

RICOH TECHNICAL REPORT

RICOH TECHNICAL REPORT

NO.2, 1979

●目次●

巻頭言	情報のデジタル化時代.....	坂井 利之	1
技術論文	新・画像データ圧縮法.....	村山 登	4
	デジタル画像の主観的評価.....	番場 信夫・加納 敏夫・早川 誠二	14
	集束性光伝送体アレイの明るさ解析と応用.....	小椋 行夫	18
	水性液体を用いた電子写真現像法.....	藤井 唯士	28
製品技術解説	高速ファクシミリ リファクス1000 S.....	原 和幸・近藤 満	36
	和文ワード・プロセサー リコーTX 620.....	八木 芳夫・山田 洋補	43
	工業用複写機・リコピーFW600.....	齊藤 錦治・白井 幸雄	49
	超薄型35ミリカメラ リコーFF-1.....	宮川 文宏・山口 孝夫	58
工業所有権紹介.....			65
著者紹介.....			72

●CONTENTS●

PREFACE	Digital Processing of Analog Information.....	Toshiyuki Sakai	1
TECHNICAL PAPERS	High Performance Graphic Data Compression Methods.....	Noboru Murayama	4
	Subjective Evaluation of Digital Image Quality.....	Nobuo Bamba Toshio Kano Seiji Hayakawa	14
	Analysis of Brightness and Application of Gradient Index Fiber Array.....	Yukio Ogura	18
PRODUCTS EXPLANATION	Aqueous Liquid Development Processing in Electrophotography.....	Tadashi Fujii	28
	High Speed Facsimile RIFAX 1000S.....	Kazuyuki Hara Mitsuru Kondo	36
	Japanese Text Word Processor RICOH TX620.....	Yoshio Yagi Yosuke Yamada	43
	RICOPY FW600.....	Kinji Saito Yukio Shirai	49
PATENTS	35 Lens Shutter Camera RICOH FF-1.....	Fumihiko Miyagawa Takao Yamaguchi	58
			65
AUTHORS			72



●巻頭言 情報のデジタル化時代

坂井利之
京都大学工学部教授

現在は日本にとって、古い意味でも新しい意味でも大変な時代の変換点にある。口承文化から文字文化へと移動した日本史上重要な歴史的人物、太安万侶の墓誌が発見されたのが1月であれば、総合化通信時代の基盤ともなるデジタル通信網の幕開けがこの年の後半に予定されている。

人間にとって音声とは何であったのか。そして文字とは何であったのかの解は既に得られている。文字なくして創造はない。文字文化の爛熟期が、ここ数十年であったといってもよからう。私たちの学生時代は、大量印刷による書物や教科書はあっても、本に書かれていない所、口述された要点は自分の手で手書きをしなければならなかった。事務の大半は筆記であるといわれたのもこの時期までである。

しかし、大量印刷の時代から大量複写の時代に入ると共に様相は急変した。活字印刷の本や雑誌のコピーは勿論のこと、多様な手書きの原稿やメモ、図面などを即座に、複写することが多方面に、あらゆるレベルで爆発的に普及した。(広義にはコンピュータのラインプリンタやXYプロッタの出力もこの中に入れてよい。)学生が試験前に他人のノートをコピーしたり、自分の研究、開発プロジェクトのための資料をコピーに取ってファイルし、保存したり、会議の議事資料、限られたサークルの資料をコピーし配布したり、その応用については、現代を複製時代と評論家をして言わしめるに至っている。

巷間、オフィスコンピュータ漢字処理という言葉と共に時代は大きく情報の加工、高能率の情報生産を指向する流れになってきた。数年前までの技術先導型、高度成長時代の技術と、現在の低成長、省資源、国際化の時代とでは、やはり技術の発想、展開にかなり意識的にも、システムのにも変革が必要である。どうして我が社は、我々は、私はこの仕事をするのであるのか。その位置づけと覚悟は、過当な競争時代、困難な事態に直面すればする程、根底から各個人が納得していなければ乗り切れるものではない。第一次産業革命以来、細分化し、分業化したものを、今改めて個々に集約的に把握し、製品化しなければならないと思うのである。

個々の人間が、その創造意欲を発揮し、社会的存在の意義をかみしめながら、大きい共同体の中で活躍するためには、個性に満ちた、多様な創造的生活を約束するものでなければ真の存在とはなり得ないであろう。

これからはデッドコピーだけではすまない時代に入ろうとしている。しかし人間誰しも一人ですべてをすることはできない。自らの意図に従って、既存のものを速やかに知り、目指す通りに編集し、新しい知見や発想を盛り込んで、そこに個性豊かな作品や製品を作成する時代に突入しようとしているのである。

現在は、文献をコピーすれば、1枚数十円で何でもできる時代である。しかしそれで終わってしまうのはデッドコピーの時代の話である。アナログ技術の時代の話である。

私はアナログ技術を否定し、処理加工の容易なデジタル技術を万能とは思っていない。コンピュータをトッパーダとするデジタル技術は、データや文字の処理、加工を根底的に変革し、遂には通信網内の交換機の蓄積交換に発達し、伝送技術のPCM多重通信、バケット多重通信の時代へと突入した。

ミニコン、マイコンは安価で多様なデジタルファクシミリを産出し、家庭電器、事務器、産業計測・制御機器は勿論のこと、生活用品、おもちゃに至るまで、情報の蓄積、処理、加工、変換の作用を持ち込み始めている。

タイプライタの文字、印刷の文字も人間のみを意識した文字の時代から機械による読み取り、変換、交流を意識した OCR（文字読み取り装置）文字の形やコードに変貌してきた。日本語には 2,000 字近い当用漢字がある。100 以下のアルファベット文字とは本質的にハンディキャップがあると思われていたのは活字全体の考えである。上下左右に文字や記号が 2 次的に並ぶ化学記号、数式、各種字体の印刷（見出し、ゴシック、大きさ、形）を目ざすとすれば、文字文化も活字を拾う印刷、字母コピーの移し換えでは済まなくなってしまった。今や漢字もアルファベットも図形の一種と考えて統一的に扱われており、本質的には差はなくなった。

近いうちに超 LSI 技術の向上で、経済的にも格別に有意な差がなくなるであろう。

文字があり、グラフがあり、写真図面があるのが現代の文書である。濃淡の写真があっても近いうちに蓄積、加工、印刷、伝送がデジタル技術で解決されるであろう。

情報の発生、伝送、蓄積、加工、処理、表示、配布、利用といったことは一貫システムとして考慮し、処理されなければならない。システム要因を忘れたものは存続し得ないであろう。単に人間による要求によってだけ、これらの処理の一部分が起動されるのでなくて、小さい判断能力をもった知能素子によっても、自律的（オートノマス）に起動、停止、内容の選択がされる時代も遠くないであろう。

機械と電子が一体化した部品や装置、これを“機電一体”と呼ぶが、デジタル技術とは、単にあらゆる情報の蓄積、変換、加工、処理のいわばハードウェア的な技術だけではない。何をどのようにするか、させるかのアルゴリズム、プログラムの適材適所、時機に合った自律的な適応選択の知能のメカニズムをも含むのである。機械の電子化、高速化、信頼性の向上、安価な製品が勿論基盤ではあるけれども“今吾輩は何をなすべきか”を個々の人間のみでなく、装置や素子に与えてやるのが、デジタル技術時代の展開にとっての必須の条件なのである。

デジタル技術は周知のように、YES, NO; 0, 1 による離散表示、数字表示である。デジタル技術は約束の上に成立っている。タイミングの約束としてのクロック、0, 1 の決定のための閾値の設定と波形の約束が主な柱である。約束のない時間は他の約束の下に働く信号に対しても雑音に対しても無関係である。伝送による減衰や波形の歪み、タイミングの少々ずれも約束に従った標準的な形に再生できる。歪みの累積もなく、機械の相違によるくせも吸収される。

自分の知りたいことを機械に質問すれば、知りたいままの形で記憶してあるわけでもないデータベースがオートノマスにデータを処理・加工して、ずばりの答を返答してくれる Q & A システム、人間の創造的、発見的な仕事がマン・マシン対話システムを利用して各方面で可能となりつつある。

一発勝負でなく、後に続く質問、後に続く処理や制御、後にある蓄積や表示が存在する限りにおいて、文字、画像すべてに対してデジタル技術は主要な武器となりうるのである。情報の流れを意識した情報革命の時代には、デジタル技術の本質を洞察した配慮が、必須の条件として要請される時代と言えよう。

技術論文

TECHNICAL PAPERS

新・画像データ圧縮法

High Performance Graphic Data Compression Methods

村山登*

Noboru Murayama

要 旨

画像データ伝送における高速化を目ざして、データ圧縮のための各種の符号化法が実用化されている。いずれの方法も高い圧縮効率を持っている反面、符号化法が複雑である。

画像データの分析と考察を行った結果、前後関係の相関を考慮した新しい1次元符号化法；SACを開発した。簡単な手法にもかかわらず、従来法と同程度以上の圧縮効率を得られた。SACを若干変形することで、さらに高い効率が得られた。

次に、圧縮効率がより高い2次元符号化法について考察し、2次元符号化法の欠点を1次元符号化法で補う新しい符号化法；Codicを開発した。変形例も含め、いずれも簡単な手法でありながら、従来法と同程度かそれ以上の圧縮効率を得た。

ABSTRACT

Various coding methods for data compression have been in practical use to achieve high speed graphic data transmission.

While every one of them is characterized with high compression ratio, the coding technique is rather complicated. As a result of analysis and study of graphic data, a new one-dimensional coding method SAC was developed with a specific consideration given to the relationship among preceding and succeeding data. In spite of a rather simple technique employed, the method showed higher efficiency than conventional methods. It is believed that still better efficiency may be achieved with a little modification made to SAC. Simple two-dimensional coding method having higher compression efficiency was then studied, and two-dimensional coding method Codic was developed to improve disadvantage of the former method by using one-dimensional method partially. While both of the newly developed methods are simple in technique, they have similar or even higher compression efficiency as compared with conventional methods.

1 はじめに

文書や画像を原稿とした情報伝達の一手段として、ファクシミリの利用が年々盛んになるにつれ、より経済的な伝達技術、すなわち大量の情報をより短時間に送る高速化技術の要求が高まってきた。

文書・画像情報には、見かけの情報量と有効情報量というものがあり、有効情報量さえ正しく伝達できれば、もとの情報を十分再現できることがわかっている。原稿を微小面積の点の情報（画素という）に分解し、これを順次走査したとき、得られる画素の総数を見かけの情報量といい、この中から冗長度を最大限に省いたものを有効情報量という。

冗長度を省く手段をデータ圧縮法と呼んでおり、これ

までも各種の手法が提案され、また実施されている。見かけの情報量に対するデータ圧縮の程度（圧縮率と呼ぶ）は、原稿の性質によって大きく左右されるが、手法によってもまた若干異なる。原稿の有効情報量まで圧縮した場合を理想圧縮率と呼び、各手法ともこれを目標値にして高速化の努力をしている。

たとえば、1ページに4,000文字以上入っている複雑な原稿でも、有効情報量は見かけの情報量に対し1/5程度である。また1,000文字程度の原稿では1/20ぐらい、図面やグラフなどではわずか1/30～1/50ほどしかない。これらの比率の逆数がすなわち理想圧縮率となる。

もっともよく使われる圧縮法として、白または黒の連続する画素数（走査長またはランレングスと呼び、RLで表わす）を符号化する方法があり、何種類か実用化されている。付録及び参考文献からもわかるようにいずれの符号化法も、理想圧縮率に近い値を得てはいるが、符号化の方法が複雑であるという難点を有している。

★技術本部

Technical Division

本テーマでは、従来行われている手法より簡単な符号化手法を使って、なおかつ圧縮効率を向上させることを目的として研究が行われた。その結果、SAC; Codic と呼ぶ、2種類の符号化法の開発に成功した。これらはいずれも所期の目的を達成していることが確認できた。

以下、これら両方式について、理想圧縮率および従来法と対比しながら、検討経過ならびに結果を述べる。

なお、圧縮率はコンピュータ・シミュレーションによって求めた。

2 新しい1次元圧縮法

2-1 画像データの分析

現在走査している走査線からの情報だけを頼りにデータ圧縮する方法を、1次元圧縮法と呼び、それ以前の走査線からの情報も取り入れてデータ圧縮する方法を、2次元圧縮法と呼ぶ。1次元理想圧縮率および従来の1次元符号化法の詳細を、それぞれ付録1・付録2に示す。また、2次元圧縮法については第3章で詳述する。

付録2に示した MH; B-1; B-2; WY 等、従来のいずれの方式も、すべての走査長RLが独立に出現するという仮定で符号化を行っている。

しかし実際には、隣り合う白走査、または隣り合う黒走査の間は、必ずしも独立ではない。図1に示すように、同一走査線上の*i*番目の白走査; 黒走査の走査長RLをそれぞれ $X_i; X_i^1$ とすると、黒走査 X_i^1 については、

$$X_{i+1}^1 = X_i^1, \quad X_i^1 = \text{定数}$$

となる確率が多い。ところが、白走査 X_i^0 と X_{i+1}^0 の間には相関が見られない。

次に X_i^0 と X_i^1 をそれぞれ2進数で表わした場合、隣り合う白走査間または黒走査間の符号長(2進桁数のこと、CLで表わす)に、相関があるかどうかを調べたのが図2である。

X_i^0, X_i^1 の符号長をそれぞれ CL_i^0, CL_i^1 とすると隣接する符号長の差 $\delta CL_i^0, \delta CL_i^1$ はそれぞれ次式で定義される。

$$\begin{aligned} \delta CL_i^0 &= CL_{i+1}^0 - CL_i^0 \\ \delta CL_i^1 &= CL_{i+1}^1 - CL_i^1 \end{aligned}$$

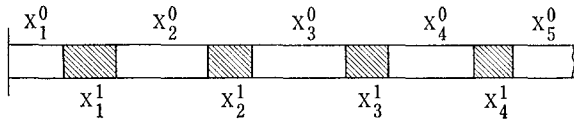
これらは、平均0の正規分布を示す。とくに δCL_i^1 (黒) については、分布の偏差が小さく、0に集中する。

したがって、 $\delta CL \approx 0$ のときのみ符号長情報を入れ、 $\delta CL = 0$ のときは符号長情報を省略すると、圧縮効率を上げ得ることが予測できる(なお、図2は付録1および図5に示す CCITT の D_1 を分析したものである)。

2-2 SAC

以上の解析をもとにして、次のような新しい符号化法を創り出した。

1. 白走査と黒走査



2 黒走査長間の相関図

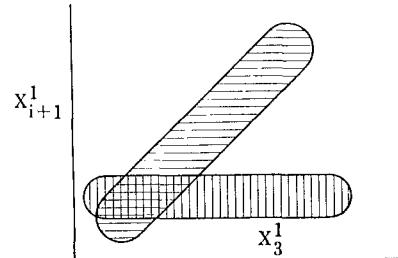


図1 走査長間の相関

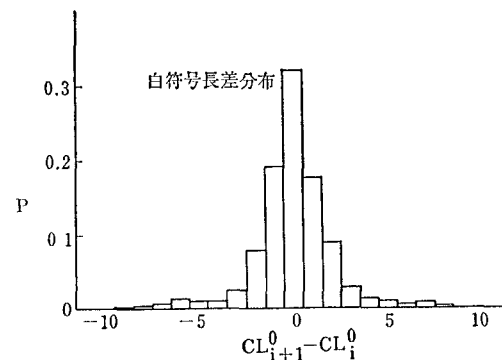
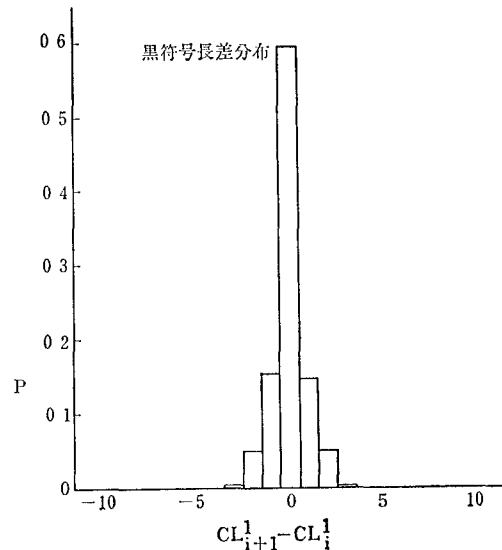


図2 走査符号長間の相関

- ① *i* 番目の走査長を表わす送信用の符号を C_i とすると、 $C_i = L_i | X_i$

$$\begin{cases} L_i \text{ は符号長情報。} k \text{ 個の } 0 \text{ で表わす。} \\ \text{ただし、} k = CL_i - 1 \\ X_i \text{ は走査長情報。} CL_i \text{ 桁の } 2 \text{ 進数。} \end{cases}$$

表 1 符号表

RL	L	X
1		1
2	0	10
3	0	11
4	00	100
5	00	101
6	00	110
7	00	111
8	000	1000
9	000	1001
10	000	1010
11	000	1011
12	000	1100
⋮	⋮	⋮
1728	0000000000	11011000000
⋮	⋮	⋮
2048	0000000000	10000000000
⋮	⋮	⋮
4095	0000000000	11111111111

表 2 SACの効率

1 圧縮率

CF Comparison				
DOC #	WYC	MHC	SAC 1	SAC 2
1	16.271	17.287	17.567	17.690
2	17.491	17.683	19.305	19.318
3	9.192	9.474	9.564	9.624
4	5.364	5.627	5.478	5.558
5	8.804	9.226	8.908	9.001
6	10.695	11.352	11.981	11.985
7	4.896	5.209	4.719	4.726
8	9.277	8.928	9.930	9.920
m	8.575	8.906	8.838	8.898

2 算出の条件

Coding

WYC : I. R. E. Trans, CS-9,3 (1961)
 MHC : EIA-MHC [9]
 SAC : Initial Code Length for each line
 ICL (white)=11, ICL (black)=2
 SAC 1 ; minimum CL of W=1
 " " B=2
 SAC 2 ; " W=3
 " " B=2

m : weighted mean

MT

Doc # corresponds to CCITT Test Doc #.
 Revised MT (not CNET MT) was used. (MT 2)

Resolution

8 PELS/mm for main scan.
 4 PELS/mm for sub scan.

Dummy bits

CF was calculated excluding control/dummy bits.

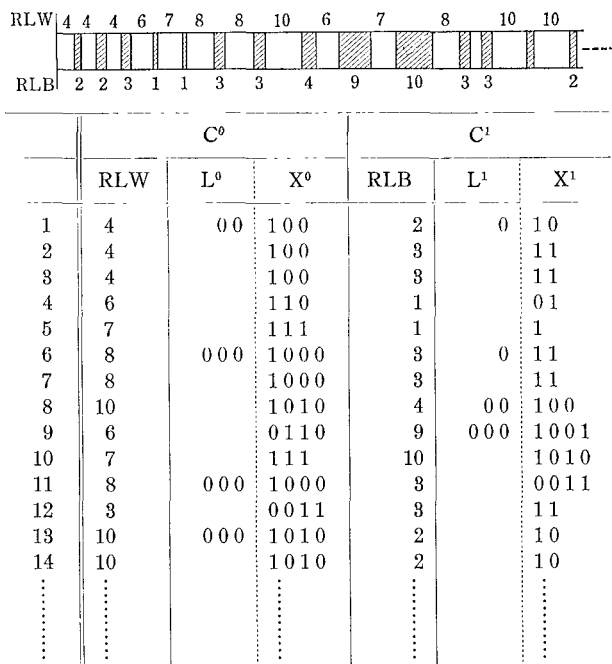


図 3 符号化例

- ② $CL_{i+1} = CL_i$ なら L_{i+1} を省略
- ③ $CL_{i+1} > CL_i$ なら L_{i+1} は k 個 ($CL_{i+1} - 1$) の 0
- ④ X_i の左上桁が n 個の 0 なら, 次のようにして符号長を自動的に減少させる。

$L_{i+1} = L_i - n$ とみなす。ただし L_{i+1} は省略。

このようにすると, 符号長が増加したときだけ, 符号長情報 L_i が必要となる。符号長が同一または減少したときは, L_i が省略されるので, 符号 C_i のビット数は全体として小さくなる。

各走査長 RL に対する L, X の符号を表 1 に示す。ただし, L は符号長が増加したときのみ使用される。

実際の符号化例を図 3 に示す。RLW, RLB はそれぞれ白, 黒の走査長である。

この符号化法の圧縮率を表 2 に示す。本方式は, 走査長の出現確率による符号の割り当ての変更をしていない。また走査長の表現には純 2 進数を用いている。MH や WY に比べて簡単な符号化法なので, Simple Adaptive Coding (略して SAC) と名づけた。

表 2 の SAC 1 は, 前述した符号化法そのものであるが, SAC 2 は, X の最小符号長を白走査は 3, 黒走査は 2 と限定したものである。

SAC は, 走査長の出現を 1 階の確率事象 (付録 1 参照) として符号化していることになり, 1 階 1 次元符号化法の 1 つである。ただし走査長の相関ではなく, 符号長のみの相関を利用しているので, MH なみの効率にとどまっている。

2-3 SAC の変形—MSAC

SAC を, 図 2 に示した走査長の分布を考えて若干修

表 3 MSAC符号表

走査長	SAC		MSAC 1		MSAC 2	
					白	黒
1	1		100		100	010
2	0 10		101		101	011
3	0 11		11		110	10
4	00 100	0 100			111	11
5	00 101	0 101		0 100	0 100	00 100
6	00 110	0 110		0 101	0 101	00 101
7	00 111	0 111		0 110	0 110	00 110
8	000 1000	00 1000		0 111	0 111	00 111
9	000 1001	00 1001		00 1000	00 1000	000 1000
10	000 1010	00 1010		00 1001	00 1001	000 1001
11	000 1011	00 1011		00 1010	00 1010	000 1010
12	000 1100	00 1100		00 1011	00 1011	000 1011
13	000 1101	00 1101		00 1100	00 1100	000 1100
14	000 1110	00 1110		00 1001	00 1001	000 1101
15	000 1111	00 1111		00 1111	00 1111	000 1111
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

表 4 MSAC圧縮率

D #	MHC	SAC 2	MSAC 1	MSAC 2
1	17.3	17.7	18.1	18.3
2	17.6	19.3	20.1	19.1
3	9.5	9.6	9.9	10.4
4	5.6	5.6	5.7	5.9
5	9.2	9.0	9.2	9.7
6	11.4	12.0	12.1	12.3
7	5.2	4.7	4.8	5.0
8	8.9	9.9	10.3	9.8
m	8.9	8.9	9.1	9.3

m : 荷重平均 REVISIED MT による (MT 2)

正すると、規則性は若干乱れるが、さらに高い効率を得られる。これを Modified SAC (MSAC) と呼ぶことにする。このうち2つの符号化例、MSAC1 と MSAC2 を表3に示す。また、その圧縮率を表4に示す。

SACに比べ、複雑さをわずかに増すだけで、1次元データ圧縮法としてはもっとも高い効率を示すことがわかる。

3 新しい2次元圧縮法

3-1 従来の符号化法の考察

2次元圧縮法は、圧縮に際して、1次元の場合よりも多くの情報を使うので、それだけ高い圧縮効率が期待できるが、手法は必然的に複雑化する。2次元理想圧縮率および従来の2次元符号化法の詳細をそれぞれ付録3；付録4に示す。

「複数走査線一括方式」「相対アドレス方式」「予測方

式」など、従来の方式はいずれも、すべての情報を2次元符号化の対象として処理している。しかし、もとの情報の配列いかんによっては、局部的に2次元符号化の効果があまり発揮できないこともある。たとえば、隣接する走査線間の相関が少ない場合、前走査線の情報は現走査線の推定にほとんど役立たない。そのような場合は、より単純な1次元符号化の手法を併用できれば、もっと効率が上がるはずである。

実際問題としては、できるだけ効率を高めるための、1次元切り換え条件の選定がむずかしい。それには、さらにつきつめた理論考察と、画像データの分析が必要である。ここではその詳細を省略す

るが、このような考察の結果新しく創り出した手法が、以下に示す1次元・2次元併用の符号化方式；Codic (Co-dimensional Coding) である。

3-2 Codic

Codic の特徴は次の5つである。

- 1) 相関判定の結果、1次元圧縮の方が有利な走査線には、1次元圧縮を適用する。
- 2) 2次元圧縮を適用する走査線中でも、なるべく1次元圧縮部分の比率を増やす。2次元圧縮は、前走査線に対して相対アドレスRA (ずれ量) が±2の範囲にしぼる。
- 3) 現走査線全体をバイアスし、±2の相対アドレスを、1~5と変換し、負の相対アドレスをなくす。
- 4) 相対アドレスRAと、現走査線上の1次元走査線SAとの比較はしないで、そのときの前走査線の状態によって符号化し、処理速度を速める。
- 5) インサクションを必要としない符号系とする。

上記1)の相関判定の手段は入れずに、2)~5)のみを適用した場合について説明する。もちろん、相関判定法

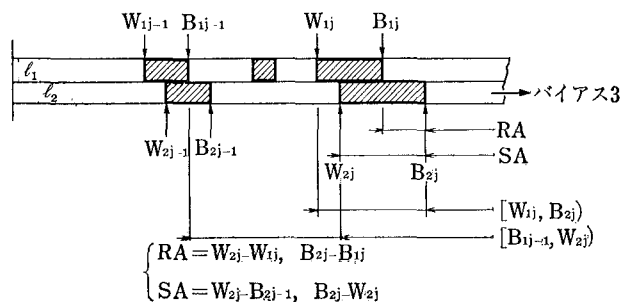


図 4 Codic 説明図

表 5 Codic の圧縮率

D #	READ		Codic 2		Codic 3	
	8×4	8×8	8×4	8×8	8×4	8×8
1	22.0	30.9	23.2	31.0	23.5	31.6
2	38.6	53.3	33.4	48.3	35.4	50.4
3	14.5	19.3	15.8	20.5	15.6	20.4
4	5.8	7.9	6.4	8.2	6.3	8.2
5	12.9	17.3	13.1	18.0	13.7	18.1
6	24.7	32.6	25.1	33.5	25.4	33.6
7	5.7	7.8	5.6	7.4	6.0	7.7
8	21.1	29.3	19.5	27.5	20.1	28.1
m	12.2	16.7	12.6	16.6	12.9	16.9

注 $\left\{ \begin{array}{l} m: \text{荷重平均} \\ \text{REVISEDMT による (MT 2)} \\ \text{READ は 1 insertion をしたもの} \\ \text{(Codic は insertion が不要)} \end{array} \right.$

を併用するとともに効率上がる。

図 4 のように、現走査線 l_2 上の白走査; 黒走査の終了点位置 (アドレス) をそれぞれ $W_{2j}; B_{2j}$ とし、前走査線 l_1 上の対応点をそれぞれ $W_{1j}; B_{1j}$ とする。ただし、現走査線全体は右側 (正側) に n だけバイアスされている。

このとき次のようなアルゴリズムを定める (表 6 参照)。

- ① バイアスは 3 ($n=3$) とする。
- ② 前走査線参照範囲は、
 W_{2j} 符号化のときは (B_{1j-1}, W_{2j})
 B_{2j} 符号化のときは (W_{1j}, B_{2j})
 ただし、 B_{1j-1}, W_{1j-1} はそれぞれ、 l_2 上の 1 つ前の走査終了点の、 l_1 上の対応点である (図 4 参照)。
- ③ 参照範囲にある前走査線上の、同極性位相点の数を C とする。ただし同極性位相点とは、 W_{2j} の符号化のときは白走査終了点を、また B_{2j} の符号化のときは黒走査終了点をそれぞれ意味する。
- ④ $C=0$ のとき、その直前が $C \neq 0$ なら符号は 001 (SA); その次の符号は単に (SA) とする。ただし、(SA) は 1 次元符号を表わす。
- ⑤ $C=1$ のとき
 前走査線上の同極性位相点からの相対アドレスを RA として、次のような符号化を行う。
 RA = 1 なら 00010
 = 2 010
 = 3 1
 = 4 011
 = 5 00011
 ≥ 6 001 (SA)
- ⑥ $C=2$ のとき
 RA ≤ 5 なら 0000 (RA)
 ≥ 6 なら 001 (SA)

表 6 Codic 2 の符号表

C	RA	モード符号	走査長符号
0	—	001	(SA) (SA)
1	1	00010	(SA)
	2	010	
	3	1	
	4	011	
	5	00011	
	≥ 6	001	
2	≤ 5	0000	(RA)
	≥ 6	001	(SA)
≥ 3	—	001	(SA)

表 7 Codic 3 の符号表

C	RA	モード符号	走査長符号
0	—	1	(SA)
1	1	00001	(SA)
	2	0010	
	3	01	
	4	0011	
	5	00000	
	≥ 6	1	
2	≤ 5	0001	(RA)
	≥ 6	1	(SA)
≥ 3	—	1	(SA)

(SA) を使用するまでは Codic 2 と同じ (SA) が出現したら本表による。

- ⑦ $C \geq 3$ なら 001 (SA)

この符号化法は、Codic 2 と呼ぶものであるが、表 5 に示すように、簡単な符号化なのに効率がよい。表 5 の値は、1 次元符号 (SA) として MH を使用した場合である。(SA) として MSAC を使用すれば、さらに効率が良くなる。

なお、表 5 には示していないが、Codic 1 は (RA) にも黒走査の MH を使用したものであり、Codic 2 よりやや効率が悪くなる。

全部の走査線を 1 次元にする相関判定法を混用したり、RA を ± 3 までにするとさらに効率が良くなるが、説明は省略する。

3-3 Codic 3

Codic 2 において、もし $C=0$ なら、その次は 1 次元符号 (SA) の出現する確率が高いので、モード符号は省略している。

Codic 3 では、モード符号の省略のかわりに、(SA) が使用されたら、次の符号化の各モードの出現確率に従って、表 7 に示すもう 1 つのモード符号表を使用する。すなわち、前走査線を基準としてその相対アドレス RA を符号化するとき、現走査線を基準として 1 次元走査長 SA を符号化するときの 2 つの状態に分け、この 2 つ

THE SIERENE COMPANY LIMITED
 SANDS LANE, BOOLE, DORSET, BH12 1LR
 Telephone BH01 (443) 1017 - Telex 12094

Our Ref. 3876/220C
 13th January, 1972.

Dear Sirs,

Please we to introduce you to the facility of feasible transmission. This is designed to be used to transfer messages over the subject area. The variation of pulse density on the frequency. This signal is used to produce a carrier, which is transmitted to a remote destination over a radio or cable communication link.

It is our hope that you will be interested in the facility of feasible transmission, which is used to transfer the density of pulse transmitted by a signal, which is used to produce a carrier, which is transmitted to a remote destination over a radio or cable communication link.

A copy of the subject document is enclosed, as a matter of interest.

Yours sincerely,
Phil.
 P.J. CROSS
 Group Leader - Research Research

Reference: 3876/220C, 14.2.72, 15.2.72, 16.2.72, 17.2.72, 18.2.72, 19.2.72, 20.2.72, 21.2.72, 22.2.72, 23.2.72, 24.2.72, 25.2.72, 26.2.72, 27.2.72, 28.2.72, 29.2.72, 30.2.72, 31.2.72, 1.3.72, 2.3.72, 3.3.72, 4.3.72, 5.3.72, 6.3.72, 7.3.72, 8.3.72, 9.3.72, 10.3.72, 11.3.72, 12.3.72, 13.3.72, 14.3.72, 15.3.72, 16.3.72, 17.3.72, 18.3.72, 19.3.72, 20.3.72, 21.3.72, 22.3.72, 23.3.72, 24.3.72, 25.3.72, 26.3.72, 27.3.72, 28.3.72, 29.3.72, 30.3.72, 31.3.72, 1.4.72, 2.4.72, 3.4.72, 4.4.72, 5.4.72, 6.4.72, 7.4.72, 8.4.72, 9.4.72, 10.4.72, 11.4.72, 12.4.72, 13.4.72, 14.4.72, 15.4.72, 16.4.72, 17.4.72, 18.4.72, 19.4.72, 20.4.72, 21.4.72, 22.4.72, 23.4.72, 24.4.72, 25.4.72, 26.4.72, 27.4.72, 28.4.72, 29.4.72, 30.4.72, 31.4.72, 1.5.72, 2.5.72, 3.5.72, 4.5.72, 5.5.72, 6.5.72, 7.5.72, 8.5.72, 9.5.72, 10.5.72, 11.5.72, 12.5.72, 13.5.72, 14.5.72, 15.5.72, 16.5.72, 17.5.72, 18.5.72, 19.5.72, 20.5.72, 21.5.72, 22.5.72, 23.5.72, 24.5.72, 25.5.72, 26.5.72, 27.5.72, 28.5.72, 29.5.72, 30.5.72, 31.5.72, 1.6.72, 2.6.72, 3.6.72, 4.6.72, 5.6.72, 6.6.72, 7.6.72, 8.6.72, 9.6.72, 10.6.72, 11.6.72, 12.6.72, 13.6.72, 14.6.72, 15.6.72, 16.6.72, 17.6.72, 18.6.72, 19.6.72, 20.6.72, 21.6.72, 22.6.72, 23.6.72, 24.6.72, 25.6.72, 26.6.72, 27.6.72, 28.6.72, 29.6.72, 30.6.72, 31.6.72, 1.7.72, 2.7.72, 3.7.72, 4.7.72, 5.7.72, 6.7.72, 7.7.72, 8.7.72, 9.7.72, 10.7.72, 11.7.72, 12.7.72, 13.7.72, 14.7.72, 15.7.72, 16.7.72, 17.7.72, 18.7.72, 19.7.72, 20.7.72, 21.7.72, 22.7.72, 23.7.72, 24.7.72, 25.7.72, 26.7.72, 27.7.72, 28.7.72, 29.7.72, 30.7.72, 31.7.72, 1.8.72, 2.8.72, 3.8.72, 4.8.72, 5.8.72, 6.8.72, 7.8.72, 8.8.72, 9.8.72, 10.8.72, 11.8.72, 12.8.72, 13.8.72, 14.8.72, 15.8.72, 16.8.72, 17.8.72, 18.8.72, 19.8.72, 20.8.72, 21.8.72, 22.8.72, 23.8.72, 24.8.72, 25.8.72, 26.8.72, 27.8.72, 28.8.72, 29.8.72, 30.8.72, 31.8.72, 1.9.72, 2.9.72, 3.9.72, 4.9.72, 5.9.72, 6.9.72, 7.9.72, 8.9.72, 9.9.72, 10.9.72, 11.9.72, 12.9.72, 13.9.72, 14.9.72, 15.9.72, 16.9.72, 17.9.72, 18.9.72, 19.9.72, 20.9.72, 21.9.72, 22.9.72, 23.9.72, 24.9.72, 25.9.72, 26.9.72, 27.9.72, 28.9.72, 29.9.72, 30.9.72, 31.9.72, 1.10.72, 2.10.72, 3.10.72, 4.10.72, 5.10.72, 6.10.72, 7.10.72, 8.10.72, 9.10.72, 10.10.72, 11.10.72, 12.10.72, 13.10.72, 14.10.72, 15.10.72, 16.10.72, 17.10.72, 18.10.72, 19.10.72, 20.10.72, 21.10.72, 22.10.72, 23.10.72, 24.10.72, 25.10.72, 26.10.72, 27.10.72, 28.10.72, 29.10.72, 30.10.72, 31.10.72, 1.11.72, 2.11.72, 3.11.72, 4.11.72, 5.11.72, 6.11.72, 7.11.72, 8.11.72, 9.11.72, 10.11.72, 11.11.72, 12.11.72, 13.11.72, 14.11.72, 15.11.72, 16.11.72, 17.11.72, 18.11.72, 19.11.72, 20.11.72, 21.11.72, 22.11.72, 23.11.72, 24.11.72, 25.11.72, 26.11.72, 27.11.72, 28.11.72, 29.11.72, 30.11.72, 31.11.72, 1.12.72, 2.12.72, 3.12.72, 4.12.72, 5.12.72, 6.12.72, 7.12.72, 8.12.72, 9.12.72, 10.12.72, 11.12.72, 12.12.72, 13.12.72, 14.12.72, 15.12.72, 16.12.72, 17.12.72, 18.12.72, 19.12.72, 20.12.72, 21.12.72, 22.12.72, 23.12.72, 24.12.72, 25.12.72, 26.12.72, 27.12.72, 28.12.72, 29.12.72, 30.12.72, 31.12.72, 1.1.73, 2.1.73, 3.1.73, 4.1.73, 5.1.73, 6.1.73, 7.1.73, 8.1.73, 9.1.73, 10.1.73, 11.1.73, 12.1.73, 13.1.73, 14.1.73, 15.1.73, 16.1.73, 17.1.73, 18.1.73, 19.1.73, 20.1.73, 21.1.73, 22.1.73, 23.1.73, 24.1.73, 25.1.73, 26.1.73, 27.1.73, 28.1.73, 29.1.73, 30.1.73, 31.1.73, 1.2.73, 2.2.73, 3.2.73, 4.2.73, 5.2.73, 6.2.73, 7.2.73, 8.2.73, 9.2.73, 10.2.73, 11.2.73, 12.2.73, 13.2.73, 14.2.73, 15.2.73, 16.2.73, 17.2.73, 18.2.73, 19.2.73, 20.2.73, 21.2.73, 22.2.73, 23.2.73, 24.2.73, 25.2.73, 26.2.73, 27.2.73, 28.2.73, 29.2.73, 30.2.73, 31.2.73, 1.3.73, 2.3.73, 3.3.73, 4.3.73, 5.3.73, 6.3.73, 7.3.73, 8.3.73, 9.3.73, 10.3.73, 11.3.73, 12.3.73, 13.3.73, 14.3.73, 15.3.73, 16.3.73, 17.3.73, 18.3.73, 19.3.73, 20.3.73, 21.3.73, 22.3.73, 23.3.73, 24.3.73, 25.3.73, 26.3.73, 27.3.73, 28.3.73, 29.3.73, 30.3.73, 31.3.73, 1.4.73, 2.4.73, 3.4.73, 4.4.73, 5.4.73, 6.4.73, 7.4.73, 8.4.73, 9.4.73, 10.4.73, 11.4.73, 12.4.73, 13.4.73, 14.4.73, 15.4.73, 16.4.73, 17.4.73, 18.4.73, 19.4.73, 20.4.73, 21.4.73, 22.4.73, 23.4.73, 24.4.73, 25.4.73, 26.4.73, 27.4.73, 28.4.73, 29.4.73, 30.4.73, 31.4.73, 1.5.73, 2.5.73, 3.5.73, 4.5.73, 5.5.73, 6.5.73, 7.5.73, 8.5.73, 9.5.73, 10.5.73, 11.5.73, 12.5.73, 13.5.73, 14.5.73, 15.5.73, 16.5.73, 17.5.73, 18.5.73, 19.5.73, 20.5.73, 21.5.73, 22.5.73, 23.5.73, 24.5.73, 25.5.73, 26.5.73, 27.5.73, 28.5.73, 29.5.73, 30.5.73, 31.5.73, 1.6.73, 2.6.73, 3.6.73, 4.6.73, 5.6.73, 6.6.73, 7.6.73, 8.6.73, 9.6.73, 10.6.73, 11.6.73, 12.6.73, 13.6.73, 14.6.73, 15.6.73, 16.6.73, 17.6.73, 18.6.73, 19.6.73, 20.6.73, 21.6.73, 22.6.73, 23.6.73, 24.6.73, 25.6.73, 26.6.73, 27.6.73, 28.6.73, 29.6.73, 30.6.73, 31.6.73, 1.7.73, 2.7.73, 3.7.73, 4.7.73, 5.7.73, 6.7.73, 7.7.73, 8.7.73, 9.7.73, 10.7.73, 11.7.73, 12.7.73, 13.7.73, 14.7.73, 15.7.73, 16.7.73, 17.7.73, 18.7.73, 19.7.73, 20.7.73, 21.7.73, 22.7.73, 23.7.73, 24.7.73, 25.7.73, 26.7.73, 27.7.73, 28.7.73, 29.7.73, 30.7.73, 31.7.73, 1.8.73, 2.8.73, 3.8.73, 4.8.73, 5.8.73, 6.8.73, 7.8.73, 8.8.73, 9.8.73, 10.8.73, 11.8.73, 12.8.73, 13.8.73, 14.8.73, 15.8.73, 16.8.73, 17.8.73, 18.8.73, 19.8.73, 20.8.73, 21.8.73, 22.8.73, 23.8.73, 24.8.73, 25.8.73, 26.8.73, 27.8.73, 28.8.73, 29.8.73, 30.8.73, 31.8.73, 1.9.73, 2.9.73, 3.9.73, 4.9.73, 5.9.73, 6.9.73, 7.9.73, 8.9.73, 9.9.73, 10.9.73, 11.9.73, 12.9.73, 13.9.73, 14.9.73, 15.9.73, 16.9.73, 17.9.73, 18.9.73, 19.9.73, 20.9.73, 21.9.73, 22.9.73, 23.9.73, 24.9.73, 25.9.73, 26.9.73, 27.9.73, 28.9.73, 29.9.73, 30.9.73, 31.9.73, 1.10.73, 2.10.73, 3.10.73, 4.10.73, 5.10.73, 6.10.73, 7.10.73, 8.10.73, 9.10.73, 10.10.73, 11.10.73, 12.10.73, 13.10.73, 14.10.73, 15.10.73, 16.10.73, 17.10.73, 18.10.73, 19.10.73, 20.10.73, 21.10.73, 22.10.73, 23.10.73, 24.10.73, 25.10.73, 26.10.73, 27.10.73, 28.10.73, 29.10.73, 30.10.73, 31.10.73, 1.11.73, 2.11.73, 3.11.73, 4.11.73, 5.11.73, 6.11.73, 7.11.73, 8.11.73, 9.11.73, 10.11.73, 11.11.73, 12.11.73, 13.11.73, 14.11.73, 15.11.73, 16.11.73, 17.11.73, 18.11.73, 19.11.73, 20.11.73, 21.11.73, 22.11.73, 23.11.73, 24.11.73, 25.11.73, 26.11.73, 27.11.73, 28.11.73, 29.11.73, 30.11.73, 31.11.73, 1.12.73, 2.12.73, 3.12.73, 4.12.73, 5.12.73, 6.12.73, 7.12.73, 8.12.73, 9.12.73, 10.12.73, 11.12.73, 12.12.73, 13.12.73, 14.12.73, 15.12.73, 16.12.73, 17.12.73, 18.12.73, 19.12.73, 20.12.73, 21.12.73, 22.12.73, 23.12.73, 24.12.73, 25.12.73, 26.12.73, 27.12.73, 28.12.73, 29.12.73, 30.12.73, 31.12.73, 1.1.74, 2.1.74, 3.1.74, 4.1.74, 5.1.74, 6.1.74, 7.1.74, 8.1.74, 9.1.74, 10.1.74, 11.1.74, 12.1.74, 13.1.74, 14.1.74, 15.1.74, 16.1.74, 17.1.74, 18.1.74, 19.1.74, 20.1.74, 21.1.74, 22.1.74, 23.1.74, 24.1.74, 25.1.74, 26.1.74, 27.1.74, 28.1.74, 29.1.74, 30.1.74, 31.1.74, 1.2.74, 2.2.74, 3.2.74, 4.2.74, 5.2.74, 6.2.74, 7.2.74, 8.2.74, 9.2.74, 10.2.74, 11.2.74, 12.2.74, 13.2.74, 14.2.74, 15.2.74, 16.2.74, 17.2.74, 18.2.74, 19.2.74, 20.2.74, 21.2.74, 22.2.74, 23.2.74, 24.2.74, 25.2.74, 26.2.74, 27.2.74, 28.2.74, 29.2.74, 30.2.74, 31.2.74, 1.3.74, 2.3.74, 3.3.74, 4.3.74, 5.3.74, 6.3.74, 7.3.74, 8.3.74, 9.3.74, 10.3.74, 11.3.74, 12.3.74, 13.3.74, 14.3.74, 15.3.74, 16.3.74, 17.3.74, 18.3.74, 19.3.74, 20.3.74, 21.3.74, 22.3.74, 23.3.74, 24.3.74, 25.3.74, 26.3.74, 27.3.74, 28.3.74, 29.3.74, 30.3.74, 31.3.74, 1.4.74, 2.4.74, 3.4.74, 4.4.74, 5.4.74, 6.4.74, 7.4.74, 8.4.74, 9.4.74, 10.4.74, 11.4.74, 12.4.74, 13.4.74, 14.4.74, 15.4.74, 16.4.74, 17.4.74, 18.4.74, 19.4.74, 20.4.74, 21.4.74, 22.4.74, 23.4.74, 24.4.74, 25.4.74, 26.4.74, 27.4.74, 28.4.74, 29.4.74, 30.4.74, 31.4.74, 1.5.74, 2.5.74, 3.5.74, 4.5.74, 5.5.74, 6.5.74, 7.5.74, 8.5.74, 9.5.74, 10.5.74, 11.5.74, 12.5.74, 13.5.74, 14.5.74, 15.5.74, 16.5.74, 17.5.74, 18.5.74, 19.5.74, 20.5.74, 21.5.74, 22.5.74, 23.5.74, 24.5.74, 25.5.74, 26.5.74, 27.5.74, 28.5.74, 29.5.74, 30.5.74, 31.5.74, 1.6.74, 2.6.74, 3.6.74, 4.6.74, 5.6.74, 6.6.74, 7.6.74, 8.6.74, 9.6.74, 10.6.74, 11.6.74, 12.6.74, 13.6.74, 14.6.74, 15.6.74, 16.6.74, 17.6.74, 18.6.74, 19.6.74, 20.6.74, 21.6.74, 22.6.74, 23.6.74, 24.6.74, 25.6.74, 26.6.74, 27.6.74, 28.6.74, 29.6.74, 30.6.74, 31.6.74, 1.7.74, 2.7.74, 3.7.74, 4.7.74, 5.7.74, 6.7.74, 7.7.74, 8.7.74, 9.7.74, 10.7.74, 11.7.74, 12.7.74, 13.7.74, 14.7.74, 15.7.74, 16.7.74, 17.7.74, 18.7.74, 19.7.74, 20.7.74, 21.7.74, 22.7.74, 23.7.74, 24.7.74, 25.7.74, 26.7.74, 27.7.74, 28.7.74, 29.7.74, 30.7.74, 31.7.74, 1.8.74, 2.8.74, 3.8.74, 4.8.74, 5.8.74, 6.8.74, 7.8.74, 8.8.74, 9.8.74, 10.8.74, 11.8.74, 12.8.74, 13.8.74, 14.8.74, 15.8.74, 16.8.74, 17.8.74, 18.8.74, 19.8.74, 20.8.74, 21.8.74, 22.8.74, 23.8.74, 24.8.74, 25.8.74, 26.8.74, 27.8.74, 28.8.74, 29.8.74, 30.8.74, 31.8.74, 1.9.74, 2.9.74, 3.9.74, 4.9.74, 5.9.74, 6.9.74, 7.9.74, 8.9.74, 9.9.74, 10.9.74, 11.9.74, 12.9.74, 13.9.74, 14.9.74, 15.9.74, 16.9.74, 17.9.74, 18.9.74, 19.9.74, 20.9.74, 21.9.74, 22.9.74, 23.9.74, 24.9.74, 25.9.74, 26.9.74, 27.9.74, 28.9.74, 29.9.74, 30.9.74, 31.9.74, 1.10.74, 2.10.74, 3.10.74, 4.10.74, 5.10.74, 6.10.74, 7.10.74, 8.10.74, 9.10.74, 10.10.74, 11.10.74, 12.10.74, 13.10.74, 14.10.74, 15.10.74, 16.10.74, 17.10.74, 18.10.74, 19.10.74, 20.10.74, 21.10.74, 22.10.74, 23.10.74, 24.10.74, 25.10.74, 26.10.74, 27.10.74, 28.10.74, 29.10.74, 30.10.74, 31.10.74, 1.11.74, 2.11.74, 3.11.74, 4.11.74, 5.11.74, 6.11.74, 7.11.74, 8.11.74, 9.11.74, 10.11.74, 11.11.74, 12.11.74, 13.11.74, 14.11.74, 15.11.74, 16.11.74, 17.11.74, 18.11.74, 19.11.74, 20.11.74, 21.11.74, 22.11.74, 23.11.74, 24.11.74, 25.11.74, 26.11.74, 27.11.74, 28.11.74, 29.11.74, 30.11.74, 31.11.74, 1.12.74, 2.12.74, 3.12.74, 4.12.74, 5.12.74, 6.12.74, 7.12.74, 8.12.74, 9.12.74, 10.12.74, 11.12.74, 12.12.74, 13.12.74, 14.12.74, 15.12.74, 16.12.74, 17.12.74, 18.12.74, 19.12.74, 20.12.74, 21.12.74, 22.12.74, 23.12.74, 24.12.74, 25.12.74, 26.12.74, 27.12.74, 28.12.74, 29.12.74, 30.12.74, 31.12.74, 1.1.75, 2.1.75, 3.1.75, 4.1.75, 5.1.75, 6.1.75, 7.1.75, 8.1.75, 9.1.75, 10.1.75, 11.1.75, 12.1.75, 13.1.75, 14.1.75, 15.1.75, 16.1.75, 17.1.75, 18.1.75, 19.1.75, 20.1.75, 21.1.75, 22.1.75, 23.1.75, 24.1.75, 25.1.75, 26.1.75, 27.1.75, 28.1.75, 29.1.75, 30.1.75, 31.1.75, 1.2.75, 2.2.75, 3.2.75, 4.2.75, 5.2.75, 6.2.75, 7.2.75, 8.2.75, 9.2.75, 10.2.75, 11.2.75, 12.2.75, 13.2.75, 14.2.75, 15.2.75, 16.2.75, 17.2.75, 18.2.75, 19.2.75, 20.2.75, 21.2.75, 22.2.75, 23.2.75, 24.2.75, 25.2.75, 26.2.75, 27.2.75, 28.2.75, 29.2.75, 30.2.75, 31.2.75, 1.3.75, 2.3.75, 3.3.75, 4.3.75, 5.3.75, 6.3.75, 7.3.75, 8.3.75, 9.3.75, 10.3.75, 11.3.75, 12.3.75, 13.3.75, 14.3.75, 15.3.75, 16.3.75, 17.3.75, 18.3.75, 19.3.75, 20.3.75, 21.3.75, 22.3.75, 23.3.75, 24.3.75, 25.3.75, 26.3.75, 27.3.75, 28.3.75, 29.3.75, 30.3.75, 31.3.75, 1.4.75, 2.4.75, 3.4.75, 4.4.75, 5.4.75, 6.4.75, 7.4.75, 8.4.75, 9.4.75, 10.4.75, 11.4.75, 12.4.75, 13.4.75, 14.4.75, 15.4.75, 16.4.75, 17.4.75, 18.4.75, 19.4.75, 20.4.75, 21.4.75, 22.4.75, 23.4.75, 24.4.75, 25.4.75, 26.4.75, 27.4.75, 28.4.75, 29.4.75, 30.4.75, 31.4.75, 1.5.75, 2.5.75, 3.5.75, 4.5.75, 5.5.75, 6.5.75, 7.5.75, 8.5.75, 9.5.75, 10.5.75, 11.5.75, 12.5.75, 13.5.75, 14.5.75, 15.5.75, 16.5.75, 17.5.75, 18.5.75, 19.5.75, 20.5.75, 21.5.75, 22.5.75, 23.5.75, 24.5.75, 25.5.75, 26.5.75, 27.5.75, 28.5.75, 29.5.75, 30.5.75, 31.5.75, 1.6.75, 2.6.75, 3.6.75, 4.6.75, 5.6.75, 6.6.75, 7.6.75, 8.6.75, 9.6.75, 10.6.75, 11.6.75, 12.6.75, 13.6.75, 14.6.75, 15.6.75, 16.6.75, 17.6.75, 18.6.75, 19.6.75, 20.6.75, 21.6.75, 22.6.75, 23.6.75, 24.6.75, 25.6.75, 26.6.75, 27.6.75, 28.6.75, 29.6.75, 30.6.75, 31.6.75, 1.7.75, 2.7.75, 3.7.75, 4.7.75, 5.7.75, 6.7.75, 7.7.75, 8.7.75, 9.7.75, 10.7.75, 11.7.75, 12.7.75, 13.7.75, 14.7.75, 15.7.75, 16.7.75, 17.7.75, 18.7.75, 19.7.75, 20.7.75, 21.7.75, 22.7.75, 23.7.75, 24.7.75, 25.7.75, 26.7.75, 27.7.75, 28.7.75, 29.7.75, 30.7.75, 31.7.75, 1.8.75, 2.8.75, 3.8.75, 4.8.75, 5.8.75, 6.8.75, 7.8.75, 8.8.75, 9.8.75, 10.8.75, 11.8.75, 12.8.75, 13.8.75, 14.8.75, 15.8.75, 16.8.75, 17.8.75, 18.8.75, 19.8.75, 20.8.75, 21.8.75, 22.8.75, 23.8.75, 24.8.75, 25.8.75, 26.8.75, 27.8.75, 28.8.75, 29.8.75, 30.8.75, 31.8.75, 1.9.75, 2.9.75, 3.9.75, 4.9.75, 5.9.75, 6.9.75, 7.9.75, 8.9.75, 9.9.75, 10.9.75, 11.9.75, 12.9.75, 13.9.75, 14.9.75, 15.9.75, 16.9.75, 17.9.75, 18.9.75, 19.9.75, 20.9.75, 21.9.75, 22.9.75, 23.9.75, 24.9.75, 25.9.75, 26.9.75, 27.9.75, 28.9.75, 29.9.75, 30.9.75, 31.9.75, 1.10.75

の状態が変化したら、モード符号表を変更するのである。

Codic 3 の圧縮率も、Codic 2 と同様にきわめて高いことが表 5 からわかる。

Codic 3 は、モード符号のみ 1 階符号化法を採用していることになる。

4 おわりに

1 次元圧縮法の SAC も、2 次元圧縮法の Codic も、アルゴリズムが簡単でしかも効率が良い。特に 2 次元符号化法では、日本が世界をリードしている中において、Codic は、KDD の RAC、NTT の Edic、三菱電機の CLAP、KDD-NTT の READ などと並んで、世界最高の効率をもっている。

これらの用途としては、ファクシミリ用のほか、情報記憶用などがある。すでに標準が設定されている分野の場合は、限定した用途にしか使用できないが、今後新しく設定されるデジタルネットワーク用や、インハウスネットワークを使用するオフィスオートメーションシステム用などに適用されることを願ってやまない。

5 謝 辞

コンピュータシミュレーションを中心として、数多くの援助をいただいた谷口捷氏、小西晃氏に心から感謝します。

● 付 録

付録 1 1 次元理想圧縮率

白黒 2 値画像において、 i 行 j 列目の画素の値を X_{ij} とする。たとえば、A 4 サイズにおいて、1 mm 当たりの画素密度を 8 画素とすると、 j, i は次のようになる。

$$j = 1 \sim 1728 \text{ (紙幅 216 mm として)}$$

$$i = 1 \sim 2376 \text{ (紙長 297 mm として)}$$

CCITT (国際電信電話諮問委員会) では、ファクシミリ用の 8 種類の A 4 テスト原稿 (D_1, \dots, D_8 と称す) を定めている (図 5・9 ページ参照)。実際には、主走査は常に 8 画素/mm であるが、副走査は 7.7 画素/mm と、3.85 画素/mm の 2 通りを定めているので、 i は次のようになる。

$$i = \begin{cases} 1 \sim 2286 & (7.7 \text{ 画素/mm のとき}) \\ 1 \sim 1143 & (3.85 \text{ 画素/mm のとき}) \end{cases}$$

次に、

$$X_{ij} = \begin{cases} 0 & (\text{白画素の場合}) \\ 1 & (\text{黒画素の場合}) \end{cases}$$

とすると、白の走査長 (白画素の続く個数) RL_0 と、黒の走査長 RL_1 は、原稿によって特有の分布を示す。白; 黒画素の走査長 n の出現確率をそれぞれ $P_{0n}; P_{1n}$ とし、 P_{0n} と P_{1n} の分布を図 6 に示す。この例は、CCITT の $D_1 \sim D_8$ についての分布である。原稿によ

てあまり分布の形に差の見られないことがわかる。

2 値画像を情報源と見ると、白と黒の走査長 n の、1 走査当りの情報量 $E_{0n}; E_{1n}$ (単位ビット) は次の式で定義される。

$$E_{0n} = -\log_2 P_{0n}$$

$$E_{1n} = -\log_2 P_{1n}$$

ここで

f_{0n} : 白走査長 n の出現度数

f_{1n} : 黒走査長 n の出現度数

f_0 : 白走査の出現度数

f_1 : 黒走査の出現度数

m : 最大走査長 (A 4: 1728)

とすると、1 ページ当たりの白走査; 黒走査の情報量 $T_0; T_1$ は次式のようにになる。

$$T_0 = -\sum_{n=1}^m f_{0n} \log_2 P_{0n}$$

$$= -f_0 \sum_{n=1}^m (f_{0n}/f_0) \log_2 P_{0n}$$

$$= -f_0 \sum_{n=1}^m P_{0n} \log_2 P_{0n}$$

$$= f_0 \cdot H_0 \quad \text{ただし} \quad H_0 = -\sum_{n=1}^m P_{0n} \log_2 P_{0n}$$

同様に、

$$T_1 = -\sum_{n=1}^m f_{1n} \log_2 P_{1n}$$

$$= f_1 \cdot H_1 \quad \text{ただし} \quad H_1 = -\sum_{n=1}^m P_{1n} \log_2 P_{1n}$$

ここに $H_0; H_1$ はそれぞれ、白走査; 黒走査のエントロピー (平均情報量) と呼ばれるものである。

1 ページ当たりの総情報量を T_0 とすると、

$$T = T_0 + T_1$$

である。1 ページ当たりの画素数 G と T の比を $CF1$ とすると、

$$CF1 = G/T.$$

となる。 $CF1$ を 1 次元理想圧縮率という。 $D_1 \sim D_8$ の場合の $CF1$ の値を表 8 に示す。 $CF1$ は、 $D_1; D_2; D_6$ のような簡単な原稿では大きく、 $D_4; D_7$ のような複雑な原稿では小さくなる。

なお、表 8 の $H; T; CF2$ は、白と黒を区別しないで分布をとった場合の値であり、

$$T = f \cdot H \quad (f = f_0 + f_1)$$

$$H = -\sum_{n=1}^m P_n \log_2 P_n$$

(P_n : 走査長 n の出現確率)

である。

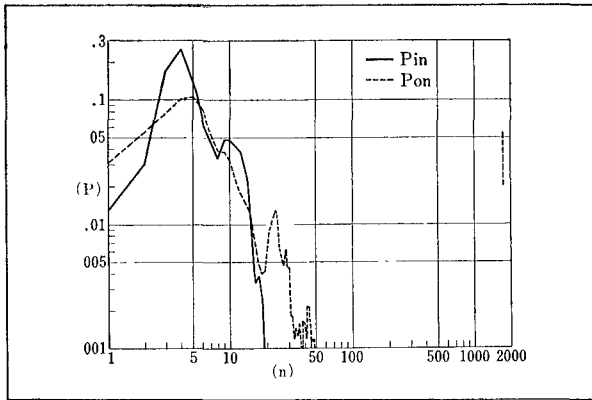
$$H \geq 1/2 (H_0 + H_1)$$

なので、 $T \geq T_0$ が成り立つ。したがって、

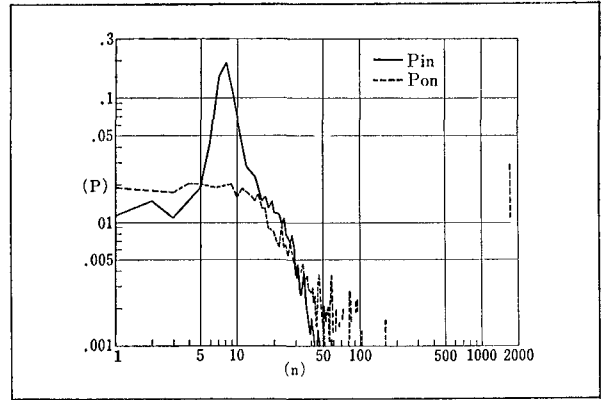
$$CF2 = G/T \leq CF1$$

であることがわかる。

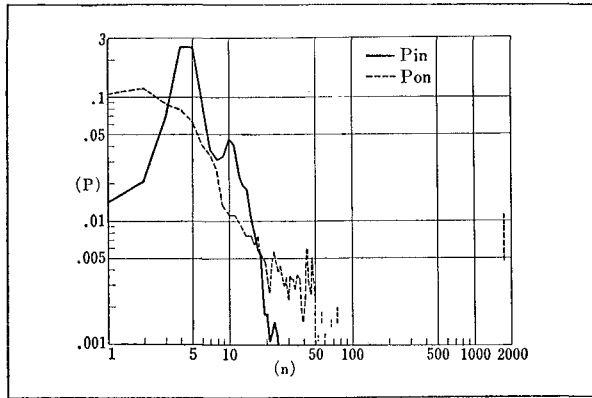
表 8 の数値は、主走査・副走査の画素密度をそれぞれ



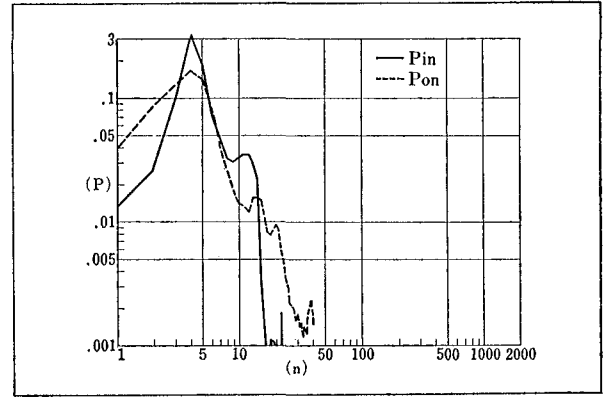
DOC #1



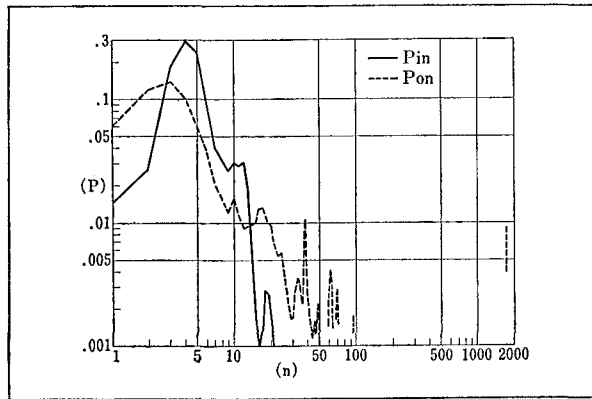
DOC #2



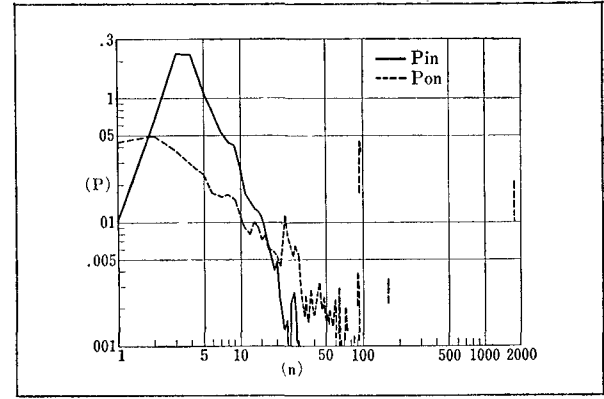
DOC #3



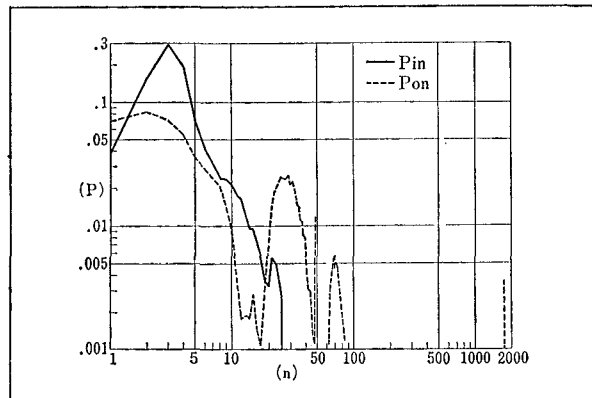
DOC #4



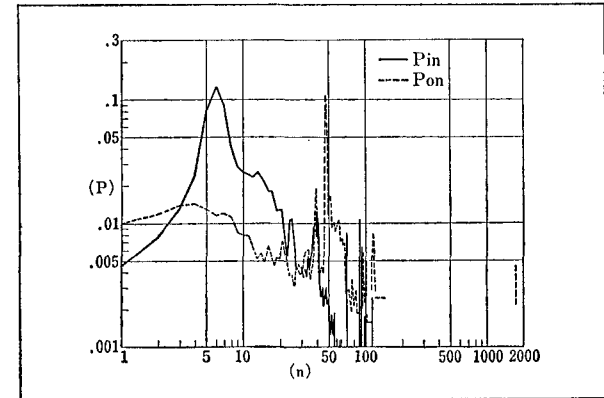
DOC #5



DOC #6



DOC #7



DOC #8

図 6 1次元ラングレス分布

表 8 1次元ランレングスより求めたエントロピー圧縮率

H AND T	DOC # 1	DOC # 2	DOC # 3	DOC # 4	DOC # 5	DOC # 6	DOC # 7	DOC # 8
H ₀	5.4459	8.1476	5.6450	4.6771	5.7240	6.1706	4.9158	6.9368
H ₁	3.5267	4.4659	3.4321	3.2447	3.1971	3.5765	3.9258	5.8217
H	4.7072	6.8593	4.8973	4.1023	4.7839	5.4021	5.0058	6.8070
T ₀	68885	62378	120939	217092	138378	87703	244371	90442
T ₁	40377	28832	69411	146710	73453	46541	133391	72486
T	118436	96799	203961	375898	225562	147078	407552	173498
CF 1 (G/T ₀ +T ₁)	18.9782	22.7343	10.8936	5.6998	9.7889	15.4465	5.4892	12.7770
CF 2 (G/T)	18.2799	21.4217	10.1666	5.5164	9.1930	14.0986	5.0879	11.9517

8画素/mm・4画素/mmとし、走査長の出現は独立であるとして計算したものである。

このように、走査長の出現を独立事象として符号化する場合を0階符号化と呼び、1つ前の走査長からの遷移確率を参考にした符号化を1階符号化と呼ぶ。

付録 2 従来の1次元符号化法

表8のCF1は、D₁~D₈の1次元理想圧縮率であり、実際の符号化の場合は、走査長出現を独立事象と見る限り、この値を上まわることができない。

データ圧縮に用いる符号化とは、走査長を2進数によって表現することである。しかも、符号長を可変にしないと効率が悪いので、符号自身が符号長を示す情報を含むようにしなければならない。ここではその数例を説明する(表9参照)。

① Modified Huffman Coding (MH, または MHC)

64進数2桁を確率分布に従って入れ換えたものである。すなわち、頻度の高い走査長には短い符号を、頻度の低い走査長には長い符号を割り当て、しかも長い符号の先頭部に短い符号が含まれないようにしてある。〔9〕

② B1-Coding (B1)

2ビットを単位として、1ビットを符号長情報に、他の1ビットを走査長情報に充当したもの。

③ B2-Coding (B2)

3ビットのうちの1ビットを符号長情報に、2ビットを走査長情報に充当したもの。

④ Wyle's Coding (WY, または WYC)

B2の一部を変形したもの。

これらの1次元符号化の圧縮効率については表10に示してある。理想圧縮率に対して75%以上を得ているので、いずれも効率の良い符号化といえる。

付録 3 2次元理想圧縮率

まず1次元圧縮と2次元圧縮の関係を調べる。図7に示すように、先行走査線 h_{-1} と、現走査線 h 上に4つの画素、 $a_1; b_1; x; c$ をとり、 x の持つ情報量を求める。当然のことながら、既知の情報から x を推定できる確率が高いほど、 x の持つ情報量は小さくなる。

表 9 1次元符号化の例

MH		
走査長	白符号	黒符号
0	00110101	0000110111
1	000111	010
2	0111	11
3	1000	10
4	1011	011
63	00110100	000001100111
64	11011	0000001111
↑	↑	↑
128	010011011	0000001100101
⋮	⋮	⋮
B 1		
走査長	符 号	
1~2	0	×
3~6	10	×
7~14	110	×
15~30	1110	×
⋮	⋮	⋮
B 2		
走査長	符 号	
1~4	0	×
5~20	10	×
21~84	110	×
85~340	1110	×
⋮	⋮	⋮
WY		
走査長	符 号	
1~4	0	×
5~8	10	×
9~16	110	×
17~32	1110	×
33~64	11110	×
65~128	111110	×
⋮	⋮	⋮

注 1. 1~10 は符号長符号, × × は2進符号を表す。
 2. 符号長符号と, 2進符号は混合して交互順にしてもよい。
 (10×× → 1×0×)

はじめに、1次元圧縮のとき、 a_1 が既知のときの x の情報量 E_1 は、 a_1 から x を推定できる確率を p とすると、

表 10 1次元圧縮率

DOC #	CFI	MHC	WYC	B 1	B 2
1	19.0	14.6	15.4	14.2	14.4
2	22.7	16.0	16.9	16.0	17.4
3	10.9	8.2	8.7	8.3	8.7
4	5.7	4.6	5.0	4.5	4.4
5	9.8	7.9	8.1	7.7	7.8
6	15.4	10.5	10.6	10.1	10.9
7	5.5	4.7	4.6	4.3	4.5
8	12.8	8.3	9.1	8.9	9.6
m	10.1	7.8	8.1	7.6	7.9

m: 荷重平均 CNET TAPE (MTI) による。

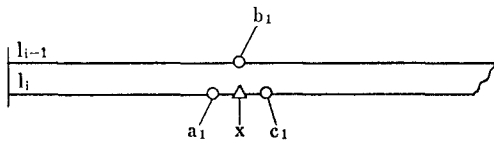


図 7 X近傍の画素配列

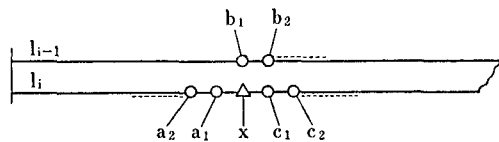


図 8 2次元の画素配列

$$E_1 = -\{p \log_2 p + (1-p) \log_2 (1-p)\}$$

$$\cong -(1-p) \log_2 (1-p) \quad (\because p \cong 1)$$

(例・CCITT の D_1 の場合, $E_1 \cong 1/20 = 0.05$
したがって $p > 0.99$)

次に, a_1 と b_1 が既知のときの x の情報量 E_2 を求める。ところで, E_2 は, a_1 と c_1 が既知のときの x の情報量 E_2' よりは大いので, 先に E_2' について調べる。 a_1, c_1 が既知のときの推定誤り確率を $1-p'$ とすると,

$$E_2' \cong -(1-p') \log_2 (1-p')$$

推定誤りは白と黒の境界近傍でおこる。境界近傍でも $a_1 = c_1$ のときは, x の推定は誤らない。しかし $a_1 \neq c_1$ のときは, x は a_1, c_1 のうちのどちらと同値なのか不明であり, 推定誤りは大きい。境界近傍で, $a_1 = c_1$ となる確率は $1/2$ である。

したがって,

$$(1-p') = 1/2(1-p)$$

$$E_2' \cong -1/2(1-p) \log_2 \{2/(1-p)\}$$

$$\cong 1/2(1-p + E_1)$$

$$\geq 1/2 E_1$$

すなわち, p が 1 に近く, 画像に方向性がなく, かつ, 副走査画素密度が主走査画素密度を上まわらない限り,

$$E_1 > E_2 > E_2' \geq 1/2 E_1$$

となる。

ところで, 圧縮率は情報量の逆数に比例するので, 上

式を換言すれば, 2次元データ圧縮率は, 1次元データ圧縮率よりは大きい, 2倍を超えることはない, といえる。

この証明において, 図 8 のように x の近傍に, $a_1 \sim a_n, b_1 \sim b_n, c_1 \sim c_n$ をとり, $a_1 \rightarrow (a_1 \sim a_n), b_1 \rightarrow (b_1 \sim b_n), c_1 \rightarrow (c_1 \sim c_n)$ としても同じ関係が成立する。

付録 4 従来の2次元符号化法

従来方式のうち代表的なものをいくつか簡単に説明する。従来の2次元圧縮方式は, 次の3つに大別される。

① 複数走査線一括方式

代表的なものは, 2線一括方式である。すなわち, 2本の走査線を1対にして, 画素値の組み合わせによる, 4種のモードの長さを符号化する方式である (RIFAX 600 S などに使用している)。

② 相対アドレス方式

前走査上の情報を参照して, 白と黒の境界点からのずれ量を符号化する方式である。代表的なものに, RAC⁵⁾ 方式, READ¹⁾ 方式がある。

③ 予測方式

送信しようとする画素の近傍に, 複数個の既知画素をとり, 既知画素の値から送信しようとする画素の値の予測方式をつくって, 予測が一致した場合を 0, はずれた場合を 1 としてから符号化する。すなわち, 予測式による前処理を行うので, 1 の数を少なくしてから符号化できる。TUHC⁴⁾, CLAP³⁾ などがある。

参考文献

- 1) Japan, (READ), CCITT SGXIV Contribution 42 Dec., (1978)
- 2) M. Kunt, Statistical Models and Information Measurements for Two-level Digital Facsimile. Information and Control, 33, 4, Apr., (1977)
- 3) R. Ohnishi et al. (CLAP), Comparison of Facsimile Data Compression Methods. ICC Program 48. 4, May, (1978)
- 4) D. Preuss, (TUHC), Two-dimensional Facsimile Source Encoding Based on a Markov Model. Nachrichten Tech Z., 28, 10, (1975)
- 5) KDD (RAC), CCITT SGXIV TD 18 Apr., (1975)
- 6) N. Murayama et al. (SAC), Stochastic Coding. International Picture Coding Symposium. Feb., (1978)
- 7) N. Murayama et al., Information Analysis. SPSE Business Graphic Symposium Nov., (1976)
- 8) NTT, (EDIC), CCITT SGXIV Special Rapporteur's Group on G3 Contribution 8 Nov., (1976)
- 9) CCITT SGXIV, (MHC), CCITT SGXIV Contribution 25, Annex 3 Dec., (1977)

デジタル画像の主観的評価

Subjective Evaluation of Digital Image Quality

番場信夫* 加納敏夫* 早川誠二**
Nobuo Bamba Toshio Kano Seiji Hayakawa

要 旨

本稿は、ファクシミリ等のデジタル画像機器において良い画像を得ることを目的とした、主観的画像評価実験とその結果について述べたものである。

画像機器を開発するためには、良い画像というものを定量的に把握する必要がある。そのためには、まず、(1)人間が画像を評価するとき、どのような心理評価項目で判断するか知り、(2)それらの心理評価項目に対し各物理項目がどのような結びつきになっているかを知る、ことが必要である。(1)については、SD法と主成分分析法を用い、「読みやすさ」、「コントラスト」、「地肌のよさ」の3つの心理評価項目が重要であることがわかった。(2)については、「読みやすさ」を例にあげ、系列範ちゅう法と重回帰分析法を用いて、「読みやすさ」と物理項目との関係を解析した。

これらより高画像品質の画像機器を開発するための情報が得られるようになった。

ABSTRACT

This paper describes our study on the psychological or subjective evaluation of digital images in facsimile and other systems, for the purpose of improving the quality of the images.

In order to develop information machines with high quality images, it is required to define quantitatively the so-called high quality images. To attain the end, the following two steps may be required; (1) Learning what are the psychological factors with which people evaluate images. (2) Finding out the relationship of each psychological factor to the respective image quality component. As regards the step (1), principal component analysis carried out by applying semantic differential method revealed that psychological evaluation of digital images is mainly affected by three factors, namely, "readability", "contrast" and "background conditions." For the step (2), "readability" was picked up as an example. Using successive categories method and multiple regression analysis, the relationship of "read ability" and quality components was analyzed. As the result of the study, information required for the development of digital image machines with high quality images was obtained.

1 はじめに

近年ファクシミリやノンインパクトプリンタなど画素で構成されたデジタル画像で、大多数の人が良いと判断する画像を得ることを目的とした、いわゆる主観的画像評価が盛んに行われている¹⁾。

これまではどちらかといえば画像機器(ハード)の研究開発に重点がおかれ、画像に関する主観的評価(ソフト)の研究は遅れがちであった。しかし、画像を観察し

てその良否を最終的に判断するのは人間であり、その最終的判断が画像機器の良し悪しを決定する機会が多いことから、主観的評価の必要性が生じてきた。

主観的評価を行うメリットは、単に既存の画像機器の良し悪しがわかるだけでなく、機器設計段階での仕様決定に役立つ情報が得られることである。そのためにはまず人間が画像を見たとき、どのような価値判断(「美しい」、「読みやすい」などの心理評価項目による判断)で画像の良否の判定を下しているのかを知る必要がある。次に、それらの心理評価項目(以後、評価項目と略記)と物理項目(濃度、画素密度など計測可能な項目)との対応関係を把握することが必要となる。そうすれば、評価項目に対する物理項目の寄与率、および人間が満足できる画像は、各物理項目の数値がどの範囲であるかを明

★技術本部 光学技術センター
Technology Center, Optics, Technical Division

★★技術本部 技術企画室
Technical Planning Department, Technical Division

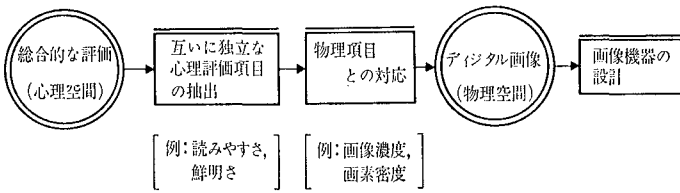


図1 画像評価モデル

らかにすることができる。図1はそのモデルを示したものである。

主観的評価を行うには上記2つの過程が必要であるが、従来の主観的評価は、第1の過程を飛ばしていたものが多い。すなわち、評価項目を「好ましき」あるいは「読みやすさ」などの単一の評価項目にして、その評価項目と物理項目との対応関係を把握していたのである。そこで筆者らは、人間がデジタル画像を見るとき判断の基準にしている評価項目は、はたして単一の評価項目で十分なのか、もし十分でなければ最低限必要な評価項目はいくつあればよいのか、を明らかにする評価実験を行った。

以下本稿では、人間が判断の基準にしている評価項目を抽出する実験およびその結果について述べる。さらに、第2の過程である評価項目と物理項目との関係について、代表例をあげて検討している。なお、本実験で対象とした物理項目は、画像濃度（濃度計で計測可能な画素集合濃度）、画素密度（8, 12 dots/mm）、画素形状（○および□）である。

2 心理評価項目の抽出²⁾

「良い画像である」といわれるためには、最低限どのような評価項目を満足させればよいか、ここではそれらの評価項目を抽出した結果について述べる。用いた手法はSD法、解析手法は主成分分析法である。

2-1 S D 法

SD法 (Semantic Differential Method) は、言葉の

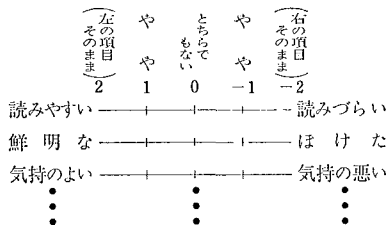


図2 評価尺度

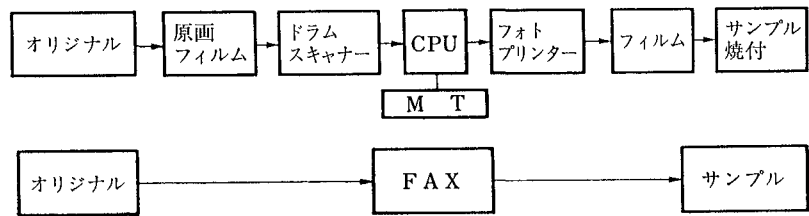


図3 サンプル作成方法

感情的意味を分析するために開発された手法である。

SD法では、被験者が画像から受ける印象を、5もしくは7段階に区切って両端の意味が正反対になる p 個の形容語対に対して尺度づけさせる。図2にその例を示す。そして結果を主成分分析することにより、評価項目間の関係を知り、全評価項目から重要な評価項目を抽出する。

2-2 主成分分析法³⁾

主成分分析とは、 n 個の画像サンプルについて測定された p 個の評点（複数の被験者が尺度づけた結果の平均値） x_1, x_2, \dots, x_p の持つ情報を、 m ($m \leq p$) 個の独立な主成分 z_1, z_2, \dots, z_m に要約する手法である。この主成分 z_1, z_2, \dots, z_m は、もとの p 個の変数の1次式、

$$z_k = \sum_{i=1}^p l_{ki} \cdot x_i \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{ただし、} \sum_{i=1}^p l_{ki}^2 = 1 \quad (k=1, 2, \dots, m)$$

で表わされる。これらの主成分の係数 $\{l_{ki}\}$ は、 m 個の主成分が互いに無関係で、かつ、もとの p 個の変数のもつ情報をできるだけ多く集めるように定められる。

したがって、 p 個の形容語対に対して尺度づけた結果から得た m 個の主成分は、人間がデジタル画像を見るとき判断の基準にしている評価項目 (m 個) に対応している。

2-3 評価実験

評価実験は、画像を見たとき感じる印象を表わす形容語の中から選定した $p=13$ 個の形容語で行った。

- (1) 評価方法——5段階評価尺度によるSD法（表1の最左欄に形容語対を示す）。
- (2) 画像サンプル
 - (a) サンプル作成方法——10ポイントの中明朝体で構成した和文横書きチャートを図3に示す方法で作成する。図4に画像サンプルを示す。
 - (b) サンプル数——印画紙サンプル（画素密度=8, 12 dots/mm）9、ファクシミリサンプル（8 dots/mm）7の計16サンプル ($n=16$)。
- (3) 被験者——社内男性技術者21名。

なお、評価にあたっての指示はとくにせず、個々の被験者の評価基準で判断してもらった。

2-4 実験結果

各サンプルの13個の評価項目に対する評点から、主

CCITTの概要

沿革

CCITTは、国際電気通信連合 (ITU) の四つの常設機関 (事務局、国際電報設立委員会、CCIR、CCITT) の一つとして、ITUの中でも、世界の国際通信上の諸問題を真先に取上げ、その解決方法を見出し、て行く重要な機関である。日本名は、国際電気通信諮問委員会と称する。

CCITTの前身は、CCIF (国際電気通信諮問委員会) とCCIT (国際電気通信諮問委員会) である。CCIFは、1924年にヨーロッパに「国際長距離電気通信諮問委員会」が設置され、これが1925年のパリ電気通信会議のとき、正式に、「国際電気通信諮問委員会」として万国電気通信連合の公式機関となったものである。CCITTは、同じく1925年の会議のとき、CCIFと併設するものとして設置された。

そして、CCIFは、1956年の12月に第18回総会が開催されたのち、CCITTは、同年同月に第8回総会が開催されたのち、併合されて現在のCCITTとなった。このCCITTは、CCIFとCCITが解散した

図4 画像サンプル

表1 因子負荷量

形容語	第1主成分	第2主成分	第3主成分
読みやすい	0.965	0.048	- 0.239
鮮明な	0.920	0.309	- 0.169
気持ちのよい	0.968	- 0.001	- 0.223
落ち着きのある	0.926	- 0.278	- 0.188
コントラストの強い	0.299	0.940	0.092
目が楽	0.925	- 0.164	- 0.214
直線がすっきりしている	0.906	- 0.293	0.180
地肌がきれい	0.547	- 0.143	0.814
濃い	0.235	0.966	0.062
かたい	0.068	0.969	0.135
美しい	0.984	- 0.128	0.007
紙が好き	0.607	- 0.157	0.763
総合的に評価してよい	0.981	0.077	- 0.158
寄与率	0.6146	0.2393	0.1193

表2 「読みやすさ」の範ちゅう

評点	内容
7	極めて読みやすい
6	読みやすい
5	やや読みやすい
4	どちらとも言えない
3	やや読みにくい
2	読みにくい
1	極めて読みにくい

表3 物理項目とその変動範囲

物理項目	変動範囲
画像濃度	0.50 ~ 1.53
画素密度	8, 12 dots/mm
画素形状	○, □

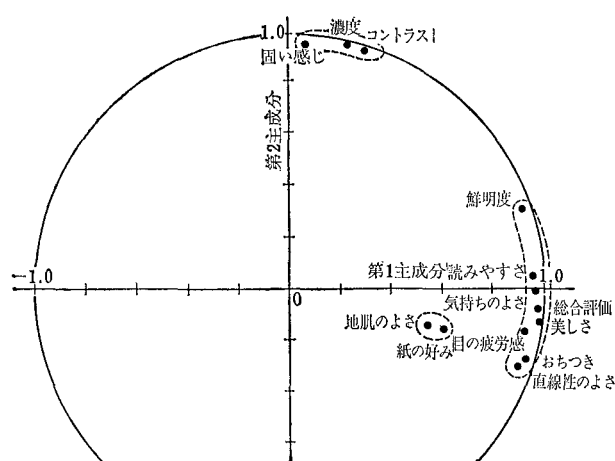


図5 主成分分析結果

成分分析した結果を表1に示す。図5は表1の第1、第2主成分の因子負荷量(形容語対と主成分との相関係数)をプロットしたものである。表1より、第3主成分までの累積寄与率は約97%である。この結果から、デジタル画像の主観的評価においては、この3つの主成分が重要である。そこで用いた評価項目を各主成分に分類し、各主成分の意味づけをすると以下ようになる。

第1主成分(読みやすさ, 美しさ, 目の疲労感...)——画像サンプル全体から受ける印象を表わす。

第2主成分(コントラスト, 濃度, 固い感じ)——画像濃度, 画素形状など主として情報がある部分の印象を表わす。

第3主成分(地肌のよさ, 紙の好み)——地肌, 紙など情報がない部分の印象を表わす。

以上のことから、デジタル画像の良否を判定するには最低限3つの評価項目が必要であることがわかった。そして、被験者にわかりやすく、かつ各主成分を代表す

る評価項目として、①「読みやすさ」、②「コントラスト」、③「地肌のよさ」、を選定した。

3 「読みやすさ」と物理項目との関係

デジタル画像における評価項目の構成が明らかになると、次に各評価項目と物理項目との対応関係を調べることが重要となる。ここでは、代表例として「読みやすさ」と物理項目との関係を以下に述べる。

3-1 評価実験

- (1) 評価方法——7段階範ちゅう表2による系列範ちゅう法⁴⁾(提示した画像がどの範ちゅうに属するか被験者に判断してもらい、その結果から各範ちゅうの心理尺度上での値を推定し、これを基準値として各画像の尺度値を導き出す方法)。
- (2) 画像サンプル——図3の方法で作成した印画紙サンプル(原画は2-3と同じ)で、28サンプル。
- (3) 物理項目——画像濃度, 画素密度, 画素形状の3つで、その変動範囲を表3に示す。
- (4) 被験者——社内男性技術者23名。

3-2 物理項目との関係

表2に示す範ちゅうで評価した結果に「範ちゅうの尺度化⁵⁾」を施し、「読みやすさ」に対する各画像の尺度値 S_j を求めた。そして S_j を目的変数, 表3の物理項目を説明変数として重回帰分析を行い、重回帰式を求めた。その結果を次式に示す。

$$\begin{aligned} \text{「読みやすさ」} = & -3.85 + 2.79 \times \text{Log}(D) + 0.36 \times R \\ & \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

(重相関係数=0.93)

ただし、 D は画像濃度, R は画素密度(dots/mm)である。

図6に「読みやすさ」の尺度値 S_j と画像濃度の関係

を示す。

結果より以下のことがわかった。

- (1) 「読みやすさ」は画像濃度とほぼ対数関係にある。
- (2) 濃度が0.5程度の低濃度画像は、画像濃度を少し上げるにより評価を大幅に高めることができる。
- (3) 一方、1.1以上の高濃度の画像は、濃度を上げてても評価があまり上昇せず、8 dots/mmでは逆に評価が低下する傾向を示している。

3-3 満足度

「読みやすさ」と物理項目との関係がつかめたが、これだけでは、その画像が大多数の人にとって満足し得るものかどうか分からない。画像機器を効率よく開発するためには、各物理項目に対し妥当性のある目標値を設定しなければならない。

そこで、満足度という1つの判定基準を導入した。つまり、ある画像を評価したとき、何パーセントの人が満

足するかを知るため、7段階範ちゅうの評点4以上と判定する累積確率 P_r を満足度と定義した。

$$\text{「満足度」} = P_r \times 100 (\%) \dots \dots \dots (3)$$

「満足度」と「読みやすさ」の心理尺度値 S_j との関係を図7に示す。満足度が90%あれば大多数の人が満足すると考え、満足度90%の点を図7より求めると $S_j=0.30$ となる。 $S_j=0.30$ が求まると、「読みやすさ」と「画像濃度」の関係図6より、物理項目の数値が求まる。図より、画素密度は12 dots/mm、画像濃度は0.85以上必要であることがわかる。一方8 dots/mmの画像は満足し得ないものであることもわかる。これによって物理項目の目標値を得ることができる。

4 おわりに

ファクシミリなどのデジタル画像を評価するときの評価項目として、「読みやすさ」、「コントラスト」、「地肌のよさ」の3つが重要であることを明らかにした。これは、稲垣による電子写真複写機コピーを評価するときの心理構成⁶⁾に類似していることから、アナログ画像、デジタル画像共、画像に関する主観評価は3つの評価項目で可能になると思われる。

また、抽出した3つの評価項目のうち「読みやすさ」を代表例として、物理項目との関係を解析した。その結果、「読みやすさ」と画像濃度とは対数関係にあることを明らかにした。

さらに満足度を定義することにより、物理項目の数値よりその画像が満足される画像かどうか予測できるようにした。

なお、他の評価項目である「コントラスト」、「地肌のよさ」に関しても、「読みやすさ」についての手法とまったく同様な手順で、関係を明らかにすることができる。

本稿で対象とした物理項目は、画像濃度、画素密度などのいわゆる基本的画質項目に限ったが、画素の欠落、ジッターなどを含む画像に関しては、今後の研究課題としたい。

おわりに、本研究に関して御協力いただいた千葉大学・江森康文教授、安田嘉純助教授、江森研究室の諸氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 宮川編, 中山著. 画像エレクトロニクスの基礎, コロナ社, 306 (1975)
- 2) 番場, 早川, 加納 第9回画像工学コンファレンス論文集, 17 (1976)
- 3) 奥野, 久米, 芳賀, 吉沢. 多変量解析法, 日科技連 (1971)
- 4) J. P. ギルボード著, 秋重監訳. 精神測定法, 培風館, 276 (1975)
- 5) Ref. 4, 293
- 6) 稲垣: 昭和46年電気四学会予稿集, 155 (1971)

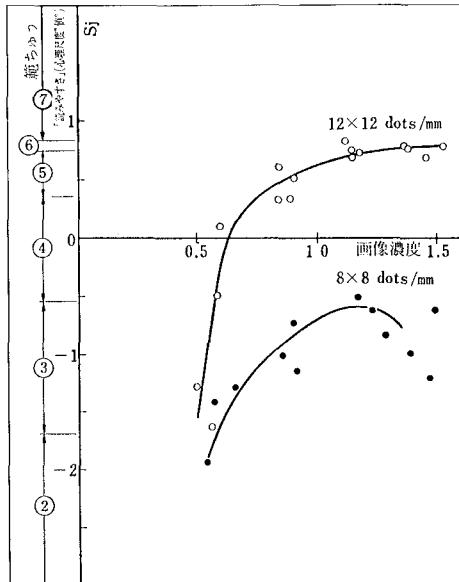


図6 「読みやすさ」(心理的尺度)と画像濃度の関係

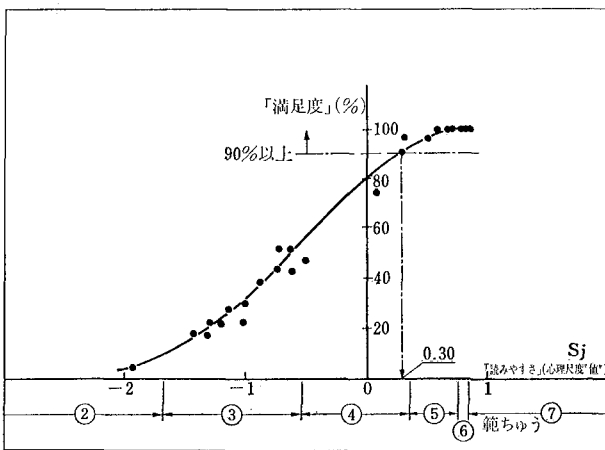


図7 「読みやすさ」と満足度

集束性光伝送体アレイの明るさ解析と応用

Analysis of Brightness and Application of Gradient Index Fiber Array

小椋行夫*
Yukio Ogura

要 旨

集束性光伝送体（以下 RINS と称す）は、等倍複写機、および CRT プリンタの結像用光学系として使われている。RINS の光量分布は回転楕円体状になっていることを利用して、1列の RINS アレイの光量分布を求める式を導いた。さらにこれを発展させ、複写機用の任意列数の RINS アレイの光量分布を求める式を導いた。

これらの結果を用いて、RINS アレイの F 値を定義し、一般レンズとの比較が容易に行えるようにした。その結果 RINS アレイの明るさは一般レンズと同等であることがわかった。また光量以外の性能に関しても、一般レンズとの対比で RINS アレイの得失を述べた。

さらにプリンタ用 RINS アレイについても同様の光量分布の式を導いた。

ABSTRACT

Gradient Index Fibers, named RINS by Ricoh have been used for imaging devices for copying machines and CRT printers. Equations for light distribution through one-row fiber array were introduced, since a RINS distributes light spheroidally. Further, equations for light distribution by arrays having any desired number of rows of fibers were introduced for copying machine application. Developing those equations, F-value of RINS array is defined for easier comparison with conventional lenses.

As the result, it was found that RINS arrays have nearly the same transmittance as conventional lenses. Regarding other characteristics of RINS arrays, advantages and disadvantages are given in comparison with conventional lenses. Similar equations of light distribution by RINS arrays were also introduced for printer application.

1 はじめに

ガラスファイバーの一種で、円柱の中心から側面に向かって回転放物状の屈折率分布を持つ素子はレンズと類似の結像作用を持つことから集束性光伝送体（商品名セルフフォック、日本板硝子製）と呼ばれている。

当社では、集束性光伝送体の結像作用をうまく利用すると等倍の場合に限り複写機等の結像光学系をコンパクトに作れることに注目し、研究を重ね、実用に供しうる素子の開発に成功した。この素子を RINS (Ricoh New Self Imaging Fiber) と名づけ、直径約 1 ミリ、長さ約 1 ミリの RINS の端面をそろえて列状に並べたものを RINS アレイと呼んでいる。

この RINS アレイを複写機用光学系として使用する場合、各性能は従来レンズと比較されることになるが、比較すべき評価項目としては、解像力、深度、MTF、明

るさ、露光量ムラ (RINS の並び間隔に起因する周期性のムラなのでピッチムラと呼ぶ)、透過率等がある。これらの項目のうちレンズと性質が異なるため、特に検討しなくてはならないのは、明るさとピッチムラである。中でもピッチムラは 5% を超えると画像に著しい濃度ムラが目立つので、これは極力小さくしなければならない。また、RINS アレイは、複写機以外に、CRT と組み合わせる線状のパターンを結像させる、いわゆる線走査型のプリンタにも用いられる。この場合にもやはりピッチムラは存在し、画像に悪影響を与える。

ピッチムラには RINS の諸元が関与していることは明らかであるが、これまでは試行錯誤的に諸元の最適条件を求めていた。しかし、今後 RINS 使用の複写機およびプリンタの性能向上を旨とするためには、RINS 諸元とピッチムラの間関係を理論的に解明し、実測によらずとも、設計段階でピッチムラを予測できるようにしておくなければならない。

ところで、従来レンズにおいては、光量計算をする場合、F 値が重要な役割を果たし、等倍結像用のレンズ相

*技術本部 光学技術センター
Technology Center, Optics, Technical Division

互のいわゆる「明るさ」を比較する場合、 F 値がそのまま使われている。これに対し、RINS アレイは光量分布が複雑なため、これまで「明るさ」を一義的に表わす方法がなかった。したがって、RINS アレイと従来レンズ、あるいは RINS アレイ相互の「明るさ」の比較は RINS 諸元から直接知ることができず、すべて実測に頼っていた。

筆者等は、均一照度を持つ原稿に対する、1本のRINSの像面における光量分布が回転楕円体状になっていることを利用して、1列アレイの光量および光量分布の式を導いた。さらに、これを任意列数アレイの式に拡張して、RINS 諸元とピッチムラの関係を示した。そして任意列数 RINS アレイの換算 F 値を定義し、上記各式から、任意列数アレイの換算 F 値を求める式を導出し、一般レンズの F 値と比較できるようにした。

2 結 像 理 論

RINS の放物線状の屈折率分布は(1)式で表わすことができる。

$$n(r) = n_0 \left(1 - \frac{1}{2} A r^2 \right) \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで n_0 は RINS 中心の屈折率、 A は屈折率分布定数、 r は中心から半径方向の距離である。

このとき近軸光線の進路は(2)式を満足する。

$$n \left(\frac{d^2 r}{dz^2} \right) = \frac{dn(r)}{dr} \quad \dots\dots\dots(2)$$

(2)式の解は文献⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾に記載されているので省略するが結果のみを記すと b_1, b_2 を定数として

$$r = b_1 \cos \{ \sqrt{A} (Z - b_2) \} \quad \dots\dots\dots(3)$$

となる。これから光線は図1のように正弦波で進むことがわかる。またレンズとして必要な焦点距離 f 、主点位置 H 、像面距離 l_i 、倍率 M を求めると次のようになる。

$$f = \frac{1}{n_0 \sqrt{A} \sin(Z_0 \sqrt{A})} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$H = \frac{1}{n_0 \sqrt{A}} \tan \left(\frac{Z_0 \sqrt{A}}{2} \right) \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$l_i = \frac{-\sin(Z_0 \sqrt{A}) + n_0 l_0 \sqrt{A} \cos(Z_0 \sqrt{A})}{n_0 \sqrt{A} \{ n_0 l_0 \sqrt{A} \sin(Z_0 \sqrt{A}) + \cos(Z_0 \sqrt{A}) \}} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$M = \frac{1}{n_0 l_0 \sqrt{A} \sin(Z_0 \sqrt{A}) + \cos(Z_0 \sqrt{A})} \quad \dots\dots\dots(7)$$

ここで Z_0 は RINS の長さ、 l_0 は物体距離である。

図2において、 l_0, H は RINS 左端面を基準、 l_i, H' は右端面を基準、 f は H' を基準としてそれぞれが基準の左にあるときは負、右にあるときは正とする。また M

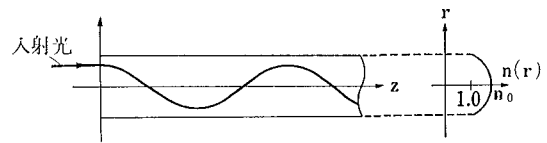


図1 RINS の光路と屈折率分布

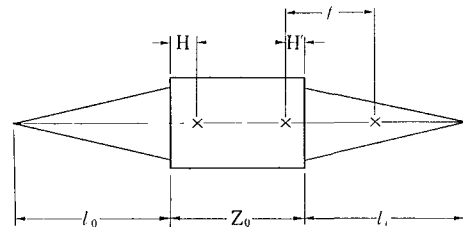


図2 光学ディメンション

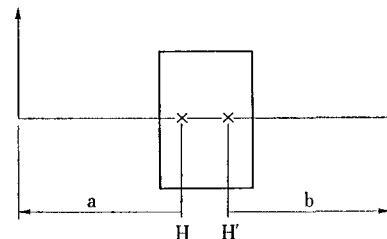


図3 正立実像条件

は正のとき正立像、負のとき倒立像となる。(6)(7)式において通常 $l_0 < 0$ として計算される。

RINS をアレイ状に配列した素子が、1つの合成像を得るためには、1本1本による像が完全に重なり合う必要がある。この条件を満足するには、RINS 1本1本による像が正立等倍でなければならない。図3においてレンズが正立等倍の実像を結ぶために、次に示すレンズの公式を満足する必要がある。

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{f} \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\frac{b}{a} = M \quad \dots\dots\dots(9)$$

(8)(9)式から a, b を求めると

$$\left. \begin{aligned} a &= -\left(1 - \frac{1}{M} \right) f \\ b &= (1 - M) f \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots(10)$$

となる。ここで倍率 M は正立等倍であるので $M = +1$ であり、(10)式から、 $a = 0, b = 0$ が求められる。すなわち図2および図3において、レンズ (RINS) が正立等倍であるためには、主点位置と物体位置が一致していなければならない。(5)式が RINS の主点位置を表わしているのでこれが物体距離となり、像面距離 l_i は、

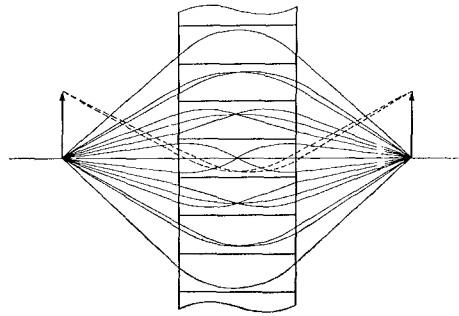


図4 RINS アレイによる結像

$$\begin{aligned}
 l_i &= -l_0 \\
 &= -H \\
 &= -\frac{1}{n_0 \sqrt{A}} \tan \left(\frac{Z_0 \sqrt{A}}{2} \right) \dots\dots\dots (11)
 \end{aligned}$$

となる。

図1でわかるように、光は正弦波で進むため、正立実像が得られる RINS の長さ Z_0 も周期的な長さの条件をとる。RINS が正立実像を得る範囲は(11)式で $l_i \geq 0$ の範囲である。 m を正の整数とすると(11)式から次の範囲が求められる。⁷⁾

$$\frac{(2m-1)\pi}{\sqrt{A}} < Z_0 \leq \frac{2m\pi}{\sqrt{A}} \dots\dots\dots (12)$$

実用的には RINS の長さが最も短くてすむ範囲、すなわち $m=1$ の範囲がとられる。

$$\frac{\pi}{\sqrt{A}} < Z_0 \leq \frac{2\pi}{\sqrt{A}} \dots\dots\dots (13)$$

(11)式から $Z_0 \doteq \pi/\sqrt{A}$ のとき $l_i \doteq \infty$ 、 $Z_0 \doteq 2\pi/\sqrt{A}$ のとき $l_i \doteq 0$ となるのでさらに実用的な範囲は

$$\frac{7}{6} \frac{\pi}{\sqrt{A}} \leq Z_0 \leq \frac{11}{6} \frac{\pi}{\sqrt{A}} \dots\dots\dots (14)$$

が一般的である⁸⁾

図4に RINS アレイによる結像状態を示す。

3 明るさの解析⁹⁾

3-1 単 RINS の光量分布

RINS 1本による像面の光量分布は、図5のように回転楕円体に近似できる。²⁾ 図5の $X-Z$ 平面での照度分布 $e(X)$ は次の楕円の式より求まる。

$$\frac{X^2}{X_0^2} + \frac{Z^2}{Z_0^2} = 1 \dots\dots\dots (15)$$

像面距離を l 、最大半画角を θ とすると、 $Y_0 = X_0 \doteq l\theta$ である。また、光軸上の照度 Z_0 は RINS の透過率を τ 、物体の輝度を B 、開口角の $1/2$ を α 、RINS の直径を D とすると普通のレンズと同様に、

$$\begin{aligned}
 Z_0 &= \tau \pi B \sin^2 \alpha \\
 &= k \frac{\pi}{4} \left(\frac{D}{l} \right)^2 \dots\dots\dots (16)
 \end{aligned}$$

で求まる。ここで

$$k = \tau B \dots\dots\dots (17)$$

とした。

$Z=e(x)$ であるので(15)式から Z を求めると RINS 1本の照度分布の式は

$$\begin{aligned}
 e(X) &= Z_0 \left(1 - \frac{X^2}{X_0^2} \right)^{1/2} \\
 &= k \frac{\pi}{4} \left(\frac{D}{l} \right)^2 \left\{ 1 - \frac{X^2}{(l\theta)^2} \right\}^{1/2} \dots\dots\dots (18)
 \end{aligned}$$

で与えられる。

次に Y 方向に走査して得られる光量分布 $E(X)$ を求める。これは図6で斜線の部分の面積を求めれば良い。図6で回転楕円体を $Y-Z$ 平面と平行に切った切り口もやはり楕円となるので、 $E(X)$ を求めるには楕円の面積を求めれば良いことになる。斜線部の楕円の式は

$$\frac{Y^2}{Y_0^2 \left(1 - \frac{X^2}{X_0^2} \right)} + \frac{Z^2}{Z_0^2 \left(1 - \frac{X^2}{X_0^2} \right)} = 1 \dots\dots\dots (19)$$

と表わせるので $E(X)$ は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 E(X) &= \frac{1}{2} \pi Y_0 Z_0 \left(1 - \frac{X^2}{X_0^2} \right) \\
 &= k \frac{\pi^2}{8} \frac{\theta D^2}{l} \left\{ 1 - \frac{X^2}{(l\theta)^2} \right\} \dots\dots\dots (20)
 \end{aligned}$$

さらに1本の RINS によって伝達される全光量 η_0 は(20)式を $-l\theta$ から $+l\theta$ まで積分して

$$\begin{aligned}
 \eta_0 &= \int_{-l\theta}^{+l\theta} E(X) dX = 2 \int_0^{l\theta} E(X) dX \\
 &= k \frac{\pi}{6} \theta^2 D^2 \dots\dots\dots (21)
 \end{aligned}$$

が得られる。

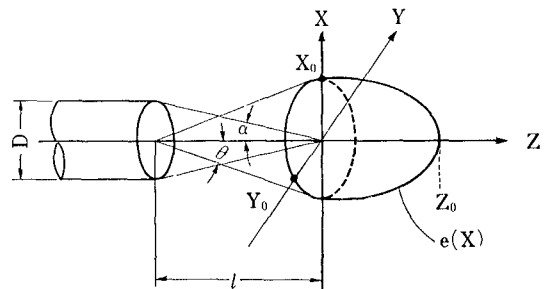


図5 単 RINS の照度分布

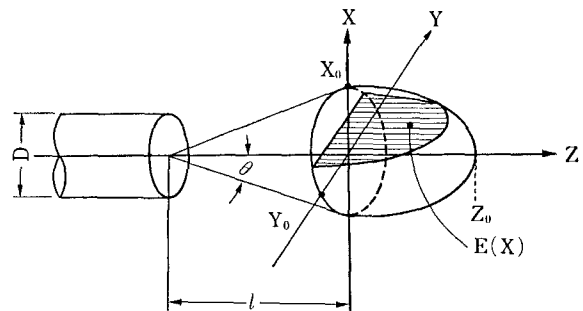


図6 Y方向に走査したときの単 RINS の光量分布

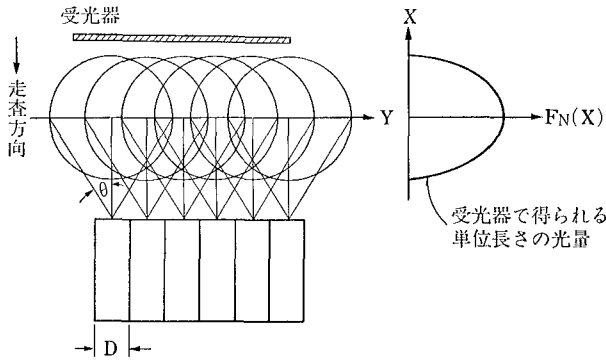


図7 1列アレイによる照度分布

3-2 1列アレイの光量

図7においてY方向に長い密接した1列アレイの照度分布を求める。Y方向に細長いスリットで、X方向に走査したとき得られる光量の単位長さの光量をアレイの照度と定義づける。このとき光量分布 $E(X)$ の重なり密度は $1/D$ となっている。したがって1列アレイの平均照度分布 $F_1(X)$ は、1本の RINS を走査したとき得られる光量分布 $E(X)$ より求めることができる。

$$F_1(X) = \frac{1}{D} E(X) \\ = k \frac{\pi^2}{8} \frac{0D}{l} \left\{ 1 - \frac{X^2}{(l\theta)^2} \right\} \dots\dots\dots(22)$$

1列アレイを走査して得られるY方向の単位長さにおける全光量 I_1 は、(22)式の $F_1(X)$ を $-l\theta$ から $+l\theta$ まで積分すれば得られる。

$$I_1 = \int_{-l\theta}^{l\theta} F_1(X) dX = 2 \int_0^{l\theta} F_1(X) dX \\ = k \frac{\pi^2}{6} \theta^2 D \dots\dots\dots(23)$$

ここで、光が RINS 内を蛇行して進む1周期長を P とすると

$$P = 2\pi / \sqrt{A} \dots\dots\dots(24)$$

の関係がありまた最大半角 θ は

$$\theta = Dn_0 \sqrt{A} / 2 \dots\dots\dots(25)$$

の関係¹⁰⁾があるので、(23)式は次のように書き換えられる。

$$I_1 = k \frac{\pi^4}{6} \frac{D^3 n_0^2}{P^2} \dots\dots\dots(25)$$

(25)式から RINS の光量について次のことが言える。

『アレイの光量は直径の3乗と中心の屈折率の2乗に比例し、1周期長の2乗に反比例する。』

3-3 N列アレイの光量分布

RINS を図8のように6方配列としたときの照度分布 $F_N(X)$ は、1列のアレイの照度分布(22)式を $\sqrt{3}D/2$ だけずらして重ね合わせれば求めることができる。このと

き座標の中心をアレイの中心にとると偶数列と奇数列では計算式が違ってくる。

偶数列のとき

$$F_N(X) = \sum_{i=1}^{N/2} F_{1i} + \sum_{i=1}^{N/2} F_{2i} \\ F_{11} = F_1 \left(X - \frac{\sqrt{3}}{4} D \right), \quad F_{21} = F_1 \left(X + \frac{\sqrt{3}}{4} D \right) \\ F_{12} = F_1 \left(X - \frac{3\sqrt{3}}{4} D \right), \quad F_{22} = F_1 \left(X + \frac{3\sqrt{3}}{4} D \right) \\ \vdots \\ F_{1i} = \dots \quad F_{2i} = \dots \\ F_1 \left(X - \frac{(2i-1)\sqrt{3}}{4} D \right), \quad F_1 \left(X + \frac{(2i-1)\sqrt{3}}{4} D \right) \\ \dots\dots\dots(26)$$

奇数列のとき

$$F_N(X) = F_1(X) + \sum_{i=1}^{\frac{N-1}{2}} F_{1i} + \sum_{i=1}^{\frac{N-1}{2}} F_{2i} \\ F_{11} = F_1 \left(X - \frac{\sqrt{3}}{2} D \right), \quad F_{21} = F_1 \left(X + \frac{\sqrt{3}}{2} D \right) \\ F_{12} = F_1 \left(X - \frac{2\sqrt{3}}{2} D \right), \quad F_{22} = F_1 \left(X + \frac{2\sqrt{3}}{2} D \right) \\ \vdots \\ F_{1i} = F_1 \left(X - \frac{i\sqrt{3}}{2} D \right), \quad F_{2i} = F_1 \left(X + \frac{i\sqrt{3}}{2} D \right) \\ \dots\dots\dots(27)$$

ここで F_1 はすべて正の値で定義される。

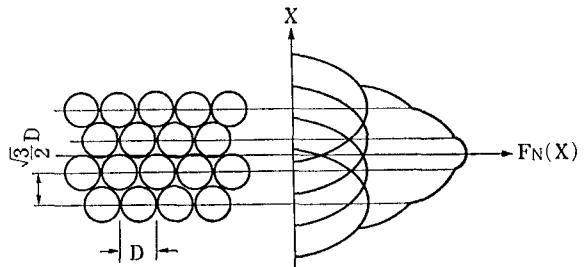


図8 N列アレイの光量分布

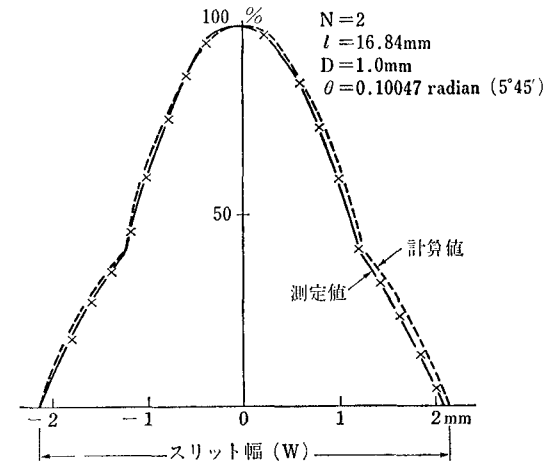


図9 2列アレイの照度分布

また、 N 列アレイを走査して得られる光量 I_N は、1列アレイを走査したときに得られる光量 I_1 の N 倍として求めることができる。(23式と24, 25式より)

$$\begin{aligned}
 I_N &= N \cdot I_1 \\
 &= k \frac{\pi^2}{6} N \theta^2 D \\
 &= k \frac{\pi^4}{6} N \frac{D^3 n_0^2}{P^2} \dots\dots\dots(28)
 \end{aligned}$$

が得られる。

図9に2列アレイの照度分布の測定値と20式より求めた計算値を示す。スリットの中心を100%に規格化してあるが、この図によると測定値と計算値はきわめて良い一致を示している。

3-4 ピッチムラ

RINS アレイは1本1本のRINSによる結像光線の合成像を作像する。そのため像面では図10に示すような周期的な光量分布をもち、普通のレンズにはない縞状の光量ムラを持つ。(22式)の1列アレイの照度分布では、RINS 1本1本による重なり密度は $1/D$ であるとして平均化し、 Y 方向の単位長さの照度を求めた。実際は図10のように像面での照度は任意の点で異なり、 X 方向に走査して得られる光量は Y 方向の任意の点で違っている。この光量ムラはRINSの直径と比例して、奇数列のときは D のピッチで、偶数列のときは $D/2$ のピッチで周期的に発生する。筆者らはこの光量ムラをピッチムラと呼んでいる。なおこのピッチムラは、図10で X 軸に平行な線状の受光器で受光した光量比に等しい。

図10において、受光器で受光する光量分布、すなわち Y 方向の光量分布は(20式)を直径分だけずらして求めることができる。

1列のとき

$$\begin{aligned}
 I(Y) &= E(Y) + E(Y+D) + E(Y-D) + \dots\dots \\
 &\quad + E(Y+mD) + E(Y-mD) \dots\dots\dots(29)
 \end{aligned}$$

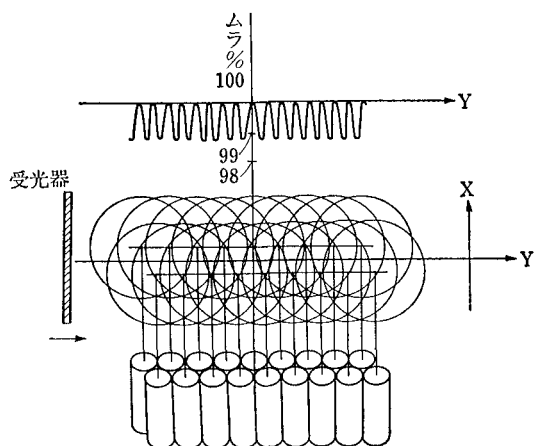
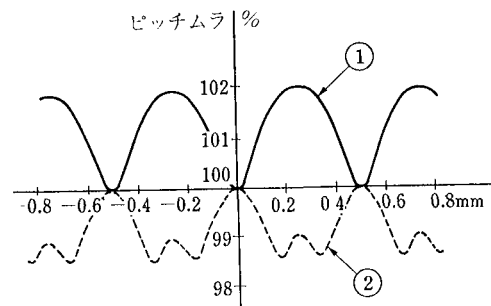


図10 RINSのピッチムラ



- ① $l=19$ mm, $\theta=6^\circ 5'$, $D=1.0$ mm ϕ , ピッチムラ 1.9%
- ② $l=16.35$ mm, $\theta=5^\circ 49'$, $D=1.0$ mm ϕ , ピッチムラ 1.5%

図11 2列RINSアレイのピッチムラ計算

2列のとき

$$\begin{aligned}
 I(Y) &= E(Y) + E\left(Y + \frac{D}{2}\right) + E\left(Y - \frac{D}{2}\right) + \dots\dots \\
 &\quad + E\left(Y + m\frac{D}{2}\right) + E\left(Y - m\frac{D}{2}\right) \dots\dots\dots(30)
 \end{aligned}$$

ここで $E(Y)$ はすべて正の範囲で定義される。

ピッチムラ ΔI を次のように定義する。(29式あるいは30式)で求めた光量の最大値を I_{max} 、最小値を I_{min} としたとき、

$$\Delta I = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max}} \times 100(\%) \dots\dots\dots(31)$$

図11にピッチムラの計算例を示す。普通の電子写真プロセスにおいては経験的に5%以上のピッチムラは画像上目立つ濃度ムラとなって現われる。図11の計算例のように1.5~2%程度であれば問題はない。

3-5 RINSアレイのF値の定義

一般のレンズによる像面の照度は、レンズの F 値を用いて求めることができる。レンズの透過率を τ 、物体の輝度を B 、倍率を β とすると像面の照度 I は次のようになる。

$$I = \tau B \frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{F}\right)^2 \frac{1}{(1+\beta)^2} \dots\dots\dots(32)$$

ここで等倍のときは $\beta=1$ 、また(17式)から

$$I = k \frac{\pi}{16} \left(\frac{1}{F}\right)^2 \dots\dots\dots(33)$$

となる。

RINSアレイの場合は、図8に示したように露光スリット幅内で均一な照度分布をもたない。一般のレンズとRINSの明るさを比較する場合レンズは F 値で表現されるが、RINSアレイは(20, 27式)あるいは(28式)でしか表現できず不具合を生じる。そこで、図12のようにRINSのスリット幅内で、RINSは均一な照度分布をもつものと仮定して F 値を定義する。

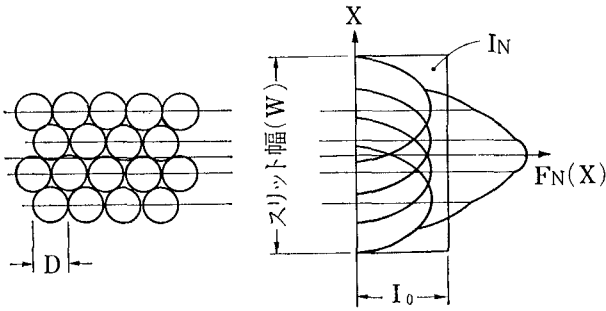


図 12 RINS のF値の定義 (スリット幅内の照度分布の平均化)

N列 RINS のスリット幅 W は,

$$W = 2l\theta + \frac{\sqrt{3}}{2} D(N-1) \quad (34)$$

で与えられるから、N列アレイの全体の光量 I_N を W で割って平均照度 I_0 を求める。(28)式より、

$$I_0 = \frac{I_N}{W} = k \frac{\pi^4}{6} \frac{N}{W} \frac{D^3 n_0^2}{P^2} \quad (35)$$

ここで(33)式と(35)式が等価のものであるとすることにより、N列 RINS アレイの F 値を定義することができる。

$$k \frac{\pi}{16} \left(\frac{1}{F}\right)^2 = k \frac{\pi^4}{6} \frac{N}{W} \frac{D^3 n_0^2}{P^2} \quad (36)$$

$$F = \left(\frac{3WP^2}{8\pi^3 ND^3 n_0^2}\right)^{1/2} \quad (37)$$

3-6 RINS の F 値と露光量計算

一般に複写機に使用される RINS は 2 列アレイである ($N=2$)。いま直径 $D=1.0$ mm, 中心の屈折率 $n_0=1.525$, 1 周期長 $P=46.83$ mm, 像面距離 $l=16$ mm とするときスリット幅 W は(34)式より

$$W = 4.14 \text{ mm}$$

F 値は(37)式より

$$F = 4.8$$

と計算される。一般の複写機に使用されるレンズは、

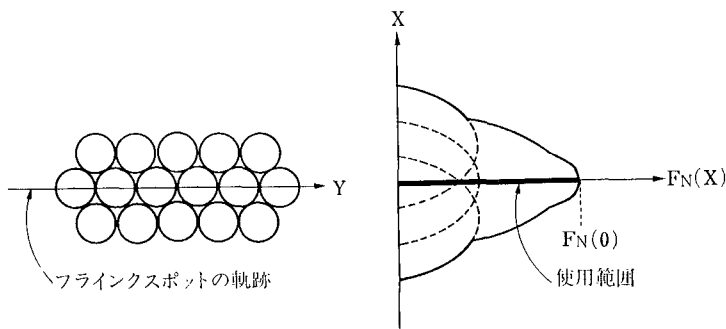


図 13 線走査用 RINS の照度

$F=4.5\sim 5.6$ (時には $F=8$ もある) であるから、2列 RINS の明るさはレンズと同等であると言える。

一方レンズによる露光量 E は、走査速度を S とすると(33)式の I を用いて

$$E = IW/S \quad (38)$$

で求まる。RINS による露光量 E_0 も(38)式の I_0 を用いて同様に

$$E_0 = I_0 W/S \quad (39)$$

で求まる。ここで注意しなければならないことは、レンズを用いたスリット露光複写機のスリット幅は自由にできるが、RINS のスリット幅は(34)式で決定されていることである。普通レンズを用いた複写機の場合 10~30 mm のスリット幅をとる。それに対して先に計算例を示したように 2 列 RINS は 4 mm 程度しかスリット幅をもたない。このため 4 mm 幅内に効率良く照明する工夫が必要である。

4 線走査用 RINS の光量

スリット走査用 RINS に対して線走査用 RINS は、たとえば CRT のフェースプレートとして使用するもので、一般的にはスリット内の最も明るい中心部分を使う。すなわち今までのスリット走査時の明るさ解析の中で $X=0$ とおけば良い。

4-1 線走査用 RINS の照度

偶数列のときは(26)式、奇数列のときは(27)式で $X=0$ としたときの光量が求める線走査用 N 列 RINS の照度である。

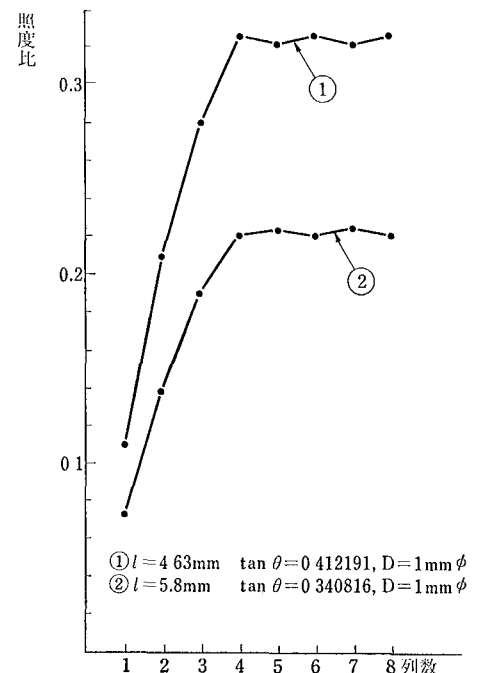


図 14 線走査用 RINS の照度比

奇数列のとき

$$F_N(0) = F_1(0) + 2 \sum_{i=1}^{\frac{N-1}{2}} F_1 \left(i \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} D \right) \dots\dots\dots(40)$$

偶数列のとき

$$F_N(0) = 2 \sum_{i=1}^{\frac{N}{2}} F_1 \left(i \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} D \right) \dots\dots\dots(41)$$

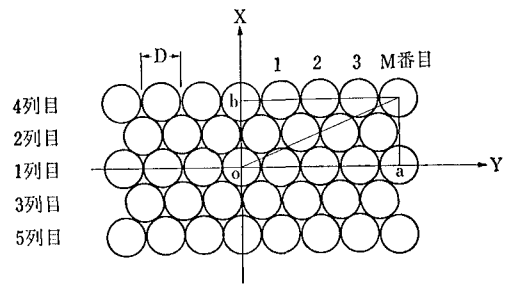
図 14 に列数と線走査のときの照度を表わすグラフを示す。この例では 4 列までは明るくなるが 5 列以上は明るくならない。これは 5 列のときは 1 列目と 5 列目を通った光がスリット幅の中央、すなわち 3 列の中心まで届かないためである。スリット走査用は(28)式でわかるように、列数に比例して明るくなるが、線走査は列数には比例しない。

4-2 線走査のピッチムラ

線走査のピッチムラもスリット走査の時と同様に(31)式で定義できる。このとき I_{max} , I_{min} は次に示す線走査の照度分布から求められる。 $X=0$ すなわち Y 軸上の任意の点における照度は、スリット走査と同様奇数列と偶数列で式が違い、以下に示すように相当複雑である。線走査の照度を $I(Y)$ として(18)式の 1 本 RINS の照度分布 $e(X)$ を用いて表わす。以下の(42), (43)式中の関数 $e(Y)$ はすべて正の範囲で定義される。

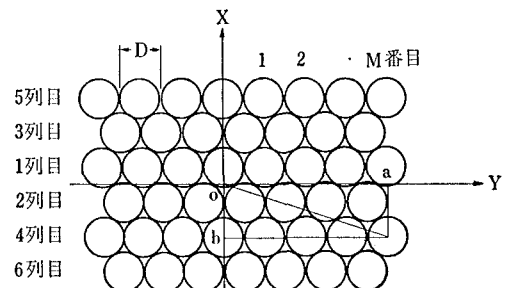
奇数列のとき

$$\begin{aligned}
 I(Y) = & \sum_{m=0}^M e(Y-mD) + \sum_{m=1}^M e(Y+mD) \quad \dots\dots 1 \text{ 列目} \\
 & + 2 \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(\frac{\sqrt{3}}{2} D \right)^2 + \left(Y + \frac{D}{2} - mD \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
 & + 2 \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(\frac{\sqrt{3}}{2} D \right)^2 + \left(Y - \frac{D}{2} + mD \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \quad \dots\dots 2, 3 \text{ 列目} \\
 & + 2 \sum_{m=0}^M e \left[\left\{ \left(2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} D \right)^2 + (Y-mD)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
 & + 2 \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} D \right)^2 + (Y+mD)^2 \right\}^{1/2} \right] \quad \dots\dots 4, 5 \text{ 列目} \\
 & + 2 \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} D \right)^2 + \left(Y + \frac{D}{2} - mD \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
 & + 2 \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} D \right)^2 + \left(Y - \frac{D}{2} + mD \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \quad \dots\dots 6, 7 \text{ 列目} \\
 & + 2 \sum_{m=0}^M e \left[\left\{ \left(4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} D \right)^2 + (Y-mD)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
 & + 2 \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} D \right)^2 + (Y+mD)^2 \right\}^{1/2} \right] \quad \dots\dots 8, 9 \text{ 列目} \\
 & \vdots \\
 & \dots\dots\dots(42)
 \end{aligned}$$



$$\overline{OS} = \sqrt{a^2 + b^2} = \left\{ \left(2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} D \right)^2 + (Y + mD)^2 \right\}^{1/2}$$

図 15 線走査の照度計算・奇数列



$$\overline{OS} = \sqrt{a^2 + b^2} = \left\{ \left(\frac{3}{4} \sqrt{3} D \right)^2 + (Y + mD)^2 \right\}^{1/2}$$

図 16 線走査の照度計算・偶数列

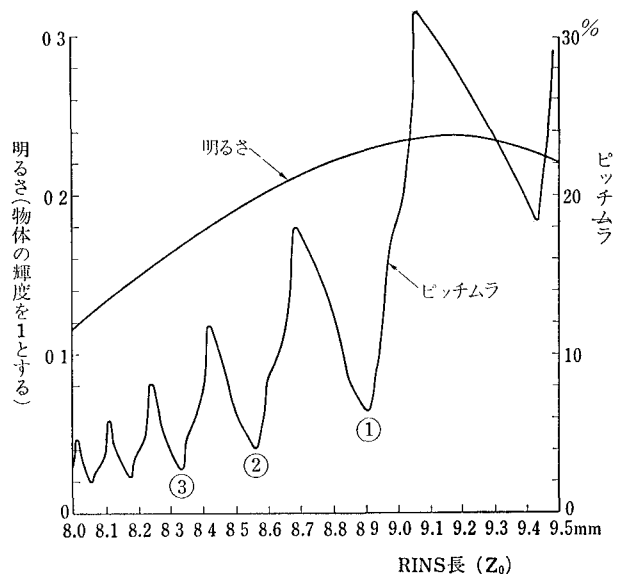


図 17 線走査用 3 列 RINS アレイの明るさとピッチムラ

偶数列のとき

$$\begin{aligned}
 I(Y) = & \sum_{m=0}^M e \left[\left\{ \left(\frac{\sqrt{3}}{4} D \right)^2 + (Y-mD)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
 & + \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(\frac{\sqrt{3}}{4} D \right)^2 + (Y+mD)^2 \right\}^{1/2} \right] \quad \dots\dots 1 \text{ 列目} \\
 & + \sum_{m=0}^M e \left[\left\{ \left(\frac{\sqrt{3}}{4} D \right)^2 + \left(Y + \frac{D}{2} - mD \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
 & + \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(\frac{\sqrt{3}}{4} D \right)^2 + \left(Y - \frac{D}{2} + mD \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \quad \dots\dots 2 \text{ 列目}
 \end{aligned}$$

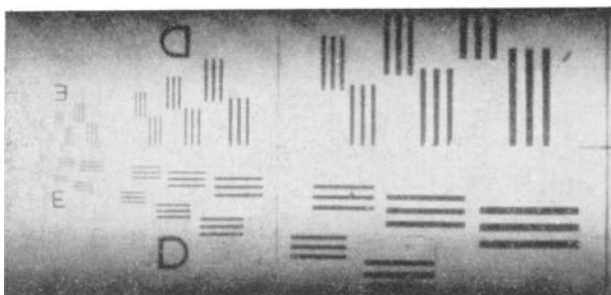
$$\begin{aligned}
& + \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(\frac{3\sqrt{3}}{4} D \right)^2 + \left(Y + \frac{D}{2} - mD \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
& + \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(\frac{3\sqrt{3}}{4} D \right)^2 + \left(Y - \frac{D}{2} + mD \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
& \dots \dots 3 \text{ 列目} \\
& + \sum_{m=0}^M e \left[\left\{ \left(\frac{3\sqrt{3}}{4} D \right)^2 + (Y - mD)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
& + \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(\frac{3\sqrt{3}}{4} D \right)^2 + (Y + mD)^2 \right\}^{1/2} \right] \dots \dots 4 \text{ 列目} \\
& \vdots \\
& + \sum_{m=0}^M e \left[\left\{ \left(\frac{\sqrt{3}}{4} (N-1) D \right)^2 + (Y - mD)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
& + \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(\frac{\sqrt{3}}{4} (N-1) D \right)^2 + (Y + mD)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
& + \sum_{m=1}^M e \left[\left\{ \left(\frac{\sqrt{3}}{4} (N-1) D \right)^2 + \left(Y - \frac{D}{2} - mD \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
& + \sum_{m=0}^M e \left[\left\{ \left(\frac{\sqrt{3}}{4} (N-1) D \right)^2 + \left(Y + \frac{D}{2} + mD \right)^2 \right\}^{1/2} \right] \\
& \dots \dots N \text{ 列目} \\
& \dots \dots \dots (4)
\end{aligned}$$

図17に線走査用3列 RINS アレイの明るさとピッチムラを表わす。これは RINS の長さ Z_0 をパラメータとして計算したものである。

図17からわかるように RINS 長 Z_0 を変えた等倍条件での明るさは最大値をもつ。またピッチムラは極大値と極小値をくり返しながる。したがって設計は明るくかつピッチムラが極小値となる①, ②, ③……が選ばれる。実用的にはピッチムラが5%以下であり、かつ明るい②または③の RINS 長が選ばれる。

5 複写機への応用¹³⁾

先に述べたように RINS アレイは正立等倍でないで使用できない。変倍できないという欠点はあるものの MTF, 解像力, 機械の大きさ, それに先に述べた明るさ等の点で, RINS は従来の複写レンズに充分代わりうる。



$N=2$ $l=15.9$ mm $Z_0=31.6$ mm $D=1$ mm ϕ
 $D_3 \rightarrow 10$ 本/mm $E_1 \rightarrow 16$ 本/mm, $E_3 \rightarrow 20$ 本/mm $E_5 \rightarrow 28$ 本/mm

図18 2列 RINS の投影解像力

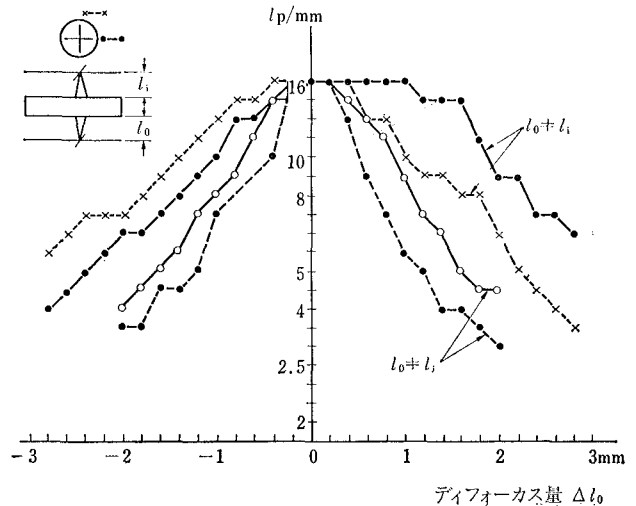


図19 ディフォーカスしたときの RINS の投影解像力

従来の複写レンズと比較しながら RINS の光学性能を述べる。

5-1 投影解像力と深度

RINS アレイの投影解像力は 20本/mm 前後が得られる。普通の複写レンズの投影解像力は 10~16本/mm であるから, RINS の解像力はレンズに匹敵すると言える。図18に投影解像力の写真を示す。

一方深度は 5本/mm で普通の複写レンズが ± 2 mm 以上あるのに対して, RINS は ± 1 mm 程度しかない。筆者等が開発した RINS 投影解像力測定器により, ディフォーカスして測定した投影解像力の測定例を図19に示す。図19では物体距離 l_0 のみをディフォーカスして測定した値と, 物体距離 l_0 と像面距離 l_i を, $l_0=l_i$ の条件で同時に移動して測定した値を示す。物体距離のみをずらして測定したときの深度は ± 1.2 mm であるのに対して, $l_0=l_i$ の条件のもとでの深度は ± 2.2 mm 以上となっている。これは RINS アレイの深度の浅い原因が像のボケによるのではなく, 倍率のズレによることを示している。RINS 1本1本による倍率が等倍でなくなるため像が重なり合わなくなり像の劣化をきたすのである。 $l_0=l_i$ の条件では像が若干ボケても等倍条件が保たれ, 像が重なり合うのでみかけの深度が深くなるのである。

5-2 MTF

複写機に要求されるレンズの MTF は, 複写サイズ全画面にわたり白色光で 5本/mm のとき 45% 以上, 10本/mm のときで 20% 以上が標準的である。一般にレンズは画面の周辺部あるいは中間帯で MTF が低下しているが, RINS アレイは全画面 (RINS の配列方向) で均一である。これはレンズにない RINS の特徴の1つであると言える。しかし約 1mm ϕ の RINS を 1列で 300本も並べて作られる RINS アレイの一部には, 部分

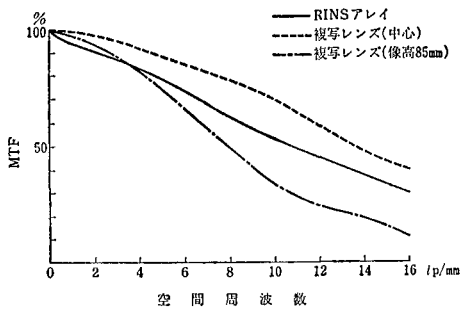


図 20 レンズと RINS アレイの MTF

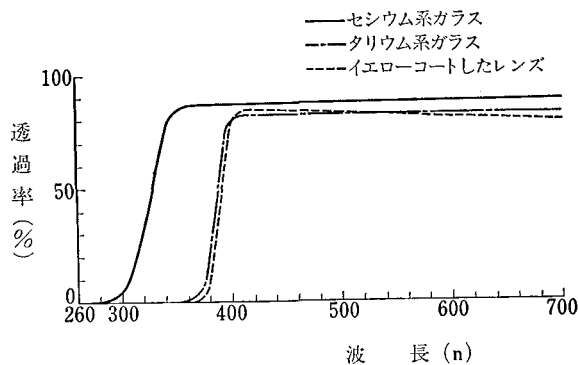


図 21 分光透過率

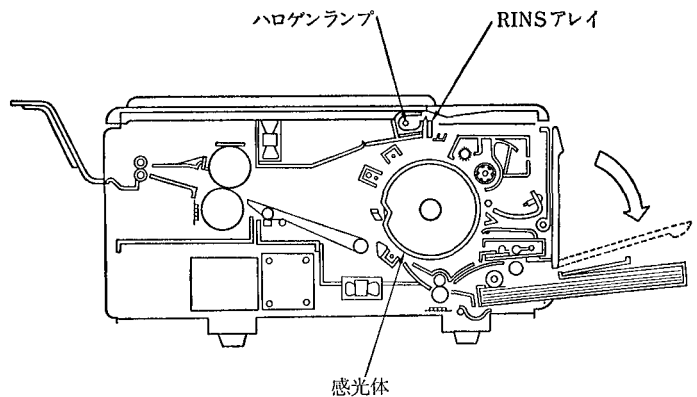


図 22 PPC 複写機

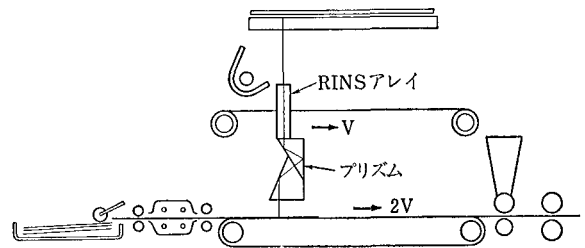


図 23 EF 方式複写機

的に像の悪いアレイもある。

図 20 にレンズと RINS の MTF の比較を示す。この例では、RINS の MTF はレンズの中心より低いけど周辺部より高いことがわかる。すなわち RINS では全面でほぼ均一な MTF が得られ、総合的にはレンズより良いと考えられる。

5-3 分光透過率

複写機をはじめとして光学系に RINS アレイを応用するにあたって、先に述べた明るさとともに重要視されるのは分光透過率である。今までの計算例では(17)式で $k=1$, $B=1$, $\tau=1$ としてきた。ここでは実際の分光透過率を示しておく。図 21 にタリウム系とセシウム系の RINS と普通のレンズの分光透過率曲線を示す。セシウム系の RINS は短波長側で良い透過率を示し、可視光でも若干高い。タリウム系とイエローコートしたレンズの透過率はほぼ同じである。複写機の感光体は 360 nm 以下では感度がなく可視光の透過率が必要である。RINS においてはレンズと比べて特に問題となることはない。

5-4 複写機用光学系

RINS はレンズと同様に普通紙に複写する PPC 方式、酸化亜鉛紙に直接複写する Electro Fax 方式いずれも応用可能である。PPC 方式の場合は偶数回の反射、EF 方式の場合は奇数回の反射を必要とするのはレンズと同じである。

RINS の最大の特徴は共役長が非常に短いことにあり、

共役長は 60~75 mm 程度である。一方レンズの焦点距離は $f=150\sim300$ mm が使われるので、共役長はその 4 倍すなわち 600~1,200 mm が必要となる。RINS は共役長が短いので PPC の場合ミラーを必要としない。

図 22 と図 23 に PPC 方式と EF 方式の例をあげる。露光条件は感光体によって決定されるが OPC 感光体を使用した PPC 方式の場合、RINS の直径 1 mmφ で 2 列アレイ、共役長 64 mm にしたとき 500 W のハロゲンランプで照明し、約 120 mm/s の走査速度で適正露光が得られる。EF 方式の場合は、同じ RINS で 400 W のハロゲンランプで照明したとき、75 mm/s の走査速度で適正露光が得られる。

6 おわりに

RINS の照度分布の解析によりスリット走査用 RINS の光量計算、線走査用 RINS の光量計算が可能になり、光量の子測ができるようになった。スリット走査用 RINS の光量は列数、直径の 3 乗、中心の屈折率の 2 乗に比例し、1 周期長の 2 乗に逆比例することがわかる。また RINS 長を変えたとき光量分布の形は変わるが、全体の光量は変わらないことがわかる。さらに F 値の定義により等倍レンズの F 値と直接比較ができ、明るさの対応ができるようになった。一方線走査用 RINS の解析により、線走査用 RINS の設計は、ピッチムラが極小になる RINS 長で決めなければならないことがわかる。

また RINS アレイは複写レンズに充分代わりうるものであり、むしろ光学性能上有利な点が多いことを示した。スリット走査に限られることや、等倍結像のみであるという欠点はあるが、複写機をコンパクトにできることや、PPCの場合ミラーを必要としない等、有利な点も多い。今後はこれらメリットを生かした複写機が開発されてゆくであろう。実際複写機等の機器に用いられる場合は、明るさと同様に、露光量調整が重要項目となる。今後新しい複写機が開発されるにつれて、さらに光量分布の理論検討をつづけなければならない。たとえば絞りを光路中に置いたときの解析や、配列を6方配列以外にしたときなどの解析が必要となるであろう。

参考文献

- 1) D. W. Berreman · Bell Syst. Tech. J. 43, 1469~1475 July (1964)
- 2) 越智：画像電子学会誌 4, 1, 13~21 (1975)
- 3) 井口, 小椋, 宮下：第40回応用物理学会学術講演会予稿集 (1979) 秋
- 4) 坂本, 上島, 古川, 遠山, 山田：電子写真 12, 1, 12~21 (1973)
- 5) 北野, イメージング 25 (1979)
- 6) 西沢, 光学技術コンタクト 16, 5, 25~37 (1978)
- 7) 特許公報 昭47-28057
- 8) 特許公報 昭47-28058
- 9) Y. Ogura, M. Kawazu · Topical Meeting on Gradient Index Optical Imaging Systems. Technical digest, TUB 1. May (1979)
- 10) H. Matsumura : Optical and Quantum, Electronics, 7, 81~86 (1975)
- 11) M. Kawazu, Y. Ogura . Topical Meeting on Gradient Index Optical Imaging Systems. Technical digest, WC1, May (1979)
- 12) T. Uchida, M. Furukawa, I. Kitano, K. Koizumi, H. Matsumura · IEEE, QE-6, 10, 606~612, October (1970)
- 13) 小泉, 古川：固体物理 6, 11, 673~678 (1971)
- 14) 小泉：光学技術コンタクト 11, 12, 11~17 (1973)
- 15) A. K. Ghatak, K. Singh, D. P. S. Malih, M. S. Sodha OPTICA ACTA 19, 8, 681~686 (1972)
- 16) Y. Aoki, M. Suzuki . IEEE MTT-15, 1, 2~8 (1967)
- 17) E. W. Marchand : JOSA 60, 1 (1970)
- 18) F. P. Kapron JOSA 60, 11, 1433~1463 (1970)

水性液体を用いた電子写真現像法

Aqueous Liquid Development Processing in Electrophotography

藤井唯士*
Tadashi Fujii

要 旨

電子写真において、水性液体を用いる水性現像の基本となるのは、記録体の表面電荷あるいは表面電位によって生ずる記録体/水性現像液系の濡れの変化である。しかし、これまでにその現象は、ほとんど明らかにされていない。本研究は、水性現像法を、濡れの観点から解明したものであり、次のような結論を得た。

(1) 静電記録紙と水溶液を用いた実験より、表面電位による濡れの変化は、水銀/水溶液界面で測定される電気毛管現象と類似する現象であることがわかった。

(2) 酸化亜鉛紙を用いた現像実験より、酸化亜鉛紙および現像ローラ/水性現像液系の濡れが、画像品質に対する支配的な因子であることがわかった。

(3) 水性現像に適する酸化亜鉛紙、水性現像液および現像装置から成る現像系を開発することにより、現像速度 1.5~30 cm/sec の範囲において、解像力 5~6 lp/mm、画像濃度 1.2、地肌汚れの無い、高コントラストの画像が得られた。

ABSTRACT

Aqueous liquid development processing is based on the wettability of developer on recording substrate caused by its surface charge or potential. No clear explanation on the cause of this phenomenon has been given until now. This paper describes our experiments and the resulting conclusion on the subject.

(1) Our experiments revealed that the contact angle of aqueous solution on dielectric paper was closely related to the surface potential and this phenomenon was similar to the electrocapillarity of mercury/aqueous solution interface.

(2) By the developing experiment, it was found that the wettability of developer on zinc oxide paper and developing roller directly affected the image quality.

(3) An improved aqueous liquid development processing has been established whereby a high-contrast, good quality copy with 5 to 6 lp/mm resolution and 1.2 optical density has been obtained at the development speed of 1.5 to 30 cm/sec.

1 はじめに

電子写真用油性現像液の水性現像液への代替は、安全性、経済性の観点から注目され、また、高速度記録の可能性など、新しい応用が期待されている。

1961年に Cassiers 等^{1),2)}によって提案された水性現像法は、疎水性の微細凹凸表面を持つ記録体、たとえば疎水性に処理した酸化亜鉛紙、静電記録紙上に静電荷パターンを作り、この静電荷パターンの荷電領域と非荷電領域によって、水性現像液の濡れが異なる現象を利用して現像、可視化する方法である。

水性現像法については次のような長所をあげることが

できる。

(1) 不燃性、有機溶媒の不揮発化により、防災、環境衛生上の問題が防止できる。

(2) 安価な現像液となるため、工業的なメリットが大きい。

(3) 画像品質上の特徴としては、現像液の比電気伝導度が $10^{-2} \sim 10^{-4} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ であるため、エッジ効果がない画像が得られる。また、濡れの差を利用するため、地肌汚れのない、高コントラストの画像がかわいた状態で得られる。

(4) 油性現像液ではサスペンションあるいは油中水滴型エマルジョン等の分散系に限定されるが、水性現像液では着色溶液系も利用でき、広く材料の選択ができる。

一方、次のような短所もある。

★技術本部 第1技術部

First Technical Department, Technical Division

- (1) 濡れの差異を利用するため中間調を再現しにくい。
- (2) 一般的な傾向として耐水性が悪い。

以上のような特徴を持つ水性現像法は、最近の石油系材料の高価格化、省資源への対応策として、あるいは、ファクシミリなど夜間の無人化機器への応用、高速度の記録機器への応用などの可能性があり、今後の研究が望まれている。

水性現像の基本となるのは、記録体の表面電荷あるいは表面電位による濡れの変化であるが、その機構は、ほとんど明らかにされていない。これまで界面化学の分野において、濡れの研究は数多く行われてきたが、ほとんどすべて、非荷電表面についてである。

また、数少ない荷電表面の濡れの研究のうち、筆者等の報告^{3),4)}、および北原等⁵⁾が荷電したパラフィン表面とエチレングリコール滴を用いて、表面電位と接触角の関係を測定した報告を除くと、すべて電極/水溶液界面についてであり、絶縁性固体/水溶液界面の界面電位による濡れの変化の機構は、これまで明らかにされていない。

本研究は、水性現像法を、濡れの観点から解明したもので、静電記録紙と水溶液を用いて表面電位と濡れの関係を測定し、水銀/水溶液のような分極性界面での電気毛管現象と比較して考察すること、および酸化亜鉛紙上に形成された画像品質と水性現像液/酸化亜鉛紙および現像ローラ系の濡れの関係について研究した結果の概要を述べる。

2 実 験

2-1 試 料

表面電位による接触角の変化を測定する実験では、試作した静電記録紙および次の各種水溶液を用いた。

無機電解質として、水酸化ナトリウム (10^{-1}m)、硫酸アルミニウムアンモニウム ($3.7 \times 10^{-2}\text{m}$)、有機電解質として、テトラメチルアンモニウム塩 (10^{-2}m) の塩化物、臭化物、沃化物、および水酸化物、沃化テトラアルキルアンモニウム (10^{-2}m) のアルキル基の炭素数を変え、メチル、エチル、プロピル、およびブチル基のもの、陽イオン性界面活性剤 (10^{-2}m) として、塩化ドデシルトリメチルアンモニウム、臭化セチルトリメチルアンモニウム、陰イオン性界面活性剤 (10^{-2}m) として、ドデシル硫酸ナトリウム、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、塩基性染料として、メチレンブルー (1wt%)、酸性染料として、ナフトールブルーブラック (1wt%)、これらを、市販試薬のまま、蒸留水に溶解して水溶液とした。現像実験では酸化亜鉛紙として、電子コピー用紙、およびシリコンワニス、チタン酸テトラブチル等を添加した試作紙、水性現像液として、カーボンブラックのサスペンションおよび染料水溶液を試作して用いた。

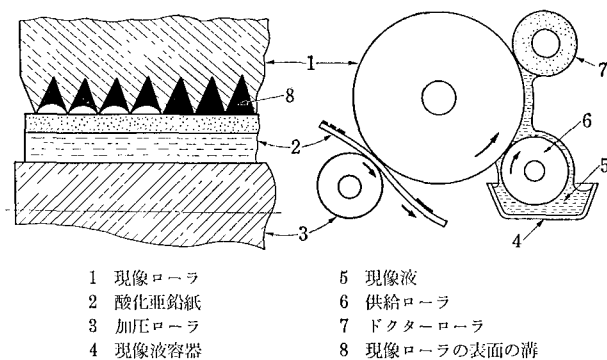


図 1 水性現像装置

2-2 測定法および測定装置

接触角測定は、静電記録紙を帯電し、その上に $5 \mu\text{l}$ の液滴を静かに供与し、液滴供与後 1 分経過したときの前進接触角を求めた。測定はすべて室温で行った。

静電記録紙の帯電には針電極を用いた。

表面電位、接触角および表面張力の測定にはそれぞれ振動容量型表面電位計、顕微鏡ゴニオメータ式接触角測定器、および du Nouy 型表面張力計を用いた。

現像実験では、酸化亜鉛紙上の静電荷潜像の形成は、電子リコピーを用いて通常の方法によって行った。現像は図 1 に示す装置を使用した。現像液は供給ローラによって現像ローラに供給され、過剰な現像液はドクターローラによって除去された後、静電荷潜像を持つ記録体と接触し、静電荷潜像を可視化する。現像ローラの表面には、現像液の保持と現像時の供給量を制御するために、幅 0.1mm 、先端角度約 30 度のらせん状の溝が設けられている。

3 結果および考察

3-1 表面電位による前進接触角の変化

前進接触角（以下は接触角と略す）と表面電位の関係を示す曲線の代表例を図 2, 3, 4, 5 および 6 に示す。

静電記録紙と水の組み合わせでは、図 2 に示すように表面電位が増大すると接触角は減少し、表面電位がゼロのとき極大を示した。

図 3, 4, 5 および 6 は静電記録紙と各種水溶液の組み合わせで、テトラメチルアンモニウム塩の水溶液では、図 3 に示すように接触角と表面電位の関係を示す曲線は、表面電位の極性による影響を受けないことを示した。この結果に、水銀/水溶液界面の電気毛管現象で生ずるようなハロゲンアニオンの特異吸着機構⁶⁾⁻¹⁰⁾をあてはめると、この系では、静電記録紙表面へのハロゲンアニオンの特異吸着は発生していないと考えられる。

図 4 は、沃化テトラメチルアンモニウム水溶液についての結果を示す。図 3 と同様に、表面電位の極性による接触角の変化は認められない。したがって、水銀/水

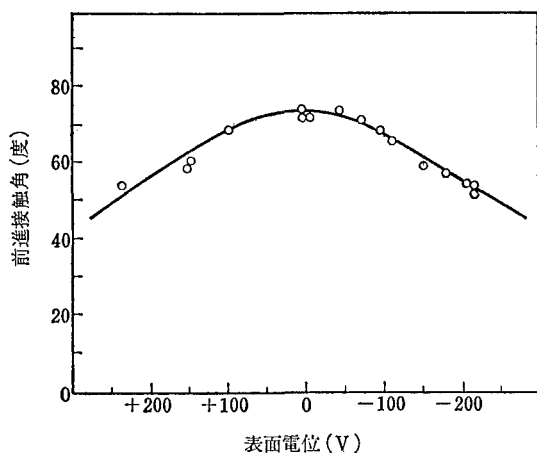


図2 静電記録紙—水系の静電記録紙の表面電位による前進黨接角の変化

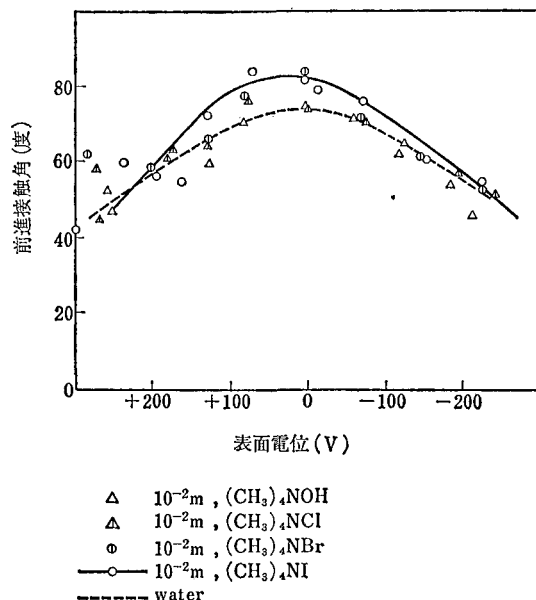


図3 静電記録紙—テトラメチルアンモニウム塩水溶液系の静電記録紙の表面電位による前進黨接角の変化

溶液界面で観察されるテトラアルキルアンモニウムカチオンの静電力による吸着および特異吸着⁶⁾と同様のカチオンの作用が、この系では生じないと考えられる。

界面活性剤の水溶液では、図5に示すように、曲線は図2の水系と同じ形状のまま接触角が減少する側へシフトした。

染料水溶液では、図6に示すように、他の系と比較すると、接触角が表面電位によって著しく変化した。

界面活性剤水溶液系および染料水溶液系も、テトラメチルアンモニウム塩水溶液と同様に、表面電荷の極性による影響を受けないことを示した。以上の実験結果に対して、理想分極性界面ではないが、油水界面の電気毛管現象^{11)~14)}で生ずるような界面活性剤のイオンの静電力による吸着および脱着機構をあてはめてみると、これら

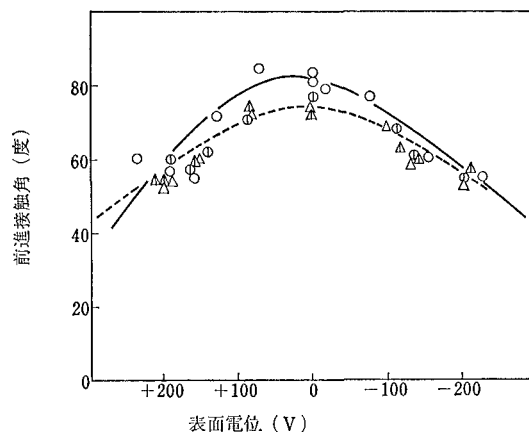


図4 静電記録紙—沃化テトラアルキルアンモニウム水溶液系の静電記録紙の表面電位による前進黨接角の変化

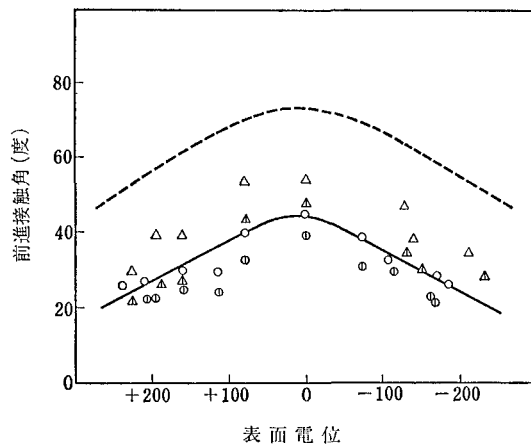


図5 静電記録紙—界面活性剤水溶液系の静電記録紙の表面電位による前進黨接角の変化

の系では、静電記録紙表面への界面活性剤のイオンおよび染料のイオンの吸着、脱着現象は、静電力に支配されていないと考えられる。

図2, 3, 4, 5 および6 に示した表面電位による接触角の変化を、さらに、電気毛管現象の観点から考察する。

分極性界面に加えた分極電圧によって、界面張力が変化する現象は電気毛管現象^{6)~10)}と呼ばれ、測定は一般には、水銀/水溶液界面について行われている。分極性界面において、Lippmann-Helmholtz の式は、

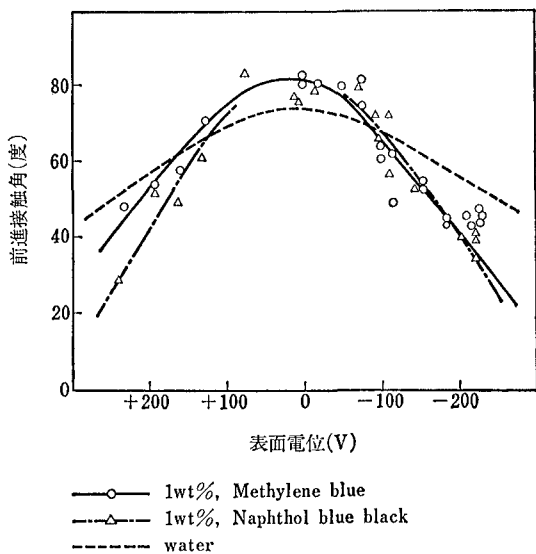
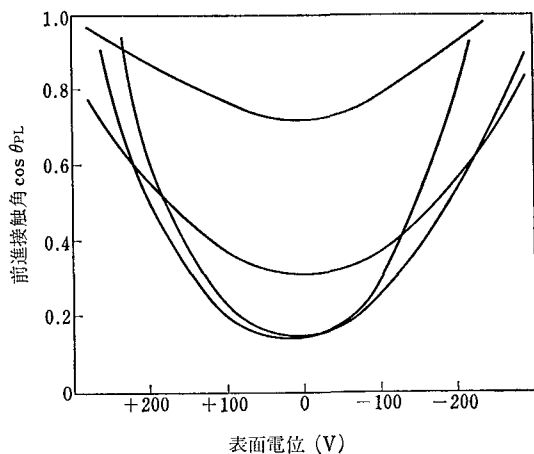


図6 静電記録紙—染料水溶液系の静電記録紙の表面電位による前進接触角の変化



w : water
 s : 10^{-3} m, Sodium hydroxide
 m : 1wt%, Methylene blue
 d : 10^{-2} m, Dodecylsulfuric acid sodium salt

図7 静電記録紙—水および水溶液系の静電記録紙の表面電位による前進接触角 ($\cos \theta$) の変化

$$-\left(\frac{\partial \gamma}{\partial E}\right) = q \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 γ は界面張力、 E は界面に加えた分極電圧、 q は表面電荷密度、

界面電気2重層の積分容量、 C_i は次式

$$C_i = \frac{q}{E - E_m} \dots \dots \dots (2)$$

で定義され、ここで、 E_m は電気毛管極大電位 (2)式を(1)式に代入して積分すると、

$$\gamma = \gamma_m - \frac{1}{2} C_i (E - E_m) \dots \dots \dots (3)$$

ここで、 γ_m は E_m における界面張力
 静電記録紙/水および水溶液系のように界面張力、 γ

が求まらない系には、(3)式をそのままの形では使用できず、そこで次のように変形した。

Young の式¹⁵⁾ は

$$\gamma = \gamma_s - \gamma_l \cdot \cos \theta \dots \dots \dots (4)$$

ここで、 γ_s は固体の表面張力、 γ_l は液体の表面張力、 θ は接触角

(3)式と(4)式より次式を求めた。

$$\cos \theta = \cos \theta_m + \frac{1}{2\gamma_l} C_i (E - E_m)^2 \dots \dots \dots (5)$$

ここで、 θ_m は E_m における接触角

式(5)は、 $\cos \theta$ と $(E - E_m)$ の関係を示す曲線が放物線となることを示し、分極電圧と界面張力の関係を示す電気毛管曲線に対応する。

図2, 3, 4, 5 および6 から明らかのように、表面電位がゼロのとき、接触角が極大値をもつことから、 E_m をゼロとして扱う。 E を表面電位として、静電記録紙と水、およびそれぞれの水溶液の $\cos \theta$ と E の関係を示す曲線を図7に示す。いずれの曲線とも放物線に近い形状を示し、これは(5)式と定性的に一致することから、図6の曲線は、電気毛管曲線に類似するとみなされる。

さらに、実験結果と電気毛管現象との適合性を、表面電荷密度 q を用いて明らかにする。表面電荷密度、 q を求めるには、水銀/水溶液界面では毛管電位計法によって界面張力、 γ が求められるから、(1)式をそのまま用いることができる。しかし静電記録紙/水および水溶液界面のように界面張力 γ が求められない系の界面電荷密度、 q の計算に(1)式は使用できない。この系の界面電荷密度、 q を計算するために、(4)式を表面電位、 E について微分することによって、次式を得た。

$$\gamma_l \left(\frac{\partial \cos \theta}{\partial E} \right) = q \dots \dots \dots (6)$$

図7に示す静電記録紙と水の組み合わせの $\cos \theta$ と E の関係を示す曲線を E について微分することによって、表面電位、 $E = 100 \sim 200$ volt の範囲で表面電荷密度、 $q = 1 \sim 2 \times 10^{-8}$ c/cm² を得たが、この値は他の通常の方法によって求められた値¹⁶⁾ とオーダーが一致する。同様に、水以外の系についても q を求めると、大きい方から順に、染料 ($2 \sim 5 \times 10^{-8}$ c/cm²)、無機電解質 ($2 \sim 3 \times 10^{-8}$ c/cm²)、水、界面活性剤 (5×10^{-9} c/cm²) となった。

以上の結果、静電記録紙の表面電位による濡れの変化は、水銀/水溶液界面について測定されている電気毛管現象と類似する現象であることがわかった。ハロゲンアニオンおよびテトラアルキルアンモニウムカチオンの特異吸着、静電力による吸着は、水銀/水溶液界面と異なり、界面活性剤のイオンの静電力による吸着・脱着は、油/水界面と異なる。染料が静電記録紙の荷電表面と非荷電表面の濡れの差を増大する増感作用を示した。この

ED BY THE NUMBER OF B
They would have been just as hap
youngsters wanted to help. So
ly fitted liners into the packing bo
as done, they sat down to rest ar
n Linda and Roy had a part in eve
ken the idea of mass buying quick
r, fruit, vegetables, meat, even ba
the big table in the Millgate kitc
ifty being the savings over the p
whole family swarmed around, Li

A 電子リコピー用酸化亜鉛紙
試作した現象液A (分散系)

ED BY THE NUMBER OF B
They would have been just as hap
youngsters wanted to help. So
ly fitted liners into the packing bo
as done, they sat down to rest ar
n Linda and Roy had a part in eve
ken the idea of mass buying quick
r, fruit, vegetables, meat, even ba
the big table in the Millgate kitc
ifty being the savings over the p
whole family swarmed around, L

B 電子リコピー用酸化亜鉛紙
試作した現象液B (分散系)

cesses account for just over 20% of t
new installations. Designated n
vated sludge installations represe
ut 10% of the projected new faciliti
will be surprising, however, if the hi
treatment processes which requ
ater amounts of manpower will co
te to represent only 10% of the s
ary treatment systems in this indust
reasing numbers of secondary tre
at plants at older mills where space is

C 試作した酸化亜鉛紙
試作した現象液C
(分散系)

ED BY THE NUMBER OF BE
They would have been just as hap
youngsters wanted to help. So R
y fitted liners into the packing bo
as done, they sat down to rest and
a Linda and Roy had a part in eve
ken the idea of mass buying quick
r, fruit, vegetables, meat, even bak
the big table in the Millgate kitche
ifty being the savings over the pri
whole family swarmed around, Lin

a pH=3.3

ED BY THE NUMBER OF BE
They would have been just as hap
youngsters wanted to help. So R
y fitted liners into the packing bo
as done, they sat down to rest and
n Linda and Roy had a part in eve
ken the idea of mass buying quick
r, fruit, vegetables, meat, even bak
the big table in the Millgate kitche
ifty being the savings over the pri
whole family swarmed around, Lin

b pH=4.5

ED BY THE NUMBER OF BE
They would have been just as hap
youngsters wanted to help. So R
y fitted liners into the packing bo
as done, they sat down to rest and
n Linda and Roy had a part in eve
ken the idea of mass buying quick
r, fruit, vegetables, meat, even bak
the big table in the Millgate kitche
ifty being the savings over the pri
whole family swarmed around, Lin

c pH=5.8

a, b, c は電子リコピー用酸化亜鉛紙
試作した現象液 (溶液系) の pH 変化

図 8 画像 サンプル

増感作用には、表面に微細凹凸をもつ静電記録紙/水溶液系での、Composite-Interface^{17), 18)}の形成および表面電荷のリークが関係していると考えられるが、これだけでは十分な説明はできない。

3-2 現象系による画像品質の変化

前述した帯電・露光装置および図1に示される現象装置を用いて、水性現象法によって得られる画像品質と現象系の濡れについて測定した。画像品質は、定められた原稿中に発生する文字ツブレの発生率とした。文字ツブレとは、図8の画像サンプルに示されるような異常画像をいう。現象系の濡れとは、酸化亜鉛紙および現象ローラの現象液による濡れをいい、接触角と現象液の表面張力の測定結果より求めた拡張濡れエネルギー W_s ¹⁵⁾ および浸漬濡れエネルギー W_i によって現象系の濡れを数値化した。

現象液の表面張力と文字ツブレ発生率の関係について、疎水性の異なる酸化亜鉛紙を用いて測定した結果を図9に示す。水性現象液の表面張力が増大すると、文字ツブレは減少した。また酸化亜鉛紙の疎水性が増すと、文字

ツブレは減少した。この結果から、酸化亜鉛紙の濡れが増大すると、文字ツブレも増大すると考え、文字ツブレ発生率と拡張濡れエネルギー (以下は W_s と略す) の関係を求め、図10に示した。酸化亜鉛紙表面での水性現象液の W_s が減少すると、文字ツブレも減少した。 W_s が -110 erg/cm^2 以下の領域で文字ツブレはほとんど無く、 W_s がそれより大きくなると、文字ツブレは急激に増大し、 -85 erg/cm^2 以上で文字ツブレが100%に達することを示している。 W_s がさらに増すにつれて、地肌汚れが発生し、次いで酸化亜鉛紙全面が一様に現象液で濡れ、画像が得られなくなった。

次に現象ローラへの現象液の濡れと文字ツブレの関係について述べる。現象液の pH と現象系の濡れの間関係を図11に示す。pHによって酸化亜鉛紙の濡れは変化しないが、現象ローラに使用される黄銅の濡れは変化した。図8の画像サンプルに示されるように、現象液の pH の増大による文字ツブレの増大と、地肌汚れの発生は、現象液の pH の増大が現象ローラの濡れを増し、その結果、文字ツブレも増すことを示している。

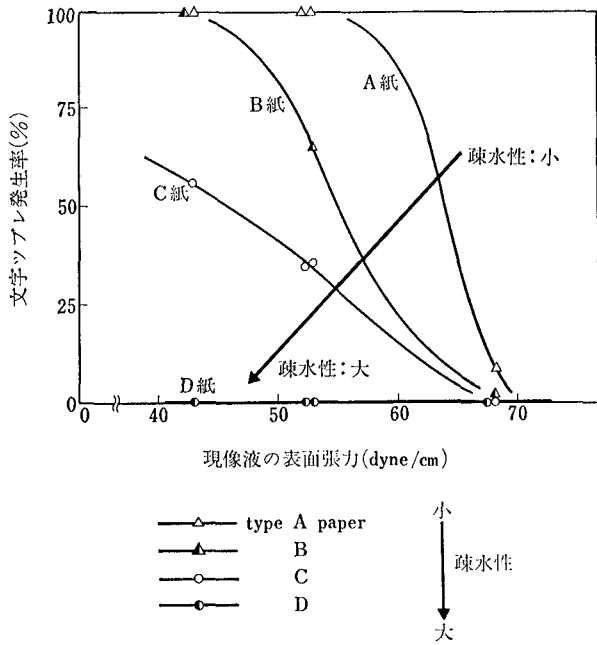


図9 酸化亜鉛紙—サスペンションの現像液系の現像液の表面張力による文字ツブレ発生率変化

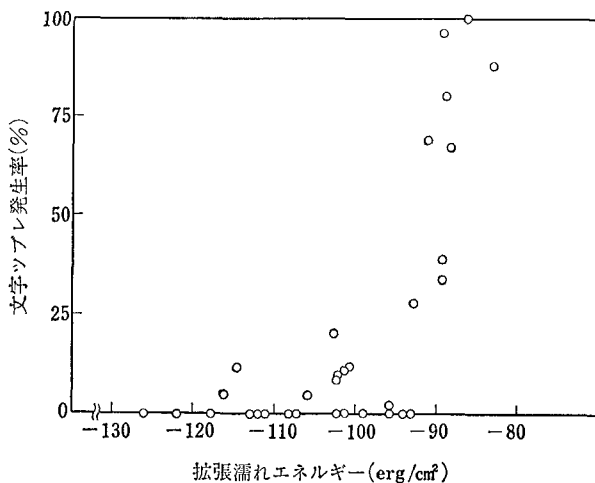


図10 酸化亜鉛紙—水溶液系の拡張濡れエネルギーによる文字ツブレ発生率の変化

文字ツブレに影響をおよぼす他の因子として、現像液の粘度および現像速度に関して実験した結果、図示しないが、現像液の粘度が増大すると、文字ツブレはわずかに減少し、また、現像速度が増大しても、文字ツブレはわずかに減少した。これら2つの因子は現像系の濡れ速度論に関係していると考えられる。

酸化亜鉛紙および現像ローラ／現像液系の濡れによって、文字ツブレ発生率が変化する現象を説明するために、図12に示すようなモデルを仮定した。図12では、酸化亜鉛紙と現像ローラから成る2枚の異種物質板の微小間隙へ、現像液が浸漬するモデルを仮定し、次式を求めた。

浸漬濡れエネルギー W_i は次式で表わされる。

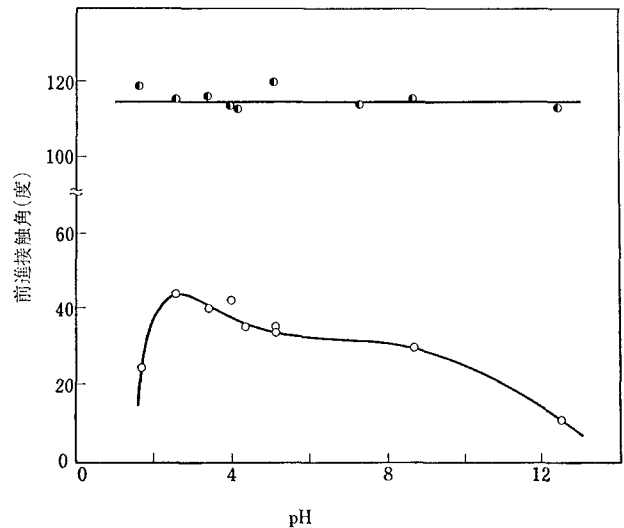


図11 酸化亜鉛紙および黄銅板—現像液系の現像液のpHによる前進接触角の変化

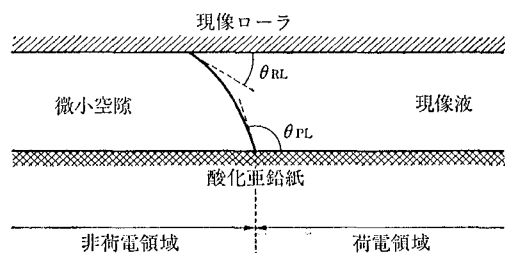


図12 現像ローラと酸化亜鉛紙から成る間隙への現像液の浸漬

$$W_i = S_{PL} \cdot (\gamma_P - \gamma_{PL}) + S_{RL} \cdot (\gamma_R - \gamma_{RL}) \dots (7)$$

(5)式と(7)式より

$$W_i = \gamma_L (S_{PL} \cdot \cos \theta_{PL} + S_{RL} \cdot \cos \theta_{RL}) \dots (8)$$

ここで、 γ_P は酸化亜鉛紙の表面エネルギー、 γ_{PL} は酸化亜鉛紙／現像液の界面エネルギー、 γ_R は現像ローラの表面エネルギー、 γ_{RL} は現像ローラ／現像液の界面エネルギー、 γ_L は現像液の表面エネルギー、 θ_{PL} は酸化亜鉛紙／現像液系の接触角、 θ_{RL} は現像ローラ／現像液系の接触角、 S_{PL} は酸化亜鉛紙／現像液の界面が間隙の単位面積に占める割合、 S_{RL} は現像ローラ／現像液の界面が間隙の単位面積に占める割合である。

(8)式によれば、酸化亜鉛紙／現像液系の接触角、 θ_{PL} が增大するか、あるいは現像ローラ／現像液系の接触角、 θ_{RL} が增大すると、図11に示される間隙／現像液系の浸漬エネルギー W_i は減少する。この結果間隙への現像液の浸漬濡れが減少し、文字ツブレが減少することが予想される。これは図8、9および10に示した実験結果と、

定性的に一致する。

4 おわりに

本報告では、水性現像の機構に関し、その基本となる記録体の表面電位による濡れの変化、および現像系の濡れによる画像品質の変化について述べてきたが、現像機構を、さらに解明するためには、電場での現像液表面の不安定化^{19) - 23)}、および記録体/現像液系の濡れのヒステリシス^{15), 17), 18)}等の観点からの検討が必要である。筆者等は、水性現像の応用面として、チャージレス現像、反転現像、および浸漬現像も試みており、他にスピリット印刷、捺染への応用も考えられ、また、これらを通じて、画像の耐水性、中間調再現性等、実用面からの検討も行ってきた。今後、水性現像に関するこれらの技術が、広く応用されていくことを期待している。

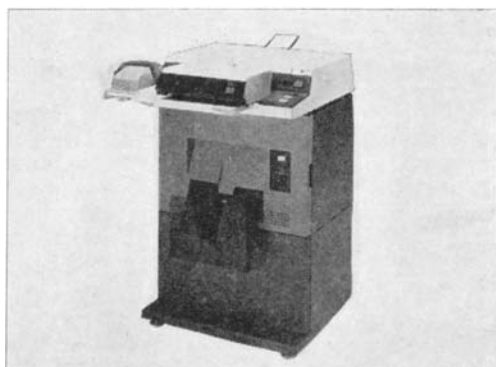
最後に、本研究が社内の多数の方々の協力の下に行われたことを付記し、また、御教示くださった東京理科大学工学部教授・北原文雄先生に深く感謝します。

参考文献

- 1) 特公昭 39-4299; 特公昭 44-9512 他
- 2) U. S. Patent 3,383,209
- 3) 藤井, 池田, 電子写真学会第 33 回研究討論会予稿集, 21 (1974)
- 4) T. Fujii, I. Ikeda, and M. Takahashi, "Advances in Applied Photographic Processing" (Proc. 14th Annual Fall Symposium of the SPSE 114.), October (1974), The Society of Photographic Scientists and Engineers, Washington, D. C.
- 5) A. Kitahara, M. Fujiwara, T. Ogawa, and T. Ishibashi, *Colloid Interface Sci.*, 51, 3, 540 (1975)
- 6) J. T. Davies and E. K. Rideal, "Interfacial Phenomena," 96. Academic Press, New York, (1963)
- 7) J. J. Bikerman, "Surface Chemistry," 2nd ed. 441. Academic Press, New York, (1958)
- 8) H. R. Kruyt, "Colloid Science," 1, 146. Elsevier, Amsterdam, (1951)
- 9) I. Morcos, *J. Chem. Phys.*, 56, 8, 3996 (1972)
- 10) 北原, 渡辺編, "界面電気現象," 141. 共立出版, (1972)
- 11) 渡辺, 松本, 後藤, 日化, 87, 9, 941 (1966)
- 12) 渡辺, 松本, 玉井, 後藤, 日化, 88, 5, 507 (1967)
- 13) 渡辺, 玉井, 油化学, 20, 2, 101 (1971)
- 14) M. Dupeyrat, J. Michel, *Colloid Interface Sci.*, 29, 4, 605 (1969)
- 15) W. A. Zisman, "Advanc. Chem. Ser. 43, Contact Angle, Wettability, and Adhesion," 1. Amer. Chem. Soc., Washington, D. C., (1964)
- 16) 松井, 電子写真, 7, 3, 94 (1967)
- 17) E. Matijevic, "Surface and Colloid Science," 2, 104. Wiley-Interscience, New York, (1969)
- 18) A. B. D. Cassie, S. Baxter, *Trans. Faraday Soc.* 40, 546 (1944)
- 19) H. A. Pohl, *J. Appl. Phys.*, 29, 8, 1182 (1958)
- 20) J. Zeleny, *Phys. Rev.*, 3, 2, 69 (1914)
- 21) W. A. Macky, *Proc. Roy. Soc.*, 133, 565 (1931)
- 22) B. Vonnegut, R. L. Neubauer, *J. Colloid Sci.*, 7, 616 (1952)
- 23) V. G. Drozin, *J. Colloid Sci.*, 10, 158 (1955)

製品技術解説

PRODUCTS EXPLANATION



高速ファクシミリ リファクス1000S

High Speed Facsimile RIFAX 1000S

原和幸*
Kazuyuki Hara

近藤満*
Mitsuru Kondo

要 旨

公衆回線にファクシミリを接続できるようになって以来、ファクシミリ利用台数の伸びは著しい。国際的にも標準化の動きが活発であり、高速・低価格ファクシミリに対する需要はますます高まりつつある。

リファクス1000Sは、このような市場要求に応じて開発された高速デジタルマシンで、走査機構にシャトル方式を採用することにより、当社従来機に比べ、大幅なコストダウンを実現した。

制御部は3分割され、各々にマイクロコンピュータを使用し、標準化動向へ柔軟に対応できるしくみになっている。またロギング機能を備えており、マシンに発生したエラーの履歴がわかるようになっている。

ABSTRACT

Since the telephone line was made available for facsimile, marked increase has been seen in facsimile installations. The move for international standardization is very active, and the demand for fast and low-cost facsimile systems has ever been great. RIFAX 1000S is a fast and considerably low-priced facsimile developed to meet the demand, adopting a shuttle system for its scanning mechanism.

The control system is divided into three units, each having a microcomputer to flexibly meet the standardization trend. A logging feature is provided in the machine for tracing its error history.

1 はじめに

当社は、高速デジタルマシン・リファクス600Sを発売して以来、650S、1250S、1850Sと高速機を市場に供給してきた。

昭和42年当時でわずか約4万台（画像電子学会調査結果）であったわが国のファクシミリの使用台数は、昭和52年には10万台と、公衆回線解放によって、一般電話回線でファクシミリを使用することが可能となって以来、急速にその設置台数は伸びてきた。

ファクシミリは、大規模企業から中小規模企業へと急速に浸透し、その利用方法も一企業一対向の使用から、

ネットワークを構成して使用する方向へと発展するに従い、市場での低価格・高速機に対する需要は、ますます高まりつつある。

リファクス1000Sは、このニーズに応じて開発されたファクシミリ装置であり、送受信走査機構を共通にできる、シャトル方式の採用により、当社従来機に比べて、大幅なコストダウンを実現している。

2 装置の構成

表1にリファクス1000Sの概略仕様を示す。

2-1 機構部構成

図1は各ユニットの配置を示している。送受信走査機構にシャトル方式を採用したために、送受信走査部が一体化され、小型化されている。読み取りヘッドと、記録ヘッドはほぼ直角に配置され、記録ヘッド部から発生す

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

表1 概略仕様

No.	項目	仕様
1	形式	トランシーバー
2	使用回線	加入電話回線
3	線密度	主走査 1728 PEL 副走査 3.85 l/mm, 7.7 l/mm
4	伝送時間	約40秒
5	走査方式	シャトル方式 読取 M ^{OS} イメージセンサー 記録 静電マルチスタイラス
6	圧縮方式	モディファイド・ホフマン方式
7	変調方式	振幅位相変調方式 (M-48 モデム)
8	伝送速度	4800 Bps, 2400 Bps (オートシフトダウン)
9	最大原稿サイズ	259×370 mm
10	記録紙サイズ	216×370 mm
11	原稿給紙	自動給紙 (50枚まで)
12	記録給紙	ロール給紙, 自動カット
13	相互通信	RIFAX1850 S/RIFAX1250 とは可 RIFAX600 S/RIFAX301 S とはオプション 装備にて可
14	消費電力	最大 1100 VA, 待機時 50 VA
15	大きさ, 重量	620W×803D×978H mm 120 kg
16	その他	
	I/O速度	20 ms/l
	電源投入	自動電源投入
	コピー機能	あり

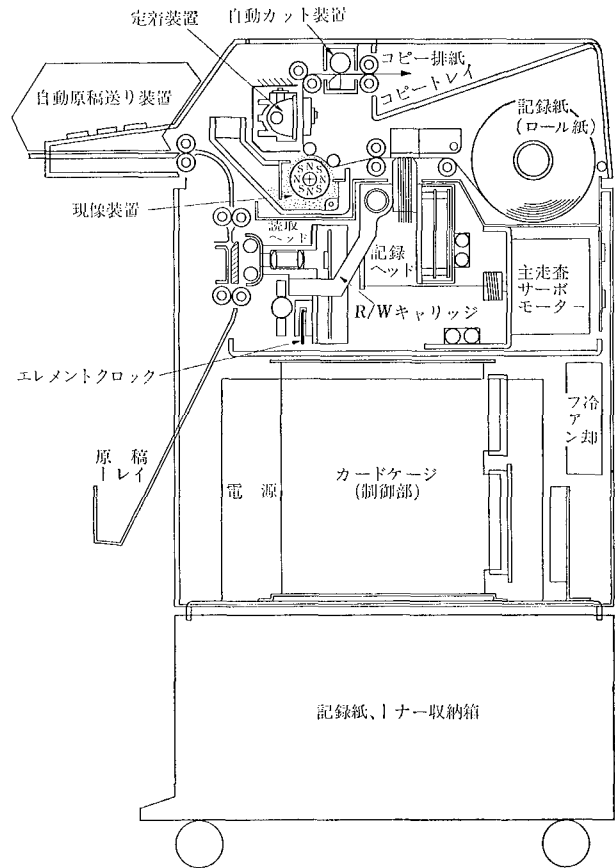


図1 RIFAX 1000 S 構成図

る紙カス等の影響を受けない。また、発熱の大きい定着装置は機械の最上部に位置し、走査部、制御部が熱の影響を受けにくい構成になっている。

読み取りヘッドと記録ヘッドを搭載したキャリッジの駆動機構は、当社で開発され、昭和51年以来、市場で大量に使用されている実績の高いリコープリンタ RP-40の部品がそのまま流用されている。

2-2 システム構成

システム構成をブロック図で示すと図2となる。リファクス1000Sの制御は、機構制御部、伝送制御部、そしてシステム制御部、と大きく3つに分割されている。機構制御部は読み取り、書き込み走査、記録紙、原稿の搬送、現像、定着等の機械部の制御を行い、伝送制御部は電話回線網、変復調装置の制御と、CCITT (国際電信電話諮問委員会) T-30 勧告に基づいたファクシミリ制御手順を実行する。一方システム制御部は、オペレーターとのインターフェイス部である操作部と、読み取り・

書き込みバッファメモリ (以下 R/W バッファと略す)、データ圧縮・再生装置、発信元記録装置、そして前出2つの制御部をコントロールして、ファクシミリとしてのシーケンスを実行する。

3つの制御部には各々マイクロコンピュータが使用されており、国際標準化動向に伴う機能変更柔軟に対応できる配慮がされている。

変復調装置も含めて、電気回路は、図1のカードケージに収納される、180×250 mm の10枚のプリント基板

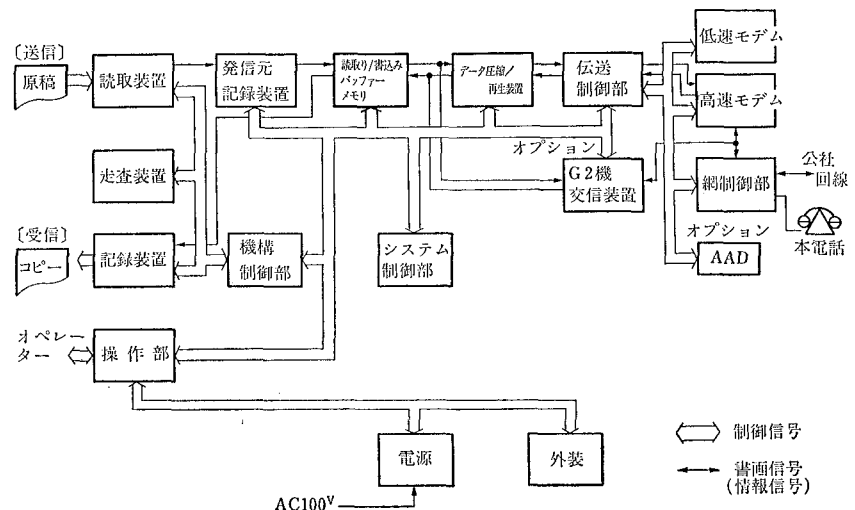


図2 システム・ブロック・ダイアグラム

と、記録部、読み取り部、操作部等に直結した数枚のプリント基板から構成されている。

3 機能・動作

およそデジタルファクシミリ装置は以下の機能から構成されている。

- (1) 操作者とのインターフェイス
- (2) 電話回線とのインターフェイス
- (3) 原稿の書画情報を画素に分解し、連続的に電気信号に変換し、また電気信号から可視像を再生すること
- (4) 書画信号の持つ冗長度を除去し、また再生すること
- (5) 書画信号を帯域圧縮し、電話回線に適した信号に変換し、また再生すること

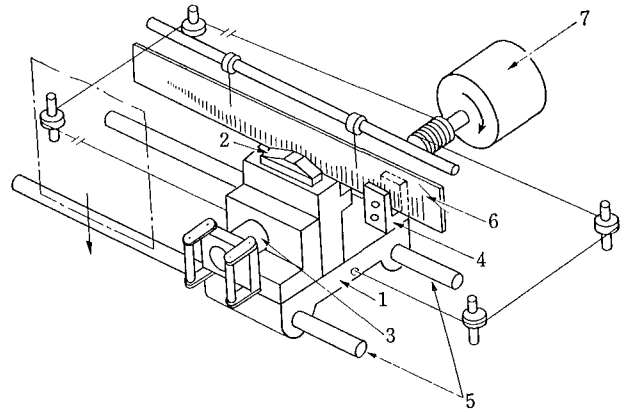
ここではリファクス 1000 S の持つ最大の特徴である(3)の機能とその動作を中心に紹介する。

3-1 走査方式

読み取りヘッドと記録ヘッドとを搭載したキャリッジ(以下 R/W キャリッジと略記)は、図 3 の 2 本のガイド軸に沿って、往復直線運動をして主走査を行う。駆動源としてはサーボモータが使用されており、プーリーとワイヤーによって図 3 に示すように回転運動を直線運動に変換している。このサーボモータにより、R/W キャリッジは図 5 に示すようなスピードコントロールが行われる。

3-1-1 主走査

図 6 はサーボモータの駆動系をブロックダイアグラムで示したものである。R/W キャリッジの直線運動スピードは、図 3 のエレメントクロックパターンとエレメントクロックセンサーからなるリニアエンコーダーによって得られるエレメントクロックによって検出される。そ



- | | |
|------------------|------------------|
| 1; R/W キャリッジ | 5; ガイド軸 |
| 2; 記録ヘッド | 6; エレメントクロックパターン |
| 3; 読み取り光学系 | 7; サーボモータ |
| 4; エレメントクロックセンサー | |

図 3 主走査機構

して周波数—電圧変換器 (F-V コンバータ) によって電圧変化に変換され、誤差電圧検出・増幅器へ入力し、スピードサーボループを形成している。

R/W キャリッジの進行方向は、互いに位相の 90° 異なった 2 つのエレメントクロックによって検出され、F-V コンバータの絶対値出力の極性を切換えることによって、常に負帰還ループを構成している。

R/W キャリッジのスピード、正転・逆転、スタート・ストップは機構制御部のマイクロコンピュータによってコントロールされる。

等速運動をしている R/W キャリッジが、エンドシンク (図 5 参照) の位置までくると、コンピュータは D/A コンバータのセット値を 2 倍にし、逆転指令を出す。こ

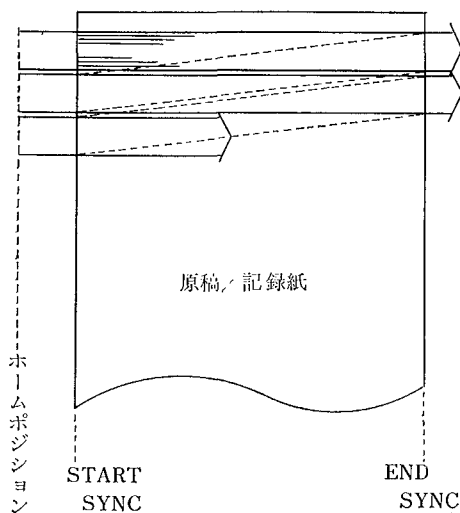


図 4 走査方法

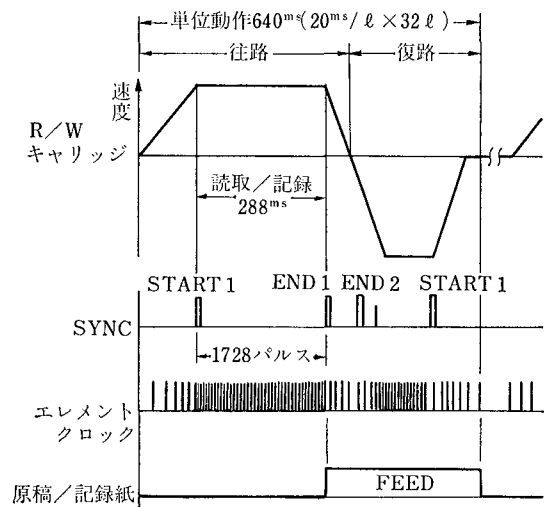


図 5 走査タイミングチャート

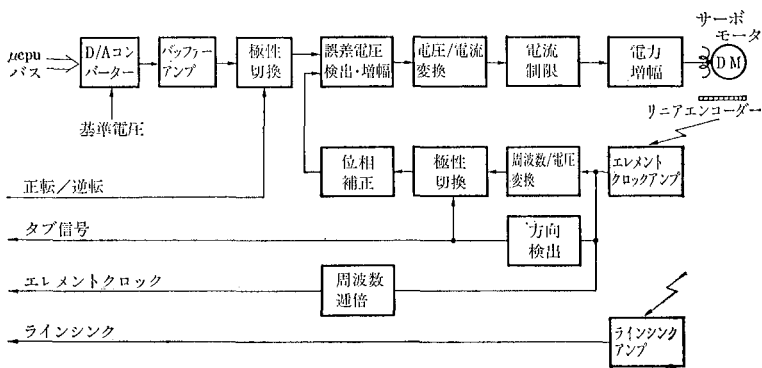


図6 サーボモータ駆動ブロック・ダイアグラム

れにより R/W キャリッジは急速に減速・停止・反転し、往路の2倍のスピードでホームポジションへ向かって走り出す。

スタートシンク2 (図5参照、位置はスタートシンク1と同一) を検出すると、コンピュータはエレメントクロックのパルス数を計数開始し、あらかじめ定められた計数値になる度に D/A コンバータのセット値を半減していき、スピードを段階的に落としていくことにより、R/W キャリッジをホームポジションに停止させる。

3-1-2 副走査

原稿、記録紙は R/W キャリッジが読み取り、書き込み動作をしていないときにパルスモータによって、32ラインずつブロック送り (線密度により送り量が異なる) される。ブロックの継ぎ目を合わせるため、読み取り時、書き込み時とも個々のマシンによって、そのステップ数を可変にできるようにマイクロコンピュータによって制御されている。

3-2 読み取り

読み取りヘッドとしては、128ビットのフォトダイオードアレイ・イメージセンサー (以下 PDA と略記) を使用し、R/W キャリッジの走査方向とほぼ直角 (最初のビットと最後のビットを読み取る時間差による読み取り位置ずれを傾斜によって補正) に配置している。

原稿照明は2本のミニチュアランプで行っており、原稿上の副走査方向 7.7mm の画情報が PDA 上に結像するように光学系の倍率がセットされている。

PDA は奇数ビットと偶数ビットをペアにした64ビットモードで駆動され、エレメントクロックパルスにより読み取り走査を開始し、次のエレメントクロックパルスまでに、副走査方向 64ビットの書画信号を1ブロックとして R/W バッファに転送する。そして図4に示すように、R/W キャリッジの1単位動作によって、スタートシンクからエンドシンクの間、64ライン分 (計 64 × 1728ビット) の書画信号を R/W バッファに転送する。

R/W バッファでは、選択された線密度モードにより、7.7l/mm なら1~32ビットめまでを、3.85l/mm なら

了解度を向上するために隣接ビットとの相関を利用して、1, 3, 5...63の奇数ビットの32ビットに変換し、計 32 × 1728ビットの書画信号のみランダムアクセス・メモリー (RAM) に蓄積する (図7を参照)。

R/W バッファに一旦蓄えられた書画信号は、主走査方向1ラインずつのデータに組み替えられ、ラインデータ単位でデータ圧縮・再生装置に転送される。そして、2つの32ライン分のRAMブロックのどちらか一方が空になると、次の読み取り走査がスタートし、新たに32ライン分の書画信号が読み取られ蓄えられる。そして読み取るべき書画情報がなくなるまで、この動作が繰り返される。

3-3 書き込み

データ圧縮・再生装置にて再生された受信書画信号は、R/W バッファに順次蓄えられる。そしてどちらか一方のRAMブロックが書画信号にて一杯となると、R/W キャリッジは図4に示す走査を開始する。

R/W バッファは、記録装置からのストロブ信号に応じて、副走査方向32ラインの計32ビットを1ブロックとして、スタートシンクからエンドシンクの間、32 × 1728ビットの受信書画信号を記録装置に転送する。

図7に示すように、記録ヘッドは、7.7l/mm, 3.85l/

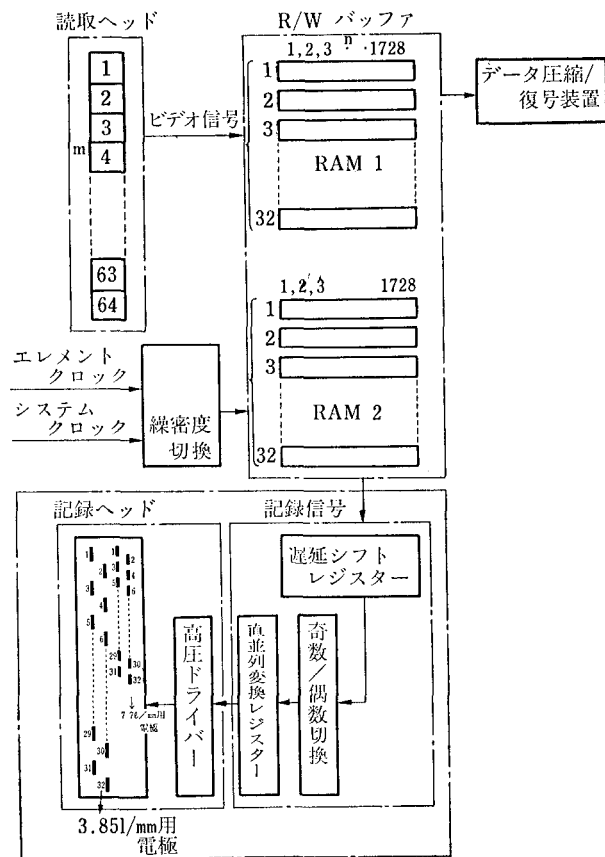


図7 書画信号の流れ

mmの線密度に合わせて別々のスタイラスが各々千鳥状に配列されている。記録装置では、この千鳥電極構造に起因する印字ドットのずれを電氣的に補正するために、偶数電極印字データを遅延し、シリアルに入力した信号をパラレル信号に変換し、エレメントクロックの1周期間に奇数電極と偶数電極を異なったタイミングで駆動し、静電潜像を記録する。

3-3-1 高圧ドライバー

キャリッジに搭載された記録スタイラス駆動回路は、図8に示すようにマトリクス状に構成されており、高圧ドライブ用のトランジスタ数を減らす工夫がなされている。

3-3-2 現像・定着

潜像の形成された記録紙は、1成分磁性トナーを用い

高圧駆動回路の構成

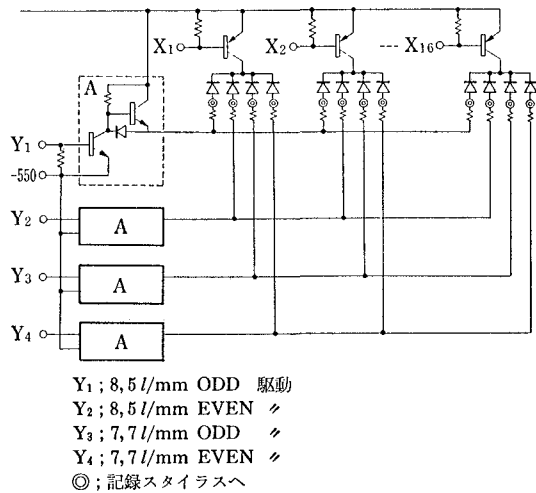


図8 高圧ドライバー

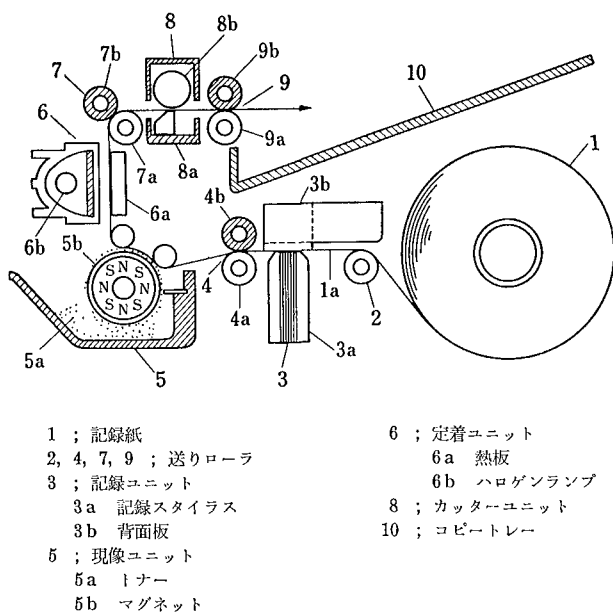


図9 現像・定着装置

表2 手順信号

信号名称	T-30 バイナリ手順	機能
CE	○	被呼確認
DIS	○	機能識別
NSF	○	非標準装置識別
DCS	○	モード設定命令
NSS	○	非標準装置設定
TCF	○	トレーニングチェック
FTT	○	トレーニング失敗
CFR	○	受信準備完了
MPS	○	複数頁信号
EOM	○	頁終了
EOP	○	通信終了
RTP	○	リトレーニング肯定
RTN	○	リトレーニング否定

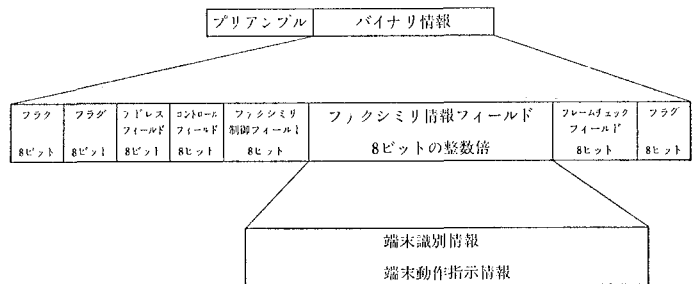


図10 ファクシミリフレーム構成

た磁気ブラシ現像装置(図9参照)にて顕像化される。定着は熱板と、記録紙の動きに応じて点滅するハロゲンランプを併用しており、冗長度圧縮に起因する紙送り速度の変化に対しても、十分な定着性能が得られている。

3-4 制御

3-4-1 伝送制御手順

リファクス1850Sと同様に、CCITT勧告案T-30を指向している。表2にリファクス1000Sが使用している手順信号を示す。

これらの手順信号は、T-30勧告に準拠して、図10に示すようなHDLC(ハイレベル・データ・リンク・コントロール)のフレーム構成がとられている。

3-4-2 制御部門間の制御形態

リファクス1000Sの制御系統は図11に示すようにツリー状になっている。

複数のスレーブ制御対象を持つシステム制御部、機構制御部、伝送制御部には前述のように、マイクロコンピュータが使用されている。

3-4-2-1 システム制御部とそのスレーブ

システム制御部のスレーブユニットは、図12に示すようにバスに接続されている。対機構制御部、伝送制御部間の制御信号のやりとりは、比較的大きなレベルでのジョブ・コマンドと、そのジョブ実行終了通知のレスポンスという型で行われる。

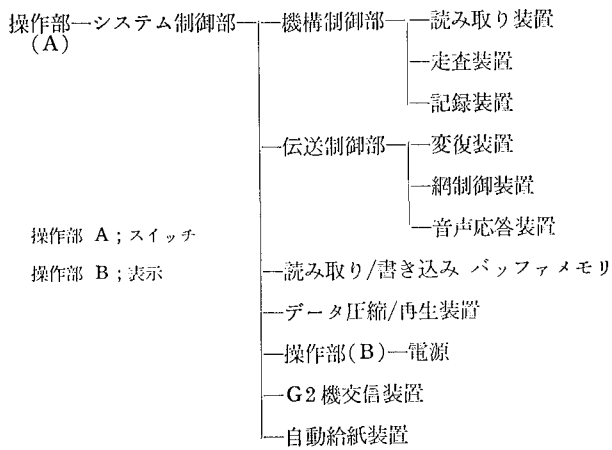


図 11 制 御 系 統 図

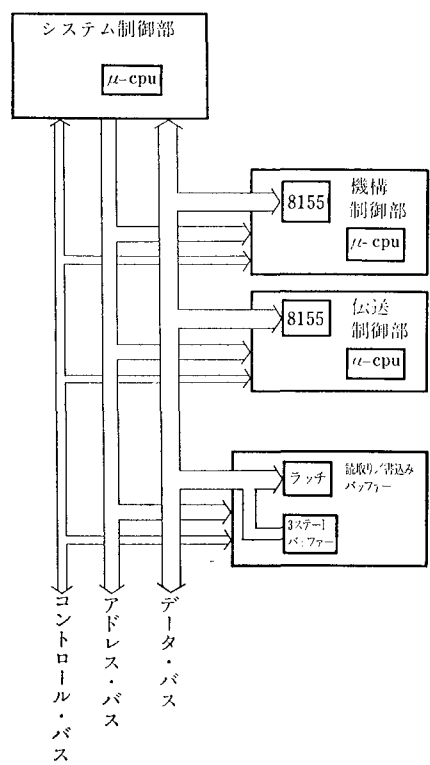


図 12

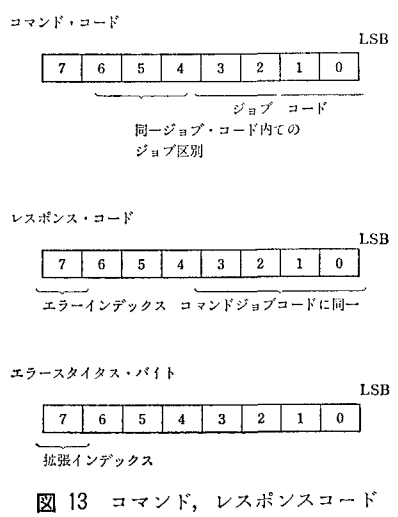


図 13 コマンド、レスポンスコード

たとえば、伝送制御部間とのコマンドは、コマンドA、B、C、D、EとCCITTのT-30制御手順にある5つのフェイズ（呼の確立、伝送前手順、メッセージ伝送、伝送後手順、呼解放）に合わせて構成されていて、このフェイズ単位でコマンド、レスポンスのハンドシェイクが行われる。

3-4-2-2 コマンド、レスポンスコード

コマンド、レスポンスコード共に1バイトで構成されており、図13に示すように、下位4ビットがジョブ・コードを示している。

下位4ビットはコマンドコードとレスポンスコードで同一であり、どのコマンドのレスポンスが返ったかの絶対判断ができる。

レスポンスコードのビット7は、正常レスポンスであるか、エラーレスポンスであるかを指示し、エラーレスポンスの場合は、エラーステータス・バイトが、ジョブ実行中に発見したエラー状態を、克明にシステム制御部に通知する。エラーステータス・バイトのビット7もインデックスになっており、エラーステータスを1バイトで表わしきれないときにバイトの拡張ができる。

3-4-3 マイクロコンピュータ間のデータの授受

マスターのシステム制御部と、そのスレーブの機構制御部、伝送制御部の各々に使用されているマイクロコンピュータのデータの授受は、図12に示すLSI 8255A-5（プログラマブル・ペリフェラルインターフェイス/インテルコーポレーション製）を使用したソフトウェアプロトコルで行われる。

このLSIを使用したマスター、スレーブコンピュータ間のハンドシェイクの原理は、セット・リセット・フリ

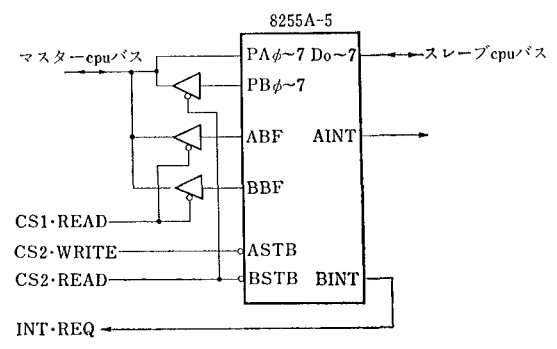


図 14 ハンドシェイク・インターフェイス

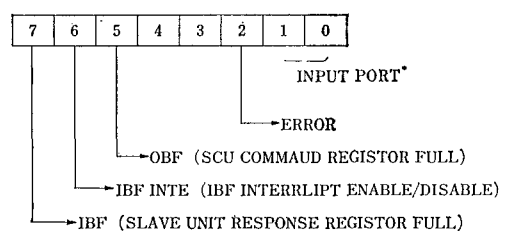


図 15 ハンドシェイク・コントロール・レジスター

ップフロップを介在したオートマチックハンドシェイクであり、そのソフトウェアプロトコルのために、図15に示すハンドシェイク・コントロール・レジスターが用意されており、マスターのマイクロコンピュータから自由にアクセスできるしくみとなっている。

その動作を簡単に説明する。

(i) スレーブコンピュータが8255 A-5のポートBレジスターにデータをセットすると、BINT(図14参照)がアクティブとなり、マスターコンピュータにインターラプトをかけて、データセットを通知する。マスターコンピュータはインターラプトを要求されると、ハンドシェイク・レジスターをアクセスして、IBFがアクティブになっている(このとき図14のBBFがアクティブ)ことを確認してからポートBのデータを読み込む。

(ii) データを読み込むと図14のCS2・READにストロブ信号が供給され、BBFは自動的にリセットされる。

(iii) 一方、マスターのコンピュータは、図15のハンドシェイク・コントロール・レジスターのOBFがアクティブでなく(図14のABFがアクティブでない)、ポートAにデータがセットされていないことを確認してから、8255 A-5のポートAレジスターに、図14のASTBをアクティブにしてデータをセットすると、AINTがアクティブとなり、これをスレーブコンピュータに通知(このときABFがアクティブとなる)する。

スレーブコンピュータがポートAデータを読み込むと、ABFは自動的にリセットされる。

3-5 ロギング機能

リファクス1000Sはロギング機能を備えており、マシンが検出したエラーをシステム制御部にある不揮発性メモリーに記憶する。

マイクロコンピュータを使用したマシンには、再現性のないエラーが発生し、この“バグ”をつぶしきれずに市場に出て、ユーザーにご迷惑をかける可能性がある。

とくに制御素子として3つのマイクロコンピュータを使用しているリファクス1000Sではこの恐れも強く、短期間に徹底的に“バグ”つぶしを行うためにロギング機能を装備している。

ロギングデータは、フィールドにおいて、サービスマ

ンが簡単な操作によってそのデータを読み取れる工夫がなされていて、故障判断の一助としても役立っている。

《概略仕様》

- (i) ロギングデータメモリ……C-MOS RAM 電池バックアップ
- (ii) 記憶データ数……20個(20バイト)
- (iii) エラーデータの種類……100種類以上
- (iv) 表示・記憶方法……最新のデータをスタックしていき、20個を越えた場合は、古いデータから消去。記憶と同時に発光ダイオードに表示。
- (v) エラーの種類
 - ① コンピュータを有するユニットが判断するジョブ実行ミス
 - ② スレーブユニットが判断するマスターユニットの異常
 - ③ シーケンスコントロール上、しかるべき状態、レスポンスが、しかるべきとき、時間内に発生しないエラー
 - ④ コンピュータの暴走

3-6 その他

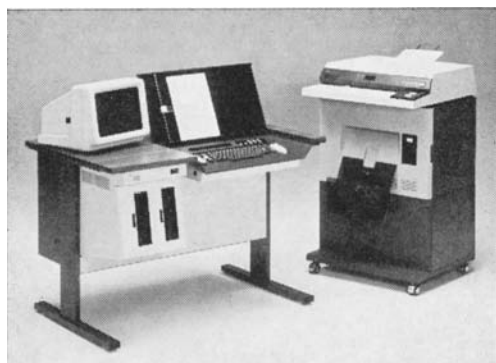
他の機能・動作については、当社従来のファクシミリ装置ととくに変わる点がないので紹介を省略する。

4 おわりに

以上リファクス1000Sについて、当社の従来機に比べて特徴のある点を主に紹介した。

ファクシミリ装置の需要の伸びは、日本だけでなく、一足先に回線を解放した米国、そして欧州でも例外ではない。また、相互交信確保の国際標準化の動きも活発であり、1979年11月に日本において開催予定のCCITT・SG14(ファクシミリの標準化に関する委員会)で高速デジタルマシンGⅢ機の国際規格が決定されようとしている。このような国際環境下で、コストパフォーマンスの良い、高速低価格ファクシミリへのニーズはますます高まるであろう。

送受信走査機構を一体化できるシャトル方式を採用したリファクス1000Sは、コストダウン実現への一手段を示した。しかしまた、固体走査に比べて本質的に劣る動作音、振動等の問題が、さらに改良していかなければならない今後の課題として残されている。



和文ワード・プロセサー リコーTX620

Japanese Text Word Processor RICOH TX620

八木芳夫* 山田洋補*
Yoshio Yagi Yosuke Yamada

要 旨

日本語の文書を自動作成するためには、いくつかの技術的課題を解決する必要がある。数万におよぶ文字の入力方法、入力された文書の記憶処理および、その編集、解像度の高い印刷等である。本装置では、入力方法として2ストローク入力方式を採用し、従来の和文タイプライタの約4倍の入力速度達成を可能にした。また文書の編集、記録処理においては、英文ワード・プロセサの技術を生かした文書処理を実施し、印刷および表示には、32×32ドット構成の文字表示を行い、明朝体の文字出力を可能にした。制御部にはマイクロ・コンピュータ2個を並列運転し、システムの高信頼化を図った。

ABSTRACT

In order to achieve automated document preparation in Japanese, it was necessary to solve some technological problems such as entering Japanese characters which consist of scores of thousands of different kinds, storing, accessing and editing the entered texts having so many characters, and high resolution printout. These problems were successfully solved in Ricoh Japanese Text Word Processor TX620. This word processor adopts a 2-stroke character entry system which has made it possible to attain around 4 times the input speed of conventional Japanese text typewriters. The techniques developed for Ricoh's English text word processors have been effectively applied for storing, accessing and editing of Japanese documents. TX620 system displays and prints out a character in 32×32 dot matrix, enabling Kanji character output in Ming style. Its system control has two microprocessors run concurrently for enhanced system reliability.

1 はじめに

オフィス・オートメーション化が活発になるにつれ、脚光を浴びてきた装置がワード・プロセサである。欧米には従来からこの種の装置がある。しかし日本では数万に達する漢字を装置に入力する方法、また、出力するよい方法がなかったために、この分野は未開発の市場であった。

近年高性能なプリンタが出現したことにより、日本語のワードプロセサの開発が可能となった。しかしワード・プロセサ製造のための技術は、まだ方法も仕様も確

立しておらず、漢字入力方法、出力方法、文書処理方法等各社ともまちまちの方向をとっている。

筆者らはこうした情勢の中で、処理の高速化と出力文字品質を重視して「TX 620」を開発した。とくに入力方法、文書処理方法（漢字パターンの必要種類と記憶処理）、出力方法等はリコー独自の方法をとっている。幸いにも英文ワード・プロセサがすでに開発されていたため、文書編集処理の考え方のうえで、大いに参考になった。ワード・プロセサとしては多くの課題が残されており、人間が文書を作るだけで完全な自動文書作成を行い報告書が作成されるといった段階まで達成するには、まだ多くの時間がかかるものと思われる。和文ワード・プロセサの第一段階として「TX 620」を開発した。現在の情勢下ではユーザーの要求に応え得るものと期待して

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

いる。

2 入力方式

日本語の入力方式には多くの種類があるが、各々一長一短があり、現在まだ決定版はないといわれている。誰でも訓練なしで高速かつ正確に入力できる方式が理想であるが、現在実用化されている方式は、入力操作に多かれ少なかれ訓練を要し、玄人あるいは半玄人ともいうべき人が入力せざるをえないのが現状である。

「TX 620」では、入力方式として入力スピードが速く、しかも操作性をよくすることに重点をおき、「2ストローク方式」を採用した。

2-1 2ストローク方式の概要と特徴

「2ストローク方式」とは、キーボードとして48キーのアルファ・ニューメリック・カナ鍵盤を使用して、漢字・カナを問わず、1文字を2ストローク（2打鍵）で入力する方式である。

漢字・カナの1文字ごとにカナ2文字（あるいは英数字で2文字）の入力コードが設定してあり、48キーのキーボードでは2ストロークで2,304の文字（48キー×48キー）の入力が可能である。それ以外の文字は「外字」キーの併用で入力できる。

この「2ストローク方式」には次のような特徴がある。

- (1) アルファ・ニューメリック・カナ鍵盤を使用しているの、ブラインド・タッチ（キーボードを見ずに打鍵する盲打ち）での入力ができる。
- (2) カナ・漢字を問わず2ストロークで入力でき、漢字とカナを区切って入力する必要がなく、リズムカルでスムーズな入力ができる。
- (3) オペレータの各指の使用率、キーボードの各段の使用頻度などに人間工学的配慮をしたキーボードの配列および入力コードの設定をしてある。
- (4) 左手と右手の交互打鍵率を上げるように配慮しており、交互打鍵率は70%以上である。

以上4項目の特徴を備えているのでリズムカルで疲労が少なく、しかもミス・タイプが少ない高速入力が可能

になった。

2-2 キーボードの配列決定

入力スピードをあげ、オペレータの疲労を軽減するためには、オペレータの指の使用率に人間工学的な配慮を施し、キーボードの各段の使用頻度はホーム・ポジション近くを高くし、また、左手と右手の交互打鍵率をできるだけ上げる必要がある。

キーボードのキー配列はとくにオペレータの各指の使用率、キーボードの各段の使用頻度に大きな影響を与える項目であり、次のような手順で決定した。

- (1) 文字出現頻度調査を行い、文字種出現比率40%弱であるひらがなを中心に配列し、ひらがな中で出現頻度の多いもの順に配列を決定する（ビジネス・レター等の文字種調査を行った）。
- (2) キーボードの段に対する割り付けは、あ行、か行などのかたまりで段使用率を考慮して決定し、段内では指の使用率を考慮する。
- (3) 清音のみの音は左手側に、濁音を含む音は右手側に配置する。
- (4) 上記を原則とするが頻度上極端にバランスの悪いものは入れ替える（例 ま↔ね、も↔ぬ、は↔ち）。
- (5) アルファ・ニューメリックについてはスタンダード・キー配列を踏襲する。

このようにして決定したキーボード配置を図1に示す。

2-3 入力コード（カナ2文字）の決定

入力コードの決定は、オペレータの指の使用率、キーボードの各段の使用頻度に影響を与え、とくに左手と右手の交互打鍵率の向上に大きく関係する項目であり、次のような手順で決定した。この際オペレータが連想しやすいコードという点も留意した。

- (1) カナ・英字・アラビア数字および記号はシフト機能キー（ホーム・ポジション・キー）との組み合わせを用いる。
- (2) 漢字は出現頻度の高いものから、左右交互打ちになる組み合わせを最優先とし、人差し指のホーム・ポジションから決定していく。

(3) 各指の使用率、各段使用頻度のバランスが悪くならない範囲で連想しやすいコードを与える。

(4) 左右交互打ちの組み合わせがなくなったら同手打ちの組み合わせをとるが、同指打ちは最後とし、その中でもハードル打ち（段越え）を最後とする。



注) Ⓢのマークはキートップの上面には表記しない。

図1 キーボード配置図

2-4 指の使用率と段使用頻度および交互打鍵率

前記手順でキーボードの配列と入力コードの決定を行った結果、以下に説明するような指の使用率と段使用頻度が得られた。また、左手と右手の交互打鍵率は70%以上という結果を得た。

図2に指の使用率と段使用頻度を本方式のもの、カナJIS配置のもの、および英文スタンダードのものを示す。

本方式での指の使用率は、人差し指を100とするとくすり指と小指は各々35程度であり、とくにくすり指の使用頻度を小さくしてある。また段の使用頻度は、約半分の打鍵はホーム・ポジションである2段目だけで済み、一番打ちにくい4段目の打鍵は1割弱ですむようにしてある。

2-5 2ストローク入力方式のまとめ

2ストローク入力方式と他の入力方式とを比較した場合、次のようなことがいえる。

- (1) 入力スピードは一番速いほうである。
- (2) 訓練時間は多いほうである。
- (3) 習熟曲線は最初から急上昇する。
- (4) 疲労度は少ない。
- (5) 装置のコストが安い。

このように日本語の入力方法、とりわけ専任タイピスト向けの方式としては「2ストローク入力方式」のような、ブラインド入力(盲打ち)ができる方式が、きわめて有効であると確信する。

3 文字処理

ここで数万におよぶ漢字処理、その記憶方法、および処理速度等の説明をする。

3-1 両面ディスクを使用

日本語で使われる文字はひらがな、カタカナ、数字、英文字、ギリシア文字、漢字等多種多様にわたっており、とりわけ漢字は、康熙字典では48,641字がおさめられているほど多数である。近年漢字のJISコードが制定されたが、それでも表1のとおり多数である。一般に、このように多数の文字を持つ日本語でも約2,000文字があれば98~99%がカバーでき、逆に康熙字典の約5万字を揃えてもそこにはない字が出てくるといわれており、少数の外字処理ができることが必要とされている。また、日本語は字形が複雑で高分解能の表示が必要であるため、大きなメモリ容量を必要とする。ドット・パターンとメモリ容量の関係を表2に示す。

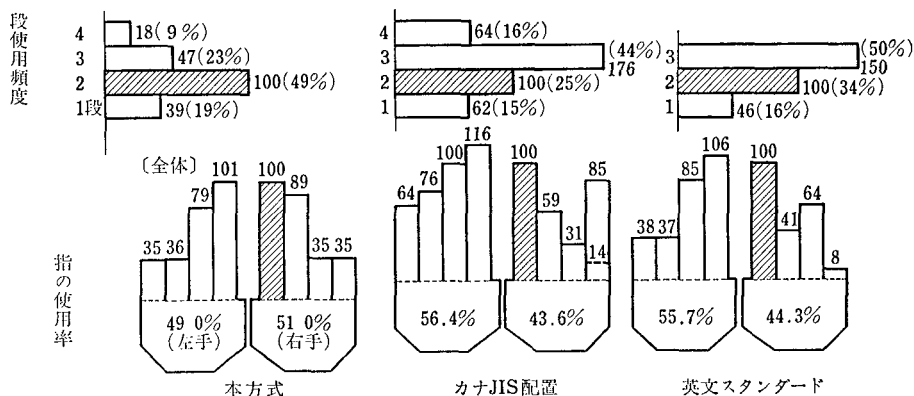


図2 指の使用率と段使用頻度

本機は日本語ワード・プロセサとして標準で2,304文字を持ち、文字の見やすさ、美しさを重視し32×32ビットのパターン(ほぼ完全に近い明朝体)で表示することにした。このためこれに要するメモリ容量は約300KBと大容量になった。このように日本語処理は大容量メモリを必要とするため、従来はディスク・ベースのものであったが、本機はフロッピー・ディスクを採用し、低コストでコンパクトな装置の実現をはかった。しかし、1文字(128バイト)が1セクターを必要とするため、片面ディスクでは容量不足であり、日本語処理に不可欠な外字処理を実現するために両面ディスクを採用した。

3-2 1,000文字分は高速RAMに常駐

ディスク・ベースからフロッピー・ディスク・ベースにしたが、実際にはフロッピー・ディスクのアクセス・タイムは平均約100msである。これでは入出力のスピードに追従できないため、文字パターンを何文字も高速RAMに常駐させることにした。日本語で一般に使用されている漢字の数は、700文字あるとビジネス・レターの94%以上、800文字あると新聞の80%以上がカバーできるといわれている。したがって1,000文字分を高

表1 JIS C 6226 登録文字数

特殊記号	108	ギリシア文字	48
数 字	10	ロシア文字	66
ローマ字	52	漢字第1水準	2965
平仮名	83	漢字第2水準	3384
片仮名	86		

表2 ビット数とメモリの関係

ドットパターン	1字当たり情報量	字 体
16×16	256 ビット	ゴシック体
24×24	576 ビット	一部略式化した明朝体
32×32	1024 ビット	ほぼ完全な明朝体

速RAMに持つことにし、入出力のスピードを解決した。

1,000文字分の文字選定は、ビジネス・レター、論文、新聞、雑誌などに出てくる文字を調査し、頻度の高いものから選定した。ひらがな・カタカナ・英数字・記号で276文字、漢字672文字およびワード・プロセサ用のファンクション記号32文字を選定した。

3-3 13文字分のRAM外バッファ

キーボードから入力された文字は、1,000文字RAM内外の文字が混在して、ライン・ディスプレイに表示さ

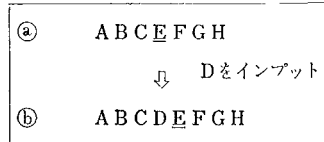


図3 文字シフト

れる。もちろん、RAM外の文字はフロッピー・ディスクからアクセスされる。いま、図3のような文字を入力中に「D」なる文字をキーインすると、(a)は(b)のようにシフトされる。「D」を入力することにより「D」以下を新たに1文字ずらして表示しなくてはならない。もし、かりにE、F、G、HがすべてRAM外文字とすると、4回フロッピー・ディスクからとりださなくてはならない。

このように数多くのRAM外文字があると、その都度フロッピー・ディスクからアクセスするため、結局キー操作に追従できなくなる。本機では13文字分のRAM外文字パターン用バッファを設けRAM文字は格納されないが、フロッピー・ディスクからとりだした文字は順ぐりにこのバッファに格納し13字まではそのままバッファに入っているが、14字目からは最初に格納された文字がなくなるといったFIFO的使い方をした。このバッファに登録されていればフロッピー・ディスクからアクセスする必要はなく、キー入力の速度に追従できる。これ以外にも文字処理にあたっては数々の工夫がなされている。

4 出力装置

出力装置の簡単な紹介を行う。

4-1 ライン・ディスプレイ

1行×40桁、ラスタ数8本/mmの高解像度のCRTディスプレイで、キーボードの真上に位置し、オペレータにとり非常に見やすく設計してある。表示内容は1行分の明朝体で構成した文字データとオペレータ・ガイダンスである。

《主仕様》

- ラスタ数：8本/mm 高解像度CRT

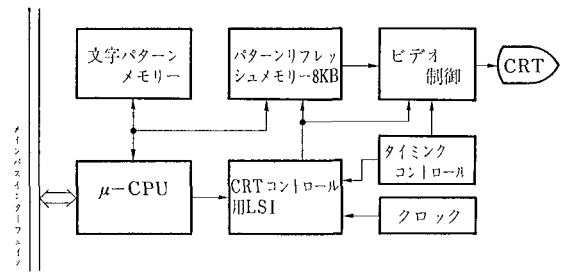


図4 ライン・ディスプレイ構成図

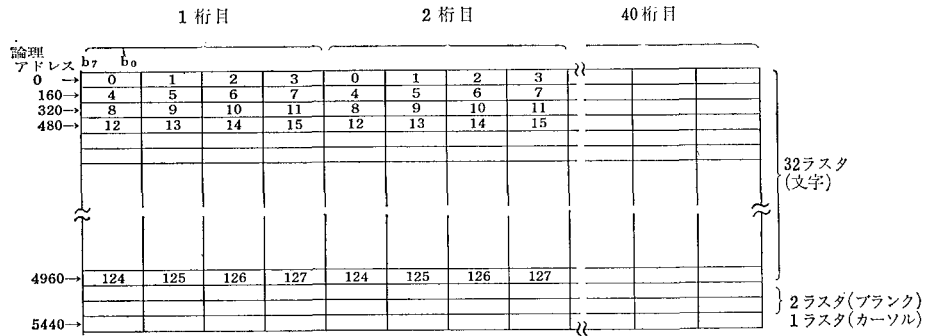


図5 メモリと画像パターンの関係

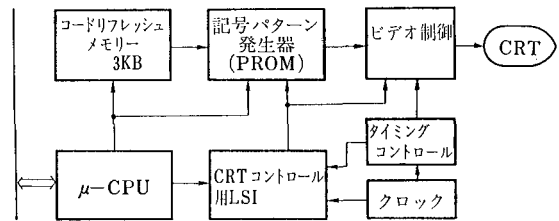


図6 回路構成

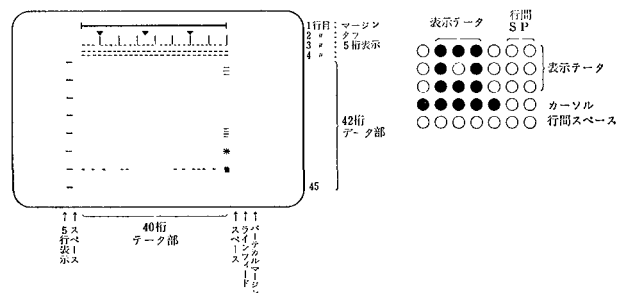


図7 画面構成

- 文字パターン：32×32ドット
- 文字間隔：4ドット
- カーソル位置：35ラスタ目

回路構成を図4に、メモリと文字パターンの関係を図5に示す。

4-2 レイアウト・ディスプレイ

12インチのCRTを使いA4サイズ1ページ分の文書レイアウトを記号により表示する。

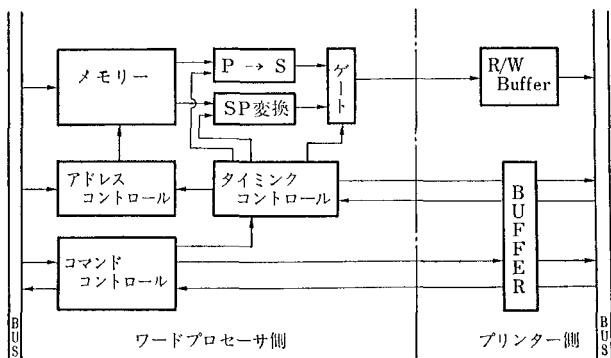


図8 回路構成

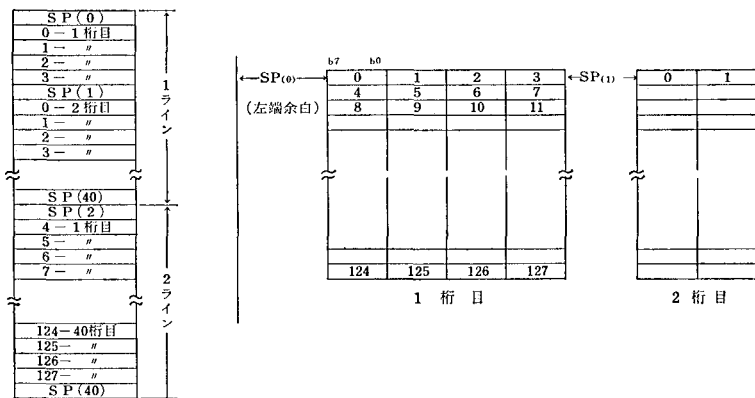


図9 メモリと画像データの関係

《主仕様》

- 表示データ：すべて記号
- 表示行：45行（うちデータ部42行）
- 表示桁：45桁（うちデータ部40桁）
- ドットとカーソル位置：図7

回路構成を図6に、画面構成を図7に示す。

4-3 プリンタ

静電式ノンインパクト・プリンタ（ファクシミリ搭載のもの）を使用しているため、32×32ドットの高印字品質、高速、低騒音である。印字サンプルを図10に示す。

《主仕様》

- ペーパー・サイズ：A4判
- 最大印字幅、印字行：40桁×42行
- 文字パターン構成：32×32ドット
- 文字サイズ：4×4.17（mm）8本/mm
- 文字間ピッチ：0.5mm（4ドット）プロポーションナル
- 行間ピッチ：2, 4, 5mmの3種類
- 印字速度：約30秒/A4

回路構成を図8に示す。図9にはメモリと文字パターン・データの関係を示すが、特にSPと書かれている部分は印字ピッチをプロポーションナル（バリエブル）にするためのピッチ・データであり0~255ドット分の間隔をとることができる。

リコーTX620和文用11軌文書作成機

このたび、オフィスオートメーションを目指す株式会社リコーは、新しいオフィスの創造に専心すべく、日本語での文書作成を大きく効率化できる自動編集作成機TX620を開発しました。

TX620は、既にその使いやすさで御好評をいただいております。欧文編集作成機と同様に、使いやすかつ高度な様々な編集機能を持っています。ここでは、そのなかから代表的なものをいくつか説明いたします。

1 文章の入力、訂正、修正 編集

- (1) ミスタイプは訂正キーによってワンタッチで訂正できます。
- (2) 行末は自動的に改行されますので、気にせず連続して入力できます。
- (3) 文字探しの機能によって、指定の文字の位置がすぐに探せます。
- (4) グローバル・リプレースという機能も持っています。これにより、特定の文字や熟語を別の文字や熟語に一度に置き換えることができます。

2 ファイル編集

- (1) ファイル名を自由につけて下さい。その名前ですぐに呼びだせます。
- (2) ひとつのファイルに別のファイルを混ぜ合せたり、分割したりするのも簡単にできます。
- (3) スイッチ・インストラクション機能によって例えば宛先の入ったファイルと本文のファイルをかけ合せて多くの宛先へ同じ手紙が自動的に作れます。

このように、TX620は文章の修正が容易なだけでなく、一度作成した文書ファイルを縦横に活用して新しい文書を簡単に作成できますので、これからのオフィスにおいて充分に活躍できるであろうことを確信しております。

図10 印字サンプル

5 システムの実現

前述の入力方式、文字処理、出力方法等を設計に織りこんで開発した「TX-620」のシステム構成を図11に示す。

システムの制御は、次の3つに大別できる。

- (1) 文書編集処理制御
- (2) 入出力装置の制御
- (3) 文字パターンの格納および検索

図11に示す第1層では、フロッピー・ディスク、キーボードの制御と文書編集処理を行う。第2層では、レイアウト・ディスプレイ、ライン・ディスプレイ、静電式ノンインパクト・プリンタの制御を行い、第1層からパラメータ・メモリを通して送られてきたデータから文字パターンを作り出す。第3層は、第2層で作った文字パターンをビデオ形式信号として受け取り、ファクシミリ用静電式ノンインパクト・プリンタに印刷する。このように第1層、第2層、第3層のマイクロ・コンピュータを物理的に完全に独立して動作できるように配置し、各々の持つ役割を定義することによりデータ処理時間の短縮をはかった。すなわち、キーボードから入力されたコード・データは、第1層にしか存在せず、第2層以下では文字パターンとなり、画像データとして取り扱っている。また、システム構成上一番問題となる点は、デー

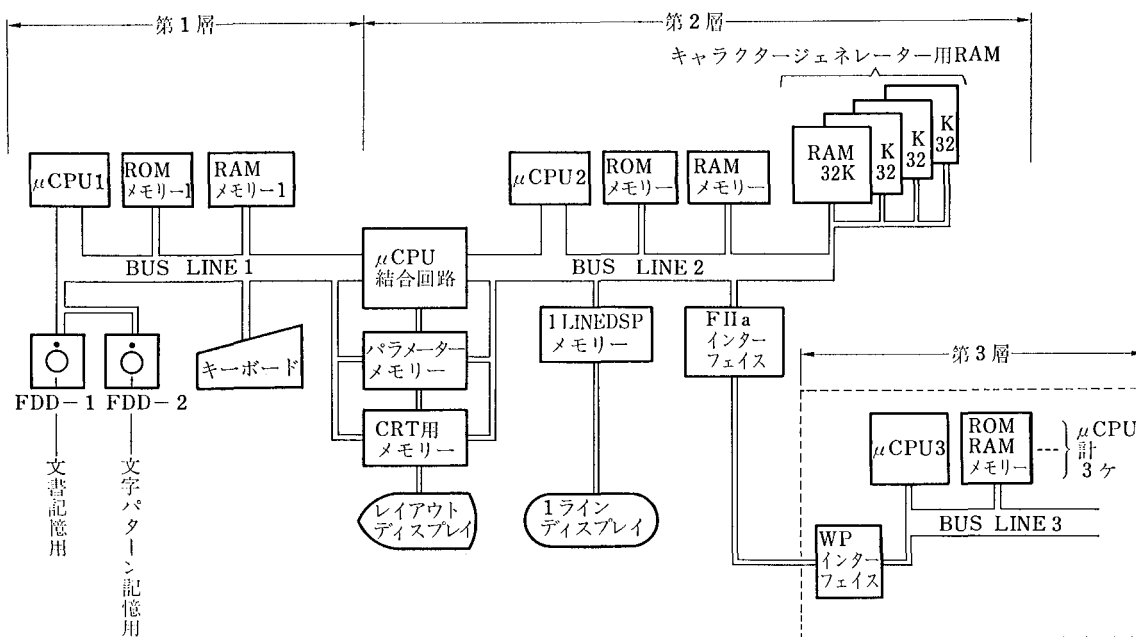


図 11 TX 620 システム構成

タ処理速度である。このためキャラクタ・ジェネレータとしてダイナミック IC RAM を使用し、ブート・ストラップで、フロッピー・ディスクから使用頻度の高い文字を 1,000 文字分格納する。このようにして第 2 層以下が文字パターン出力中にも第 1 層ではキーボードから入力されたデータを編集記憶処理できる構成とした。

次に出力装置の構成として、CRT を 2 種類採用した。レイアウト・ディスプレイとライン・ディスプレイである。レイアウト・ディスプレイには A 4 用紙 1 ページ分の文書レイアウトを記号で表示し、ライン・ディスプレイには現在入力中の行を 1 行分表示した。オペレータの動作と処理方法を考えた場合、1 つの CRT に A 4 判で 1 ページ分の文字パターンを表示したのでは、現在処理しようとしている文字の位置を探索するために時間がかかるからである。オペレータの動きを考え、ライン・ディスプレイはできるだけ高解像度のものを使用して、ほぼ完全な明朝体を表示し、キーボード真上の見やすい位置に配置した。レイアウト・ディスプレイは文書フォーマットの確認用を使用するため、レイアウト情報すべてを表示できるようにし原稿のせ台の左に置き原稿と見比べることができるように配置した。

出力文字は、ほぼ完全な明朝体を使用するため、最低

でも文字構成には 32×32 ドット必要で、ファクシミリ静電プリンタでは $4 \times 4.17 \text{ mm}$ の文字大きさとなる。ライン・ディスプレイもこれにあわせ、高解像度のものを使用し、文字の大きさを約 $4 \times 4 \text{ mm}$ にした。印刷文字と表示文字を同一の大きさにして、オペレータの文書完成時の連想および最終確認の際の負担を少しでも軽減するためである。

以上の如く「TX 620」を開発したが、各コンポーネントごとの技術も必要欠くべからざるものである。キーボードの物理構造、設置角度、高さ等々、各分野での総合力がシステム開発の上では必要となることを付記してシステム開発の記述をおわることにする。

6 おわりに

「TX 620」のシステム概略を記述したが、ほぼ当初に目的とした性能は得られたものと確信している。和文ワード・プロセッサとしてはここにあげた技術的なもののほか、その使用面、機能面からまだまだ未知要素が山積しており、これを機会により良いシステムを開発したいと考えている。最後に多方面にわたって社内外の多数の方々から多大の御援助をいただいたことを報告し謝意を表します。



工業用複写機 リコピーFW600

RICOPY FW600

齊藤錦治* 白井幸雄*
Kinji Saito Yukio Shirai

要 旨

リコピー FW 600 は、簡単な操作性を有し、高画像品質のコピーが高速で得られる広幅工業用複写機として企画し設計されたものである。とくに定着器は広幅用としての特性を満足させるよう本機のために開発されたものである。

本稿では、主として広幅工業用複写機に要求されている品質特性として、(1)操作性、(2)安全性、(3)定着性等を取り上げ、これらの品質特性を得るための手段を明らかにし、本機が所期の特性を満足することを示した。

ABSTRACT

Ricopy FW 600 was developed as a high speed industrial copier for broad-width originals to give high quality copies in easy operation. A heat radiation type fuser is provided for the copier. This paper discussed three major factors of fusers required for industrial copy machines, i.e., (1) operation, (2) safety, (3) fusing. Based on the result of the discussion, a description is given on the fulfilment of the desired characteristics by the copier developed.

1 はじめに

一般にA 1判以上の複写ができる普通紙複写機を広幅 PPCと呼んでいる。この広幅 PPCは、工業用図面の複写に使用され、総複写枚数の7割以上がジアゾ複写用の第2原図作成に使用されている。広幅 PPCの出現によって、一部分の修正のために図面全体を再トレースするといった手間が省け、また、そのままジアゾコピーできない不透明な原稿もジアゾ複写が可能となった。従来、広幅 PPCは、精密さが要求される図面の複写に使用されること、保守に高度の技術を必要とされること、などから、大手企業の複写室や複写業者などで専任者を配置し、使用されてきた。また何枚もの図面をロール紙に複写し、複写後裁断の作業を必要とするなど、事務用の複写機と比較して作業効率の低さなど、むしろ当然のこととされていた。

FW 600 は、上述した従来の広幅 PPC 機の持つ欠点

を改良し、(1)誰にでも簡単に操作ができ、(2)精度の高いコピー品質が得られ、(3)より高速で、(4)規格サイズに自動的に裁断したコピーが得られる、など、とくに重視して開発されたものである。

2 装置の構成および動作

主な仕様は以下のとおりである。

- (1) 複写方式 乾式静電転写方式
- (2) 複写速度 5枚/分(A 1判)、10枚/分(A 2～A 4判)
- (3) 原稿サイズ A 4判～A 1判、長物
- (4) コピーサイズ 同 上
- (5) 複写倍率 100%、70%
- (6) 給紙方式 2本掛けロール、ステップカット方式

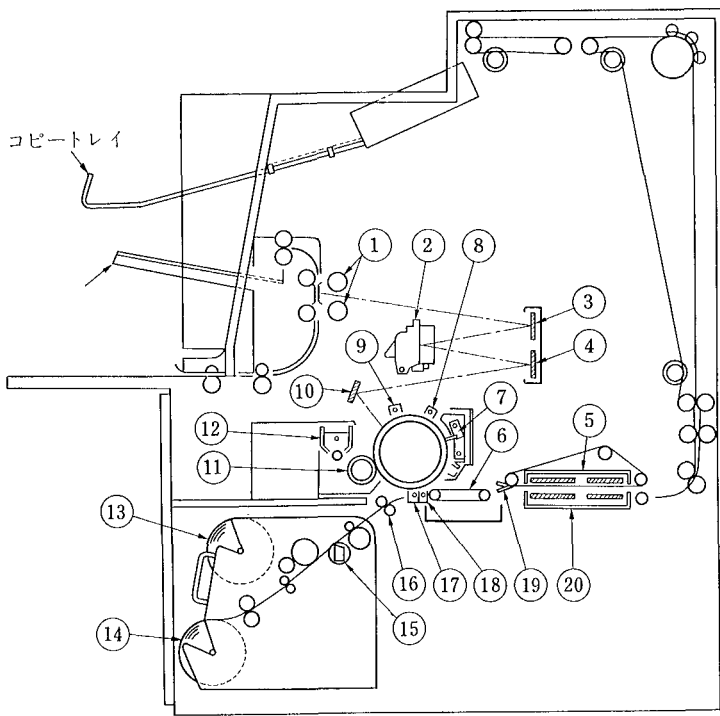
本稿では、本機の主要ユニットの構成・動作について、とくに熱放射方式の定着器に重点をおいて説明する。

図1はFW 600の構成図である。

以下複写プロセスに従って、主要ユニットの構成および動作について説明する。

★複写機事業部 設計部

Design Department Reprographic Products Division



- | | |
|------------|-------------|
| ① 蛍光灯 | ⑪ 現像スリプ |
| ② インミラーレンズ | ⑫ トナータンク |
| ③ 第1ミラー | ⑬ ロールペーパー：上 |
| ④ 第3ミラー | ⑭ ロールペーパー：下 |
| ⑤ 定着上ヒータ | ⑮ カッター |
| ⑥ 分離タンク | ⑯ ピンチローラ |
| ⑦ ブレード | ⑰ 転写チャージャ |
| ⑧ 除電チャージャ | ⑱ 分離チャージャ |
| ⑨ 帯電チャージャ | ⑲ 定着グリッパ |
| ⑩ 第4ミラー | ⑳ 定着下ヒータ |

図1 FW 600 断面図

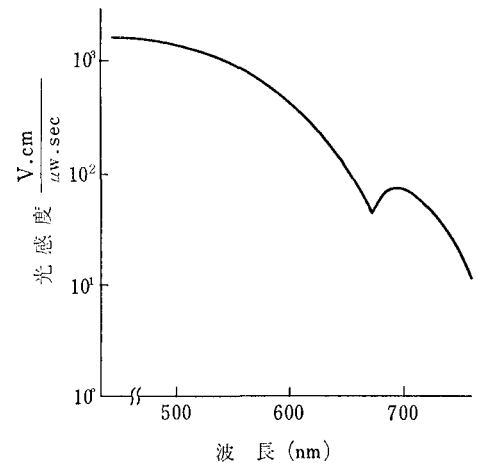


図2 セレン感光体分光感度

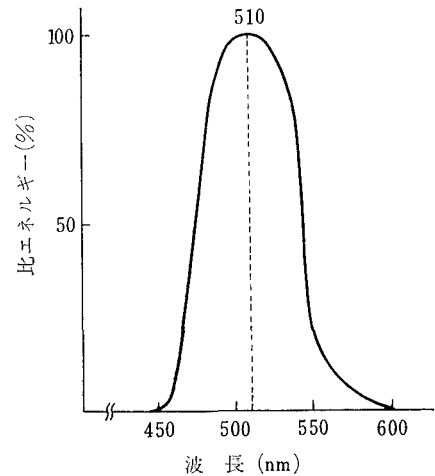


図3 蛍光灯分光分布

2-1 感光体

感光体は、高感度セレン感光体を採用しており、分光感度は、図2に示すように、光波長に関して広い感度分布特性を持っており、蛍光灯照明光源の分光特性と合致している。

セレン感光体の分光感度および蛍光灯の分光分布を図2、3に示す。

2-2 帯電系

帯電器は、シングルコロトロン方式を採用しており、感光体表面に約800Vの均一帯電を与える。また複写倍率によって帯電幅が可変になっており、70%倍率時には、感光体の非画像部への帯電を防ぐために、倍率切換スイッチと連動したシャッターにより、チャージャ両端部をシールドしている。

2-3 照明・光学系

照明光源としては、前述の感光体分光感度特性との適応性および第2原図作成機として、ジアゾ原稿の再現性

を良くするという観点から、図3に示すような分光特性をもつブルーグリーンアパーチャタイプの蛍光灯を採用した。また蛍光源は、管壁温度により光出力が変動するため、管端部の温度を検知し、面ヒーターにより加熱、ブローアにより冷却することによってもっとも発光効率の良い管壁温度に保つように考慮してある。

照明系は、図4に示すように、光路をはさんだ上下2本の蛍光灯と反射板とから構成されている。また光量は、アパーチャタイプの蛍光灯をギヤで連動して回転することにより調整できる。

光学系は、図4に示すように、3枚のミラーとインミラーレンズより構成されており、100%、70%の2種類の複写倍率が得られる。

倍率切換は、原稿搬送速度切換と、レンズおよび第3ミラーを図4に示すように移動することによって行われる。原稿の露光開始点A、感光体上の開始点Bを一定とし、レンズ中心OからA、BへのY軸方向への距離を

OA=OB=H とすると、100% から 70% への倍率切換時のレンズ移動量 x_l および第3ミラーの移動量 x_m は、それぞれ式(1)および(2)より求められる。

$$x_l = \sqrt{x_h^2 + y_h^2} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $x_h = \left(\frac{1}{m} - 1\right)f$, $y_h = \left(\frac{1-m}{1+m}\right)H$

$$x_m = a - b/2 \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $a = f\left(1 + \frac{1}{m}\right)$, $b = f(1 + m)$

レンズおよび第3ミラーの移動傾斜角度 θ は、

$$\theta = \tan^{-1} y_h/x_h \dots\dots\dots (3)$$

となる。

また、レンズの \cos^4 則による照度分布補正は、補正スリットを原稿面側に設置することにより、100%、70%とも近似的に同一補正カーブにすることができる。

2-4 現像系

現像方式は、装置のコンパクト化およびベタ画像の再現性を良くするという観点から磁気ブラシ現像法を採用している。図5に示すようにマグネットホルダーは固定されており現像スリーブ、第1・第2攪拌羽根は現像モーターによって回転する。現像剤は第2攪拌羽根によって現像スリーブの方向へ押されると、マグネットホルダーについている下方のマグネットに引かれて現像領域の前方で、ドクターブレードで一定の高さに削りとられ、次のマグネットにより磁力線方向に立ちドラムと接し、現像剤中のトナーはドラム上の電荷に引かれて現像が行われる。

現像が終わり、トナー濃度が低下した現像剤は、セパレータによって現像スリーブから分離され、一部はトナーセンサ内を通り、現像剤中のトナー濃度検知を行う。トナー基準濃度よりも低下した場合には、トナータンクよりトナーが供給され、第1・第2攪拌羽根によって均一なトナー濃度になるように攪拌される。

ここで現像部の新技術である現像剤濃度検知方法について紹介する。本方式は、現像剤のトナー濃度を変化させると、現像剤の流動性が変化するという性質に注目して開発された。

トナー濃度を変えて流動度を測定した結果を図6に示す。この流動度のトナー濃度による変化を、コイルのインダクタンスの変化に変換することにより、トナー濃度を検知することができる。

この原理を応用したトナーセンサの概略を図7に示す。

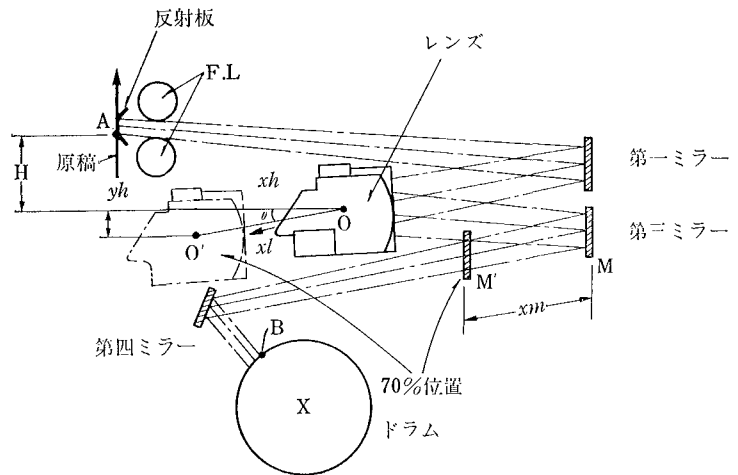


図4 照明・光学構成図

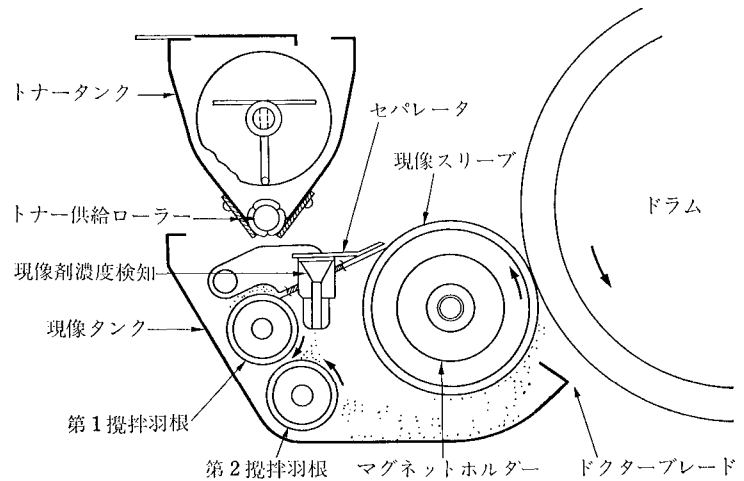


図5 現像ユニット

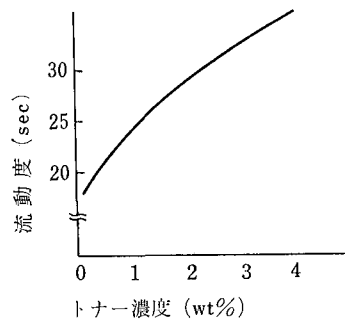


図6 トナー濃度と流動性の関係

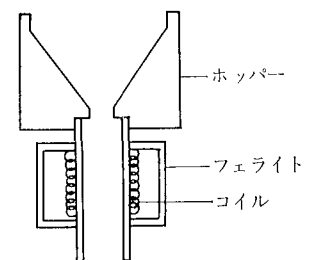


図7 濃度センサ

コイル内にトナー濃度の異なる現像剤を流動させると磁束密度が変化するため、インダクタンスが変化する。トナー濃度が低下すると磁束密度が高くなり、インダクタンスは大きくなる。トナー濃度が上がると磁束密度が低くなり、インダクタンスは小さくなる。

このインダクタンスの変化を発振周波数に変換し、トナー濃度を一定にする制御回路に信号を送る。

2-5 転写・分離系

転写チャージャは、シングルコロトロン方式を採用している。転写紙として広幅・長物があるため、転写ムラ、転写不良を生じさせないように、転写紙の感光体への進入角度および給紙ガイド出口との位置関係を考慮してある。

分離方式としては、爪およびベルト等により機械的に分離する方法、または吸着分離等が考えられるが、本機においては、複写サイズが多種であることから、交流コロナを印加するチャージャ分離方式を採用した。転写を終えたペーパーに交流コロナを印加しペーパーと感光体の静電的密着力をなくし、ペーパーを分離する。分離チャージャ用高圧電源としては、分離時の転写像の乱れおよび感光体への逆転写現象を防ぐために、交流印加電圧およびDCバイアス分を考慮する必要がある。またチャージャ分離に適した転写紙の特性として、ペーパーの平滑度・クラック剛度・表面体積抵抗等を検討する必要がある。

2-6 クリーニング系

クリーニング方式は、装置のコンパクト化および機内へのトナー発散等を考慮してブレードクリーニング方式(図8)を採用した。クリーニングユニットは、図8に示すような構成となっており、ブレードは自動解除機構により通常は感光体より離れている。クリーニング時にブレードによって削り取られたトナーは、クリーニングシールにガイドされて、トナー回収部に落下しトナー回収コイルによって回収ボウルまで送られる。またドラム上に残ったキャリアは、回収マグネットにより回収することにより、ブレードおよび感光体の破損を防いでいるのが特徴である。

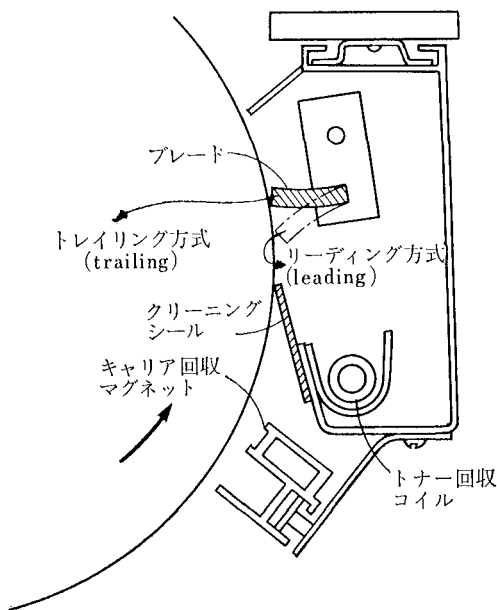


図8 クリーニングユニット

感光体へのブレードの当接のしかたには、従来から実施されているリーディング(leading)方式(図8参照)とトレーリング(trailing)方式が考えられるが、本機では、感光体への負荷の影響を考慮してトレーリング方式を採用した。ブレード材質としては、機械的強度・耐摩耗性に優れたゴム材料を選定した。

2-7 除電系

本機では、高感度セレン感光体の光疲労現象による画像への影響を除去するため感光体除電は、光流コロナ除電方式を採用した。交流高圧電源の出力は、複写サイクル後の感光体表面電荷を0V以下にするように決めなければならない。

2-8 給紙系

本機の特徴の1つである給紙ユニットは、2本ロール掛け・ステップカット方式を採用しており、紙幅594mm、297mmの転写紙をそれぞれセットしておけば、A1～A4までの規格サイズコピーを自由に選択コピーできる。

カッターは、可動刃が回転するロータリカッターを採用しており、ギロチン方式のカッターに比べて切断音が非常に小さい。また2本のロール紙がセットでき、操作パネル上のボタン操作で、所望のロール紙を選択できるため、2枚のペーパーを一度に切断しないように、切断ごとにカムとリンク機構により、残りのペーパーの先端をカッター位置より一定距離退避させる工夫がしてある。

2-9 定着系

紙に転写された像は、そのままでは容易に紙より脱落してしまうので、加熱して紙に融着させコピーとして完成させる。

定着系は以下に述べる熱放射方式を採用した。

3 定着装置

定着には、単に圧力のみを利用した方式、溶剤を用いてトナーを溶解定着する方式、加熱して熔融定着する方式、さらにこれらを併用した方式等があり、熱を使用する方式は、もっとも一般的であるが、表1に示すように種々の方式がある。

接触方式、とくに熱ローラを用いる両面接触方式は多用され、消費電力、コピー速度、安全性の点ですぐれ、

表1 加熱定着法の例

方式	実例
接触	両面 熱ローラ ¹⁾
	片面 熱板加熱 ²⁾
非接触	熱放射 ³⁾ 放電灯による可視光、近赤外線加熱 電球による主として近赤外線による加熱 ヒータによる主として遠赤外線による加熱
	熱風 ⁴⁾ 主として高温空気による加熱

非接触方式は、解像力、コピーサイズ、搬送性を重視する場合は、適応性が大きい。どの方式を用いるかは、コピー速度、サイズ、許容電力、用いられる原稿等によって選定される。

FW 600 は複写サイズが大きく（幅、長さとも大）工業用図面の複写が多いこと等の理由で、非接触の熱放射方式を採用した。この方式では、紙が定着器内に停止したような場合に、発火しないように配慮する必要がある。

定着器内の転写紙の搬送性を高めるためグリップで紙を把持して搬送する方式を採用したのも一つである。

以下、本定着器の機能・構造について設計面より述べる。

3-1 熱放射定着器の機能

前述のように本機は工業用複写を主とした複写機であるので、図面コピー、すなわち細線等の定着性がよいことが必要である。熱放射を主とする非接触型定着方式においても、定着特性は熱源の種類、温度等により異なる。以下この目的に適合する加熱源、その温度、必要ワット数、定着時間等について設計上留意した点について述べることにする。

3-1-1 加熱源の選定

トナー画像面は、可視光から赤外域に至るまで大きな吸収を示すが、非画像部すなわち地肌部は、かなり波長の長い領域（ $3\mu\text{m}$ 以上）での吸収が大きくなる。一方、加熱源としては、作動温度の低いヒータ、または、これよりかなり高温で作動するハロゲンランプ等が考えられるが、周知のようにある温度 $T^\circ\text{K}$ の熱源が最大放射エネルギーを射出する波長 λ_m は、

$$\lambda_m T = 2898 \text{ } [\mu\text{m}^\circ\text{K}]$$

であって $T=2000^\circ\text{K}$ のハロゲンランプでは $\lambda_m=1.4\mu\text{m}$ 、 600°K のヒータでは $\lambda_m=4.8\mu\text{m}$ となる。

したがって、このようなランプによってコピーを照射すると、ある程度以上の面積を有しとまりある画像部は非画像部より温度上昇が著しく大となる。図面等における細線は、その画像部の吸収した熱が周辺の非画像部に奪われ、温度の上昇は小となり、定着は不完全となる。

定常加熱と見なせるような比較的ゆっくりした加熱において（ハロゲンランプ、ヒータ等の加熱はこの場合に当たる）、細線等を定着するには画像部、非画像部の温度上昇の差が小さく細線画像から熱が奪われないようにする必要があり、そのため FW600 定着器では、非画像部の吸収も大となるようにヒータを 600°K 付近に設定し使用することにした。

3-1-2 熱放射による加熱と必要エネルギー

熱源からの放射は、画像面に吸収された後、熱伝導によってトナー層から紙へ伝達される。

画像の定着において、もっとも重要なことは、トナーと紙の界面、またはそれよりやや紙の内側の温度がトナ

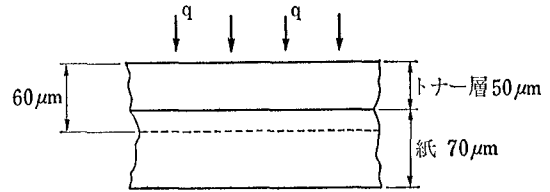


図 9 熱放射による紙・トナー系の加熱

ーを融着するのに必要な温度まで上昇することである。

どの程度のエネルギーが吸収されたとき、定められた時間内にトナーと紙の界面を所定の温度まで上昇させることができるかは周知の熱伝導の方程式(1)の解として与えられる。

すなわち熱伝導の方程式、

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = k \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} \dots\dots\dots (1)$$

において、トナー画像を含めた紙の厚さを δ cm、単位面積当たり q J/S なるエネルギーが吸収され、裏面 $x=\delta$ で断熱、また、 $t=0$ で $\theta=0$ なる条件で解くと、式(2)となる。

なお、ここで k は温度伝導度で実測により紙では $k=1.2\sim 0.9 \times 10^{-3}(\text{cm}^2/\text{s})$ 、トナーでは $k=1.5\sim 0.5(\text{cm}^2/\text{s})$ でほぼ等しいので $k=1 \times 10^{-3}(\text{cm}^2/\text{s})$ の単一相として扱うことにする。（熱伝導度 λ も $\lambda=1.3 \times 10^{-3} \text{ } \partial/\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ 同一とする）（図 9）。

$$\theta = \frac{qkt}{\lambda} + \frac{q\delta}{\lambda} \left\{ \frac{3x^2 - \delta^2}{6\delta^2} - \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} e^{-kn^2\pi^2 t/\delta^2} \cos \frac{n\pi x}{\delta} \right\} \dots\dots (2)$$

この式からなる部位の t 秒後の温度 θ を求めることができるが、複雑なのでこれを変形し、

$$\frac{\lambda \theta}{q\delta} - \frac{kt}{\delta^2} = \{X\} \dots\dots\dots (3)$$

とすると、フーリエ数 $\frac{kt}{\delta^2}$ と x から $\{X\}$ 、したがって θ を求めることができる⁵⁾。

ここで紙の厚さを $7 \times 10^{-3} \text{ cm}$ 、その上に $5 \times 10^{-3} \text{ cm}$ のトナー画像があるとすると、 $\delta=12 \times 10^{-3} \text{ cm}$ となる。

$q=1(\text{J/s})$ 、 $x=0, 6 \times 10^{-3}, 12 \times 10^{-3}$ として $t=0 \text{ s} \sim 2.5 \text{ s}$ とすると、表面、トナー直下面、裏面の $0 \sim 2.5$ 秒までの上昇温度が得られ、その結果を図 10, A, B に示す。

図 10A では、フーリエ数からも予想されるところであるが、表面、界面、裏面ともその温度差は数度できわめて小さく、定常加熱と見なせることがわかる。

図から加熱時間 2.5 秒で常温から 100°C 程度まで加熱するには、 $q=0.4\sim 0.5 \text{ J/cm} \cdot \text{s}$ でよい。

また紙の厚さ方向の温度分布の時間的変化を、 $q=0.45 \text{ J/cm}^2 \cdot \text{s}$ 、 $t=0.5 \text{ s}$ 、 2 s の場合について図 10B に示す。表裏数 $^\circ\text{C}$ の温度差しかなく全体が均一に加熱されるこ

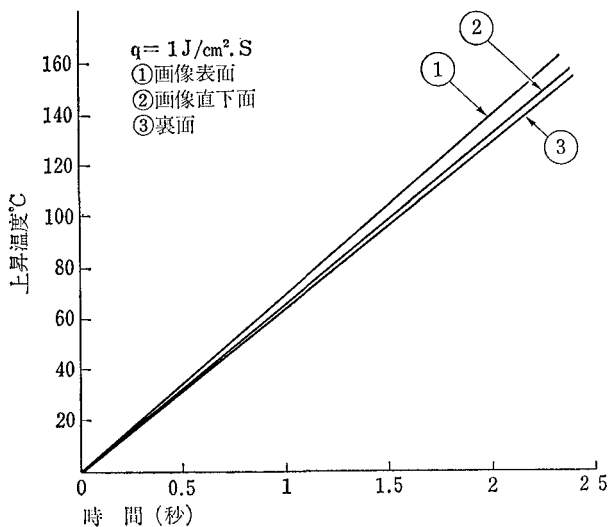


図 10 A 画像の昇温

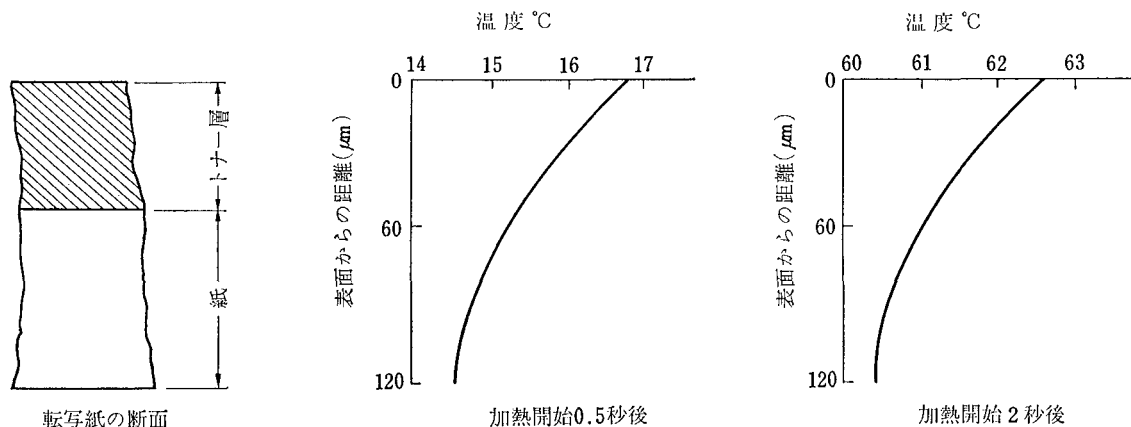


図 10 B 厚さ方向の温度分布

が見られる。

式(2)、(3)からは後述するように安全性の見地からヒータ出力をある限度内に押さえたとき (q をある値に保ったとき) 必要加熱時間 t 、したがって定着器長を決定できる。

3-2 定着器の設計

以上の検討によって、定められた時間内に、転写紙画像を所定温度まで上昇させるのに必要なエネルギー値は得られたが、定着器の設計においては、安全性がきわめて重要である。単に通常作動中のみならず、あらゆる場合を考慮したことはいうまでもない。したがってヒータの表面温度も定着性を満足させながら最終的には安全性により決定された。その他機内スペース等より定着器長さ、加熱方法、ヒータ構造等を決定したが具体的には次の通りである。

3-2-1 基本設計

定着器に与えられた条件としては、紙の搬送速度 84

と 600 mm 以上、電力 3 kW 以下で、異常時でも安全であること等である。定着器長さ 200 mm、搬送速度 84 mm/s から加熱時間は約 2.4 秒となる。この時間内にトナー直下面を 100°C 以上昇温させる必要がある。

紙をヒータで加熱するとき、定着器内で紙が事故で停止しても発火に至らないためには安全装置の性能等も考え、ヒータ温度は自ら上限がある。ここでは安全率を見込んで、600°K (327°C) の板状ヒータを想定しこれが紙と平行に置かれているとすると、紙へ伝えられる単位面積当たりの放射 q は、その間隔がヒータ寸法にくらべ小さいときは、

$$q = \sigma(T_1^4 - T_2^4) \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$$

(σ Stefani Batlgman 常数 $5.67 \times 10^{-12} \text{J/cm}^2 \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-4}$)

となる。

mm/s、定着器長さ 200 mm 以下、A1 縦送りのため幅ここで、

T_1 . ヒータ温度 (600°K)

T_2 . 紙の温度 (300°K)

ε_1 . ヒータの射出率 (0.8)

ε_2 . 画像の射出率 (0.8)

とすると、 $q = 0.46 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ となる。

$q = 1 \partial$ の場合の昇温は図 10A に示したが、 $q = 0.46 \partial \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ では図 10A の昇温の 0.46 倍となるので、ヒータ温度 600°K、 $t = 2.38$ 秒の上記の場合では、画像直下面の温度上昇は約 70°C となることがわかる。

実際には、ヒータと紙の間隔はヒータ寸法にくらべ無限小ではないので、端部効果のため、温度は低目になる。

トナー界面直下を 100°C 以上に加熱するには、含有水分もありヒータの出力はこの 2 倍程度にすることが必要である。ヒータ温度、ヒータ寸法は制限があるので、ヒータを上下に配置して両面から加熱することにした。

このときは、トナー界面直下は、紙・画像のほぼ中央なので、その温度は片面加熱のときの2倍となり定着性は十分と考えられる。

幅 594 mm の紙を定着するためには、後述するように端部の定着性を考えて、定着ヒータの幅を 700 mm とすると片面で 1400 cm² となり、ヒータを温度制御して使用し、ワット密度を 1 W/cm² とした。これによって表面温度 600°K を維持することは可能となった。

3-2-2 定着器の構造

定着器の構成を図 11 に示す。図において未定着紙は右方よりチェーンによって駆動される定着グリッパによって先端をくわえられ定着器の中へ進入する。ここにおいて紙は上下からヒータによって加熱され左方に排出される。定着器出口の所でグリッパは紙を放し以後コロによって出口まで搬送される。

上下ヒータは、ともに点検・交換等の際はレールによって、側板から引き出すことができる。図 12 は下部ヒータを引き出した状態を示す。

上下ヒータは、各 2 枚のヒータからなり、通紙方向長さはいずれも 100 mm である。

上下ヒータとも、定着紙接触防止のため、ガイドワイヤが設けられている。

異常検知時にはソレノイドが働き下部ヒータは下部に落下するようになっている。

ヒータの温度制御は A ヒータ通紙面に設けられた熱電対により行われる。上下ヒータは並列で同時に制御される。サーモスイッチは B ヒータ上面にある。

3-2-3 ヒータの構造

ヒータとしては、たとえばリボン状ヒータを露出させて使用することも行われ、早い立ち上がり時間を得ることができ構造も簡単、軽量であるという特長があるが、本機が 200 V 用であるため、安全性の理由から細い発熱線のリボンを集成マイカに巻き、上下面よりさらに集成マイカおよび鋼板ではさんだ、いわゆるプレートヒータ形のものを採用した。

発熱線は、材質断面積が等しいとき、扁平であるほど、その表面積は大となり、同じ発熱量に対し温度は低くなる。また扁平度の大きなものほど巻枠への密着性がよく、またマイカの局部過熱が少なく都合がよい。発熱線の温度が低いことは

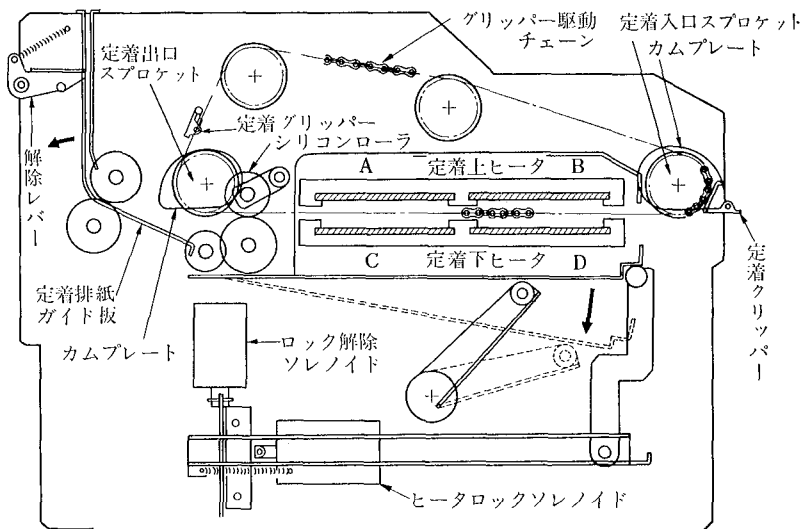


図 11 定着器の構成

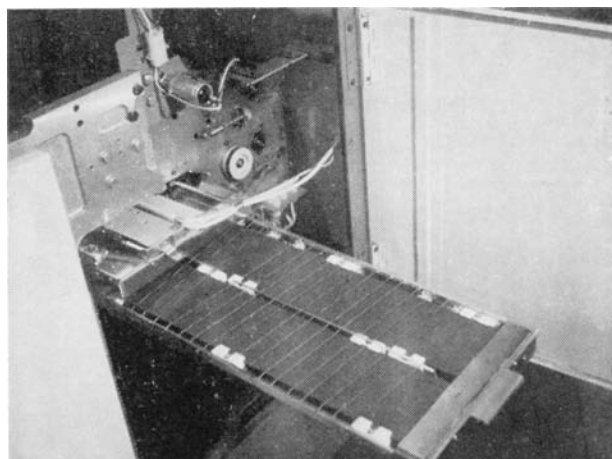


図 12 定着器ヒータ

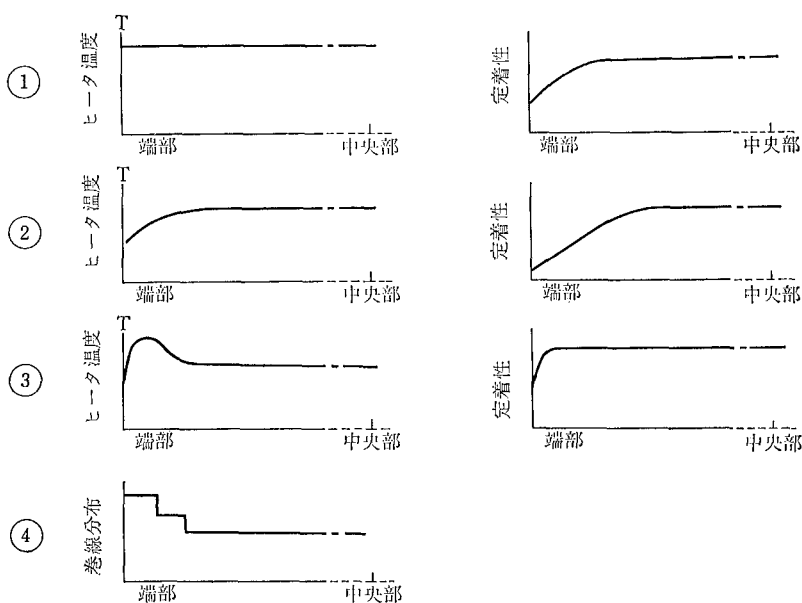


図 13 ヒータ端部の特性

寿命にも大きく関係する。

これらの考慮の結果ヒータ表面と発熱線の温度差は 30°C 以下であった。

ヒータ両端部の定着性（トナーの紙への融着強さ、この場合はヒータの放射照度に関連すると考えられる）は、ヒータ温度が端部まで図 13① のように一様であっても、直下の放射照度は 1/2 となり、したがって、定着性は低下する。実際にはヒータ温度は端部では熱伝導その他で低下し② のようになるので定着性は一層低下する。そこで③ のような温度分布を与えると、端部の定着性も③ の右図のように端部近くまで改善される。そのためには巻線分布を④ のように端部を密にする必要がある。FW 600 定着器では端部約 60mm を中央部に比し約 1.8 倍程度の巻線密度としている。

3-2-4 安 全 性

熱放射定着器は、前述のような幾多の長所があるが、それを商品として完成させるためには、器内における紙の停止、ジャム等の場合の安全性を完全にすることが要求される。

紙に放射が与えられたとき、いかなる条件で発火するかは複雑な問題であるが、熱源温度が限度以下であること、その距離が大きいことが必要であり、この定着器においてもその限界を実験的に確かめた結果、熱源温度は 380°C まで、距離は 30mm 以上であることが確認された。この結果にもとづいて定着器の安全対策が施された。

具体的方法としては、

- (1) 発熱線は露出させず、プレートヒータ形とした。
- (2) ペーパージャム時でも安全であるようヒータの制御温度を低くした。
- (3) ペーパージャムの早期検知* と、それに伴う下部ヒータの引離しおよび電源のオフ。
- (4) 定着器内のペーパージャム防止のためグリッパ方式の採用

等を実施している。

以上の安全対策に加えて、温度制御回路の故障という稀なケースに対しては、それをいち早く検知して電源を切るようにした。検知は、付属回路の不要なサーモスイッチ式とした。

なお、温度制御回路も安全性には留意し、制御用熱電対切断等の場合も、ヒータ電源は切れるようになっている。

制御回路故障等の場合には早期にサーモスイッチが作動する必要があるため、その形状、取り付け方法が適切でないと、ヒータを安全域で切ることができなくなる。以下にこれについて述べる。

* 所定時間内に紙が定着器排出口に達したか、また排出が完了したかを検知する。

3-2-5 サーモスイッチによる過昇温対策

サーモスイッチはスペースの関係で図 11 の B ヒータの反通紙面に取り付けられている。サーモスイッチは外筒伸縮形の円筒状のもので、ヒータ上に熱抵抗を減少させるためにサーモスイッチとの接触面が凹面をなしている。Al 製の板を介してバネで押しつけられている。

ここで単位長さのサーモスイッチについて考える。定常時のサーモスイッチ取り付け面のヒータ温度とサーモスイッチ温度はともに θ_0 °C とする。ヒータが昇温を開始すると、 t 秒後にヒータは $(\theta_1 + kt)$ °C となる。このとき、サーモスイッチの温度は $(\theta_0 + \theta)$ °C とすると、サーモスイッチとヒータ間の隙間 δ に起因する熱抵抗を r ($\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{J}$) とし dt 秒間に流入した熱 dQ がすべてサーモスイッチの昇温に使われると（周囲温度はほぼヒータ温度に等しくかつサーモスイッチのヒータ接触面が多からの熱の出入は無視できる）

$$dQ = \frac{kt - \theta}{r} dt$$

一方、この熱によりサーモスイッチの温度は $d\theta$ °C 上昇するから、

$$dQ = mcd\theta$$

ここで、 m はサーモスタットの単位長さの質量 (gr)
 C は " の比熱 ($\text{J/g}^\circ\text{C}$)

この両者は等しく、 $t=0$ で $\theta=0$ であるから、制御回路故障後、 t 秒後のサーモスイッチの温度上昇 θ は、

$$\theta = k(t - rmc) + rmc e^{-\frac{t}{mcr}} \dots\dots\dots(4)$$

となる。

サーモスイッチの温度上昇率は上式から、

$$-\frac{d\theta}{dt} = k \left(1 - e^{-\frac{t}{mcr}} \right) \dots\dots\dots(5)$$

となる。

ヒータの温度上昇率は k であるから mcr に比し t が大きいところではサーモスイッチはヒータと等しい温度上昇率となる。初期段階においては、ヒータの上昇率よりかなり低くなる。初期のサーモスイッチの温度上昇率をできるだけ大にするため、 mc を小さく、かつ熱抵抗 r を小にするため前述のような形状の Al 板をヒータとの間に挿入して追従性を向上し、可能な限り安全性の増大につとめた。

ヒータとの温度差 $(kt - \theta)$ °C は、

$$kt - \theta = kmcr \left(1 - e^{-\frac{t}{mcr}} \right) \dots\dots\dots(6)$$

となり、ヒータの上昇率、熱抵抗 r が大きいほどヒータとの温度差は大きい。

FW 600 定着器のサーモスイッチは、

$$mc \doteq 1.5 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

$$r \doteq 45 \text{ (cm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{J}^{-1}\text{)}$$

であるから、サーモスイッチの作動温度を 335°C とし

て制御回路故障前 310°C であるとする、式(4)から作動するまで約 100 秒余要することになり、その間ヒータは約 50°C 上昇する。ヒータ背面より通紙面は 20°C 程度高いから、ヒータ通紙面温度が約 380°C になったときに電源がオフされ、下部ヒータは引き離される。その結果、定着器内に紙が入っていても発火には至らないことが確認されている (図 14)。

以上のように細部まで留意したので、熱放射定着器に特有の火災安全性問題はほぼ完全に排除することができた。

3-2-6 ヒータの寿命

電熱線の寿命はその温度に大きく影響され、寿命値の対数と温度とはほぼ直線的な関係があるとされている⁶⁾。

FW600 用定着器においては、電熱線は前述のように低温度で作動しているため、10000 時間を経過したものを調査した結果では表面に顕著な酸化皮膜はなく、金属光沢を保っていた。絶縁マイカについても同様で目立った変化はなかった。

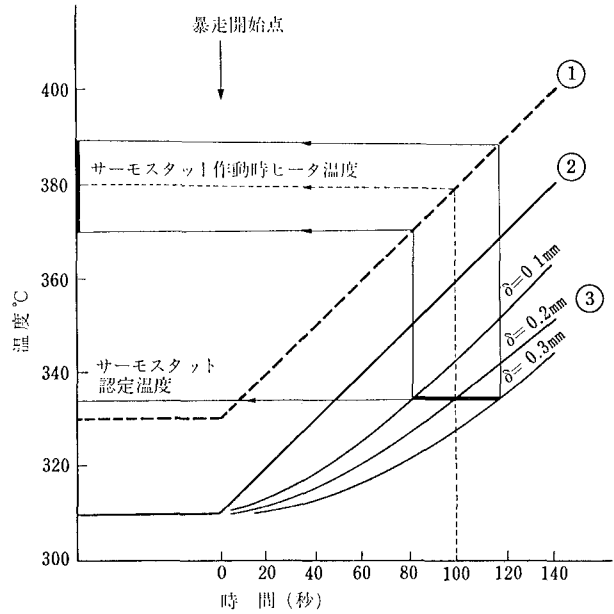
連続テストの結果では、電気抵抗はわずかであるが減少しているが、これは成分元素である Cr, Al の酸化による組成変化に起因するもので、実用上支障はないことがわかった。

現在までのところ耐久テストでは、 $(MTBF)_L \approx 10000$ 時間に達しており、今後さらにこの時間は長くなる見込みである。

4 おわりに

以上リコピー FW600 の構成を、主として熱放射方式による定着器について紹介してきたが、記述不足の点は御許し願いたい。

本開発の目的であった“誰にでもコピーできる、高速の広幅 PPC 機の開発”という点では、一応所期の性能を発揮できたと考える。今後とも FW600 の経験を生



- ① ヒータ温度 (定着面)
- ② ヒータ温度 (サーモスタット取り付け面)
- ③ サーモスタット温度 (数字は取り付けスキマ mm)

図 14 ヒータ暴走時のサーモスタット温度と作動時のヒータ温度

かし、より市場ニーズにマッチした、高性能な広幅 PPC 機の開発を進めてゆきたい。

終りにのぞみ種々御協力、御指導等いただいた関係各位に感謝いたします。

参考文献

- 1) 特公昭 41-16990 等
- 2) 特公昭 40-6558 等
- 3) 特公昭 41-17547 等
- 4) 実公昭 46-33580
- 5) H. S. Carslaw, J. C. Jaeger: Conduction of Heat in Solid Oxford (1959)
- 6) 田中, 作問: 電気試験所彙報 25, 11 (1961)



超薄型35ミリカメラ リコー FF-1

35 Lens Shutter Camera RICOH FF-1

宮川文宏*

山口孝夫*

Fumihiro Miyagawa

Takao Yamaguchi

要 旨

本カメラは、携行時の大きさが $107 \times 35.5 \times 64.6$ mm という超小型 35 mm フルサイズカメラであり、とくにコンパクト性と操作性の両立に重点をおいて開発された。携行性を高めるためにフォールディングタイプの沈胴方式を採用し、ケースレスによる使用に耐え得るよう耐衝撃性の優れた構造となっている。重量は 225 g の超軽量ボディとするために、小型化とあわせて強化プラスチックを積極的に取り入れている。

内部の主要機構はユニット化し、無調整化された構成により、信頼性の確保が図られている。巻き上げ機構は、もっとも操作性に優れた1操作レバー巻き上げ方式と、高効率のフィルム給送機構の開発により最軽量の巻き上げトルクを実現することができた。

ABSTRACT

This is a full-frame 35 mm ultra compact camera with its dimension of $107 \times 35.5 \times 64.6$ mm. Emphasis was put on compactness and versatility in the design. A folding baseboard/cover and retractable lens system was adopted for high versatility. The body is so designed as to withstand shocks even without a camera case. To materialize the ultra light weight of 225 grams, special efforts were made for the adoption of engineering plastic and miniaturized design of the camera. Principal inside-the-camera components were designed into units for less adjustment and higher reliability. A single stroke of the a feather-touch, single stroke winding lever and a high-efficient film winding system brought about the least rewinding torque.

1 はじめに

エレクトロニクスその他の周辺技術の発達により、35 mm レンズシャッターカメラも、露出制御の電子化、オートフォーカス、ストロボ内蔵、日付写し込み等高性能化、多機能化が進んできた。

この多機能化に伴いカメラは大型化の傾向を示してきたが、FF-1はこのような大型化傾向に対し、タバコを持ち運ぶ程度の超コンパクト性、軽量化、ダストプルーフ化をはかり、なおかつ1眼レフカメラ並みの画質を得ることに商品のねらいを定め開発されたものである。

一方、このような超コンパクトカメラは、すでにいくつかの他社製品が市場に出ているが、一般にそのコンパクト性ゆえに、操作性の面で難点がある。また、小型・軽量化をねらうあまり信頼性、堅牢性を犠牲にしたのでは、ユーザーニーズに応えた製品とはなり得ない。本カメラの開発にあたっては、これら、従来機にありがなかった欠点の克服を、もうひとつのねらいとした。

2 本機の特徴

(1) ワイシャツのポケットに入る大きさ

日常生活の中でポケットを利用して道具を携行する場合、ワイシャツのポケットが、小さな道具の物入れとして代表されるため、このポケットに入ることを、前提にカメラ寸法を設定した。また、単に小型化、縮小するだ

★光学事業部 光学開発部

R & D Department, Photo Products Division

けでなく、携行性を良くするためには、薄いこと、およびダストプルーフが必須条件であることに注目して、沈胴型とした。

(2) 超軽量ボディ

軽さが伴ってはじめて快適な携行性が可能となる。そのため強化プラスチックの大幅な採用と、各部品の必要強度に見合った材質と形状の選定により、225gという軽量化を実現した。

(3) 強じんなボディ構造

ケースなしで携行、使用することが多いカメラであるため、通常のカメラ以上に強いボディおよびカバー構造とした。

(4) 操作性のよい、フォールディングタイプの沈胴カメラの薄型化をもたらすとともに、ワンタッチ操作による沈胴・突出はスピーディな撮影を可能とした。

(5) シャッターチャンスに強い、電子プログラムシャッター

(6) 広角35mmレンズ

画面全体に良好なコントラストが得られる35mmレンズ。日常のスナップ撮影にもっとも好ましい焦点距離のレンズであり、電子プログラムシャッターとの組み合わせにより、機動性のある撮影が可能である。

(7) カメラブレの少ないソフトリリース

軽く触れる程度に押すとシャッターがリリースされるソフトリリース機構と、押圧面積の広いリリースボタンの組み合わせでカメラブレの少ない写真が得られる。

(8) 軽く滑らかなフィルム巻き上げ

35mm判カメラとしては、最軽量の巻き上げ力量は、他の大型操作部材とともに気持の良い撮影を約束する。

3 外観および操作性

FF-1の形状はフォールディングタイプを採用することにより、前カバーを折りたたんだときには、カメラの最大厚みが35.5mmとなる。この薄さがワイシャツのポケットへの収納を可能とし、真のインポケットカメラを実現させた。ボディの突起部分を減らす一方、角部に丸味を持たせ、携行時のひっかかりがないように配慮した。また、各部の操作部材は極力大きくして、小さいカメラであっても快適な操作性を損なわないようにしている。

とくに、ときには大きな外力が伴う巻き上げレバーとリリースボタンおよび巻き戻しディスクは、大きくすることによって操作性、耐久信頼性を確保した。

鏡胴は前カバーの開閉に連動する沈胴方式で、カメラの薄さを最小にするとともに、もっとも操作性にすぐれた方式となっている。

フィルム巻き戻しディスクは、クラッチ型にしてフィルム給送時に誤って巻き戻しディスクを押さえても、給

送に影響がでないようにした。

ボディ周りのレザーは、つねに確実なすべり止めがきくよう彫りの深いシボとなっている。

超小型と操作性——この相反する問題点を克服することが開発上の大きな課題となった。カメラの小型化のためには、もっとも薄いカメラサイズが得られるフォールディング式沈胴機構を採用したことは前述のとおりであるが、一方、カメラ操作上の最大ポイントとなる巻き上げ操作は、140°の1操作レバー巻き上げ方式と効率のよいフィルム給送機構の開発により、良好な操作性を得た。

また130gと非常に軽く、1.5mmというストロークの短いソフトリリース機構は、超小型カメラにありがちなカメラブレを防いでいる。

4 機構のユニット化と無調整組み立て

リリース機構、フィルム給送機構、沈胴機構、シャッター、ファインダー、ASA切り替え機構など、各々の機構は機能ごとにユニット化され、高精度部品の加工方法の開発と管理の徹底化を開発の着手段階から行い、高精度化した部品をユニット内に無調整で組み込む完全無調整化を達成した。

これらのユニットは各々の独立した機能を持ち、その機能がチェックされた後に組み込まれるので、精度・品質の向上ばかりでなく、組み付けの工数が大幅に少なくなり、生産性の向上を図っている。

5 沈胴機構

本体中央部に設けられた鏡胴枠をガイドとして、シャッターブロックと一体になったレンズ鏡胴部が、沈胴・突出する(図1)。

鏡胴枠には、フィルムを案内するレール面と、撮影位置に突出されたレンズからフィルムの面までの位置関係を規制するフランジ面の2つの要素が、ひとつの部品上に集約されている(図2)。ちょうど1眼レフのレール面とレンズマウントがひとつに集約されたようなものであるが、この独特の構造により、

- (1) フィルムとレンズの位置関係が正しく保持されることにより、広角レンズ必須条件であるレンズバックの確保が正確になり、同時にレンズバックの無調整化が可能である。
- (2) 温度・湿度による寸法変化の影響を受けにくい。
- (3) カメラへの大きな外力に耐えられる。
- (4) 激しい沈胴作動に耐えられる。

などの利点により、撮影結果の万全を図っている。

鏡胴枠の両外側では、前カバーの腕に連結された中間レバーが、鏡胴枠の内側のシャッターと連結しているローラーを、前カバーの開閉に連動して前後に移動させている。鏡胴枠の両側壁には、移動するローラーを平行に

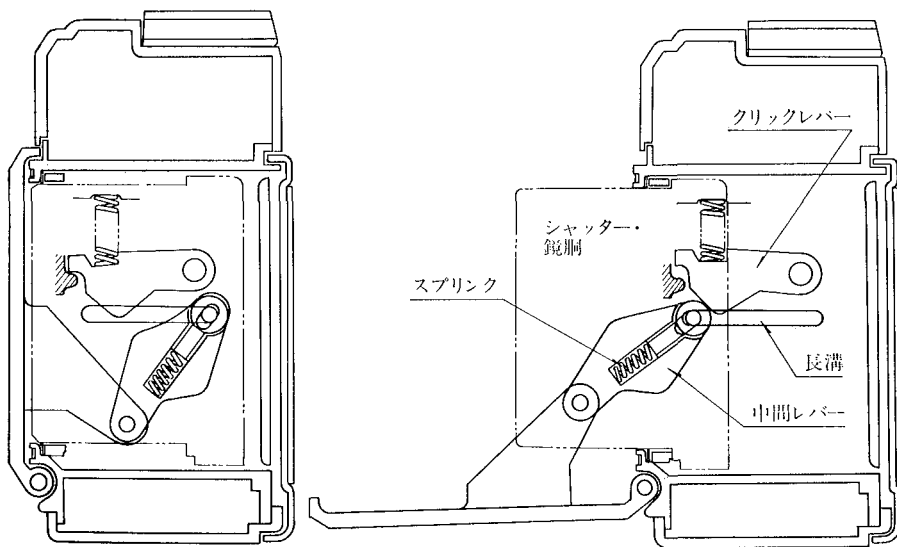


図1 沈胴機構

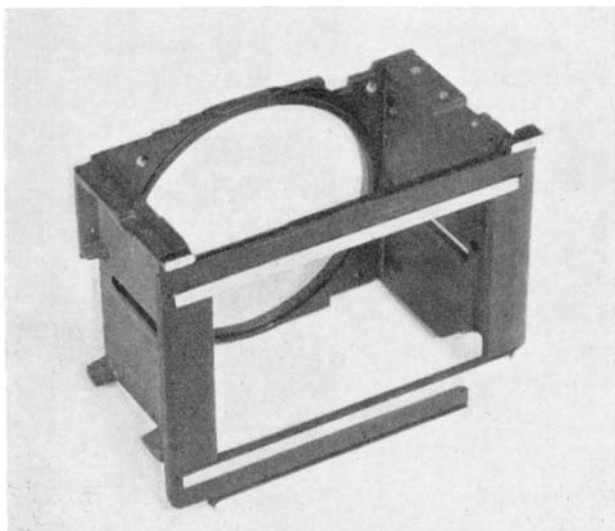


図2 フィルムとレンズの位置精度を正確に確保する鏡胴枠

ガイドする長溝が設けられている。この長溝によって、鏡胴は常に平行な突出・沈胴を繰り返す。

鏡胴枠の内側の両壁には、4枚ずつの遮光羽根を組み合わせて、外部から光が鏡胴枠内に侵入するのを完全に防止している。前カバーの開き作動によって引き出された鏡胴部は、スプリングによって圧接されたクリックレバーによって、確実に撮影位置に固定される。

沈胴を行うには、前カバーをそのまま閉じることによって鏡胴はカメラ内に引き込まれ、中間レバー内に埋設されたスプリングが鏡胴部を収納位置に固定している。同時に固定スプリングの反発力は前カバーの腕を介して、常時閉じられた前カバーを閉じ位置に付勢するようにしている。このシンプルな沈胴機構によって、軽快な開閉操作が可能となり、はげしい沈胴・突出に耐えられる構

造となっている。また鏡胴部の出入りに連動して、沈胴時には巻き上げ機能およびリリース機能を停止させ、不正露光を防止するとともに、電源を切って無用長満な電池の消耗を防いでいる。

6 フィルム給送機構

カメラが軽量化すると、その軽さに応じて操作力量も変わらなければならない。FF-1のカメラ重量、225gに見合うフィルム給送トルクは、1~1.5kg以下であることが好ましい。この軽量トルク実現のため、給送効率のすぐれている順巻き式の給送方式を採用するとともに、

スプロケットの歯形を特殊型とし、さらにフィルムを案内するレール面やパトローネからのフィルムを引き出す際の給送抵抗が、最小となるよう設定している。

給送負荷の軽減によって非常に軽く滑らかな巻き上げが可能となり、35mm判カメラとしてはもっとも軽い巻き上げトルクとなった。この軽さはカメラの軽量化とあいまって気持ちの良い撮影を行うことができる。

フィルム給送トルクの比較として、取り上げた2機種は、既存のリコーカメラの中でもっとも軽い給送トルクを示すリコー500Gと、市場の35mm判カメラの中ではもっとも軽量トルクとされる他社Aカメラである。

通常フィルム給送トルクは、使用するフィルムの種類・温度などにより異なった値を示すが、市販のフジネオパンSSおよびサクラカラーR100による比較では図3のようになる。

リコー500Gは、ネオパンSSでは $2.3\text{kg}\cdot\text{cm}$ 前後より始まり $3\text{kg}\cdot\text{cm}$ 位まで漸増の傾向を示す。しかしながら、サクラカラーR100では $1.8\sim 2\text{kg}\cdot\text{cm}$ という低いフラットトルクとなっている。それに対して他社AカメラではネオパンSSでは $1.7\sim 2\text{kg}\cdot\text{cm}$ というフラットなトルクを示すかわりに、サクラカラーR100では $2.2\sim 2.5\text{kg}\cdot\text{cm}$ となり、給送の後半では不安定なトルクを示す。

FF-1ではどちらのフィルムに対しても低いトルクを示し、とくにサクラカラーR100では給送の前半では $1\text{kg}\cdot\text{cm}$ を割り込むほどである。また1コマを給送中のトルク変動も、セット負荷の軽減と負荷変動を極力押さえることによって、給送ゴリ・ムラが少なくなっている(図3)。

フィルム給送機構は平面的に作動をするように構成され、このことはカメラの高さを低くすることにも寄与し

ている(図4)。フィルム給送機構と連動するレリーズ機構には、スイッチング機構が設けられ、0.8 mmほどレリーズボタンを押すと測光回路にスイッチが入り、バッテリー電圧のチェックがされ、ファインダーわきのLEDが点灯すれば正常な電圧があることを示す。同時にファインダー内の上部中央には赤色LEDが配置され、1/60秒以下のシャッター速度作動をするときに点灯し、手ブレ警告を行う。

この場合にはフラッシュ撮影を行うか、三脚の使用が好ましいことを示す。レリーズボタンをさらに1 mmほど押し込むと、スプリングメカによりレリーズ部材が開放され、シャッターレリーズが行われる。フィルム巻き上げ機構およびレリーズ機構には、機構の作動に伴う衝撃を吸収する緩衝部材が要所ごとに設けられ、カメラブレや衝撃音の発生を防いでいる。

7 シャッター

大きさ35×36×19.5 mm、重さ22 gという超小型のプログラム電子シャッターをFF-1用として開発した。制御回路および受光素子はカメラ側に配置され6本のブラシとプリントパターンによって、撮影位置に鏡胴部が突出されたときにのみ電氣的接続がされ、回路を形成する(図4)。

回路は2個のG-13タイプの銀電池を電源として、2.8 Vの定格で駆動している。シャッターにおいてもユニット化を図り、羽根室・鏡胴・基板の3ブロックにより構成されている。主として羽根室ブロックには、シャッター羽根、羽根駆動リングおよびマニュアル絞り機構が入り、鏡胴部には制御機構、基板にはセット機構、マグネット、シンクロ機構、シンクロおよびトリガースイッチを設けている。この3つのブロックは別々に機能がチェックされた後に組み合わされるわけであるが、作業ブロックごとに並列に作業ができるため、ライン工程が短縮されると同時に、品質の向上に寄与している。

マグネットは1本であり、機械的にシリーズされたシャッター羽根は適正露出の後、マグネットのホールドが解かれるとスプリング力によって閉じる。スプリング力は構成部品の小型化に伴い力量の軽減を図り、耐久性にすぐれた効果を生み、カメラの操作力量の軽量化となって現われている。セット方法は撮影位置に突出されたシ

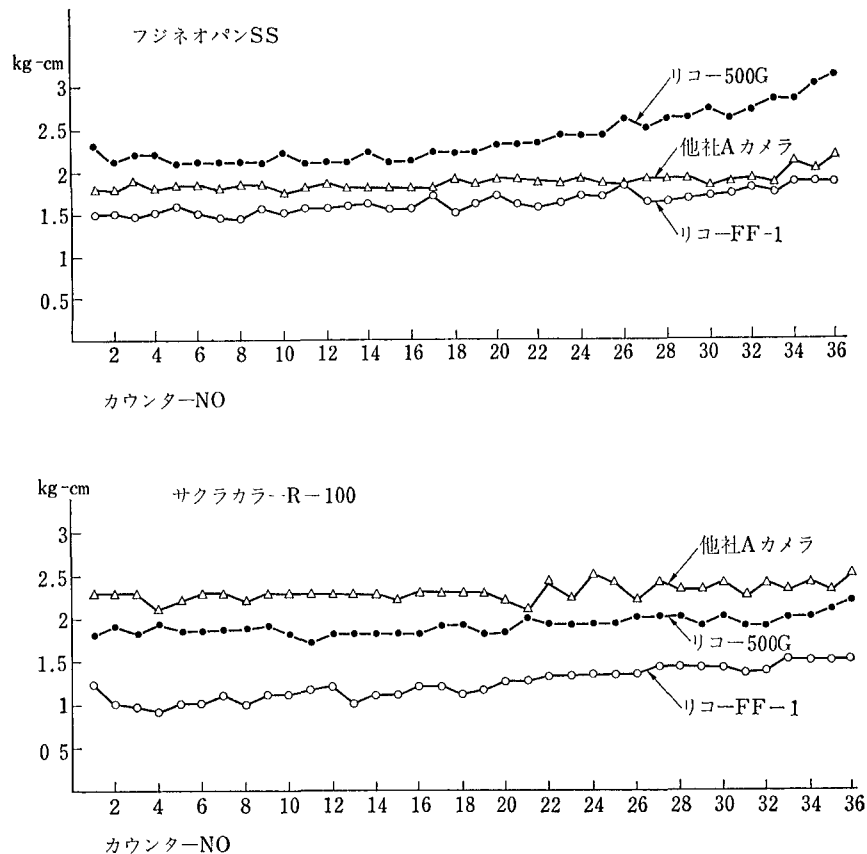
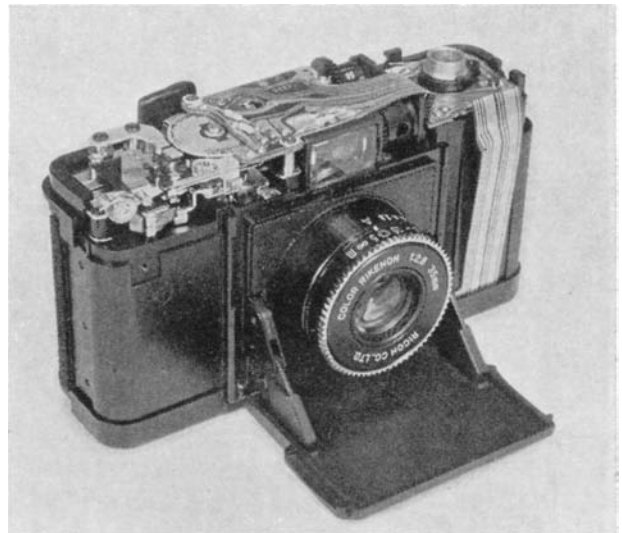


図3 フィルム給送トルク比較



レリーズ機構、巻き上げ機構、ファインダーシャッター・鏡胴機構、沈胴機構、電装の6ブロックで構成され、ブロック外の部品はほとんどない。

図4 ユニット化された内部機構

ャッターを、カメラ前方よりセットする構造となっている。

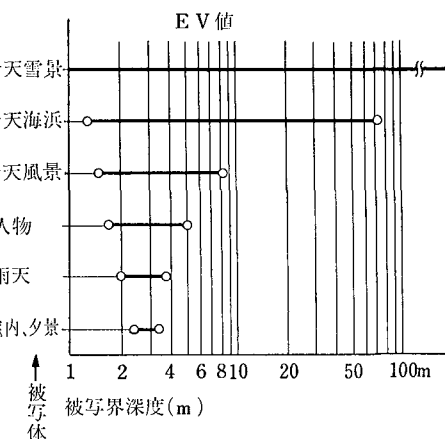
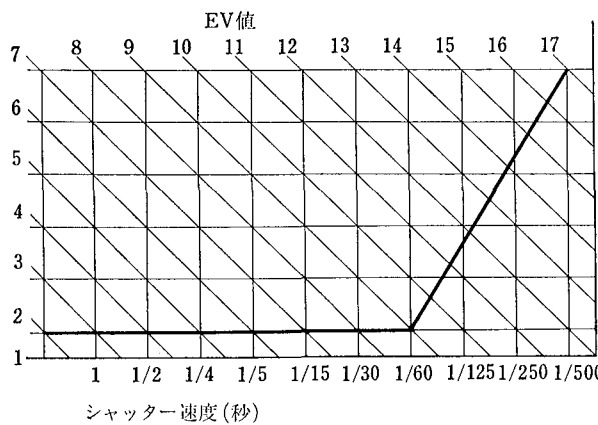


図5 プログラム線図と被写界深度

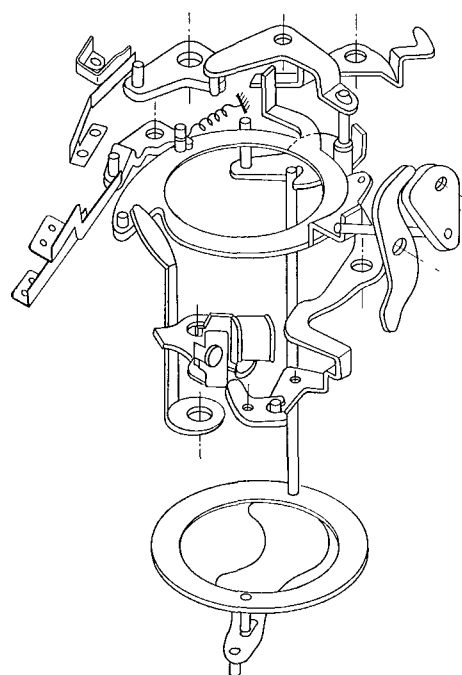


図6 シャッター機構

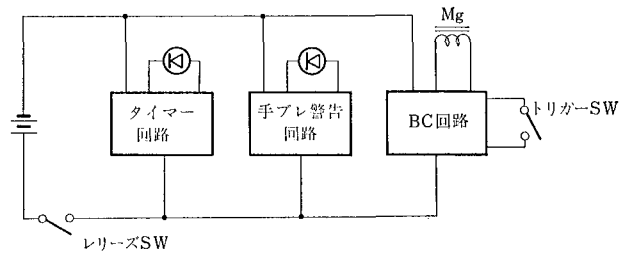


図7 回路ブロック・ダイアグラム

露出連動範囲はEV 2 (2秒・F2.8)～17 (1/500秒・F16) まで広範囲をカバーし、EV 9以下ではカメラブレを防ぐために、開放絞りで切れるようなプログラムを組んでいる(図5)。

CdS 受光部は、カメラ本体のASA 切り替え機構の絞りドラム内に収納されている。上カバー背面部の切り替えダイヤルに連動する絞りドラムは、ASA 25～400までのワンステップ切り替えであり、切り替えダイヤルの横に表示される。ケースなし状態での使用を考え、切り替えダイヤル部の上カバーには、不用意な回転を防止する段差が設けられている。

シャッターの制御回路には、ICの組み込みによる露出の安定化が図られている。露出量は $K=0.985\sim 2.6$ までのバリエーション値を採用し、暗い被写体には比較的暗く、明るい被写体に対しては明るい写真が得られる(図7)。

すべての電装部品とスイッチ類は、フレキシブルプリント基板に配置し、リード線はほとんど使っていない(図8)。シンクロ接点はストロボ専用型であり、アクセサリシューにストロボを装着した場合、自動的に1/60秒のシャッター速度に固定される。ストロボのガイドナンバーと距離に応じた絞り値に、絞りリングの目盛りを合わせることで、ストロボ撮影時の適正露出が得られる。

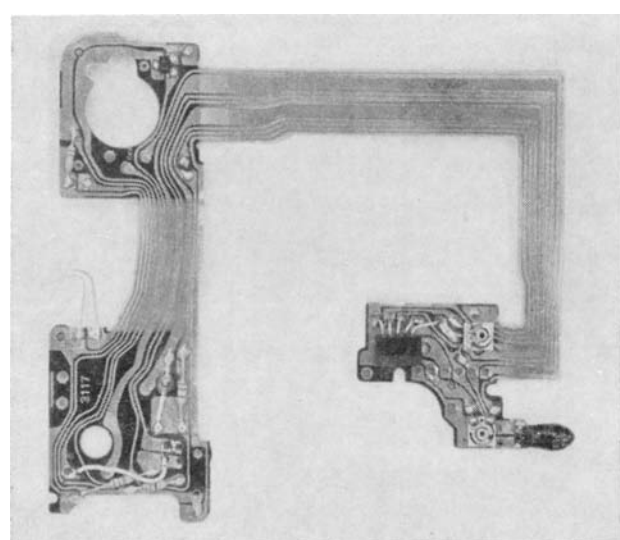


図8 リード線の配線をなくしたフレキシブルプリント板

8 レンズ

FF-1の小型化、軽量化のねらいから、撮影レンズ自身も小型・軽量であることが望ましい。また、目測による焦点合わせ、あるいは常焦点でもシャープな画質を得るには被写界深度の深い短焦点レンズが有利である。以上の点で従来からハイカラーシリーズに使用されているカラーリケノン35mm F2.8を採用した。このレンズは図10で示すように、3群4枚ビトウィン型の絞りを持ったテッサタイプである。レンズ前玉有効径、全長とも約128mmと小さく、また、テッサタイプとして市場に出ているレンズの中ではもっとも広角[†](最大画角 $\pm 31^{\circ}30'$)である。参考に一眼レフ用の同じ焦点距離と明るさを持つレンズと形状を比較するとFF-1撮影レンズは、前玉有効径で約1/2、レンズ全長で1/3以下である。

焦点合わせは無限遠から0.9mまでを前玉0.4mmの繰り出しで行われるが、もしこのレンズを全群繰り出しにすると必要な繰り出し量は1.5mmとなる。このレンズで採用した前玉繰り出し方式はレンズの出っぱりをその分だけ少なくしている。

焦点合わせを前玉の繰り出しで行うレンズは前玉の位置によって性能が変化する。このレンズでは図10で示すように被写体距離2.5mに焦点が合う前玉位置で開放絞り、解像力30本/mmのMTF(コントラスト)が画面を平均して最良になるよう設定してある。また、その位置が常焦点マーク位置にもなっている。他の被写体距離に応じる前玉位置の性能は同じく図10からわかるとおり、無限遠から至近距離まで実用上十分な性能が出ている。とくにサービス判程度の引き伸ばし画質におけるシャープさを支配する解像力10本/mmのMTFは前玉位置に関係なく高いことがわかる。

さらに広角レンズのメリットである被写界深度の深さを利用し、図5で示すように、F5.6以下の暗い絞り(明るい被写体の時)で遠距離および最至近距離を除き、2.5mの常焦点マーク位置にレンズを設定しても実用上シャープな画像が得られる。

以上、レンズ性能について述べたが、いくらレンズ性能が優秀であってもこれを保持する部材がしっかりしていないと優れた描写性能は引き出せない。FF-1では前述のダイキャスト製鏡胴枠によってフィルムとレンズの位置精度を正確に保持するとともにレンズ同軸度につ

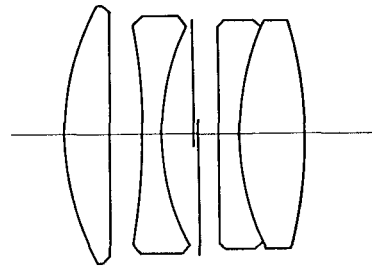


図9 レンズ構成図

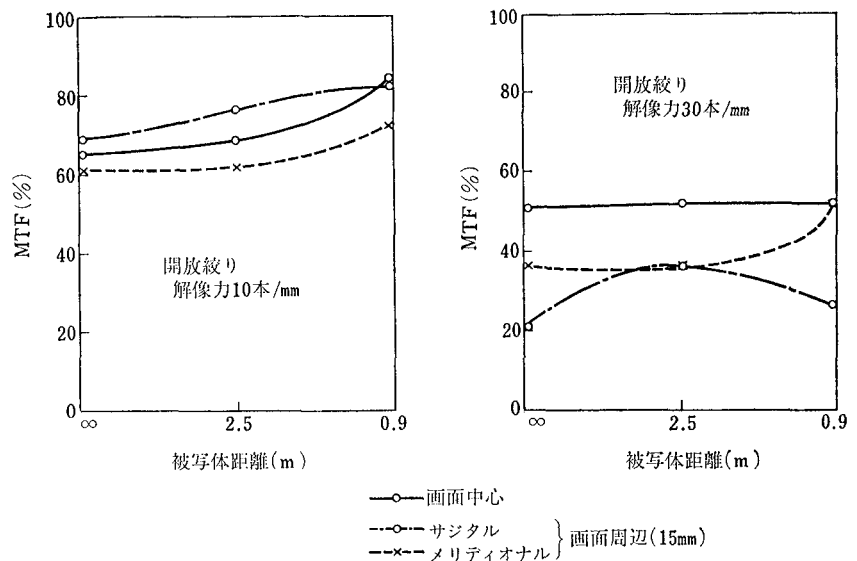


図10 被写体距離とMTF (計算白色値)

いては、設計着手時点より加工区と検討に入り、この精度保持に気を配った。

9 ファインダー

FF-1のファインダーは図11に示すようにアルバダ式ブライトフレームタイプ(アルバダと略す)を採用した。このタイプの最大の特長は、視野枠を決めるフレーム光学系が視野光学系に内蔵されているためファインダーの占めるスペースが小さくてすむことである。FF-1のファインダーは広角レンズでは高い倍率の0.46倍であり、上部中央には手ブレ警告の赤色LEDが点灯する。視度は広範囲の年齢層を配慮し、-0.95ディオプターとした。一般にアルバダファインダーは視野像は明るい以下の欠点がある。

- (1) 視野範囲を示すフレーム像が眼の位置および視野まわりの明るさに影響され見えにくくなる。
- (2) 視野像の周縁が眼の位置によってケラレやすくなる。

この2つの欠点は一方を改善すれば他方がさらに悪くなる等、相互に関連し合うもので、アルバダファインダーの原理的な構成に起因するものである。

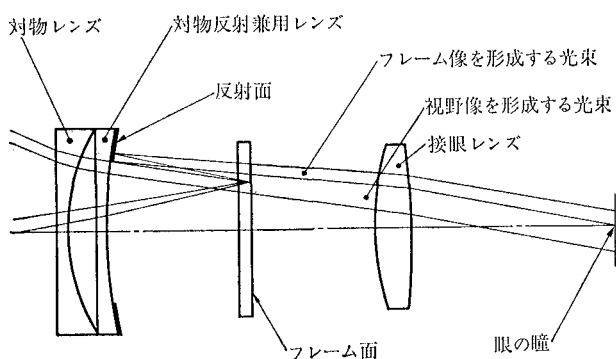


図 11 FF-1 ファインダー構成と光束図

FF-1では、これら2つの欠点を同時に幾分でも改善するよう設計の段階から考慮し、従来品と比較し見やすいファインダーにすることができた。以下その要旨を述べる。

FF-1ファインダーの視野およびフレーム像を形成する光束を図11に示す。この光束は画面の長辺方向の周辺に相当する光束の例である。

前記アルパダファインダーの2つの欠点を改善するため、とくに設計上次の点に留意した。

- (1) 視野からの光束およびフレームからの光束両方を同時に十分眼の瞳に取り入れること。
- (2) フレーム像の明るさを確保するためフレームを照明する光束を十分取り入れること。

留意点(1)は欠点(1)、(2)の改善につながるものである。

図11からわかるとおり、限られた眼の瞳径にフレーム像を形成する光束を十分取り入れることは欠点(1)の改善につながるが、あまり取り過ぎても視野像を形成する光束がその分減少し、結果として視野像がケラレやすくなる。FF-1ファインダーでは、両光束の配分を約30人による実際の評価も参考に図11のように設定し、視野およびフレーム像共ケラレにくいファインダーとすることができた。留意点(2)は欠点(1)の改善につながるものである。フレームの照明は図11で示したように対物レンズから入射する光束で行われるが、FF-1ファインダーでは対物反射兼用レンズの位置、反射面曲率およびフレーム位置等の光学系配置を適切に配置することにより、フレーム照明光束が対物レンズより十分取り入れられるようになっており、明るいフレーム像を得るのに役立つ。

10 おわりに

以上のように、FF-1は冒頭に述べたコンパクト性と操作性を技術的に両立させることができた。この当初の意図はユーザーの要求にマッチしたもので、FF-1は発表以来、市場で好評を得ている。しかし、技術に終点はなく、なおいっそうの改善を加えて、真に完成したカメラに近づけていかねばならない。

こうした努力によって、この種のカメラはますますユーザーの強い支持を受け、市場も拡大するものと確信する。

リコー工業所有権紹介

1 特許 (昭和53年7月～54年6月登録分)

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
912942	真空蒸着のセレンを主体とする蒸発物加熱装置	遠藤 勝利	昭52-38839
913177	一眼レフレックスカメラにおけるねじ込みマウントのねじ込み誤差吸収装置	藤本 栄, 今井 忠幸	昭52-32253
913219	紙葉二枚送り防止装置	田中 義二	昭52-37904
913220	用紙先端の一時停止装置	平藤 蕃	昭52-42384
913699	帯域幅圧縮伝送方式	近藤 満	昭52-41126
913986	プリンター用ロール紙巻き取り装置	岩田 征一, 土谷 恵進	昭52-43109
914162	熱現象ジアゾ型感光材料の製造法	阿佐美幸明	昭52-33490
914499	湿式静電写真の現像装置	里見 豊和	昭52- 5855
914514	電子写真の湿式現像装置	望月 延雄	昭52- 6090
915015	タイプライタ	松寿 鋼	昭52-43125
915031	タイプライタのアンダーライン処理方式	宮脇 省三, 広田 哲郎	昭52-45453
915062	オーバーヘッドプロジェクター	山田 功, 山内 佐敏	昭52-43095
915956	動力伝達兼零位置復帰装置	柳川 信之	昭51-26813
915958	電子写真現像装置	菅野 忠明	昭51-27140
915959	乾式電子写真装置における磁気ブラシ揺動式現像装置	小泉 豊	昭51-27142
915968	マイクロリーダー又はマイクロリーダープリンター	柳川 信之	昭51-37011
915972	定量計測装置	鎌田 健志	昭52-45501
915988	同一コピーにネガ, ポジ両方の像を作成する方法	山下 元	昭51-29826
916198	スイッチの開閉装置	鈴木 茂	昭51-18629
916234	カード検出装置	古川 雅通	昭52-43600
916269	電子写真方法およびその装置	志賀 敢, 梅原 正彬	昭52-43100
916540	極性反転電子写真法	太田和三郎, 酒井 捷夫	昭48- 2965
917138	ロール感光紙を使用する複写機における裁紙装置	永原 康守, 渡辺 利雄	昭51-26818
917139	ロールシートの給送装置	里見 豊和	昭51-26812
917141	反覆動作の回数制御装置	鈴木 茂, 菅野 忠明	昭51-26819
917143	静電写真の現像装置	田中 光男	昭51-19341
917145	タイマー回路	鶴養 剛, 緑川 晃	昭51-19954
917147	印刷用原版中継装置	金子 環	昭52-47362
917161	静電潜像転写装置	安達 司, 糟谷 和彦	昭51-36072
917165	感光体の電氣的接続方法	福島 善夫	昭51-29824
917166	感電性記録材料	安盛 昭善, 大田 勝一, 国兼 真, 安倍 通治, 唐沢 修一	昭51-29831
917169	乾式電子写真感光体のクリーニング研磨材	松尾 和紀, 鈴木 弘治, 遠藤 勝利	昭51-33732
917170	複写紙用カセットの装着装置	鈴木 茂	昭51-26069
917176	プリンターの印字装置	熊谷唯智郎	昭52-46129
917180	現像液の裏回り防止装置	穂川 三郎, 渡部 達矢	昭51-43384
917182	駆動機構の制御装置	鶴養 剛, 大島 清, 椎名 敏雄	昭51-27535
917186	複数タイプホイール形印字装置のデテント機構	鈴木 高美	昭52-46130

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
917197	可変倍率複写機の露光装置	持丸 英明, 鈴木 茂, 池津 庸平, 八重島征夫, 鷗養 剛	昭51-27572
917833	間歇送り型データ読み取り装置	不破 稷一	昭52-49289
917843	画像の形成方法	吉田 茂昭	昭51-23180
917853	電子写真用感光紙	榎本 孝道, 田中 哲夫, 小島 明夫, 市塚 清美	昭51-29656
917863	静電写真用記録材料	小林 克臣	昭52-46096
917915	マイクロ画像形成法	増村 正男	昭51-21589
917927	感光性複写材料	久保田富雄, 小島 勝衛	昭51-21571
917935	画像形成方法	長谷川晴夫	昭51-21583
917970	電子写真用定着性液体现像剤	増村 正男, 川西 敏之, 宗宮 徳昌	昭51-37788
917973	電子写真複写材料の水性現像法	藤井 唯士, 松山 了, 高橋 典久, 池田 五男, 田中 哲夫, 新井 文明	昭51-19988
918025	複写方法	風見 武夫, 酒井 清, 渡辺 秀夫, 佐々木正臣	昭51-29935
918056	静電写真用負荷電液体现像剤	川西 敏之	昭51-37789
918153	湿式現像転写用現像剤	津布了一男, 木村 太郎, 黒鳥 恒夫, 奥野善次郎	昭51-29020
918188	複写兼印刷用感光材料	小島 勝衛, 後藤 寿直, 立木 春陽	昭51-33725
918195	光硬化性組成物	後藤 寿直, 小島 勝衛	昭51-37775
918413	感光剤	田村 宏, 島田 勝	昭51-34294
918435	感光感熱型複写材料	佐々木正臣, 風見 武夫, 野口 暁男, 辻本 好治, 山室 哲, 斉藤 忠司	昭52-46806
919933	感熱記録体およびその製造方法	太田和三郎	昭47-18039
920368	シート用液処理装置の液量検出装置	小泉 豊	昭52-49331
921086	感熱性孔版原紙	久保 敬司, 国武 英	昭51-33004
922671	投影原図の作成法	久保 敬司, 坂井 淳	昭47- 4120
923201	小型オフセット印刷機におけるクリーニング装置	金子 環, 水野 克己	昭53- 1682
923206	直流モーターによる位置設定装置	阿部 剛	昭52-45884
923212	同期合わせ方式	村瀬 勝男	昭53- 891
923224	テープ駆動方式	川尻 芳雄	昭52-50528
923226	カートリッジフィルムの自動導出装置	小島 賢次	昭52-50536
923227	カートリッジ内のフィルム自動導出装置	小島 賢次	昭52-50537
923232	電子写真複写機における現像攪拌装置	成田 輝夫	昭51-39860
926074	ローラ装置	小川 敏久	昭52-45802
927182	自動検針システム	塩田 常夫, 沢田 英雄, 岡島 昌樹, 片山 忠治, 大野 広吉, 掛布 定雄, 岩田 征一, 鎌田 健志	昭51-40814
927183	テープ駆動方式	河 竜一	昭51-46602
927188	ファクシミリ伝送方式	小村 泰之, 福島 孝	昭51-49526
927341	ジアゾ感光紙の現像法	吉田 茂昭	昭51-15989
928724	非水系熱可塑性樹脂分散液の製造法	津布子一男, 中川 順彦, 松林 賢市, 城戸 吉彦	昭53- 7952
929061	フォークリフト	深貝 俊夫, 熊本 周司	昭53- 8980
929112	情報読み取り装置	不破 稷一	昭53- 6492
929144	プリンタ付桌上電子計算機	小沢 義生, 三井 英次	昭53- 7110

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
929154	光学的情報読み取り装置	坂野 幸男	昭53- 8457
929187	集団学習反応装置	山内 佐敏	昭53- 7855
929998	放電記録材料	鈴木 明, 久保 敬司, 国武 英	昭52-30859
931028	電子写真現像装置	並木 良一, 大沼 靖次, 有山 賢三	昭52-94220
931037	記録シート送り装置	石川 忠二, 池亀 勝, 橋本 芳雄, 伊藤 実, 松本 重世	昭53- 8240
932192	動力伝達兼零位置復帰装置	柳川 信之	昭53-10457
932235	印字装置におけるコンマ印字機構	横山 静男	昭53-12202
933950	高速印字用ハンマー駆動機構	岩崎久八郎	昭51-17258
934579	外枠等のある送信原稿でもスキップ動作の可能なスキップ装置を備えたファクシミリ装置	村瀬 勝男	昭53- 9888
934749	インクリボン用カートリッジ	熊谷唯智郎	昭53-10489
934769	緩衝装置	岩崎久八郎	昭53-11883
936342	情報記録体収納装置	阿部 剛	昭53-15374
936343	電子写真装置	木村 嗣男, 池田 五男, 奥野善次郎	昭53-11226
936346	電気シャッターのシャッタースピード表示装置	高橋 彰	昭53-15372
936348	情報テープカセット	秦泉寺 晟	昭53-12368
936459	マイクロリダの変倍可能な投影光学装置	柳川 信之	昭53-10855
938420	磁気シート転写装置における異常磁界除去装置	大橋 俊之, 鈴木 将成	昭53-15642
938693	給送シートの重合送り防止装置	藤木 栄	昭53-18795
938695	電子写真の定着装置	並木 良一	昭53-17061
938702	精密紙の製造方法	金子 信雄	昭53-16396
941824	電子複写機の感光板の露光-放電切換タイミング装置	小林 雄一	昭53-19934
942468	低周波点灯光源に対するシャッタースピード安定表示装置	高橋 彰, 小林 幹夫	昭53-21647
942469	一眼レフカメラにおける像面露光量状態表示装置	高橋 彰	昭53-21648
943184	パターン信号の圧縮, 拡張方法およびその装置	小村 泰之, 平田 信一, 福島 孝, 小川 睦夫	昭53-17844
943203	カメラの電子シャッター回路	高橋 彰	昭53- 3651
943439	乾式電子写真現像装置	並木 良一, 大沼 靖次	昭51-37016
943440	I . D カードおよびその作製法	太田和二郎, 渡部 達矢	昭53-18890
943453	マーク読み取り回路	阿部 剛	昭53-22815
943459	電子写真複写装置における粉像定着装置	並木 良一	昭53-17409
943464	磁気録音再生装置のAM信号による制御方式	堀家 正紀	昭53-14206
946516	CRT記録方式	吉川 欣一, 曾根 仁	昭53-26456
946736	プリンタの印字用マグネット駆動方式	洲崎 正幸, 鈴木 高美	昭53-27643
948093	マイクロフィッシュ複製用露光装置	山下 元	昭53-25248
948096	制御装置	長谷川 徹, 柳川 信之	昭53-27435
948102	サーボコントロール回路	鵜養 剛, 八重嶋征夫, 渡辺 公男	昭53-24590
948104	マイクロフィルム等の駆動停止装置	米川 和洋	昭53-27932
948128	磁気録音再生機における制御信号検出装置	堀家 正紀	昭53-28082
949171	二重構造のハログンランプ	沢田 英雄, 原 和幸	昭52-33906
949915	ビニル系重合体ラテックスの製造方法	山口 成夫, 清水 栄, 津布子一男, 近藤喜七郎, 岩田 広雄	昭45-39552
950532	静電記録装置	小見 恭治	昭53-32705

登録番号	発明の名称	発明者	公告番号
952873	オフセット印刷機	金子 環, 岩永 芳春	昭53-80044
952874	リーダープリンター	山田 寛	昭53-80382
953794	簡易検索装置	柳川 信之	昭53-36302
954180	アンモニアガスの分解方法	渡辺 秀夫, 小島 勝衛, 松井 猛, 目下田 茂	昭53-33956
954724	ファクシミリトランシーバーの自己試験法	近藤 満, 三沢 利彦	昭53-34849
955293	拡大投影光学系	河津 元昭	昭53-36775
955445	接点の開閉による検出装置	鎌田 健志	昭53-34502
956088	感熱性孔版印刷用原紙	久保 敬司, 坂井 淳	昭46-27509
956103	熱転移型記録方法	久保 敬司, 佐藤 敬	昭51-23182
956106	感熱性記録材料の製造方法	山口 友行, 久保 敬司	昭51-24257
957835	給紙装置	金子 環	昭53-34522
957838	カラー複写方法	佐々木勝利	昭53-36329
957856	I・D・カード作製装置	磯中 憲治, 穂刈 三郎, 渡部 達矢, 古川 雅通	昭53-35729
957861	マークカウントチェック方式	山下 元, 河本 考央	昭53-34695
957865	ポピュラス多層層間紙巻線方法	鈴木 将成, 田中 正夫, 青葉 国生	昭53-36140
957877	粉体現像剤の補給装置	永原 康守	昭53-34056
957883	記録電極ヘッドと補助電極ヘッドの対向面を平行化する方法およびその装置	広瀬 武貞	昭53-34903
960114	ファクシミリトランシーバーの自己試験方法	村瀬 勝男	昭53-40291
960291	感熱性孔版原紙	久保 敬司, 前田 武志, 中村 至	昭49- 5933
960877	ジアゾ感光紙の粉体現像装置	斉田 修	昭53-38619
960880	複写機用スリット露光装置	里見 豊和	昭53-38618
960888	印刷機における自動停止装置	鈴木 稔	昭53-38963
960934	電気シャッターにおける手振れ警告およびシャッター開口表示装置	井口 進	昭53-37224

2 実用新案 (昭和53年7月~54年6月登録分)

登録番号	考案の名称	考案者	公告番号
1232751	自動オフセット印刷機における排版台の傾動装置	簗 能晴, 広川 浩一	昭52-25202
1232774	複写シートの迂回乾燥装置	広瀬 浩, 山田 寛	昭52-41392
1232778	ロール紙の終端検出装置	里見 豊和	昭52-41384
1232808	複写機における長尺シートホルダー	持丸 英明, 大野 幸博	昭52-41388
1233217	複写機の安全装置	園田 徹朗, 笠原 伸夫, 小林 雄一	昭51-33226
1233218	自動複写機における原稿搬送装置	笠原 伸夫, 佐藤 光夫	昭51-33227
1233228	情報カードクリップ	柳川 信之, 山下 元	昭52-43947
1234161	スライドプロジェクターにおけるクラッチ自動解除機構	佐々木三郎	昭52-45234
1235059	デカーリングローラーの解除機構	岩本 稔, 鈴木 茂	昭51-31012
1235061	検索用マイクロフィッシュカード	阿部 剛	昭52-46095
1235064	電子写真複写機の現像装置	渡辺 利雄	昭51-39577
1235096	ロール紙の終端検出装置	山上 勉	昭52-41867

登録番号	考案の名称	考案者	公告番号
1235430	トナー濃度検出計	内田 司郎	昭51-51241
1236328	磁力式カード検索装置	柳川 信之	昭52-46553
1237264	現像液のドクター装置	田中 光男, 西川 達雄, 木村 嗣男	昭52- 8580
1238249	ペーパーテンション装置	佐藤 充弘	昭52-47528
1238401	カメラのファインダー内表示装置	佐々木三郎	昭52-45226
1239079	オーバーヘッドプロジェクター	佐久間伸夫, 山内 佐敏	昭52-46736
1240424	コレクター	小林祐五郎, 山上 勉	昭49-25843
1240443	吸引式自動分離装置の分離補助機構	池田須那夫	昭52-51792
1240480	電子式卓上計算機等におけるペーパーホルダー	横田 隆	昭52-52649
1241301	クラッチの連断機構	門脇 達祐, 倉沢 誠	昭52-34982
1242144	輪転式印刷機における電動機駆動装置	広川 浩一, 渡辺 有二, 秋山 季猷	昭52-33524
1242165	原稿紙と感光紙の自動分離装置におけるクラッチ装置	笠原 伸夫, 佐藤 光夫	昭52-51793
1242198	シートの反動による後退防止装置	藤本 栄	昭52-52572
1242557	ローラ装置	小川 敏之	昭52-53766
1242625	乾式電子写真複写機の接触加熱型定着装置	岡本 豊雄, 太田 栄	昭52- 4040
1245761	湿式電子写真の画像の流れ防止装置	木村 嗣男, 曾我 節夫, 渡辺 利雄	昭52-10338
1247391	一眼レフカメラのクイックリターン機構	今井 忠幸	昭53- 1932
1247396	リーダープリンター等のミラー反転装置におけるミラー安定装置	池末 真澄	昭53- 1946
1248694	複写機の前稿位置決め装置	鈴木 茂, 菅野 忠明	昭53- 1939
1248697	フライングプリンター	村吉 靖司	昭52-54412
1248716	複色インクリボンを用いるプリンターのインクリボン脱着機構	村吉 靖司	昭53- 2015
1249602	情報検索カード	柳川 信之	昭53- 3116
1249661	デジタル信号送出装置	阿部 剛	昭53- 3799
1252525	情報記録体の照明読み取り装置	阿部 剛	昭53- 2519
1252556	電子写真用ローラー現像装置	駒田 健弥	昭53- 4108
1253718	ねじマウント一眼レフカメラにおけるEE露出制御機構	今井 忠幸	昭53- 6437
1253731	カメラにおけるリモートフォーカス装置	白鳥 義岳, 今井 忠幸	昭53- 7067
1254661	作動制御装置	佐藤 義文, 小椋 正明	昭53- 6377
1254676	磁気記録熱転写装置	小泉 雅美, 竹本 武	昭53- 6416
1254920	複写機における原稿紙循環路の矯正装置	小林祐五郎, 山上 勉	昭53- 7719
1256180	原稿ストッカーを具備する複写機	小林祐五郎, 池田須那夫, 吉原 久雄	昭52-43305
1256186	複写機の自動分離装置のための分離補助装置	高橋 靖弘	昭53-10198
1256211	自動封函機	高岡 清	昭53- 9582
1257651	コレータ	柳川 信之	昭53- 7765
1257685	紙送り機構	村吉 靖司	昭53-14249
1257891	カートリッジテープの自動導出装置	山田 寛, 小島 賢次	昭53-10191
1257895	複写機における自動給紙装置	笠原 伸夫	昭52-43306
1257901	マイクロフィッシュ走査用移動装置	広瀬 浩	昭53-10188
1258015	小型カメラ用プログラムシャッター	白鳥 義岳, 今井 忠幸	昭53-12610
1258041	映写機に付属する簡易型プロジェクションスクリーン	小林 一城, 滝田喜久夫	昭53-12195
1258819	オフセット印刷機用水皿	金子 環, 水野 克己	昭53- 6485

登録番号	考案の名称	考案者	公告番号
1258855	記憶装置付リピートカウンター	山中 正徳, 野崎 吉雄	昭53-14098
1260127	活字ホイールの取り付け機構	横山 静男	昭53-14256
1260561	磁気転写装置	石間 利巳	昭53-15296
1262184	現像皿内の沈澱物除去装置	池田須那夫	昭53-16352
1262549	文書キャリアー	近藤 満, 三沢 利彦	昭53-15209
1262550	記録針保護装置	三沢 利彦, 近藤 満	昭53-13305
1263810	位相検出装置	近藤 満	昭53-18246
1264793	スクリーンの感光体への圧着装置	渡部 達矢, 磯中 憲治	昭53-13393
1264797	シート式録音再生装置	山川 均	昭53-17775
1264803	原稿台の案内装置	永原 康守	昭53-16908
1264992	ジャム検出装置を備えたファクシミリ等の自動給紙装置	金井 努	昭53-20170
1265973	情報カードクリップ	柳川 信之, 山下 元	昭53-17838
1266311	印字装置の磁気検出式文字位置検出装置	熊谷唯智郎	昭52- 3964
1267429	プリンターにおける活字ホイールのセレクト機構	横山 静男	昭53-21130
1267647	電子複写機の本稿供給装置	椎名 敏雄	昭53-22331
1267696	マイクロフィルムカセット収納装置	山崎 博史, 宮川 清	昭53-21956
1267945	テープ搬送装置	山田 寛, 小島 賢次	昭53-16904
1269630	複写機	橋本 秀夫, 大武 守	昭53-26980
1269645	シリアルプリンター用緩衝装置	村吉 靖司	昭53-27044
1269659	解除装置を有するカードフィード装置	真野 弘司	昭53-25554
1269683	輪転印刷機の印刷位置調整装置	鈴木 稔	昭48-26562
1269696	カード用材料の位置決め装置	磯中 憲治	昭53-22335
1269714	感光体への網スクリーン適用装置	渡部 達矢, 磯中 憲治	昭53-22336
1269736	磁気記録転写装置	竹本 武, 富岡 定靖	昭53-24268
1270056	顕微鏡用側面測定反射鏡体	小島 久	昭53-26999
1270143	カメラにおける自動露出制御装置	沖 祐之	昭53-25550
1272346	データカプセル	宮川 文宏	昭53-25546
1272901	自動給紙装置における原稿の安全装置	笠原 伸夫	昭53-26981
1272902	複写機の複写紙用カセット	鈴木 茂	昭53-25555
1272946	静電複写機の電荷消去修正装置	小泉 豊	昭53-23148
1273154	複写機	笠原 伸夫	昭53-28427
1276411	カメラにおけるフラッシュマチック装置	白鳥 義岳, 今井 忠幸	昭53-31811
1276758	ジアゾタイプ現像液の供給容器	山川 均	昭53-28432
1276761	速度補償装置	矢野 隆志, 渋谷 洋一, 神田 聡, 梅田 新	昭53-28429
1276768	シート収納装置	田中 義二, 井上 康一	昭53-29065
1276773	シート給送ローラーの接離装置	石川 忠二, 池亀 勝, 橋本 芳雄, 伊藤 実, 松本 重世	昭53-28488
1276776	原稿搬送具	持丸 英明	昭53-32011
1276777	原稿搬送具	持丸 英明	昭53-32012
1277389	乾式電子複写機の定着装置	並木 良一, 大西 一夫	昭53-32602
1277946	ジアゾ型現像装置	園田 徹朗	昭53-30288
1277978	複写機における露光ランプと排紙の異常検出装置	保坂 昌雄, 工藤 邦夫	昭53-29461

登録番号	考案の名称	考案者	公告番号
1279567	定着ローラーの圧力加減装置	里見 豊和, 小川 敏之	昭53-33567
1279767	機密マイクロフィルムの複写防止装置	山下 元	昭53-33545
1279928	包装袋	今村 昌永	昭53-32809
1282505	有線データ通信における電源供給装置	阿部 剛	昭53-32496
1282506	有線データ通信における電源供給装置	阿部 剛	昭53-32497
1283117	高圧発生変圧器用ケース	鈴木 将成, 田中 正夫	昭52-36182
1283410	エアシャフト	小玉 勝克, 佐藤茂知雄	昭53-41521
1283423	ピンクラッチ	柳川 信之	昭53-35622
1283713	乾式電子写真複写機における安全装置	梅田 新	昭53-39233
1283898	印刷機の安全開閉蓋	金子 環, 水野 克己	昭53-34961
1283914	光走査装置	不破 稜一	昭53-39485
1287492	オフセット印刷機における排紙台の揺動装置	広川 浩一	昭53-40164
1287494	被搬送体検知装置	野口 浩一	昭53-38444
1287496	複写機用ロール紙の終了検出装置	永原 康守, 太田 清高	昭53-33561
1287633	ジアゾ湿式複写機における現像後の感光紙排出補助装置	池田須那夫	昭52-53228
1289431	複写機の自動分離装置における原図保護機構	池田須那夫	昭53-49401
1289433	複写機における自動分離機構	池田須那夫, 高須 一彦	昭53-49403
1289441	複写機の不分離検知装置	池田須那夫	昭53-49404
1289448	複写機における自動分離装置	金田 徳蔵	昭53-48672
1290311	シートレコーダーのバック制御装置	加藤 三郎	昭53-48646
1290425	長尺フィルムの搬送装置	安宅 久憲	昭53-42119
1291239	カメラのフィルム面に露光されたことを確認する装置	芹川 義雄	昭53- 7712
1291347	ジアゾ複写機用絞りローラ	福島 一郎	昭51-43823
1291397	電子写真装置における圧板装置	安宅 久憲	昭53-45634
1291398	電子写真装置におけるフィルム圧板	安宅 久憲	昭53-45635
1291400	シート式録音再生機の遮蔽装置	加藤 三郎	昭53-44965
1293256	自動複写機その他におけるシート搬送装置	小林祐五郎, 山上 勉	昭53-40967
1293273	乾式電子写真複写機の定着装置	大田 栄, 坂巻 資敏	昭53-51164
1293762	文字あるいはマークの光学的読み取り装置	河 竜一	昭53-50355
1293809	複写機における原稿紙安全装置	金田 徳蔵	昭53-49402
1293814	マイクロフィッシュ挾持装置	小島 賢次	昭53-47953
1293843	複写機の露光部におけるシート案内装置	鈴木 茂	昭53-47954
1294037	ベルト搬送装置	小泉 豊	昭53-49191
1295883	カウンタの数字合わせ装置	阿部 剛	昭53-48680

●著者紹介

村山登 (むらやま のぼる)

技術本部付

昭和7年8月21日生

昭和32年東京大学工学部応用物理学科卒

昭和39年(株)リコー入社

電子機器、ファクシミリ等の開発に従事、現在に至る

番場信夫 (ばんば のぶお)

技術本部 光学技術センター

昭和23年3月22日生

昭和50年大阪市立大学大学院博士課程修了(電気)工学博士

昭和50年(株)リコー入社 現在、光デバイスの研究開発に従事

加納敏夫 (かのう としお)

技術本部 光学技術センター

昭和25年3月15日生

昭和50年千葉大学工学部写真工学科修士課程修了

昭和50年(株)リコー入社 画質に関する研究に従事、現在に至る

早川誠二 (はやかわ せいじ)

技術本部 技術企画室

昭和27年10月16日生

昭和50年千葉大学工学部工業意匠科卒

昭和50年(株)リコー入社 画質に関する研究を経て、現在技術企画担当

小椋行夫 (おぐら ゆきお)

技術本部 光学技術センター

昭和23年5月13日生

昭和46年東京理科大学理工学部物理学科卒

昭和46年(株)リコー入社 レンズ設計、複写機、マイクロリーダー等の研究開発を経て、現在集束性光伝送体(RINS)の研究開発に従事

藤井唯士 (ふじい ただし)

技術本部 第1技術部

昭和20年8月24日生

昭和45年東京理科大学工学部工業化学科修士課程修了

昭和45年(株)リコー入社 電子写真現像法、現像剤の研究開発を経て、現在、インクジェット記録材料の研究開発に従事

原和幸 (はら かずゆき)

電子技術事業部 設計部

昭和17年6月25日生

昭和43年東京理科大学理学部物理学科卒

昭和43年(株)リコー入社 電動式計加算機の開発を経て、高速ファクシミリの開発、設計を担当

近藤満 (こんどう みつる)

電子技術事業部 設計部

昭和18年8月15日生

昭和42年東京都立大学工学部電気工学科卒

昭和45年(株)リコー入社 ファクシミリの開発、設計を担当

八木芳夫 (やぎ よしお)

電子技術事業部 設計部

昭和21年6月10日生

昭和44年埼玉大学工学部電気工学科卒

昭和44年(株)リコー入社 電子機器関連業務に従事、現在に至る

山田洋輔 (やまだ ようすけ)

電子技術事業部 設計部

昭和20年10月29日生

昭和44年山梨大学工学部電子工学科卒

昭和44年(株)リコー入社 電子機器関連業務に従事、現在に至る

斎藤錦治 (さいとう きんじ)

複写機事業部 設計部

昭和2年5月29日生

昭和28年東京大学工学部精密工学科卒

昭和48年(株)リコー入社 複写機の研究実用化に従事

白井幸雄 (しらい ゆきお)

複写事業部 設計部

昭和19年1月24日生

昭和41年法政大学工学部機械工学科卒

昭和45年(株)リコー入社 マイクロ機器、工業用複写機の開発に従事

宮川文宏 (みやがわ ふみひろ)

光学事業部 光学開発部

昭和16年5月7日生

昭和41年3月芝浦工業大学工学部機械工学科卒

昭和35年3月(株)リコー入社 カメラ設計開発に従事

山口孝夫 (やまぐち たかお)

光学事業部 光学開発部

昭和24年1月23日生

昭和47年東北大学理学部物理学科卒

昭和47年(株)リコー入社 カメラ関係光学設計に従事

RICOH TECHNICAL REPORT NO. 2

昭和54年11月10日発行(年2回発行)

編集責任者/浅川俊文 発行責任者/藤沢 税 | 発行所/株式会社リコー技術本部
事務局/TEL03(775)5172(直通)担当 矢口 | 印刷所/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