

RICOH TECHNICAL REPORT



No. **12**

RICOH TECHNICAL REPORT

NO.12, 1984

●目次●

卷頭言	OAにおける技術の流れ	相磯 秀夫	1
技術論文	LAN高速化のためのフロー制御方式	井坂 攻	4
	プログラミング自動化システムにおけるドキュメントの表記法	丸野 文明	11
	高い回折効率をもつ誘電体表面レリーフ格子	横森 清	21
	フロート電極による電界強調効果を 利用した新一成分現像方式	菅野 布千雄・坂本 康治・小林 一雄	27
	共融現象を利用した 転写反応型感熱記録方式の像形成機構	川崎 寛治郎・渡辺 秀夫・久保 敬司	36
技術紹介	FRR給紙方式	石井 泰明	44
	自由曲面を持った立体の形状設計システム (MODIF)	千代倉 弘明	49
製品技術解説	ローカルエリアネットワークシステム リンネット-Gシリーズ	山崎 栄二・齊藤 信男・霞葉 豊・江崎 喬	58
	超小型高解像G3ファクシミリ RIFAX121	小川 瞳夫	79
	多機能オフィスコンピュータリコム6300シリーズ, 7300シリーズ	丸山 寿朗	87
	静電複写機マイリコピーM10	田川 和明・坂本 康治	95
工業所有権紹介			100
著者紹介			108

●CONTENTS●

PREFACE	Technology Trend in OA	Hideo Aiso	1
TECHNICAL PAPERS	Flow-Control Method for High Speed LAN	Osamu Isaka	4
	The Notion of Document in The Programming Automation System	Fumiaki Maruno	11
	Dielectric Surface-Relief Gratings with High Diffraction Efficiency	Kiyoshi Yokomori	21
	A New Mono Component Development Process Using Field Enhancement Effect of Floating Electrode	Fuchio Kanno Koji Sakamoto Kazuo Kobayashi Keishi Kubo	27
	Image Formation Mechanism of Thermal Image-Transfer Recording	Kanjiro Kawasaki Hideo Watanabe Takashi Ezaki	36
EXPLANATION ON TECHNOLOGY	Development of FRR Paper Feed System	Yasuaki Ishii	44
	Free-Form Surface Solid Modeling System	Hiroaki Chiyokura	49
EXPLANATION ON PRODUCTS	Local Area Network System RINNET-G Series	Eiji Yamazaki Nobuo Saito Yutaka Yoshioka Takashi Ezaki	58
	Ultraminiature High-Resolution G3 Facsimile RIFAX121	Mutsuo Ogawa	79
	High-Performance Office Computer RICOM-6300, 7300 Series	Toshio Maruyama	87
	Electrophotographic Copier My RICOPY M10	Kazuaki Tagawa Koji Sakamoto	95
PATENTS			100
AUTHORS			108



●卷頭言

OAにおける技術の流れ

相磯秀夫

慶應義塾大学理工学部・教授

去る9月、日本経済新聞社主催の「1984年全国優秀最先端事業賞OA部門10選」選考委員会の委員長を務めさせていただいた。この選考は毎年1回行われ、今回は昨年に続いて2回目であったが、我国のOA最先端技術の移り変わりを知る上で絶好な場になっている。昨年は最初ということもあって、130社を越える応募があったが、その中味は正直のところワープロやパソコンの設置・利用が精々で、特筆すべきところは日本語ワープロの普及とその効果以外になかったように記憶している。結局のところ「OA=日本語ワープロ」といった印象を拭いきれなかったように思う。それほど日本語ワープロの有用性が高く評価されたと見ることができるが、誰にでもできるOAの第一歩といった感じであった。

一方、今年度の応募は三十数社で、初回の前年度に比べて数こそ少なくなったが、いずれもOA化に全社的レベルで取組んでいる精銳企業で、その内容は見違えるほどよくなっていたように思われた。ネットワークの利用、分散処理の考え方など本格的なOAのシステム化へのアプローチが随所に見受けられた。僅か1年間で、これほどまでOA化が進むとは予想以上であった。何よりも多くの企業が大胆と思われるほど積極的に大規模な投資を行っているのは驚きである。しかも最近は省力化・経費削減・作業効率化・サービス改善・労務軽減といったOA化の経営的効果がはっきり出てきたのも特色である。もちろん、労働環境の改善・意志決定支援といった質的に高度なOA化は今後の課題として手つかずではあるが、我国最先端のOA化レベルは欧米のそれと比べても決して遜色なく、むしろその積極的な進展ぶりは群を抜いているといつてもよい。この調子でOA化が進めば、この分野においても欧米のレベルを越えることは明らかのように思われる。中堅企業の中にも規模こそ劣るが、個性的なOA化に努力している所もあり、後進の中小企業の指針を与えていた。このような事実は正に我が国企業のバイタリティを表徴しているかのようで心強い限りであり、今後の発展に大きな期待がもてる。

さて、このようなOA化の著しい動きを注視してみると、その背景に技術進歩が実質的な主役を果たしていることに気づく。今日のOAブームは技術者が創り出したともいわれているが、しっかりした技術の裏付けがなければ、有用なOAシステムなど構築できるはずはない。理想的なOAシステムのあり方から見れば、OAは人間(ユーザ)を軸にして展開すべきと考えるが、現状は当分の間技術が先行する形態をとるに違いない。そのような意味では、技術者(メーカー)が実質的な主役を果たし、将来の方向づけをすべきだといえる。この技術主導型の傾向はOAの分野のみならず、最先端技術に大きな影響を受ける近代社会の全ゆる分野に見られる特徴である。最先端技術と経済・社会・文化が交錯し、その接点の問題点が最も単純に表われるところがOAといえそうである。

ところで、OAをとりまく技術といっても、何も新しい技術が急に誕生し、大きな変化を社会に与えるということは先ず考えられない。技術の発展にも流れがあり、その原点からの流れ方を読むことによって、将来の流れの方向を予測することはそう困難なことではない。OA化も技術の進歩に伴って、段階的な発展を遂げると考えられる。

今まででは、タイプライタ・ワープロ・パソコン・ファイル・ファクシミリ・複写機などそれぞれを独立的に使

用する、いわば個別（スタンド・アロン）機器の時代であったが、ネットワーク技術の実用化が進み、コンピュータ・ネットワーク技術の実用化が進み、コンピュータ・ネットワークを中心として分散したワークステーション・インテリジェント端末・電子ファイルを結合したネットワークOAの時代へと移行が始まっている。やがて、何年かすると、文字・音声などのマルチメディア処理や色彩・図形・画像などを対象としたイメージ処理が実用になり、情報のデータベース化が常識になる本格的なOAシステムの時代を迎えることになる。この時代になれば、VAN（付加価値ネットワーク）などを含めたメッセージ通信サービスの有用性が評価されるようになる。OAシステムは更に発展を続け、種々のパターン情報や自然言語処理を含めた、いわゆる知識情報処理を中心とした知的OAシステムの時代が到来するものと期待している。大規模分散データベース・知識ベース・推論エキスパート・システム・意志決定支援システムなど高度な知的機能なOAシステムに組込む努力が図られ、その後に展開する理想的な国際的総合OAシステムあるいはINS高度情報社会の基盤になるはずである。

このようなOA化の段階的な発展を技術的な面だけから見ても、短期間に達成するとはとても思えない。恐らく、どんなことをしても20~30年の長期の展望でとらえる必要がある。これから約20~30年間の技術進歩は過去のそれと比較にならないほど著しいものになると考えられるが、そのための対処もそれぞれの企業の立場で考えておく必要がある。

ここで、OAをとりまく技術のうち、近い将来問題になる課題について述べてみたい。その一つは、OAユーザにとって密接な関係のあるワークステーションの開発である。VLSIを中心とするハードウェア技術と人工知能を加味したソフトウェア技術の進歩によって、素晴らしい高機能ワークステーションが開発される見通しがある。この傾向はもはや1台の大型商用コンピュータのみに頼る時代は去り、それぞれの専門分野に適したワークステーションを利用する時代が到来しつつあることを示している。まさに、高機能ワークステーションの時代である。5~6年先を見越して、スーパー・ワークステーションの開発を計画するのは一考に値しよう。

ワークステーションに関連して更に重要なことはユーザー・フレンドリーなヒューマン・インターフェース機能の充実である。ヒューマン・インターフェースは必ずしも数理的な基盤の上に理路整然と開発できるわけではなく、人間工学・心理学・認知科学といった幅広い学際的な思考と取組む必要がでてくる。このことは人間の経験とかセンスを含めた芸術的な要素を活かす必要性を示しているが、一般には豊かな経験に基づいた、度重なる改善の積重ねをしない限り、使い易いヒューマン・インターフェースを実現することは困難なことを意味している。また、そのためには大きな研究投資、多くの労力、長期の研究期間を必要とすることも覚悟すべきである。我国はこのヒューマン・インターフェース分野の研究において、大幅な遅れをとっている事実を深刻に受止めるべきであろう。

ソフトウェア技術の重要性はここで改めて述べる必要性はないが、将来のOAシステム開発の成否がソフトウェア開発の生産性にかかっていることも事実である。当然のことながら、ソフトウェアに関する研究は生産性の根本的な改善を達成する方法を見出すことに主力を注いでいる。その研究成果も着々に実を結びつつあるが、従来通りのアプローチでは大きな成果を期待することはできないと見られている。この難問を解決するために全く新しい考え方に基づいた技術を開発することが検討されている。現在、国内外で注目されている我が国の第5世代コンピュータ研究開発プロジェクトはその例である。新しいプログラミング言語・推論機構・知識ベース・知的ヒューマン・インターフェースなど人間の知的活動を代行させる、いわゆる人工知能(Artificial Intelligence)の考え方を積極的にコンピュータに盛込む試みを行っている。OAシステムにも、人工知能の考え方を活用することは重要かつ不可欠な課題である。

OAを含めた最先端技術の進歩は急速で、大学の教育だけでそれに追従することは殆んど困難になっている。大学の教育はあくまでも基礎に焦点をあて、最先端の知識は大学院あるいは企業教育でとらえる必要があるよう思う。新しい知識産業あるいは一流技術者の有効寿命が比較的短くなりつつある実情から見ても、企業教育が今後の我が国産業のポイントになるような気がする。産学協同の新しいあり方の一面がこの辺に問われているよう思う。

技術論文
TECHNICAL PAPERS

LAN高速化のためのフロー制御方式

Flow-control Method for High Speed LAN

井坂 攻
Osamu Isaka

要 旨

LAN の高速化のために種々の方式検討を行った。そのなかから高速化寄与率の高いフロー制御方式をとりあげ、2つの制御方式の理論的検討を行って、一括通知方式を選択した。これに加えて他の検討結果も反映させ、実際に LAN を構築して計算値の正しさを実証した。また、アプリケーション層とのインターフェイスから見たスループットで、従来比2倍程度の性能を得た。

ABSTRACT

We studied the various methodes in order to implement the high speed LAN, and made the theoretical study of the flow-control-methodes which contribute more to speed-up than other methodes, and selected Bundling methode. Reflecting the result of the various study including flow-control-methodes, we implemented LAN, and proved the theoretical study. Also, we achieved the speed twice to conventional systems at interface to Application Layer.

1 は じ め に

ローカルエリアネットワーク（以下 LAN と称す）の物理層とデータリンク層の通信方式がゼロックス社等から提案されて以来、それに関する研究やその商品化が国内外で盛んに行われている。¹⁾⁻⁴⁾ 一方、LAN のプロトコルの標準化も進められ⁵⁾⁻¹⁰⁾、最近では下位2層（物理層、データリンク層）の JIS 化も検討されている。

筆者らも RICOH の LAN システムである RINNET システムの主要機能の1つとしてここ数年来 LAN の開発を進めてきた。LAN によって、RINNET システムを構成するワークステーションで作成された文書を他のワークステーションに転送したり、ファイルステーションに転送して保管したり、保管されている文書を検索して自ステーションあるいは他ステーションに転送したり、プリントステーションに転送してハードコピーを得たりする機能を実現するのが目的であった。

本 LAN は図1に示すように層構成は ISO の OIS 参

照モデルに準拠した6階層のプロトコルを有し、これによって、単に1つの LAN のなかのステーション間通信だけでなく、LAN 間通信、プロセス間通信を実現した。即ち、ある LAN のあるステーションのあるプロセスと他のある LAN のあるステーションのあるプロセスとの間で情報交換をすることが可能である。

本 LAN の開発に当っての課題は上位層プロトコルの実行速度の高速化であった。この課題は RINNET システムが多量のイメージ情報を扱うこと、及びステーション間にマルチ論理リンクを実現することに起因している。

筆者らはこの課題を実現するためインプリメントに先立ち種々の方式検討を行った。本論文では、その中からフロー制御方式を取り上げ、主としてその理論的検討と検証について論じた。

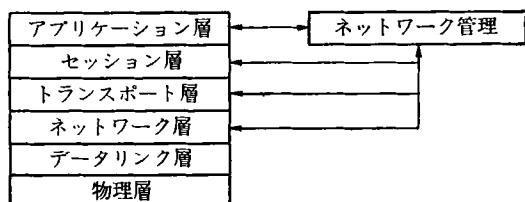


図1 RINNET の6階層プロトコル

フロー制御方式を取り上げたのは、マルチ論理リンク下の大量情報転送においては、その高速化に対する寄与度が大であるからである。

以下まず本 LAN のプロトコルの概要を述べ、続いてフロー制御方式の理論的検討、それに基づくインプリメント、結果とその考察について述べる。

2 プロトコル概要¹¹⁾

下位 2 層は Ethernet とコンパチブルであるので省略し、その上の層について概要を述べる。

2-1 ネットワーク層

任意の LAN の任意のステーションから任意の LAN の任意のステーションへパケットを転送するための層であり、データパケットの配達先管理、ノードの状態監視と他ノードへのノード状態通知を行う。データパケットの配達先管理は宛先ノード名と共に受取った宛先 LAN 名が自 LAN の場合、ノード名をそのまま配達先物理アドレスに変換し、受取った LAN 名が他 LAN の場合、データコミュニケーションステーション (DCS) の物理アドレスを付加することにより行う。ノードの状態監視は各ノードのネットワーク層に自 LAN の全ノードの状態テーブルを持つことによって実現する。このテーブルの各エントリーの内容の更新は他のノードのネットワーク層から定期的に送られてくるハローメッセージ (ノード状態通知) によって行われる、一定時間内にハローメッセージが到着していなければ DOWN と判断する。

2-2 トランスポート層

論理リンクの設定、解放管理、データのセグメンテーション (パケット化)、パケットのシーケンス管理、エラーリカバリー、フロー制御を行う。

論理リンクは各ノード内の任意のプロセスからの論理リンク設定要求に応じて、任意の相手ノードの任意プロセスとの間で動的に設定、解放されるものである。高速化を実現するために、各論理リンク上で全二重モードの送受信を可能にした。1 コの論理リンクに対し、動的に 1 コのポート ID が割当てられ、このポート ID はセッション層、アプリケーション層に渡され、アプリケーション層に存在するプロセスと論理リンクの対応がとられる。

エラーリカバリーを実現するために受信側ではシーケンス番号のチェックを行い、その結果に応じて ACK または NACK を送出する。送信側では NACK を受けた場合、及び一定時間経過しても相手側から何の応答も得られなかった場合再送を行う。

フロー制御はデータリクエストメッセージにより行う。

2-3 セッション層

論理リンク設定要求処理、論理リンク設定要求着信時の処理、ユーザデータの送受信、論理リンクの解放およ

び停止要求処理を行う。論理リンク設定要求着信時には宛先プロセス ID 等をチェックし、妥当であればアプリケーション層のプロセスを起動する。

2-4 アプリケーション層

文書転送プロトコル、ファイル転送/アクセスプロトコル等、各種アプリケーションに対応して、各種アプリケーションレベルプロトコルが存在する。文書転送プロトコルではテキスト、グラフィック、イメージが混在する文書の転送を可能にしている。それはテキスト、グラフィック、イメージをメッセージレベルで分離し、ヘッダーを各々に付加して実現している。イメージは複数コのメッセージに分割も可能である。

2-5 ネットワーク管理層

ネットワークデータベースの登録と保守、イベントロギング、ネットワーク状態表示等システム全体のネットワークの運用管理を行う。イベントロギングは各ノードで、ネットワーク層のノード状態テーブルを基にして行っている。

3 フロー制御方式の理論的検討

マルチ論理リンク下の大量情報転送においては、フロー制御方式の高速化に対する寄与度が大である。そこで筆者らはフロー制御方式の選択に当っては以下に述べるように 2 つの方について理論的検討を行った。

3-1 方式の提示

以下に、理論的検討を行った 2 つの方の概要を述べる。

(1) A 方式 (即時通知方式)

データフローメッセージとして、新規フローメッセージと継続フローメッセージの 2 種類を持つ。前者は上位層からデータ受信要求を受けたとき、それに必要な受信バッファ数 (1 コ = 1.5 K バイト) を決定し、それに対して確保できた受信バッファ数を相手側に通知するときに使用し、後者は受信要求で指定された必要受信バッファ数を確保できなかったとき、確保できなかった分を確保の度、その個数を通知するときに使用する。通常、継続フローメッセージの発生回数は多くなる。それは、非同期的に受信されたパケットを上位層に渡してしまう度毎に受信バッファが空き、その度要求中の論理リンク用に与えられるからである。

(2) B 方式 (一括通知方式)

この方式は、データリクエストメッセージとしては、新規フローメッセージだけにしてしまうというものである。そのため、あらかじめ 1 論理リンク当たりの最大受信バッファ数を決めておく。上位層から受信要求を受けたとき、必要受信バッファ数が前記 1 論理リンク当たり最大受信バッファ数以下であるならばフロー値 (転送してよいパケット数 = 確保できた受信バッファ数) を必

要受信バッファ数にしてデータリクエストメッセージを送出する。必要受信バッファ数が1論理リンク当たり最大受信バッファ数を越えていればフロー値を1論理リンク当たり最大バッファ数にしてデータリクエストメッセージを送出する。いずれの場合も、もし、フロー値に等しい受信バッファ数を確保できなかったときは、確保できるまで待つ。通常はただちに確保できる。1論理リンク当たり最大受信バッファ数は総受信バッファ数、同時に設定される論理リンク数、トラフィック等から決まる最適値がユーザーにより異なるのでコンソールから設定できるようになる。

フロー値を1論理リンク当たり最大受信バッファ数にしたときは残存のデータセグメントメッセージを転送可能にするための通知をデータセグメントメッセージ送出側に出す必要がある。A方式ではこの役割を果たすものが継続フローメッセージであったが、B方式ではACKにその役割を兼ねさせている。即ち、データセグメントメッセージ受信側はデータリクエストメッセージで指示したフロー値に等しい数のデータセグメントメッセージの受信を完了し、次の受信のための受信バッファが確保できたときACKを出す。次の受信のための受信バッファ数は残存データセグメント数が前記フロー値以下であれば、残存データセグメント数であり、そうでなければ、前記フロー値に等しい数である。図2にA方式のフロー制御によるメッセージシーケンスとB方式のフロー制御によるメッセージシーケンスの例を示す。この例ではパケットの紛失等による異常シーケンスを含んでいない。図において、データリクエスト(6)はフロー値6のデータリクエストメッセージ、RQACKはデータリクエスト

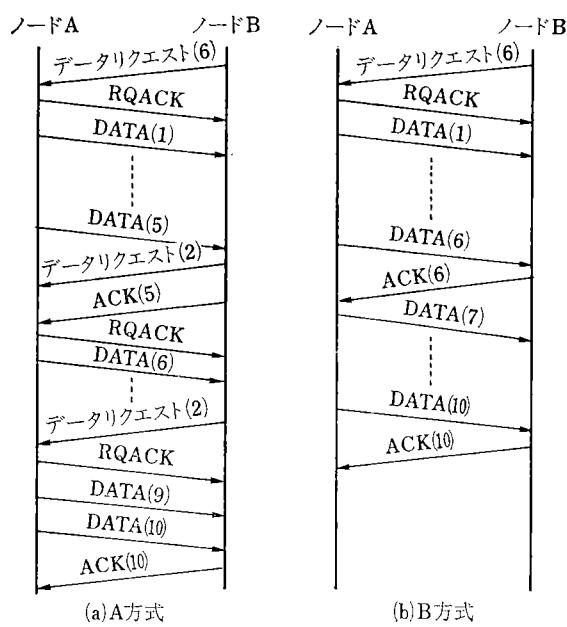


図 2 メッセージシーケンス

メッセージに対する応答メッセージ、DATA (1)はシーケンス番号1のデータセグメントメッセージ、ACK (5)はシーケンス番号5のデータセグメントメッセージまで正常に受信したという応答メッセージを意味する。この例は転送パケット数が10コ、論理リンク当たり最大受信バッファ数が6コの場合である。またACKは2回発生すると仮定した。(a)で継続フローメッセージは2回発生すると仮定しているが、実際は1～4回のいずれかの回数である。

(3) 理論的検討を必要とする背景

A方式、B方式とも高速化という観点からみたとき、以下に示すように一長一短あることが理論的検討を必要とする背景である。

● A方式

〈長所〉 A, B両方式とも、同時に動けるリンク数が多い程、処理効率は上がるるのであるが、A方式は1コでもバッファが返却されると動けるので、同時に動けるリンク数に制約がない。

〈短所〉 繼続フローメッセージが多発するので、その分、処理時間が長くなる。

● B 方式

〈長所〉 繼続フローメッセージが発生しないので、
その分、A方式より処理時間が短かい。

〈短所〉 1つの論理リンクに割当てた受信バッファ数、あるいはユーザプロセスが要求した受信バッファ数が確保されなければその論理リンクは動けないので、同時に動けるリンク数に制約がある。

3-2 理論的檢討

マルチリンクにおける理論的検討を行う。

ある時、あるノードに n 本の論理リンクが設定されている確率を P_n とすると、その中の 1 本のリンクを使ってある量のデータを転送するに要する平均時間 T は次のようになる。

۱۰۰

T_n : リンク n 本のときのデータ転送時間

以下、Tをフロー制御が関係する下位4層（トランスポート層まで）の所要時間として展開する。

データメッセージの処理時間を T_d 、フロー制御メッセージの処理時間を T_f とする。

$$T = T_1 \pm T_2$$

A方式のスロー制御では

となることで

尚、A方式がmの値が大きくなるにつれ、急激に所要時間を増すのは継続フローメッセージの多発による。図から明らかのように $b=24\text{KB}$ のときは、 $a=48\text{KB}$ のため、論理リンクが3本になると継続フローメッセージが常時発生するためである。逆に、B方式でbが大きい方がよいのは新規フローメッセージの発生回数が減るからである。

4 インプリメント¹¹⁾

前章に述べたフロー制御方式の理論的検討をはじめ、種々の検討を基に本 LAN をインプリメントした。

本 LAN を実現するための通信制御ユニット (CCU) の位置付けとその構成を図3、図4に、ソフトウェア構成を図5に示す。

4-1 ハードウェア

表2に示すように、複数個のプロセサ、コントローラが各層の機能を実現している。このなかでCPUはLAN以外の機能の実現にも使用されているのに対し、それ以

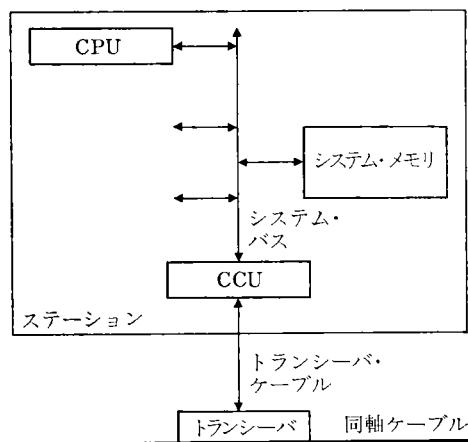


図3 CCU の位置付け

外のプロセサ、コントローラは CCU 内に実装され、LAN が専有することで高速化を実現している。図4、

表2 各プロセサの分担機能

プロセサ	分担機能
CPU	アプリケーション層 ネットワーク管理層 セッション層
CCU プロセサ	トランスポート層 ネットワーク層
データリンクプロセサ	データリンク層
物理層コントローラ	物理層

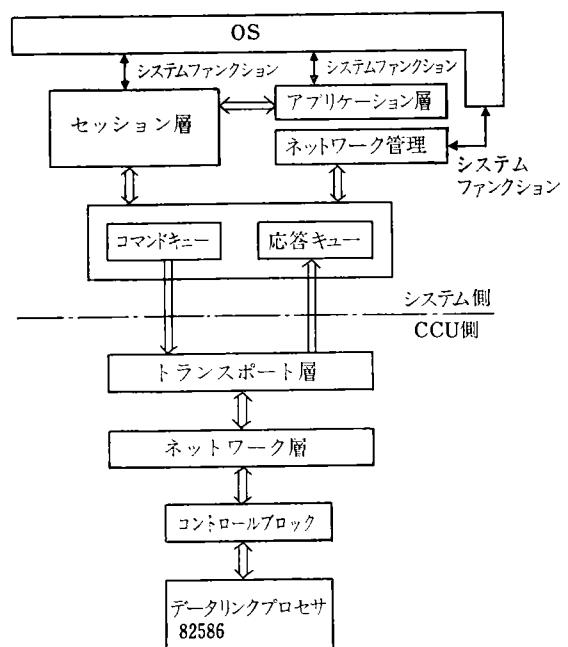


図5 ソフトウェア構成

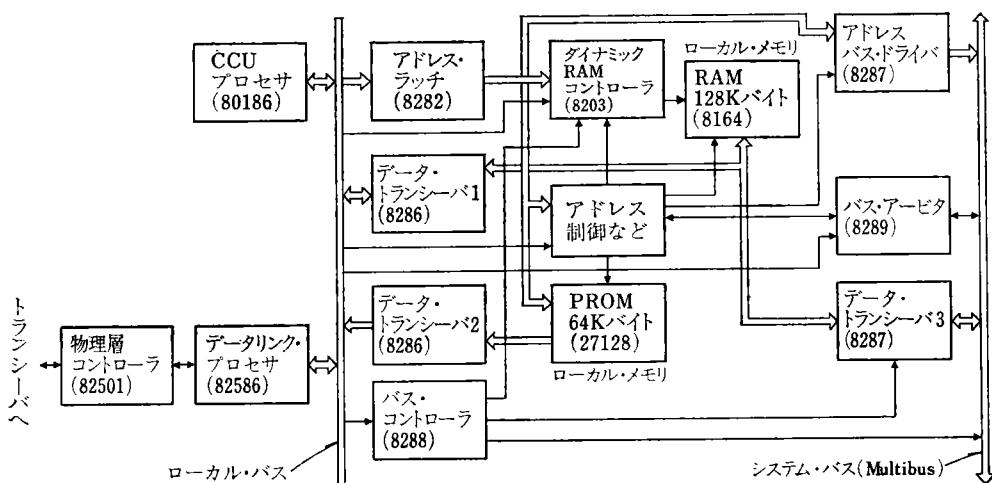


図4 CCU ブロック図

表2に示すCCUプロセサとデータリンクプロセサはローカルバスとローカルメモリを共有することにより層間通信を行う。同様に、CPU、CCUプロセサ、データリンクプロセサはシステムバスとシステムメモリを共有して層間通信を行う。

4-2 ソフトウェア

図5に示すように、ソフトウェアからみれば、トランスポート層と上位層の層間通信はシステムメモリ内につくられるコマンドキュー、応答キューを使用して行われる。またネットワーク層とデータリンク層はコントロールロックを使用して層間通信を行う。各層のソフトウェアはそれぞれ複数個のプロセス、モジュールで構成され、システム側のこれらのプロセスは汎用的なOSで管理され、CCU側のプロセスは独自のスケジューラによって管理される。

5 結果とその考察

図6に、B方式でインプリメントしたフロー制御方式によるマルチ論理リンク設定時の転送処理所要時間を示す。

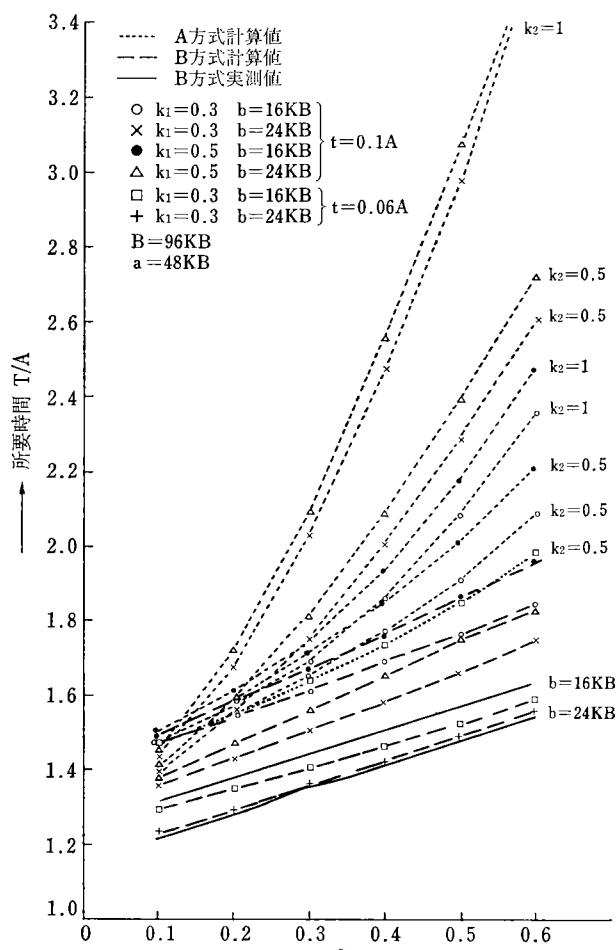


図6 マルチリンク時の転送処理所要時間

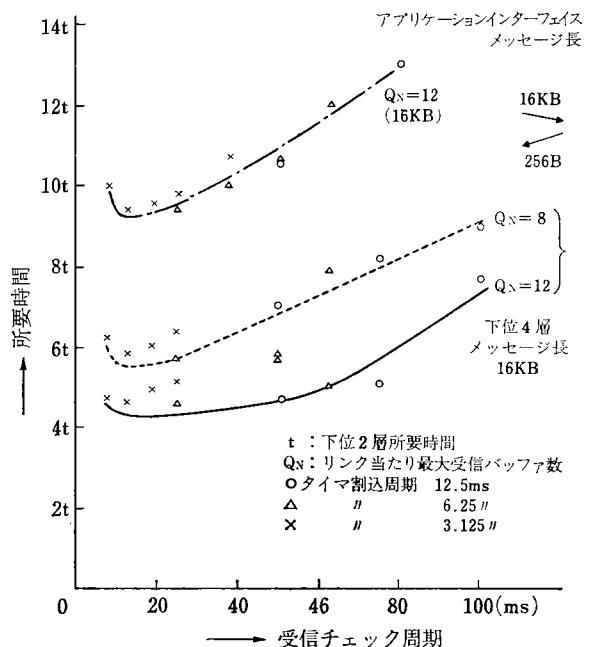


図7 シングルリンク時の転送処理所要時間

す。これは(1)式に示す T_1 から T_6 までの時間、及び A を測定し、(1)式により算出したものである。この結果を、 $t=0.06A$ 、 $k_1=0.3$ の B 方式の計算値と比較すると良く一致している。そこで、この条件で、A 方式 ($k_2=0.5$ 、 $b=16\text{KB}$) と B 方式 ($b=24\text{KB}$) を再度比較して、A 方式の所要時間は $m=0.1$ では B の 1.20 倍、 $m=0.6$ では B の 1.27 倍という改良の度合が確認された。

また、実測によって、B 方式では 1 論理リンク当たりの受信バッファ数 b は総受信バッファ数 a の $\frac{1}{3}$ よりは $\frac{1}{2}$ にした方が高速になるという理論式の正しさも実証された。

シングル論理リンク設定時のメッセージ転送に要する時間の測定結果を図7に示す。アプリケーション層とのインターフェイスから見た所要時間は、あるステーションのユーザプロセスが他のステーションに 16 k バイトのメッセージを転送してもらうための送信要求をセッション層に出した時点から、それに対する 256 バイトの応答メッセージの受信完了通知をユーザプロセスがもらう時点までの時間を内蔵タイマを使って測定したものである。図は受信チェックプロセスの走行周期に最適値が存在することを示している。即ち受信チェックプロセスの走行周期を短かくすると待ち時間は短くなるがこのプロセス等の走行回数増加による処理時間増加を伴うので最適値が存在するのである。

図から明らかなように、下位 2 層に対し、下位 4 層のスループットは 22%，アプリケーションインターフェイスでは 11% になる。

なお、シングルリンク時の転送処理所要時間はデータメッセージ転送処理時間 A の 1.15 倍 ($b=24\text{ kB}$ のとき) であった。

6 おわりに

フロー制御メッセージの処理時間などインプリメント依存性が大きいエレメントの理論的扱いなどに若干問題が残ったが、2 つのフロー制御方式を高速化という観点から理論的に検討し、より良い方式を選択することができた。

また、フロー制御方式の理論的検討をはじめ種々の方式検討を反映させてインプリメントした結果、シングルリンク設定時で、アプリケーション層とのインターフェイスから見たスループットを下位 2 層の 11% にすることことができ、マルチリンク設定時のユーザから見た所要時間（スループットではマルチリンクの方が上がる）をシングルリンク時データメッセージ転送時間の 1.4 倍 ($m=0.4$ のとき)、シングルリンク時の総転送時間の 1.22 倍にすることことができた。

しかし、イメージ転送を特徴とする RINNET の LAN としてはまだ十分な速度とは言えない。今後は、実機を使用した速度解析、理論解析を充実させること等により、更に LAN の速度を向上させていく予定である。

参考文献

- 1) Kleinrock, Tobagi : IEEE Trans. Commun. ; COM-23, (1975)
- 2) 菅, 白鳥, 野口 : 電子通信学会技術研究報告 ; CS 77-190, 1 (1978)
- 3) 高橋, 白鳥, 野口 : 電子通信学会技術研究報告 ; EC 78-72, 7 (1979)
- 4) 田坂, 古川 : 電子通信学会技術研究報告 ; CS 79-222 (1980)
- 5) ISO/TC 97/SC 16 : DRAFT PROPOSAL
ISO/DP 8072 (1982)
- 6) ISO/TC 97/SC 16 : DRAFT PROPOSAL
ISO/DP 8073 (1983)
- 7) ISO/TC 97/SC 16 : DRAFT PROPOSAL
ISO/DP 8327 (1983)
- 8) IEEE Standard 802.3 (1983)
- 9) IEEE Standard 802.4 (1983)
- 10) IEEE Standard 802.2 (1983)
- 11) 井坂 : 日経エレクトロニクス ; 350, 195 (1984)
- 12) 北川, 稲葉 : “統計学通論” 57, 共立出版 (1960)

プログラミング自動化システムにおけるドキュメントの表記法

The Notion of Document in the Programming Automation System

丸野文明*
Fumiaki Maruno

要 旨

ソフトウェア開発における開発の効率向上と保守性の向上のため、編集翻訳プログラミング自動化システムを開発した。システム開発においてはプログラムの構造をどのように表現するかが最も重要で、自動化に最適な表記法を検討し、新たに DSP (Diagram for Structured Programming), ROFT (Root of Function Tree) を開発した。

DSP と ROFT により、プログラムの制御構造、サブルーチン構成がコンピュータ内部表現できるようになり、ドキュメントの電子ファイル化が可能となった。

このシステムを使うことにより、ドキュメントとプログラムが完全に一体化され、変更に強いドキュメント管理が可能となった。

ABSTRACT

To improve the software development efficiency, we developed the Programming Automation System in document editing and document translation to the program.

We especially developed DSP (Diagram for Structured Programming) and ROFT (Root of Function Tree), because how to describe structure of program is the most important in automatic documentation.

DSP and ROFT makes it possible to express algorithm of program and structure of sub-routine inside the computer.

And this system makes it stronger to manage document, because the program is updated automatically corresponding to the document.

1 は じ め に

従来プログラムを表現するために高級言語のように言葉による表現を行ってきた。しかし、コーディングのとき、フローチャートなどにより制御構造を図式化してからプログラムソースに書き直すことが多い。

これは制御構造を図で表現した方が人間にとて理解しやすいためである。

* 技術本部 R プロジェクトチーム
R Project Team, Technology Division

しかし、キャラクタ端末が主流の現在ではコンピュータ上でプログラムを図表現することはむずかしい。このため、高級言語のような言葉による表現が主流になっているといえる。

最近、グラフィック端末が数多く発売され、安価なものも多い。今後、これらを利用してプログラムを図表現したもののが高級言語に置き換えられる可能性は非常に高い。

編集翻訳プログラム自動化システムはカラーグラフィック端末を使い、図表現プログラムおよびインターフェース情報などをグラフィックエディタにより入力し、ド

キュメント・ファイルとして出力したり、このファイルからマシンコードへ翻訳したり、X-Y プロッタにドキュメント印刷する。

編集翻訳プログラム自動化システムはただのチャートransレータと違い、ドキュメントを電子ファイル化して持っているため、ドキュメントとプログラムを完全に一体化して持つことができるメリットがある。

ここではドキュメントファイルの構造と編集翻訳プログラム自動化システムの概要について述べる。

以下編集翻訳プログラミング自動化システムを PAS (Programming Automation System) と略す。

PAS はドキュメントファイルからプログラムを自動的に生成する。

フローチャートのようなプログラム表記法から、目標のプログラムへ変換する方法としては、

i) フローチャートから直接マシンコードへコンパイルする。

ii) フローチャートからC言語などの高級言語に翻訳し、これをコンパイラによりマシンコードにコンパイルする。

i) の方法は言語に依存しない制御構造をとることができると、それまで開発してきたソフトウェアの互換性がまったくなくなるという欠点がある。

ii) の方法では高級言語からフローチャートへの逆トランスレータを作るのは比較的簡単であり、過去のプログラムはプログラミング自動化システムに載せることが可能となり互換性を持つことができる。

また、最適化などは高級言語のコンパイラが持っているため ii) の方法では持たなくて良い。このため翻訳プログラムの構造が、簡単にできるなどのメリットが大きい。

ただし、言語の持つ最適化機能を 100% 生かすためには言語の持つ制御構造を生かすような表記法にしなくてはならない。

我々は ii) の方法を採用し、ターゲットの高級言語を C 言語とした。

2 ドキュメントとしての必要な情報

ドキュメントを電子ファイル化する方法としてワードプロセッサのようにテキストとして持つ方法があるが、これを翻訳してプログラムを生成するには翻訳プログラムを作ることは非常に困難である。つまり、自由文法で書かれた文章の文脈の意味を読み取り翻訳する方法は現時点では非常にむずかしい。実現可能な方法としてはドキュメントの情報をしづらり、表現方法を統一する必要がある。

このため電子ファイル化するためにはファイルフォーマットをどのようにするかがポイントとなる。

このファイル（以下ドキュメント・ファイルと呼ぶ）はドキュメントに必要な情報を効率よく持つことができ、しかもあいまいさがないように設計しなくてはならない。

ドキュメントに必要な情報を分析した結果を以下に示す。

- i) モジュールに対する歴履
- a) 作成者
- b) 作成年月日
- c) システム名
- d) その他注釈
- ii) サブルーチン構成
- iii) 外部参照変数名
- iv) グローバル変数名
- v) 各サブルーチンの情報
 - a) 戻り値（出力情報）
 - b) 外部参照変数名
 - c) 呼び出しサブルーチン名
 - d) 呼び出されるサブルーチン名
 - e) 引き数（入力情報）
 - f) ローカル変数
- vi) プログラム制御構造

上記のドキュメントの情報の中でプログラム制御構造とサブルーチン構成は文章で表現するよりはむしろ、図表現した方が直観的であり、わかりやすい。

このため制御構造を示すための表記法、サブルーチン構成を表現する表記法の検討が必要となった。

3 自動化用プログラム制御構造の表現方法

3-1 表記法の検討

プログラムの制御構造を表現するためには以下のようないくつかの条件が必要である。

- i) 構造化プログラミングに必要な制御構造が満たされていること。
 - a) 処理
 - b) ループ
 - c) 条件分岐
 - d) 条件多分岐
- ii) 条件コンパイルに対する記述
- iii) 無条件分岐の記述
- iv) 無条件分岐に対するラベルの記述
- v) 処理に対する注釈の記述
- vi) 見やすいこと
- vii) 手持ちの定規で美しく書けること
- その他、自動化用チャートの条件として
 - i) 内部表現しやすいこと
 - ii) C 言語の制御構造に合うこと
 - iii) エディットしやすいこと（エディタの操作が簡単になるような図式であること）

iv) あいまいさのないこと

ii) は特に C 言語のオプチマイズの機能を 100% 生かすためである。また、逆トランスレータとの互換性を保つ意味もある。逆トランスレータについては 5 章を参照。

上記の機能を満たす従来の表記法の中では日立製作所の PAD (Problem Analysis Diagram) の PAD (Problem Analysis Diagram) が良いという結果を得た。

PAD の特長を次に挙げる。

- i) 論理構造が見やすい
- ii) 構造化チャートである
- iii) 汎用性がある (言語に対して)
- iv) 並列処理の記述が可能
- v) データ構造の記述が可能
- vi) 機械コーディングが可能
- vii) PAD を使った検査方法が確立されている
- viii) トップダウン設計に向く

しかし、自動化表記法としての PAD の問題点は、

- i) 自由に書けすぎ、自動化しづらい
- ii) goto 文の記述が自由ではない
- iii) PASCAL の制御構造をとっているため、C の制御構造とマッチしていない。
- iv) 分割コンパイルの記述がない

などがある。このために PAD の一部を改造し、自動化用表記法として DSP (Diagram for Structured Programming) を開発した。

また、サブルーチン構成については ROFT (Root of function Tree) を開発し、DSP と併用し、自動化用ドキュメントファイルを可能としている。

ここでは DSP、ROFT について説明し、全体の自動化システムについての説明は概要にとどめる。

3-2 DSP の書き方

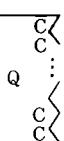
前述のとおり DSP は自動化用プログラム表記法として考えられたものであり、特に C の制御構造をとり入れている。

これは変換する C コンパイラの最適化機能を生かすためである。

表 1 に DSP 図式を示す。これらを実線でつなぎ制御構造を表現する。たとえば図 1(a) は処理 A を行った後、

表 1 DSP 図式

図式	名前	意味	展開形
	処理箱	C の処理を書く箱である。中に書けるものは制御の流れを変えない命令または宣言である。 i) 式 (サブルーチンコールを含む) ii) 宣言 iii) #define 文 iv) #include 文	T[;] または + T[;] +

	機能箱	処理の機能を書くことができる。	/* F */
	if 箱	条件分岐を表わす箱である。 if(Q) : else :	if(Q) : else :
	switch 箱	C の多分岐を表わす箱である。 C の部分に 1箇所 default を書くことができる。 switch(Q) case C: : case C: : 	switch(Q) case C: : case C: :
	while 箱	Q の条件が真の間、この箱の右に付く処理を繰り返すループの上で判定する。	while(Q) :
	do 箱	Q の条件が真の間、この箱の右に付く処理を繰り返す。ループの下で判定する。	do : while(Q)
	for 箱	C の for 文にあたる制御を表現する箱である。	for(E ₁ ;Q;E ₂) : :
	continue 箱	C の continue 文にあたる。中に処理を書ける。 この処理後に continue するという意味である。	; continue;
	break 箱	C の break 文にあたる。中に処理を書ける。この処理後に break するという意味。	; break;
	return 箱	C の return 文にあたる。中に式を書くことができる。	return Q;
	goto 箱	goto 文を意味する。 中の N は数字を書くことができる。	goto label N N は数字
	ラベル箱	ラベルであることを意味する。 中の N は数字を書く。	label N :
	関数箱	関数名であることを示す。	N (...) : :
	入れ子箱 (include 箱)	別チャートに書かれた DSP をその部分に入れ込む。	
	else if 箱	else if の構文を示す。	if (Q ₁) : else if (Q ₂) : else if (Q ₃) : else if (Q ₄)
	分割コンパイル箱	#if #ifdef #ifndef } など分割コンパイルをする。 #endif	#if C : #else : #endif

* 記号の意味 T : 処理 Q : 条件式 E : 式 C : 定数
F : 機能 N : 名前 / 数字 MC : マクロ文

処理Bを行うという意味で縦につなげた場合順次に処理を行う。

ここで処理A, Bの箱はきちんと囲み図1(d)のようにしてもよい。

図1(b)は繰り返しであり、条件Qが真の間右にくる処理Pを繰り返す。

図1(c)は分岐である。これは条件Qが真のときAの処理を、偽のときBを処理する。

これらを組みあわせてチャートを組み上げる。

以下に DSP の特長を示す。

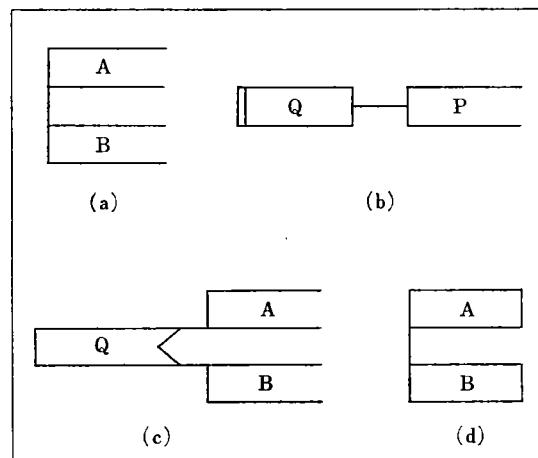


図1 DSP 使用例

3-2-1 break continue 箱, return 箱

Cのbreak文, continue文はgoto文にあたるものである(図2, 図3)。

これらは制御を変える命令なのでチャート上一目で判別できることが望ましい。

またreturn文はCのようなreturn値が重視される言語では非常に大きな意味を持つと考え、return箱を考えた。

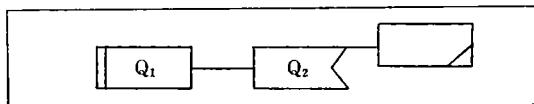


図2 break文使用例

```
while (Q1)
    if (Q2)
        break;
```

図3 break文使用例

3-2-2 for 箱

for文はC言語特有のステートメントである。DSPではfor文を図4の形で表現している。

for文はwhile文で代用できないことはないがC特有のcontinue文が生かせることや、パラメータの見やすさなどから特に箱を作った。

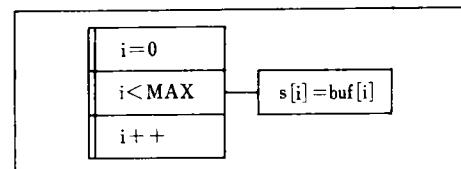


図4 for文

3-2-3 else if 箱

else if箱は図5のように“else if”的つながりをした構造を表現したものである。これをフローチャートであらすと図6の形になる。またif箱で表現すると図7のようになる。

図5と図7を比較してみると図7の方が複雑に見える。これはelse ifをネストとして見ているからだが実際は同じレベルとして考えた方が考え易い。

表2に示すとおり、実際のプログラムでもswitch文より出現頻度が高い。

図8に図5のC言語への展開形を示す。

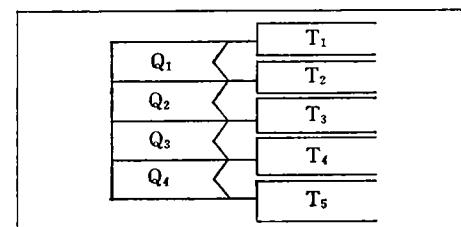


図5 elseif箱使用例

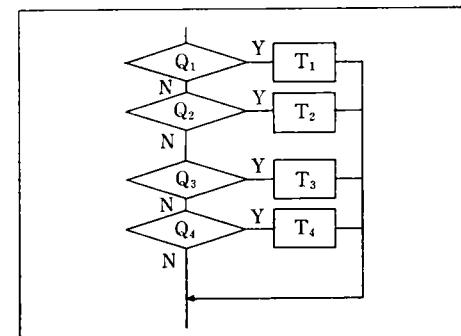


図6 elseifのTISフローチャート表現

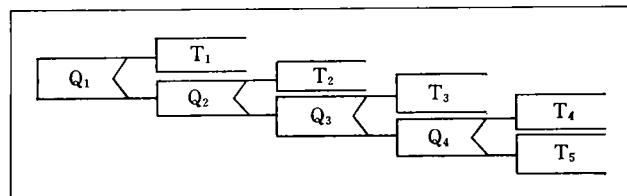


図7 if箱を使ったelseif例

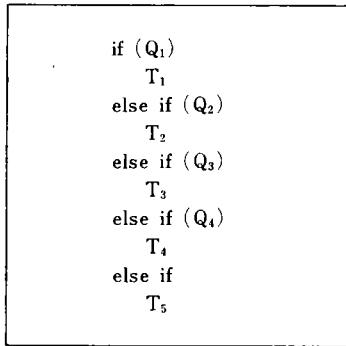


図 8 Cへの展開例

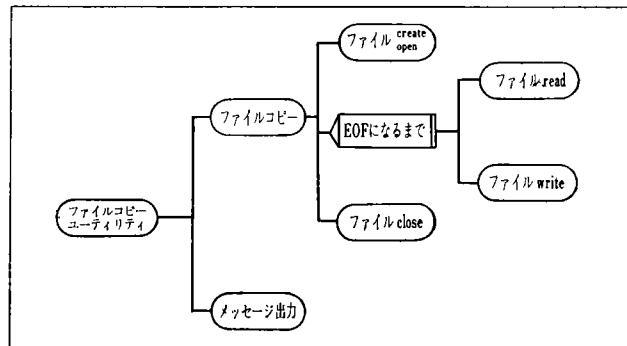


図 9 機能箱使用例

表 2 else if 構文と switch 構文の出現頻度

	steps	else if	switch
プログラム A	3656	28	7
プログラム B	3923	31	19
プログラム C	5670	37	28

3-2-4 機能箱と処理箱

DSP は機能を示す機能箱と処理を示す処理箱を明確に分けている。

機能箱は C プログラムの注釈にあたる部分であり、翻訳プログラムは注釈文に展開する。

処理箱は実際の C のステートメントで、翻訳プログラムはプログラム・ソースとして展開する。

図 9 に機能箱使用例を示す。図のように機能箱を機能分割し、プログラムを生成することができる。

特に紙上で DSP を書く場合、処理箱、機能箱の内容は変更、追加することが多いため、箱の右側を開けておいてもかまわない(図 10)。

3-2-5 include 箱

include 箱は別の場所にあるチャートをその部分に置き換えた場合に使う。

図 11(a)の場合、xyz は(b)の部分を入れ込み、図 11(c)と同じ意味になる。

これは DSP を書いているうちに大きくなり、美観をそこねた場合や概略フローを書き詳細の部分が入るとわかりづらくなる場合に使う。

include 箱は if 箱、do 箱、while 箱にも使うことができる。

図 12(a)は include-if 箱の使用例である。

図 12(a)の include-if 箱の部分は図 5-6-2(b) がはめ込まれ図(c)と等しい。

概略フローを書くとき if の部分、while の条件の部分におまかせ条件(“…のとき”などのように)を記述することはしばしばあるため、この機能を使えば概略フローからブレイクダウンできる。

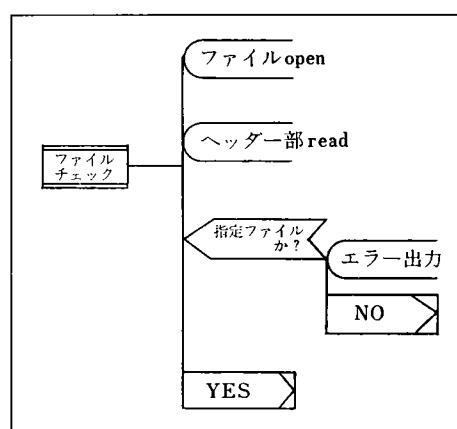


図 10 概略 DSP 例

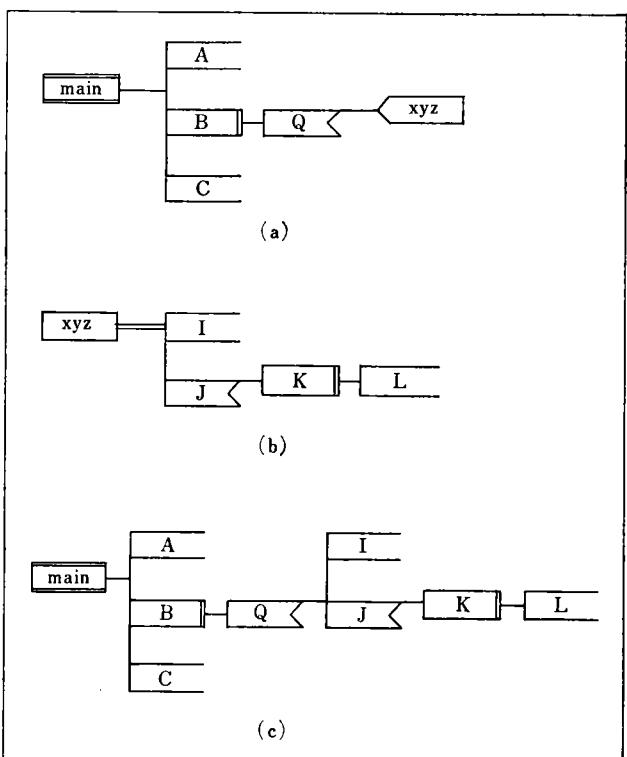


図 11 include 箱使用例

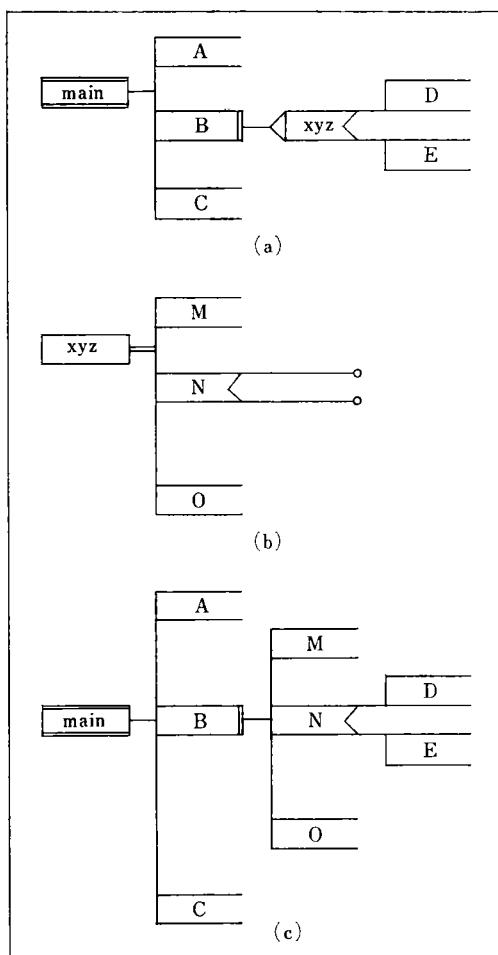


図 12 include-if 箱使用例

4 サブルーチン構成の表現

サブルーチン構成の表現には ROFT を開発した。

ROFT は Root of function Tree の略でモジュール内のサブルーチン構成を図式化したものである。

これはモジュール内に含まれる関数を示す目次の役割を果たすと共に、モジュール内のサブルーチンの階層構造を示している。サブルーチンの階層構造をドキュメント化することはソフトウェア保守になくてはならないものである。

基本的には HIPO の図式目次を横型にしたものと考えてよいが、C 言語へトランスレートするとき、翻訳プログラムが ROFT をまず解読し、全体をトランスレートするため、編集翻訳プログラミング自動化システムとしては大きな意味を持つ。

表 3 に ROFT の基本図式を示す。これを図 13 のように実線でつなぎ、ROFT を組み上げる。図 13 ではサブルーチン A からサブルーチン B, C, D を呼び、サブルーチン D はさらにサブルーチン E を呼ぶという意味である。

ここでサブルーチン E は破線なので外部参照である。つまり、当モジュールには含まれないということを表わしている。

翻訳プログラムは ROFT を解読しモジュール内のサブルーチンを知り、C ソーステキストを出力する。

表 3 ROFT の基本図式

記号	意味
□	処理箱 データ、宣言文、#マクロ文などを内部に書くことができる。
◀□	関数箱 関数がモジュール内にあることを示し、トランスレータにかけた場合に、関数木が includeされることを示す。
□---	外部関数箱 関数がモジュール外にあることを示すが、モジュール内の関数から呼ばれる、あるいは呼び出されることを示す。
○	機能箱 箱の中に機能（注釈）を書くことができる。トランスレータは処理しない。
◀□	入れ子箱 ROFT チャートが、入れ子であることを示す。モジュール内に該当する ROFT チャートがあり、これを include する。

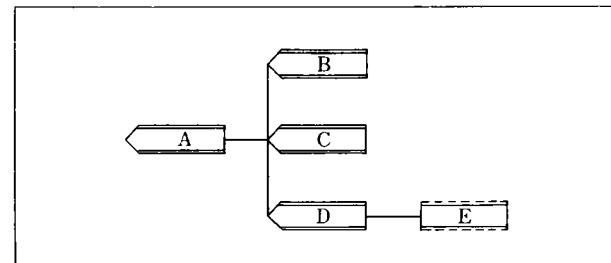


図 13 ROFT チャート使用例

5 編集翻訳プログラム自動化システムの概要

PAS の特長としては

- 1) グラフィックエディット機能を持つ
- 2) 会話形式によるドキュメント編集がワープロ並に行える
- 3) カラー対応（ディスプレイ、X-Y プロッタ）
- 4) ドキュメントは C 言語に翻訳される
- 5) 逆トランスレータにより今まで開発してきたプ

ログラムも PAS 上でドキュメント管理できる。などであり、開発の効率化、保守性向上を目標としている。

PAS の構成、機能を以下に記述する。

5-1 ハードウェア構成

ハードウェア構成を図 14 に示す。

図のようにホストマシンとして VAX-11 (DEC 製) を使い、ファイル管理およびクロス・コンパイラ等の開発を行う。

これにカラーグラフィック端末として YGT-100 (日本楽器製) を使い、これに入力装置としてキーボードとタブレットをつなぐ。この端末は VT-100 エミュレータを内蔵しているため通常は操作端末として使用できる。

出力装置としてカラー XY プロッタ (横河ヒューレット・パッカード社製) を使用している。この XY プロッタはオートフィード機構付きであるため紙の交換は不要である。

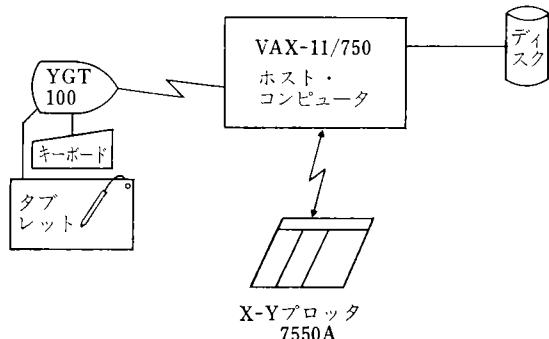


図 14 ハードウェア構成図

5-2 ソフトウェア構成

ソフトウェア構成は図 15 のように

- 編集プログラム
- 翻訳プログラム
- 印刷プログラム
- 逆トランスレータ
- その他ユーティリティ

から成る。

編集プログラムはカラーグラフィック・ディスプレイを出力装置とし、キーボードとタブレットを入力装置として会話型式で ROFT/DSP などのルドキュメントファイルを編集するプログラムである。

翻訳プログラムは編集プログラムで作られたドキュメントファイルを翻訳し、C 言語のリーステキストを生成するものである。

つまり、この翻訳プログラムは C コンパイラのプリプロセッサとして使う。

印刷プログラムはドキュメン・ファイルを XY プロ

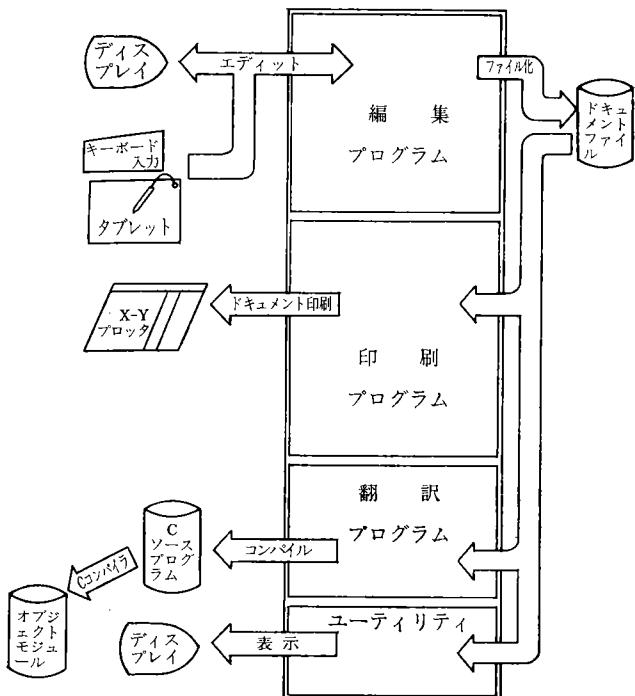


図 15 ソフトウェア構成

ッタに出力するプログラムである。

ドキュメント・ファイル中の情報を解読し、ドキュメントの表紙、ROFT、DSP、インターフェースを詳細仕様ドキュメントとして出力する。

逆トランスレータは C ソース・ファイルを読み込み、印刷プログラム、翻訳プログラムと共にドキュメントファイルを作成するものである。

これにより、C 言語で書かれたプログラムからドキュメントファイルを作ることができる。これにより、既存の C 言語で書いたプログラムを PAS 上に載せることができる。

その他ユーティリティはライブラリを作るライブラリアン、登録簿の表示ユーティリティ、クロスリファレンスなどから成る。

5-3 エディタの機能

編集機能には

- プログラム履歴編集
- ROFT 編集
- 関数情報編集
- DSP 編集

からなる。

プログラム履歴編集はプログラム作成者、作成年月日、システム名、備考などの情報を入れることができる。

ROFT 編集は ROFT チャートをグラフィックエディットにより作成する。これをストラクトエディタと呼びこれは DSP 編集のときにも使われる。

関数情報編集は関数の引き数、戻り値、グローバルに

変数、外部参照変数、ローカル変数などを表形式で編集する。

DSP 編集は論理構造を記述するためのものである。次にストラクト編集機能、テキスト編集機能について概要のみ記述する。

5-3-1 ストラクト・エディット

struct エディタは DSP および ROFT チャートを編集する機能を有す。

関数の DSP 編集を例としてあげるとまず、関数箱がディスプレイに表示される(図 16)。ここでタブレットの if 箱を選択すると図 17 のように関数箱の後に if 箱が現れる。

このとき自動的に if 文の then 節の編集に入る。ここで処理箱を選ぶと then 箱の編集を終え、else 節の編集に入る(図 18) else 節の節の編集を終えると if 箱の下の編集に入るため入力待ちとなる。

このように右へ展開する可能性があるときは右へ、可能性がない、つまり、**struct** が閉じている場合は下へ自動的に進む(図 19)。

トップ・ダウンに設計していく場合、まず下へ概略ロジックを書き、右へ展開することがよく行われる。このときはタブレット上のカーソルにより、編集する順を変えることが可能である。

5-4 テキスト編集

struct 編集を行っている際、タブレットから「テキス

ト編集をピックアップすると現在処理中の箱の中のテキスト編集モードとなる」。

操作者は **struct** 編集の途中でもすべて書き終えてからでも任意のときにテキスト編集モードに入ることができる。

このとき、すべて **struct** 編集しているカレントボックスがテキスト編集の対象となるため、テキスト編集したいボックスをタブレットで指示してからテキスト編集に入る。

するとディスプレイ下面にキャラクタ・カーソルが現れ、フル・スクリーン・エディットが可能となる。

このときの主な機能を表 4 に示す。

6 編集翻訳プログラム自動化システム導入の効果

編集翻訳プログラミングシステムは開発の効率化を期待して作ったものだが、具体的にどのような効果があるかを以下に列挙する。

i) ワープロ機能による作成、修正の効率化

PAS に含まれる編集プログラムと印刷プログラムを使えば特殊ワードプロセッサとなる。

チャートを書くときに箱や線は机上では鉛筆と定規により作成するが、PAS ではタブレットの操作により、箱を選択することができ、線は自動的に引かれる。

また、箱の拡大、コピー、移動は簡単にできるが、机

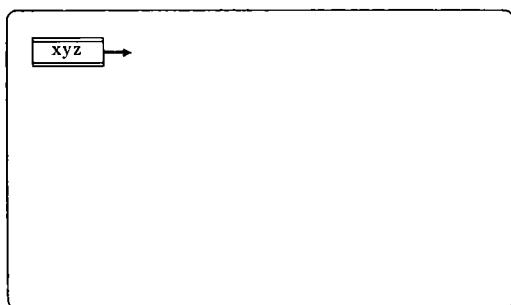


図 16 関数編集初期画面

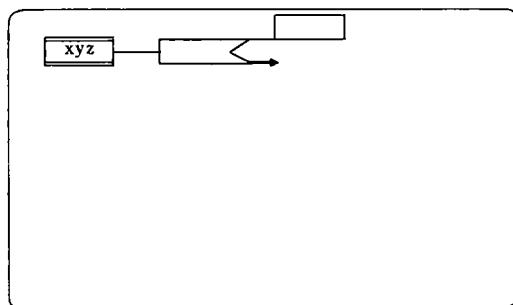


図 18 then 節処理後 else 節の編集に自動的に入る

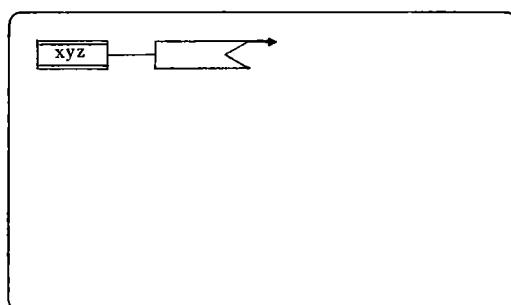


図 17 if 箱を選択したときの画面

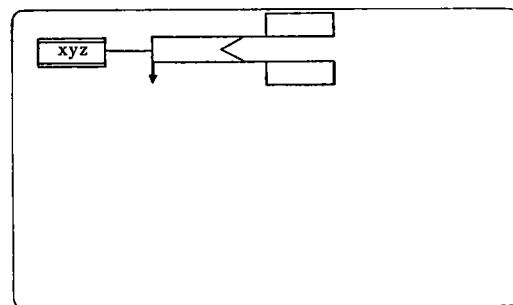


図 19 else 節処理後 if 箱の下に編集を行う

表4 テキスト編集機能

機能	意味
Select	マークするモードに入る
Reset	マークを解除する
Cut	マークした部分を削除する
Paste	マークした部分をカレントポイントに挿入する
Del C	カレントキャラクタの削除
Del L	カレント行の削除
Find	指定された文字列をさがす
Change	指定した文字列を他の文字列に置き換える
Write	現在処理中のテキストをファイルとして出力する
Read	現在処理中のテキストをファイルとして入力する
Und C	undo character
Und L	undo line
Top	テキストの先頭にカーソルを持っていく
Bottom	テキストの後尾にカーソルを持っていく
Tol	現在行の先頭にカーソルを持っていく
Eol	現在行の後にカーソルを持っていく
Line	ラインフィード
Next F	次のテキスト・フィールドへ行く
Back F	前のテキスト・フィールドへ行く
Next P	次のページへ行く
Back P	前のページへ行く
Cancel	取り消し
End	終了

上では箱を書き、書ききれなくなったら消しゴムを使わざるをえない。

特にフローチャートの場合、制御構造を考えながら書き上げていくため、制御構造そのものを変更することがしばしば起こる。このときフローチャートを白紙から書き直すことも多いためこの機能により、かなりの労力を削減することができる。

ii) 電子ファイル化

今まで紙によりファイリングしていたものが電子ファイル化され、管理しやすくなる。

MT (マグネット・テープ) による一括バックアップ、検索が容易になるなどのメリットは数多い。

iii) 仕様書電子メール

詳細化において分業するとき、ドキュメント・ファイルのプログラム管理情報、関数情報 (パラメータ、リターンパリュ、機能) など SE (システムズ・エンジニア () が書き込み、仕様書 (指示書) としてプログラムに送る仕様書電子メールが可能となる。

iv) ケアレス・ミスの減少

制御構造はチャートの形により、if, while, for などの

制御キーワードは自動生成されるため、スペル・ミスなどのケアレス・ミスは少なくなる。

また、頻繁に使われる予約語 (たとえば int, short など) はファンクションキーを押すことにより入力することができる。

このため予約語のスペル・ミスによる再コンパイルはほとんどなくなる。

また、文の終わりの ' ; ' (セミコロン) の付け忘れ、' { ' と ' } ' , ' (' と ') ' のンブロックのアンバランス・エラー (つまり、左カッコと右カッコの数が合わない) などのケアレス・ミスは少なくなる。

v) ドキュメンテーションの強化

ソフトウェアの保守では変更が多い。このため変更が数多く加えられた場合、プログラムは何回も書き換えられるのに対し、ドキュメントは書き換えられておらず、プログラムとドキュメントがまったく違うものになってしまいう場合がよくある。

このとき、ドキュメントはまったく役立たないため、ドキュメントのないプログラムになる。

PAS を使った場合、ドキュメント (詳細仕様) とプログラムは一体化しているため、ドキュメントを捨てるようなことは起こらない。

ただし、変更を加えるときは必ず PAS において変更するということを守らなくてはならない。

vi) コーディング工程の自動化

PAS では詳細設計を行い、フローチャートを書けばソースコードは自動生成されるため、コーディング工程が完全に製造工程からなくなる。

7 おわりに

編集翻訳プログラミング自動化システムにより編集し、印刷した結果を図 20 に示す。図 20 を翻訳した C ソーステキストを図 21 に示す。

このように編集翻訳プログラム自動化システムは詳細設計レベルのドキュメントをプログラムと一体化したものだが今後、基本設計レベルのドキュメントをいかに電子ファイル化して持つか、あるいは基本設計レベルのドキュメントファイルから自動的に詳細レベルへ落とせないか、など課題は次のステップへ進んでいる。

最後に日頃から御協力をいただいている総合ソフトウェア設計の諸氏に感謝します。

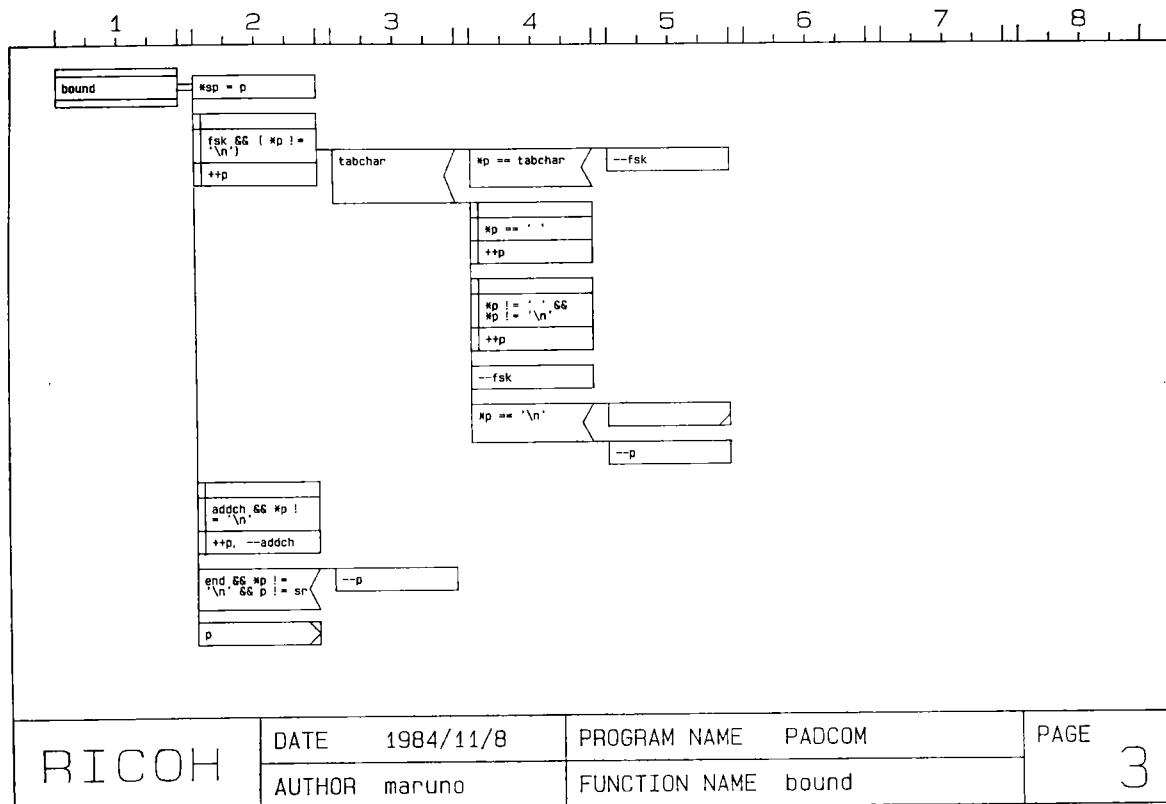


図 20 編集サンプル

```

char *bound( p, fsl, tabchar, addch)
{
    char *p;
    int fsl;
    char tabchar;
    int addch;
    {
        char *sp;
        BOOL end;

        *sp = p;
        for( ; fsl && !(p == '\n'); ++p)
            if( tabchar)
            {
                if( *p == tabchar)
                    --fsk;
            }
            else
            {
                for( ; *p == ' '; ++p)
                    ;
                for( ; *p != ' ' && *p != '\n'; ++p)
                    ;
                --fsk;
                if( *p == '\n')
                    break;
                else
                    --p;
            }
        for( ; addch && !(p == '\n'); ++p, --addch)
            ;
        if( end && !(p == '\n' && p != sp))
            --p;
        return( p);
    }
}

```

図 21 翻訳結果

参考文献

- 1) 二村良彦, 川合敏雄: PAD によるプログラムの開発, bit 3, 4, (1980)
- 2) 二村, 川合, 堀越, 堤: PAD によるプログラムの設計および作成, 情報処理学会誌 21 4 (1980)
- 3) 川村良彦: 構造化プログラム図式, コンピュータソフトウェア 1, 1 (1984)
- 4) Nassi, I. and Shneiderman B.: Flowchart Technique for Structured Programming, SIGPLAN Notices 8, 12-26 (1973).
- 5) B. W. Kernighan, D. M. Ritchie : The C Programming Language
- 6) N. Wirth : Programming In Modula-2
- 7) 犬飼, 鳩岡, 渡辺: 構造化チャートを COBOL プログラムに変換するプログラムの原理, 日経エレクトロニクス, 9 (1977)

高い回折効率をもつ誘電体表面レリーフ格子

Dielectric Surface-Relief Gratings with High Diffraction Efficiency

横森 清

Kiyoshi Yokomori

要 旨

ホログラムスキャナ用表面レリーフ型透過直線格子の回折効率について理論的および実験的に検討した。電磁波のマックスウェル方程式を数値的に解くことで、誘電体表面レリーフ格子の回折特性を調べた。格子深さが格子間隔の2倍近くに達するような表面レリーフ格子の回折効率は体積型位相格子のそれに匹敵するほど高い。ホトレジストを用いた表面レリーフ格子で94%以上の回折効率を得た(実効効率では85%)。数値解析により得た理論値はホトレジスト格子による実験値と良く一致している。

ABSTRACT

Diffraction properties of surface-relief transmission linear gratings for holographic scanner were investigated theoretically and experimentally. Diffraction efficiencies of dielectric surface-relief gratings were computed by solving Maxwell's equations using the differential method. The diffraction efficiency of the grating with the groove depth about twice as deep as the grating period is comparable with the efficiency of the volume phase grating. Dielectric surface-relief gratings, interferometrically recorded in photoresist, showed a high diffraction efficiency up to 94% (throughput efficiency up to 85%). Calculated results were in good agreement with the experimental data.

1 は じ め に

レーザプリンタ用の光偏向器としてホログラムスキャナの開発が進んでいる^{1), 2)}。ホログラムスキャナに用いられる透過回折格子には高い回折効率が要求される。

体積型位相格子では、理論的に100%の回折効率が得られることが知られている^{3), 4)}。実験的にも、重クロム酸ゼラチン(DCG)を用いた体積型位相格子で80%を越える実効効率(ガラス基板での反射、吸収損失を含んだ値)が得られている^{5), 6)}。また、漂白銀塩格子(BSH)でも高い回折効率が得られている⁷⁾。しかし、これらの記録媒体(DCG, BSH)の現像処理は媒体の膨潤をともない、複雑な処理を必要とする。

体積型位相格子に代わるものとして表面レリーフ格子があるが、これまで表面レリーフ型格子の回折効率は正弦波格子で33.9%, 矩形状格子で40.5%が理論値であるとされていた。最近の表面レリーフ透過格子の回折理論にもとづく解析により^{8), 9)}、高い回折効率が得られることが示された⁹⁾。実験的にもホトレジスト格子で高い回折効率が得られている^{2), 10), 11)}。しかしこれらでは、表面レリーフ格子で高い回折効率を得るための条件や、表面レリーフ格子の回折特性などについては明確に示されていなかった。

本稿では、回折問題の厳密な解析法の一つである differential method (DM) を用いて、表面レリーフ型透過格子での平面波の回折特性を数値計算により明らかにした。実際にホトレジストを用いて格子を作成し、実験による回折特性と理論解析との比較検討を行なった¹²⁾。

* 技術本部光技術研究部

Optics Technology Development Department, Technology Division

2 回折特性の理論解析

2-1 解析方法

格子の形状効果、入射光の偏光特性を考慮した回折問題の解析には、電磁波のマックスウェル方程式を厳密に解く必要がある。DM はある方向に関して周期的な構造をもつ格子の回折問題に適用できる。図 1 は x 軸方向に周期構造をもつ誘電体表面リーフ格子を示している。格子形状を境界として、格子表面より上側は自由空間で屈折率は $n=1$ であり、表面より下側は屈折率 $n=n_0$ の損失のない誘電体媒質である。格子間隔 d 、格子深さ h の格子に入射角 θ で波長 λ の平面波が入射する場合を考える。ここでは 2 つの基本的な直線偏光である TE 偏光と TM 偏光の場合について解析手順を述べる。

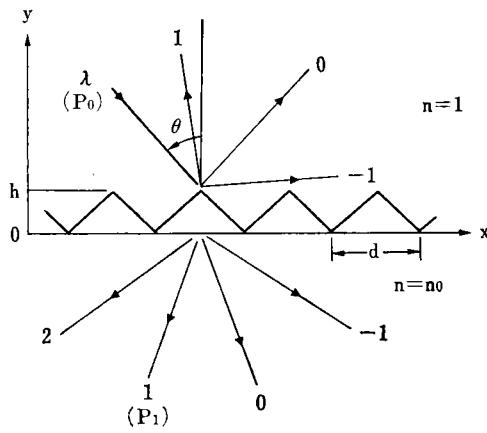


図 1 誘電体格子の格造

2-1-1 TE 偏光¹³⁾

入射平面波の電気ベクトルの方向が格子溝に平行な TE 偏光（図 1 では紙面に垂直な直線偏光）では、電気ベクトル $E_z(x, y)$ は次のマックスウェルの波動方程式を満たす。

$$\Delta E_z(x, y) + k^2(x, y) \cdot E_z(x, y) = 0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{ただし } k^2(x, y) = \left(\frac{2n}{\lambda} n(x, y) \right)^2$$

ここで格子ベクトル $K = 2\pi/d$ 、伝搬係数 $\alpha_m = \alpha_0 - mK$ (m は整数)、 $\alpha_0 = 2\pi \sin \theta / \lambda$ とする。x 軸方向の周期性を考慮して $\exp(j\alpha_m x)$ について展開すれば、電気ベクトル $E_z(x, y)$ は次のように書きかえられる。

$$E_z(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} E_m(y) \cdot \exp(j\alpha_m x) \quad \dots \dots \dots (2)$$

波数の 2 乗 $k^2(x, y)_m$ はフーリエ展開によって

$$k^2(x, y)_m = \sum_{m=-\infty}^{\infty} (k^2)_m \exp(jmKx) \quad \dots \dots \dots (3)$$

で表わされる。 $(k^2)_m$ はフーリエ展開係数である。式(2),

(3)を波動方程式(1)に代入すると次の 2 階の連立常微分方程式が得られる。

$$\frac{d^2}{dy^2} E_m = \alpha_m^2 E_m - \sum_{p=-\infty}^{\infty} (k^2)_{m-p} E_p \quad \dots \dots \dots (4)$$

この微分方程式の数値解は $y=0$ および $y=h$ のそれぞれの境界において、 $E_m(y)$ と $dE_m(y)/dy$ の連続性を満足しなければならない。 $y=0$ と $y=h$ の間を有限個数に分割し、 $y=0$ と $y=h$ での境界条件を満足するよう $y=0$ から $y=h$ まで数値積分を行なう。式(4)を解くためヌメロフのアルゴリズムを用いた¹⁴⁾。

2-1-2 TM 偏光¹³⁾

TM 偏光の場合には磁気ベクトルが格子溝に平行となる。（図 1 では電気ベクトルは紙面に平行な直線偏光である）マックスウェルの方程式は次のように導かれる。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{1}{k^2} \cdot \frac{\partial}{\partial x} H_z(x, y) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{1}{k^2} \cdot \frac{\partial}{\partial y} H_z(x, y) \right] + H_z(x, y) = 0 \quad \dots \dots \dots (5)$$

ここで次式で定義される関数 $\tilde{E}_z(x, y)$ を導入する。

$$\tilde{E}_z(x, y) = \frac{1}{k^2(x, y)} \cdot \frac{\partial}{\partial y} H_z(x, y) \quad \dots \dots \dots (6)$$

式(6)を用いて式(5)を書き直せば、

$$\frac{\partial}{\partial y} \tilde{E}_z(x, y) = - \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{1}{k^2} \cdot \frac{\partial}{\partial x} H_z(x, y) \right] - H_z(x, y) \quad \dots \dots \dots (7)$$

となる。関数 $1/k^2(x, y)$ をフーリエ展開すれば、

$$\frac{1}{k^2(x, y)} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{k^2} \right)_m \exp(jmKx) \quad \dots \dots \dots (8)$$

となる。ただし $(1/k^2)_m$ はフーリエ係数である。x 軸方向への格子の周期性を考慮して関数 $H_z(x, y)$ 、 $\tilde{E}_z(x, y)$ を展開する。

$$H_z(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} H_m(y) \exp(j\alpha_m x) \quad \dots \dots \dots (9)$$

$$\tilde{E}_z(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \tilde{E}_m(y) \exp(j\alpha_m x) \quad \dots \dots \dots (10)$$

式(3), (8), (9), (10)を式(6), (7)に代入すると次の 1 階の連立常微分方程式が得られる。

$$\frac{d}{dy} H_m(y) = \sum_{p=-\infty}^{\infty} (k^2)_{m-p} E_p(y) \quad \dots \dots \dots (11)$$

$$\frac{d}{dy} \tilde{E}_m(y) = \alpha_m \sum_{p=-\infty}^{\infty} \left[\alpha_p \cdot \left(\frac{1}{k^2} \right)_{m-p} H_p(y) \right] - H_m(y) \quad \dots \dots \dots (12)$$

この連立微分方程式を解くため、まずルンゲクッタ法で $y=0$ での初段の数値積分を行ない、数値積分の精度、計算時間を考慮して、引きつき予測子修正子法の一つであるミルン法により数値積分を行なった。

2-1-3 回折効率

連立微分方程式の解が格子溝による回折波の電磁場を

あらわすレーリー係数を与える。レーリー係数より回折波の強度が導びかれる。回折効率 η は次式で定義する。

であらわす。入射波強度は損失のない媒質内では保存されることから、伝搬回折波（透過、反射成分ともに含む）の回折効率の総和は1となる。総和が1に近づくことが連立微分方程式の解が収束することに対応する。また、この強度保存則からのずれが、算出した回折効率の誤差にも対応する。したがって、強度保存則からのずれが小さいほど、数値計算の精度が高いことになる。本稿での理論値はすべて、この保存則からのずれが 10^{-4} より小さい。

2-2 数値解析の結果

ここでは、表面レリーフ型透過格子の数値計算によって予測される回折特性について述べる。すべての計算では誘電体媒質の屈折率は $n_0 = 1.66$ としている。これは典型的なホトレジストの屈折率に対応した値である。

2-2-1 回折効率の波長特性

正弦波状表面レリーフ格子のプラグ入射角での回折効率を算出した。1次回折波のプラグ入射角 θ_B は次式で定義する。

透過の1次回折波の回折効率波長特性を図2～5に示す。横軸は入射波長 λ を格子間隔 d で割った値となっている。図2～5はそれぞれ格子深さを $h/d=0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ とし、2つの直線偏光TE, TMについてあらわしている。TE偏光では回折効率が90%を越えるのは $0.75 < \lambda/d < 1.85$ の範囲であり、このときの最適格子深さは格子間隔の1.5倍から2倍を必要とする。TM偏光での高回折効率領域 ($\eta_1 > 90\%$) はTE偏光のそれと比べ、狭くかつ短波長側にずれている。

2-2-2 矩形状格子

図6にプラグ入射角での格子深さ／格子間隔比に対するTE偏光回折効率を示す。矩形状表面レリーフ格子

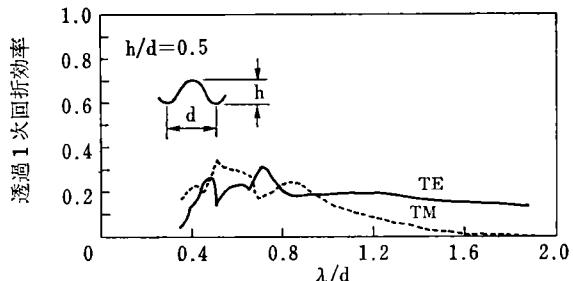


図 2 回折効率の波長特性 (h/d=0.5)

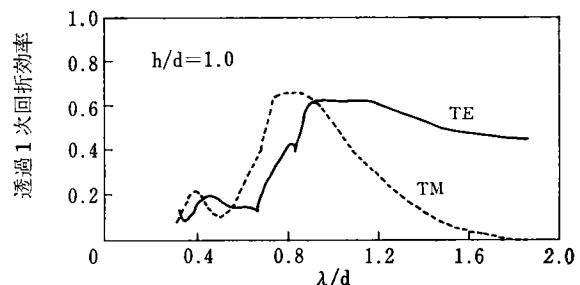


図 3 回折効率の波長特性 (h/d=1.0)

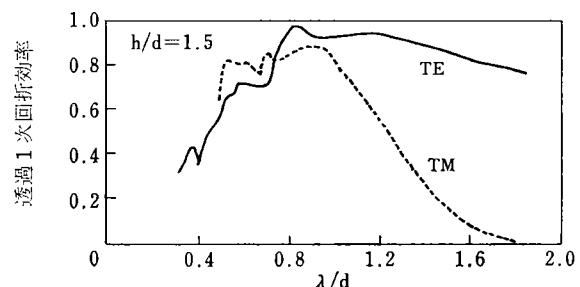


図 4 回折効率の波長特性 ($h/d = 1.5$)

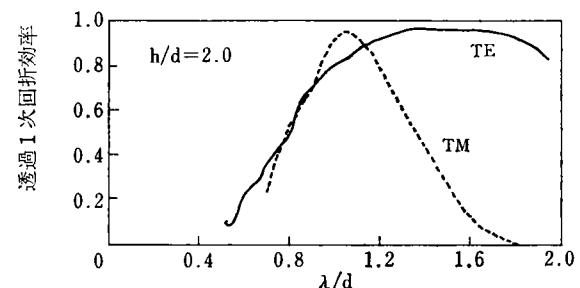


図 5 回折効率の波長特性 (h/d=2.0)

の格子幅 W も変化させている。図 6 では $\lambda/d = 1.414$ としており、このときのプラグ入射角 $\theta_B = 45^\circ$ である。アスペクト比 c は格子幅 w と格子間隔 d により $c = w/d$ で定義する。回折効率カーブは格子幅により顕著に変わる。最適格子深さは格子幅が広いほど（アスペクト比 c が大きい）深くなる。矩形状表面レリーフ格子で得られる最大回折効率は $c = 0.55$, $h/d = 1.71$ で 94.4% である。

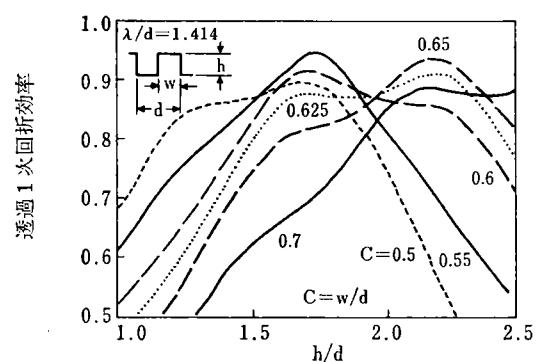


図 6 矩形状格子の格子深さによる回折効率変化

2-2-3 格子深さ

図7は格子形状が正弦波状、矩形状($c=0.6$)、二等辺三角形状のときの格子深さに対する回折効率をあらわしている。 $\lambda/d=1.414$, $\theta=45^\circ$, TE偏光としている。それぞれの格子形状に対して、最大1次回折効率を得るために最適格子深さが存在する。3つの形状の間で最大の回折効率となるのは二等辺三角形状の場合であり、99.5%にまで達する。最適格子深さは格子間隔の2倍以上となる。

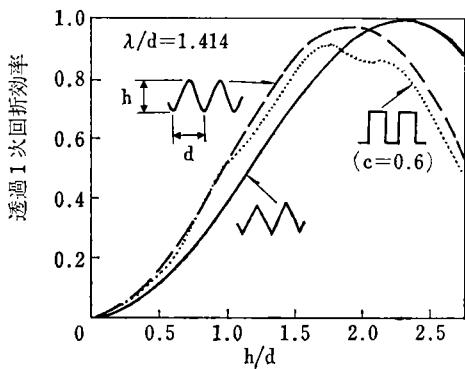


図7 格子形状による回折効率変化

2-2-4 格子媒質の屈折率

格子媒質の屈折率 $n_o=1.50, 1.66, 2.00$ の場合の、正弦波状透過格子での1次回折効率を図8に示す。TE偏光で波長 $\lambda=1.414 d$ の平面波がプラグ入射角で格子に入射するとき、最大回折効率はそれぞれ、99.0% ($n_o=1.50$)、98.0% ($n_o=1.66$)、95.3% ($n_o=2.00$) である。これらの値の差は格子表面での反射係数が異なることによる。格子媒質の屈折率が小さいほど表面反射率が低くなり、回折効率は高くなる。(格子表面の正反射率は同じ屈折率の平面での正反射率に比べ低い)しかし、回折効率を高くするには格子深さを深くする必要がある。

2-3 体積型位相格子との比較

表面レリーフ型位相格子の特徴を明確にするため、表面レリーフ格子の回折効率の角度選択性、波長選択性について体積型位相格子との比較する。

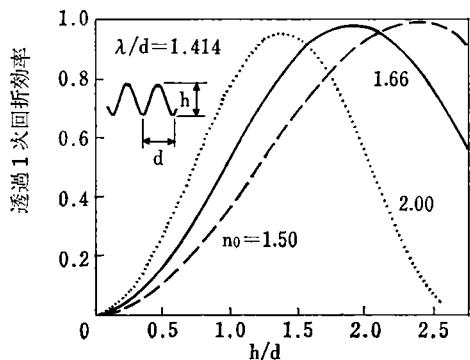


図8 格子媒質屈折率による回折効率変化

一般に体積型位相格子は角度変化、波長変化に敏感に回折効率が変化することが知られている。正弦波状表面レリーフ格子と正弦波状体積型位相格子の角度選択性を図9に、波長選択性を図10に示す。正弦波状表面レリーフ格子の最大回折効率は図7より $n_o=1.66$ ならば $h/d=1.9$, $\lambda/d=1.414$ のとき 98% である。一方、ヨーゲルニクの結合波理論より体積型位相格子の回折効率が算出できる³⁾。体積型位相格子の理論的最大回折効率は格子表面での反射を無視すれば 100% となる。ここで体積型位相格子の媒質の平均屈折率を 1.66、屈折率の変調成分を 0.02 としている。そこで表面レリーフ格子と体積型位相格子とを比較するため、表面レリーフ格子の回折効率は最大回折効率 98% で規格化したものであらわしている。

図9より、プラグ入射角(45°)を中心とした最大回折効率に対して半値以上となる入射角幅は、体積型位相格子では 1.9° 、表面レリーフ格子では 47.9° である。

図10より、波長 $\lambda=0.633 \mu\text{m}$ での最大回折効率に対して回折効率が半値となる入射波長幅は、体積型位相格子では 70 nm 、表面レリーフ格子では 380 nm となる。すなわち、表面レリーフ格子では可視光領域全体にわたり、半値以上の回折効率を維持することになる。

一般に、体積型位相格子では屈折率の変調成分 n_1 が増加し格子厚み t が減少する場合には ($n_1 \cdot t = \text{一定}$ のとき)、角度半値幅および波長半値幅が広がることが知ら

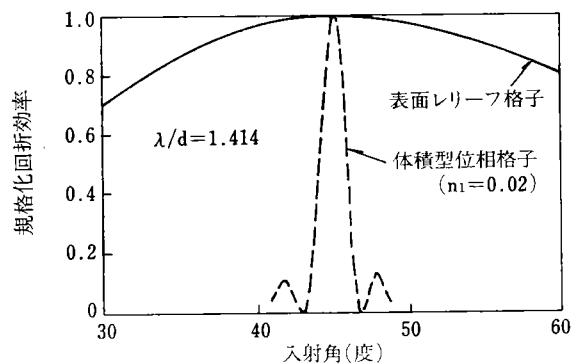


図9 表面レリーフ格子と体積型位相格子の比較（角度選択性）

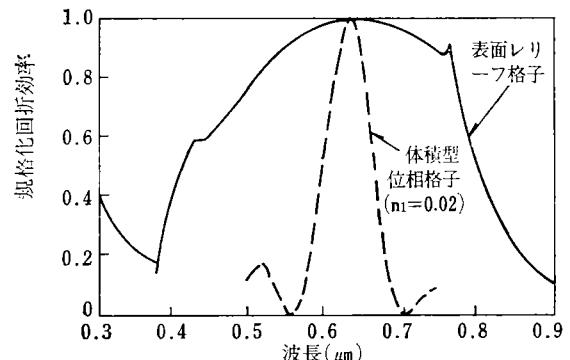


図10 表面レリーフ格子と体積型位相格子の比較（波長選択性）

れている。したがって λ/d が大きく、格子深さが格子間隔に比べ大きいような表面レリーフ格子は、屈折率変調成分 n_1 が大きく格子厚み t が薄い体積型位相格子と同じふるまいをすることがわかる。実際の体積型位相格子では屈折率変調成分 n_1 が 0.1 を越えるような格子媒質はなく、角度半值幅や波長半值幅が大きいという特徴は表面レリーフ格子固有のものである。

3 ホトレジスト格子での実測値

本章では、実際にホトレジストで表面レリーフ格子を作製し、回折特性を実測した値と理論値との比較を行なっている。

3-1 表面レリーフ格子の作製法

ホトレジストを格子媒質とした表面レリーフ格子の作製手順は以下のとおりである。

- (1) ガラス基板(屈折率1.52)上にポジ型ホトレジスト(シップレイAZ-1470)を3000 rpmのスピナでコートする。
 - (2) 90°Cの乾燥器で40分間ベーキングを行なう。
 - (3) He-Cdレーザ($\lambda=0.442\text{ }\mu\text{m}$)の2光束平面波干涉縞で露光する。(露光エネルギー30~70 mJ/cm²)
 - (4) AZ現像液を純水で2倍に希釈した溶液中で1分間現像する。(液温20°C)
 - (5) 流水中で30秒間洗浄する。
 - (6) ドライヤで1分間乾燥する。

以上の手順で作製したホログラフィック格子は図 11 に示すように、ガラス基板上にホトレジストで形成される。図 12 は格子間隔 $0.45 \mu\text{m}$ 、格子深さ $0.72 \mu\text{m}$ の作製したホトレジスト格子断面の電子顕微鏡写真である。格子溝はほぼ垂直で矩形状であるが、格子溝の底部や格子上部はまるくなっている。図 13 は同じ格子を上からみたときの電子顕微鏡写真である。

3-2 作製した格子の回折特性

図11に示すように、入射波はホトレジスト格子で回折され、回折波はレジスト—ガラス界面、ガラス—空気界面を透過する。2つの界面を透過する際、回折波の一

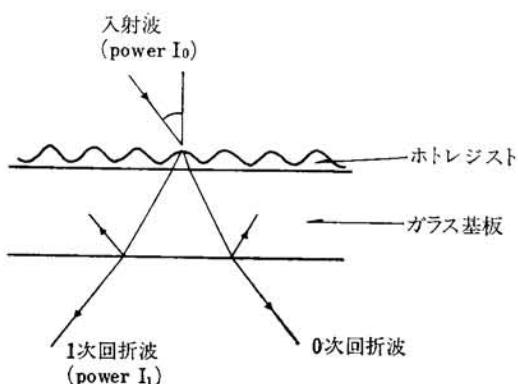


図 11 ホトレジスト格子の構造

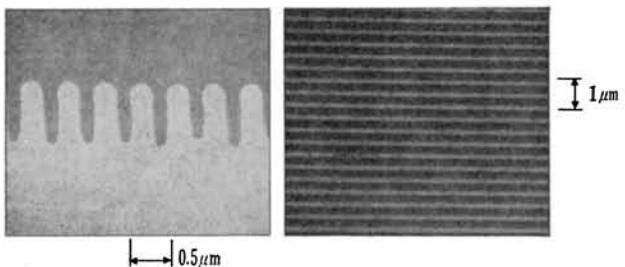


図 12 ホトレジスト格子断面 図 13 ホトレジスト格子上面
($d=0.45 \mu\text{m}$, $h=0.72 \mu\text{m}$)

部は内部反射により失なわれる。そこで、内部反射で一部が失なわれた透過1次回折波の効率を、実効効率として次式で定義する。

ここで、 I_0 は入射波強度、 I_1 はガラス基板透過後の 1 次回折波強度である。式(14)の回折効率 η_1 は反射損失を除いた格子のみの純粹な回折効率であると言うことができる。式(16)から求まる実効効率は式(14)の回折効率に比べ小さい値となる。

3-2-1 角度特性

図 14 は TE 偏光が入射角を変えて入射したときの透過 1 次回折波、透過 0 次回折波の実効効率をあらわしている。ホトレジスト屈折率 1.66、ガラス基板屈折率 1.52 としたときの理論値（ガラス基板での反射損失を含めている）は実線（1 次回折波）および破線（0 次回折波）で示している。理論値を計算する際の格子形状は図 14 内に示したように、矩形状格子の格子上部を半円としている。格子間隔 $d = 0.447 \mu\text{m}$ 、格子深さ $h = 0.73 \mu\text{m}$ とした。実効効率の実測値は He-Ne レーザ光 ($\lambda = 0.633 \mu\text{m}$) を照射して求めた。1 次回折波の効率は $\theta = 45^\circ$ のプラグ入射角で最大となっている。入射角が 45° のとき、1 次回折波のガラス基板での内部反射損失は約 10% である。図 14 では、実測値と理論値との誤差は 3% 以内である。

3-2-2 格子の深さ特性

図 15 に TE 偏光で格子深さを変えたときの実効効率 η_{eff} を示す。理論値は実線であらわし作製した格子の深さは格子断面を電子顕微鏡で観察して見積った。格子深さの測定誤差は 10% 程度である。実測値の最大実効効率は理論値よりも低くなっているが、実測値と理論値はほぼ一致している。最大実効効率の実測値と理論値の差は、おもに格子での格子深さや格子間隔のホログラフィックな変調により生ずる。ホログラフィックな変調はホトレジストを干渉縞露光する際の光学素子（レンズ、ミラー等）の汚れ、キズ、ケラレによって生ずる。光学素子の汚れ、キズ、ケラレをなくすことで、最大実効効率は 85% にまで達した。レジスト—ガラス界面、ガラス—空気界面での内部反射損失を除いた格子の純粋な回

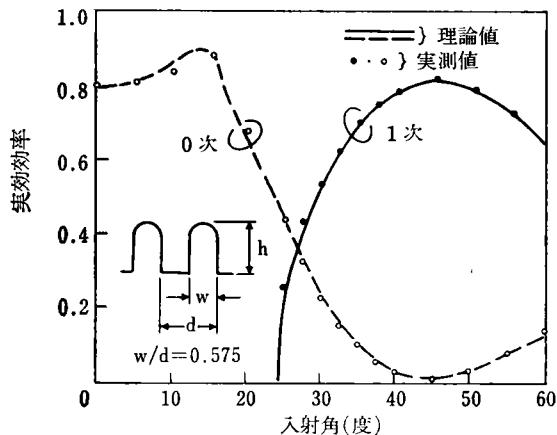


図 14 実効効率の角度特性 ($d=0.447 \mu\text{m}$, $h=0.73 \mu\text{m}$)

折効率は約 94% となる。

3-2-3 波長特性

回折効率の波長特性を図 16 に示す。理論値は図 4 と対比させるため、格子間隔 $d=0.556 \mu\text{m}$ 、格子深さ $h=0.8 \mu\text{m}$ の正弦波状格子として算出した。実測値はブリッジ入射角での回折効率であり、黒丸 (TE 偏光)、白丸 (TM 偏光) であらわした。実効効率測定の光源として He-Ne レーザ、He-Cd レーザ、半導体レーザ、モノクロメータ出射光を用い、測定した実効効率からガラス基板での内部反射損失分を補正し回折効率を求めた。図 16 から TE、TM 両偏光で高い回折効率を得るには、 $h/d=1.5$ のときには波長と格子間隔の関係が $0.8 < \lambda/d < 1.0$ を満たすように格子を作製すればよい。

以上のように、格子に入射する平面波は半無限領域に広がっているという実際的でない仮定にもかかわらず、DM による理論値と有限の大きさをもつ格子での実測値とは良く一致している。

4 おわりに

表面レリーフ型透過格子の回折特性を DM にもとづく数値計算により解析を行なった。その結果、表面レリーフ型透過格子においても 90% を越えるような高い回折効率が得られることが理論的に確認された。90%以上の高い回折効率は $0.75 < \lambda/d < 1.85$ で格子深さを最適化することで達成できる。

ホトレジストを用いて作製した表面レリーフ型透過格子で 94% の回折効率を得た。(実効効率では 85%)

表面レリーフ格子は体積型位相格子に匹敵する高い回折効率をもち、格子に入射する光の波長や入射角度が変化しても回折効率の低下が少なく、体積型位相格子より広い応用が考えられる。この特徴はホログラムスキャナ用の格子として最適である¹⁵⁾。

DM は表面レリーフ型透過格子の最適格子形状を決め

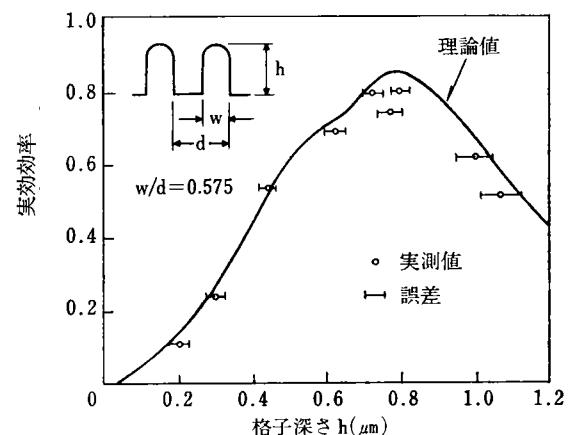


図 15 実効効率の格子深度特性 ($d=0.447 \mu\text{m}$)

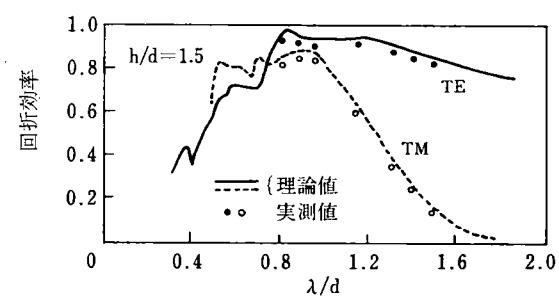


図 16 回折効率の波長特性 ($d=0.556 \mu\text{m}$, $h=0.8 \mu\text{m}$)

たり、実験値を予想したりするのに効果的であることが確認できた。

おわりに、ホログラム格子の作製に協力いただいた材料デバイス研究部、光技術研究部の関係各位に感謝いたします。

参考文献

- 1) C. Kramer : 1979 Conf. Laser Engr. & Applications ; paper 17, 9, 105, Conf. Digest (1979)
- 2) H. Funato : Proc. of SPIE ; 390, 174 (1983)
- 3) H. Kogelnik : Bell Syst. Tech. J. ; 48, 2909 (1969)
- 4) M. G. Moharam. 他 : J. Opt. Soc. Am. ; 71, 811 (1981)
- 5) T. A. Shankoff : Appl. Opt. ; 7, 2101 (1968)
- 6) T. Kubota, 他 : Appl. Opt. ; 15, 556 (1976)
- 7) A. Graube : Appl. Opt. ; 13, 2942 (1974)
- 8) R. Petit : "Electromagnetic Theory of Gratings" 1, Springer (1980)
- 9) M. G. Moharam, 他 : J. Opt. Soc. Am. ; 72, 1385 (1982)
- 10) C. Kramer : Laser Focus ; 17, 70 (1981)
- 11) R. C. Enger, 他 : J. Opt. Soc. Am. ; 73, 1113 (1983)
- 12) K. Yokomori : Appl. Opt. ; 23, 14, 2303 (1984)
- 13) P. Vincent : "Electromagnetic Theory of Gratings" 101, Springer (1980)
- 14) M. A. Melkanoff, 他 : "Methods in Computational physics", Academic (1966)
- 15) 船戸 : RICOH TECHNICAL REPORT ; 10, (1983)

フロート電極による電界強調効果を利用した新一成分現像方式

A New Mono Component Development Process Using Field Enhancement Effect of Floating Electrode

菅野布千雄* 坂本康治** 小林一雄*
Fuchio Kanno Koji Sakamoto Kazuo Kobayashi

要　　旨

従来からの乾式現像方式と、FEED (Floating Electrode Effect Development) 方式と呼ばれる新一成分現像方式について、現像特性の比較検討を行った。その結果、FEED 方式の現像特性として次の 3 点が明らかになった。

- (1) FEED 方式では、ライン画像およびベタ画像のエッジ部が強調現像される。
- (3) ライン画像の現像特性を変化させずにベタ画像の現像特性のみを変化させる事ができる。
- (3) 上記 2 つの特徴により、FEED 方式の画像特性は、乾式二成分磁気ブラシ方式の画像特性と同等にする事ができる。

ABSTRACT

Comparison on development characteristics between conventional development processes and a new mono component development process, called FEED (Floating Electrode Effect Development) Toning System, was made.

The features of FEED Toning System are as follows.

- (1) Electric field enhancing development is done only for line and the edge of solid area.
- (2) Solid area response can be varied without changing the line image response. This variation does not need the change of toner and photoconductor. This gives the wide margin for designing the electrophotographic systems.
- (3) As a result, the image response of FEED Toning System can be equivalent to that of dual component development system.

1 は　じ　め　に

一成分現像方式は二成分現像方式と比較した時、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、従来の一成分現像方式は画質上重要な幾つかの点で二成分現像方式に劣っていた。

新たに開発された“FEED (Floating Electrode Effect Development) 方式”は、高抵抗一成分磁性トナーとフロート電極を特徴とする現像スリーブ (図 1) によって、二成分現像方式と同等の画質を達成した一成分現像方式である¹⁾。

本報でははじめに、従来の代表的な現像方式として次

* 第一複写機事業部 複写技術研究所 第一研究開発部
1st Research & Development Department, Reprographic Technology Research Center, 1st Reprographic Products Division

** 第一複写機事業部 設計部
Design Department, 1st Reprographic Products Division

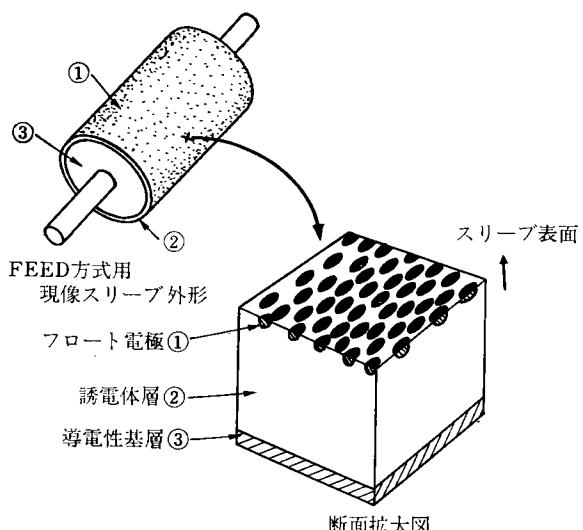


図 1 FEED 方式用現像スリーブの概念図

の三者、導電性一成分磁性トナー方式、摩擦帶電型高抵抗一成分磁性トナー方式、乾式二成分磁気ブラシ方式をとり挙げ、各々の現像特性について考察した。次にFEED方式用現像スリーブの構成と作用とに触れた後、FEED方式のモデル化を行い、その現像特性について前記三方式との比較を行った。

2 従来方式による現像特性

先に取り挙げた三方式のうち、前二方式に関する研究としては、近藤²⁾、Nelson³⁾、Field⁴⁾、高橋ら⁵⁾、大室⁶⁾によるものが知られており、トナーの特性差等により、多くの理論が展開されている。乾式二成分磁気ブラシ現像方式については、近藤⁷⁾、Schein⁸⁾らの研究が知られており、両者ともキャリア先端部への電界集中があるものの、現像プロセス全体としては現像剤層を均一な誘電体として平均化する事が可能である事を示している。本報では、ベタ部の現像特性を、三者共、近藤モデルによって説明した。一方、ライン像、エッジ部の潜像による現像電界に関しては、Schaffert⁹⁾、Neugebauer¹⁰⁾、Williams¹⁰⁾、らによって解析的な研究が行われている。筆者らは、これらを参考として、有限要素法などによって現像電界の変化を調べた。

2-1 導電性一成分磁性トナー方式

図2に導電性一成分磁性トナー方式でのベタ部に対するモデル図と、現像開始電圧、感光体へのトナー付着特性を示した。この方式では、潜像電界からの誘導によってトナーが帶電する。したがって同一のトナーで正負いずれの潜像でも現像できる。トナーの誘導が電界の二乗に關係するため、現像開始電圧 V_{ko} は高い。地肌部の

トナー付着を防止する上では有利であるが、これは低濃度原稿の再現性が悪くなる事をも意味している。トナーが導電性であるため、トナー付着特性式中の D_b が0となり、付着特性を示す $\Delta M / \Delta V$ の値は三方式の中でも最も大きくなる。以上の理由により、階調再現性が不十分な方式となっている。

ライン潜像、ベタ潜像のエッジ部については図3の様な湾曲した電気力線が分布している。潜像外周部に存在する強力な逆電界によりトナーが帶電し、ベタ部に付着するトナーとは逆極性に帶電したトナーがここに付着する(図4)。これが画像の解像度を悪くしている。ライン潜像の場合、潜像電界が潜像の極く近くにしかなく、感光体表面へ出た電気力線も湾曲して広がり、感光体アース面へもどってしまう。このため、同一電荷密度を持つベタ潜像と比較すると、現像に寄与する電界成分は弱い。したがって、トナーは帶電しにくくなり、低濃度ライン原稿に対応する潜像は現像されにくくなる。この方式でライン画像再現性が悪いのはこれらの理由によるものである。

2-2 まさつ帶電型高抵抗一成分磁性トナー方式

図5にモデル図その他を示す。トナーはスリーブ又は他のトナーとの摩擦によって帶電すると仮定されている。スリーブとの帶電が主となる場合、トナー層厚が比較的厚いために、トナー帶電量は低くなる。トナー相互の摩擦帶電が主となる場合は、組成の近い物同志の摩擦帶電であるため、正負両極性のトナーが存在すると考えられる。トナー1個あたりの電荷量 q に対して、現像開始電圧 V_{ko} は、図中の型となる。トナー付着特性をあらわす $\Delta M / \Delta V$ の値は、仮にトナーの q/m が導電性一成分

モデル図		
	q : トナー1個の電荷 m : トナー1個の質量 C_b : トナー層の容量(単位面積) R_b : トナー層の抵抗(単位面積) C : 感光体層の容量(単位面積) F_m : トナー層先端での磁力(単位面積) ρ_t : トナーの質量密度 ϵ_0 : 真空の誘電率 r : トナーの半径 ϵ_t : トナー層の誘電率 $D_t : d_t$ 層の比誘電率で割った数値 T_{dev} : 現像時間 ϵ : 感光体層の誘電率 $T_{dev} >> R_b \cdot C_b$ を仮定 Conductive Tonerでは $D_b = 0$ と見なせる	
トナー帶電機構	潜像電界による磁気ブラシ先端への誘導による $q/m = \frac{3\pi}{4\rho_t \cdot r} (2\epsilon_0 F_m)^{1/2}$	
現像開始電圧	$V_{ko} = (D + g) \cdot (2F_m/\epsilon_0)^{1/2}$	V_{ko} : 現像開始電圧
トナー付着特性	$ V_o \geq V_{ko} $ について $M = \frac{m}{q} \cdot \frac{\epsilon_0}{D} \cdot (V_o - V_{ko})$	M : 感光体へのトナー付着量(単位面積) V_o : 感光体の表面電位
代表例	$q/m = 20\mu C/g$, $V_{ko} = 300V$, $\frac{\Delta M}{\Delta V_o} = 5.5 \times 10^{-3} mg/cm^2$	

図2 導電性成分磁性トナーのベタ部現像モデル

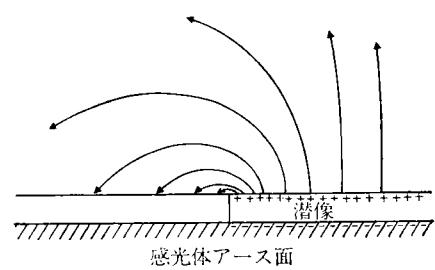


図3 潜像端部での電気力線

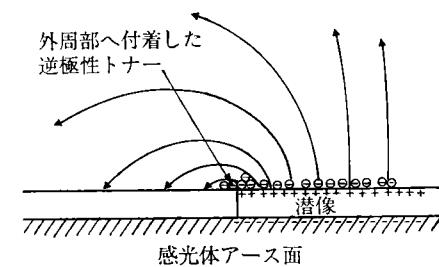


図4 逆極性トナー付着による画像の乱れ

磁性トナー方式と同程度とすれば、 $D_b \neq 0$ の分だけゆるやかになる。しかし、スリーブとの帶電が主で q/m が低い時には $\Delta M/\Delta V$ が増大し、階調再現性は不十分なものとなってしまう。画像の解像度に関しては、トナー同志の摩擦帶電が主な時に、画像周辺部の逆電界にベタ部に付着したトナーとは逆極性のトナーが付着し、解像度が低下しやすい。

モデル図		
	f_m	V_B
	$T_{dev} \ll R_b \cdot C_b$	
トナー帶電構	スリーブとトナー、又はトナーとトナーとの間のまさつ帶電	
現像開始電圧	$V_{ko} = (D + D_b + g) \left(\frac{f_m}{q} + \frac{q}{kr^2} \right)$	
トナー付着特性	$M = \frac{c_0}{(D + D_b)} (V_o - V_{ko} - V_B) \frac{m}{q}$	
代表例	$q/m = 4 \mu C/g$, $V_{ko} = 160V$, $\frac{\Delta M}{\Delta V_o} = 4.1 \times 10^{-3} mg/cm^2 \cdot V$	

図 5 まさつ帶電型高抵抗成分磁性トナー方式のベタ部現像モデル

2-3 乾式二成分磁気ブラシ方式

乾式二成分磁気ブラシ方式のモデルを図 6 に示す。トナーはキャリア粒子と摩擦帶電し、キャリア上に一層で付着している。トナーの持つ電荷と逆極性の電荷をキャリアが持つため、トナーは電気的に安定して現像領域まで搬送される。キャリア先端部には電界の集中があるため、現像開始電圧 V_{ko} は従来方式の中でもっとも低くなる。本方式では地肌部へのトナー付着を防止するために、バイアス電圧を現像領域に印加する。ベタ部の様な広い領域については、現像剤層を均一な誘電体としてあつかう事ができる。 $M-V$ 特性は図中の式で表わされ、 q/m と D_b とが大きく、トナーの質量密度が磁性トナーよりも小さいため $\Delta M/\Delta V$ は三方式中最も小さな値となる。この結果階調再現性が非常に良い。

ライン潜像、又はベタ潜像のエッジ部の様な、湾曲した電気力線が存在する領域にキャリア粒子が接近すると、図 7 の一連のスケッチに示される型の電界強調が発生する。エッジ部では、キャリア表面に誘導された電荷によって実質的な電気力線の長さが短縮され、同時に、それまで潜像から感光体アース部へ向かっていた電気力線も容量分配比の変化によりキャリア側へ向かう事となる。

この効果によりライン潜像、ベタ潜像のエッジ部は強調現像される。これらの機構により低濃度ライン像も十分に再現され、ベタ部現像特性とあわせて、乾式二成分磁気ブラシ方式は従来方式中で最も現像特性の優れた現像方式となっている。

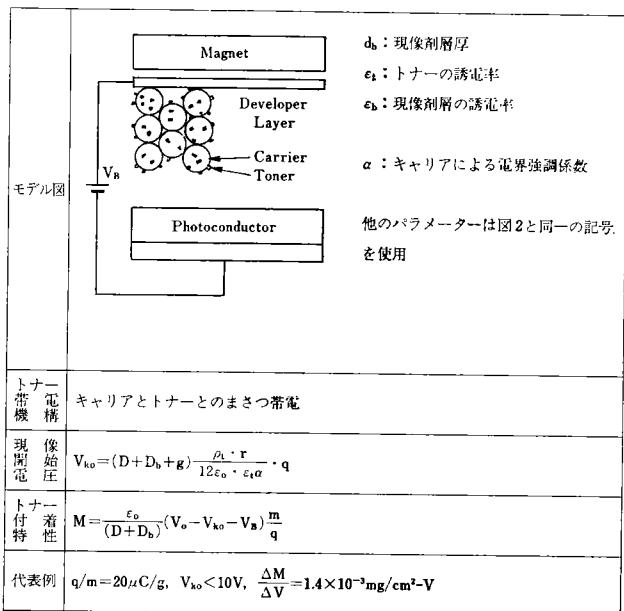


図 6 乾式二成分磁気ブラシ現像方式のベタ部現像モデル

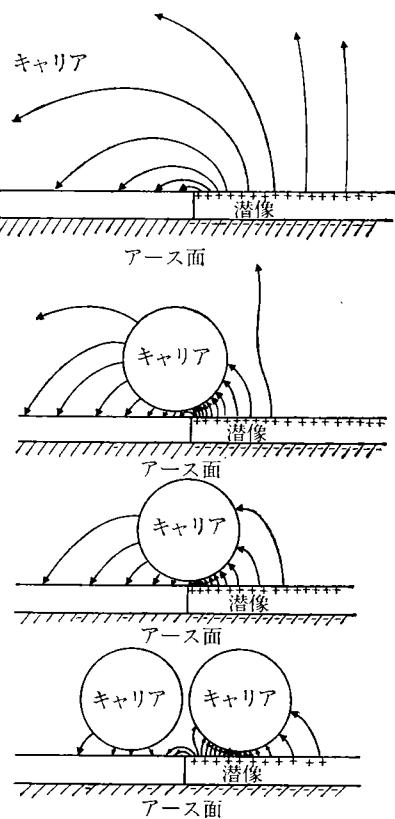


図 7 キャリア粒子によるエッジ電界の強調モデル（概念図）

3 FEED 方式

3-1 FEED 方式用現像スリーブとその作用

これまでの検討結果から、従来方式中では乾式二成分磁気ブランシ方式の現像特性が最も優れている事がわかった。二成分方式の現像特性が優れている理由は、ベタ画像に対する現像特性と、ライン画像に対する現像特性とが分離されている点にある。すなわち、

- (1) ベタ部に対しては現像スリーブが現像電極となり、中間にある現像剤層は単なる誘電体層として作用している。
- (2) エッジ部に対しては現像剤層先端部のキャリアが現像電極として作用し、それよりもスリーブに近い側の現像剤層に対してはエッジ電界をシールドしている。
- (3) キャリアは連続した導体ではないため隣接した潜像への干渉は極くせまい範囲に限定される。

の3点である。

FEED 方式では、図1に示された構成の現像スリーブにより上記3点を実現した。上記(1)に記された特性は FEED 方式用スリーブの誘電体層②で実現されている。(2)はスリーブ表面にフロート電極①を設ける事で達成された。(3)については、電極を十分に小さくし、電気的にスリーブ基層の導電層とも、他の電極とも絶縁(Floating)した事によって達成された。フロート電極はトナーを一層でフロート電極上に付着させ、現像スリーブの回転と共に現像領域まで安定して搬送する役目も果たしている。現像領域では、主としてライン潜像やベタ潜像エッジ部に対して電界強調を行う。ベタ潜像中央部の均一な領域については電界強調をほとんど行わない。次項以下に述べるフロート電極の形状および配置によってこの様な特性が得られている。ベタ中央部の現像電界は、誘電体層の性質によってほとんど決定されてしまう。後述の、FEED 方式の現像特性検討を通して、これらの特徴の得られる理由が明らかにされ、FEED 方式が今までにはない一成分現像方式である事が示される。

3-2 FEED 方式のベタ部現像特性

図8にモデルを示す。フロート電極面が潜像面に平行であるため、電極下での電界は、一つのベタ潜像上では、どこでもほぼ一定となる。また、フロート電極がスリーブ表面にしかないと、電極を通ってスリーブの導電層へ達する電気力線の長さも、電極のない部分の、誘電体層のみを通って導電層へ達する電気力線の長さもほとんど同じである。すなわちベタ部の電界強調は行われない。これは有限要素法による電界計算の結果(図13)によって確認されている。これらの理由から、フロート電極を単にトナーが持った電荷を打消すだけの電荷を持った一枚の薄い導電層と仮定する。トナーは単粒子層となって

モデル図		d _e : 誘電体層厚 ε _e : 誘電体層の比誘電率 β: トナーの q をトナー層の体積電荷密度に変換するための比例定数 他のパラメーターは図2と同一の記号を使用
トナー 電 機 構	フロート電極とトナーとの摩擦帶電	
現 像 開 始 電 圧	$V_{ko} = (D + D_b + D_e) \left\{ \frac{f_m}{q} \left(\frac{1}{\epsilon_e} + \left(\frac{\epsilon_0}{\epsilon_b} \right)^2 \left(\frac{\epsilon_T - \epsilon_b}{\epsilon_T + 2\epsilon_b} \right) \beta \right) + \beta \eta_t \right\}$	
トナー 付 着 特 性	$M = -\frac{\epsilon_0}{(D + D_b + D_e)} (V_o - V_{ko} - V_B) \frac{m}{q}$	
代表例	$q/m = 6 \mu C/g, V_{ko} = 75V, \frac{\Delta M}{\Delta V_o} = 2.7 \times 10^{-3} mg/cm^2$	

図 8 FEED 方式のベタ部現像モデル

フロート電極層と潜像面とに挟まれている。現像開始電圧 V_{ko} はトナーに作用する力のバランスで定まる。式の導出、変形は Appendix A を参照されたい。 V_{ko} は摩擦帶電型抵抗一成分磁性トナー方式と同型である。ただし本方式ではトナー層厚が薄いため、トナーの帶電量 q/m を上記方式よりも高くする事ができる。 q/m の値が増加すると、 M の式で第一項の f_m に関する項の寄与が小さくなり、第二項の f_m を含まない項の寄与が増大する。これは、 q/m の増加により、トナー付着特性式が、摩擦帶電型抵抗一成分磁性トナー方式の型から、二成分磁気ブランシ現像方式の型へと変化する事を示している。代表例として図に取上げた $\Delta M / \Delta V_o$ の数値が、これら二方式の中間的な値をとっているのは、このためと考えられる。

なお、スリーブ等の条件を特定の実験条件に選び、トナーに作用する力を試算した例を Appendix-B に示した。この計算から、トナーの q/m がどの程度であれば地肌部へのトナー粒子付着を避ける事ができるのか、磁力の影響はどの程度の q/m から無視できるのか等、トナー q/m に関する制約条件を知る事ができる。

トナー付着特性式中には、今までの三方式中には登場しなかった項 D_e がある。本方式では、 $D_e \gg D_b \sim 0$ であるため、二成分現像剤の D_b がとっている値を D_e の値とする事ができる。 D_e の値は材料の選定、または誘電体の層厚の設定したいで自由に変化させる事ができる。この変化はベタ部の現像電界を大きく変化させるけれども、ライン像の現像電界には小さな変化しかもたらさない(図13)。これは、フロート電極が、ライン像やエッジ部からの電界を“シールド”してスリーブ表面と感光体

アース面との間に閉じ込めるためである。また、 D_e の変化は、トナー補給性能、トナーの帶電特性、トナー粒子へ作用する磁力等にはほとんど影響を与えない。したがって、M-V 特性図の傾きは自由に変化させる事ができる。この特性により、現像システム設計を行う時、トナーと感光体の特性が与えられれば、その組合せに応じて M-V 特性を最適化する事ができる。これは大きな利点であり、このメカニズムが FEED 方式の階調再現性を二成分磁気ブランシ現像方式と同等のものにしている。

3-3 FEED 方式ライン像再現性

ライン潜像、またはベータ潜像のエッジ部には潜像の近くにのみその電界が存在しており、電気力線は急激に湾曲して感光体アース側へ向かっている。図 9、図 10 は感光体に対向して一枚の現像電極を置き、潜像表面から $10 \mu\text{m}$ の場所と、現像電極から $50 \mu\text{m}$ の所での現像電界の大きさ、すなわち電界のうち潜像面に垂直な成分の大きさを有限要素法により計算したものである。ライン潜像、ベータ潜像エッジ部に相当する電界の分布を確認したものである。この結果から、ライン潜像、ベータ潜像のエッジ部からの電界を特徴づける電界強度のスペイク状急変は、潜像面から数 $10 \mu\text{m}$ 以内の領域にある事がわかる。したがってこれらの潜像を現像するためには、トナー粒子をこの領域まで接近させなければならない。同時に、フロート電極とこれらの電気力線が互いに影響を及ぼし、電界強調が行われる様にするためには、フロート電極を、湾曲した電気力線が存在しているこの距離内に近づけなければならない。フロート電極がこの領域まで潜像に接近すると、フロート電極面に対して、今まで湾曲していた電気力線は、等ポテンシャル面と直交するという原則に従って、フロート電極表面に垂直になる。この表面は二成分現像のキャリア粒子のそれとは異なり、潜像面にはほぼ平行であるから、電気力線は潜像に対して垂直に配向される。さらに、潜像から感光体の表面にあらわれず、直接感光体アース面へ達していた電気力線の一部も、静電容量分布の変化により潜像表面へあらわれて、現像電界に寄与する事となる。この経過は図 13 のグラフを得た有限要素法による電界強度計算にもあらわれていた。フロート電極によるライン潜像およびベータ部エッジ電界の強調が、二成分現像剤のキャリアによるものと異なる事は先に述べた。電極形状の違いによるこの差は、潜像エッジの位置が二つの隣接する電極の中間に来た時にはっきりあらわれる。図 11 は、先に述べた、フロート電極による電界強調のシミュレーション結果を概念的な図としたものである。ここに示した通り、キャリア粒子の場合のスケッチ（図 7）と異なり、この様な最悪条件下でも、エッジ部には湾曲した電気力線がほとんど見られず、電界の大部分が現像電界として寄与して

いる事がわかる。また、フロート電極がエッジにかかっている部分では、エッジを境として潜像側で現像電界の強調、地肌部側では現像を抑止する電界が強化される。これは潜像電荷からの誘導によるものである。この計算は図 12 の配置の下に行われ、計算の結果は図 13 に示した通りである。この結果から、フロート電極を付加する事により、ベータ部の現像電界をほとんど変化させずに、ライン潜像の現像電界を約 2 倍に強調できる事がわかった。また、トナーが高抵抗であり、二成分磁気ブランシ現像方式と同様の帶電をするために、ライン潜像やベータ潜

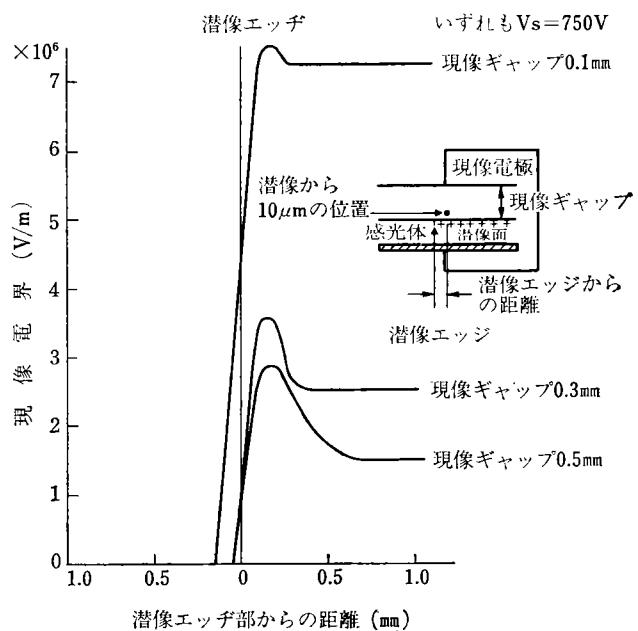


図 9 潜像表面から $10 \mu\text{m}$ の位置での現像電界

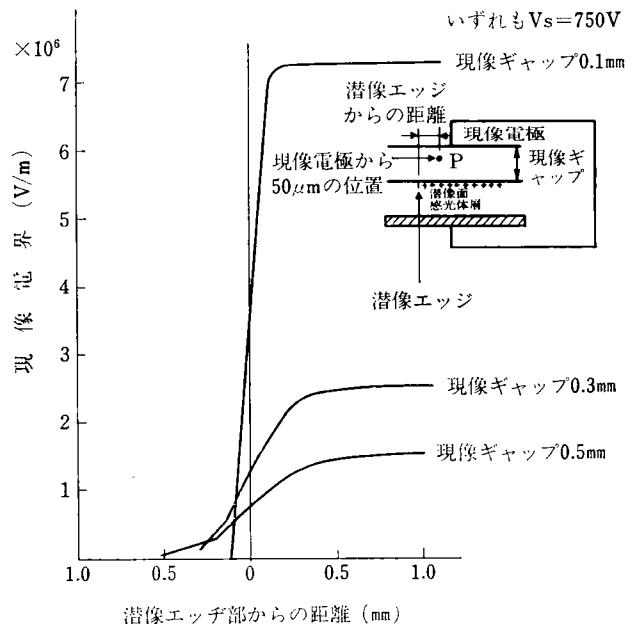


図 10 現像電極から $50 \mu\text{m}$ の位置での現像電界

像エッジ部に対して逆帶電トナーが付着する事はなく、
画像の解像度を低下させる事はない。

3-4 FEED 方式現像特性のまとめ

以上の議論により、FEED 方式の現像特性が、乾式二成分磁気ブラシ現像方式の現像特性と非常に似たものとなる事が示された。図 14、図 15 には実機での画像特性を比較と確認のために示した。このグラフの通り、FEED 方式の画像濃度再現性は、二成分方式の代表的特性に近く、ベタ画像とライン画像の再現特性が大きく分離されている。これは、FEED 方式の画像品質が、乾式二成分磁気ブラシ現像方式と同程度である事を示している。

また FEED 方式では、ベタ部のトナー付着特性を、現像剤（トナー）と感光体の特性を変更する事なく変化

させ事が可能である。これに対応するベタ部画像濃度特性の変化を図 16 に示した。

4 結 論

FEED 方式の数式モデル、現像電界の数値計算、実機による画像等により、FEED 方式の画像濃度特性はライン像に対するものとベタ像に対するものとが大きく分かれ、目標とした通り、乾式二成分磁気ブラシ現像方式と同等の特性が得られている。また FEED 方式ではライン像およびベタ像のエッジ部を強調現像しつつ、これとは独立に、ベタ像の現像電界を変化させ、ベタ部現像特性を最適化できる事が示された。これは他方式にはない特徴であり、複写システム設計上の自由度を大きくする利点である。

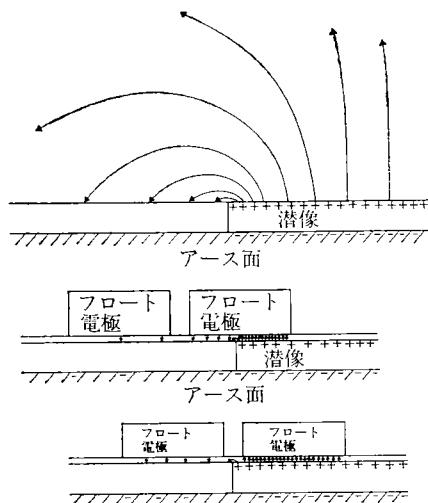


図 11 フロート電極によるエッジ電界の強調モデル
(有限要素法による計算結果に基づく)

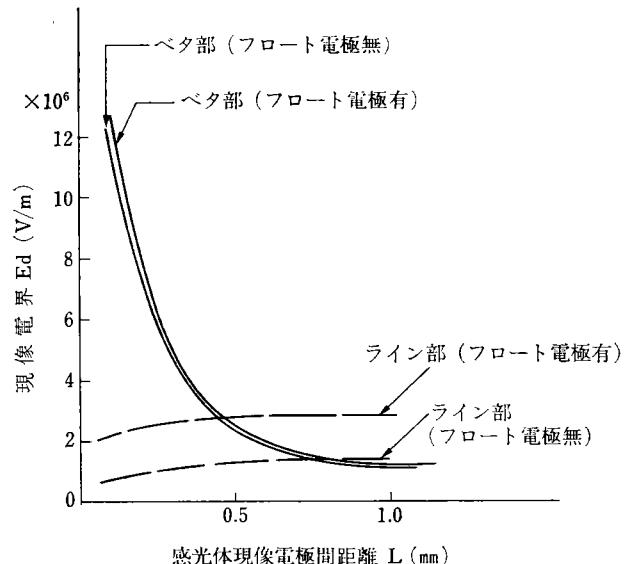


図 13 フロート電極性の有無と現像電界との関係

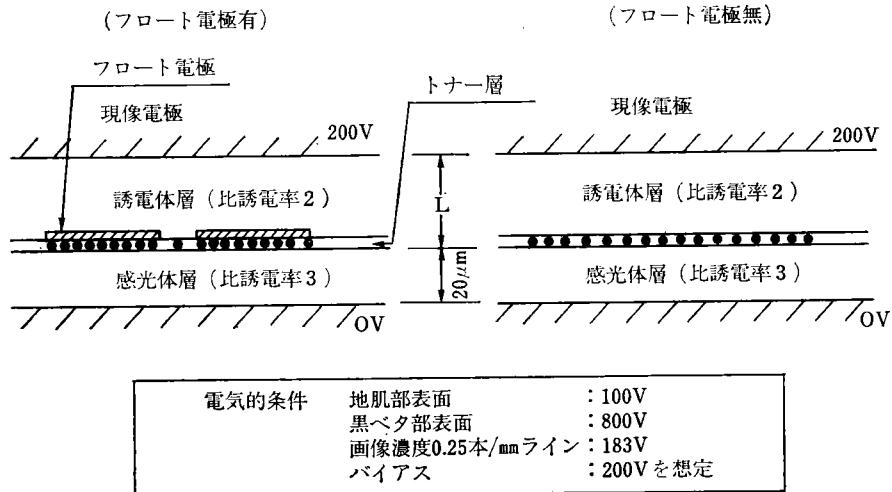


図 12 現像電界計算の条件

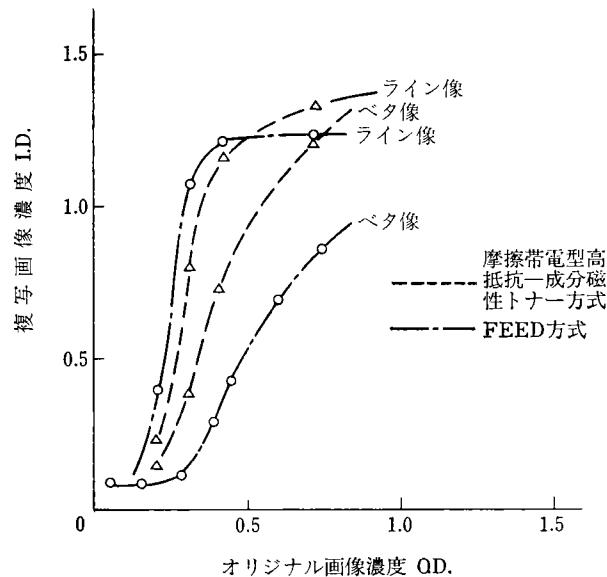


図 14 FEED 方式と摩擦帶電型高抵抗成分磁性トナー方式との画像特性比較

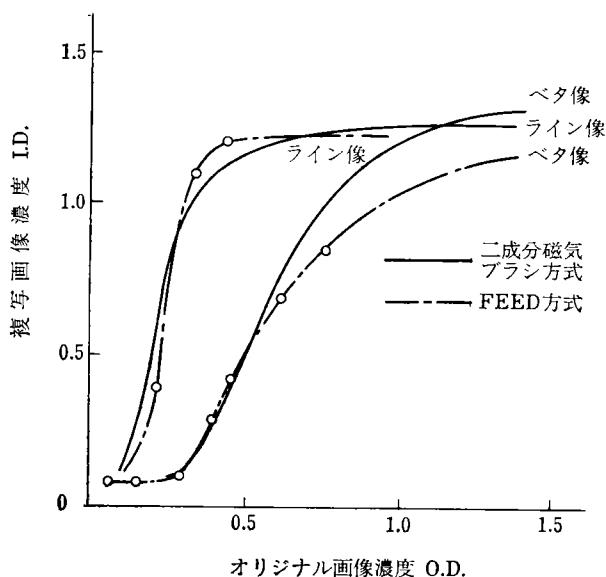


図 15 FEED 方式と二成分磁気ブラシ方式との画像濃度特性

5 おわりに

従来の現像方式と FEED 方式の比較の結果、FEED 方式の性能と特徴が明らかになった。一層程度のトナー層を連続体で近似した点で、筆者らの数式モデルはま

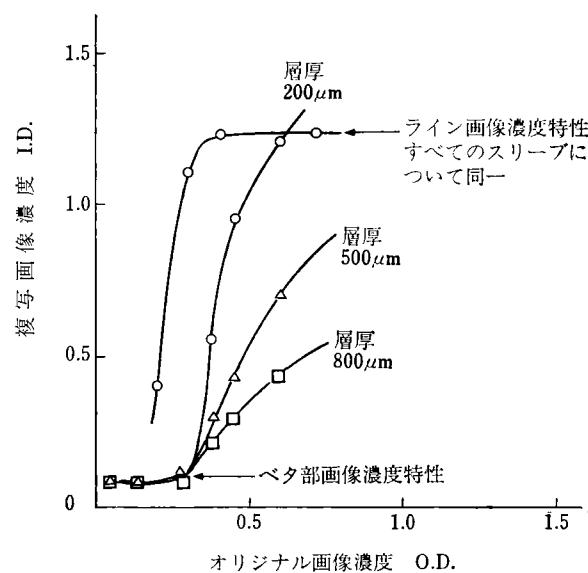


図 16 誘電体層厚をパラメーターとするベタ部画像濃度の変化

だ不十分ではある。しかし、FEED 方式の現像特性の大部分はこのモデルによって表現されている。今後は細部の特性を表現し得るモデルへ発展させたい。

おわりにあたり、現像理論に関する御指導をいただきました日本工業大学の近藤厚実講師、アイデアに富む助言をいただきました早稲田大学の小林寛教授、実務上の御協力をいただきました数多くの社外の方々、本方式の研究開発に御協力をいただきました社内の関係各部門の方々に対し、心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 特開昭 57-114163, (1982)
- 2) 近藤、神谷：電子写真学会第 34 回研究討論会資料；55, (1974)
- 3) 特開昭 53-311361, (1978)
- 4) D. R. Field : IEEE/IAS Conference Records ; 973, (1981)
- 5) 高橋、他三名：電子写真学会誌；20, 1, 8, (1981)
- 6) 大室：電子写真学会誌；22, 3, 12, (1984)
- 7) 近藤、神谷：電子写真学会画像工学研究会資料；IE 75-65, (1975)
- 8) L. B. Schein : Photogr. Sci. Eng., 19, 1, 3, (1975)
- 9) R. M. シャファート (井上英一監訳)：“電子写真” 275, 共立出版 (1982)
- 10) E. M. Williams : Photogr. Sci. Eng., 26, 2, 88, (1982)
- 11) W. K. H. Panofsky, M. Phillips (林忠四郎、天野恒雄訳)：“電磁気学”，上，吉岡書店 (1975)

付録-A

A-FEED 方式のベタ部現像モデル

以下の条件の下に、フロート電極はトナーと逆極性で同量の電荷を持った、電気的に他から絶縁状態にある非常に薄い平行な一枚の電極と考える事ができる。

- (1) 潜像の表面電位が均一である事、すなわち、ベタ潜像である事
- (2) フロート電極面が平らで、潜像面とほぼ平行である事
- (3) フロート電極の大きさがトナー層厚よりもはるかに大きい事

この時、ベタ潜像に対する現像モデルとして直列コンデンサー型のモデルを使用する事ができる。図A-1 で感光体表面を 0 とし、トナー層側へ向かって座標を設定する。モデル中の各電荷、電源による、トナー層中のポテンシャルは次式で与えられる。

- (i) 感光体表面電位 V_s によるポテンシャル $V_s(x)$

$$V_s(x) = \frac{\frac{\epsilon}{d} V_s}{\frac{\epsilon_b \cdot \epsilon_e}{d} + \frac{d_b \cdot d_e}{\epsilon_b + \epsilon_e}} \cdot \left(1 - \frac{\frac{x}{\epsilon_b}}{\frac{d_b}{\epsilon_b} + \frac{d_e}{\epsilon_e}} \right) \quad \dots \dots \dots \text{(a-1)}$$

- (ii) バイアス電圧 V_B によるポテンシャル $V_B(x)$

$$V_B(x) = \frac{V_B}{\left(\frac{d}{\epsilon} + \frac{d_b}{\epsilon_b} + \frac{d_e}{\epsilon_e} \right)} \cdot \left(\frac{d}{\epsilon} + \frac{x}{\epsilon_b} \right) \quad \dots \dots \dots \text{(a-2)}$$

- (iii) トナー層の体積電荷密度 σ_b によるポテンシャル $V_b(x)$

$$V_b(x) = -\frac{\sigma_b}{2 \cdot \epsilon_b} x^2 + \frac{\sigma_b}{2 \cdot \epsilon_b} d_b^2 \quad \dots \dots \dots \text{(a-3)}$$

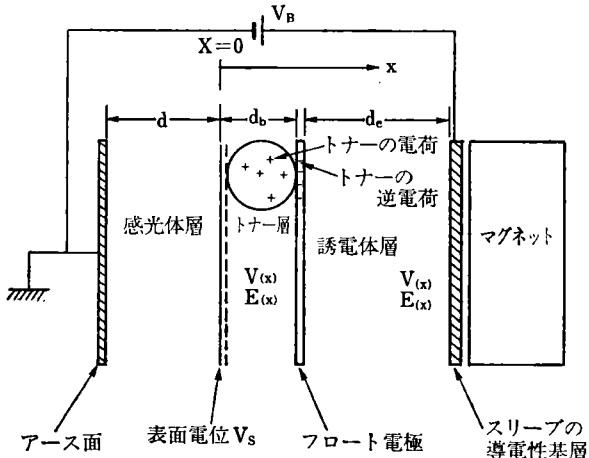


図 A-1 ベタ部電界計算のための配置図

したがってトナー層内の電界 $E(x)$ は、

$E(x) = -\nabla(V_s(x) + V_B(x) + V_b(x))$ より、整理して、

$$E(x) = \frac{V_s - V_B}{\frac{d}{\epsilon} + \frac{d_b}{\epsilon_b} + \frac{d_e}{\epsilon_e}} + \frac{\sigma_b}{\epsilon_b} x \quad \dots \dots \dots \text{(a-4)}$$

となる。トナー粒子が電界から受ける力 $f_e(x)$ 、分極によって受ける力 $f_p(x)$ はそれぞれ

$$f_e(x) = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_s \cdot q / m \cdot E(x) \quad \dots \dots \dots \text{(a-5)}$$

$$f_p(x) = 4 \pi r^3 \cdot \left(\frac{\epsilon_T - \epsilon_b}{\epsilon_T + 2\epsilon_b} \right) \cdot \frac{\epsilon_0}{\epsilon_b} \cdot \sigma_T \cdot E(x) \quad \dots \dots \dots \text{(a-6)}$$

となる。

トナー粒子は現像の際さらに磁力 f_m 、ファンデルワールスカ f_v を受ける。FEED 方式では接触現像を行っており、フロート電極からも、感光体側からもファンデルワールスカを受ける。また、その力は感光体とスリープとの相対的移動によって変動しているはずである。この点を考慮し、平均としての f_v を 0 と仮定して検討を行う。

以上の仮定に基づき、現像開始条件を求める。

現像は、電極と潜像とに挟まれた一層のトナーの中心で、トナーに作用する力 $f_e(x)$ が負から正に変化する時に開始されるものと考える。この時の電圧 V_{ko} は、バイアス電圧 V_B を 0 として、

$$f_e(x) = f_e(x) + f_p(x) + f_m = 0 \quad \dots \dots \dots \text{(a-7)}$$

for $x = r$

より、

$$V_{ko} = (D + D_b + D_e) \times \left\{ \frac{f_m}{q} \left(\frac{1}{\frac{\epsilon_0}{\epsilon_b} + \left(\frac{\epsilon_0}{\epsilon_b} \right)^2 \left(\frac{\epsilon_T - \epsilon_b}{\epsilon_T + 2\epsilon_b} \right) \beta} \right) + \beta r q \right\} \dots \dots \dots \text{(a-8)}$$

となる。 $V_{ko} + V_B$ を越える表面電位 V_o に対してはトナー粒子の移動によって電荷の移動がおこり、電位 V_o のベタ潜像には単位面積あたり M のトナーが現像により付着する。

ここに

$$M = \frac{\epsilon_0}{(D + D_b + D_e)} (V_o - V_{ko} - V_B) \cdot \frac{m}{q} \quad \dots \dots \dots \text{(a-9)}$$

である。

付録-B

B-1 トナー帶電量とベタ部現像特性

Appendix-A で得られた $f_i(x)$ の式に表 B-1 の値をあてはめて、 $f_i(r)$ を q/m に関してグラフとして示した（図 B-1）。表面電位 V_s と、バイアス電圧 V_B とをパラメーターとした。これらの曲線から、トナーの帶電量に関するいくつかの条件が得られる。図中破線により f_m の最大振幅を示した。マグネットが回転しているため、 f_m は 0 からこの値まで変化する。 f_m の値はマグネットロール上に磁荷の正弦関数型分布を仮定し、スリーブ周囲の磁束密度分布と計算値とが一致する様に磁荷密度を設定して計算したものである。

電磁気的な力以外の外乱が大きくなれば、フロート電極面と感光体面とに挟まれた一層のトナーの中心で作

表 B-1 試 算 条 件

項目 (記号で表示)	数	値
D_e		$110 \mu\text{m}$
D		$4 \mu\text{m}$
ε_b		$1.67 \cdot \varepsilon_0$
ε_t		$5 \cdot \varepsilon_0$
r		$3.75 \mu\text{m}$
m		$4.04 \times 10^{-7} \mu\text{g}$
f_m		$0 \sim 7 \times 10^{-10} (\text{N})$ マグネット回転で変化

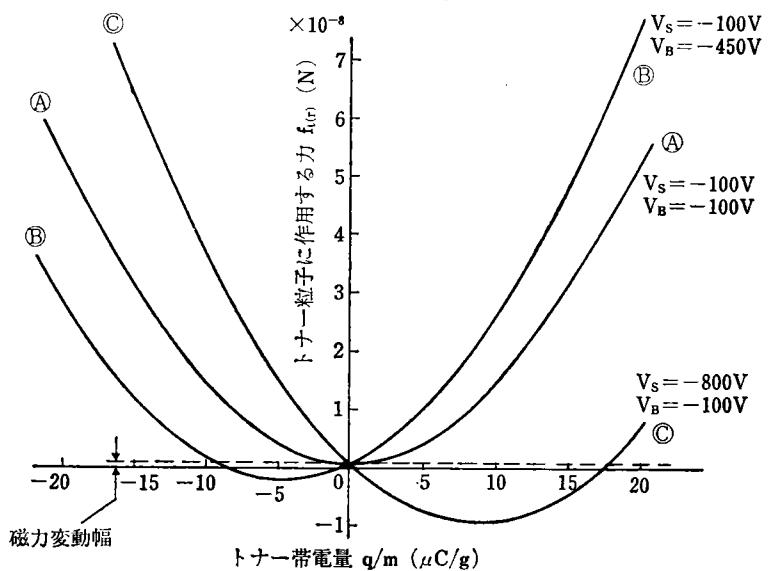


図 B-1 q/m とトナーが受ける電磁気的力との関係

用する力 $f_t(r)$ は、 q/m に関する二次曲線として示される。曲線④は、白地原稿に対応する表面電位、 $V_s = -100$ V とそれによる電界を打消すバイアス電圧、 $V_B = -100$ V とをそれぞれ条件として与えたものである。トナーの持っている電荷が大きくなると、フロート電極に存在する電荷との間に作用する引力が大きくなる。外乱の大きさを f_m の最大値と同程度だとすれば、マグネットの回転で $f_m = 0$ となった最悪時には、前記のトナーとフロート電極との引力が f_m の最大値分なければ、感光体表面へのトナー粒子付着が発生し、いわゆる地肌よごれの原因となる。

曲線④から、 $q/m > 0$ の領域において地肌よごれのない条件は、

$q/m > 2.5 \mu C/g$ (b-1)

となる。逆に最もトナーが現像されやすい条件として黒ペタ原稿 ($V_s = -800$ V), バイアス $V_B = -100$ V を仮定する。この条件下でも, $18 \mu\text{C/g}$ 以上のトナー粒子は現像されない (曲線①)。したがって, 現像に適するトナーの q/m は, この試算条件下では,

となる。

曲線⑩ ($V_S = -100$ V, $V_B = -450$ V) は、バイアス電界が潜像による電界を上まわった状態を示している。この曲線は、逆極性トナーが存在する場合にバイアス電圧が高いと地膜よごれが発生する事を示している。図B-1はまた q/m が大きいトナーにおいては f_m が電気的力に対して無視できる様になる事を示している。先に示した式 (b-1) は、このための条件の一つでもある。

共融現象を利用した転写反応型感熱記録方式の像形成機構

Image Formation Mechanism of Thermal Image-Transfer Recording Method of Coloring Reaction Type Utilizing Eutectic Phenomenon

川崎寛治郎*
Kanjiro Kawasaki

渡辺秀夫*
Hideo Watanabe

久保敬司*
Keiji Kubo

要 旨

ロイコ染料の発色反応を利用し2層に分離した新しい転写反応型感熱記録方式において、接触面で共融現象、すなわち融点降下があることを見いだし、高感度化を図ることができた。さらにそのメカニズムを解明し、かつ印加エネルギーにより共融量を制御でき濃度変調が可能であることを明らかにした。

ABSTRACT

In a novel thermal image-transfer recording method of a coloring reaction type using an image transfer sheet having a leuco dye layer and a receiving sheet having a color developer layer, we discovered an eutectic phenomenon that the melting points of the leuco dye and the color developer decrease in the contact surface between the two layers. We investigated the mechanism of the eutectic phenomenon, and by the control of the energy applied to the two sheets and accordingly by the control of the eutectic amount of the dye and developer, significant increase of the thermal recording sensitivity and the precise image gradation were attained.

1 はじめに

ノンインパクトプリンティング技術のプロセスの研究開発が活発化しているが、熱転写記録方式は、高信頼性、低騒音性に優れ、装置の小型化が期待できることから、インクジェット記録方式とともに、プリンター関係に広く利用されている。熱転写記録方式のうち、溶融転写型記録方式は、画像処理をもちないと中間調が得られにくいため、昇華性染料を用いる方式⁽¹⁾、油溶性染料をワックス層に溶解させる方式⁽²⁾、インクの浸透力⁽³⁾、または剥離力を制御する方式⁽⁴⁾、等により中間調を得る方式が提案されている。

筆者らは、新しい熱転写記録方式として、図-1に示すように、無色または淡色のロイコ染料を主成分とした転写層を設けた転写シートと、顔色剤を主成分とした受容層を設けた受容シートとからなる転写反応型感熱記録方式を考案した⁽⁵⁾。この転写反応型感熱記録方式は、優

れた濃度階調性を有するとともに、転写シートは数回の繰り返し使用が可能である。

本研究では、濃度変調性に注目し、印加エネルギーにより染料転移量が変化することを明らかにし、染料と顔色剤の相状態および記録紙内の温度分布状態を解析することにより、ドットの濃度変調を可能にしている要因について検討したので、以下に報告する。

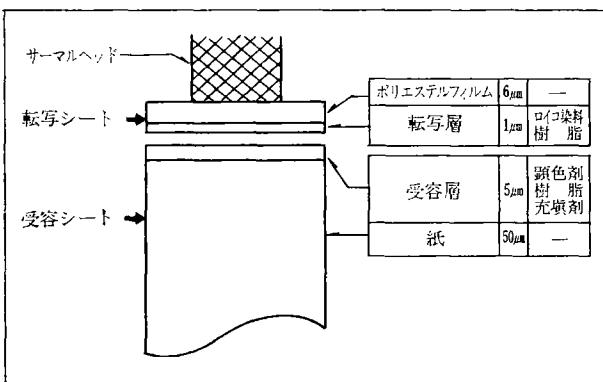


図1 転写反応型感熱記録紙の構成

* サプライ事業部 第二開発部
2nd Development Department, Suppey Products Division

2 記録方式

転写反応型感熱記録方式は、図-1に示すように、薄いポリエスチルフィルムの支持体上に、ロイコ染料を主成分とする転写層を設けた転写シートと、紙の支持体上に顕色剤と充填剤を主成分とする受容層を設けた受容シートとから構成される。記録画像を得るには、図-2のように転写シートの転写層と受容シートの受容層を重ねあわせ、転写シートの裏面からサーマルヘッドを用いて熱エネルギーを与えることにより発色画像が受容層に形成される。このとき、熱エネルギーを与えるとまず接触面で転写層のロイコ染料が受容層の酸性物質としての顕色剤と反応して発色した染料になると推定される。そして、転写シートと受容シートを剥離すると、発色したロイコ染料は受容シート上の充填剤に吸着された形で、発色画像が受容シート上に残ると考えられる。

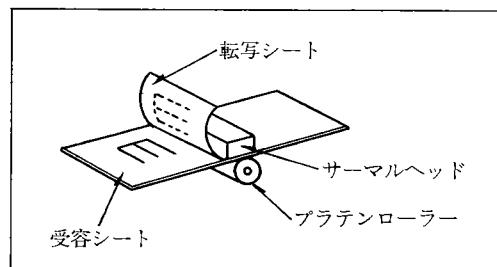


図2 画像の形成

3 実験

本記録プロセスを用いた場合の記録特性を知るために、まず、印加エネルギーに対する染料転移量の関係を測定し、さらに、染料と顕色剤の挙動に対する実験を行なった。

3-1 画像の形成法

(1) 転写シートの作成

6 μm のポリエスチルフィルムに表-1に示す無色のロイコ染料と樹脂を有機溶剤に溶解した溶液をワイヤーバーを用いて塗布乾燥し約 1 μm の転写層を作成した。

(2) 受容シートの作成

坪量 45 g/m² の上質紙に、表-1に示す顕色剤、樹脂および充填剤を含有した分散液をワイヤーバーを用いて塗布乾燥し約 5 μm の受容層を作成した。

(3) 記録方法

本記録方式の濃度階調性を調べるために、サーマルヘッドへの通電パルス幅を制御することにより、印加エネルギーを 0.3 mJ/dot~0.9 mJ/dot まで変化させ、受容シート上に全面発色させた濃度変調画像を作成し、その濃度を測定した。濃度測定には、マクベス濃度計 (RD-

表1 実験に用いた材料

	材 料	構 造	m.p.(°C)
転 写 層	ロイコ染料		167
	樹 脂	ポリエスチル樹脂	—
受 容 層	顕 色 剤	HO--SCH ₂ -	103
	樹 脂	塩化ビニル酢酸ビニル共重合体	—
	充 填 剤	SiO ₂	—

514) を用いた。

3-2 染料転移量の測定

表-1に示すロイコ染料をメチルアルコールに溶解させ、可視域の吸光度を分光光度計（日立自記分光光度計330）で測定した結果を図-3に示す。図-3によると、460 nm および 570 nm 附近に吸収のピークのあることが示されている。吸光度の大きい 460 nm で検量線を作成し、それを用いて次の手順で転写層から受容層に転移した染料量を測定した。

- (1) 全面発色記録を行った一定面積 (16 cm²) の受容シートを一定量のメチルアルコール (8 ml) に浸せきして染料を抽出した。
- (2). (1)の抽出液を 460 nm での吸光度を測定し、検量線から抽出液の染料濃度を読み取り、受容シートへの転移量を測定した。

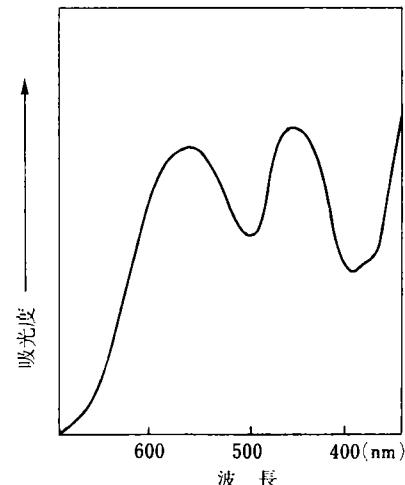


図3 実験に使用した染料の吸光度

3-3 染料-顔色剤 2 成分系の相状態図作成

本記録方式は、転写シートのロイコ染料の融点が 167 °C と高いにもかかわらず、100°C 以下で発色を開始している。用いたロイコ染料には昇華性がないことから染料と顔色剤の 2 成分が接触すると次の実験で示す共融による融点降下が生じる*と推定される。したがって実際にロイコ染料と顔色剤の熱特性がどのようにになっているか次の手順で、2 成分系の相状態図を作成した。

- (1) ロイコ染料と顔色剤の混合比を変化させた 2 成分混合物を調整し、乳鉢でよく粉碎した。
- (2). (1)で得られた試料を DSC (示差走査熱量計-島津製作所、DT-30 昇温部、DSC-30 測定部) を用いて融解開始温度および融解終了温度を測定した。

4 実験結果

4-1 画像濃度と染料転移量

図 4 に発色濃度、転移量、印加エネルギーの関係をまとめた特性図を示す。図-4 の第 1 象限は、記録後の受容シート上に転移した染料量と発色濃度の関係を示している。1.0 の発色濃度を得るには、約 0.5 g/m² の染料転移量が必要であることがわかる。ある転移量以上になると濃度増加は緩やかになる。第 2 象限は、印加エネルギーに対する本記録方式の発色濃度の関係を示している。印加エネルギーが 250 μm × 100 μm の大きさの発熱体当たり 0.3 mJ/dot 以上になると発色を開始し、0.9 mJ/dot で飽和濃度に近づいている。第 3 象限は、印加エネルギーに対する染料の転移量を示した図である。印加エネルギーにより転移量が変化しアノログ的な濃度階調が得られていることがわかる。

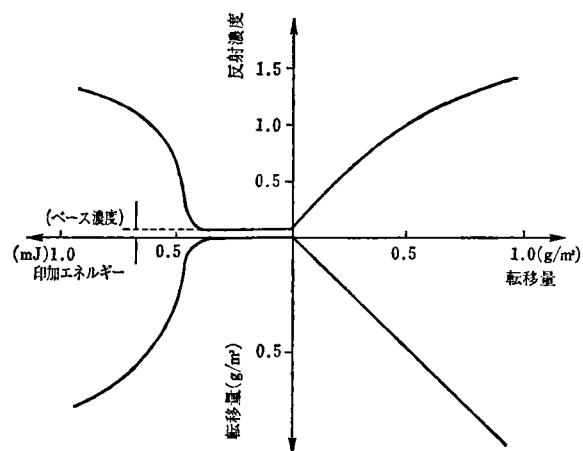


図 4 発色プロセス特性図

* 2 成分混合による融点降下は五十嵐、池田:「感熱紙の発色機構」⁽⁶⁾ に報告されているが、そのメカニズムに関しては触れてない。

4-2 染料-顔色剤 2 成分系の相状態図

図-5 に本記録方式に用いたロイコ染料と顔色剤の各比率の混合物の示差熱曲線を示した。染料もしくは顔色剤単体の場合は固有の融点で融解が起こる。混合系の場合は、いずれの比率でも約 80°C 付近で融解が始まり、83°C に吸熱のピークがあり融解が生じている(共融)。この温度を共融温度とよぶことにする。また、83°C において昇温を中断し測定サンプルをとりだし観察するとどの比率のサンプルも発色していることが確認された。図-6 はロイコ染料と顔色剤の 2 成分系の相状態図を図-5 から求めた図である。領域 (A) は固相であり、領域 (D) は液相である。また、領域 (B) および (C) は固液共存の状態で、いずれの比率でも接触面で一部、融解すれば発色が開始される。

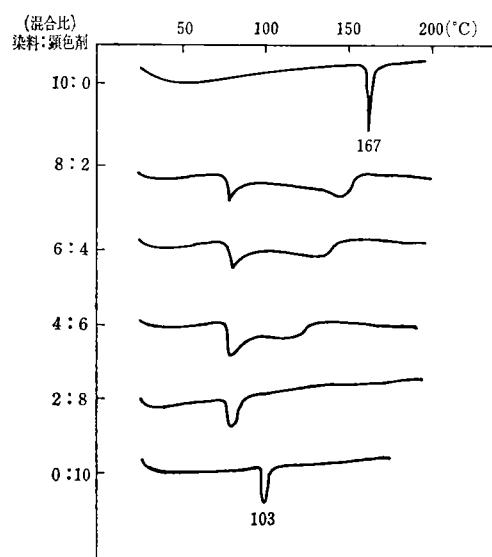


図 5 染料と顔色剤の各比率の示差熱曲線

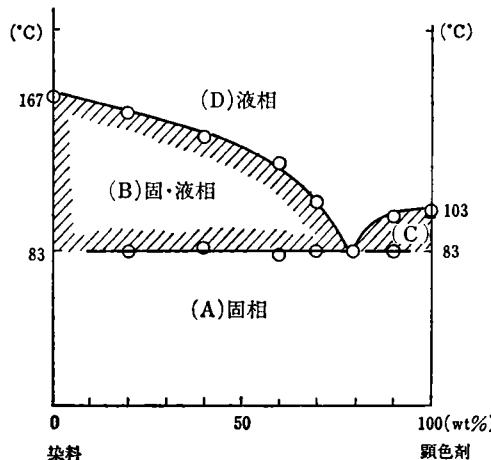


図 6 染料と顔色剤の 2 成分相状態図

5 記録紙内の温度分布の計算

4-2 の染料と顔色剤の2成分系の相状態図は2成分を混在させた状態での融解の挙動である。上で求めた相状態図と2層接触による実際の記録データとの相関をつかむため、記録紙内の温度分布状態を計算で求めた。

5-1 サーマルヘッド温度

記録紙内の温度分布を考察するために、サーマルヘッド単体での発熱温度を計算した。図-7にサーマルヘッドのモデルを示す。発熱抵抗体の表面（発熱体保護層）を断熱面と仮定し、熱流がサーマルヘッドの基体の方向にすべて抜けると仮定してサーマルヘッドの発熱抵抗体温度を計算した。電圧印加後 t 秒後の発熱抵抗体温度を $T(t)$ とすると、

$$T(t) = (Pd/JK) \cdot \{1 - 8/\pi^2 \sum_{n=1}^{\infty} (\exp(-t/\tau_n) / (2n-1)^2)\} + T_s \quad \dots \dots \dots (1)$$

となる⁽⁷⁾。

ここで

$$\tau_n = \{2d/(2n-1)\pi\}^2/\alpha$$

T_s : 周囲温度 (°C)

K : 基体の熱伝導率 (cal/cm sce·deg)

d : 基体の厚さ (cm)

P : 印加電力密度 (W/cm²)

J : 熱の仕事当量

α : 基体の熱拡散率 (cm²/sec)

である。

上式を 0.6 W/dot, 発熱体の大きさが 250(μm) × 100(μm) のサーマルヘッドに適用し、各印加エネルギーのパルス幅に対するサーマルヘッドの上昇温度の計算結果を、図-8に示した。0.7 m sec (0.42 m J) 電圧を印加すると抵抗体温度が 300°C 付近に達しているのがわかる。

5-2 記録紙内の温度分布

5-1 で求めた発熱抵抗体温度 ($T(t)$) をもとに図-9に示す一次元モデルを考え、記録紙側の温度分布を求めた。

一次元熱伝導方程式は、

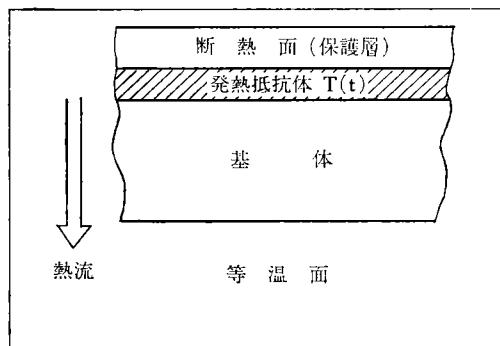


図7 サーマルヘッドモデル図

$$\frac{1}{k} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

である。ここで、発熱抵抗体の位置を $x=0$ とし、転写シート側を x の正の方向とし、時刻 $t=0$ のときに印加電圧がかかると考える。時間および位置の微小分割単位を Δt , Δx とし、時刻 $t=p \cdot \Delta t$, 位置 $x=m \cdot \Delta x$ ($p=0, 1, 2, \dots, m=0, 1, 2, \dots$) における数値解を $T_{m,p}$ として上式を階差式に近似すると、

$$\frac{1}{k} \cdot \frac{T_{m,p+1} - T_{m,p}}{\Delta t} = \frac{T_{m+1,p} + T_{m-1,p} - 2 \cdot T_{m,p}}{(\Delta x)^2} \quad \dots \dots \dots (3)$$

となり

$$T_{m,p+1} = k \Delta t / (\Delta x)^2 (T_{m+1,p} - T_{m-1,p}) - (1 - 2k \Delta t / (\Delta x)^2) T_{m,p} \quad \dots \dots \dots (4)$$

となる。

(4)式によると $t_1 = (p+1) \cdot \Delta t$ の時刻の温度分布 $T_{m,p+1}$

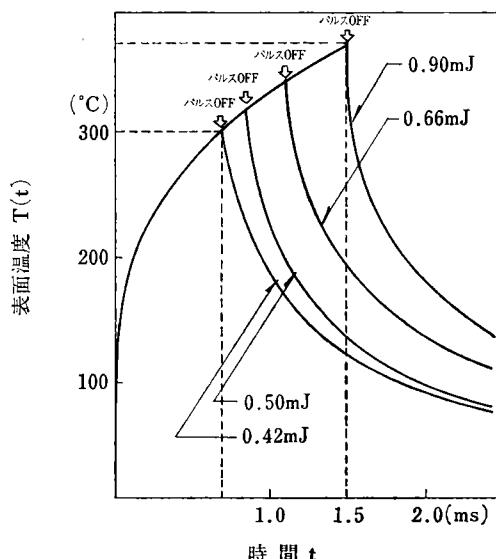


図8 サーマルヘッドの昇温特性

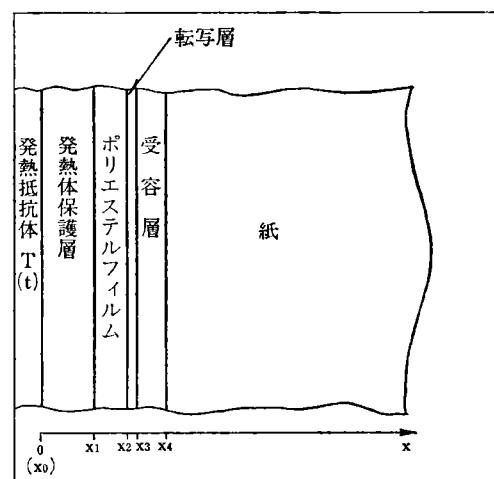


図9 記録紙内的一次元モデル

は時刻 $t = p \cdot \Delta t$ の温度分布 T_{m-1}^p , T_m^p , T_{m+1}^p が計算できることを示している。順次、これを繰り返すことにより各時刻、各位置の温度分布の状態が計算できる。

発熱抗体と発熱体保護層の境界 (x_0) の温度 T_{0^P} として図-8に示した発熱抗体温度の計算結果 $T(t)$ を用いる。すなわち、

である。

また、2種類の異質の固体 A, B が接触する位置 (x_1, x_2, x_3, x_4) における境界条件は、

$$T_A = T_B$$

である。

さらに、断熱面（紙と空気の接触面）での境界条件は

である。

以上を考慮し発熱抵抗体 (x_0) から記録紙側への温度分布状態を計算した。各印加エネルギーを加えたときの温度分布の計算結果を図-10に示した。印加エネルギーに対する接触面 (x_3) の温度変化を示したのが、図-11である。図-11によれば、接触面の温度は $0.4 \text{ mJ}/\text{dot}$ の印加エネルギーで約 80°C になり、 $0.9 \text{ mJ}/\text{dot}$ の印加エネルギーで約 100°C になることが、計算で示されている。

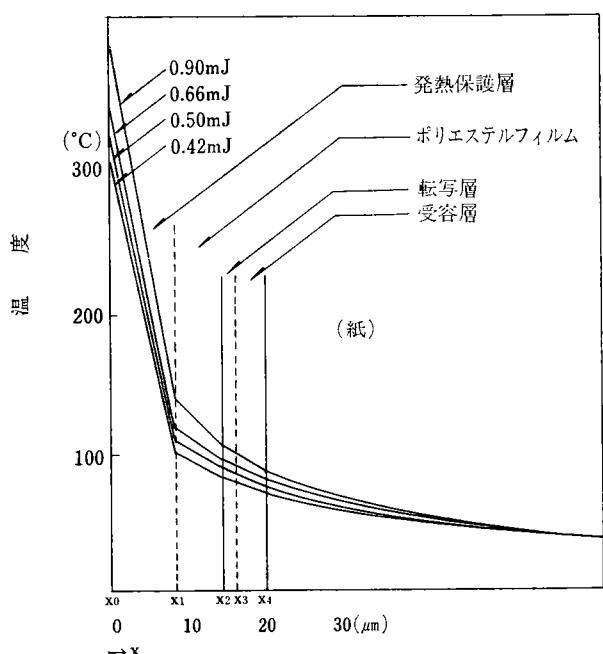


図 10 記録紙内の温度分布の状態

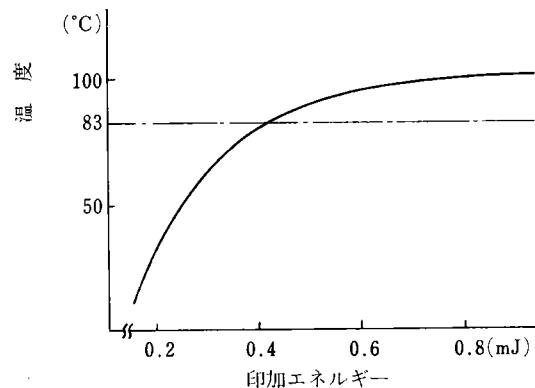


図 11 接触面 (x_3) の温度変化

6 考察

上記、実験結果および計算結果をもとに染料の転移量と印加エネルギーとの関係を考察し、像形成機構について検討した。

図-10において 0.9 mJ/dot の印加エネルギーを加えた場合でも転写層の温度は染料の融点 167°C よりかなり低い 120°C 付近にしかならないことを示している。しかしながら、実際には、 0.42 mJ/dot の印加エネルギー、すなわち 85°C 付近の温度で発色が生じている（図-4）。このことから、接触面 (x_3) で融点降下が生じて染料が顔色剤との共融状態で受容シート上に転移し、これが熱感度向上に寄与していると考えられる。

次に、染料と顕色剤の共融量から印加エネルギーに対する染料の転移量を推定した。

図-10における印加エネルギー値を 0.02 mJ ごとに変化させたときの $x_2 \sim x_4$ にかけての温度分布状態の拡大図を図-12に示す。印加エネルギーに対して受容層の表面 (x_3) からどの位置まで共融温度 (83°C) に達しているか図-12から読み取ったものを図-13に示す。

受容層の共融温度以上の部分の厚みを d (μm) とすれば、受容層の厚みが約 $5 \mu\text{m}$ であり顔色剤の付着量が 3 g/m^2 であることを考慮すると共融している顔色剤量 w (g/m^2) は、

$$w = 3/5 \cdot d$$

と、考えられる。さらに、図-6の2成分系相状態図より、83°Cでの共融成分比は、染料：顔色剤～1:4であるから、受容層に共融していると考えられる染料量D(g/m^2)は、

$$D \equiv w/4$$

≡3/20·d

で表される。このDが、受容シート上に転移した染料量と考えることができる。dを図-13より読み取り、Dを計算したものを図-14に示した。点線で示したものが計算値であり、実線が実測値である。実使用範囲の0.4

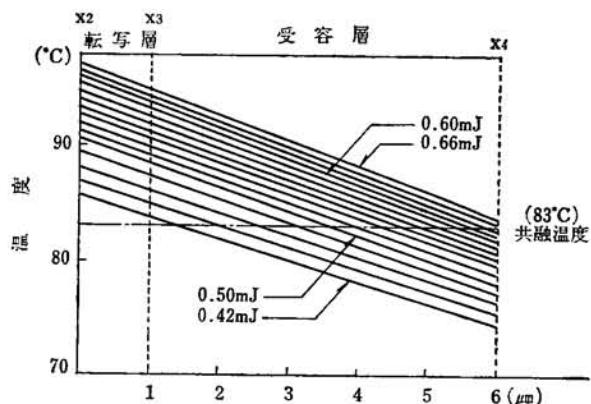


図 12 転写層～受容層 ($x_2 \sim x_4$) 内の温度分布

$mJ \sim 0.6mJ$ にかけて実測値と非常に良い近似を示している。

また、記録画像のドットに注目し、ドットを写真撮影したのが図-15である。さらに、写真に示した各ドットの濃度分布（主走査方向）を示したのが、図-16である。低印加エネルギー部では発色濃度は低いが、その発色面積はサーマルヘッドの面積に近似し、高印加エネルギーを加えるにつれ発色濃度が増加し、また発色面積もひろがる。

以上のことを考慮して発色モデルを考察した。サーマルヘッドより印加エネルギーを加えると転写層および受容層の温度が上昇する。転写層と受容層の接触面における温度が共融温度付近になると接触面において融点降下が生じ共融し始め、発色が開始する。さらに加熱が続く

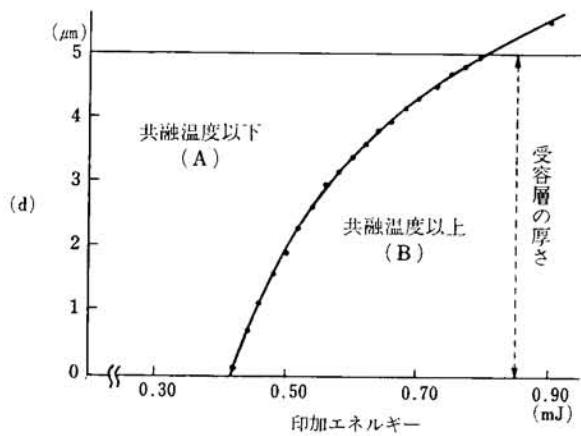


図 13 共融温度に達している受容層の厚さ

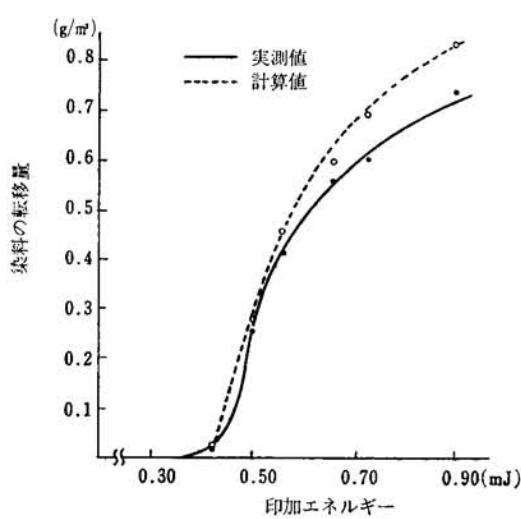


図 14 印加エネルギーと染料転移量

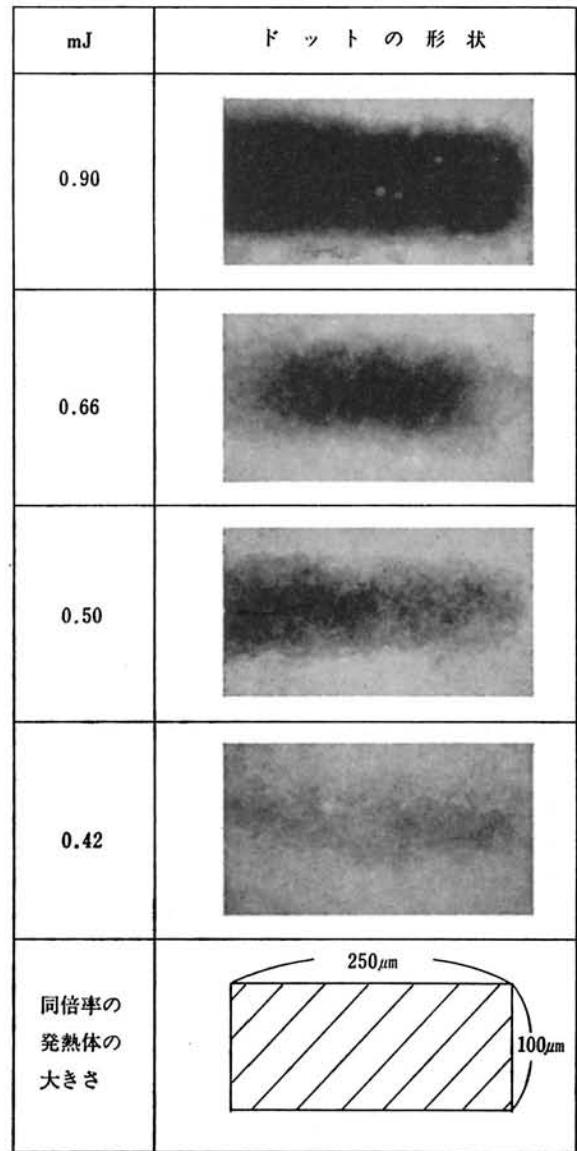


図 15 ドットの形式

と受容層内の温度が上昇し、共融温度以上の部分が増加する。この共融温度以上の部分において、加熱に伴い発色部分が増加する。したがって、印加エネルギーを制御することにより、染料と顕色剤の共融量、すなわち発色量をアナログ的に変化させることができるので、熱転写記録方式で濃度および面積変調による階調再現が可能であると考えられる。

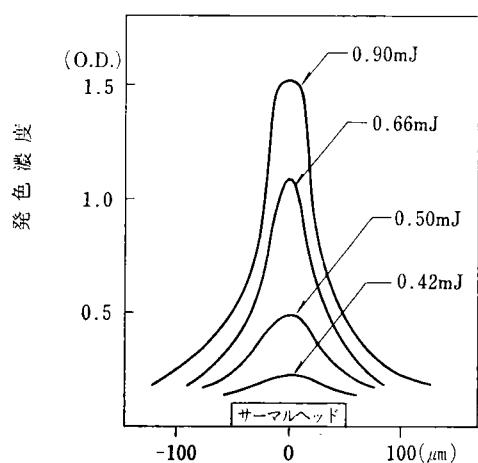


図 16 印加エネルギーとドットの発色濃度分布

7 おわりに

本報告は、染料と顕色剤が2層に分離した転写反応型感熱記録方式においても接触面で共融現象、すなわち融点降下があることを見いだし、高感度化を図ることができた。さらに濃度変調のメカニズムを解明し染料と顕色剤の共融量をアナログ的に変化させることにより濃度変調が可能であることを明らかにした。

しかしながら、ピクトリアルカラープロセスへの応用については不明な点もあり今後の課題としてさらに解明する必要がある。

最後に懇切な御指導をいただいた東海大学工学部高橋恭介教授ならびに社内の多数の方々の御協力に深謝いたします。

参考文献

- 1) 田口, 他: 第14回画像工学コンファレンス論文集; 8-4, 197, 200; (1983)
- 2) 朽綱, 他: 画像電子学会, 第77回研究会講演予稿; 83-05-2 (1984)
- 3) 堀田, 他: 第14回画像工学コンファレンス論文集; 8-3, 198, 196; (1983)
- 4) 大出, 他: 画像電子学会, 第74回研究会講演予稿; 83-02-1 (1984)
- 5) 特開昭: 58-212985
- 6) 五十嵐, 他: 画像電子学会, 第60回研究会予稿; 81-07 (1981)
- 7) 電子通信学会誌 60-D, 167, 174, Feb. 1977

技術紹介

EXPLANATION ON TECHNOLOGY

FRR給紙方式

Development of FRR Paper Feed System

石井 泰明*

Yasuaki Ishii

要　　旨

FRR 給紙方式の分離条件を明らかにし、これを実用化するに当たり開発した、給紙圧自動調整式加圧機構のモデル解析結果と特性の確認方法を紹介する。

本方式は FT 3020 に最初に搭載、以降の複写機やプリンタに採用され、信頼性の向上とフリーぺーパー化の拡大を実現した。

ABSTRACT

We clarified the paper separate condition of the "FRR" paper feed system, then explained the model analysis of the self-adjust mechanism of the paper feed pressure and the characteristic evaluation method of it, which was developed for actual use.

Since we first implemented this system into "RICOPY FT 3020", it has been used into other copiers and printers, and contributed both for the reliability improvement and for the free choice of copier paper.

1 は　じ　め　に

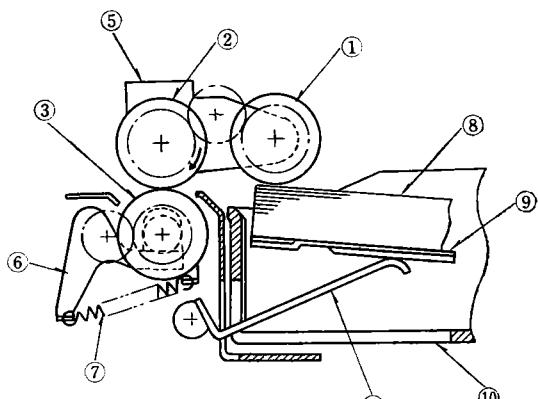
複写印刷分野において、給紙は汎用技術として古くから多くの方式が提案され実用化されてきている。最も多く使用されている方式はコーナ爪方式である。しかしこの方式は近年事務用分野で増大している、フリーオペレータによるフリーぺーパー**化と信頼性向上の要望に十分には応えられなかった。筆者はこうしたニーズに応える新しい給紙方式として、FRR*** 給紙方式を開発したので以下にその特徴を報告する。

2 FRR 給紙方式の構成

図1にFRR 給紙機構の概略構成を示し、以下にその給紙過程を略述する。

カセットをカセット受けにセットすると、これを検知

し底板上昇機構に連動したレバーにより、用紙上面が給紙適正位置になるよう上昇されその位置を維持するよう制御される。給紙信号により、フィードローラ及びピックアップローラは時計方向に回転駆動され、同時にピ



- | | |
|-------------|-----------|
| ① ピックアップローラ | ⑥ 加圧アーム |
| ② フィードローラ | ⑦ 加圧スプリング |
| ③ リバースローラ | ⑧ 用紙 |
| ④ レバー | ⑨ 底板 |
| ⑤ ピックアップアーム | ⑩ カセット |

図1 FRR 給紙機構の構成概略図

* 第1複写機事業部 複写技術研究所 第1研究開発部
1st Research & Development Department

Reproductive Technology Research Center
1st Pepprographic Products Division

** ここで、フリーぺーパーとは使用する用紙を限定せず通常の市販紙が使用できることを意味する。

*** FRR とは、Feed & Reverse Roller の頭文字をとっている。

ピックアップアームが時計方向に回動しローラを用紙上面に所定圧にて圧接する。従って用紙は図の左方に送り出される。

ピックアップローラは用紙をフィードローラ、リバースローラ間のニップまで送り込むに十分な設定時間後紙面より解除される。一方、リバースローラ軸も給紙信号と同時に時計方向に回転駆動される。この軸にトルクリミッタを介して軸支されるリバースローラは加圧スプリングによる初期圧と、トルクリミッタトルクの反力として得られる作動圧を与えられ、フィードローラに圧接されている。

トルクリミッタはリバースローラがフィードローラと接触する時（ニップ間に紙が無い時）及び用紙が一枚ニップ間に送り込まれた時すべり、反時計方向につれ回る。

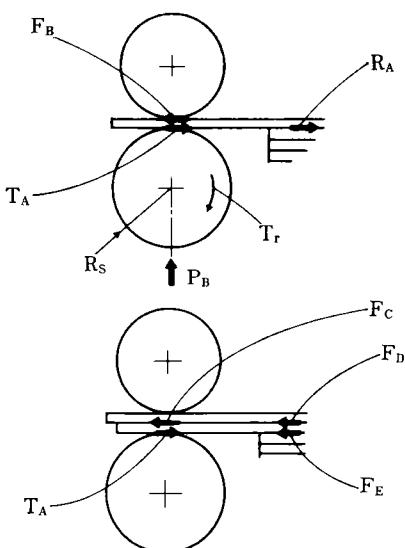
また、用紙が2枚以上ニップ間に送り込まれた場合、トルクリミッタトルクが用紙間の摩擦力に打勝って、リバースローラを時計方向に回転させ、下側の用紙をカセット側に押し戻し多枚送りを防止する。

3 FRR 給紙機構の解析

3-1 給紙モデルと分離条件式

FRR 給紙機構を解析するにあたり、図2のような簡略化したモデルを考える。

1) 1枚の紙を送る条件



F_B : フィードローラが一枚目の紙に与える給送力
 F_c : 1枚目の紙が二枚目の紙に与える給送力
 F_{DE} : 紙間の戻し抵抗力
 T_r : トルクリミッタトルク
 T_A : トルクリミッタ戻し力
 P_B : リバースローラ作動圧
 R_A : 紙間抵抗力
 R_s : リバースローラ半径

図2 FRR 給紙の力関係モデル

1枚の紙を送る条件は図より

$$F_B > T_A + R_A$$

ここで、 $F_B \equiv \mu_r P_B$, $R_A \equiv \mu_p m$ であり、また、

$$T_A = T_r / R_s$$

であるから、

$$P_B > \frac{1}{\mu_r} \cdot T_A + \frac{\mu_p}{\mu_r} m \quad (1)$$

但し、 m : 用紙1枚の重量

μ_r : ローラと紙間の摩擦係数

μ_p : 用紙間の摩擦係数

2) 2枚目の紙を戻す条件

2枚目の紙を戻す条件は図より

$$T_A > F_c + F_d + F_E$$

ここで、 $F_c \equiv \mu_p P_B$, $F_d \equiv \mu_p \cdot m$, $F_E \equiv \mu_p \cdot 2m$ であるから

$$T_A > \mu_p (P_B + 3m)$$

これを変形して、

$$P_B < \frac{1}{\mu_p} \cdot T_A - 3m \quad (2)$$

3-2 FRR 給紙モデルの給紙範囲

FRR 給紙モデルでは上記(1)(2)の条件式の間で1枚の用紙を分離給送することができる。この間を給紙範囲と呼び式は下記の様になる。

$$\frac{1}{\mu_p} \cdot T_A - 3m > P_B > \frac{1}{\mu_r} T_A + \frac{\mu_p}{\mu_r} \cdot m \quad (3)$$

3-3 非制御因子の特性（変動範囲）

式(3)において、 μ_p （用紙間の摩擦係数）、 m （用紙1枚の重量）は用紙の種類やサイズにより変動するもので対象とする用紙を決定することにより定まる。また μ_r （ローラと紙間の摩擦係数）や、 T_A （トルクリミッタ戻し力）は経時的な劣化及びバラツキを考慮する必要がある。いずれの特性も環境変動に少なからず依存している。フリーペーパー化と高信頼化の為上記特性の変動範囲を以下のように考慮する。

1) μ_p （用紙間の摩擦係数）

市販されている用紙で一般的なものは、約0.5に集中している。バラツキを含め最も低いもので0.3程度であり、片面コピー用紙も同程度である。一方最も高いものでは0.75近くに達する。従って μ_p の最大値は0.75を想定する。

2) μ_r （ローラと紙間の摩擦係数）

μ_r は用紙種類とゴム材質によりほぼ決まるが、一般的には経時的な低下を示す。この経時劣化の最も少ないゴム材質にて、対片面コピー用紙 μ_r の最小値を1まで考慮する。通常使用状態では初期1.6程度の場合もあるが、約1.2が平均値となっている。

3) ローラ径

ローラ径は通常、給紙時の微少なスリップにより次第に摩耗し減少していく。特にリバースローラはこの影響が大きい。ローラ径変動としては、初期直径 $\phi 27$ から $\phi 23$ まで使用できることとする。

4) TA (トルクリミッタ戻し力)

トルクリミッタは、コイルスプリングによるオーバラントルクを利用するが、初期部品公差のバラツキ、経時の摩耗、オイルの劣化等によるトルク変動がある。従ってその変動幅は 300~600 [gf] を想定する。

3-4 作動線の設定

リバースローラ圧 P_B とトルクリミッタ戻し力 T_A の関係式を作動線と呼ぶ。式(3)に 3-3 で検討した各因子の

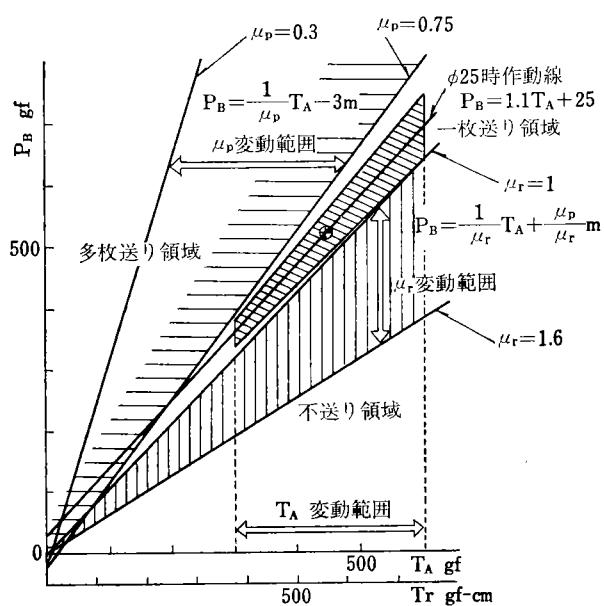


図 3 作動線の設定

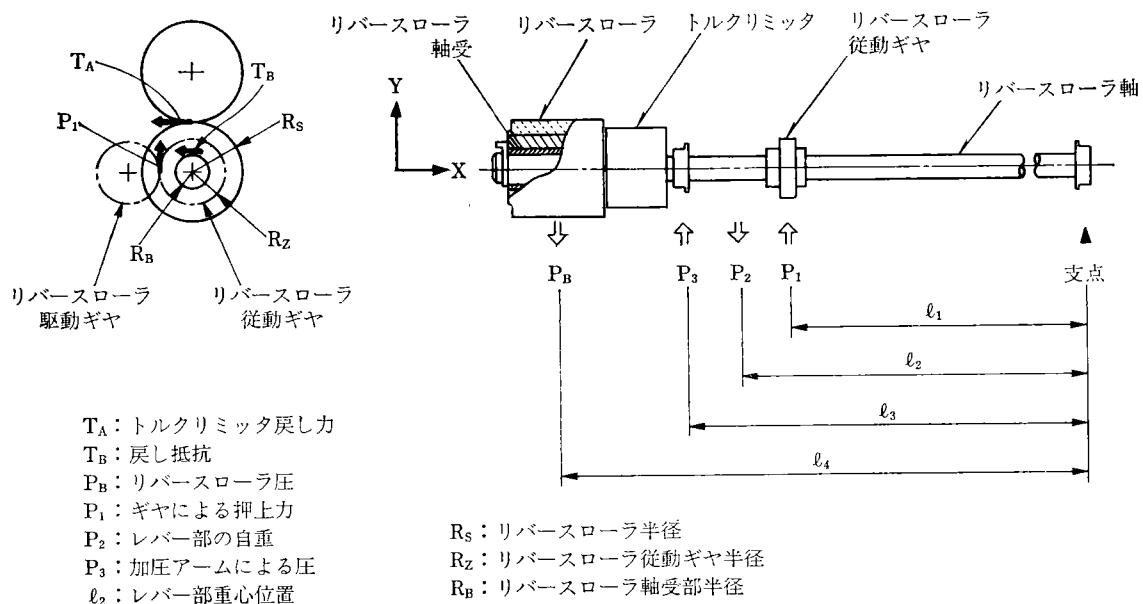


図 4 レバータイプモデルの力関係

変動範囲を代入すると、FRR 給紙方式の 1 枚送り領域が得られる。これを図 3 に示す。

図 3 にて作動線は 1 枚送り領域を通るよう設定できれば良い。ローラ径の中心値 $\phi 25$ 時をその中心とすれば作動線の傾きは 1.1 が適正值として得られる。つまり P_B は T_A の変動に伴って $P_B = 1.1 T_A + 25$ の関係で自動的に調整できれば良い。

4 リバースローラ加圧機構の解析

リバースローラ圧 P_B をトルクリミッタ戻し力 T_A の変動に対し自動的に調整する加圧機構は種々考えられるが、ここでは FT 3000 系のレバー加圧方式の作動線式について解析する。FT 3000 系の加圧機構を図 4 に示す。

図 4 にて、リバースローラ軸駆動力はリバースローラ駆動ギヤにより与えられる。この力はトルクリミッタ戻し力 T_A 及び戻し抵抗 T_B とつり合う力であるが、リバースローラ軸は Y 軸方向のみに案内されているので、Y 軸方向を考えれば十分である。従ってギヤによる押上力の Y 軸方向分力 P_1 は以下の関係として得られる。

$$R_z P_1 = R_s T_A + R_B T_B$$

$$\therefore P_1 = \frac{R_s}{R_z} T_A + \frac{R_B}{R_z} T_B \quad (4)$$

また、支点まわりのモーメントのつり合いより、

$$l_1 P_1 + l_3 P_3 = l_2 P_2 + l_4 P_B$$

$$\therefore P_B = \frac{l_1}{l_4} P_1 + \frac{l_3 P_3 - l_2 P_2}{l_4}$$

式(4)を代入して

$$P_B = \frac{l_1}{l_4} \left(\frac{R_s}{R_z} T_A + \frac{R_B}{R_z} T_B \right) + \frac{l_3 P_3 - l_2 P_2}{l_4} \quad (5)$$

但し、 T_B はリバースローラ圧 P_B により発生する力であり、リバースローラ軸受部摩擦係数を μ_B とすれば

$$T_B = \mu_B P_B \quad (6)$$

と表わせる。(6)式を(5)式に代入すると、

$$P_B = \frac{l_1}{l_4} \left(\frac{R_S}{R_Z} T_A + \frac{R_B}{R_Z} \mu_B P_B \right) + \frac{l_3 P_3 - l_2 P_2}{l_4} \quad (7)$$

式を整理する為に $\frac{l_1}{l_4} \cdot \frac{R_S}{R_Z} = K$, $\frac{l_3 P_3 - l_2 P_2}{l_4} = P_0$ と

おき、更に $\frac{R_B}{R_S} \cdot \mu_B = k$ とおけば、(7)式は

$$P_B = K(T_A + kP_B) + P_0$$

と書き直せる。従って P_B について整理すれば

$$P_B(1 - K \cdot k) = K \cdot T_A + P_0$$

$$\therefore P_B = \frac{K}{1 - K \cdot k} T_A + \frac{P_0}{1 - K \cdot k} \quad (8)$$

$$\text{但し } K = \frac{R_S}{R_Z} \cdot \frac{l_1}{l_4}$$

$$k = \mu_B \frac{R_B}{R_S}$$

$$P_0 = \frac{1}{l_4} (l_3 P_3 - l_2 P_2)$$

以上より式(8)がレバー加圧方式の作動線式である。

5 実験

5-1 作動線の測定

作動線は、 P_B , T_A の駆動時における同時計測が必要であり、専用の測定装置を製作し測定した。その装置の概略を図5に示す。

リバースローラ圧 P_B は、重量バランスをとったバランスアームを介して鉛直上方に、ペアリングを先端に付加した歪ゲージを配置し取り出す。

トルクリミッタ戻し力 T_A は、リニアスライド上にセットしたスライダ端面に水平に配置した歪ゲージにより取り出す。

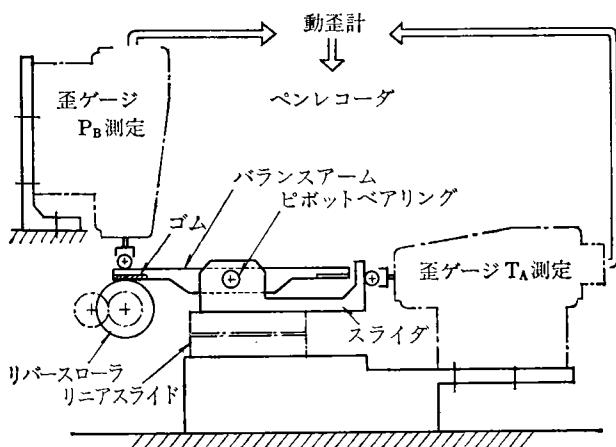


図5 作動線計測装置

リバースローラ部及び加圧機構は同一の構成で、リバースローラ駆動時に駆動力を与えると、ギヤ及びトリクリミッタを介してリバースローラを反時計方向に回転させようとする。バランスアーム下面にスベリ防止ゴムを貼ってフィードローラの代用としている。従って、トルクリミッタ戻し力 T_A は、バランスアームとそれを支えるスライダを右方に押す力として伝達される。一方リバースローラ圧 P_B は、バランスアームをはさんで上方にセットされた歪ゲージを押圧する。歪ゲージの移動量は0.01 [mm] 程度であり無視できる。

本実験での設定値は式(8)にて、傾き $\frac{K}{1 - K \cdot k} = 1.19$,

$$\frac{P_0}{1 - K \cdot k} = 24.2 \quad \text{とした。(リバースローラ径 } \phi 27 \text{ 時)}$$

上記測定装置のトルクリミッタを交換して各々の場合のリバースローラ圧 P_B , トルクリミッタ戻し力 T_A を測定した。スプリングタイプトルクリミッタはスプリングとハブの締め代を変えればトルクが変わるので、あらかじめトルクリミッタ戻し力変動幅をカバーする値に水準を設定したもの用意した。

以上の方法で測定した結果の回帰式と相関係数を求めると

$$P_B = 1.21 T_A + 24$$

$$r = 1.00$$

が得られ、設定した作動線の傾き、初期圧は極めて近い値を示している。また相関も極めて良いことがわかる。実験結果及び設定式、回帰式を図6に示す。

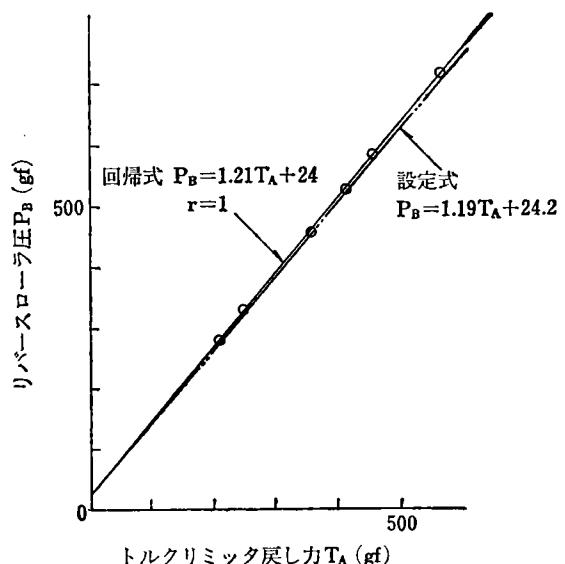


図6 作動線の測定結果

5-2 紙範囲の確認

紙範囲の確認は、作動線の傾きを1より小さな値に設定した実験装置にて、初期圧を加圧スプリングを各種交換することにより振り、またトルクリミッタも各種製

作し水準を変える。各々の組み合わせにて、分離性及び給紙性をチェックする。分離性のチェック法として、紙間摩擦係数のわかっている紙を何枚か重ねた状態でフィード、リバースローラ間ニップに強制的に挿入し、分離する限界点を捜す。また給紙性のチェック方法は、ローラと紙間の摩擦係数のわかっている紙を給送する限界点を捜す。

以上の実験方法の説明図を図7に示す。

図7にて、紙間摩擦係数 μ_p 、及び用紙重量 m はわかっているのでこの用紙の分離限界線の予測値としての直線が描ける。実験装置の作動線の傾きは設定値にて得られるのでこの傾きと、加圧スプリングのセットにより得られる初期圧とにより作動線を記入する。トルクリミッタ戻し力 T_A はトルクリミッタにより与えられるので、作動線と T_A の交点が作動点となる。この時前記分離性のチェックを行い、分離する場合（1枚のみを給送する場合）その作動点上に○印を付す。 T_A はそのままで加圧スプリングの圧を増加させて行き、分離しなくなるまでチェックを繰り返す。次にトルクリミッタを替え T_A の次の水準にて同様の実験を行い、次の T_A での分離限界点を得る。以降トルクリミッタの数だけの限界点を同様に求める。

一方、給紙限界として、分離性と同様に作動線と T_A の交点、すなわち作動点での給紙性をチェックする。用紙を1枚挿入しても給送しない場合、作動点上に×印を付す。

T_A はそのまま加圧スプリングの圧を増加させて行き、給送するまでチェックを繰り返す。次にトルクリミッタを交換して次の水準をチェックし、順次これを繰り返す。

以上的方法で得られた、分離及び給紙限界値は、予測値とよく一致することが確認された。

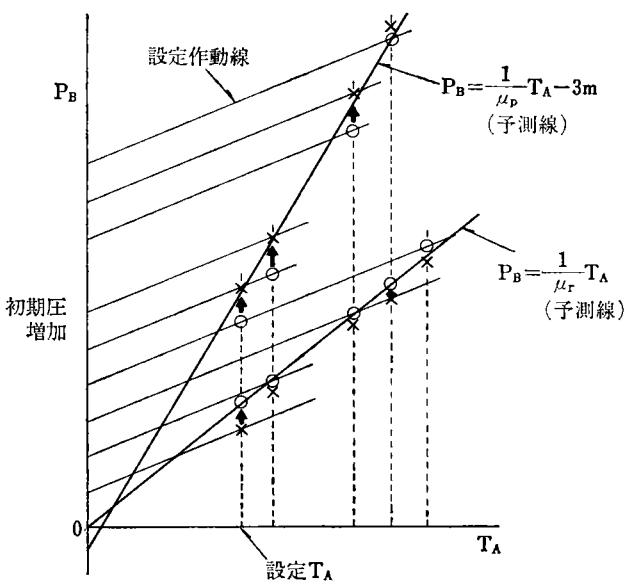


図7 紙範囲の確認

6 対象紙の各種給紙方式との比較

各方式とも対象とする紙種に応じて設定を変えることが可能であるが、ここでは事務用を標準紙（中心値）とした場合について比較する。対象給紙方式としてコーナ爪に次いで使用されている摩擦分離方式もとりあげた。

図示する様に、FRR給紙方式では通常複写機で使用されるほとんどの紙種が自動給紙可能である。

7 おわりに

本稿での検討結果は実際の用紙の分離結果とよく一致しており、今後FRR給紙方式を採用するに当たって参考になると思われる。また、FRR給紙方式の実用化に

おいて、詳細は割愛したが、コロ材質及びトルクリミッタの開発が大きなウェイトを占めており、多くの御協力により達成できたことを深く感謝致します。

今後の課題は、コロ材質及びトルクリミッタの長寿命化の実現と、高速対応機構達成による、高速高信頼機への展開であろう。

参考文献

特開昭 56-7847

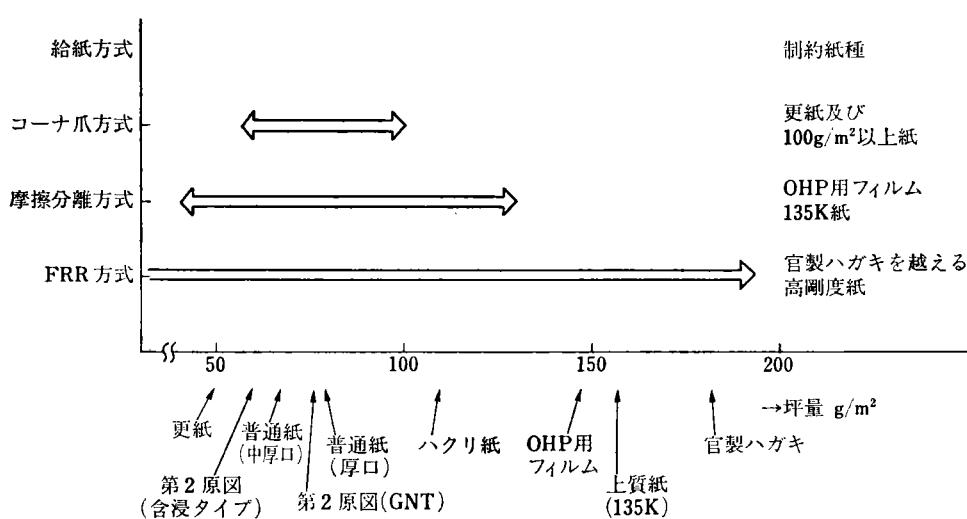


図8 坪量から見た給紙対象紙比較

自由曲面を持った立体の形状設計システム(MODIF)

Free-Form Surface Solid Modeling System

千代倉弘明*

Hiroaki Chiyokura

要 旨

対話的な設計環境において用いるための立体モデル生成システム MODIF を紹介する。このシステムでは、立体の内部表現として、基本変形操作によって表わされた立体生成過程の表現を用いているので、以前に生成された立体をすばやく再生することができる。立体変形は、主に、局所変形操作によって行われる。局所変形操作は立体の局所的な情報だけを変更するので、計算時間はわずかしか必要としない。したがって、局所変形操作による立体生成法は対話的な設計環境に、適している。ここで紹介する局所変形操作は単に多面体を変形するのみではなく、自由曲面を持った立体の生成にも適用できるようにしたるものである。

ABSTRACT

This paper describes a solid modeling system MODIF which is designed for an interactive design environment. This system employs a representation of solid design process as an internal representation for a solid, where the previously defined solid can be quickly regenerated. A user is provided local operations to generate a solid and changes only local geometric or topological information on a solid. These operations are suitable for interactive design because local operations take less computational time than global operations. Our local operations can be provided not only for polyhedra but also for free-form surface solids.

1 は じ め に

3次元立体の CAD (Computer Aided Design) において、立体モデル生成システム (Solid modeling system) を用いることの有用性は、今や広く認められるようになってきた。機械の形状が立体モデル (立体の形状をあいまいさなしに、正確に表わした計算機内の表現) として、表わされているならば、設計・生産における様々な作業を自動化することができる。たとえば、この表現から、計算機を用いて、立体の体積・面積を計算したり、あるいは、NC 工作機械を用いて金型を製作するためのカッターパスを生成することができる。また、構造解析

のシミュレーションなども行うことができる。この他、立体モデルの工学における応用範囲は多岐にわたる。従来、図面を基礎として行ってきた設計・生産における様々な作業を、立体モデルを用いて自動化することができれば、設計・生産における経費の節減や設計の質の向上が可能になる。しかし、実際に使われている CAD システムでは、立体モデルよりも情報量が少ないワイヤーフレームモデル (3次元形状を線で表わした表現) や面モデル (立体の一部を面の集まりとして表わした表現) が一般に用いられている。これは、従来の立体モデル生成システムを対話的な設計環境において用いようとすると、応答時間、使いやすさの点などで、様々な問題が生じるからである。そこで、筆者はこれらの問題を解決した形状設計システム MODIF (Local modification process for freeform surface solid modeling) を開発した。本稿ではこのシステムと、システムにおいて用いられて

* 技術本部 ソフトウェア研究所
Software Research Censer, Technology Division

る立体生成手法を述べる。

2 会話的な形状設計システム

従来の立体モデル生成システムを用いて、実際の工業製品の形状を設計しようとすると、多くの問題を生じる。特に重要な問題として、以下に述べられるような4つのものが考えられる。

(1) 応答時間

設計者がシステムを設計のための道具として用いるためには、システムの応答時間は短かくなければならない。しかし、従来の立体モデル生成システムの応答時間は短かくはない。これは、従来のシステムが立体を変形するための操作として、立体集合演算 (Set operation) を用いてきたことによる。立体集合演算は立体全体の干渉チェックを行った後で、変形を行うので、非常に多くの計算時間を必要とする。さらに、この計算時間は立体の複雑さに従って長くなる。

(2) 生成される立体形状の範囲

多くの立体モデル生成システムで生成される立体形状は、多面体、あるいは、円柱面を含んだ立体である。これらのシステムでは、自由曲面を生成することは容易ではない。自由曲面を生成するシステムとしては、面モデルを基礎とするものが従来から提案されてきた。しかし、実際の工業製品の形状を見ると、様々な曲面が形状の中に含まれている。したがって、システムは広い範囲の形状を統一的に生成できることが望ましい。

(3) システムの使いやすさ

システムが対話的な環境で用いられるためには、システムの使いやすさが十分考慮されなければならない。特に、システムを使うのは人間である以上、人間はしばしば誤操作をし、せっかくつくったデータをこわしてしまうということが起きる。しかし、多くのシステムはこのことに、ほとんど配慮をしていない。

(4) システムの信頼性

立体モデル生成システムにおける処理、あるいは構造化されたデータは非常に複雑であるため、システムの信頼性は重要な問題である。もし、システムのプログラムに欠陥があると、設計者が労力を傾けてつくったデータがこわされてしまうということが起きる。

これらの問題に対し、本手法では以下のような解を与えている。

(1) 本システムでは、立体を変形するための操作として、局所変形操作 (Local operation) を、主に用いる。局所変形操作は、立体の局部的な情報だけを修正する操作であるため、極めて少ない計算量しか必要としない。また、計算時間は立体の複雑さとは独立であり、ほとんど一定である。このことにより、システムに優れた対話性を実現することができる。立体集合演算の

ような全域的な変形操作は、ある限られた場合だけしか用いられない。

局所変形操作の最も基礎的な部分は、Baumgart⁽¹⁾によって、Euler 操作として考案された。後に、Braid⁽²⁾らは、これらを拡張し、多面体を効果的に生成するための局所的な操作を考案した。これに加え、著者は、自由曲面を持った立体を生成するための局所変形操作を開発した。

(2) 多面体から自由形状までの広い範囲の立体が、局所変形操作を用いることにより、統一的に生成される。特に、立体に含まれている自由曲面部分は、立体の稜線や頂点を局所的に丸めることによって生成される。立体を丸めるという手法は、最初、Doo ら⁽³⁾⁽⁴⁾によって開発された。彼らの手法を用いると、立体は全域的に丸められてしまうが、著者の手法では、局所的に丸めることが可能である。また、二つの異った曲面が接しているような特徴線を生成することも可能である。さらに、本システムでは、局所的な境界曲線情報だからなめらかな自由曲線を生成する新しい手法が実現されている。この手法は従来、内挿がむずかしいとされていた不規則な曲線上にも、なめらかな曲面を生成することができる。

(3) 従来のシステムでは、ユーザの誤操作によって立体をこわしてしまうかもしれないという可能性があるため、ユーザはたえず、自分自身の操作に多大な注意を払わなければならない。このことは、システムの使いやすさの点で、非常に大きな問題である。そこで、本システムでは、基本変形操作 (Basic operation) によって表わされた立体生成過程の表現を、内部表現として用いることにより、過去の立体のすばやい生成を可能にした。このことにより、ユーザは自分自身の誤操作の心配から解放され、システムを設計のためのよい道具として使うことができる。

(4) 本システムにおける立体を変形するためのすべての操作 (立体集合演算、局所変形操作など) は、必ず基本変形操作を用いて、立体のデータを変更する。このため、システムのプログラム製作者の多くは、立体のデータ構造がどのようにになっているかなどを知る必要はなく、単に、基本変形操作の使い方だけを理解していればよい。このことにより、システムの実現は容易になり、信頼性は高まる。また、従来のシステムでは、プログラムが立体のデータ構造に従属して作られるので、もし、プログラムに欠陥があり、プログラムが途中で停止すると、立体のデータはたいていこわされてしまう。しかし、MODIF では、プログラムが途中で停止しても、用いられた基本変形操作は蓄えられているので、すばやく立体は再生される。このように、MODIF ではユーザの誤操作だけではなく、プログラ

ムの欠陥からも立体のデータを守ることができる。

3 立体生成過程の表現

3-1 立体モデル生成システムにおける内部表現

立体モデル生成システムにおける立体の内部表現としては、Constructive Solid Geometry (CSG) 表現と境界表現 (Boundary representation) が用いられてきた⁽⁵⁾。従来、開発されてきたシステムのほとんどは、二つの表現のうち、どちらかを内部表現として用いており、二種類のシステムは共に現在も使われている。そして、これらのシステムは共に異なった長所と短所を持っている。

CSG 表現はデータ量が小さくなり、また、立体定義の変更が容易であるという長所を持つ。これは、CSG 表現が形状を表わしていると同時に、立体生成過程を表わしているからである。しかし、CSG 表現を内部表現として用いたシステムでは、立体集合演算以外の操作（たとえば、局所変形操作など）を用いることが困難になる。局所変形操作は、計算時間をさほど必要としないため、対話的な環境を実現するためには重要である。またシステムをより使いやすいものにしていくためには、システムが様々な操作を受け入れられることが望ましい。

この点については、境界表現を内部表現として用いるシステムは、あらゆる変形操作を受け入れることができる。しかし、境界表現は単なる形状の表現でしかないのを、ユーザが誤操作を行ったときには、立体のデータをこわしてしまうことがある。このことから、境界表現を内部表現としているシステムのユーザは、いつも自身の誤操作に不安を感じながら作業をしなければならない。

そこで、この問題を解決するために、立体生成過程を基本変形操作によって表わした表現を、システムの内部表現として用いる方法を示す。この表現を用いると、システムはすばやく過去の立体を生成することができる。このことにより、ユーザは誤操作の心配から解放され、システムを設計のためのよい道具として使うことができる。

3-2 基本変形操作

本システムにおいて、重要な役割をはたす基本変形操作は、立体を変形する原始的な操作である。この操作は以下に示すような性質を持っている。

- (1) いつも一対一対応する逆操作が存在する。
- (2) 従来の変形操作（立体集合演算、局所変形操作など）を、基本変形操作列に置きかえることができる。

この基本変形操作は、大きく3つに分けることができる。一番目は、位相的操作と呼ばれ、立体の位相情報を変化させるためのものである。稜線の生成、除去はその一例である。二番目は、幾何学的操作と呼ばれ、立体の位相情報を変えずに、幾何情報を変えるものである。た

とえば、頂点の移動などである。三番目は、大域的な操作であり、立体の移動、回転などはこれに含まれる。現在、MODIF では約20種類の基本変形操作が用いられている。将来、新しい立体を変更するための操作が考案された時には、この基本変形操作の数は増える可能性がある。

3-3 立体生成過程の表現

MODIF は立体について二種類の表現を持っている。一つは、従来から用いられてきた境界表現であり、もう一つは、二進木 (binary tree) によって表わされた立体の生成過程の表現である。図1は、立体が変形されるに従って、どのように二進木が成長するかを示している。

(1) 立体Aを生成する。すると、二進木の節点 (node) が生成される。この節点は立体の名前を持つことができる。

(2) 立体Aの2枚の面を Lift する。すると、節点の右の葉 (leaf) に、Lift を行う時に用いられた基本変形操作列とそれらの引数が蓄えられる。

(3) 立体Bを生成し、すべての面が反対の法線ベクトルを持つように、面を反転させる。立体Aと同様に、立体Bの節点が生成され、右の葉に、反転の基本変形操作が蓄えられる。

(4) 立体Aと立体Bを接合操作 (Glue operation) によって合体させ、新しい立体Cを生成する。すると、二つの立体の合体を意味する節点が生成される。次に、立体Cの節点が生成され、この節点の左のポインタは合体の節点をさし、右の葉には、接合する時に用いられた基本変形操作列が蓄えられる。この時には、立体Aと立体Bの境界表現はなくなっている。

立体生成過程がこのように、システム内に表現されているならば、基本変形操作の逆操作を利用して、過去の

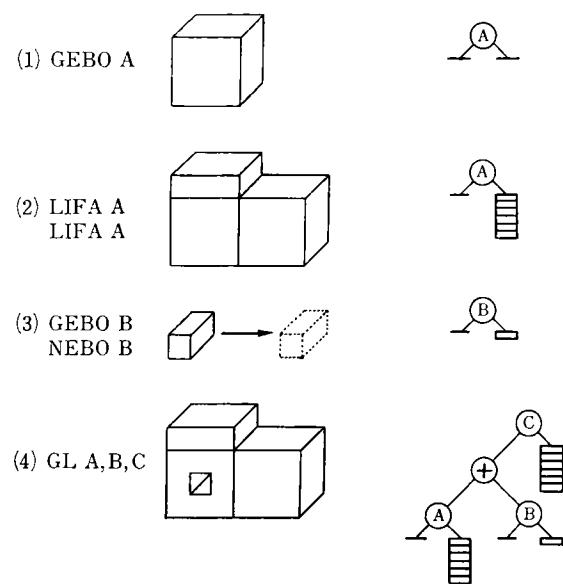


図1 立体の生成過程

立体をすばやく再生することができる。さらに必要ならば、過去の立体と二進木を用いて、最も新しい立体を再び生成することも容易である。

逆操作は通常の操作よりも、はるかに少ない計算時間しか必要としない。通常の立体変形操作では、どの基本変形操作を使うべきかという判断を行ったり、人間が入力したデータに誤りがないかというチェックを行うなど、基本変形操作の実行以外に、数多くの処理を行わなければならない。したがって、かなりの量の逆操作を行っても、その応答時間はユーザにとってさほど気になるものではない。

3-4 システムの構造

図2はシステム MODIF のソフトウェア構成を示している。まず、ユーザは Geometric Modeling (GM) に、立体を生成、変形するための命令を入力する。局所変形操作や集合演算はこの中に含まれる。すると、GM は基本変形操作を用いて、境界表現 (B-rep) を変更する。この時、どのような基本変形操作が使われたかを、Tree Processor (TP) は、二進木 (Tree) に書きこむ。そして結果の立体は Display Program (DP) によって出力される。この時、DP は B-rep から直接データを読むのではなく、Reference Program (RP) を用いて、図形データを読み込む。RP は、GM や DP がプログラムを作成しやすいようにデータを出力する。たとえば、面はどのような稜線や頂点に囲まれているか、あるいは、頂点はどのような面や頂点と接しているというようにである。実体モデルを製作するためのカッターパスを生成するような Application Program (AP) も RP を用いてデータを読み込む。このようなシステム構成を用いると、GM, DP, AP のプログラムは、B-rep がどのようなデータ構造によって表わされているかを知る必要がない。このことにより、GM, DP, AP の実現が容易になる。さらに、GM, DP, AP を立体のデータ構造の特徴的な部分とは独立に作成することができるため、これらのプログラムを他の境界表現を用いているシステムに移植することも可能になる。

立体モデル生成システムの構築において、Euler 操作

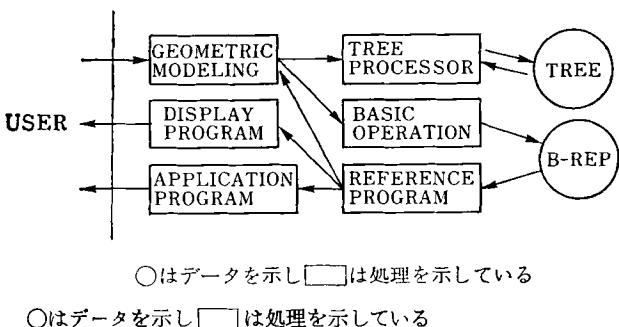


図2 MODIF のシステム構成

を効果的に用いるという手法は、すでに、Mantyla⁽⁶⁾ らによって提案されている。彼らのシステムでは、立体を変形する時に、Euler 操作を用いない部分があるのに対し、著者のシステムでは、基本変形操作を用いずに、立体を変更することはない。これは、すべての変形操作に逆操作を実現するためである。

4 自由形状生成の過程

本システムにおいて、自由形状（自由曲面を多く含んだ立体形状）の生成は、以下に述べるような三つの場面からなる。

〔場面1〕

自由形状生成の基礎となる立体を、局所変形操作を用いて生成する。この立体の稜線は直線であるが、面は平面である必要はない。本稿では、この立体を基礎立体と呼ぶ。MODIF における立体のモデルは、面、稜線、頂点がどのように関係づけられているかという位相情報を持つてはいるが、面の方程式は蓄えられていない。したがって立体がねじれた面を持つことは許される。図3に、電話機の基礎立体が生成される過程が示されている。

〔場面2〕

丸め変形操作を行って、基礎立体から自由形状の特徴を表わした曲線モデルを生成する。その後、必要ならば、曲線の微妙な修正を行う。丸め変形操作を行うためには、設計者は基礎立体のすべての稜線に丸め情報 “0” か “1” を与える。“0” は、その稜線が丸められることを意味し、“1” は、その部分でシャープな稜線が生成されることを意味する。もし、すべての稜線に “1” が与えられている時には、丸め変形操作を行っても、もとの形状はまったく変化しない。これらの丸め情報を適切に与えて、丸め変形操作を行うと、基礎立体の稜線や頂点において、新しい直線や曲線が生成され、曲線モデルがつくれる。図4, 5 は基礎立体と丸め変形操作によって生成された曲線モデルを示している。この曲線モデル内の曲線は、3次の Bezier⁽⁷⁾ 曲線によって表わされている。また、曲線モデルは、基礎立体と同様に位相情報を持っているので、曲線モデルを局所変形操作によって変更することは可能である。

〔場面3〕

なめらかな曲面パッチが曲線モデルの面上に生成され、自由形状は計算機内に3次元の閉じた空間として表わされる。我々の内挿法では、曲面パッチは境界曲線情報だけから簡単なアルゴリズムで生成されるので、MODIF の内部モデルはパッチデータを蓄えない。パッチデータは必要な時にだけ、たとえば、カッターパスや陰影画を生成する時だけに、必要な面上に生成される。このことにより、MODIF の内部モデルは比較的小さいと言える。

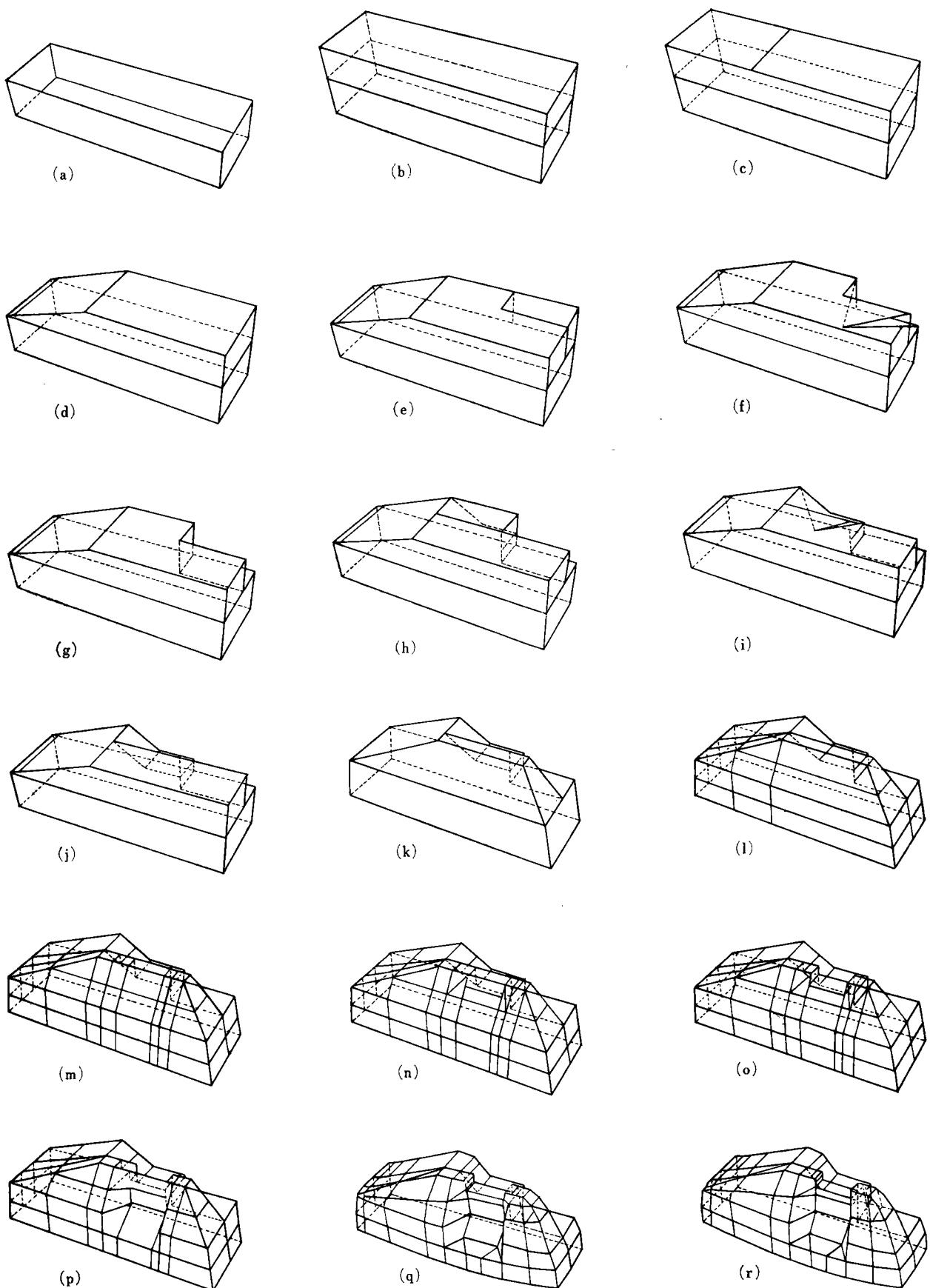
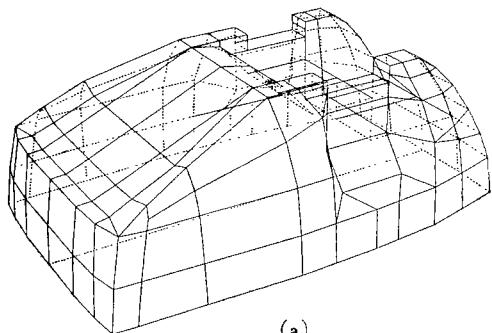
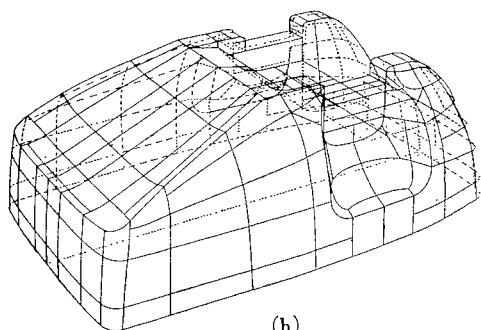


図3 基礎立体の生成過程

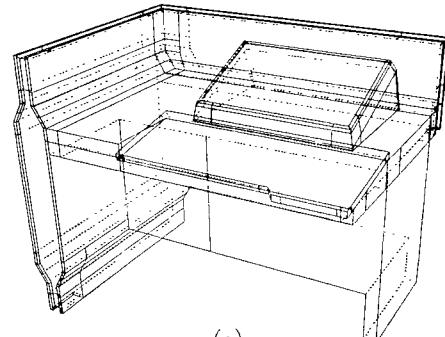


(a)

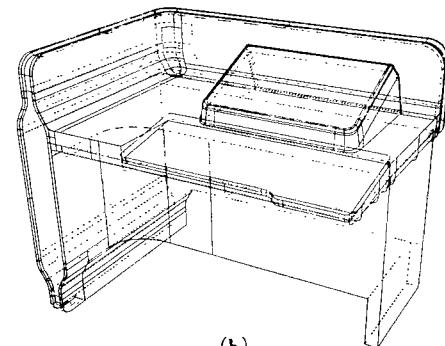


(b)

図4 電 話 機



(a)



(b)

図5 リコム 3000

5 自由曲面の生成

5-1 曲線モデルの内挿

従来、曲線モデルを内挿するには、双3次の Coons⁽⁸⁾ パッチや Bezier⁽⁷⁾ パッチが用いられてきた。しかし、これらは規則的な曲線モデルを内挿するためのものである⁽⁹⁾。規則的な曲線モデルとは、面はいつも四辺形であり、節点は4つの曲線と接していなければならない。しかし、実際の工業製品の形状をこのような規則的な曲線モデルだけで表現することはむずかしい。どうしても、不規則な曲線モデルが必要となる。そこで、著者は図6に示されている拡張された Bezier パッチを用いて、不規則な曲線モデルを内挿する方法を考案した。従来の Bezier パッチが16個の制御点によって定義されたのに対し、このパッチは20個の制御点 P_{ij} によって定義される。そして、このパッチ $S(u, w)$ は以下のように表わされる。

$$S(u, w) = \sum_{i=0}^3 \binom{3}{i} u^i (1-u)^{3-i} \sum_{j=0}^3 \binom{3}{j} w^j (1-w)^{3-j} P_{ij}(u, w)$$

$$0 \leq u, w \leq 1$$

$$P_{ij}(u, w) = P_{ij}(P_{11}, P_{21}, P_{12}, P_{22} \text{ 以外})$$

$$P_{11}(u, w) = \frac{w P_{11}, u_0 + u P_{11}, 0w}{u+w}$$

$$P_{12}(u, w) = \frac{w P_{12}, u_1 + (1-u) P_{12}, 0w}{(1-u)+w}$$

$$P_{21}(u, w) = \frac{(1-w) P_{21}, u_0 + u P_{21}, 1w}{u+(1-w)}$$

$$P_{22}(u, w) = \frac{(1-w) P_{22}, u_1 + (1-u) P_{22}, 1w}{(1-u)+(1-w)}$$

著者の方法で、四辺形が内挿される時には、その面の境界曲線、すなわち4本の曲線だけから、曲面パッチが生成される。しかし、全体としてのなめらかさ、すなわち、接平面の連続性は保証される。したがって、内挿される四辺形がどのように、まわりの面と関係づけられている

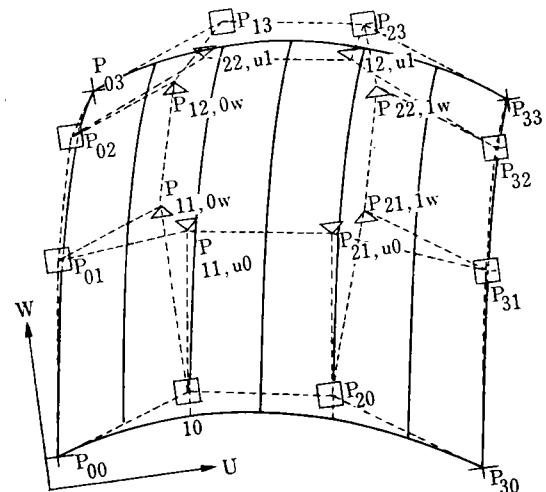
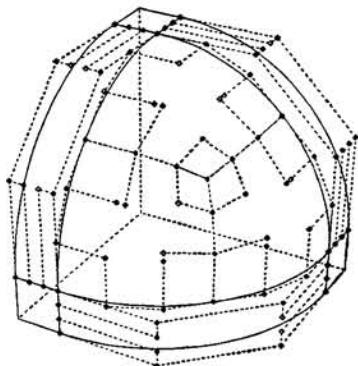
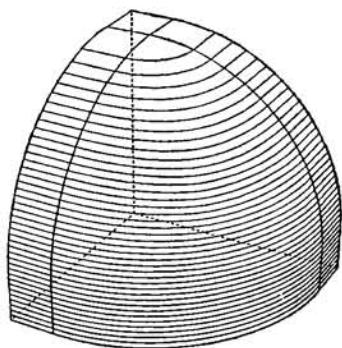


図6 拡張された Bezier パッチ

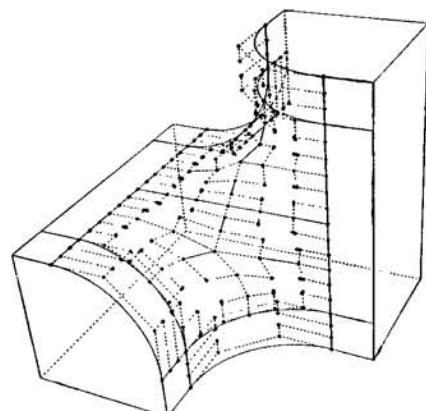


(a)

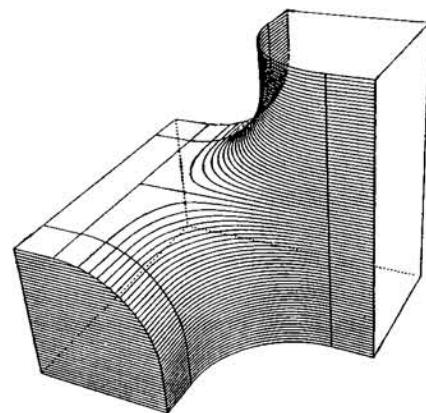


(b)

図 7 3 角形面の内挿



(a)



(b)

図 8 5 角面の内挿

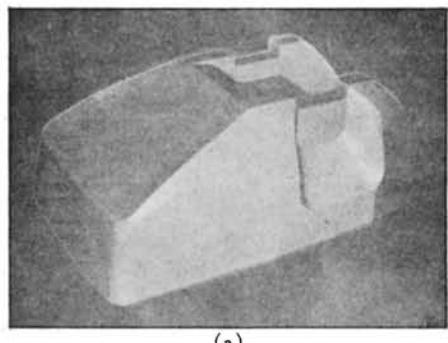
るかということと独立に処理が行われるので、内挿のアルゴリズムは簡単になる。非四辺形が内挿される時には、図 7, 8 に示されているように、最初、内挿曲線を生成することによって内部を分割し、その後で、四辺形上に曲面を生成する。

5-2 自由形状の表示

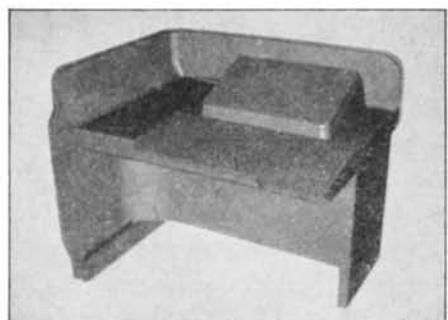
モデルの作成時には、一般に線画が用いられるが、線画だけでは形状を評価する上で、十分ではない。そこで、本システムでは、光線追跡法 (ray-tracing) による陰影表示機能と、NC 工作機械を用いて、実体モデルを製作するためのカッターパス生成機能を実現した。図 9, 10 に、それらの出力例を示す。

6 おわりに

本稿では、会話的な設計環境において用いるために開発された形状設計システム MODIF について紹介した。本システムでは、局所変形操作によって多面体から自由形状までの広い範囲の立体が統一的に生成される。このシステムの開発は、著者^(10,11,12,13)の博士研究として行われた。このシステムにおいて用いられている立体生成手法を、リコーの 3 次元 CAD システムに応用し、さらに改良しようとしている。



(a)



(b)

図 9 陰影画

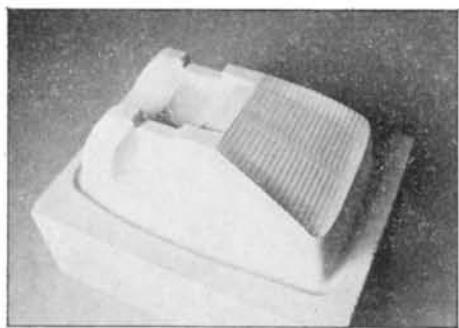


図 10 実体 モデル

本研究を行う上で多くの有益な助言をいただいた、東京大学佐田登志夫教授、木村文彦助教授に心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) B. G. Baumgart : A Polyhedron Representation for Computer Vision, AFIPS Conf. Proc. ; 44, 589-596 (1975)
- 2) I. C. Braid, R. C. Hillyard, I. A. Stroud : Stepwise Construction of Polyhedra in Geometric Modelling ; Mathematical Methods in Computer Graphics and Design (Ed. by K. W. Brodlie) Academic Press, 123-141 (1980)
- 3) D. Doo : A Subdivision Algorithm for Smoothing Down Irregular Shaped Polyhedrons ; Proc. Conf. Interactive Technique in CAD, 157-165 (1978)
- 4) E. Catmull, J. Clark : Recursively Generated B-spline Surfaces on Arbitrary Topological Meshes ; Computer Aided Design, 10, 6, 350-355 (1978)
- 5) A. G. Requicha : Representations for Rigid Solids : Theory, Methods and Systems ; Computing Surveys, 12, 4, 437-464 (1980)
- 6) M. Mantyla, R. Sulonen : GWB : A Solid Modeler with Euler Operators, IEEE Computer Graphics and Applications ; 2, 7, 17-31 (1982)
- 7) P. E. Bezier : Numerical Control-Mathematics and Applications ; John Wiley and Sons, London (1972)
- 8) S. A. Coons : Surfaces for Computer Aided Design of Space Forms ; MIT Project MAC TR-41 (1967)
- 9) I. D. Faux, M. J. Pratt : Computational Geometry for Design and Manufacture ; Chapter 7, ELLIS HORWOOD LIMITED (1979)
- 10) 千代倉：自由曲面を持った立体の生成に関する研究；東京大学工学部精密機械工学科博士論文 (1983)
- 11) H. Chiyokura, F. Kimura : Design of Solid with Free-Form Surfaces, Computer Graphics (Proc. Siggraph 83), 17, 3 (1983)
- 12) H. Chiyokura, F. Kimura : A Representation of Solid Design Process using Basic Operations, CGTokyo 84, T4-6 (1984)
- 13) H. Chiyokura, F. Kimura : A New Interpolation Method for Irregular Curve Models, Computer Graphics Forum (J. of Eurographics), 3, 3 (1984)

製品技術解説

EXPLANATION ON PRODUCTS

ローカルエリアネットワークシステム リンネット・Gシリーズ

Local Area Network System RINNET-G

山崎栄二* 斎藤信男* 関葉 豊* 江崎 喬*

Eiji Yamazaki Nobuo Saito Yutaka Yoshihisa Takashi Ezaki

要　　旨

オフィスにおける文書作成作業を統合的に処理可能な、ローカルエリアネットワークシステム“リンネット・Gシリーズ”を開発した。

リンネット・Gシリーズは、次の様な特徴を有している。

- 1) オフィスにおける情報作業が統合的に処理可能である。
- 2) 画像情報を処理できるので、オフィスにおけるあらゆる文書作成が可能である。
- 3) 既存文書をそのままシステムに取込みが可能であり、今まで蓄積された情報を無駄なく活用できる。
- 4) 規模に応じたシステム構築が可能で、拡張性にも優れている。
- 5) 画像情報を扱える高性能の入出力装置を有する。
- 6) 多機能ながら操作性の良いユーザーインターフェースが用意されている。

ABSTRACT

Ricoh has developed the local area network system, named "RINNET-G SERIES" to achieve the integrated document processing in the office. It has the following features ;

- 1) Capability to process the office information integratedly.
- 2) Capability to process all kinds of the office documents including the text-graphic document.
- 3) Effective utilization of the existing documents by direct input into the system by the document scanner.
- 4) Flexibility and expandability of the system to meet the office size.
- 5) High-performance input/output units for the text-graphic document.
- 6) Multi-functional and simple-operational user interface.

1 は　じ　め　に

オフィスにおける情報処理作業は、

- (1) 文書作成
- (2) 複写印刷
- (3) 情報伝達
- (4) 保管検索

* 技術本部 Rプロジェクトチーム
R Project Team, Technology Division,

の4項目に分類される。

従来からこれらの4項目に関して個々に専用機が開発されオフィスにおける自動化が進んできた。

現在では、これら数項目を1台の機械で処理可能な複合機も出現している。

この度開発した RINNET (RICOH INFORMATI
ON NETWORK SYSTEM) Gシリーズ(以下 RINNET
-G と略す)は、個々の情報作業を専用的に処理できる新開発のステーション群を LAN (LOCAL AREA
NETWORK) で結合する事によって、オフィスにおける統合的な情報処理を可能にしたシステムである。

RINNET-G は、オフィスで必要なあらゆる種類の文書作成が可能となるように、従来のテキスト・数値・グラフの定形情報の処理以外に、ビットイメージの非定形な情報処理機能を有する新設計のワークステーションを中心に構成されている。

2 RINNET-G の特徴

RINNET-G の特徴を以下に示す。

- (1) オフィスにおける 4 種の情報作業を一つのシステムで統合的に処理可能である。
- (2) テキスト・数値・グラフ情報以外にイメージ情報

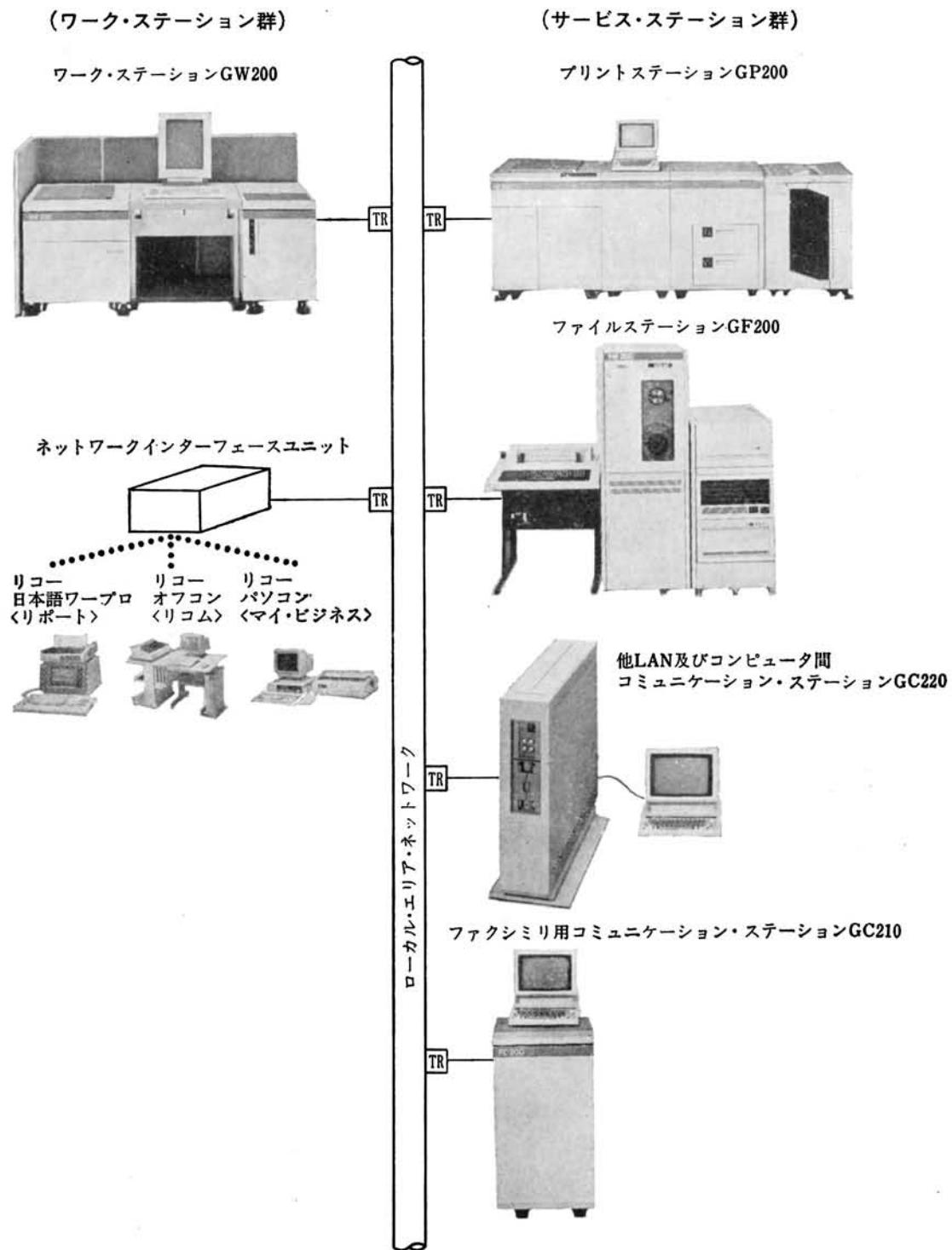


図 1 RINNET 基本構成

- の処理も可能であるので、オフィスで必要なあらゆる文書作成が可能である。
- (3) 新規文書のみならず、既存文書もそのままシステムに取込みが可能であるので、新システムを導入しても今まで蓄積された情報を無駄なく活用できる。
 - (4) LAN 利用により規模に応じたシステム構築が可能であり、また拡張性にも優れる。
 - (5) 高品位のイメージ情報を扱える、高性能の入出力装置を有する。

300 dpi のスキャナプリンタ

150 dpi の CRT ビットマップディスプレイ

- (6) 多機能ながら操作性を考慮したユーザーインターフェースを有する。
- モードレスエディタ
- マルチウインドウ
- アイコン+マウス操作

3 RINNET-G の基本構成

RINNET-G は、ユーザーとシステムの接点であるワークステーションを中心にして、ワークステーションの指令に基づいて種々のサービスを提供するサービスステーション群（プリントステーション、ファイルステーション、コミュニケーションステーション等）とこれらを接続するローカルエリアネットワークから構成されている。（前頁図 1）

先に述べたオフィスにおける 4 種の情報作業は、RINNET-G を用いる事により次の様に処理される。

(1) 文書作成

文書作成作業は、新たに開発されたワークステーションを用いて行われる。また、ネットワーク・インターフェイスユニットを使用する事により、既存の装置（ワードプロセッサ、パソコン等）もそのまま RINNET の端末として使用可能である。

新開発のワークステーションは、オフィスにおけるより高度な文書作成を可能とするため、入力装置としてキーボード以外にマウス、高解像度スキャナを備えている。従って、従来のテキスト・数値・グラフの各処理以外にマウスを用いたドローイング機能、スキャナを用いたイメージ処理機能を活用する事により、あらゆる種類の文書作成を一台で処理可能である。しかもオペレータインターフェースは、モードレスエディタ、マルチウインドウオペレーション、アイコン表示等の導入により多機能ながら良好なユーザーインターフェース実現に工夫がなされている。

300 dpi の解像力を有するスキャナは、新規作成文書へのイメージ入力以外に、既存文書をそのままの形でシステムに取り込む機能を有するので、新システムの導入によっても既存文書を無駄にする事なく有効に

活用できる。

文書表示用のビットマップディスプレイは、以上の事から A4 一頁を 150 dpi の高解像で表示できるものが装備されている。

プロセッサー部には最新の 16 bit CPU 80286 や画像処理専用プロセッサーを使用し、処理の高速化を達成している。

(2) 複写印刷

複写印刷作業は、ワークステーションや他のステーションからの指示に基づいてプリントステーションで実施される。

プリントステーションは、高速 (30 cpm/A4) 高解像 (300 dpi) のレーザープリンタを備えておりシステムの中核印刷機として十分な機能を有する他、付属のスキャナ (300 dpi, 30 cpm/A4) を使用する事により、最大 A3 までの複写機としても使用可能である。

コントローラ部には、8P~24P までの明朝・ゴシック体の他、6P~18P の欧文印刷書体、4種の欧文タイプ書体のバターンゼネレーターが内蔵されているので、高品位の文書印刷が可能となっている。

プリントステーションには専用のメールボックスが接続可能で、印刷された文書を宛先別に仕分けして保管できる様になっている。

(3) 情報伝達

情報伝達作業は、LAN を用いてステーション間でメッセージ交換を行う事により達成される。

RINNET-G の LAN は、テキストストリング・数値レコード・ベクターストリング・ビットイメージの各情報をトランスペアレントに伝送できる。

ネットワークのトポロジーとしてはバス型を採用し

表 1 RINNET ケーブル仕様

通信媒体	光/同軸ケーブル・ハイブリッドシステム
伝送速度	10 MBPS
伝送方式	ベースバンド 伝送方式
網形態	バス型式/同軸、スター型式/光
データリンク制御手順	CSMA/CD
パケットサイズ	可変長 最小 64 バイト 最大 1518 バイト
サービス項目	1) ポイント・ツー・ポイント通信 2) 同報通信 3) グループ同報通信
ステーション間距離	最大 2.5 km (リピータ及び光ケーブル使用時)
最大ステーション数	1024 (ルータを経由すればそれ以上可能)
構成ユニット	(1)同軸ケーブル (2)光ケーブル (3)同軸トランシーバ (4)光トランシーバ (5)リピータ (6)スターカプラ

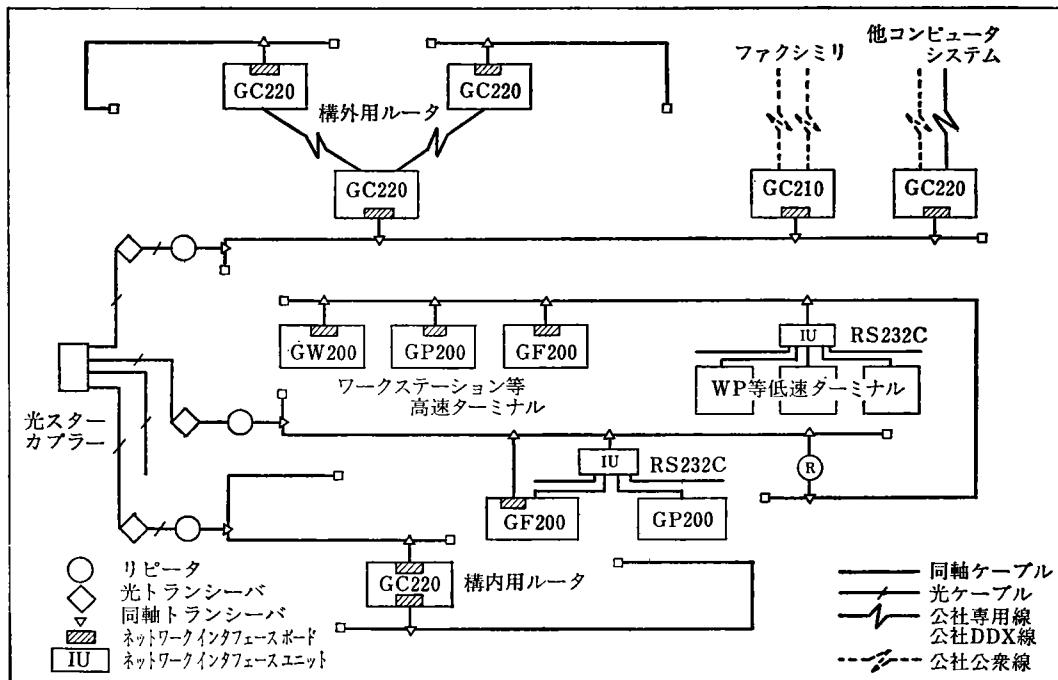


図 2 RINNET ケーブル構成

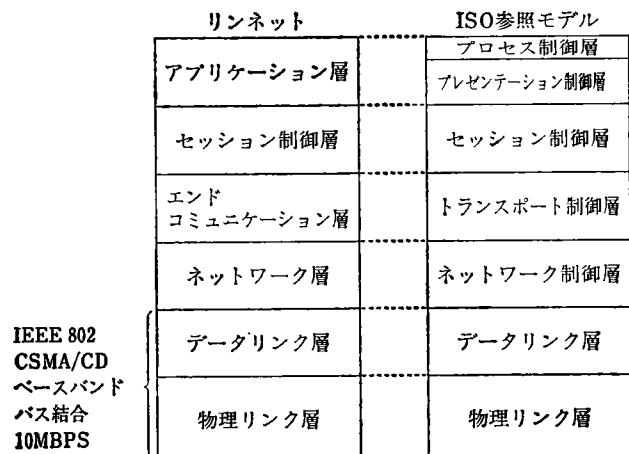


図 3 RINNET LAN のプロトコル

ており、伝達媒体として同軸ケーブル・光ファイバーの2種が選択可能である。

図2にRINNET-Gのケーブル構成例を示す。

また、表1にケーブル仕様の概要を示す。

ネットワークプロトコルは、ISOの6層OSI標準に準じた層構成を採用しており、下位2層（物理層、データリンク層）はIEEE 802コンパチブルとなっている。（図3）

RINNET-Gでは、多様な情報伝達を可能とするためにコミュニケーションステーションを用意している。

コミュニケーションステーションの機能には、RINNETと一般公衆回線、ディジタルデータ回線等

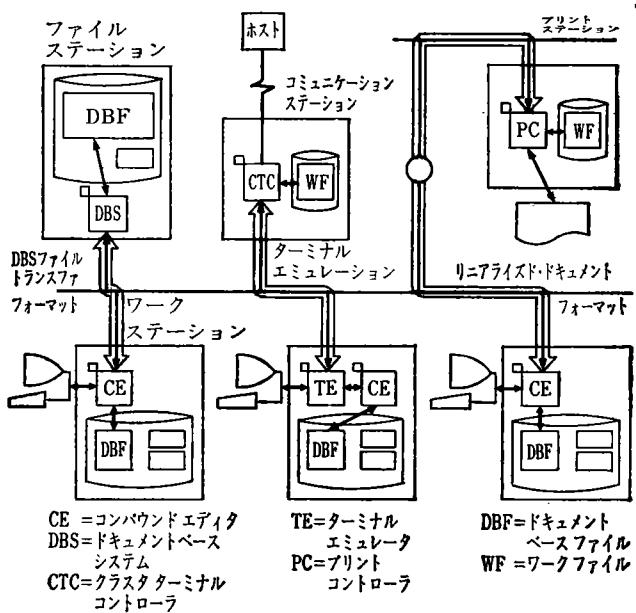


図 4 RINNET 通信フォーマット

とのメディア変換や、他社のLAN・ホストコンピュータとのプロトコル変換等がある。

RINNET-G内では3種の通信フォーマットを用い、またイメージ等の情報量の多いデータは圧縮して伝送するなど最も効率の良い伝送が行える様に工夫がなされている。（図4）

(4) 保管検索

保管検索作業は、ファイルステーションを利用して行われる。

物理的な保管媒体として、磁気ディスク（0.45～7.2 G バイト）と光ディスク（2.6～83 G バイト）が選択できる。

保管検索ソフトとして、文書ホルダー型検索とキー項目型検索の2種が用意されている。前者は、従来のオフィス文書体系に沿った保管検索を可能にし、後者は、文書名・作成日・キーワード等の項目による保管

検索に利用できる。

ファイルステーション以外にワークステーションにも小型ローカルファイルが接続されており、同一機能が利用できる。

表2にRINNET-Gを構成する各ステーションの詳細仕様を示す。

図5にRINNET-Gの拡張性を示す例として、複合

表2 RINNET のステーション仕様

構成	仕様
ワークステーション <p>ワークステーション</p>	<p>ハードウェア</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ CPU 80286デュアルプロセッサ イメージ処理専用プロセッサ ■ 主記憶 6.5MB RAM(MAX 10MB) ■ 補助記憶 8"両面倍密度1MBフロッピー, 5 1/4" 20MBハードディスク(MAX 40MB) ■ 入出力 300dpi・2秒/A4スキャナー, 150dpi A4フルページCRT キーボード, マウス(3ボタン) ■ LAN I/F IEEE802コンバチブル <p>ソフトウェア</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ OS MP/M-86 ■ 言語 C ■ パッケージ ドキュメントベースシステム, コンパウンドエディタ ■ フォント 8P～24P明朝・ゴシック, 印刷書体(4種)
プリントステーション <p>プリントステーション</p>	<p>スキャナ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 方式 A3プリント, CCD読み取り ■ 解像度 300dpi ■ 読取速度 2秒/A4 <p>プリンタ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 方式 レーザー電子写真 ■ 解像度 300dpi <p>コントローラ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ CPU 80286プロセッサ ■ 主記憶 4MB RAM(MAX 8MB) ■ 補助記憶 8"両面倍密度1MBフロッピー 5 1/4" 20MBハードディスク ■ フォント 8～24P明朝, ゴシック 印刷書体(4種) <p>メイルボックス</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ピン数 20ピン/BOX ■ BOX数 MAX 3BOX ■ ストック量 100枚/ピン MAX A3
ファイルステーション <p>ファイルステーション</p>	<p>プロセッサ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ CPU 32bitプロセッサ ■ 主記憶 1MB(MAX 2MB) <p>磁気ディスク</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 固定ディスク 450MB/台(MAX16台) ■ 交換ディスク 200MB <p>光ディスク</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 方式 DRAW ■ 容量 2.6GB/枚 MAX32枚(オートチェンジャー使用時)
ファクシミリ用 コミュニケーション ステーション <p>ファクシミリ用 コミュニケーション ステーション</p>	<p>プロセッサ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ CPU 80286プロセッサ, 通信制御専用プロセッサ ■ 主記憶 2MB RAM(MAX 8MB) ■ 補助記憶 8"両面倍密度1MBフロッピー 5 1/4" 20MBハードディスク(MAX 40MB) ■ 対向機 GI～GIII FAX ■ 回線数 1回線(MAX4回線)
他LAN及び コンピュータ用 コミュニケーション ステーション <p>他LAN及び コンピュータ用 コミュニケーション ステーション</p>	<p>プロセッサ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ CPU 16ビットプロセッサ ■ 主記憶 256KB(MAX 4MB) ■ 補助記憶 5 1/4" フロッピー 5 1/4" 10MBハードディスク ■ 通信パッケージ RINNET LAN間通信 IBM3780, 3740, 3270エミュレータ

事業所間の総合ネットワーク、国内外広域ネットワーク構成を掲げる。

次頁以下には RINNET-G の中心ステーションで、ユーザーとシステムの接点であるワークステーションのハードウェアとソフトウェアについて説明する。

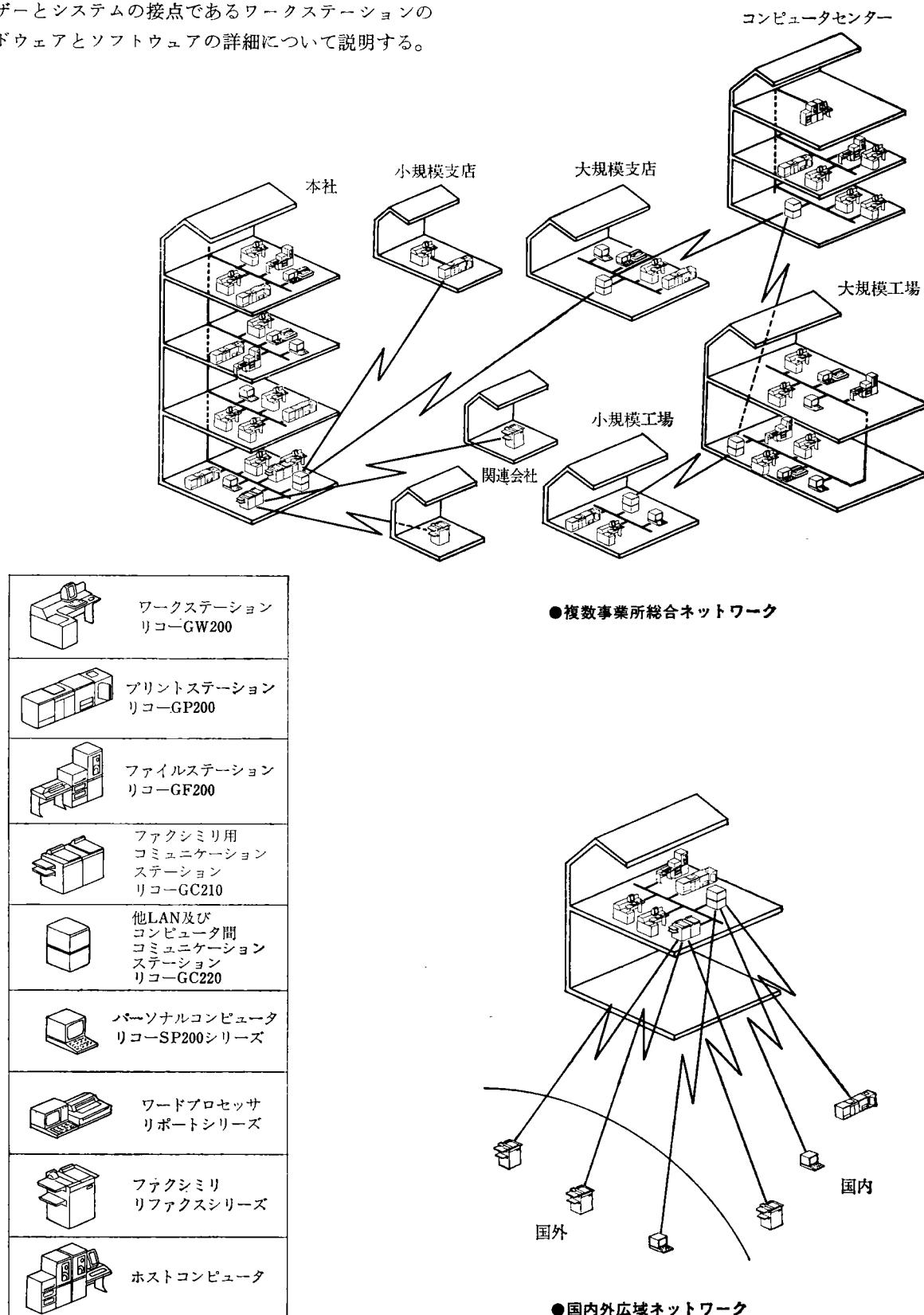


図 5 RINNET の拡張性

4 ワークステーションの詳細

ワークステーションは、図6に示す様なハードウェア、ソフトウェアで構成され、次の様な機能を有する。

- (1) ドキュメント(テキスト、数値、グラフィック、イメージを含む)の入力、作成。
- (2) ドキュメントの表示。
- (3) ドキュメントの編集。
- (4) ドキュメントの一時保管と検索。
- (5) ドキュメントの他ステーションとの通信。

ソフトウェアは、ハードウェアを直接的に管理し、制御する OS・IOCS 部分と、これらを総合的に制御し、上記機能を行うシステムソフトウェア(SIM, DBS, ARC, CE, SE)部分に大別される。この2者は、互いに独立しており、OSとIOCSはメモリに常駐し、システムソフトウェアはディスク内に存在し、必要に応じてメモリにロードされる。アプリケーションソフトは個別用途に合った機能を実現するために作られるもので、システムソフトウェア上に存在する事も、システムソフトウェアを用いず、直接OS, IOCS上に存在する事も可能である。

以下にハードウェア、ソフトウェアの詳細を説明する。

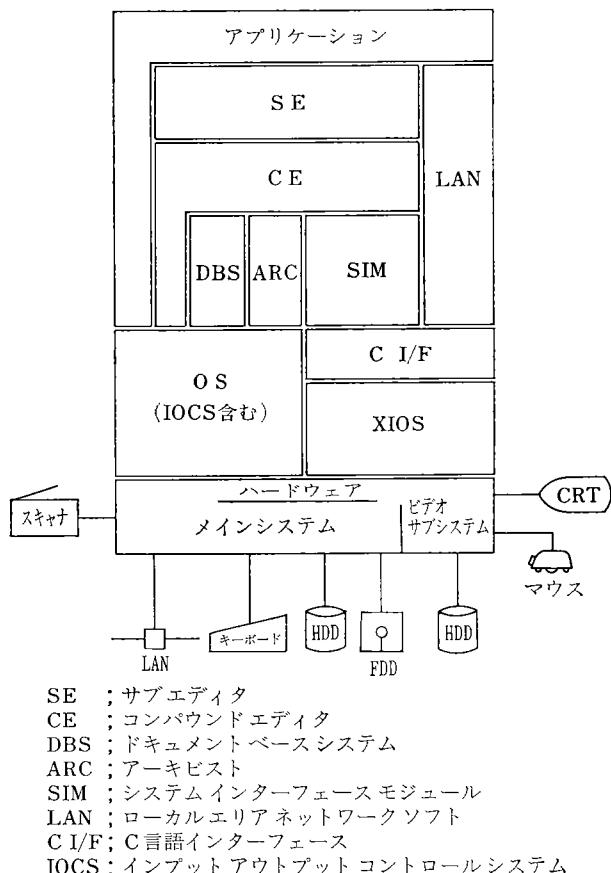


図6 ワークステーションの構造

4-1 ハードウェア

4-1-1 基本構想

ステーションは、多量の画像データ(例えばA41頁の画像データは、解像度300 dpiで約1Mバイト、A3では約2Mバイト)を取扱うため、システムにおける処理の効率化、高速化は非常に重要な課題となる。この課題を達成するため、ハードウェアは次の様な基本構想に基づいて開発を行った。

1. CPUは最新の16ビットスーパーマイクロプロセッサ80286を使用し、処理の高速化を図る。
2. システムは、メインシステムとビデオサブシステムに分割をし、ステーションの作業を分担し、並行処理を行わせる事により処理の効率化と高速化を図る。
3. それぞれのシステムバスは、高速(10Mバイト/sec)で市場性の高い標準バス、IEEE796バス(通称マルチバス)を採用する。
4. 画像編集処理(圧縮、再生、密度変換、変倍、回転)に関しては、専用のハードウェアを用意し、高速化を図る。
5. 各IO制御、画像処理用のPCBは、バスI/F部に1~2ラインのラインバッファを設け、トグル制御を行う事によりデータ授受を高速化し、バスの専有率を下げ、システムの処理効率を高める。

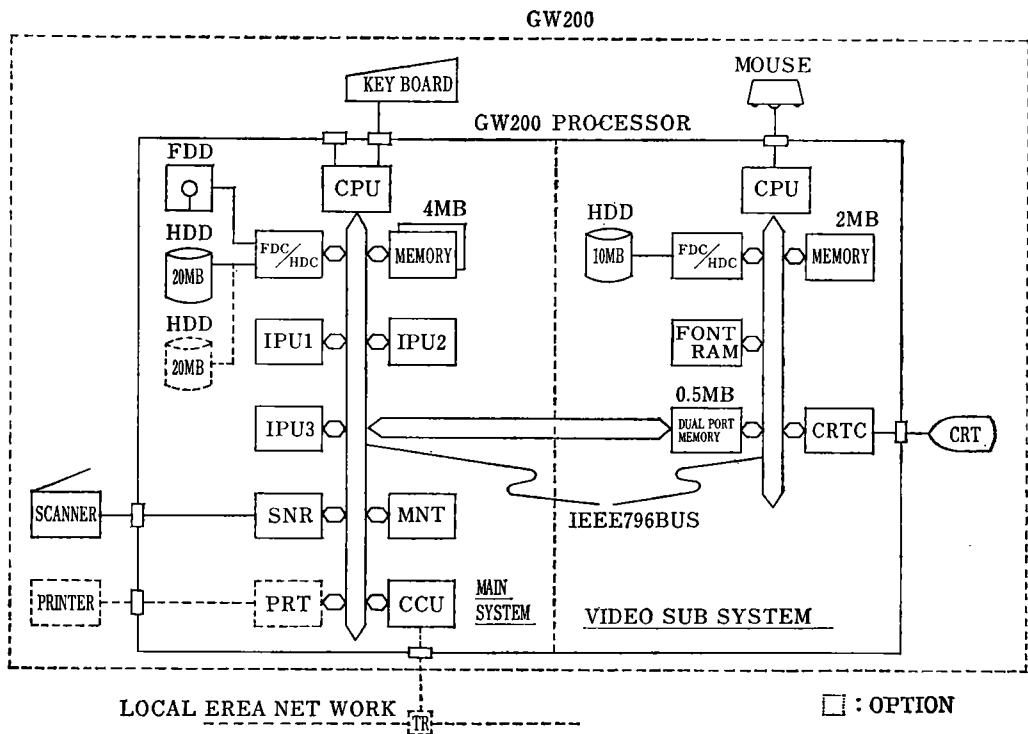
その他実装、メンテナンスに関しては、

1. PCBのバスI/Fは、マルチバスI/Fに統一し、基板サイズをマルチバス標準サイズにする事により、小型化を図り、さらに各ステーションに対して、汎用性、共通性をもたせ、他ステーションの開発効率を向上させる。
2. メモリは256KビットのDRAMを使用し、高密度実装を行う。
3. 市場におけるメンテナンス及び開発の効率を考え、マルチバスの信号を常時モニタリングし、表示し、さらに故障診断機能ももたせたメンテボードを用意する。

4-1-2 構成及び特徴

ワークステーションのハードウェア構成は、図7に示す様にデュアルポートメモリ(DPMEM)を共通メモリとする、デュアルシステム構成となっている。一方はデータの入力、編集及び他ステーションとの通信制御を主機能とするメインシステムであり、他方は表示制御を主機能とするビデオサブシステムである。両システムは、DPMEMを介してデータ及びコマンドの授受を行う。このDPMEMは両システム内で、それぞれのシステムメモリの一部として構成されているため、データの転送を不要とし、転送の高速化を可能としている。

それぞれのシステムは、メインCPUに80286を使用



略語 説明

CPU	セントラルプロセッシングユニット	FDD	フロッピーディスクドライブ
FDC/HDC	FDD/HDDコントローラ	HDD	ハードディスクドライブ
IPU1	イメージ処理ユニット1(圧縮, 再生)	MOUSE	位置指示装置
IPU2	〃 〃 2(変倍, 密度変換)	CRT	カソードレイチューブ (ビットマップディスプレイ)
IPU3	〃 〃 3(回転)	TR	トランシーバー
SNR	スキャナインターフェース		
PRT	プリンタインターフェース		
MNT	メンテナンスボード		
CCU	コミュニケーションコントロールユニット		
FONT RAM	キャラクタバターンメモリ		
CRTC	CRTコントローラ		

図7 ワークステーションのハードウェアブロック図

し、各 IO 制御にも CPU を配置したマルチプロセッシング構成をとり、メインシステムは、300 dpi の解像度の画像編集を行い、ビデオサブシステムは表示品質に重点を置き、高解像度のビットマップディスプレイを使用し、150 dpi の表示画像処理を行う。

4-1-3 OS, IOCS

ワークステーションのメインシステムは、OS にマルチユーザ、マルチタスキングの MP/M 86* を使用している。MP/M 86 は 8086 用の OS であり、1 M バイトのアドレス空間と、8086 の有する機能を管理し、制御している。そのため、ワークステーションで必要な 4.5 M バイトのシステムメモリは、1 M バイトのアドレス空間内で処理できる様に、各メモリボードにはバンクセレクション回路を設け、各ボード所有のアドレス空間を変更可能としている。(図 8) また、CPU 80286 は 2 つの動作モードをもっている。一方が 8086 用のモードでありリア

ルアドレスモード、他方が 80286 用のモードでプロテクトモードである。リアルアドレスモードは、プロテクトモード用の一部のファンクションが、使用できないのみ

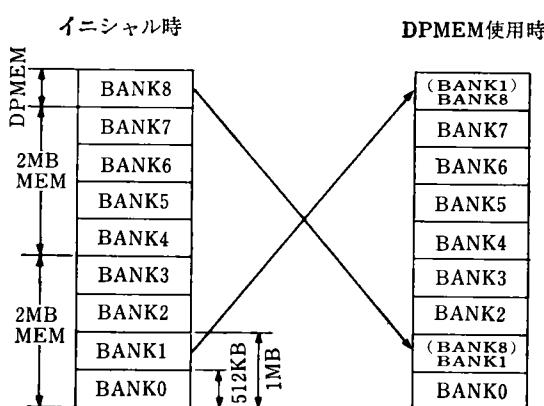


図8 BANK 切換

で、性能は 80286 の性能を持っている。現在はこのリアルアドレスモードで動作している。80286 用の OS としては、Concurrent CP/M 286* を開発中であり、完成時には 80286 をプロテクトモードで使用し、16 M バイトのアドレス空間と、1 G バイトの仮想アドレス空間を管理でき、また 80286 の拡張演算素子 80287 もサポートできる様になり、最大限に 80286 の機能、性能を利用して、処理性能の向上が可能となる。

MP/M 86 は、ターミナルやプログラムからのコマンド制御や、ディスク管理、プログラム管理、I/O 制御などの各機能をもっているが、I/O 制御では、ターミナルやドットプリンタ、ディスク等の制御しか常備しておらず、ワークステーションのものと各種 I/O (スキャナ、画像処理ユニット、ローカルエリアネットワーク、ビデオサブシステム) の制御を行う事ができない。そこでこれら特殊 I/O 制御用のソフトウェア (XIOS と呼ぶ) を開発し、OS の I/O 制御部にリンクし、ワークステーション用の OS としている。

IOCS とシステムソフト、アプリケーションソフトとの I/F は、システムメモリ内の特定エリアに設けられたパラメータブロックを用いて情報の授受を行う。システムソフトやアプリケーションソフトは、このパラメータブロックに IOCS を起動するために必要な情報をセットし、レジスタにパラメータブロックの先頭アドレスをセットした上で、ソフトウェアインターフェースを使用してコマンドを与える。起動された IOCS は、所定の動作を行い終了すると、正常に終了したか、異常終了 (エラー等が発生して強制的に終了) したかのステータスを CPU 内のレジスタにセットして終了する。図 9 にパラメータブロックの例を示す。

IOCS には次の様な制御機能がある。

1. キー入力制御
2. 時計管理
3. マウス制御
4. ディスク制御
5. スキャナ制御
6. 圧縮再生ユニット制御
7. 変倍、密度変換制御
8. 回転制御
9. ビデオサブシステム制御
10. ビデオサブシステム (ウインドウ制御等)
11. LAN 制御

これらのうち、ビデオサブシステムに関しては、後述する。また表 3 にワークステーションで使用する PCB の機能、性能と、PCB に対応した IOCS を示してある。さらに表 4 にユニットの仕様をまとめてある。

LAN 制御の詳細に関しては、別項の論文を参照さ

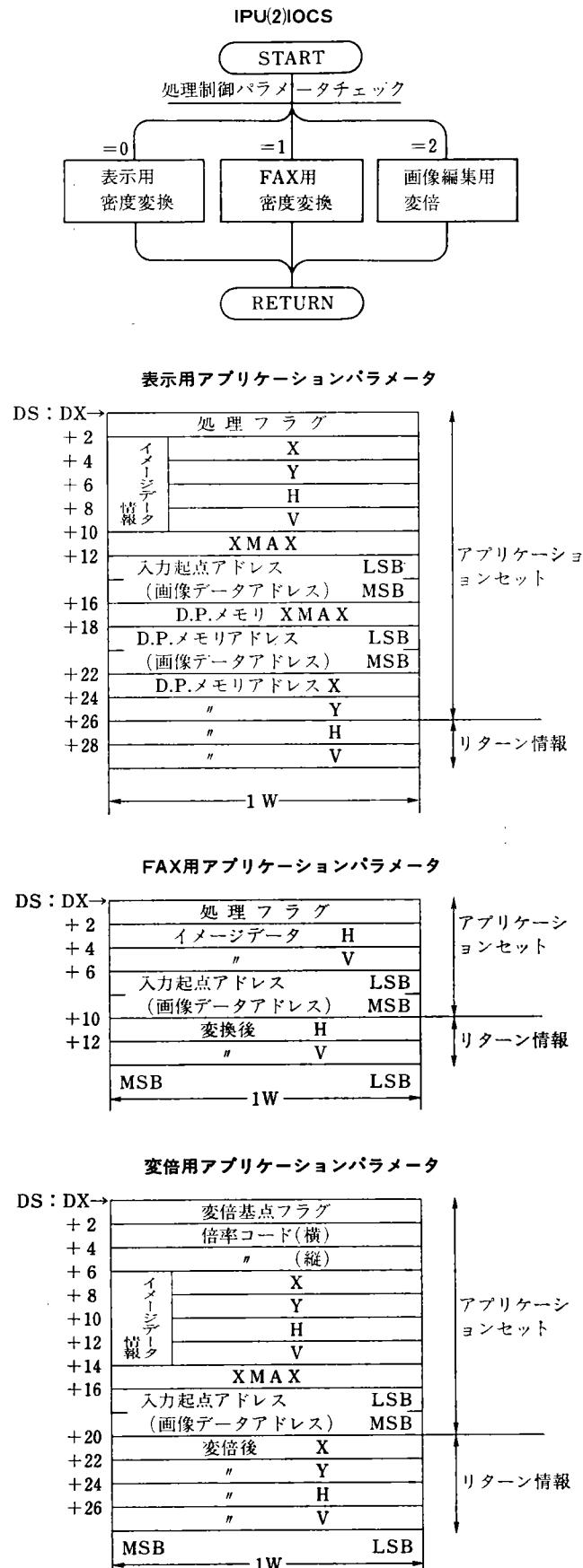


図 9 パラメータブロック例

* DIGITAL RESEARCH INC. の登録商標

表 3 PCB の機能

PCB 名	仕 様	IOCS
CPU	C P U 80286 (6 MHz) 8 MHz 動作可 拡張演算子 80287 (80 ビットフローティング演算可) アドレスバス 24 ビット データバス 16 ビット P I O 24 ビットパラレル S I O RS 232 C 1 チャンネル タイマ 16 ビット 3 チャンネル インタラプト マスカブル 15 レベル ノンマスカブル 1 レベル P R O M MAX 128 KB マウス I/F 有	○キーボード ○キーの読み込み ○割込モードのセット ○ブザー ○ブザー・オン
2 MB MEM	メモリデバイス 256 K ビット DRAM コントローラ 8207 データ記憶容量 8 ビット/16 ビット 2 M バイト (MAX) パリティーエラー検出, 表示, ステータス出力有 バンク切換え 512 K バイト単位 有効エリア設定 64 K バイト単位	○バンクセット ○バンクステータスリード
DP MEM	メモリデバイス 256 K ビット DRAM コントローラ 8207 データアクセス方式 8 ビット/16 ビット デュアルポート方式 記憶容量 512 K バイト (MAX) パリティーエラー検出, 表示, ステータス出力有 バンク切換え 512 K バイト単位 有効エリア設定 64 K バイト単位 I/O ポート 6 ビット×2 ポート F I F O 16 バイト×2	
FDC/HDC	インターフェース 8" 両面倍密度 FDD 8" 片面单" FDD 5.25" ウィンチエスタ HDD コントローラ FDC : MPD 765 A HDC : WD 1010-05 8089 I/O プロセッサ DMA バス I/F バス I/F 内部バッファ 16 K バイト ドライブ数 FDD MAX 4 台 HDD MAX 2 台	○ダイレクトディスクリード ○ダイレクトディスクライト ○イニシャライズ
IPU 1 (圧縮/再生)	アルゴリズム MH 方式 (オーバーフロー検出付) 圧縮方式 ランレングス/コード変換 再生方式 コード/ランレングス変換 ラインバッファ 512 ワード×2 (トグル制御) 圧縮率 1/10 (CCITT 標準原稿の平均) 1/∞ (ブランクデータ)	○画像の圧縮 ○画像の再生
IPU 2 (密度変換/ 変倍)	表示密度変換 300→100 (ドット/インチ) 300→150 (ドット/インチ) アルゴリズム 論理和法 FAX 用密度変換 12→8 (ドット/mm) 12→16 (ドット/mm) アルゴリズム 規則的サンプリング方式 変倍 0.5~2.0 倍 (0.1 ステップ) オプション変倍 0.1~0.4 倍 (0.1 ステップ) アルゴリズム 1/3, 1/4, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9, 2.5, 3.0 倍 変倍 規則的サンプリング方式 入力バッファ 512 ワード/1 ライン	○表示用密度変換 ○FAX 用密度変換 ○画像の変倍
IPU 3 (回転)	方向 ±90 度, 180 度 方式 パラレル/シリアル変換方式	○画像の回転

表 3 (続き)

PCB 名	仕 様	IOCS
SNR	インターフェース IP 300 専用 C P U 8085 R O M 8 K バイト R A M 2 K バイト D M A 有 ラインバッファ 4 K ワード×2 (トグル制御) 読取サイズ MAX A3 サイズ その他 KEY, 表示制御	○スキャナインターフェース ○スキャナアドレスセット ○スキャナサイズセット ○スキャン ○スキャナ電源オン ○スキャナリセット ○スキャナ表示ランプオン ○スキャナリセット ○スキャナステータスリード ○スキャナキーリード ○スキャンテスト ○ページサイズ表示 ○コピー枚数表示 ○スキャン濃度の指定 ○コピーモードオン ○コピーモードオフ ○コピースタート ○コピーエンド
CRTC	コントローラ MPD 7220 D×2 C R T I/F 17 インチ CRT 切換モード ポートレート/ランドスケープ 表示エリア 1536×2048 ピクセル リフレッシュメモリ 64 K ピット DRAM 容量 390 K バイト グラフィック 直線, 円弧, 角, ぬりつぶり, 点, グラフィック文字 表示方式 ラスタースキャンインターレース方式 解像度 150 dpi 表示サイクル 60 Hz 1画面表示時間 33.4 ms	○ビデオサブシステムソフト (表 4-3 参照)
CCU	C P U 80186 コントローラ 82586 ネットワーク I/F 82501 相当 (IEEE 802 コンパチ) R O M 64 K バイト (MAX) R A M 128 K バイト (MAX) I/F 方式 CSMA/CD 方式 データ転送 10 MBPS (MAX)	
MNT	モニタリング マルチバス全信号, 電圧検出 リアルタイムクロック 3 チャンネル コントローラ RP 5 CO 1 パッテリバックアップ 有, 3 チャンネル独立 設定期制御 SW 年, 月, 日, 週, 時, 分, 秒 表示 マルチバス全信号 制御 SW アドレス 24 ピット, データ 16 ピット, コントロール信号 自己診断 表示, スイッチ有, 16 ピット パッテリ性能 1 week (フル充電時)	○セットタイム ○ゲットタイム

表 4 ユニット仕様

ユニット名	仕 様	
キーボード	タ イ プ	A/N JIS-C-6220
	インターフェース	パラレル (TTL レベル)
	モード	4 モード
	打鍵方法	N キーロールオーバー
	キースロープ	ステップスカルプチャ
	リピート	オートリピート (ファンクション, コントロールキーを除く)
スキャナ	キースイッチ	コンデンサタイプ
	ブザー	1 KHz 内蔵
	方 式	CCD によるデジタルスキャン方式
	サ イ ズ	A3 (MAX)
	画 像 处 理	MTF 補正
FDD	走 查 方 式	原稿固定方式
	解 像 度	300 dpi
	ス キ ャ ン 速 度	150 mm/sec
	タ イ プ	8" 両面倍密度
HDD	記憶容量	1 M バイト (フォーマット時)
	記録方 式	MFM 方式
	転送速度	500 KBPS
	平均アクセス時間	183 ms
	エラーレート	$10^{-9}/bit$ (リカバブルエラー) $10^{-12}/bit$ (ノンリカバブルエラー)
	タ イ プ	5.25" ウインチエスタタイプ
マウス	記憶容量	20 M バイト (フォーマット時)
	記録方 式	MFM 方式
	転送速度	5 MBPS
	平均アクセス時間	85 ms
CRT	エラーレート	$10^{-9}/bit$ (リカバブルエラー) $10^{-12}/bit$ (ノンリカバブルエラー)
	センス方 式	フォトエンコーダ使用 メカニカルセンス方式
	インターフェース	パラレル (TTL レベル)
	スイッチ	3スイッチ
	解像度	16 ドット/mm
CRT	タ イ プ	17" ポートレート 17" ランドスケープタイプ
	螢光体	P 40 白色
	インターフェース	同期信号 TTL レベル ビデオ信号 ECL レベル
	ス キ ャ ン 方 式	ラスタスキャニ方式
	チルト機構	-5 度～+10 度
	解像度	150 dpi
	表示エリア	1536×2048 ドット
	スキャンサイクル	水平同期 64 KHz 垂直同期 60 Hz

れたい。

4-1-5 ビデオサブシステム

ビデオサブシステムの動作は、先ず電源が投入されると、ディスク内に格納されたキャラクタパターンを、約 1 M バイト分 (JIS 第 1 水準に相当する) システムメモ

リ内にロードする。次に CRTC 内のリフレッシュメモリ VRAM をクリアし、表示するためのイニシャライズコマンドを CRTC に出し、終了すると、メインシステムに対してレディーを知らせ、コマンド待ちとなる。

ビデオサブシステムには大きな特徴がある。一つは CRT 制御である。150 dpi の解像度で、A4、1 頁分とアイコン等のシステム制御用エリアの表示で、約 390 K バイトの表示画像を扱う。この画像を表示品質をおとさずに高速に VRAM に転送しなければならない。これはオペレータからの作業指示に対する表示の応答性として操作性に影響する。そこで CRTC を 3 つのブロックで構成する事により高速表示を実現している。1 つ目のブロックは VRAMW である。これは 512 K バイトのメモリと GDC (グラフィックディスプレイコントローラ) で構成され、メモリはシステムメモリの一部として通常は CPU の管理下に置かれ、表示すべき画面対応の画像データを作成する。GDC はグラフィックパターンを作成するのに用いる。第 2 のブロックは、第 1 のブロックと同じ構成であるが、512 K バイトのメモリは表示のみに使用されるリフレッシュメモリで、VRAMD と呼ぶ。ここでの GDC は表示制御のみで、HSYNC, VSYNC, ドットパルス、表示メモリアドレス制御を行う。第 3 のブロックは、CRT I/F とカーソルコントロール部で、ビデオ信号の生成と、カーソルパターンを発生する。この CRTC の動作を図 10 で説明する。通常表示は VRAMD の内容を表示し、VRAMW は CPU に開放されている。メインシステムからのコマンドに従い画面を変更する場合、CPU は VRAMW にその画面のデータを作成する。この間表示は VRAMD を表示している。VRAMW に画面対応の画像データが作成されると VRAMD のマスタ GDC に対して表示の起動を行う。マスタ GDC は、表示サイクルが終了し、次のサイクルがスタートする時点で VRAMW と VRAMD に同時に表示アドレスを送出する。この時 VRAMW は出力モードに、VRAMD は入力モードに設定する。さらにビデオ信号発生部は VRAMW の信号を有効とする。VRAMW は、アドレスに対応したデータを VRAMD とビデオ信号発生部に送る。VRAMD にはそのデータがそのアドレスに対応して書き込まれる。ビデオ信号発生部は、VRAMW からのデータを表示信号に変換し出力する。この動作は表示のタイミングに同期して、1 サイクルの間、VRAMW の内容を表示し、かつ同時に VRAMD に書き込む。この間、カーソルコントローラは、カーソルを表示すべきタイミングでカーソルパターンを OR して出力する。1 サイクル終了すると、VRAMW は切換えられ、再び CPU に開放され、VRAMD は、書き換えられた内容を表示する。この様に、表示画面は約 33.4 ms で書きかえられる事になる。

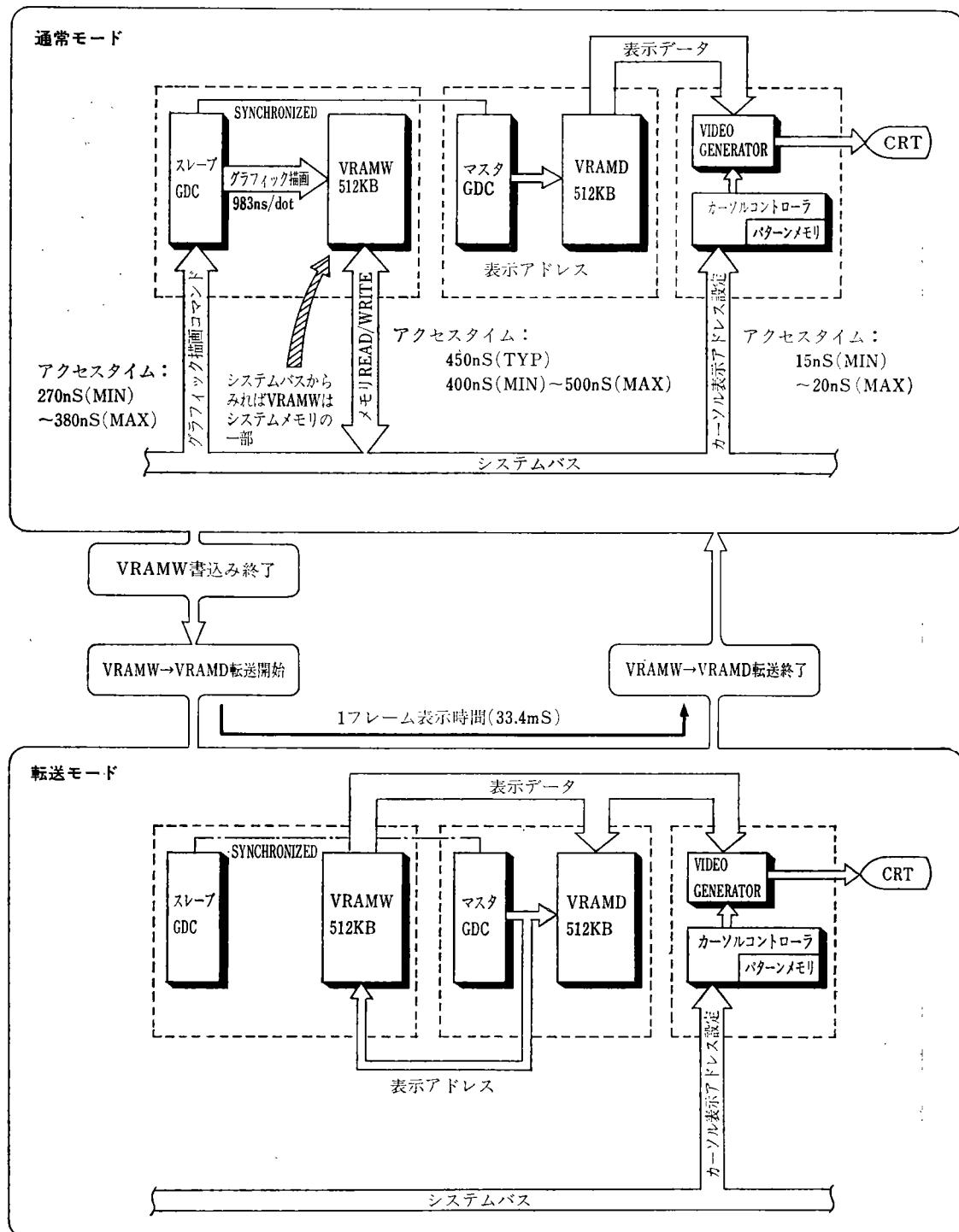


図 10 CRTC 動 作

2つ目はビデオサブシステムの IOCS である。表4-3に IOCS のコマンド一覧を示す。これらの IOCS コマンドは、画面操作の全てを含み、エディティング、カーソル、ドローウィングを可能としている。これらソフトを使用した画面の代表例を図11に示す。表5には示されていないが、PUT TEXT には CG パターンを指示する、フォントやポイント数の情報が含まれている。

ビデオサブシステムの有する CG パターンを表6に示す。

キャラクタパターンはハードディスクドライブ内に全て納められている。パターンとしては和文は、JIS の第1、第2水準をもち、明朝体、ゴシック体をもつ。ポイント数は、8, 10, 12, 16, 20, 24を持ち、計8000文字。欧文は、クーリエ、エリート、レターゴシック、ヘルメス、ローマン(6, 8, 10, 12, 16, 20 ポイント)

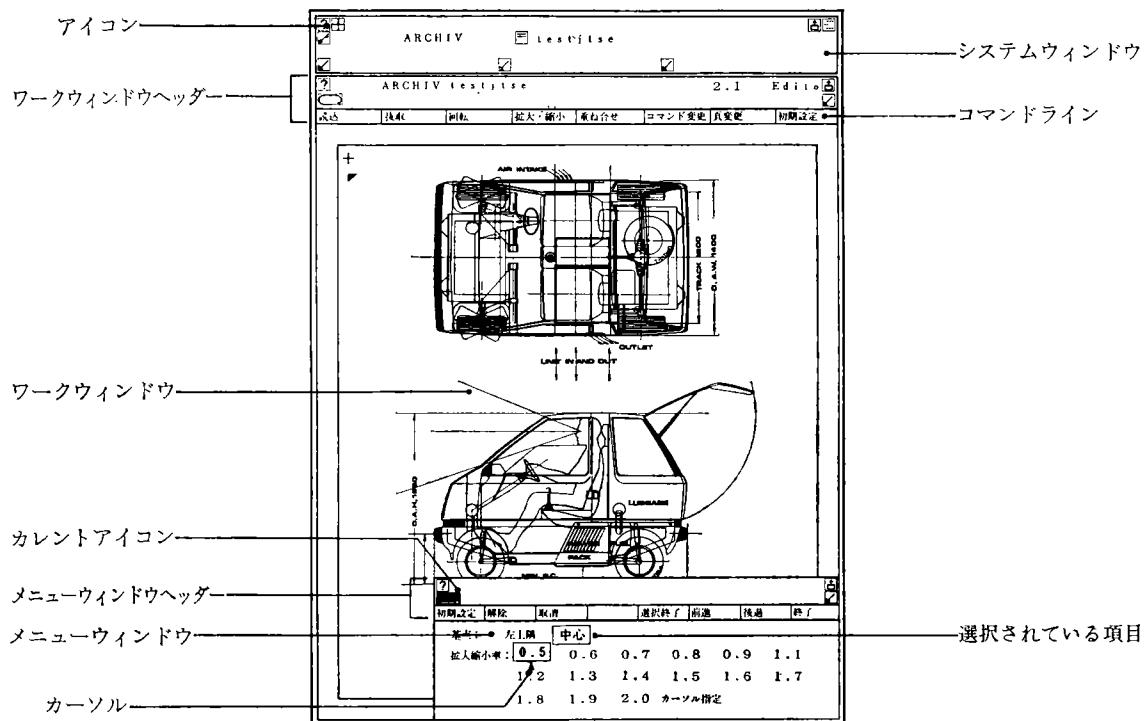


図 11 ディスプレイ表示例

表 5 ビデオサブシステムの IOCS の一覧

(1)ディスプレイ制御		
・Reset Video	・Paint Rectangular Area	
・Define Mode	・Put Text	
・Open Window	・Put Vector	
・Close Window	・Put Image	
・Activate Window	・Enter Drawing Mode	
・Modify Window	・Exit Drawing Mode	
・Get Window Information	・Start Digital Drawing	
・Scroll	・End Digital Drawing	
・Random Scroll	・Start Analog Drawing	
・Get Screen Information	・End Analog Drawing	
・Open Cursor	・Get I/O Status	
・Close Cursor	(2)マウス制御	
・Modify Cursor	・Define Interrupt Mode of Mouse	
・Get Cursor Information	・Activate Mouse Cursor	
・Get All Cursors Information	・Inactivate Mouse Cursor	
・Open Quasi-frame	・Define Shape of Mouse Cursor	
・Close Quasi-frame	・Define Moving Quantum of Mouse Cursor	
・Start Flash	・Get Mouse Information	
・Stop Flash		

表 6 フォントパターンの詳細

	フォント	ポイント	150dpi	
			X * Y(ドット)	バイト
明 朝	4000文字	8	16 * 16	128,000
		10	20 * 20(24 * 20)	240,000
		12	24 * 24	288,000
		16	32 * 32	512,000
		20	40 * 40	800,000
		24	48 * 48	1,152,000
和文	4000文字		計	3,120,000
		8	16 * 16	×
		10	20 * 20(24 * 20)	240,000
		12	24 * 24	288,000
		16	32 * 32	512,000
		20	40 * 40	800,000
		24	48 * 48	1,152,000
	224文字		計	2,992,000
		8	16 * 16	6,112,000
		10	20 * 20(24 * 20)	10,752
		12	24 * 24	10,752
		15	32 * 32(16 * 24)	10,752
		PS	40 * 40(24 * 24)	16,128
欧文	ローマン	6	12 * 19(16 * 19)	8,512
		8	16 * 24	10,752
		10	20 * 24(24 * 24)	16,128
		12	24 * 35	23,520
		16	32 * 47	42,112
	224文字	20	40 * 48	53,760
			欧文合計	512,736
		ICON	36 * 36(40 * 36)	40,320
		ベクトル		40,000
			総計	6,705,056

その他 ICON (24×24 ドット), ベクトルなどあり, TOTAL 7M バイトである。

4-1-6 データの流れ

図 12 にワークステーションの複合文書処理機能を行う時の基本的なデータの流れを示す。これらを総合的に制御するのがコンパウンド・エディタ (CE) やサブ・エ

ディタ (SE) である。以下、複合文書編集を例にとって、ソフトウェア、ハードウェアのデータの流れを説明する。

1) 文字入力

キーボードが押下されると、CPU ボードよりインターフェースが発生し、キー入力の IOCS が起動される。IOCS はシステムメモリ上の所定のキーバッファにキーコード

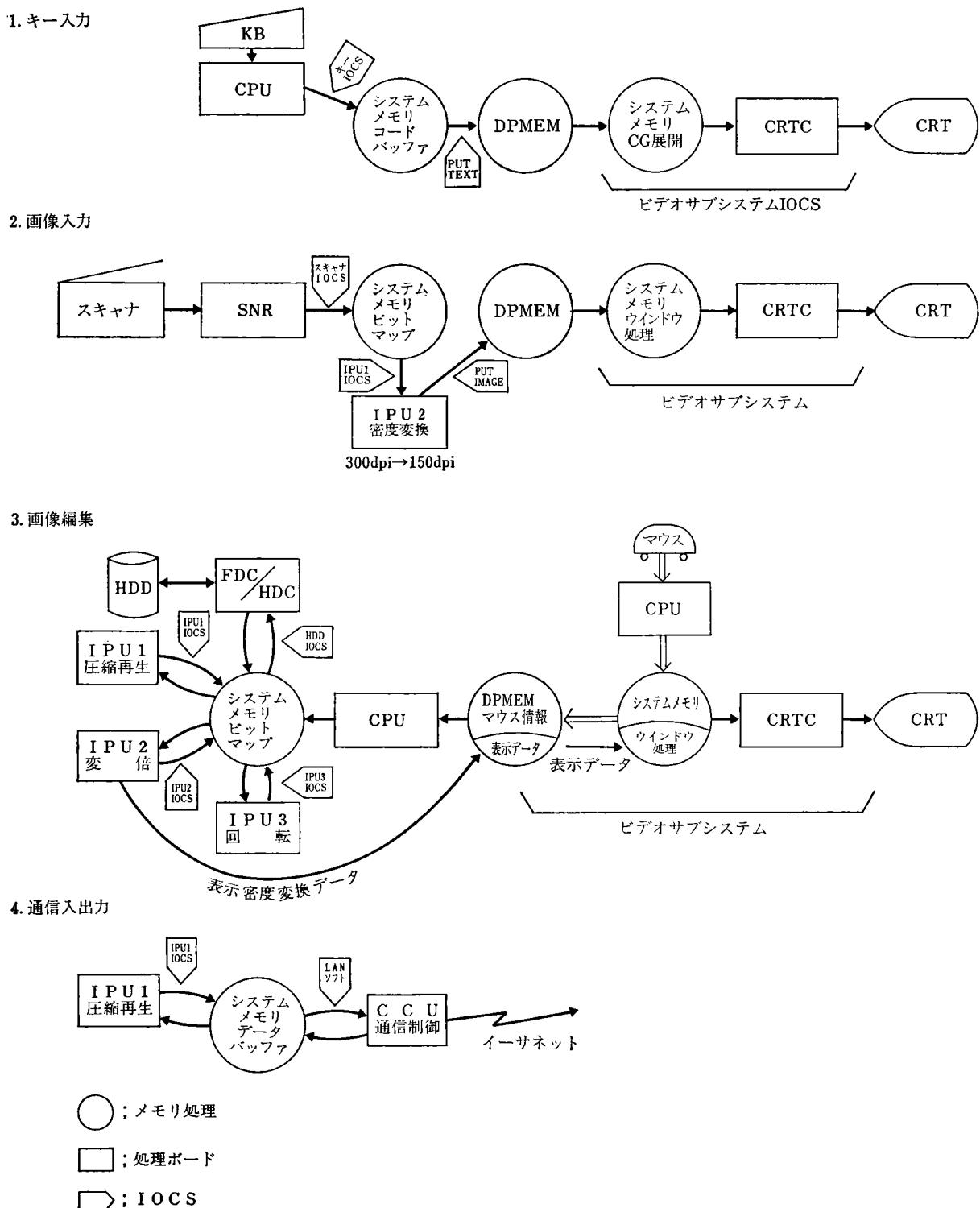


図 12 処理におけるデータの流れ

を格納し、SIM に受けわたす。テキスト編集中は SIM よりテキスト・サブ・エディタにわたされ、必要なコード処理を行う。表示すべきキーコードの場合は、SIM を介して PUT TEXT の IOCS が起動され、表示に必要なフォントやアドレス等の情報とともにキーコードをデュアルポートメモリに格納し、ビデオ・サブ・システムを起動する。ビデオ・サブ・システムはデュアルポートメモリの情報をもとに、所定のキャラクタパターンをビデオ・サブ・システム内のビットマップ・メモリ上の所定の位置に展開する。この時、画面のウインドウ処理が必要な場合は、ウインドウの処理を行い、CRTC へ転送し表示を行う。

2) 画像の入力・表示

CRT 上に表示された画像入力のアイコンまたはメニューが、キーボードやマウスにより選択され、マウスの場合はビデオ・サブ・システムよりデュアルポートメモリを介してインタラプトを発生し、メインシステムの CPU に知らされる。CPU はデュアルポートメモリのマウス情報またはキーからの情報を解釈して、SIM を介してイメージ・サブ・エディタを起動する。イメージ・サブ・エディタはスキャナの IOCS に必要な情報をセットし、読み取り指示を送る。スキャナの IOCS は、スキャナボードのステータスを調べ、異常がなければ読み取りサイズや読み取ったデータの格納場所のアドレスをセットし起動をかける。スキャナボードは指示に従い、スキャナを駆動制御し、300 dpi の画像データを 1 ライン単位でシステムメモリ上の格納場所に置く。終了すると IOCS はステータスを返して終了する。イメージ・サブ・エディタは画像データを事前に決められた領域に入る様に編集処理を行う。表示を行う時は SIM を介してビデオの IOCS を起動し、ビデオの IOCS は IPU2 の IOCS を起動し、表示用の密度変換を行う。IOCS は指定されたアドレスの画像データを IPU2 ボードに指定されたデータ量転送し、表示用の 300 dpi → 150 dpi の密度変換を行い、デュアルポートメモリの所定のエリアに格納し、ビデオ・サブ・システムに対してウインドウ番号やデュアルポートメモリの格納アドレス、表示位置等の情報を PUT IMAGE の IOCS を介して与える。コマンドを受けたビデオ・サブ・システムは、データをビットマップメモリ内に転送し、指定されたウインドウに表示するための処理を行い、CRTC に転送して表示する。

読み込まれた画像の編集を行う場合も画像の読み込み表示と同様で、スキャナ IOCS のかわりに IPU1 や IPU2 (変倍等)、IPU3 の IOCS が起動されて、メインシステムのシステムメモリ上で処理され、IPU2 の密度変換を介して同様に表示処理される。処理終了時は IPU1 を介して画像を圧縮し、ディスクに格納する。また、ネットワークへ送出する場合は、格納されたコードデータ、

ベクトルデータと圧縮画像データをまとめて、LAN ソフトを起動し、CCU を介してデータが送出される。

これらの動作が、ワークステーションの編集作業においては複雑に組合わされ、機能を実現している。

4-2 ソフトウェア

4-2-1 基本構想

文書の総合処理のために、ワークステーションには高度な文書処理機能が必要である。そのためまず、システムの基本となる文書体系を制定し、これを効率良く編集できる複合文書編集方式 (コンパウンド・エディティング) を確立した。あわせて、電子メールや文書保管検索等の機能を盛り込み、多機能ワークステーションにふさわしいソフトウェア構成とした。

操作面ではアイコンやマルチ・ウインドウ等、先進のユーザー・インターフェース手法を積極的に取り入れたほか、処理の対象を選択してから処理機能を指定するオブジェクト指向のモードレス方式を考案、採用した。オペレーティング・システムやプログラミング言語等の環境についても、将来性、拡張性に配慮している。

1) G シリーズ文書体系

編集や印刷、保管検索といった情報処理の基本的な単位が「文書」である。

オフィスで扱われている書類を無理なく電子化できるよう、章/ページの概念を取り入れた。図 13 は文書体系の概念図である。

ひとつの文書は複数の章/ページから成る階層構造をとる。各ページはフレームと呼ばれる矩形領域の集合として定義する。各フレームは、テキスト (文章)、イメージ (画像)、グラフィック (図形) の各情報のいずれか、または組み合わせとして定義する。

文書情報を格納する文書ファイルは、イメージ情報部とテキスト情報部等を外部記憶装置へそれぞれ記憶できるよう、文書毎に複数ファイルを生成する方式とした。

2) 複合文書編集

文書作成ソフトウェアは、章/ページ/フレーム体系を扱うコンパウンド・エディタと、その管理下でテキストやイメージ等の内容情報を扱うサブ・エディタ群とで構成した。内容情報の処理をサブ・エディタに任せることでソフトウェアのモジュール化をはかり、将来の拡張にも備えている。

複数の文書を同時に見ながら情報の移動、更新ができるよう、コンパウンド・エディタにマルチ・ウインドウ機能を取り入れた。各ウインドウに表示されている文書のいずれにも編集作業を行うことができる。

高精度・高品位な文書作成のために、各エディタとも 300 dpi の座標系で編集処理を行う。テキスト編集ではマルチ・フォント (複数文字種、文字サイズ) と高度な編集機能により、一般の印刷物に近い品質を目指した。

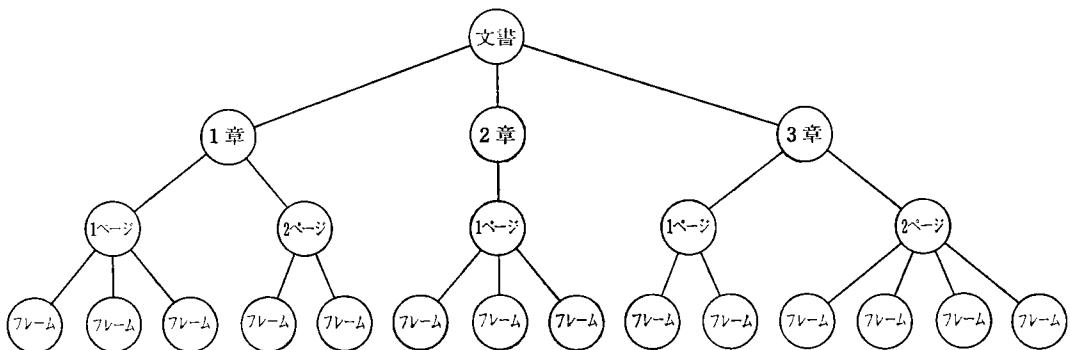


図 13 RINNET の文書体系

3) ソフトウェア環境

オペレーティング・システムには DRI 社の MP/M-86 を採用した。①マイクロ・コンピュータの代表的オペレーティング・システムである CP/M と互換性がある、②マルチ・プログラミングが可能…等が主な選択理由である。一般的なオペレーティング・システムを採用することで、利用者によるソフトウェア開発や流通しているソフトウェア商品の使用を狙っている。

プログラミング言語にはシステム記述言語としても定評のある “C” を使用している。入出力制御等では、アセンブリ言語と併用している。

4-2-2 ソフトウェア体系

図 14 は GW 200 のソフトウェア体系である。ここでは文書処理プログラムが置かれているメインシステムのソフトウェアについて述べる。

オペレーティング・システム MP/M-86 の XIOS (拡張入出力制御部) には、ビデオ・サブ・システムや各 IPU を制御するソフトウェアが組み込まれている。プログラム間の情報交換や同期処理は、基本的にはオペレーティング・システムに依存している。

LAN (ローカル・エリア・ネットワーク) を制御しているソフトウェアは、MP/M-86 下の常駐プログラムとして位置づけた。

SIM (システム・インターフェース・モジュール) はアプリケーション・プログラムを可能な限りハードウェアから独立させるために設けられたサブ・システムである。メニューによるプログラム起動やウインドウの管理、カナ・漢字変換等を行っている。

DBS (ドキュメント・ベース・システム) は G シリーズ文書体系に従った文書ファイルへのアクセス手段を提供している。DBS のユーザーは章/ページ/フレームの論理構造でアクセスが可能で、文書ファイルの物理的な構造には関知しなくて良い。

ARC (アーカイブ) は文書の保管・検索を司るソフトウェアで、DBSと共に GW 200 の文書管理サブ・システムを構成している。文書名・作成者等の書誌情報やフォルダによる分類機能を提供している。

上記の各ソフトウェアは GW 200 の使用状況にかかわらず常時稼動しており、基本ソフトウェアと考えてもよい。これに対して、利用者の要求に応じて稼動するのが次のソフトウェア群 (コンパウンドエディタ、サブエディタ群、アーキビスト、電子メール等) である。

4-2-3 コンパウンド・エディタ (CE)

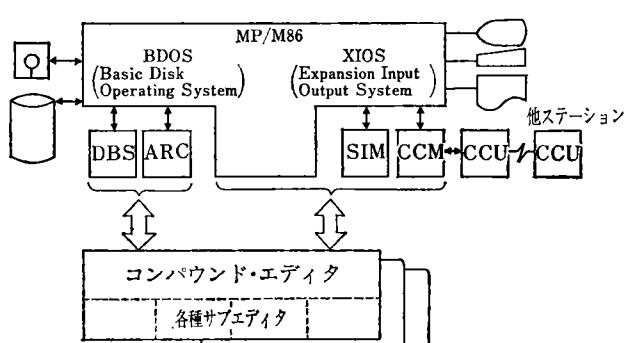
コンパウンド・エディタは、図 15 に示すように、ドキュメント・ベースシステムや各種サブ・エディタと連携して複雑な文書作成・編集機能を提供している。

文書の中にはテキスト、イメージ、グラフィックスなど異なる情報形態が混在している。これらを統一的に処理するためフレーム・コントロールを行っている。コンパウンド・エディタでは次のようなフレーム管理が可能である。

1) フレーム内フレーム

フレーム内には複数のフレームが作れる。またそのフレーム内にも複数のフレームが作れる。

2) ミックスドフレーム



① C C M : Communication Control Modul

② S I M : System Interface Module

③ D B S : Document Base System

④ A R C : Archive

図 14 ワークステーションのソフトウェアブロック図

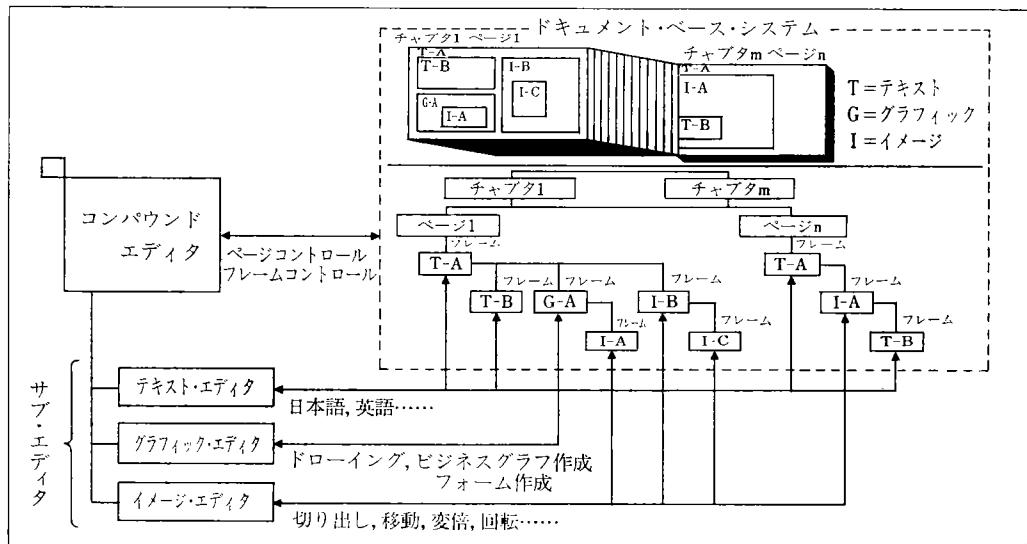


図 15 コンパウンドエディタとドキュメント構造

フレームには和文、英文、イメージ、グラフなどの属性があり2つ以上をミックスすることができる。

3) リンキングフレーム

和文や英文などのテキストデータが1フレームをあふれた時、他のフレームに自動的に流しこむ。

リンクフレーム機能を使用することにより、文書のマルチカラム形態が作成出来る。

4) フローティングフレーム

数式など行をわけると不都合が生じるデータに使われる。フローティングフレームでは、これらのテキストデータに同期して移動が行われる。

5) 共通フレーム

文書の各ページ毎に文書名やロゴなど共通なデータを1回の入力で指定可能なフレームである。

コンパウンドエディタのもとで、実際の各種のエディティングを行うのが、次のサブエディタ(SE)群である。

- | | |
|----------|--------------|
| ① 和文エディタ | ③ イメージエディタ |
| ② 英文エディタ | ④ グラフィックエディタ |

以上4種のエディタの詳細仕様を表7に示す。

4-2-4 アーキビスト

利用者に文書の保管・検索機能を提供するユーザー・インターフェース・ソフトウェアである。LANを経由して他のステーションと文書を授受する機能も持つ。

文書毎に文書名、著者名、作成者名、作成日、分類名称、抄録情報などの書誌情報を記録している。書誌情報は文書ファイルとは別に、アーカイブ・ファイルに一括記録されている(表8)。アーキビストは、アーカイブ・ファイルを対象にして文書の検索、コピー、削除等を行う。

アーキビストは、フォルダ型文書管理機能を備えている。

る。フォルダには複数の文書、複数のフォルダを登録できる。アーカイブ・ファイル毎に自由な階層構造を設定でき、一般的のオフィスでの文書管理体系を移行しやすい。フォルダ自身にもフォルダ名、作成者等の情報が記録できる。(図16)

表7 エディタ仕様

■和文エディタ仕様

- 入力方式
 - ・カナ漢字変換……文節変換
 - ・ローマ字変換
 - ・2ストローク
- 修正
 - ・マウス・キーによる
- 書体
 - 明朝、ゴシック
- 文字の大きさ
 - 8P, 10P, 12P, 16P, 20P, 24P
 - 各サイズ 半角指定可
- 文字に関する機能
 - ・アンダーライン
 - ・サブスクリプト・スーパースクリプト
 - ・文字間変更
 - ・強制文字移動
- 行に関する機能
 - ・ジャスティファイ(左寄せ、右寄せ、センタリング、等間隔)
 - ・リーディング指定
 - ・インデント
 - ・タブ
- 自動編集
 - ・自動改行
 - ・禁則処理
 - ・フィールド指定
- 編集機能
 - ・作成
 - ・変更……文書中の全ての指定した単語等を一度に変更する
 - ・複写
 - ・移動
 - ・削除

■英文エディタ仕様

注：日本語エディタと異なる所を記述する。

文字タイプ・サイズ

- 書体……Times Roman, Typeなど
- 大きさ……6P, 8P, 10P, 16P
- 太さ……Extra Light, Light, 標準 Medium, Bold, Extra Bold
- 型……Italic

行に対する機能

- ジャスティファイド・タイプ

ジャスティファイド…行端に合せて等間配置
ラジックド…行内の単語を行頭から等間配置
ハーフ・ラジッド…行端を一定範囲内に収める

自動編集

- 自動改行

ハイフォーネーションを考慮した単語の区切りで改行する。

■イメージ・エディタ仕様

- 入力方式……スキャナー入力

- 編集方式……マウス, カーソル

- 編集仕様……
 - ・読込
 - ・移動
 - ・コピ一
 - ・削除
 - ・抜取
 - ・回転
 - ・黒塗
 - ・重ね合わせ
 - ・反転
 - ・交換
 - ・拡大・縮小
- 1 … 0.5~2.0
0.1単位でメニュー指定
2 … カーソル指定

■グラフィック・エディタ仕様

マウスの操作により会話型で簡単なイラスト, フローチャート, フォーム等の生成・修正を容易に行なえる。

●基本図形生成

生成できる基本図形は次の通りである。

- ・線 例 — | /
- ・長方形（含む正方形） 例 □□□
- ・三角形 例 △△△
- ・円, 円弧 例 ○○○
- ・メニューに登録したマーク 例 ~~~++

●線の属性

線の属性として, 種類, 太さが指定できる。

(1) 線の種類

- ・実線
- ・破線
- ・点線
- ・一点鎖線
- ・二点鎖線

(2) 線の太さ

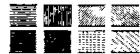
1ドット~32ドット (1ドット=1/300インチ)

●ハッチング表示

マウスで指定した領域についてハッチング表示ができる。

その種類は

●ハッチング (8種類)



●図形作成時 補助機能

図形作成時に, その位置指定をマウスで容易に行なえる様に次の表示機能がある。

(1) グリッド

- ・グリッド表示



の2種類がある。

・グリッド間隔 表示ドット間隔単位で指定できる。

(2) スケール表示

mm単位で指定できる。

表 8 アーカイブファイルの文書情報

1	文 書 名	32文字
2	著 者 名	16文字
3	著者コード	6文字(英数字)
4	作 成 者 名	16文字……アーキビスト が自動的に設定する
基 5	作 成 者 コード	6文字(英数字)…アーキビスト が自動的に設定する
本 6	作 成 日	年、月、日、時、分…アーキビスト が自動的に設定する
項 7	修 正 者	16文字……コンパウンド・ エディタが自動的に設定する
8	修 正 者 コード	6文字(英数字)…コンパウンド・ エディタが自動的に設定する
目 9	修 正 日	年、月、日、時、分…コンパウンド・ エディタが自動的に設定する
10	文 書 分 類 名 称	4文字
11	バージョン	4文字(英数字)
12	文 書 番 号	8文字
13	変 更 情 報	127文字
14	キーワード	127文字 (将来の検索機能で 扱う為のフィールド)
15	抄 錄 情 報	255文字

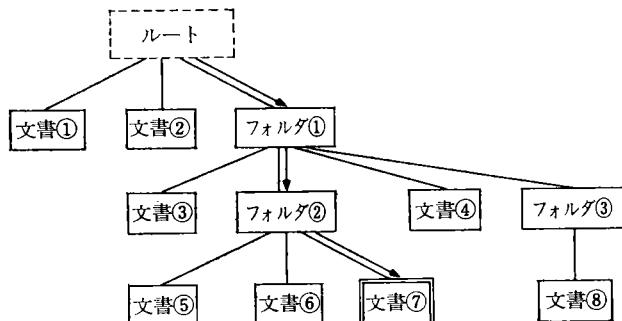


図 16 フォルダ型文書管理の構造

4-2-5 メディア・サービス

プリント・ステーションへの文書印刷指示をはじめとして, 他のサービス・ステーション (ファイルステーション, コミュニケーションステーション) との各種情報交換を行うユーザー・インターフェース・ソフトウェアである。アーキビストとの連携で他ステーション上の文書を印刷することも可能である。他ステーションに依頼した業務の状況問合せ, 経過の画面表示等も行う。

これらの処理における各ステーション間の情報の流れを図 17, 18 に示す。

4-2-6 電子メール

ワークステーション間の電子メール送受信を扱うユーザー・インターフェース・ソフトウェアである。メール文書の作成・発信, 受信・閲覧機能を持つ。メールにはコンパウンド・エディタで作成した文書を添付することもできる。

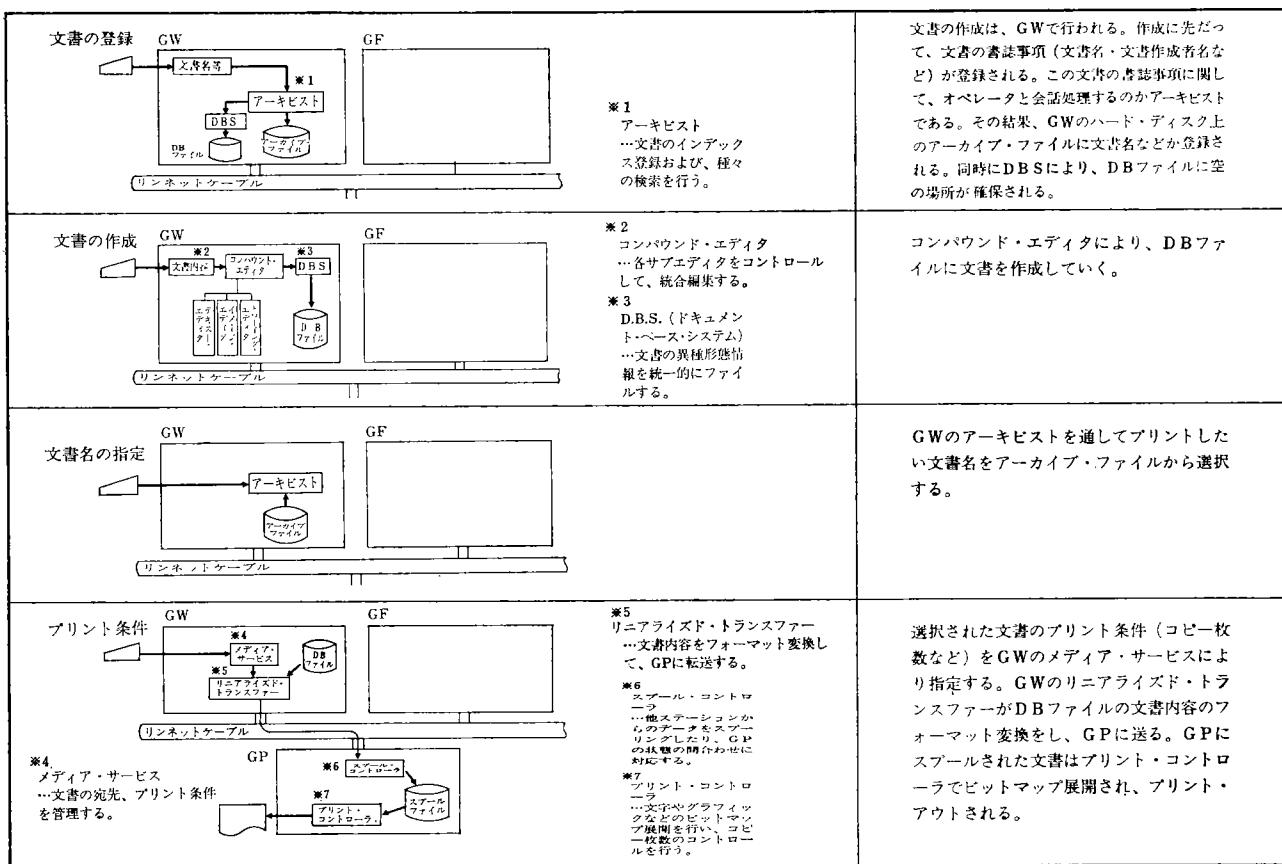


図 17 GW での文書作成/GP への印刷指示

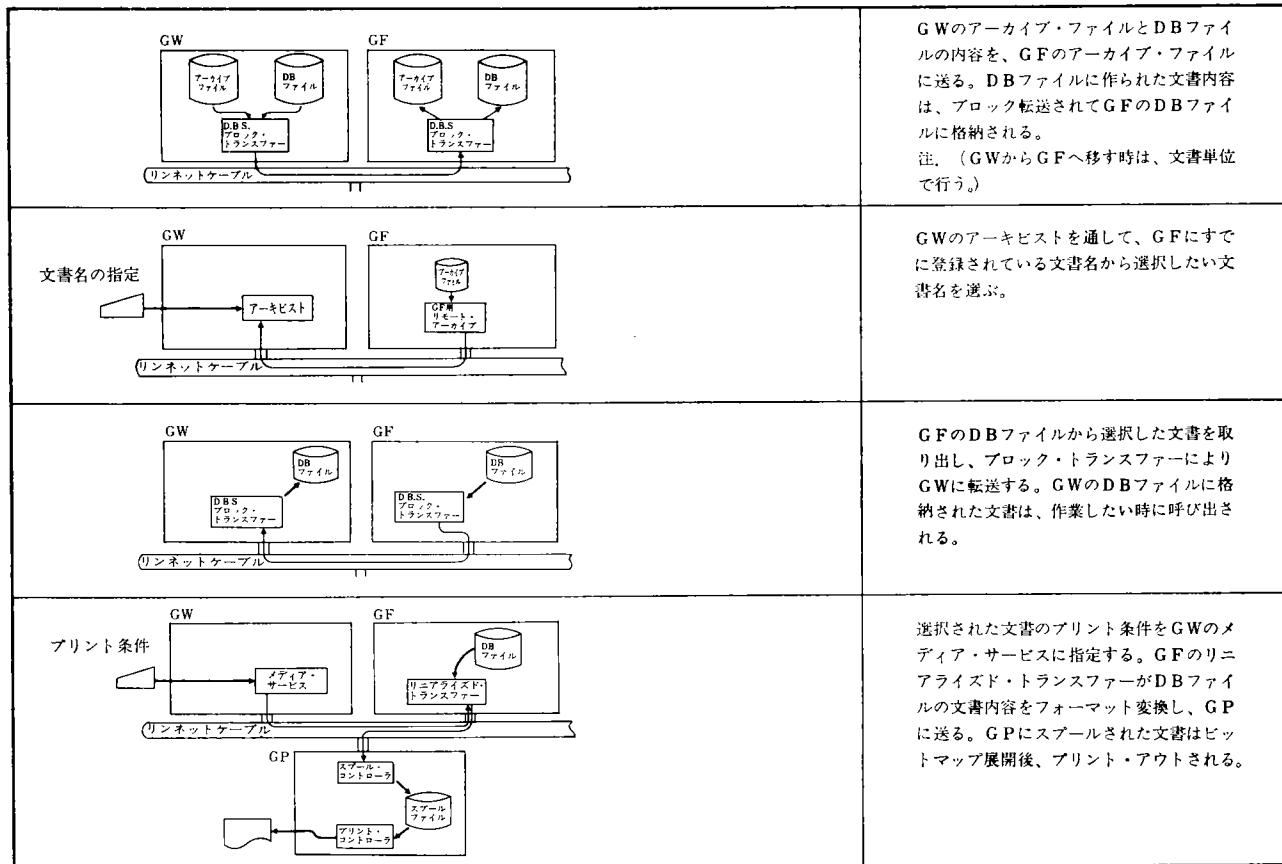


図 18 GF への文書登録/GP への印刷指示

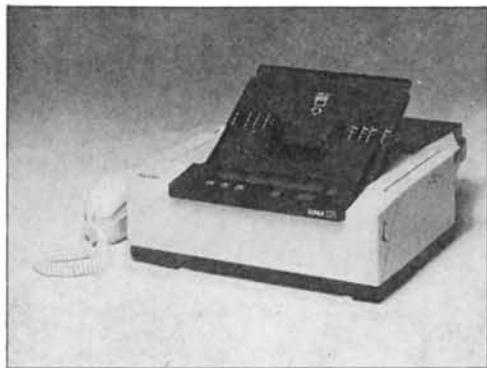
6 おわりに

以上 RINNET-G のシステム概要とワークステーションの詳細に関して説明した。

われわれは RINNET-G をより使い易く性能の優れたシステムとすべく改良を進めているが、近々リリースされるこれら的一部を紹介して本稿を終える。

- (1) 新 CPU (IAPX-286) を活かす新 OS の採用による機能・性能の向上。
- (2) ユーザインターフェースの改良。
- (3) 入出力装置の高性能化。
- (4) 新パッケージ搭載による専用システムの提供。
(RINNET-U シリーズ、R シリーズ)
- (5) ワークステーションローカル機能の充実。
(ローカルプリンタ、ローカル光ディスクファイル)

最後に RINNET-G シリーズ開発に当たっては、社内外の大変多くの方々の御指導、御協力を戴きました。記して深く感謝の意を表します。



超小形高解像G3ファクシミリ RIFAX 121

Ultraminiature High-Resolution G3
Facsimile RIFAX 121

小川 瞳夫*
Mutsuo Ogawa

要　　旨

リファクス 121 は、普及層向に開発された超小形事務用ファクシミリであり、以下の特長を有している。

- 1) 事務用 B 4 ファクシミリとしては、世界最小の容積 18l を達成した。
- 2) 自社開発超高感度感熱記録紙の採用と電子回路の LSI 化により低消費電力の実現と、コピーのハイコントラスト化を同時に達成した。
- 3) 画信号処理用 LSI の開発により、このクラスでは類を見ない高分解能画像が得られた。
- 4) 電々公社の新ファクシミリ網サービス (FICS-2) の技術基準に適合しており、多彩な応用と通信コストの低減が図れる。

ABSTRACT

RIFAX 121 is an ultraminiature, business-use facsimile equipment developed for the general-purpose facsimile market. This equipment has the following features :

- 1) It has attained the machine volume of 18 liters, smallest in the world as the business-use B 4-size facsimile.
- 2) It has achieved the low power consumption and the high-contrast copy image at the same time by adopting the Ricoh-developed, ultra-high-sensitive thermal paper and by implementing electronic circuits in custom-made LSIs.
- 3) It has attained the high-resolution image by developing the LSI for image signal processing.
- 4) It conforms to the NTT's Technical Standard for its New Facsimile Network Service FICS2 and thus can take advantage of a wide variety of applications and the low communication costs offered by the FICS 2 Network.

1 は　じ　め　に

昨今のファクシミリの普及は目覚しく、工業会の生産台数予測は半年で上方修正せざるを得なくなる程、好調

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

に推移している。一方、金額ベースでもファクシミリは、59年度予想を 15.6% 上方修正し、2,337 億円の生産と予測している。こうした生産金額の急増現象は、1) ファクシミリ通信網の整備、2) OA 化の波、3) 生産技術向上、等の周囲環境をみても、しばらく続くものと思える。

こうした電話につぐ大衆メディアになろうとするファクシミリに要求されるのは、1) 高い信頼性、2) 経済性、3) 汎用性であり、RIFAX 121 は、こうしたニーズに対

し、小形高集積技術を満載し、高性能な普及機（リッチなミニ）として提供することができた。

2 装置の概要

表1にRIFAX 121の製品仕様を示す。

RIFAX 121はG3, G2, ミニファクス・モードを備え、ファクシミリ通信網(FICS-2)に接続できる、当社スーパー・ミニシリーズ機の後継機で以下の特徴を有する。

- 1) 従来機に比して画質が良い。
 - ① 送信画質が良い
 - ② 受信画質が良い
- 2) 幅広い汎用性
 - ① 読み取り、記録共に余裕のB4サイズ。
 - ② ダブルオペレーションシステムの採用。
 - ③ FICS-2サービスが受けられる。
- 3) 高い信頼性
 - ① 当社独自の高密度実装技術による部品の軽量化。
 - ② 電子回路のLSI化による信頼性向上。
 - ③ 超高感度感熱紙の開発により、低発熱を達成。

表1 リファクス 121の仕様

形 式	トランシーバ
接 続 回 線	加入電話回線/ファクシミリ通信網II種
結 合 方 式	ダイレクトカプル
線 密 度	主走査 8本/mm 副走査 普通モード 3.85本/mm ファインモード 7.7本/mm
送 信 時 間	約20秒(A4判標準原稿、画像情報のみ、8本/mm×3.85本/mm)[G-IIモード:3分 ミニファクスモード:約3分(A4判)]
走 査 方 式	平面走査
符 号 化 方 式	Modified Huffman Coding (MH方式) Modified READ Coding (MR方式)
変 調 方 式	QAM, PhM, AM·PM-VSB
記 録 方 式	感熱記録
最 大 原 稿 サ イ ズ	259mm×364mm(自動原稿送り装置使用の場合) 259mm×600mm(オペレータ補助の場合)
記録紙カット方式	フリーカット方式
記録紙サイズ	257mm×100mロール 216mm×100mロール
原 稿 給 紙	自動給紙(約30枚)
相 互 通 信	リファクス 9300 FH, 8300シリーズ, 7320 シリーズ, 6300シリーズ, 5320 H, 4300 シリーズ, 3300シリーズ, 2300シリーズ, 1300シリーズ, 1851 S, 300シリーズ, G-III 規格機, G-II規格機(完全自動相互通信可能), ミニファクスII, ミニファクスI
通 信 速 度	9,600 bps/7,200 bps/4,800 bps/2,400 bps (自動シフトダウン式)
電 源	AC 100V(±10V) 50, 60Hz
消 費 電 力	送信時 65W 受信時 120W コピー時 120W 待機時 12W
大 き さ	幅 426mm×奥行 298mm×高さ 143mm (本体のみ)
重 さ	約13kg

4) 経済性

- ① 低消費電力
- ② モディファイド・リード方式の採用による高速伝送。
- ③ 長距離で差が付く、ファクシミリ通信網を使える。

以下本機の特徴である、小形化手段、高画質化手段について述べる。

3 小形化手段

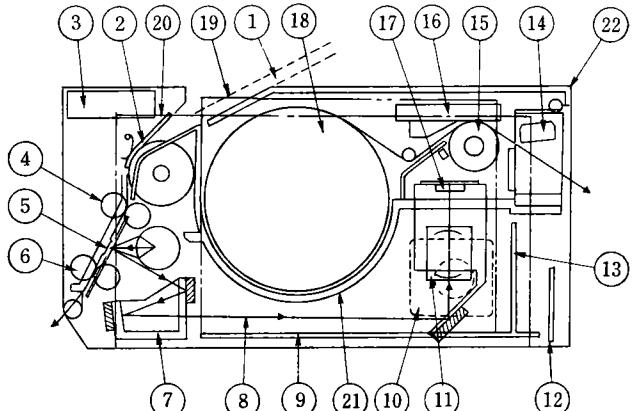
1. システム構成

RIFAX 121の機構部構成を図1に示す。機構部配置の特徴は、1) 2枚のハイリフレクターミラーによる多段屈折法を採用。2) $f=28\text{ mm}$ 超広角レンズの開発、3) ポリカーボネート樹脂採用によるシャーシレス方式である。

本機で採用した多段屈折法では記録紙を囲むように光路を形成することができ、スペース効率を従来比30%改善している。また $f=28\text{ mm}$ のレンズを採用し、従来($f=32\text{ mm}$)比13%のスペース効率を向上できた。

2. 超高感度感熱紙リファクスペーパータイプ100

従来の感熱紙感度に比し、リファクス 121では、感度を約2倍にしている。図2に感熱紙毎の動特性を示す。図から明らかなように、印字濃度 $D=1.35$ に必要なエネルギーは、当社従来品:リファクスペーパータイプ3300



- | | |
|--------------|------------|
| ①原稿テーブル | ⑫NCU |
| ②ADF分離部 | ⑬G2モデム |
| ③オペレーター | ⑭カッター |
| ④スキャナーローラーR1 | ⑮プラテンローラー |
| ⑤読み取り位置 | ⑯サーマルヘッド |
| ⑥スキャナーローラーR2 | ⑰CCD |
| ⑦ミラーブロック | ⑱感熱紙 |
| ⑧光軸 | ⑲G3モデム |
| ⑨FCU | ⑳PSU |
| ⑩駆動モーター | ㉑樹脂フレーム |
| ⑪レンズ | ㉒シャーシレスカバー |

図1 機構部レイアウト

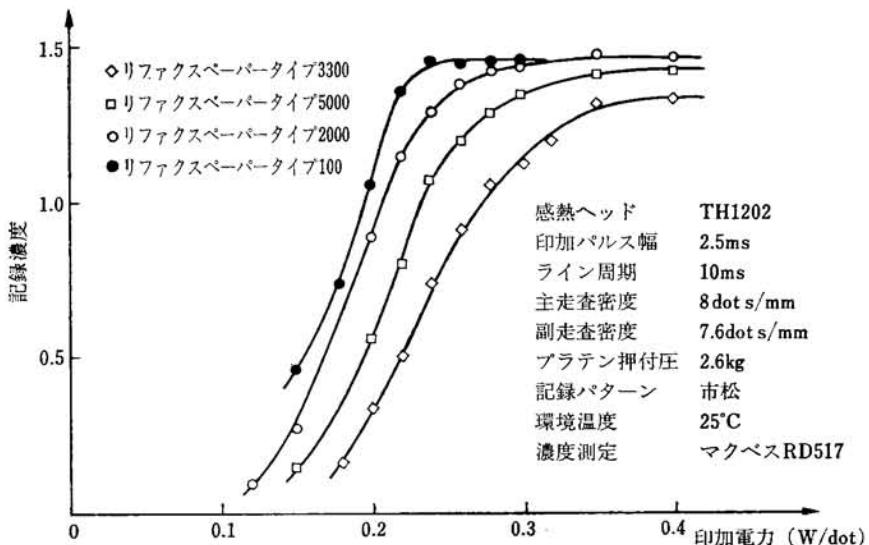


図 2 感熱紙による記録濃度の違い

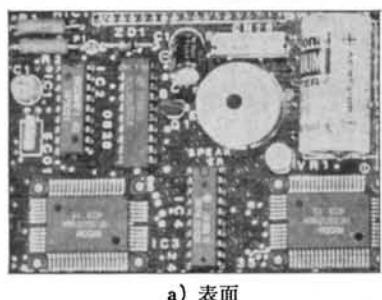
に比して $\frac{1}{2}$ に改良されている。

このことは、印字電源装置の容量を従来の $\frac{1}{2}$ にでき、サーマルヘッドの放熱特性も 2 倍に改善される。

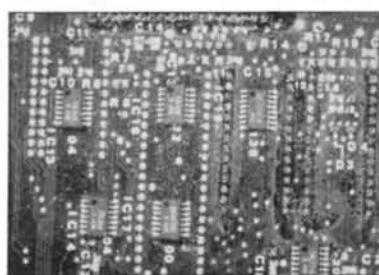
3. 高密度実装

RIFAX 121 の電子回路は全て高密度実装され、従来の片面 DIP IC 実装比 $\frac{1}{6}$ の面積で回路を形成している。

達成手段は 1) チップ部品、SO パッケージ、フラットパッケージ重点採用による部分の小型化 2) 新開発の両面実装技術、3) ピン間 2 本のファイン回路の採用、4) ファクシミリ専用ゲートアレイの開発等である。図 3 はファクシミリ制御回路の実装例を示す。



a) 表面



b) 裏面

図 3 高密度実装例

4 画質改良

RIFAX 121 の他の特徴は、普及機では比類のない高画品質を達成していることである。

第 4 図は本機のシステム構成を示すブロック図である。

本機は、読み取信号を光電変換する VPU (VIDEO PROCESSING UNIT) と画情報の加工 (圧縮/伸張) 及び分配と I/O (INPUT/OUTPUT) デバイスの制御を司る FCU (Facsimile Control Unit) と画情報を記録するサーマルヘッド、オペレータの指示を受け入れ、状態を表示するオペ・ポート、変復調を行う G2/G3 モデム、と回線との接点である NCU (Network Control Unit) から成っている。

1. VPU における画質改善

RIFAX 121 の VPU は、2 ケの画像処理用 LSI と CCD 及び RAM で構成されている。

CCD 出力信号の品質改善として 1) CCD 出力の各ビット毎の感度補正 2) 光源のシェーディング調整を VPP (Video Precessing Peripheral) で行っている。

感度補正手順としては、手順① 図 1 に示す⑤読み取位置に原稿が到来する前に CCD の出力を A/D 変換し、RAM に蓄積する。手順② RAM 内データ (白レベル) に応じて可変利得增幅器の利得を調整し、CCD ビット感度バラツキ及び、光量ムラを補正する。

このようにして得られた光電変換出力は、原稿濃度に忠実な出力レベルとして A/D 変換出力され次段 IPP に供給される。

IPP では、VPP で原稿に対して忠実な波形に整形された画信号を隣接画素との関係で強調補正を行う。以下のこの技法である MTF 補正について解説する。

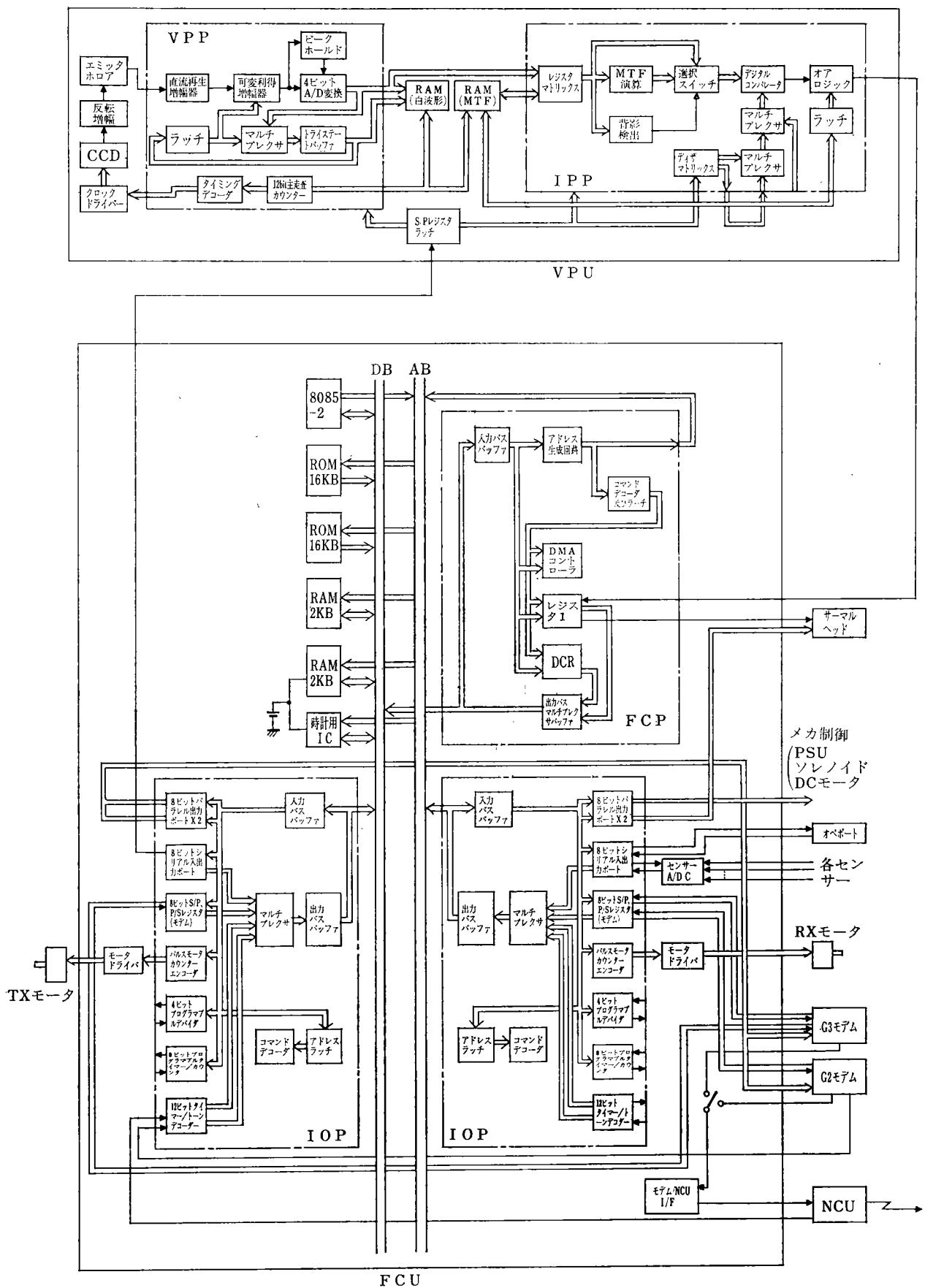


図 4 システム構成ブロック図

MTF 補正

一般に原信号を $f_0(x)$ 、観測信号を $f_1(x)$ 、歪関数を $g(x)$ とすると、 $f_1(x) = g(x) * f_0(x)$ (1)
 (* はコンボリューション)

と表わされる。よって原信号 $f_0(x)$ は

となり、補正関数 $g^{-1}(x)$ を観測信号にコンボリュートすれば原信号が得られる。歪関数 $g(x)$ は、伝達系のインパルス応答を測定することで得られる。MTF 補正とは読み取り装置内の伝達系での空間周波数特性のひずみ $g(x)$ を補って、劣化した画情報信号 $f_1(x)$ を補正することである。

MTF 補正是図4のように 3×3 のマトリックスレジスタを用いて補正を行う。今読み取った各画素の画素濃度を A, B, C…I とし、画素に対して補正を行う場合を考えると、

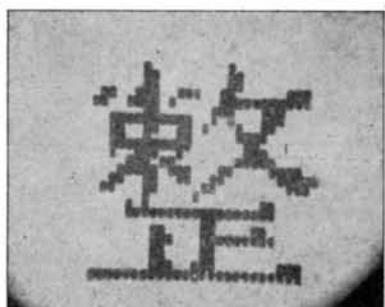
画素Eをそれ自身と隣接する4個の周辺画素($B_1D_1F_1H_1$)による2次元、5要素のコンボリューションフィルタであり、補正関数 $g^{-1}(x)$ としては補正後画素を E' とすると(3)式で表わされるものを採用した。

$$E' = 3E - \frac{1}{2}(B + D + F + H) \quad \dots\dots(3)$$

MTF補正無しの場合と本 MTF補正方式採用時の画像サンプル例を図5に示す。この例で判るように細線の再現性が著しく向上している。また、社内評価の結果、了解度としては、次のデータが得られた。



(a) MTF 補正なし



(b) MTF 補正あり

図 5 画像サンプル

表 2 了解度データ

	MTF 補正有	MTF 補正無し
7.7 l/mm	99.6 %	99.4 %
3.85 l/mm	98.8 %	98.0 %

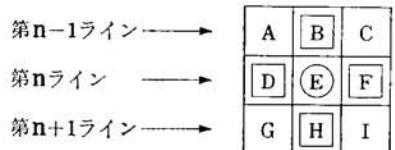


図 6 3×3 マトリクスレジスタ

ハーフトーン・モード

本機は16階調処理が可能である。具体的には、IPPにおいてディザ処理を行うことにより、中間調コピー、または中間調伝送を可能にしている。図7は、本機のディザマトリックスを示すものであり、ディザ1及び2のいずれか一方を選んで使用することもできる。

15	7	13	5
2	11	0	9
12	4	14	6
1	8	3	10

9	8	7	6
10	15	14	5
11	12	13	4
0	1	2	3

ディザ1はドット分散形であり、中間調表現がやわらかい感じになり、ディザ2は、ドット集中形であり、中間調表現がかたい感じになる。RIFAX 121 では、ディザ1を使用している。

このように、RIFAX 121 では 2 ケの強力な画像処理用 LSI で読み取性能を格段に向こして上げる。

前述 VPP 及び IPP の概略仕様は次のとおりである。

- ① 機能 高速 A/D 変換, 高速可変利得増幅, 高速ピークホールド
 - ② 用途 ファクシミリ・スキャナーの波形整形
 - ③ 構造 2層メタル Al ゲート Bi-CMOS
 - ④ 外形 60ピンプラスチックフラットパッケージ
 - ⑤ リニア部ブロック図 図 8 参照
 - ⑥ 電源電圧 $+5V \pm 6\%$
(推奨) $-5V \pm 6\%$

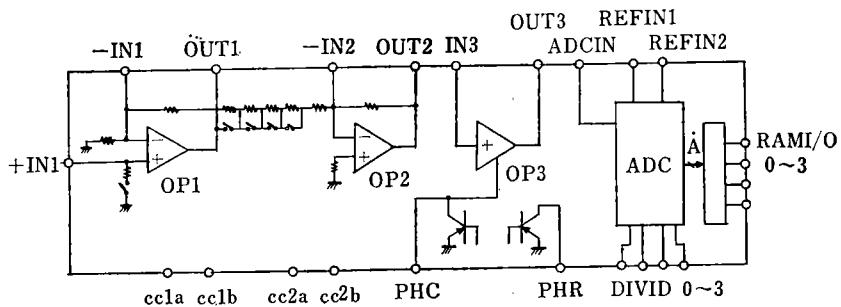


図8 ブロック図 vpp アナログ部ブロック図

IPP

- ① 機能 MTF 補正, 中間調ディザマトリクス, アダプティブスキャンロジック
- ② 用途 ファクシミリスキャナーの画信号処理用
- ③ 構造 シリコンゲート CMOS
- ④ 外形 60ピンプラスチックフラットパッケージ
- ⑤ 電源電圧 5V±10%

2. 記録装置での画質改善

RIFAX 121 は記録装置に超高感度感熱記録方式を採用している。

この記録装置の特徴は

- i) サーマルヘッドの発熱素子にファイン・エレメント形状を採用した。
- ii) 超短パルス記録の実現により, 画像の切れを大幅に改善感
- iii) 感熱紙感度を大幅に改善したことにより, 濃度ムラを無くした。

本機の記録装置心臓部であるサーマルヘッドの仕様は以下のとおりである。

[1] 発熱体仕様

- (1) 有効記録幅 (L) 256 (mm)
- (2) 発熱体密度 8 (dots/mm)
- (3) 発熱体総数 (N) 2048 (dots)
- (4) 発熱体寸法 175(I)×100(W) (μm)
- (5) 発熱体抵抗
 - ① ヘッド平均抵抗値 (R) 196~286 (Ω)
 - ② ヘッド内バラツキ (R_o) R±15 (%)

[2] 電気的特性

- (1) 記録条件 (3)~(4) は, R=280 Ωにおける値
 - ① 電源電圧 (VTH) 15 (V)
 - ② 電流 (i) 70 (mA/dot MAX)
 - ③ 印加電力 (P) 0.66 (W/dot)
 - ④ 印加パルス幅 (T₀)

0.54 (msec at 25°C)
0.575 (msec MAX at 5°C)
 - ⑤ 主走査速度 5 (msec/line) at 3.85 l/mm
10 (msec/line) at 7.71/l/mm
 - ⑥ 副走査線密度 7.7 (line/mm)

3.85 (line/mm)

(2) 駆動回路方式及び特性

- ① 駆動回路方式
 - ・2048 ビットのシフトレジスタ, ラッチ及びドライバー回路から構成される。
 - ・8 分割 (256 dots 8)
 - ・1 入力シリアル転送

前記仕様のとおり, 発熱体寸法をファインエレメント形状とし(従来は 275×100 (μm)) 7.7 l/mm 時の副走査分解性能の向上に成功した。また 3.85 l/mm 印字はダブルスキャンの採用で, ソリッドブラックコピーを実現している。

本機では, 超短パルス印字を行っているので, 印字中の記録紙走行による像のボケを完全に無くしている。また短パルス駆動の効果として, 同時印字のビット数を低減しているので, 黒率変化時の負荷変動も軽減でき, 画像の濃度ムラも極限まで抑え込んでいる。

5 幅広い汎用性

RIFAX 121 の他の大きな特徴としては, 原稿範囲, 記録紙サイズ, 設置形態, 適用回線等において, ユーザーの選択の範囲を一段と広げていることが挙げられる。

ここでは RIFAX 121 の新たな接続機能である新ファクシミリ通信網について特長を説明する。

高性能ファクシミリより通信網 (FICS-2) は, NTT が FICS-1 をベースに MF-2 のサービス開始に合わせて 59 年 7 月 31 日に開放した網であり, 次の特徴を有する。

- 1) システムの経済化とサービス地域拡大
 - ① ディジタル化による伝送コスト低減
 - ② 処理装置の大型化による処理コスト低減
 - ③ 端末対応部の小形分散配置による経済的なサービス地域拡大
- 2) 機能拡充, 改善がなされた。
 - ① 情報サービスの提供
 - ② 蓄積機能拡充によるサービス拡充
 - ③ A4 判端末の収容

表3に FICS-1 と FICS-2 の比較を示す。

表 3 FICS-1 と FICS-2 の比較

項目	FICS-1	FICS-2
目的	① ファクシミリ通信網サービスのフィージビリティの検証 ② ユーザニーズの掘り起こし	① サービス地域の全国拡大 ② サービスの拡充、操作性の改善によるサービスの普及、発展
サービス	基本サービス（端末間一般通信）	基本サービスおよび高度サービス、（情報通信サービス、異種端末間通信、蓄積サービス）
収容端末	MF1 (A5)	MF1, MF2, G3 (A4)
システム構成	下位網 成上位網	電話網 蓄積変換装置 (STOC) メッシュ網 電話網 端末対応部 (FCAP) 分散配置、蓄積変換装置 (STOC) および計算機接続部 (FDIC) メッシュ網
処理能力	主要都市のみ対象	全国対象
システムの融通性	ほとんどなし、現状のみ	端末機種増、サービス項目増、ディジタル網対応等可能

表 4 FICS-2 のサービス

項目	概要	1期サービス
基本機能	受付日時・発番付加	受付けた通信文の各頁の先頭に受付日時、発信者番号、頁番号を付加して受信側へ配信する。
	無鳴動自動受信	電話機のベルを鳴動させずに、ファクシミリ受信端末を起動し、自動受信させる。
	自動再呼	STOC から受信端末へ送信しようとして、端末話中等に、遭遇した場合は、呼設定の再試験を行う。
	FAX通知	網から端末への各種通知
	各種通知	網からセンタへの各種通知
	メッセージ通知	端末へのトーン、トーキー
	音声通知	端末仕様（画面サイズ・線密度・制御手順）の異なる機種間の通信を行なう。
	画面変換	受信端末への出力待ち行到の先頭につなぎ、一般の呼より早く通知文等を出力する。
	優先出力処理	押しボタン電話機の操作により、FAX 網加入者の短縮ダイヤルを TS-FX の加入者ファイルに登録する。
	PB入力短縮ダイヤル登録	マークシート（ガイドライン付数字）入力により、FAX 網加入者の短縮ダイヤルを TS-FX の加入者ファイルに登録する。
エンド・エンド	FAX入力短縮ダイヤル登録	FAX 端末からのマークシート入力をコード形式でセンタに渡す。センタからの情報を画情報に変換して出力する。
	パタン/コード、コード/パタン変換	通常の1対1通信であり、一般ダイヤル接続と短縮ダイヤル接続がある。
	一般通信	同一内容の通信文を複数の受信端末へ配信するもので、宛先指定法に個別指定とグループ指定がある。
	同報通信	受信側からパスワードを照合することにより、特定の加入者のみが受けられるようにする。
センタ・エンド	親展通信	本サービスを契約し、相互に短ダ登録されたファクシミリ端末間の相互発着信のみを行い、専用網的に使用する。
	閉域接続	着信した通信文を STOC 内のメモリに蓄積しておき、着信側からの要求で受信端末へ出力する。
	ファクシミリボックス	端末から発信して、マークシートあるいは一般通信文を情報センタへ配信する。マークシートはコード情報に変換する。
	エンドツウセンタ通信	センタから発信し、センタ内のコードあるいはパタン情報を、1台の端末へ配信する。
	センタツウエンド一般通信	センタから発信し、センタ内のコードあるいはパタン情報を複数の端末へ配信する。
ネットワークエンド	センタツウエンド同報通信	センタから発信し、親展通信を行う。
	短縮ダイヤル確認	TS-FX の加入者ファイルに登録した短縮ダイヤル番号をファクシミリ画情報として出力させた番号の確認を行う。

6 おわりに

ファクシミリ通信網及び端末の将来動向を図9に示す。端末はまずサイズの種類が拡大し、現在のA4判がB4判に移り、更に多値化、カラー化へと進むであろう。

一方、端末技術の動向は、マイクロ・エレクトロニクスの進歩に伴い、機能達成手段が電子化、高集成化され、より一層の低廉化、小型化が進む。

また、網の容量増に伴って、画像表現の多様化（中間調、カラー）、マルチメディア化も進むものと思われ、今後もこうした先進ファクシミリの要求を取り入れた機種開発を進めて行きたい。

最後に、本ファクシミリの開発に当たって多くの方々に御指導、御協力をいただいたことに深く感謝します。

参考文献

- 1) 熊倉、安達：超高速ファクシミリ装置リファクス8310H；
RICOH TECHNICAL REPORT 8 (1982)
- 2) 江尻他：実時間MTF補正回路によるボケ画像の修正；
RICOH TECHNICAL REPORT 6 (1981)
- 3) 橋本：ファクシミリ通信の技術動向；1984年9月：日本通信技術

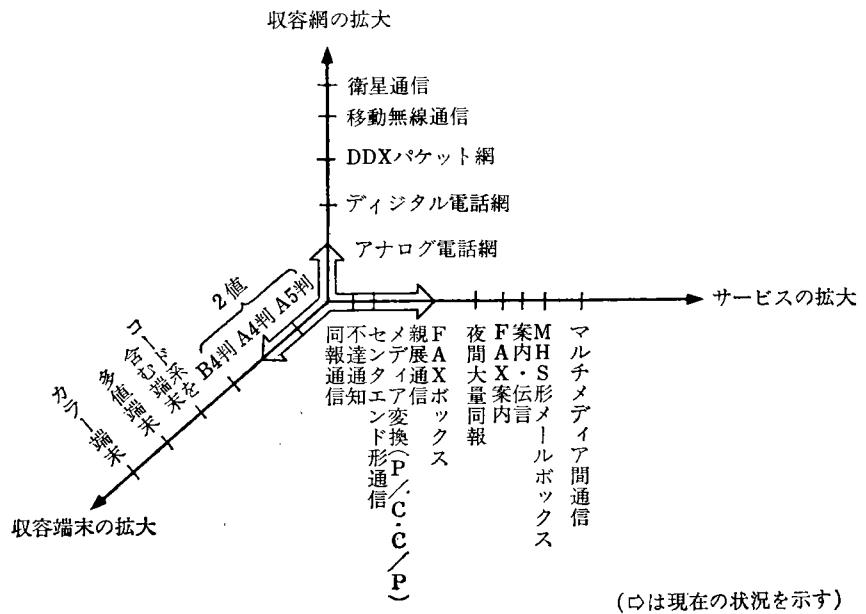
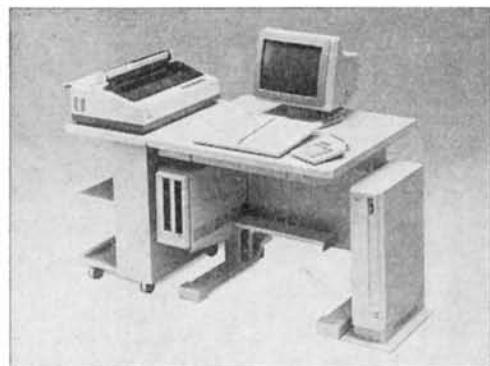


図9 FICSの将来



多機能オフィスコンピュータ リコム6300シリーズ, 7300シリーズ

High-Performance Office Computer
RICOM-6300, -7300 Series

丸山 寿朗*
Toshiro Maruyama

要　　旨

リコーオフィスコンピュータリコム 6300 シリーズ, 7300 シリーズは多機能オフィスコンピュータリコム 3000 シリーズの後継機として開発されたビジネス用のコンピュータであり次の様な特長を有している。

- 1) 8 MHZ の 8086 CPU を搭載し, OS には COMPOS と MS-DOSTMV. 2. 11 を採用。
- 2) 720 ドット × 500 ドットのビットマップディスプレイによる高品質な表示画面。
- 3) コンポタイプでコンパクトな 6300 シリーズと拡張性と操作性に優れた 7300 シリーズの 2 本立。
- 4) 豊富な入出力装置と 74 MB × 2 の大容量ディスクにより種々のシステムバリエーションが可能。
- 5) 日本語ワードプロセッサ機能, ビジネスグラフ作成機能をはじめとする統合簡易ソフト・マイシリーズによる非定型業務への対応。
- 6) ワークステーションの接続によるファイル共有マルチシステムの構築。

ABSTRACT

RICOM 6300 series and RICOM 7300 series have been developed to meet the demand for a advanced model of RICOM 3000 series which is known to multi function business computer. Its main feature include;

- 1) A 16 bit micro cpu, 8086 at 8 MHz runs under both COMPOS or MS-DOSTM V 2. 11 operating system.
- 2) High resolution bit mapped display (720 × 500 pixel)
- 3) Two system type are provided, one is compact component RICOH 6300 series and the other is high expandable 7300 series.
- 4) A lot of system application can be supported using various I/O units and high capacity disk upto 74 MB × 2.
- 5) Easy and useful integrated application software called "My Series" which has many functions including japanese word processing, business graphics for non-operational job.
- 6) Multi workstation system provides shared file system.

* 電子技術事業部 設計部
Design Department, Electronics Technology Division

1 は　じ　め　に

オフィスコンピュータ市場はパーソナルコンピュータとミニコンピュータの中間に位置して多機能化, 小型化

低コスト化が著しく進んできている。また、OA の中枢マシンとしてワードプロセッシング、グラフィック、イメージ処理等の機能強化やマルチワークステーション、オンライン通信等のシステム化、複合化が今後とも益々進展していくと考えられる。

このような市場動向にあって、リコム 6300 シリーズ、7300 シリーズはリコム 3000 シリーズで実現した多機能化を更に進める一方で性能の向上、システムの小型化はいうまでもなくソフトウェアの面でもリコム専用 OS である COMPOS にパーソナルコンピュータの世界で主流を占めている MS-DOSTM をプラスすることで汎用性を高め、非定型業務用統合簡易ソフト・マイシリーズの強化、通信ユーティリティーの強化を行いこれらのオフィスコンピュータ市場の要求に十分に応えられるシステムとなっている。

2 システムの特長

リコム 6300、7300 シリーズの特長は以下の通りである。

- 1) コンポーネント思想、積上げ思想にもとづくコンパクトなデザインでコストパフォーマンスに優れたリコム 6300 シリーズと大容量ディスクや高速日本語プリンタが選択可能な拡張性重視のリコム 7300 シリーズの 2 シリーズによりユーザの用途、規模に適用したシステム作りが可能。
- 2) リコム 3000 シリーズに比べて CRT の表示速度で 2.2 倍、IPL メニューロード速度で 1.6 倍等のスピードアップで総合性能 1.5 倍のパフォーマンスを実現。
- 3) 豊富なユーティリティや強力なマルチジョブ機能など高度な機能をもつリコム専用 OS である COMPOS により販売管理、財務管理等の定型業務に威力を発揮す

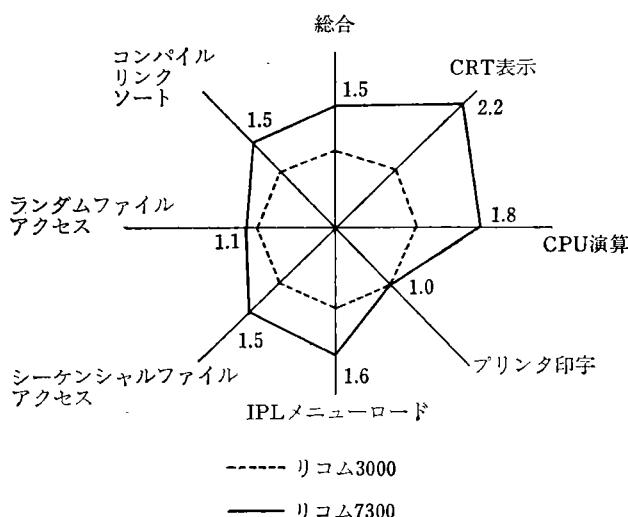


図 1 リコム-3000 シリーズとの性能比較

るとともに汎用 OS である MS-DOSTM をプラスすることで BASIC 言語が使用でき、流通ソフトの利用も可能となる。

4) 手書 OCR 装置、ID カードリーダ、バーコードリーダ等の入力装置と組合せて数々の複合システムが容易に構築できる。

5) 本シリーズには最大 3 台のワークステーションが接続できるが、このワークステーションにフロッピーディスク装置を接続することでオフライン処理が可能となり、更に固定ディスク装置を接続すればリコム 6300 にレベルアップできる。

6) 統合簡易ソフトウェア「マイシリーズ」や MS-DOSTM 下の GW-BASIC によりパーソナルコンピュータ並みの手軽さを実現。

3 ハードウェアの構成

図-2 にリコム 7300 のマルチワークステーションシステムの構成図を示す。リコム 6300 のマルチワークステーションシステムも同様なシステム構成となるが、両者の違いはワークステーションの接続台数とオプション I/O 装置の接続条件および固定ディスクユニットの大きさと容量なのでここでは省略する。

リコム 7300 シリーズはキーボード装置とプリンタ装置の組合せにより 3 機種 15 タイプ、リコム 6300 シリーズは 2 機種 12 タイプの合計 5 機種 69 タイプの豊富なバリエーションが用意されている。

3-1 基本処理装置

リコム 7300 シリーズと 6300 シリーズのハードウェア回路は固定ディスク部を除いて共通化が図られており、このハードウェア回路部には省電力化と高密度のために 6 種のカスタム CMOS ゲートアレイや PLA 素子を積極的に採用し、リコム 3000 の回路と比較してプリント板の使用枚数を半減することに成功している。

1) CPU 部

- 16 ビット CPU 8086 の 8 MHZ バージョンを中心として
- バイト転送とワード転送がチャンネル毎に指定でき、16 ビットアドレスの汎用 DMA に上 4 ビットのアドレスレジスターを付加することで 1 MB の全アドレス空間の DMA 転送を可能とした 8 チャンネルの DMA コントローラ (リコム 6300 シリーズは 4 チャンネル)。
 - 16 チャンネルのベクター割込みをサポートするインターラプトコントローラ。
 - 16 ビット長の 3 チャンネルタイマ。
 - CRT とプリンタ用の JIS 第一水準の漢字フォントをサポートする CGROM。
 - 自己診断機能を内蔵した 8 KB の IPL ブート ROM。
 - バッテリーバックアップ付きのカレンダー時計。

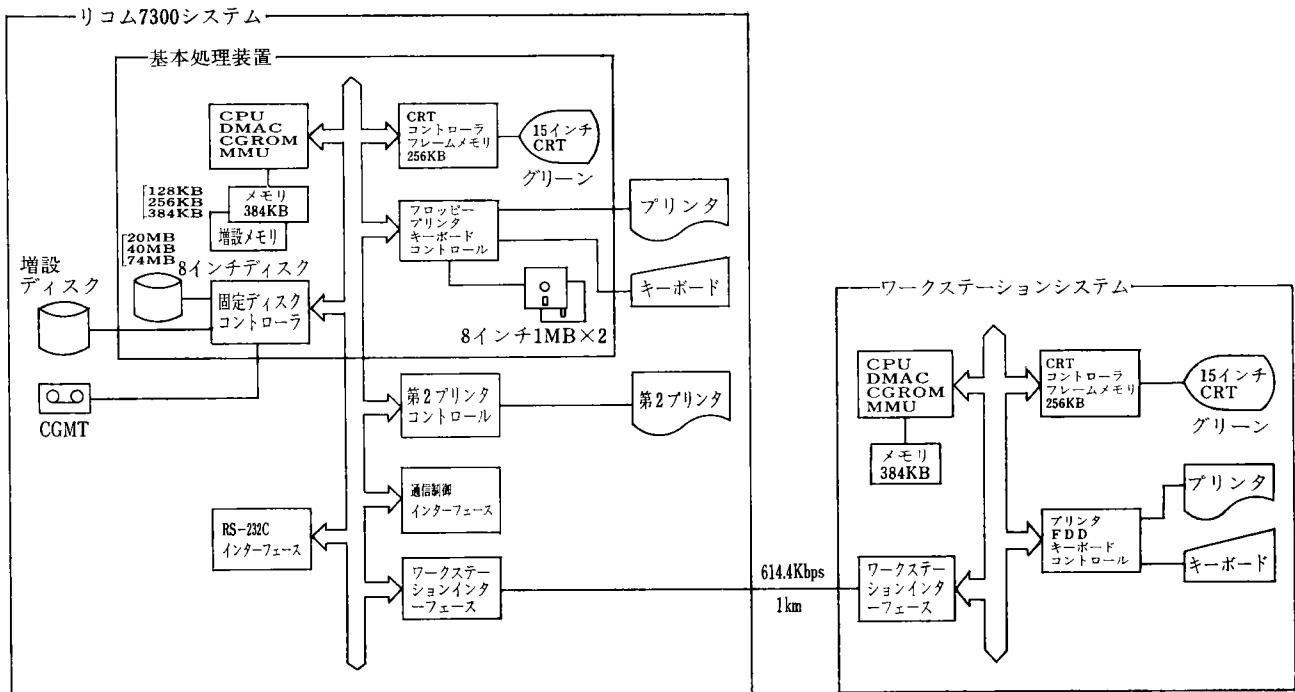


図2 リコム-7300 マルチワークステーションシステム構成図（太線は標準システム）

から構成されており、DMAの転送レートはワードバーストモードで2MBPS、バイトシングルモードで300KBPSの高速性を有している。

2) メモリ部

メモリ部はMMU部、メモリ制御部、ダイナミックRAM部から構成されている。本モジュールの中心となるのはマルジョブ・マルチタスクOSであるCOMPOSを効果的にサポートするMMU部である。図-3にブロックを示してあるが、6ビットのセグメント情報、4ビットのページ情報および13ビットのオフセットアドレスから成る論理アドレスを22ビット=4MBの物理アドレスに変換する機能をもち、アドレス変換用のマッピングRAMには高速のスタライクRAMを使用することで変換スピードをあげている。

また、OSプロテクト、ライトプロテクト、マッピングRAMのノットアサインの合計3ビットのプロテクトビットにより8086が不得意なマルチユーザ環境でのデータ破壊の防止を行っている。

ワークステーションを接続しないベースシステムではOSメモリ256KB、ユーザメモリ128KBの合計384KBが基本のメモリ容量となるが、ワークステーションを1台接続する毎に128KBのユーザメモリの追加が行われる。

3) CRT制御部

720ドット×500ドットのモノクロームCRTを制御する部分でビットマップ方式を採用している。フレーム

メモリは128KB×2の2プレーン構成でワードプロセッシング機能をサポートする場合はA4版の情報を格納することができる。

ビットマップ方式のCRTではフレームメモリーのアクセス単位（8ビットの整数倍で通常は8ビットまたは16ビット）と表示文字のキャラクタサイズが異なっている場合にハードウェアまたはソフトウェアで表示データのシフト操作が必要となり、それなくともビットマッ

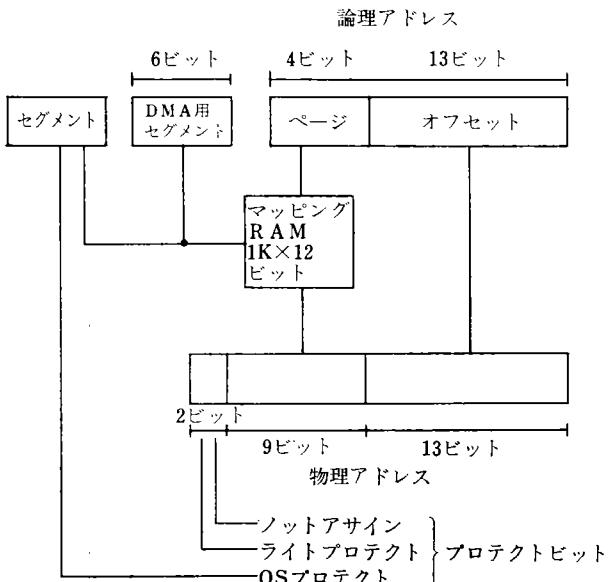


図3 MMUの構成

ブ方式はキャラクタ方式に比べて表示に必要なデータをアクセスする回数が多くなるため高速な画面表示という面からは不利となるのに加え更に時間を費やすことになる。そこでリコム 6300/7300 シリーズではこのシフト動作の大部分をハードウェアで行うこととし基本的にはマスキングライト方式を採用してこの点をカバーしている。これによってリコム 3000 シリーズに比べて、ソフトウェアの I/O コマンドの使用回数を $\frac{1}{4}$ に減らすことができ、結果としてリコム 3000 シリーズの表示速度の 2.2 倍を実現している。

更に表示速度を向上させるためにワードプロセッセッシング機能利用時の画面の横方向のスクロールをハードウェアによりビット単位で行えるようにしており、ソフトウェアはバイトまたはワードでデータを操作するだけであとはハードウェアが行うため、ソフトウェアが行うと時間と手間を要するビット操作を高速化している。

更に画面の上下スクロールを高速で処理するために、2 プレーンを同時にハードウェアで書直す方式を採用した。

4) 固定ディスクコントローラ

固定ディスクコントローラにはリコム 7300 シリーズに使用する 8 インチウインチエスタ型準 SMD インターフェースディスク用とリコム 6300 シリーズに使用する 5.25 インチウインチエスタ型 SD 506 インターフェースディスク用があり、どちらもソフトセクタ用のファーマッタ部を有している。8 インチ用のフォーマッタはビットスライス CPU を使用して、高速なインテリジェント処理が可能となっており、5.25 インチ用のフォーマッタは最新の 1 チップ LSI コントローラを使用し VFO にも外付け部品が少なくてすむ高性能 1 チップ LSI VFO を使用している。どちらのフォーマッタもディスクを 2 台までコントロールすることができる。

ディスクコントローラとメインメモリ間のデータ転送は 1 KB のローカルバッファを介して DMA 転送で行われる。

8 インチディスクコントローラにはオプションでファイルバックアップ用の 20 MB ストリーマ MT を接続することができる。ディスクのいかなる動作についても MT のストリーミングモードを保証するためにコントロールボード内に 8 KB のバッファメモリを持ち 4 分/20 MB の性能を確保している。

5) I/O コントローラ

セントロニクスインターフェースのプリンタをコントロールし、マルチジョブでのスループットを向上させるために印字データを DMA で転送する機能を有する回路、IBM フォーマットの 8 インチ IBM フロッピーディスクを最大 4 台までコントロールし、VFO 周辺のアナログ部分をハイブリッド化し、LSIVFO と共に高信

頼性を確保し、プリンタと同じく DMA でデータの転送を行う回路およびキーボードインターフェースとして半二重 RS-232 TTL レベルを 9600 bps で動作させる回路から構成されている。表-1 にリコム 7300 の基本処理装置の仕様を示す。

3-2 通信制御インターフェース

300 ポーから 9600 ポーまでの V シリーズ モデムがコントロールでき、モデムとインターフェースの間に自動電源コントロール装置を接続することで夜間にホストマシンからの指令で自動的にシステムの電源が制御することも可能となっている。また、AA 型 NCU をサポートするインターフェースと、通信と同時動作が可能な汎用 I/C 装置用 RS-232C インターフェースも付属している。

通信モードは調歩同期をはじめ BSC、SDLC が可能である。

3-3 ワークステーションインターフェース

ワークステーションインターフェース部はサブ CPU として 8085 を使用することでプロトコルレイアまでサポートしてメイン CPU の負荷を軽減しインテリジェント化を図っている。物理インターフェースは RS-422 で、614, 4 kbps の転送レートと途中でアンプすることなく 1 km を保証している。プロトコルは NRZI 付きの HDLC でホストマシンとワークステーション間のデータリンクはポーリング方式を採用している。通信プロトコル用のファームウェアは約 4 KB で、メイン CPU からのコマンドにより、自分がホストになるかワークステーションになるかをセレクトするよう設計してあるので、ファームウェアを含むプリント板をホストとワークステーションで共通に使用できる。

ワークステーションインターフェース側にローカルバッファとして 8 KB 確保しており、これによって大量のデータを転送する場合にはパケットサイズを大きくとれるので転送時間の短縮が図れる。図-4 にホストとワークステーション間のデータリンクプロトコルを示す。

3-4 I/O 装置

1) キーボード装置

リコム 7300 シリーズ、6300 シリーズ共通のキーボード装置として 3 タイプ用意されており、ユーザの用途、熟練度によって使い分けが可能となっている。

SKB はスタンダードキーボードと呼ばれるタイプライタ式の一般的なキーボードで、ステップスカルプチャ型のキー配列、操作角度の可変 (5°, 10°), 10 キー操作時の疲労をやわらげる手のせ台、ANK キー部のキーボードカバーを用意し操作性の向上を計った。

PKB はペンタッチキーボードと呼ばれ専用ペンでシートスイッチを ON/OFF するセンス方式により 432 項目/ページ、3456 項目/ブックの項目数を 10 キー部と分

表 1 リコム 7800 シリーズ基本処理装置仕様

項目		基本処理装置の主な仕様	
中央処理	制御方式	マイクロプロセッサ方式	
	データ長	16 ビット (素子: インテル 8086-2 相当)	
	入出力装置	同時並行制御可能	
メモリ部	ROM	8 KB	
	RAM	384 KB (標準) ~ 768 KB (最大) 64 bit DRAM	
	形式	8 インチ固定ディスク	
	記憶容量	20 MB 40 MB 74 MB	RICOM 7320 RICOM 7340 RICOM 7389
	トラック数	20 MB 40 MB 74 MB	3 ヘッド × 522 シリンダ (= 1,566 トラック) 6 ヘッド × 522 シリンダ (= 3,126 トラック) 11 ヘッド × 528 シリンダ (= 5,808 トラック)
	セクタ容量	20 MB 40 MB 74 MB	256 B/セクタ × 49 セクタ/トラック × 1,566 トラック 256 B/セクタ × 49 セクタ/トラック × 3,126 トラック 256 B/セクタ × 49 セクタ/トラック × 5,808 トラック
	データ転送速度	20 MB 40 MB 74 MB	904 KB/sec 904 KB/sec 904 KB/sec
	アクセス時間 (平均)	20 MB 40 MB 74 MB	25 ms 25 ms 25 ms
	増設ディスク	20 MB 40 MB 74 MB	RICOM 7320 用 RICOM 7340 用 RICOM 7380 用
			1 台迄増設可能
フロッピーディスク装置	記憶容量	1 MB/台	
	接続台数	標準 2 台	
	取扱可能メディア	両面倍密度 (2D) 両面単密度 (2) 片面単密度 (1)	
	アクセス時間 (平均)	182.6 ms	
ディスプレイ部	画面サイズ	15 インチ	
	表示色	グリーン	
	表示文字種	日本語 ANK	7732 字植 160 字植
	表示文字構成	日本語 日本語	16 (横) × 16 (縦) ドット 6 (横) × 16 (縦) ドット
	表示容量	日本語 ANK グラフ	40 字 × 25 行 80 字 × 25 行 720 (横) × 500 (縦) ドット
	表示内容	年・月・日・時・分	
時計部	精度	月差 +30 秒, -300 秒 (-20°C 放置の場合)	
	バッテリー寿命	2 年以上	

離されたほぼ A3 版サイズの小型な本体で実現している。10 キー部を分離したことによりオペレータが任意の位置、角度で 10 キーを操作できるように配慮されている。

TKB はスライド式のタッチキーボードと呼ばれるもののかわりに指で項目シートの下のスイッチを押す方式である。160 項目/ページ、3200 項目/カートリッジの容量をもち、ページのセレクトキーによるマニュアル切替とプログラムによる自動切替が用意されている。カートリッジの自動識別は 63 カートリッジまで可能である。

2) プリンタ装置

プリンタ装置は 6 種類の日本語プリンタと 1 種類のラインプリンタが用意されていて、ラインプリンタだけが

第 2 プリンタとしてしか接続できない。表-2 にプリンタ装置の概略仕様の一覧を示した。

KP 系は押込式トラクタフィード方式による紙送りで 1 インチカットが可能なほか、連帳と単票伝票の交互使用や、紙ホチキス止め多部紙が使用できるなどの特徴を備えている。MP-8000 P は多目的プリンタと呼ばれ元帳、単票の自動給紙機能、はばき、封筒への印字、縦横倍角印字等の他のプリンタには見られない機能を有している。LD 系はシャトルプリンタとも呼ばれ、複数の水平に置かれたハンマー・パンクを左右に振動させながら印字する方式である。LD-150 は動作時の発生騒音を 58 dB (前方 1 m, A 特性) 以下にするため給紙経路の一部

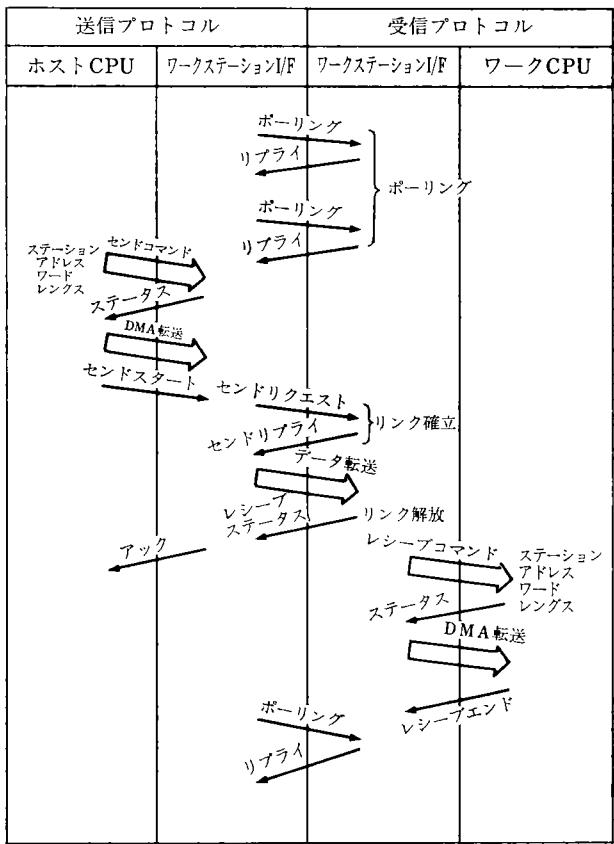


図4 ポーリング中のホストからのデータ転送プロトコル

にマフラー機構をもたせた専用台を用意した。これにより蓋式の防音カバーに比べて場所をとらず操作性も犠牲にしないで同程度の防音効果をもたらしている。

4 ソフトウェアの構成

マルチジョブ・マルチタスク OS である 16 ビット COMPOS はリコム 3000 シリーズで完成されているが

更にワークステーションサポートの強化としてワークステーション OS のホストからのロード機能やフロッピーディスク付きのワークステーションのスタンドアロン機能を追加し、通信コーディリティの強化としても新たに 5 つのコーディリティを追加した。図-5, 6 に基本ソフトウェア体系を示す。

強化された 5 つの通信コーディリティの主な特長は表-3 に示す通りであり、今後も強化をしていく必要のある分野である。

4-1 COMPOS の基本仕様

COMPOS はメモリサイズとして 256 KB を必要とするが、この他にも CRT とプリンタのファームとして 56 KB, IPL ローダとして 8 KB 使用している。

ユーザメモリは 128 KB 単位で 512 KB まで増設可能で最大 4 ユーザ・8 ジョブをサポートする。サポート文字種はハードウエアでサポートしている JIS 第 1 水準の他に

- ① JIS 第 2 水準文字 3384 字
- ② 特殊文字 210 字
- ③ ユーザ外字 630 字
- ④ メーカ外字 90 字

で JIS 第 1 水準文字を含めると 7732 字種となる。フロッピーディスクは 1 ~ 3 台のサポートが可能でメディアフォーマットは IBM フォーマットの 1S, 2S, 2D で、ディレクトリ数は 104 である。

固定ディスクは最大ディレクトリ数が 700 で最大 74 MB の 8 インチ固定ディスクを 2 台までサポートできる。

4-2 マイシリーズ

統合簡易ソフト・マイシリーズはアプリケーションソフトで使用される定型業務用一般ファイルをファイル変換ユーティリティ（シルク変換ユーティリティと呼ばれ、変換方向は一般ファイルからシルク形式ファイルである。）

表2 プリンタ装置仕様一覧

		KP-4000P	KP-7000P	KP-7000PFI	MP-8000P	LD-90P	LD-150P	LP-300			
印字方式	24 ドットマトリックス					ラインドット		バンド式			
字種	日本語	7732									
	ANK	160種		127種	128種						
印字速度	日本語	40字/秒倍速機能あり	70字/秒倍速機能あり	80字/秒	90行/分	156行/分					
	ANK	120字/秒	210字/秒	240字/秒	120行/分	230行/分	300行/分				
改行間隔	1/4, 1/2, 1/3, 1/12, 1/24 インチ		1/6, 1/12 インチ	1/6 インチ			1/6, 1/12 インチ				
印字間隔	日本語	1.5/10 インチ									
	ANK	1/6 インチ									
紙送り方式	押込式トラクタフィード(連帳時) フリクションフィード(単票時)		引張方式(連帳時) フロントインシータ方式(単票時)		ピンフィードスプロケット方式						
複写枚数	オリジナル + 4 枚				オリジナル + 5 枚						

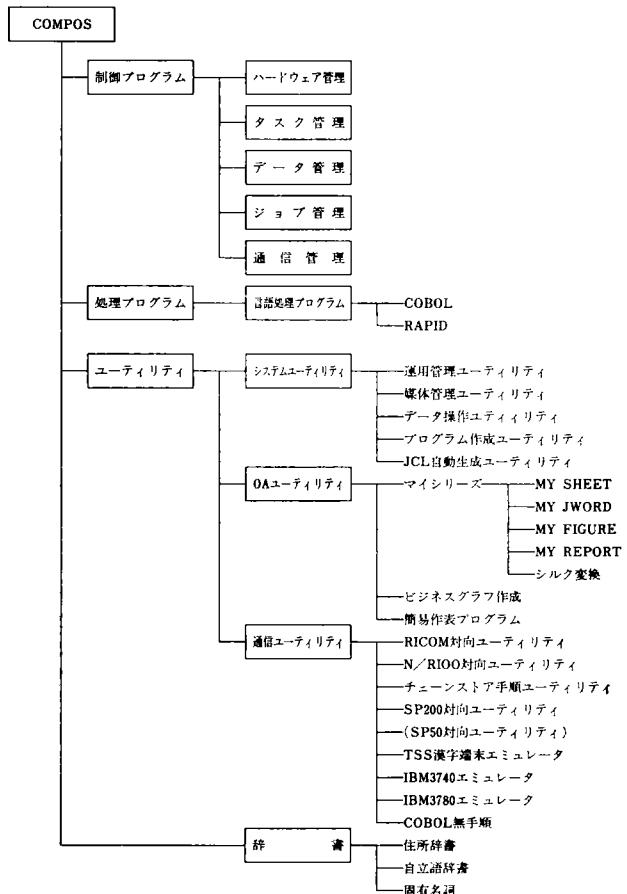


図 5 COMPOS ソフトウェア体系図

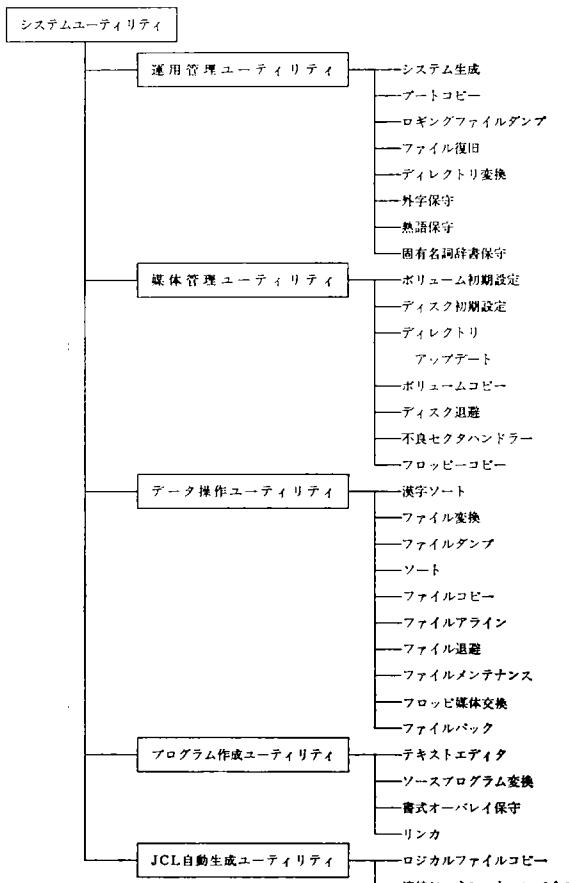


図 6 COMPOS システムユーティリティ体系図

表 3 通信ユーティリティ強化内容

項目	主な特長
SP200対向 ユーティリティ	<ul style="list-style-type: none"> ○ COMPOS のアプリケーションプログラムの一つとして動作するので他JOBとの同時動作が行える。 ○ 通信処理用のJCLを作成するだけで通信ができるので導入が容易であり、回線開通後直ちに業務が開始できる。 ○ 通信処理をJCLで日常業務の中に組み込むことによりオンラインを意識しない半自動の運用が行える。 ○ 伝送方式にBSC方式を採用することにより、回線効率及び経済性の向上が計られている。
TSS漢字 端末エミュレータ	<ul style="list-style-type: none"> ○ 送信はキーボード送信の他にファンクション機能キーに送信文字列を指定することができ簡易オートログオン機能を有している。 ○ 受信はJIS第1第2水準の漢字出力が可能であり、又プリンター印字速度の遅れ等をカバーするXON, XOFFによるフローコントロール機能を有している。 ○ COMPOS のアプリケーションプログラムとして動作しJCLを作成するだけで通信ができるので導入及び操作が容易である。
SP50対向 ユーティリティ	<ul style="list-style-type: none"> ○ データファイルの内容をテキストイメージ転送を行っており、RS232C(無手順)による直結の他にカブラモード経由のオンラインシステムも可能である。 ○ リコー簡易手順1の採用によるRICOM側、主導型システムであり通信の起動、通信の管理はRICOM側で全て行なうことによりシステムの信頼性向上を計っている。 ○ SP50側には複数のSP-25を同時にマウントできる。
IBM3780 II エミュレータ	<ul style="list-style-type: none"> ○ COMPOS の管理下でユーザジョブの一つとして動作するのでローカルジョブとオンライン処理の併行処理ができる。 ○ 他のBSC端末及びホストコンピュータとの通信のためのソフトウェア、ハードウェアの変更なしで接続できる。 ○ 通信プログラムは通信簡易言語で指定できるため相手装置の仕様に合わせた通信エミュレータが提供できる。 ○ 通信システムはオンラインバッチ通信からホストコンピュータとの間のRJE処理等まで容易に実現でき効率の良いデータ転送、遠隔地よりホストコンピュータを利用できるRJEシステムにより高度な分散処理システムが構築できる。 ○ 通信の開始及び終了はJCLにより行われるのでオペレータ負荷がない運用が可能である。
COBOL無手順	<ul style="list-style-type: none"> ○ 通常の無手順端末としてあるいはRS232C(無手順)による端末制御、入出力装置との連動が可能である。 ○ COBOLのサブルーチン型式のため、ユーザーアプリケーションの中に組み込むことができる。

でシルクファイルに変換し、このファイルをもとに、

- ① 表操作サブシステム ——マイシート
- ③ グラフサブシステム ——マイフィギュア
- ② WPシステム ——マイジェーワード
- ④ レポートジェネレータ ——マイレポート

サブシステム

の各ソフトウェアが統合して非定型業務を処理することができる。図-7にマイシリーズのシステム構成図を示す。

シルクファイルは表ファイルとも呼ばれ「表」をファイルに登録することで、各サブシステムがそのデータをアクセスできるようにしたもので、ファイルはリーダ部、フォーマット部、データ部、トレーラ部から構成されている。

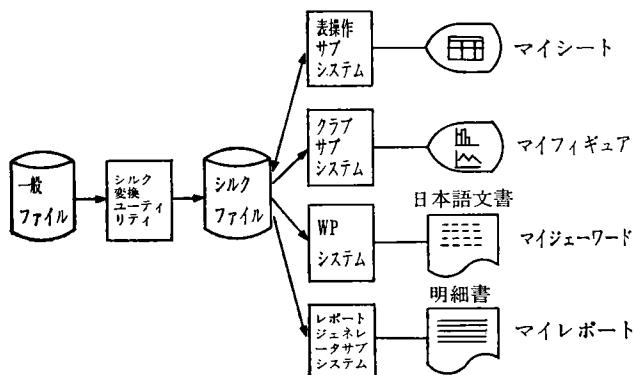


図7 マイシリーズシステム構成図

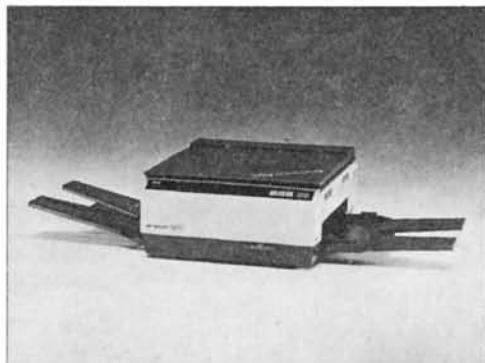
5 おわりに

オフィスコンピュータの開発にあたっては、

1. システム積上げ思想とコンポーネント思想
2. 上位互換性の保証
3. コストパフォーマンスの追求
4. エルゴ、ミックデザインとユーザフレンドリなソフトウェア
5. ユーザニーズの反映

を基本的な考え方として取り組んでおり、リコム6300、7300シリーズはこれらの考えにもとづく製品である。この点からみると当初の目標は達成できたと考えている。また、製品のシリーズ化という面でも新たにフロッピーディスクベースのリコム5300シリーズが加わったことにより一応完成されたことになる。今後はマルチメディアオフィスコンピュータの方向をめざしてイメージデータの取り込みや処理、パーソナルコンピュータと共にしたLAN接続、データベースシステムの開発を進めていきたい。

おわりに本システムの開発にあたり、社内外の多くの御協力、御指導をいただいたことを深く感謝します。



静電複写機 マイリコピーミーM10

Electrophotographic Copier My RICOPY M10

田川和明* 坂本康治*
Kazuaki Tagawa Koji Sakamoto

要　　旨

マイリコピーミーM10は、すぐれた画像品質とメンテナンス性を有する、リコーの初のパーソナルユース向け小型複写機であり、次のような特長を有している。

1. 新開発1成分現像方式 FEED Toning System とベルト感光体の組合せによるすぐれた画像品質
2. 感光体、クリーニングユニット、帶電用グリッドを一体化したマスターユニット方式と広い開口角のクラムシェル機構の採用によるすぐれたメンテナンス性

ABSTRACT

The My RICOPY M10 is a compact plain paper copier which has been designed for personal use for the first time from RICOH, with high copy quality and easy maintenance. This model includes the following features.

1. A new mono-component dry toner process (FEED Toning System) and photoconductor belt make high copy quality
2. A new "Master unit" (which consists of the photoconductor belt, the cleaning unit, and the grid plate) and a wide angle clam-shell design make easy maintenance.

1 は じ め に

近年普通紙複写機(PPC)に対して、個人事業所用またはオフィスのデスクサイドで用いるパーソナルユースの小型 PPCへのニーズが高まっている。

パーソナルユース用 PPC の具備しなければならない条件として

1. 軽量コンパクトで持ち運びが容易であること
2. 安価であること
3. 個人のステータスシンボルとしての要求を満足する、高品位のコピーが得られること

4. メンテナンスや消耗品の補充がユーザーで容易にできることなどがあげられる。

マイリコピーミーM10は、こうした市場のニーズにこたえるため企画・開発された製品である。

2 製 品 の 概 要

マイリコピーミーM10は、名刺サイズから最大B4サイズまでのコピーが、毎分8枚のスピードで得られる卓上小型 PPC である。その主な仕様を表1に示す。

その特長は、個人のステータスシンボルとしての要求を十分に満足する高品位のコピー画像、ユーザーメンテナンスに対応できるすぐれたメンテナンス性などである。

これらの特長のうち、画像品質に対しては、新開発1成分現像方式 "FEED Toning System" とベルト感光体の組合せにより目標を達成した。また、メンテナン

* 第1複写機事業部 設計部
Product Design Department, 1st Reprographic Products Division

- ① 帯電ユニット
- ② 露光用蛍光灯
- ③ RINS 結像素子
- ④ 現像ユニット
- ⑤ 転写ユニット
- ⑥ クリーニングブレード
- ⑦ 除電ユニット
- ⑧ マスター ユニット
- ⑨ 給紙ユニット
- ⑩ レジストローラ
- ⑪ 搬送ベルト
- ⑫ 定着ユニット
- ⑬ 給紙トレイ
- ⑭ 排紙トレイ

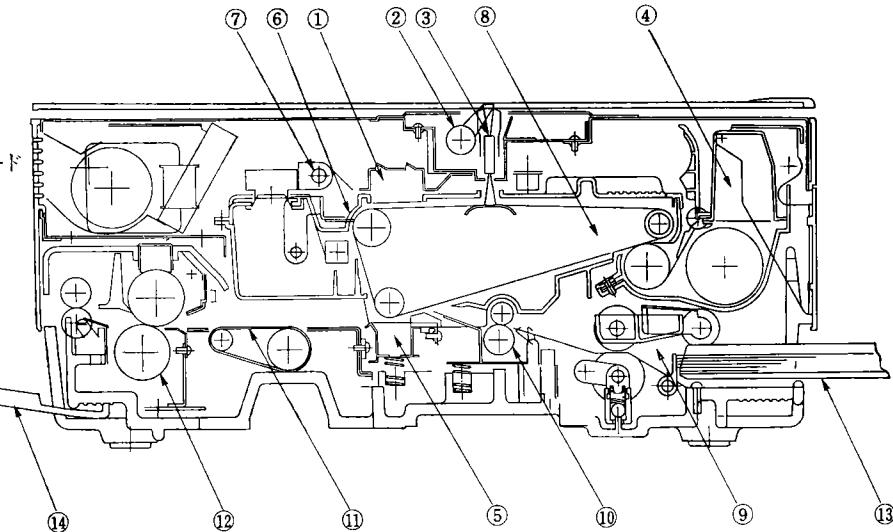


図1 マイリコピー M10 の断面図

表1 マイリコピー M10 の仕様と方式

目 項	仕 様 / 方 式	備 考
型 式	デスクトップ (クラムシェルタイプ)	
複 写 方 式	乾式静電転写方式	
原 稿 台	移動式	
原 稿 基 準	右中央基準	
原 稿 種 類	ブック・シート	
原 稿 サイ ズ	最大 B4	
複 写 サイ ズ	最大 B4 最小 名刺サイズ (84mm×49mm)	
複 写 速 度	8枚/分 全サイズ 35秒以下	
ウォームアップ		
ファーストコピー	7.5秒 (A4・ホームポジション時)	
枚 数 セ ッ ト	[+/-] キー 1~19枚	
連 絡 複 写		
給 紙 方 式	トレイ自動給紙 FRR 給紙方式*	
給 紙 容 量	100枚	{* 本誌技術論 文参照 タイプ 6200}
帶 電 方 式	スコロトロン方式	
露 光 方 式	スリット露光	
照 明 光 源	蛍光灯 50V, 18W	
結 像 方 式	RINS	
複 写 倍 率	1:1	
感 光 体	ベルト状 OPC	
現 像 方 式	{乾式1成分磁性トナー方式 FEED Toning System カートリッジ方式 現像バイアス制御方式 ブレード方式}	{黒, 茶, 青, 3色替え可 光量切換 SW により切り換 えも可}
トナー補充方式		
濃 度 調 整 方 式		
クリーニング方式		
定 着 方 式	ヒートロール方式	
転 写 方 式	コロトロン方式	
分 離 方 式	曲率分離	
除 電 方 式	光除電方式	
制 御 方 式	μ -con制御	
オ ー ト ク リ ア	コピー終了後 60秒	
自 己 診 断 表 示	枚数表示点滅	
電 源	100V 15A 50/60Hz	
最 大 消 費 電 力	1.3 KW	
大 き さ	幅 420mm×高さ 212mm×奥行 520mm	
重 量	26.5 kg	

ス性については、感光体を含む各種交換部品を一体化した“マスター ユニット”を交換する方式で、ユーザー メンテナンスを可能にした。これらを含む製品の全体構成を図1に示す。

以下、これらを中心に特長ある技術の紹介を行う。

3 画像品質の向上

3-1 FEED Toning System

1成分現像方式は、現像ユニットの小型化、低コスト化、メンテナンスフリー、画像品質の安定性など多くのすぐれた点を有している。しかし一方では、パーソナルユースでのステータスシンボルとしての要求を考えた場合、高品位画像という面で2成分現像方式より劣っている。その中でも特に、下記のような点が問題である。

- 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

そこで筆者らは、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した。この1成分現像方式を、FEED (Floating Electrode Effect Development) Toning System と呼んでいる。

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。FEED Toning System では、1成分現像方式においてこの効果を発生させるため、現像スリーブそのも

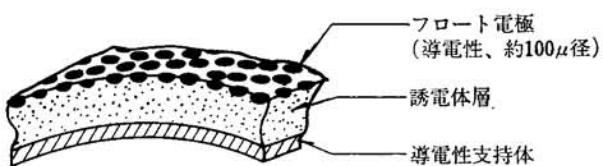


図 2-A フロート電極スリーブ構成

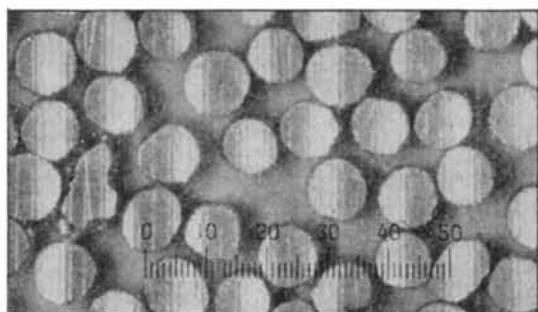


図 2-B フロート電極スリーブ表面写真

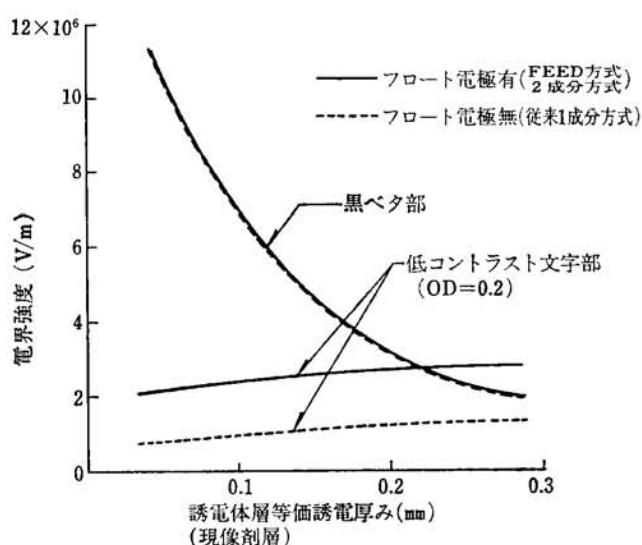


図 3 現像部電界強度

のにキャリア粒子の役割りをもたせており、最も効率的な構成として導電層・誘電体層・フロート電極層の3層構造をとっている(図2-A参照)。

この構成での現像部電界の計算例を、図3に示す。比較例として、フロート電極の無い従来の1成分現像方式を示したが、この結果から、本方式では低コントラスト文字部に対する電界強度が従来の約2倍に強調され、十分な再現性が得られることがわかる。また、誘電体層の厚みを変化させることにより、他の特性に関係なく望みの階調性が得られる。一方、シャープ性については、図4からわかるように、従来の1成分現像方式はもちろん2成分現像方式と比較しても、感光体表面での電界の乱れや拡がりが少なく、よりシャープな画像が得られる。

以上が、FEED Toning System の基本原理であるが、これに基づいて実用化をするためには、次のような技術的ポイントがある。

- ① フロート電極スリーブ表面に、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 フロート電極スリーブと感光体を、ソフトに均一に接触させること

第1のポイントは、FEED Toning System におけるフロート電極効果が、感光体表面のごく近傍でしか作用しないため、現像スリーブと感光体をほぼトナー1層のギャップで近接させなければならないために必要とされる。このような極端に薄い、帯電したトナー層を形成するため、本機では図5のような新規な手段を用いた。本機で採用したこの方式を、弾性磁性ブレード方式と呼ぶ。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、スリーブ内部のマグネットローラーの磁力でスリーブ表面に吸引し、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、スリーブとブレ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

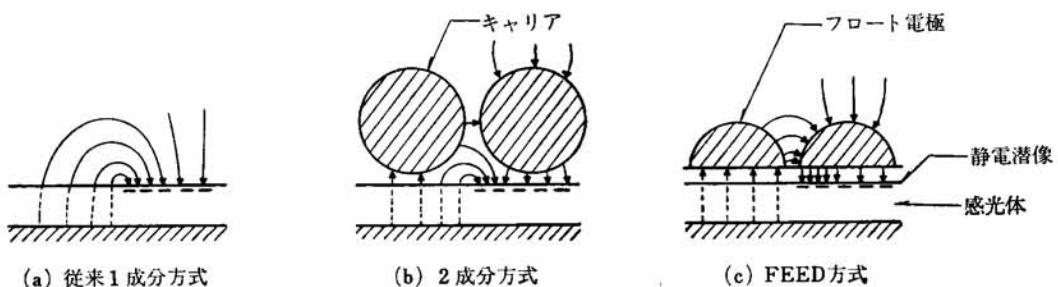


図 4 感光体表面の電界

成される。

一方、トナー帶電量の安定性、薄層形成の安定性に対しても、トナーの粒径、電気特性、熱特性などが重要な役割りをもっている。M 10 用トナーは、これらを満足するよう開発したものである。

第2のポイントは、FEED Toning System における現像スリーブが、2成分現像方式のキャリアの役割りをもっており、表面のフロート電極部分にトナーと逆極性の電荷が残留するという問題が生ずるために必要とされる。このまま次の現像を行うと、この不要な電荷のため種々の異常画像が生じてしまう。本機ではこれを除去するために、現像後のスリーブ表面に接触するように除電ブラシを設けてある。(図5参照) ブラシ材質の選択にあたっては、フロート電極との接触で十分除電可能な抵抗値であること、ブラシ自体が摩耗せずかつスリーブ表面を傷つけないこと、トナーによる目づまりがないことなどを考慮した。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が、効率よく除電できる。

第3のポイントは、前述したように、FEED Toning System におけるフロート電極の効果が、感光体のごく近傍でしか作用しないために必要とされる。しかも感光体と現像スリーブの間にはさまれたトナーに、過大な圧力を加えないよう十分に小さな接触圧で、両者を接触させる必要がある。本機では感光体として、ベルト感光体を採用することによりこれを解決した。

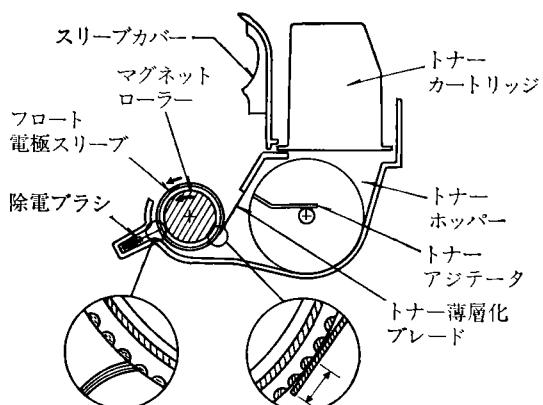


図5 M 10 現像ユニット構成

3-2 ベルト感光体

前述したように、本機では感光体と現像スリーブを、非常に小さな接触圧で均一に接触させるため、ベルト感光体を採用した。従来のドラム感光体ではこのような接触条件を得ることは困難であるが、ベルト感光体では図6のような構成をとることにより、容易にこれを達成できる。これにより、従来1成分現像方式がかかえていた

感光体・現像スリーブ間ギャップの精度管理等の問題も解消され、ユーザーがカラー現像ユニットを交換するだけで、すぐれたカラーコピーがとれるようになった。

またベルト感光体を採用した別の利点として、十分な帶電スペースが確保され、焦点深度の余裕度も向上して、ムラのない鮮明なコピーが得られるようになった。

もう一つの利点として、感光体から転写紙を分離する場合、紙の腰を利用して紙を感光体から分離する曲率分離を採用することができ、全面コピーと相まって多様な紙種への対応が可能となり、かつコストも低減できた。

その他、ベルト感光体では形状を自由にできるため、本機では偏平なベルト構成とした。その結果同じ周長のドラム感光体を用いた場合に比べ機械の全高がはるかに小さくなり、コンパクト・軽量化に大きく寄与している。

これらの点から、ステータスシンボルとしての高品位なコピーを安価に得る手段として、ベルト感光体はパーソナルユース用 PPC の感光体として、非常に適しているといえる。

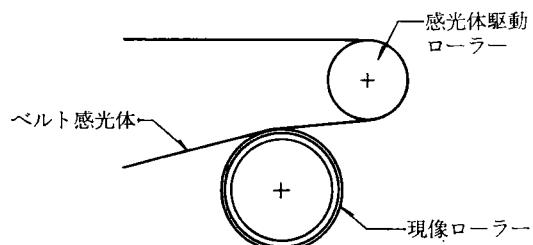


図6 現像ローラー・感光体の接触状態

4 メンテナンス性の向上

パーソナルユース用 PPC の市場規模は、複写機の普及率や事業所数等から推定すると、全世界で数百万、日本でも百万台に達する。しかしパーソナル用 PPC では一台当たりのコピー使用枚数が少ないために、従来機と同様なサービス体制を敷くことは、メーカーにとっては経費の増大となり、またユーザーにとってもサービス費の負担が増え、望ましくない。そこで本機では、ユーザーにも行える簡単なメンテナンス性を確保することにより、サービス上の問題を解決した。主要な交換部品を一体化した“マスターユニット”，大きな開口角の“クラムシェル機構”はその主な特長である。

4-1 マスターユニット

複写機の初期性能を維持するには、各部の清掃や部品交換を行う必要がある。清掃を必要とする部品としては帶電グリッド、交換部品としては感光体・クリーニンググリード・クリーニング後の余剰トナーを貯蔵する回収トナータンク等がある。

本機では上記部品を樹脂ケースに納めて“マスターユニット”として一体化し、一括交換を可能にした。図7は

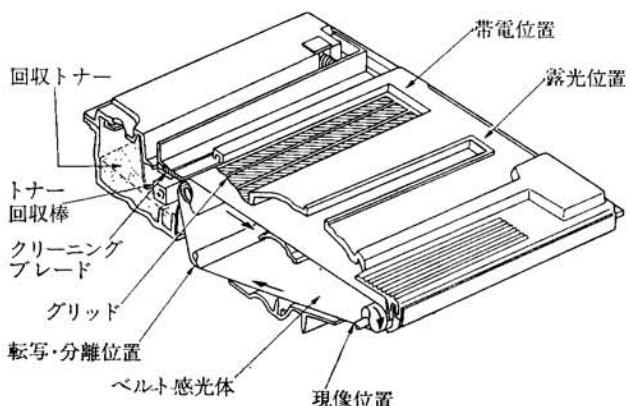


図 7 マスターユニットの構成図

その構成図である。樹脂ケースは上下二体を合わせたもので回収トナータンクを兼ねる。マスターユニットの着脱はレール上をスライドさせるだけのワンタッチで行える様にした。この結果、個々のユニットを別々に交換する手間が省け、同時にトナーこぼれや手を汚すこともなくなり、ユーザーメンテナンスも可能となった。なお、マスターユニットを設計するに当たり、感光体の寿命を基本として、それに見合ったクリーニング回収トナータンクの容量を決め、クリーニングユニットについても簡単な構成にし、全体の部品寿命のバランスをとった。

4-2 クラムシェル機構

本機は紙搬送路を上下に開放する“クラムシェル機構”を採用している。図8はその斜視図である。排紙側を回転中心として大きく開く機構としたので、トナー補給時のカトリッジ交換、色替え時の現像ユニットの交換、万一の紙詰まりの際のジャム紙の確認・除去等のユーザー処理が大幅にやり易くなった。

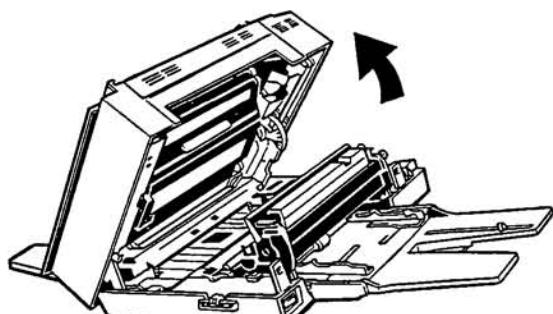


図 8 クラムシェル機構

5 組立性の向上

低価格を達成するためには量産性、組立性を向上させて生産の自動化を行うことが不可欠である。本機では種々の設計上の工夫を行っているが特に特徴的なものは下

構造体である。

従来の多くの PPC の構造は、板金の側板で構造体を作り、その間に給紙、搬送ローラ、ガイド板等を組み込み、さらに外側に外装カバーを取り付けるのが一般的であった。本機ではクラムシェル機構の下側にある構造体を樹脂部品で構成している。従来機の底板、側板、各種プラケット及び外装カバーに当たる部分を全て一体化した多機能部品である。図9はその写真である。設計上特に配慮した点は、下構造体に取り付く一切の部品を上からの落とし込みにより組立てられる様にした点である。ロボットによるチャッキング、確実な位置決め、上からのねじ固定時のツールのスペース等を配慮し、下構造体をはじめとする部品形状を決定した。さらに電線束の配線に関しても、上記構造体の上下面に各々 AC 系、DC 系を分離してはじめ配線できる様に工夫した。その結果、組立本ラインの自動化率は、従来機に比して大幅にアップすることが可能となった。自動化率のアップは低価格と同時に組立上のバラツキを少なくし、製品の信頼性の向上にも寄与している。

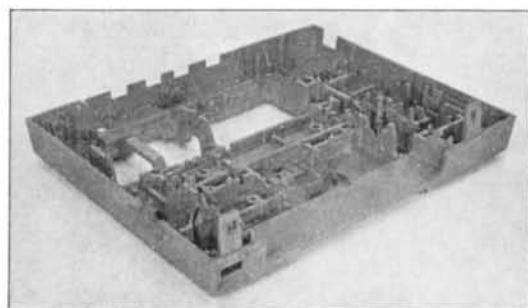


図 9 下構造体

6 おわりに

以上 FEED Toning System をはじめとするマイリコピー M10 の技術的特徴について述べた。

マイリコピー M10 は当初の狙いである、高画像品質すぐれたメンテナンス性等については目標値を達成できた。しかし、パーソナルユース用 PPC としてのニーズは、よりコンパクトに、よりポータブルに、より安価に、よりメンテナンスフリーにと、とどまるところを知らない。今後とも本機の開発経験を生かし、より多くの顧客に満足していただける様なパーソナルユース用 PPC を育てていきたいと考えている。

最後に、本機の高画像品質をはじめとする数々の特徴は、社内外を含めた関連各部門の方々による、要素技術の確立、生産技術の確立、製造品質の確保及び開発時からの適切な品質評価等により実現できたものであることを述べ、ここに感謝の意を表します。

リコー工業所有権紹介

1 特許 (昭和 59 年 1 月～59 年 6 月登録分)

(リコーは技術等の発明活動奨励を目的として、発明等をした社員に報償金を支給しております。この報償金の支給は発明等の届出、出願、登録、実施等が対象となります。)

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
1184827	サーモプラスチック感光体の変形像消去方法	折出 秋儀, 安倍 通治	昭58-12581
1184830	自動反転および停止機構	加藤 三郎	昭58-13977
1184832	感光体ドラム脱着時におけるスクイズローラー待避機構	有山 賢三, 大田 栄, 岡本 豊雄, 池田須那夫	昭58-13908
1182838	給紙用カセット	藤本 栄, 三沢 利彦, 須江 隆次	昭58-13454
1185091	フランジ定着装置	高橋 豊彦	昭58-17952
1185960	輪郭強調方式	古川 雅通	昭57-37807
1185971	電子写真複写機におけるオートバイアス現像方法	宮川 誠一, 緑川 覧, 辰巳 進, 柿谷庸太郎, 岡本 豊雄, 大田 栄, 小島 賢次	昭58-15789
1186021	カメラのシャッタースピード表示装置	高橋 彰, 相良 岩男, 穴倉博久	昭58-15776
1186653	電子写真機におけるシート着脱装置	笠原 伸夫	昭57-37863
1186664	セルフオートバイアス式電子写真現像装置	辰巳 進, 宮川 誠一	昭57-56074
1186788	閃光露光型静電複写機に於ける現像範囲限定装置	水摩 健一, 橋本 憲司	昭58-20032
1186806	マイクロフィルム保持装置	広瀬 浩	昭58-17938
1187749	R OMバックアップ装置	金井 菊爾	昭58-18719
1188125	圧力定着性乾式トナー粒子	川端 利保, 野村 芳弘, 武藤 憲吉	昭57-25833
1188255	ドラムにシートを巻付けるためのクランプ装置	藤本 栄	昭58-18823
1188453	電子写真複写機における磁気現像ブラシ	有山 賢三, 林 文昭	昭58-03228
1188456	複写機等の乾式現像装置	岡本 豊雄	昭57-59550
1189039	液面レベル検出装置	野口 昭	昭58-15726
1189049	トナー濃度検知方法	岡本 豊雄, 宮川 誠一	昭58-20429
1189054	現像装置	矢野 隆志	昭58-21261
1189057	インク目づまり防止装置	伊佐山拓郎	昭58-20670
1189091	給紙装置	佐藤 充弘	昭58-20860
1189092	給紙装置用原稿ホルダ	佐藤 充弘	昭58-20861
1189357	ファクシミリ通信方式	ジョセフ・ロウ Joseph Lou, エドガー・A・ポウ Edgar Allan Poe	昭58-03429
1189363	書画通信の異常対策方式	小川 睦夫	昭58-02503
1189407	データ収集装置	水田 利昭	昭58-19119
1190326	ファクシミリ伝送方式	竹内 則定, 小川 睦夫	昭58-21980
1190327	データ圧縮方式	小川 睦夫, 小西 晃, 竹内 則定	昭58-21981
1190987	液晶表示パネル	井上 裕司, 遠山 信夫	昭58-22729
1191805	パターンの線幅正規化方式	河 龍一	昭57-00545
1191995	連続して走行する帶状物表面に均一な塗布層を形成する方法およびその装置	岡元 良樹	昭58-21541
1192928	スリット露光照明装置	三上 宣尚	昭58-22731
1192930	複写機の定着装置	柳川 信之	昭58-22743
1192941	磁気ブラシ現像法における現像攪拌方法	池末 真澄, 森 隆博	昭58-24784
1192942	ジアゾ型複写機の現像装置	新井 洋一, 松田 勉, 平林 猛男, 渡辺 信義	昭58-23619

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
1192951	トナー像定着方法	宮川 誠一, 辰巳 進	昭58-23628
1193016	感光体巻上げ装置	鈴木 茂, 小見 恭治, 東 裕一郎	昭58-24792
1193721	磁気記録方式	小出 博, 北村 徹男	昭58-28646
1193992	電子写真用セレン感光体	藤村 格, 遠藤 勝利	昭58-27496
1194530	画像再生装置	山田 幸雄, 江尻 公一	昭58-26228
1194547	給紙装置	矢野 隆志	昭58-19574
1194560	原稿給送装置	佐藤 充弘	昭58-15413
1194574	現像剤補給装置	岩本 穂, 赤松 啓行	昭58-26017
1195169	静電写真用記録材料の製造方法	小林 克臣	昭58-26021
1195216	電子写真用液体現像剤	津布子一男, 木村 太郎, 田坂 素男, 橋本準一郎	昭58-25266
1195508	ワード・プロセッサ	阿部新太郎, 芳賀沼友行	昭58-21729
1196458	複写機におけるハードタイプの原稿押え板	中出 憲一	昭58-29501
1196511	電子複写機等における余剰現像液除去装置	出繩 弘行	昭58-25267
1196546	アンモニア酸化分解用触媒	渡辺 秀夫, 小島 勝衛, 松井 猛, 日下田 茂	昭57-58213
1196580	カラーアイント記録装置	伊佐山拓郎, 駒井 博道	昭58-29740
1196944	気泡除去装置	伊佐山拓郎, 駒井 博道, 山崎 博史, 佐藤 勉	昭58-30146
1196945	気泡捕集装置	伊佐山拓郎, 山崎 博史, 駒井 博道, 佐藤 勉	昭58-30147
1196947	気泡除去装置	伊佐山拓郎	昭58-30148
1196950	気泡除去装置	伊勢山拓郎, 駒井 博道, 山崎 博史, 佐藤 勉, 永山 治彦	昭58-30149
1197716	2色インク印写装置	佐藤 勉, 伊佐山拓郎, 駒井 博道, 山崎 博史	昭58-30820
1197952	非銀塩フィルムに写真像を複写する方法及び装置	清水 栄, 山口 友行, 安盛 昭善, 国兼 真	昭58-32368
1198720	静電潜像複写方法	太田和三郎, 志賀 敏, 酒井 捷夫	昭58-17948
1198726	自動バイアス装置	江田 忠弘, 矢野 隆志	昭58-29511
1198730	電子写真複写機のクリーニング装置	谷 達雄, 辰巳 進, 田中 光男, 大田 栄, 緑川 晃	昭58-26029
1198806	給紙装置における給紙ローラの制御装置	小林 雄一	昭58-20030
1198932	ビデオ信号処理方式	高橋 修一	昭58-29911
1198933	ビデオ信号処理方式	高橋 修一	昭58-31148
1199131	ジアゾ感光紙	松田 勉, 平林 猛男, 新井 洋一, 渡辺 信義	昭58-29503
1199172	複写装置	金子 環	昭57-37864
1200436	気泡除去促進装置	山崎 博史, 伊佐山拓郎, 永山 治彦, 駒井 博道, 佐藤 勉	昭58-30833
1200481	原稿台の移動用駆動装置	柳川 信之	昭58-32697
1200502	インクジェット記録装置のインクジェットヘッド	林 大川, 掛布 定雄, 駒井 博道, 山崎 博史	昭58-30824
1200509	和文ワードプロセッサの表示方式	山田 俊明	昭58-31007
1201418	一定量送り装置	藤本 栄	昭58-33430
1201419	電子写真用感光材料	太田 正文	昭58-32394
1201455	複写機等の用紙給送装置における給紙源自動切換装置	田端 泰広, 岩本 穂	昭54-41503
1201490	データ収集回路におけるインターホン回路	吉原 一郎, 阿部 剛	昭58-31638

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
1201491	データ収集回路における接続不良検出回路	細川 正敏, 吉原 一郎, 阿部 剛	昭58-31639
1201527	インクジェット用インク供給装置	掛布 定雄, 駒井 博道, 山崎 博史, 林 大川	昭58-30825
1201545	インクジェット用マルチノズルヘッド	掛布 定雄	昭58-30830
1201546	インクジェット用マルチノズルヘッド	掛布 定雄	昭58-30831
1201572	感熱記録材料	久保 敬司, 岩田 進	昭58-34308
1201575	感熱記録材料	久保 敬司, 岩田 進	昭58-34309
1201580	感熱記録材料	久保 敬司, 川村 栄一	昭58-34313
1201581	感熱記録材料	久保 敬司, 川村 栄一	昭58-34315
1201583	感熱記録材料	久保 敬司, 川村 栄一	昭58-34316
1201622	投影用原図フィルム	久保 敬司	昭58-29758
1201623	放電記録材料	鈴木 明, 久保 敬司, 国武 英	昭58-29755
1201725	光導電性感光材料用増感剤	太田 正文	昭58-33549
1202318	感熱記録材料	久保 敬司, 川村 栄一	昭58-34311
1202382	トナーレベル検出装置	鈴木 稔	昭58-24786
1202409	記録装置	村山 登, 小川 瞳夫, 竹内 則定	昭58-33112
1202450	電子写真複写機におけるオートバイアス現像方法	辰巳 進, 宮川 誠一, 柿谷庸太郎, 緑川 晃, 大田 栄, 若宮 清美	昭58-33551
1203024	静電印刷方法	井上 英一, 大田 勝一, 中山 隆夫	昭58-22745
1203036	ファクシミリにおける給紙装置	須江 隆次	昭58-23792
1203040	電子写真複写機のコロナ放電駆動方法	宮川 誠一, 緑川 晃	昭57-42864
1203202	過剰液絞り取り装置	木村 嗣男, 日比 邦雄, 福島 一郎	昭58-15793
1203233	変倍光学系	土屋保之助, 三浦 真一	昭58-33526
1203377	入出力装置間のローカルチェック方法	中村ハルカ, 仲 忠正	昭58-35283
1203662	時限設定装置	阿見 仁一, 伊藤 雄二, 奥崎 広行	昭58-38817
1203775	エラー訂正装置の検査方式	芦塚 重満	昭58-37745
1204083	アナログファクシミリの回線自動等化装置	村瀬 勝男	昭58-36857
1204112	湿式電子複写機	神山 信一, 大嶋 清, 望月 学	昭58-37540
1204601	CD-CC-コンバータ	井口 進, 古川 雅通	昭58-38070
1205023	電子写真現像剤の製造方法	武藤 慶吉, 根本 進	昭58-40737
1206434	6-ビニルイソドロ [2,3-b] キノキサリンのポリマーの製法	太田 正文	昭58-37324
1207064	加圧定着性マイクロカプセルトナーの製造法	立木 春暢, 池田 五男, 井上 哲, 辻本 好治	昭58-38781
1207070	静電潜像の現像方法及び装置	中西 環, 川西 敏之	昭58-36770
1207076	ジスアゾ化合物及びその製造法	佐々木正臣, 酒井 清, 橋本 充, 太田 正文, 小島 明夫	昭58-38465
1207101	電子写真複写機	ウイリアム R. ブチャン William R. Buchan, ジェームス E. ジエンテ James E. Genthe, エドワード F. メイヤー Edward F. Mayer, ロバート A. ムーア Robert A. Moore.	昭58-36341
1207152	シート分配機	椎名 敏雄, 鵜養 剛, 緑川 晃	昭58-30222
1207160	電子複写機における露光光量調節絞り板	真野 弘司, 谷 達雄, 小島 賢次, 神山 信一, 大田 栄	昭58-38784
1207164	複写機	持丸 英明, 小林祐五郎	昭58-37530
1207169	シート検出機構	藤本 栄	昭58-37230
1207173	接触式定着装置	加藤 和行	昭58-38786

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
1207175	現像電極へのバイアス印加方法	宮川 誠一, 生駒 公, 緑川 晃	昭58-34828
1207176	感光体支持装置	安達 司, 長谷部光雄	昭58-38788
1207197	複写機における感光体露光量調整方法	小椋 行夫, 江本 正美	昭58-46890
1207363	荷電電圧発生器	堀家 正紀, 陣内孝一郎, 岩崎久八郎, 小玉 豊	昭58-42833
1207369	インク粒子の荷電量検出装置	堀家 正紀	昭58-43029
1207370	インク粒子の偏向検出装置	堀家 正紀	昭58-43030
1207371	インク粒子の荷電量検出装置	堀家 正紀, 岩崎久八郎	昭58-43031
1207372	インク粒子の偏向制御装置	堀家 正紀	昭58-43033
1207377	インク粒子の偏向制御装置	堀家 正紀	昭58-43034
1207380	インクジェット記録装置	堀家 正紀	昭58-43035
1207382	インクジェット記録装置	堀家 正紀	昭58-43036
1207595	エンラージプリンター又はリーダープリンターにおけるアペーチャーカード排出装置	山田 寛, 白井 幸雄, 福田 實	昭58-40173
1207590	インクジェット記録装置	堀家 正紀, 陣内孝一郎, 岩崎久八郎, 小玉 豊	昭58-40507
1208226	光導電性感光体	太田 正文, 橋本 充, 小島 明夫	昭58-40734
1208227	電子写真用乾式現像剤	澤井 雄次	昭58-40735
1208240	電子写真用液体現像剤	津布子一男, 松林 賢市, 松浦 澄夫, 江本 茂	昭58-40740
1208253	静電潜像用現像剤	川端 利保, 登坂 八郎, 高次 正樹, 金子 利雄, 望月 利雄	昭58-41506
1208255	静電潜像用現像剤	川端 利保, 登坂 八郎, 高次 正樹, 金子 利雄, 望月 延雄	昭58-41507
1208373	シートロールの給紙装置	田中 光男	昭58-41259
1208393	集束性光伝送体アレイの倒れ矯正装置	本多素之助	昭58-40163
1209285	発電式テレメータにおける作動確認方式	阿部 剛, 高島 信二	昭58-41557
1209286	発電式テレメータにおける作動確認方式	阿部 剛	昭58-41558
1209287	発電式テレメータにおける作動確認方式	阿部 剛	昭58-41559
1209288	発電式テレメータにおける作動確認方式	阿部 剛	昭58-41560
1209298	インクジェット記録装置における位相制御装置	堀家 正紀, 陣内孝一郎	昭58-41746
1209304	速度制御偏向型インクジェット記録装置	陣内孝一郎, 堀家 正紀, 岩崎久八郎, 小玉 豊	昭58-41744
1209306	インクジェットマルチヘッド	掛布 定雄, 駒井 博道, 林 大川, 山崎 博史	昭58-40510
1209308	インクジェット記録装置	陣内孝一郎, 堀家 正紀, 岩崎久八郎, 小玉 豊	昭58-40512
1209317	記録装置	斎藤 裕一, 古閑 雄二	昭58-38983
1209859	自力定着装置	出繩 弘行, 丹沢 節, 大野 幸博	昭58-06911
1209869	リーダープリンターにおける遮光装置	池末 真澄	昭58-17939
1210583	集束性光伝体の露光調整装置	河津 元昭, 井手 正孝, 川村 篤	昭58-37535
1210635	マルチノズルヘッドの製造方法	池田 邦夫	昭58-45948
1210636	マルチノズルヘッドの製造方法	池田 邦夫	昭58-45949
1210793	余剰現像液除去装置	林 俊夫, 後藤 一雄, 春山 修, 福島 一郎, 日比 邦雄	昭54-34541
1210826	静電潜像転写方法	笠原 伸夫	昭58-43737
1210828	カード式録音再生機	伊藤 忠直	昭58-42542

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
1210829	録音再生機	伊藤 忠直	昭58-42543
1212558	記録方法	藤井 唯士	昭58-45352
1212565	インクジェット記録装置	陣内孝一郎, 岩崎久八郎	昭58-43027
1212566	荷電偏向型マルチインクジェットプロッター	古川 達也	昭58-43028
1212730	電子写真現像剤	武藤 憲吉, 根本 進	昭58-48899
1213442	入出力制御方式	小出 博	昭58-47728
1213717	原稿照明光源	原 和幸, 安藤 友彦	昭58-36466
1213178	電子写真感光材料	久保田富雄	昭58-36897
1213719	画像品質制御装置	江田 忠弘	昭58-48900
1213721	シートの位置ずれ検出装置	馬庭 芳夫	昭58-46423
1213725	電子複写機における定着装置	太田和三郎, 渡辺 順一	昭58-48902
1213727	給紙装置	藤本 栄	昭58-44575
1213730	剩余現像液除去ローラークリーニング方法	辰巳 進, 真野 弘司	昭58-47707
1213732	スレッシュホールド回路	高橋 修一	昭58-45873
1213733	電子写真複写機のクリーリング時間制御方法	辰巳 進, 生駒 公	昭58-48904
1213734	ヒートパイプローラーの製造方法	朝比奈安雄, 福島 一郎, 曽我 節夫	昭58-48838
1213745	合焦検知装置	荒木 邦彦	昭58-49844
1213746	インクジェットプロッター	吉川 達也	昭58-47991
1213747	インクジェットプロッター	古川 達也	昭58-47992
1213748	インクジェットプロッター	古川 達也	昭58-48353
1213773	複写装置のトナー供給装置	鈴木 茂, 鈴木 稔	昭58-48901
1213830	複写機の定着装置	加藤 和行	昭58-48091
1213875	インクジェット記録装置	古川 達也	昭58-45950
1215757	書画情報圧縮方式	小村 泰行	昭58-43943

2 実用新案

(昭和 59 年 1 月～59 年 6 月登録分)

登録番号	考案の名称	考案者	公告番号
1523441	製版機	持丸 英明, 関矢 忠行, 大久保敏充, 小西 純一	昭58-19559
1524361	製版機	持丸 英明	昭58-19557
1524362	電子写真製版装置	持丸 英明, 関矢 忠行	昭58-19558
1525223	製紙用パルプ液の攤水度測定装置	後藤 久次, 中西 正知	昭58-19478
1525272	多段磁気ブラン現像装置	青木 稔	昭58-14353
1525282	現像液補給装置	池田須那夫, 金田 徳蔵, 石塚 隆	昭58-14348
1526179	液面検出装置	駒井 博道, 掛布 定雄, 林 大川, 山崎 博史	昭58-20370
1527267	電子写真感光体基層の加熱装置	大瀬戸誠一, 藤村 格	昭58-22188
1527327	現像液塗布量制御装置	山口 友行, 村上 格二	昭58-22183
1528238	ワイヤードットプリンターの印字装置	井上 崇史, 渡辺 哲央, 鴨下 幹雄	昭58-20373
1528235	ドットプリンターの印字針位置ずれ防止装置	井上 崇史, 渡辺 哲央, 鴨下 幹雄	昭58-21732
1528516	情報検知体の密着装置	松寿 鋼	昭58-25467
1529037	湿式電子写真装置における液汚れ防止装置	亀山 敏明	昭58-22189
1529180	紙筒	杉山 広明	昭58-20515
1529196	帶状物保持装置	湯浅 俊秋, 長本 清隆	昭58-21677
1530365	電子写真複写機における交換用感光シートパック	森田 義治, 市川 秀男	昭58-25387
1530596	シート原稿搬送装置	河野 正央	昭58-22181
1530697	複写機用原稿押え板	綱沢 正見	昭58-29462
1530732	インクジェット記録装置	小玉 豊, 岩崎久八郎, 陣内孝一郎, 堀家 正紀	昭58-23644
1530741	乾式電子複写機に於けるマグネットブラン現像装置	緒方 義裕, 今井 力, 辰巳 進,	昭58-29478
1530743	電子写真複写機のトナー回収装置	坂本 康治, 林 正幸, 小泉 豊, 丹沢 節	昭58-29480
1531406	紙葉案内装置	田中 義二	昭57-33460
1532815	複写不可能な原稿	風見 武夫	昭57-42698
1533355	シート式録音再生機のシート保持装置	伊藤 忠直	昭58-22315
1534199	キャラクタディスプレイ	小川 俊也, 内村 一男, 仁木 昭男, 鶴岡 耕一	昭58-31194
1534878	フラッシュ定着装置	加納 敏央	昭58-31158
1534902	電子写真用加熱定着ローラー	山下 正	昭54-23899
1534906	電子写真複写装置における原稿載置台	広瀬 明, 安田 裕次	昭58-29459
1534916	ジアゾ複写機の現像装置	池田須那央, 高須 一彦	昭58-25378
1534999	ジアゾ複写機の現像装置	石塚 隆	昭58-29466
1535004	液性変化表示装置	高須 一彦	昭58-29465
1535010	ジアゾ湿式複写機の現像装置	石塚 隆	昭58-29467
1535701	シート式磁気記録再生機	古川五十一	昭58-30246
1536349	カード式録音再生機のカード位置決め構造	伊藤 忠直	昭58-30311
1536767	駆動制御装置	梅田 新	昭58-31138
1536781	原稿送り装置	金田 徳蔵, 高橋 靖弘, 柿谷 恵子	昭58-20601
1536844	複写機のフラッシュ定着装置	福島 善央, 江本 正美	昭58-31156

登録番号	考案の名称	考案者	公告番号
1537005	プリンター用ペーパーガイド	池田 邦彦	昭58-32935
1537508	一眼レフカメラにおける測光回路の記憶固定スイッチ	堀米 博文	昭58-22172
1537522	小型電子機器用低電圧電源オンオフ装置	山内 佐敏, 馬庭 芳夫	昭58-30298
1537523	小型電子機器用低電圧電源オンオフ装置	山内 佐敏, 馬庭 芳夫	昭58-30299
1537524	小型電子機器用低電圧電源オンオフ装置	山内 佐敏, 馬庭 芳夫	昭58-30300
1537525	小型電子機器用低電圧電源オンオフ装置	山内 佐敏, 馬庭 芳夫	昭58-30301
1537867	複写機に於ける熱ロール定着装置	東 裕一郎	昭58-34438
1537868	複写機に於ける熱ロール定着装置	東 裕一郎	昭58-34439
1538896	逆転表示機構付積算装置	加藤 正好	昭58-31238
1539934	搬送ベルト上の物体の存否を検知する装置	柿谷庸太郎	昭58-34110
1540030	情報処理装置	小川 俊也, 仁木 昭男, 内村 一男, 鶴岡 耕一	昭57-56275
1540428	真空蒸着装置	斎藤 正敏	昭58-31885
1540451	電子写真複写機の待機点灯装置	有山 賢三	昭58-31155
1540793	電子複写機用ベルト装置	田中 光男, 赤松 啓行	昭58-34436
1540813	面ヒータ	斎藤 錦治	昭58-33665
1540828	搬送ベルトの焼損防止装置	梅田 新, 柿谷 恵子	昭58-31139
1541682	パイロットランプ取付構造	村中 政一	昭58-33612
1542137	インクジェット・ブロックのフィルタ	古川 達也	昭58-37647
1542534	インク加圧供給装置	小玉 豊, 岩崎久八郎, 陣内孝一郎, 堀家 正紀	昭58-37646
1542555	記録装置のドラム	岡部 秀郎, 館山 実, 保坂 明文, 飯田 健一	昭58-37076
1543201	複写用アタッチメント	阿形 賢彰	昭58-37066
1543224	湿式現像複写機における剩余液除去装置	小山 一	昭58-37073
1543765	複写機の湿式現像装置	村井 俊雄, 平藤 蕎	昭58-37070
1543767	複写機の湿式現像装置	小西 純一	昭58-37072
1544711	複写機におけるイレース位置決め装置	亀山 敏明, 小島 賢次	昭58-39466
1544716	液体現像装置	志村 顯	昭58-37071
1544800	シート状物の仕分け装置	村田 圭佑	昭58-37885
1544843	原稿押え板の自立装置	富塚 光夫	昭58-34432
1545192	駆動ソレノイド	横山 静男	昭58-40582
1547763	電磁石装置	松浦 忠史, 相原 晃, 岩間 明彦	昭58-43208
1547775	アーマチュア構造	橋本 芳男	昭58-43213
1547839	複写機における黒部除去装置	馬見塚 満	昭58-39467
1548002	露光ランプ異常連続点灯検出装置	森 五郎, 北村 隆彦, 久野 正史	昭58-42982
1548027	一眼レフレックスカメラのミラーの作動装置	荒木 邦彦	昭58-39459
1548110	円弧形コイル用巻線機	渡辺 順一	昭58-40784
1548178	印字装置	鈴木 高美, 岩田 信央	昭56-15014
1548838	リニアモータ	池田 邦夫, 岩間 明彦	昭58-43429
1549071	ホッキスにおける作動監視装置	金田 徳藏, 神田 聰	昭58-45026
1549801	自動インサー	坂野 幸男	昭57-47171
1550006	電池ボックスにおける電池押えね装置	山賀 茂	昭58-44536

登録番号	考案の名称	考案者	公告番号
1550613	単結晶製造用種子結晶ホルダー	櫻井 光一	昭58-48369
1550640	集束性光導体束を用いる結像素子の取付装置	川村 篤, 河津 元昭	昭58-39442
1551798	光学的文字発生器	船戸 広義, 安倍 通治	昭58-48905
1551808	スリット状照明装置	砂金 光記	昭58-48829
1551822	ジアゾ複写機の現像装置	池田須那夫, 石塚 隆	昭58-50343
1551825	複写機の圧板装置	伊東 正	昭58-50341
1551831	複写機における圧板保持装置	鈴木 茂, 青山 祐一	昭58-50342
1551833	湿式現像装置	大野 幸博	昭58-48670
1551900	照明装置	江本 正美	昭58-48663
1552204	複写機等の分離装置	石井 泰明	昭58-48656
1552205	ジアゾ複写機に於ける原図と感光紙のずれ防止装置	橋本 秀夫	昭58-48655
1552208	複写機の感光ロール紙カセット	山本 敏雄, 出繩 弘行	昭58-50339
1552248	複写機のフラッシュ定着装置	番場 信夫	昭58-50348
1552378	変倍複写機におけるレンジ移動機構	矢野 秀俊	昭58-50340
1552951	二重掛けワイヤ駆動機構におけるワイヤ折り曲げ端を掛止するためのワイヤガイド	矢島 節夫	昭58-48434
1553731	リニアモータ	吉村 武裕, 菊池 孝夫	昭58-47826
1553736	ミラー動搖駆動装置	渡辺 順一	昭58-50326
1553737	ミラー動搖駆動装置	渡辺 順一	昭58-50327
1553738	ミラー動搖駆動装置	渡辺 順一, 小出 博, 加藤 真吾	昭58-50328
1553739	可動コイル型円弧モータ	渡辺 順一	昭58-47827
1553740	リニアモータ	吉村 武裕, 菊池 孝夫	昭58-47828

●著者紹介

井坂 攻 (いさか おさむ)

技術本部 R プロジェクトチーム

昭和39年東北大工学部 電気工学科卒

昭和48年リコー入社 電子機器システム周辺機器開発を経て、現在 RAN の研究開発に従事

丸野 文明 (まるの ふみあき)

技術本部 R プロジェクトチーム

昭和55年明治大学工学部 機械工学科卒

昭和58年リコー入社 ソフトウェア開発システムの研究開発に従事

横森 清 (よこもり きよし)

技術本部 光技術研究部

昭和62年東京工業大学大学院修士課程修了 (電子システム)

昭和62年リコー入社 計測システム、光デバイスの研究開発に従事

菅野布千雄 (かんの ふちお)

第一複写機事業部 複写技術研究所 第一研究開発部

昭和55年早稲田大学大学院修士課程修了 (応用物理学)

昭和55年リコー入社 複写機操作像システムの開発に従事

坂本 康治 (さかもと こうじ)

第一複写機事業部 設計部

昭和48年広島大学理学部物理学学科卒

昭和48年リコー入社 複写機操作像システムの開発設計に従事

小林 一雄 (こばやし かずお)

第一複写機事業部 複写技術研究所 第一研究開発部

昭和47年早稲田大学理工学部応用物理学学科卒

昭和47年リコー入社 複写機操作像システムの開発設計に従事

川崎寛治郎 (かわさき かんじろう)

サプライ事業部 第二開発部

昭和57年金沢大学理学部物理学学科卒

昭和57年リコー入社 感熱記録紙の開発に従事

渡辺 秀夫 (わたなべ ひでお)

サプライ事業部 第二開発部

昭和45年東京農工大学工学部化学工学科卒

昭和45年リコー入社 感熱記録紙の開発に従事

久保 敬司 (くぼ けいじ)

サプライ事業部 第二開発部

昭和23年日本大学工学部写真化学科卒

昭和23年リコー入社 感熱記録紙の開発に従事

石井 泰明 (いしい やすあき)

第一複写機事業部複写技術研究所 第一研究開発部

昭和48年早稲田大学理工学部機械工学科卒

昭和48年リコー入社 複写機の開発設計に従事

千代倉弘明 (ちよくら ひろあき)

技術本部 ソフトウェア研究所

昭和59年東京大学大学院工学系博士課程修了 工学博士

昭和59年リコー入社 CAD システムの研究開発に従事

山崎 栄二 (やまさき えいじ)

技術本部 R プロジェクトチーム

昭和51年東京都立大学理学部化学科卒

昭和56年リコー入社 RINACOM のソフト開発を経て、現在リンクネットシステムのソフトウェア開発に従事

斎藤 信男 (さいとう のぶお)

技術本部 R プロジェクトチーム

昭和51年日本工業大学工学部電気工学科卒

昭和58年リコー入社 リンネットシステムのソフトウェア開発に従事

斎藤 畳 (さいしば ゆたか)

技術本部 R プロジェクトチーム

昭和45年武藏工業大学工学部電気工学科卒

昭和45年リコー入社 電子機器の開発を経て、現在リンクネットシステムのハードウェア開発に従事

江崎 酷 (えざき たかし)

技術本部 R プロジェクトチーム

昭和44年大阪大学工学部電子工学科卒

昭和51年リコー入社 静電記録の研究開発を経て、現在リンクネットシステムの開発に従事

小川 隆夫 (おがわ むつお)

ファクシミリ事業部設計部

昭和48年東京理科大学理学部物理学学科卒

昭和42年リコー入社 DPS 関連機器の開発を経て、ファクシミリの開発・設計に従事

丸山 寿朗 (まるやま としろう)

電子技術事業部設計部

昭和47年東京理科大学工学部電気工学科卒

昭和47年リコー入社 オフィスコンピュータの開発に従事

田川 和明 (たがわ かずあき)

第一複写機事業部設計部

昭和48年慶應義塾大学大学院修士課程修了 (機械)

昭和48年リコー入社 複写機の開発設計に従事

RICOH TECHNICAL REPORT NO. 12

昭和59年12月15日発行(年2回発行)

編集責任者／村山 登 発行責任者／繩手隆夫 発行所／株式会社リコー技術本部
事務局／TEL03(777)8111(内線)2524担当矢口 印刷所／株式会社細川活版所 東京都中央区銀座6-4-1

© 株式会社リコー 技術本部
〒143 東京都大田区中馬込1-3-6 TEL03(777)8111(大代表)

RICOH COMPANY, LTD.
3-6, Nakamagome 1-chome, Ohta-ku, Tokyo, 143 Japan