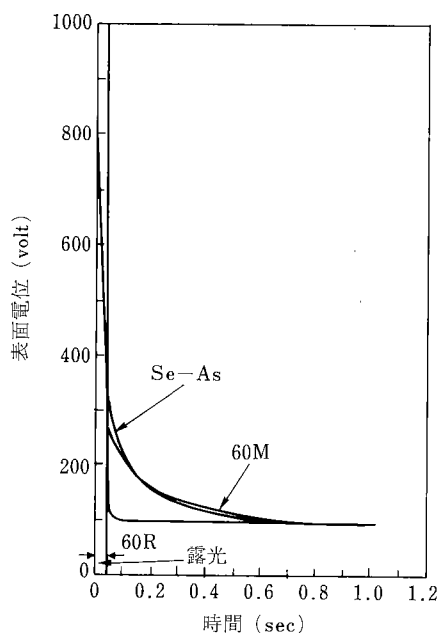


図4 光応答特性

部にかかる歪応力等のハザードを受け疲労していく。ここでは、コロナ放電と露光をくりかえし感光体にかけた場合に感光層を通過する電荷量に対する帯電性、残留電位の変化の様子を紹介する。

(a) 静電容量変化

感光体にコロナ放電によって帯電を行った場合感光体表面に降りかかるコロナ電荷 Q と表面電位 V は直線関係にあり、平板コンデンサーモデルを適用し(2)式から感光体の静電容量を求めることができる。

$$C = Q/V \quad (2) \quad \begin{array}{l} C: \text{静電容量 (F/cm}^2\text{)} \\ Q: \text{電荷量 (C/cm}^2\text{)} \\ V: \text{表面電位 (V)} \end{array}$$

この静電容量を帯電性のパラメーターとし、露光とチャージをくりかえしかけた場合に感光層内部に流れる電荷量に対する静電容量の変化を図5に示す。

60R は従来の感光体に比較して静電容量の変動が少なく、帯電電位の変動が少ない感光体である。

(b) 残留電位変化

複写プロセスをくり返していくと感光体には十分な露光を与えても減衰しない電位、所謂残留電位がたまっていく。従来 OPC はこの残留電位の増加が大きく感光体の耐久性を低くしていた。図6に60Rの残留電位の変動を示す。

この点においても60Rは従来のOPCに較べて優れていることが判る。OPCの残留電位は感光層を流れる電荷量に対してほぼ直線的に変化しており、チャージと光の繰返しで、感光層の中に何等かのチャージキャリアの

トラップが生成していくものと考えられる。現在 OPC の耐久性を低下させている一つの問題はこの残留電位であり、残留電位上昇の低減は OPC の今後の技術課題の一つである。

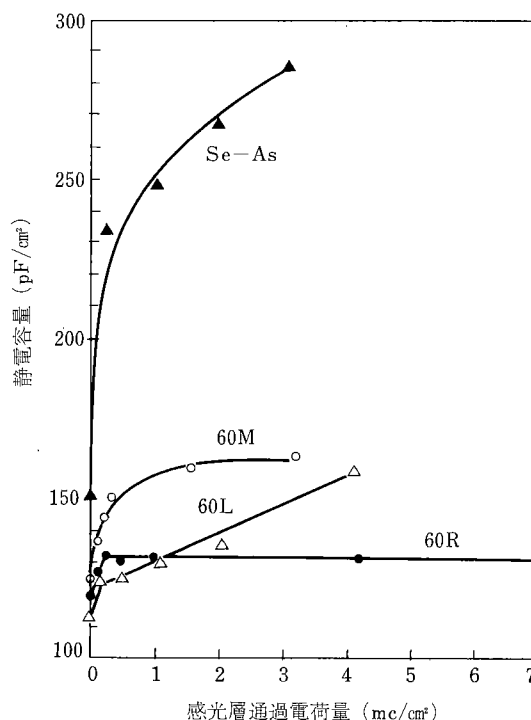


図5 感光層通過電荷量に対する静電容量変化

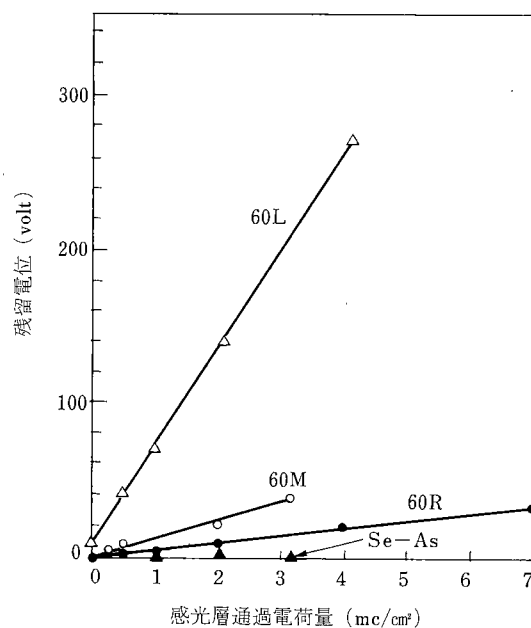


図6 感光層通過電荷量に対する残留電位変化

3. 成果

ホール移動度が高い電荷輸送材料を用いた60Rは従来のOPCに較べて、光感度が1.5倍、疲労特性が2倍、応答性が1桁以上向上しており、OPCを使用した高速複写システムの実現を可能にした。また60R開発の成功は、OPCの可能性を示すと共に今後の電荷輸送材料の研究、OPCの開発に一つの方向性を示唆したものである。

4. 今後の展望

以上紹介した様に60Rは従来のOPCに較べて飛躍的な特性改良が行われた。しかし、無機系の代表的感光体であるSe-As感光体と較べると今一步の感があり、高速複写システムの必要性、安価なカラー複写機の普及化が進む中で、

(1)短波長域の高感度化、(2)残留電位増加防止による耐久性の向上がOPCの今後の技術課題である。

5. 関連発表資料

- 1) 西島 First Photoreceptor Industry Conference P 4-1 ('85.3.)
- 2) 大田 シンポジウム「OPC感光体はどこまでのびるか」論文集 P22, 電子写真学会主催 ('86.5.)
- 3) 大田 電子写真学会誌75巻 Vol.25 No. 3 p83 ('86)
- 4) 特開昭56-167759 特開昭58-198425
特開昭58-198043 特公昭60-29109

高感度感熱記録材料の開発

Highly Thermosensitive Recording Materials

飯山清高*

谷口圭司*

Kiyotaka Iiyama

Keishi Taniguchi

1. 背景と目的

感熱記録紙は操作が簡便でしかも騒音の少ない記録方式で現在ファクシミリ用紙、プリンター用紙の他 POS ラベル、券紙等に広く用いられているが、記録の高速化を進める為に感熱紙の熱感度をさらに向上させることが重要である。感熱記録紙は図1のような構成で、微粒子状のロイコ染料、顕色剤が結着剤中に分散された形で塗布されており、発色層表面をサーマルヘッド等で加熱することにより、ロイコ染料と顕色剤が溶融、混合して発色反応がおこり、記録像を得る方式である。

熱感度向上の方法としては、染料、顕色剤などの素材品質を向上させる方法や熱を有効利用する物理的な方法等が考えられるが、特に素材の顕色剤開発による熱感度向上が重要と考え開発をおこない、新規高感度顕色剤を開発したので紹介する。

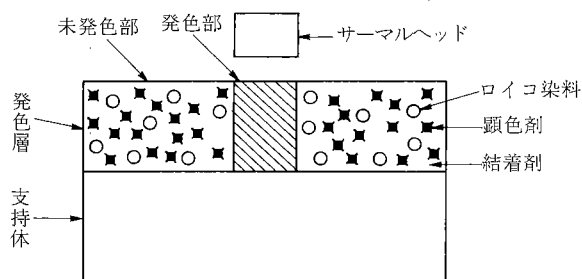


図1 感熱記録紙の構成

2. 技術の特徴

従来の顕色剤の代表例を表1に示したが、高感度でしかも画像安定性のよい顕色剤がないのが現状であった。

そこで、新規高感度顕色剤の開発にあたって、顕色剤

の相変化と要求される品質特性、共融現象等、今まで蓄積してきた多くのデータを参考に表2の物性機能をもたせることを開発目標として、分子設計、化合物の合成、評価を繰り返し、主要骨格構造18系統の誘導体約200の合成した化合物について検討を進めた。

その結果、ジチオジフェノール系が最も目標イメージに近いことがわかり、さらにこの系統について目標とする顕色剤への絞り込みを行った。

表1 従来の顕色剤の代表例

構 造 式	融点	欠 点
BPA <chem>CC(C)(Oc1ccc(cc1)C(C)(C)c2ccc(O)cc2)c3ccc(O)cc3</chem>	156°C	感度が低い 地肌がかぶる
BPS <chem>Oc1ccc(cc1)S(=O)(=O)c2ccc(O)cc2</chem>	245°C	感度特に低い
PHBE <chem>Oc1ccc(cc1)C(=O)OCCc2ccccc2</chem>	112°C	感度高いが 画像消え易い 白粉がでる

表2 顕色剤の物性機能と品質の関係

	必要な物性機能	影響する品質
a	染料発色能力が大	画像濃度
b	融点が100°C前後	高いと低感度、低いと保存性に劣る
c	溶融粘度が低い	拡散速度をあげ、発色感度向上
d	染料との相溶性大	発色速度
e	染料との固溶体安定	画像安定性、白粉
f	昇華性がない	保存安定性
g	水溶性が低い	地肌部白さ、保存安定性
h	無色、無臭、無毒	地肌部白さ
i	生分解性有、または低濃縮性	化審法登録

* サブライ事業部 第二開発部

Second Development, Supply Products Division

この骨格は図2のようにR（アルキレン鎖）の炭素数によって融点が大きく変化する。すなわち、炭素数1, 3, 5の奇数個のものは融点が低く、2, 4, 6の様な偶数個では逆に高くなる傾向を示し、この特性を利用することによって高感度化に望ましい融点のものが得られる見通しがついた。さらにアルキレン鎖にカルボニル、エーテル等の官能基を導入することにより地肌の白さ、熱感度も向上することが見出された。

X-1～X-4の化合物は高感度顕色剤として非常に優れたものであるが、X-1は低融点のため耐熱保存時に地肌のかぶりが大きく、X-2は高感度で画像安定性も良く、白粉の発生もないが地肌かぶりが若干あり、又X-3は高感度で地肌かぶりはないが、逆に画像部が消色する傾向がある。

X-4 [4,4'-メチレンビス（オキシエチレンチオ）ジフェノール]は高感度で白粉の発生、地肌かぶりもなく、消色傾向もほとんどない顕色剤で開発の目標イメージをほぼクリアすることができた。

又、本開発顕色剤X-4の従来顕色剤との比較を図3、表3に示したが、本顕色剤は最も高感度で画像安定性にも優れていることがわかる。

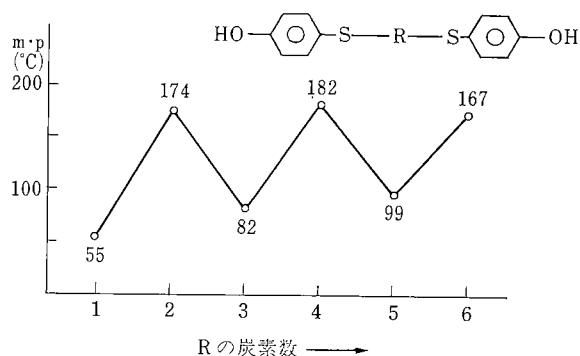


図2 アルキレン炭素数と融点の関係

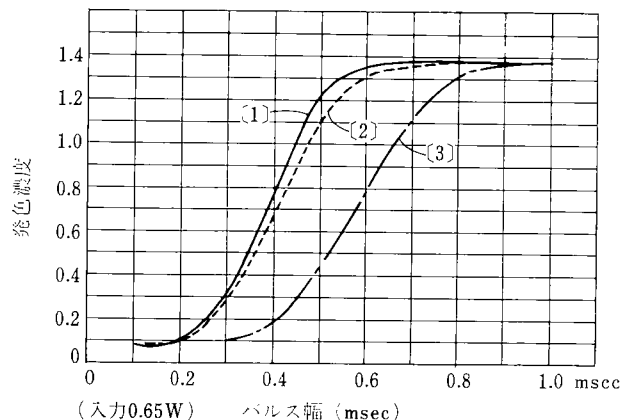
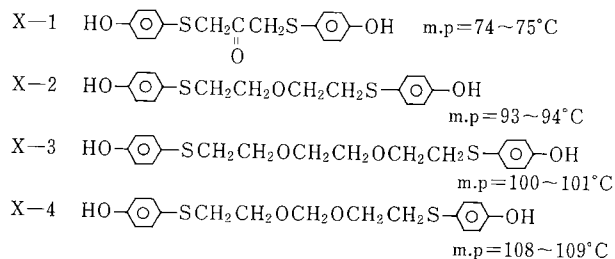


図3 動的熱発色特性

表3 品質比較

顕色剤	融点	発色感度*1	地肌濃度	画像退色*2
[1]	109°C	0.29mj/dot	0.08	100%
[2]	112	0.32	0.10	77
[3]	156	0.43	0.12	95

*1 濃度1.0を得るヘッド1ドット当たりのエネルギー

*2 60°C, 24時間保存後の画像濃度残存率

3. 今後の展開

高感度感熱記録紙を開発する目的で顕色剤の構造と物性及び品質特性について検討し、高感度で画像安定性に優れたジチオジフェノール系の新顕色剤を開発した。

本開発によってえられた顕色剤は当社の感熱紙の高感度化に大きく役立っている。

今後の課題としては、感熱記録の高速化を更に推し進める為に、より高感度な顕色剤を開発することとPPCレベルの画像信頼性を持たせることが必要と考える。

そのために独自の新規素材の積極的な開発に取り組んでいくつもりである。

4. 関連発表資料

出願特許：(国内) 特開昭59-52694
 特開昭59-68295
 特開昭59-106456
 (海外) USP4502068 (米)
 GBP2127985 (英)
 DEP3333987 (独)
 FRP8314923 (仏)

複写機における集中デジタル制御

Integrated Digital Control for Copier

坂東俊郎*

Toshiro Bando

1. 背景と目的

ズーム変倍に始まった複写機多機能化の流れは、両面、合成、編集、偏変倍……と留まることを知らず、その制御システムは益々膨大、複雑化の一途を辿っている。反面、コストダウン、小形化の要求は更に厳しい。いかにして安く、多機能化するかが設計の一大課題であることは複写機として例外ではない。

この相反する命題を達成するには、制御システムに関して云えば、マルチファンクション化、つまり一つの制御ユニットで複数の制御対象を制御することが有効であることは自明であろう。複写プロセスのシーケンス制御に代表されるオープンループ系の制御はその入出力数が減らない限り制御回路の簡素化は困難である。しかし速度、電圧、温度等を定量制御するクローズドループ系は制御回路簡素化の余地が大きいと考えられる。

筆者らはこのクローズドループ系の制御アルゴリズムが制御対象によらずほぼ同一であることに着目し、複数の負荷を同時一括制御することによって制御システムの簡素化と多機能化を図った。光学系スキャナ速度、コロナ発生用高圧電源電圧、露光ランプ電圧そして定着ヒーター温度等を直接デジタル制御 (Direct Digital Control, DDC) 方式によって集中制御する例をここに紹介する。

2. 集中制御の特徴

2-1 システムの構成

従来複写機の制御システムは図1に示すように、複写シーケンスおよび操作モードを制御するメインコントローラと、操作部を制御する操作コントローラとから構成されていた。メインコントローラには作像系、給紙、搬送の各アクチュエータおよびセンサ、光学系コントロー

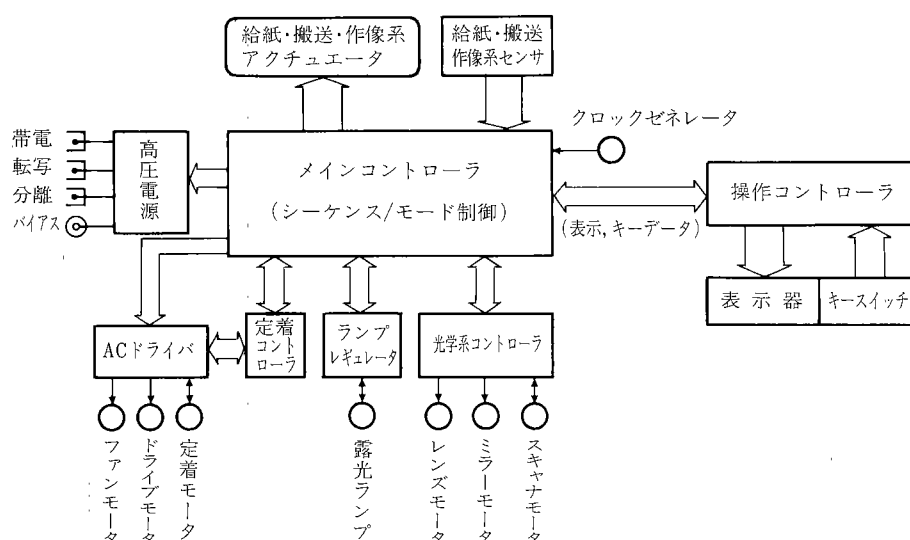


図1 分散アナログ制御方式

* 複写機事業部 設計部

Design Department, Reprographic Products Division

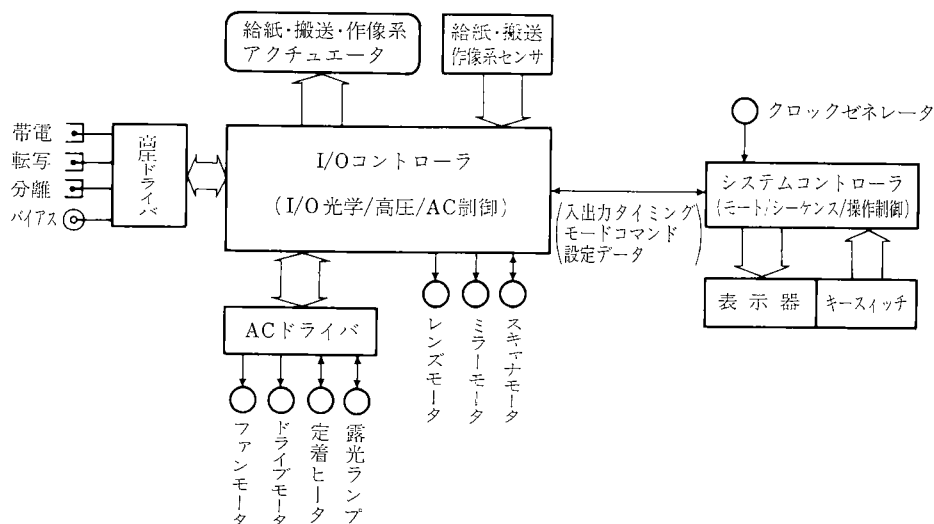


図2 集中デジタル制御方式

ラ、ランプレギュレータ、定着コントローラ、そして高压電源が接続される。このうち、光学系コントローラ、ランプレギュレータ、定着コントローラおよび高压電源はそれぞれのユニットで単独にアナログ回路によって制御されていた。いわばアナログ型の分散制御方式であった。

これに対して本方式は、図2に示すようにシーケンスコントローラをメインコントローラから分離して操作コントローラ内に移し、モード、シーケンスおよび操作制御を行なうシステムコントローラと、メインコントローラに残る入出力制御に単独アナログ制御を全て一つのデジタル制御に置き換えたものを加えたI/Oコントローラとから構成される。すなわち制御システムの頭（システムコントローラ）と手足（I/Oコントローラ）を分離した構成となっている。図2の如く制御ユニットの数が少なくなっているだけでなく次のようなメリットがある。

- (1) I/Oコントローラはシステムコントローラからのコマンドによってのみ動く。つまり、同一のI/Oコントローラであってもこのコマンドを変えるだけで異なったシーケンス動作をさせることができる。
- (2) I/Oコントローラで制御するスキャナ速度、ランプ電圧等の目標値あるいは制御パラメータをシステムコントローラから自由に設定できる。つまり、負荷の特性が変わってもI/Oコントローラを変更しなくてもよい。

2-2 直接デジタル制御の特徴

- (1) 制御アルゴリズムが基本的ないくつかのプログラムモジュールの組み合わせで構成できるので、プログラムの共通化が容易でソフトウェア生産性が向上する。つまり一度完成したプログラムモジュールは

2度と修正する必要がない。

- (2) デジタルフィルタリングのようなデータの前処理、センサの非線形補正などが制御アルゴリズムと一体となって実行されるので特性値のモニタリング、ロギングおよび目標値の設定が容易である。例えば露光ランプ電圧を60Vrmsに設定したい場合、操作部キーから60と入力するだけでよいし、定着温度が知りたいときは、同じく操作部キーで温度表示コマンドを入力すれば、温度が℃で操作部に表示される。

2-3 制御アルゴリズム

直接デジタル制御の制御アルゴリズムは図3に示すPID (Proportional Integral Derivative) 型である。

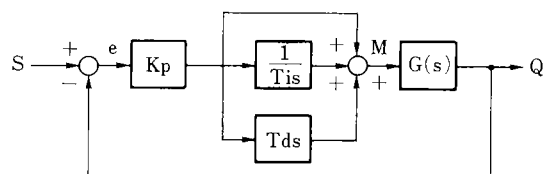


図3 PID制御ブロック線図

演算式はよく知られているように、

操作量（後述するPWMパルス幅）をM、比例ゲインをKp、偏差をe、積分時間をTiとして微分時間をTdとしたときの

$$M = K_p \left(e + \frac{1}{T_i} \int e dt + T_d \frac{de}{dt} \right) \dots \dots \dots (1)$$

および、プロセス変数（本例におけるモータ速度、高压出力電圧、ランプ電圧または定着温度）をQ、制御目

標値を S 、偏差を e としたときの

$$e = S - Q \quad \dots\dots\dots(2)$$

を離散（デジタル）形に置かえた

$$M_n = K_p \left\{ e_n + \frac{\tau}{T_i} \sum_{k=1}^n e_k + \frac{T_d}{\tau} (e_n - e_{n-1}) \right\} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$e_n = S - Q_n \quad \dots\dots\dots(4)$$

を使用している。ただし、 τ はサンプリング周期、サフィックス n はサンプリング時点を表わす。

モータ、高圧トランス、ランプ、およびモータに与える操作量は図4に示すようなPWM（pulse Width Modulation）パルスで表わされる。一定周期 T_c で繰り返すパルスのパルス幅 t_p を制御するところから全て同一アルゴリズムが適用できる。

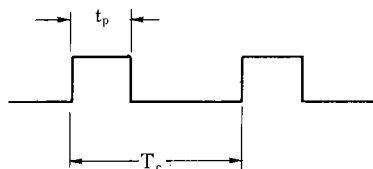


図4 PWMパルス

2-4 実用化の概要

(1) 光学系スキャナー制御

光学系スキャナー駆動にはDCサーボモータを用い従来はエンコーダおよびF/Vコンバータによる位置と速度の2重フィードバック系を構成していたが、本例は、エンコーダのみのワンループフィードバックによるデジタルサーボ制御であるので大幅な回路の簡素化が図れた。エンコーダ出力パルスの周波数を割込みによってサンプリングし、(4)および(3)式の比例、積分項の演算によって操作量 M_n を算出する。この M_n をプログラマブルタイマ/カウンタであるPWMタイマに書き込むことによってモータの定速制御を行なっている。各定数 K_p 、 T_i および τ を変えるだけであらゆるモータ、速度パターンに対応が可能である。

(2) 高圧電源制御

現像バイアス電圧制御を例にとると、まず出力電圧をインターバルタイマによってサンプリングしこれをA/D変換する。このプロセス変数 Q_n と目標値 S とから(4)および(3)式の比例項の演算から操作量 M_n を求める。次に M_n をモータ制御と同じようにPWMタイマに書き込む。これらを繰り返すことによって Q_n は S に近づき一定に制御される。従来のアナログ式に比較して出力電圧レベルの

幅と分解能が格段に向上した。

(3) 露光ランプ制御

PWM制御であることは上記(2)および(3)と同じであるが電源が交流であることからゼロクロスに同期した位相制御が原則である。アルゴリズムは(2)と同じで比例演算から操作量 M_n を算出し、ゼロクロスタイミングでPWMタイマつまり位相角タイマを起動する。従来露光電圧の出力レベルの調整（調光）には複雑な回路を必要としたが、これが全く不要となったばかりでなく、ソフトスタートの立上がりカーブもランプに合わせて最適化することができる。

(4) 定着ヒータ制御

アルゴリズムとして(3)式の全項を使う以外は、(3)のランプ制御と同じである。P、I、D全ての演算を行なっているため、立上がりが速く、オーバーシュートがなく外乱に強い精密な温度制御が実現できた。さらにソフトスタートの有無、ON/OFF制御と位相制御の切換えを外部からのコマンドによって自由に選択する機能を持つ。

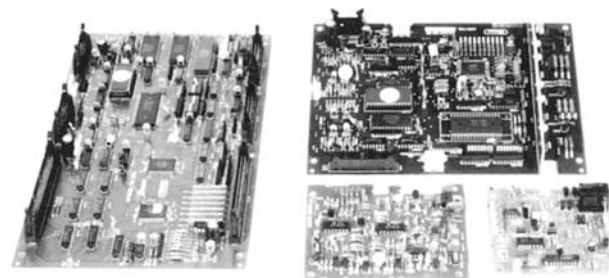


図5 分散アナログ制御の各コントローラ

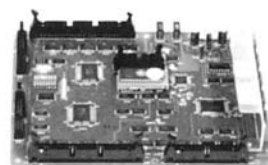


図6 集中デジタル制御I/Oコントローラ

3. 成果

3-1 小形, 多機能化

図5に従来の分散アナログ制御方式の各コントローラ, 図6に本集中デジタル制御方式のコントローラを掲げる。写真1の各コントローラの機能が全て写真2のコントローラに集積されしかもその機能および信頼度が向上している。

集中制御方式は分散制御方式に比較して部品点数は1/3, 実装面積は1/2.7になっている。

3-2 ソフトウェア生産性の向上

集中デジタル制御のソフトウェアは, 光学系制御, AC系制御, 高圧系制御等の各タスク毎にモジュール化されたファイルが登録されている。必要に応じてこれらのファイルを検索してモジュールプログラムを編集することにより簡単に新しい制御プログラムを作成することができる。つまりソフト生産性の向上によって開発期間の短縮を図るという無形の効果が極めて大である。

4. 今後の展望

以上複写機の特にアナログ量を制御対象とする集中デジタル制御の概要について述べた。本方式は幸いにも数機種に採用され始め汎用化への一步を踏み出した。しかしながらそのアルゴリズムは古典的PID方式を単にデジタル化したにすぎず, ベクトルや行列を扱ういわゆる現代制御理論によるものではない。また系の特性把握が十分ではなくシミュレーション精度は今一步の感がある。ソフトウェアにおいてもマルチマスク処理のタスクスケジューリング, タスク間通信等に改良の余地があるものと思われる。

今後は現代制御理論に則った制御方法を探求しながら, マイクロコンピュータのスループットが許す限り制御対象を広げた汎用ソフトウェアを開発し, これをASIC (Application Specific IC) 等の専用LSIに搭載する予定である。

複写機用プラスチックレンズの設計

Design of Plastic Lens for Copier

小団扇平*

Taira Kouchiwa

1. 背景と目的

OA 機器分野における複写機は、軽量・低コスト化の傾向にあり、これに応えるレンズとしては、プラスチックレンズが適している。その反面、プラスチックレンズは、材料の特性から温湿度変化を受けて、光学諸特性が変化する欠点がある。

複写機用光学系では、温湿度の変化を受けても共役長は一定に保たれている。そのため、レンズの焦点距離が温湿度の変化を受けて変動した時、結像面（感光体面）でのピント位置が移動してしまい、結像性能（MTF）が低下し、かつ、結像倍率の誤差が生じる。したがって、複写機用プラスチックレンズを実用化するためには、温湿度変化によって光学諸特性が変化するプラスチック材料の特性を考慮し設計されたレンズが必要となる。

従来、温度変化を受けた時のみ性能が保たれるように補正された設計例があるが、実用化のためには湿度変化に対する補正も必要である。

本稿では、プラスチック材料として PMMA (Polymethyl metacrylate)、PC (Polycarbonate) を用い、温湿度変化を受けても安定した性能が得られる複写機用プラスチックレンズの設計例について述べる。

2. 技術の特徴

プラスチック材料を用いたレンズ設計ステップの大きな特徴は、従来の設計ステップの前に、温湿度変化による焦点距離変動を補正するための設計ステップが追加されることである。

第1ステップは、温湿度特性をレンズ設計の補正項目として採り入れることである。温湿度の変化を受けて、レンズ系を構成する各々のプラスチックレンズの焦点距離が変化しても、互いの焦点距離変動がキャンセルするような、レンズのパワー配分を求める。近軸の色収差補正（色消し条件）は、各レンズの焦点距離（パワー）と

アッペ数で一義的に決まる。したがって、このステップで求めたパワー配分と色消し条件とが一致しないと、近軸の色収差補正は困難となる。

第2ステップは、このパワー配分を固定して、各レンズ群をベンディング（各レンズの曲率半径、肉厚、屈折率を変化させても焦点距離は一定に保つ）することにより各収差を補正する。

第1ステップの解は無数に存在する。したがって、第2ステップで良好な収差補正が得られない場合は、第1ステップに戻り別の解を用いて再度収差補正を行なう。

生産技術研究所で行なわれたプラスチック成形技術の研究で得られた、PMMA の温湿度特性を(1)から(3)に示す。(4)から(6)は PC の線膨張係数から求めた温度特性である。相対湿度が30%変化した時の PC の屈折率の変動率は、約0.03%であり、線膨張係数の変動率は、約0.06%であることがプラスチック成形技術の研究で求められた。これらの値はともに十分小さい。したがって、(4)から(6)では湿度による変化量は省略できる。

$$R_p = R_o(1 + 6.5 \times 10^{-5} \times \Delta T + 3.2 \times 10^{-3} \times \Delta M) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$D_p = D_o(1 + 6.5 \times 10^{-5} \times \Delta T + 3.2 \times 10^{-3} \times \Delta M) \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$N_p = N_o - 1.25 \times 10^{-4} \times \Delta T - 2.1 \times 10^{-7} \times (\Delta T)^2 - 1.1 \times 10^{-3} \times \Delta M \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$R_c = R_o(1 + 8 \times 10^{-5} \times \Delta T) \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$D_c = D_o(1 + 8 \times 10^{-5} \times \Delta T) \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$N_c = N_o - 1.404 \times 10^{-4} \times \Delta T \quad \dots\dots\dots(6)$$

ここに、 R_p 、 D_p 、 N_p は、温湿度変化後の PMMA の曲率半径、肉厚、屈折率。 R_c 、 D_c 、 N_c は、温度変化後の PC の曲率半径、肉厚、屈折率。 R_o 、 D_o 、 N_o は、標準状態（20℃、65% RH.）の曲率半径、肉厚、屈折率。 ΔT は、温度変化（℃）。 ΔM は、相対湿度に対する水分率（%）である。

3. 成果

図1は、-40℃、5% RH.~70℃、95% RH.の温湿度範

* 画像技術研究所 光学開発センター

Optics Development Center, Imaging Technology Research Center

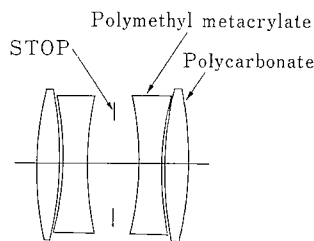


図1 オールプラスチックレンズの構成図

囲で性能を保障したレンズの構成図である。第1レンズはPCであり、第2レンズは、PMMAである。これらのレンズは、絞りを中心に完全対称に配置されている。表1は、このレンズの光学諸元である。表中の Conjugate Length, Field Angle, Aperture Efficiency の各値は、等倍結像に配置した時の諸元である。色補正は行なわれておらず、546.07nm を基準波長とした。図2は、20℃、65% RH.を標準状態とした時の空間周波数に対する各像高のMTF性能を示している。図3は、-40℃、5% RH.時の空間周波数に対する各像高のMTF性能を示している。図4は、70℃、95% RH.時の空間周波数に対する各像高のMTF性能を示している。このレンズの温湿度変化による焦点距離変動は、最大60 μ mに抑えられている。これらの結果より結像性能、結像倍率は、温湿度変化を受けても安定した性能を保っている。コスト面では、従来の4枚構成のガラスレンズに比べ約40%コストダウンが計れ、約66%の軽量化を達成している。

本稿のオールプラスチックレンズタイプの設計例では、設計の第1ステップのレンズのパワー配分と近軸の色消し条件とが一致しない。したがって、このレンズは、色収差補正の波長域が狭い。しかし、ガラスレンズを付加したハイブリッドレンズタイプでは、設計の第1ステップのレンズのパワー配分と近軸の色消し条件の双方を満たす解が存在するので色収差補正が可能となる。本稿では、紙面の都合上割愛したが、6群6枚構成で、486.13nmから656.28nmまで色収差補正されたハイブリッドレンズタイプの設計例も得ている。

4. 今後の展望

プラスチックレンズでは、その特性を上手に使いこなせば、軽量・低コスト化を計るためには最適な光学素子であろう。今回の研究で得られた結果をもとに、成形品を測定・評価し設計法の確認をする。さらに、F/No.の小さいレンズの設計を進め実用化を目指したい。

5. 関連発表資料

Taira Kouchiwa : Proceeding of 1985 International Lens Design Conference, SPIE Vol. 554, 419, 1985

表1 オールプラスチックレンズの光学諸元

	20℃,65% RH.	-40℃,5% RH.	70℃,95% RH.
Focal Length	99.99mm	99.98mm	100.04mm
Conjugate Length	398.36mm		
F/No.	16		
Field Angle	2W=44°		
Aperture Efficiency	A.E.=100%		

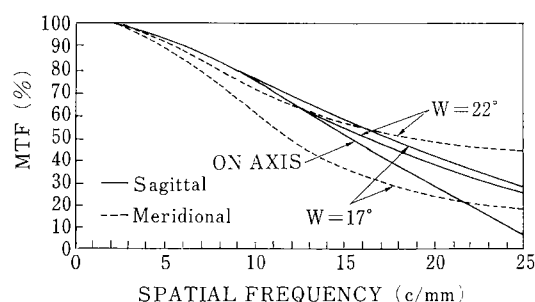


図2 標準状態時のMTF

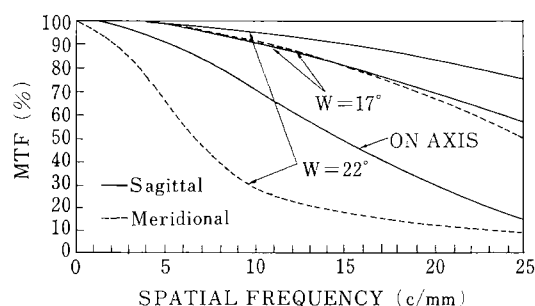


図3 -40℃,5%RH.時のMTF

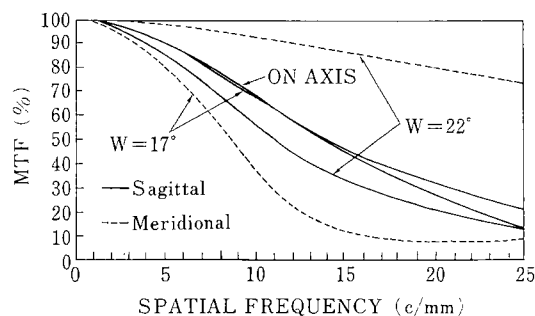


図4 +70℃,95%RH.時のMTF

有機色素を用いた光ディスク

Optical Recording Disk Using Organic Dye

大庭秀章* 国兼 真*

Hideaki Ohba Makoto Kunikane

1. 背景と目的

情報化社会の高度化に伴って、高密度、大容量のメモリーシステムの必要性は益々高くなっている。光ディスクは、高密度、大容量であり、リアルタイムの記録再生が可能であり、記録再生が非接触で行われ、取扱いが容易であるため、大容量記憶システムへの応用が実現しつつある。この光ディスクメモリ用の材料としては、金属材料の中では特に低い熱伝導率をもつテルル系の材料が用いられてきた。しかし、光ディスクの使用範囲が広がるに従い、より高密度化、かつ低コストなディスクの要求が高まってきた。

一方、有機材料は熱伝導率がテルルより更に低く高密度化の可能性をもち、塗布によって成膜できるため上記の要求に対応すると考えられるが、感度面、コントラスト面で問題があった。

筆者らは新しい有機色素を見出し、シンプルな単層構成の光ディスクの開発を行ない実用化を図っている。

2. 技術の特徴

光ディスクへの記録は、 $1.6\mu\text{m}$ ピッチの案内溝をもつ基板上的記録層に半導体レーザ (Laser-diode) 光を集光し、直径 $1\mu\text{m}$ 程度のピットとよばれる穴をデジタル情報に従ってあけていくことにより行なわれる。また、再生は微弱なレーザ光を照射し、ピットの有無による反射信号の違いを検出する。図1に模式図を示す。

このような記録材料に要求される特性には

- ①半導体レーザの波長域 (800nm 近辺) に強い反射、吸収をもつこと。
- ②15年以上にわたり化学的、物理的变化がないこと。
- ③均一な膜が形成できること。一などがある。

金属系に比べて有機材料は一般に反射率が低いため (テルル系の反射率40~50%に対し有機系は5~10%) コントラストが悪く、又、特に波長800nm 前後で吸収をもつ

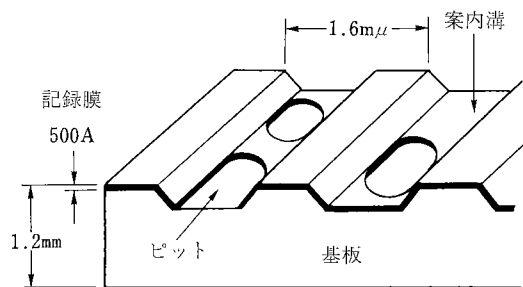
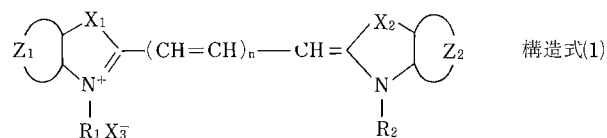


図1 ディスク構造

材料が少なく新たな材料設計が必要とされていた。

筆者らは、多数の色素、顔料の研究過程の内である種のシアニアン色素 (構造式(1)) が強い吸収と共に通常の有機材料で見られない高い反射率を示し、かつ保存安定性にも優れた特性を示すことを見出した。



3. 成果

図2は基板上にこの色素のみを塗布した記録媒体の反射、吸収スペクトルである。反射光は金色の金属光沢のようにみえるのでブロンズ光沢と呼んでいる。波長800nm 前後での反射率は25%以上でありコントラスト面でも十分余裕のある値である。その吸収スペクトルからこの記録材料の分子吸収係数は $2.4 \times 10^5 \text{cm}^{-1}$ と非常に大きな吸収を持っている。

この色素を用いた光ディスクの記録/再生特性を図3、図4に示す。(記録/再生条件は線速1.2m/sec, 再生パワー0.2mW, LD 波長790nm)。図(3)は C/N 特性で C/N はピット長 $0.9\mu\text{m}$ まで55dB と大きな値を持ち、ピット長 $0.62\mu\text{m}$ においても46dB 以上をしめす。テルル膜に比較すると、ピット長 $1\mu\text{m}$ 以下の特性において優れており、色素膜の低い熱定数 (熱伝導率, 熱拡散係数) がこの高い分解能に起因している。図(4)の記録線速に対する記録パワーの関係から線速10m/s の高速においても記録面上8

* 中央研究所 SPT,
SPT, Reserch & Development Center

mW の LD パワーで記録可能でありテルル並の高感度を示している。保存安定性に関しても、高温高湿条件下で加速試験を行ないアレニウス法による外挿から、一般オフィス環境下において20~30年以上安定であると推定した。また、実験からは、40℃90%RH の条件下に年間放

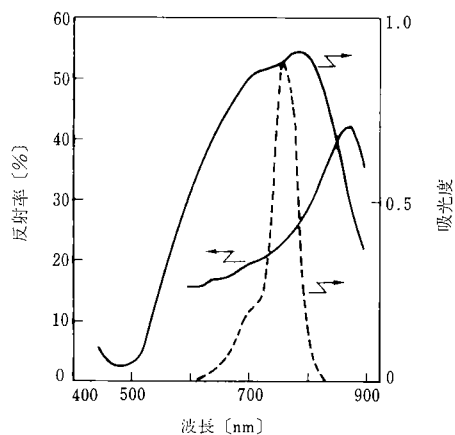


図2 色素薄膜の分光特性
(点線は溶液状態)

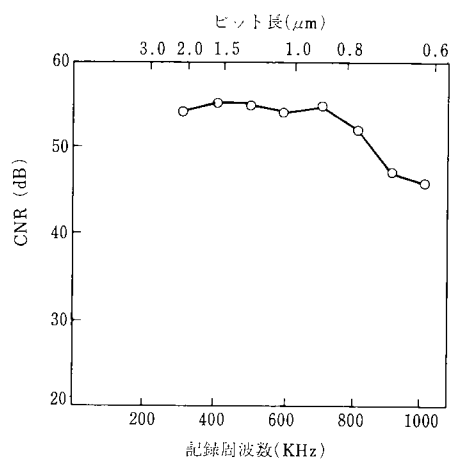


図3 C/N特性

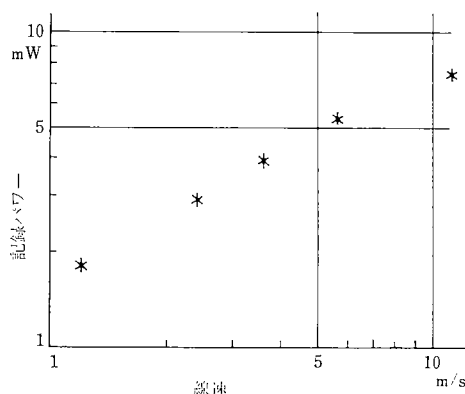


図4 線速と記録パスの関係

置した光ディスクの光学特性はほとんど変化せず、また、60℃90%RH の条件下においても5000時間にわたり C/N の低下はみられず、又、エラー率の増加も小さく、十分な保存安定性を持っていると考えられる (図5)。

また、記録パワーが変動しても C/N およびエラー率の変化は小さく、記録条件の変動にも強いことがわかった。

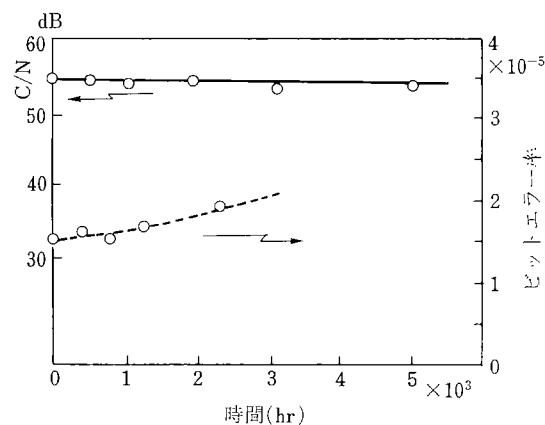


図5 保存性

4. 今後の展望

以上のように、常圧下で塗布成膜できる有機色素を用いたディスクが、高い信頼性と優れた記録再生特性を持つことが明らかになった。

現在、文書ファイル用として実用化されている光ディスクメモリは、今後コンピュータ用の記録装置へ、あるいはパソコンのフロッピーディスクの代替として、また、デジタル録画、録音可能なオーディオビジュアルシステムなどに使用されることが考えられる。

筆者等は、今回開発した有機色素光ディスクの実用化とともに、より高信頼性、より低コストの光ディスクの開発、更には、消去再記録のできる可逆メモリへの応用も進めていきたいと考えている。

5. 関連発表資料

- 1) 梅原正彬他：有機色素の光ディスクメモリへの応用，有機合成化学，43，334，(1985)
- 2) 安部通治他：有機色素単層膜を用いた反射型光記録媒体 (I)，記録再生特性，第32回応用物理学会春季年会，予稿集 1 p-P-13，(1985)
- 3) 上田裕他：有機色素単層膜を用いた反射型光記録媒体 (II)，色素特性，第32回応用物理学会春季年会，1 p-P-14 (1985)
- 4) 大庭秀章他：有機色素を用いた光ディスク，Ricoh Technical Report，13，46 (1985)

アモルファスシリコン薄膜光センサー

Thin Film Photosensor Using Amorphous Silicon

羽賀浩一*

Koichi Haga

1. 背景と目的

アモルファス半導体素子の研究は、1940年代から進められて来たが、p 形 n 形の価電子制御が出来ず、接合が不要な電子写真感光体のような光伝導を使う素子への応用に限られていた。しかし1969年 Chittick¹⁾ らによってアモルファスシリコン (a-Si) の価電子制御の可能性が示唆され、その後1976年 Spear²⁾ らによって p-n 接合素子へ展開され、さらに Carlson³⁾ による p-i-n 接合太陽電池実用化が開始された。それに続き各研究機関で太陽電池を中心に、光センサー、薄膜トランジスタ、CCD、電子写真感光体等の研究開発が積極的に進められている。

リコー応用電子研究所では、a-Si 材料が各種のアクチュエーター用センサーや画像に関する機能素子等へ展開出来る可能性があるところから、1980年に a-Si 太陽電池の OA 分野への研究を開始した。始めに開発したのは、プリンター用サーボモーターの位置制御に用いるエンコーダー用センサーであった。このセンサーは p-i-n 接合を用いることにより可視領域に於いては、通常使用されていた結晶シリコンのセンサーと同程度の特性が得られている。ファックスやスキャナー等の画像認識に用いる一次元ラインセンサーについてはエンコーダー用センサーと比べ、センサーユニット中に数千個の素子が内在している為は無欠陥品を得る為には極めて高度の成膜技術と微細加工技術が要求される。そのため p-i-n 接合の素子のように、ピンホールによるセンサー機能の欠落が無欠陥ラインセンサーの歩留まりに大きく影響するような構造は出来るだけ避けなければいけない。この観点から、MIS (metal-insulator-semiconductor) 構造が通常採用される事が多い。この構造はピンホール対策に対しては有効であるが、ピンホール発生率が低くなる膜厚まで insulator 膜厚を増加させると光感度が大きく低下する欠点を有している。そこで当研究所では insulator の代わりに光感度を有する高抵抗材料を用いた MSS (metal-semiconductor-semiconductor) 構造⁴⁾ を提案し、この光センサ

ーの開発を進めた。ここで用いた高抵抗材料は、CO₂ ガスを用いる新規プロセスにより成膜される a-Si : O : H 膜^{5)~6)} を適用した。本報告では、この光センサーの構造及び特性の概要を示す。

2. 技術の特徴

本センサー構造は、高密度化に対応する為、図1に示すような層構造を持つ受光面積50 μ m \times 50 μ m (16bit/mm) の積層膜で構成される。この積層膜は、ITO/a-Si : O : H/a-Si : H/Cr の積層膜構造でありパイレックス基板上に作製した。a-Si : O : H、a-Si : H 膜は異なる光学的バンドギャップ (Eg-opt) を接合したヘテロ接合を有しており、それらの Eg-opt は各々2.4eV、1.75eV である。

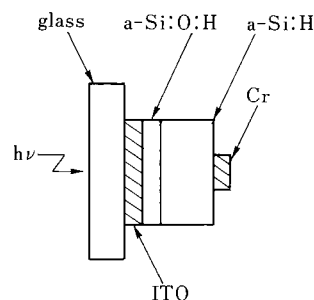


図1 MSS構造ラインセンサー層構成

また膜厚は各々500 Å、1.75 μ m とした。このセンサーは、既に述べたように二つの特長を有している。まず第一にMSS 構造を適用した事である。この構造にしたことによって高い光導電性と大きい Ip/Id 比が得られ、さらに他のサンドイッチ型構造で多いとされるピンホール等のデバイス欠陥を低減する事ができた。第二の特徴は、高抵抗層にワイドバンドギャップ材料として、当研究所で開発された a-Si : O : H 膜を用いた事である。この膜は、SiH₄

* リコー応用電子研究所

Ricoh Research Institute of General Electronics

と CO_2 のグロー放電分解により得られる膜であり広い $E_g\text{-opt}$ においても高い光導電性を有している。図2に $E_g\text{-opt}$ と光導電率の関係を示す。実線は $\text{a-Si}:\text{O}:\text{H}$ 膜の特性であり、破線は $\text{a-Si}:\text{C}:\text{H}$ 膜⁷⁾ のものである。 $\text{a-Si}:\text{C}:\text{H}$ 膜は、太陽電池の窓材等に広く応用されているワイドバンドギャップ材料である。この図から分かるように $E_g\text{-opt}=2.0\text{eV}$ において光導電率は、 $\text{a-Si}:\text{C}:\text{H}$ 膜に比べて1桁以上大きな値を示している。また他の特性も良好な値を示している事も報告した⁶⁾。このように素子構成と材料をラインセンサーに適用する事によって高感度で克つ歩留まりの良いMSS型ラインセンサーが得られた。

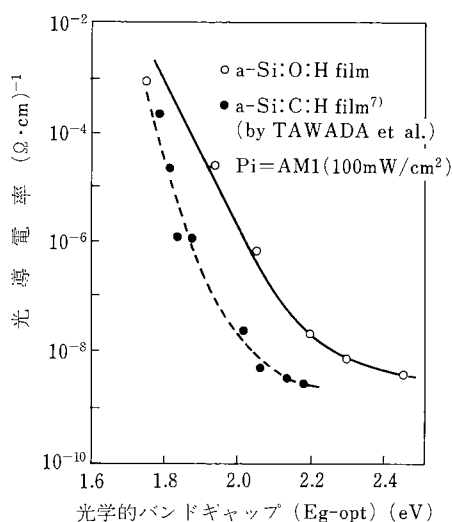


図2 光学的バンドギャップ ($E_g\text{-opt}$) と光導電率の関係

次にこのセンサーの静的及び動的電気特性を示す。図3は印加電圧と光電流 (I_p) および暗電流 (I_d) の関係を示した静特性である。印加電圧4V以下の暗電流値は、測定器の検出感度 (10^{-10}A/mm^2) 以下である。また印加電圧の増加に対して暗電流の変化が非線形であるのは、このセンサーが障壁型の接合を有している為である。印加電圧に対する光電流の変化は印加電圧4V付近までは増加し、それ以上の値で飽和する傾向がある。印加電圧4Vまでの増加は光入射によって対生成されたキャリアが $\text{a-Si}:\text{O}:\text{H}/\text{a-Si}:\text{H}$ 間の障壁に集まり、電極に引き出されるキャリアが印加電圧の影響を大きく受ける事に起因する。また4V以上での光電流の飽和は $\eta\mu\tau$ の項が律則になっているためと思われる。印加電圧5Vに於いては緑色LED $16\mu\text{W/cm}^2$ の入射光において I_p/I_d 比が3桁以上得られており、ラインセンサーとしては十分な感度であり、他の構成のセンサーと比較しても遜色のない値である。これ以上光電流を増加させるには a-Si 膜自体の特性改善が必要である。

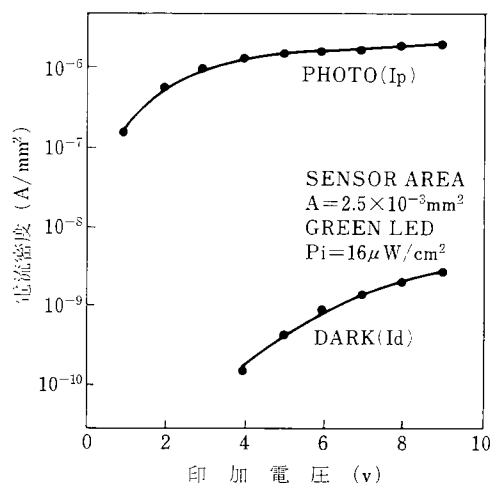


図3 静特性

図4に、蓄積型の信号検出回路を用いた動特性の測定結果を示す。図の横軸は露光量（照射光量と蓄積時間の積 ($\text{Lux}\cdot\text{sec}$)）である。縦軸は信号検出回路からの出力とした。印加電圧5V、照射光量 $16\mu\text{W/cm}^2$ (緑色LED) とした時の露光量に対する出力電圧の変化は、露光量が1.0 ($\text{Lux}\cdot\text{sec}$) まではほぼ直線的に増加しており、ラインセンサーとして必要な階調性が確保されている。また出力電圧も露光量が1.0 ($\text{Lux}\cdot\text{sec}$) のときに1.0V程度得られており、S/N比より考えても十分な出力電圧であると思われる。また露光量が1.0 ($\text{Lux}\cdot\text{sec}$) 以上で出力電圧が飽和し始めるのは、露光量がセンサーの持っている電荷量の飽和領域に達しているからである。

この16bit/mmのMSSラインセンサーを用いて蓄積時間1msec、1ビット当たりの信号検出時間140nsecで光信号検出を行った場合、S/N比15dB以上で光信号を検出する事が出来た。また蓄積時間0.3msecにおいても信号検出を確認する事が出来た。

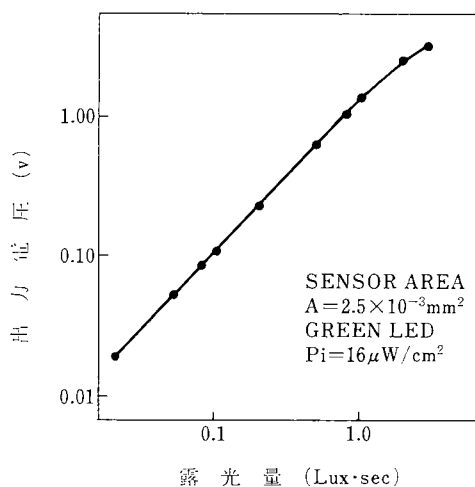


図4 動特性

3. 結論と今後の展望

一次元ラインセンサー($50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$, 16bit/mm 相当)として層構成にMSS形 (metal-semiconductor-semiconductor)を提案し, その特性を確認した。さらにMSS形の高抵抗層として炭酸ガスを用いる a-Si:O:H 膜を開発した。これらの結果を以下に示す。

- 1) このセンサーの静特性は印加電圧 5 V, 緑色 LED $16\mu\text{W}/\text{cm}^2$ の入射光において I_p/I_d 比が三桁以上得られた。
- 2) このセンサーの動特性は, 蓄積時間 1 msec, 1 ビット当たりの信号検出時間 140nsec で光信号検出を行った場合, S/N 比 15dB 以上の出力信号が得られた。

今後の展望としては, このセンサーの特性向上と, ファックスやスキャナーなどの画像読取を中心にした種々の応用を中心に進めていきたい。高速化, 高密度化, 高出力化は, このセンサーの高性能化のための継続課題で

あり, これらの課題の達成には, センサーの作製法のみならず, 読出回路及び読出方法を含めて検討する必要があるだろう。

4. 関連発表資料

- 1) R.C. Chittick, J.H. Alexander, and H.F. Sterling : J. Electrochem. Soc. 116 (1969) 77.
- 2) W.E. Spear and P.G. Lecomber : Solid State Commun 17 (1975) 1193
- 3) D.E. Carlson and C.R. Wronski : J. Electro. Mat. 6 (1977) 95
- 4) 羽賀, 村上, 山本, 熊野, 渡辺, 昭和61年春季応用物理学会予稿集 4 p-E-13
- 5) K. Haga, K. Yamamoto, M. Kumano and H. Watanabe : Jpn. J. Appl. Phys. 25 (1986) L39
- 6) 羽賀, 村上, 山本, 熊野, 渡辺, 電子通信学会研究会予稿集 CPM86-122 (1986)
- 7) Y. Tawada, K. Tsuge, M. Kondô, H. Okamoto, Y. Hamakawa : J. Appl. Phys. 53 (1982) 5273

2値のTSPを用いた音声認識方式

Voice Recognition Method Using Binary TSP Matching

中谷奉文*

Tomofumi Nakatani

1. 背景と目的

コンピュータのソフトウェアとハードウェアの飛躍的進歩により、情報処理性能は目覚ましく向上した。これに付随して情報機器が多様化し、その操作は複雑になっている。このため、もっとフレンドリーに機器と対話できないか、MMC(人間と機器とのコミュニケーション)の改善が計れないかといった要望が強まっている。

音声は人と人とのコミュニケーションの根源的な手段であり、音声認識は機器への強力な入力手段である。

音声認識で必要な情報は声道を中心とする調音器官で付加される言語(以下音韻と記す)情報である。この音韻情報を音声から抽出して識別する技術は、認識単位が単語、音節、音素、と小さくなればなるほど、また分節、文章と連続性が増すほど、難しくなる。

音声認識における問題点は大きく3つに分けることができる。第1は時間変動で、同じ単語を同じ人が何回か発声すると、単語の長さが常と同じになるとは限らない。これは入力音声の時間長を標準パターンのそれと非線形に伸縮対応づけるDPマッチングが開発された事で、ほとんど解決されたといえる。第2は調音結合の問題である。同じ「イ」と言う音声でも、「イエ」という場合と、「イカ」と言う場合では「イ」の音響的性質が異なるという現象である。これは「イ」の前後の音声の影響を受けてその性質が変わるからで、このことが音素の境界の検出を難しくしており、現状では単語を認識の1つの単位とすることでこの問題を避けている。第3は話者変動で、個人差の問題である。特定話者では問題ないが、だれの声でも認識する不特定話者に関してはこれを完全に解決する手段はまだない。

現在実用化されている音声認識装置の大部分は、特定話者による単語を一つ一つ区切って発声(離散単語)する100語程度の認識と、不特定話者による限定された十数単語の認識ができるものに限られている。大語彙、不特定話者、連続発声等の問題が解決され、会話音声の認識

が実現するまでには、相当の歳月を必要としている。

そこで、現在の知見で実現可能な単語音声に的を絞り、人間のもつ曖昧さに着目した従来にない新しい認識方式、BTSP(Binary Time Spectrum Pattern)方式を開発した。¹⁾²⁾この方式の特徴はDPマッチング方式のような多量の演算処理を必要とせず、簡単な処理と構成で、DPマッチング方式と同等の認識精度が実現できる点と、特に周波数軸方向の変動の吸収性に優れ、不特定話者に容易に展開できる点にある。

2. 技術の特徴

このBTSP方式を用いて特定話者による120語及び1000語を、また不特定話者による120語の認識方式を開発し、小型に装置化する事に成功した。本文では、開発した単語認識の主な基本技術について述べる。

2-1 2値化処理

声紋等で代表される時間一周波数パターン(以下TSPと記す)は非常に良く音韻性を示すので、以前から音韻情報の分析手段として使用されている。このTSPには、声道の共振特性(ホルマントと言う)を示す伝達特性と、音源(声帯)特性が含まれる。ここに現われるピークはローカルピークと呼ばれ、音韻固有のパターンを現わす。このローカルピークをいかに抽出するかが問題となる。

あるフレーム(10msecごと)の音声のスペクトル包絡は図1aのように高域周波数で減衰した特性をしている。これは人間の声帯音源の周波数特性によるもので、減衰量には個人差があるので、正規化するためにこの傾きを補正する。この補正したスペクトル包絡から認識時には、それぞれのローカルピークのみが1となり、他は0となる2値化(図1b)をし、ピークパターンのTSPを得る。辞書作成時には、それぞれのピークから50%に閾値を設定し、それ以上が1に、以下が0となる2値化(図1c)をし、BTSPを得る。

このスペクトル包絡の傾きの補正方法としては、最小2乗誤差近似直線があるが、これの演算は処理量が多いので簡易的な独自の補正方法³⁾を開発した。

この方法は直線位相タイプで高周波成分が精度良く抽

* 中央研究所 412研究室

412 Laboratory, Research & Development Center

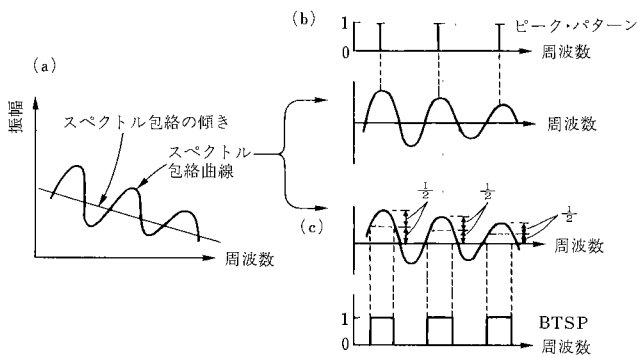


図1 BTSP信号の生成過程

出できる C. I. C. (Cascaded Integrator Comb) フィルタを用いる(図2)。1フレームの分析スペクトル(1ch.から15ch.まで)を1~15~1~15ch.~と一定の時系列信号に変換して周期波形信号とみなし、低周波成分となっている傾斜成分をこのC.I.C.フィルタで除去する方法である。この方法により大幅に処理量が短縮され、精度良くローカルピークが抽出できる。

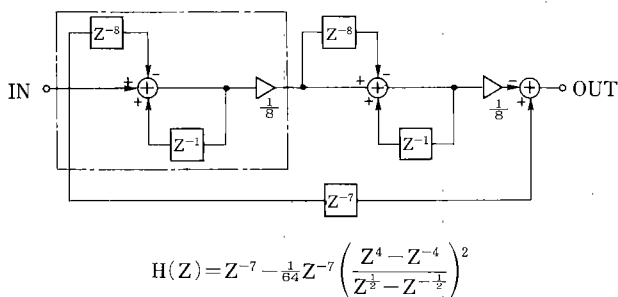


図2 C.I.C. フィルタ

2-2 辞書作成法

それぞれの単語音声の標準パターンは予め辞書に格納するために、何回かの発声によって得られるBTSPを重ね合わせることににより作成する。これにより各単語パターンの確からしさが重み付けられた荷重平均辞書²⁾が得られる。この場合、各単語のパターン長を合わせる時間軸の正規化は非線形伸縮に比べ格段に計算量の少ない線型伸縮を基本に使用している。この結果、パターン上の変動のしやすい部分が広がりを持つことになる。

図3は特定話者の場合の例である。3回の発声で得られたBTSPの全体を線型伸縮して重ね合わせ、辞書を構成する。最も確からしいところが3となり変動しやすい部分が1~2となる辞書パターンが得られる。不特定話者の場合は、複数の話者の1回発声のBTSPを後述する

部分線型伸縮を用いて重ね合わせ、同様の荷重平均辞書⁴⁾を作成している。

2-3 部分線型伸縮法⁵⁾

不特定話者の場合、線型伸縮だけで対応すると誤差が大きくなってしまいうため、促音や破裂音の前に生ずる無音区間に注目して対応づけ、その両側を線型伸縮する所謂、無音区間を節とする部分線型伸縮法を開発した。この対応づけの様子を図4に示す。

2-4 照合法

照合はまず、予備選択⁶⁾により候補単語の絞り込みを行う。予備選択としては、3つの方法を用途に応じて組み合わせる：

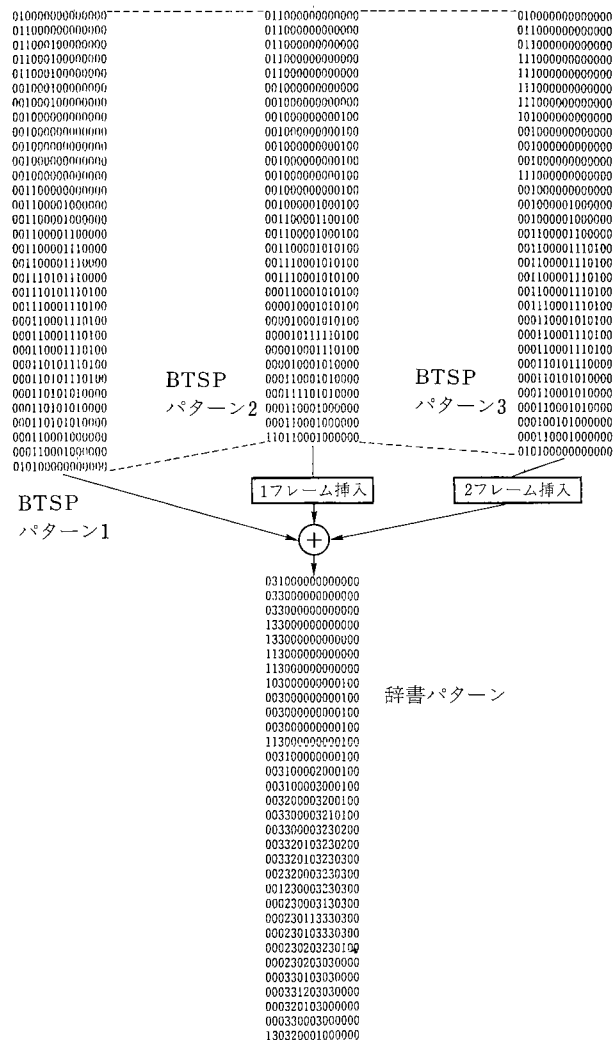
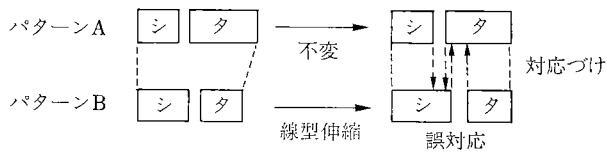


図3 3回発声した単語「上」(/ue/)のBTSPから作った辞書パターン 横軸は15チャンネルある周波数、縦軸は1フレーム(10ms)刻みの時間を示す。

□従来の線型伸縮



□無音区間を節とする部分線型伸縮

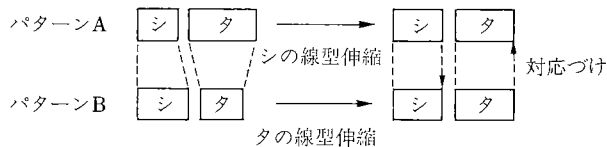


図4 無音区間を節とする部分線型伸縮

a) 語頭による選択 (予備選択Ⅰ)

語頭の一定フレームを伸縮せずにそのまま重ね合わせ、その重なりの中の得点の大きいものを選び出す

b) 時間長による選択 (予備選択Ⅱ)

単語の時間長、無音区間長等の大局的特徴により絞りこむ

c) 語尾による選択 (予備選択Ⅲ)

語尾の一定フレームを伸縮せずにそのまま重ね合わせ、その重なりの中の大きいものを選び出す

本選択は予備選択により絞りこまれた候補単語の辞書パターンと入力パターンの時間長を揃え、重ねあわせて類似度²⁾を求める。基本類似度式は：

$$S = \frac{P_0}{P_d - P'_0} \cdot \frac{P_0}{P_r - P'_0}$$

= (辞書を基準とした類似性)

× (入力を基準とした類似性)

ここで P_0 : 交わりの総点数

P'_0 : 交わりの点数

P_d : 辞書の点数

P_r : 入力の点数

であり、 P_0 はフレーム毎に辞書パターンと入力パターンの論理積をとり加算することで、また他の点数も交わり、または0以外の数の存在する個数を数える事で、容易に求まる。

2-5 システムの構成

システムのブロック図を図5に示す。特徴抽出部、BTSPデータ検出部、認識処理及び制御部からなる。

特徴抽出部では、15チャンネルの分析フィルタ(Q=6, 1/3 oct.)からの音声信号をフレーム周期10msごとに

分析し、スペクトル包絡を抽出する。BTSPデータ検出部では、2値化処理してBTSPデータを生成すると共に、音声区間の検出を行う。認識処理及び制御部では、汎用の16ビットCPUで認識処理を中心に、ホストコンピュータの通信等の制御を行う。

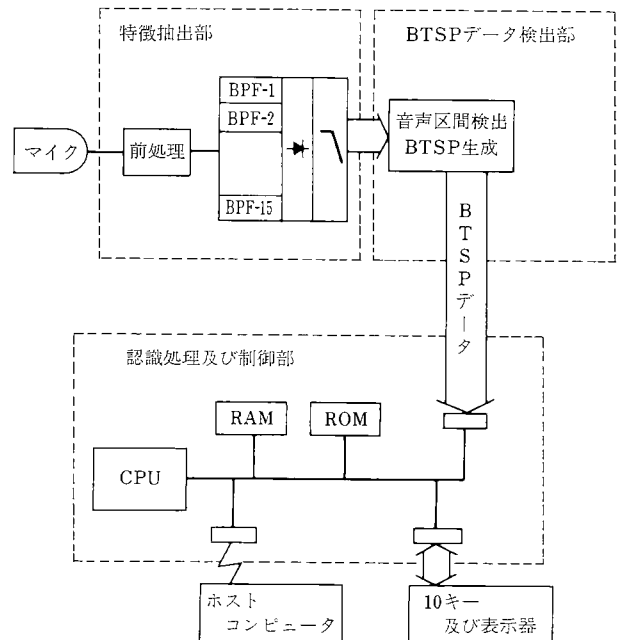


図5 システムブロック図 (RV100)

3. 成果

当社の開発した音声認識装置例を表1に示す。

表1 当社の音声認識装置例

発声方式	話者	語数	認識率	備考
離散単語	特定	120	98%以上	RV100
"	不特定	120	94%以上	クローズド
			92%以上	オープン
"	特定	1,000	95%以上	

3-1 特定話者用認識装置

(1) RV100⁷⁾

離散単語120語を認識する音声入力装置である。認識率は条件次第で大巾に変わる性質のもので、評価は難しい。評価用語としてOA機器のコマンド用語120語を選択して使用し上記の結果を得た。

本器の主な特徴は：

- (a) BTSP方式による高い認識率
- (b) 小型・低価格の実現
- (c) スタンドアロン使用可能
- (d) 豊富な通信機能 (11コマンド)

等であり、既に商品化されている。

(2) 大語彙単語音声認識装置⁸⁾

離散単語1,000語を認識する音声入力装置である。RV100との主な相違点は：

(a) 有声／無声情報による判定

前述したスペクトル包絡の傾きの補正で得られる傾きが負ならば有声、正ならば無声と判定し、認識時に有声と無声が誤対応するのを防いでいる。

(b) 3段階の予備選択

予備選択Ⅰで約1/5、予備選択Ⅱで約1/2、予備選択Ⅲで約1/4と全体で1/40 (25語) に候補単語を絞り込み本照合している

を用いていることで、ハード構成は類似度演算部をハード化している点と、メモリ量を増設している点を除いて同じである。

3-2 不特定話者用認識装置⁹⁾

離散単語120語を認識する音声入力装置である。RV100とハード構成はメモリ量を除いて同じである。

主な特徴は：

(a) BTSP 方式による120語の高い認識率

(b) 小型・低価格化

(c) オープン／クローズドの2つのタイプの利用

であり、特に装置は従来の十数単語と比べても十分小型である。更に辞書作成が容易なことから、クローズド使用をすることによりユーザが自由に辞書登録できる。これによりグループで辞書を共用することができ、操作性が向上する。(図6)

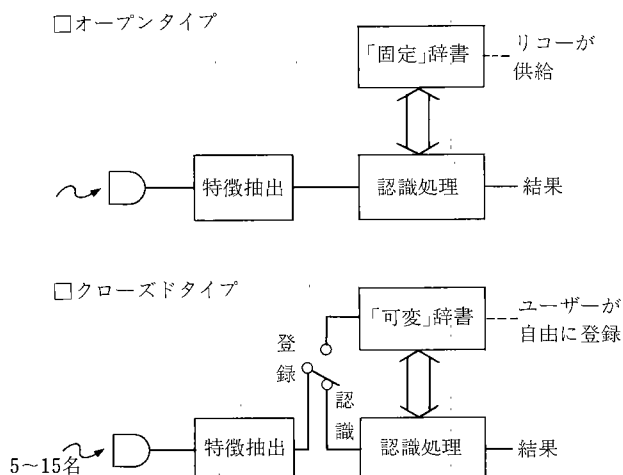


図6 不特定話者用におけるオープン・クローズドの2タイプの使用法

4. 今後の展開

本文では、BTSP 方式を用いた単語音声認識技術を紹介しその有効性について述べた。

今後、BTSP 方式を用いた単語音声用の LSI 化を推進し、使用用途の拡大を図りたい。

ところで、音声入力の大きな課題は音声ワードプロセッサの実現である。この第1歩として、音声の BTSP パターンに音声パワーのエンベロープ信号を2値化表示して加え、新たな BTSP パターンとして認識する単音節認識法¹⁰⁾を開発した。これと1000単語の単語認識を併せて、従来の単音節入力ではできなかった／私／は／今日／学校／へ／行き／ます／まる／のような単語＋単音節単位の認識ができる音声ワードプロセッサのプロトタイプを開発し、連続音声認識への足掛かりを得た。

今後、語彙の拡大・不特定化を図る開発を通じ MMC の改善に役立つ技術の確立に邁進したい。

5. 関連発表資料

1) 藤本, 中谷, 米山: 「2 値の TSP による単語音声認識方式」日本音響学会昭和58年度秋季研究発表会講演論文集, 論文番号 3-1-8, 1983年10月

2) 藤本, 中谷, 米山: 「2 値の TSP による単語音声認識方式」Ricoh Technical Report NO. 11, pp. 4-12, 1984年5月

3) 田中, 中村, 藤本, 中谷, 米山: 「デジタルフィルタを用いた BTSP 方式のシミュレーション」日本音響学会昭和59年度春季研究発表会講演論文集, 論文番号 1-2-8, 1984年3月

4) 松本, 中川, 米山: 「ローカルピーク荷重平均辞書を用いた不特定話者単語認識」電子通信学会論文誌 vol.J68-A No. 1, 1985年1月

5) 室井, 中川, 藤本, 米山: 「不特定話者単語音声認識一部分的な線型伸縮と荷重平均辞書を用いる方法」電子通信学会論文誌 Vol.J69-A No. 1, 1986年1月

6) 沢井, 室井, 藤本: 「2 値の TSP による大語彙単語音声認識」日本音響学会昭和60年度秋季研究発表会講演論文集, 論文番号 1-4-8, 1985年9~10月

7) 安田, 河本, 藤本, 中谷: 「2 値の TSP を用いた単語音声認識装置の開発」日本音響学会昭和59年度秋季研究発表会講演論文集, 論文番号 1-9-7, 1984年10月

8) 日経エレクトロニクス誌: 「1000単語を認識率95%で認識できる特定話者大語彙音声認識装置を試作」日経エレクトロニクス誌, NE レポート, pp. 136-139, 1985年11月18日号

9) 河本, 安田, 藤本, 中谷: 「2 値の TSP を用いた不特定話者単語音声認識装置の開発」日本音響学会昭和60年度秋季研究発表会講演論文集, 論文番号 2-4-22, 1985年9~10月

10) 室井, 中川, 藤本, 米山: 「単音節音声認識の一方式」日本音響学会60年度秋季研究発表会講演論文集, 論文番号 2-4-4, 1985年9~10月

使い易いプリポストエディタを装備したリコー英日機械翻訳システム

English-Japanese Machine Translation System with Easy to Use Pre-Post Editor

山内佐敏*

Satoshi Yamauchi

1. 背景と目的

機械翻訳というテーマは古くて新しいテーマである。電子計算機が発明されたと同時期に発想されたといわれ、研究も盛んに行われた。しかしながら、米国の ALPAC 報告書が近い将来の実現可能性の無いことを指摘したために、一時期、世界的に研究の停滞した時期が続いたと言われている。¹⁾²⁾

日本では同時期に地味な研究が続いていたが、昭和54年に自動かな漢字変換の入力方式を登載した日本語ワードプロセッサが商品化された後、一気に自然言語関係の研究が盛り上がった。それまで主として大学関係が主体だった機械翻訳の研究も、企業のいくつかが研究を積極的に進めているという発表をしはじめた。

一方、官公庁としては昭和57年、科学技術庁が科学技術文献抄録の機械翻訳システムの開発を工業技術院に委嘱し京都大学、電子技術総合研究所と JICST の共同でプロジェクトがスタートした。途中、計画が1年延長され映昭和61年の3月に基礎研究が終了し、現在は実用化の開発が進められている。このシステムは LISP で記述され、意味情報を使って高忠実度で高精度な翻訳を目指したシステムである。

このような中で、我々は工学的に扱いうる範疇で最も効率よく精度を上げる方式を目指し、また訳出された文に対して、たやすく修正ができる等のマンマシンインタフェースを強化し、総合的な生産性向上を目指した英日機械翻訳システムを開発中である。ここではその試作機の内容を紹介する。

2. 翻訳方式

本システムの翻訳アルゴリズムは図1のように意味情報を用いた構文変換方式をとっている。すなわち、英文の解析を行い、英語の中間構造を作り、それを日本語の言い回しが表現できる中間構造に変換して、日本語を生

成する方式である。

2-1 英語の形態素解析

ここでの基本は単語単位の解析である。単語間の空白、ハイフン、カンマ、ピリオド等の特殊文字、大文字や小文字の違いを用いて、単語の同定を行うと同時に文や特殊な節の推定を行う。単語の同定は単語辞書から作成された屈折語形ファイル中の語形と、入力文中の単語を照合して行う。また数字や数表現の解釈、固有名詞や複合名詞、派生語の推定等、特殊な単語やその前後の情報を用いた局所的な解析を行う。文単位では Please, Let's のような単語や付加疑問文等といった文型の特徴をとらえる処理や、一部のイディオムを含む局所的な解析も行うておく。

2-2 構文解析

ここでは文の構造を知るために統語論的解析を行う。どの単語とどの単語で句を構成しており、どの句がどの句あるいは単語を修飾しているか、また主語がどの単語で述部はどれか等を知るために文法規則を順次適用し、全ての可能な解釈を取出している。ここで用いる単語の品詞は一般の英和辞典に記載されているものより細かく分類しているが、この処理だけでは意味的におかしな解析を排除できない。解析の尤もらしさの順位を付けて次に渡す。

2-3 英語構造の同定

統語論的な解析結果から意味的な素性（適応分野的な概念を含む）を用いて意味的におかしな解析を排除しながら英語の中間構造を作り上げる。この構造には述部動詞をトップノードにして主語や目的語などがどのような係り関係で成り立っているかを表現する格依存構造を用いている。解析対象の言語にあまり依存せず、意味が同じなら似たような構造になり、機械翻訳の中間表現に都合がよい。

2-4 変換

英語の言い回しに基づいた中間構造から、日本語の言い回しを表しやすい中間構造に変換する。

2-5 日本語生成

日本語の中間構造から自然な日本語の文を生成するのだが、まず文節単位で自然な並び順になるようにする構

* 中央研究所 450研究室

450 Laboratory, Research & Development Center

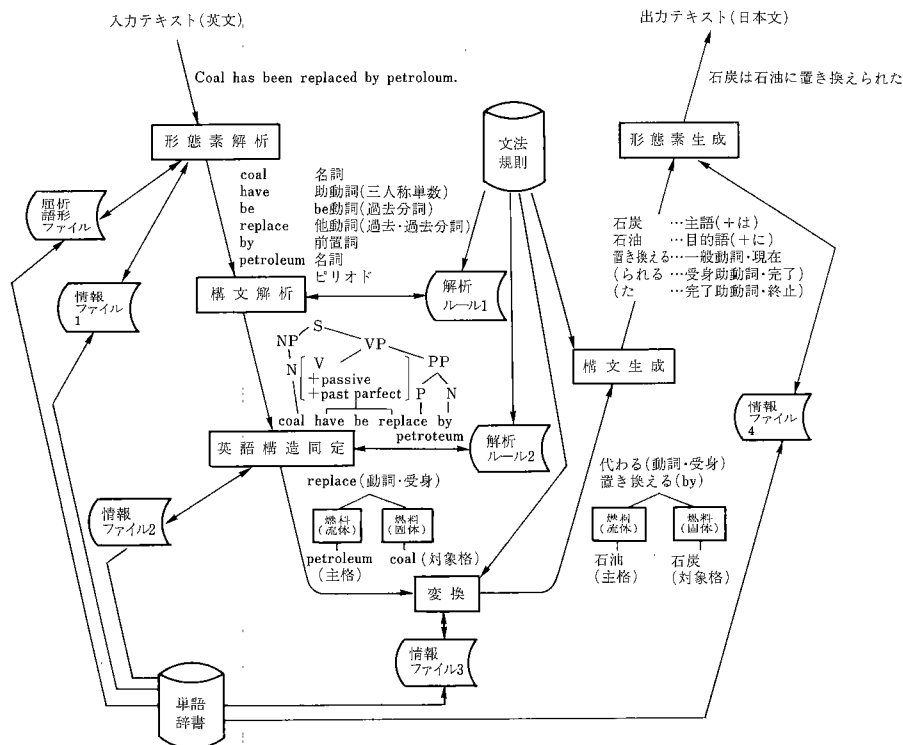


図1 本システムの翻訳アルゴリズム概要

文生成を経る。次に形態素生成で助詞や、助動詞の並び順を整えて用言や助動詞の活用形を決定する。

3. マンマシンインタフェース

ひとくちに二言語間の翻訳と言っても、実際行われている行為は非常にバラエティに富んだ内容である。一番上級の品質を必要とする翻訳はその結果を売り出す場合であろう。翻訳本として書店で売ることがその代表的なもので、原言語の文化的な背景と目的言語の文化的背景の違いをも考慮に入れて、原作者の表現したいニュアンスを訳文読者に伝えるべく努力をしている。これは翻訳者による創作といってよい。この創作レベルの翻訳は当分のあいだ機械翻訳では不可能である。現時点で出来る機械翻訳の翻訳レベルはイディオムが扱えるにしてもほとんど逐語訳であり、また辞書にない語があったり長い文や比喩的な文だったりするとうまく訳せなかったりする。したがって、効率よく機械翻訳システムを使うためには人間がうまく介入しやすくする必要がある。図2にシステム全体の構成を示す。ホストマシンに卓上型ミニコンピュータ3 B 2 (OS: UNIX SYSTEM V)を用い、マンマシンインタフェースに重要な端末として、ビットマップ・ディスプレイを備えたりコーのTS-5を用いている。

3-1 OCR

日本人が英文を読む場合、一般的にその人の専門分野

の文書が多い。日本語に翻訳するとはいえ、そのためにキーボードから翻訳システムに英文を入力していたのでは、あまりにも生産性が悪い。読みたい本人がキーボードを打つならばその間にほぼその内容が分かてしまい翻訳機の出力を読む必要はなくなってしまうだろう。

幸いにも、一般に流通している英文のほとんどは、タイプされたものか印刷物である。これをOCRで読ませれば、OCRが読み誤った部分を修正する手間だけで、翻訳対象文書を入力することができる。

スキャナはリコーのIS30を用い、OCR機能は通信端末TS-5上のソフトウェアで実現している。OCR機能の認識速度は26字/秒である。

3-2 プリエディティン

OCRで読んだにせよキーボードに入力したにせよ誤入力が発生するのは避けられない。また翻訳機本体の単語辞書に用意されている単語以外の単語が入力される場合もありうる。本システムではその両方を一度にチェックするために翻訳機本体の形態素解析部を利用して、翻訳ができる単語が全部備わっているかどうかを試すことができる。この際、単語辞書の見出しにない単語があったなら、表示部に文章中のその単語を反転表示する。その部分が原文と違っていたらキーボードから修正を行い、原文どおりならその単語は未登録語であるからユーザー辞書に登録するか、テンポラリー辞書に登録を行う。

この時、他の形態素解析結果をも同時に表示させられる。同格の推定や、名詞連続部分の扱い等はうまくいか

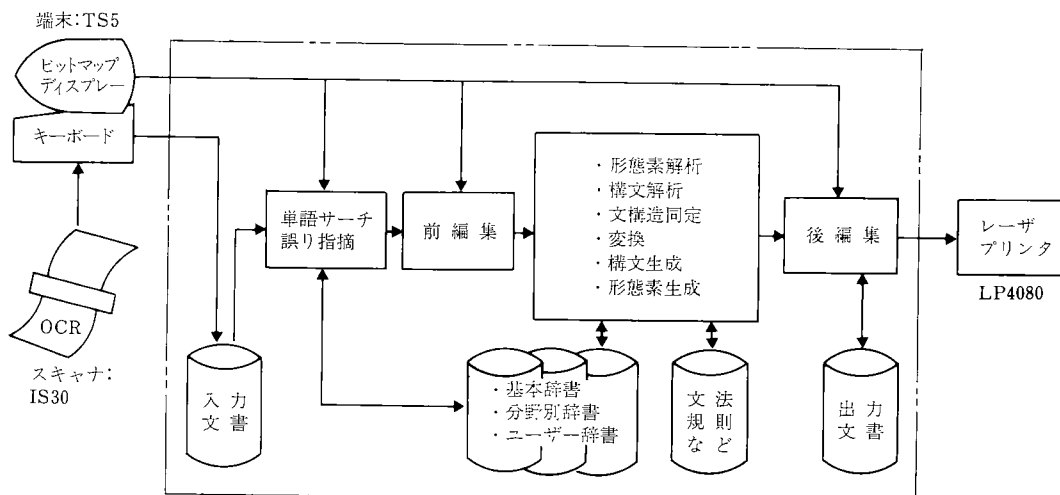


図2 機械翻訳システムの概要

ない場合が多いので、事前に情報を与えておくことによって翻訳精度を向上させる事ができる。

3-3 ユーザー辞書登録

固有名詞や専門語は対象分野によって使用される語に偏りが生ずる。翻訳機本体の単語辞書中にある語をそのままにして翻訳させても、ある程度の訳語の推定をして訳出させることが出来る。しかし、よりよい訳文を得るためには事前に単語を登録しておくほうがよい。未登録語が表示された位置をポイントしユーザー辞書登録モードにする。英語の品詞大分類と活用形、訳語および訳語の品詞と活用型を入力出来るようになっている。

3-4 ポストエディティング

自動的に機械が翻訳したものには、言い回しが不自然なものが入り込んでしまう。それらを効率よく修正できることが重要である。

(1) 原文・訳文対応表示

訳出した文は原文が分かるように左右に一文対応で並べて表示する。訳文を読んで意味が分からない場合や言い回しが不自然な文はそれに対応した原文をすぐ読むことが出来る。また、その文だけ詳しく内容を知りたいければ、一文単位の原文・訳文対応表示ができる。ここでは訳文の文節単位にカーソルを移動させることができ、そのカーソルのある文節に対応した原文の単語（複数）もサブカーソルで示される。このことによりどの文節がどの単語から訳出されたか一目瞭然である（図3）。

(2) 複数解表示

一文単位の詳細な表示のモードで同時に複数の別解を表示している。英文構造の同定部分で必ずしもひとつの中間構造に絞り込めない場合があるため、いくつかの解がありうるからである。最大8文までを表示することができるので、もし第一優先表示の訳文が不適当な場合、下位の訳文から一番適当と思われるものを選択すること

ができる。

(3) 訳語選択

engineer を「技師」と訳すか「技術者」と訳すか、money を「お金」と訳すか「財産」と訳すかは非常に微妙である。先の文節単位のカーソル中の自立語は別訳語表示をさせることができ、他の訳語を選択する事ができる。

以上の機能は一文中では同一画面上で操作順を拘束されることなく扱えるので、ほとんどの場合、自動的に翻訳された文を材料にして、カーソル移動の操作と選択操作をするのみで、適正な訳を得ることができる。

3-5 その他の機能

(1) 自由編集

訳出された文章を更にこなれた日本語に変えたい、あるいは注釈をつけて分かり易くしたい、という場合が多々ある。簡単な画面編集機能が用意されており日本語と英

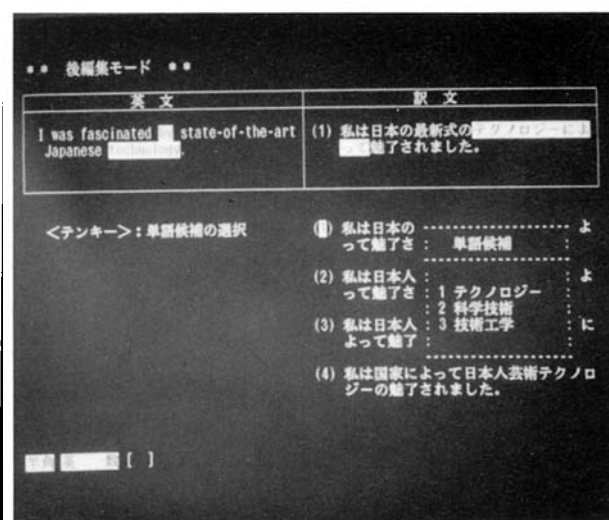


図3 後編集例

文を混在して編集できる。

(2) プリンター

翻訳結果を印刷し、第三者に配布しなければならないことがよくある。入力された英文、訳出された日本語をそれぞれ別々に印刷することは勿論、両方を対応させて印刷することができる（図4）。

4. 今後の展望

基本的な構文のしっかりした文が入力されれば翻訳が

可能なことが分かり、現時点で実現可能なレベルのシステムの枠組ができた。しかしながら、実際に流れている文は人間が読んでも構文があいまいでその文を読んだだけでは意味を取り違えるようなことがままある。これらをそのまま機械翻訳システムにかけた場合、どの程度の品質の訳出ができ、どの程度の使い道があるか。これから実際の現場で使ってみて具体的な問題点を出し、一つ一つ改善していくことにより、より使いやすいシステムに育てていくつもりである。



英 文	和 訳
Dear Ms. Aoyama,	拝啓
I hope this letter finds you well.	私は、この手紙があなたが元気だとわかることを望みます。
It has been two weeks since I returned to America from Tokyo.	私がアメリカへ東京から戻って以来、2週間がたっています。
My five days in Tokyo were really enjoyable.	東京での私の5日間の滞在は本当に楽しかったです。
I was fascinated by state-of-the-art Japanese technology.	私は最新式の日本のテクノロジーによって魅了されました。
By the way, I heard about a wonderful new Ricoh machine.	ところで私は新しいすばらしいリコーのマシンについて聞きました。
It is called the English Japanese Machine Translation System.	それは英日機械翻訳システムと云われています。
This interests me very much.	これは私に非常に興味を起こさせます。
I would like further information about this.	私はこれについてのより一層の情報を望んでいます。
So, I look forward to hearing from you.	それで私はあなたからの便りをもらうのを楽しみにしています。
Yours sincerely	敬具
	 *これは リコー英日機械翻訳システムで翻訳したものです。

図4 プリンターの出力例

パーソナル・ユースを可能にするOCR技術

OCR Technology for Personal Usage

小林清彦*

Kiyohiko Kobayashi

1. 背景と目的

OCR（文字認識装置）は、多大の労力を要するデータのインプットを、容易にかつ高速に行うことのできる装置として、各種OAシステムへの導入が強く望まれているが、現実には、期待された程には使用されていない。OCRが広く普及していない種々の理由を考えることができるが、もっとも大きい原因は、OCRがパーソナルなレベルで使用できるまで小型・低価格化されていないことであろう。

今回、パーソナルユースに狙いを定めたOCRの開発をおこなったので、ここにその概要を紹介したい。

2. 特徴抽出アルゴリズムの開発

文字認識のための全体の処理は、一般的に図1のステップにしたがっておこなわれるが、これらの各処理の中で特徴抽出処理がOCRの特性や性格を決定づけるといえる。この特徴抽出処理を高性能でかつコンパクトに構成することが、OCRの小型・低価格化のキーポイントであり、ひいてはOCRのパーソナル化を可能にするものである。

今回、我々は、文字の輪郭部に注目するコンパクトな特徴抽出アルゴリズム「輪郭特徴マッチング法」を開発し、OCRの小型・低価格化とともに認識率の向上と認識速度の高速化を達成することができた。

この特徴抽出アルゴリズムの開発にあたっては、過去の経験を踏まえて、

- 1) 複雑・大量な特徴抽出処理で、有効な特徴を抽出できるとは限らず、むしろ識別を困難にしてしまう余分な情報を拾い出してしまう危険性が高い。従って、特徴量は、必要最小限に絞ることが望ましい。
- 2) 人間の直感に合う特徴量を用いることが、性能向上のための評価・解析や改善法の発見には極めて重要である。

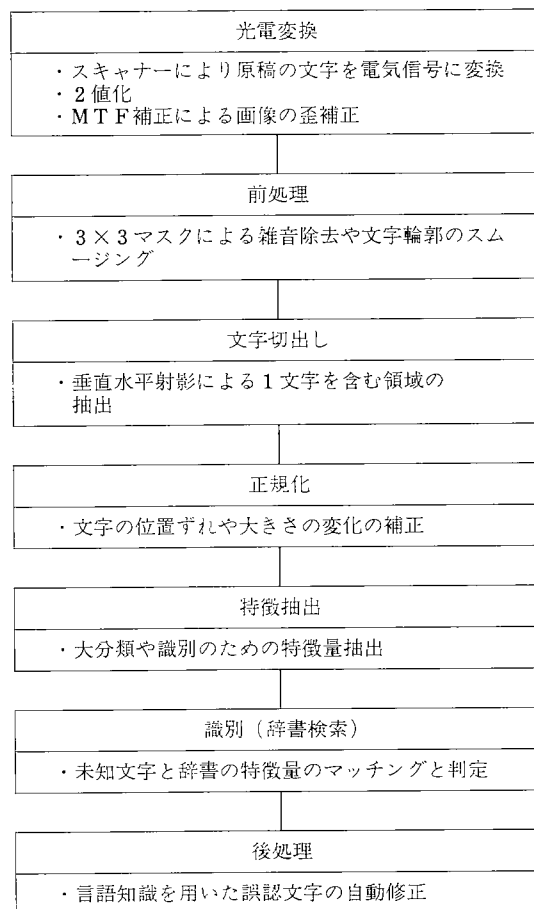


図1 文字認識の処理ステップ

という基本的な指針を定めて、種々の特徴パラメータの検討をおこなった。そして、

- 3) 人間の認識方法に近いと考えられる文字のストロークを特徴量とした特徴抽出アルゴリズムを用いる
 - また、
 - 4) ストロークの抽出にあたっては、処理が複雑で雑音が発生しやすい細線化はおこなわず、文字の輪郭をそのまま見ていく
- という特徴抽出方法を採用した。

* 中央研究所 413研究室
413 Laboratory, Research & Development Center

3. 輪郭特徴マッチング法による OCR の実現

3-1 OCR ソフト

認識アルゴリズムをコンパクトにできたため、英字、数字、記号、仮名文字（以下 ANSK）用 OCR は、ソフトウェアで実現できた。この OCR ソフトの主な特長は、

- 1) 活字文字に加えて、手書文字、5×7ドット文字が読める
- 2) ユーザー自身による辞書の登録が可能となり、パーソナルな使い方では、個人用辞書を作成して認識を大幅に向上できる

ことであり、抜群のコストパフォーマンスにより、今後、様々な業務への応用が期待できる。表1に OCR ソフトの主要スペックを示す。

表1 OCR ソフトの主要スペック

読み取り文字種	手書: ANSK 活字: ANSK 5×7ドット ANS (A:英字 N:数字 S:記号 K:片仮名)
認識率 (当社測定データ)	手書: 99 %以上 活字: 99.5%以上
認識速度	活字: 40CPS (ANS) 26CPS (ANSK) 手書: 10CPS
適合機種	8086系 CPU 搭載の パソコン, WP リコー TS-5 IBM PC-AT IBM PC-5550 NEC PC-9801 その他
メモリ容量	認識プログラム 7KB 辞書 65KB ワークエリア 50KB

3-2 小型漢字 OCR

また、輪郭特徴マッチング法を基本認識アルゴリズムとして、従来の漢字の OCR のイメージを破る、小型漢字 OCR を開発することができた。

この試作機においては、アルゴリズムのコンパクト化に加えて、種々のハードウェア上の技法を採用している。すなわち、

- 1) マイクロプログラムによる認識アルゴリズムの実現
- 2) PLA（プログラマブル素子）によるランダムロジックの吸収
- 3) 水平型マイクロプログラムによる高速化
- 4) トグル・バッファ・メモリによる並列処理
- 5) テーブル参照方式による演算の高速化

- 6) メモリの種類に応じたアクセス・コントロール（クロック・コントロール）

等により小型・高速化を計っている。

試作機の外観を図2に、主要スペックを表2に示す。

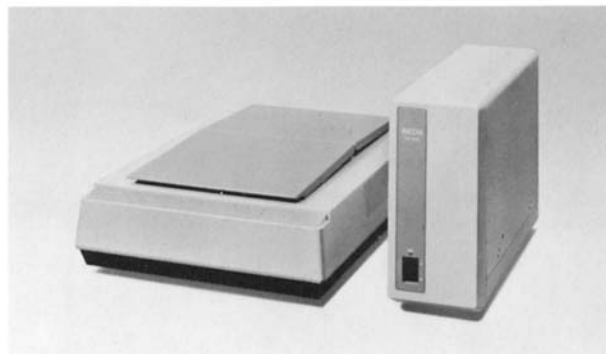


図2 漢字OCR(右)とスキャナIS-30(左)

表2 漢字 OCR の主要スペック

読み取り文字種	手書: 常用漢字+ANSK +平仮名 活字: 常用漢字+ANSK +平仮名
認識速度	手書漢字: 8CPS 活字漢字: 8CPS
認識率 (当社測定データ)	活字: 99 %以上 手書: 98 %以上
寸法 重量	125(W)×350(D)×250(H)mm 約 5 kg

4. 今後の展開

今回、開発したコンパクトな認識アルゴリズム「輪郭特徴マッチング法」により、OCR の小型・低価格化が可能となり、OCR のパーソナル化を一步進めることができたが、漢字 OCR は、LSI 化や並列処理技術の応用によって更に小型・低価格化と高速化を計り、より使いやすいものとしていきたい。

5. 関連発表資料

- 1) 江尻公一他：ストロークおよび背景特徴による手書文字認識、リコーテクニカレポート、No.11, p.13~p.20, (1984)

低コストデイジープリンタRP3200Q

Low Cost Daisy Printer RP3200Q

柳田 詔二*

Shoji Yanagida

1. 背景と目的

Daisy Printer は高印字品質を特徴として、10数年の歴史をもって使われてきた母形印字方式のシリアルプリンターである。

最近の市場動向は、機能、性能面での革新は一段落し Nip (Non Impact Printer) とのクロスインパクトも手伝って、価格競争が激化している。

RP3200Q は、この様な市場でシェア拡大を計るため、コスト競争力のある低コスト機として開発された。

2. 技術の特徴

2-1 製品概要

表 1 に RP3200Q の主な製品仕様を示す。

製品仕様に示すように、印字速度20cps は低速機として分類される。この低速機での当社従来機の製品コスト構成をみると、電装部 (コントロール部、DC 電源部) とプ

表 1 RP3200Q 製品仕様

項 目	仕 様
1. Print Speed	20cps (SHANNON TEXT, 12Pitch)
2. TAB CR Speed	2200ms/13.6inches
3. LF Speed	2inches/second
4. Space Resolution	120position/inch
5. LF Resolution	96position/inch
6. Print Wheel	96character/Wheel
7. Paper Width	16.5inches
8. Character Per Line	136characters at 10pitch
9. Size	145mm×578mm×328mm (H×W×D)
10. Weight	Les than 9.5kg
11. AC Power Consumption	45W

* プリンター事業部 第一設計部

1st Design Department, Printer Division

リンター各部の駆動に用いられるモーターが、大きなコスト比率を占めていた。

RP3200Q は、このコスト比率の大きなユニットに着目し、従来機の半分以上のコストを狙って開発を行った。

特に本稿では、駆動用モーターと DC の電源部の低コスト化について述べる。

2-2 要求される特性と従来の問題点

デイジープリンターは ①キャリッジ送り用 ②活字選択用 ③用紙送り用 ④リボン送り用と 4 つのモーターを使用している。

その中でキャリッジ駆動用のスペースモーターは、従来 20cps 以上の速度のプリンターでは、ハイブリッド型ステッピングモーターが使用されていた。

キャリッジ駆動系は、デイジープリンターの特長である高印字品質実現のため、停止位置誤差として ± 0.05 mm、印字時 1/12 インチのキャリッジ移動停止まで、約 40 ms で動作完了する必要がある。更に、同一のスペースモーターで TAB, CR 時 13.6 インチを約 2200ms で移動停止するという高速性能も併せて要求されている。

この仕様を満足するには、図 1 に示すように駆動周波数の低域から高域までの広い範囲で

$$T_L = J \cdot \alpha + D \cdot \omega + F_L$$

$$\begin{aligned} J &: \text{キャリッジ系イナーシャ} \\ \alpha &: \text{キャリッジの加算速度} \\ D &: \text{キャリッジ系の粘性係数} \\ \omega &: \text{キャリッジの動作速度} \\ F_L &: \text{キャリッジ系の摩擦負荷} \end{aligned}$$

で表わされる負荷トルク (T_L) を駆動するに十分なトルクが、要求される。

図 1 において f_L は印字時、 f_H は TAB, CR 時の最高駆動周波数、①は印字時、②は TAB, CR 時の各々の必要トルクカーブ、③はスペースモーターに要求されるトルクカーブで、このようなトルク特性を満足するモーターとしては、従来ハイブリッド型ステッピングモーターが使われてきた。

しかし、コストは PM 型ステッピングモーターに比べて約 2 ~ 3 倍のコスト高であり、低コスト化を阻害する

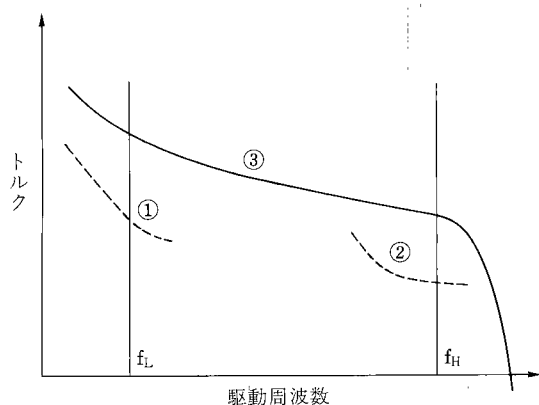


図1 モーターに要求されるトルク特性

要因であった。

2-3 低コストモーターの使用

PM 型モーターのトルク特性を図2に示す。①はユニポーラ駆動時の自起動領域のトルクカーブを示すもので、必要トルクを満足できない。このため、つぎの3つの改善を組み合わせることにより、低コスト PM 型ステッピングモーターの使用を可能にした。

(1) バイポーラ駆動によるトルク効率のアップ

図2に示すように、ユニポーラからバイポーラ駆動にすることにより、カーブ①のように約30%のトルクアップができた。

従来、バイポーラ駆動はユニポーラ駆動に比べて、モーター駆動回路の部品数が2倍以上も多く、プリント基板への実装面積も大きいため、電装部がコスト高になり、低コストプリンターでは採用しにくかった。

そこで、回路部品のチップ化と、プリント基板への両面実装を採用し、低コスト化を計ったことでバイポーラ

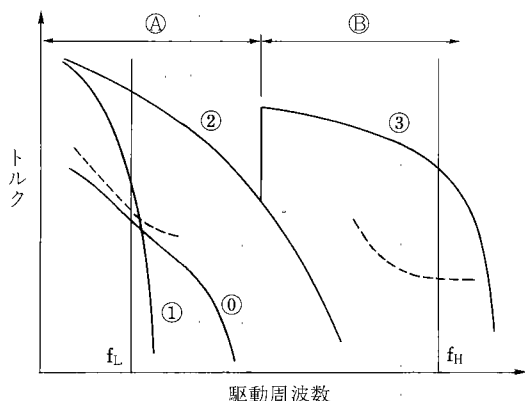


図2 PM型モーターのトルク特性

駆動が可能となった。

また、図3に示すように電圧反転後、電流反転までの期間は、巻線の誘起電圧によりダイオードを通して磁気エネルギーが電流にフィードバックされ、電源効率もアップできた。

(2) 相切替えタイミングの適正コントロール

スティフネス特性に着目し、最もトルク効率の良い相切替えタイミングをあらかじめ設定し、ソフトウェアコントロールでスローアップ、スローダウンの最適加減速駆動を行うことにより、図2のカーブ②のように高周波領域でのトルクアップができた。

スティフネス特性から、最適相切替えタイミング制御を行うためには、約 $10\mu s$ の精度でキャリッジ移動量が異なる毎に、加速、等速、減速に対してそれぞれ最適相切替えタイミングを設定する必要がある。

本プリンターでは、モーター回転角、モーター発生トルク、相切替えタイミング、キャリッジ位置の各々の関係から、各ステップ毎にトルク効率が良くキャリッジ停止精度の良い相切替えタイミングを設定した。

設定は計算と実機シミュレーションにより、1ステップ毎に検証しながら、最適タイミングを見つけて行った。

図5は、加速時のトルクと回転角の関係を示す。

(3) 定電流、定電圧駆動併用によるトルク特性の改善
駆動電圧 V_H として、モーター定格の2～3倍の高い電圧を印加し、図2において低速領域(④区間)は図3に示すような定電流駆動、高速領域(③区間)は定電圧駆動を行うことにより、モーター発熱を抑制しながら駆動周波数 f_L から f_H まで必要トルクを満足するモータートルク

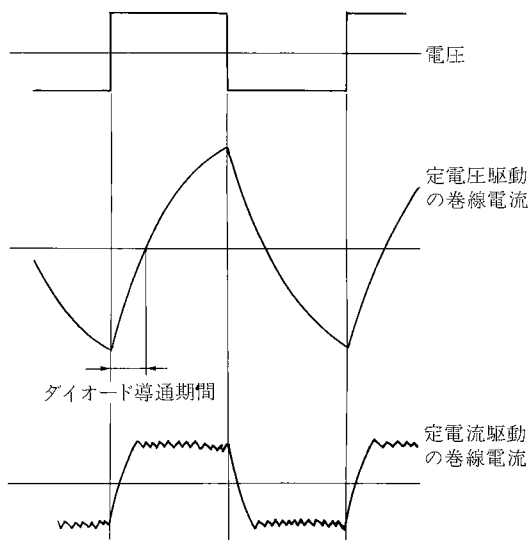


図3 バイポーラ駆動の電圧と電流の関係

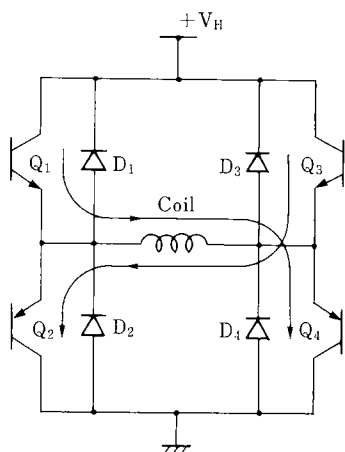


図4 バイポーラ駆動回路

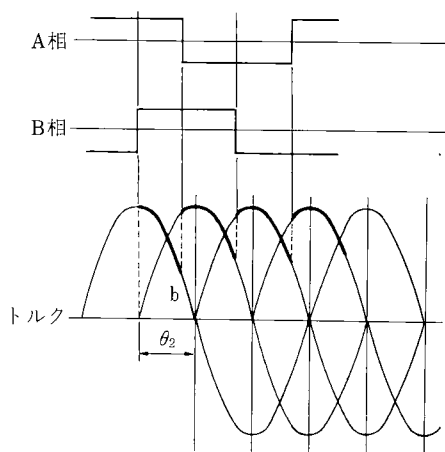


図5 スティフネス特性

カーブ②と③を得ることができた。

2-4 DC 電源部の低コスト化

キャリッジ駆動用モーター以外のモーターについても、バイポーラ駆動と相切替えタイミングの最適コントロールを行ったことにより、プリンター全体の消費電力を約37W から約18W と従来機に比べて約半分に減らすことができた。この事により、電源部からの発熱も小さくなり電源効率は落ちるが、コストの安いドロップパー型の電源を使用できるようになった。そのため、コストも従来のスイッチングレギュレーターに比べ約50%の大幅ダウンができた。

3. 成果

以上述べたような、低コスト PM 型ステッピングモーターの採用と最適制御条件の割り出しと実現により電装部も含めたコストダウンができ、印字速度20cps のディジープリンターを従来機の半分のコストで商品化できた。

4. 今後の展開

この低速機で開発した低コストステッピングモーターの高効率利用技術の中・高速機分野でも応用、反映し、低速機から高速機までの一層の低コスト化をはかる必要がある。

最後に、本プリンターの開発にあたって、社内外を含めた多くの関連部門の方々に、御指導、御協力をいただいたことを深く感謝いたします。

ドラム型荷電制御インクジェットプリンタに於けるドット位置制御方法

Dot Displacement Control for Drum Type Charge Control Ink-jet Printer

石間和巳*

小池孝尚*

武田有介*

Kazumi Ishima

Takahisa Koike

Yusuke Takeda

1. 背景と目的

情報の高密度化に伴い、出力装置として用いられるプリンタは、よりドット位置精度の高いものが要求されて来ている。ドラム型プリンタはシャトル方式に比べ、走査毎のつながめが目立ちにくい有利さがあるが、高画質化の為にはドラムの回転精度を上げる事が必須条件となり、技術的には非常に高度な制御技術を要求される為、通常はドラムにエンコーダーを設け、この出力を印写タイミング信号として用いる事により、ドット位置精度を確保している。

しかし、このような方法を採用出来るのは、インクジェット方式においてはオンデマンド型のように、必要な時にのみ任意に滴を形成できる方式に限られる。

一方、荷電制御型では、オンデマンド型に比しインク滴形成速度が速く、高速化に有利であるが滴形成とドラムの回転が同期していないので、ドラムに設けられたエンコーダーの、1回転毎の印写開始信号は滴発生周期と位相差を持ち、結果としてドット位置ずれが生じ、画質が劣化する。

筆者らは、荷電制御特有のガードドロップ、及び偏向によりドット位置の制御が可能である事に着目し、これらをドット位置ずれ補正に有効に生かし、画質向上をさせる事を目的とした。

2. 技術の特徴

2-1 ガードドロップ制御

ガードドロップ制御の概要を<図1.>を用いて説明する。(ガードドロップ数 1個)

<表1.>は、説明の為の条件である。

従来は印写滴と非印写滴を①の滴列のように交互に発生させていたので、印写開始信号③との間に位相差(1)が生ずる。

この時の最大位相差(1)は印写サイクルに等しく $15\mu\text{s}$ となる。

る。つまり、印写遅れ時間も最大 $15\mu\text{s}$ となり、位相差とドット印写位置の関係は、④の一点鎖線で示すようになり、最大1ドットの位置ずれを生ずる。

<表1.>の条件では滴形成タイミングに対してドラム1回転毎に印写開始信号は約 $1\mu\text{s}$ づつ遅れを生ずる。印写開始信号と、滴発生周期の位相差を零とした時のドット印写位置を基準とすれば、ドットの並びは15回転毎に基準位置に戻る鋸歯状波を形成する。その最大値は、検討条件よりドラム周速 5587.9mm/s 、最大位相差 $15\mu\text{s}$ であるので $83.8\mu\text{m}$ となる。

表1 検討条件

項 目	条 件
粒 子 化 周 波 数	132KHz
実 効 印 写 周 波 数	66KHz
ガ ー ド ド ロ ッ プ 数	1 個
ド ラ ム 径	$\phi 102$
ド ラ ム 回 転 数	1046.3rpm
ド ラ ム 回 転 ム ラ	なし
ド ッ ト 密 度	300dpi

又、<図1.>より副走査方向にも同時にドット位置が変動する事が分かる。その最大値も又、1印字サイクル、 $15\mu\text{s}$ 相当分となるが、キャリッジの移動速度が 1.48mm/s と非常に遅いのでドット位置ずれは $0.02\mu\text{m}$ となり、問題にならない。

ガードドロップ制御では、滴形成タイミングに対する印写開始信号の位相をドラム回転毎に判別し、印写開始信号より後の時間的に最も近い滴が、印写滴になるように、ガードドロップの挿入位相をコントロールすると位相差(2)は最大 $7.5\mu\text{s}$ となり、点線⑤で示すように位置ずれは最大1/2ドットとなる。又、鋸歯状波の周期も1/2となる。

従来のインク滴列①と、ガードドロップ制御を施した②を比較すると、従来の印写滴がガードドロップに置き換えられている様子が良く判る。

* 画像技術研究所 第1研究開発部 105研究室

105 Laboratory, 1st R&D Department, Imaging Technology Research Center

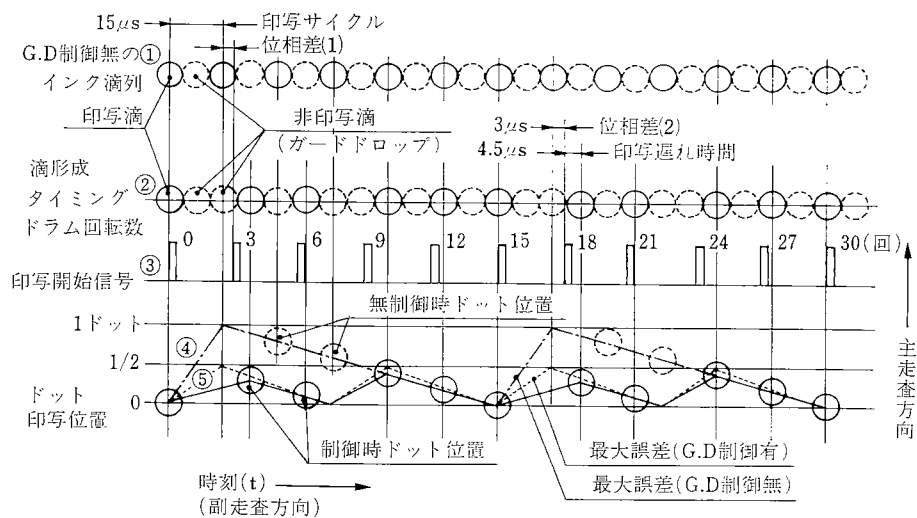


図1 位相差によるドット位置誤差

2-2 偏向量制御

ガードドロップ制御を施しても、ドット位置精度向上は1/2ドットが限度であり、ドラムの回転ムラを考慮すれば悪化する事は明らかである、これを更に改善する事を狙いとしているのが偏向量制御である。

〈図2.〉により詳細に説明する。今、直線1上にドットを形成しようとしていると仮定する。

或る印字滴がAの経路を進んで記録面に到達したとする。仮に、次の印字時に遅れの位相差があれば、その遅れの分、記録面はドラムの回転方向に進んで1は1'に位置しており、既に印字されたドットaはa'に位置している。従って、¹⁾位相によって生ずるa-a'間の距離を相殺するように荷電量を増加し、偏向量を増してインク滴の経路をBに変える事によってドットaとbを同一線上に位置させることができる。

つまり、ドット位置精度を1/2ドットより、更に向上させることが可能になる。荷電の補正電圧は、1印字サイクルを8等分し、位相差を4bitのコードに変換し、標準位置を与える荷電コードに補正コードとして加算又は減

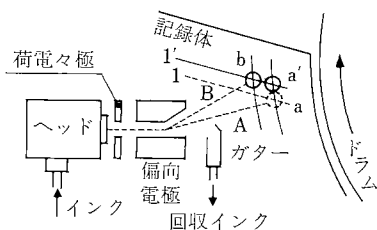


図2 偏向量制御

算して与える。

今までの説明でも分かる通り、偏向量制御の効果はドラムの回転ムラに対しても同様の効果を発揮するが、ドラムの回転ムラは1印字サイクル以下(15μs以下)に抑えることが望ましい。

2-3 ドラム回転制御

ドラムの回転ムラは15μs未満に抑える事が望ましい事は既に述べたが、ドット位置精度に換算すると約84μmであり、ドラムが1回転に要する時間は57.35msで回転ムラは0.026%となる。この値をドラム全周にわたって実現できなければ良好な結果は望めない。

今回の制御では0.01% (約30μm相当) 以下を目標に開発を進めた。

制御回路は、フェーズロックド・ループ (phase locked loop) 比例制御を用いている。回路のブロック図を〈図3.〉に示す。

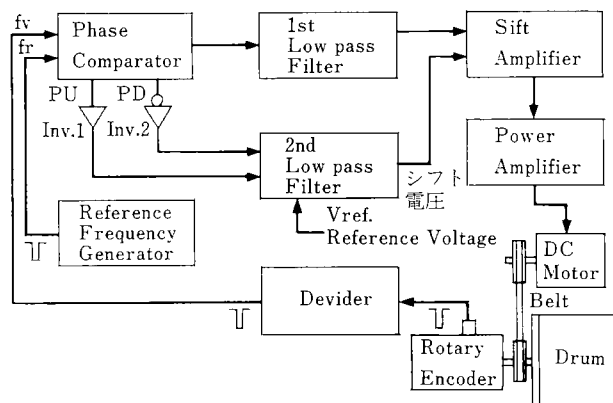


図3 ドラム回転制御回路ブロック図

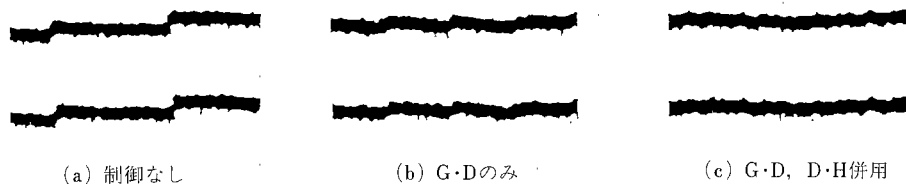


図4 G・D及D・H制御によるドット位置精度

ブロック図のレベルシフト電圧は、基準パルス (fr) とフィードバックパルス (fv) の位相差が零のとき、パワーアンプの出力を零とする電圧である。

本回路は、位相比較器の位相進み (PU), 位相遅れ (PD) 信号を用いてドラムの回転立上がり時の振動を吸収できる特徴を持っている。

PU, PD 信号と Vref. より作られたシフト電圧は、fr と fv の位相差が大きい (ビート周波数が高い) 時は、アンプの出力に殆ど影響を与えず、fr と fv の位相差が小さい (ビート周波数が低い)、言い換えればドラムの回転数が、規定の回転数に近づいた時は、出力を減少させ、モーターにブレーキがかかるように設計されている。

この回路はドラムの立上がり時間の短縮に効果的に働き、A 3 用のドラムを、3 秒以下で規定の回転数にコントロールすることが可能である。副次的な効果としては、Vref. の変動分を補正し、安定した引き込み状態を維持できる事と、定常時の制御精度に、全く影響を与えない事があげられる。環境温度 5 ~ 40℃ の範囲で、制御精度を 0.006% 以下に維持でき、制御の不安定さを解消する事ができた。

2-4 G・D, D・H 制御の効果

ドラム回転制御に G・D 制御, D・H 制御を併せて用いる事により、ドット位置精度は〈図 4. a~c〉に示すように大巾に改善する事ができた。尚、写真は、1 ドット巾 (ドット径 120 ~ 130 μm) での印写である。

3. 将来の展望

以上のように、インク滴形成周期と印写開始信号間に位相差があっても、ドット位置を高精度で再現できるので、高度な色再現性を要求されるカラープリンターへの応用や、高精度の線画を必要とする CAD, CAM 用のプリンター等への展開が期待できる。

筆者らは今後、これらの技術の実用化並びに、更に高いドット密度にも対応可能な制御方法について、研究を進めて行きたいと考えている。

4. 関連発表資料

- 1) Y. Takeda, Y. Ebi, K. Jinnai and A. Hongo: 2nd Int. Con. Adv. Non-impact Printing Tech. (1984)
- 2) JP85-03432 インクジェットプリンタにおける印字ドット位置制御方式

Multi-Nozzle Drop Generator for Continuous Ink Jet Printing

連続流型インクジェット用マルチノズルドロップジェネレータ

Stephen J.Bolema Takuro Sekiya Hiromichi Komai

1. Background

The continuous ink jet printing¹⁾ is superior to other printing methods in high resolution printing because of its ability to do direct printing on plain paper, and it is easily adaptable to color. Up to this time, this printing method has been used as an output device for a word-processor using a single nozzle drop generator, but its printing speed is slow, therefore this multi-nozzle type has been developed. In the case of multi-nozzle, it is necessary to make the breakoff of each jet uniform, to produce each ink drop at the same distance from the orifice plate and at the same time repeatably. There is a study of the configuration of the multi-nozzle drop generator by W.R. Beaudet²⁾.

In this paper we show that using the model simulation method, experiments, and a LaserMike to presort the glass fibers, we were able to find the optimum conditions of the multi-nozzle drop generator which consists of the stimulator of uniform motion, the acoustic cavity which propagates the pressure wave uniformly, and the orifice plate, which forms the jets with the microscopic orifice. With the above factors we achieved a breakoff uniformity of the jets within $\lambda/2$ (λ : drop separation).

2. Characteristics of the Technology

2-1. Principle of the Continuous Ink Jet Printing Method

FIG. 1 shows an outline of the continuous ink jet printing method. FIG. 2 shows an example of the multi-nozzle drop generator, which is composed of the stimulator, the acoustic cavity, and the orifice plate.

The ink is pressurized to 0.2~0.3 MPa by a fluid pump, and it is forced through an orifice, whose diameter is about 30 microns, by the pressure. At the stimulator, the PZT is vibrated by the sine wave signal which oper-

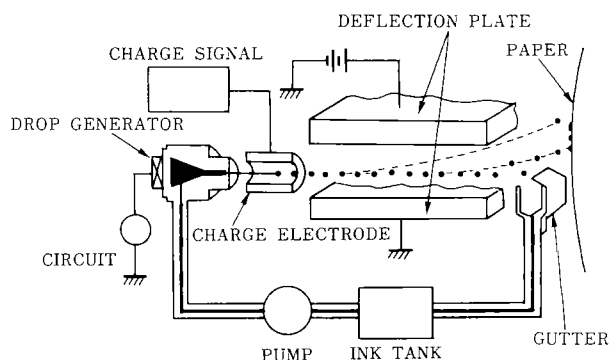


FIG. 1 Outline of the continuous ink jet printing

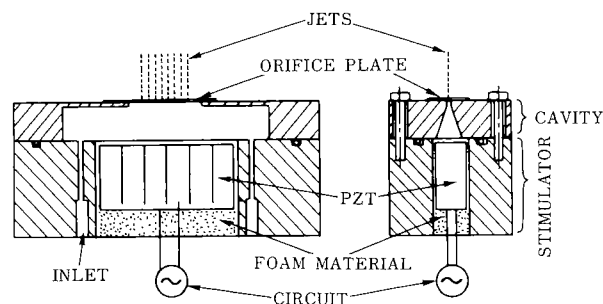


FIG. 2 Structure of the multi-nozzle drop generator

ates at a frequency of $f_0 = 110$ kHz and its electrical-mechanical transmission causes the small perturbation in the ink. Then the standing wave is produced at the surface of the ink stream and it is broken up into drops as shown in FIG.3

An electric charge is applied to the drops by a small electrode that surrounds the region where the drop breaks off from the jet. A voltage is applied between this charge electrode and the drop generator. If the voltage is positive, electrons are drawn to the tip of the ink stream by electrostatic attraction. When a drop breaks free, it carries some of these electrons with it. The charge on a drop is proportional to the voltage on the charge electrode and it is done in accordance with a predetermined matrix of print positions on the paper.

* Advanced Technology Dept. Ricoh Corporation.

** 312 Laboratory, Research and Development Center

After the drops pass through the charge electrode, they travel through an electric field between the deflection plates and then they are deflected by the fixed voltage on the deflection plates.

Uncharged drops are not deflected. They go to the gutter and are returned to the pump.

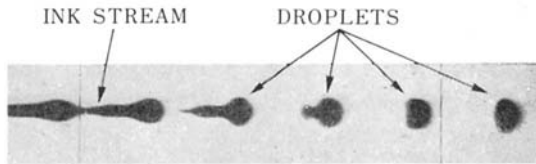


FIG. 3 Breakoff of the jet

2-2. Stimulator

The PZT must vibrate uniformly with "piston-like motion" into the ink cavity to produce uniform pressure waves which travel through the ink in the cavity toward the orifice plate.

It is not enough to only obtain a uniform displacement of the PZT as it does not vibrate with simple mode. Hence, the PZT was cut or formed so that it functions like an array of simple length expander resonators. Four types of the PZT structure are shown in FIG. 4

FIG. 5 shows the vibration analysis of each type of the PZT structure³⁾ (b_1 and b_2 vibrate equally).

Also, FIG. 5 shows that the displacement of type a, type b_1 , and type b_2 is uniform and that of type c is not.

2-3. Cavity

The ink cavity forms the boundary of a standing wave acoustic field whose source is the PZT. The cavity must be designed to maximize acoustic disturbance at the orifice, but minimize the vibration in this disturbance.

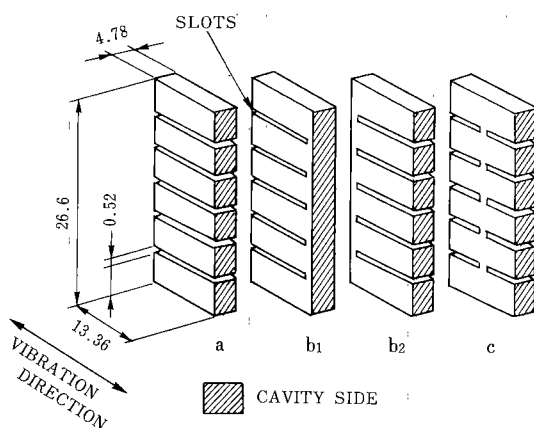


FIG. 4 Four types of PZT structure

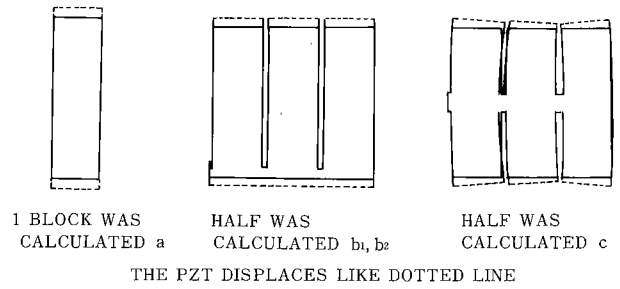


FIG. 5 Vibration analysis of each type of PZT structure

To avoid that the variation of the acoustic disturbance at the orifice is caused by the resonance, the cavity length is not equal to the integral multiple of $\lambda_s/2$. The cavity height is equal to $\lambda_s/2$ to obtain the maximum acoustic disturbance at the orifice. Where λ_s is the acoustic wavelength in ink.

FIG. 6 shows an example of the equal pressure line in the cavity at the conditions of $l_c = 42.1$ mm ($\neq N \times \lambda_s/2$: integral), $a = 7.5$ mm ($= \lambda_s/2$), and $f_0 = 110$ kHz.

The figure shows that the vibration of pressure at the orifice is small. FIG. 7 shows the comparison of the variation of pressure in other conditions. It shows the variation of pressure at $l_c = 42.1$ mm is smaller than at other conditions. The simulation of changing conditions showed that the pressure at the orifice is uniform with $l_c \neq N \times \lambda_s/2$ and is most efficient with $a = \lambda_s/2$. The cross section of the cavity is tapered to focus the pressure wave towards the orifice (See FIG. 2).

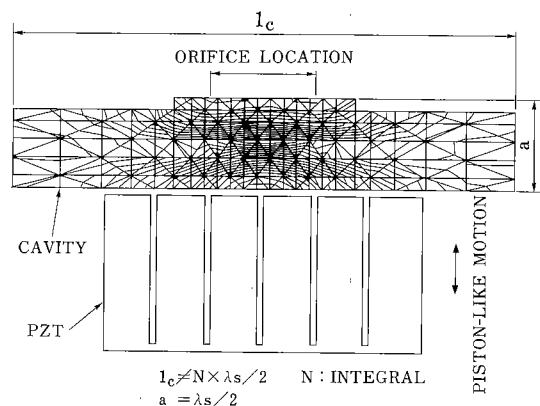


FIG. 6 Equal pressure line in the cavity

2-4. Orifice Plate

Glass fibers are used to form the orifice of the multi-nozzle array. A typical glass fiber (350 mm in length) would have a 4% variation in the size of the inner diameter, which forms the orifice.

In order to reduce this variation of the inner diameter, a method to sort the fibers by size before their use was required.

An optical comparator was chosen which incorporates a helium/neon laser beam that is projected in a straight line with no diffusion. This device is called a LaserMike and has a resolution of 0.0002 mm.

The glass fibers are cut into lengths of 25 mm and sorted by the LaserMike according to the dimensions of the outer diameter of the glass fiber. Since the ratio of the inner diameter and the outer diameter of the fiber is a constant, this method can be used to decrease the variation of the orifice diameter from 4% to 2%. This results in an improvement in the variation of L_b from 0.115λ to 0.047λ . Where λ is drop separation.

FIG. 8 shows the comparison of variation in orifice diameter between the fibers that were selected with a LaserMike and glass fibers that were used from one section (350 mm in length) fibers.

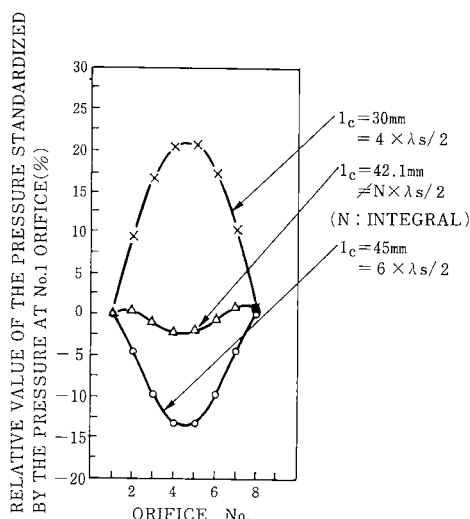


FIG. 7 Pressure distribution at the orifice in each l_c

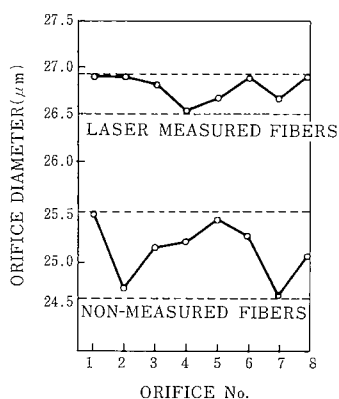


FIG. 8 Comparison of nozzle diameter between measured and non-measured fibers

2-5. Results of Breakoff Evaluation

The performance of the drop generator was evaluated from a standpoint of the variation in length of the jet breakoff. The variation of the jet breakoff means the range in length of the jet stream, which is produced by the drop generator with a specific operating voltage. The length of jet stream is defined as L_b and its variation is defined as $\Delta L_b = L_{b \max} - L_{b \min}$ (see FIG. 9). The jet breakoff time, T_b , was also evaluated and its variation is defined as $\Delta T_b = T_{b \max} - T_{b \min}$.

FIG. 10 shows the variation of L_b and FIG. 11 shows the variation of T_b . The experimental conditions are as follows:

ink pressure	$P = 0.218 \text{ MPa}$
$\lambda/d = 5$	$\lambda = \text{drop separation}$
	$d = \text{orifice diameter}$
operating frequency	$f_0 = 110 \text{ kHz}$
operating voltage	$V_p = 5.93, 6.59, 7.25 \text{ V}$
ink viscosity	$\mu = 2.25 \text{ mPa}\cdot\text{s}$
jet number	8

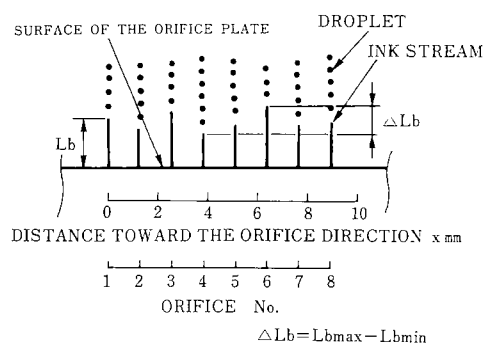


FIG. 9 Definition of the ΔL_b

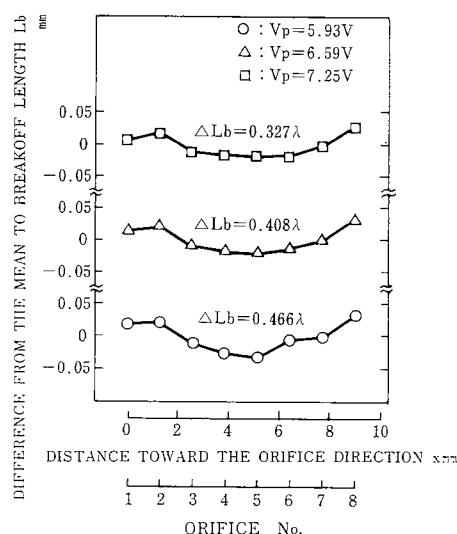


FIG. 10 Variation of L_b

Both the ΔL_b and ΔT_b are within $\lambda/2$ and $T/2$, and the correlation of their variation coincides with each other. Where λ is drop separation and T is one cycle of the operating frequency.

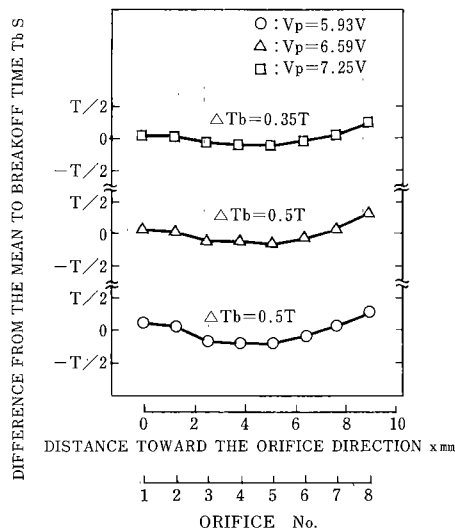


FIG. 11 Variation of T_b

3. Conclusions

1) The stimulator, along with the PZT, which was slotted to eliminate the transverse vibrations along the orifice, vibrates uniformly with "piston-like motion" toward the orifice and shows uniform distribution of its vibrating area.

2) It was clarified by the experiment and the model simulation that the cavity which length is not equal to the integral multiple of $\lambda s/2$ (λs : acoustic wavelength in ink) and which height is equal to $\lambda s/2$, can transport the uniform pressure wave which was produced by the stimulator, to the orifice, without variation and efficiently.

3) Glass nozzles can be used for a multi-nozzle array, with a reduction in variation of the orifice diameter from 4% to 2% and reducing the variation of L_b by presorting the fibers with a LaserMike.

The drop generator, which is a combination of the above ie. the stimulator, the cavity, and the orifice plate, has the capability to make the breakoff uniformity of the jet streams within $\lambda/2$ (λ : drop separation), and it is acceptable enough for practical use.

4. Future Work

Future work would include expanding the length of the drop generator to include more orifice, using the same design guidelines mentioned in this paper.

5. References

- 1) R.G. Sweet: Stanford Electronics Laboratories. Technical Report No. 1722-1 (1964)
- 2) W.R. Beaudet: J.P. 59-225963 (1984)
- 3) Tatsuya Furukawa, Sachio Kagawa, Tatsuo Yamabuchi US86-2 (1986)

高画質記録用小型サーマルヘッド LHB48-72

Compact Thermal Head for High Quality Printing: LHB48-72

玉置俊平*

Shunpei Tamaki

1. 背景と目的

感熱記録は、①無騒音であること、②機構が簡単なため機器が低コストであること、③メンテナンスが不要であることなどの面で光学記録やインパクト記録等の他方式よりすぐれており、現在最も普及しているプリント方式の1つである。特に、主としてファクシミリに用いられてきたライン形サーマルヘッドは、A4サイズで毎分6枚以上の記録スピードを持ち、プリンタ・プロッタ、一般計測用及びME用レコーダ、コンピュータ端末などの高速記録分野でも市場が拡大しつつある。

しかし、感熱記録の高速化が進む中で、次のような問題が生じている。すなわち、記録中に黒ドットが連続して現われる時、はじめのドットの濃度が以後連続して現われるドットの濃度に比べて極端に低く、特にキャラクター印字では品質劣化が大きいことである。これは、高速化に伴い、記録のくり返し時間が短くなるために蓄熱現象が顕著に現われて、記録濃度変化が大きくなることに起因している。このため、従来より感熱記録特有の問題として改善が望まれていた。

今回報告する LH シリーズサーマルヘッドは、デバイスの小型化、低コスト化を計りながら、上記印字品質上の問題点を解決するための制御回路を内蔵した、高性能小型のライン型サーマルヘッドである。

2. 技術の特徴

LH シリーズサーマルヘッドは、以下の特徴を備えている。

(1) 高画質化

先に述べた蓄熱による濃度変化を抑えるために、白いドット（印字されないドット）の直後の黒ドットを印字する際には、通常の印字パルスに加えて自動的に予備パルスを加える（以下これを熱履歴制御と呼ぶ）ための蓄熱制御用回路を、発熱体ドライブ用 IC に内蔵した。



図1 感熱記録方式の基本的構成

この熱履歴制御回路は、任意の発熱抵抗素子のドライバーに対するデータ（白か黒の二値データ）と、同じドライバーに対する直前の印字出力データとを比較論理処理して、熱履歴制御用の予備パルスデータをつくる。

表1 予備パルスデータ作成ロジック

直前に印字された	白	白	黒	黒
次に入力されるデータ	白	黒	白	黒
予備パルスデータ	白	黒	白	白

従来、熱履歴制御用データはサーマルヘッドの動作を制御するプリンタ側のコントローラで発生させていた。実際の印字はまず予備パルス印字を行い、次に通常のデータによる印字を、その予備パルス印字の上に重ねて行う方法を取っていた。この方法では多数の発熱素子（8 dot/mm, B4 サイズの場合、2,048 個）に対するシリアルデータ入力が1つの印字当たり2回必要なことから、高速化に適さないばかりでなく、サーマルヘッドを使用する機器側の負担も大きかった。

LH シリーズサーマルヘッドでは、熱履歴制御に必要な回路を各発熱体のドライブユニットに内蔵しており、履

* 電子デバイス事業部 IOデバイス部
IO Devices Department, Electronic Devices Division

履歴制御用の予備パルスと通常のコントロールパルスとの切り換えは、外部からの選択信号により容易に行うことができる。(→図3) この結果、機器側の負担なしに熱履歴制御が可能となった。

次に、熱履歴制御を行なった場合のキャラクター印字品質に与える影響を図4に示す。履歴制御を行なわない場合(a)は、黒ドットの書き始めに記録紙が十分なエネルギーの供給を受けておらず、隣接ドットとの重なりが不足している。このドットのみ、履歴制御によって予熱パルスを与えた場合(b)は、印字品質が大幅に改善されている。

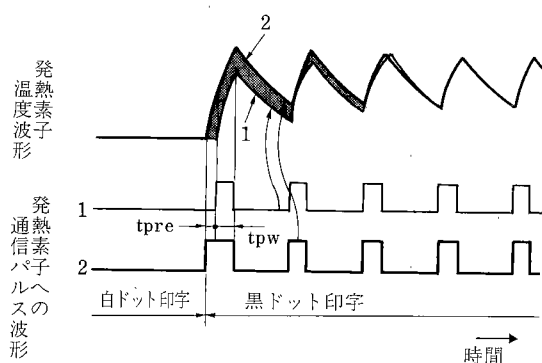
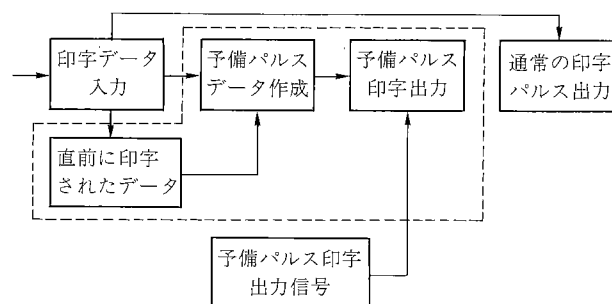


図2 発熱素子の温度波形

- 1 : 熱履歴制御を用いない場合の、発熱素子への通電パルス波形と発熱素子温度波形
- 2 : 熱履歴制御を用いた場合の、発熱素子への通電パルス波形と発熱素子温度波形
- tpw : 通常の印字パルス幅, tppe : 予備パルス
予備パルスを用いることにより、白いドットの直後の黒ドット印字での発熱素子温度の不足(■部分)を解消できる。

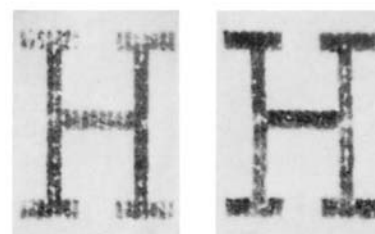
(2) 低消費電力化

従来のICをより小型化し、消費電流の低減を行なうために、サーマルヘッド用として、世界で初めて、128bitのドライバーICを自社開発した。また、発熱素子の高抵抗化を実現してドライバーの電力負担を低減することにより、回路方式のC-MOS化を可能にした。その結果、従来のBi-CMOSドライバーを採用したサーマルヘッドに比べ、制御電流が10分の1以下という低消費電力を達成している。



破線内が通常のサーマルヘッドにはない熱履歴制御機能

図3 LHシリーズサーマルヘッドの熱履歴制御機能



(a) 履歴制御なしの場合 (b) 履歴制御を行なった場合

図4 キャラクタ印字に対する熱履歴制御の効果

(3) 小型化

LHシリーズサーマルヘッドでは、発熱素子が形成されるセラミック基板の幅を従来の5分の3に縮小することにより、ヘッド全体の奥行き幅34mmを実現した。これは、8 dot/mmでA4ないしB4幅の記録を行なうサーマルヘッドとしては、世界最小のサイズである。セラミック基板幅の縮小は、発熱素子へ電力を供給するための共通電極を、導電性の高い膜厚Agペーストで補強して配線幅を縮小することにより達成した。

3. 製品仕様と機能

表2及び図5に、LHシリーズサーマルヘッドの代表機種である「LH-B48-72」の概略仕様と外観を示す。

表2 LH-B48-72概略仕様

有効記録幅	256mm±0.2mm
使用紙幅	最大257mm
有効発熱体総数	2,048ドット
記録密度	主走査側：8ドット/mm
主走査繰返し時間	Min. 5 ms/line
印字濃度	25℃時（平均濃度1.1以上）
印字濃度のバラツキ	±10%以下 （D≥1.0において主走査方向）
使用感熱紙	リファックスペーパー タイプ150F
サーマルヘッド形状	273×34×14mm
発熱体の大きさ	110μm×175μm
発熱体平均抵抗値	1040Ω～1653Ω
基板内抵抗値バラツキ	±15%（平均値に対し）
記録部供給電圧	Typ.24V（Max.25.2V）
制御部供給電圧	typ.5V（Max.5.25V）
制御部消費電流	80mA（fc=1MHz） 10mA（STAND BY）

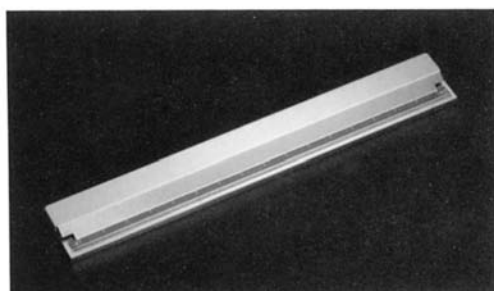


図5 LH-B48-72外観

4. 今後の展望

従来「低コスト」だが「低品質」であった感熱記録のイメージも徐々に変わりつつあり、サーマルヘッドには今までに無い新たな機能が求められている。この新しい要求に対して、高画品質を特徴とするLHシリーズサーマルヘッドが一つの解答となる事を期待している。

感熱記録方式の低コスト化に対する要求も、ビデオプリンターやホームファックスといった新分野を前にして一段と厳しくなっている。今後も現有技術の徹底的な改善と同時に、全く新たな技術の開発を行ない、より高い品質と経済性を追求していきたい。

多機能レーザプリンタシステムLP-H1

Multi-function Laser Printer System LP-H1

横田 隆*

Takashi Yokota

1. 背景と目的

レーザプリンタは、低価格化にともない大型コンピュータの出力手段から、一般オフィスでのWPおよびPCの出力装置まで、多様な用途に普及してきた。このようにアプリケーションが多様化する中で、LAN、WPの集中出力端末として、あるいは、電子製版、簡易印刷等、高品位なドキュメント出力装置として、高画質で、高速、高信頼なレーザプリンタへの要求が高まってきている。

一方、多くのシステム開発ユーザーは、プリンタ単体だけではなく、給紙から排紙まで大量処理が可能で多様なペーパーハンドリングができるオプション周辺機能の要求も強い。しかもこれらの周辺機能はシステム用途によって異なり、全機能を盛り込んだ高価な大型多機能機では競合力が弱く、市場で受けいれてもらえない事もわかった。

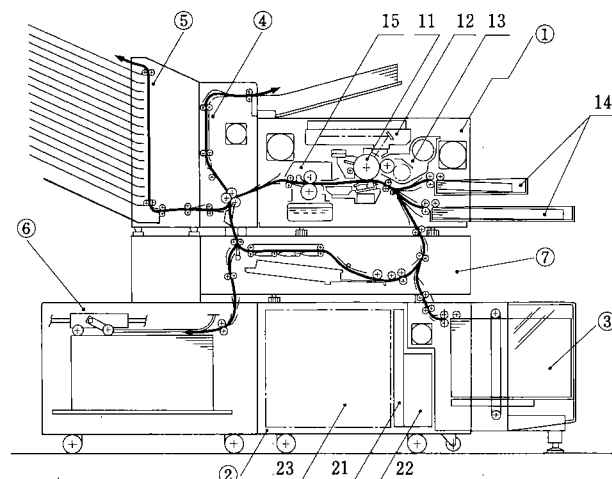
LP-H1は、このような市場ニーズを反映し企画、開発された、コンポーネントのレーザプリンタシステムである。

2. 構成概要

LP-H1システムは、プリンタ本体 (LP5400/LP4400/LP3400) と、システムテーブル (ST-401) と、5つのオプション周辺機とから構成されている。システムの構成図を図1に、主な仕様を表1に、システム接続ブロック図を図2に示す。

本システムの構成上の特徴を以下に示す。

- (1) 毎分40枚/A4のプリント速度で最大A3判まで、多種、多様な用紙にプリントできる。
- (2) 客先の要求画素密度に応じ、光書込みユニットの一部変更で240DPIから400DPIまで3種類の対応ができる。
- (3) 構成ユニットはAC入力部の一部を切換、または交換する事により全世界の仕向け地に対応できる。



- | | |
|---------------|-------------------|
| ① プリンタ本体 | 22 AC分配ユニット |
| 11 感光体 | 23 ユーザーコントロールスペース |
| 12 書込ユニット | ③ 大量給紙ユニット |
| 13 現像ユニット | ④ 反転ユニット |
| 14 給紙カセット | ⑤ ソーター |
| 15 定着ユニット | ⑥ ジョブスタッカ |
| ② システムテーブル | ⑦ 両面ユニット |
| 21 システムコントローラ | |

図1 LP-H1システム構成

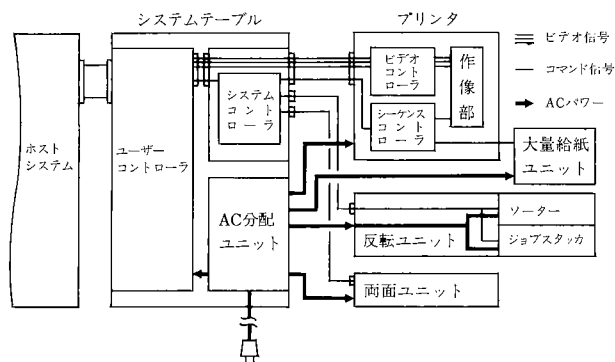


図2 LP-H1システムハードウェアブロック図

* プリンタ事業部 第2設計部
2nd Design Department, Printer Division

表1 LP-H1システムの主な仕様

プリンタ本体 LP5400/LP4400/LP3400の主な仕様

項 目	仕 様		
MODEL	LP5400	LP4400	LP3400
型 式	卓上型		
プ リ ン ト 方 式	レーザー露光乾式電子写真方式		
感 光 体	セレンドラム (Fドラム)		
現 像 方 式	乾式2成分現像 (F剤, Fトナー)		
書 込 方 式	レーザー (HeNe) ビーム走査方式		
給 紙 方 式	2段カセット自動給紙方式 (FRR方式)		
定 着 方 式	ヒートロール方式		
プ リ ン ト 速 度	40枚/分 (A4, レター横送り)		
画 素 密 度	400DPI	300DPI	240DPI
画 素 ク ロ ッ ク	19.09MHz	10.74MHz	6.87MHz
用 紙 種 類	普通紙 (16~24ℓb紙)/カットシート		
用 紙 サ イ ズ	最大12"×17" (A3, A4, A5, B4, B5ダブルレター, リーガル, レター, ハーフレター)		
使 用 電 源	AC 100V, 120V, 220~240V, 50~60Hz		
最 大 消 費 電 力	1.15Kw (システムテーブルから供給)		
大 き さ	幅645mm×奥行620mm×高さ350mm		
重 量	85kg		

システムテーブル ST401の主な仕様

項 目	仕 様
機 能	1. 周辺ユニットの動作タイミング制御 2. システム間のインターフェース制御 3. 周辺ユニットへの電源分配
使 用 電 源	AC 100V, 120V, 220~240V, 50~60Hz
最 大 消 費 電 力	フルシステムにて2.1kw
大 き さ	幅640mm×奥行620mm×高さ460mm
重 量	40kg

大量給紙ユニット RT30の主な仕様

項 目	仕 様
用 紙 サ イ ズ	A4, A5, B4, B5, リーガル, レター, ハーフレター
ト レ イ 容 量	2500枚/タイプ6200, 2000枚/20ℓb紙
使 用 電 源	AC 100V~120V, 220~240V, 50~60Hz
最 大 消 費 電 力	85W (システムテーブルから供給)
大 き さ	幅500mm×奥行495mm×高さ460mm
重 量	30kg

(4) フルシステム構成にて, 3種の給紙口及び排紙口が任意に組合せて選択でき, その容量も給紙側3000枚, 排紙側3950枚と大量である為, 長時間の無人運転が可能である。

(5) システムテーブルには, システム全体のタイミング, コマンド信号を制御するコントローラーと, AC

反転ユニット FS50の主な仕様

項 目	仕 様
用 紙 サ イ ズ	プリンタ本体と同じ
動 作 モ ー ド	上反転排紙, 左表面排紙, 左反転排紙 } 3方向, 5種類の 下表面排紙, 下反転排紙 } 排出モード
ス タ ッ ク 容 量	500枚/タイプ6200, 450枚/20ℓb紙
使 用 電 源	AC 100V~120V, 220~240V, 50~60Hz
最 大 消 費 電 力	300W (ソーター, ジョブスタッカ含む) システムテーブルから供給
大 き さ	幅260mm×奥行535mm×高さ445mm
重 量	20kg

ソーター CS1520の主な仕様

項 目	仕 様
用 紙 サ イ ズ	プリンタ本体と同じ
ビ ン 数	15ビン+1ビン
ス タ ッ ク 容 量	1ビン 150枚/20ℓb紙 2~15ビン 50枚/20ℓb紙 } Total 950枚/ 16ビン 100枚/20ℓb紙 } 20ℓb紙
使 用 電 源	AC 100V~120V, 220~240V, 50~60Hz
最 大 消 費 電 力	(90W) 反転ユニットから供給
大 き さ	幅500mm×奥行535mm×高さ600mm
重 量	27kg

ジョブスタッカ JS401の主な仕様

項 目	仕 様
用 紙 サ イ ズ	プリンタ本体と同じ
セパレーション量	25mm±5mm
ス タ ッ ク 容 量	2500枚/タイプ6200, 2000枚/20ℓb紙
使 用 電 源	AC 100V~120V, 220~240V, 50~60Hz
最 大 消 費 電 力	(85W) 反転ユニットから供給
大 き さ	幅650mm×奥行620mm×高さ460mm
重 量	65kg

両面ユニット DS401の主な仕様

項 目	仕 様
用 紙 サ イ ズ	プリンタ本体と同じ
動 作 モ ー ド	4種 (外部信号により選択)
両面スタック容量	50枚/20ℓb紙
使 用 電 源	AC 100V~120V, 220~240V, 50~60Hz
最 大 消 費 電 力	(100W) システムテーブルから供給
大 き さ	幅820mm×奥行620mm×高さ200mm
重 量	42kg

電源をユニットに供給する分配ユニットが設置され, システム全体および, ホストマシンとのI/F制御を行なっている。また, 客先のコントローラを収納するスペースも用意されている。

- (6) 大量給紙ユニットは、大量処理に不可欠な給紙側オプションとして、最大、B 4判まで2500枚収納し、FRR 給紙方式により重送なく安定した自動給紙ができる。
- (7) 反転ユニットは、プリントされた用紙をページ順に、最大 A 3判まで500枚収納する反転スタック機能と、ソーター、ジョブスタッカ、両面ユニットなど後処理ユニットへの通紙経路切換機能を持っている。
- (8) ソーターは、ソート(丁合い)、メール(宛先分類)機能を持ち、A 3判を計950枚収納できる。
- (9) ジョブスタッカは、ジョブごとに搬送コロ移動方式にて仕分けし、スタックする機能を持ち、最大 A 3判まで2500枚収納できる。
- (10) 両面ユニットは、一度プリントされた用紙を再度プリンタへ給紙する機能を持ち、片面の重ねプリントあるいは、両面プリントが可能である。アプリケーションに応じて、最適なモード信号の指令により、4種類の通紙モードが選択できる。
- (11) オプション周辺機の組合せにより、最大18種のシステム構成が可能で(表2参照)多彩なシステム用途に対応できる。

表2 LP-H1システム構成組み合わせ

システム ユニット	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
プリンタ本体	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
システムテーブル	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大量給紙ユニット	—	○	—	○	—	—	—	○	○	—	—	—	—	○	○	○	—	○
反転ユニット	—	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ソーター	—	—	—	—	○	—	—	○	—	—	○	○	—	○	○	—	○	○
ジョブスタッカ	—	—	—	—	—	○	—	—	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○
両面ユニット	—	—	—	—	—	○	—	—	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○
構成ユニット数	1	3			4				5					6			7	

3. 技術の特徴

LP-H1システムの達成課題と技術的特徴について以下に述べる。

3-1 高画質

- (1) レーザ光源にビーム径の安定した HeNe レーザを採用し、高精度光学系との組み合わせにより走査ビーム径を70 μ m(従来は100 μ m)にまで集光した。この結果リコーで初めて400DPI(約16dots/mm)の高密度画像を得る事が可能となった。

- (2) 作像プロセスは、複写機で安定した市場実績のある F/F プロセスを採用し、さらに感光体と現像ギャップを0.96mmと狭くする事により現像電界をアップし高濃度で、鮮明な画質を得ることが出来た。
- (3) 駆動系は、高精度で高慣性なアウトローター型 PLL サーボモーターとタイミングベルト伝達との組合せを採用し、負荷変動を伴う駆動系と感光体ドラム駆動系とを完全分離した2モーター方式によって、作像時の駆動ジッター低減を行なった。

3-2 高速処理

- (1) 400DPI 時のビデオクロックは19MHzと非常に高速で、従来から一般に用いられている信号転送方式では、転送品質が劣化する。そこで、偶数信号と奇数信号とを分離した、2ラインパラレル転送方式としてシステム間の信号転送を行い、また内部のビデオ信号処理には高応答特性の素子(74F系)を採用した。
- (2) 高速処理を行なう上で、通紙間隔を短く、かつ安定化させる必要が有る。そこで、各給紙ユニットでの紙間隔の変動を検知補正し、再びレジストローラ一部でタイミングを制御する2段制御方式を採用した。この結果、低い線速(180mm/s)でも、安定した高速処理(40枚/分)が可能となった。

3-3 変動特性の低減

従来のレーザープリンタでは、長期にわたる使用において、光源の劣化、光学系の汚れ等による光量低下が発生していた。これを解決し、感光体到達光量を安定化する手段として、変調後の零次回折光の光量を検知し、この変化によって、感光体到達光量を補正するフィードバック制御方式を開発した。この制御方式では、最大50%の変動まで自動的に補正できる。

機内のトナー飛散防止と、画像濃度の安定化を目的として、新規に薄型で応答性の高いトナー濃度センサを開発し、現像ユニット内のトナー濃度を安定して2.5wt%になるように、制御している。

給紙時の紙先端と画像位置(先端レジスト)のバラツキを低減するため、レジストローラ部の紙搬送ガイド形状の改良により、紙先端位置精度を高め、さらに、補助ローラをレジストローラの手前に設け、レジストローラでの突き当て位置の安定化を行なっている。この方式によって、先端レジストは従来複写機、プリンタの1/4に押さえる事ができた。

3-3 高信頼

高信頼を達成する為の基本的な考え方は、作像部に F/F プロセス、給紙部に FRR 給紙方式、定着部にテフロンローラー、駆動部軸受には極力ボールベアリングを採用するなど、複写機で高い信頼性実績のある方式を組み合

わせ、さらに、従来サービスマンが行っていた保守項目を、オペレータメンテナンス化する事によって、システムのダウンタイム低減をはかった。また、従来変動の多い特性項目については、新たに、制御手段を追加する事で、変動幅の低減を試みた。

(1) オペレータメンテナンス化

現像剤をオペレーターが交換可能とする為、現像ユニット底部に設けた回収スクリュによって、旧剤の回収を行ない、現像剤をトナーと同じ補給形態（カートリッジ化）とし、補給方式にシャッタ開閉方式を採用する事で新規現像剤がトナー補給口から補給できる構成とした。また、これらをキー操作により、自動的にこなせるようプログラムされている。

定着ブレード、加圧ローラーパッド、クリーニングブレードなどの消耗パーツは、全てワンタッチで交換できる構成となっている。さらに、オペレータによるユニット交換も考慮して、定着ユニットとクリーニングユニットはユニット自体と容易に本体から脱着できるような、支持、案内機構を採用している。

オペレーターにメンテナンス時期を知らせる手段としては、感光体の実回転累積時間を保守カウンタにより、色分け及び、数字表示し、交換時期になると、表示パネルに警告表示を行なう。従って、オペレーターに警告時以外も常時メンテナンスの必要状態を知らせる事ができる。また、オペレータメンテナンスによる交換パーツは一つのキットにまとめて、供給される。

3-4 コンポーネント化

コンポーネント化での重要点は、単に周辺ユニットを付加するだけでなく、デザイン、機能配分、用紙搬送信

頼性、安全規格など、ユニット間にわたる整合性を特に考慮し、仕様決め、方式選定、設計、評価を行う必要がある。

- (1) 本システムでは、システムテーブルに全体のタイミング制御を、各ユニット内では細部の状態制御を行なう様、機能配分した。この結果、シンプルな制御回路にて多くのユニット状態、紙サイズ、位置、搬送モード等の、細かい管理が可能となった。
- (2) 3方向、5モードの用紙搬送機能を、プリンタと独立しユニット化する事で、反転ユニットに制御機能を集中して、多彩なペーパーハンドリングが可能となった。
- (3) システム間に搬送径路がまたがる為、搬送速度精度と、送りローラーの距離、送り主導権移動のタイミング等を、従来の搬送装置に比べ細かく管理している。特に、各ユニットの搬送速度は、上流ユニットは高精度に、下流ユニットは変動を吸収する搬送路形状とするなどの改良が、加えられている。

4. 成果

- (1) 図3、4は、本システムで作像した画像サンプルの拡大写真を示す。サンプルを比較してわかるように、斜メ線の凹凸、細かい文字再現の点で、高密度化による画質向上の効果は大きい。
- (2) 40枚/分の高速処理で、かつ高い信頼性が達成された。（従来機の約2倍）
- (3) システムが、コンポーネントで構成でき、ユーザーの多様な要求に応じた組合せが可能となった。

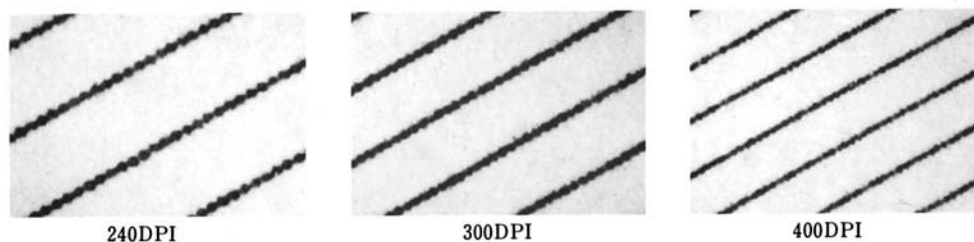


図3 斜メ線画像拡大写真

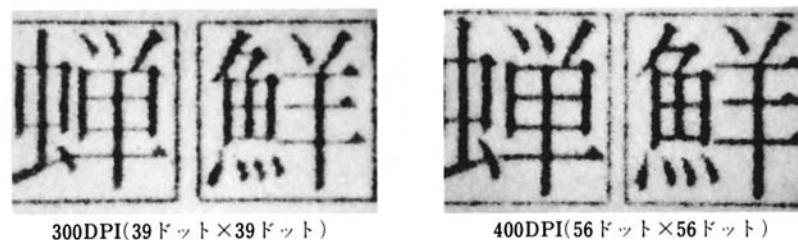


図4 文字画像拡大写真

以上の結果から、簡易印刷のような大量処理分野からCAD、グラフィック処理等の高画質分野まで、幅広いアプリケーションに容易に対応できるレーザプリンタシステムが、実現できた。また、本システムはプリンタ出力端末としてだけでなく、同時に開発した高密度イメージスキャナ(IS400)、オートドキュメントフィーダ(DF35)と、画像編集コントローラ(SC5400)との組合せにより、複写機並みの操作性と画像品質に加え、画像の抜き取り、入れ換え、合成等の多彩な編集が行なえるインテリジェントコピー（リコアシリーズ）としても、製品化されている。

5. 今後の展望

本システムは、高機能とコンポーネント化による市場

対応性の面で、発表以来好評を得ている。今後はさらにオプションユニットの拡張と、アプリケーションの充実をはかり、多様な市場要求に対応してゆきたい。また、将来、高速レーザプリンタ分野は、さらに高画質、高信頼が要求されると同時に、多機能化、画像処理等のインテリジェント化、複合システム化が進む事が予測される。これら将来の市場ニーズを先取りした新技術開発も合わせて行なう必要がある。

最後に、本システムの開発にあたって、社内外を含めた多くの関連部門の方々に、御指導、御協力をいただいたことを深く感謝いたします。

高速ファクシミリ技術

High Speed Facsimile Technology

雨宮 正*

Tadashi Amamiya

1. 背景と目的

電話網利用ファクシミリは、企業を中心としてその使いやすさ、便利さが評価されて急速に需要が拡大している。

設置台数でみると年率30%の勢いで増加しており、61年度末には150万台に達しそうである。

一方 ISDN 網, DDX 網等の通信網のデジタル化の進展に伴い、その特徴を生かして高速、高品質で多彩なサービス機能を実現するファクシミリ通信の要望が急速に高まっている。このような要望にこたええるものとして、CCITT においてグループ4ファクシミリの標準化が進められ、1984年の総会において標準規格が制定され勧告された。これを受けて国内標準方式も郵便省から告示された。

ISDN 網は電話通信を含むデータ通信、ファクシミリ通信、画像通信などの多様化する通信サービスを効率よく提供できる通信網として注目を集めている。ISDN では、端末からの伝送速度64Kb/sが主体となり、電話網利用ファクシミリの9.6Kb/sをはるかに越える高速伝送が可能となる。また、DDX 網でも加入者伝送速度は48Kb/sと高速である。G 4ファクシミリは、これらの通信網を伝送媒体として制定されており、今後のG 4ファクシミリでは、高速伝送ができる各種のファクシミリ技術が重要な課題となる。

また、ファクシミリはこれまでのような単体利用の形態だけでなく、他のメディアとの複合的な利用など多様化が図られている。

本稿では上記の通信回線の高速化及び、装置の多様化に対応する技術について述べる。

2. 技術の特徴

1. 高速システム

ファクシミリ装置は、基本的に画像読取部、記録部、

データ圧縮再生部、通信制御部及びこれらを統括するシステム制御部等から構成されているが、高速・多機能ファクシミリにおいては——通常、高速機は最上位機に位置し、多機能化も併せて要求される——これら各ユニット間を自由に結合し、ユニットで発生する非圧縮・圧縮の画情報を高速に伝送する必要がある。

従来の高速ファクシミリ装置の構成及び画情報伝送のフローを図1に示す。システム制御部は各ユニットを8ビットバスで接続し、コマンド/レスポンス形式で制御する。画情報は一定のライン同期に従い、各ユニット間をシリアルに転送する。

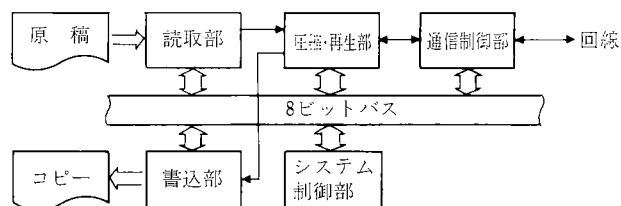


図1 従来システム構成

ユニットが高速化されると、発生するデータの転送速度はあがるが、従来システムのデータ転送がシリアルのため、高速化は転送クロックで制限されてくる。又転送速度の変更はそれに接続される互いのユニットの変更も伴わないシステム全体の見直しが必要となる。

さらに、ユニットを通過するデータの順序が決められているため、受信中の送信データ蓄積（デュアルアクセス機能）のように、通常送・受信フローとは異なるフローをとる機能を実現させるのは難しい。

以上より、ユニットの高速化及びシステムの多機能化に対応するための新システムの開発が必要となった。

新システムは全てのユニットを共通バスラインの上に置き、共通バスを介して制御処理及び画情報伝送を実行させるものである。そのシステム構成図を図2に示す。

システム制御は16bitCPUが実行し、画情報転送時にはCPUに代わり、DMA (Direct Memory Access) コン

* ファクシミリ事業部 設計部
Design Department, Facsimile Division

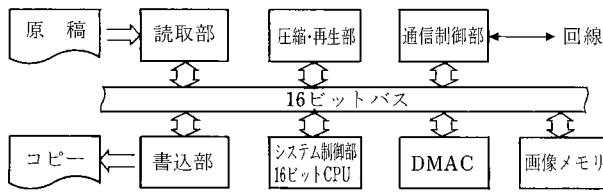


図2 新システム構成

トローラがバスの実行権を取り、メモリと各ユニット間を16bit単位に高速に転送する。又DMAチャンネルはメモリと各ユニット間で独立に用意されているので、バスを分割し、効率よく使用することができる。

上記システムの特徴を次に示す。

- 1) 画情報転送バスがパラレル16bitに拡張されており、ユニットの高速化に対応できる。
又、ユニットのインターフェイスがCPUバスに対するものであるため、他ユニットとは独立にシステムに組み込むことができる。
- 2) データ転送チャンネルが独立に用意されているのでデータの処理順序を自由にコントロールできる。
- 3) 画情報メモリがCPUバス上にあるので、画像に対する加工が容易にできる。
- 4) バス上にユニットを追加することにより、システムの拡張が容易にできる。

以上のシステムを構成し、バスの有するパフォーマンスを最大限利用することにより、高速入出力速度、高速伝送時間、多重処理機能等の特徴あるファクシミリ装置を実現した。

今後、入出力装置の高速・高画質化、回線の高速・多様化及び多重処理、画像編集等、高速・多機能が進むにつれ、1バスのパフォーマンスでは限界となることが容易に予測される。システムパフォーマンスをあげるには、バスの高速化、バス幅の拡張、マルチバス等種々考え得るが、上記特徴を生かしつつ、十分な検討を必要とするであろう。

2. 高速度

ファクシミリの記録方式としては従来よりいくつかの方式が提案され、製品化されてきた。表1は記録方式の分類である。これらのうち現在ファクシミリ記録方式で主に用いられているのは感熱記録方式である。

感熱記録方式には直接発色式と転写式がある。

直接発色式は装置が簡単な事と、ランニングコストが比較的安く抑えられている事で、ファクシミリの記録方式の主流となった。

感熱記録でも転写式は普通紙に記録が可能な事で注目される。図3にその構成を示す。薄いフィルム状のシート面に熱溶融性インクをコートしたものをインクフィル

表1 各種記録方式

静電記録方式	直接記録式
	転写式
電解記録方式	
放電破壊記録方式	
通電感熱記録方式	直接発色式
	転写式
感熱記録方式	直接発色式
	転写式
インクジェット方式	連続噴射式
	オンデマンド式
銀塩記録方式	
電子写真記録方式	レーザ式
	OFT(電子管)式
	LED式
	液晶シャッター式
磁気記録方式	

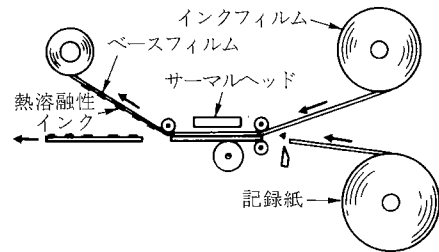


図3 感熱転写記録方式の構成

ムとして用い、プラテンローラーとサーマルヘッドではさみ、フィルム面側から熱を与え記録紙上にインクを転写する方式である。この方式では記録紙の表面性によって画像品質が左右されることとランニングコストが高いという欠点はあるがインクフィルムを変えることにより容易にカラー記録ができる。さて、ファクシミリの記録方式のうち普通紙記録では電子写真方式でレーザー書込みを使った、いわゆるLBP (Laser Beam Priuter) 方式が相次いで製品化されている。

これらの記録方技術で重要な性能評価項目の1つはどれだけの密度でまた速度でハードコピーを出力しうるかということである。

図4には画素密度と印字速度により各方式を比較している。

普通紙記録方式の他の方式として、図5にはLBP方式、図6にはLEDプリンター方式の構成例を示す。

LBP方式に使われているレーザーは、GaAlAs 半導体レーザで出力5~10mW程度のものである。LED方式ではLEDArrayの量産技術において輝度のバラツキをおさえる事が難しい。さて、ファクシミリの記録技術とし

必要露光量は $V_k=80$ (V) 現像開始電圧を前定として決めた。

この時の LD 出力と OPC 線速の関係を $Q=30$ (erg/cm²) で求めたものが図 8 である。

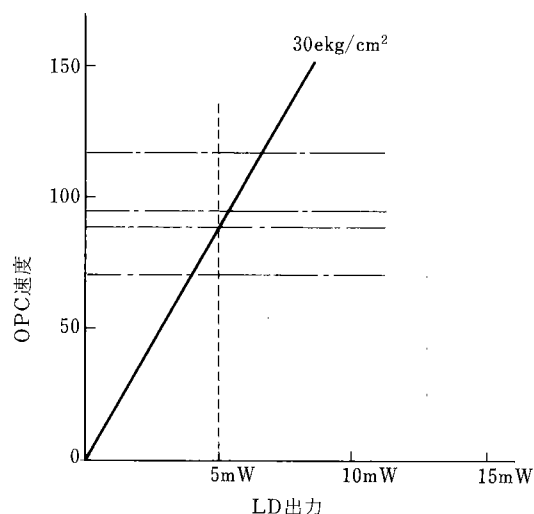


図 8

図 8 より出力 5 mW の LD を用いると OPC の線速は約 85mm/sec となり A 4 版を印刷するおすれば記録速度は 17ppm となる。

ISDN 網などの 64kV/s 以上の高速回線を利用する G 4 ファクシミリでは 20ppm 以上の記録速度が必要になってくる。

ここで LBP の特徴をまとめると次の事が言える。

- 1) レーザーの光エネルギーが大の為単位時間当たりの露光量が多くとれる。従って高速記録に適している。
- 2) 強エネルギー、強指向性、微小ビーム、周波数応答性、コントラスト (消光比) 大、などの特徴があり高解像度記録に対応可能である。
- 3) 焦点深度が深い為光学系の構成、調整の簡易化がはかれ、平面走査記録に向いている。

これらの特徴から G 4 機が主力となる、80 年代後半から 90 年代にかけては LBP を中心とした、高速高密度記録技術がより発展していく事が予想される。

図 9 に LBP 方式を採用した RIFAX5000 シリーズファクシミリの記録ユニット光学模型図を示す。

ここに使用されている LD は GaAlAs 半導体レーザーで出力 5 mW, OPC はリコー製 KP-OPC で 10PPm/B 4 相当の記録速度と 16pel/mm の記録密度を実現している。現像方式は P/p 現像方式であり、 μ ISP 現像により細

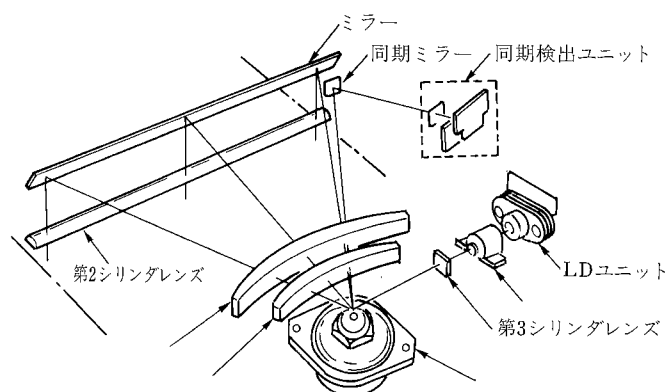


図 9

線の再現性等に秀れ、複写機と同等の画像品質を有する。

4. 画像圧縮

大容量メモリを実装したファクシミリ装置の出現により、画像の圧縮再生装置 (以下 DCR) にも、より高速性が要求されるようになった。たとえば、大容量メモリを持たないスタンダードなファクシミリ装置では、データの流は図 10(a) のようであるが大容量メモリの実装により DCR の入出力対象はメモリとなり同図(b)のようなデータ流れとなった。当然のことながら小型化及び低価格等の条件も加わり、DCR の LSI 化が必要となった。

DCR 内の作業は図 11 のように分解できる。図中(a)~(d)の上段は圧縮時の作業、下段は再生時の作業である。表

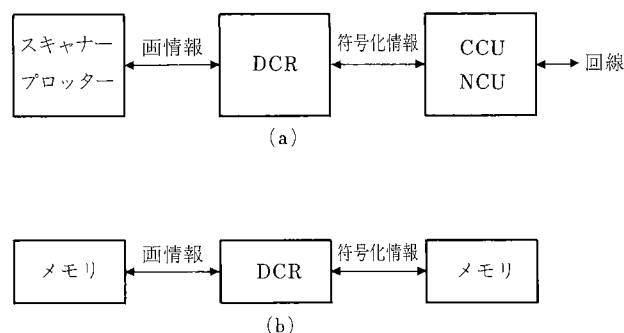


図 10 データの流れ

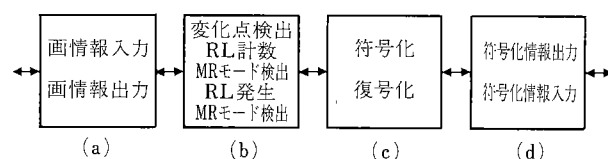


図 11 DCR 内の作業

表2 DCRの構成法

DCR 内作業	構成法		
	1	2	3
a. 画情報入出力 b. 変化点検出 RL 計数と発生 MR モード検出	ソフト	ハード	ハード
c. 符号化・復号化 d. 符号化情報入出力	ソフト	ソフト	ハード

2はDCRの構成法の例である。構成法1はすべて μ CPU（8ビットタイプ）で処理しようとするもので、1次元符号化方式（MH）が処理できる。構成法2はハイブリッド型であり、 μ CPU（8ビットタイプ）とハード（すでにLSIとして実現されている）で構成され、2次元符号化方式（MRなど）まで処理できる。構成法1と2共に図10(a)の場合に用いられる。構成法3はもっとも高速化が期待できる方式であり、LSI化することにより前記条件を満足する事ができる。ADCR（Advanced DCR）は構成法3により設計されたLSIであり、その概要を次に示す。

- 1) ゲート数：約7500ゲート+24KビットROM
- 2) チップサイズ：8.8mm×8.6mm
- 3) パッケージ：88Pin PGA
- 4) プロセス：2.3 μ m CMOS
- 5) 1ラインの最大画素数：16Kbits/Line
- 6) 動作：半二重（圧縮/再生）
- 7) 符号化アルゴリズム：MH, MR, M²R, SMR レベルプレーンコーディング
- 8) インターフェイス：3バスアーキテクチャー
 - ① MBUS：8/16ビットデータバス（コマンド/ステータスと符号化情報入出力）
 - ② PBUS：8/16ビットデータバス（画情報入出力）
 - ③ RBUS：8ビットアドレス・データバス（参照ライン用画情報入出力）

また、LSI内部のシーケンサーの概要を次に示す。

- 1) アドレス：10ビット
- 2) プログラムROMビット幅：21ビット
- 3) スタック：2レベル
- 4) バイプラインレジスタ：2段

ADCRとシステムとの接続例を図12に示す。同図(a)はMBUSとPBUSを共に1つシステムバスへ接続した方式で、ファクシミリ装置のような比較的小さなシステム向きである。同図(b)はもっとも高速化が期待できる接続法であり、ワークステーション向きである。ADCRには参照ラインの画情報をPBUSから入力するモードもあり、その場合はRBUSに接続されているSRAMは不要となる。

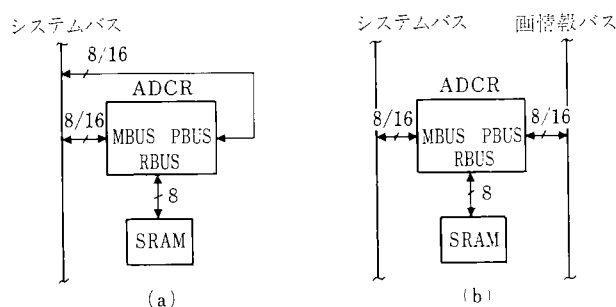


図12 システムとの接続法

動作クロックは水晶発振子では7MHz、また外部クロック入力の場合は、クロック波形のH幅とL幅をそれぞれMIN値に設定する事より10MHzが実現できる。

図13はADCRの処理能力を表わしたもので、CCITTのテストチャート#1～#8でのMR方式による符号化時間である。各チャートのオリジナルデータ数は1728×2376bits/pageである。また、システムとADCRのハンドシェイク時間として各ライン毎に50 μ secを加算した。

このようにADCRはファクシミリ装置以外にも、小システムから大システムまで幅広い応用が期待される。

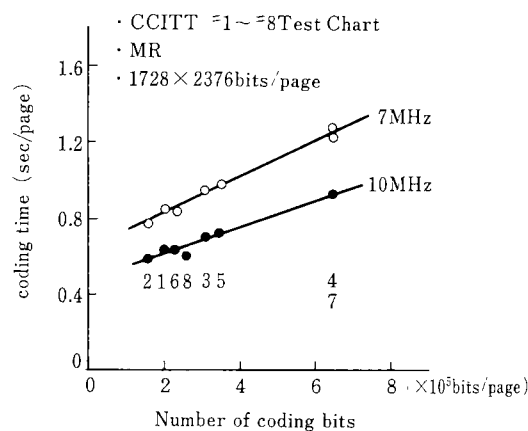


図13 符号化処理時間

5. 伝送手順の高速化

情報化社会の発展に伴い、ドキュメント通信のニーズはますます高速化、高品質化、多様化され、従来の電話網用G3ファクシミリの性能だけでは利用者のニーズを十分に満足させるには至らなくなり、高速、高品質を目標としたデジタル網用G4ファクシミリの要求が高まりつつある。

5-1 G4ファクシミリの特徴

G4ファクシミリの特徴はまず伝送の高速化とデータの高品質化があげられる。表3にG3ファクシミリとG4フ

表3 G3ファクシミリとG4ファクシミリの比較

	G3ファクシミリ	G4ファクシミリ
(1)適用網	電話網	パケット交換網 回線交換網
(2)可能な伝送形式	半二重通信	全二重通信
(3)伝送速度	制御信号：300bps 画信号：2.4～9.6Kbps	2.4～64Kbps
(4)伝送誤り制御	制御信号：再送訂正 画信号：誤り訂正機能なし	再送訂正
(5)フレーム構成	制御信号：フレーム構成 画信号：フレーム構成せず	HDLCフレーム構成
(6)圧縮方式	(1)1次元(MH)コード (2)1次元と2次元の組合せ	2次元(MMR)コード
(7)1ラインの最小伝送時間	データ圧縮度に依る 最小値 0mS, 5mS 10mS, 20mS, 40mS	データ圧縮度に依る
(8)ライン同期信号	EOL 信号	必要なし
(9)解像度	8×3.85 ℓ/mm 8×7.7 ℓ/mm	200dpi×200dpi 240dpi×240dpi 300dpi×300dpi 400dpi×400dpi

ファクシミリの比較について示す。

5-2 G4ファクシミリの通信制御

図14にG4ファクシミリRIFAX D5000の通信制御部の構成を示す。通信制御部は次のような特徴を備えている。

- 1) パケット交換網、回線交換網の対応
- 2) 最高通信速度64Kbps
- 3) 各種物理的インターフェ이스の対応

特に伝送手順の高速化のために次のような方法を採用している。

- ① 通信制御部と主制御部の分離
- ② 通信制御部に16ビットCPUの採用
- ③ 通信用リアルタイムマルチタスクOSの採用
- ④ 通信用LSIによるデータリンク層の実行

図15にレイヤ構成とRIFAX D5000の機能分担について示す。G4ファクシミリの通信プロトコルの構成は、論理的にはISO（国際標準化機構）のOSI（開放型システム間相互接続）モデルをベースに7レイヤからなる階層構造となっている。各レイヤの機能はそれぞれ独立しており、そのため各レイヤを制御するプログラムは独立したタスク構造になっている。今回独自の通信用リアルタイムマルチタスクOSの開発を行い、このOSの制御の下で各レイヤのタスクを実行している。各レイヤのタスクは隣接するレイヤのタスクとの間でメッセージ交換を行い、メッ

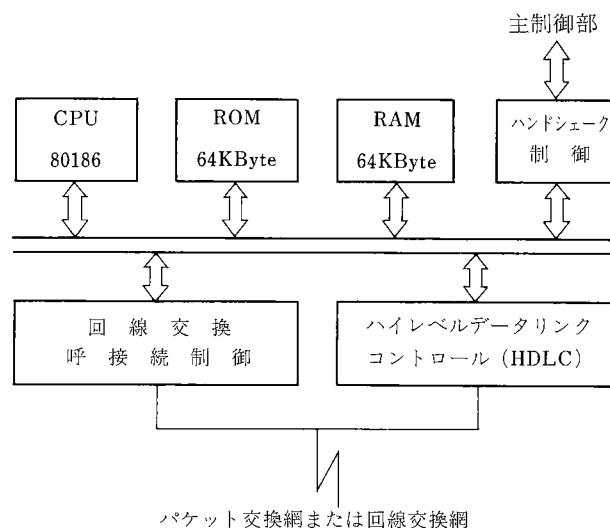


図14 RIFAX D5000の通信制御部の構成

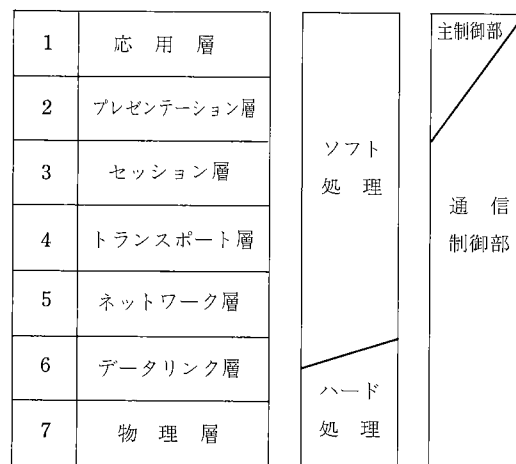


図15 レイヤ構成とRIFAX D5000の機能分担

セージに応じて決められた処理を行い送受信の機能を実現している。

また、高速化のため機能の分担を行っている。応用層の一部や符号圧縮再生などのプレゼンテーション機能の一部は主制御部で実行し、データリンク層では次の部分を専用ハードウェアによる処理を行っている。

- ① 回線交換用呼接続制御
- ② HDLCのフレーム化とCCITT勧告X. 25のLAPB制御

3. 今後の展望

通信回線の高速化と市場ニーズの多様化により、ファ

クシミリ端末の高速技術および多様化対応技術が必要となっているが、本稿ではこの観点からファクシミリのシステムアーキテクチャ、記録方式、符号圧縮技術および伝送手順の高速化について述べた。この他にも読取技術、端末機械技術などの高速化検討があるが紙面の都合で割

愛した。

今後、通信端末の国際勧告は前述したISOのOSI参照モデルに従うことが主流になっており、RIFAX D5000の通信制御部の技術はテレテックスやパソコン通信などに広く応用できることが期待できる。

コード/画像情報を統合処理した生保証券発行システム

Insurance Bill Issuing System Integrating Text and Image Editing

江崎 喬*

Takashi Ezaki

1. 背景と目的

生命保険会社の発行する生命保険証券には、次の内容が印刷されている。

- (1) 保険契約の内容……コード情報
(保険金、期間、特約条項等)
- (2) 申込書の自署欄の写し……イメージ情報
(住所、氏名、印鑑等)

保険証券には上記の如くコード情報とイメージ情報が混在するため、従来は図1の方法で印刷を行っていた。

しかしながら、従来のシステムには次の欠点がある。

- (1) ホスト系(コード情報処理)とマイクロコピア系(イメージ情報処理)の2システムに分離され紙のハンドリングが発生し、スループットが上がらない。
- (2) 大型マイクロコピアの為にスペースが必要である。
- (3) 証券のレイアウト変更等の自由度が無い。
- (4) 契約の内容と自署欄の照合が、目視による人手で行なわれている。

今回の開発は、上記欠点を解消したシステムの提供を目的としてなされ、次の特徴を有している。

- (1) 2システムの統合による小型・小スペース化
- (2) 高性能 I/O による高速処理の実現
- (3) OCR による契約内容と自署部との自動照合
- (4) 変更柔軟な対応が可能なシステムの提供
- (5) 印字のきれいな証券の発行

2. システム概要

図2に証券発行システム概要、表1にシステム仕様を示す。

3. 技術の特徴

3-1 マイクロフィルムスキャナー

申込書の自署欄イメージの入力用に、マイクロフィルムスキャナーを新規に開発した。16mmのマイクロフ

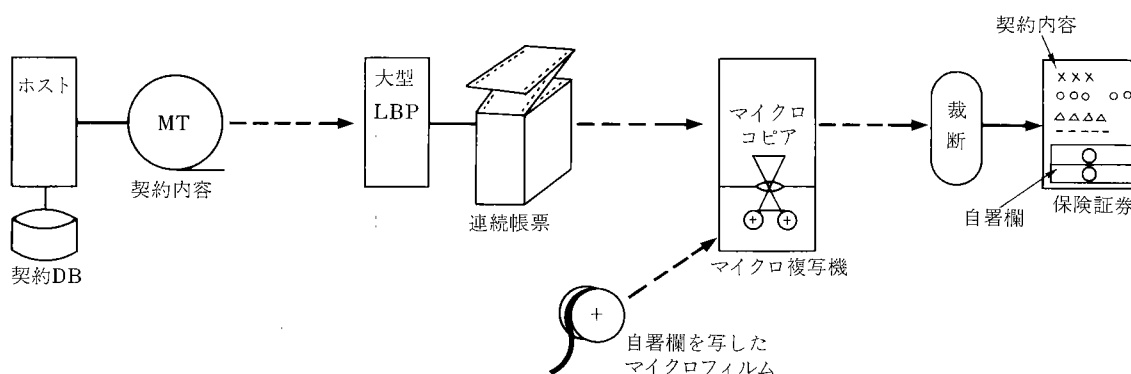


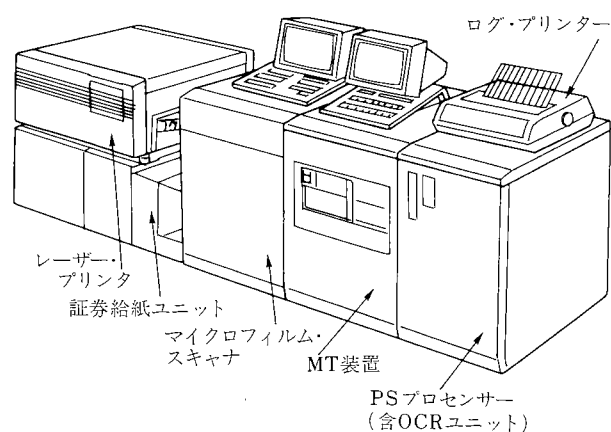
図1 従来の証券発行フロー

* システム開発事業部 第1開発部

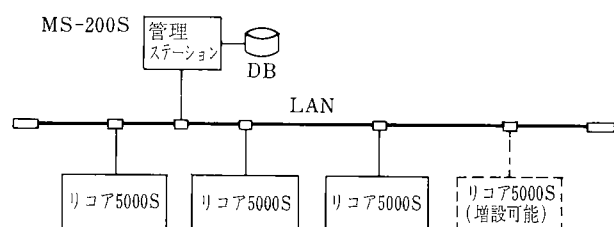
1st Development Department, System Development Division

表1 システム仕様

項 目	内 容	備 考
システム構成	リコア5000S×3台 管理ステーション×1台	リコア5000Sは増設可能
システム機能	<p>1) リコア5000S</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MT から契約内容を読取る。(コード) ・ マイクロスキャナーから自署欄情報を読取る。(イメージ) ・ OCR により MT・マイクロの一致を照合する。 ・ 上記両データを合成する。 ・ プレ印刷された証券用紙に印刷する。 <p>2) 管理ステーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フォーマット情報を管理する。 ・ 発行履歴を管理する。 ・ システムを監視する。。 	
システム性能	<p>1) 証券発行枚数</p> 18,000枚/日以上 (リコア 3台) <p>2) 証券発行速度</p> 3秒/枚 (B 4 証券) <p>3) OCR 認識率</p> 99.99%以上 <p>4) 印字精度</p> ±0.4mm 以内 (副走査方向) <p>5) 画質</p> アナログ複写機同時以上 (特に印影部)	
機器構成	<p>1) マイクロフィルムスキャナー</p> 解像度=300dpi 16mm ロール用 読取速度=3秒/sec 画質補正ハードウェア内蔵 <p>2) レーザービームプリンター</p> 解像度=300dpi 印字速度=40cpm/A4 (連続) 大量給紙トレイ付 <p>3) コントローラー</p> 16bit CPU 高速 Bit Map コントローラー OCR ハードウェア HDD/FDD/MT <p>4) LAN</p> 下位2層=Ethernet 上位 層=リコプロトコル	



リコア5000S外観



システム構成図

図2 証券発行システム

ルムを、300dpiの解像度で約3秒/コマの速度でシステムに入力可能である。

3-2 画質補正

自署欄イメージのうち特に印鑑部分は、後の照合の為に特にクリアな画質が要求される。従来のアナログ複写機の画質に劣らない再現性を確保するために、コンポリューション法を用いた画像処理回路をスキャナー部に内蔵させた。

3-3 数字OCR

磁気テープに格納された契約内容と、マイクロフィルムから読込まれた自署欄イメージとを自動照合するために、マイクロ読取り画像の数字部分を抽出しOCR処理を行ない、磁気テープのヘッダー部と比較照合を行なう。

3-4 高品質レーザービームプリンター

B4大の証券用紙を、300dpiの解像度で毎分26枚の速度で印字できるレーザービームプリンターを新規に開発した。証券用紙には、保険金額等の大切な情報が印字されるので、黒点や地肌汚れのない高品位の印刷が要求される。又、フォームが多色プレ印刷されたカット用紙を用いるため、高精度の印字位置制御を行なっている。

3-5 高速処理

処理速度として、1台当たり約3秒/証券を実現するために、画像補正部・OCR処理部・ビットマップ展開部は専用のハードウェアを新規に開発した。

3-6 LANを用いたシステム構成

システム共通情報の集中管理と、将来の処理量の増大にも柔軟に対応できる拡張性を確保するため、LANを用いたシステム構成を採用した。

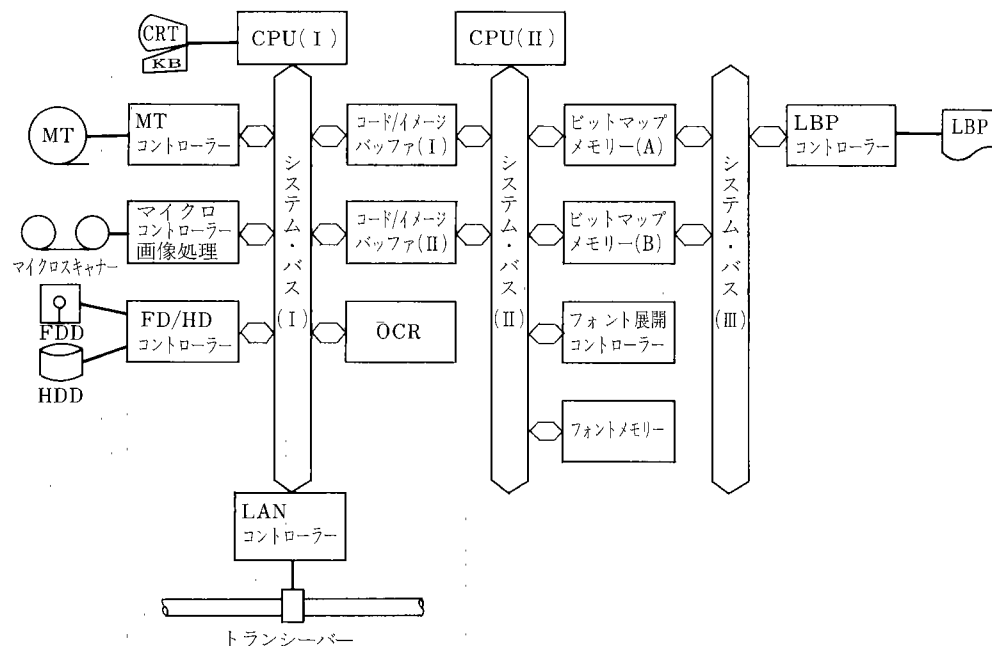


図3 リコア5000S機能ブロックダイアグラム

LAN のプロトコルには、Ethernet を使用している。

証券発行処理ソフトウェアは、証券の2重発行や誤発行が発生しない様に、オペレーションから内部処理迄何重にもガードされた構成となっている。

リコア 5000S の機能ブロックダイアグラムを図3に示す。

4. 成果と今後の展開

本システムは、86年1月よりユーザー先で本稼動を開

始し、毎日最大で18000枚の証券発行を行なっている。旧システムに比較して、デジタル画像の特徴が生きたキレが良くノイズの無い画像が好評である。

今回のシステム開発を通じて、高速・高品質の印刷技術が確立できた。この基幹技術を活用し、高性能のI/O装置を組合せる事により、イメージ処理に特徴を持ったシステムを今後も提供してゆきたい。

多結合分散アーキテクチャによるLAN

Local Area Network Using Multi-conjunction Architecture

矢野隆志* 中島 一* 星 和徳*

Takashi Yano Hajime Nakajima Kazunori Hoshi

1. 背景と目的

OA システムのネットワークにおいては、従来のコード化された情報だけでなくイメージ（静止画）情報、音声情報、ビデオ情報を包含したマルチ・メディア・システムへの指向が存在する。また、医療画像情報システムのネットワーク、たとえばカンサス大学を中心に進められている PACS (Picture Archiving & Communication System for Medical Application) においては一画面のサイズが数 Mbyte に達する事が予想され、これを伝送するネットワークにとっては大きな問題であろう。また、コンピューター・グラフィックスのネットワークにおいても、3 次元システムではそのファイルのサイズも数 Mbyte を下る事はなく、やはり同じ問題を有している。

これらを一般化して述べると、大きなサイズのファイルと人間とのコミュニケーションを潤滑に行うための問題であり、その課題は絶対的に高いスループットとリアルタイム性である。

従来のネットワーク、特にローカル・エリア・ネットワークは単一の伝送メディアを多くの装置により共有しようとする思想がその基本となっている。単一の伝送メディアを共有するがぎり、そのメディアが大容量であっても個々の装置に割り当てられる伝送容量は小さなものにならざるを得ない。

本方式は、複数本の伝送メディアを複数の通信のために効率良く利用する事により、絶対的に高いスループットとリアルタイム性の課題を解決しようとするものである。

2. 技術の特徴

2-1 ネットワーク・トポロジー

1) トポロジーの自由度

本方式のネットワーク・トポロジーは本質的に不定形で、線形、リング型、スター型、そして従来のネットワ

ークにおいて構築が困難である格子型、およびそれらの複合型とする事ができ、ビルディングの形状や共有リソースの配置に最適なトポロジーとする事ができる。

本方式の典型的な格子型のトポロジーの例を図1に示す。

ノードは本方式の主要なエレメントでポート間の接続制御を行う。ターミナルはネットワークに接続される全ての装置の総称である。

2) 多結合構造

本方式は、一つのノードは複数のノードと相互接続され、一つのノードから他の一つのノードへのパスが複数存在する多結合構造のトポロジーである。

図1に示す様な典型的な格子型や、より複雑な格子型においてはこのパスが多く存在し、高いスループットとフォールト・トレランシーが得られる。

本方式のノードは他の複数のノードと相互接続されているが、個々のノードは独立して制御が行われ、通信を共有するノードどうしが緩やかな関係を持って制御が行なわれる多結合分散アーキテクチャである。

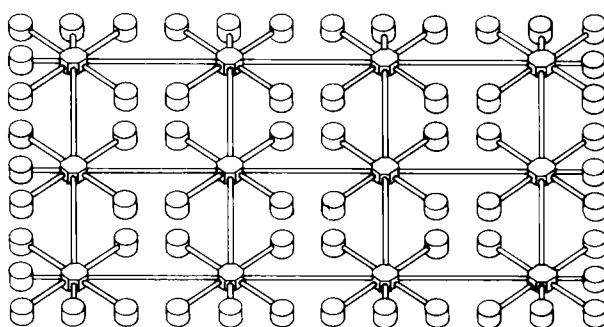


図1 格子型トポロジー

3) 総合スループット

ネットワーク・トポロジーは本方式のスループットに大きな影響を与える。スループットにはスループット／チャンネル（一つの通信についてのスループット）と総合スループット（ネットワーク全体のスループット）があ

* 中央研究所 410研究室

410 Laboratory, Research & Development Center

り、本方式はこれを自由に設定できる。

ネットワーク・トポロジは同時に可能な通信の数として総合スループットに影響を及ぼし、また冗長性によりフォールト・トレランシーに影響を及ぼす。

4) 拡張性

ローカル・エリア・ネットワークにおける実用上の大きな問題の一つは拡張性にある。ターミナル数が増えて容量が足りなくなると、より大容量の高信頼性のネットワークに取り替える必要があるが、本方式においてはターミナル数が増えるとノードとリンクが増え、同時に可能な通信の数が増えると共に、フォールト・トレランシーが高くなる。またノードはそのポートに接続されているのがノードかターミナルかを区別しないので拡張の自由度は高い。

もう一つの拡張性の特徴はネットワーク・リソース(サーバー等)の配置に応じてスループットを分布させる事ができる事である。これにより、ネットワークの一部に負荷が集中する事を防げる事が可能になる。これは、ノードの分布、リンクの分布(ノード間のリンクの本数)を変える事により達成される。

2-2 アルゴリズム

本方式のアルゴリズムはルーティング・アルゴリズムと、パス固定アルゴリズム、およびセキュリティを主体とする機能を付加する機能アルゴリズムからなり、これらのアルゴリズムは全てアドレス等の概念を用いずに、信号の有無を検知する事のみにより実行される。図2に本方式のアルゴリズムの基本となるルーティング・アルゴリズムとパス固定アルゴリズムについて示す。

また、本方式は通信の形態が任意であり、パケットに限定されない事の特徴とするのであるが、本章においては特にパケットの概念で述べる。

1) ルーティング・アルゴリズム

ルーティング・アルゴリズムはメッセージを受信ターミナルに正しく伝達するためのアルゴリズムである。

(i) 多入力出力論理

複数の入力ポートに入力された複数のメッセージ・パケットの内、唯一のものを選択して出力する。その同一のメッセージ・パケットが他の全ての出力ポートから出力される。これによりメッセージ・パケットは故障ノードや故障リンクを迂回してネットワーク中に重複する事なくブロードキャストされ、自律的フォールト・トレランシーが提供される。

(ii) 先着順論理

複数の入力ポートに入力された複数のメッセージ・パケットの内、唯一のものを選択するアルゴリズムとして先着順論理が用いられる。これにより最短パスを通ったメッセージ・パケットのみが受信ターミナルに到達する。

(iii) パケットの衝突

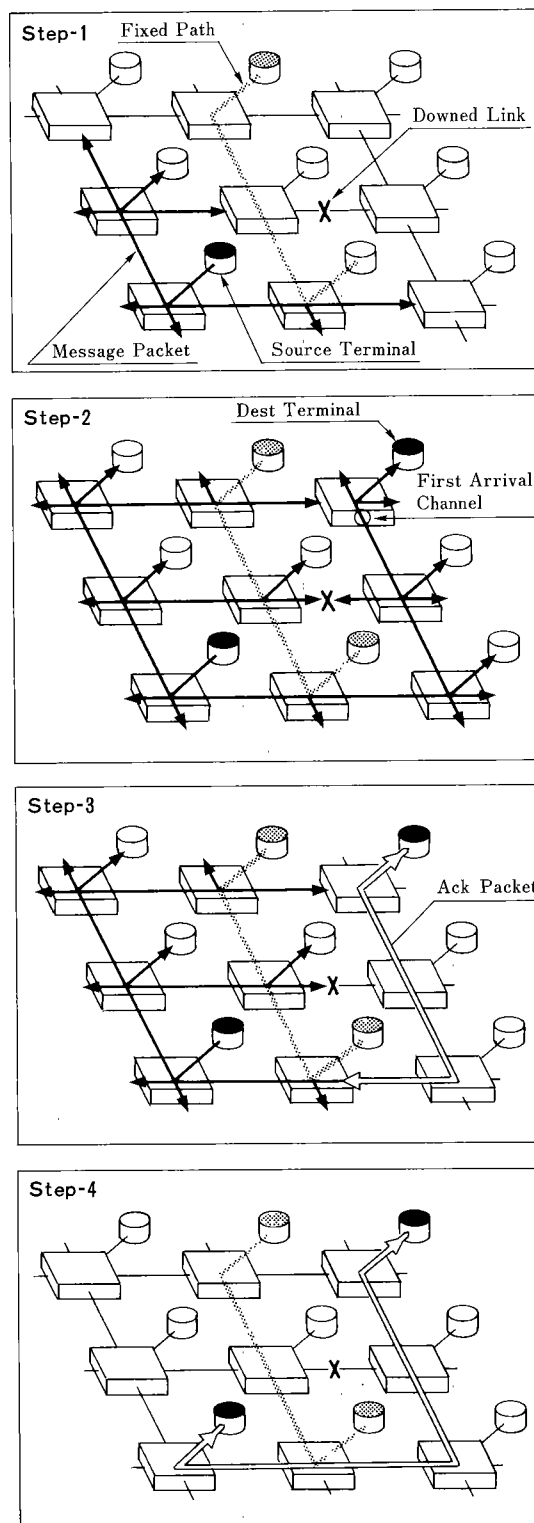


図2 多結合分散アーキテクチャの基本アルゴリズム

メッセージ・パケットの衝突は一連のメッセージ・パケットの内最初のそれではしか起こり得ない。また、衝突の影響は、従来のバス型のネットワークとは違ったものとなる。衝突が起きるとネットワークは分断され、送信

ターミナルと受信ターミナルが分断された同じ側にあればその通信は成立する。もちろん衝突によってメッセージ・パケットが壊される事はない。

2) パス固定アルゴリズム

メッセージ・パケットと ACK パケットの検出により送信ターミナルと受信ターミナルの間の特定のリンクについてパスの固定を行い、他のリンクを他の通信のために解放するためのアルゴリズムである。

(i) ACK パケットの判定

ACK パケットと、他の経路を通して来た同一のメッセージ・パケット、衝突を起した他のメッセージ・パケットを区別するのにリンク時定数を用いる。先着メッセージ・パケットの検出からリンク時定数以内に入力信号がなく、以後に入力信号があった場合、それを ACK パケットと判定する。

リンク時定数：最大隣接ノード間距離の二倍の伝搬遅延時間（ノードによる遅延時間を含む）。

(ii) パスの固定

個々のノードがメッセージ・パケットの入力ポートと ACK パケットの入力ポートを検出してそれらのポートを相互接続するにより、ネットワークは送信ターミナルと受信ターミナルの間の特定のリンクについてパスの固定が行われる。

(iii) 通信終了の判定

パス固定を行った対の入力チャネルの入力信号がなくなった事を検出すればよい。検出時間は半二重通信も考慮してネットワーク時定数とする。

従って、ターミナルは通信が中断したままパスの固定を維持したい場合にはダミーの信号を出力すればよい。

ネットワーク時定数：最大実効ネットワーク長の二倍の伝搬遅延時間（ターミナルによる遅延時間を含む）。

(iv) パス固定不成立の判定

一つのノードについて考える時、パス固定が不成立になる条件は二つある。

第一はそのノードを通らない経路でパス固定が行われた場合で、メッセージ・パケットは中断する。

第二は受信ターミナルが受信できない状態にあり、送信ターミナルが送信を中断した場合で、やはりメッセージ・パケットは中断する。

従って、先着メッセージ・パケットの入力信号がなくなった事と ACK パケットの入力信号がない事を検出すればよい。検出時間は“(iii)通信終了の判定”と同様に、通常、半二重通信も考慮してネットワーク時定数とする。

2-3 プロトコル

1) プロトコルの自由度

プロトコルも本方式のスループットに大きな影響を与える。その第一はスループット/チャネル(1:1通信の環境の利用効率)への影響であり、第二は総合スループットへの影響で最初のメッセージ・パケットがブロードキャストされる時間（この間はネットワーク全体が占有される）への影響である。

本方式に用いるプロトコルは二つまたは三つの時定数で緩やかに規定されるだけであり、アルゴリズムを持ったケーブルにすぎず、既成のプロトコルを改造して用いる事ができる。既成のプロトコルとしては、特に CSMA 系とは整合性（本方式で他のネットワーク・プロトコルを使用する時の適性）がよく、1:1通信の環境（ネットワーク上に送信ターミナルと受信ターミナルのみが存在する様な環境）を創出してくれる。

また、本方式は既成のネットワーク・プロトコルと整合するだけでなく、半二重/全二重、データ・レート、コーディング等の異なるプロトコルを用いる事ができ、しかも同時に複数の異なるプロトコルを実行する事ができる。

2) CSMA 系のプロトコル

CSMA 系プロトコルもわずかな改造により整合し、さらに改造する事によってスループットを高くする事ができる。

第一の改造は本方式と整合させるためのものであり、ACK パケットのサポートと、特に CSMA/CD 系プロトコルについては衝突検出機能の改造または除去を行なう。（本方式においては衝突検出はノードで行う）

第二の改造はスループット/チャネルを高める事である。バス型のネットワークにおいてはメディアを共有するためにパケット長は限定され、パケット間隔を大きくされており、また同じ理由で中位および上位プロトコルの実行速度が下位プロトコルのそれより遅くなっている。この遅くなっている部分は主に複数のロジカル・リンクをサポートする部分である。最大パケット長を大きくする事、複数のロジカル・リンクをサポートする部分等を省略しパケット間隔を小さくする事によりスループット/チャネルを高くできる。

第三の改造はパスの固定に要する時間を短くする事により総合スループットを高める事である。メッセージ・パケットのデスト・アドレスを読み出して、それが自己ターミナル当てである事を検知すると直ちにレディ・パケット（たった一つのパルスでよい）を出力する。ノードはレディ・パケットを ACK パケットと同様に扱い、直ちにパスの固定を行なう。

第二～三の改造は下位プロトコルに限定されるのでコンパティビリティは保存されたままでスループットを高

くする事が出来る。

3) Omninet

OmninetはCorvus社の開発した1 Mbpsの中程度の速度で動作し、OSIの下位4層をサポートする低価格ネットワークで、例えばリコーのTS-5, ID-100等で使用されている。

バス固定を行うのに必要なACKパケットがイミディエートACKとしてサポートされている事と衝突検出機能がないために本方式との整合性は優れている。

4) Omni turbo

Omninetはバス方式なのでメディアを占有しない様にパケットとパケットの間隔を大きくしている。これは本方式には不要なのでNIUのバッファとシステムのRAM間の転送の高速化によりパケット間隔を小さくし、スループット/チャンネルを図3に示す様に高めたプロトコルを開発しOmni turboと仮称した。

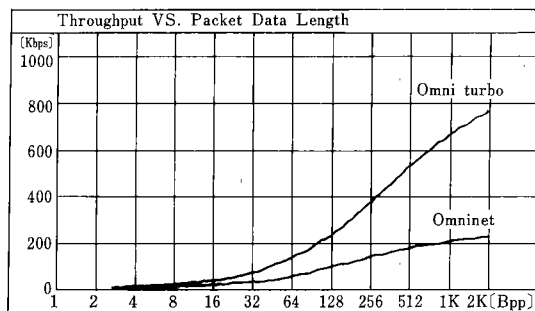


図3 プロトコルの高速化

2-4 まとめ

多結合分散アーキテクチャによる新しい方式のローカル・エリア・ネットワークについて紹介し、その基本原理について述べた。本方式は下記のような特徴を有している。

- 1) 大容量の情報を高速で通信でき、しかも複数の通信を同時に行う事ができる。
- 2) ネットワークの一部が通信不可能な場合でも、その箇所を回避し他の経路を通して通信が行われる。
- 3) 同じノードを増設していく事によってネットワー

ク容量を拡張していく事ができる。

- 4) 本方式に最適なプロトコルを開発できるうえに既存のプロトコルを用いる事もでき、異なるプロトコルを持つ複数の通信システムを同一ネットワーク上に構築する事ができる。
- 5) 従って、大容量のファイル転送を頻繁に高いレスポンスで行う必要のある医療画像システム、コンピュータ・グラフィックス・システムまたサーババイバリティが要求される原子力発電所、化学プラント、等の制御、監視システムに適している。

3. 成果

- 1) 本方式は開発段階であり、アルゴリズムの実証、ノードの試作が終了している。
- 2) 電子通信学会 交換研究会で本方式の概念について発表を行った。[関連発表資料 (1)]

4. 今後の展望

リコーのOAシステムはイメージ情報処理と分散処理を特徴とし、従来のローカル・エリア・ネットワークでは果せない様なイメージ情報の高速伝送を必要としており、本方式は最適である。

5. 関連発表資料

- 1) 矢野隆志, 山田邦博: “多結合トポロジーによるローカル・エリア・ネットワーク COMLAT の提案”, 電子通信学会 交換研究会 SE86-69 ('86. 9. 19)

UNIXワークステーション

UNIX Workstation

山田啓二*

大柴信久*

石岡享也*

Keiji Yamada

Nobuhisa Oshiba

Takanori Ishioka

1. 背景と目的

最近のオフィス用コンピュータの動向は大容量ファイル、高速処理能力をもつ分散システムの中核となるオフィスプロセッサとパーソナルもしくはセクション用の多機能なマンマシンインタフェイスをもつワークステーションの2極分化の傾向にある。

また、マイクロプロセッサも16bitから32bit時代へ移行し高性能化が進んでいるとともに、32bitCPUの標準OSとしてAT & T社のUNIXが採用されつつある。

通産省主導のシグマプロジェクトにおいてもワークステーションとしてUNIXが採用されており、各社から対応製品が発表されている。

こういった背景において、当社では従来のオフコン分野も含むオフィス用多機能ワークステーションとして、MX500を開発した。

2. MX500の機能と特徴

表1に示すようにMX500はAT & T UNIX SYS-

TEM Vをもとに4.2BSDの機能を1部追加し、さらにリコー独自の機能を拡張している。

おもな特徴は次のものである。

(1) 日本語処理機能。

日本語入出機能をライブラリ方式でサポートしておりコード系はパソコンで広く採用されているシフトJISを採用。

かな漢字変換入力文節変換と即時自動変換の2種を搭載した。

(2) マルチウインドウ機能。

UNIXのマルチ機能を生かすためマルチウインドウをサポートしており、アプリケーションはウインドウを意識することなく同時平行処理が可能である。

(3) 事務処理機能。

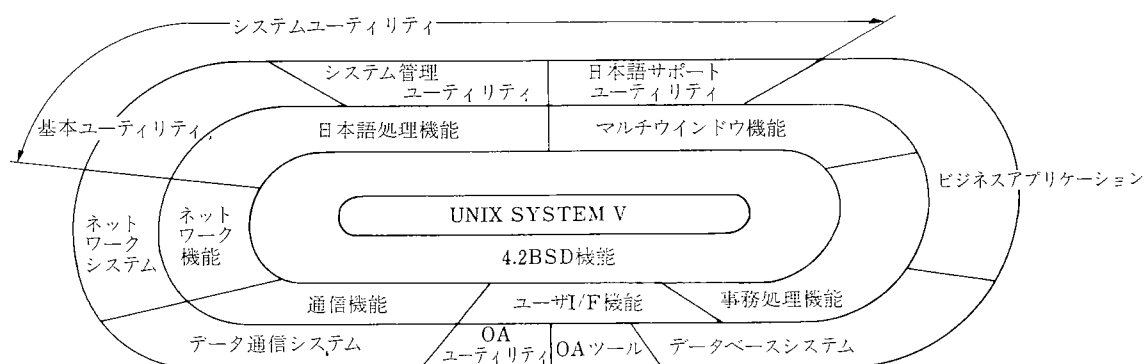
標準言語L/II-COB及び簡易言語RAPIDを搭載し従来のオフコン機能の継承をはかっている。

また、従来のソフト資産を継承するため各種コンバータをサポートした。

(4) ユーザインタフェイス機能。

UNIXの使いづらい面をカバーするため、マルチ

表1 <UNIX環境>



注) UNIXシステムはAT&Tベル研究所が開発し、AT&Tが販売しているオペレーティングシステムです。

* 電子技術事業部設計部

Design Department, Electronics Technology Division

ウインドウを生かしたメニューシステムのサポート、システムの始業、終業操作の簡易化、コマンド操作の簡易化をはかっている。

(5) ネットワーク機能。

ホストと同等の機能をもつ専用ターミナルを STAR LAN に準拠した方式で接続し、パフォーマンスの向上をはかっている。

また、パソコン等の汎用ターミナルも接続でき最大 20 ターミナルまでのネットワークが構成できる。

(6) OA ユーティリティ機能。

融合ソフト MYTOOL、日本語ワードプロセッサおよび電子メール等の UNIX 機能を生かした OA ツールを搭載することにより非定型業務の充実をはかっている。

(7) コンポーネント思想。

各装置が独立したコンポーネントになっており、ユーザニーズに対応し最適なシステムが構築可能としている。また、ゲートアレイの採用による小型化を実現した。

(8) 豊富な IO 群。

キーボード 4 種、プリンタ 10 数種等多様な入出力装置をサポートして幅広い要求に答えられるようにした。

3. ハードウェア構成

MX500 シリーズのハードウェア構成を図 1 に示す。ハードウェアの特徴としては、コンポーネント化、拡張性を考慮している点にある。

以下にハードウェアの主な部分について説明する。

(1) CPU、メモリ部。

CPU にはモトローラ製で 256Byte のキャッシュメモリを内蔵した 32bit の MC68020 を採用。MMU (メモリマネジメントユニット) には、68451 を採用し、16MB のアドレス空間を実現している。メモリ素子としては、256KBit の DRAM を使用し標準で 1 MB、最大 7 MB まで拡張できる。

(2) DMA 制御部。

DMA コントローラには、4 チャンネルの制御が行える 68450 を最大 2 個まで実装可能としている。DMA チャンネルを有効に使用するためチャンネルの割当てを固定せず、ソフト的に変更可能なダイナミックアロケーション方式を採用し、柔軟性を増すよう設計した。

(3) Disk 制御部。

Disk の制御用には WD2010 を採用し、エラー検出方式として ECC 制御によるバースト 11bit までのエラーは自動訂正を可能としている。

ローカルバッファとして 16KB のメモリを内蔵することにより Disk からの読出しデータ、及び、Disk への書込みデータは Disk の回転待ち時間等のオーバ

ーヘッドを少なくし、DMA 転送で高速にデータの受け渡しを可能とした。

この制御部には 5 1/4" の Disk が最大 4 台まで接続でき、異種容量の Disk を混在して使用することができる。

又、そのうちの 1 台は新しくリコーで内作化した、着脱可能なリムーバブルカートリッジ Disk (10MB) を採用しており、データファイル及びバックアップ用として、使用することが可能である。

(4) CRT 制御部。

CRT 制御は、文字表示の高速化とグラフィック表示高速化のため、2 種の制御方式を混在させた。文字表示には、HD6845、グラフィック表示には、ACRTC-HD63484 を使用し、それぞれの制御部は、独立に動作し表示時に合成して表示される。

文字表示、及び、グラフィックへのアクセス方式はタイムシェア方式を採用し、画面がちらつくことなく高速に書き換えできる様にしている。

(5) プリンタ制御部。

シリアルドットプリンタ、シヤトルプリンタ等多種のプリンタを接続し、さらに書式オーバーレイ等の機能を実現させるために、CPU (80188) を内蔵しファームウェアをダウンロードしている。これにより、ホスト CPU の負荷をかけることなく様々な機能を実現している。

4. ソフトウェア構成

図 2 にソフトウェア体系図を示す。MX500 のソフトウェアは UNIX の基本機能をベースにマルチウインドウ、メニュープロセッサによるユーザインタフェイスの向上、MYTOOL、日本語ワードプロセッサによる OA ユーティリティ強化、およびネットワークシステムにおける専用ターミナル接続によるマルチユーザシステムの強化がポイントである。

(1) マルチウインドウ。

ウインドウはオーバラッピング方式で、8 ウインドウ (システム用 3、ユーザ用 5) までサポートしている。本ウインドウシステムは仮想端末方式として実現しており、各ウインドウ毎に別々のプロセスを独立して走らせることが可能である。

そのため、図 3 に示す様にウインドウ制御は各プロセスから全て独立したターミナルとして処理するドライバ部と、各ウインドウ毎の論理画面と物理画面とを管理するウインドウサーバ部から構成される。

ウインドウサーバ部では、ウインドウの再表示等を自動的にこなすためアプリケーションは、ウイン

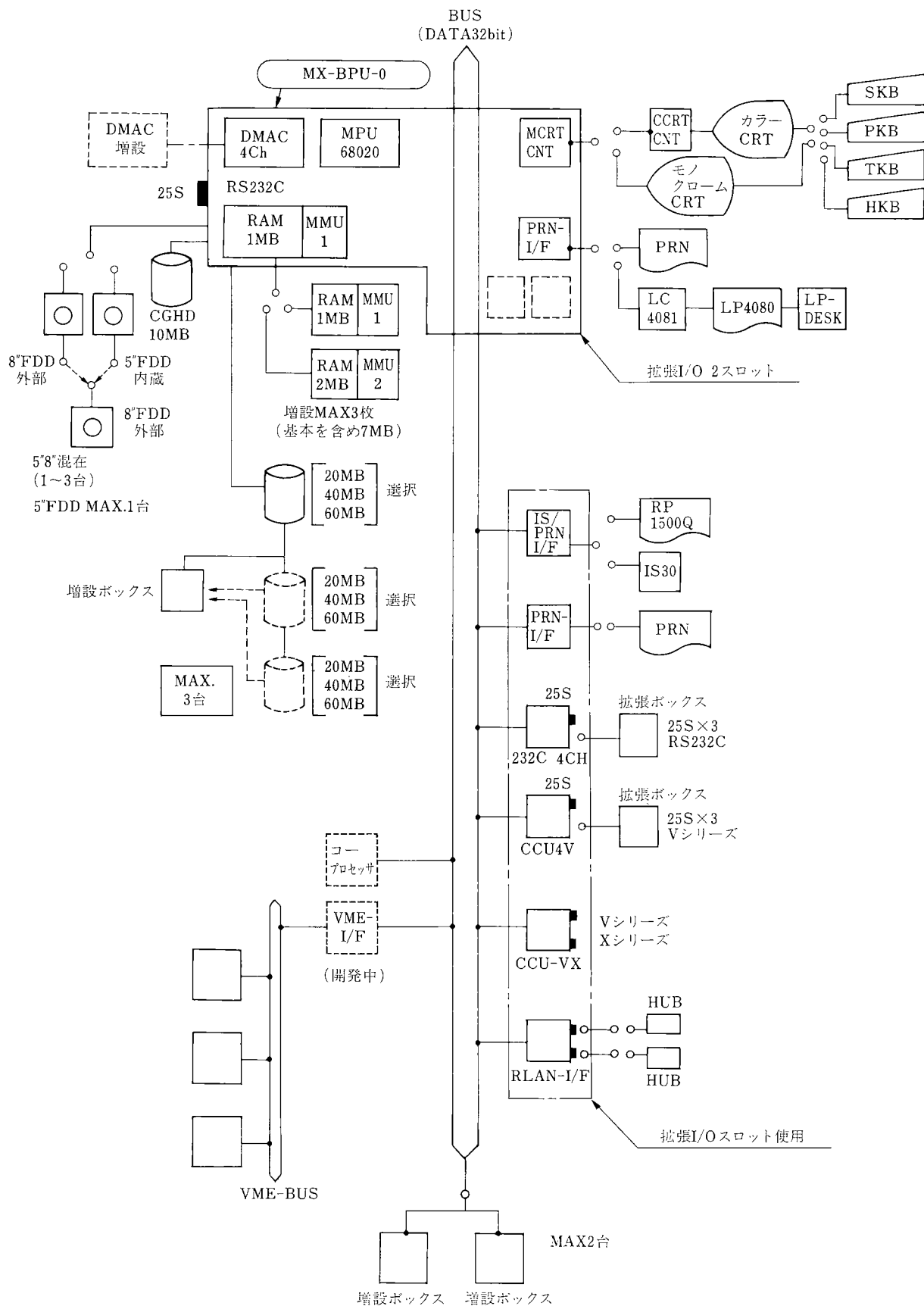


図1 ハードウェア構成

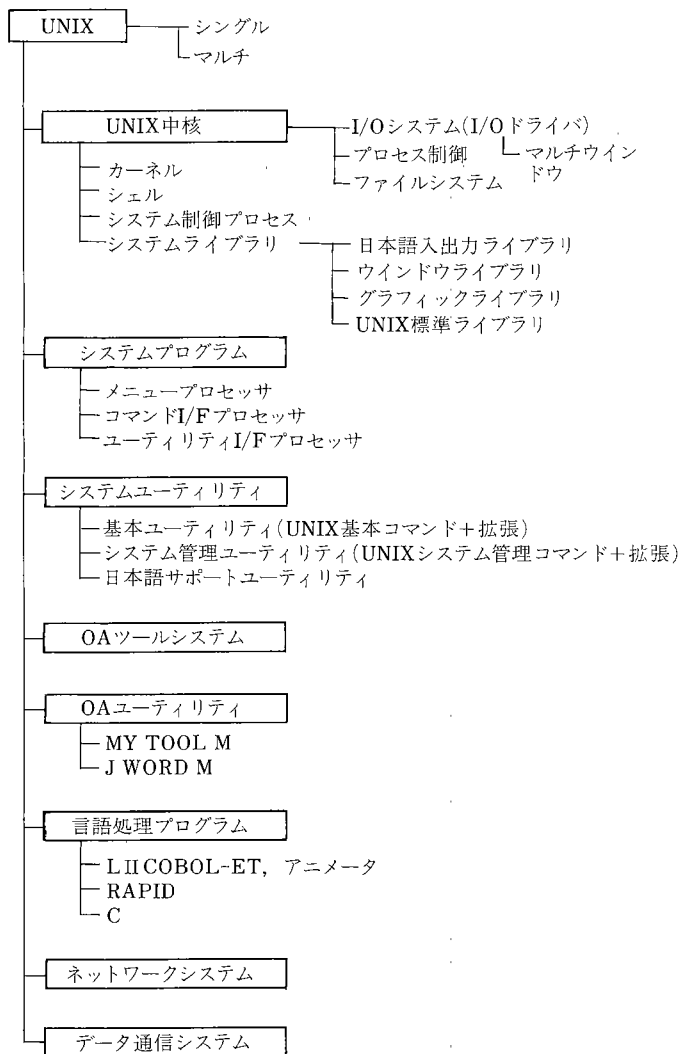


図2 ソフトウェア体系

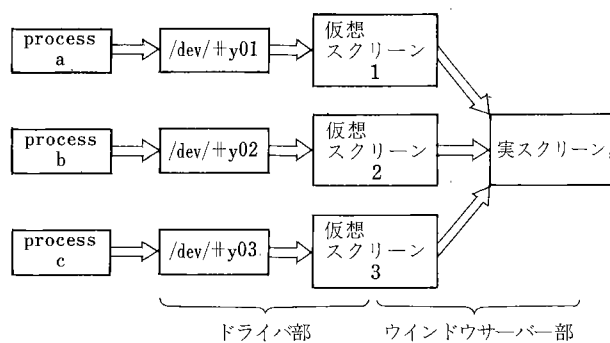


図3 ウィンドウ制御

ドシステムを全く意識する必要がなくウィンドウ環境下で動作することができる。又、本システムではビジネス用としてWP用拡大画面、MYTOOL用表示機能、画面属性機能、フォルダー無し全画面ウィンドウ等多くの機能も有している。図4にウイン

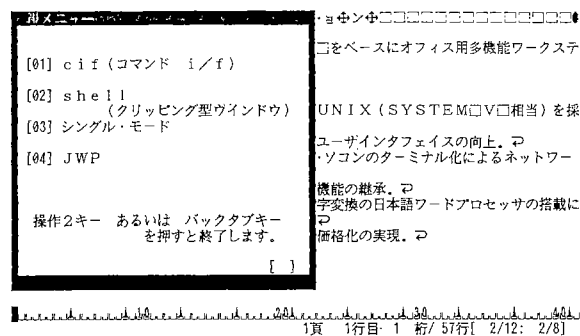


図4 ウィンドウ表示例

ドウの例を示す。

(2) メニューシテム。

MX500 では従来のオフコンで開発した使いよいメニューを基本にウィンドウ、カラーサポートを強化した。マルチウィンドウの特徴を生かすためメニューは親、子、孫の3種類の異なる機能により構成され、1つの画面上に複数表示することができる。

子メニュー以後はプロセス間でウィンドウを引き継いでゆくことによりウィンドウの有効利用をはかっている。図5にメニューの階層構造を示す。

メニュー表示

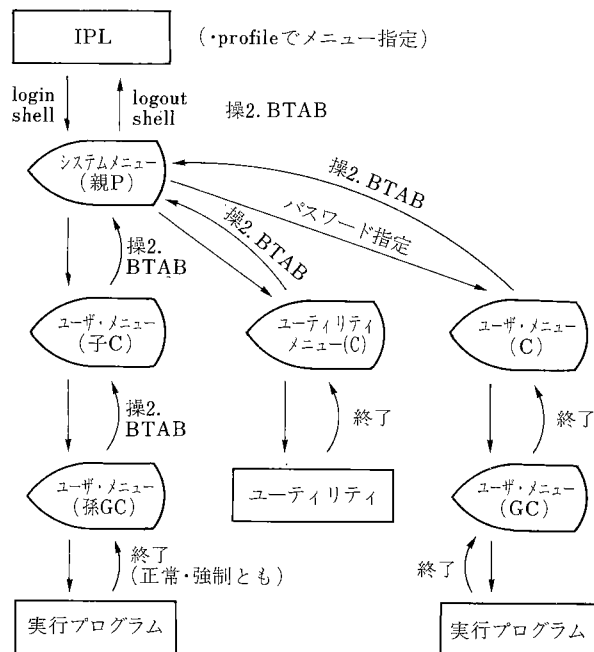


図5 メニュー階層構造

(3) OA ユーティリティ。

MYTOO-M

当社パソコン(SPシリーズ)に搭載の融合ソフト MYTOOL を移植し、さらに LIICOBOL で作成される一般処理ファイルとのデータリンクを実現している。これにより定型業務で作成されたデータの編集、加工、グラフ化が MYTOOL で処理でき、オフコンとパソコン機能の同時動作が可能となる。

日本語ワードプロセッサ(JWORD-M)

カナ漢字変換は、文節変換と即時自動変換の2種をサポートすることにより入力方式を強化した。また、多種のプリンタをサポートすることにより高機能なワードプロセッサを実現した。

(4) ネットワークシステム。

図6にネットワークシステム関連図を示す。MX500ではUNIXで一般的に行われているRS232C接続によるダムターミナル以外にAT & T STARLAN 準拠のLAN接続による専用ターミナル(MX-SWS)を備えている。この専用ターミナルはメインコンソールでサポートされているマルチウインドウ、グラフィック機能さらに漢字プリンタを接続して帳票印字、ハードコピーを行える印字機能を有しておりダムターミナルではサポートできなかった本格的なビジネス環境を実現している。

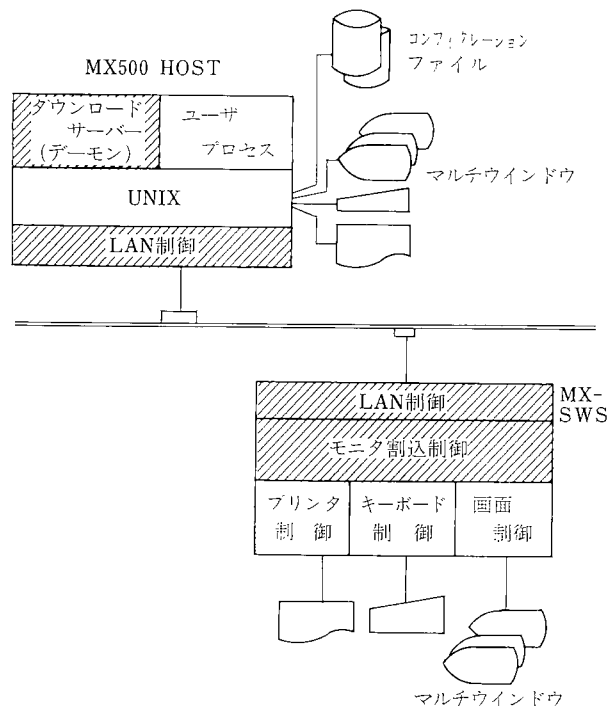


図7 専用ターミナルブロック図

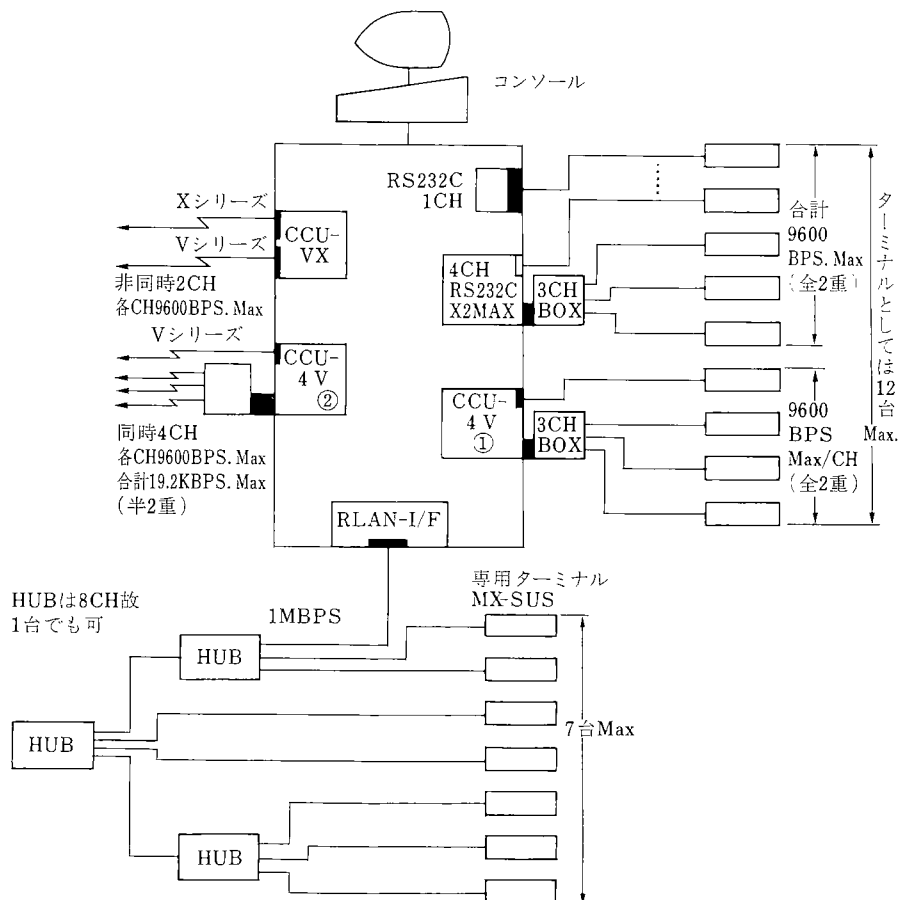


図6 ネットワーク関連図

図7に専用ターミナルのブロック図を示す。専用ターミナルに電源がはいるとターミナルのファームウェアよりダウンロード要求がホストに出される。ホスト上のダウンロードサーバはこの要求を受け取ると、あらかじめ設定されているコンフィギュレーションファイルにしたがってターミナル側に各制御プログラムをダウンロードする。ダウンロード完了後ホストとターミナル間にバーチャルサーキットが張られ、以後このサーキットを介してデータのやりとりが行なわれる。

専用ターミナル側のソフトウェアはホストのメインコンソール、プリンタと同等の機能そしてそれに近い性能が要求されるためオーバーヘッドの小さい割込み方式を採用した。また、ウインドウ制御およびプリンタ制御をターミナル側におくことでホストCPUの負荷を軽くしている。

さらに、RS232Cのダムターミナルとしてパソコン等を12台まで接続可能であり、専用ターミナルとあ

わせるとメインコンソールを含めて20台のターミナルを接続できる。またその他のCCITTのXシリーズ、Vシリーズのインタフェイスも用意しておりメインフレームとの通信も可能である。

5. 今後の展望

これまで述べたように、UNIXワークステーションとして色々な特徴を取り入れ、機能、性能を考慮して開発してきたが、さらにcpuの高速化、標準バスへの対応、通信機能、OA機能の強化、UNIXのバージョンアップ等、改善すべき点、課題も多い。

今後、シグマワークステーション等の市場動向も見つめながら一層努力してゆくつもりである。最後に、MX500シリーズの開発にあたり社内外の多くの方々に多大の御協力、御指導をいただいたことを深く感謝いたします。

拡張リレーショナル型データ・モデル

Extended Relational Data Model

國井秀子*

Hideko Kunii

1. 背景と目的

文明の発達と共に人間の扱う情報の量は急速に増加した。多様な情報を正確かつ高速に処理することが、科学技術のみならず社会のあらゆる分野で要求されている。今世紀後半から始まったコンピュータの目覚ましい進歩は、人間の力のみでは追い付かなくなってきた膨大な情報処理に革命的な道具をもたらした。大量のデータに対して高度な検索を行なうことができるデータベース管理システム (DBMS) はそのひとつである。

DBMS のデータ処理機能は二つに分類される。第一は、データの蓄積・検索・更新・加工という基本的なデータ操作に関する機能である。第二は、これらの操作が安全に実行できるように制御したり、障害を回復したりする管理機能である。第二の機能はパソコンのような小規模のシステムではサポートされないことも多い。種々の DBMS 間の本質的な相違は、第一の機能のフレームワークになっているデータ・モデルの違いから生ずる。

リコーの自主技術で開発されたデータベース管理システム G-BASE は、他の DBMS では扱いが困難であった複雑な構造を持つデータに対して、その表現と検索を簡易にすることを狙っている。その達成の基礎になっているのが有向グラフを土台にしたグラフ・データ・モデルである。この技術紹介では、リレーショナル・モデルの概念と限界およびその拡張としてのグラフ・データ・モデルについて述べる。

2. データ・モデルの発達

ファイル・システムと DBMS との区別をひとことで表すならば、DBMS にはデータ表現のモデル「データ・モデル」が存在することである。二次記憶上のデータ蓄積のための実際の物理構造に対し、データ・モデルはユーザにとっての見掛け上の論理構造を意味する。初期の DBMS では、この分離が概念的に不明確で、二つの構造

が同居し相互に干渉しあっていた。

E. F. Codd は、この問題を明確にし、論理構造の物理構造からの完全な独立「データ独立」を主張した。データ独立が満足されないとプログラミングが煩雑になる。データが物理的にどのような構造で蓄積されているかということもユーザは知る必要がある。そして、検索の複雑さが増すと、それを実行する手続は加速度的に難しくなる。さらに、データの構造上の変更は必ずデータとプログラム両者の変更を伴い、保守の効率が悪い。例えば、IMS や CODASYL-DBTG 提案がこの問題を抱えている。

それを解決するものとして、Codd は有名なリレーショナル・モデルを提唱した。このモデルでは、階層やネットワークなどのデータ構造がすべて分解され、その構造に関するデータも他のデータと同様に「リレーション」で記述される。リレーションは、タプル tuple の集合である。このタプルは通常レコードと呼ばれるデータの集まりに対応するが、ただし、リレーショナル・モデルに於けるレコードは、その中に階層などの構造が無い単純なデータのリストである。幾つかの関連するリレーションが集まってひとつのデータベースを構成する。総じて、リレーショナル・モデルで表したデータベースは、幾つかの表の集まりと言える。

図 1 は、リレーショナル・モデルで記述したプロジェクト管理システムのデータベースである。まず、3 個のリレーション「プロジェクト」、「組織」および「社員」が定義され、その間の関係を表すリレーションが 6 個定義されている。たとえば、「プロジェクト履歴」は、初期の研究から開発・販売に至るまで、それぞれのフェーズのプロジェクトの間の流れを表す。

この余り構造のないデータ構造の上に、4 個の演算 (projection, join, division, restriction) と通常の集合演算 3 個 (union, intersection, difference) が加わり、モデルを形成する。より非手続性を高めるため、この上に述語を使ったデータ言語も定義されている。

数学的定義を基礎にしたリレーショナル・モデルは、操作性と保守性を飛躍的に向上させた。また、データベースに関する理論的研究も進んだ。しかし、データもデータ間の関係もリレーションで表現され、区別が無くな

* ソフトウェア研究所
Software Research Center

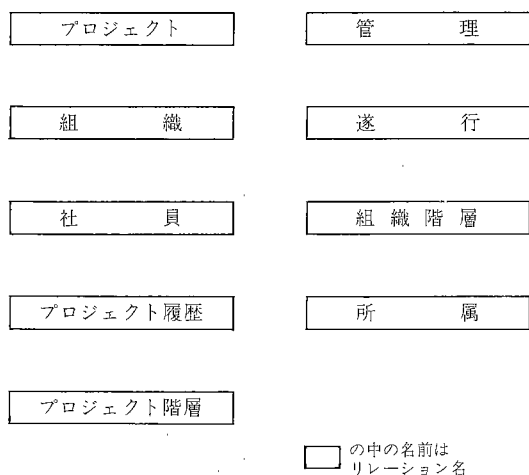


図1 リレーショナル・モデルで表した
プロジェクト管理データベース

ったため、リレーシヨンの数が多くなるとリレーシヨンの間の関係が理解しにくくなる欠点がある。

一方、データの意味の記述に重点を置いたアプローチが有る。そのひとつがセマンティック・ネットワークで、人工知能に於ける自然言語理解の研究成果を取り入れている。P. P. Chen のエンティティ・リレーシヨシップ・モデルもリレーシヨナル・モデルの上にセマンティックス（意味）の付加したものと考えることができる。これらの共通点は有向グラフを意味表現の道具として用い、グラフの点や弧にセマンティックスを対応付けているところである。これらの研究はデータの意味理解の次元に留まり、データ操作に関する探索が不十分で実用システムは開発されていない。

3. グラフ・データ・モデル

DBMS に対する最近の要求は高度になっている。まず、込み入った多様なデータを統一的かつ簡易に扱えなければならない。そして、高速処理が可能で、応答性が良くなければならない。これらの要求を満足させるため、有向グラフをデータ構造のフレームワークにし、その上にデータ操作を数学的に定義したのが、グラフ・データ・モデルである。

このモデルでは、図2の様に、グラフの点を「レコード型」、弧を「リンク型」に対応付ける。データベースをこのようなグラフで表したものを「スキーマ・グラフ」と呼ぶ。図3はグラフ・データ・モデルの構造に関する定義を示す。「レコード」は、DBMS に於けるデータの蓄積の最小単位である。レコード型は、同じ意味を持つレコードの集合を定義する。レコード型の形式はフィール

ドのリストで表される。次に、「リンク」は、レコード間の二項関係を表す。リンク型は、リンクの集合であり、その形式を始端と終端のレコード型のペアで記述する。前述のプロジェクト管理データベースをグラフ・データ・モデルで表したのが図4である。

レコード検索を速くするために、フィールドにインデックスを付けることができる。また、複数のレコードにまたがった検索の性能向上のためにリンク型を高速アクセス・パス構築の指定に利用する。リンク型には二つのタイプがある。ひとつは、レコードへのポインタのペアで表したリンクの集りを実際に作成する「実リンク型」である。もうひとつは、レコード型のフィールドに付けられたインデックスを利用する「仮想リンク型」である。データの操作上はこの二つに区別は無いが、性能上の差がある。

グラフ・データ・モデルに於けるリンク型は、CODASYL-DBTG 型ネットワークの「SET」とは異なり、その定義にいろいろな制限がない。自分自身につながる「リカー

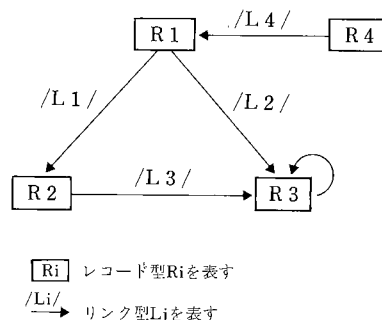


図2 グラフ・データ・モデルで表した
スキーマ・グラフの例

フィールド	A_1, A_2, \dots, A_n
レコード型	$R_i = (A_1, A_2, \dots, A_n)$
リンク型	$L_j = (R_i, R_i')$
	始端レコード型 R_i
	終端レコード型 R_i'

図3 グラフ・データ・モデルのデータ構造の定義

シブ・リンク型」や同一ペアのレコード型間に並行して定義される「パラレル・リンク型」など豊富な記述力を持つ。図4では、3個のリカーシブ・リンク型「プロジェクト階層」、「プロジェクト履歴」および「組織階層」がある。また、「プロジェクト階層」と「プロジェクト履歴」はパラレル・リンク型である。

グラフ・データ・モデルでは、レコード型とリンク型

の二つの構造に関する概念が存在するが、特別なセマンティックスは扱わない。セマンティックスは、応用の次元で上記の二つの概念で表現するという考え方である。何故ならば、セマンティックスは非常に応用に依存し、そこまで扱うとデータ・モデルとしての汎用性に問題が出るからである。

検索は、スキーマ・グラフをたどる形態で表現される。図4のデータベースで、ある組織、例えば「データベース研究所」が管理するすべてのプロジェクトを捜すこととしよう。組織の名前を表わすフィールド名を「名前」とすると、これは下記の式で表わせる。

組織 [名前 = “データベース研究所”]. . /管理/
. . プロジェクト

このような式は、スキーマ・グラフ上でつながっているレコード型とリンク型を交互にたどっていくので、「パス式」と呼ぶ。パス式は、直観的かつ非手続型の表現であり、複雑な検索も容易に記述できる。

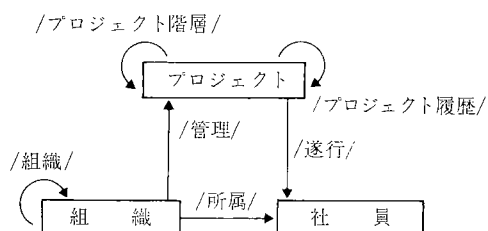


図4 グラフ・データ・モデルで表した
プロジェクト管理データベース

4. リレーショナル・モデルとグラフ・データ・モデルとの比較

リレーショナル・モデルは、データ・モデルの構造上の要素がリレーションのみであり、リレーションがレコード型を表しているか、レコード型間の関係を表しているのかは、データベースの定義からは全く分からない。

それぞれのリレーションの意味はユーザが知るのみで、DBMS はすべてを一律に扱う。この点がリレーショナル・モデルの強味でもあるが、複雑に絡み合うデータを記述するには弱点にもなる。リレーションの数が多くなればなる程、データベースが理解し難くなる。

グラフ・データ・モデルでは、レコード型とレコード型間の関係が明瞭であり、スキーマ・グラフでビジュアルに構造を理解できる。(図1と図4参照)

リレーショナル・モデルでは、データベースへのアクセス・パスをユーザが全く指定できないが、そのために性能を犠牲にすることが多い。また Codd らによって提案された「正規化」は、データ操作で一時的に引き起こされるデータ間の矛盾や無意味なデータを減らすためのものであるが、正規化するには、正規表現に達するまでリレーションを分解しなければならない。従って、リレーションが増え、検索の際には幾つものリレーションの結合 (join) が必要となって、性能が落ちる。

グラフ・データ・モデルでは、密接に関連するレコード型間には予めリンク型を定義し、結合速度を速めることが可能である。リンク型は、論理構造レベルで、データベースの性能向上のためのチューニングを行なう道具である。

リンク型を導入したことにより、G-BASE 自体の設計は複雑になったが、DBMS 自体の開発は一度であり、利点の方が大きいと考える。

5. 結論

G-BASE の骨格となっているグラフ・データ・モデルは、有向グラフを基礎にしたデータ構造にリレーショナル・モデルの考え方を展開したものである。これによって、複雑なデータの扱いが直観的となり、かつ、検索速度向上の調整が論理レベルで可能となった。今後の課題としては、データベースの必要なところだけ見せるビュー、このモデルの構造的特徴を生かしたユーザ・インターフェイス、リンクに対する操作の拡張などが残されている。

Small Image Retrieval System

小型画像ファイリングシステム

Wayne Wang* John Levy*

1. Background

The Small Image Retrieval System (SIRS) project at Ricoh Systems, Inc. has as its goal the development of an experimental prototype of a desktop image capture, storage and retrieval system based on personal computer technology and built on Ricoh's strengths in document scanning, data storage and printing devices.

This system-level prototype is intended to provide experience in the following areas:

Integration of software functions at the application, graphics, database, and input/output software levels.

Development of software-based transformations of image data in the personal computer environment.

Integration of image and data into a single "database" at user level.

Definition of functions needed at user level to create and use a simple image-and-data database.

Develop and get feedback on user interface design.

2. Features of the technology

Software is the core of the development work in this first phase. The key areas for new work are the following:

2.1 Image transformation

Three versions of the scanned image are maintained in the system, for convenience of searching and display.

The original scanned image must be transformed to produce the two other versions. Another transformation occurs upon printing of an image.

2.2 Database record management

When locating Documents, the user may specify partial strings (words or word fragments) to be matched against the stored keywords in the database; the database manager

must be able to find the appropriate record using "fuzzy" matching.

2.3 User interface design

We chose to use windows, a mouse and dialog boxes as key features of the user interaction.

2.4 Management of optical disk

The unusual characteristic of an optical disk storage system is "write-once" – requiring development of a new kind of directory information structure on the disk.

2.5 Producing an integrated view of a Document

Since a Document consists of an image and keywords stored in different ways and in different places, the system must hide the differences at the user interface and throughout the conceptual design.

3. System Description

3.1 Hardware components

The system hardware component are:
personal computer (PC/AT clone) with 2.0 MB extended RAM card hard disk (2.0 MB internal Winchester disk drive)
CRT (12 inch monochrome monitor) and EGA clone
document scanner (Ricoh IS-30) with parallel interface
optical disk (Ricoh RO 8070 WL) with SCSI adapter
laser printer (Ricoh LP 4080) with adapter.

3.2 Software components

The system's software components are:
application manager
user interface manager
database manager
image manager
screen, mouse and keyboard interface
scanning and printing interface
Winchester disk file manager
optical disk file manager

3.3 Document definition

A Document consists of two major components:

*Advanced Technology Dept. Ricoh Systems Inc.

**Consultant

DOCUMENT = IMAGE + KEYWORDS

The IMAGE component is stored in the Image File on ODD, and consists of three parts: The Scanned Image (at 300 dpi); the Full Image (320×320 pixels); and the Book Image (160×160 pixels). The Scanned Image and the Full Image are stored on the ODD, requiring approximately 1 MByte; the Book Image is stored as part of the database record on Winchester disk.

KEYWORDS=contents of the Database record (stored on WDD and on ODD) containing the following fields:

Sequence number (assigned by system)

Data Entered (assigned by system)

Time Entered (assigned by system)

Title (user defined up to 32 characters)

Key 1 (user defined up to 12 characters)

Key 2 (user defined up to 12 characters)

Date (user defined, in YYMMDD format)

Book Image (derived from Scanned Image; 3.2 KBytes)

Image-file-pointer (system-defined: pointer to ODD image file)

3.4 Document storage management

The image-file pointer is an integer index into the "Physical Directory" table for each cartridge (on ODD). The table contains a starting sector number and a length, in bytes, of each file written on the ODD cartridge.

The ODD is organized as follows:

The first sector contains volume (cartridge) identification information. From the second sector, increasing upward, single "Information sectors" are written, once for each time the cartridge is removed from the system.

[The Information Sector contains: starting sector and length of Physical Directory; starting sector and length of first Database file; and next available (not written) sector number.]

From the last sector, decreasing downward, files are written in contiguous sectors.

"Files" can be Database files, Image files, or Physical Directory files.

3.5 Application functions

Functions are selected by using the mouse. When a TITLE has been selected, a subsidiary ITEM LIST appears, containing names of commands. When a command ITEM has been selected, the command is executed.

ABOUT

displays information about the version number and

tion date of the SIRS system currently running.

QUIT

causes the SIRS system to exit to PC-DOS. QUIT may be executed only while in the CLOSED state. It is not necessary to QUIT before powering down the PC/AT System.

INFO

causes the system to inspect the cartridge currently in the ODD and to display its name, if it is a SIRS cartridge.

OPEN

tells the system to mount the cartridge currently in the ODD. If the cartridge is successfully mounted, the system reads the latest version of the keyword database from the ODD and places it on Winchester disk for faster access.

CLOSE

tells the system to unmount the cartridge currently in the ODD, and to release it so it can be removed. Before unmounting the cartridge, the system writes a copy of the keyword database to the ODD, if documents have been added or any keywords have changed since the last CLOSE.

FIND

instructs the system to search the database for documents with keywords which match the keywords in the current template. The template is a window on the screen in which the user may type partial or complete numeric, date, and alphanumeric values in the various keyword fields. By leaving all template fields blank, for example, the FIND command will cause the system to retrieve all documents in the cartridge, and display them in BOOK format, four at a time.

ENLARGE

After a document's Book-image has been selected in BOOK format, the ENLARGE command causes the system to read the FULL Image from ODD and display it. This appears to the user as if the Book-Image were being enlarged to full size.

PRINT

causes the current document image to be printed, if a full-size document image is currently on the screen.

SCAN

causes a new image to be acquired by activating the scanner and inputting the digitized Image.

SAVE

causes the system to write a copy of the digitized onto

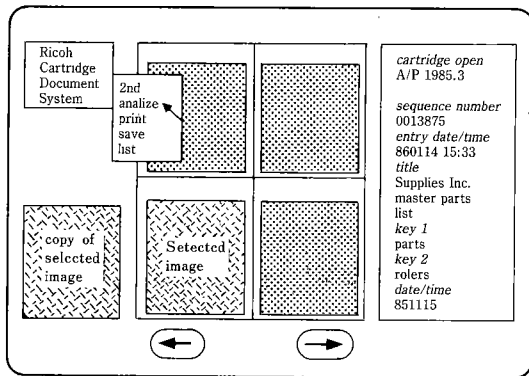
ODD.

LIST

causes the keywords of the selected document to be printed. LIST causes the keywords of all matching documents to be printed, if we are to BOOK state.

3.7 User Interface

Below is a sample screen in Book-Marked state.



SIRS screen—Book-marked state

4. Conclusions

4.1 Image transformation

We were able to achieve scanning of a document and production of the two reduced versions of the image in less than 30 seconds—but only by coding our own routine for this purpose. Using the more general image-scaling routines of a commercially-available software package cost a factor of 6 in scaling time.

4.2 Database record management

Doing the desired “fuzzy matching” is desirable, but may require excessive storage size (for free-form text “keys”) or excessive search time when the number of stored documents exceeds 10000. For normal “exact match” of specific keyword lookup, the existing search method is acceptable.

4.3 User interface design

Using a mouse to select commands from “pop-out”

menus makes it easy to learn and conserves screen space. Dialogs in boxes make step-by-step user training an integral part of the system, without requiring reading of a manual.

4.4 Management of optical disk

This system is one of the first to use an optical disk drive in an application system at this laboratory; we had to decide how to format the optical disk logical sectors for use in a file system. We chose to integrate the image storage and the “backup” version of the database (keywords) on the optical disk, so that the user always has the complete set of information in one place (on the optical disk cartridge.) The database is normally kept on a Winchester disk during use, however.

Be designing the application system top-down, we eliminated one layer of file system. There is no “normal” logical-file management, because the database management system is always present and it can handle the “lookup” of the records related to a Document, including the “file pointer” (a function usually handled by a file management “logical file” level).

4.5 Producing an integrated view of a Document

The differences between the storage structure for images and the structure for keywords is effectively hidden because the user is not aware of where the components are stored. The Winchester disk is used as a temporary “buffer” for the database; and images are fetched from the optical disk by an ENLARGE command, giving the illusion of integrated storage.

5. Future development

Definition of compound documents (documents with multiple; and pages with mixtures of scanned images, graphics and text).

Integration of a general-purpose database.

Addition of import/export database utilities to allow exchange of keyword data with external database systems.

Integration of standardized image storage format, to allow exchange of image with external systems.

レンズシャッターカメラのオートフォーカス

Auto Focusing System for Lens Shutter Camera

北郷 隆*

小山憲次*

Takashi Hongou

Kenji Koyama

1. 背景と目的

カメラに要求される自動化技術の中でもオートフォーカス (AF) 機構の便利さは誰もが認める所である。レンズシャッターカメラに使用されている AF には被写体の像をそのまま利用する受動型 (パッシブ方式) と、カメラから赤外光を投射し被写体の反射光を利用する能動型 (アクティブ方式) の2つの方式がある。

それぞれ代表例を図1と図2に示す。

いずれの方式も三角測量の原理に基づいており、ミラーあるいは投射用 LED の振れ角 θ と基線長 S とから被写体までの距離 L を求める方法である。即ち、振れ角 θ の大きさによって撮影レンズの位置を制御している。

レンズシャッターカメラでは暗い所でも測距性能のよいアクティブ方式を主流としているが、可動部があるため機構が複雑になりやすく、又調整方法も難しいという欠点があった。

以上のような背景から、当社では可動部のないアクティブ方式の AF の開発を進めた。その結果、受光素子に PSD (Position Sensitive Device) を使用しその出力信号を自社開発の IC で処理する、リコー独自の AF 方式を実現した。(図3)

2. PSD 方式の特徴と技術課題

2-1 測距原理

図3において

$$\frac{d}{S} = \frac{f}{L} \quad \dots\dots\dots(1)$$

である。

但し

d : センサー中心から LED スポット光の光重心位置までの距離

S : 基線長

f : 受光レンズの焦点距離

* 光学事業部光学設計部

Photo Products Design Department, Photo Products Division

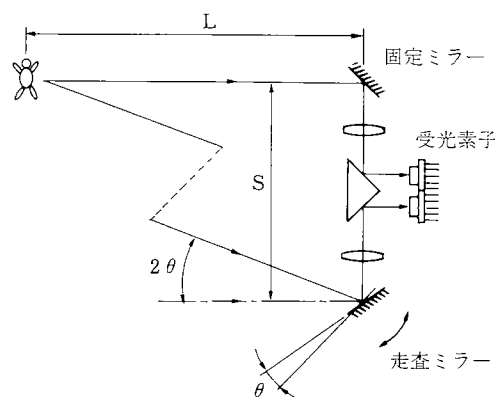


図1 パッシブ方式の一例

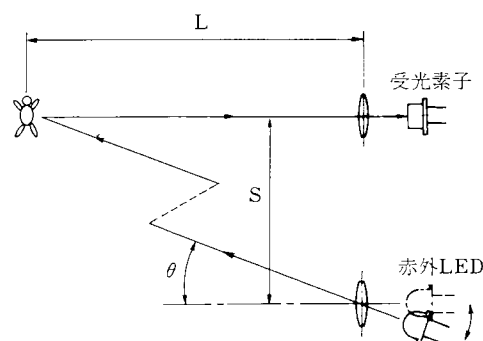


図2 アクティブ方式の一例

L : 被写体距離

一方 LED の反射光によるセンサーからのトータル出力電流を I_0 とすると ($I_0 = I_1 + I_2$)

$$I_1 = (C-d)I_0/2C$$

$$I_2 = (C+d)I_0/2C$$

と表わされる。(トータル出力電流 I_0 は赤外反射光の強度に比例する。)

ここで(1)式を考慮して I_1 , I_2 の比をとると

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{C+d}{C-d} = \frac{CL+fs}{CL-fS}$$

$$= 1 + \frac{2fs/C}{L-fS/C} \quad \dots\dots\dots(2)$$

となり、出力電流の比は被写体距離によって決まり、赤外反射光の強度には無関係であることが分かる。

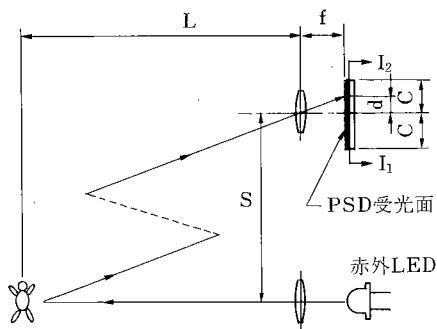


図3 PSD方式光学系

つまり被写体の反射率の違いや、電源変動等による赤外LEDの発光強度変動等の影響は受けずに一定の出力値（測距結果）を得ることができることを示しており、これがPSD方式の一つの特徴となっている。又(2)式から分かるように、 $I_2/I_1 \propto 1/L$ なのでLが小さい程、出力電流の比は大きく、その変化率も大きい。つまり、近距離ほど精度よい測定ができることを示しており、近距離ほど被写界深度が浅くなる撮影レンズの特性に合致している。

2-2 微小信号処理と遠距離測距

本方式において、センサーから出力される電流は、投射された赤外LEDの被写体での反射光によるもの（以下信号光電流という）だけでなく、自然光中の赤外成分によって生じた電流（以下外光電流という）も含まれる。出力電流は

$$\begin{cases} I_{N1} + I_1 \\ I_{N1} + I_2 \end{cases} \quad \begin{array}{l} I_{N1}, I_{N2} : \text{外光電流} \\ I_1, I_2 : \text{信号光電流} \end{array}$$

と表わされ、通常、外光電流が μA オーダーに対して信号光電流は数nA～数十nAである。前述したように距離情報は I_2/I_1 なので、信号処理回路では外光電流と信号光電流を分離することになる。

さて、被写体からの反射光の強度は距離の2乗に反比例するため信号光電流の大きさも遠距離になるほど小さくなり、ここに外光電流 $1\mu\text{A}$ から信号光電流 1nA を分離しなければならないという回路技術上の困難さが生じる。このように微小信号処理の限界がAFの到達距離を限定してしまうことがアクティブ方式AFの共通の課題となっている。

リコー方式では演算精度の向上のために、[1]高出力LEDと明るい受光レンズを使用し、電池電圧の変動の影響を受けにくい投光駆動回路を採用して発光強度を確保し、[2]独自のBi-CMOS技術によって外光電流の記憶と、信号光電流のパルス抜き取りを行うことによって、この課題を達成している。

2-3 信号光電流の抜き取り

図4にPSD出力電流から信号光電流を抜き取る回路を示す。赤外LEDを投射する前はFETがONしており、PSDの出力電流（外光電流 I_{N1} ）は Tr_1 のベース、エミッター間電圧 V_{BE} としてコンデンサCに記憶される

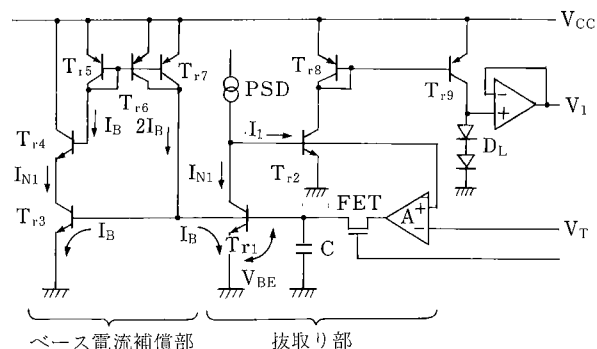


図4 信号光電流抜き取り回路

FETがOFFしてLED光が投射されると出力電流は $I_{N1} + I_1$ となる。一方、 Tr_1 のベース電位はコンデンサCによってFETがOFFする前の状態にホールドされているため Tr_1 には I_{N1} しか流れず、 I_1 は Tr_2 のベース電流となり増幅されダイオード D_L の電圧に変換される。しかし、実際の動きはコンデンサCから Tr_1 のベース電流が供給されると V_{BE} が下がるため、 I_{N1} をすべて Tr_1 のコレクター電流として流せなくなり、余剰分は信号光電流 I_1 に重畳され、 Tr_2 のベース電流となり、抜き取り誤差となる。この問題を解決するため、図4の左半分に示すような $\text{Tr}_3 \sim \text{Tr}_7$ で構成される電流ミラー回路を考案し、 Tr_1 のベース電流 I_B を補うことによって誤差をなくし、抜き取り精度を向上させている。

2-4 システム構成

図5にシステム構成の一例を示す。アナログ処理系で

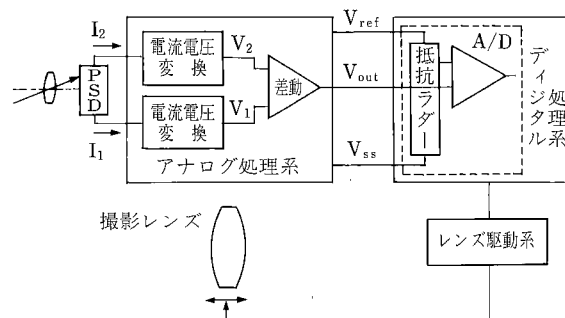


図5 オートフォーカスシステムブロック図

は、PSD 出力電流から信号光電流のみを抽出し電流増幅した後、電流—電圧変換 (LOG 変換) を行なっている。

出力電圧は

$$V_{out} \propto \frac{kT}{q} \ln \frac{I_2}{I_1} \dots\dots\dots(3)$$

と表わされる。但し、k：ボルツマン定数

T：絶対温度

q：電子電荷

この電圧をデジタル処理系で A/D 変換し、レンズの停止位置を算出する。(3)式からわかるように出力電圧は絶対温度に比例するため、 $V_{ref} \propto kT/q$ となる定電圧をアナログ処理系で作成し、これを A/D 変換器の基準電圧とすることにより温度特性をキャンセルしている。このシステムの利点はアナログ処理系以後を自由に設定できるため、他機種への展開 (カメラ以外の用途も含めて) が容易なことである。例えば AF ステップの分割数はカメラによって違うが、この構成にすればデジタル処理を変えることで比較的簡単に対応できる。

又表示装置へ測距結果を表示するのにも適している。

3. 成果と今後の展望

本測距システムでは機械的な可動部がなく、純電氣的な処理によるため、システムのコンパクト化および、信頼性の面で大きな成果があった。

今後の展開としてさらに信頼性の向上と、低コスト化を追求してゆく必要がある。達成手段は、例えばマイコン処理を導入してアナログ回路での調整をなくすことや、センサーと処理系を 1 チップ化して部品点数を減らすこと等が考えられる。

カメラの自動給送システムと制御法

Automatic Film Transport and Control System for Cameras

井口 進* 上野 彰* 鶴川育也*

Susumu Iguchi Akira Ueno Ikuya Tsurukawa

1. 背景と目的

フィルム給送の自動化は、フィルムのセットミスを防ぎユーザーの不安感を減らす目的で、他の機構に先駆けて進められてきた。

特にストロボ内臓が一般化した35mm レンズシャッターカメラでは、単3電池の採用と小型モータの性能向上に伴い急速に自動化が進んだ。さらに現在ではリチウム電池とワンチップマイコン（以下CPUとする）の採用により、更に複雑な制御が可能となった。

2. 技術の特徴

2-1 給送方式

フィルム給送方式は大別するとフィルムをパトローネから引出しながら撮影していく従来方式と、撮影前にフィルムを全てスプールに巻き取り、1コマ撮影する毎にパトローネに送り込んでいく予備巻方式とがある。

従来方式のフィルム給送は

- (1) フィルム先端部をスプールに固定し、露光している部分の空送を行なうロード機構。
- (2) シャッター作動後に、1コマ送るワインド機構。
- (3) フィルム終端を検出し、巻戻しを行なうリワインド機構。

で構成されている。昨年発売した FF70-(D)マイポート・ルイ（以下ルイとする）は上記機構を全て自動化している。

予備巻方式のフィルム給送は

- (1) フィルムをカメラに装填すると、フィルムの先端部をスプールに固定し、撮影前に全てスプールに巻き取る予備巻取機構。
- (2) フィルム終端部は現象時にカットされ、写真が写っていても現象されないため、予備巻取りしたフィルムを1コマ分送り込むファーストフレームセット機構。

(3) シャッター作動後に、写したコマをパトローネに送り込むワインド機構。

(4) フィルムカウンタが0になったことを検出し、残りのフィルム先端部をパトローネに巻き込む最終巻き込み機構。

で構成される。今年発売した TF-200マイポート・テレ（以下テレとする）は全自動の予備巻方式を採用している。

2-2 テレの給送

① 予備巻からファーストフレームセット

図1にCPUによるモータ制御回路、図2にギヤ、クラッチの構成、図3に給送フローチャートを示す。以下図に従って説明する。

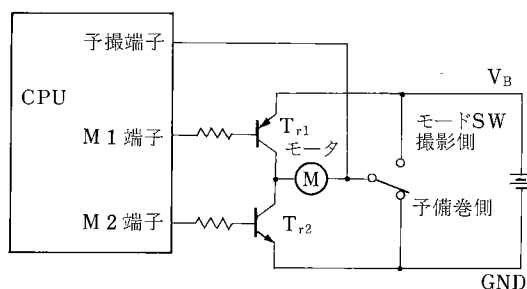


図1 モータ制御回路

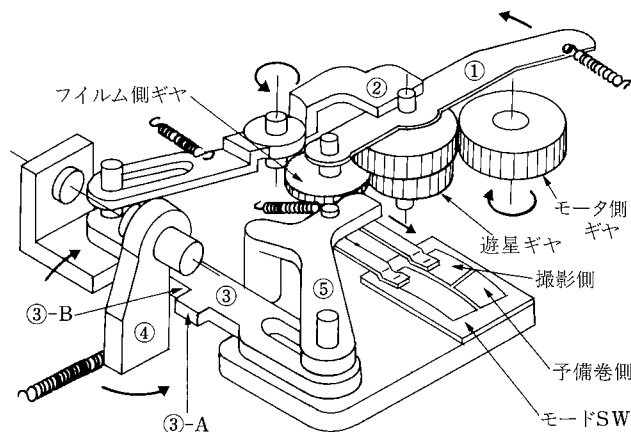
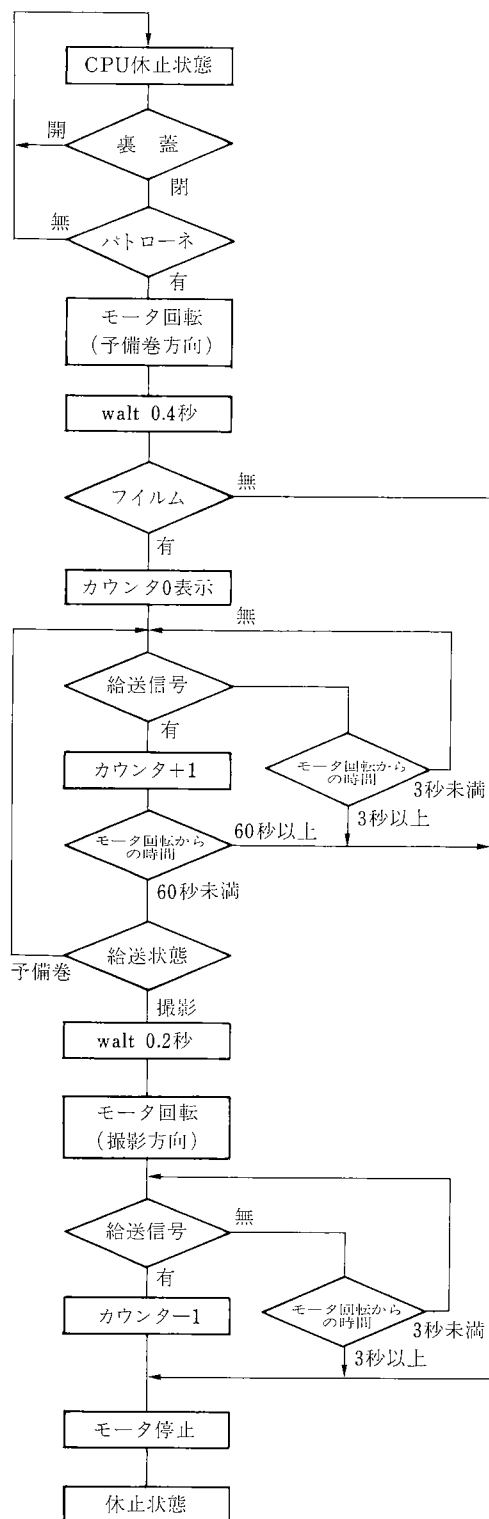


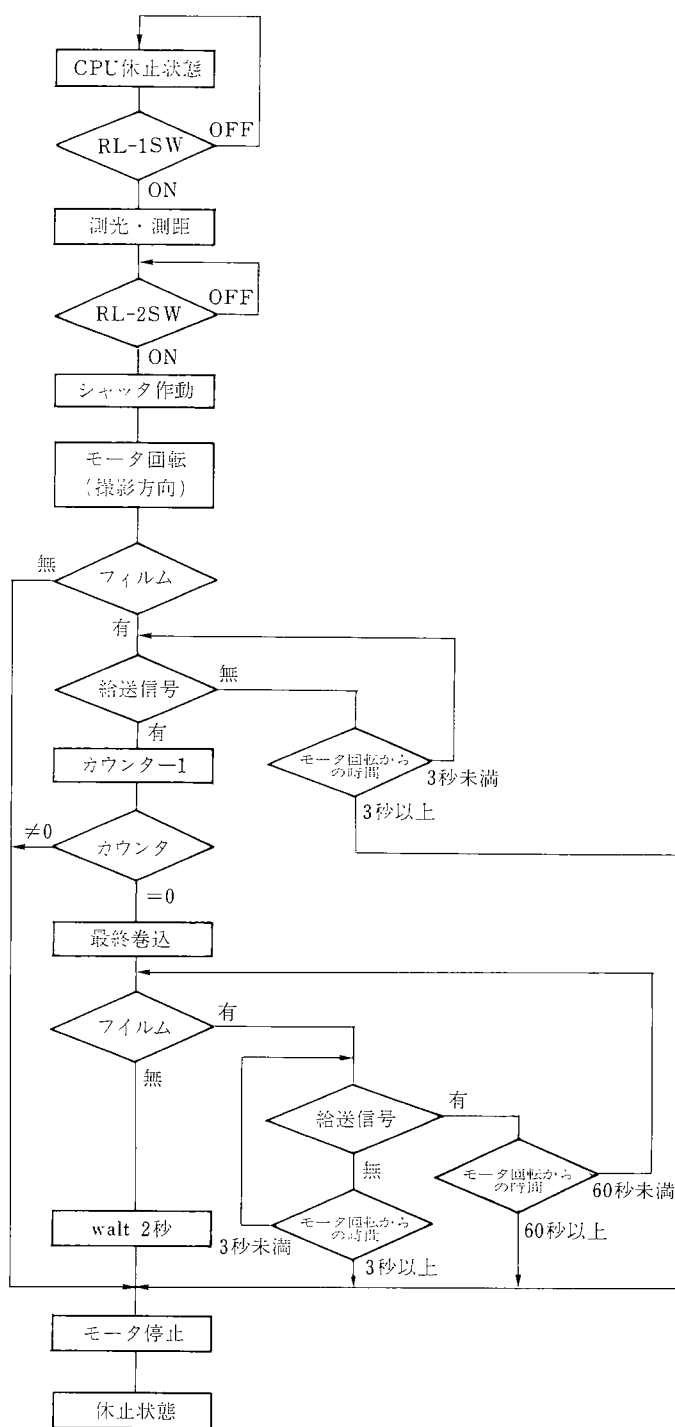
図2 ギヤ・クラッチ構成

* 光学事業部光学設計部

Photo-Products Design Department, Photo-Products Division



(a) 予備巻からファーストフレームセット



(b) 撮影および最終巻込

図3 給送フローチャート

フィルム給送は、モータの制御、ギヤ、クラッチによるモードの切り換え機構で構成される。モードSWは、通常、撮影側にある。パトローネを入れると、④のレバーが③-Aを押し、固定軸を中心に右回転し、⑤のレバーを

同時に右回転させる。このためモードSWは予備巻側に切り換わる。裏蓋を閉じるとCPUは休止状態から抜ける。CPUは予撮端子がLになっていることでパトローネがあると判断し、M1、M2端子を共にLにし、モータを予備巻

方向に回転させる。

CPUは0.4秒後に画面枠部に設けられたフィルム検知スイッチによりフィルムによりフィルムの有無を判断し、フィルムが無い場合は、装填不良として休止状態に戻る。フィルムが有る場合は、予備巻方向の回転を続行する。フィルムによって回転するスプロケットに設けたスイッチから発生するパルスでCPUでカウントし、LCDで撮影コマ数を表示する。

フィルムを全て巻き取ると、フィルム側のギヤの回転は止まり、モータ側のギヤだけが回転するため、①のレバーが回転する。このため③レバーは固定軸をスライドし、③-Bが④のレバーに当接する。そして⑤のレバーによってモードSWは撮影側に切り換わる。このときTr 1がONしているため、モータに制動がかかり停止する。

CPUは、モードSWが撮影側に切り換わった事を判断した後M 1、M 2端子を共にHとし、モータを撮影方向に回転させ1コマ分送り込んだ後停止する。

1コマ分のフィルム移動に3秒以上要したり、予備巻に60秒以上要する場合は、電池の劣化か、何等かの事故が起きたとしてモータの回転を停止し、休止状態に戻る。

② 撮影

リリース鉤が一段押されると、RL-1SWがONし、測光、測距を行ない、さらにリリース鉤が押されると、RL-2SWがONして、シャッターが作動する。シャッターの作動が終了すると、CPUはM 1、M 2端子を共にHとし、モータを撮影側に回転させる。1コマに1度発生する給送信号により、カウンタを減算(-1)した後、カウンタが0でない時は、M 1、M 2端子を共にLにし、モータに制動をかけ停止させる。

③ 最終巻き込みモード

CPUは、撮影で、カウンタを減算(-1)した後、カウンタが0になった時、撮影可能フィルムが無くなったと判断し、残りのフィルムをパトローネに巻きこむため、モータの回転を続行する。フィルムがアパーチャ部から無くなってから2秒後にモータを停止する。

撮影時、及び、最終巻き込み時に、フィルム1コマの移動に3秒以上経過した時、または、カウンタが0になってからフィルムがパトローネに巻きこまれるまで60秒以上経過した場合は、予備巻の時と同じく、電池の劣化か、

何等かの事故が起きたとしてモータの回転を停止し、休止状態に戻る。

2-3 ユーザにとっての予備巻方式の利点

- (1) 誤って撮影途中にカメラの裏蓋を開けてしまった場合でも撮影済みのフィルムはパトローネに入っており救済できる。
- (2) 予備巻機構にフィルムカウンタを連動させ巻き取ったフィルムのコマ数をカウントすることにより正確な撮影可能コマ数を表示できる。
- (3) ファーストフレームセットを行なうため、現象時にカットされてしまう終端部には撮影されない。

3. 成果

マイポート(FF-3シリーズ)はフィルムを装填してから撮影開始まで3コマほどシャッターを切る必要があった。(マイポートスーパーでは1回シャッターを切ると3コマ送るように改良した。)また、フィルム1本撮影終了時と巻戻し終了時には、ユーザの手によりモータの停止、モードの切換が必要であった。これらの操作はルイ、テレ共に自動化をしている。

テレは制御用に4ビットCPUを採用しており、このためソフトウェアの変更のみで仕様の変更が可能となり、開発途中でも市場の追加要求に応じることができた。

4. 今後の展望

従来、フィルム給送機構はシャッターセット、カメラのシーケンス制御、カウンタの駆動等、各ユニットに対しメカニカルな連結が必要であり、複雑なものとなっていた。しかし、カメラの制御をCPUで行い、カウンタはLCDで表示し、セットレスのシャッターを採用することにより、給送系は独立して設計が行なえるようになる。そのため、給送機構はシンプルになり、ユニット化、コンパクト化が図られ信頼性の向上のみならず組立の自動化にも貢献出来る。

今後は給送スピードの向上、巻上音の低減も追求され、一眠レフカメラの自動化も近い将来レンズシャッターカメラ並になるだろう。

カメラの状態表示

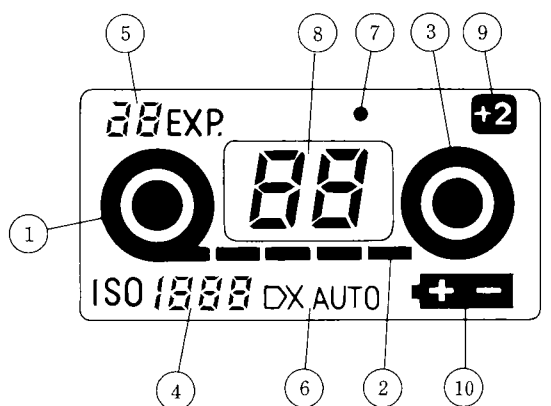
LCD Panel Display System for Cameras

西 幸一* 阪口 徹*

Koichi Nishi Toru Sakaguchi

1. 技術の背景と目的

レンズシャッターカメラ、一眼レフカメラの自動化、高機能化が進むにつれ、それらの機能の作動状態をわかりやすくすることが必要である。近年 LCD を状態表示に用いて、種々の情報を絵表示などでユーザーが見やすく、わかりやすくする方法がとられるようになってきた。(図 1) しかし、メカ機構が本質的に持っているカウンター表示等の状態記憶を電氣的に行なうため、いかに安全で確実に記憶するか、また、配線数の増大をいかに処理して、カメラの実装を小スペース内に収めるかが課題となる。



- ① バトローネ在否表示
- ② フィルム走行表示
- ③ フィルム巻取表示
- ④ フィルム感度表示
- ⑤ フィルム枚数表示
- ⑥ DXフィルム識別表示
- ⑦ インナキャップ開閉表示
- ⑧ フィルムカウンタ表示
- ⑨ BLC(バックライトコントロール)表示
- ⑩ バッテリー表示

図1 FF70-DのLCD状態表示

2. 技術の特徴

2-1 LCD 駆動回路

LCD 表示部はフィルムカウンター表示やフィルム情報 (ISO 感度、フィルム枚数等) を表示するため、カメラ使用中は常時点灯しているタイプであることが望ましい。そこで常時点灯していても、カメラの電池寿命への影響が少なく済む低消費電力の LCD 駆動回路が必要となる。

またカメラでストロボやモーター等を使用する際の電源変動に対して、LCD コントラスト等を安定させ、表示品位の向上を図るためには、ボルテージ・レギュレーター等の安定化電源も必要となる。

さらに上記電源変動時や電池の交換時、および各種ノイズに対してフィルムカウンター等のメモリー内容を保持するために電源のバックアップも必要になる。

FF-70D マイポートルイ (以下ルイとする) では LCD ユニットの LCD 駆動部とロジック演算処理部には、低電圧・低消費電力で作動する専用の CMOS・LSI を開発し使用している。また LSI の電源には低電圧・低消費電力のボルテージ・レギュレーターを使用している。この電源のバックアップとして、リチウム電池を用いる方法とコンデンサを用いる方法とがある。リチウム電池を用いた場合、入出力処理と LCD 駆動回路を合わせても、極小 ($1\mu\text{A}$ 以下) の消費電流で作動可能な特殊な回路が要求され、実用的ではない。そこでルイは、大容量の電気二重層コンデンサでバックアップする方法を採用した。

2-2 LCD 表示部のインテリジェント化

最近カメラ本体の制御にマイコンが使われることが多くなってきた。また、マイコンにも LCD ドライバ回路を内蔵したものがあり、本体マイコン側で集中処理を行い、表示パネルを点灯させることが可能である。この方法では、本体側と表示パネル間のインターフェイスに必要な配線数が多いので、実装処理に工夫が必要である。

ルイの LCD 表示部は単に表示を出すだけでなく、インテリジェントな機能を持つユニットにし、カメラの制御についてはこのユニットと本体側とで分散処理を行なっ

* 光学事業部 光学設計部

Photo-Products Design Department, Photo Products Division

ている。例えば、ルイの LCD ユニットの持つ機能は、LCD 表示の駆動以外に、バッテリーチェック、フィルムオートロード制御及びその成功・失敗等の検出、DX フィルムのデコード (ISO 感度、枚数)、ISO コントロール出力、フィルム走行表示・残量表示の制御、フィルムカウンター等の情報のセーブメモリ機能などがある。

これらの機能制御を分散処理することにより本体側マイコンの負担が軽くなるとともに、入出力の配線も一ヶ所のマイコンに集中することがなくなり、さらに、LCD ユニット内部の各表示セグメントへの多くの配線処理が行なえるので、配線の点でも有利になる。このような分散処理では、本体側マイコンと LCD ユニットの同時に動かせるので、表示を出しながら、シャッター制御等の高速動作も容易に行なえる。また、カメラではフィルムカウンター巻上中の状態記憶といった重要な情報を常時、セーブする必要があるが、本体側ではこれら情報をモーターの電源変動やストロボのノイズ等から守るのが困難であり、もし記憶させておくとすると、常時、通電せねばならない。この LCD ユニットには低電圧・低消費電力で作動できる利点があるので、情報を本体側からユニット側へ退避させて記憶することが可能である。この際、本体側の通電を切ったり、各種検出機能を間欠動作させることにより、消費電力を極めて少なくできることが、このユニットの特徴である。

2-3 LCD ユニットの実装方法

カメラに LCD ユニットを実装する場合、LCD 表示部は見やすい位置に置く必要があり、カメラ上部のファインダーと上カバーの間に配置している。そのため LCD ユニットの大きさは出来るだけ薄型かつ小型であることが要求される。しかし、状態表示を見やすくし、表示内容を多くすると LCD 表示部も大面積となり、実装方法に工夫がいる。

LCD ユニットの構成は、図 2 に示すような形式がある。

(a)の場合は比較的 LCD 表示部の面積が小さいときに用いられる。LCD 表示部真下の隙間に LCD 駆動回路部を実装し、カメラ本体との信号の授受をリジット基盤下部で接続する方法で、厚みは増すが小面積になる。

(b)の場合は LCD 表示部の面積が大きいために用いられる。LCD と LCD 駆動回路基板とを導電性ゴムコネクタで接続し、LCD 駆動回路部をリジット基板の上下で他の部品との干渉を避けながら実装する。

ルイでは、LCD 表示部が大型であるため、(b)の形式を用い、図 3 に示すような構成をとっている。LCD ユニット部の厚さは 2.7mm とし、前機種マイポート (FF-3 シリーズ) と同じ高さのカメラにすることができた。

次に、カメラ本体との信号の授受を行なう配線の接続方法について説明する。配線本数が増大するにつれてコ

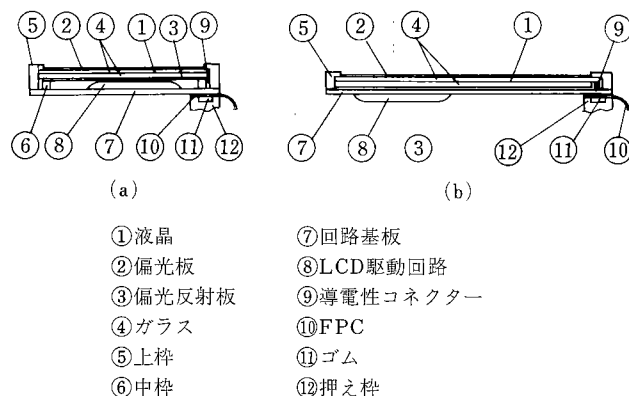


図 2 LCD ユニットの構成

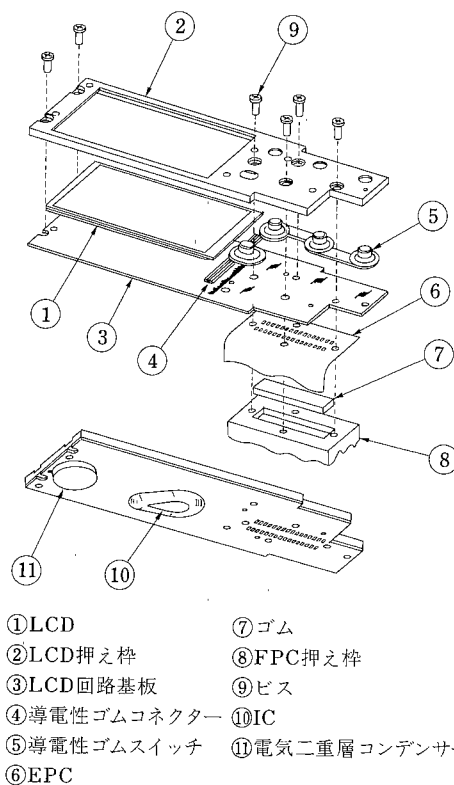


図 3 FF-70DのLCDユニット

ネクタの実装スペースが多く必要になってくるので、いかにコンパクトに配線処理するがポイントになる。また、組立がしやすく、安価なコネクタであることも要求される。カメラの実装手法では LCD ユニット部にリジット基板を用い、カメラ本体側に FPC を用いるのが一般的である。ルイでは、リジット基板と FPC の金メッキパターンを FPC の裏側からゴムで圧着して接続する方法を用いている。その上、ゴムを圧縮する金具を用いず、他

の部品を共用化してゴムを圧縮させることにより部品数を少なく、小スペース化してカメラの小型化を達成している。

3. 将来の展望

LCDユニットのインテリジェント化については、マイコンでは不可能な高速演算機能、各種検出機能を持たせたり、セーブメモリー機能、本体側とのインターフェイスをさらに充実させることにより、マイコンを補助して、

マイコンの入出力処理と演算機能の不足も補うことができる。

今後、様々なタイプの状態表示法が現われるであろうが、視覚効果を上げるためには大型液晶パネルやカラー液晶が適しており、カード電卓に使用されている薄型タイプの液晶やフレキシブル液晶等はカメラに実装するには有効である。

LCD表示は表示内容の自由度が高く、表現力も豊かであることから、これからもカメラの表示方法の主流を占めるに違いない。

35mmレンズシャッターカメラ用2焦点レンズ

Bifocal Lens for 35mm Lens Shutter Camera

菊地修一*

Shuichi Kikuchi

1. 背景と目的

現在、35mmレンズシャッターカメラの主流は、誰にでも失敗のない写真が撮れる全自動オートフォーカス機である。このようなカメラは、どこにでも手軽に持ち運びができるように小型になっており、レンズには、大半が小型化に有利な広角レンズが採用されている。しかし、広角レンズは、スナップ撮影、集合人物撮影に向いている反面、遠距離の被写体の撮影には物足りないという不満が、ユーザーにあった。この不満を解消する為には、従来の広角レンズとクローズアップを撮る為の望遠レンズの2種類が装備され、これらを選択使用できるカメラが必要である。最近、このようなカメラが市販されているが、これら2焦点カメラの変倍比は小さく、満足できるとは言い難い。この為、35mmレンズシャッターカメラ用レンズの特長である小型化を保ちながら、変倍比の大きい2焦点レンズの開発が必要となった。

2. 技術の特徴

今回設計した2焦点レンズの大きな特徴は、次の2つである。

① 広角レンズにF2.8/35mmと明るく広画角なレンズの採用

② 2倍の変倍比

本2焦点レンズは、広角から望遠への切替え方式にリアコンバータ方式を採用している為、望遠レンズF値は、変倍比に比例する。従って、変倍比の大きな2焦点レンズでは、望遠レンズの明るさを確保する為に、広角レンズの大口径化が必要である。更に、カメラの小型化の為に、広角レンズの広画角化によるレンズ全長の短縮が必要である。以上のような特徴をもつレンズを実現するに至った経過と技術的特徴を広角レンズ、望遠レンズそれぞれについて以下に述べる。

(1) 広角レンズ

まず第1に、F2.8/35mmの仕様でカメラレンズとして十分な性能が得られるレンズタイプの選定が必要である。ここでは、テッサータイプと変形テッサータイプ(図1)の2つのタイプを候補に上げ、目標性能へ到達可能か否かの検討を行なった。この結果、テッサータイプでは、Meridionalのコマ収差とSagittal像面の湾曲が大きく補正困難であること、これに対し、第3レンズと第4レンズの貼り合わせを逆にした変形テッサータイプでは、球面収差は大きい、テッサータイプの上記収差の補正が可能ながわかった。以上から本広角レンズには変形テッサータイプを採用し、コストの低減、全長の短縮等を考慮しながら設計を行ない、バランスのとれたMTF性能を得ることができた。

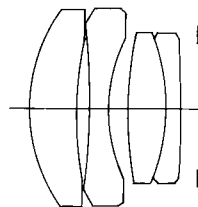


図1 広角レンズ構成図

(2) 望遠レンズ

広角レンズが前方へ移動しその後方にコンバータレンズを挿入するリアコンバータ方式は、簡単なメカニズムで広角と望遠の切り換えが可能で、小型化を損わないことなど有利な点が多い。しかし、この方式では、焦点距離が負のコンバータレンズを挿入する為に、望遠レンズのペッツバル和が負になりやすく、像面補正が困難である。従って、コンバータレンズには、ペッツバル和を適正に保ちながら、諸収差を良好に補正できるタイプを選定することが重要である。ここでは、まず正負正(図2(A))或いは正負負(図2(B))の3枚構成を検討した。これらのタイプでは、負のパワーを分担する面が2面と少ない為、正レンズに低屈折率ガラス、負レンズに高屈折率ガラスを使用してもペッツバル和を正に保つことは困難である。従って、本コンバータレンズは、

* 画像技術研究所 光学開発センター

Optics Development Center Imaging Technology Research Center

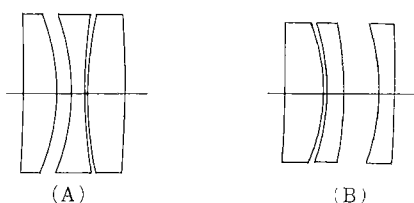


図2 コンバータレンズ構成図

レンズ構成を図3の絞り後にあるように、正負正負の4枚構成とし、第3レンズの正レンズと第4レンズの負レンズを貼り合わせ、正レンズの屈折率より負レンズの屈折率を大きくすることによって、負のパワーを分担する面を増やした。第3レンズと第4レンズを分離したタイプも考えられるが、ベッツバール和の減少や組付時の性能劣化など不利な点が多く採用しなかった。ベッツバール和を適正に保つ為には、第1レンズの正レンズに低屈折率ガラス、第2レンズの負レンズに高屈折率ガラスを使用することは必須条件である。更にこのタイプは、貼り合わせ面で補正過剰の球面収差を発生させることで、第2レンズの負レンズ物体側面の曲率を緩くできる為、ベッツバール和の補正に有利である。また、第1レンズと第2レンズの間の空気レンズで諸収差を良好に補正している。

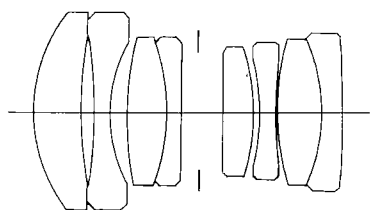


図3 望遠レンズ構成図

3. 成果

変倍比が大きく小型の35mm レンズシャッターカメラ用2焦点レンズの開発を行ない、その結果、表1に示すような仕様の2焦点レンズが設計できた。この2焦点レンズのMTF性能を図4と図5に示す。周波数30本/mmのMTFが像高0.35dまで、広角レンズで36%以上、望遠レンズで39%以上という高い値を示している。広角レンズ全長は、39.3mmで、従来品と比較して約3mm短縮されている。

4. 今後の展望

35mm レンズシャッターカメラの中で、撮影者の意図

表1 仕様表

項目	広角レンズ	望遠レンズ
焦点距離	35 mm	70 mm
F 値	F2.8	F5.6
全長(∞時)	39.3mm	61.3mm
歪曲	1.5%	1.4%
至近	0.9m	0.9m
開口効率 (∞時, 0.45d)	50 %	50 %

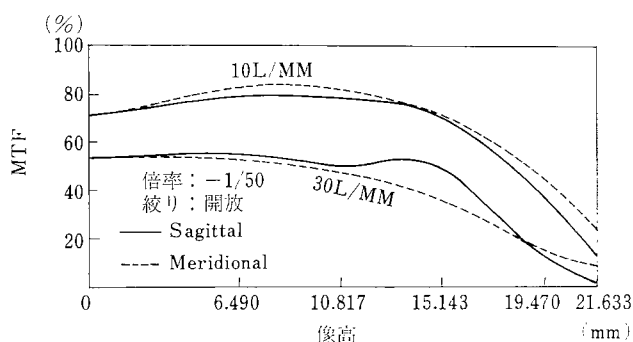


図4 広角レンズMTF性能

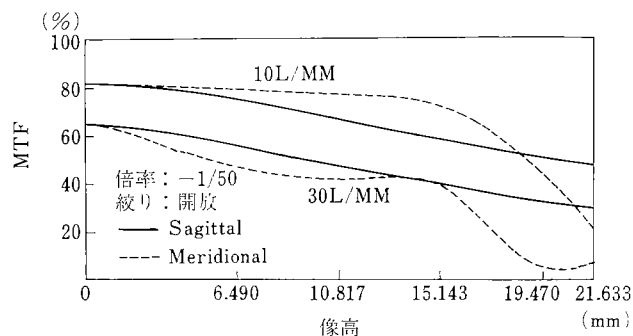


図5 望遠レンズMTF性能

が生かせる2焦点カメラの占める割合は、今後増加して行くことが予想される。その方向としては、

- ① 望遠レンズの長焦点化
- ② 広角レンズの薄型化

が考えられる。望遠レンズの長焦点化は、AF 測距性能の向上が必須条件である。その為には、現在のアクティブ方式ではなく、新しいAF方式の開発が必要である。広角レンズの薄型化は、レンズタイプをテレフォトタイプとすることで可能であるが、この場合、望遠への切換え方式や望遠レンズの性能確保などの多くの検討を必要とする。

8mmVTRのメカニズムの開発

8mmVTR Mechanism

井上隆夫* 伊東 馨* 横山宏二*

Takao Inoue Kaoru Ito Koji Yokoyama

1. 背景と目的

カメラ一体型 VTR においては、メカニズムが大きな重量割合を占める事を考えると、当然の事ながらメカニズムの小型軽量化と言う事が主要課題になってくる。

また、メタルテープは磁気的特性を上げるため、磁性面は超平滑面となっているが、これは反面、走行摩擦を増大させる事となっている。そして、8 mmVTR は PCM 記録領域がもうけられたため、テープのシリンダドラムへの巻付角度が 31° 増し、ビデオ領域と合わせ 221° と VHS 方式、 β 方式より大きくなり、これも走行摩擦増大の大きな要因となっている。テープの走行摩擦の増加は、画面の揺れ、ジッタ、それに繰返し走行による画質劣化の原因となる。したがって、薄手、鏡面であるメタルテープを、軽負荷安定走行させる走行系の開発も不可欠な重要課題である。

上記の2つの主要課題を解決すべく、本機的设计を次の様な方針で行った。

- 1) ローディング方式は、主要部分を平面に配置する事が出来るため、精度の維持が比較的容易で生産性が高く、機構部の簡素化に有利な M ローディング方式を採用し、メタルテープを安定走行させるため、テープ巻付角度の大きな傾斜ガイド、シリンダドラム等の摩擦係数を低減する検討を行なった。
- 2) モータは、ダイレクトドライブのシリンダモータ、ダイレクトドライブのキャプスタンモータ、リール駆動用モータ、ロジック用モータの4個のモータを用いた。
- 3) リール台駆動は、アイドラの首振り方式とした。本機を磁気テープを走行させるテープ走行系、各種モードの切換えを行なうロジック系、カセットを保持するカセットホルダの3つに分けて説明する。

2. 技術の特徴

1 テープ走行系メカニズム

3 モードテープパス、新素材テープガイド、アルミダイキャストシャーシ、新開発シリンダドラム、高精度キャプスタンモータ等の採用により、8 mmVTR 用メタルパウダ及び、メタル蒸着テープの軽負荷、安定走行を実現している。

以下、各項目について概要を述べる。

1-1 3 モードテープパス

本機のテープパスは、次の3通りとした。この3通りのテープパスを使用することにより、各動作状態(記録、再生、早送り、巻戻し、停止)に応じた理想的なテープ走行を得ている。

- 1) フルローディングモード：シリンダドラムを介して記録、再生を行なう場合、図1に示すフルローディングモードを使用する。

カセットハーフ内のサプライリールから出たテープは、各ローラポストにより規制され、傾斜ガイドからシリンダドラムに入射する。入射テープのテンションは、バックテンションガイドにより検出され、適正なフィードバックが加わり一定に保たれる。

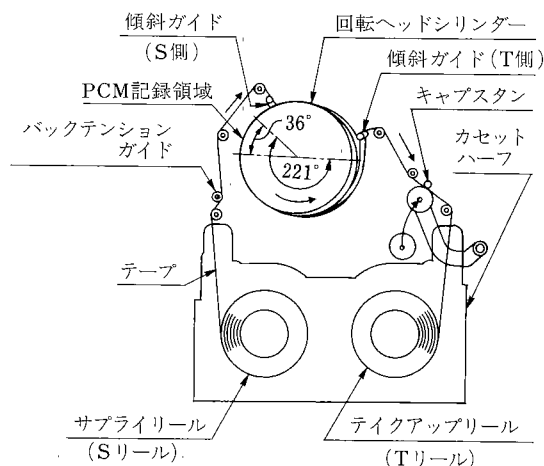


図1 記録・再生状態

* 電子デバイス事業部，機器開発部

Products Development Department, Electronics Device Division

シリンダドラムへのテープ巻付け角は、8 mmVTR規格のPCM記録領域までカバーし、将来の高音質音声記録にも対応できるよう221°にしている。

シリンダドラムから出射したテープは、傾斜ガイドを経てキャプスタンにより駆動されテイクアップリールに巻きとられる。

- 2) プリローディングモード：テープ負荷の大きくなる早送り、巻戻しは、図2に示すように所謂プリローディングモードにて行なうことで、走行負荷を抑え、高速化、低消費電力化を達成した。

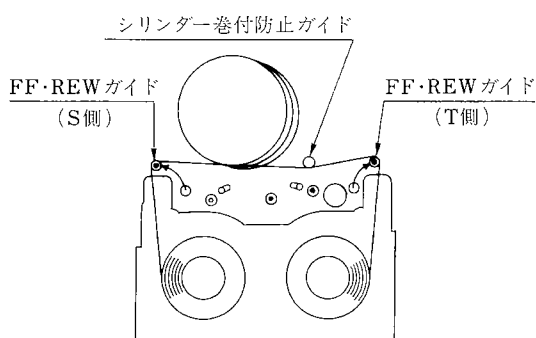


図2 早送り・巻戻し状態

- 3) アンローディングモード：このモードは、カセットがVTRセット内に収納されており、走行が停止している状態であり、テープはすべてカセットハーフ内に巻きとられ、高温、高湿下にセットを放置した場合でもテープが各ガイド及び、シリンダドラムへ貼りつくのを防止した。

1-2 テープガイド

テープ走行負荷を軽減するため、テープパス中のテープガイドは、可能な限りローラガイドを使用した。

走行安定性を左右する傾斜ガイドの材質には、種々の材質を検討した結果、メタルテープに対し優れた物性をもつ耐蝕性高マンガン鋼を素材として採用した。さらに、表面の加工条件を吟味することで、メタルテープに対する高摺動特性、高耐摩耗性、ローコスト化を実現した。

一例としてVHS方式等で一般に採用されているオーステナイト系ステンレス鋼との特性比較を表1に示す。

表1 テープガイド材の諸特性

	オーステナイト系 ステンレス鋼	高マンガン鋼
対メタルテープ摩擦係数	0.31	0.22
表面硬度 (Hv)	約200	約450

1-3 アルミダイキャストシャーシ

メカニズムを構成するテープ走行系、ロジック系の基礎となるシャーシは、十分な精度と剛性が要求されるため、機械加工で精度を確保でき、衝撃、環境変化、経年変化に強いアルミダイキャストシャーシを採用した。十分な精度と剛性をキープしながら薄肉化を計り、重量を65gに抑えた。

1-4 DDシリンダドラム

8 mmVTR用シリンダドラムに要求されるのは、

- ① 小型、軽量であること。
- ② すぐれた磁気変換特性を有すること。
- ③ 回転精度が高いこと。
- ④ 同フォーマットのセットと十分な互換性をもつこと。
- ⑤ メタルテープの走行性が良好なこと。

などが上げられる。これらの諸条件を満足するため、以下の項目を実施した。その構造を図3に示す。

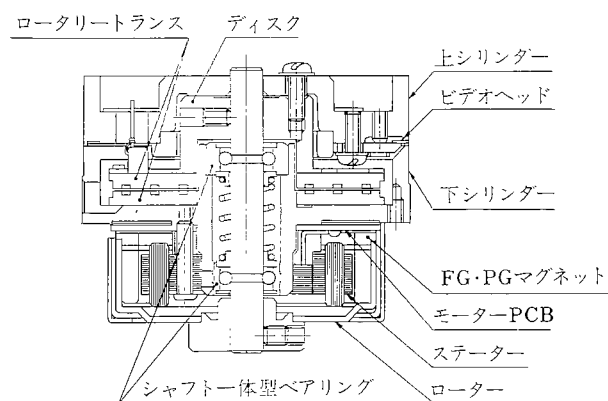


図3 DDシリンダドラム断面図

- 1) 小型、軽量化：メカニズム中でシリンダドラムの占める割合は、VTRセットが小型、軽量になるにつれ大きくなっていく。本シリンダドラムは、肉厚を最大限に切り詰め、さらに、モータにプラスチックマグネットを使用することで、シリンダドラム高さ31mm、重量105gを達成している。
- 2) 磁気変換特性：上シリンダドラムには、センダストスパッタビデオヘッドを搭載し、8 mmVTR用メタルテープに対応した。上記ビデオヘッドの採用とロータリートランスのナローギャップ化、ヘッド入出力回路とモータ駆動回路を離間、シールドすることにより高S/N比を達成している。

また、上シリンダドラムには、ビデオヘッドの他にロータリイレーズヘッドを搭載して、きれいなつなぎ撮りを実現した。

3) 回転精度：DD シリンダモータには、周対向型モータを採用している。周対向型モータの面対向型モータに対する優位点としては、

- ① スラスト方向に理論的には磁気吸着力が作用しないため、ベアリングの予圧不均衡が生じない。
- ② 重量が同じならば周対向型モータは、慣性モーメントを大きくとれる。
- ③ 有効駆動径が大きく、大きなトルクを得やすい。

等があり、低域ジッタの抑制効果が認められる。試作面対向型モータと本シリンダドラムに採用した、周対向型モータの低域ジッタ比較を図4に示す。ここで、10.5Hz成分はベアリングのボール公転周波数と一致する。試作面対向型モータにある10.5Hz成分が周対向型モータでは認められない。

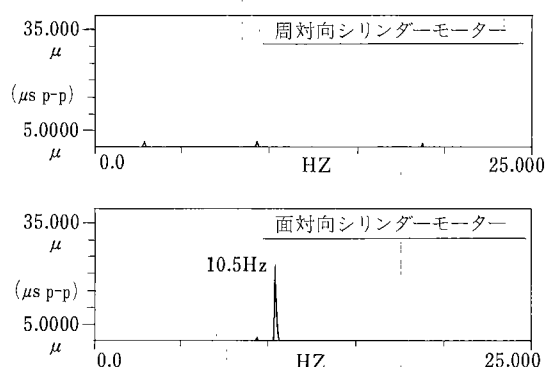


図4 シリンダドラムモータ形式によるジッタ比較

駆動方式は、センサレス駆動方式を用い、部品点数を低減した。

サーボ制御用 FG, PG 検出は、ロータ端部に複数着磁したマグネットを配し、これと同ピッチのジグザグパターンをもつ PCB により回転速度、位相を高精度で検出できる全周積分方式をとった。この PCB は 0.1mm 厚の薄い基板の上に FG パターンと PG 及び駆動回路パターンを個々に両面に配し、これを 0.5mm

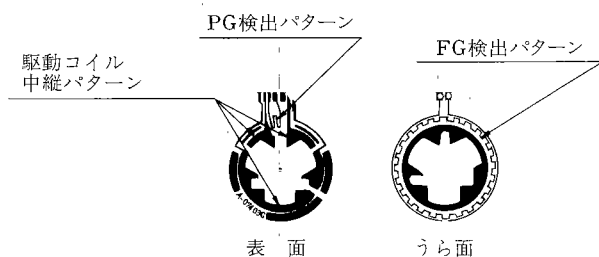


図5 シリンダドラムモータPCBパターン

厚の鉄板と貼り合わせた。このパターンを図5に示す。これにより、一枚の基板上に全周にわたりつながった FG パターンと PG パターンを共存させることができ、高い検出精度が得られた。

本シリンダドラムモータの諸仕様を表2に示す。

また、本シリンダドラムには、シャフトに内輪みぞを形成したシャフト一体型ベアリングを採用し、高い回転精度と大きな耐荷重を実現した。

4) 互換性：NC リード加工機によるリード加工精度の向上、組立精度の向上、部品管理により、表3に示すように十分な精度を確保し、互換性を満足した

表2 シリンダドラムモータの主な仕様

トルク定数	43g・cm/A	FG 出力	30mV _{P-P}
標準電圧	1.9V	FG ワウ	0.01%RMS 以下
標準電流	50mA	PG 出力	3 mV _{O-P}
標準トルク	3 g・cm		

表3 シリンダドラムの仕様

ビデオヘッド段差	2μm 以内
ビデオヘッド180°割り	3μm 以内
リード直線性	2μm 以内
ヘッド軌跡の直線性	3μm 以内
シリンダドラム外径差	±2μm 以下

5) テープ走行性：テープ巻付け角が221°と大きいため上下シリンダドラムの表面加工条件、ヘッド窓の形状、ヘッド突出量、テープ走行面の形状等、テープにダメージを与えないように十分に検討した。

また、従来の酸化磁性テープ用、上下シリンダドラム素材として用いられてきた AC 5 A, AC 8 B, 2218, 2014, VS30, VS60, VS80, AHS 等のアルミニウム合金では、対金属テープ摺動特性の点で問題があった。このため、本シリンダドラムでは、材質面から検討を重ねた結果、素材中の析出 Si を増加させることが摺動特性の改善に効果があることが解った。そこで、摺動特性と加工性の両面を考慮して、従来材質に対して Si 含有率を共晶点付近 (11.7% Si) にまで増加させ、更に、析出 Si の高分散化を計った新素材を採用した。これにより、本シリンダドラムでは、金属テープの走行負荷を減少させるための低摩擦係数を得ており、加えて、精度を維持するための高強度、高耐摩耗性、高硬度、低線膨張係数をも得ている。

1-5 キャプスタンモータ

キャプスタンモータの構造を図6に示す。

FGマグネットは、フェライト系のプラスチック磁石で外周面に526極の高精度多極着磁を行ない、MR素子により回転検出した。ステータユニットは、硅素鋼板プリント基板へモータコイルを直接実装した。またメインマグネットは、圧縮成形タイプサマリウムコバルトプラスチック磁石を使用し、小型、高効率、高回転精度を実現した。

表4にキャプスタンモータの主な仕様を示す。

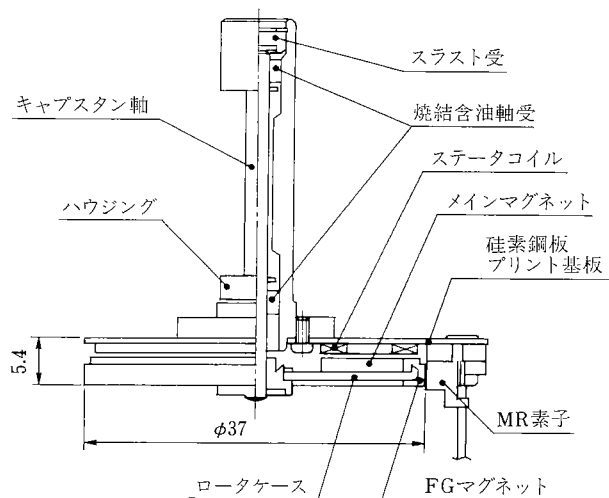


図6 キャプスタンモータの構造

表4 キャプスタンモータの主な仕様

トルク定数	135g・cm/A	FG出力	40mV _{P-P}
逆起電力定数	0.00139V/rpm	FGワウ	0.09%RMS以下
起動トルク	56g・cm	重量	36g
定格トルク	10g・cm		

2. ロジック系メカニズム

2-1 ローディング機構

8mmVTRのローディングにおける大きな特徴は、シリンダドラムへのテープ巻付角が221°と大きいことである。そこで図7に示す様に、シリンダドラムの傾き方向を、カセットに対し20°傾け、ローディング完了時の各ポストを、傾斜方向を基準に配置することで、S側スライドとT側スライドの行程差を設けた改良形Mローディング方式とした。

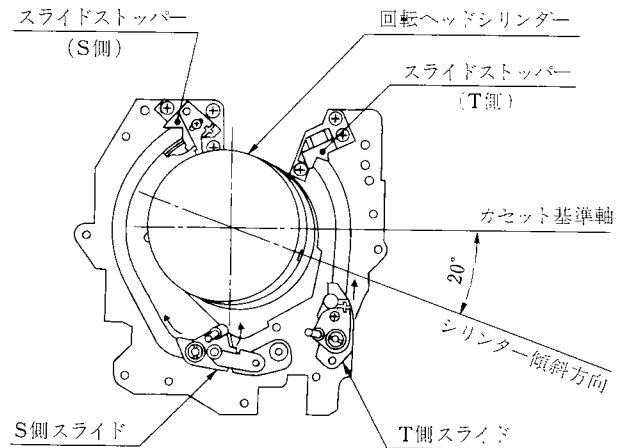


図7 ローディング機構

図8に示す様に、行程の長いS側スライドの駆動には、ローディングリングを用い、短いT側スライドは、ローディングレバーにより駆動することで、個々を2枚のローディングリングで駆動するのに対し、厚みをうすくする事に寄与している。

T側スライドのローディング経路を短く直線的に配置し、さらに行程の長いS側スライドに対してのみ、ローディング中とローディング完了時との、傾斜ガイドの傾斜方向を変える機構を開発し、ローディング、アンローディング中のテープ損傷を防止した。

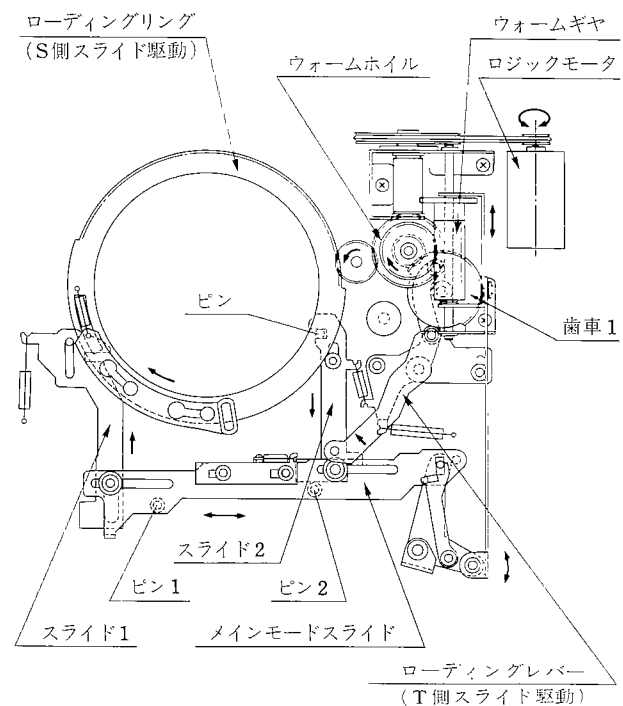


図8 テープ走行モード切換え機構

2-2 テープ走行モード切換え機構

テープの走行モードの切換えは、ロジックモータ、リールモータを制御する事によって行なわれる。ローディングリングに連動した2本のスライドと、各種走行モードの切換えを行なうメインモードスライドを連動させ、その位置関係により、ウォームギヤを軸方向にスライドさせて、1個のロジックモータからローディングを行うための出力と、走行モード切換えを行なう出力の2系統の出力を分割して取り出した。

図8にSTOPモードのテープ走行モード切換え機構を示す。この状態からローディングを開始すると、ローディングリングは、スライド2とメインモードスライドに設けられたピン2によりロックされているので、ウォームギヤが軸方向にスライドして、メインモードスライドが左方向に移動する。ピン2がスライド2の先端から外れると、スライド2は下方に移動可能となる。ローディング中は、メインモードスライドはそれに設けられたピン1、ピン2が、スライド1、スライド2によりロックされる事により、ウォームギヤの回転力はウォームホイールを通してローディングリング、歯車1に伝えられる。このローディングリング、歯車1の回転によりS側、T側スライドの移動、圧着および、ピンチローラの移動、圧着を行っている。その時に、S側、T側スライドの圧着。ピンチローラの圧着に時間差を設け、ロジックモータにかかる負荷の分散を計り、最大負荷を低減させ、ロジックモータの小形化、軽量化、低消費電力化を実現した。ローディング完了時、スライド1の切欠部にローディングリングに設けられたピンが入り込み、スライド1が上方に移動する事により、メインモードスライドが左方向に移動可能となり、ウォームギヤが軸方向にスライドする。同じ様な事がアンローディング完了時にも行なわれる。このメインモードスライドの動きにより、カセットホルダのイジェクト、リール台のブレーキの操作、リール駆動アイドルの制御、バックテンションレバーの操作を行っている。モード切換え状態の検出は、メインモードスライドの位置を電氣的に検出する事で行った。この様に各種モードの切換えを極めて簡素な機構で可能にした。

2-3 リールモータ

リールモータの構造を図9に示す。本機では、機構部の簡素化を計り信頼性を向上させるために、リールドライブはリミットクラッチ機構をなくした。そのため以下の点を考慮した設計行なった。

- (1) トルクリップルを減少させるため、平面对向ブラシレスコアレスモータを採用した。
- (2) モータ部の偏平化と、効率向上を計るため、硅素鋼板プリント基板へのモータコイル直接実装を行なった。

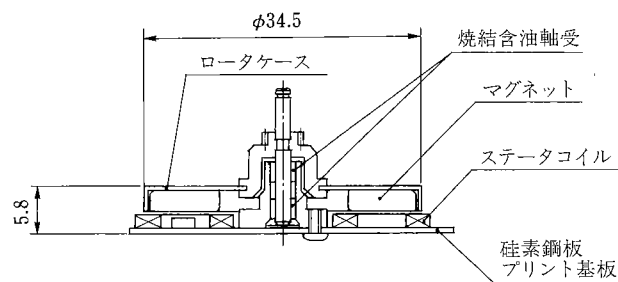


図9 リールモータの構造

表5 リールモータの主な仕様

トルク定数	165g・cm/A	定格トルク	7 g・cm
逆起電力定数	0.00169V/rpm	トルクリップル	15% _{P-P}
起動トルク	31g・cm	重量	29g

表5にリールモータの主な仕様を示す。

3. カセットホルダメカニズム

カセットホルダは、図10に示すように、4節平行リンク方式によって上下動する機構を採用することにより、ガタの少ないスムーズな動作を得た。ホルダやスタンドなどの材質には、アルミニウム合金を採用することにより、軽量化を実現した。又、徹底した部品点数削減検討を行った結果、シンプル且つ剛性の高いカセットホルダ機構を実現することができた。

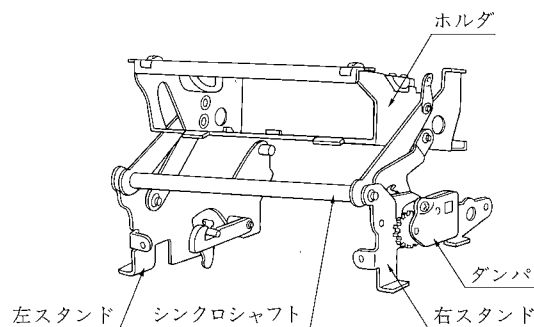


図10 カセットホルダ

4. 小型, 軽量化

小型軽量化のため本機は, 最も効率的な構造と機構を考えるとともに, 各機能ブロックを構成する個別部品の重量検討を行ない, 幅113mm, 奥行き124mm, 高さ41mm, 重量410gを実現する事ができた。

表6に構成別の重量を示す。

表6 構成別の重量

テープ走行系	シャーシ	65g
	シリンダドラム	105g
	キャプスタンモータ	36g
ロジック系	リールモータ	29g
	機構部品	125g
カセットホルダ	カセットホルダ	50g

3. 成果と今後の展望

以上特徴的な部分を重点的に述べた。

本開発に於て, VTRに関する設計上あるいは生産上のノウハウ, 技術の習得という点で多大の効果を得る事ができた。今後も本開発の経験を生かし, 磁気記録技術分野に於ける商品開発を進めていきたい。

最後に, 本開発にあたり, 御協力と御指導をいただいた, 社内外の多くの方々に深く感謝します。

小型ポリゴンミラー偏向器

Small Polygonal Mirror Scanner

岩間明彦* 田中欣一**

Akihiko Iwama Kinichi Tanaka

1. 背景と目的

レーザプリンタは急速に普及している。これに伴い、レーザプリンタの小型化と低価格化が強く望まれており、ポリゴンミラー偏向器に対してもこの面での要求が強い。従来、ポリゴンミラー偏向器のモータはインナロータ型ブラシレスモータであり、サイズが大きく、コスト高が問題となっている。又、ポリゴンミラーはラッピング工法によるもので、生産工程が長く、コスト高などの問題がある。

本稿では、新しく開発した面対向型ブラシレスモータと、切削ポリゴンミラーの加工法を紹介する。

図1に従来の偏向器と、新しい偏向器の外観を示す。



(a) 従来品 (b) 新製品

図1 偏向器の外観

2. 技術の特徴

2-1 ポリゴンミラー偏向器の仕様

ポリゴンミラー偏向器の特性は、レーザプリンタの画像品質、特にジッター（画像ドット位置ずれ）に対して大きな影響を与える。主走査方向の画像ドット位置ずれは、ミラーの平面度とモータの回転ムラが主要因であり、副走査方向の画像ドット位置ずれは、面倒れ（モータのミラー取付け面振れ含む）が主要因である。このドッ

表1 偏向器 (LP4081) の仕様

項 目		仕 様	項 目	仕 様
光源 (半導体レーザ)		5mW, 780nm	モータ方式	8極3相 面対向ブラシレス
面 数		5	制御方式	PLL
面倒れ (補正光学系 含む)	総合	160°以下	回転数	6,803rpm
	隣接	80°以下	走査ジッター	0.015%以下
			立上り時間	30秒以下
平面度		λ/4以下	使用環境温度	10～50℃
反射率		85%以上	寿 命	12,000時間以上

ト位置ずれは、主走査方向40 μ m以下、副走査方向20 μ m以下が要求される。従って、表1に示すように偏向器のミラー面精度、走査ジッター、面倒れに対して厳しい仕様

2-2 駆動部の構造と特徴

2-2-1 モータ部

本モータの基本構造は、8極3相面対向型ブラシレスモータである。図2に構造を示す。モータは、高速であるため充分な機械的強度が得られ易いこと、薄型化が容易なこと、コストが安いことなどの面からバックヨーク固定型を採用した。

モータの回転ムラは、コギングトルクに大きな影響を受ける。ブラシレスモータのコギングトルクは、次式で表せる。

$$T_c = -\partial(Bg^2 \ell g S_g / 2\mu_0) / \partial \theta \dots\dots\dots(1)$$

ここで、Bgはロータ磁石による空隙磁束密度、 ℓg は空隙長、 S_g は空隙の面積、 θ はロータの角度変位、 μ_0 は空気の透磁率である。インナロータ型ブラシレスモータの場合、一般には固定子ヨークに巻線用スロットがあるから、(1)式で明らかなようにロータの角度変位に対して $Bg^2 \ell g S_g$ が変化するので、コギングトルクが発生する。これに対し、今回採用した面対向型ブラシレスモータは、バックヨークが平板で、ロータ磁石との空隙は一様であるからコギングトルクは発生せず、偏向器には適したモ

* 生産技術研究所 第1研究部

1st Research Department, Production Technology Research Center

**生産技術研究所 計画室

Planning Office, Production Technology Research Center

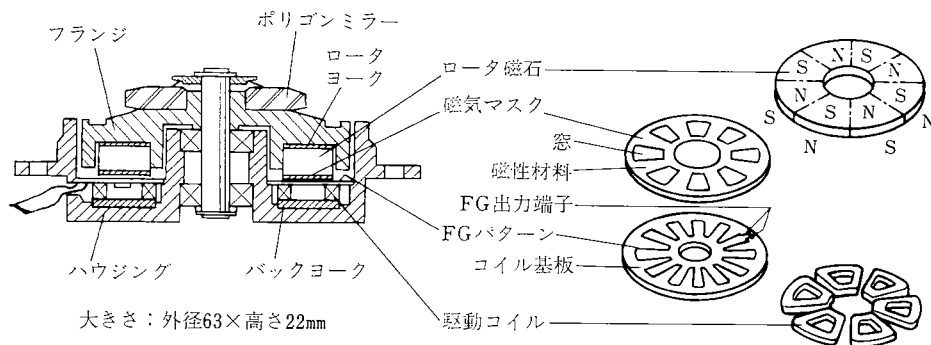


図2 モータの構造

ータ方式である。

速度検出器には、構造が簡単で、コストが安く、殆どスペースを取らない FG パターン方式を採用した。FG パターンは12サイクル/周で、コイル基板の裏面に形成している。一方、8極ロータ磁石の表面には磁気マスクを貼り合せて、空隙中に12サイクル/周の微弱な磁束密度分布を形成している。従って、モータ回転時には、12サイクル/回転の速度信号を発生する。

面倒れの原因には、ミラー単体の面倒れと、モータのミラー取付面の面倒れがある。ここでは、モータの面倒れに関して本モータの構造を述べる。

面倒れの原因には、ミラー取付面の平面度と、軸に対する取付面の直角度、及び回転体のアンバランスと軸受隙間（軸とベアリングの嵌め合隙間）による回転軸の振れ回りがある。そこで、面倒れ仕様からミラーとモータで精度配分を行い、更にモータ構造の中で部品精度の適正配分と、加工工程の改良を進めた。即ち、取付面の平面度と直角度を保障するため、軸とフランジを組立てた後、軸基準でフランジのミラー嵌合部と取付面を同時加工し、この工程での取付面の振れを $2\mu\text{m}$ 以下としている。一方、軸受隙間による面倒れ S_d は、図3に示す関係

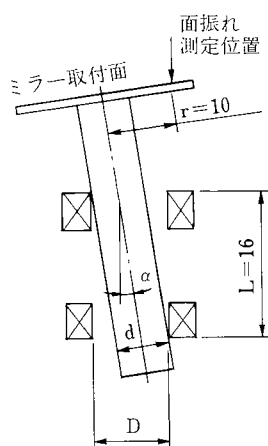


図3 軸受隙間と面倒れの関係

から次式で表わせる。

$$S_d = 2r \cdot \sin\{\sin^{-1}(D-d)/L\} \dots\dots\dots(2)$$

従って、軸受隙間 $(D-d)$ を大きく取って軸受間距離 L を長くするのが有利と言えるが、より薄形にしたいことと、量産性を考慮して軸受隙間を $2\mu\text{m}$ 以下、軸受間距離を 16mm と短くして、軸受隙間による面倒れは $2.5\mu\text{m}$ 以下としている。総合的な面倒れは、 $5\mu\text{m}$ 以下を保障している。図4に嵌合部外径の振れ回りリサージュ図形を示す。

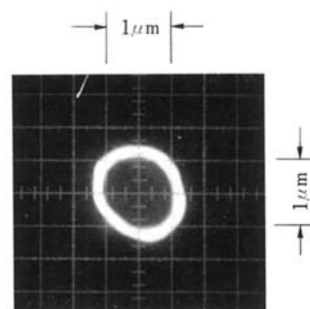


図4 回転リサージュ図形

2-2-2 制御回路

画像ドット位置ずれ仕様が厳しいため、ミラーの精密回転角制御が必要なことと、高温環境下でも正確な回転

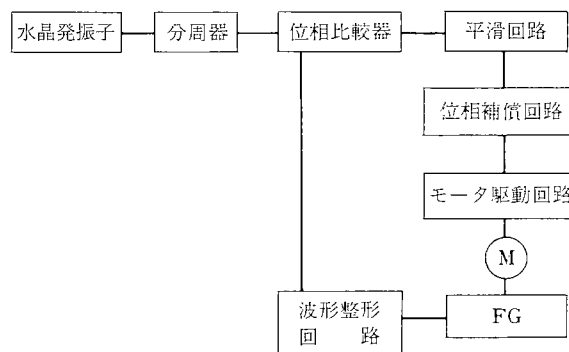


図5 制御ブロック図

数が要求されるなどのため、水晶クロックを基準とするPLL (Phase Locked Loop) 制御を採用した。図5に制御ブロック図を示す。FGからは、12サイクル/回転の周波数信号が発生され、周波数1.361kHzの精密な基準クロックにモータを同期回転させている。

偏向器の走査ジターは0.015%以下、回転数ドリフトは0.05%以下を保障している。又、モータの駆動回路には、ホール素子出力の波形整形回路、励磁切換回路、3相全波駆動トランジスタを内蔵した1チップICを採用し、回路の小型化を図っている。

2-3 ポリゴンミラーの加工法

2-3-1 ポリゴンミラー形状

製作したポリゴンミラー主要寸法を図6に示す。従来のポリゴンミラーに比較すると内接円が1/2以下、厚さが約1/2まで小型化され、風損の低減、固定方法の簡素化に寄与した。

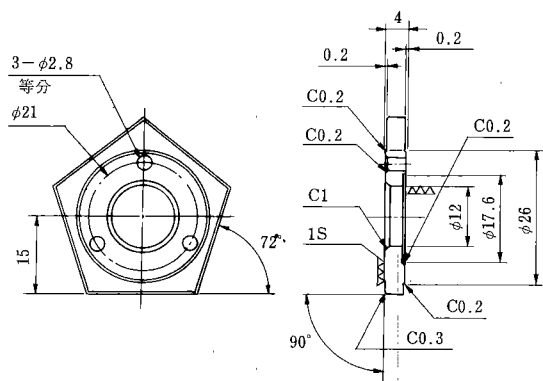


図6 ポリゴンミラー形状

2-3-2 ポリゴンミラー加工法

従来のラッピング工法に代り、超精密切削技術による

(a) 新規工程



(b) 従来工程

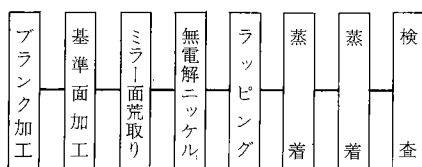


図7 ポリゴンミラーの工程

加工法を開発した。その工程と従来の工程を図7に示す。工程は簡略化し、コストも大幅に低減された。

重要な工程は(1)基準面 (モータの取付け面) 加工(2)超精密切削(3)洗浄である。基準面は両面ラッピングで、平面度 $1\mu\text{m}$ 以下に仕上げることで、超精密切削での多数枚重ねを可能とした。超精密切削は、一番コストの発生が大きい工程のため、仕様を満足し、かつ切削時間の短い条件を設定した。

その条件を表2に示す。洗浄は、切削面が軟らかいため、にフロン洗浄を採用した。

表2 切削条件

切削速度	622m/min
送り	50mm/min
切込み深さ	$5\mu\text{m}$

超精密切削技術を構成する大きな要因には、加工機、工具、被削材がある。以下これらについて紹介する。

(1) 加工機

加工機の外観を図8に示す。加工機は2本の空気静圧軸受、油静圧スライドテーブル、分割盤で構成される。切削方式は、スピンドルヘッドにダイヤモンド工具を取りつけ、被削材に送りを与えるフライカット方式である。高精度な平面を作るために、加工機の各機素は高精度かつ、高剛性になっている。

空気静圧軸受は、回転精度 (主軸の振れ) $0.1\mu\text{m}$ 以下、スライドテーブルの運動精度 (真直度) $0.1\mu\text{m}$ 以下 (150mm ストローク)、分割精度 ± 1 秒となっている。



図8 ポリゴンミラー加工機

(2) 工具

シャープエッジ性の最もすぐれた単結晶ダイヤモンド工具を採用した。刃先は、特殊平形状で微小なパニッ

シュ領域を設けることにより、仕上げ面の粗さ向上が図られている。平形状のバイトは刃先と被削材との接触位置を適切に調整する必要がある。この調整により、切削条痕のない光学的鏡面が得られる。

(3) 被削材

高速回転するポリゴンミラーは、遠心力に耐える材料強度が必要で、軽くて鏡面加工が可能な A l 合金が適切である。一般に市販されている A l 合金は、ピンホール、介在物などの欠陥があり、高精度面が得られないため、高純度地金 (99.999%) をベースに、Mg を添加した材料を採用した。これは結晶粒内、粒界に金属間化合物の晶出、析出がなく、レーザビームの散乱を起こしにくい。

2-4 ポリゴンミラーの加工精度

加工精度の一例を示す。図 9 は、ミラー面の平面度を Zygo Mark III により測定した光干渉縞写真である。この例では $\lambda/5$ 以下が得られた。

表面粗さをタリステップで測定した結果を図 10 に示す。この例では $0.01\mu\text{m}$ Rmax 以下である。



図 9 平面度 ($\lambda=632\text{nm}$)

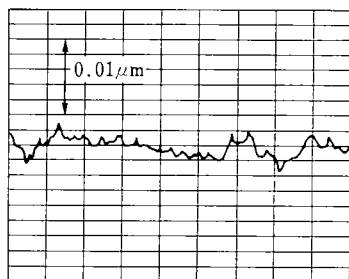


図 10 表面粗さ

3. 成果

以上述べた技術により、従来品と比較して、次の成果をあげた。

- (1) シター：0.02%以下 (従来) → 0.015%以下を達成
- (2) 高さ比：2/5, 容積比：1/2
- (3) コスト比：1/2

4. 今後の展望

今後、レーザプリンタは低コスト・小型化と、高速・高画質の 2 極化が進むと考えられる。

このため、ポリゴンミラー偏向器としては、更に低コスト・小型化を図るために、部品の複合化などの研究を進めたい。一方、高速・高画質の偏向器として、非接触軸受型偏向器の開発を進める必要がある。

おわりに、本稿の執筆にあたり協力していただいた方々に対し、感謝致します。

5. 関連発表資料

- 1) 河津：80年代後半への光産業技術展望—OA 機器—，光学技術コンタクト，Vol.24.No1.P.41 (86.1)
- 2) 岩間：空気軸受を用いたピラミダルミラー偏向器の検討。電気学会
マグネティクス研究会 MAG-85-25, ('85)
- 3) 橋本：光学系に $\phi 63 \times 22\text{mm}$ のスキャナモータ，工業調査会編，精密小型モータ活用技術，P-P 225~226, (S61.7.30)
- 4) 山本：JP-8500989モータ制御装置
- 5) 山本：JP-8504706モータ制御装置
- 6) 橋本：JP-8502864周波数発電機

量産性の高い精密微小穴加工法

High Precision Micro-hole Formation Method Suitable for Mass Production

上石幸拓*

Yukihiro Ageishi

1. 背景と目的

今、本格的カラー化時代への対応の努力が払われている。高速、低騒音、高画質という特徴から荷電制御型インクジェットプリンターへの期待は高い。この装置には高精度のインク噴射口が必要である。

穴径 $15\mu\text{m}$ ~ $50\mu\text{m}$ の範囲の大きさの微小穴についてサブミクロン精度で、しかもコストの安い加工法が模索されてきた。

品質、コストの両面から見て優れた微小穴加工法の開発を試みたので以下にその概要を紹介する。

2. 技術の特徴

開発した微小穴加工法は次のような技術で構成されている。

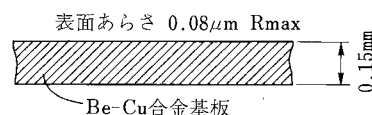
- (1) 比較的大きな面積の金属の薄板の両面鏡面加工技術
- (2) 精密フォトエッチング技術
- (3) 膜厚制御を精密に行う電析技術

図1は、本法の全体の工程を示している。冷間圧延ベリリウム銅合金の薄板(厚さ 0.15mm)を $80\times 80\text{mm}$ に切断し基板として用いる。基板は両面の鏡面加工が必要である。予備加工として粒径 $15\mu\text{m}$ の天然ダイヤモンドによる研磨を行う。これは合金内に分散しているコバルト介在物がピッカース硬さでHV550もあり、天然ダイヤモンドを用いると優れた切削効果が得られコメットテイルが発生しにくく、しかも効率的であるからである。次に粒径 $1\mu\text{m}$ のアルミナ粉による研磨を行う。得られる基板の表面粗さは、 $0.08\mu\text{m Rmax}$ で十分な表面粗さである。この研磨工程の難しい点は両面研磨であること、表面にカーボンなどの汚染があってはならないことである。見出した効率の高い良い方法はキャリアプレートに水を使ってワークを貼り付けるという極めて単純な原理によるものである。

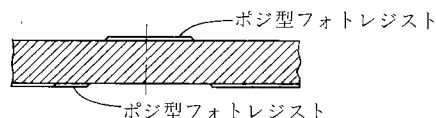
* 生産技術研究所 第1研究部

1st Research Department, Production Technology Research Center

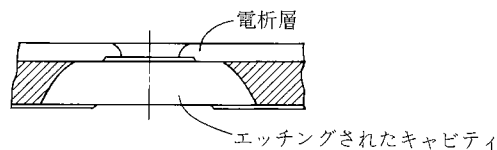
(1)研磨(両面)



(2)フォトリソグラフィ(両面)



(3)1次電析とエッチング



(4)2次電析

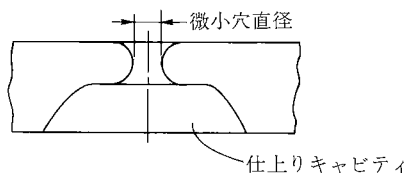


図1 微小穴の加工工程

基板は超音波洗浄した後にポジ型のフォトレジストを用いてフォトリソ工程に入る。ここでの特徴は両面同時の現像を行うことである。

次に特殊な電析治具を用いて片面に一回目の電析を行う。電析浴はスルファミン酸ニッケル浴である。膜厚制御を精密に行う為に開発した方法は浴の攪はん、ワークの揺動に加えて補助陰極を用い $\pm 0.5\mu\text{m}$ 以内の精度を達成した。使用している電析電源は特別に開発したもので、例えば、終点決定の正確を期する為に有効数字5桁のデジタル積算電流計を用いている。

次に、スプレーエッチングの工程に入る。このエッチングで開けられる穴(キャビティ)の断面形状の輪郭線

は実験的に次式で表現できることが分かった。

$$F(x) = T \cdot t \pm \frac{vt}{r+ht} \sqrt{(r+ht)^2 - x^2} \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 x は穴の中心軸に直角な方向にとった中心軸からの距離であり、 T は板厚方向のパラメータ、 t はエッチング開始からの経過時間、 v はスプレー方向のパラメータ、 h はスプレー方向と直角方向のパラメータ、 r はフォトレジストパターン半径である。即ち、スプレーの噴射方向とそれに直角な方向でエッチングは異方的である。図2に(1)式をもとに求めたエッチング時間とエッチング穴（キャビティ）の大きさの関係の一例を示す。(1)式よりフォトレジストの最適パターン直径をシミュレーションし、設計することができた。

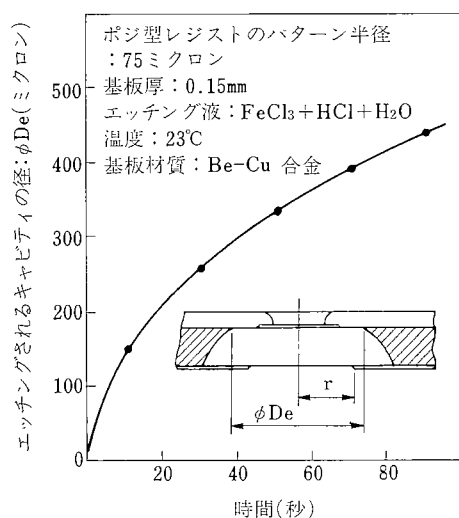


図2 キャビティの直径と穴開き後のエッチング時間の関係

エッチングが終了すると二回目の電析工程に入る。この工程では両面同時の電析を行う。やはり、電析膜の厚さの制御が重要である。

電析工程が終了すると穴径の検査を行う。図3はこの方法で加工した微小穴の断面の走査型電顕写真である。光学式による方法では光の回折があって十分な精度で径の検査を行うことができないため、電子線を用いる方法（測定精度 $\pm 0.08\mu\text{m}$ ）で直径の非破壊測定を行っている。図4は本法による微小穴の加工例を示しており良好な真円性を有している。

3. 成果

開発した方法は当社で従来実施してきた方法¹⁾と比べ、穴径の精度を $\pm 1.5\mu\text{m}$ から $\pm 0.5\mu\text{m}$ へと向上できた上に、製造コストを従来品の約1/10にできた。このことから、本法は優れた量産性を有していると考える。

構造を設計するに当たって金属基板を用いた結果、ハン

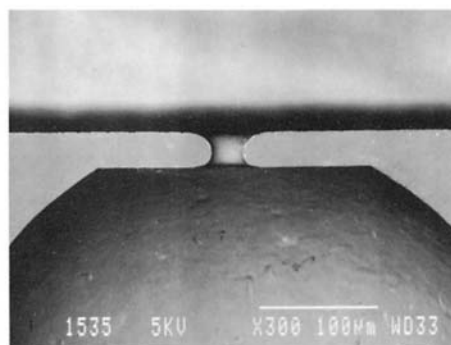


図3 微小穴断面の走査型電子顕微鏡写真

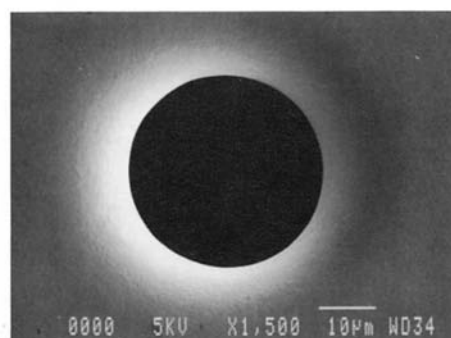


図4 走査型電子顕微鏡による微小穴の真円性の観察

ドリリングの良い精密微小穴を得ることができた。また、荷電制御型インクジェットプリンター用のインク噴射口としてこの微小穴を用いるとき、従来の工法による微小穴よりも優れたインク粒子形成性能のあることが分かった。更に穴径の精度がサブミクロンになったことから機械間のばらつきの小さい安定した高品質プリンターの生産が期待される。

4. 今後の展望

以上の結果は当生産技術研究所内で開発したパイロットプラントで得られた。今後、工程の自動化率を上げ、更に歩留まりの向上を図って行きたい。また、本法は単一の穴だけでなく、一枚の基板上に多数の穴を同時に配列できる特徴を持っている。例えば、マルチノズルインクジェットプリンターなどへの応用も考えられる。

5. 関連発表資料

1. 日本国特許 公告番号 昭59 003152
 ㈱リコー 生産技術研究所 池田邦夫
 同 中央研究所 芳賀 博
2. 日本国特許 公開番号 昭61 094767
 同 生産技術研究所 上石幸拓

光学プラスチックの精密射出成形

Precision Injection Moulding for Optical Plastics

伊藤英徳* 佐藤博実*

Hiddenori Itoh Hiromi Satoh

1. 背景と目的

光学プラスチックは従来のガラス光学部品の単なる軽量化、コストダウンを狙ったという意義の他に、

- (1) ガラスでは出来なかったものを可能にする
- (2) 複合化

などのメリットを持つ。

光学部品をプラスチック化する際の主な課題として、

- (1) 光学特性を満足する平面または曲面の精度
- (2) 温度、湿度の変化で特性が変わらない配慮
- (3) 透過の場合、内部歪みの低減
- (4) 反射防止、ハードコートなど表面処理が可能などが挙げられる。

今回我々が取りあげたものはいずれも長尺で、全長にわたり必要な面精度を出すことが難しいとされていたものを、射出圧縮成形法を用いて解決した。

それらは、レーザプリンタのレーザ光学走査系に用いられる長尺円筒レンズ¹⁾ (図1)、等倍結像素子ルーフレンズアレイ (RMLA)²⁾ (図2) に用いられるルーフレンズアレイ (RMA) の2例である。

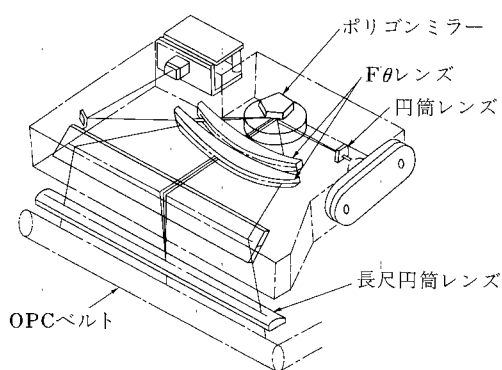
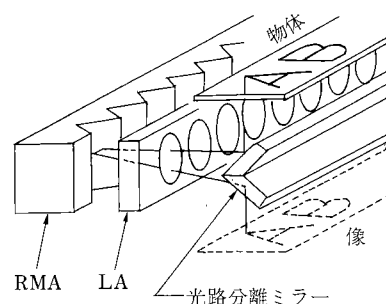
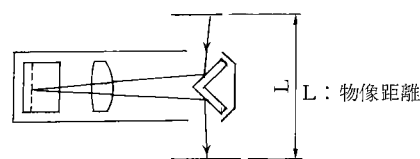


図1 レーザプリンタ書込ユニットの構成例



a) 全体構成と像形成



b) X方向断面での全体構成

図2 RMLAの全体構成と像形成

2. 技術の特徴

2-1 射出成形法と射出圧縮成形法

従来の射出成形法では、特に長尺物において、ゲートから遠い部分の面精度が悪い。これは成形機の圧力が樹脂を介して伝わるためで、ゲートから遠い部分と近い部分でその差が大きい。

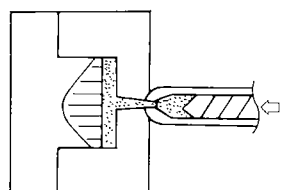
射出圧縮成形法は図3のごとく均一な樹脂圧がかかるように駒で圧縮するため、金型温度、樹脂温度を精密にコントロールすることにより、極めて高い面精度が得られる。

2-2 長尺円筒レンズ

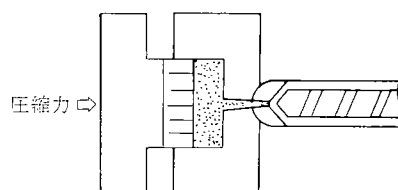
レーザビームプリンタ用長尺円筒レンズとカメラ、複写機用などの一般光学系レンズの違いをまとめると表1のようになる。表1で判るように長尺円筒レンズはキズ、異物などで作り難い面もあるが、一般的な光学特性は許

* 生産技術研究所 第1研究部
1st Research Department, Production Technology Research Center

樹脂圧力分布



射出成形法



射出圧縮成形法

図3 形内樹脂圧力分布

表1 一般光学系レンズと長尺円筒レンズの違い

項 目	一般光学系レンズ	長尺円筒レンズ
光線波長	白色光	単一波長
周囲温湿度環境	厳冬, 炎天下	コンピュータ装置環境
精度	N. R. 1本未満	N. R. 3本未満
異物, 内部不均質	多少は可	0.1mm以上可
焦点移動の許容巾	±0.05mm	±0.5mm

容巾が大きくプラスチック化し易い。

次に長尺円筒レンズの成形品としての特徴を記す。

- (1) L/D が極めて大きい (L; 長さ D; 厚さ)
- (2) 長手方向で光学的均一性が必要
- (3) フローマーク, ジェットティングなどがないこと
- (4) 円筒面, 平面がニュートリングオーダのこと
- (5) そり (光軸方向), 曲がり (直交方向) が 0.2mm 以下のこと

これらを達成するために成形技術面からは次の手段を講じた。

- (I) 長手方向の光学的均一性を確保するため, ゲートからの保圧は避けて光軸方向の金駒の加圧圧縮により必要樹脂圧力を得る。しかし, 圧縮機構は出来る限り簡素化し, 通常成形機で成形できるように金型コアの下にスプリングを入れ射出充填で得られた反力を少しずつ開放している。(図4)
- (II) 円筒面, 平面精度の確保及びフローマーク, ジェットティングなどの異常流動を起こさないようにする

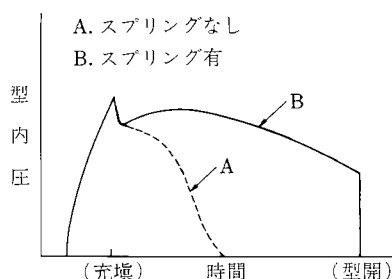


図4 圧縮による型内圧曲線

ため金型を熱変形温度程度まで昇温し, 充填した樹脂を十分に緩和させる。

- (III) 成形品を高温金型から取出すと多くの場合は重力と不均一な冷却により, そりが生じる。そこで冷却時間を短縮するため, 熱変形温度ギリギリで金型から取出し, 吊り下げ冷却法で全周均一に冷却することでそりのない成形品を得ている。

2-3 ルーフミラーアレイ (RMA)

等倍結像素子 RMLA は長尺一体成形されたレンズアレイ (LA) と RMA とから構成されている。RMA は単一ミラーを階段状に配置した成形品で以下の特徴がある。

- (1) 平面度 $\pm 20\text{mR}$ 以上, 直角度 $\pm 30''$ 以下, 隣接面倒れ $\pm 1'$ 以下の精度が長手方向全域で必要
- (2) そり, 曲がり $0.15\text{mm}/330\text{mm}$ 以下
- (3) 温度, 湿度による変化は, 仕様内のこと
- (4) ミラー面にジェットティングなどの外観不良は不可
これらを達成するためには次のようなことを行った。
- (I) ミラー面を形成する金駒を図5に示す。この金駒加工には超精密ラップ技術を駆使し平面度 $\lambda/5$, 直角度 $\pm 15''$, 形状誤差 $0.5\mu\text{m}$ 以下の精度を得ている。

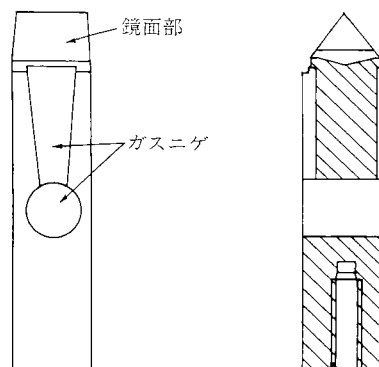


図5 RMA用金駒

- (II) 残留応力を発生させずに長手方向の均一性を保つため油圧圧縮機構を取り入れた。(図6)精密に制御

するために多段に圧力，時間を設定できるようにした。

(Ⅲ) 平面性を確保し，外観不良を出さないために金型を熱変形温度以上に昇温し，かつ全長にわたり $\pm 1^{\circ}\text{C}$ に押えた。

これらの結果，上記の成形品精度が得られ，ユニットとしてMTF70% (5lp/mm) の結像性能を達成した。²⁾

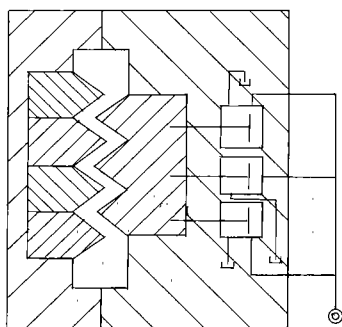


図6 RMA用金型の圧縮機構

3. 成果

ニュートンリング3本～1本という精度の異なる成形品に対し2方法の射出圧縮成形法を実施し，それぞれ目標を達成することができた。

今までに述べてきた2例の成形品はいずれも長尺品であるが，長手方向の均一性のみならず射出圧縮成形理論の応用展開は金型と同等な精度の成形品ができることを示している。これら2例の開発を通じ到達精度として

球面歪み ($\phi 20\text{mm}$) 0.1λ

平板の微小凹凸 $0.01\mu\text{m}$

を得ている。

4. 今後の展望

光学プラスチック成形は，コストダウンという命題を掲げながらますます高精度になっていくと考える。今後，球面精度 0.5λ 以下の複写機用プラスチックレンズ等の高精度な光学素子が開発され，実用化されていく。

5. 関連発表資料

- 1) 河津：光学技術コンタクト24，1 (1986)
- 2) 井口：Ricoh Technical Report 13 (1985)

塗工技術の開発

Novel Coating Technology

鈴木孝次*

長本清隆*

香川 勉*

Takatsugu Suzuki

Kiyotaka Osamoto

Tsutomu Kagawa

1. 背景と目的

OA 機器に代表される情報処理機器で使用されるサプライに、紙、フィルム基材に記録又は記憶機能をもつ膜(又は層)を形成させたものがあり、この機能を持つ膜は多くは塗布と呼ばれる加工方式で製造されている。

最近の情報処理機器の普及に伴い、そのサプライにも多様化、多機能化、高品質化とコスト優位性が要求され、生産設備としての塗工設備には、ますます高性能な機能が要求されている。

我々はこれらの要求に対処するため、材料、処方等の製品設計の面からアプローチする一方、塗布、乾燥等の塗工技術の開発、改良に取り組んできている。

2. 技術の特徴

塗工設備は大別すると、巻出し、塗布、乾燥、巻取り、駆動及び制御の装置から成り立っている。

今回は、その中で最近開発、改良を行なった例を塗布、乾燥及び計測を含めた制御に分けて紹介する。

2-1 高粘度・高濃度塗料及び高揮発性塗料の塗布装置の開発

塗布とは、一般には帯状の基材に液体の塗料を所定の厚みに被覆する加工操作で、目的により多方式の装置が開発されてきているが、従来の装置には高粘度・高濃度塗料の塗布や、高揮発性塗料の塗布において要求される塗膜品質を満足できるものがなかった。

2-1-1 ロールブレードコーター

従来より高粘度・高濃度塗料の塗布に使われているロールブレードコーターは、大きく分けると二つにわけられ、それぞれ図1のような特徴を有している。

バーベッドチューブ分離型は、バーベッドがプラスチ

ック製で、しかも金属製の支持装置に固定されている為、ベッドが紙面に平行になるよう調節できず、ベッドを押し上げるスプリングを含めた製作誤差、ひずみ等により幅方向で計量ムラを生じやすく、又、スプリングを介して加圧する為に、幅方向での直線性が出にくく、高圧側での使用に限定され、その結果として低付着量となってしまう。

一方、バーベッドチューブ一体型のロールブレードコーターは、金属製の支持装置から分離する為に、バーベッドとチューブを一体化している。

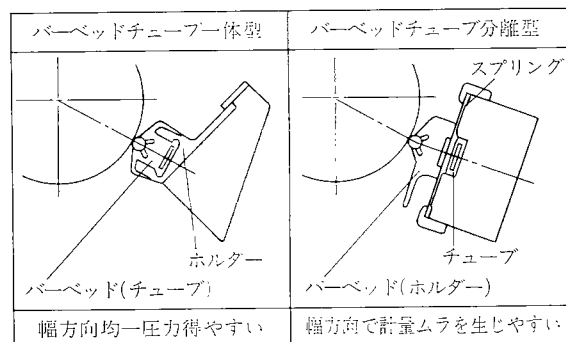


図1 ロールブレードコーターの比較

その為に、紙の走行方向に対し、90度方向にチューブが自由に伸びる事ができ、塗料の水力学的圧力とロールブレードの加圧チューブとの間に平衡状態が生じやすいようになっている。

この方式により、低圧でも幅方向均一に加圧でき、その結果として高付着量でも使用可能となった。

しかし、バーベッドチューブ一体型での付着量にも限界があり、今回、より高付着量でも幅方向均一に塗布できる方式を開発した。

通常、バーベッドチューブ一体型で均一な付着量が得られる限度は、顔料、樹脂分散系の水溶液で WET 付着量で $15\text{g}/\text{m}^2$ である。

* サプライ事業部 技術部

Technical Department, Supply Products Division

** サプライ事業部 第一開発部

First Development, Supply Products Division

これより高付着量にすると、付着量バラツキが約30%位 (WET20g/m²) 発生してしまう。

これは、ロールブレードの押し付け圧力でみると、両端が特に高くなっており、中央部はチューブの成形誤差によるバラツキが生じている為であり、その原因は、ロールと基材及び塗料の厚み分だけ図2の様に段差ができ、両端部ではその分だけチューブが広がる為に付着量が少なくなっていると考えられる。

従って、バックアップしているホルダーの押えをなくせばこの様な現象はなくなると考え、図3の様な基材幅方向等ピッチ調整ボルトによるホルダー移動機構を付け、付着量の大小によりホルダーのバックアップを調整できる様な装置を開発した。

その結果、粘度3500cpsの液でWET付着量25g/m²の条件においても付着量バラツキを6.9%以内にすることができ、高粘度における低付着量から高付着量の均一塗布が可能となった。

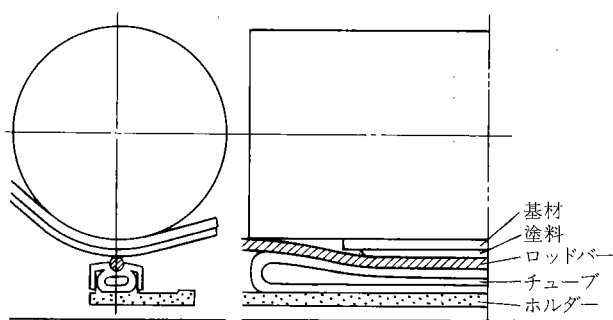


図2 ロールと基材及び塗料の関係

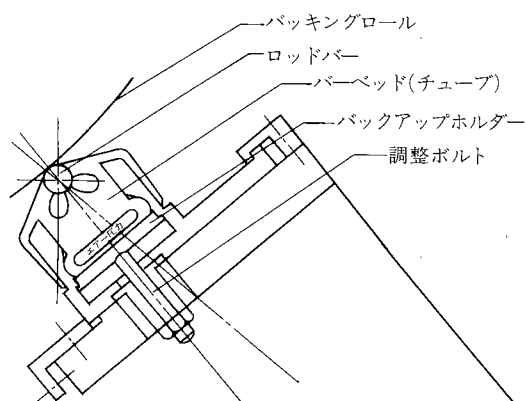


図3 開発した新型ロールブレードコーター

2-1-2 スリットダイコータ

高揮発性塗料の塗布用に開発された装置は、平行平板型のダイで、我々はスリットダイと呼んでいる。実用化しているスリットダイの外観と構造を模式的に描いたの

が図4である。

適当な送液装置によって送られてきた塗料は、スリットダイの片側に設けられた塗料供給口からマニホールドに流入し、マニホールドからスリットで整流されリップから薄い液膜となって流出し、基材上に塗膜を形成する。

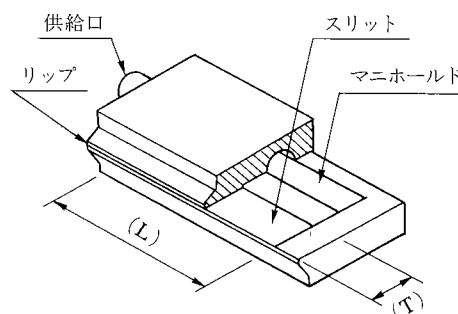


図4 ダイの外観及び構造

この時のダイ内の液流動に係る構造上の因子をあげると、スリットの長さ(T)、スリットの幅(L)、スリットのスキマ(H)、マニホールドの径(R)が考えられる。また塗布操作上の因子としては、塗料の粘度、塗料の流量などが考えられる。

ここで、片側スリットダイの重要特性値である幅方向塗料流出量精度(幅方向膜厚精度を決める)については、マニホールド内の端面よりz、中心軸よりrにおける流動要素についての力のバランスとスリット内の座標(x, y, z)における力のバランスを考えると以下の式が導かれる

$$\left(\frac{dp}{dz}\right)^2 = \frac{2H^3}{3\pi R^4 T} \{ (p - p_o)^2 - (p_f - p_o)^2 \}$$

式中pは圧力を表わし添え字oはスリット出口、fはマニホールド閉端部の位置をしめす。

さらに、幅方向塗料流出量偏り度(D)と言う特性値を考え、上式の近似解を求めると

$$D = k(H^3 \cdot L^2) / (R^4 \cdot T) \quad (k \text{ は近似解の定数})$$

と構造上の因子だけで表すことができる。そこで、これらの因子と幅方向塗料流出量精度との関係は、表1にまとめられる。

表1 構造上の因子と流出量精度の関係

因 子	流出量精度 劣→良	影響度 順 位
マニホールドの大きさ (R)	小→大	1
スリットのスキマ (H)	大→小	2
スリットの幅 (L)	大→小	3
スリットの長さ (T)	小→大	4

ちなみに、現在使用しているスリットダイは、 $R=15\text{mm}$ 、 $H=0.3\text{mm}$ 、 $T=20\text{mm}$ で $D=0.118$ と算出され、その実績は $20\mu\text{m}$ の膜厚を5%以内の精度で塗布している。

さらに、従来は困難とされていた低粘度の有機溶剤分散液型塗料の塗布を目的とした改良が加えられたスリットダイでは、 $1\mu\text{m}$ 以下の薄膜を塗布することが可能となっている。

以上、概略説明した様にスリットダイ塗布方式の利点は、塗料を変質しない様に密閉系で取り扱うこと、塗料の歩留りが高いこと、塗布幅を無段階に選択できることなどがあげられ、今後多方面への展開が期待される。

2-2 高速広幅及び高揮発性塗料の乾燥装置の開発

乾燥装置とは、塗布によって形成された塗料の膜を熱風又は赤外線等で加熱し、水又は有機系の溶剤を蒸発除去し、塗膜として基材に固着させる機能を有するものである。その乾燥方式については、両面乾燥方式のエアフローティングが乾燥率を高くとれるので多く採用されるようになって来ている。しかし、従来は、高速乾燥時の基材のバタツキや高揮発性塗料の乾燥ムラなどの欠点が指摘されていた。

2-2-1 両面エアフローティングノズル

従来のエアフローティングノズルは、図5(a)の様にコアンダ効果により④ゾーンに⊕静圧を発生させ基材をサポートしているが、基材幅方向でみると圧力差が生じ、基材両端でバタツキが発生しやすい。

それを解決する為に図5(b)の様なノズルを開発した。このノズルは、中央部に調圧スプリング付の穴を基材幅方向に等ピッチに有している為、⊕静圧の高い所は、スプリングが大きく変形して排気量が多くなり、又、低い所はスプリングの変形量が少なく排気量も少なくなる構造としている為、前記のエアフローティングノズルの様な基材幅方向の圧力差がほとんどなく、その結果として広幅(2200mm)での高速乾燥が実現できた。

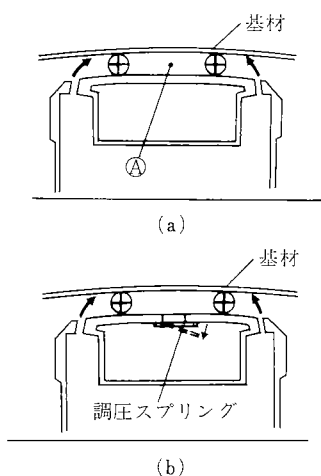


図5 フローティングノズル

2-2-2 シングルスロットノズル

従来の片面ジェットノズル乾燥又は両面エアフローティングノズル乾燥方式では、塗布面に熱風が当たることから、製品の表面地合、電気特性等の品質に悪影響を与える為、裏面からのシングルスロットノズルによる乾燥方式とした例である。(図6)

シングルスロットノズルから吹き出した風は基材に対し⊕静圧が働き基材を浮かし、定位置にサポートする。風は基材と同方向に流れ、翼の開孔部からエキゾーストされる際、基材に対し⊖静圧が働き基材を吸引する。よって、⊕⊖の静圧バランスを取る事により基材は浮き上がり、蛇行せずスムーズに流れる。

この方式は、塗布表面には風が流れない為、乾燥速度を鈍化でき、塗布表面のプロファイルは均一で品質のよい製品が得られる。

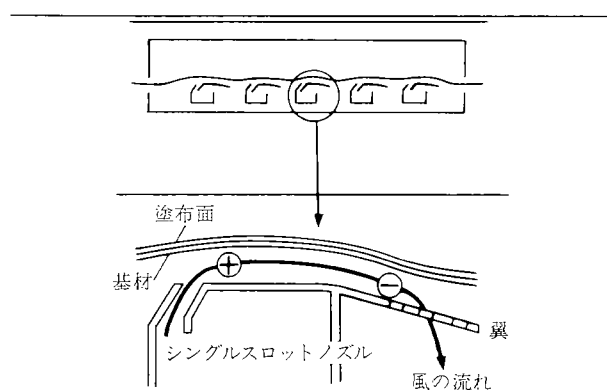


図6 シングルスロットノズル

2-3 計測と制御技術

高速化及び精密塗布をはかる為、塗布における付着量のオンライン計測及び乾燥における風量の安定制御化の必要性が生じた。

2-3-1 赤外線による付着量のオンライン計測技術

付着量計測は、従来オフライン検査による重量法で計測していたが、高速化に対応したリアルタイム計測が設備稼働率、製品歩留向上などの面から極めて重要であるため、赤外線水分計を利用したオンライン計測技術の開発を進めてきた。これは、赤外域における水の吸収波長の光を水を含んだ塗布面に当てると、含有水量に応じて光のエネルギーが吸収される為、その減衰量を測定することで塗布面の水分を知ることができ、この水分を代用に塗布液中の固形分比率から付着量を算定する方式である。その原理は図7に示す通りである。

2-3-2 インバータによる乾燥風量の制御技術

従来、乾燥風量の変更は、ダンパー方式を採用してい

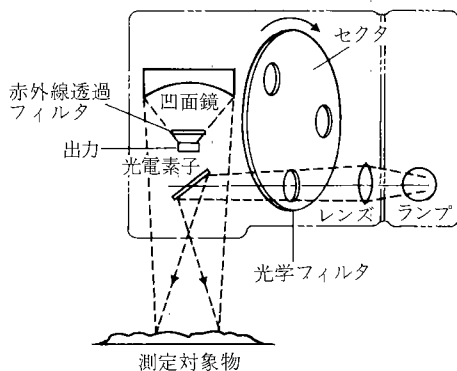


図7 付着量計原理図

たが、多品種化のニーズによる高精度の再現性、高速化に伴う作業性の向上、省エネルギー等の要求から、かご形電動機のインバータ化による回転数制御方式を採用してきている。

この方式では、ブロウ風量と回転数が、比例関係となる為、作業性が良く図8に示す通り、ダンパーによるヒステリシスもないことから、高精度の再現性を得ることができる。又、図9に示す消費電力もブロウ軸動力が回転数の3乗に比例して減少する為、大巾な省エネルギー効果を得ることができる。当方式は、乾燥以外でもポンプ、ファン等の広い範囲で多用しており、最近では、省人化や、保全性の向上を目的としたラインドライブシステムでの展開もはかっている。

3. 今後の展望

サプライ事業部における塗工技術の一端を紹介した。塗工設備は高額でかつ広い設置スペースを必要とするものであり、その意味では、当事業所はいわゆる装置工業

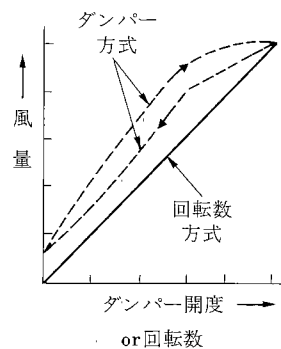


図8 風量特性

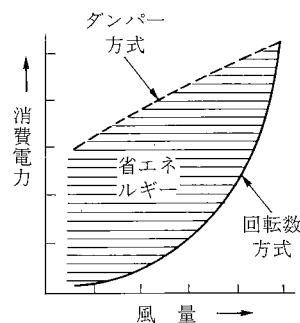


図9 消費電力特性

である。装置工業においては、その製品のQ, C, Dにその製造法すなわち加工技術が大きく影響する。

この点をふまえて、市場の要求品質に対応できる加工技術を今後も蓄積していきたいと考える。

DBMSを中心とした統合CADシステム

Synthesized CAD Software Using DBMS

平居 透* 岡野敬二*

Satoru Hirai Keiji Okano

1. 背景と目的

PPC 複写機の市場も成熟期に入り、ユーザーズの多様化にともないシェア獲得競争が激化しており、新製品開発のポイントは信頼性の高い製品をより安く、より早く市場に提供出来るか否かにかかっている。

こうした状況化で第一複写機（事）は、複写機の開発設計効率を向上させる為の手段として、昭和57年に汎用大型コンピュータを導入し CAD (Computer Aided Design) システムの開発に着手した。

一口に CAD システムと言っても、その対象とする製品（建設・航空機・自動車・IC・プリント板等）や生産方法（量産、非量産の差）により必要な道具の仕様は異なり、複写機を設計するのに便利に作られたシステムは、市販品の中にはない。そこで、ユーザに適合したシステムを構築するためには

① すべて自社開発する場合

対象製品を設計・生産するために必要な機能が自由に組み込める半面、開発に膨大な工数がかかるばかりでなく、維持にも多くの工数を必要とする。

② 市販製品を利用する場合

導入における工数が少ない半面、対象製品にあったシステムが作りづらい。

③ メーカーに汎用部分を開発してもらい専用部分を自社開発する場合

①に比べ自由度は少ないが、対象製品にあったシステムが作れる上に開発工数や維持メンテ工数を低減することが出来る。

があり本システムは、③の方法により開発を行った。

汎用部分は日立製作所との共同開発で HICAD/2 D, HICAD/PF として製品化されている。又、専用部分は自社開発で、ソフトウェア・エージー社の ADABAS を使った技術情報データベースと ASSEMBLER, FORTRAN, NATURAL 等の言語を使ったユーザプログラムにより構成されている。

* 複写機事業部 システム開発部

System Development Section, Reprographic Products Division

本稿では、自社開発部分を中心に従来の CAD ソフトウェアにない新しい試み「DBMS を中心とした統合 CAD システム」の RICAD 機械設計システム（以降 RICAD と略す）部分について述べると共に、システムの概要を紹介する。

2. RICAD の特徴

a) 部品構成管理 DB との統合化

複写機の設計作業は、企画仕様を満足する製品や部品の仕様を決める設計作業と部品を作るために、その特性値を図面として表現する図面作業に大別することが出来る。

設計作業（計画図作成段階）は、ラフな計画図から詳細な計画図に仕上げていき、最後に部品図や組立図を作るトップダウン型の設計方法をとっている。そのために詳細な計画図作成段階では、複数の設計者が同時に複数端末から 1 台の複写機が設計出来る機能が必要となる。

また、新製品を設計する場合、すべての部品を新規に作ることは少ない。既設計機種の部品やユニットをそのまま利用したり、一部変更して使うことが出来ると開発効率は上がる。そこで、製品一組立品一部品が階層的に管理され、各階層のどの形状でも、自分が設計している計画図中に取り込むことができ、部分的に変更や交換が出来る機能が必要となる。

これらの機能を達成するために、CAD システムと部品構成管理機能を統合させ、複数の CAD ユーザが 1 つの部品構成管理 DBMS（日立 PDM II）と会話を行うことにより、CAD ユーザ間で情報交換が出来るシステムを開発した。

部品構成管理機能のイメージを図 1 に示す。このシステムのポイントは部品構成のパス上に CAD の図形の移動量、回転角度およびミラーフラグなどを持たせたことにあり、図中、実線枠で書いた部分、すなわち部品構成の最下位部品にしか形状データを持っていない。

このソフトウェアを使うことにより計画図のどの階層のデータでも共通利用が可能となった。

b) 従来の製図通則に合った図面が 100% 書ける

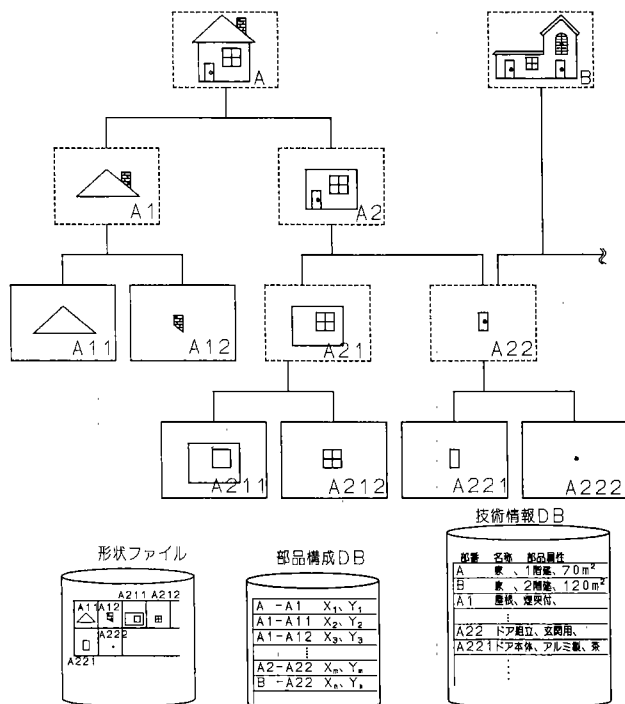


図1 データ構造のイメージ

部品形状の詳細と材質や処理の詳細が決ると、設計作業から図面作業へと移っていく。JIS および自社の製図ルールに基づき部品図や組立図を作成することになるが、寸法や公差など図面にまつわる情報を作成する以外に、表題欄や要目表等の図面属性として検索キーとなる文字情報も作成されなければならない。また、検図の後には承認印も図面に付加される。

これら図面にまつわる情報の内、一部でも手書きの情報が入った CAD 図の流通を許すとコンピューターに入っているデータの信頼性が低下し、流用設計する場合に現流図面と比較しなければ使用できないという状況が生まれる。ここに100% CAD で書くことへの必要性がある。

しかし、100%書くための手間が手書き図面に比べて膨大にかかるようでは、実使用に耐えない。

一般に市販されている CAD システムは、この機能が弱いものが多く CAD を導入したために製図時間が以前より多くかかったり、手書き図面と CAD 図面の製図通則が違うなどの問題があった。

そこで、JIS 準拠の寸法や公差記号を簡単に、速く、完全にかけるシステムを開発することにより、コンピューターに入っている図面を正式図面とする図面管理が可能となった。

c) 技術情報 DB との統合化

CAD で設計作業や図面作業を行うとき、製品仕様、部品属性、技術標準、ノウハウ等の技術情報が自由に検索

できたり更新できると有用なことが多い。

例えば、製品仕様やユニット仕様のデータが DB に入っていれば、設計者は技術計算プログラム毎に入力パラメータを指定しないで済むし、計算後の特性値を自動的に DB に登録できる。また、技術標準が DB に入っていれば、新人設計者でも技術標準が自然と守れる。などが上げられる。

また、技術情報 DB としては多条件検索ができるリレーショナル型データベースがよい。そこで我々は、ソフトウェア・エージ社の ADABAS を選択した。

そこで、上記 CAD システムと技術情報 DB の統合化を NATURAL (ソフトウェア・エージ社の会話型プログラミング言語) を介して行うインターフェイス (I/F) を開発し CAD 利用時に自由に技術情報 DB が活用できるようにした。

NATURAL を介した I/F にした理由は、ユーザ開発の図形処理プログラムと技術情報 DB のアクセスプログラムを同一言語、すなわち NATURAL で記述できるようにするため、これによりユーザプログラムの開発工数が大幅に低減した。図2に、そのプログラム構造の概要を示す。

現在、CAD のソフトウェアと連動した技術情報 DB には、下記のようなものがある。

- ① CAD 部品 (又は図面) に固有な情報
 - ・製品仕様 DB
 - ・部品属性 DB
 - ・部品特性 DB
- ② 技術標準、ノウハウ等の基準情報
 - ・技術標準 DB
 - ・標準名称 DB
 - ・標準材料処理 DB
 - ・標準注記文章 DB
 - ・その他

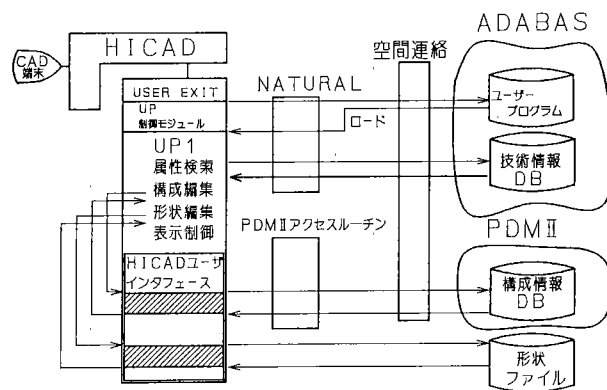


図2 プログラムの構造

- ③ システム全体を管理するための情報
- ・人事マスタ
 - ・セキュリティ DB

3. RICA D システムの概要

RICA D の概要を図 3 に示す。

1) 製品仕様登録システム

新製品を設計する場合、最初にその製品の仕様を製品仕様 DB に登録する。複写機の場合、コピースピード、コピーサイズ、複写倍率、消費電力などがこれに相当する。このデータは、CAD や技術計算、レポート作成システムなどへの入力データとなり、データベース上で管理される。すなわち、技術計算の度に同じパラメータを調べて入力する手間が無くなる訳である。また設計を進めていくうちに、その製品特有の仕様値が決められてくる。例えば、複写機の原稿読み取り装置の設計では、レンズの明るさや焦点距離、原稿読み取りスピードやスリット幅などである。これらの値は、設計した設計者のみを変更できるデータとして技術情報 DB 上に登録され、製品仕様と同様に各アプリケーションで利用出来る。

2) 設計システム

a) 部品構成管理機能

HICA D/PF の基本機能で、部品図と部品構成が対応している。CAD 端末で計画図を呼び出すと、形状の他に部品構成リストが右側に表示される。形状を指示して、その部品番号を知ることができ、逆に部品構成の中から選択した部品番号から形状を知ることでもできる。また親番号を指示して、組立品の形状を移動したり回転することも可能である。

組立図を作ってから部品構成を作るのではなく、部品構成を作ってから部品形状を決められることが大きな特徴である。

この機能によって、計画図変更が容易となる上に、旧図の利用も簡単になる。さらに、部品構成 DB と技術情報 DB の部品属性 DB と比較することにより出図すべき部品が識別でき、設計の進み具合や未設計部分が明らかになる。

b) 部品検索配置機能

RICA D は新規設計を支援すると共に、旧図の積極的な利用も支援する。そのために作られたのが本機能である。CAD で計画図を書いている最中に、既設計部品や標準部品を技術情報 DB から検索し、画面に表示される検索リストの中から必要な部品をピックアップして、その図面を表示させることができる。

図面内容を確認して使用可能ならば、その部品または組立図を計画図中に即座に配置することができる。

c) 採番管理機能

HICA D/PF で採番はユーザOWNコーディングとして切り口が設けられている。部品番号を新たに設定する場合は必ずユーザプログラムがコールされる。

ユーザプログラムは技術情報 DB の配番用テーブルを参照し配番ルールに基づき自動的に番号を発行し、管理する。

d) 設計ガイダンス機能

設計するための技術ノウハウが技術標準として技術情報 DB に組み込まれており、必要によりガイダンス画面に出すことができる。この機能により、設計者はデザインマニュアルの調査から解放される。

例えば、標準材料・処理 DB を使ったガイダンスでは

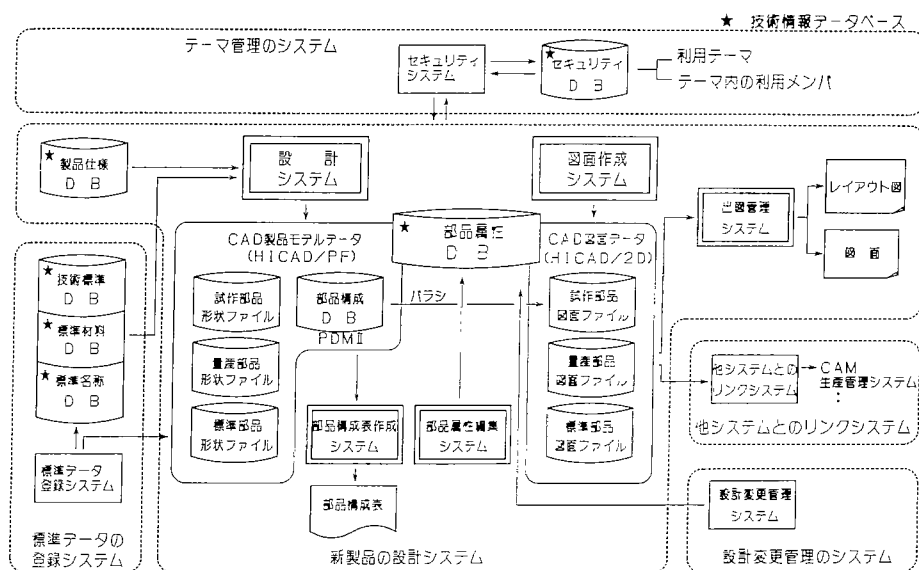


図 3 RICA D システムの概要

部品の用途から材質を選択でき、更にその材質に許される表面処理がガイダンスされ選択できる。また、技術情報 DB でデータ間の関連性が定義されるため、そのときに許される外観等級や公差が選べるようになっている。したがって新人設計者でも CAD で設計すれば、容易に標準を守ることができる。

e) 半自動設計機能

仕様値を入れると全て設計してしまう自動システムと異なり「コンピュータがパラメータの選択をガイダンスし、設計者の決定に基づき次のステップに進む」といった自由度の高いシステムで、具体的には光学系のレイアウトを行ったり、駆動設計が出来る半自動設計プログラムがある。

これらにより、複写機固有の設計が短時間で正確に行えるようになった。

f) 部品設計機能

部品の形状を技術情報 DB の設計基準に基づき作図できる機能である。形状属性として公差データや処理前寸法が同時に決定され保持される。したがって、図面作成時に公差寸法を一度に表示することができる。

また、形状種別もこの機能で同時に作られる。例えば、CAD データでは円であってもそれがタップの下穴なのか、半抜き形状なのか識別できないと NC 化につながらない。RICAD では形状属性を保持できるため、NC テープ作成などの CAM システムへの入力大幅に削減できる。

g) 図面作成システム

a) 自動バラシ機能

計画図の上に図面用紙を重ねて、用紙内にうまく入るようにして形状を写し取る作業を自動的に行うプログラムで、部品形状の各面図の大きさを計算し、図面サイズ、図面化した時に見える方向、配置（ミラーリングや回転を含む）などが自動的に決定される。そして決定された図面サイズなどのデータや作業進行状況が技術情報 DB の部品属性データとして自動入力される。

b) 表題欄・要目表マージ機能

自動バラシ機能で生成された図面は、まだ形状配置だけの図面である。本機能は既に RICAD 設計システムで部品属性 DB に登録されている品名、材質などの情報と要目表に記入される特性値や図面様式（表題欄と図枠）を形状とマージして図面に表示する機能である。

RICAD 図面作成システムでは、図面を呼び出すと同時に本機能が働くので、CAD の情報として注記文や文字データを持つ必要がなくなる。

c) 注記寸法自動表示機能

個々の寸法・記号の入力は HICAD/2D 拡張製図モードの機能を使って行う。しかし個々に寸法を入力して公差を追加しては、作業性が悪い。RICAD システムでは、基本的な加工形状（例えば長穴・角穴など）はユーザーコマンドを実行すると、形状が編集されると同時に、技術標準 DB から処理前寸法や公差などの属性が検索され、形状属性として定義される。

注記寸法自動表示機能は、形状をピックして表示位置を指示するだけで、寸法値の前文字や後文字（公差など）を自動的に表示する機能である。

d) 検図・承認機能

CAD 図面は 100% CAD でつくられたものとしているため、図面が出来上がると画面上で検図・承認を行う。セキュリティ DB に図面を書くことのできる人、検図のできる人、承認のできる人などのデータを持っているので、その権限を持っている人でなければ検図したり承認したりすることはできない。

従来の手書き図面で

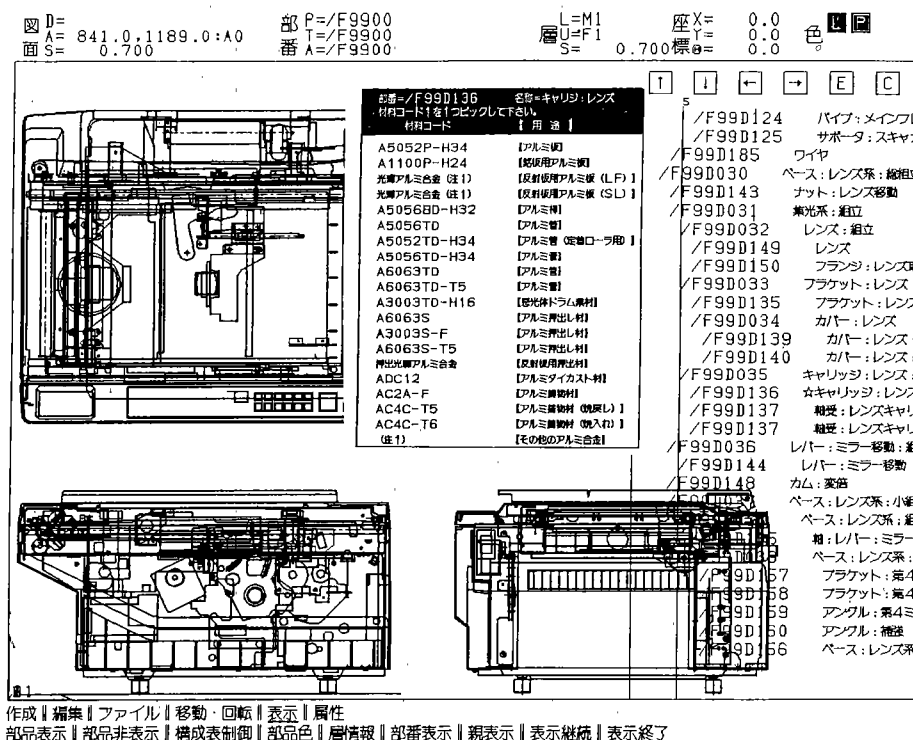


図4 材料ガイダンス表示画面

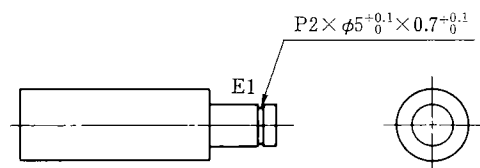


図5 注記寸法自動表示構造

は、原図に印を押していたが、CADでは検印コマンドの実行を行う。このコマンドは、名前や所属をキー入力しなくても、ユーザIDをキーにして人事マスターから自動的に取りだし、部品属性DBに登録を行い、自動的に印を表示する。

4) 部品構表自動作成システム

部品構成データは、HICAD/PFによりPDM IIに作られている。このデータと技術情報DBに入っている部品名称、図面サイズなどの部品属性によってコンポーネントリストが自動作成される。さらに、製品1台を作るために必要な部品と使用個数を計算して集約部品表の作成も可能であり、本システムにより、従来の部品表データの入力期間を大幅に短縮できた。

5) 出図管理システム

図面が完成して承認が行われないと正式出図はできない。但し、検図用に出力したり拡大図を出力することはできるが、正式出図と種別できるように図面マークが入る。プロッターはすべてオンライン接続で、複数枚の図面を自動配置して出力でき、配布先やコピー枚数などの管理情報も同時に出力される。

6) 標準部品登録システム

このシステムを利用できるのは、部品標準化の委員会が定められた特別な技術者だけである。それ以外の人にはデータの変更が許されない仕組みとなっている。一般の設計者は、自分の機械にそのまま使用することが義務付けられており、HICAD/PFによる操作でも標準部品のプロテクションが自動的にかかるようになっている。

7) 設計変更管理システム

図面には、設計変更によって複数のレビジョンが存在する。ある図面が設計変更中の場合、設計者がアクセスするのは最新の変更中レビジョンであり、生産部門では一つ前の現行レビジョンである。さらに、サービス部門では、もっと古いレビジョンが見たい場合が発生する。

このような各ユーザの要求通りのレビジョンに直接アクセス出来るように、技術情報DB中のデータを使ってRICADプログラムにより管理される。また、設計変更によって他のアプリケーションソフトウェアとの関連性の維持を支援するための変更状態監視機能も備わっている。

4. 成果

84年に開発をCADで試行したテーマによると、計画図、部品図及び組立図の95%以上をCADで設計し、その結果、従来のドラフターによる設計に比べて設計時間で23%短縮、設試時組付問題点は35%低減できたと報告されている。

データベースの量は、それ以後も着実に増加をしており、今後は旧図利用率の増加にともない、更に効果の拡大が期待される。

また、本稿では述べなかったが、CAD/CAMリンクシステムの開発も平行して進んでおり、下流部門での効果も期待できる状況になっている。

5. 今後の展望

本システムをより効果的に活用し、複写機の開発スピードを更に高めるために

- ① データベースの質と量の向上を計るための運用ルールの制定と仕組作り
- ② 設計手順・ノウハウ・技術標準・加工標準のデータベース化の推進
- ③ 下流部門での効果の拡大のためのCAD/CAM一貫システムの充実などを進めていく予定である。

今回開発したシステムは、設計部門・生産部門のニーズを取り入れたCAD/CAMの比較的新しい試みであり、総合技術情報システムへの第一歩である。さらにシステムの改良、機能向上に努めていきたい。

そして本CADシステムのより効果的な使い方が、社内の技術蓄積、および部品や製品の一層の品質向上に役だつことを期待している。

最後に、本システムの開発にあたり、多大なる御協力を頂いた(株)日立製作所、日立電子サービス(株)、ビーコンシステム(株)、(株)ネットワーク・エンジニアリングシステム、(株)情報システム開発のSE諸氏を初め、関係者各位に心より感謝の意を表すると共に、今後一層の御指導、御協力をお願いする次第である。

6. 関連発表資料

- 1) 坂巻資敏：リコーにおける総合技術情報管理；日立製作所CAD/CAMシステム研究会（1985）
- 2) 岡野敏二ほか：DBMSを中心とした統合CADシステムの開発 HITAC ユーザ研究会第23回大会論文集，PP.453-469（1986）
- 3) 成田輝雄：設計製図業務の効率化、標準化と品質管理，Vol.39 PP.83-92（Feb.1986）

RICOH ASIC用 LSI CAD

LSI CAD for RICOH ASIC

末廣光民*

Terumi Suehiro

1. 背景と目的

1970年代から1980年代前半のシステム設計者は、ハードウェアとして汎用のマイクロプロセッサ及びその周辺LSIとメモリを使い、独自に開発したソフトウェアとのマッチングにより各システムへの対応を図った。しかし、汎用プロセッサや汎用LSIを使っているために、ソフトウェア開発の負担が増大し、最終製品の差別化が難しくなってきた。

そのため、システム設計者は自分たちのシステムにあった専用のハードウェア(すなわちカスタムLSI)を開発することを強く望んできた。

一方、1970年代から1980年代前半のLSIの設計手法は、まだ特定の専門家だけのものであり、開発期間も1年近く必要で開発リスクも大きかった。そのためシステム設計者のニーズを充分満たすことができなかった。

このような背景のなかで、システム設計者のニーズを満たすべくゲートアレイ方式やスタンダードセル方式といった新しい設計手法が提案され、さらにそれらの設計手法にあったCAD (Computer Aided Design) 技術が確立されてきた。

このCAD技術の発達によって、特定の専門家にしかできなかったLSIの設計がシステム設計者(すなわちLSIに関する知識のない人)にも可能になり、さらに開発期間が従来の1/3-1/5に短縮することができた。

2. 技術の特徴

さて、このCAD技術は各社各様に発展させてきたがリコーの場合、以下の思想のもとで構築されている。

- 1) 回路規模、生産規模および販売価格に応じて最適な設計方式が選択できるシステムであること。
- 2) プロセスの技術革新に追従できるシステムであること。
- 3) LSIの知識のないシステム設計者が、設計できるシステムであること。

* 電子デバイス事業部 設計部

Design Department, Electronic Device Division

カスタムLSIは、PLD(Programmable Logic Device)、ゲートアレイ方式のLSI、スタンダードセル方式のLSIに大別できる。

通常、各方式にそれぞれのCADツールが必要となるが、リコーの場合、各方式に対して共通なツールと共通なデータベースで設計できる環境をつくった。この結果、回路規模、生産規模および販売価格に応じて最適な設計方式を選択することができ、さらに量産後の生産数量に応じてPLDからゲートアレイ方式のLSIに、あるいはゲートアレイ方式のLSIからスタンダードセル方式のLSIへの展開が容易に行なえるようになった。

また設計方式への柔軟な対応だけでなく、プロセスの技術革新への柔軟な対応も必要である。従来のデザイン・データベースはプロセス技術の革新に追従できないため、新しいプロセス用に再設計する必要があった。

この再設計の無駄をなくするために、デザイン・データベースをプロセスの技術革新に追従できるようにした。

図1の左側は、 1.5μ のCMOSプロセスでつくられたマスクROMであり、図1の右側は、 1.2μ のCMOSプロセスでつくられたマスクROMである。メタル巾、メタル間隔等を規定したデザインルールファイルの値を書き直すだけで左側から右側のマスクROMに変換することができる。また、その逆も可能である。

これによってデザイン・データベースが陳腐化することが防げ、高集積化が容易におこなえる。

システム設計者がLSIの設計をおこなえるようにするためには、CADシステムが以下のことを満足しなければならない。

まず、システム設計者にアーキテクチャあるいはファンクションレベルで設計作業が行える設計環境を提供しなければならない。

次に、LSIに関する知識が必要となるトランジスタレベルの回路設計、パターン設計およびチップレイアウト等の作業は、誰にでもできるレベルの自動化を計らなければならない。

前者は開発段階であり、まだ十分な実用化がはかられていない。

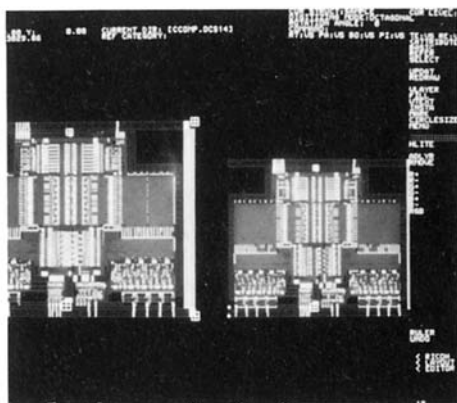


図1 1.5μCMOS MASK ROM(左側)
1.2μCMOS MASK ROM(右側)

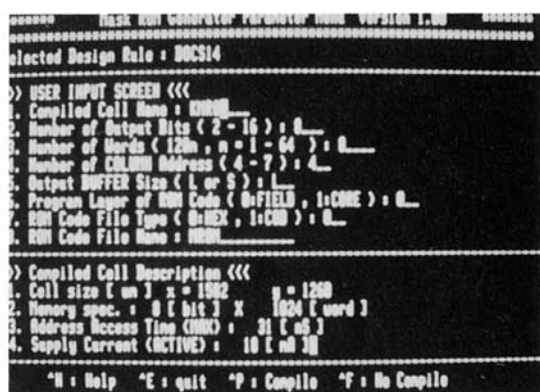


図2 機能パラメータ

ここ1年以内にシリコン・コンパイラーやエキスパート・システムをつかい実用化する。

後者は、開発が完了したのでここに報告を行う。

従来の場合、トランジスタレベルの回路設計およびパターン設計を半導体メーカ側で行い、完了したものをセルとしてシステム設計者に提供した。

システム設計者は、提供されたセル(具体的には、メモリ・セルやCPU・セルおよび基本ゲートのセル等)を組み合わせ、論理設計をおこなっている。

このセル・ベースの設計は、基板設計のイメージでLSIの設計が行えることをねらっている。

しかし、メーカから提供されるセルは機能が固定されており、システム設計者が必要とする機能をもつセルがない場合があり、システム設計者が必要とするセルを独自に設計することも難しい。

そこで、このような問題を解決する手段として、システム設計者が必要とする機能を入力するだけでセルが自動生成できるシステム(セル・コンパイラーと呼ぶ)を開発した。

図2はマスクROMの例であるが、上段がシステム設計者の入力する機能パラメーターであり、下段はそのセルの仕様を表している。

システム設計者は、この機能パラメータ値を入力するだけでよい。このセルの回路設計やパターン設計はシステムが自動的に行い、数分でセルを生成することができる。図3が生成されたセルのマスクパターンである。

図4は、形状指定をいろいろ変えて発生させた例である。

これによってシステム設計者に自由度の高い設計環境が提供できる。

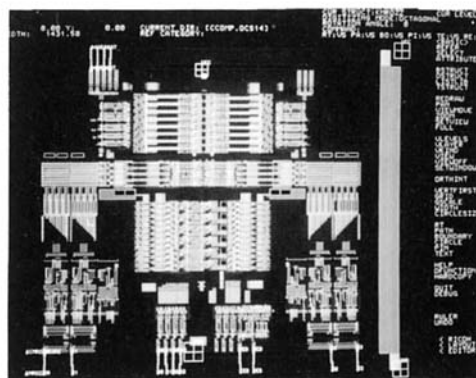


図3 MASK ROMマスクパターン

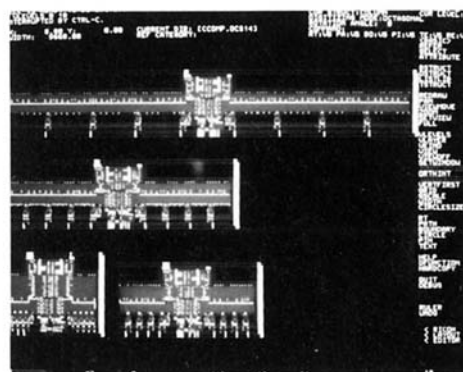


図4 形状指定をかえたMASK ROMのマスクパターン

システム設計者は、このように提供されたセルおよびコンパイラーで生成したセルを使って論理設計を行なう。

通常、ここまでがシステム設計者の仕事で、あとのチップレイアウト等は半導体メーカ側の仕事である。

しかし、チップレイアウト等の仕事を半導体メーカ側に任せただけの場合、システム設計者が最終製品の開発日程を十分管理できないという問題が発生している。そのため、力のあるシステム設計者は、論理設計以降の仕事も自分達でおこないたいという要望をもっている。

この要望にこたえるために、チップレイアウトの自動化をはかった。

リコーの自動レイアウト・システムの特徴は、ポリセル方式にもビルディングブロック方式の両方に対応できることである。

ポリセル方式とは、チップで使っているすべてのセルを同一レベルに配置して配線を行なう方式である。

ビルディングブロック方式は、階層的に配置・配線を行なう方式である。

後者は、前者に対してチップ面積が約10%小さくでき、製品の電気的特性が向上できる。

一方前者は、後者に対して作業時間が1/10程度短縮できるというメリットをそれぞれ持つ。

ポリセル方式の場合で約1日、ビルディングブロック方式で約10日程度の作業時間である。

両方式をサポートすることにより用途に合った使い分けができる。

図5は、ビルディングブロック方式でレイアウトした例である。

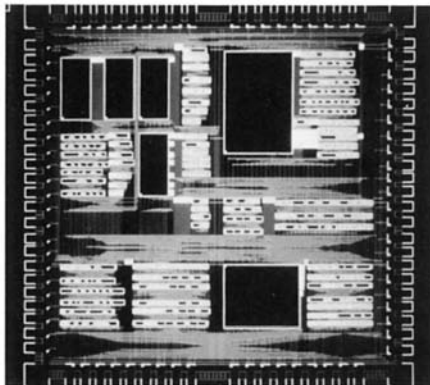


図5 チップレイアウト

3. 成果

このように検証がとれたセルをベースとした設計手法は、製品の品質安定をもたらした。すなわち、設計者による品質のばらつきをなくすことができた。また、CAD技術による設計作業の自動化は、設計コストを低減できる。

具体的な数字であらわすと、開発期間が従来に比べて1/3-1/5に短縮できた。

4. 今後の展望

現在はまだシステム設計の入口であるアーキテクチャあるいはファンクションレベルの設計を十分サポートしていない。

今後はこのレベルの設計を十分サポートしていく必要があり、そのためにエキスパートシステム等をつかったシリコン・コンパイラーの開発を推進する。

また、セルベースの設計はそのセルが貴重な設計財産であり、アプリケーションに合ったセルを準備していくことが必要である。そのために、システム設計者がもつめるアプリケーションを的確に捉え、それに合ったセルの準備を推進していく予定である。

PCB生産工場の生産準備システム

New Approach to the Product Preparation System for Printed Circuit Boards Assembly Factory

内藤友保* 小池 実* 春木伸夫**

Tomoyasu Naito Minoru Koike Nobuo Haruki

1. 背景と目的

従来、世の中でのプリント回路基板（PCB）設計・生産のCAD/CAMシステムは、プリント配線板（PWB）レイアウト、PWB製造、PCB組立設備やテスターのプログラム・データ作成等、物作りの支援をするのみのシステムであった。

このたび、リコーでは、物作りのデータ処理のみではなく、PCB自動化生産工場の段取り作業（生産準備）の全工程を整理統合したシステム化を行なった。ここでは、そのシステム化技術を述べる。

2. 技術の特徴

1) システム化のねらい

PCBは、OA機器のエレクトロニクス化に伴い製品の構成の中で、LSI等とともに最も重要な部品の1つになって来ている。

この為、PCB設計・生産を効率化することが、激化するOA機器の市場競争を生きぬく為の絶対条件になってきている。

また一方、製品の小型化・高機能化に対応するためのPCBへの高密度実装要求や、工場自動化のための、多種の新設備導入も行なわれており、生産準備は、増々複雑化する一方である。

そこで、PCB生産工場に於ける生産準備の全工程を分析し、生産準備段階で、必要としているデータの統合化、入力、出力の全システムの整理統合化をして、PCB生産の準備作業を機械化し、従来CAMシステムで行なわれていた自動化設備との接続を含めて、生産準備作業全般にわたって機械化できるシステムの構築をめざした。

2) システム概要と特徴

このたび開発した生産準備システムは、CADシステムとCAMシステムの間に位置するシステムであり、PCB

生産における生産準備作業の全工程の機械化を目指したものである。

従来のCAD/CAMシステムでの解決不可能な複雑な生産準備作業として、例えば、設計変更が、発生した場合等がある。このような時、緊急に生産に対応しなければならず、上流のCADシステムに遡って全ての作業をやり直し、設計データを変更することは、困難になって来る。

その為、PWBレイアウトを変更しないで、設計変更内容をPCB組立工程で変更する必要性が発生する。このときの設変の対応は、追加工（カット・ジャンパー）により行なわれる事がある。生産準備作業としては、設計変更情報をもとに追加工指示書（図面）を作成しなければならない。

また、高密度実装PCBを生産する場合、基板の許される大きさの制限により全ての部品が、自動挿入機で、組立できるレイアウトばかりではなく、人による手挿入も時として必要となる。

当然、自動挿入率を上げるためには、PWBレイアウト時に配置条件で制限することも出来るが、製品の小型化、高機能化を実現するには、自動挿入機で挿入できる以上の高密度実装が要求されている。

この為、自動挿入部品と手挿入部品の分割する作業が必要となってくる。自動挿入機へは、プログラム・データを作成すればよいが、手挿入は、人が作業する為、指示書（図面）を作成しなければならない。この指示書は、手挿入する部品全ての工数と作業数から、各作業への平均化された個々の指示書として出す必要がある。

以上、述べた例のように、システム化に当っては、実際に行なわれている生産準備作業の全工程で、だれが、何のデータをもとに、どんなデータ（指示書、図面）をアウトプットしているかを分析し、同じ事をコンピュータで行なう為には、どんなデータをどうもったらよいかを検討していった。

また、不足のデータは、データの種類により、CADシステムで作るべきか、生産準備システムで入力すべきデータかの検討を行い、新たに「PWB設計仕様書システム」の必要性がわかり、同サブシステムの開発を含め、全体のシステム化を進めてきた。

* ファクシミリ事業部 DAプロジェクトグループ

DA Project Group, Facsimile Division

**電子技術事業部 設計部

Design Department, Electronics Technology Division

このようなシステム化手法により完成したのが、図1に示す、PCB生産工場における生産準備システムである。

2-1 生産準備システムの構成 (図1参照)

- 1) 生産情報 (設備、工程、部品のライブラリー)
- 2) 設計データ変換 (PASFIC : Program of assembly file creation)
- 3) 組立ファイル (ASSY File : Assembly data file)
- 4) 生産準備業務モジュール (CAMPAS : CAM of PCB assembly system)

以上の4つの部分から構成されている。

2-2 設計システムとの関連

- 1) 回路図入力システム
回路図の図面情報から、部品名、接続情報を抽出する。[回路図ファイル]
- 2) PWBレイアウトシステム
PWBの外形寸法、シルクパッド、穴位置、径、パターン、部品アドレスの情報を抽出する。[PWB設計CADシステムファイル]
- 3) PWB設計仕様システム
単基板外形、シート外形、メッキ情報、取付位置指定部品情報を抽出する。[PWB設計仕様書ファイル]
- 4) 部品リスト作成システム

基板毎の使用部品リストを抽出する。[部品リストファイル]

2-3 生産準備業務モジュール機能

- 1) 工程設定表作成
PCB組立の工程を設定し、工程設定表を作成する。
(後記2-4にて詳細説明を行なう。)
- 2) 手挿入工程分割、及び指示
工程設定表をもとに手挿入部品を集約し、ラインの決定、バランス配分処理を行なう。
- 3) PWBパターンカット指示
回路図の接続情報から、パターンカットの必要な結線を探し出し、カット位置決定をする。
- 4) 追加工指示
後付け部品、ジャンパー線の指示を行なう。
ジャンパー線は、回路図の接続情報とPWBの接続情報により、ジャンパー線の必要なノードを探し出し、ジャンパー線の処理指示を出力する。
- 5) テーピング指示
半田ディップ後に後付けする部品を探し出し、半田マスク用のテーピング位置を指示する。
その他の半田マスクの必要な位置を指示する。
- 6) 変更情報検索

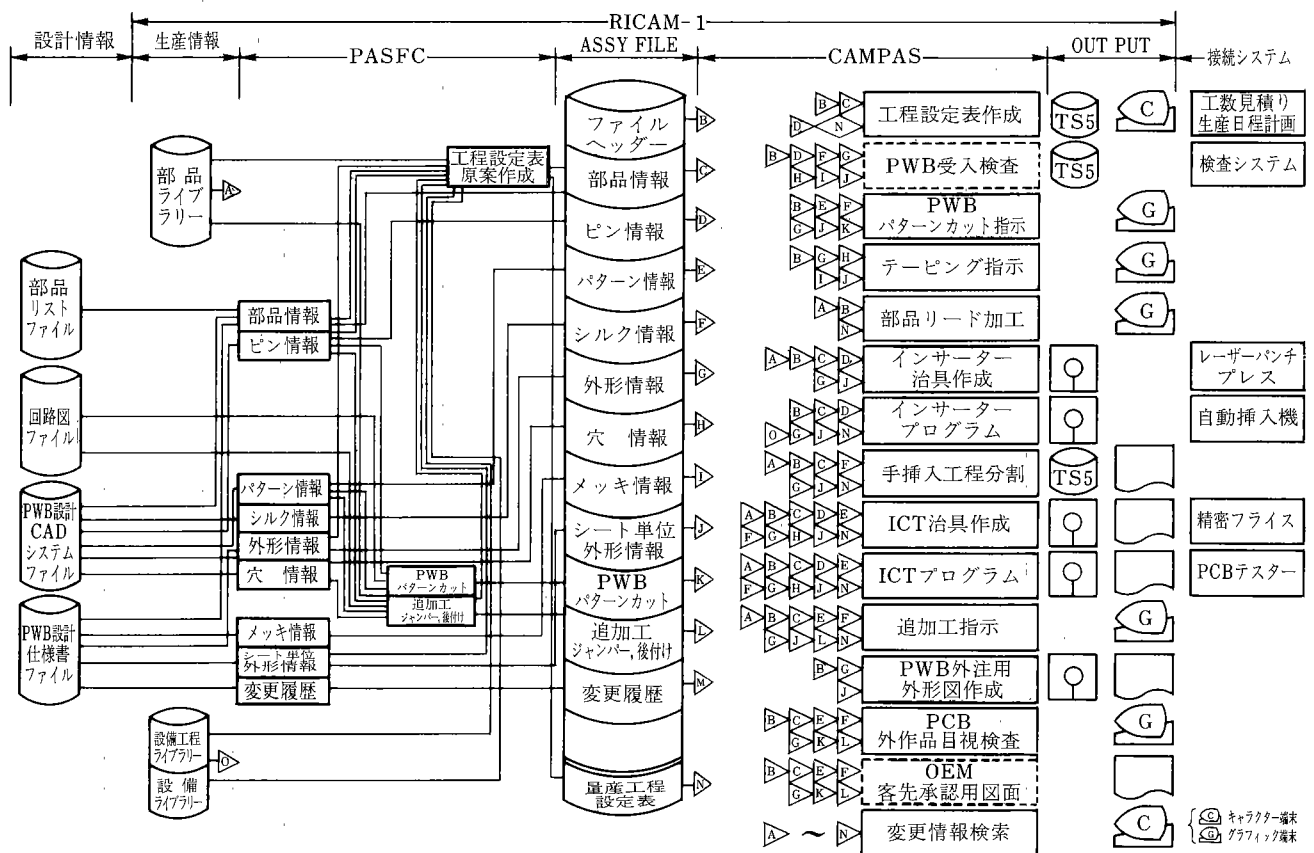


図1 PCB生産の生産準備システム

変更された情報を管理し、検索の要求に応じて出力する。

7) PWB 外注用外形図作成

PCB の設計情報をもとに、単基板を複数レイアウトしたシート基板（加工単位）の加工指示図を作成する。

8) PCB 外作品、目視検査図作成

PCB の外作品検査の為の、検査指示情報を出力する。

9) インサータプログラム・治具作成情報出力

設定した工程表に従って、部品情報、ピン情報、外形情報をもとに、インサータ用プログラム及び治具作成用 NC テープを作成する。

10) ICT プログラム・治具作成情報出力

設定した工程表に従って、部品情報、接続情報をもとに、ICT 用プログラム及び治具作成用 NC テープを作成する。

11) 部品リード加工指示

設定した工程表に従って、部品情報、部品加工情報をもとに、部品リード加工必用部品リスト出力・加工指示出力を行なう。

2-4 工程設定表作成の処理例

工程設定表は、PCB 組立の工程（インサータの種類別挿入部品割当等）を決める為の作業であり、PCB の生産性、組立コストを決定する重要な作業である。

その処理フローは、図 2 で示すものである。

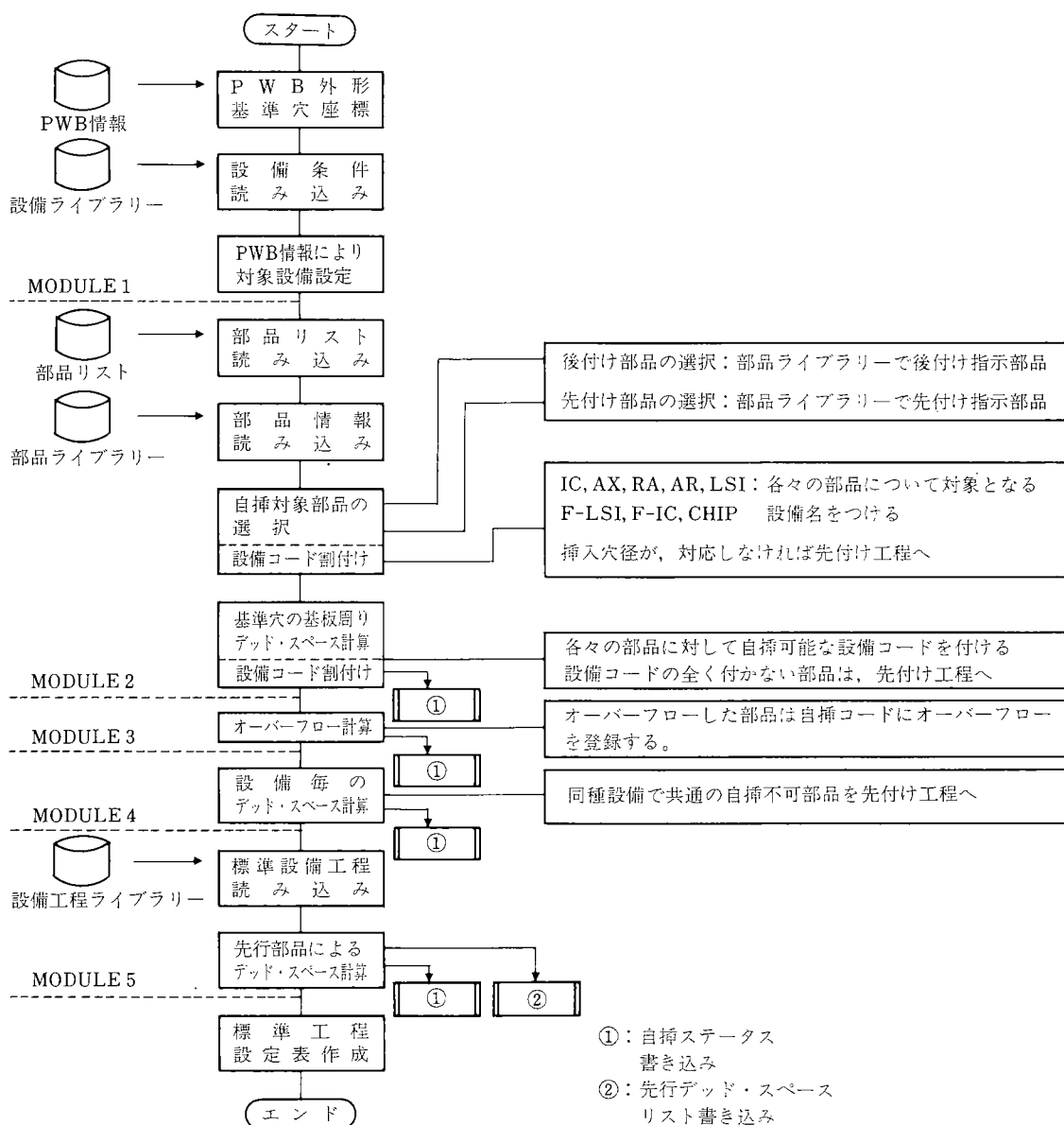


図 2 工程設定表作成フロー

まず、MODULE-1により、PWBと設備との関係を判断する。

PWBの外形寸法及び基準穴座標と設備ライブラリーにある設備固有条件から、対象の設備を選び出す。

MODULE-2により、組み付けられる部品と各種自動挿入設備との関係を設定する。

PCB組立に使用する部品を読みだして、部品ライブラリーに登録されている自動挿入フラグ、及び設備種コードをもとに、後付け部品、先付け部品(半田槽工程の前・後)の選定と部品種別に対象となる設備種コードの割付けを行ない、挿入機の種類を決定する。

基準穴まわり、基板まわりの部品を挿入する為の挿入ヘッド(部品をつかむアームの頭)の入るスペースの計算をし、ヘッドスペースの確認を行う。(基準穴・外形回りの部品挿入可否の決定をする)

各部品に対して自動挿入(以下自挿と略す)可能な設備コードの割付けを行い、複数ある同種挿入機の号機の決定がされ、設備コードを自挿ステータス(自挿コード、設備コード、工程コード等が書かれたもの)に書き込む。

MODULE-3により、同一挿入機の使用回数を決定する。

基板毎の部品種が自挿設備についている部品カセットの数を超えるか否かの計算をし、オーバーフローした部品は、自挿ステータスの自挿コードに登録し、同一機の使用回数の決定を行なう。

MODULE-4において、レイアウトの都合からくる、自挿不可部品の決定をする。

設備毎に部品を挿入する挿入ヘッドのデッド・スペースを計算し、同種設備では全設備で自挿不可になる部品

は、半田付前手挿入工程部品と設定する。また、結果は、自挿ステータスに書き込む。

MODULE-5により、異機種設備相互関係による自挿不可部品の決定をする。

設備工程ライブラリーから、設備の標準工程順序を読み出し、先行設備により挿入された部品(先行部品と呼ぶ)によるヘッドのデッド・スペースを計算し、結果を自挿ステータスと先行部品デッド・スペース・リストに書き込みを行なう。

以上の処理により作成された自挿ステータスリスト(図3)から、標準工程設定表(図4)、部品工程リスト(図5)を作成する。

上記、2-4項で述べたようなシステム分析を、2-3項に記してある全機能に対して行い、このシステム化を完成させた。

3. 成果

従来、プリント基板に関するCAD/CAMシステムは、背景でも述べた通り、基板作りのみの支援システムしか世の中になかった。このたびの本システムは、基板アセンブリ自動化工場の自動化の為の段取り(生産準備)を支援する新システムであり、ここにかかっていた膨大な、管理しにくい工数の大巾な削減を可能としたシステム化が計れた。

また、製品要素から来る高密度化と、自動化工場の設備から来る限界とのギャップを、一部手挿入工程を認めた、自由度の大きな自動化工場を前提にしたため、現実的なシステム化が行なえた。

部 番	アドレス	方向	基板周リデッドスペース	基板穴周リデッドスペース	オーバーフロー	自挿入デッドスペース	先行挿入デッドスペース	標準工程	量産工程	対象設備
〈ICの場合〉			パナ・池上・ユニ	パナ・池上・ユニ	パナ・池上・ユニ	パナ・池上・ユニ	パナ・池上・ユニ	パナ・池上・ユニ		パナ・池上・ユニ
14070614	IC 1	1	○ ○ ×	○ ○ ○	1 1 2	○ ○ ○	○ ○ ○	パナ・池上		○ ○ ×
14070621	IC 3	1	○ ○ ○	○ ○ ○	1 1 1	○ ○ ○	○ ○ ○	パナ・池上		○ ○ ○
〈アキシシャルの場合〉			パナ・ユニ	パナ・ユニ	パナ・ユニ	パナ・ユニ	パナ・ユニ			パナ・ユニ
16114101R	R 1	2	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	パナ・ユニ		○ ○
16114101R	R 2	2	* ○	* ○	* ○	* ○	* ○	先 付		× ○
〈ラジアルの場合〉			Rb・RH	Rb・RH	Rb・RH	Rb・RH	Rb・RH			Rb・RH
16041049R	C 1	1	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	先 付		○ ○
16060880R	C 3	1	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	先 付		○ ○

ここで標準工程設定表は

IC …パナ・池上共通で自挿可能な事
アキシシャル…パナ・ユニ共通 〃
ラジアル…Rb・RH共通 〃

と初期設定してあるものとして標準工程を設定している

図3 自挿ステータスリスト

PCB名：								
板	マーク	アドレス	部 番	品 名	個数	工 程	IC	LSI
A	IC	1, 2	14123456	SN123456N	2	IC	○	○
		5	14341589	SN321098N	1	IC	○	
		6	14662231	SN876543N	1	IC	○	
	IC	10, 11, 12	14876543	TTLIC123A	3	LSI		

図 4 標準工程設定表

PCB名：					工程：RA			
板	マーク	アドレス	部 番	品 名	個数	工程	準備	コメント
A	C	1	16234567R	25PF 25V+-20	1	RA		
		5, 6	16338901R	50PF 25V+-20	2	RA		
		8	16561000R	60PF 25V+80	1	RA		

図 5 部品工程リスト

4. 今後の展望

図 1 に示す通り、まだ、未開発部分があり、今後共、その開発を継続して行く予定である。

また、今回のシステムは、秦野工場を対象としてシステム化してきたが、今後、他工場、関連会社の工場をも対象としたシステムへ機能アップを計ると共に、海外での生産を考えた時、本システムも技術移転を行なえるべく、汎用性、保守性を高めて行きたい。

RINKS —多品種複合生産管理システム—

RINKS —Complex Mixed Production Management System—

山田清高*

石原雅之**

Kiyotaka Yamada

Masayuki Ishihara

1. 背景と目的

近年, FA あるいは生産方式の合理化の活動が活発に展開されているが, 一般に OA 機器生産工場では部品倉庫の自動化, 特定ユニットだけの自動化, 検査工程の機械化など部分的なものが多いのが現状である。

また, PPC では低価格化, 小型化, 多様化が急激に進展しており, 次の2点を両方とも満足できることが新しい課題となってきた。

- (1) 生産モデル数の増加に伴って, 生産ロットサイズが小さくなる中での生産性の向上
- (2) 製品ライフサイクルの短命化がもたらす投資リスクの回避

そこで, 固有の製品に従属しない間接作業を含めた生産工程全体を対象とし, 直接作業の品質向上, 効率向上と, それをサポートするための間接作業である部品入庫指示, 生産ラインへの生産品種指示, 生産進捗状況に即応した部品納入指示など, コンピュータ, 端末装置の利用による生産管理システムを組み合わせ, トータルな生産性向上を目的とした新しい生産システムを開発した。

そのための管理システムを, 筆者らは RINKS (RICOH NEW KANRI SYSTEM) と名づけた。本稿ではこの RINKS について報告する。

2. 技術の特徴

2-1 特徴

- ① 部品発注, 受入検査, 在庫管理, 生産品種指示, 生産完了報告の情報を一元化し, 製品1台単位のオンラインリアルタイム管理である。
- ② 多品種同時混合生産に対応可能な, 製品1台, 部品1個を最小単位とした数量管理のシステムである。

* 生産本部 本部長室

Staff Office, Production Division

** 生産本部 生産企画室

Production Planning Office, Production Division

- ③ 倉庫から, 各工程への部品供給に必要な時間と, 製品の1台毎の進捗を時間に換算してタイミングを合わせ, 必要な部品を必要な時に供給できる, 時間を中心としたシステムである。

具体的な作業の流れに沿って, 従来と RINKS を第1図にて比較する。

2-2 内容

RINKS は, 大きく分けて, 従来からある定期発注システムを含む6つのシステムから構成されている。(第2図参照)

以下に各システム毎に説明する。

① 生産計画立案システム

毎月1度の生産会議(販売計画との生産量の調整)により決定された4ヶ月先までの月別, 品種別生産予定を“基準ロットファイル”としてライン別, ロット別(同一の混合比を1つのロットとする), 品種, 台数を順序付けて, オンライン入力する。

前もって“生産体制ファイル”にライン別の基準品種, 1日の基準生産量, 日毎の標準稼働時間に対する過不足(残業, 朝礼, 休日出勤 etc)を設定して, 日毎に生産可能量の枠を決定しておく。そして, 基準ロットファイルから製品1台毎の順序に展開し, その時点の生産進捗から引き続き, 特に工数が大きく変わったり, 切り替えがあったりするときなどはその品種と基準品種との工数比率で製品1台毎の消費ピッチを変え, その生産体制の枠を埋めていく。その結果ライン別の1台毎の投入順序が時刻表として並び, 定期発注, 生産指示, 自動要求, RPシステムにつながる。

修正は日単位ででき, 翌日以降の計画を変えることが可能である。

② 生産指示システム

全ライン各々に1つの基準となる工程を置き(生産初工程), そこへ1台毎の生産の指示をCRTで表示する。作業者は作業完了と同時に報告のキー入力を行なう。この報告により, その品種の在庫が減算される。

なお, 生産指示の必要なブロック先頭工程などには, 在庫が減算することのトリガにはしない生産指示のみのCRT, プリンタが, 配置されている。

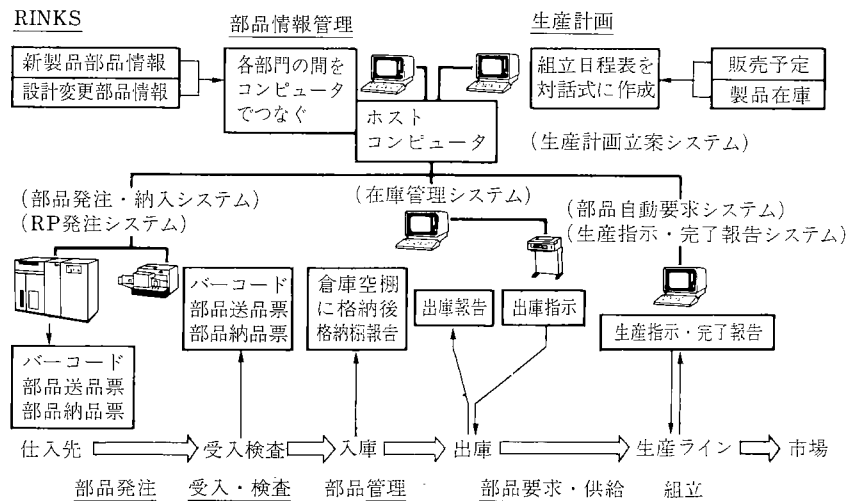
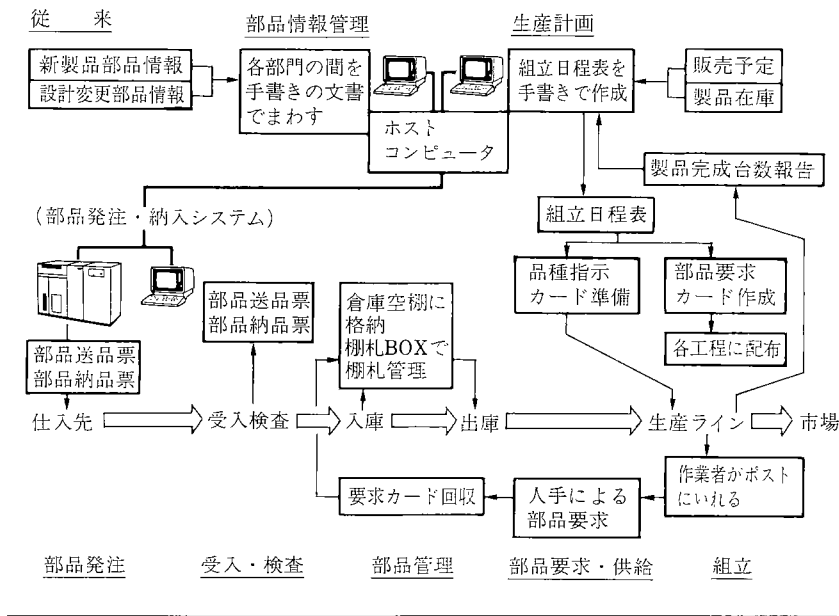


図1 従来との比較

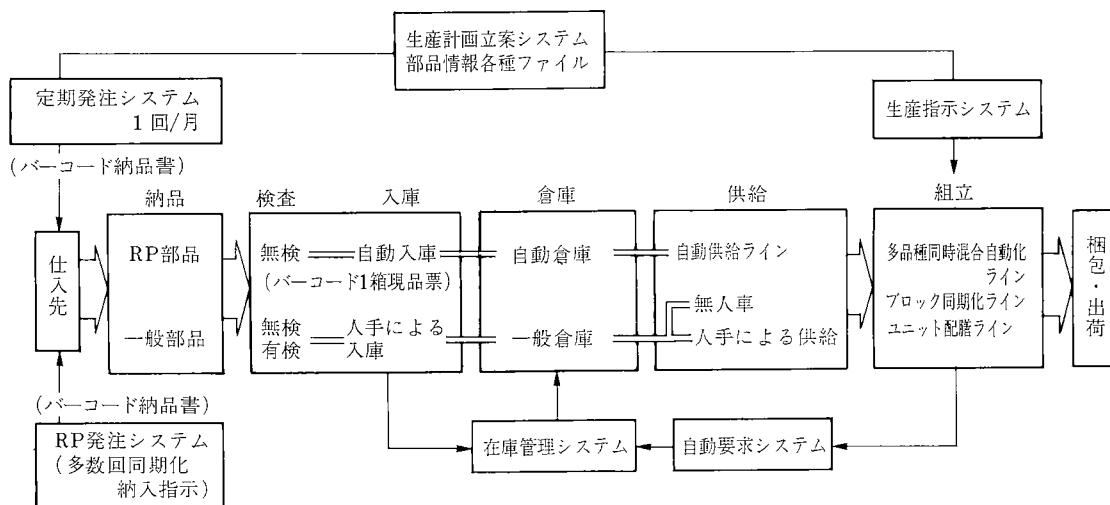


図2 システム構成

③ 自動要求システム

ライン別、工程別、部品別に常に在庫数を把握しており、生産指示に対する完了報告をトリガとして、現時点の在庫が、倉庫から組立工程への供給リードタイムに等しいかまだ余裕があるかをリアルタイムに計算して、必要である場合は、在庫管理システムに部品の要求を行なう。生産初工程（生産指示 CRT が置かれているところ）と各生産工程の間のタイムラグに関しても、その工程間の仕掛け台数を、きちんと把握することで、確実に要求タイミングを、各工程、部品単位でとらえている。

また、品種の切替え、設計変更での部品変更など、現在ラインで使われていない部品が、生産ラインに投入される場合も、必要となるタイミングを計算し把握しているので、適切な部品要求、作業指示ができる。

④ 在庫管理システム

倉庫区、格納ロケーション毎の部品別在庫管理を行ない、自動要求システムから要求された部品を一般倉庫ではレーン別、緊急度順、供給先階別に整理し直して15分に1回出庫要求カードをプリントアウトする。

自動倉庫では、そのコントローラに直接出庫ロケーションの指示を行なう。

⑤ RP 発注システム

自動要求システムと在庫管理システム上の在庫に、更に納品済みで倉庫格納前の在庫および既に注文されている数量を加え、生産計画立案システムにより今後の必要量を計算し、仕入先毎の納品に必要なリードタイムに応じて、2～6日先の必要な部品について、毎日、納入时限を明示した納品指示書を発行する。

一般には、1日に必要な量を2～3回に分割している。

このシステムは、上述の3つのシステムをデイリーバッチで10日先までシミュレーションを行ない（実際生産活動が進んだように計算していく）工場が必要となるタイミングを把握するものである。

⑥ 定期発注システム

月に1度、翌月から2～3ヶ月先の部品毎の調達予定を仕入先に提示し、RP 部品以外については、翌月分の注文納入指示書を発行する。

さらに、毎日、約1週間先の納品票などの伝票を発行する。そして、納品時の伝票処理は、一般部品、RP 部品ともにバーコードリーダーによりオンラインで行われる。

3. 成果

RINKS は現在、厚木工場のすべてのラインにおいて活用され、また新工場の御殿場工場ではさらに、レベルアップして展開されている。

なお、具体的成果としては、RINKS 開発以前と以降との比較においてとらえている。

3-1 生産性の向上

第3図にいくつかの効率指標を示した。

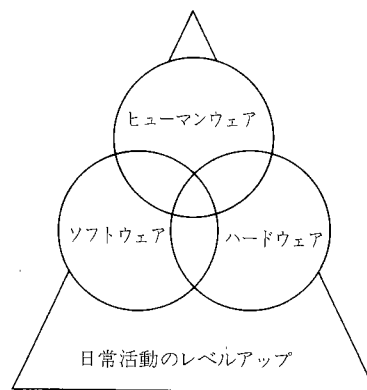


図4 リコー生産方式の概念図

3-2 システム開発技術の向上

ソフトの主要部分は社内製作（OA 推進（本）厚木 SC）

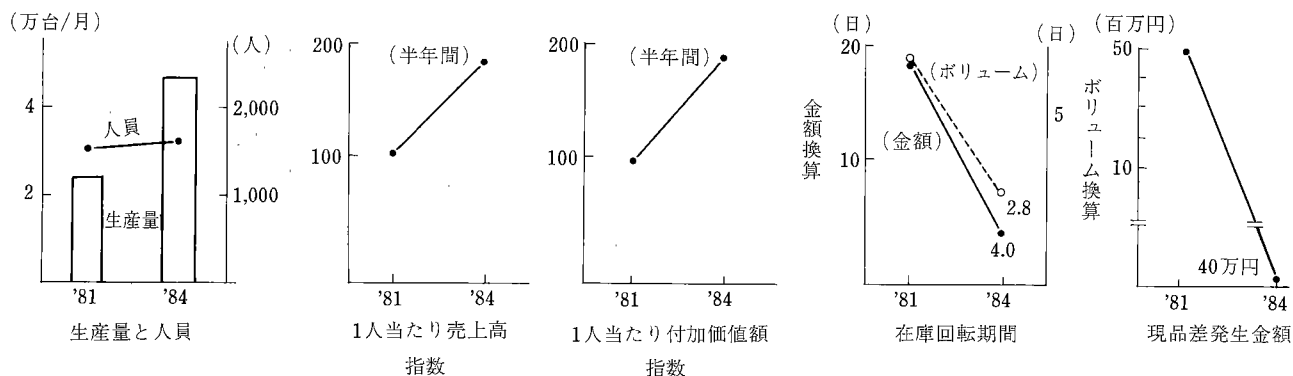


図3 開発の成果

で開発され、日常の改良、今後の展開のためにも、十分なソフト作成技術を蓄積している。

RINKS の規模はプログラム本数1,100本, 335,000ステップであり、ホストコンピュータ1台、端末約100台で構成されている。

4. 今後の展望

RINKS を含めた工場システムを構成するハードウェア、ソフトウェア、ヒューマンウェアは、ルーチンとして実施されている日常活動の質、例えば現品管理の精度、部品の品質水準などがどのレベルにあるかによって、その柔軟性、人間とのインターフェイスなどが大幅に変わり、システム全体としての効率や信頼性が左右される。

真のシステムは、ハードウェア、ソフトウェア、ヒューマンウェアの3つが調和して成り立つものである、と筆者らは認識している。

具体的な展開すべき方向は、つぎの3つと考えている。

- (1) 国内はもとより海外の生産工場のそれぞれの状況、NEEDS に応じてバランスのとれたミニシステムとし

て活用していく。

- (2) 販売情報、製品在庫情報とリンクした新しい生産計画立案システムを開発し、全体としての生産期間短縮をめざしたシステムへ拡大する。
- (3) 直接作業の自動化、間接作業の効率化をさらに進める中でロボットなどの自動化機器、およびOA機器などと RINKS とのシステム化、ネットワーク化による統合を図る。

いずれにしても、ヒューマンウェアがすべての鍵であり、人材育成に力を注がなくてはならないと考えている。

5. 関連発表資料

- 1) 「FA が工場をどう変えるか(生産革新の実態と展望)」, 日本能率協会, 通商産業省産業政策局編, 1984年2月
- 2) 「IE,QC と自動化ライン」精機学会, 1984年3月
- 3) 「組立を中心とする FA の事例」日本機械学会, 1984年9月
- 4) 「普通紙複写機の多品種複合生産システムの開発」五兆 第61, 62合併号, 勸大河内記念会

新技術の独創性と相乗効果を期待して



リコーは昨年創業50周年を迎えました。それを記念し、さらに急激に進展している技術革新に対処するため、研究所群構想の実現をはじめとして研究開発の強化を進めています。勿論、それを支える基盤は全社に広くわたっています。この記念号では、リコーの特色ある技術を取り上げて技術解説としてまとめました。その範囲は多岐にわたっていますが、互いに深く関連していて、新しい価値をもった魅力のある製品を生み出すのに貢献していることがわかります。

大きな相乗効果をもった独創性の発揮がこれからもわれわれの重点課題です。この記念号がその推進力として役立つことを願っています。

おわりに、よい企画をたてられた編集委員の方々、それに応えて執筆してくださった方々に深く感謝いたします。

昭和62年1月

代表取締役専務 中央研究所長

尾上守夫

RICOH TECHNICAL REPORT NO.16

創立50周年記念号
昭和62年1月20日発行

発行所 リコー中央研究所
〒223 神奈川県横浜市港北区新羽町
TEL 045(593)3411(代表)

発行責任者 尾上守夫

編集委員長 村山 登

編集委員 坂巻資敏(画像技術研究所)
唐沢修一(中央研究所)
里見豊和()
木村嗣男(生産技術研究所)
國井秀子(ソフトウェア研究所)
雨宮 正(ファクシミリ事業部)
川村栄一(サプライ事業部)
菅野忠明(プリンタ事業部)
中山光雄(電子デバイス事業部)
秋山日出明(光学事業部)
金井莞爾(システム事業本部)

編集事務局 矢口勝久(中央研究所)

印刷 株細川活版所
東京都中央区銀座六丁目4番1号