

# RICOH TECHNICAL REPORT



1983 **9**

# RICOH TECHNICAL REPORT

NO.9, 1983

## ●目次●

巻頭言	光エレクトロニクスを考える.....村田 和美	1
技術論文	レーザープリンタ用f $\theta$ レンズの単玉化.....佐久間 伸夫	4
	PSD測距方式における信号光抜取精度の向上.....鈴木 敏立・高橋 彰	9
	非水溶液中のイオン性ポリマーの帯電メカニズム.....梅田 実	16
	極性制御性を有する樹脂を用いた新液体现像剤.....津布子 一男	22
	フリクションパッド分離給紙方式の余裕度解析.....高橋 靖弘	29
製品技術解説	画像編集システム RICORER 3000.....荒巻 和男・安部 大典	38
	シリアルインパクトプリンタリコー RP-1300.....松寿 鋼	46
	高性能ズームレンズ リケノンズーム 1:4 28~100mm マクロ.....藤陵 嚴達	
	川村 篤・榎本 恵治	55
	リコーサーマルペーパータイプ 120 F.....坂本 洋	64
工業所有権紹介.....		70
著者紹介.....		74

## ●CONTENTS●

PREFACE	Thinking about Opto-electronics .....	Kazumi Murata	1
TECHNICAL PAPERS	Singlet f $\theta$ Lens for Laser Printer .....	Nobuo Sakuma	4
	Improvement of Signal Light Beam Separation on PSD		
	Range Finding System .....	Toshitatsu Suzuki	9
		Akira Takahashi	
	A Mechanism of The Charge Generation of Ionic Polymer		
	in the Non-Aqueous Media .....	Minoru Umeda	16
	New Charge Controllable Resin for Liquid Toner .....	Kazuo Tsubuko	22
	Analysis of Paper Feed System with Friction Pad Separation .....	Yasuhiro Takahashi	29
PRODUCTS EXPLANATION	Image Editing System RICORER 3000 .....	Kazuo Aramaki	38
		Daisuke Abe	
	Serial Impact Printer RICOH RP-1300 .....	Koh Matsuhisa	46
	Super Performance Zoom Lens RIKENON ZOOM		
	1:4 28~100mm MACRO .....	Yoshisato Fujioka	55
		Atsushi Kawamura	
		Keiji Enomoto	
	RICOH Thermal Paper TYPE-120F .....	Hiroshi Sakamoto	64
PATENTS .....			70
AUTHORS .....			74



## ●巻頭言

# 光エレクトロニクスを考える

村田和美  
北海道大学工学部・教授

光エレクトロニクスという言葉が使われ始めてから、まだ20年ぐらしか経ってないと思うが、最近の光エレクトロニクスの発展は目覚しくブームになってきた感がある。理工系の大学では光エレクトロニクスの科目を設けて講義するところが増えてきたし、出版界では光エレクトロニクスの分野に関する書物がつぎつぎと出版されるようになってきた。学会の機関誌や学術講演会でも光エレクトロニクス関係の研究がさかんに発表されている。産業界、特に光学工業あるいは情報産業などでは、この分野の素子や応用機器が多種多様に生産されており、学会誌の広告や学会期間中の展示会でも、光エレクトロニクス関係の機器が大きな割合を占めている。私が所属している応用物理学科の卒業生に対する産業界からの求人依頼も、光学とエレクトロニクスの両方を勉強した学生、あるいは光エレクトロニクスそのもののずばりを修得した学生はいないかと言って来られることが多くなってきた。私の学生時代においては、光学は主として物理学科で教え、エレクトロニクスは主として電気工学科で教えていたので、大学を卒業後も光学をやるかエレクトロニクスをやるかにはっきり別れ、お互いに光学屋とか電気屋とか呼んで、光学屋は電子回路などに弱く、電気屋はレンズ設計など判らないのが普通であった。ところが現在ではこの事情が大きく変わり、光学とエレクトロニクスの両方に強い学生が要望されるような時代になってきた。

光エレクトロニクスという学問分野は未だ歴史が浅いのでその定義もはっきりしないところがあるが、光学とエレクトロニクスの結合した分野、または光学とエレクトロニクスの境界領域にある分野と考えられる。元来、光学とエレクトロニクスは別々に発展してきたものである。光学は物理学の重要な部門として古くから発達し、19世紀の終り頃にはすでに古典物理学としてその美しい体系を築き上げたが、今世紀に入ってから原子物理学や量子力学の発展に伴ない、原子、分子のミクロな観点に立って光と物質の相互作用が論ぜられ、分光学や光物性学などがさかんになった。第2次大戦後は情報理論の光学への適用、光学薄膜や光ファイバーなど新しい光学素子の開発、ホログラフィーの発明、新しい光源レーザーの誕生、ディジタル計算機の普及と活用などに刺激されて光学は幅広く発展してきたが、いつもエレクトロニクスの影響を強く受けていることは明らかである。一方、エレクトロニクスあるいは電子工学は電気工学から派生したもので、その歴史は浅くやと半世紀を経たところであるが、特に戦後の発展は目覚しい。現在の科学の隆盛はエレクトロニクスに支えられ、また現在の技術はエレクトロニクスで代表されると言っても過言ではなかろう。エレクトロニクスの中でも最近では光学の影響を受け、また光学との境界領域に位置付けされるものが多くなってきた。その代表的なものが光通信ですでに実用の段階に入りつつある。また半導体レーザー、発光素子、受光素子、光変調素子、光偏向素子、光変換素子、光メモリー等々多種のデバイスが開発されレーザー計測や光学情報処理にも応用されている。

以上のように過去約20年の間に、光学とエレクトロニクスは互いに強く影響し合い、有機的に結び付き、両者の間の境界領域を埋めながら、光エレクトロニクスという新しい学問技術の分野を次第に形成してきた。光エレクトロニクスの現状を概観すると、大切なものはほとんど出つくした感があるが、ここで光エレクトロニク

スの未解決の問題を探してみるのもよいと思う。そして光エレクトロニクスの谷間を埋めて行くには今後どのように考えたらいだろうか。光エレクトロニクスの将来の発展の方向はどちらを向くのか。これらの間に答えることは大変難しいが、この際に光エレクトロニクスの形成の過程をもう一度よく考えて見る必要がある。光エレクトロニクスの母体となっている光学とエレクトロニクスにはそれぞれ長所もあれば短所もある。それぞれ得意なことと不得意なことがある。そして光エレクトロニクスは、つぎの二つのうちどちらかの型に従って形成されていると思われる。

第一の型は、光学またはエレクトロニクスの何れかが不得意な問題に対し、他方がこれに代って解決しようとするものである。古くは Gabor のホログラフィーの発明がそうであった。彼は電子顕微鏡の電子レンズの球面収差は不可避であり、従って分解能にも限界があることから電子線による結像波面をホログラムに記録し、その後光波を照射して波面を再生し、光学レンズで波面の収差を補正する方法を考えた。最近の光通信も従来の電子通信の持っている限界を光波による通信で乗り越えようとするものである。光ファイバーを伝送路とする光通信システムによれば、低損失、広帯域、軽量、非電導性、無漏話などの大きな特徴を持つので、今後次第に電子通信が光通信に変わって行く情勢にある。つぎに画像処理について光学情報処理とディジタル計算機処理を比較すれば、それぞれ一長一短があるが、最近では高精度、柔軟性、操作性などに優れているディジタル処理がさかんになってきた。これらは第一の型に属する光エレクトロニクスの代表例であるが、近い将来に実現しそうなものには光 IC、光レーダー、光ディジタル計算機などがある。このほか、現在光学的またはエレクトロニクスのシステムの短所や限界を知り、光学的またはエレクトロニクスの手法に代えることにより性能を格段に向上できないかどうか。そこに光エレクトロニクスの一つの谷間がある。

光エレクトロニクスの第二の型は、光学およびエレクトロニクスの部品を、それぞれの長所が活かせる形で有機的に結合して一つのシステムを構成する場合である。私が若い頃に研究試作した写真レンズの OTF 測定機は、光学的には製作が容易で精度の高い矩形波チャートを用いて結像測光し、電気的フィルターで矩形波に含まれる基本波以外の高調波成分を除去した。その後光エレクトロニクスがさかんになると、この第二の型に属するものが非常に多く開発されている。例えば光学像の観測や光学計測に従来の眼視や写真記録していたものを、応答の速い固体光検出器、CCD アレイや撮像管などを用いて測定を実時間化したり、光学情報処理光学系の中に、光波変調、偏向素子、インコヒーレント・コヒーレント変換素子など電子的に制御される素子を挿入して所望の処理を施したり、出力像のディスプレイにレーザービームスキャナーや CRT などを使ったりしている。最近では光学情報処理系の入出力像の間で光学的にフィードバックをかける方法も試みられている。逆に従来のエレクトロニクス技術に光学素子が結合される例としては、スポットスキャナーにホログラムレンズを用いたり、音波センサーに光ファイバーを使ったり、いろいろ試みられている。今後光学とエレクトロニクスのそれぞれの特徴を活かして結合するこの第二の型の光エレクトロニクスの発展の余地はまだ多いと思う。しかしこの場合、光と電子の結合部には必ず光から電子、または電子から光への変換素子が必要となる。これらの変換素子は結局、光と物質の相互作用、光物性論によって高速、高精度、高感度、低雑音のものを開発せねばならない。光エレクトロニクス材料学と言うような分野が、一つの大きな谷間になっているのではなかろうか。

光エレクトロニクスの新しいシステムを完成するにはいつも新しい素子・材料が必要となる。そして新しい素子・材料が出来ると、それらの応用として別の新しいシステムが考え出される。光エレクトロニクスの素子・材料とシステムとは、いつも相補的に影響を与えながら、今後もますます発展して行くであろう。

技術論文

TECHNICAL PAPERS

# レーザープリンタ用 $f\theta$ レンズの単玉化

Singlet  $f\theta$  Lens for Laserprinter

佐久間伸夫\*

Nobuo Sakuma

## 要 旨

レーザープリンタ用光学系の、コンパクト化、特に高さの低減を目的として、等速度走査用のレンズすなわち、 $f\theta$  レンズを単玉化することを試みた。

その結果、単玉  $f\theta$  レンズの問題点である、サジタル像面彎曲過大は、回転多面鏡の面倒れ補正光学系との組合せを適切化することにより、改善できることがわかった。この考え方に沿って設計した単玉  $f\theta$  レンズと補正光学系とから成るシステムは、複数枚構成の  $f\theta$  レンズと、同等の光学性能があることが明らかになり、横幅・高さ・厚さが、 $95 \times 20 \times 12\text{mm}$  の、短冊状単玉  $f\theta$  レンズを、実用化することができた。

## ABSTRACT

A compact singlet  $f\theta$  lens has been developed in order to achieve the linearized scan for laser printers.

The singlet  $f\theta$  lens frequently causes a large sagittal field curvature. This disadvantage was corrected by skillful combination of the singlet  $f\theta$  lens with an optical compensation system for the cross-scan error.

This combination resulted in comparable optical performance to that of the conventional multiplet  $f\theta$  lens.

The compact rectangular singlet  $f\theta$  lens of 95mm in width, 20mm in height and 12mm in thickness has been put into practical use.

## 1 はじめに

近年、ワードプロセッサをはじめとする OA 機器の出力機としての、レーザープリンタの用途が拡大してきている<sup>1)</sup>。この分野に適したテーブルトップ型のレーザープリンタにおいては、レーザー光学系のコンパクト化、特にその高さを低くすることが、重要な課題である。

レーザー光学系は概略、図 1 のような構成をもち、偏向装置である回転多面鏡を境にした 2 つの部分に大別される。回転多面鏡より前の部分（レーザー側）は、レーザービームの発生・強度変調・ビーム整形などの役割をもっている。He-Ne レーザー使用の場合のこの部分の大きさは、ビームの伝播方向に 1 m 程度必要であるが、これに直交する方向では、レーザー管径（ $\sim \phi 40$ ）程度の大きさがあれば充分である。そのためこの部分は、光

路の折畳みや這い廻しによるコンパクト化が比較的容易であり、また半導体レーザーを使用すれば、さらに効果的なコンパクト化が可能になる。一方、回転多面鏡以後の部分（走査面側）は、レーザービームの偏向・走査・絞り込みなどの役割をもち、偏向点をかなめとし、書込

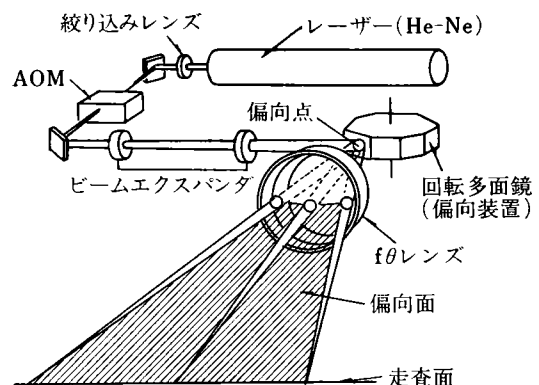


図 1 レーザープリンタの光学系

\* 技術本部 光技術開発部  
Optics Technology Development Department, Technology Division



幅を含む扇状空間が必要である。この部分にある平面走査用レンズ ( $f\theta$  レンズ) は、等速度走査性 ( $f\theta$  特性と呼ぶ) や像面彎曲の要求性能を満たす必要から、従来は複数枚レンズ構成が、一般的に使用されていた。そのため、構成レンズ間の組合せに高精度を必要とし、直径 100mm 程度の円筒鏡枠への収納が必須であった。従って偏向方向ばかりでなく、これに直交する高さ方向も、大きくならざるをえなかった。このことが、レーザー光学系のコンパクト化、特に高さの低減にとって、大きな障害となっていた。

そこで筆者は、組合せ精度が不要となる 1 枚構成の  $f\theta$  レンズ (単玉  $f\theta$  レンズ) について、その光学性能の解析を行なってみた。

その結果、偏向角が  $\pm 21^\circ$  程度 (12 面体回転多面鏡による偏向角に対応) になると、サジタル像面彎曲が増大するため、単玉  $f\theta$  レンズの使用は、難かしくなることが明らかになった。そこでこの像面彎曲を減少させる方法を検討した結果、回転多面鏡の面倒れを補正するための光学系 (面倒れ補正光学系) を選択し、単玉  $f\theta$  レンズとの組合せを適切化することにより、サジタル像面彎曲を大幅に改善できることがわかった。

この方法に従った結果、短柵状の単玉  $f\theta$  レンズが可能になり、レーザープリンタ光学系の高さを大幅に低くすることができた。

本報告では、単玉  $f\theta$  レンズを実用化した過程と、その結果について述べる。

## 2 単玉 $f\theta$ レンズの可能性

### 2-1 単玉 $f\theta$ レンズの光学的特性

球面より成る単レンズの焦点距離  $f$  は、両面の曲率半径  $R_1, R_2$  とその間隔 (中心肉厚)  $d$ 、媒質の屈折率  $n$  によって決定される。また、これに入射瞳位置  $t$  と入射瞳径  $D$  が加われば、全ての収差が一義的に定まる。(図 2)

ところで、レーザープリンタ用の  $f\theta$  レンズは、 $F/100$  程度で使用されるため、球面収差はあまり問題とならず<sup>2)</sup>、走査位置ずれに直接関係する  $f\theta$  特性と、走査スポット径の変動をもたらし像面彎曲が、重要な評価尺度と

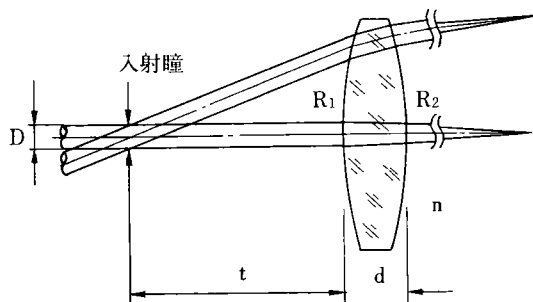


図 2 単レンズの構成

なる。ここでは単玉  $f\theta$  レンズの可能性をみるために、表 1 に示す仕様に従って、 $f\theta$  特性と像面彎曲を計算する。

表 1 単玉  $f\theta$  レンズの計算条件

項 目	仕 様	備 考
解 像 点 数	300dots/inch	
有効走査幅	$L_e=220\text{mm}$	210mm (A4 短辺) + 10mm
偏 向 器 (回転多面鏡)	面数: $N=12$	有効走査期間率: $\alpha=70\%$
有効偏向角	$\theta_e=\pm 21^\circ$	$\pm 3.6(\alpha/N)^\circ$
$f\theta$ レンズの 焦 点 距 離	$f=300\text{mm}$	$\frac{L_e/2}{\pi\theta_e/180}$

焦点距離  $f=300\text{mm}$  の単玉  $f\theta$  レンズの有効偏向角  $\theta_e=21^\circ$  における、 $f\theta$  特性と像面彎曲は、それぞれ、図 3, 4 のようになる。ここで、肉厚は収差に与える影響が小さいため、 $d=10\text{mm}$  に固定し、屈折率は  $n=1.6, 1.8$  について計算してある。また入射瞳位置  $t$  は、 $f\theta$  特性と像面彎曲に与える影響が大きいため、各  $R_1/f$  について、繰返し計算により最適値を求めている。(  $R_2$  は自動的に定まる。) 図 4 におけるメリディオナル像面 (以後 M 像面と略記する) とは、偏向面内の光束によって作られる像面であり、これに直交する断面内の光束によって作られる像面が、サジタル像面 (以後 S 像面と略記する) である。

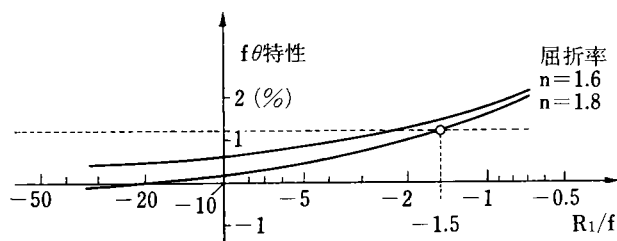


図 3 単玉  $f\theta$  レンズの  $f\theta$  特性 ( $f=300\text{mm}$ ,  $\theta_e=21^\circ$ ,  $R_1$ : 第 1 面の曲率半径)

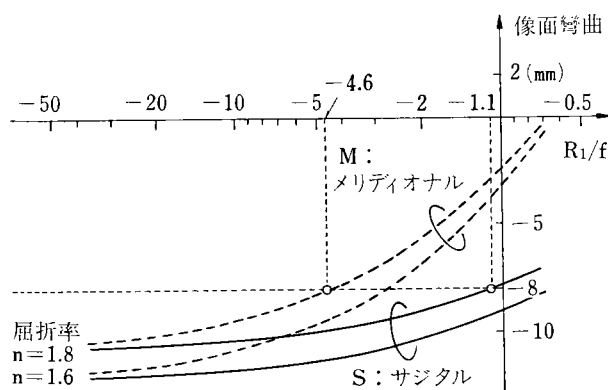


図 4 単玉  $f\theta$  レンズの像面彎曲 ( $f=300\text{mm}$ ,  $\theta_e=21^\circ$ ,  $R_1$ : 第 1 面の曲率半径)

## 2-2 単玉 $f\theta$ レンズの性能の限界

図3, 4によって単玉  $f\theta$  レンズを評価するためには,  $f\theta$  特性と像面彎曲の, 許容限界値を知る必要がある。

まず,  $f\theta$  特性の許容限界値は, 記録画像上での画像歪みの許容量により決定される。表1の場合, 有効走査幅の終端でのこの量は,  $\pm 0.7\text{ mm}$  程度である。従って, この場合の  $f\theta$  特性の許容限界値は,  $\pm 0.7 \div (220/2) \times 100 = \pm 0.64$  (幅は1.2%程度) となる。

次に像面彎曲の許容限界値は, 走査スポット径の変動の許容量により決定される。ところで, 絞り込まれたレーザービームが最も細くなる部分 (ビームウェスト; 半径  $w_0$ ) から,  $z$  だけ離れた位置における, ビーム半径  $w(z)$  は(1)式により与えられる<sup>3)</sup>。従って,  $w_0$  に対して径が  $\alpha\%$  増加する位置は, (2)式により求められる。

$$w(z) = w_0 \sqrt{1 + (\lambda z / \pi w_0^2)^2} \quad (1)$$

$$z = \pm (\pi w_0^2 / \lambda) \sqrt{0.01\alpha(0.01\alpha + 2)} \quad (2)$$

ここに  $\lambda$  は, 使用するレーザーの波長である。

表1の場合, 線密度 300 dots/inch であるから, 必要なスポット直径 ( $2w_0$ ) は  $100\text{ }\mu\text{m}$  程度で, その変動許容は5%程度であるから,  $z = \pm 4\text{ mm}$  (幅は8mm) となる。(但し  $\lambda = 632.8\text{ nm}$ ) 以上をまとめると,

$$|f\theta \text{ 特性}| \leq 1.2\%$$

$$|\text{像面彎曲}| \leq 8\text{ mm}$$

となる。図3, 4からこの条件を満たす  $R_1/f$  の範囲を求めると,  $f\theta$  特性については  $R_1/f \leq -1.5$ , M 像面彎曲については  $R_1/f \geq -4.6$ , S 像面彎曲については  $R_1/f \geq -1.1$  となる。したがって  $f\theta$  特性と M 像面彎曲については,

$$-4.6 \leq R_1/f \leq -1.5$$

なる共通範囲が存在する。しかしこのときの S 像面彎曲は  $-8\text{ mm}$  を越えてしまうため, このままでは表1の仕様に対して単玉  $f\theta$  レンズを使用することはできない<sup>5), 6)</sup>。

## 3 補正光学系との組合せによる, S 像面彎曲の改善

回転多面鏡の各面の, 回転軸に対する倒れにより, 走査線のピッチムラが生じるが, これを光学的に補正するものが, (面倒れ) 補正光学系である。表1の仕様で, 補正光学系を用いない場合, 回転多面鏡の隣接面倒れを, 3秒程度までに押える必要があり<sup>7)</sup>, 回転軸自身の振れや, その経時変化なども考慮すると, 補正光学系はぜひ必要となる。この補正光学系と組合せることにより, 単玉  $f\theta$  レンズの S 像面彎曲過大が, 改善できれば都合がよい。

そこで,  $f\theta$  レンズと走査面との間に, シリンドリカルレンズ (以後 CYL と略記する) を配置する方式 (post  $f\theta$  型補正光学系とよぶ) が, この目的にかなうかどうか

検討する。

### 3-1 post $f\theta$ 型補正光学系の解析

post  $f\theta$  型配置においては, CYL の置かれる位置により S 像面彎曲が変動する。その様子を詳しく知るためには, CYL に斜入射するサジタル光束の振舞を知る必要がある。図5に示すように, 屈折率  $n_c$  の媒質から成る CYL に対して, 細いサジタル光束が垂直入射するときの焦点距離を  $f_c$  とする。このとき, 垂直断面に対して

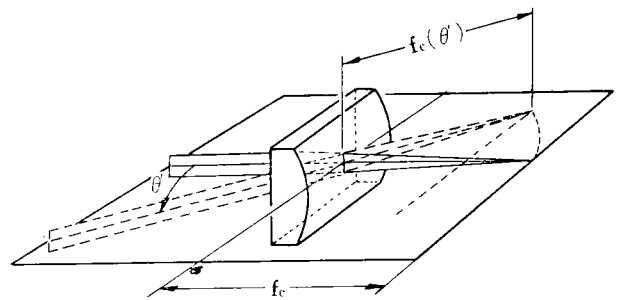


図5 CYL へのサジタル光束の斜入射 (CYL の屈折率は  $n_c$ )

角度  $\theta'$  で斜入射する, サジタル光束に沿う焦点距離  $f_c(\theta')$  を求める。3次元光線の屈折式<sup>8)</sup>を用い, サジタル光束の対称性を考慮すれば  $f_c(\theta')$  は次式で求められる。

$$f_c(\theta') = \frac{n_c - 1}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta' - \cos \theta'}} \cdot f_c \quad (3)$$

そこで, 図6, に示す post  $f\theta$  型補正光学系の配置に, 垂直入射時の焦点距離  $f_c$  の CYL を用いる場合の解析をする。 $f\theta$  レンズの射出瞳 (偏向点の  $f\theta$  レンズによる虚像) と走査面との距離を  $l_\theta$  とし, CYL と走査面との距離を  $S_0$ , またこのときの S 像面彎曲を  $\Delta S_\theta$  とすると, (4), (5)に示す結像関係が成り立つ。

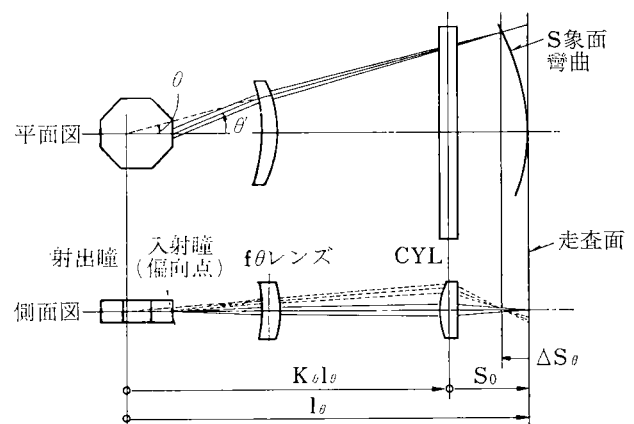


図6 post  $f\theta$  型補正光学系の配置



$$\frac{1}{f_c} = \frac{1}{S_o} + \frac{1}{l_\theta - S_o} \quad (4)$$

$$\frac{1}{f_c(\theta') \cos \theta'} = \frac{1}{S_o + \Delta S_\theta} + \frac{1}{l_\theta - S_o} \quad (5)$$

ここで、 $\theta=0^\circ$  のときの  $l_\theta$  を  $l_o$  として、 $k_o = 1 - (S_o/l_o)$ 、 $k_\theta = 1 - (S_o/l_\theta)$  とおけば、 $\Delta S_\theta$  は次式で求められる。

$$\Delta S_\theta = \left\{ \frac{1}{k_o \cos \theta' \cdot \frac{f_c}{f_c(\theta')} - \frac{1}{k_\theta} + 1} - 1 \right\} S_o \quad (6)$$

ここで求められた S 像面彎曲  $\Delta S_\theta$  は、2-1 の場合のように、平行なサジタル光束が  $f_\theta$  レンズに入射するときとは異なったものとなり、CYL の位置  $S_o$  によって変化する。

### 3-2 単玉 $f_\theta$ レンズと post $f_\theta$ 型との組合せ

$f_\theta$  特性と M 像面彎曲に関して、表 1 の仕様を満たす  $R_1/f$  の範囲 ( $-4.6 \leq R_1/f \leq -1.5$ ) にある、単玉  $f_\theta$  レンズについて、光線追跡計算を行なって、 $l_o$ 、 $l_\theta$ 、 $\theta'$  を求める。 $R_1/f = -3.3$ 、 $-1.7$  についての計算結果は、表 2 のようになる。

表 2 単玉  $f_\theta$  レンズの  $l_o$ 、 $l_\theta$ 、 $\theta'$  (計算例)

偏向角 $\theta(^{\circ})$	0.	5.25	10.5	15.75	21.	
$R_1/f$ = -3.3	$\theta' (^{\circ})$	0.	3.2687	6.4997	9.6546	12.6931
	$l_{\theta}(\text{mm})$	479.59	481.53	483.39	486.61	491.35
$R_1/f$ = -1.7	$\theta' (^{\circ})$	0.	3.4587	6.8905	10.2680	13.5638
	$l_{\theta}(\text{mm})$	452.16	455.17	456.35	458.38	461.33

(但し、 $f = 300\text{mm}$ 、 $n = 1.8$ )

また表 2、の値のうち、偏向角  $\theta = 21^\circ$  について、(6) 式を計算した結果が図 7 である。

図 7 より、 $R_1/f = -3.3$  の場合は、 $S_o \leq 126\text{mm}$  のとき、また  $R_1/f = -1.7$  の場合は  $S_o \leq 116\text{mm}$  のときに、像面彎曲の許容限界  $8\text{mm}$  を満たすことがわかる。

図 8 は CYL の位置を変えて、 $S_o$  を変化させたときの S 像面彎曲の様子を全偏向角について示したものである。これにより、 $S_o \leq 50\text{mm}$  程度に CYL を設置すれば、単玉  $f_\theta$  レンズのみの場合に比べて、S 像面彎曲を大幅に改善できることがわかる。

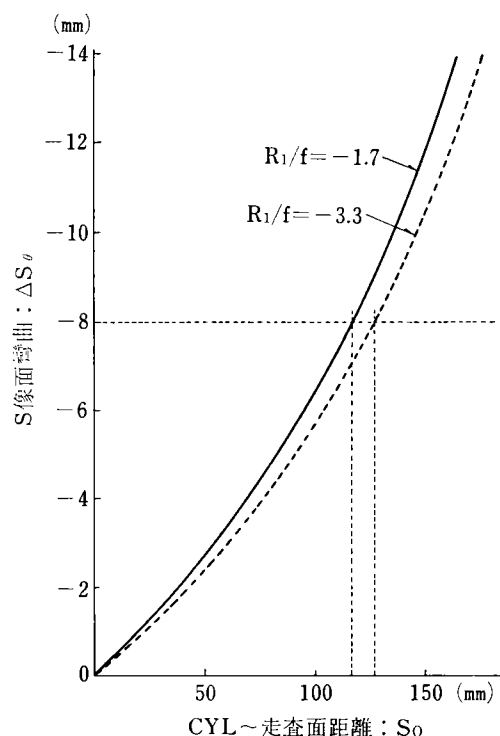
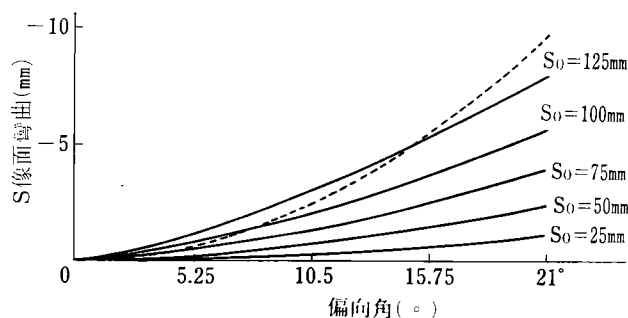
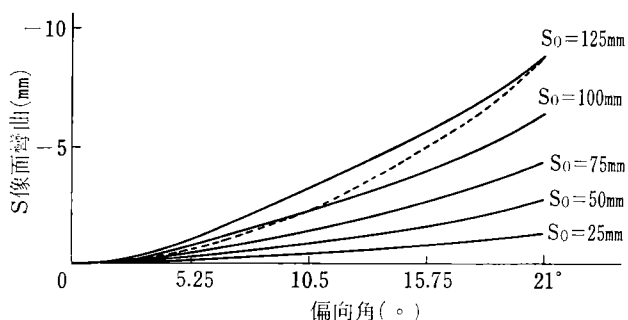


図 7 CYL の位置と S 像面彎曲の関係 ( $f_\theta$  レンズ焦点距離:  $f = 300$ ; 偏向角:  $\theta = 21^\circ$ ; CYL 屈折率:  $n = 1.52$ )



(a)  $R_1/f = -3.3$  のとき



(b)  $R_1/f = -1.7$  のとき

図 8 CYL の位置による S 像面彎曲の変化 ( $f_\theta$  レンズの焦点距離:  $f = 300$ ; CYL の屈折率:  $n = 1.52$ , ----- は単玉  $f_\theta$  レンズのみのとき S 像面彎曲)

## 4 設 計 例

テーブルトップ型レーザープリンタ用に設計した、単玉  $f\theta$  レンズと、補正光学系の概略配置を図9に示す。またこの系の  $f\theta$  特性と像面彎曲を表3に、レンズの外観写真を図10に示す。

以上示したように、テーブルトップ型レーザープリンタにおける、単玉  $f\theta$  レンズの使用が可能になった。また単玉化に伴い、短柵化が容易になり、走査方向のレンズ径 95 mm に対し、高さは 20 mm となり、大幅な高さの低減が可能になった。

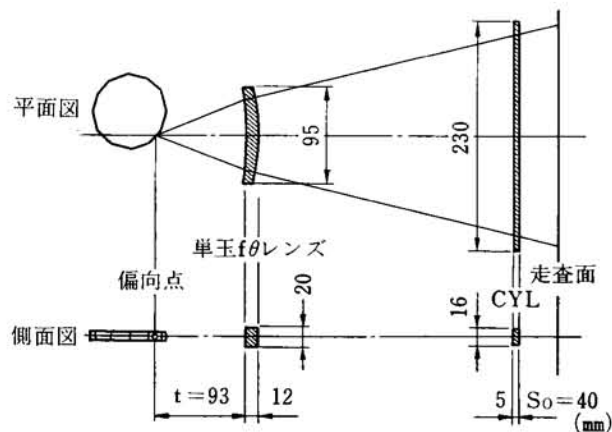


図9 テーブルトップ型レーザープリンタの光学系配置  
(単玉  $f\theta$  レンズの使用例)

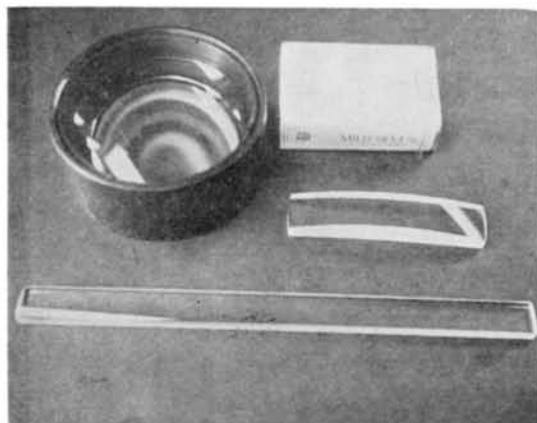


図10 単玉  $f\theta$  レンズとシリンドリカルレンズの外観  
(左上は従来使用されていた複数枚構成の  $f\theta$  レンズである)

表3 設計例の光学特性

偏向角 $\theta(^{\circ})$		0.	5.25	10.5	15.25	21.
$f\theta$ 特性 (%)		0.	0.070	0.276	0.613	1.075
像面彎曲 (mm)	S	0.	-0.133	-0.525	-1.157	-1.999
	M	0.	-0.356	-1.404	-3.082	-5.306

## 5 お わ り に

レーザープリンタに使用される  $f\theta$  レンズを、単玉化する理由とその問題点、post  $f\theta$  型補正光学系との組合せにより、 $f\theta$  レンズの単玉化が可能になった過程と、その結果について述べた。ここに紹介した方法にしたがって設計した  $f\theta$  単玉レンズは、肉厚や偏心の公差が、従来の複数枚構成の  $f\theta$  レンズに比べて、一桁程度ゆくなり、また硝材も、短柵状のプレス材の使用が可能である。したがってコストダウンの期待も大きく、今後LDやホロスキャナーなどと組合せて<sup>9)</sup>、コンパクト・レーザープリンタに、広く使用されるものと思われる。

おわりにあたり、本研究に対する御協力をいただいた、関係各位に対し、深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 藤井、河津：光学技術コンタクト；20, 9, 28 (1982)
- 2) 箕浦、他：光学；10, 5, 348 (1981)
- 3) H. Kogelnic, et. al. : Applied Optics; 5, 10, 1550 (1966)
- 4) L. B. Brown : SPIE; 299, 124 (1981)
- 5) 丸山、石井：特開昭55-7727
- 6) 丸山、石井：光学；11, 5, 507 (1982)
- 7) 種田、他：NHK技術研究；27, 20 (1975)
- 8) 久保田広：“光学”第I編 第1章 岩波書店 (1964)
- 9) H. Funato : Proceedings of SPIE; 390, (to be published, 1983)

# PSD測距方式における信号光抜取精度の向上

Improvement of Signal Light Beam Separation on PSD Range Finding System

鈴木敏立\*

Toshitatsu Suzuki

高橋 彰\*\*

Akira Takahashi

## 要 旨

PSD (Position Sensitive Device) を使用した自動焦点カメラにおいて、反射光束投射による測距方式が、近距離精度にすぐれている点を確認し、信号検出回路が分離可能になる値にまで外来光を減衰させるフィルタ設計条件を見出し、信号光抜取り精度を高めるためのメモリー電流補償回路を導入した。

この結果、測距精度を  $F 3.2$ ,  $f=35 \text{ mm}$  の撮影レンズで被写界深度の 58% 以内に収めることができた。

## ABSTRACT

Concerning to the range-finding system by the active focus detection using position sensitive device for camera, the present system was verified for its excellent accuracy for the measurement of short distances.

Also found out was the filter specification to reduce the surrounding light noise to detection level of the comparator circuits.

In addition a new circuit was introduced to memorize the noise currents to achieve good separation of signal light beam.

## 1 は じ め に

現在 AF (自動焦点) カメラに採用されている測距方式には、被写体の輝度による受動型 (パッシブ) 方式と、カメラから赤外光を投射し、被写体の反射光を三角測量方式により測距をする能動型 (アクティブ) 方式とがある<sup>(1)</sup>。後者は、被写体輝度に依存せず、低コントラストでも測距精度がすぐれている点で重要視されてきている。

このアクティブ方式のうち、検出素子として PSD<sup>(2)(3)(4)</sup>を用いると、可動部がなく、近距離での分解能が高いシステムが実現でき、コンパクトカメラの AF 化に最適である。

しかし、アクティブ方式の最大の欠点は、投射信号光が弱いため、周辺外来 (ノイズ) 光の影響が無視できないことである。特に PSD は感度も高く、受光面積も広い ( $1 \times 3 \text{ mm}^2$ ) ため、その分離技術が課題となる。遠距離

被写体では、信号光が弱まって、S/N が小さくなり、大きな誤差を招くが、一方、ストロボ撮影の状況下では、ノイズ光はほとんど無視できる。普通カメラはこのような大幅な撮影条件の変動に対して安定した測距精度が要求される。

筆者らは、まず、PSD を使用した場合の光学系相関位置精度の測距への影響を調べ、その測距特性を確認した。次に、信号分離回路の抜取り特性から、外来光、とくに太陽光減衰のためのフィルタを設計し、このフィルタを透した外来光だけをメモリして信号光を分離、外来光  $L_v 0 \sim L_v 15$  の範囲で測距誤差を最小にする回路を見出したので報告する。

## 2 PSD を用いた測距の基本回路

PSD の基本的な構造を図 1 に示す。これは表面が高抵抗シリコン基板に拡散により形成された、高 P 型抵抗層よりなり、表面の一部に光が入射した場合、PN 接合部において光起電効果によって電荷が発生し、これが分流して、P 型抵抗層の両端に設けられた電極から取り出される。PSD 長を  $c$ 、全表面抵抗を  $R_s$ 、PSD の中心か

\* 電子技術開発センター 設計部

Design Department, Electronics Development Center

\*\* 光学事業部 光学設計部

Photo Products Development Department, Photo Products Division

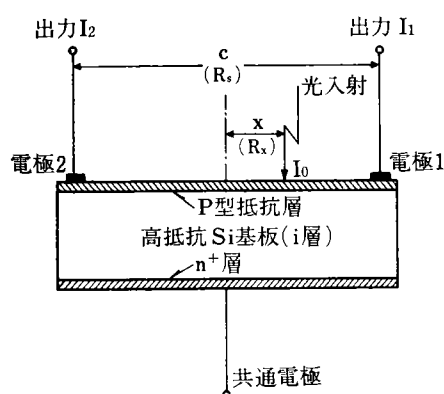


図1 PSD断面構造

ら入射光スポットの重心位置までの距離を  $x$ ，その間の面抵抗を  $R_x$  生成された光電流を  $I_0$  とすれば，2つの電極から出される電流  $I_1, I_2$  は次式で示される。

$$I_0 = I_1 + I_2 \quad (1)$$

$$I_1 = I_0(R_s/2 - R_x)/R_s \quad (2)$$

$$I_2 = I_0(R_s/2 + R_x)/R_s \quad (3)$$

抵抗層の抵抗分布が均一なら抵抗値  $R_x$  は，長さ  $x$  に比例し，(2)，(3)式は，

$$I_1 = I_0(c/2 - x)/c \quad (4)$$

$$I_2 = I_0(c/2 + x)/c \quad (5)$$

と置き換えられる。

測距光学系として図2を考えてみる。被写体に当たったビーム光は受光レンズを通して，PSDに結像される。このとき，被写体距離を  $l$ ，基線長を  $B$ ，投光レンズの焦点距離を  $h$  とすると，スポット光の中心からのズレ量  $x$  は，

$$x = B \cdot h / l \quad (0 \leq x \leq c/2) \quad (6)$$

で表わされ，(4)，(5)式は，(6)式を用いて次の様に置き換えられる。

$$I_1 = I_0(c/2 - B \cdot h / l) / c \quad (7)$$

$$I_2 = I_0(c/2 + B \cdot h / l) / c \quad (8)$$

$I_1, I_2$  の比  $a$  を求めると，

$$a = I_2 / I_1 = (c \cdot l + 2B \cdot h) / (c \cdot l - 2B \cdot h) \\ = 1 + \frac{4Bh}{cl - 2Bh} \quad (9)$$

又，(9)式を書き換えると

$$l = \frac{a+1}{a-1} \cdot \frac{2Bh}{c} \quad (10)$$

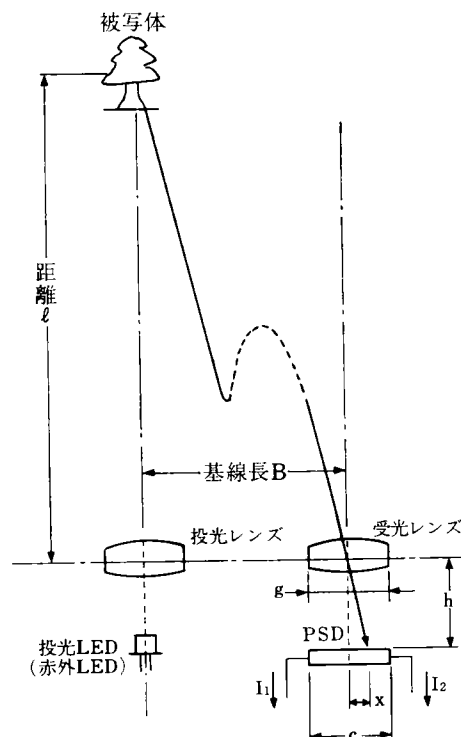


図2 測距光学系

カメラとして使用することを考えて， $c = 3 \pm 0.05 \text{ mm}$ ， $h = 22 \pm 0.1 \text{ mm}$ ， $B = 38 \pm 0.1 \text{ mm}$  とすれば，(10)式より

$$l = \frac{a+1}{a-1} (557 \pm 2.5\%)$$

となり，カメラに使用される一般的な組立精度で十分測距精度が確保できることを示している。

図3には，図2の測距光学系において，反射光のPSD面上でのスポット光径を  $\phi 0.6 \text{ mm}$  としたときの反射光電流  $I_1$  と  $I_2$  より求めた  $a$  の実測値を示す。これによると計算値と実測値が，非常によく一致しており，この測距光学系で充分実用に耐えることが確かめられた。又，近距離になるにしたがって，特性カーブの傾きが小さくなっていることは，PSDを用いた三角測距方式が，基本的に撮影レンズの深度が浅くなる近距離で高い測距能力をもつことを表わしている。

また，このほかに考慮すべき光学系誤差要因としては(1)投光ビームの角度ズレ，(2)PSDの左右方向ズレ，(3)PSDの回転方向ズレがある。これらの影響について，測距特性のシミュレーションをおこなった結果を，図4，5，6に示す。上記誤差要因の内，(2)，(3)については，一般的なカメラの調整で十分精度が確保できることが示されているが，(1)の投光ビームの角度ズレについては，測距に与える影響が大きく， $\pm 0.1^\circ$  以内に調整する必要のあることがわかった。

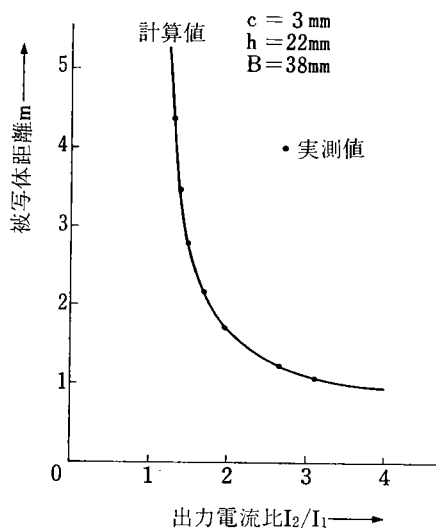


図 3 PSD における出力電流比

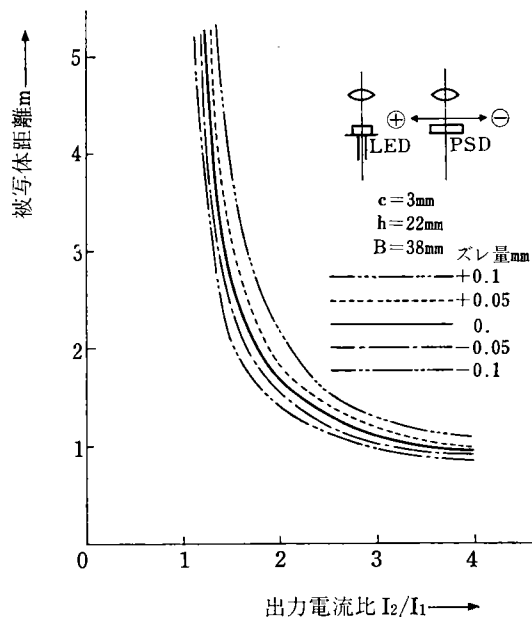


図 5 PSD 左右方向のズレによる誤差

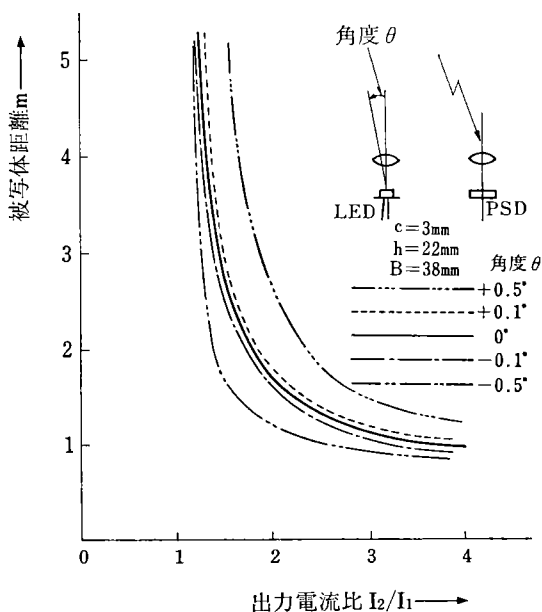


図 4 投光ビーム角のズレによる誤差

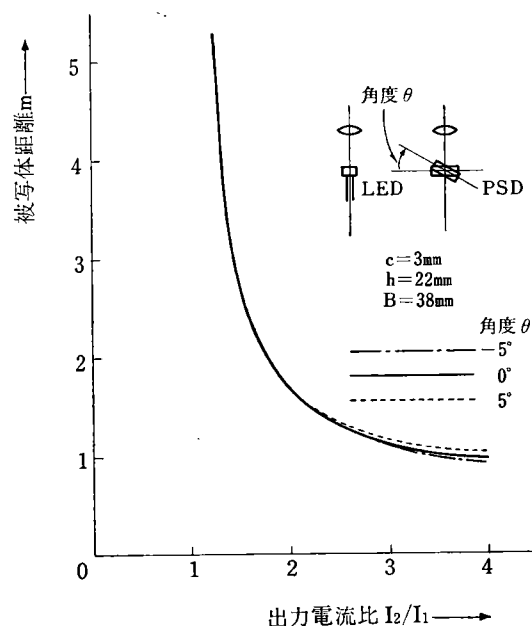


図 6 PSD 回転による誤差

### 3 測距系の考察

#### 3-1 基本回路

信号処理の方法は種々あるが、筆者らは、外来光をメモリすることにより投射光を分離する方法を採った。必要な光出力は PSD の両電流出力の比である。

これは、図7のような信号処理回路を構成することによって、次式に示す様に両電流出力の対数の差として得られ、広いダイナミックレンジを確保できる。

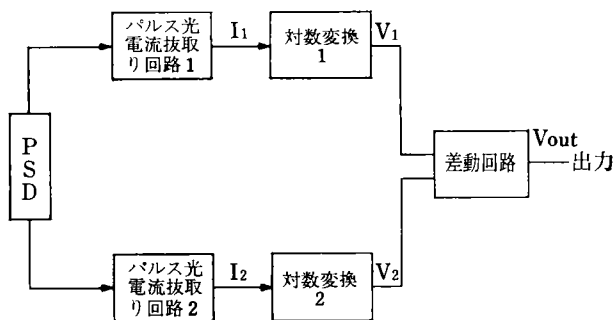


図 7 信号処理回路

$$V_1 = K \ln I_1 \quad (11)$$

$$V_2 = K \ln I_2 \quad (12)$$

$$V_{out} = V_2 - V_1 = K \ln(I_2/I_1) \quad (13)$$

パルス光電流抜き取り回路の等価回路を図8に示す。定

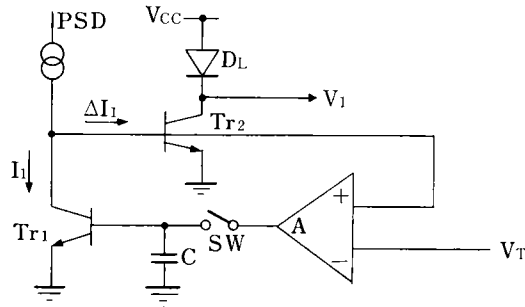


図8 光電流抜き取り回路

常状態において、PSDからの外来光電流を  $I_1$  とすると  $I_1$  はトランジスタ  $Tr_1$  に流れ、 $Tr_1$  のベース電位  $V_{BE1}$  はコレクタ電流  $I_1$  に対し、次式で示される<sup>(5)</sup>。

$$V_{BE1} = \frac{KT}{q} \cdot \ln(I_1/I_s) \quad (14)$$

ここで、 $K$ ：ボルツマン定数、 $T$ ：絶対温度、 $q$ ：電子の電荷、 $I_s$ ：逆方向飽和電流である。

メモリコンデンサ  $C$  には  $V_{BE1}$  に相当する電荷が蓄積し、この状態で、スイッチ  $SW$  を開くと同時に、投光 LED をパルスの発光させる。この LED によるパルス光電流  $\Delta I_1$  が、定常的に流れている外来光電流  $I_1$  に重畳されると、 $Tr_1$  は  $V_{BE1}$  がメモリコンデンサ  $C$  によって固定されているため、 $I_1$  以上の電流は流れず、 $\Delta I_1$  はトランジスタ  $Tr_2$  のベースに流れ込み分離される。この  $\Delta I_1$  は  $Tr_2$  により  $h_{FE} \cdot \Delta I_1$  ( $h_{FE}$ ：トランジスタの電流増幅率) に増幅され、対数変換ダイオード  $DL$  によって、対数圧縮された出力となる。この関係は次式で示される。通常  $h_{FE}$  は 100~200 程度である。

$$V_1 = V_{cc} - \frac{KT}{q} \cdot \ln(h_{FE} \cdot \Delta I_1 / I_s) \quad (15)$$

もう一方の出力を  $V_2$  とすれば、

$$V_2 = V_{cc} - \frac{KT}{q} \cdot \ln(h_{FE} \cdot I_1 / I_s) \quad (16)$$

これらを差動増幅器に入力すると

$$V_{out} = V_2 - V_1 = \frac{KT}{q} \cdot C \cdot \ln h_{FE} \cdot \Delta I_1 / I_s + \ln h_{FE} \cdot \Delta I_1 / I_s = -\frac{KT}{q} \cdot \ln(\Delta I_2 / \Delta I_1) \quad (17)$$

すなわち、図8の回路構成によって(13式と等価な、信号電流の比が出力として得られる。

この回路構成で問題となったのは、 $Tr_1$  のアーリー電圧によってパルス抜き取り電流値が影響を受けることである。一般的にトランジスタのコレクタ電流は、 $V_{BE}$  が一定の場合、定電流特性を示すものとして扱うが、厳密には図9に示すようにコレクタ電位の増減により、電流も変化する。図8の回路でパルス光電流によって  $Tr_1$  のコレクタ電圧 ( $Tr_2$  のベース電圧) は、 $V_T$  から、コレクタ電流  $h_{FE} \cdot \Delta I_1$  に相当する  $V_{BE}$  ( $Tr_2$  のベース電位) まで電位が上昇し、 $Tr_1$  のコレクタ電流は  $I_1$  から  $I_1 + \Delta I_{EA}$  ( $\Delta I_{EA}$  は図9に示すアーリー電圧による電流変化

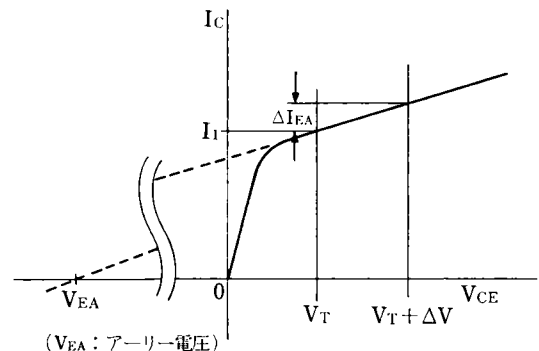


図9 アーリー電圧

分)に変化する。 $V_{EA}$  をアーリー電圧、 $\Delta I_{EA}$  ( $\Delta V$ ) をアーリー電圧による  $Tr_1$  のコレクタ電流 (電圧) の増加分、 $I_g$  を  $V_{BE1}$  が  $V_T$  のときの  $Tr_2$  に流れるコレクタ電流とすれば<sup>(6)(7)</sup>、

$$I_1 \cdot \Delta V = (V_T - V_{EA}) \cdot \Delta I_{EA} \quad (18)$$

$$\Delta V = \frac{KT}{q} \ln \left[ \frac{h_{FE}(\Delta I_1 - \Delta I_{EA}) + I_g}{I_s} \right] - \frac{KT}{q} \ln(I_g/I_s) = \frac{KT}{q} \ln \left[ \frac{h_{FE}(\Delta I_1 - \Delta I_{EA}) + I_g}{I_g} \right] \quad (19)$$

(18, (19式より、数値計算によって変化分  $\Delta I_{EA}$  を求めてみる。仮に  $h_{FE}=100$ ,  $\Delta I_1=10$  nA,  $I_g=100$  nA,  $V_T=0.5$  V とすれば、外光電流  $I_1$  が

$$I_1 = 1 \mu A \text{ のとき } \Delta I_{EA} = 0.6 \text{ nA}$$

$$I_1 = 2 \mu A \quad \Delta I_{EA} = 1.2 \text{ nA}$$

$$I_1 = 4 \mu A \quad \Delta I_{EA} = 2.3 \text{ nA}$$

となり、外光電流  $I_1$  が大きくなるにしたがって無視できなくなる。この影響による測距特性の変化を図10に示す。これらのことより、図8の光電流抜き取り回路におけ

る抜取り性能は、外来光電流と誤差電流の比で言えば、PSD の片側に流れる外来光電流が  $I_1/2$  になることから 850:1 程度になることがわかる。したがって、電気的分離をおこなう場合の前提として、誤差電流を信号電流と同程度まで許すとすれば、光学フィルターで、まず、850 倍以上に外来光を減衰して信号光を抽出しなければならないことがわかった。

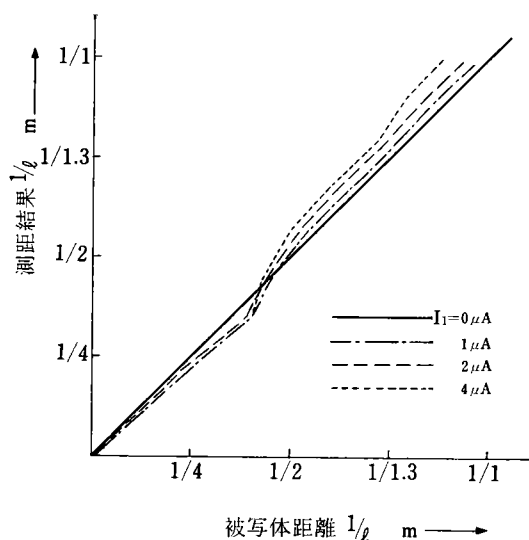


図 10 外来光電流の違いによる相対測距特性 (計算値)

### 3-2 外来除去フィルター

図 2 において、投受光レンズの口径を  $g$ 、焦点距離を  $h$ 、LED の発光出力を  $P_0$  とすれば、投光ビームのエネルギー  $A$  は、LED に指向性がないとすると、次式であらわされる<sup>(8)</sup>。

$$A = P_0 \frac{\pi(g/2)^2}{2\pi h^2} \quad (20)$$

又、受光レンズを通して PSD の受光面に与えるエネルギー  $B$  は、被写体までの距離を  $l$ 、反射率を  $R$  とすれば、次式の様になる<sup>(8)</sup>。

$$B = A \cdot R \cdot \frac{\pi(g/2)^2}{2\pi l^2} = P_0 \frac{Rg^4}{64h^2l^2} \quad (21)$$

したがって、PSD の反射光電流  $4I_0$  は、PSD の投射感度を  $S_p$  とすると

$$4I_0 = B \cdot S_p \quad (22)$$

今、仮に、 $g=12\text{ mm}$ 、 $h=22\text{ mm}$ 、 $R=0.9$ 、 $P_0=120\text{ mW}$  の条件であるとすれば、3 m における PSD の入力エネルギー  $B$  は、

$$B = 120 \times 6.7 \times 10^{-8} \text{ mW} \approx 8 \times 10^{-6} \text{ mW}$$

と約 140 db 減衰し、PSD 光電流  $4I_1$  は、 $S_p=0.6\text{ A/W}$  とすると、 $4I_1=4.8\text{ nA}$  と非常に小さく外来のノイズ光に埋れた値になる。一般的に使用される投光用赤外 LED は、発光中に波長が、800~940 nm、スペクトル半値幅 30 nm の比較的幅の狭い近赤外の特性を持ってい

る。したがって、PSD に入射する光の内、800~940 nm 以外の成分を、できるだけ除去するため可視光カットフィルターを用いる必要がある。

筆者らは、実装面の考慮から、外付けのフィルターをもちいず、PSD の保護用エポキシ系充填剤の中に可視光カット用色素を混入した。図 11 は色素濃度を重量比で、0、1、3、5 % と変化させた場合の PSD の合成分光感度特性を示す。図より、濃度が増すにつれて、太陽光

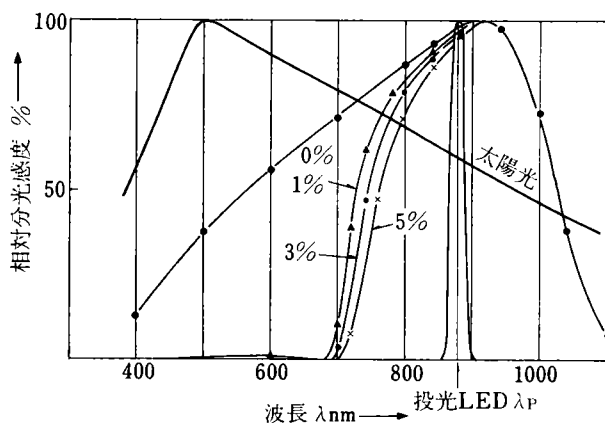


図 11 赤外フィルタ濃度を変化させたときの PSD 分光感度

のカットされる領域が増すが、同時に入射 LED 光も影響を受けることがわかる。図 12 は、濃度 10% を追加して、太陽光  $L_v 15$  (天気の良い日中の戸外の明るさに相当する) による光電流と投光 LED による反射光電流 (赤外反射率  $R=0.9$ 、被写体距離  $l=3\text{ m}$ ) を求めたものである。図 11 同様に、5 % まで太陽光のカットは急激

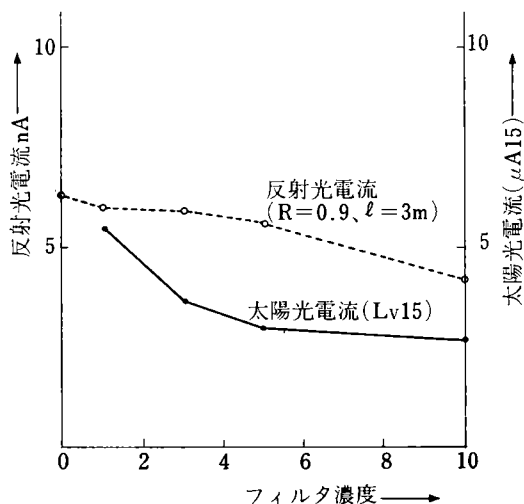


図 12 PSD フィルタ濃度変化による光電流の変化

であるが、5 % 以上では 10% になっても、その変化は少ない。一方、反射光は、3 % まで、ほとんど変わらず、それ以上では直線的に減少してゆく、これから、フィル



タの色素濃度を3～5%に設定すれば、外来光は効率よくカットでき、最適値は4%となる。又、このフィルタをもちいることにより、被写体輝度  $L_v15$  のとき、外来光電流が、 $I_1=4\mu A$  で、反射光電流が、 $\Delta I_1/2$  より、 $3nA$  となることから、PSD の片側に流れる外来光電流  $I_1/2=2\mu A$  との比が670:1程度になって、後段のパルス抜き取り回路で、分離処理分来る信号光の抽出がおこなえることになる。

### 3-3 外来光電流保持回路

図8の光電流抜き取り回路において、外来光電流  $I_1$  を保持するためのトランジスタ  $Tr_1$  は、スイッチ  $SW$  が切られたのちも、コレクタ電流  $I_1$  を流すためにベース電流が必要となってくる。このベース電流は、メモリコンデンサ  $C$  から供給されることになる。外光電流が大きいとき、この容量  $C$  が小さいと、コンデンサの放電によりトランジスタ  $Tr_1$  のベース・エミッタ間電圧  $V_{BE1}$  が大幅に下がり、 $I_1$  が  $Tr_2$  へ分流し  $\Delta I_1$  への影響が大きくなる。コンデンサの容量を  $C$ 、ベース・エミッタ間電圧の変化分を  $\Delta V_{BE1}$ 、図8において、投光のLED発光と同時に  $SW$  がOFFして、実際に演算が開始されるまでの時間を  $t$ 、ベース電流を  $I_B$  とすると、

$$\Delta V_{BE1} = \frac{1}{C} \int i_B dt = I_B \cdot t / C \quad (23)$$

今、メモリすべき外来光電流を  $2nA$ 、 $h_{FE}=100$ 、 $t=0.5ms$  とし、仮に  $C$  を  $0.47\mu F$  とすれば、 $I_B$  は  $20nA$  なることから  $\Delta V_{BE1}$  は、

$$\begin{aligned} \Delta V_{BE1} &= 20 \times 10^{-9} \times 0.5 \times 10^{-3} / (0.47 \times 10^{-6}) \\ &= 21.3 \mu V \end{aligned}$$

$\Delta V_{BE1}$  が  $21.3\mu V$  小さくなるとトランジスタのコレクタ電流は、 $0.08\%$ 、 $1.6nA$  少なくなり、この電流が増幅トランジスタ  $Tr_2$  のベースに入りこみ、抜き取り誤差となる。比較的、反射率のよい被写体でも、 $3m$  の測距距離で、反射光電流が  $3nA$  程度になることから、この値は無視できない大きさであることがわかる。 $C=0.47\mu F$ 、 $L_v12$  の明るさでの測距結果を図13に示す。 $3m$  以上ではバラツキ、及び、リニアリティの劣化が見られる。

コンデンサの容量を1桁大きくすれば、 $\Delta V_{BE}$  は1桁小さくなって、その結果  $Tr_2$  に流れ込む誤差電流は、 $0.16nA$  と少なくなる。しかし、この場合、交流光源の外来光に対して追従できなくなり、図14に見られるように、蛍光灯下での測距の場合、バラツキが大きくなる。

この問題を解決するために、以下に述べるベース電流補償回路を導入した。図15において、 $Tr_1$ 、 $Tr_3$ 、 $Tr_4$  は同一特性のトランジスタ、 $Tr_5$ 、 $Tr_6$ 、 $Tr_7$  も同一特性のトランジスタである。 $Tr_1$  のコレクタ電流  $I_1$  と等しい電流が、 $Tr_3$ 、 $Tr_4$  にも流れ、 $Tr_4$  のベース電流の大きさは、 $Tr_1$  のそれと等しくなる。この  $Tr_4$  のベース電流は  $Tr_5$  を通して流れ、同じ大きさの電流が  $Tr_6$ 、 $Tr_7$  から、

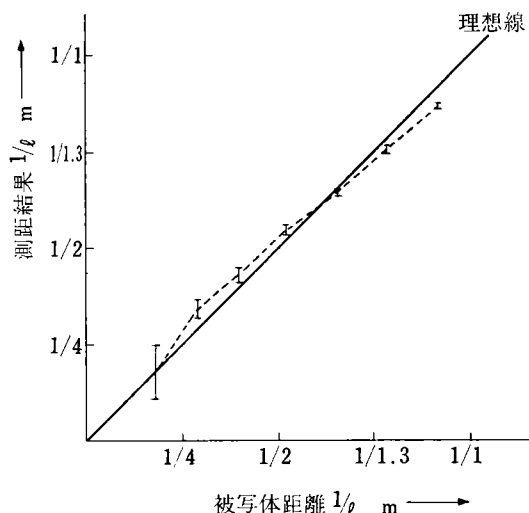


図13 メモリ  $C=0.47\mu F$  のときの測距外来光  $L_v12$  の明るさ

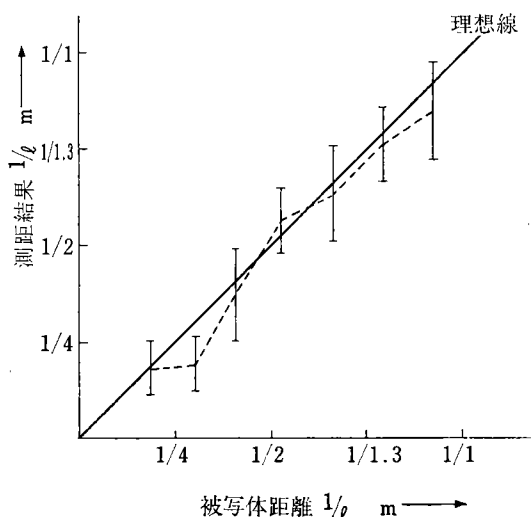


図14 メモリ  $C=4.7\mu F$  のときの測距蛍光灯  $L_v12$

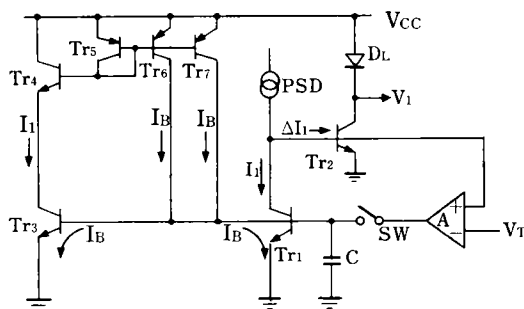


図15 ベース電流補償回路

それぞれ流れて、 $Tr_3$  と  $Tr_1$  のベースに流れ込み、そのベース電流を補償する。このような回路を付加することにより、コンデンサ  $C$  からの電荷の流出が阻止でき、 $C$  の容量を十分小さくすることが可能となる。実験結果では、蛍光灯下  $L_v12$  程度では、直流光源との差異が認められなくなった。

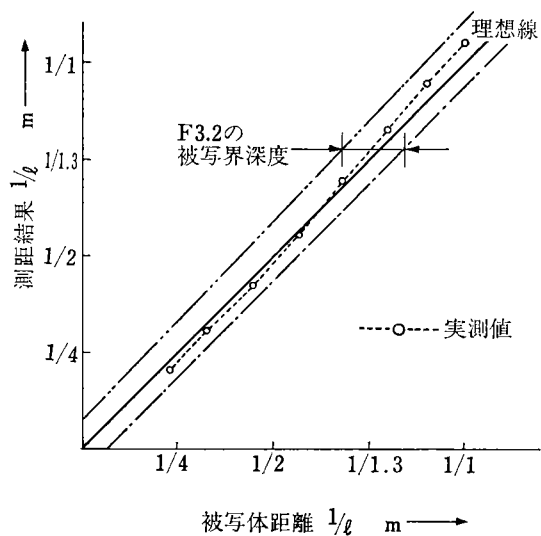


図 16 外来光 Lv 0 における測距

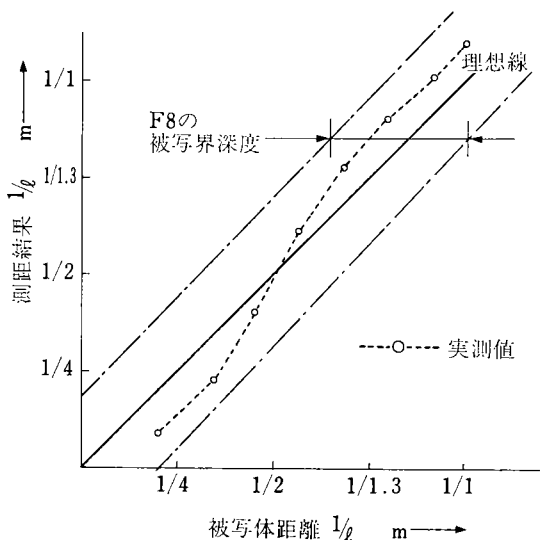


図 17 外来光に Lv 15 における測距

図 16 と図 17 は、ベース電流補償回路を附加したときの外来光 Lv 0 と Lv 15 の測距結果である。測距特性の傾きの調整と平行移動は、ある程度、後段の電気回路により可能である。ここでは、基準距離を設定し、平行移動のみによる結果を示した。参考に  $f=35\text{ mm}$ 、許容錯乱円  $0.03\text{ mm}$  としたときの F 3.2 と F 8 における被写界深度を示す。これにより測距精度は、十分被写界深度内に入っていることが確認された。

## 4 おわりに

PSD を使用したアクティブ方式 AF において、①測距光学系の相関位置精度が測距へ与える影響を調べるとともに、本方式が近距離測距精度にすぐれている点を確認し、②信号分離回路の抜取り特性から太陽光減衰のためのフィルタ設計条件を求め、③信号光抜取り精度を高めるためのメモリ電流補償回路を導入した。

その結果、撮影レンズ (F 3.2,  $f=35\text{ mm}$ ) の 1 ステップ、及び、7 ステップの中心距離である  $1\text{ m}$  から  $4.41\text{ m}$  において、外来光 Lv 0 のときの測距結果は、撮影レンズの被写界深度の 46% 以内に収まり、外来光 Lv 15 のときには、同様に 58% 以内に収まる良好な結果を得た。

実際に、本方式を IC (集積回路) 化するにあたっては寄生素子の影響もあり、ただちに、所要の特性を得ることはできなかった。これを、IC 設計上で、レイアウトの工夫により、寄生素子の影響を最小限にとどめるようにし、本論文の結果と同様の性能を得ることができた。

おわりに本研究を遂行するにあたり、PSD の試作や実験等に御協力いただいた、浜松ホトニクス株式会社の皆様に感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 小倉啓夫：オートフォーカスの現状，写真工業 (1983)
- 2) 倉沢，山本：非走査形ポジションセンサー；OE (1981)
- 3) 山本，大橋，鈴木：半導体光位置検出器，テレビ全大 (1979)
- 4) 倉沢，大橋，袴田，山本：半導体センサによる二次元座標計測方式，テレビ学技報 (1979)
- 5) Alan B. Grebene：Analog Integrated Circuit-Design
- 6) 高橋 清：“半導体工学”，森北出版
- 7) 柳井，菅野：“半導体電子工学”，コロナ社
- 8) 光学技術ハンドブック，朝倉書店

# 非水溶液中のイオン性ポリマーの帯電メカニズム

A Mechanism of the Charge Generation of Ionic Polymer in the Non-aqueous Media

梅田 実\*

Minoru Umeda

## 要 旨

液体現像剤の現象を調べるため、無極性非プロトン溶媒中のポリマー粒子の帯電機構について検討した。

その結果、均一ポリマー溶液中のイオン生成は、酸-塩基解離に、ポリマー中の極性成分が極性非プロトン溶媒として作用し、イオンを溶媒和することで安定に生ずるものと推論し、さらに、酸性モノマーまたは塩基性モノマーと共重合したラウリルメタクリレートが、極性非プロトン溶媒として働くことを考察した。

このイオン解離を、酸（または塩基）を含むポリマー粒子と、塩基（または酸）を含む溶液の界面で生じさせると、電気二重層が形成され、粒子は全て同一極性に帯電し、また、粒子の帯電量は界面のイオン濃度で制御可能となった。

## ABSTRACT

The mechanism of the charge generation of polymer particles in nonpolar aprotic solvent was studied in order to investigate the charge in electrophoretic liquid developer.

The results indicate that the acid-base dissolution stably generates ions in the polymer solution by solvation of dipolar part, which works as dipolar aprotic solvent in the polymer, i. e.

Laurymethacrylate copolymerized with acidic or basic monomer works as dipolar aprotic solvent.

If was also found that this acid-base dissolution at the interface between the polymer particle containing acid (or base) and the solution containing base (or acid) generates electrical double layer and charges all polymer particles with the same polarity, and that the charge on the polymer particles can be controlled by charging ionic concentration at the interface.

## 1 は じ め に

湿式電子写真法は、高抵抗、低誘電率のキャリア液体中に分散したトナー微粒子を、感光体上の静電潜像によって泳動させ、現像する方式である<sup>1)</sup>。トナー粒子の泳動および現像は、栗田、シャファートらの理論式から明らかにされているように、粒子/溶液の界面電位（ $\zeta$ 電位）、または粒子の帯電量に大きく依存する<sup>1)~3)</sup>。

非水溶液中の帯電機構<sup>4)</sup>については、粒子表面の極性基と溶媒分子との酸-塩基モデル<sup>5)~7)</sup>、少量の水分との解離<sup>5), 6), 8)</sup>、イオン性界面活性剤との解離<sup>6)</sup>、もしくは解離したイオンの吸着<sup>6), 9)</sup>などの説がある。これらは、いずれも粒子表面にイオンが存在することを前提として、帯電のメカニズムが説明されている。

一方、ポリマー粒子には、化学結合によってイオンを導入することが可能であり、この様な粒子も上記諸説と同様に帯電が可能であるものと考えられる。

そこで筆者は、酸性基または塩基性基を持つポリマーとして、アクリル系共重合体をおのおの合成し、

★ 第一複写機事業部 第一開発部  
First Development Department, First Reprographic  
Products Division

- 1) ポリマーを含む無極性溶液中のイオン解離について
  - ①酸性基を有するポリマーおよび、塩基性基を有するポリマーと、塩基性物質、酸性物質とのイオン解離、
  - ②それらポリマー間のイオン解離
- 2) ポリマー粒子／溶液界面の電気二重層の構成  
これらについて検討した結果を報告する。

なお、本実験で用いるアクリル系ポリマーは、湿式トナーの材料として一般的に用いられるものである<sup>7),10)</sup>。

## 2 実 験

### 2-1 試料の作成

試料の精製・脱水は、成書<sup>11),12)</sup>に従って行なった。無極性非プロトン溶媒として、本実験を通じてイソパラフィン系石油溶剤（アイソパーHエッソ社製、平均分子量160）を使用した。

アイソパーHに可溶な塩基性ポリマーとして、塩基性基を持つモノマー、ジメチルアミノエチルメタクリレート（以下 DMMA）と、溶媒と相溶性の良いモノマー、ラウリルメタクリレート（LMA）の共重合体を用いた。また、酸性ポリマーとしては、アクリル酸（AA）-LMA 共重合体を用い、アイソパーHに不溶な粒子には、LMA、エチレングリコールジメタクリレート（EDMA）、メタクリル酸（MAA）を共重合させた。

これらの重合は、窒素雰囲気下、アイソパーH中、溶液重合法で行なった。重合開始剤は、モノマーに対して1モル%のベンゾイルパーオキシド（BPO）を、ただし、DMMAを重合する場合にのみ、 $\alpha$ ,  $\alpha'$ -アゾビスイソブチロニトリル（AIBN）を用いた。BPOを用いる場合は90°Cで、また、AIBNの場合は85°Cでおのおの4時間保ち、重合させた。得られたポリマーは、再沈澱をくり返し精製した後、真空乾燥したものを実験に用いた。

### 2-2 溶液の調整

均一ポリマー溶液系では、LMA-DMMA（モル比9/1）のアイソパー溶液に、酸性物質（ピルビン酸、モノクロロ酢酸、アクリル酸モノマー、メタクリル酸モノマー、酢酸）を、DMMAと等モル量となるよう加え、調整した。また、ピルビン酸を用いた場合は、DMMAに対するピルビン酸量を変えて加え、調整した。

酸性ポリマーと塩基性ポリマーの混合溶液は、LMA-AA 共重合体（モル比9/1一定）に、LMA-DMMA 共重合体のモル比を変えて加えたものである。

一方、ポリマー粒子の分散液は、アイソパーHに不溶で、酸を含むポリマー粒子、LMA-DEMA-MAA 共重合体（LMA/EDMA = 40/60 モル、および MAA/LMA+EDMA = 0~8/100 モル）に、塩基性 LMA-DMMA 共重合体（モル比9/1~7/3）を加え、ガラス製ボールミルで、12時間アイソパーH中に分散させてつ

くった。

### 2-3 測 定

導電率測定<sup>13)</sup>は、誘電体損測定器（安藤電気・TR-10C）を用い、コールラウシュ・ブリッジ法で行なった。この場合、周波数110Hz、ピーク間電圧10Vであった。セルは、ガラス管中に白金板（面積約2.25cm<sup>2</sup>、電極間距離約4mm）を封入したものを使用した。セル定数は、定法により標準溶液から決定した。また、不均一系の導電率の測定には、印加電圧500Vの外部電源（ARTEC・8059）と微小電流計（ARTEC・2016）を用いた直流法を併用した。このセルは、テフロン製容器と真鍮板電極（面積約4cm<sup>2</sup>、電極間距離5mm）で構成されている。

均一溶液の導電率  $\kappa_0$  は、(1)式<sup>14)</sup>で与えられ、イオン濃度に比例する。

$$\kappa_0 = \sum |z_i| n_i / 6\pi r_i \eta \quad (1)$$

$$\left[ \begin{array}{l} z_i: \text{符号を含むイオンの電荷, } n_i: \text{イオン濃度} \\ r_i: \text{イオン半径, } \eta: \text{液粘度} \end{array} \right]$$

一方、帯電した分散系の導電率  $\kappa$ 、および外部電界  $E$  を印加したときの直流電流  $I$  は、おのおの(2)、(3)式で表わされる<sup>4),14)</sup>。

$$\kappa = \varepsilon^2 \zeta^2 Na / 6\pi \eta \quad (2)$$

$$I(t) = \frac{\zeta^2 \cdot a \cdot S}{6\pi} \cdot N(t) \cdot \varepsilon^2(t) \cdot \eta^{-1}(t) \cdot E(t) \quad (3)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \varepsilon: \text{液体の誘電率, } a: \text{粒子半径} \\ N: \text{単位体積当りの粒子数, } S: \text{電極面積} \end{array} \right]$$

(3)式の時間依存項  $N$  は、泳動した粒子が電極表面に電着すると仮定すると

$$N = N_0 e^{-t/\tau} \left( \tau = \frac{6\pi\eta l}{\varepsilon \zeta E} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} N_0: \text{電圧印加前の単位体積当りの粒子数} \\ t: \text{電圧印加後の時間, } l: \text{電極間距離} \end{array} \right]$$

で表わされる。

$\kappa$  および  $I$  は、界面電位が発生している場合（ $\zeta \neq 0$  のとき）に、有限値として測定される。この関係を利用して、ポリマー粒子の帯電を判定した。

## 3 結 果

### 3-1 均一ポリマー溶液中での酸-塩基解離

(1)式を、酸と塩基を含む均一ポリマー溶液系に適用して、酸-塩基間でイオン解離を生ずるか否かを検討した。

塩基性ポリマーとして LMA-DMMA 共重合体と、酸性物質として解離定数  $K_a$  が異なる酸<sup>15)</sup>（ピルビン酸、モノクロロ酢酸、アクリル酸モノマー、メタクリル酸モ

ノマー、酢酸)とのアイソパーH溶液中での導電率の結果を、図1に示す。これらの溶液系では、アイソパーHのみでの値に比べて大きな導電率を示し、ポリマー中の塩基が、加えた酸との間でイオン解離を生じていることが分かる。また、 $pK_a$  ( $= -\log K_a$ ) が小さいほど、つまり加えた酸の解離が強いほど、 $\kappa_0$  は大きな値を示し、 $pK_a$  と  $\kappa_0$  間には、一次の比例関係が存在するようである。

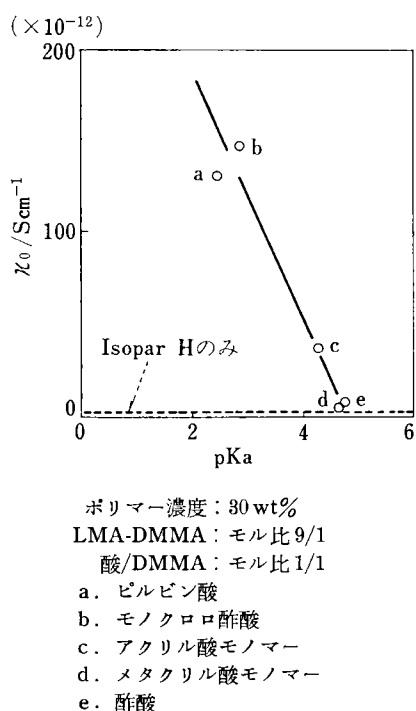


図1 LMA-DMMA+酸の導電率におよぼす  $pK_a$  の効果

る。Born の理論によれば、イオン-双極子相互作用の存在する系では、 $pK$  はイオン濃度の一次に比例し<sup>16)</sup>、従って(1)式とから、 $pK$  は  $\kappa_0$  に比例する。図1の関係から、本系に Born の理論が適用されるものと思われ、イオン-双極子相互作用の存在が示唆される。

LMA-DMMA 共重合体に、ピルビン酸の添加量を変えた場合のアイソパー H 溶液の  $\kappa_0$  の変化を、図2に示す。DMMA に対するピルビン酸のモル比が大きくなるほど、さらにそのモル比が1以上になった場合にも、 $\kappa_0$  は増加し、酸-塩基解離の進行によりイオン濃度が増大することが分かる。

酸性モノマー、または塩基性モノマーをそれぞれLMAと共重合したポリマー混合溶液の例を、図3に示す。これは、粘度の変動を生ずる系であるため、イオン濃度の関数として、溶液粘度で補正した  $\kappa_0 \cdot \eta$  を用いた ((1)式参照)。LMA-AA 共重合体 (モル比 9/1 一定) に、LMA-DMMA 共重合体のモル比を変化させ加えると、 $\kappa_0 \cdot \eta$  は大きくなり、これらの共重合体の間でも、酸-塩基解

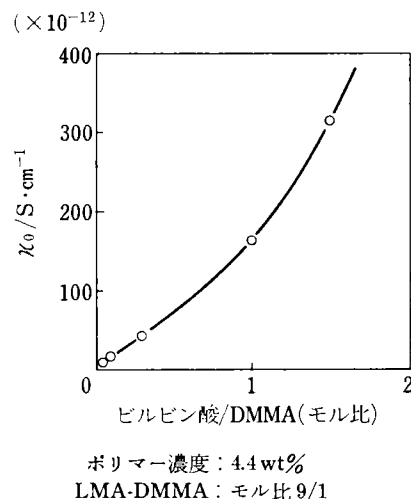


図2 LMA-DMMA に対する添加酸量と導電率の関係

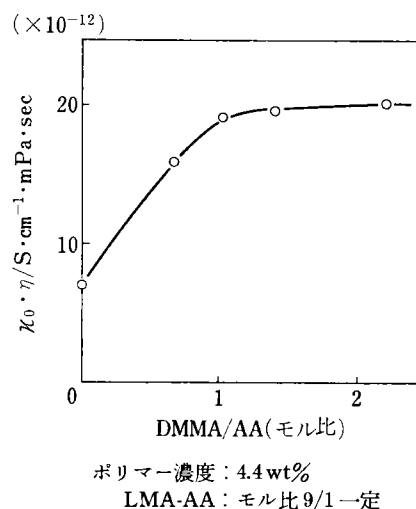


図3 LMA-DMMA, LMA-AA 間の量比と導電率の関係

離が生じていることが明らかである。

酸-塩基量比と導電率の関係は、低分子酸-高分子塩基の系 (図2) と、高分子酸-高分子塩基の系 (図3) で大きく挙動が異なっているが、詳細については、不明な点が多い。

### 3-2 ポリマー粒子の帯電

先に述べたように、非水溶液中の粒子の帯電現象は、イオンが存在することで説明されている<sup>5)~9)</sup>。また、前節の結果から、無極性非プロトン溶媒アイソパーH中で、ポリマーに固定された酸および塩基は、酸-塩基間のイオン解離により、イオンを生成することが分かった。

以上のことから、アイソパーH中のポリマー粒子の帯電は、粒子/溶液界面に酸-塩基解離を適用することで、生ずるものと考えられる。界面におけるイオン解離が、電気二重層の形成を介して界面電位 ( $\zeta$  電位) を発生さ

せる<sup>4)</sup>と期待できるからである。

アイソパーHに不溶かつ酸を含むポリマー LMA-EDMA-MAA 共重合体に、塩基性ポリマー LMA-DMMA 共重合体（モル比 9/1）を加えて、分散液を調整した。この分散液に直流電圧を印加して測定した電流—時間曲線の結果を、図4に示す。比較として、LMA-DMMA 共重合体の代りに、PLMA、および LMA-AA 共重合体（モル比 9/1）を用いた場合を、同時に示す。図4の中で曲線Aは、塩基成分として、DMMA を作用させたもので、当初期待した通りの直流電流が観測される。(3)式から、 $\zeta$  電位の発生が支持され、界面の酸—塩基解離が電気二重層を形成しているという予測が裏づけられる。

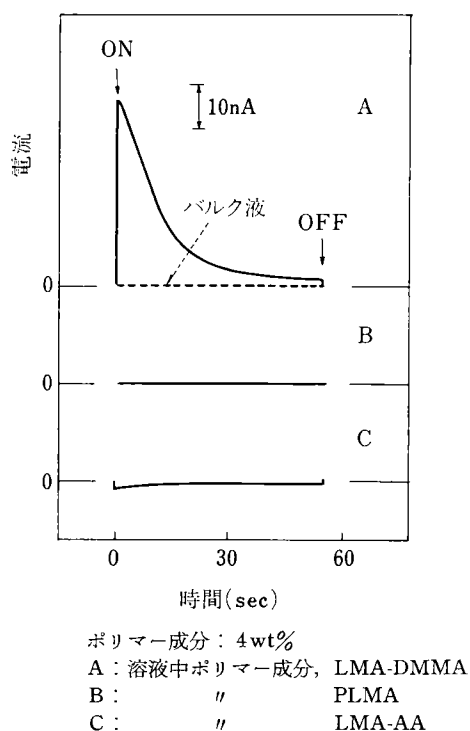


図4 ポリマー粒子分散液の電流—時間曲線

時間に対する電流値の減少は、(3)式の時間依存項の依存性が

$$N(t) \gg \varepsilon(t), \eta(t), E(t)$$

であると考えられるため、単位体積当りの粒子数の減少で説明できる。このような電流—時間曲線は、従来の液体現像剤系で知られている現象である<sup>3), 17)</sup>。

また、この系での粒子は、陽極にだけ電着され、明らかに粒子が負帯電 ( $\zeta < 0$ ) していることが分かる。さらに、粒子を電着により取り除いたバルク液は導電性を示さず、帯電粒子だけが電荷担体として働いていることも分かる。

同図中Bは、中性の PLMA の場合で、電流値が観測されないことから、中性物質ではポリマー粒子中の酸が

イオン解離していないことが分かる。酸を含むポリマー粒子に、さらに酸 (AA) を作用させた場合は、同図中Cのように電流はほとんど観測されず、電着の状態も粒子がわずかに陰極に付着する程度である。

次に、LMA-EDMA-MAA ポリマー粒子を、LMA-DMMA 溶液に分散した帯電粒子系において、ポリマー粒子中の酸量、および溶液中の塩基量を変えた場合の、導電率の変化を調べた。

図5に、溶液中の DMMA 量に対する粒子中の MAA 量を変えた場合の、また図6に、粒子中の MAA 量に対する溶液中の DMMA 量を変えた場合の、 $\kappa$  と  $I_0$  (直流電圧印加時の電流値) を、おのおの示す。粒子中の酸、または溶液中の塩基量のいずれが増加しても、 $\kappa$ ,  $I_0$  は増加しており、酸および塩基量が増すと(2), (3)式より、 $\zeta$  電位が大きくなることが予測される。これは、界面の酸—塩基解離が進み、電気二重層内の電位勾配が大きくなったためと考えられる。

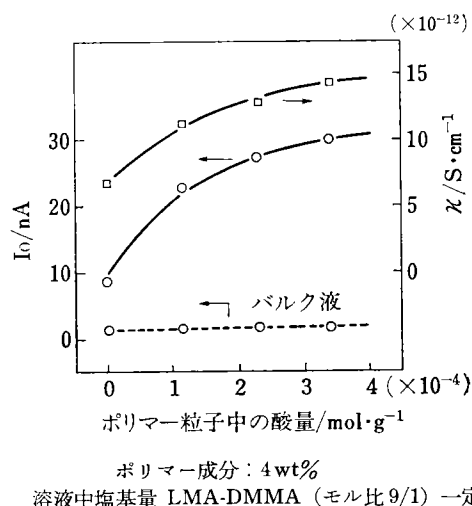


図5 粒子導電性におよぼすポリマー粒子中の酸量の影響

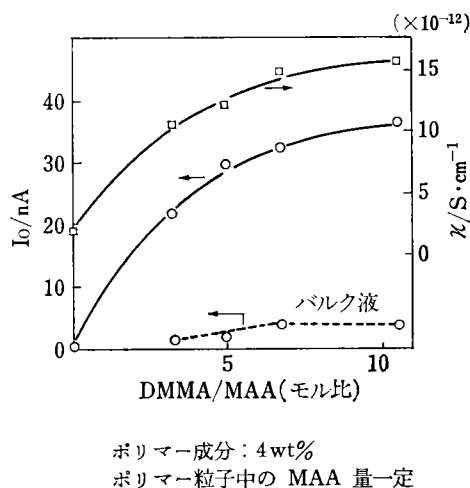
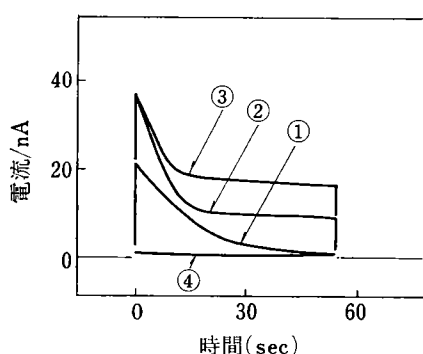


図6 粒子導電性におよぼす溶液中の塩基量の影響

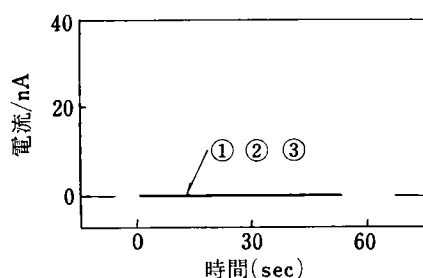
次に、非水溶液の粒子の帯電に影響すると報告<sup>5), 6), 8), 18)</sup>されている水の影響を調べた。前記帯電粒子系, LMA-EDMA-MAA と LMA-DMMA の分散系に水を添加したところ、その添加量に応じて電流—時間曲線に顕著な相違が現われる (図7)。しかし、水添加のバルク液は、無添加のバルク液と同等に導電性を示していないことから、添加水が界面のイオン解離にのみ影響をおよぼしていることが分かる。

一方、帯電していない LMA-EDMA-MAA と PLMA の分散系に対する添加水の影響を、図8に示す。水を400ppmまで添加したところ、無添加の系と同様に電流は観測されず、ポリマー中の酸と水分子の間では、イオン解離を生じていないと考えられる。



ポリマー成分：4wt%  
① H<sub>2</sub>O 無添加  
② H<sub>2</sub>O 200 wt PPM 添加  
③ H<sub>2</sub>O 400 wt PPM 添加  
④ 上記①, ②, ③のバルク液

図7 帯電ポリマー粒子系 (LMA-EDMA-MAA と、LMA-DMMA 分散系) に対する水分の影響



ポリマー成分：4wt%  
① H<sub>2</sub>O 無添加  
② H<sub>2</sub>O 200 wt PPM 添加  
③ H<sub>2</sub>O 400 wt PPM 添加

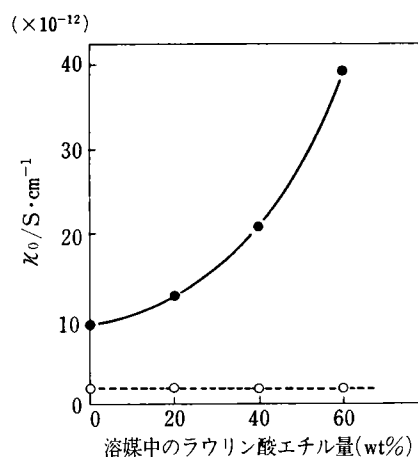
図8 LMA-EDMA-MAA と PLMA 分散系への水添加

## 4 考 察

電荷が溶媒中で存在するのは、イオンと溶媒分子間で相互作用が起こっているためである<sup>14), 16)</sup>といわれている。無極性非プロトン溶媒アイソパーHは、このような相互作用が持たず、イオンが存在しにくいと考えられる。しかし、筆者が用いたポリマー塩基および酸は、アイソパーH中においてイオン解離を生じていることが分かり、また、イオン—双極子相互作用が存在することが示唆された。

考察のため、無極性非プロトン溶媒アイソパーHに、極性非プロトン溶媒としてラウリン酸エチルを加えた混合溶媒の検討を行なった。図9に、オクタン酸と2-エチルヘキシルアミン間のイオン解離におよぼす溶媒の影響を示す。溶媒がアイソパーHのみの場合に比べ、ラウリン酸エチルを加えた混合溶媒の方が、またラウリン酸エチルの割合が多いほど、導電率が大きな値を示し、イオン解離が進んでいることが分かる。これは、極性非プロトン溶媒ラウリン酸エチルが、イオンと相互作用を持ち (溶媒和)、イオンを安定化させた結果であると考えられる。

以上のことから、ポリマー溶液系においては、酸性基および塩基性基をもつモノマーと共重合させた LMA が、極性非プロトン溶媒として作用し、イオンを安定化しているものと考えられる。



溶媒：アイソパーH, ラウリン酸エチル混合溶媒  
—●—：[オクタン酸]=[2-エチルヘキシルアミン]=0.5M  
—○—：混合溶媒

図9 酸—塩基解離における溶媒の効果

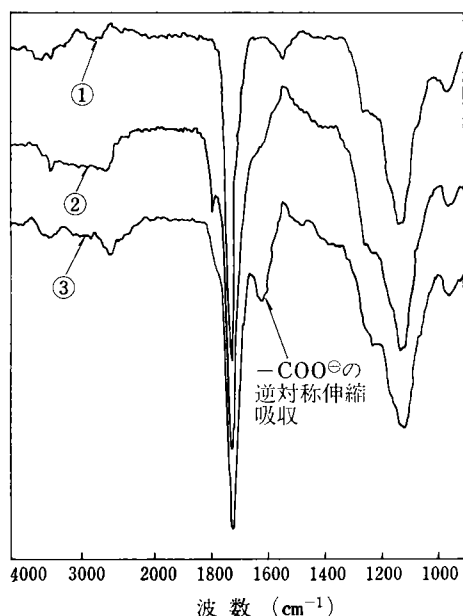
図10に、イオン解離を確認するために測定したポリマー溶液系の赤外吸収スペクトルを示す。測定は、NaClのセルと、リファレンスとしてアイソパーHを用いた溶液法で行なった。

図10中の、①は塩基 (DMMA) のみ、②は酸 (ピル



ビン酸)のみ、③は塩基と酸を同時に含むポリマー溶液系の赤外吸収スペクトルである。酸と塩基が同時に存在する③系だけが導電性を示し、この系にのみ  $1620\text{ cm}^{-1}$  に特異な吸収が現われる。この吸収は、カルボキシル・アニオンの逆対称伸縮振動に帰因すると考えられ、カルボキシル基がイオン解離している事実が、裏づけられる。

本実験で用いたポリマー粒子系におけるイオン生成は、均一ポリマー溶液中と同様に、LMA の溶媒和により、酸一塩基イオン解離が安定に生じた結果であると考えられる。また、添加水は、LMA とともにイオンを溶媒和し、導電率を上げているものと考えられる。Tamaribuchi ら<sup>5)</sup> は、カーボン・ブラック、トルイジンレッドと水との、また、Lyklema<sup>6)</sup>、Parffit ら<sup>8)</sup> は、金属酸化物と水との解離により粒子が帯電すると報告しているが、筆者の用いた酸を含むポリマー粒子と水の系では、水との解離は生じていないことを示唆している。



- ① LMA-DMMA
- ② PLMA + ピルビン酸
- ③ LMA-DMMA + ピルビン酸

図 10 ポリマー溶液系の赤外吸収スペクトル

## 5 お わ り に

無極性非プロトン溶媒アイソパーH中のイオン生成は、酸と塩基および、極性非プロトン溶媒の存在下で安定に起こり、このイオン解離をポリマー粒子／溶液界面で生じさせると、電気二重層が形成され、粒子が帯電することが分った。

本稿をまとめるにあたり、適切な御指導をいただいた第一複写機事業部第一開発部の皆様に感謝致します。

## 参考文献

- 1) R. M. シャファート：“電子写真” 共立出版 (1973)
- 2) 大山, 栗田, 高橋：電子写真；3, 16 (1961), 栗田：ibid；3, 26 (1961)
- 3) 川西：ibid. 12, 93 (1973)
- 4) 北原：渡辺編“界面電気現象” 共立出版 (1972)
- 5) K. Tamaribuchi, M. L. Smith：J. Colloid Interface Sci.；25, 490 (1967)
- 6) J. Lyklema：Adv. Colloid Interface Sci.；2, 65 (1968)
- 7) 牛山, 川西：リコー・テクニカル・レビュー；7, 36 (1974)
- 8) D. N. Mc Gown, G. D. Parffit：Diss Faraday Soc.；42, 225 (1966)
- 9) H. C. Parreira：J. Electroanal. Chem.；25, 69 (1970)
- 10) 原崎：電子写真；16, 44 (1977)
- 11) J. A. Riddick, W. B. Bunger：“Organic Solvents” 3rd Ed. Wiley-Interscience (1970)
- 12) 日本化学会編“新実験化学講座” 第1巻, 丸善 (1975)
- 13) T. Shedlovsky, L. Shedlovsky：“Electrochemical Methods”. Chap. III Wiley-Interscience. (1971)
- 14) 外島, 佐々木：“電気化学” 電気学会 (1976)
- 15) 日本化学会編“化学便覧基礎編” 993 丸善 (1975)
- 16) J. O'M. Bockris, A. K. N. Reddy：“Modern Electrochemistry” 83, Plenum Press. N. Y. (1970)
- 17) 近藤, 山田：日化；716, (1972)
- 18) A. Kitahara, S. Karasawa, H. Yamada：J. Colloid, Interface Sci.；25, 490 (1967)

# 極性制御性を有する樹脂を用いた新液体現像剤

New Charge Controllable Resin for Liquid Toner

津布子一男\*

Kazuo Tsubuko

## 要 旨

電子写真用液体現像剤の耐久性を改良するため、極性制御効果のある樹脂の合成を試みた。

この結果、アビエチン酸を出発原料として合成した樹脂は極性制御性を有し、この樹脂を用いた液体現像剤は、耐久性テストにおいて、比電荷量 (Q/M) の変動が小さく、画像濃度低下の少ないものであることがわかった。

## ABSTRACT

In order to improve the durability of electrophotographic liquid toners, we investigated new synthetic resins which was capable of controlling the electric charge on toner particles.

We synthesized a new resin by the modification of an abietic acid. The resin was tested for effective value of Q/M.

The toner with this resin was proved satisfactory for the results that the Q/M value and the image density did not change appreciably during the durability test cycles.

## 1 は じ め に

電子写真液体現像法は、1955年にオーストラリアのメトカルフェ (K. A. METCALFE) により発明された<sup>1), 2)</sup>。

その特徴は、①微粒子トナーによる現像のため、高解像度を有し、連続階調性に優れる。②コピーの定着が容易である。③現像装置をコンパクトにつくることが出来るなどの利点があり、酸化亜鉛コート紙を直接現像するエレクトロファックス法、および湿式普通紙複写法に用いる液体現像剤が、多種類開発されてきた。

液体現像剤の構成は、電気抵抗が、 $10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$  程度の石油溶媒中に着色剤、樹脂、極性制御剤とからなるトナー粒子 (直径  $0.2 \sim 1.0 \mu$ ) を分散したものである。このトナー粒子は、溶媒との接触面で帯電し、溶媒側にある対イオンを吸引し、界面に電気二重層を形成する。このトナー粒子が、電界にそって電気泳動し、静電潜像が現像される<sup>3)</sup>。このトナー粒子に電荷を付与するものを極性制御剤といい、金属石けん、アニオン及びカチオン界

面活性剤などが一般に用いられている<sup>4)</sup>。しかしながら、これらは石油系溶媒に可溶であるため、トナー粒子から脱離し、トナー粒子の電荷が劣化することになる。

また脱離した極性制御剤が、溶媒中に増加することにより、トナーの比電荷量 (以下 Q/M\* という) が上昇し、画像濃度が低下する現象をひきおこす。

そこで筆者は、樹脂の構造に極性制御効果のある極性基を導入し、かつ石油系溶媒に不溶にすることができれば、極性制御剤を使用せず安定なトナーの電荷が得られるという予測に基づいて研究を行った。

この目的を達成させる材料として極性制御効果があるとみられるカルボキシル基を有し、かつグラフト重合に適した反応活性点がある天然ロジンの主成分<sup>5)</sup>であるアビエチン酸が液体現像剤に用いる樹脂を合成するのに有用であると判断した。

本稿では、アビエチン酸を出発原料とした極性制御性のある樹脂を合成し、この合成樹脂を用いた液体現像剤の開発を行った結果、負極性で、耐久性のある液体現像剤が得られたので報告する。

\* 第一複写機事業部 第一開発部

First Development Department, First Reprographic Products Division

\* トナーの持つ単位重量当たりの電荷量

## 2 実験と結果

### 2-1 試料

石油系溶媒として、イソパラフィン系溶剤、数平均分子量 160 (エクソン化学社製, アイソパー H), 樹脂の合成原料は、試薬一級を用いた。

### 2-2 測定法

#### 2-2-1 粘度

B 型粘度計 (東京計器製, BL 型) を用い温度 25°C で測定した。

#### 2-2-2 酸価

1.2608 規定の水酸化カリウムのメタノール溶液で、フェノールフタレイン指示薬を用い滴定した、酸価 =  $\frac{\text{滴定 cc} \times 1.2608 \times 5.61}{\text{試料 (g)}}$  より求めた。

#### 2-2-3 赤外線吸収スペクトル

日本分光社製 A-3 型で KBr フィルム法で測定した。

#### 2-2-4 分子量分布

試料をテトラセドロフランに溶解し、液体クロマトグラフィー、日立製 635 型で測定した。分子量は標準ポリスチレン分子量に換算して求めた。

#### 2-2-5 比電荷量 (Q/M)

真鍮製電極 44 mm × 50 mm, 電極間距離 10 mm, 容量 20 ml の電着セルに試料 (10 wt%, アイソパー H 分散液) 20 ml をとる。電着条件は印加電圧 DC 1000 V にて 100 秒間行う。Q/M は電着板に電着したポリマー、およびトナー重量を秤量し、また積算電荷量を積分電流計で測定し、次式より求めた。

$$Q/M = \frac{\text{積算電荷量}(\mu\text{C})}{\text{電着物重量}(\text{g})}$$

#### 2-2-6 粒径

ユニオン技研社製粒度分布測定器, PA-101 型で測定した。

#### 2-2-7 溶出分

電着セルに現像剤をとり電着物がなくなるまで電着させ、この透明な電着液を秤量し、110°C で 4 時間加熱乾燥後、重量法により溶出分を測定した。

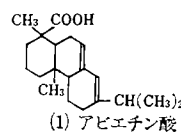
$$\text{溶出分} = \frac{\text{乾燥後試料 (g)}}{\text{試料 (g)}} \times 100(\%)$$

#### 2-2-8 画像濃度

原稿は反射濃度 1.90, 直径 5 mm のコダックチャートを用い、湿式普通紙複写機 (リコビー D T 5300) により標準状態でコピーを作成し、マクベス反射濃度計 RD-514 型で画像濃度を測定した。

### 2-3 樹脂の合成

アビエチン酸は、下図の様な化学構造を有する。アビエチン酸の反応については、いくつか

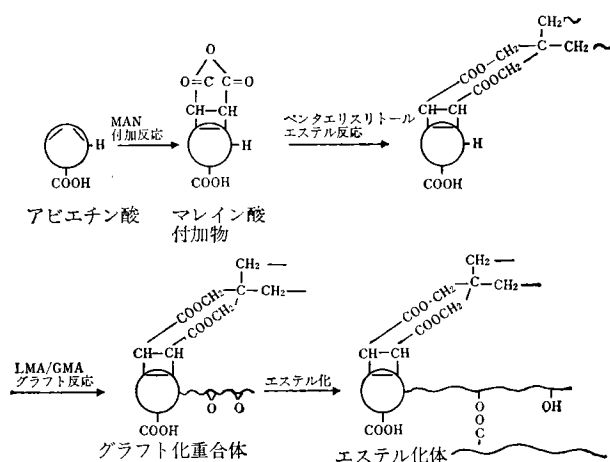


(1) アビエチン酸

の報告があるが、大別すると、(1)二重結合への付加<sup>6), 7)</sup>, (2)カルボキシル基のエステル化反応<sup>8)</sup>, (3)三級炭素ラジカルの反応<sup>9), 10)</sup>が知られている。筆者らはこれらの反応を用いて、アビエチン酸を含む樹脂を合成した。即ち、先ず、後述する様にカーボンとの吸着をよくするために、無水マレイン酸の二重結合への付加、ついでペンタエリスリトールとのエステル化反応による高分子量化と極性基の導入を行った。これにラウリルメタクリレート (LMA), 及びグリシジルメタクリレート (GMA), とをグラフト重合させ石油系溶媒と親和性のある構造を導入した。

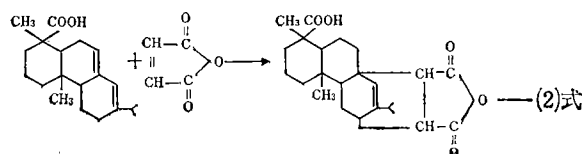
さらに、グリシジル基と、残存するカルボキシル基のエステル化を行い、不溶性の樹脂粒子を合成した。これらの反応はモデル図に示す。

さらに、グリシジル基と、残存するカルボキシル基のエステル化を行い、不溶性の樹脂粒子を合成した。これらの反応はモデル図に示す。



#### 2-3-1 アビエチン酸と無水マレイン酸の反応

温度計、冷却器、攪拌機のついたステンレス製の反応釜で、アビエチン酸 3.0 モルと、無水マレイン酸 1.5 モルを、140°C 1 時間反応させた後、更に 200°C で 2 時間加熱して、アビエチン酸の無水マレイン酸付加物を合成した。反応式を(2)式に示す<sup>6), 7)</sup>。



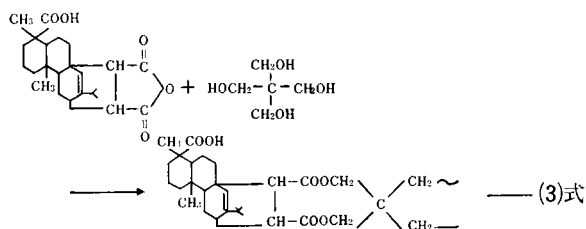
2-3-1 アビエチン酸の無水マレイン酸付加物

#### 2-3-2 アビエチン酸変性マレイン酸樹脂の合成

2-3-1 で合成したアビエチン酸の無水マレイン酸付加物にペンタエリスリトール 0.75 モルを 1 時間反応釜で

添加し、270°C 常圧で6時間、20mmHgの減圧下で3時間保ち、アビエチン酸変性マレイン酸樹脂を合成した。

反応式は(3)式に示す<sup>6),7),8)</sup>。反応物をメタノールで再沈し精製した。生成物の酸価は44分子量(Mn)は1200であった。

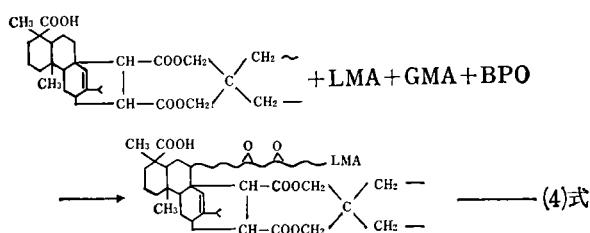


2-3-2 アビエチン酸変性マレイン酸樹脂

ここで酸価の測定値がアビエチン酸の酸価実測値 211 に比較し小さいことから、(3)式に示す反応以外にアビエチン酸のカルボキシル基のエステル化反応も起っていると考えられる。

### 2-3-3 アビエチン酸変性マレイン酸樹脂への LMA, GMA のグラフト重合反応

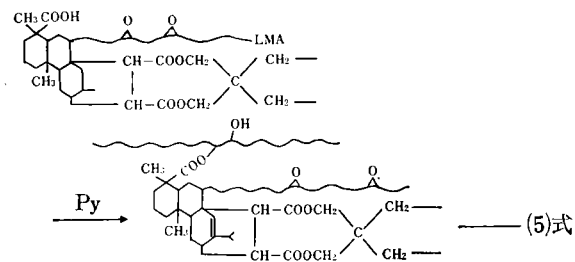
温度計、冷却器、攪拌器のついた 500 ml 四ツ口フラスコに LMA 0.3 モル、GMA 0.03 モル、アビエチン酸変性マレイン酸樹脂 0.01 モルをとり、35°C で3時間攪拌し、アビエチン酸変性マレイン酸樹脂をモノマーに溶解した。次に重合開始剤 BPO (過酸化ベンゾイル) を  $2.6 \times 10^{-3}$  モル添加し 90°C で4時間重合後、アイソパー H で希釈して、固形分濃度を 30 wt% にした。樹脂溶液の粘度は 97 mPa·s であり、酸価は 9.07、分子量 (Mn) は 24,900 であった。グラフト点は式(4)に示す以外に、イソプロピル基の3級炭素も考えられる<sup>10)</sup>。



2-3-3 アビエチン酸変性マレイン酸樹脂へ LMA・GMA グラフト化重合体

### 2-3-4 エステル化反応

実験 2-3-3 で合成したアビエチン酸変性マレイン酸樹脂への LMA, GMA, グラフト化重合体に、エステル化触媒として、ピリジン  $1.8 \times 10^{-3}$  モルを添加し、85°C で20時間エステル化反応を行った。樹脂溶液の粘度は 125 mPa·s に上り、酸価は 5.59 と低下しテトラヒドロフランに不溶の樹脂となった。エステル化反応式を(5)式に示



2-3-4 アビエチン酸変性アクリル樹脂のエステル化反応

すが、粘度がエステル化後上昇することから、分子間のエステル化も生じているものと考えられる。

図1、図2にエステル化反応過程における粘度および酸価の変化を示す。

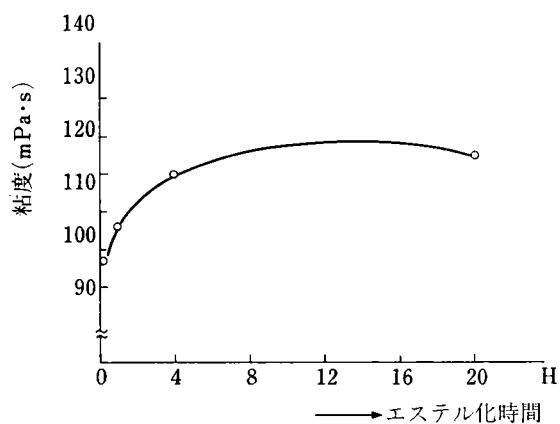


図1 エステル化時間とポリマー粘度の関係

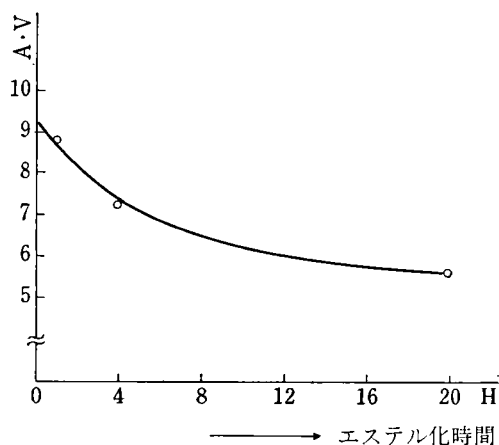


図2 エステル化時間と酸価の関係

### 2-4 液体现像剤の作製

2-3 で合成した樹脂を用いて液体现像剤を作成した。着色剤は一般にカーボンが用いられるが、カーボンには表面に多くの極性基が存在している。筆者らは、これらカーボン表面の極性基の影響を少なくするため、カーボンをアビエチン酸変性マレイン酸樹脂であらかじめ、分散したもの（以下加工顔料と呼ぶ）を用いた。

## 2-4-1 加工顔料の作製

2-3-2で合成されたアビエチン酸変性マレイン酸樹脂 600 重量部とカーボンブラック 400 重量部とを加熱熔融し、175°C で4時間混練後、冷却し加工顔料を作製した。混練時間に対する揮発分及び pH の変化を表1に示す。

ここで使用したカーボンは pH 2.2, 揮発分の比較的多いものである。これは、カーボン表面に付着するラクトン、ヒドロキノン、カルボニル、カルボキシ基、水分などが、高温下で揮発する<sup>11)</sup>ため、と考えられる。これに伴い、酸性物質が揮発し、pH が上昇してゆくものと推定される。

表 1 混練時間と物性の関係

分散時間 物 性	加 工 顔 料	
	揮 発 分	PH
0.5H	5.81%	4.3
1.0	3.62	4.6
2.0	1.54	4.9
3.0	0.50	4.8
4.0	0.48	5.1

## 2-4-2 液体现像剤の作製

現像剤は加工顔料 25 重量部、樹脂 37 重量部、アイソパー H 562 重量部とをボールミルに仕込み、72 時間分散し、分散した濃縮トナー 150 gr をアイソパー H 1,000 ml で希釈し作製した。

## 2-5 比電荷量 (Q/M) の測定結果

2-3-4で合成した樹脂粒子の Q/M は 302  $\mu\text{c}/\text{gr}$  であり、これは樹脂粒子自身が電荷を有していることによる。また、2-4-2で作製した現像剤粒子の Q/M は 150  $\mu\text{c}/\text{gr}$  であった。これは加工顔料に樹脂粒子が吸着し、電荷を持ったためと考えられる。

樹脂の化学構造と電荷発生の関係を調べるため、アビエチン酸変性マレイン酸樹脂 (AM), GMA およびピリジンの量比を変化させた樹脂の Q/M を測定した結果を表2に示す。

AM, GMA, ピリジンのいずれかが存在しないと、樹脂は電荷を持たないこと、また、ピリジンの多い方が Q/M は大きく、AM/GMA 比は適当なモル比において最大値の存在が観測された。

図3に、用いた樹脂の Q/M と現像剤の Q/M との関係を示すが、ほぼ比例関係にあり、これより樹脂の電荷量が、現像剤の電荷量を一次的に決めているとみてよい。

## 2-6 画像作成と現像剤の耐久試験

湿式普通紙複写機 (リコー製 DT-5300) で画像を作成し、Q/M と画像濃度の関係を調べた。また 20,000 枚

表 2 エステル化工程における AM/GMA 比、ピリジン量とポリマーの Q/M の関係

ピリジン *AM/ GMA	$5.4 \times 10^{-3}$ モル	$1.8 \times 10^{-3}$	$6 \times 10^{-4}$	0
10/0	0	0	0	0
7/3	155 $\mu\text{c}/\text{g}$	145	125	0
5/5	250	226	170	0
3/7	327	305	225	0
2/8	268	240	185	0
0/10	0	0	0	0

\* AM/GMA  
アビエチン酸変性マレイン酸樹脂/GMA モル比

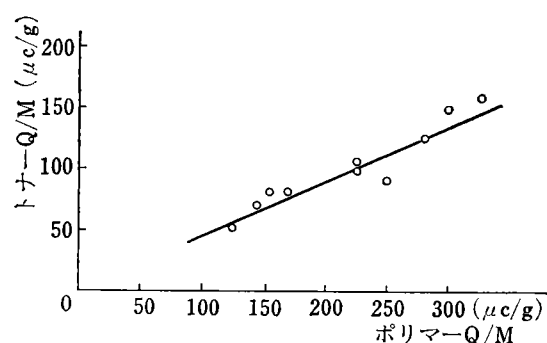


図 3 ポリマー Q/M とトナー Q/M の関係

のコピーを作成し、画像濃度および現像剤物性の変化を従来の液体现像剤と比較した。

## 2-6-1 画像濃度

図4に現像剤の Q/M と画像濃度の関係を示す。Q/M が 100~300  $\mu\text{c}/\text{gr}$  の間で画像濃度の高いコピーが得られた。

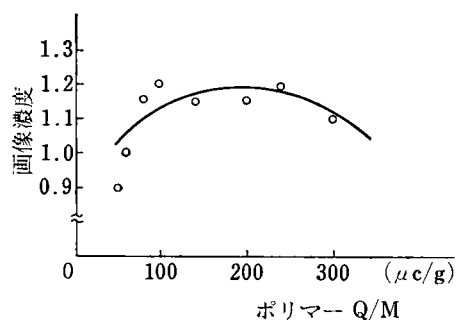


図 4 Q/M と画像濃度

## 2-6-2 耐久試験結果

表3に 20,000 枚のコピーを作成した結果の画像濃度および現像剤物性を示す。比較のため従来トナーにおける変化も示した。従来トナーと比較すれば、画像濃度、現

表 3 耐久性テスト結果

	スタート	20,000 枚	変 化 率
画 像 濃 度	1.29 (1.12)*	1.15 (0.78)	10.9% 30.4
Q/M ( $\mu\text{C/g}$ )	163 (123)	247 (381)	51.5 209.8
粒 径 ( $\mu\text{m}$ )	0.36 (0.29)	0.30 (0.17)	16.7 41.4
溶 出 分 (%)	0.82 (0.44)	1.99 1.97	142.7 347.7

\* ( ) 内は従来トナー

像剤物性ともに、その変化が小さいことが判る。ここで溶出分とは電着によって荷電物質を取り除いた溶媒を蒸発させて溶媒中に溶解している固形分を測定したものであり、本稿の現像剤は、この変化率が従来トナーと比較して小さいことが判った。コピー枚数に対する Q/M の変化および画像濃度の変化を図 5 に示す。いずれも初期の変化は若干あるが、その後の変化は小さく、比較的稳定性の高い現像剤であることを示唆している。

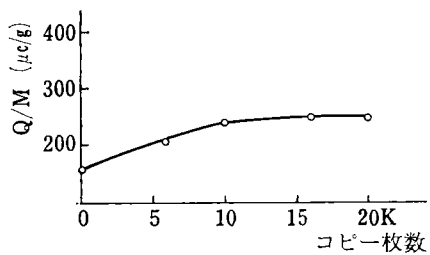


図 5(a) コピー枚数と  $Q/M$  の関係

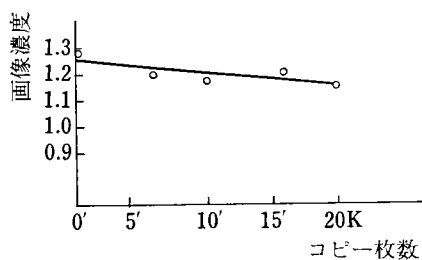


図 5(b) コピー枚数と画像濃度の関係

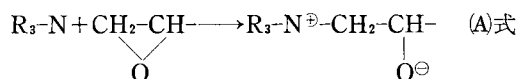
### 3 考 察

### 3-1 電荷発生機構

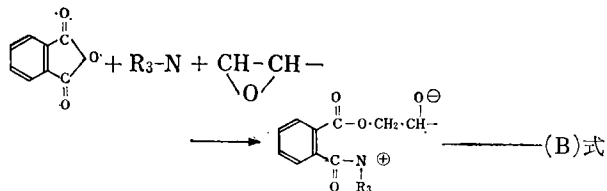
予測したように、電荷を有している樹脂粒子からなる現像剤が合成できた。この電荷発生のメカニズムについて、本稿樹脂の反応過程より考察する。電荷発生機構については多くの論文<sup>12), 13), 18)</sup> があり非水系においてもイ

オン構造を有することが、電荷発生の基本となっている。本稿の樹脂はカルボン酸およびカルボン酸無水物が分子内にある AM とエポキシ基を有する GMA、塩基としてのピリジンのいずれかが欠けても電荷を持たないことは表 2 から明らかである。GMA が存在しなければ、電荷発生が認められないということは、本稿樹脂の電荷が単独に AM のカルボン酸とピリジンにより生成した化合物より発生したものではないことを示す。そこで第 3 級アミンと GMA、および AM の未反応成分による副反応について考察する。

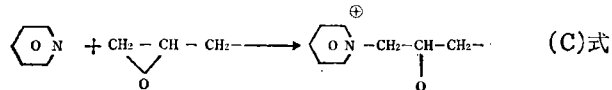
ピリジン等の第3級アミンはエポキシ基と反応し(A式)となる<sup>14)</sup>。



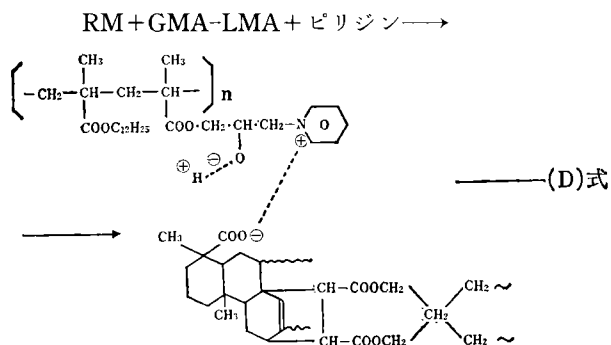
また、第3級アミンと酸無水物、およびエポキシ基の反応は(B)式で説明されている<sup>15)</sup>。



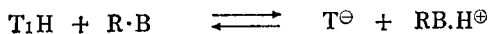
しかし(A), (B)式とも分子内塩であり、本稿樹脂が、負極性を帯びていることから、電荷発生モデルを説明出来ない。次に(A)式よりピリジンと GMA の反応を(C)式の様に考える。



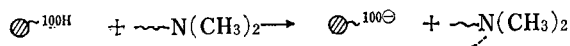
ここで、樹脂の電荷の発生は(C)式の GMA ピリジン塩と AM のカルボキシル基が、(D)式のように酸-塩基のイオンを形成したことに起因すると考える。



この様に考えると、AM/GMA のモル比が、Q/M に寄与していることや、塩基としてのピリジンが、電荷発生に必要なことが説明出来る。また、従来液体現像剤の電荷発生モデルとして説明されている<sup>12), 13)</sup> トナー粒子表面と対イオン間の酸-塩基反応



TH : 酸性トナー粒子、 RB : 塩基



などからも、本稿樹脂は樹脂粒子上にカルボキシレートアニオンが存在し、負極性に帯電した、酸一塩基型電荷発生機構と考えられる。

### 3-2 比電荷量と画像濃度の関係

感光体上のトナー付着量の理論式は栗田 Schaffert の(6)式により説明されている<sup>16), 17)</sup>。

$$M' = \frac{Qs}{Q/M(1 + \sigma/\lambda)} (1 - e^{-\frac{I_0 t}{CsI}}) \quad (6)式$$

M' : 感光体上へのトナー付着量

Qs : 感光体の表面電荷密度

Q/M : トナー比電荷量

$\sigma$  : バルクの導電率

$\lambda$  : トナーの導電率 ( $a\mu \cdot Q/M$ )

$I_0$  :  $\lambda + \sigma$

Cs : 感光体の誘電率

$\ell$  : 現像電極ギャップ

t : 現像時間

a : トナー濃度

$\mu$  : トナー易動度

(6)式より感光体上のトナー付着量 M' を増大させるには Q/M,  $\sigma$  を小さく,  $\lambda$  を大きくすることである。

図6に Q/M と感光体上の理論トナー付着量の関係を示す。これによると Q/M が大きくなるとトナー付着量は低下している。図4に Q/M と画像濃度の関係を示した。Q/M が  $60 \mu\text{c/gr}$  では画像濃度が 1.0 以下に低下した。これは Q/M が小さいために転写工程における転写率が低下したものと考えられる。

すなわち、感光体上に現像されたトナーは転写紙に印加された転写電界 (E) に引かれて転写紙上へ  $qp \cdot E$  の力で電気泳動する。

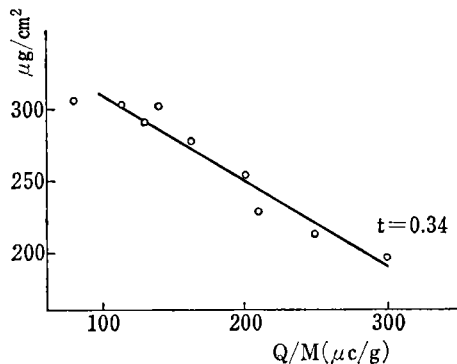


図6 Q/M とトナー理論付着量 ( $\mu\text{g/cm}^2$ )

$$q_p \cdot E = 6\pi\eta \cdot r_0 \cdot v \quad (7)式$$

$$v = \frac{q_p}{6\pi\eta r_0} E \quad (8)式$$

$$\mu = \frac{q_p}{6\pi\eta r_0} \quad (9)式$$

$q_p$  : トナー 1 個の電荷量

m : トナー 1 個の質量

v : 泳動速度

$r_0$  : トナー粒径

$\eta$  : パルク粘度

$q_p = \frac{Q \cdot m}{M}$  より Q/M は大きい程転写は良いことになる。DT-5300 複写機では Q/M が  $100 \sim 300 \mu\text{c/gr}$  内であれば、実用上支障ない画像濃度が得られることが判っている。これらのことより、高い濃度の画像を得るには、現像および転写に最もバランスした Q/M の値を設定することが重要である。また現像剤の耐久テストでは、従来の現像剤に比較し、本稿の現像剤では、画像濃度の変化率が小さい。

表3からも明らかな様に画像濃度に関する Q/M の変化率が、従来トナーに比較して小さい。この Q/M の変化に寄与していると考えられる現像剤中の溶出成分量の変化率も従来トナーに比較して少ない。

すなわち極性制御性を有する樹脂自身が、現像に寄与するため、現像剤中に極性樹脂が蓄積されることがないためと考えられる。

しかし本稿樹脂中にも若干ではあるが、現像剤中に溶出する低分子量成分が認められた (図7, 8)。これらの成分を赤外線吸収スペクトルで解析すると電着物 (トナー成分) は AM 樹脂の低分子量成分、電着液 (溶出成分) からは、本稿樹脂の低分子量成分であることが推定定めた。今後更に現像剤の耐久性を改良するには樹脂の分子量分布に着目した合成法の検討が必要である。

## 4 お わ り に

アビエチン酸を出発原料として、極性制御性を有する樹脂を合成し、この樹脂を用いた耐久性のよい現像剤を見出すことが出来た。

しかしながら、樹脂の構造および電荷発生機構については不明な点が多く、今後の課題である。

最後に本研究を進めるに当たり、樹脂の反応機構や合成法について御指導いただいた東京工業大学資源化学研究所の大河原信教授、本論文をまとめるに当たり有意義な御意見をいただいた第一複写機(事)、第一開発部の方々に深謝いたします。



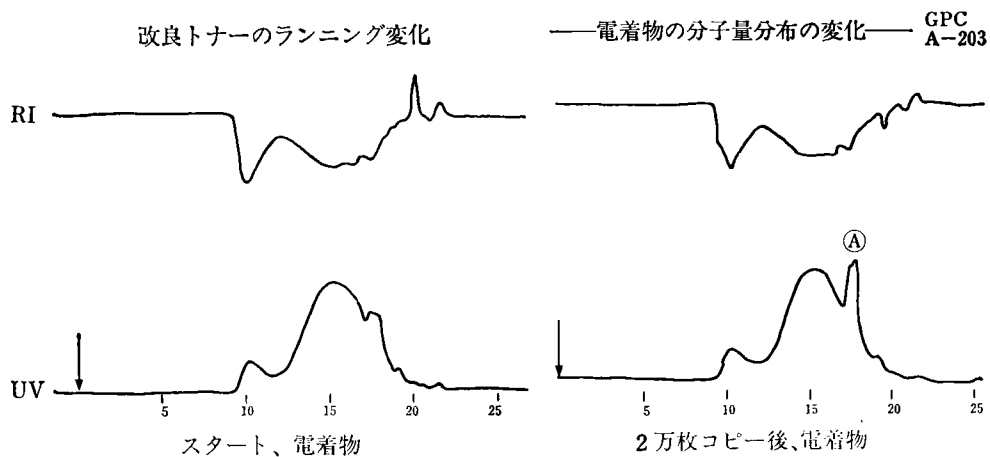


図 7 電着物の分子量分布変化

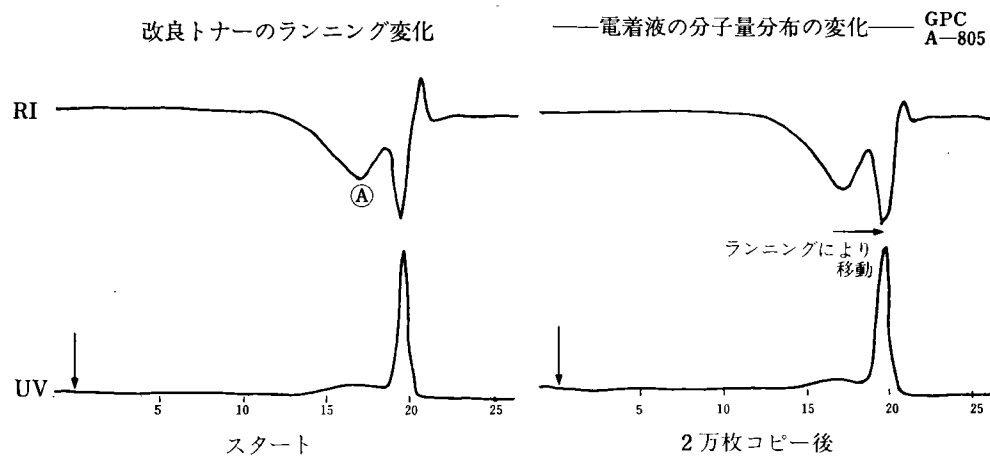


図 8 電着液の分子量分布変化

#### 参考文献

- 1) K. A. Metcalfe : J, SCI, Instrum, 32, 74 (1955)
- 2) K. A. Metcalfe : J, SCI, Instrum, 33, 194 (1956)
- 3) 川西敏之 : 電子写真 : 12, 3 (1973)
- 4) USP 3900612 (1975)
- 5) Sandermann, W : Bechacite-Nachrichten 16, 76 (1957)
- 6) USP 2419404 (1974)
- 7) 色材工学 : 高分子学会 (1967)
- 8) Pollak, A, Soap, Sanit, Chemicals 29, 42 (1953)
- 9) USP 2653922
- 10) 大河原 信 : 高分子の化学反応 (上), 化学同人 (1972)
- 11) インダストリアルカーボンブラック便覧 ; カーボンブラック協会編 (1972)
- 12) R-B, Comizzoli ET. AL : RCA Review, 33, 406 (1972)
- 13) R-B, Comizzoli ET. AL : RCA Review International. Licensing, JAN. 46, (1972)
- 14) Yocum, Myqiurt, Functional Monomers : (1974)
- 15) 大河原 信 : 高分子の化学反応 (上), 化学同人
- 16) 栗田 : 電子写真 : 3, 3, 26 (1961)
- 17) R. M. Schaffert : Electrophotography (1965)
- 18) 梅田 実, Ricoh Technical Report 9

# フリクションパッド分離給紙方式の余裕度解析

Analysis of Paper Feed System with Friction Pad Separation

高橋靖弘\*

Yasuhiro Takahashi

## 要 旨

フリクションパッド分離給紙方式の不送り、重送の条件式において、摩擦の他に用紙がパッドに進入する際に生ずる抵抗を導入することによって新しい条件式を求めた。この結果、各種複写用紙の分離条件が明らかになり、従来品よりもより広範囲の種類の用紙を分離できることが確認された。

## ABSTRACT

As for the misfeed- or multifeed- equation for paper feed system with friction pad separation, we have introduced new condition by adding a term including resistance which occurs for entering papers into the pad nip.

As the results, the misfeed conditions for the paper separation was refined and experimental results indicated that the paper separation system could handle a wider variety of copier papers.

## 1 はじめに

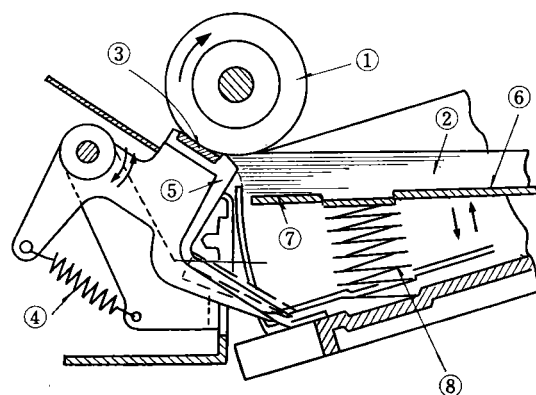
複写印刷機においては、その複写プロセスに劣らず、信頼性、操作性、保守性において給紙機構が重要な技術の一つを占める。フリクションパッド分離給紙方式は輪転複写機分野では従来より用いられていた給紙方式の一つであるが、構造が簡単な上、分離可能な紙質の範囲が広くとれることもあって、近年複写機に要望されている“フリーペーパー”<sup>\*</sup> に対応し易いという理由で一部の複写機にも使用されはじめて<sup>1),2)</sup>いる。

摩擦分離方式の一つで、同方向に回転する二種のローラーを用いて用紙を分離する摩擦ローラー分離方式については従来より簡単なモデル式が提示されているが、更に簡素化されたフリクションパッド分離については、分離性能と紙質特性との関連性が明確でなく、不送り、重送防止条件についても不明の点が多かった。筆者は、上記を改善する為にフリクションパッド分離機構の解析を

行い、これを実際の用紙に適用することによって各種用紙の分離条件を明確にし、最終的には本分離機構の性能改善を狙った。

## 2 フリクションパッド分離方式の構成

図1にフリクションパッド分離給紙機構の構成を示し以下その給紙過程を略述する<sup>3)</sup>。



①給紙コロ ②用紙 ③フリクションパッド ④フリクションパッド加圧スプリング ⑤フリクションパッド取付台 ⑥底板 ⑦底板パッド ⑧底板加圧スプリング

図1 フリクションパッド分離給紙機構の構成概略図

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

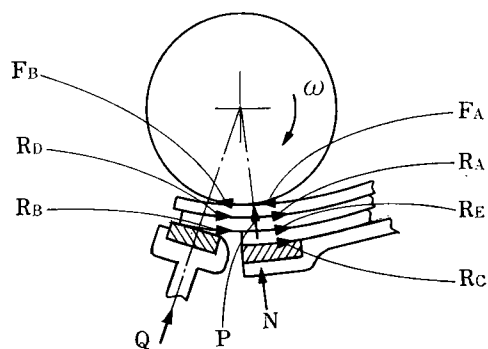
★ 第一複写機事業部 第二開発部  
Second Development Department, First Reprographic Products Division

給紙開始により軟質ゴム材質の給紙コロ①を時計方向に回転させれば、積載された用紙②の最上紙が給紙コロの摩擦力によって引き出されて前進し、給紙コロとフリクションパッド③とのニップ部に到達する。フリクションパッドは、用紙に対する摩擦係数を給紙コロのそれよりも小さくし、耐摩耗性のものが選ばれる<sup>4)</sup>。フリクションパッドは、給紙コロ周面と比較的小さい圧力で弾接しているので、用紙先端がニップに到達するとその用紙はパッドを紙厚だけ押し下げ、かつ、給紙コロの摩擦力は、フリクションパッドの摩擦力よりも大きいので用紙は前進を続ける。又、用紙間の摩擦により次の用紙も同時に前進する場合には、第一段階としてフリクションパッド取付台⑤の頸部において用紙と頸部の材質並びに用紙の進入角度による摩擦により二枚目以後の用紙の前進が阻止される。この段階で阻止できず更にニップへ入ると、用紙とフリクションパッドとの摩擦力は用紙間の摩擦力よりも大きく、かつ、ニップ入口は給紙コロとの間が楔状を呈している為、下側の用紙は前進を阻止され、上側の用紙のみが下側の用紙の上を滑りながら前進して用紙の一枚送りが行われる。

### 3 フリクションパッド分離機構の解析

#### 3-1 分離に寄与する力関係

フリクションパッド分離機構を解析するにあたり、図2のような簡略化された構成を考え、寄与する力を示す。



- FA：給紙圧力により生ずる給送力
- FB：フリクションパッド圧力により生ずる給送力
- RA：給紙圧力により生ずる用紙間の抵抗力
- RB：フリクションパッドによる抵抗力
- RC：底板パッドによる抵抗力
- RD：フリクションパッドにより生ずる用紙間の抵抗力
- RE：給紙圧力により生ずる用紙間の抵抗力
- P：給紙コロと最上紙間に生ずる圧力(給紙圧力)
- Q：フリクションパッドの給紙コロへの押圧力(フリクションパッド圧力)
- N：底板加圧力
- ω：給紙コロの角速度

図2 フリクションパッド分離の力関係

用紙と給紙コロ、並びにフリクションパッドとの摩擦係数が用紙間の摩擦係数より充分大きく、かつ給紙コロと用紙の摩擦係数がフリクションパッドと用紙のそれよりも大きい条件においては、図2のようにニップ部に用紙が二枚進入した時は

$$R \equiv R_A + R_D < R_B + R_E < F_A + F_B \quad (1)$$

が成り立ち、二枚目が動かず、一枚目と二枚目の用紙との間で滑りが生じ用紙の分離が行われる。特に、最終二枚の用紙間では、

$$R \equiv R_A + R_D < R_B + R_C < F_A + F_B \quad (2)$$

で分離が行われる。

#### 3-2 最上紙の給紙

給紙推力を F、給紙圧力を P、フリクションパッド圧力を Q とすれば、各モードでの F は以下のように表わされる。

(i)給紙開始

$$F = F_A - R_A - \gamma$$

ここで、 $F_A \equiv \mu_1 P$ 、 $R_A \equiv \mu_n (P + w_p)$  より、

$$F = \mu_1 P - \mu_n (P + w_p) - \gamma \\ \equiv (\mu_1 - \mu_n) P - \gamma \quad (3)$$

但し、 $w_p$ ：用紙一枚の重量、Pに比較して小さいので  $w_p \div 0$  として扱った。

$\gamma$ ：用紙と用紙との間の密着力

$\mu_1$ ：給紙コロと用紙との間の摩擦係数

$\mu_n$ ：用紙と用紙との間の摩擦係数

(ii)フリクションパッド内への進入

$$F = F_A + F_B - R_A - R_B - \gamma$$

ここで、 $F_B \equiv \mu_1 Q$ 、 $R_B \equiv \mu_2 Q$  より、

$$F = (\mu_1 - \mu_n) P + (\mu_1 - \mu_2) Q - \gamma \quad (4)$$

但し、 $\mu_2$ ：フリクションパッドと用紙との間の摩擦係数

#### 3-3 最終紙の給紙

(i)給紙開始

$$F = F_A - R_C$$

ここで、 $R_C \equiv \mu_3 P$  より、

$$F = (\mu_1 - \mu_3) P \quad (5)$$

(ii)フリクションパッド内への進入

$$F = F_A + F_B - R_B - R_C \\ = (\mu_1 - \mu_3) P + (\mu_1 - \mu_2) Q \quad (6)$$

用紙を給送するには、 $F > 0$  でなくてはならないから、(4)式より、

$$\mu_1 (P + Q) - \gamma > \mu_n P + \mu_2 Q \quad (7)$$

(7)式の左辺は用紙に作用する推力、右辺は阻止力を各々示している。最終紙については同様にして、(6)式より次のようになる。

$$\mu_1 (P + Q) > \mu_3 P + \mu_2 Q \quad (8)$$

### 3-4 重送防止の条件

フリクションパッドニップ部へ二枚の用紙が同時に進入した場合、下側の用紙は上側の用紙から  $\mu'_n(P+w_p) + \mu'_n Q + \gamma$  なる推力を与えられるが、一方、フリクションパッド並びに三枚目の用紙から各々  $\mu_2 Q$ ,  $\mu'_{n+1}(P+2w_p) + \gamma$  なる阻止力を受ける。ここで  $\mu'_{n+1}$  とは  $n$  枚目と  $n+1$  枚目の用紙間の摩擦係数である。

下側の用紙の前進を阻止するには推力よりも抵抗力が大であれば良い。

$$\mu_2 Q + \mu'_{n+1}(P+2w_p) + \gamma \geq \mu'_n(P+w_p) + \mu'_n Q + \gamma$$

上式を整理して

$$(\mu_2 - \mu'_n)Q \geq (\mu'_n - \mu'_{n+1})P + (\mu'_n - 2\mu'_{n+1})w_p \div (\mu'_n - \mu'_{n+1})P \quad (9)$$

$$(\mu_2 - \mu'_n)Q \geq \Delta\mu_n P \quad (10)$$

但し、 $\Delta\mu_n = \mu'_n - \mu'_{n+1}$  で用紙間摩擦係数差を示す。同様に、最終紙の重送防止条件は、

$$(\mu_2 - \mu'_n)Q \geq (\mu'_n - \mu_3)P \quad (11)$$

### 3-5 重送、不送り防止の条件式

(7)式を変形し次式を得る。(不送り防止条件式)

$$P > \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu_1 - \mu_n} Q + \gamma = \alpha Q + \gamma \quad (12)$$

又、(10)式を変形し次式を得る。(重送防止条件式)

$$\Delta\mu_n \geq 0 \text{ の場合、 } P \leq \frac{\mu_2 - \mu'_n}{\Delta\mu_n} \cdot Q = \beta Q \quad (13)$$

$$\Delta\mu_n < 0 \text{ の場合、 } P \geq \frac{\mu_2 - \mu'_n}{\Delta\mu_n} \cdot Q = \beta Q \quad (13')$$

$$\text{但し、 } \alpha \equiv \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu_1 - \mu_n}, \quad \beta \equiv \frac{\mu_2 - \mu'_n}{\Delta\mu_n}$$

最終紙給紙を除いた一般的給紙性能は、(12)(13)式より図3に示す各領域として表わすことができ、重送、不送り防止を共に満足する領域は図3の斜線部となる。

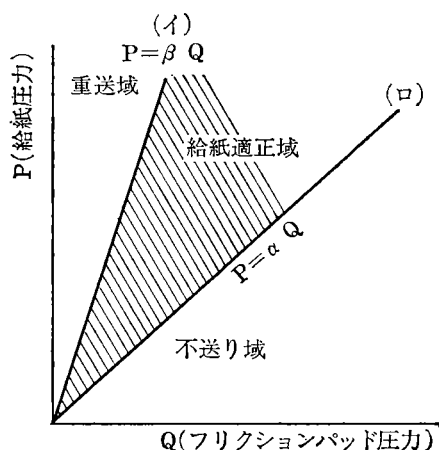


図3 P、Qと給紙性能

### 3-6 条件式の問題点

(12)(13)式において、 $\alpha$ ,  $\beta$ は使用する用紙、給紙コロ、フリクションパッドの材質によって決まる定数で、密着力 $\gamma$ は通常  $\alpha Q$ に比較して小さいので省略される。

さて、フリクションパッド分離の基本条件は

$$\mu_1 > \mu_2 > \mu_n$$

である。従って不送り防止の条件式(12)において、

$$\alpha \equiv \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu_1 - \mu_n} < 0$$

又、重送防止条件式(13)(13')において、

$$\beta \equiv \frac{\mu_2 - \mu'_n}{\Delta\mu_n}$$

は用紙間の摩擦係数の違いによって、正負のいずれをもとり得る。 $\alpha < 0$  と言うことは  $P > 0$ ,  $Q > 0$  であれば、常に(12)式が成立することを意味しており条件式とは言えない。又、 $\beta < 0$ , 即ち  $\Delta\mu_n < 0$  の場合は  $P > 0$ ,  $Q > 0$  であれば常に(13')式が成立するので  $\beta \geq 0$ , 即ち  $\Delta\mu_n \geq 0$  の場合のみを条件式の対象とすれば良い。

(12)式は、フリクションパッド内への進入式(4)から導入されたものである。(4)式は、

$$F_1 \div (F_A - R_A) + (F_B - R_B)$$

右辺の第一項と第二項は同一コロによって推力を与えられるが、用紙上でのコロとの接触点は異なる。まず、最上紙は、コロの回転により送られ  $(F_A - R_A)$ , パッドにあたり、パッドとコロの隙間に挿入され、ここで再び推力  $(F_B - R_B)$  が与えられる。しかし、(4)式は一体としての用紙への考慮が不足している。例えば、極端な場合、 $Q$ の値が大で用紙が進入できない場合もあり、実際に、厚口紙や裁断バリ、カエリのある用紙では、用紙先端がニップ部へ進入することは容易でない。(図4) 従って、A点とB点の間に何らかの条件を導入しないと関係式は実際に即したものとは言えない。例えば、上質紙135K紙において、不送りになった場合の給紙状態を観察してみると用紙の先端がフリクションパッドニップ部へ進入時、給紙コロが用紙上でスリップしているものが見受けられる。

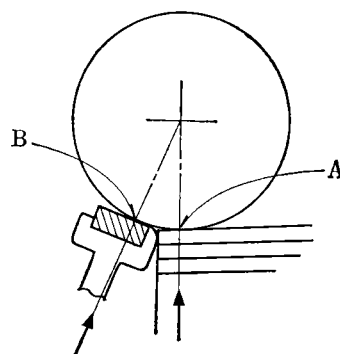


図4 分離部の主要図

これらの現象から、ニップで用紙の進入を妨げる抵抗力  $R_f$  を導入する。図5でわかるように挿入点Cは、フリクションパッドの押圧力Q、用紙の厚みt、剛度や先端形状に依存する。Qが増すと挿入口はせばめられ、抵抗力  $R_f$  はこの押圧力に比例するものと考え、その係数をfとする。

$$\text{抵抗力 } R_f = f_0 P_N = f_0 F_N \cos \theta = f F_N = f Q$$

$$f_0 \cos \theta \equiv f$$

従って、(4)式は

$$F_1 = (\mu_1 - \mu_n)P + (\mu_1 - f)Q - \gamma \quad (4)'$$

ここで  $\theta \rightarrow 0$  とすれば  $f = f_0$  となる。

(12)式の不送り防止条件式としては

$$P > \frac{f - \mu_1}{\mu_1 - \mu_n} Q + \gamma = \alpha' Q + \gamma \quad (12)'$$

$$\text{ここで } \alpha' \equiv \frac{f - \mu_1}{\mu_1 - \mu_n}$$

一般に、厚口紙等では  $f > \mu_1$  となり、 $\alpha'_1 > 0$  で、図3の直線(4)で与えられPのQに対する許容範囲がせばめられる。

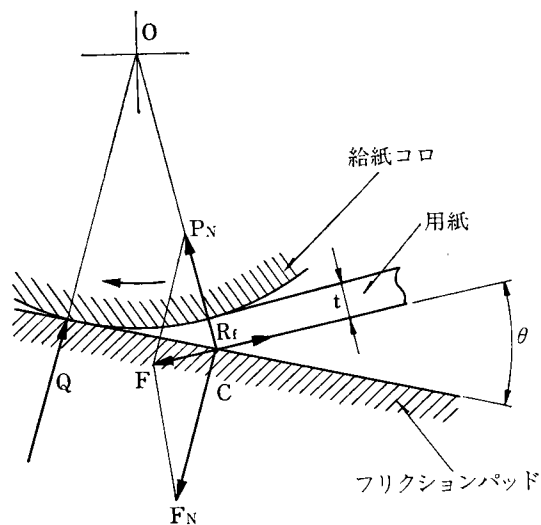


図5 ニップ部での用紙の力関係

## 4 実験

フリクションパッド分離方式の給紙圧力Pとフリクションパッド圧力Qの関係を数式化することによって不送り、重送の条件式を見出した。この結果を実際の用紙に適用して実装試験によって上記の適用範囲について確認する。

まず、実装試験に先だち、

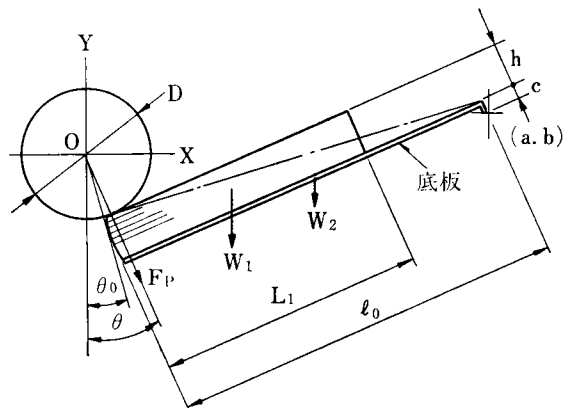
(a)給紙圧力Pの測定（用紙積載量、用紙の紙質などによる依存性）

(b)用紙の摩擦係数測定

を行う。

### 4-1 給紙圧力の測定

給紙圧力Pのかけ方は設計方式により種々考えられ、一通りでない。本装置では用紙積載板下面からのバネ押し上げ式を採用し、図6にその主要構成を示した。



- h : 用紙積載高さ(mm)
- L<sub>1</sub> : 用紙長さ(mm)
- L<sub>2</sub> : 用紙幅(mm)
- ρ : 用紙密度(g/cm<sup>3</sup>)
- W<sub>1</sub> : 積載紙の総重量(g)
- l<sub>0</sub> : 底板長さ(mm)
- W<sub>2</sub> : 底板重量(g)
- D : 給紙コロ直径(mm)
- (a, b) : 底板の回転中心のX、Y座標
- c : 底板回転部の折り曲げ高さ(mm)

図6 用紙積載部の構成

図6において、用紙にかかる給紙圧の方向をY軸から  $\theta$  とすれば、

$$\theta = 90^\circ - \left\{ \cos^{-1} \frac{\frac{D}{2} + c + h}{\sqrt{a^2 + b^2}} - \tan^{-1} \frac{b}{a} \right\}$$

と表わされ、 $\theta$  は用紙積載高さhの関数となる。無積載時 ( $h=0$ ) の  $\theta$  を  $\theta_0$  とすれば、

$$\theta_0 = 90^\circ - \left\{ \cos^{-1} \frac{\frac{D}{2} + c}{\sqrt{a^2 + b^2}} - \tan^{-1} \frac{b}{a} \right\}$$

となる。用紙積載により加圧バネ押し上げ力Gに抗する力を  $F_p$  とすれば、 $F_p$  は次のように表わされる。

$$F_p = \frac{W_2}{2} \cos \theta + \frac{2l_0 - L_1}{2 \left\{ l_0 - \frac{D}{2} \sin(\theta - \theta_0) \right\}} \cdot W_1 \cos \theta \quad (14)$$

ここで  $W_1 = L_1 \cdot L_2 \cdot h \cdot \rho \times 10^{-3}$

従って、給紙圧力  $P$  は  $P = G - F_p$  より求めることができ、(14)式から給紙圧力  $P$  は用紙の積載量、種類、サイズ、セット方向によって変化することが判る。なお、図7に代表的用紙の給紙圧力  $P$  の測定結果を示す。

#### 4-2 試験用紙の摩擦係数測定

##### (1) $\mu_n, \mu_2, \mu_3$ の測定

測定はヘイドン10型静摩擦係数測定器を用いて、4時間室内で調湿した各種用紙について測定した。測定器の斜面上昇速度は 8 mm/sec とし、10回測定の実値をとった。

##### (2) $\mu_1$ の測定

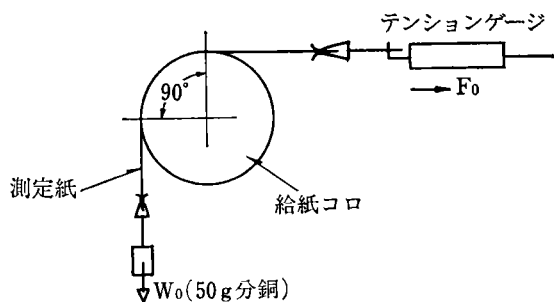


図8  $\mu_1$  の測定

図8のように幅 50mm 用紙を固定した給紙コロの表面に巻きつけ用紙の一端に分銅をつけた状態で、他端をテンションゲージで引き、測定紙がゆっくりと動き始める時の値を読みとる。

$$\mu_1 = \frac{2 \log \frac{F_0}{W_0}}{\pi} \quad (15)$$

##### (3) $f$ の測定

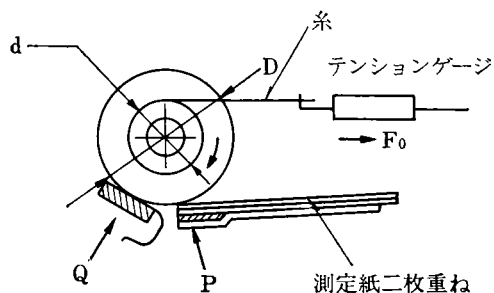
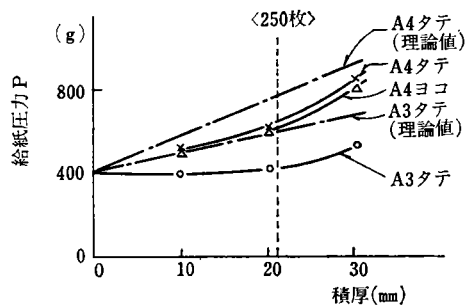


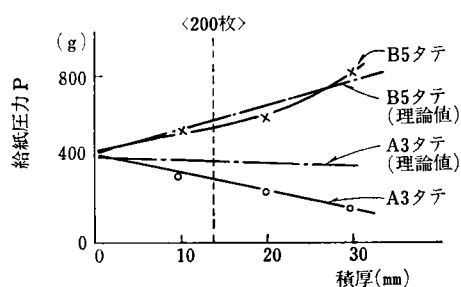
図9  $f$  の測定

給紙コロが自由に回転できるようにして、そのボス部に糸を巻きつけ、積載板上に用紙二枚を載置した状態で糸をテンションゲージでゆっくりと引き、最上紙がニップに進入する時の値を読みとる (図9)。

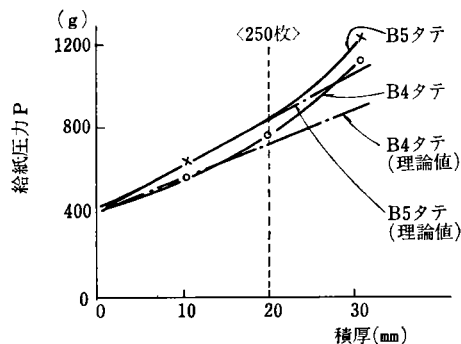
##### (1) 普通紙(中厚口)



##### (2) 第二原図用紙(GNT)



##### (3) 更紙



##### (4) 上質紙 135K

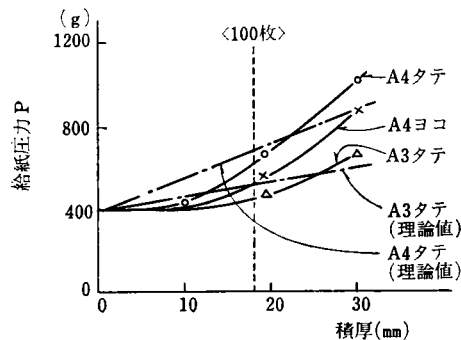


図7 実験装置における各用紙の給紙圧力

$$f = \frac{F_0 \cdot \frac{d}{D} - \mu_n \cdot P}{Q} \quad (16)$$

#### 4-3 用紙の摩擦係数

図10に、代表的な複写用紙の摩擦係数測定結果、表1に、紙質特性及び $\alpha$ 、 $\beta$ の計算値を示す。測定では、給紙コロ、フリクションパッドは、後に述べる実装試験と同一のものを使用した。

一般に、 $\mu_1 > \mu_2 > \mu_3 > \mu_n$ を満たしている。OHPフィルムのみ $\mu_2 > \mu_1$ となり、これが不送りの原因となっているものと推定できる。実装試験においては、これら全用紙を通紙して特性を確認することより、表1より、不送り、及び重送の起り易い用紙を選別して条件式を評価することにした。

(a)不送り確認用紙として、上質紙135Kを通紙する。このため $f$ を測定し $\alpha'$ を求めた。

(b)重送確認用紙としては、 $\beta$ の小さい値として、 $\mu_2 - \mu_n$ の小さな用紙（官製ハガキ0.52）もあるが、 $\Delta\mu_n$ を重視して、未使用紙中に複写済みコピーを二枚おきに混入させたもの（図11）を特別につくり通紙する。

$$\mu'_n = 0.52, \mu'_{n+1} = 0.37$$

$$\Delta\mu_n = \mu'_n - \mu'_{n+1} = 0.15$$

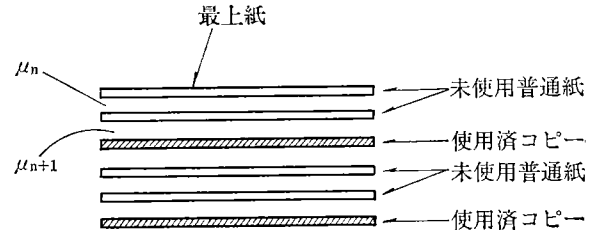


図10 各種用紙摩擦係数測定結果

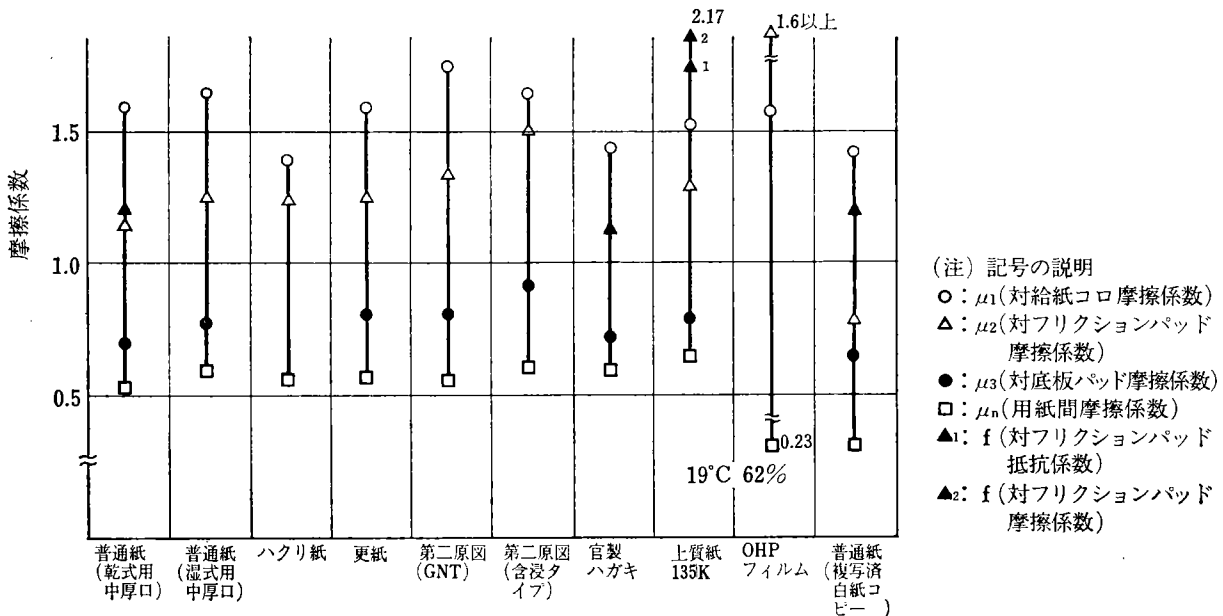


図11 重送試験紙の構成

表1 各種用紙の紙質特性

用紙種類	坪量 (g/m <sup>2</sup> )	厚さ (mm)	緊度 (g/cm <sup>3</sup> )	$\alpha$	$\beta$	$\alpha'$
普通紙（乾式用中厚口）	67.2	0.084	0.80	-0.40	6.4	-0.36
普通紙（湿式用中厚口）	—	—	—	-0.38	6.7	—
ハクリ紙	108.8	0.130	0.84	-0.19	11.2	—
更紙	49.6	0.079	0.63	-0.34	11.3	—
第二原図用紙（GNT）	76	0.069	1.10	-0.35	9.8	—
〃（含浸タイプ）	59	0.065	0.91	-0.14	14.8	—
官製ハガキ	182.4	0.220	0.83	-0.38	5.2	—
上質紙（135K）	157	0.180	0.87	-0.27	6.4	0.73
OHP用フィルム	146.6	0.105	1.40	7.35以上	34.3	—
（参考）普通紙（複写済白紙コピー）	—	—	—	-0.59	10.8	-0.21

(注)

$$\alpha = \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu_1 - \mu_n}$$

$$\alpha' = \frac{f - \mu_1}{\mu_1 - \mu_n}$$

$$\beta = \frac{\mu_2 - \mu_n}{|\Delta\mu_n|}$$



#### 4-4 実装通紙性能確認試験

実験装置に使用された材料の特性を示す。

##### (1)給紙コロ

直径：36 mm 幅：50 mm

材質：特殊合成ゴム 30 度

##### (2)フリクションパッド

大きさ：50 mm×12 mm×2.3 mm

材質：ポリウレタン

図 12 に実験の結果を示す。

##### (1)不送り試験

$P=0.73Q$  の限界線外では不送りが多発し、線上でも不良の発生をする可能性がある。 $P=Q$  が不良の発生しないラインとして設定されるべきであろう。

##### (2)重送試験

$P=2.68Q$  の線上でも不良の発生が見られているが、これ以上では多発している。重送は不送りよりも不良内容としては軽く、特に重送用として調整した用紙であることから  $P=2.68Q \div \frac{8}{3}Q$  が適当な限界線と考えられる。

### 5 考 察

図 12-(3) に、普通紙に対しての従来機の設定領域を示した。(2)の結果からQをもっと広い範囲にとっても充分

であることが解る。そして、フリクションパッド分離方式の狙いは多品種の用紙に適用させることであるが、(1)(2)の検討から  $P=400 \sim 650 \text{ g}$ 、 $Q=240 \sim 400 \text{ g}$  の領域に設定すれば、ほとんどの用紙に対して問題のないことがわかる。なお、図 11-(3) より P 及び Q を共に増加させる程、ますます分離性能の余裕度が増加するが、実際には、他の品質、例えば構成部品の摩耗、紙粉の発生、給紙中の用紙とフリクションパッド間で発生する振動音等により限界があり設定にあたってはこれらのバランスを考慮して P、Q の範囲を決める必要がある。

次に、各種用紙の給紙余裕度について更に検討してみる。

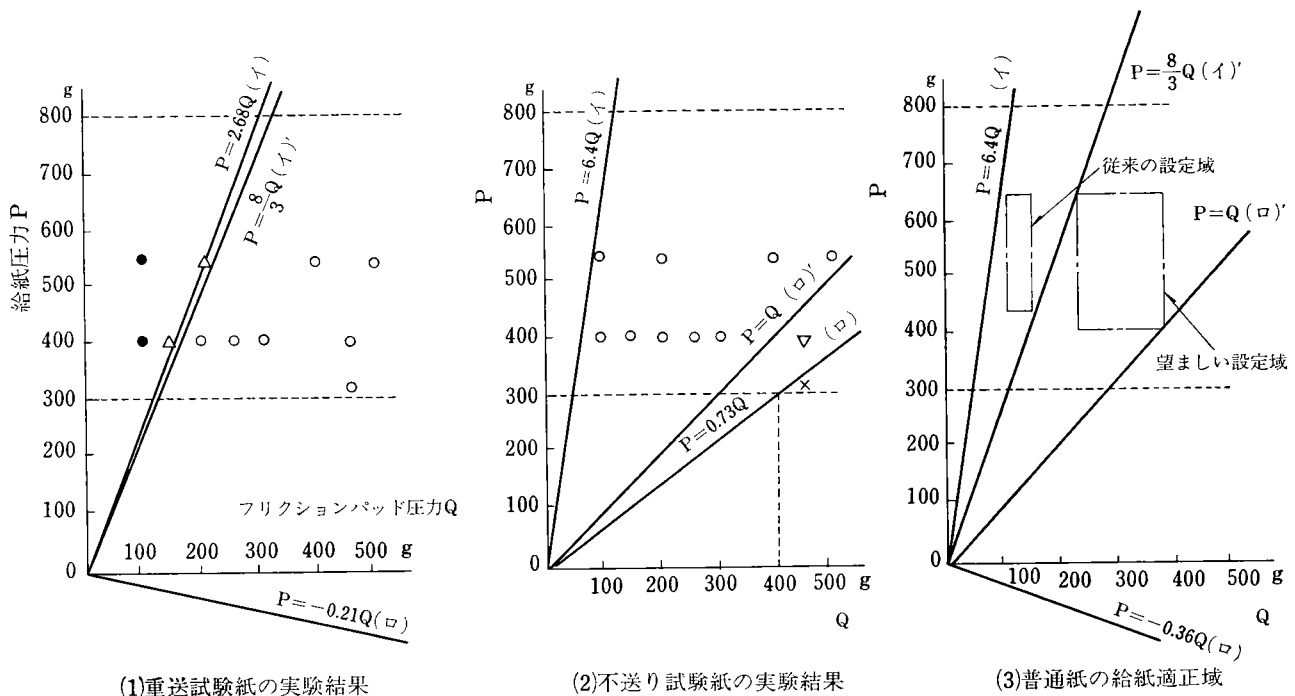
(7)式を変形し次式を得る。(γは省略する)

$$\mu_2(\text{or } f) < -\frac{P}{Q}\mu_n + \frac{P+Q}{Q}\mu_1 \quad (17)$$

同様に(10)式を変形し次式を得る。

$$\mu_2 \geq \mu'_n + \frac{P}{Q} \cdot 4\mu_n \quad (18)$$

(17)(18)式は不送り、重送を各々防止する条件を示しており、これらの式から各種用紙の給紙余裕度が判る。(図 13)

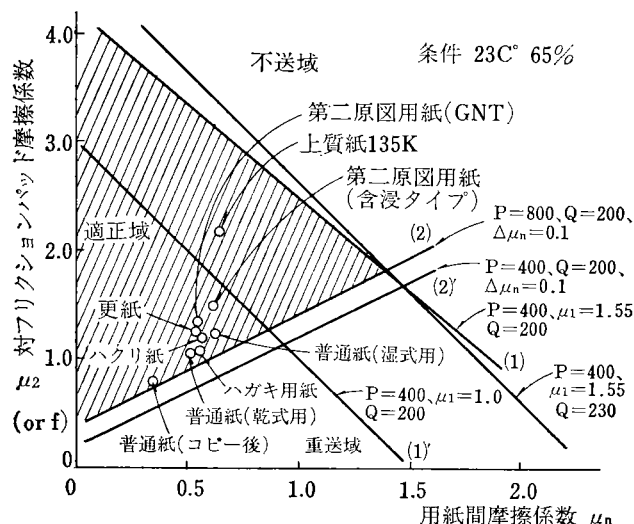


- 重送、不送り発生が共にない
- 重送が多発
- △ 1/30程度の重送が発生
- ▽ 1/30程度の不送りが発生
- × 不送りが多発

(注) (γ)は計算で得られた重送限界線  
(□)は計算で得られた不送り限界線

図 12 実験結果

図13はP, Q,  $\Delta\mu_n$ ,  $\mu_1$  をパラメーターとしてフリクションパッド摩擦係数  $\mu_2$  又は抵抗係数 f と用紙間摩擦係数  $\mu_n$  との関係を示したものである。不送り防止の点で直線(1)より下部の領域に、又重送防止の点からは直線(2)より上部の領域に  $\mu_2$ ,  $\mu_n$  を有する用紙が分離条件を満足する。図13の斜線部が適正域であり、限界線より内側に入っている用紙程、余裕があるものと判断される。



(注) 直線(1) :  $\mu_2 = -2\mu_n + 4.65$   
 直線(1') :  $\mu_2 = -2\mu_n + 3.0$   
 直線(2) :  $\mu_2 = \mu_n + 0.4$  : 用紙満載時(小サイズ)  
 直線(2') :  $\mu_2 = \mu_n + 0.2$

図13 各種用紙の給紙余裕度

不送りについては、充分余裕があるように見えるが、給紙コロの摩擦係数  $\mu_1$  の経時低下によって領域が(1)→(1')へ縮小し、上質紙135K紙等に不送り発生が予測される。 $\mu_1$  の低下防止策が定期的な給紙コロのメンテナンスを必要とするところである。

又、重送については、小サイズの満載時に、Pの増加によって、特に両面複写時に重送の余裕度が殆どないことが判る。従って、両面複写時は、積載板への積載枚数を制限して給紙圧力Pを減じ、領域を(2)→(2')の方向へ拡大する等の対応が必要である。

その他の各種複写用紙については、適正域内部にあり余裕があると判断される。

先に述べたように、厚口紙や裁断バリのある用紙においては、パッドニップへ用紙先端が進入する際、抵抗力が増加するが、その理由は良く解明されていない。図14に普通紙(80 g/m<sup>2</sup>)における用紙のクラーク剛度と抵抗係数 f とのデータを示した。用紙のこわさの大きいもの程、抵抗係数 f が大きくなる傾向がある。又用紙のこわさ(剛度)は厚さの2.8~3乗に比例することは良く知られていることであるから、厚口紙程抵抗係数 f が大きくなり、不送りし易いことが推察できる<sup>5)</sup>。

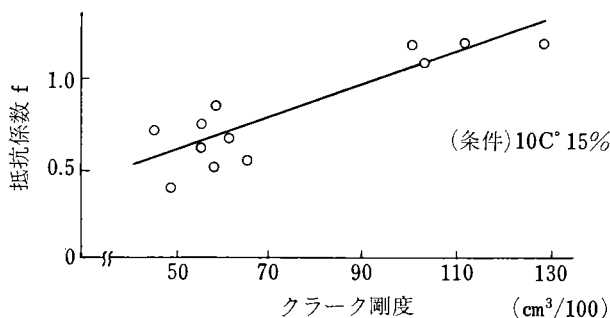


図14 普通紙における f とクラーク剛度

## 6 おわりに

本稿での検討結果は、実際の用紙の分離結果とはほぼ一致しているので、今後フリクションパッド分離方式を更に解析していく上で有用な手段であると思われる。本稿では、従来のモデルに対し、特にフリクションパッド抵抗係数という要素を導入したが、実際にはその他の要素も種々作用しているものと考えられる。又、給紙コロ、フリクションパッドそのものについては、今回は一種に限定して進めたがこれらの特性についても未だ充分解明されているとは言えない。これらは今後の課題として検討していきたい。

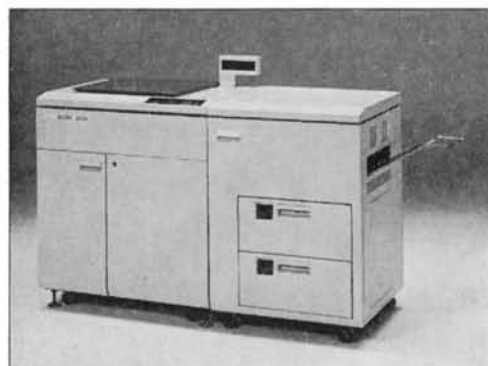
最後に、本稿作成にあたり御指導、御協力を戴きました関係の方々に深く感謝致します。

## 参考文献

- 1) 特開昭 51-24924
- 2) " 50-145137
- 3) " 55-135039
- 4) U S P 4192497 (1980)
- 5) 上野: "紙の強度" (1973)

# 製品技術解説

PRODUCTS EXPLANATION



## 画像編集システム

# RICORE3000

Image Editing System RICORE 3000

荒巻和男\* 安部大典\*  
Kazuo Aramaki Daisuke Abe

### 要 旨

RICORE 3000 はオフィスに於る書類作成業務の多様化に対応した、イメージを取り扱える画像編集システムとして開発された。その特徴は以下の如くである。

- 1) 原稿画像の抜き取り、位置変更、合成による画像編集が可能であり、又通常の複写機能も備えている。
- 2) 最大 A3 サイズの原稿を高速、高密度で処理する (30 ppm/A4, 300×300 dots/inch<sup>2</sup>)
- 3) 原稿固定高速デジタルスキャナーによる原稿画像入力機能を備えている。
- 4) 最大 2000 枚の転写紙を収納するコンパクトな高速高密度レーザープリンターによる出力機能を備えている。

### ABSTRACT

The RICORE 3000 has been developed as an image editing system which is capable of editing image patterns to meet a wide variety of the paper works.

This system has the following new features.

1. Two major applications; One as an ordinary copier and the other as an image editing system.
2. Operation in real time and with high speed and high resolution (30ppm/A4, 300×300 dots/inch<sup>2</sup>) in copying and editing modes.
3. Image pattern input by means of a digital scanner as input terminal with a stationary document platen.
4. The laser printer LP-312 with max 2000 A3-sheets, compact still as the output terminal.

## 1 はじめに

近年 OA (OFFICE AUTOMATION) の進展に伴い、オフィスにおける複写機、ファクシミリ、ワードプロセッサ等の機器は、各々単能機としての機能向上、拡大もさることながらそれらの機能の複合化の段階に入ってきている。すなわち、その一つの方向がインテリジェント

コピーの出現である。従来の複写機は、入力した原稿画像情報に手を加えることなく、忠実に複製処理することが基本機能であった。画像編集システム RICORE 3000 は構成している各単能機間をマイクロプロセッサでソフト制御する事により、複写機能に加え、原稿中の必要な画像情報を取捨選択し、編集処理したあとプリントアウトする、インテリジェントコピーの 1 例である。編集業務内容には次の機能が期待されている。

- 1) 抜取機能—原稿の一部分を抜き出してコピーする
- 2) 削除機能—原稿の一部分を消去してコピーする

\* 第一複写機事業部 第三開発部  
Third Development Department, First Reprographic  
Products Division

- 3) 位置変更機能—原稿の一部分を位置を変えてコピーする
- 4) 合成機能—原稿と他の原稿を合成してコピーする
- 5) フォーム発生機能—あらかじめ用意された原稿には無い情報（マーク、フォーマット）を付加してコピーする

すなわち RICORE 3000 は上記の要望に応え、原稿にユーザーが必要な情報を加工、編集して、第2、第3の新しい原稿を作成し、この情報を複数配布可能とするシステムと言える。以下システム化にあたっての各単機能（モジュール）に要求される機能、性能を中心にシステム構成を解説する。

## 2 システムの概要

ここでのインテリジェント化とは、専用機能（複写機能）に加えて、機能の拡大とインテリジェント（知的）な処理機能を付加することである。

RICORE 3000 の画像処理の概念を図1に示す。本機の主機能は編集機能である。ここでは従来の複写機における、光源→原稿（読み取り）→光学系（レンズ等）→感光体→紙といった「読み取り」「書き込み」機能の連続したプロセスが分離されて「読み取り」「書き込み」機能の間に画像編集処理機能が介在している。このため、原稿画像情報をデジタル信号として取り込む事により機能の多様化が可能となっている。表1に RICORE 3000 の仕様、図2に本システムの構成を示す。

表 1 RICORE 3000 基本仕様

項 目	仕 様
型 式	コンソール、2モジュール
プリント方式	乾式電子写真方式（He-Ne レーザー書込）
原 稿 種 類	ハード原稿（シートブック）、ソフト原稿（内部 ROM）
原 稿 読 取 り	原稿台固定、平面走査（固体撮像素子）
原 稿 サ イ ズ	MAX A3
プリントサイズ	最大：A3 縦送り、ダブルレター、A3・B4・A4・レター、リーガル 最小：B5 横送り A4・B5・レター
プリント速度	30枚/分（A4） 17枚/分（B4） 15枚/分（A3）
連続プリント	1～99枚、カウントアップ方式（コピーモード）
複 写 倍 率	1：1
画 素 密 度	300×300 dots/inch <sup>2</sup>
給 紙 方 式	シート自動給紙：2段トレイ（1000枚×2）
転 写 紙	普通紙
基 本 機 能	編集機能、複写機能
編 集 方 式	ストアードプログラム方式
メモリー容量	画像情報メモリー容量（RAM+ROM）1.6MB
使用電源	AC100V、15A×2
消費電力	2KVA 以下
大 き さ	W1494×D650×H950
重 量	410 kg

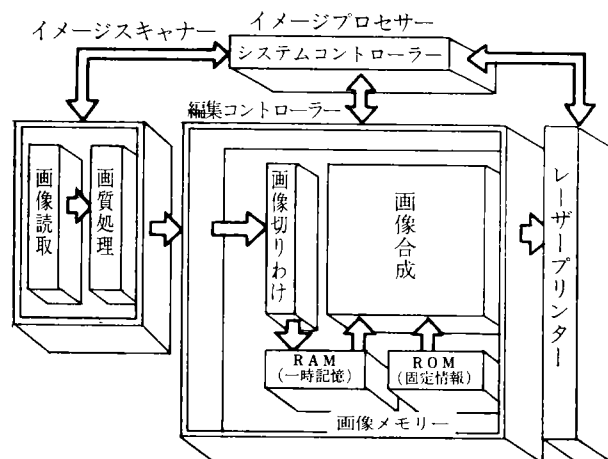


図 1 RICORE 3000 画像処理概念図

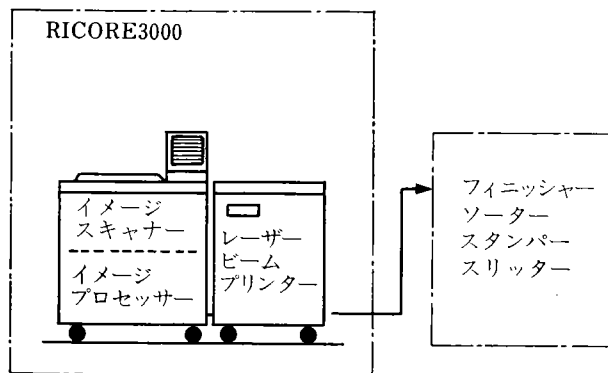


図 2 RICORE 3000 システム

## 3 画像情報の流れ

画像情報はイメージスキャナーでデジタル電気信号に変換され、イメージプロセッサで加工され、統合されて、最終的にはプリント画像として出力される。従ってシステムを構成するハードは画像信号の流れがスムーズであることが要求される。

図3は情報の流れを示すダイアグラムである。

まず原稿画像情報はイメージスキャナーより、従来の光学系によるアナログ光学情報に比べ、画質は及ばないが多様性、汎用性の点で有利なデジタル信号として、地肌除去、MTF補正等の画質処理をされたうえで、イメージプロセッサに入力される。複写機能を実行する時はこの信号をそのままプリンターの入力として使用する。編集を要する場合は編集に必要な画像エリアに相当する信号ブロックをイメージプロセッサに転送し、画像メモリー（RAM）に蓄積する。この画像情報は編集目的により異なるが、あらかじめ用意されたROM内の固定情報（マーク、フォーマット等）と適宜合成編集され、処理された画像信号としてプリンターに転送され、プリント

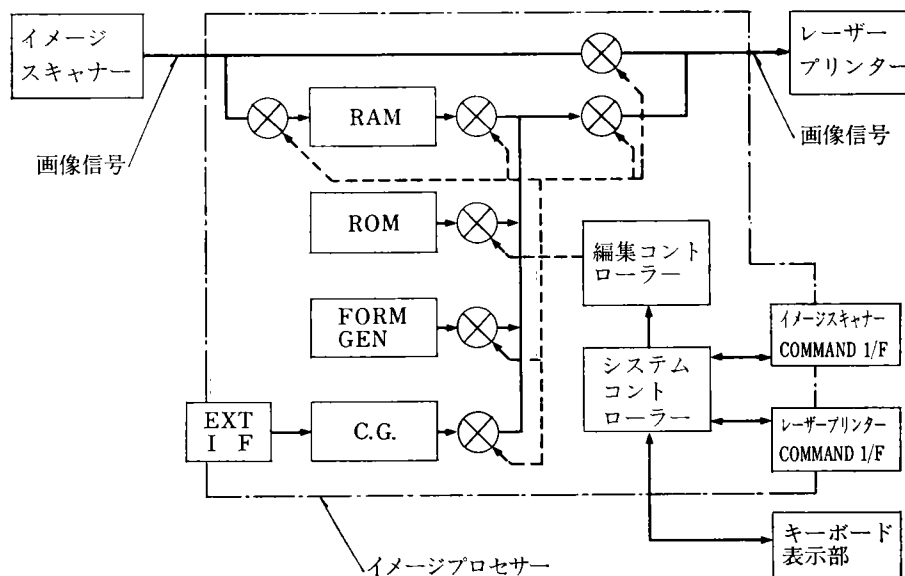


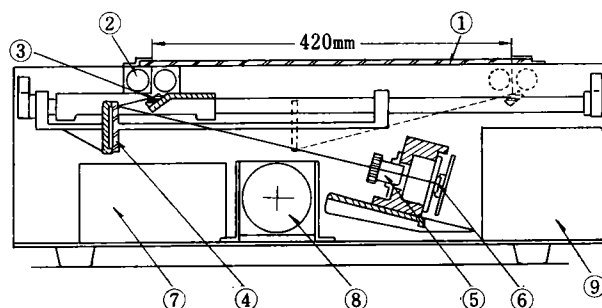
図3 画像処理の流れ

される。これらの操作は作業内容に合わせて基本機能を組合せ、プログラムしておくことにより達成される。又これらの動作を制御しているシステムコントローラーはその他の応用、例えば通信機能やネットワークの構成等も考慮されたものである。

## 4 装置概要

### 4-1 画像入力装置 (イメージスキャナー)

インテリジェントコピアの画像入力装置としては、デジタルイメージスキャナーが使用され、原稿のほかに、メモリーを介してのグラフィックディスプレイや、通信回線を介したファクシミリにも適合する必要がある。画像情報を光電変換し、電気信号として出力する点で基本的にはファクシミリの読み取り方式と同じであるが、従来の複写機並の読み取り速度、高解像度が要求される。表2に装置の仕様、図4に装置の断面図、図5に装置のブロック図を示す。イメージスキャナーは対象原稿の多



- 1. 原稿保持台      4. 第2走査ミラー      7. 点灯回路
- 2. 光源            5. 結像レンズ        8. DCモーター
- 3. 第1走査ミラー   6. CCD                9. ビデオ処理回路

図4 読み取り装置の断面図

表2 イメージスキャナー基本仕様

項 目	仕 様
照 明 方 式	蛍光灯高周波点灯方式
結 像 方 式	2レンズ、分割結像方式
主走査読み取り方式	固体撮像素子 (CCD×2)
副走査読み取り方式	ミラー平面走査方式 (DCサーボ、定速制御)
読 取 画 素 密 度	300×300 dots/inch <sup>2</sup>
原 稿 サ イ ズ	MAX A3版
読 取 り 速 度	30 cycle/分 (A4)
出 力 信 号	デジタル信号 (4 bit)

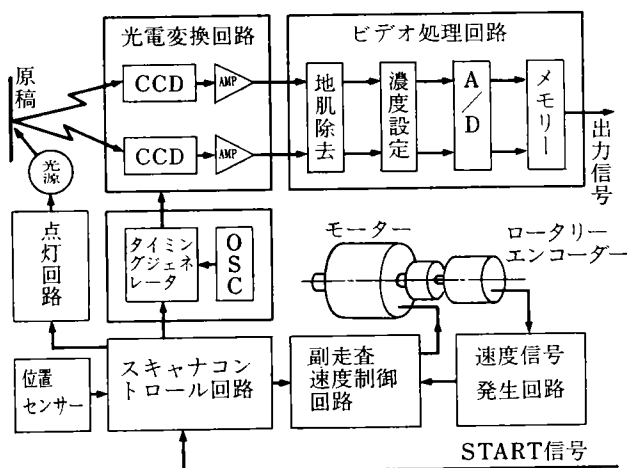


図5 読み取り装置のブロック図

様性に対応するため、原稿固定走査方式である。

又高解像度 ( $300 \times 300 \text{ dots/inch}^2$ )、並列読み取りによる高速化 (30 cycle/分)、縮小結像光学系のマイクロレンズの負担を軽減、等の目的で固体撮像素子 CCD を 2 個使用している。従って各々の CCD は A3 短手 (297 mm 方向) を分割して受けもっている。読み取り時は 2 枚の走査用ミラーの移動により、原稿からの反射光を固定配置した 2 組の結像レンズに導き、2 組の CCD 受光面に分割結像走査する。2 組の CCD 受光面からの出力信号は副走査ライン単位毎に地肌除去、濃度設定、A/D 変換などの信号処理を行ったのち、MTF 補正処理を行い、16 段階 (4 bit) の中間調情報を持つ SERIAL の画像信号として出力している。又照明光源及び走査用ミラー (2 枚) は DC モーターにより、モーターの回転角速度をフィードバックしながらワイヤーで駆動され、定速制御及び起動、停止時の速度制御が行われている。

図 6 に使用している CCD の分光感度及び光源の分光エネルギー分布を示す。本機ではファクシミリと同じ様に編集原稿の一部にドロップアウトカラーを必要とする場合があるため、分光エネルギー分布幅の狭い蛍光灯 (緑色) を使用している。従って本機の場合ドロップアウトカラーは淡緑色となる。図 7 にイメージスキャナーの入出力変換特性 (階調特性) を示す。又図 8 に出力画像信号の MTF を示す。

#### 4-2 イメージプロセッサ

RICORE 3000 におけるイメージプロセッサはイメージスキャナー、プリンター、及び編集コントローラーを管理して画像編集システムとして作動させる、マイクロコンピュータを主体としたシステムコントローラーと、リアルタイムで編集機能を実行する、ランダムロジックと画像情報を蓄積する大容量のメモリーからなる編集コントローラーから構成されている。

##### 1) システムコントローラー

図 3 に示す様に 8 bit CPU を中心とし、プログラマブル I/O, RAM, ROM から構成され、入力情報はクロックレイト 8.9 Mbit/sec で処理される。ソフトウェアはシステム端末 (プリンター、スキャナー、編集コントローラー、キーボード、表示部及びフィニッシャー、スタンパー等のオプション後処理機) を制御するファームウェアと、システムの目的である編集機能を実現するソフトウェアから構成される。各々の編集業務に対応したアプリケーションプログラムもブロック化が考慮されており、ユーザーの多様な要求に対しても、容易に対応出来るようになっている。

##### 2) 編集コントローラー

図 9 に編集動作説明図を示す。編集コントローラーは、画像を記憶するメモリー (RAM+ROM, MAX 1.6 MB) と、その読み書きをイメージスキャナー、プリンターの動

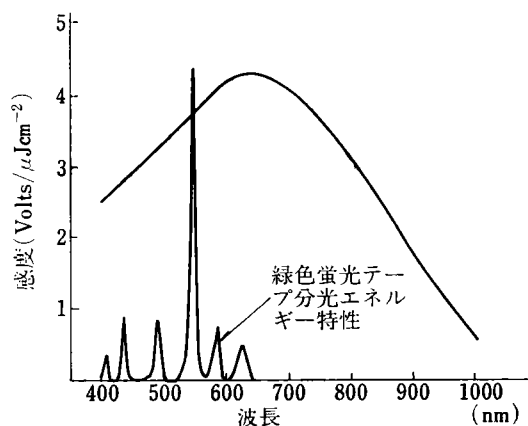


図 6 CCD 分光感度及び光源分光エネルギー分布

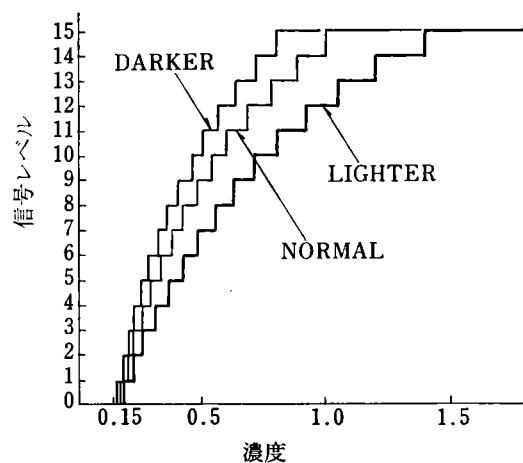


図 7 イメージスキャナーの入出力変換特性

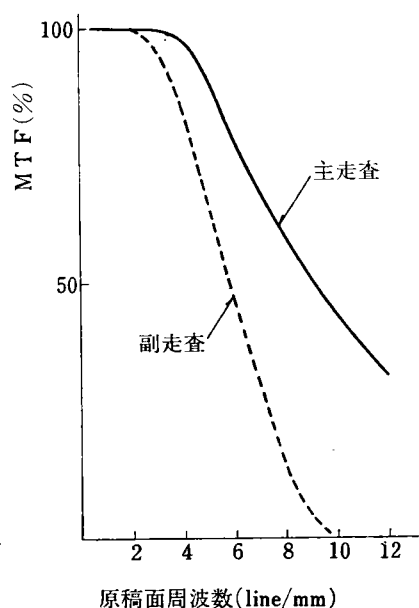


図 8 イメージスキャナー実走査時最終出力信号 MTF



図 9 編集動作説明図

作に応じて制御する編集制御部から構成される。コピーモードにおいては、画像信号はイメージスキャナーから直接プリンターへ転送され、編集コントローラーは関与しない。編集モードではコントローラーは2段階の動作を行う。第1の処理は編集の対象となる画像エリアを画像メモリー(RAM)に入力することである。システムコントローラーはイメージスキャナーをスタートさせる前に、編集コントローラーの制御バッファに、画像の抜き取りエリアの開始アドレスの  $X_{i1}Y_{i1}$ 、終了アドレス  $X_{i2}Y_{i2}$ 、記憶すべきメモリーのアドレス  $AD_1$  及びエリアの  $ID_{No}$  のセットを抜き取るエリアの数だけセットする。イメージスキャナーがスタートすると、編集コントローラーは画素クロックとライン同期クロックをカウントし、画像のアドレス  $X_oY_o$  を発生させる。このアドレスと前記各エリアの  $X_{i1}Y_{i1}$ 、 $X_{i2}Y_{i2}$  を比較し、合致するとその  $ID_{No}$  に対応するメモリーに画像信号を記憶する。

第2の処理は記憶した画像をプリンターへ出力する事であり、この時野線、固定情報(ROM)を同時に出力する事により、合成機能を行い多様な編集を可能にしている。システムコントローラーはプリンターを作動させる前に編集コントローラーの制御バッファに、書き出し位置(開始、終了アドレス  $X_{o1}Y_{o1}$ 、 $X_{o2}Y_{o2}$ )及び書き出すエリアの  $ID_{No}$ 、そのブロックが記憶されているメモリーのアドレス、及び発生する野線のアドレス  $X_{k1}Y_{k1}$ 、 $X_{k2}Y_{k2}$  (各々開始、終了アドレス)を必要回数セットする。この時の  $ID_{No}$  には抜き取ったエリア以外のROMパターンを指定する事により、固定情報を出力すること

が可能となっている。

プリンターがスタートすると、画素クロックとライン同期クロックをカウントし、画像のアドレス  $X_oY_o$  を発生させる。このアドレスと、前記各エリアのアドレスを比較し、合致したらその  $ID_{No}$  に対応するメモリーから画像信号を出力する。合致したアドレスが野線の場合は画像信号のかわりに“黒”のデータを出力する。すなわちある  $ID_{No}$  の抜き取られたエリアが、 $X_{i1}Y_{i1}$ 、 $X_{i2}Y_{i2}$  →  $X_{o1}Y_{o1}$ 、 $X_{o2}Y_{o2}$  へ位置変更される事になる。従って編集に要する時間は原稿を走査する時間とプリンターで出力する時間のみであり、その時間内に連続的に編集処理が実行される。

上記の動作により、イメージプロセッサ内での画像信号の編集処理が実行されるが、操作上は通常の複写機と同様にキーボードよりアプリケーションプログラムを選択し、スタートボタンを押すだけで装置は作動を開始する。それ以外の必要な手順のある時は表示部に手順指示が表示される。図10にキーボード及び表示部を示す。

#### 4-3 画像出力装置(レーザープリンター LP-312)

本機の画像出力装置として、グラフィック出力が要求されることからノンインパクトプリンターが選択される。高速、高解像度、中間調再現性などを考慮して、レーザープリンターを採用した。レーザーの種類としてはガスレーザー、半導体レーザーがあるが、現時点での信頼性を考慮してガスレーザー(He-Ne レーザー)を採用している。

本レーザープリンター LP-312 は、イメージプロセッサ





- 2) コンパクトな光学系 (図 13 に示す)
- 3) 多量の用紙積載が可能な給紙トレイ (1000 枚×2 段), 及び搬送トラブルの少ないシンプルなペーパーパス。

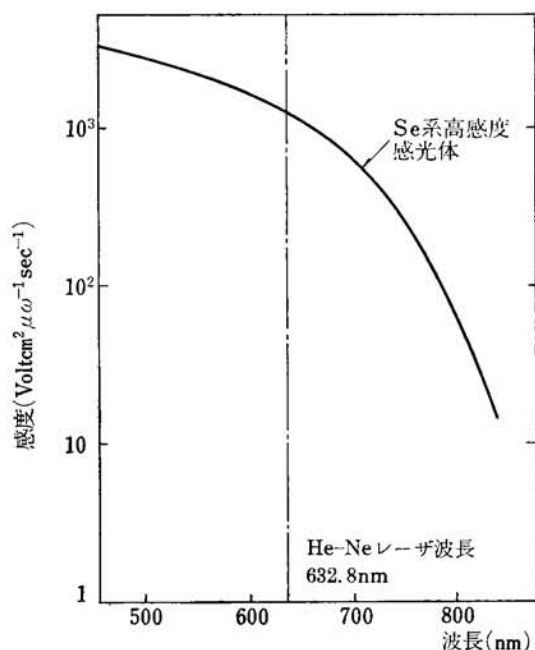


図 12 感光体の分光感度

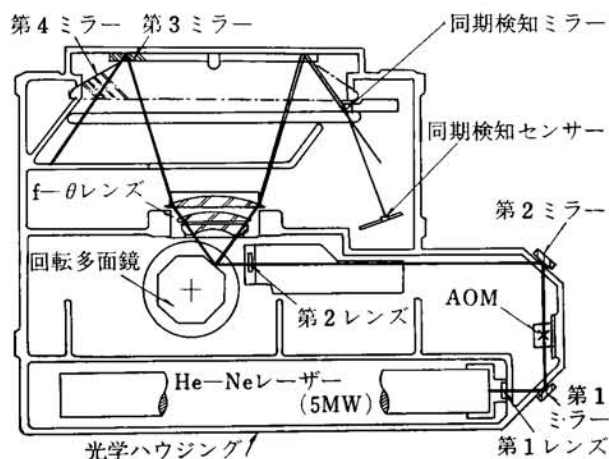


図 13 LP 312 レーザー光学系

図 14 に通常のガスレーザー光学系のブロックダイアグラムを示す。書き込み光源である He-Ne レーザーからのビームは第 1 レンズにより AOM に集束される。AOM で集束されたビームは Bragg 回折により 0 次光と 1 次光に分離される。回折された 1 次光は第 2 レンズで平行ビームに変換される。この時の出射平行ビーム径  $d_2$  は第 1 レンズの入射ビーム径  $d_1$  に対して、

$$d_2 = \frac{f_2}{f_1} d_1 \quad \left( \begin{array}{l} f_1; \text{第 1 レンズ焦点距離} \\ f_2; \text{第 2 レンズ焦点距離} \end{array} \right)$$

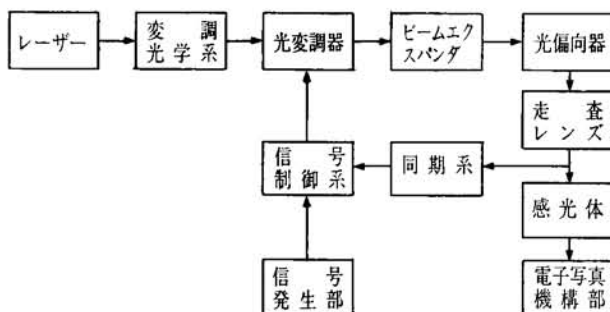


図 14 ガスレーザー光学系の基本構成

の関係にあるが、 $f_2 > f_1$  とすると第 1 レンズ、第 2 レンズは図 14 のビームエキスパンダーを構成する事になる。この時第 1 レンズは前述の変調光学系の機能を果しているため、本機の光学系では変調光学系とビームエキスパンダーが兼用されており、光学系のコンパクト化の一因となっている。第 2 レンズを出射した平行ビームは回転多面鏡で偏向後  $f\theta$  レンズにより、感光体面上に等速結像走査される。 $f\theta$  レンズは回転多面鏡で一定角速度で回転している平行光を平面である感光体面上に結像し、かつ等速度に補正する機能を有している。なお AOM で回折を受けなかった 0 次光は第 2 レンズ前のアパーチャーでカットされ、画像形成には使用されない。

本機で使用されている回転多面鏡の面数は 8 面で各面の面倒れ精度は回転軸心に対し ± 5 秒以内の高精度であるため面倒れ補正光学系は不要である。

回転多面鏡で走査されたビームの一部はビームの感光体面での各走査の書き込みのタイミングを決める同期検知光として使用されている。図 15 に本機での結像ビーム形状を示す。

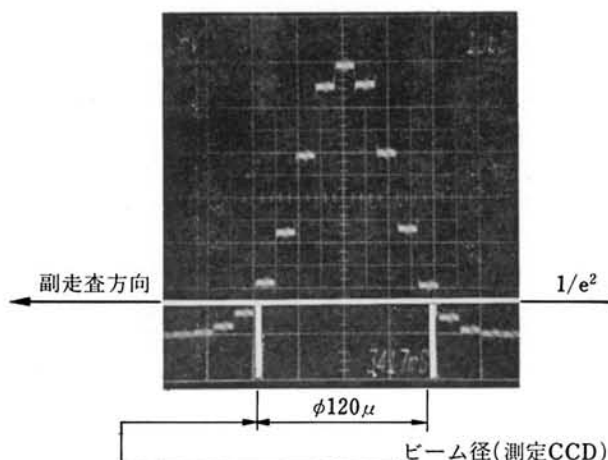


図 15 走査面上のビーム形状

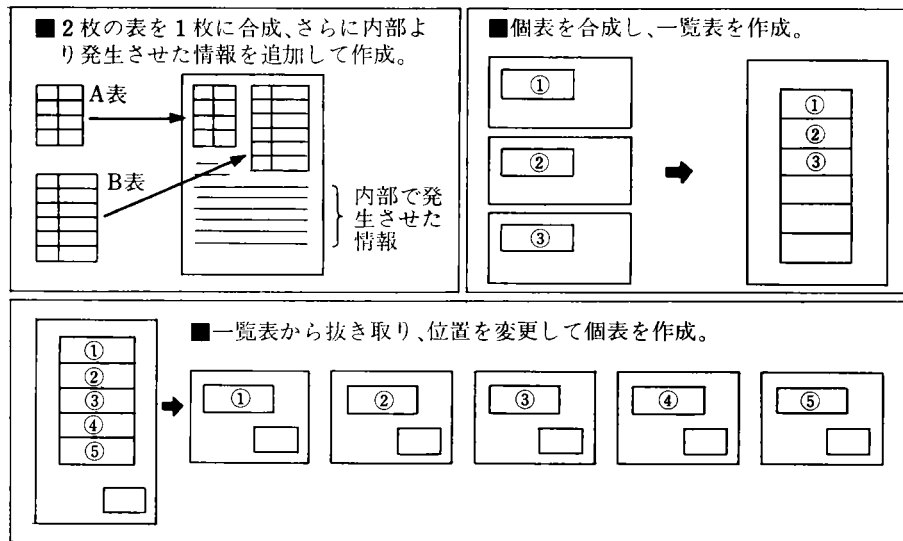


図 16 RICORe 3000 の編集機能例

## 5 応 用 例

RICORe 3000 は以上述べてきた様に大別して2つの機能、すなわち、通常の複写機能（デジタルコピーとして）と編集機能を持つ。編集は次に示す3機能に整理され、実現される。

- 1) イメージスキャナーから読み取った画像の一部を抜き取り記憶する。
- 2) 抜き取った画像の指定されたエリアへの位置変更。
- 3) イメージスキャナーからの画像情報の合成及びイメージプロセッサ内部の固定情報との合成。

編集機能例を図16に示す。

本システムの適応業務として、定型化はされているが、複雑で作成回数の多い書類作成を要する業務が有る。このような事務処理は通常記載ミスが特に許されない場合が多い。又場合によっては原稿上のそのままの情報（サインマーク等）を必要とする場合も多い。原稿画像を入力出来るイメージスキャナーを持った RICORe 3000 には特に適した業務である。その様な例を表4に示す。

表 4 RICORe 3000 応用業務例

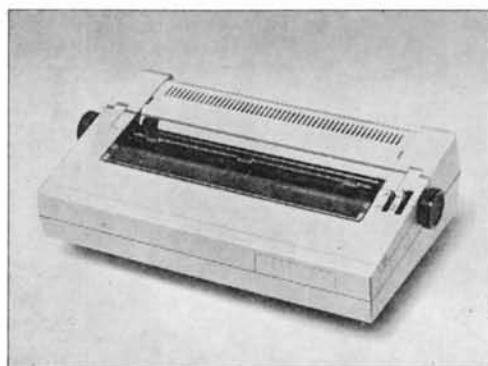
業 種	業 務	処 理 パ タ ー ン
デパート・専門店	配送伝票作成	一括申込票（リスト）から個票の作成
運 輸	手板作成	送り状（個票）から一覧表の作成
電信電話公社	電話架設移動伝票作成	申込票（マスター）から個票の作成
貿 易	輸出手続書類作成	マスターから輸出書類の作成
市 区 町 村	抄本発行（戸籍、住民票）	原本の必要部分の抜き取りコピー
そ の 他	振込票、図書カードなど	

## 6 お わ り に

入力原稿を変形して新しい文書の作成を可能にすることを目的として開発された RICORe 3000 は定型な編集業務でかつ処理量の多い業務に適したシステムとして評価され、初期の目標を達成できた。今後の課題としてより一層市場の要求に対応するための編集機能の拡充（縮拡大、回転機能、画像ファイル機能等）と更に高速、高画質の追求があげられる。更にはインテリジェントコピー分野として、オフィスコンピューター、ファクシミリ、ワードプロセッサ等の OA 機器との連系によるシステムの拡大、デジタル通信系との結合による LAN 化の検討も必要となってきた。最後に社内外の多数の方々にも多大の御援助を戴いた事を記して謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 横田，神本，河津：原稿固定走査方式固体読取装置，第11回画像光学 Conf. (1980)
- 2) 江尻，前田，岡川：実時間 MTF 補正回路によるボケ画像の修正，Ricoh Technical Report 6 (1981)
- 3) 田代：Dataquest Conf. (1982)
- 4) 藤井，河津：レーザープリンターの動向，光学技術コンタクト；20，9 (1982)
- 5) 荒巻：Laser in Graphics/Electronics Publishing in the 80' 4th Annual Conf. (1982)



# シリアルインパクトプリンター リコー RP-1300

Serial Impact Printer RICOH RP1300

松壽 鋼\*  
Koh Matsuhisa

## 要 旨

シリアルインパクトプリンター RP 1300 は高速機 RP 1600 の普及機として低コスト、コンパクト化をねらい中速、高印字品質、低騒音、機種として開発されたものである。基本方式は RP 1600 の方式を踏襲し次のようないくつかの新方式ユニットも採用している。

- 1) キャリジ駆動用スペースワイヤのテンション機構（高印字品質）
- 2) 従来機と互換性を有する位置決めデテント用ノッチ付活字ホイール（高印字品質）
- 3) プランジャ型デテントハンマー（高印字品質、低騒音）
- 4) 活字ホイール上下シフト用ジョイント（コストダウン）
- 5) サーボモーター制御用薄鋼板エンコーダ（コストダウン）

## ABSTRACT

The serial impact printer RP 1300 has been developed as a popular use machine succeeding RP 1600 high speed model.

The printer is characterized as economical compact, low noise and middle speed machine and its fundamental mechanism is similar to previous RP 1600 in addition many advanced units are adapted for realizing above characteristics.

- 1) Spacing wire tension mechanism (for high printing quality)
- 2) V notch detenting type wheel which is exchangable to previous models (for high printing quality)
- 3) Plunger type detenting hammer (for high printing quality and low noise)
- 4) Special joint for vartical shift of type wheel (for cost reduction)
- 5) Encoder disk of thin steel plate (also for cost reduction).

## 1 は じ め に

ディジィプリンタはコンピュータシステムのアウトプット用として生れたが欧文ワードプロセッサの普及に伴いその高印字品質を生かして、ワードプロセッサ用と

しての用途が拡がり、より一層の印字品質が求められるようになった。また、一般事務室内における使用頻度が増えるにつれて騒音の大幅な低減が要求され、更にワードプロセッサ本体の小型化、低コスト化に伴ないプリンタの小型化低コスト化も急務になっている。

本機は高速型 RP 1600 ディジィプリンタの普及機として消耗品等の互換性を保ちながらワードプロセッサ用としての上記の要求を充たすことを目的として開発されたものである。

★ 電子技術事業部 プリンタ開発部  
Printer Design Department, Electronics Technology  
Division

## 2 概 略 仕 様

表1に概略仕様を示す。

表1 概 略 仕 様

印 字 方 式	活字シリアルインパクト方式		
印 字 速 度	平均27字/秒 (Shannon Text 1 1/12" Bidirectional)		
	平均25字/秒 (Shannon Text 1 1/10" Bidirectional)		
文 字 数	一般欧米向け	124文字	
	OCR-A	114文字	
	OCR-B	125文字	
	科学計算用	116文字	
	英字入り科学計算用	125文字	
一 行 印 字 数	137文字, 136SP/Line(3/10")		
	164文字, 163SP/Line(3/12")		
	205文字, 204SP/Line(3/15")		
複 写 能 力	オリジナル+ 6 枚(四六判35kg紙)		
用 紙 収 納 幅	最大16インチ (406mm)		
給 紙 方 法	フリクションフィード		
TAB, CR 時間	860ms/13.6"		
S P 分 解 能	1/120"		
L F 分 解 能	1/48"		
L F 速 度	4"/秒		
A C 入 力 電 圧	100V系(A C 85V~138V)	}	切換可能
	200V系(A C 187V~264V)		
入 力 周 波 数	100V系/200V系	50/60Hz±2Hz	
消 費 電 力	最大100W(100V系)		
大 き さ	高さ207mm×幅593mm×奥行332mm		
重 さ	16kg		
周 囲 温 度	5~35°C(使用時)		
周 囲 湿 度	10~90%RH(使用時, ただし結露なきこと。)		
騒 音	57dB(無響室, A特性)		
消 耗 品	ホイール: ダブルモールドホイール (4000 万字/ホイール)		
	リボン: ファブリックリボン黒 160 万字 (平均)		
	マルチストライクフィルムリボン25 万字(平均)		
ホイールの種類	Courier 10, Prestige Elite 12, Cubic P.S, Bold P.S, A/N Scientific 10 他		
オ プ シ ョ ン	ページフィーダー, アコースティックカバー		

## 3 装 置 の 構 成

RP 1300 装置は機構部とこれを制御する電子回路部より構成される。

### 3-1 機 構 部

機構部は印字機構部, スペース送り機構部と紙送り機構部からなり, それぞれをフレーム部にとりつけるようにした。

#### 3-1-1 印字機構部 (キャリッジ)

##### ① 活字選択機構

本機は当社の特長であるダブルディジィホイール方式を踏襲し, かつ印字整列度を向上させるためホイールにデテン部を設け, なおかつ従来機との互換性を保つ特殊なデテナ方式を採用した。活字選択機構としてはフェライトマグネットを採用した直流サーボモーター, エッチングによるスリット加工をほどこした薄板ディスク, エンコーダーアンプの抵抗トリミング調整によるエンコーダーアンプの耐振性向上とそれに伴うモーターとエンコーダーのユニット化, ダブルディジィホイールの上下可動部に特殊なオルダムジョイントの採用, 等々により RP-1600 の信頼性を維持しながら低コスト高印字品質を達成した。

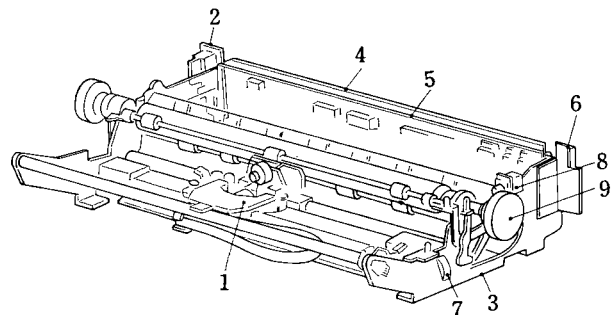
##### ② 印字ハンマー

印字ハンマー部は従来のクラッパーマグネット方式にかわりブランジャマグネット方式を採用して, 組立調整工数の低減と低騒音化を図った。

#### 3-1-2 スペース機構部

スペースモータとしては直流サーボモータを採用しギア一段減速後ワイヤ巻取りプーリーによりキャリッジを駆動した。

スペースガイドは2本の円筒軸によりなりそれぞれジャーナル軸受によりキャリッジを支持するようにした。



No	名 称	説 明
1	キャリッジ	印字部でセレクションモーター、リボンフィードマグネット、シフトマグネットなどがある
2	電源コネクター	AC電源スイッチ、ヒューズ、コネクター
3	内 蔵 電 源	内蔵電源ユニットを実装する
4	放 熱 板	素子の放熱を行なう
5	インターフェイスボード	インターフェイスとコントロールボード
6	インターフェイス	外部装置と接続するインターフェイスコネクター
7	スペースモーター	印字部(キャリッジ)を左右に動かすモーター
8	カバーオープンスイッチ	カバーのオープン状態を検知する
9	ブラテン	印字ブラテン

図1 配置構成

表2 配置構成説明

### 3-1-3 紙送り部

フリクションプラテン方式とし、プレッシャローラは板ばねに直接支持されて部品点数の軽減を図った。

駆動源はパルスモータで、アイドラを介した一段減速でテーパセレーションによるパーニャクラッチを介してプラテンを駆動した。

### 3-1-4 フレーム構成

フレームは板金プレス部品のプラズマ溶接により組立てられる。又前側クロスメンバーはプレス曲げ部品による角パイプ構造とし、それによりフレームのねじれ剛性を確保し、あわせてこの角パイプの軸方向圧縮剛性をスペースワイヤの張力機構の支持に利用、スペース機構の高剛性化を図った。

## 3-2 電装部

### 3-2-1 制御部

制御部コントロールボードは図3の写真に示すように、

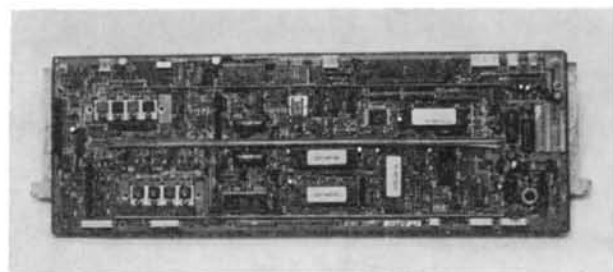


図3 制御部

1枚のプリント基板より構成されていてコネクタによりインターフェイス部、電源部、モータ、マグネットなどと接続される、図2にブロックダイアグラムを示す。このなかでコントロールボードは、更に次のように2つに大別される。

①デジタル制御部 デジタル制御部は図2で示すように、I/F 制御部及びプリンタシーケンス制御部よりなり、構成は ONE CHIP-CPU のマルチ接続を行った事を特長としている。この構成は各メカニカル制御を3つの CPU に TASK 分割し、それぞれをモジュール化しているため、各ユニットの性能向上又は拡張機能の追加等、設計に柔軟性を持たせる事が出来る。また I/F 制御部を同様にモジュール化した事により広範囲な I/F 要求にモジュール変更のみで対応が可能である。

また、本プリンタは、従来 TTL ディスクリット IC で構成していた I/F 回路を ONE CHIP の自社製カスタム LSI に納める事で、従来比約 50% も PCB 面積を減小させ大幅なコストダウンが実現した。

②アナログ制御部およびドライバ部。 その主な特長についてのべる。

(1)セレクションサーボドライブ：活字選択用 DC サーボモータを、CPU からの指示により、駆動し、指定された活字を選択停止させるための回路であり、特にサーボ制御回路部分は、専用のモノリシック IC 2個を使用し、低コスト、コンパクト化、高信頼性を実現している。

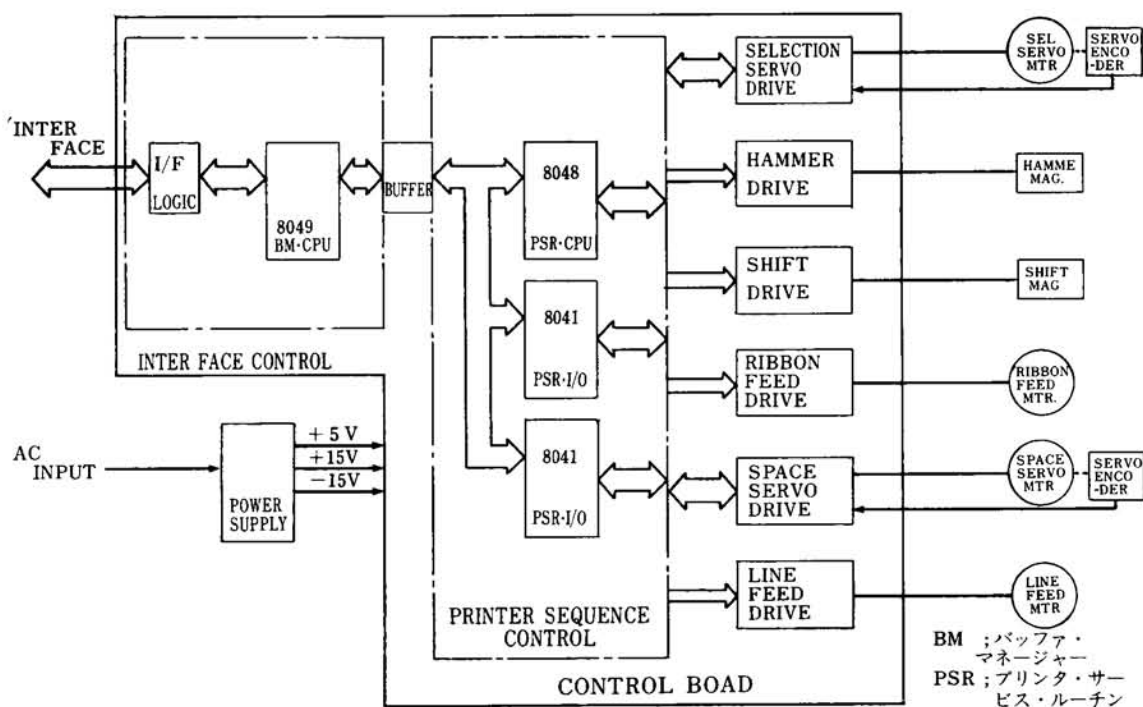


図2 電子回路構成

(2)ハンマードライブ： 印字用のハンマーマグネットを駆動するための回路で、定電流回路を含むドライブ回路は、ハイブリッド IC 化され、高実装密度を実現している。特に、周囲温度の変動による印字エネルギーの変動をなくすため、定電流値に温度を帰環して制御し、高印字品位を保つよう工夫されている。

(3)スペースサーボドライブ： キャリッジ送り用 DC サーボモータを駆動するための回路でサーボ制御回路部分は、セレクションと同様、モノリシック IC 2 個を使用している。

### 3-2-2 電源部

本プリンターの電源ユニットは日本、米国等の 100V 系、欧州、豪州の 200V 系をコネクタ切換により共通化した専用の内蔵電源である。パワーデバイスを本体制御部ヒートシンクに取付けて放熱する事でプリンタ内部放熱を減小させ、従来使用していたファンを取り除いた事を特長としている。

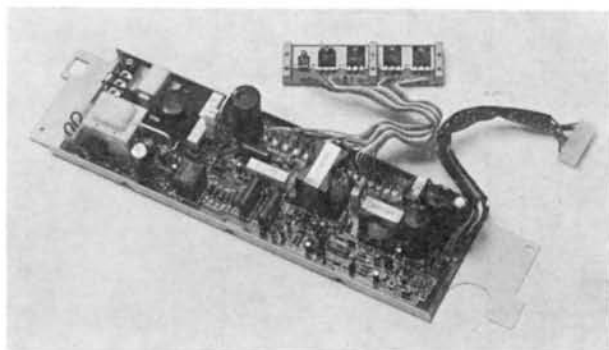


図 4 電源部

## 4 新ユニットとその特長

### 4-1 2ウェイデテントホイール

本機の活字ホイールは選字機構のガタ、割出し誤差、振動等印字機構に起因する全ての印字ピッチ誤差を最終的に印字時に吸収する目的でハンマー先端部にV字形のノッチ即ちデテントを設け  $\pm 0.14 \text{ mm}$  以下の水平方向ピッチ精度を達成した。

しかも本機のホイールは従来機にも使用可能にするため従来機のV型ノッチのない平面打撃面を有するフラットハンマーにも適合させるべく特殊な打撃面形状を有している。

図7は本機デテントホイールとハンマーの先端部を示す。ホイールの斜線部が打撃面であり、この面が打撃された状態でVノッチ形のデテント部は  $20 \sim 30 \mu\text{m}$  程度の左右アソビでホイールのスポーク部をたわませながら活字位置を矯正する。

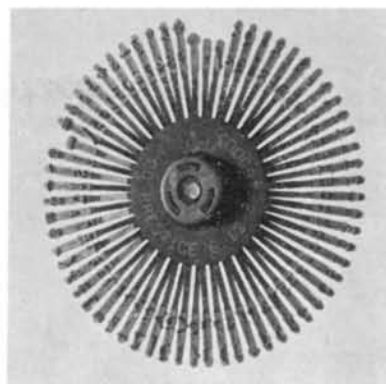


図 5 デテントホイール (表)

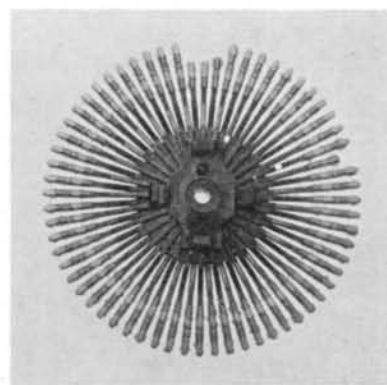


図 6 デテントホイール (裏)

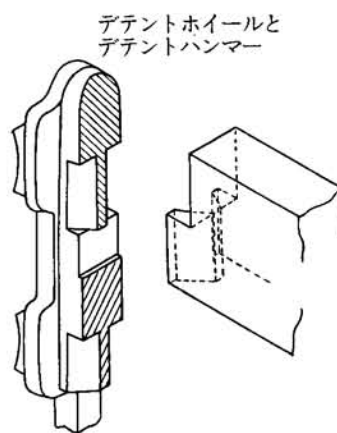


図 7 デテントホイールとデテントハンマー拡大図

図8はホイールを従来機のフラットハンマーで打撃した場合の活字と打撃面の形状の適性を示す。

a の場合はデテントを台形一様断面としその頂辺部を打撃した場合、L 又は F のように重心の偏寄した活字は耐久試験に於いて (a') のような活字の偏摩耗が発生し偏摩耗部がかすれた印字 (a'') がなされる。(b) は偏摩耗防止のため活字の最大幅を包含する幅広の打撃面を上下に構成し中央部をデテントにした場合で、小文字の幅広活字 m 等は、耐久試験で活字の上辺に応力集中が現れ

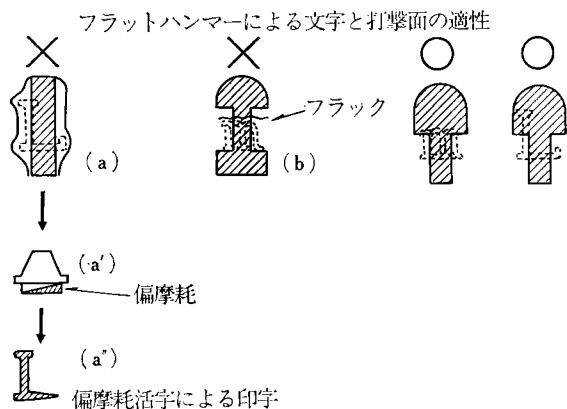


図 8 デテント形状と活字の適性

クラックが発生する。これの不具合を解消するため (c) のような形状にすることによって従来型フラットハンマーで印字しても同等の耐久性を達成することが出来た。

#### 4-2 ハンマー

図 9 は本機のプランジャソレノイド型印字ハンマーの構成を示す。ガイド部材はプランジャ部先端の平抜部

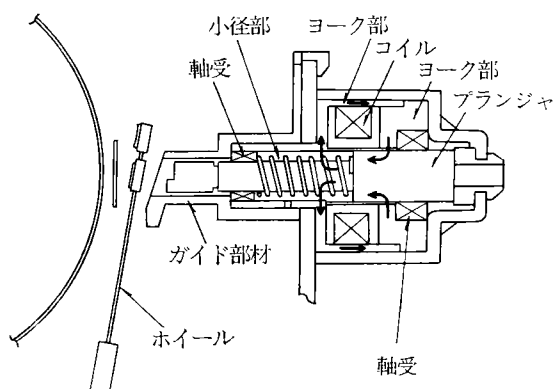


図 9 プランジャハンマー構造

の回転方向の規制、ホイール回転のガイド、プランジャ先端部との干渉防止、および軸受抜け止めの各機能を兼ね、フレームにフック部により繋止されている。本部材はその機能上低摩擦樹脂の成形品よりなる。純鉄のプランジャの大径部は磁性材、小径部は非磁性材により構成され、それぞれの軸受によりガイドされる。ヨーク部によりコイルの周囲に矢印のような磁気回路を構成しプランジャに駆動力を与える。プランジャは復帰時の衝撃及びリバウンド防止のために、その一端が粘弾性体になっている。

図 10～図 13 はこのハンマーの印圧特性を示す。印圧は運動エネルギー  $\text{mJ}$  で表示している。この特性を利用して活字の大小及びコピー枚数の多少による印圧制御

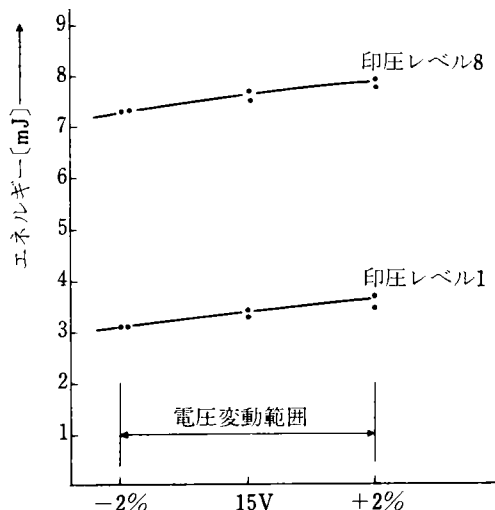


図 10 対電圧変動 ( $n=2$ )

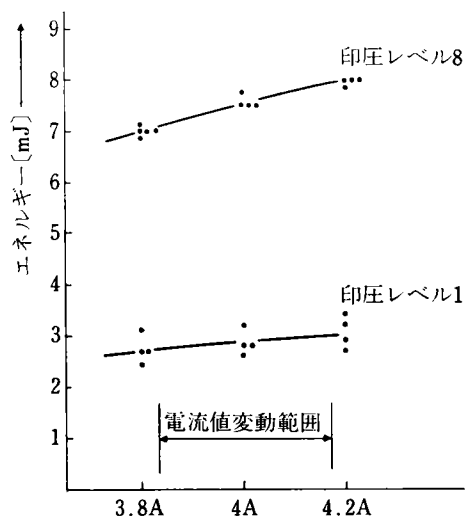


図 11 対電流値変動 ( $n=4$ )

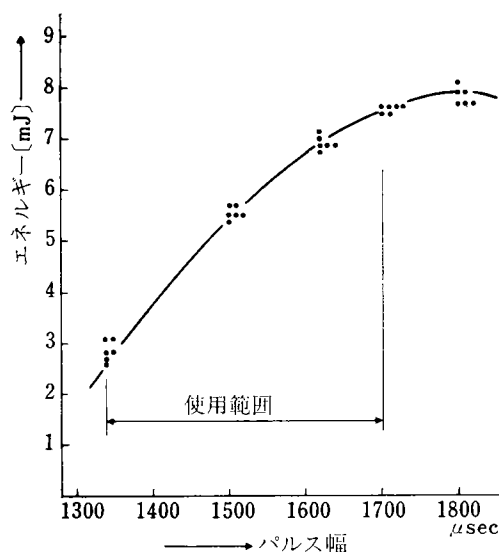


図 12 エネルギー対パルス幅 ( $n=6$ )



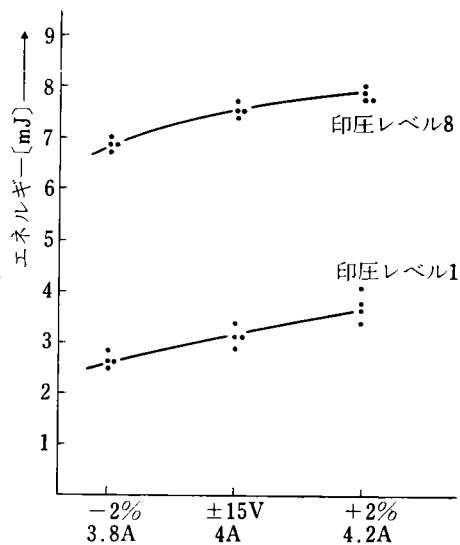


図 13 電流値と電圧値に対する変動

パルス幅を変えることにより可能になる。

このデジタル制御により従来の電流制御方式よりも低コストにすることができた。又従来のクラブハンマーにくらべ衝突部がハンマーと活字部のみに限定されたため騒音の低下に大きく寄与することができた。

#### 4-3 オルダムジョイント

活字ホイールの上下シフトのための継手として従来のドッグボーン型(図14)にかえて変形オルダムジョイントを開発した。従来型のドッグボーンジョイントは二枚構成のドッグボーンの平行度および平面度、ピンの軸に対する直角度に非常に高精度を要求され、また同時にピ

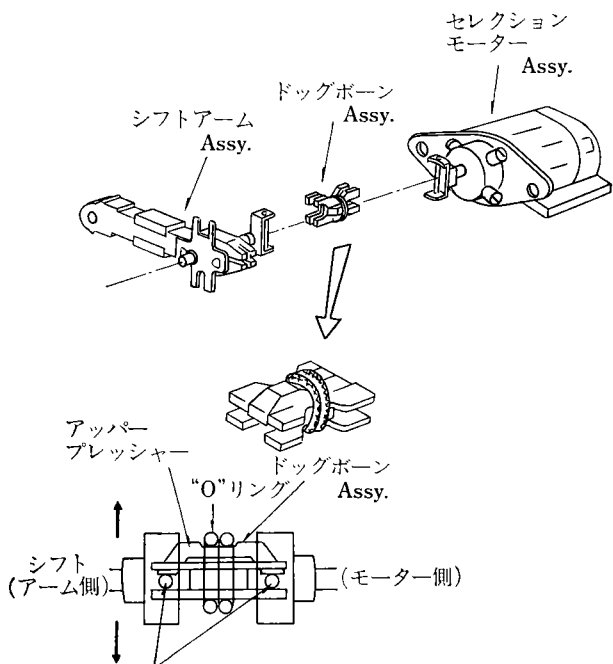


図 14 従来機 (RP1600) のドッグボーンジョイント

ンとドッグボーンが線接触でトルク伝達を行い、かつトルク変動も急激な立上りを要求されるため、各部品の硬度はもとよりその表面アラスも非常に精度の高いものとなる。これ等の加工上の問題は当社技術によりそれぞれ解決され製品化されたものではあるが、やはりコスト的に大きな問題点とされて来た。そこで、まずトルク伝達部の線接触を避けるため、およびスペースファクターの改善の面からオルダムジョイント(図15)の採用が検討

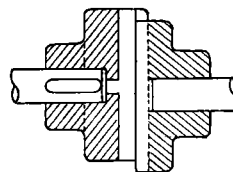


図 15 一般形オルダムジョイント

された。しかしながらこの一般形のオルダムジョイントでは左右フランジ部の固定キー溝と、中間部品のスライダのキーとのハメアイ精度を要求レベルに仕上げることは極めて困難視されたので図16のようなモディフィケーションを行った。一般形の中央部材即ちスパイダーをリングに、また左右フランジ部のキーをピンに置きかえることにより基本原理は全くオルダムジョイントそのままであるが、摺動部のハメアイ精度が向上し更に加工が容易になり、また組付時に出力、入力軸の平行度がずれた場合でも一般形オルダムと異なりキーの片当たりを生じない。ただしこの場合平行度のずれは出力軸の回転角度誤差となって現れるので、ある範囲内に規制する必

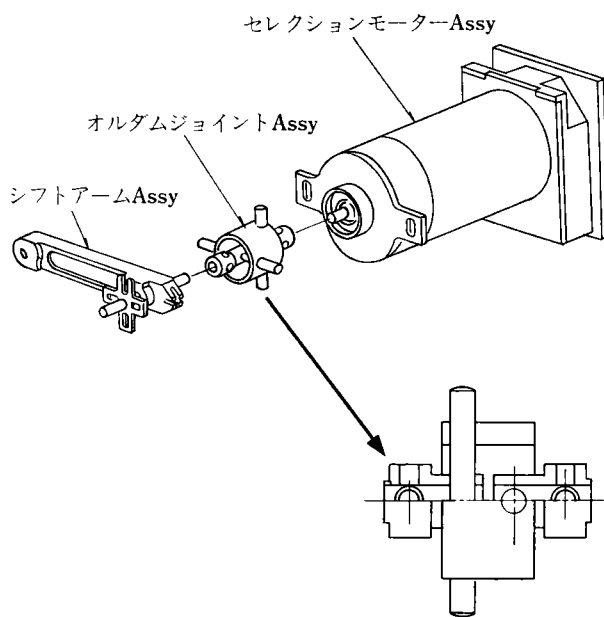
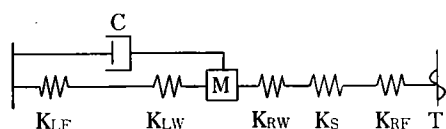


図 16 本機の変形オルダムジョイント

要はある。また中央リングは自己潤滑性樹脂よりなり機械寿命まで無注油稼働が可能となった。

#### 4-4 スペース機構

スペース機構の重要要求特性として印字時点での位置精度がある。このためにはモータの分解能もさることながらいかにして残留振動を少なくするかが重要な課題となる。



- $K_{LF}$  : 左フレームバネ定数
- $K_{LW}$  : 左ワイヤバネ定数
- $K_{RW}$  : 右ワイヤバネ定数
- $K_S$  : テンションスプリングバネ定数
- $K_{RF}$  : 右フレームバネ定数
- $W$  : キャリジ重量
- $C$  : 摺動軸受プーリー軸受の摩擦及び粘性

図 18 スペース系振動模式図

図 18 はスペース機構の振動系を模式的に表わしたもので厳密にはモータ単体の振動系もこれに付加さるべきであるが、分解能が非常に高いことと被振動側から見た負荷が大きく、したがってバネ定数が非常に大きくなるのでこれを無視する。この場の総合のバネ定数  $K$  は

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K_{LF}} + \frac{1}{K_{LW}}} + \frac{1}{\frac{1}{K_{RF}} + \frac{1}{K_{RW}} + \frac{1}{K_S}} \quad (1)$$

固有振動数  $f_n$  は

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}}$$

となる。残留振動の振幅を小さくして印字精度を上げるためには  $f_n$  を大きくとる、すなわち  $K$  を大きくとることが有効である。 $K$  の成分の中で最も小さいのは一般的にはスプリング  $K_S$  であり、これが式(1)より支配的になることが予測される。またフレームのたわみ  $K_{RF}$   $K_{LF}$  もワイヤ  $K_{RW}$  に比して無視出来ない。以上の対策としてテンションスプリングはプーリーに直接かけず、カムのフック部にかけカムによりプーリー軸を押す方式をとった。またこのカムの接触圧力角は静止摩擦角以下にしセルフロック機能を持たせることによりスプリングのバネ定数は振動系の中に含まれなくなる。またフレームの剛性化は左右のプーリーを図 19 に示す様な角パイプ構造物の中に収め、角パイプの抗座屈力を利用して支持することにより得た。これ等の対策とホイールのデテント

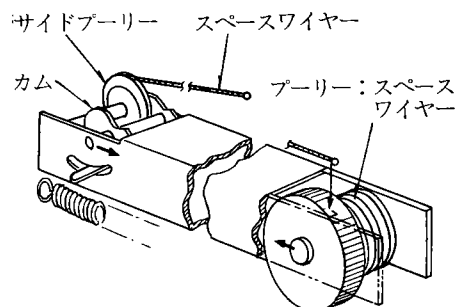


図 19 スペースプーリー支持構造

型化が相まって 0.14 mm の水平方向ピッチ誤差が達成できた。

図 17 はスペース機構の分解図である。

駆動は図 17 において DC サーボモータにより減速歯車を介しワイヤを巻付駆動しキャリジがワイヤに固定されている。

この様な減速機構を介した目的はインクレメンタルな動作を高速化するために必要な高トルクを得ることにある。当然復帰動作における連続回転での最高速は低下せざるを得ないが、実使用状態の印字速度への寄与率はごくわずかなのでオペレータに待時間の感じを与えない範囲（1 秒以下）で復帰動作時間を犠牲にして高トルク化を図った。この結果、要求速度に対するモータ仕様がゆるめられコストを大幅（約 1/4）に低減出来た。

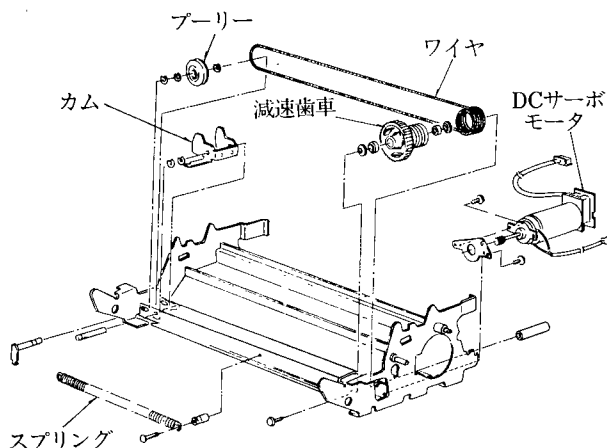


図 17 スペース機構分解図

#### 4-5 オートセット

本機はオペレータの操作の中で最も操作頻度の高い用紙挿入の操作性改善のため半自動の挿入給紙機能（オートセット）を有している。機能としては通常のペーパーベールレバーの外にプラテンオープンと兼用したオートセットレバーを有し、これを手前に引くことにより、ペーパーベールおよびプレッシャーローラが解放され、同

時にレジスト爪が用紙通路に出る。この状態で用紙を挿入すると用紙の先端はレジスト爪に突きあたり、次いでオートセットレバーを復帰させるとペーパーベールレバーを残してプレッシャローラーは紙を喰え込み、プラテンは回転を起し、用紙をセット位置まで送る。用紙を送り終るとキャリジはホーム位置に復帰し復帰行程中にペーパーベールをセットして印字可能状態になる。オペレーターとしてはレバーの往復操作と紙の挿入部へのセットだけで全ての挿入動作が完了することになる。

本方式の選択に先立って爪レジスト方式とローラレジ

スト方式の比較を行った結果、ローラレジストの場合は喰込みが左右不均等になり易く用紙の斜め送りすなわちスキューが発生しやすい。本機の爪レジスト方式によりA4サイズで許容し得るスキュー量最大1mmを低コストで実現したものである。図20～23は爪レジスト方式と爪のないローラレジスト方式のスキューと用紙セット時の紙端位置精度を比較したもので、爪レジスト方式がバラツキが小さく、用紙に依存しないことを示している。

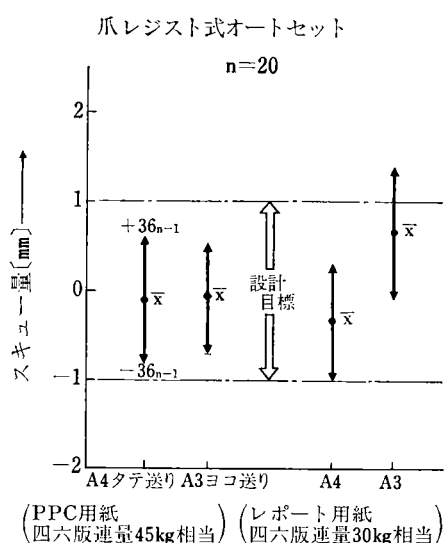


図 20 スキュー (セットした時の用紙の曲がり)

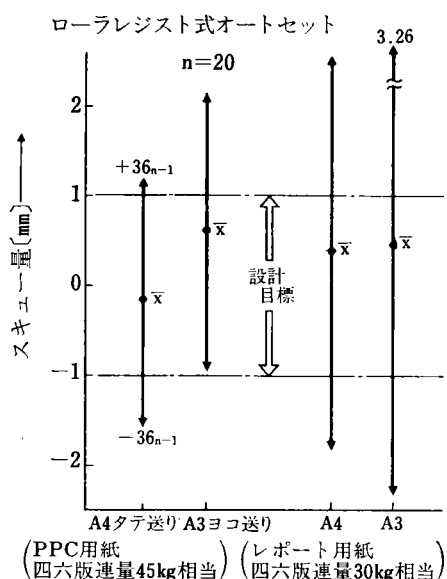


図 22 スキュー (セットした時の用紙の曲がり)

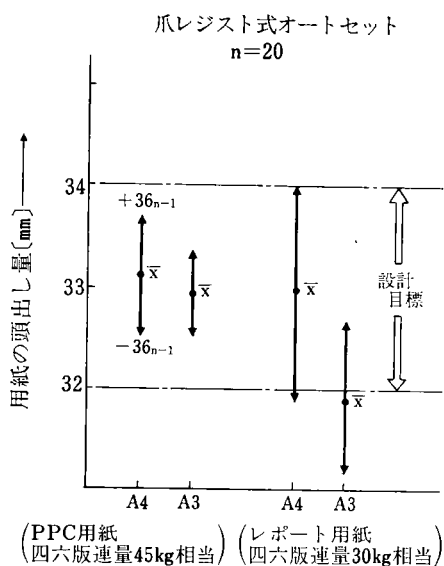


図 21 TOF のバラツキ

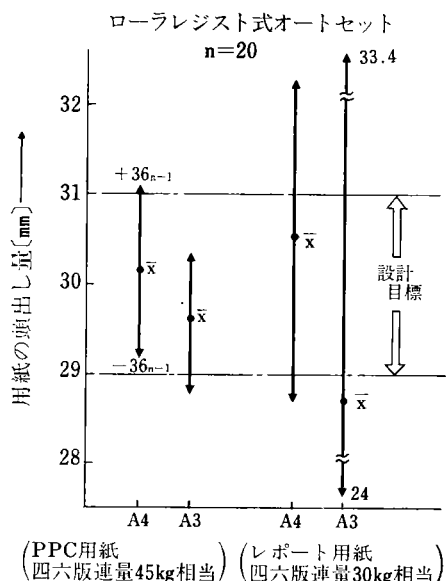


図 23 TOF のバラツキ

#### 4-6 エンコーダー

DC サーボモータ用のロータリーエンコーダは従来のガラスエッチングデスクおよびスリットマスクをステンレス薄板のエッチング穴明け方式に切换え、コストの低減と耐衝撃性の向上を図った。この場合板厚に依存する穴明け精度の向上およびデスクの平面度確保が生産技術上の課題であった。

またエンコーダアンプは従来メインボード上に小ボードを付加しボリュームで波形の振幅および平均レベルの調整を行ってきたが、本機はメンテナンス性および組立性の改善の目的でモータ部と一体化したサブアセンブリの段階で調整をおこなう方式をとった。この方式を採用するにあたってはアンプ部の信頼性、耐振性が重要な因子となるので調整ボリュームを抵抗トリミングに切り換えサブシステムとしてファンクショントリミングを実施している。

図 24 はエンコーダアンプの回路図で、各可変抵抗はトリミング抵抗である。信号のA相B相は互に  $90^\circ$  位相のずれたものであり、回転方向により位相ずれが逆転することを利用して回転方向を検出する。

#### 5 お わ り に

以上 RP 1300 の概要を機構部および新しく採用したユニットを中心に紹介した。

本機開発の主目的である低コスト、高印字品質、低騒

音化への要求はほぼ満足されたが今後更に市場ニーズに応えた改良機種の開発を進めていきたい。

最後に本機の開発にあたり社内外の多くの方々に多大の御協力御指導いただいたことに深く感謝いたします。

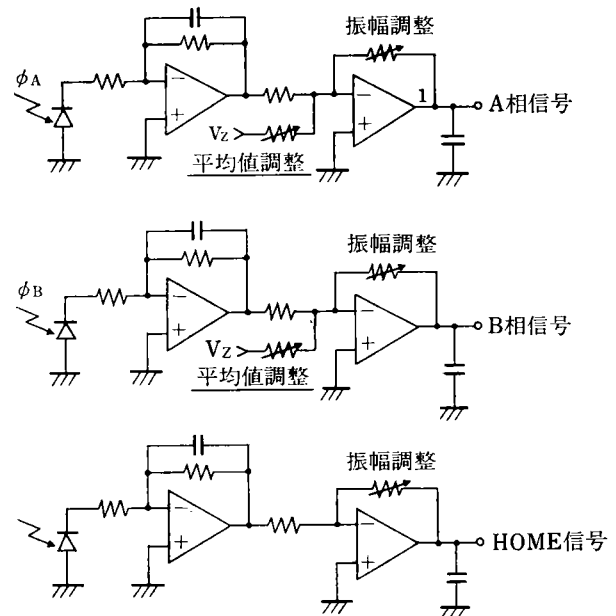


図 24 エンコーダアンプの回路図



## 高性能ズームレンズ リケンズーム1:4 28~100mmマクロ

Super Performance Zoom Lens  
RIKENON ZOOM 1:4 28~100mm MACRO

藤陵 嚴達\*      川村 篤\*      榎本 恵治\*\*  
Yoshisato Fujioka    Atsushi Kawamura    Keiji Enomoto

### 要 旨

リケンズームレンズは広角 28 mm から中望遠 100 mm までをカバーするズーム比 3.6 倍、口径比 1:4 を有し、マクロ撮影機構もそなえている。レンズ全系は 11 群 16 枚構成で、寸法は 94.5 mm × φ 70.4 mm、重量 600 g と小型、軽量である。次に本レンズの技術的特長を示す。

1. ズーム構成は 5 群からなり、第 1 群は負、ズーミングには第 1 群を含む 3 つの群が移動する新しい形式を採用している。また独自の収差補正技術により、ズーム全域での収差も良好であり、ズーム領域で 1 m、マクロ領域で 0.25 m の近接撮影ができる。
2. 鏡胴においては各レンズ間の共軸精度を最大限に確保するズーム移動機構と、このクラスでは余り例のない口径比を一定に保つ新しい機構とを盛り込んでいる。
3. ズーミングによる各移動レンズ群の変位をコントロールする駆動部材を、1/1000 mm 単位でデジタル数値制御加工して、高い光学性能と、良好な操作性を保証している。

### ABSTRACT

The newly developed RIKENON ZOOM LENS can offer such high-performance as exceptionally-wide range (from 28 mm wide angle to 100 mm telephoto, zooming ratio 3.6) aperture ratio 1:4 with macro capability.

The lens is consisted of 16 elements in 11 groups, light weighted (600 g) and compact-sized (94.5 mm × φ 70.4 mm).

Major technological features are as follows:

1. The 16 elements consist of five components and the first component has negative power. Three components including first travel for zooming. Furthermore, our own optical design technology has enabled well corrected aberration at any zooming position.  
When zooming range is selected, the minimum film plane to subject distance is 1.0 meter, when macro range is selected, this distance is 0.25 meter.
2. The lens barrel has a special zooming construction to maintain maximum precision of the optical axis of each lens group, and a new mechanism to hold constant aperture ratio at all the zooming range, unprecedented for this kind of "standard" zoom lens.
3. High optical performance and good tactile feed-back are also secured by digitally numerical-controlled process in 1/1000 mm precision for manufacturing the parts to control the position of each lens group for zooming.

### 1 は じ め に

35 mm 判一眼レフカメラ用交換レンズでは、現在、

★ 技術本部 光技術開発部  
Optics Technology Development Department, Technology Division

★★ 光学事業部 光学設計部  
R & D Department, Photo Products Division

TTL ファインダーの効果を十二分に発揮出来るズームレンズが主力であり、小型、軽量化に加えズーム比も大きく、しかも広角を含む標準ズームレンズが要望されている。本稿で解説するレンズは、28 mm の広角から、100 mm の中望遠までをカバーでき、ズーム比 3.6 倍、ストロボ撮影や多種モードの使用に便利なコンスタント口径比 1:4、至近距離は 1 m と短かく、さらにマクロ

撮影機能を有している。この小型軽量で数多くの特長をもつズームレンズの製品化に当たり、開発の基本的な考え方、レンズの構成要素をはじめ、レンズ設計上の特長を述べ、加えて光学特性を発揮するための機構について解説する。

## 2 製品仕様

### 2-1 製品仕様

表1にリケノンズーム 1:4 28~100 mm マクロの主な製品仕様を示す。

表1 主な製品仕様

No.	項 目	仕 様
1	焦点距離	28 mm~100 mm
2	ズーム比	3.6×
3	口径比	1:4
4	レンズ構成	11群16枚
5	最小絞り	F/22
6	至近距離	1 m
7	ズーム作動	回転リング方式
8	ズーム回転角	90度
9	マクロ回転角	25度
10	マクロ至近距離	0.25 m (先端より 0.09 m)
11	マクロ倍率	1/3.7×
12	フィルター径	φ67 mm
13	全 長	94.5 mm
14	外 径	φ70.4 mm
15	重 量	600 g

### 2-2 特 長

(1) 全体が5つの群より構成されるネガティブリードのズームレンズで、広角 28 mm より始まる 3.6× という大きなズーム比を有する。28 mm, 35 mm, 50 mm, 70 mm, 100 mm の交換レンズ5本分に匹敵し、本格的広角の世界から中望遠ポートレートの世界までを連続的にカバーし、画角変化も 76°~24° でズームレンズとしての迫力は十分である。

(2) 前玉径の増大を抑える設計により、フィルター径 φ67 mm で十分な周辺光量を確保しながら、ズーム域が 1 m までの近接撮影を可能にした。至近距離が最長焦点距離の 10× であり、これは単焦点レンズに見劣りしない。

(3) 広角端からマクロ域に切り換えることができ、0.25 m (先端より 0.09 m), 1/3.7× の撮影ができる。マクロ時の近接距離を最短焦点距離の 10× 以下となし得たことにより、撮影条件を大幅に広げている。

(4) 最高 11 層までの本格的マルチコートが 22 面中 17 面にまで施されており、高い透過率とカラーバランスの良さは、逆光撮影時にもゴーストやフレアの少ない写真が得られる。

(5) 広角を含む 3.6× ズームにもかかわらず、絞り値の変動をなくした、ユーザー指向の高品位ズームレンズ

である。

(6) 高性能。小型軽量化設計によって、優れたコストパフォーマンスを実現し、各操作部が、バランス良く配置されていて、機動性のよいズームレンズである。

## 3 レンズ設計の思想

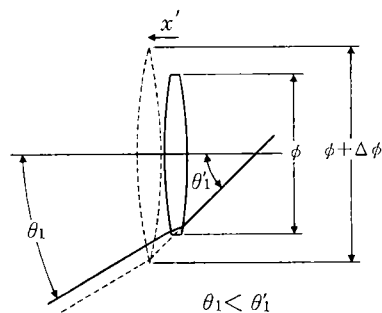
広角を含む高倍ズームレンズに要求される諸条件と、それに伴う困難さを次に列挙する。

- (1) 前玉径が大きくなる。特に広角で近接撮影時の画面周辺光ケラレを防止する時には、この傾向が著しく現われる。
- (2) 広角ではコサイン 4 乗則(後述)により周辺の像面照度が低下する。この現象を補正するために十分な周辺光量が必要である。
- (3) 高変倍率(大ズーム比)化に伴ない、変倍系であるバリエータの移動量が大きくなり、レンズ系を小型化することが困難となる。
- (4) 広角と高変倍比の相乗作用により、良好な収差補正が難しい。
- (5) 口径比が不変で、しかも明るくするときはレンズ設計の困難さが倍加する。

以上 5 つの困難さへの対処は、ズームレンズの基本構成の選択の重要なポイントとなるもので、その巧拙がレンズ設計の成否に大に関係する。

(1)の前玉径の小型化にはズームレンズの先頭群である第1群の屈折力(焦点距離の逆数)が負であることが有利である。この理由を説明するのに図1の光線経路図(1)を用いる。aは第1群の屈折力が正の場合、bは負の

a. 第1群 正



b. 第1群 負

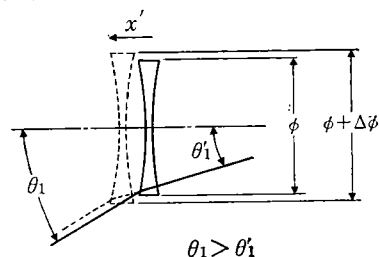


図1 光線経路図(1) (くり出し量  $x'$  と前玉増大量  $\Delta\phi$ )

場合で、物体側から第1群に  $\theta_1$  なる傾角で入射する軸外光線が、第1群を  $\theta_1'$  なる傾角で射出するに

第1群が正の時  $\theta_1 < \theta_1'$

第1群が負の時  $\theta_1 > \theta_1'$

となる。 $\theta_1'$  の大小は第1群をくり出して距離調節を行うズームレンズにおいて、とりわけ  $\theta_1$  の大きい広角時には、くり出しによる周辺光量不足を補うための、前玉径の増大量に大きな差が出る。一例として本レンズの完成以前に、同じ仕様で検討された、第1群の屈折力が正のズームレンズとの対比を表2に示す。

表 2

	第1群 正	第1群 負
第1群の焦点距離 $f_1$	$f_p$	$-0.4 f_p$
$\theta_1$	$38^\circ$	$38^\circ$
$\theta_1'$	$55^\circ$	$18^\circ$
$x'$	6.3 mm	1.0 mm
$\Delta\phi$	18 mm	0.6 mm

注  $x'$ : 撮影距離 2 m における第1群のくり出し量

$\Delta\phi$ : くり出しによる前玉径の増大量

$= 2 \times \tan \theta_1' \times x'$

即ち 2 m まで近接するのに前玉径の増大量が、第1群の屈折力が正の時は、負の場合の30倍と大きい。第1群の屈折力を負に選ぶことは

$\theta_1' < \theta_1$ ,  $|f_1| <$ ,  $x' <$

の3つの要素の相乗効果が顕著に現われるので、広角を含む高倍ズームレンズの設計には利点が多い。

(2)の広角時に十分な周辺光量を確保する上でも、第1群の屈折力が負である方が有利である。図2の第1群が正の望遠型と、第1群が負の逆望遠型のレンズとの光線

経路図(2)により説明する。aは望遠型で第1群が正のズームレンズに適用出来、bは逆望遠型で第1群が負のズームレンズに適用出来る。軸上光線の入射光幅をA、軸外光線の入射光幅をBとする。軸上光線も軸外光線も、第1群の後方に設けられた絞りに対して、100%の光幅が入っていても、第1群の屈折力の正、負により、軸上入射光線幅Aと軸外入射光線幅Bの比が異って来る。(瞳収差)

第1群が正の時  $A > B$

第1群が負の時  $A < B$

AとBの大小関係は、第1群の屈折力が大きい程、画角が大きい程顕著である。従って広角を含むズームレンズでは第1群の屈折力が負である方が、周辺光量の上でも有利である。加えて像面照度は  $\cos^4 \theta_1$  により低下し(コサイン4乗則)、本レンズの如き広角では、 $\cos^4 38^\circ = 0.386$  となり、さらに瞳収差とケラレのファクターがかかるので、第1群が負であることがますます有利となる。

(3)の高変倍比に対しては、変倍系であるバリエータを複数に分割し、移動量を減少させることが有利である。一方コンペンセータの移動量も減少させる手段を併用出来るかどうか、小型で広角を含む高倍ズームレンズの成否のポイントとなる。

(4)の収差補正に対しては、第1群の屈折力が正である方が有利である。理由は正の第1群で絞りこまれた光束が第2群以降に入り、第2群以降のレンズ径が小さくなるからである。高変倍ズームレンズでは収差の発生量も多いので、第1群の屈折力は正の方が有利である。しかし 28 mm を含む広角ズームレンズでは、前玉径の小型化、至近距離の短縮、周辺光量の豊富さ等の点で、第1群の屈折力が負である方が圧倒的に利点が多い。従って第1群の屈折力が負でも、良好に収差補正の得られる手段と、レンズ構成を創造することが、本テーマの最大の課題となる。

(5)の変倍(ズーム)しても口径比が変わらない。これはズームレンズの基本に遡る。本来ズームレンズは

①焦点距離が連続的に変わる。

②ズームしてもピント(結像位置)が動かない。

③ズームにより口径比が変わらない。

の3つを満足するものである。しかし最近ではズーム比と小型化を追求するあまり、ズームにより口径比が変化するものが多い。この場合はストロボ撮影時に中間焦点距離の口径比が不明のため正確な露出が得られない事、および今後要求される絞り込み測光や、多種モードの撮影にも対応出来ない等の欠陥が生ずる。本レンズはズームレンズの基本を忠実に守り、ズームしても口径比は不変である。レンズ設計上では口径の大きい望遠側で収差の補正が難しくなる。従って 100 mm の望遠で口径比 1:4 を満足する収差を得るには、28 mm の広角

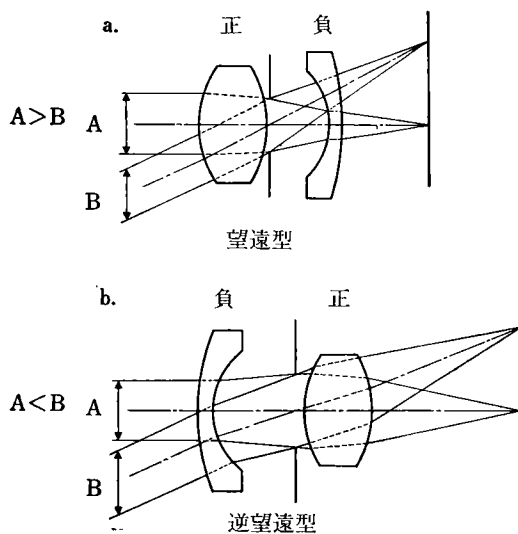


図 2 光線経路図(2)

a. 望遠型

b. 逆望遠型

では略 1:2.8 まで口径比の増大が可能な、余裕のある設計が必要である。一見不経済に思われるが、口径比が不変であることは、さきに挙げた利点のほかマクロ撮影でも口径比が変わらず利点が大い。

## 4 レンズ設計上の特徴

### 4-1 近軸設計

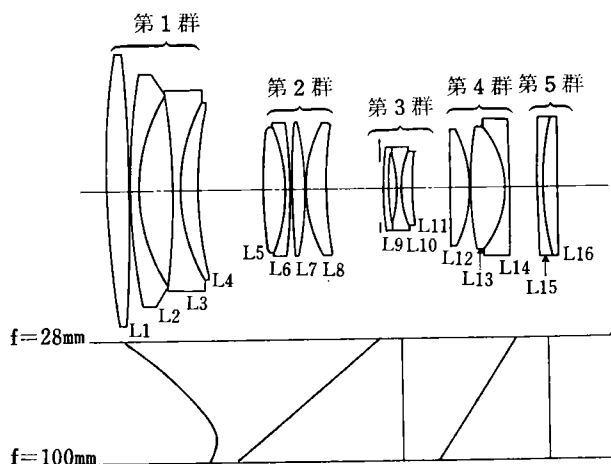


図3 レンズ配置および各群の移動図

図3で中間焦点距離 ( $f=50\text{ mm}$ ) におけるレンズ配置と各群の移動の様子を示す。物体側から順に負の焦点距離を有する第1群、正の焦点距離を有する第2群、負の焦点距離を有する第3群、そして共に正の焦点距離を有する第4群と第5群とから成っている。広角端 28 mm から望遠端 100 mm へのズームを行う時、第1バリエータである第2群と第2バリエータである第4群は異った変位で物体側への移動を行い、コンペンセータである第1群は当初像側への移動を行い、次第にゆるやかになった後、わずかに物体側へ移動し、絞りと一体である第3群と最後置の第5群は静止している。第5群に適正な正のパワーを与えることにより、第1群の負のパワーを強くせずに、広角側におけるコンペンセータの移動勾配をゆるくすることができ、かつ第1バリエータの移動量は 20 mm 強、第2バリエータの移動は約その半分と、高倍ズームとしては小さい量でズームが実現できている。また最もパワーの強い第3群を固定にしており、ズームレンズの宿命とも言うべき偏心の発生を極力抑えたパワーの配置と移動の組み合わせを採用しているレンズ構成といえる。

マクロ撮影時には広角端から第2群と第4群が物体側への移動を行う。

図4に示すように各群を薄肉光学系として主面で代表させ、理想光線をトレースすると、広角側で第3群を射出し、第4群へむかう光線の傾角が大であることが判り、

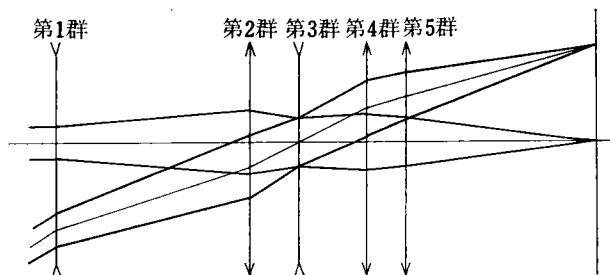


図4 薄肉光路図 広角側

3・4群間隔を広角端で大きくすれば、軸外高次収差の発生と後玉径の増大とを招くため、第4群は第2群より小さい変位をなすようにし、この不具合を回避している。次にやはり広角側で第1群を射出し第2群へむかう周縁光線の角度がきつく、この間隔を大きくすることは即前玉径の増大につながるか、周辺光量不足をもたらす。従って各群のパワーの決定と移動の方式を決めるに当たっては、以上の点に留意して条件を決定した。

このタイプのズームレンズで特徴的な点は最後置されていてズーム中は静止している第5群にある。第1群のパワーを弱くした時、望遠端での収差補正を楽にするが、広角端でのカム勾配をきつくするという設計上相反する二面をもっている。いま第5群のパワーを強くしていくと、カム曲線上第1群のパワーを負で強くした場合と非常に良く似た効果が得られる。つまりズームに必要な第1群の移動が少なくなり、広角端における第1群のカム勾配もゆるくなる。これは前記した相反性に対する一つの解決方法であり、この第5群の設置に高倍ズームの実現できた大きな根拠がある。

### 4-2 各群の構成と役割

収差補正の立場からみた各群の構成・特徴および役割について述べる。

まず第1群はズームに際して焦点位置を一定に保つためのコンペンセータであり、かつ有限距離撮影のときにくり出されてフォーカシングを行う。第1群のパワーは前述したようにカム曲線への影響が大きい上に、広画角で入射した光の角度を発散作用によりゆるくする効果とパワーの逆自乗に比例する繰り出し量との相乗効果とにより、至近撮影での周辺光量もしくは前玉径を規定するため特に重要なものである。レンズ構成は物体側から順に両凸単レンズである L1、ゆるい曲面を物体側にむけた負のメネスカスレンズである L2、両凹レンズと正メネスカスレンズを接合した L3・4 から成る。広角側での樽型の歪曲収差を補正するために、L1 のパワーと L2 の第1面曲率が寄与しており、歪曲収差を補正しながら第1群でメリディオナル像面を十分に補正することにより、広角側におけるサジタル像面との交点をバランスよく保ち、非点収差の補正を行っている。L1 に分



散の大きい硝子を配置した場合、第1群の近軸色収差は補正しやすいがL1の第2面で画角と波長に対する2次の倍率色収差が発生するため、低分散の硝子を用い、主光線に対してコンセントリックになるL3・4の接合面でこれを補っている。望遠側で球面収差が補正過剰になりやすく、繰り出した時の収差変動にも影響するので、球面収差の少ない構成が要求される。

次に第2群は焦点距離の変化を主に担当する第1バリエータで、両凸レンズと負のメニスカスレンズを接合したL5・6、両凸単レンズであるL7、曲率のきつい面を物体側にむけた正のメニスカスレンズL8から成る。入射した光束は第2群で最も幅が広がるため、小さな曲率半径の面を使うことは禁物である。ズームングにおける収差の変動をおさえ、結像特性を一定に保つ役割を果しており、このパワーが強すぎると、中間焦点距離付近で球面収差が補正不足で根強く残る。このため4枚構成というデラックスなレンズ構成を採用しているが、特に隣りの群と向い合う面であるL5の第1面と、L8の第2面の形状は重要である。L5・6の接合面で周縁光線にコマ収差の色分離（コマの色収差）が起きやすく、このためL5、L7、L8とL6との分散に大きな差を与えて曲率をゆるくし、この不具合を解決している。

第3群には、ベッパールサムに関連してパワーの総和を小さな値に保つためのバランスの上から、最も強いパワーが与えてあり、前置される絞りと共にズームングでは静止している。曲率のゆるい面を物体側にむけた負のメニスカスレンズであるL9と、両凹レンズと正のメニスカスレンズを接合したL10・11から構成されている。絞りに近接しているため、接合面での倍率色収差の補正効果は少なく、もっぱら近軸色収差を補正している。内包される空気レンズの形状は正弦条件を補正する上で重要であり、適切さを欠くと、光束が狭いにもかかわらず、広角側での非対称コマ収差の補正が困難となる。また第4群と共同して広角側での球面収差を適正にしているが、パワーが強いことから、補正過剰の傾向になりやすい。

第2バリエータである第4群は従ではあるが変倍作用を分担し、高倍ズームの一翼を担っている。像側に凸面をむけたほぼ平凸の単レンズのL12、強いパワーの両凸レンズと、やはり強いパワーをもつほぼ平凹の負レンズを接合したほとんどパワーをもたないL13・14から構成されている。接合面は0.2以上の屈折率差をもたせた発散面にしてあり、光束の幅が狭くなるところに配置されているため、コマ収差を発生させずに像面をコントロールできる事と、比較的強い曲率を使用していることが併合され、像面を立てる作用を行っている。

第5群はズームング時に固定されており、負と正のレンズが接合されたL15・16だけで構成され、前述したように、その正のパワーは第1群のカム軌跡を有利にし

ている。広角側の倍率色収差を補正するために、早い時点で色収差をとるという手法を採用しており、つまり、第4群で十分に色補正をし、第5群で全系の色収差を適正に保ち、近軸色収差と倍率色収差を同時に良好な値にしている。そのため第5群の分散の配設は通常とは逆で、L15にはクラウン硝子、L16にはフリント硝子を使用している。群の色補正状態の目安として( $\sum 1/f_i$ )という量を計算すると、第4群では-0.00035、第5群では0.00028となっている。

#### 4-3 結像性能

設計の初期段階では、ズーム点数は3点で収差補正を進めたが、高倍率であるため、ファインコレクションの段階では5点、時には9点での補正を行った。またMTFに基づいた詳細な評価計算も物体位置や絞り径をパラメータとして、見落としのないよう各種ケースについて行った。空気と接する面が22面あり、曲率のゆるい面やコンセントリックな面が多用されているので、すべての面の組合わせについて反射計算（ゴースト評価計算）を行い、これもズーム点や絞り径、光源位置をパラメータとし、その結果に基づいてコーティングの種類を決めた。また、パワーの強い群や単体レンズを使用しているところもあるので、偏心による性能低下を計算し、それをもとに鏡胴設計を行った。

次にこれらの評価計算の一部を紹介する。

図5は光線追跡による収差図であり、上から順に広角側( $f=28\text{ mm}$ )、中間( $f=50\text{ mm}$ )、望遠側( $f=100\text{ mm}$ )である。いずれも波長はHeのd線で、物体無限遠、絞り開放である。

図6はスキュー光線追跡から得たスポットダイアグラム、軸上と像高15 mm、21.63 mmで、他の条件は図5と同じである。

図7に幾何光学的に求めた白色MTFの計算結果を載せる。波長以外の条件は図5と同じで、サジタル方向のMTFを実線、メリディオナル方向のMTFを破線で示し、空間周波数は10本/mm、30本/mmである。

### 5 レンズ鏡胴の機構設計

広角高倍ズームレンズでは、レンズ配置と単純な移動だけで要求される精度を得ることは困難である。したがって、機械補正により光学補正を行う必要がある。

図8に全体の構成図を示す。その特徴としては、ズーム倍率が3.6×と高くまた各群のパワーが、従来レンズにないほど強くなっており、その為像面に対する各群の偏心の影響が、従来レンズにないレベルで大きい。

表3は、本レンズ、リケノンF4/28 mm—100 mmとF3.5/35 mm—70 mmとの群の焦点距離、各群の偏心による画像のMTF性能低下表である。

レンズ鏡胴の機構は、下の5つのブロックより構成さ

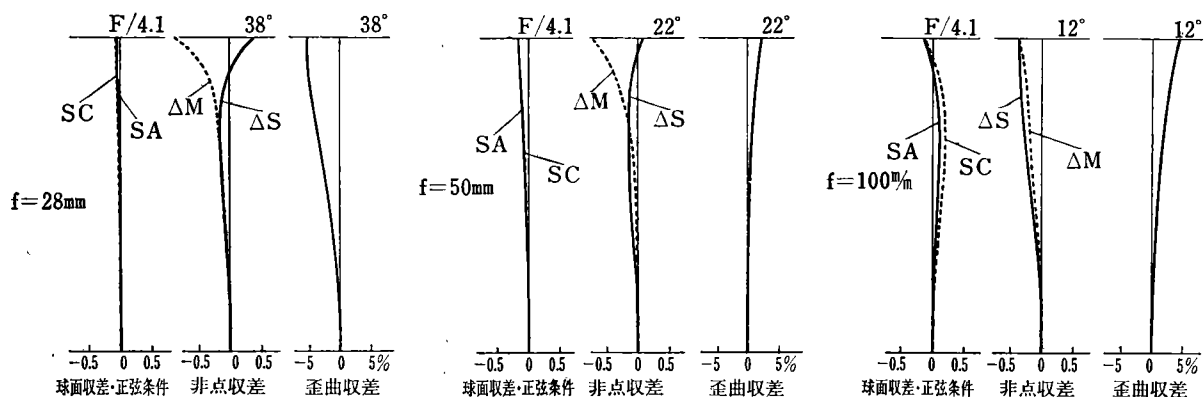


図5 収差図

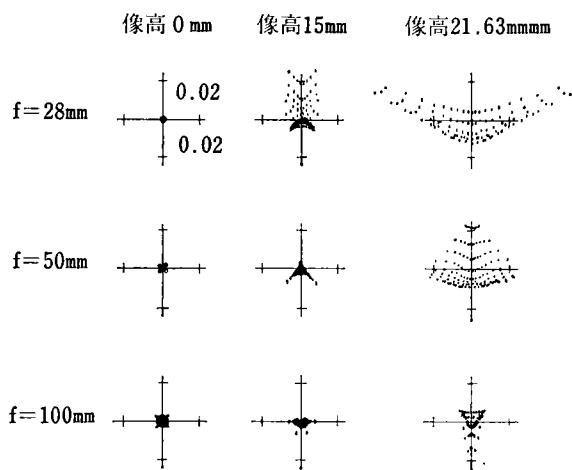


図6 スポットダイアグラム

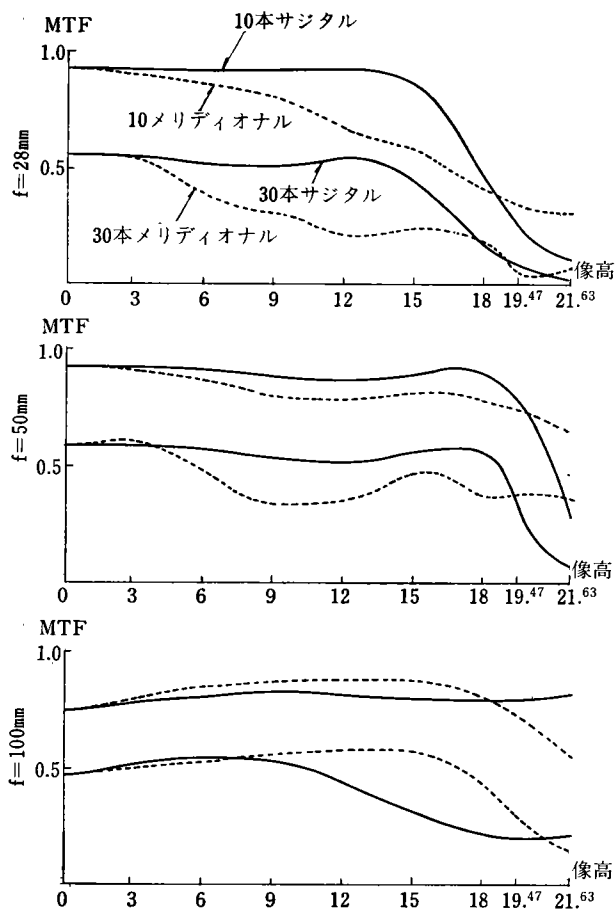


図7 幾何光学的な白色MTF図

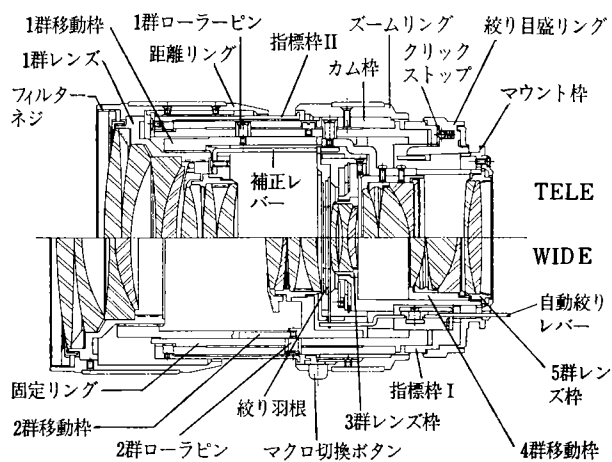


図8 全体構成図

表 3 偏心による画像のMTF性能低下

RIKENON F4/28 mm—100 mm								RIKENON F3.5/35 mm—70 mm							
群	焦点距離	M T F 低 下 率						群	焦点距離	M T F 低 下 率					
		T		M		W				T		M		W	
		S	M	S	M	S	M			S	M	S	M	S	M
1 群	$-f_n$ mm	27.6%	37.0%	9.3%	8.8%	3.2%	2.3%	1 群	$-f_P$ mm	2.13%	11.81%	8.78%	7.8%	1.7%	12.38%
2 群	$-f_P/2$	11.4	7.6	9.2	27.7	9.7	25.7	2 群	$f_n$	1.07	15.14	7.56	16.53	1.65	24.19
3 群	$-f_n/2$	9.3	23.5	4.0	30.6	7.8	19.9								
4 群	$f_P/2$	7.2	14.7	0.7	13.2	1.6	4.0								
5 群	$3 f_P$	1.0	0.8	0.1	1.3	0.9	0.6								

(注) MTF低下率は、各群が3'偏心した時の像高 15 mm での低下率である。

Sはサジタル方向

Mはメリディオナル方向

れている。

a. 焦点距離変化の為のズーム駆動関係

- ① 1群移動枠機構
- ② 2群移動枠機構
- ③ 4群移動枠機構

b. 露出関係

- ① 焦点距離変化に伴う開放F値一定の為の開放口径補正機構
- ② 焦点距離変化に伴うオートマニアル口径補正機構
- ③ 自動絞り機構
- ④ マニアル絞り機構

c. 合焦のための距離調整関係

- ① ヘリコイド機構
- ② シフト調整、補正機構

d. マクロ機構関係

- ① マクロ切換機構
- ② マクロ駆動機構

e. レンズ鏡室関係

さて、さきの表より、本レンズはリケン F 3.5/35 mm—70 mm と比較すると偏心の影響が、非常に大きい。機構設計では、レンズマウントと固着された固定リング内径に、全てのレンズ群を嵌合させて、互いの共軸精度を上げ、また移動レンズ群は、光軸方向のみ摺動可能としている。ズーミング、合焦調整等、回転作動があるものは、群の偏心に影響しない固定リング外周部に嵌合させている。更に部品加工上でも、共軸精度を向上する為にレンズ鏡枠関係、ズーム駆動関係の部品加工にはヤトイ方法の改良、加工ヒズミ除去の為にサイクリックなアニール工程の導入、レンズ個々の共軸精度を向上させる為の一体加工等により従来のレンズ鏡胴の偏心精度を30%近くアップさせている。組立工程内でも、像面に影響が最も大きい3群に対する2群、4群の偏心を製品個

々について工程内でチェック管理している。

以下、レンズ鏡胴の機構設計において、重点的に検討をおこなった焦点距離変化の為のズーム駆動に伴うピント移動の機構補正および絞り補正機構について述べる。

5-1 ズーム駆動関係

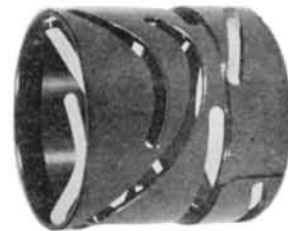


図 9 カム枠

図9は、本製品のカム枠の写真である。カム枠はズームリングの回転をカム枠のカム溝で、各移動枠群を互いに相対的な関係をもって光軸方向に移動させるものである。このカム溝加工は 1/1000 mm 単位で、デジタル NC 加工されている。一般的にズーム比が、大きくなればなる程、ズーミング中におけるピント移動がおり易い。通常のズームレンズでは、ピント移動の補正はオプティカルコンペセーションと呼ばれる光学補正だけで解決しているのだが、28 mm—100 mm のようにズーム比が大きいレンズでは補正しきれない面が生ずる。

その為、メカニカルコンペセーションと呼ばれる機械補正も同時に導入していく必要がある。機械補正としてはレンズの肉厚、空気間隔、ニュートン等の情報を基に、1群と4群のカム曲線の変位を機械的に補正することになる。

以上のように、本レンズは光学補正と機械補正の両者を併用している。そのため倍率が大いにもかかわらず、ピント移動を極小にすることができた。

## 5-2 絞り補正機構

焦点距離が、28mm—100mm と変化しても絞り位置は、光軸方向に移動しない。またF値一定のズームのため、絞り目盛りリングの表示位置やカメラボデーにF値伝達をするF値レバーは定位置のまま、図10のように絞り径のみ連続的に変化しなければならない。

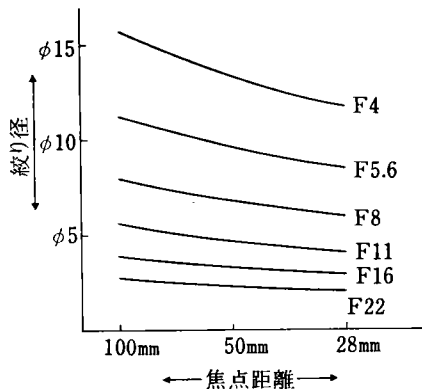


図10 焦点距離移動に伴う絞り径変化図

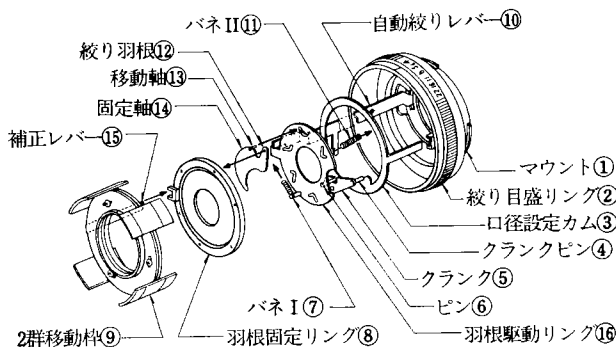


図11 絞りユニット図

図11絞りユニット図において、焦点距離変化にかかわらずF値を一定にするため、各F値に対応した絞り径になるよう口径設定カム③は、クランク⑤を介して絞り羽根駆動リング⑯を回転制御し、絞り目盛りリング②と一体に回転して、マニュアル絞り口径を設定する。

補正レバー⑮はズームに従って、光軸方向に移動する2群移動棒⑨に一体化されており、そのアーム部が羽根固定リング⑧の突起部と嵌合している。また補正レバー⑮のアーム部は、ズームによる絞り径変化に対応して、変曲したアームになっている。

絞り羽根⑫の軸は固定リング⑧穴と駆動リング⑯長溝に嵌合しており、駆動リング長溝は口径変化に対応した変曲状のカム溝となっている。また駆動リング⑯には、バネⅠ⑦が設けられており、常時開放側に働いている。自動絞りレバー⑩は、マウント①を軸としたバネⅡ⑪により、絞り込み方向に働いている。このバネⅡ⑪はバネⅠ⑦よりバネ圧が強く、自動絞りレバー⑩は、駆動リン

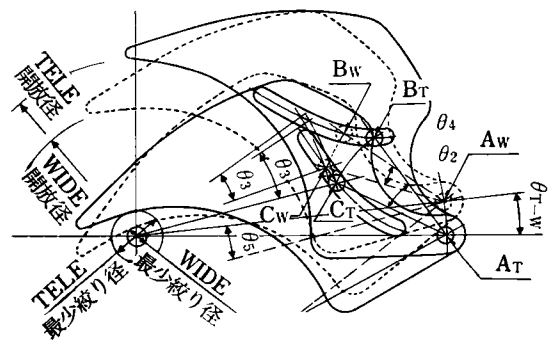


図12 絞り羽根作動図

グ突起部に圧接しており、駆動リング⑯は、バネⅠ⑦に抗じて絞り込み方向に回転規制されている。レンズをカメラボデーに装着した時、自動絞りレバー⑩は、カメラ側自動絞りレバーによりバネⅡ⑪に抗じて開放側に移動する。駆動リング⑯は、自動絞りレバー⑩の圧接が解除されて、バネⅠ⑦により開放側に回転移動し、駆動リングカム溝に嵌合している絞り羽根⑫は開放になる。

図12絞り羽根作動図より羽根⑫は焦点距離が望遠で開放時固定軸  $A_r$  と移動軸  $B_r$  にあり、焦点距離が広角側に移動するに従い、変曲した補正レバーにより羽根固定リング⑧が回転移動する。広角端では固定リング⑧は  $\theta_{FW}$  回転して、羽根固定軸を  $A_w$  に移動させ、同時に移動軸も  $B_w$  に移動する。そのため、絞り羽根⑫は  $\theta_3$  回転して広角端での開放口径を満足する。以上の機構で、ズームに伴う開放口径の補正を行う事ができる。

オート、マニュアルの絞り口径の補正については、①望遠開放より絞り目盛りリングを最小絞りにセットした場合カメラボデーのシャッターリリースを押すと、レンズ側自動絞りレバーがカメラボデー側自動絞りレバーより解除されて、バネⅡ⑪により駆動リング⑯を圧接して強制的に絞り込み方向に回転させる。そして駆動リング上に設けてあるピン⑥からクランク⑤→クランクピン④→口径設定カム③のカム面に、回転力が伝達されてカムの最小絞り面でストップされる。その時駆動リングは、望遠の開放から最小絞りまで  $\theta_3$  回転し羽根の移動軸は  $B_r$  から  $C_r$  に移動し、羽根は  $\theta_2$  だけ回転して、望遠の最小絞り径を設定する。

②広角時の最小絞りの場合、固定軸が  $A_w$ 、移動軸が  $B_w$  にある羽根を、駆動リングが  $\theta_3$  だけ回転し、移動軸を  $B_w$  から  $C_w$  に移動させ、そのため羽根が  $\theta_4$  回転して広角側の最小絞り径を設定する。他のFストップ位置も同様で、駆動リング長溝は各F値で、駆動リングの回転角を変化させて、絞り径のみ変化するように変曲したカム溝となっている。以上がF値一定のズーム鏡胴の絞り補正機構である。

## 6 お わ り に

本レンズの開発は、さきにふれたように第1群の屈折力が正の設計と試作を含めると開発に長期間を費した。そして得られた結論は、広角を含む高変倍率ズームレンズの構成には、収差補正上の困難を伴うが

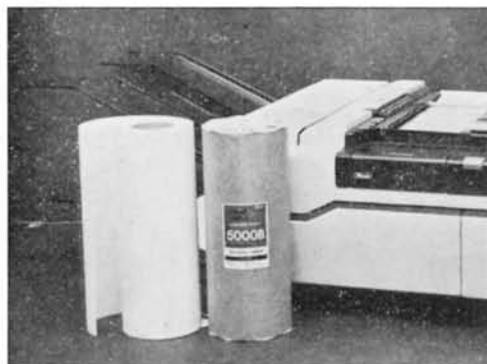
- (1) 第1群の屈折力は負とする。
- (2) バリエータは複数群とする。
- (3) コンペセータの移動を極力少なくする。
- (4) 鏡胴設計に当っては、共軸精度を最大限確保する。

以上の4項目を集結することが小型化にも寄与し、より高性能化につながることを確認した。収差補正に当っては、広画角と高変倍率のために発生し易い単色光収差、色収差、さらに広角時に難しくなる像面彎曲等の基本的な問題の解決に加え、収差の相互作用を理論的、経験的

に洞察し、最適化をはかった。

28mmの広角を含み、ズーム比が3.6倍にも達するズームレンズで、至近距離を1mまで短縮出来たものは他にまだ類例を見ない。本レンズでは100mmの望遠において撮影距離が1mのとき、縮率=1/9.4（被写体の大きさ=226mm×339mm）と大きい。準マクロと称しても過言でなく、実際に使用すると、ことのほか利用価値の高いことがわかる。

広角を含む高変倍率ズームレンズは、利用価値も高いので、今後さらにズーム比の増大などの進歩改良が、各社によって行われ、またズーム形式では第1群が正のものと、負のものが当分の間並行するであろう。正の場合は、前玉径を大きくせず至近距離を短縮することが最大の課題であり、本レンズの如く負の場合は、レンズの要素構成の開発がキーポイントとなる。



## リコーサーマルペーパー タイプ120F

RICOH Thermal Paper Type 120F

坂本 洋\*  
Hiroshi Sakamoto

### 要 旨

リコーサーマルペーパータイプ120Fは、各種溶剤によって画像が消失したり、白地部が発色するという欠点をもつロイコ型感熱記録紙を、改善すべく開発されたG-Ⅲファクシミリ対応の高感度ペーパーであり、特徴は以下の通りである。

- (1) 耐溶剤性が良く、実用上記録画像が消えない。
- (2) G-Ⅲファクシミリのサーマルヘッドに適合する発色感度である。
- (3) サーマルヘッドに溶融カスがほとんど付着しない。
- (4) 紙表面の光沢度が低く、白色度が高い。

### ABSTRACT

Ricoh Thermal Paper Type-120F is high sensitive paper matching with G-Ⅲ facsimile that is developed to improve weak point of Leuco dye type thermosensitive recording paper those are the developed image disappears or the background colors by contacting with various solvents.

The features are as follows:

- (1) Solvents resistance is superior so that the developed image doesn't disappear practically.
- (2) Heat sensitivity of this paper matches with the thermal head of G-Ⅲ facimile  
(Image density more than 1.2 is obtained by the thermal head under the condition that scanning time per 1 line is 20 msec and head energy is less than 1.0 mj/dot.)
- (3) Melting residue of this paper hardly sticks to the thermal head.
- (4) Gloss of the surface is low, and brightness is high.

### 1 はじめに

近年、ロイコ染料とフェノール性化合物、あるいは有機酸を発色基本成分とするロイコ型感熱記録紙が、レコーダー、プリンター、ファクシミリ、自動券売機、POS用ラベラー等の普及とともに出力記録用紙として広く使

用されてきた。当社においても、レコーダー用の感熱記録紙を発売して以来、表1のように各種用途向けに、多くの感熱記録紙を商品化してきたが、品質向上の課題は主として、高感度化と地肌の白色化であった。

しかしながら、従来からロイコ型感熱記録紙は、可塑剤、有機溶剤、油等の不揮発性溶剤を含有する薬品、事務用品と接触すると、発色画像が消失したり、また、エタノール、アセトン等の揮発性溶剤を含有する薬品の接触によって白地部分が発色したりして記録画像の安定性

★ サプライ事業部 第二開発部  
Second Development, Supply Products Division

表 1 リコーサーマルペーパーの品種

用途 色調	レコー用		プリンター用		ラベル用	券売機用	ファクシミリ用
	黒	青 (2色)	黒	青	黒	黒	黒
低感度 (110°C以上)*	タイプ 105R B	タイプ 705R A (赤黒 2色)		タイプ 205P A タイプ 207P A			
中感度 (90°~ 110°C)*	タイプ 110R B	タイプ 210R A		タイプ 210P A	タイプ 110L A	タイプ 110T A	G II用 タイプ 110F A タイプ 110F B
高感度 (90°C以下)*			タイプ 115P A		タイプ 115L A タイプ 115L B	タイプ 115T A	G III用 タイプ 115F A

\* 静的発色特性において O.D.=0.8 を得ることのできる温度

に欠けるという欠点を有している（本文ではこのことを耐溶剤性とよぶ）。そのためホームファクシミリに代表されるユーザー層の拡大によって、保管方法、取扱方法が多様化し、記録画像の安定性に優れる感熱記録紙の開発が強く望まれるようになってきた。

感熱記録方式で、これらの問題を解決する記録紙として、熱転写型感熱記録紙<sup>1), 2)</sup>、シアゾ型感熱記録紙<sup>3), 4), 5)</sup>

があり、近來その開発が盛んである。特に前者は、カラー化の可能性があり、又普通紙に記録できるという特徴をも有するため、各種プリンター用の記録紙として実用に供せられているが、受容紙の他に転写シートを別に必要とするため、受信時の記録紙搬送のシワ等の問題がある。一方、シアゾ型は定着用の光源が必要であり、記録紙の熱感度が低いといった欠点を有しているため、低コスト、小型化、ノーメンテ等の要求が強いファクシミリに使用するには、更に開発が必要である。

以上のような観点から、各種溶剤に対する記録画像の安定性において、従来のロイコ型感熱記録紙をより向上させた G-III ファクシミリ対応の感熱記録紙「リコーサーマルペーパータイプ 120F」を開発したので、この開発の狙い、品質の特徴について紹介する。

## 2 リコーサーマルペーパータイプ 120F の仕様

表 2 に、リコーサーマルペーパータイプ 120F の主な仕様を示した。特に従来の G-III ファクシミリ用ペーパー（当社タイプ 115F）にない特徴は、耐溶剤性に優れ、記録画像の安定性が良いことである。

## 3 リコーサーマルペーパータイプ 120F 開発の狙い

表 2 リコーサーマルペーパータイプ 120F の主な仕様

項 目			仕 様	試 験 法
紙 質 特 性	坪 量		60±5 g/m <sup>2</sup>	JIS P-8124 に準拠
	紙 厚		65±5 μ	JIS P-8118 "
	白 色 度		記録面 70 %以上	JIS P-8123 "
	平 滑 度		100 sec 以上	JIS P-8119 "
	光 沢 度		18% 以下	JIS P-8142 "
	地 肌 濃 度		0.12 以下	マクベス濃度計 RD-514
静発色特性	60°C 発色濃度		0.20 以下	1.0 kg/cm <sup>2</sup> , 5 sec 接触して発色。 RD-514 で濃度測定
	70°C 発色濃度		0.30 以下	
	最大発色濃度		1.35 以上	
記録特性	画像濃度	常 温	1.15 以上	RIFAX-3300 コピー STD モード (22±2°C)
		低 温	1.00 以上	" (5±2°C)
	スティッキング		なきこと	黒ベタで 100 mm 印字
	ヘッド摩耗		30 km	
耐薬品性	耐指紋性		—5 %以内	5 人の人差指紋を印字部に押印 2 週間放置。 濃度減少率
	耐可塑剤性		—20 %以内	塩ビラップフィルムを印字部に接触 40°C, 1 hr 放置。 濃度減少率
	耐テープ性		—20 %以内	3 M メンディングテープを印字部に貼り 1 週間放置。 濃度減少率

リコーサーマルペーパータイプ 120F は、以下の 3 点に狙いを絞って開発をしたものである。

- (1) 記録画像、白地部分の耐溶剤性が良く、実用上は画像が消えないこと。(記録画像の安定性が高い。)
- (2) G-III ファクシミリに適合する動的発色感度を有すること。
- (3) ヘッドマッチング品質(カス付着、スティッキング、ヘッド摩耗等)に優れていること。

従来のロイコ型感熱記録紙が、記録画像の安定性に欠けることは、すでに述べたが、これらの欠点を改善するには、以下の 2 つの方法が考えられる。

- (a) 感熱発色層にロイコ染料との結合が従来のものより強い顔色剤を用いて、各種薬品に対し消色しにくい発色系とする。
- (b) 感熱発色層を、接触する薬品と接触しにくいように、バリアー層で保護してやる。

### 3-1 感熱発色層での耐溶剤性の向上

ロイコ染料と酸物質(顔色剤)との発色機構は、酸のプロトンが、ラクトン環を開裂させ、イオン結合をして安定化している発色構造を示すものや<sup>6),7)</sup>、酸がアクセプターとして働き、電荷移動錯体を形成したような発色構造を示唆する報告等<sup>8),9)</sup>があるが、いまだ定説はない。筆者らは、①溶媒中での発色が染料濃度依存性、酸濃度依存性がある。②固体発色状態でも染料濃度、酸濃度依存性がある(図 1)。③ルイス酸でもよく発色し、配位性を有する金属錯体顔色剤で発色染料の安定性が高くなるという実験事実から、ロイコ染料と酸物質との発色構造は、電荷移動錯体のような準安定な発色構造を導入する事が妥当であり、生成した染料の安定性を高めるには、配位性の高い顔色剤が必要であると考えた。しかし、現在知られているそのような顔色剤、例えば、塩化亜鉛、塩化アルミニウム等の無機金属塩、サリチル酸、ヒドロ

キシナフトエ酸の金属塩等は、従来のフェノール化合物よりも、融点(あるいは分解点)が高いため熱感度が低く、又、逆に、可塑剤、油等の溶媒で白地部分が発色しやすいという欠点があって、現在のところ高感度感熱記録紙に適用しうるものはなかった。

### 3-2 バリアー層による耐溶剤性の向上

(a)の方法は、3-1 のような欠点があるため(b)の方法に開発の方向を絞った。しかし、従来のファクシミリペーパーは、紙の上に感熱発色層を一層塗布して G-III ファクシミリに適合する動的感度を出しているため、(b)の方法により更にその上にバリアー層を設ける事は、伝熱阻害層を設けたことになり動的感度が低下する。従って、品質の狙いを達成するための技術上のポイントは、バリアー層を設けて、耐溶剤性を向上させた上で、G-III に適合する動的感度を達成するという背反する 2 つの品質を両立させることにある。次章に、バリアー層の形成による品質特性の向上について述べる。

## 4 バリアー層の形成による品質の向上

### 4-1 耐溶剤性の向上

ロイコ染料、フェノール性化合物は、一般の有機溶剤(例えば、低級アルコール、ケトン、エステル、芳香族炭化水素等)によく溶ける。又、DOA、DOP 等の可塑剤、油にはわずかに溶解する。従って、3-2 で述べたように、発色構造がメタステーブルであるため、発色画像が消えたり、白地部分が発色したりする。感熱発色層をこれらの溶解剤と接触しにくくするバリアー層の素材には、溶解剤と親和性を持たない高分子化合物で、かつ造膜性、耐溶剤性、耐油性のすぐれたものが要求される。このような高分子化合物は、ポリビニルアルコール、ヒドロキシエチルセルロース、メチルセルロース、スチレン-無水マレイン酸共重合体アルカリ塩、ポリアクリル

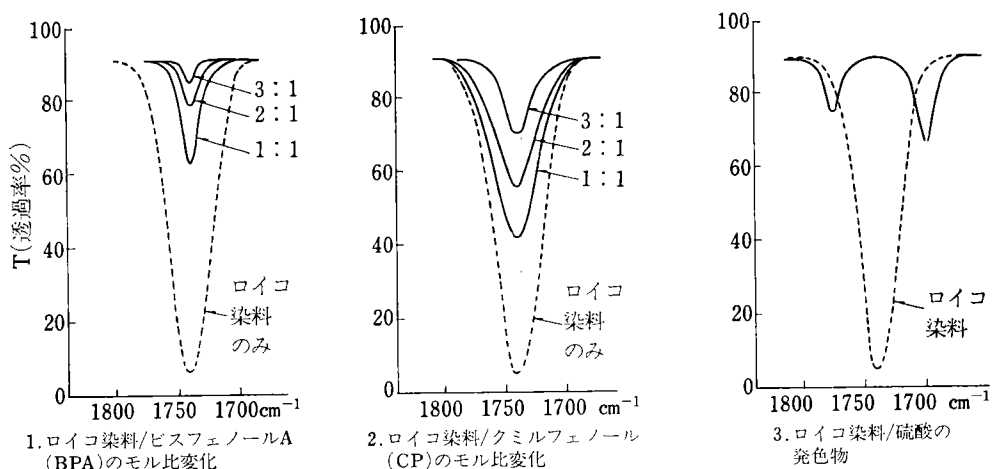


図 1 顔色剤の違いによるラクトン環カルボニルの消退の差(IR)



酸アルカリ塩等の水溶性高分子化合物である。又、これらの高分子化合物だけのバリアー層ではサーマルヘッドで加熱された時、スティック現象（発熱体表面に、感熱記録紙表面が粘着して記録紙の搬送に異常をきたす現象）が生じるので、熱不溶性の充填剤をわずかに添加している。

さらに、感熱発色層表面は、数 $\mu$ ～10数 $\mu$ の凹凸があるため、バリアー層は数 $\mu$ の厚さに形成しないと、感熱発色層を被覆できず、バリアー性が弱い。図2に、バリアー層の膜厚をかえた時のバリアー性についての実験データを示す。これは、ファクシミリで印字した黒ベタ画

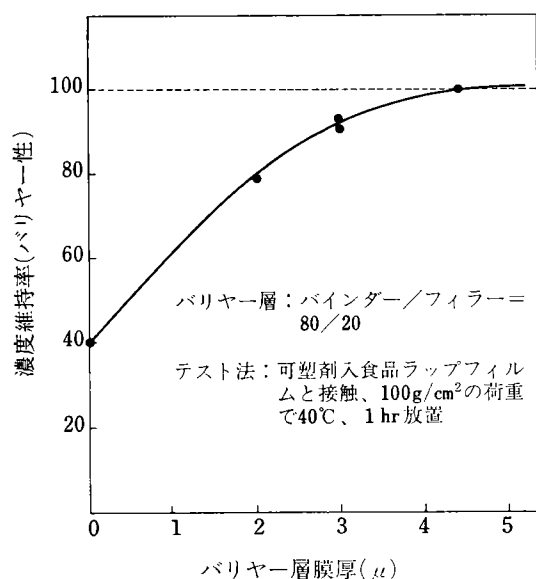


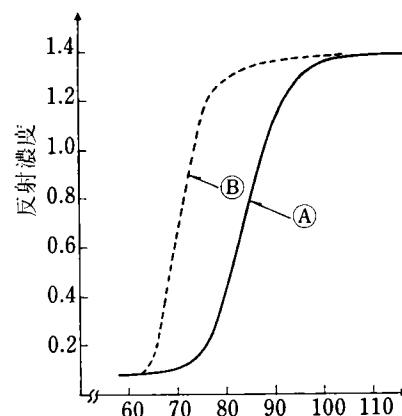
図2 バリアー層膜厚とバリアー性

像に可塑剤含有フィルムを接触させ、40°Cで1hr放置した時の発色画像の濃度維持率をバリアー性としたものである。又、水溶性高分子でバリアー層を形成するため、表面の耐水性が弱くなるので、耐水性の向上をはかった。従って、本ペーパーは、水にも強く、水を滴下して数回こすっても、層が水に溶けて発色画像がうすくなったりすることはない。

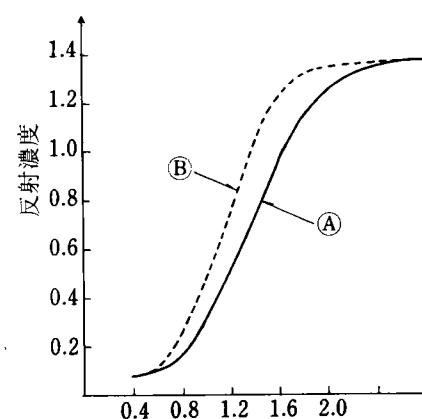
#### 4-2 動的発色感度、ヘッドマッチング性の向上

感熱記録紙の熱感度は、一般に2つの方法で示される。1つは静的発色感度と呼ばれ、一定温度に制御された加熱ブロックを、1～5sec接触させた時の発色濃度を、温度に対してプロットしたものである。(図3-(a))もう1つは、動的発色感度と呼ばれ、実際にラインヘッドを用いて、パルス幅(msec)、ヘッド入力(W/dot)、を可変させてヘッド入力エネルギー(mj/dot)、又はパルス幅等に対して発色濃度をプロットしたもので、実使用に近い感度特性を把握することができる。(図3-(b))

静的発色特性を低温側にシフトさせて高感度化を達成



(a) 静的発色特性



(b) 動的発色特性

図3 感熱記録紙の熱感度

しようとした報告は多く<sup>10),11)</sup>、一般には図3-(a)でBはAよりも感度が高いということになるが、感熱発色層を形成するロイコ染料、顕色剤、バインダー、その他の添加剤の組成、分散粒子径が異なると、上昇温度やロイコ染料、顕色剤の溶解速度が異なるため、必ずしも静的発色感度の高いものが、動的感度が高いとは限らない。むしろ、静的発色感度は、高温保存下での白地部発色が低く、ファクシミリ連続記録中のヘッド周囲の蓄熱による白地部発色がないための記録紙発色特性の評価法といえる。バリアー層を設けることによって、図2のように耐溶剤性は向上するが、一般に、動的発色感度は低下する(図4)。従って、静的発色感度を低温側にシフトさせることなく(保存性の白地部発色を劣化させることなく)G-IIIに適合する動的発色感度を得る事が、課題であった。

一定膜厚のバリアー層を発色層上に設けた上で、動的発色感度を向上させた方法は、図5, 6, 7に示したロイコ染料、顕色剤、増感剤と、当社独自の素材から、最適な素材構成で感熱発色層を形成した事であり、又、これらの各層を、微細な粒子径で、均一に原紙上に形成する分散、塗工技術によって、高感度化を達成した。

又、感熱発色層を一層だけ紙に塗布した感熱記録紙は、

感熱発色層が発色の機能を有すると同時に、サーマルヘッドマッチング性（ヘッドカス付着、スティッキング、ヘッド摩耗等）が良いという機能も有していなければならないが、一般には、熱不溶性充填剤、離型剤を添加しているが、タイプ 120 F では、感熱発色層上に設けたバリアー層に、ヘッドマッチング性を考慮した機能も付与させることによって、これを数段優るものとしている。

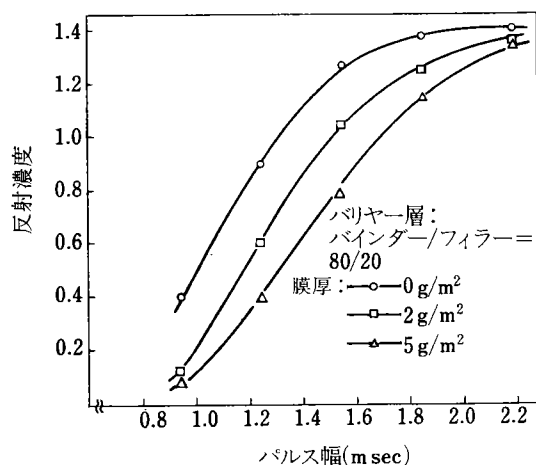


図 4 バリアー層膜厚と動的発色感度

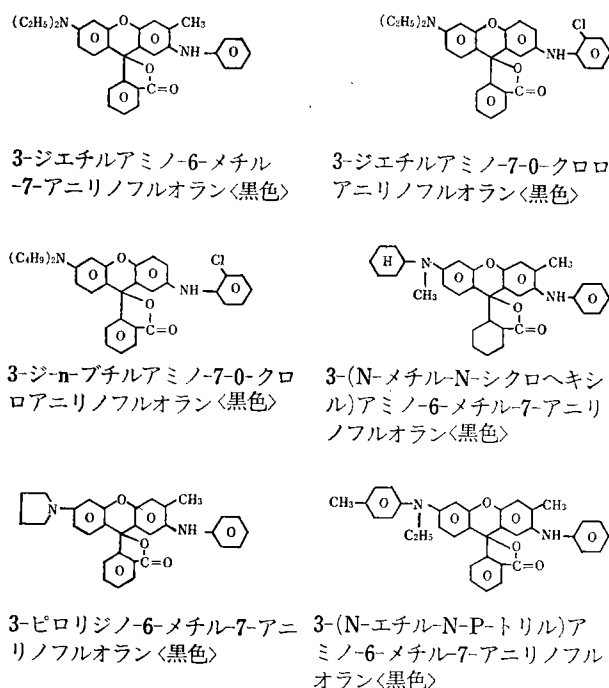


図 5 各種ロイコ染料

## 5 主要な品質

### 5-1 耐溶性性

従来のファクシミリペーパー（当社のタイプ 115 F と、他社紙 A）と比較した、各種薬品、事務用品に対する耐

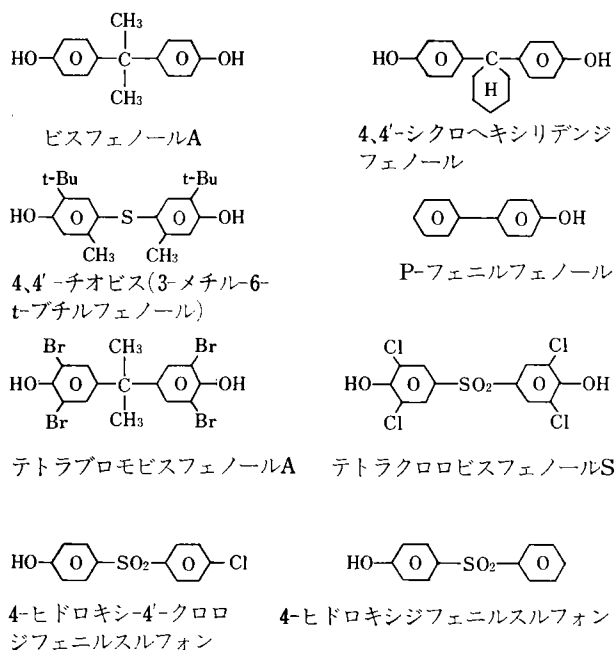


図 6 顕色剤

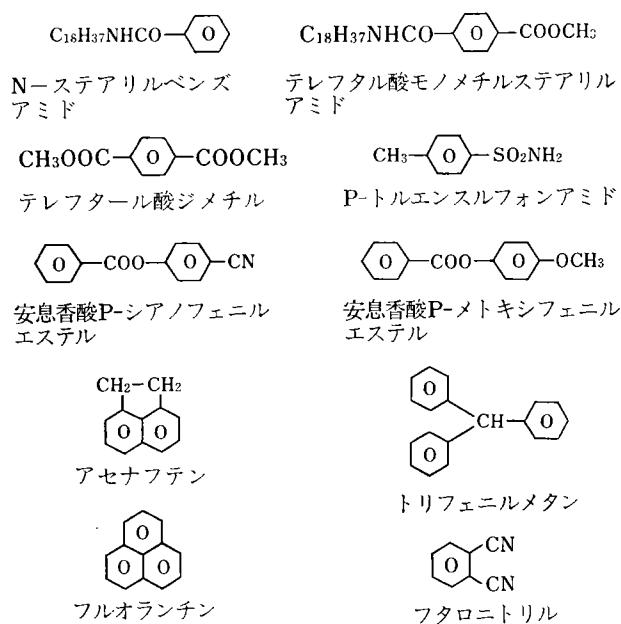


図 7 増感剤

溶剤性を、表 3 に示す。従来の感熱記録紙は可塑剤、油、有機溶剤等を含む薬品、事務用品に対して、発色画像が消えたり、白地部分が発色して記録画像の判読が不可能であったが、本ペーパーは実用上、記録情報が消失してしまうことはないレベルまで耐溶剤性が向上した。

### 5-2 動的発色感度、ヘッドマッチング性

図 8 に、タイプ 120 F とタイプ 115 F 及びタイプ 110 F（G-II ペーパー）の動的発色感度の 1 例を示したが、G-III ファクシミリ用に充分供しうる感度であることがわかる。

表3 耐 溶 剤 性

薬品, 事務用品等	サンプル名	タイプ120F	タイプ115F	他社紙A
不揮発性溶解剤を含有するもの	食品用ラップフィルム	△～○	×	×
	プラスチック消しゴム	○	×	×
	3Mメンディングテープ	○	×	×
	化粧品	△～○	×～○	×～○
	指紋(皮脂)	○	×～△	×～△
	油(綿実油)	△～○	×	×
揮発性溶解剤を含有するものその他	セミドライ ジアゾコピー(リコピー)	○	△	△
	ウイスキー	◎	○	○
	エタノール	○	×～△	×
	化粧品	△～○	×～△	×～△
	筆記具(サインペン・マジック等)	◎	△	△
	接着剤	△～○	△	△
その他	セミドライ ジアゾコピー	○	△	×～△
	水	◎	△	△

- ◎ ほとんど変化のないもの  
○ わずかに変化する  
△ 変化が大きいが記録画像の判読は可能  
× 画像の判読も不可能

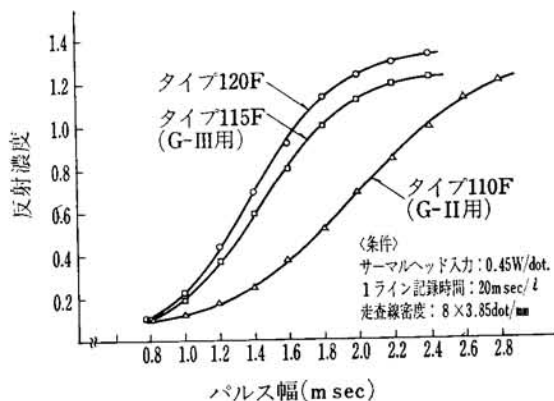


図8 動的発色特性

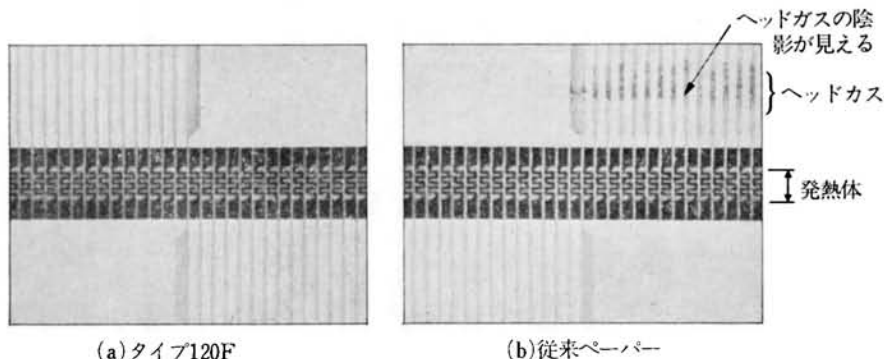


写真1 ヘッドの溶融カス

又、写真1は、タイプ120Fとタイプ115Fの、連続印字テストでのサーマルヘッドに付着した溶融カスを示したもので、タイプ120Fは、ほとんどカスが付着しない。

## 6 お わ り に

以上、リコーサーマルペーパータイプ120Fの品質向上の方法、及び特徴について紹介した。本ペーパー開発の狙いであった記録画像の安定性の向上、G-IIIファクシミリに適合する動的発色感度、ヘッドマッチング性の向上については、目標を達成したと考えている。しかし、静電記録方式、転写型感熱記録を用いた感熱記録方式、インクジェット記録方式等の記録系より、総合的に勝るものにするには、感度の向上、保存性の向上、3章の(a)で示した方法による耐薬品性の一層の向上等、より高品質の感熱記録紙の開発が必要である。

最後に、本ペーパーの開発に当って、御指導と御協力をいただいた社内外の方々に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 徳永, 吉田, 高野: 電子通信学会技術研究報告; I E79-58, 33 (1979)
- 2) 島崎: 色材協会誌; 55, 5, 305 (1982)
- 3) 佐藤, 村瀬, 大庭, 矢野, 東: 画像電子学会, 第61回研究会予稿; 81-02-5 (1981)
- 4) 長本, 勝呂: 画像電子学会; 第67回研究会予稿; 82-01-6 (1982)
- 5) 佐藤, 助川, 大庭: 画像電子学会, 第70回研究会予稿, 82-04-5 (1982)
- 6) 山戸: 紙・技協誌; 27, 8, 43 (1973)
- 7) 矢野: 日本写真学会; 電子写真学会合同研究会; PM-53-05 (1978)
- 8) 白川, 宮沢: 日本写真学会誌; 44, 1, 30 (1981)
- 9) 西尾, 井上: 日本写真学会誌; 44, 2, 111 (1981)
- 10) 柴田: 画像電子学会, 第53回研究会予稿; 80-01-1 (1980)
- 11) 五十嵐, 池田: 画像電子学会, 第60回研究会予稿; 81-07-5 (1981)

# リコー工業所有権紹介

## 1 特許 (昭和57年7月～57年12月登録分)

登録番号	発明の名称	発 明 者	公 告 番 号
1103139	印刷機における給版または排版ミス検知装置	奥沢 次男, 福島 潔	昭56-047867
1103306	電気記録謄写原紙	木原 恵一, 渡貝知章宏	昭56-047875
1103851	シート搬送装置	熊谷唯智郎	昭56-041109
1103854	ホログラフィーカメラ	佐々木勝利, 折出 秋儀, 齊藤 正敏, 渡辺 順一, 梅沢 道夫, 山田 幸雄, 安倍 通治	昭56-045142
1103978	ジアゾ感光紙の現像法	吉田 茂昭	昭56-037544
1105070	2色印字可能な通電記録紙	安倍 通治, 安盛 昭善, 大田 勝一, 国兼 真	昭56-049751
1105101	非水系樹脂分散液及びその製造法	津布子一男, 松林 賢市	昭56-050893
1105690	乾式複写機における挿入原稿選別指示装置	梅田 新	昭56-048877
1105695	印字装置のリボン機構	佐藤 充弘	昭56-050720
1106465	電子写真加熱定着方法	並木 良一	昭56-037549
1106468	シート補給制御装置	藤本 栄, 富岡 定靖	昭56-039672
1107635	オフセット印刷用ブランケット胴	木村 太郎	昭56-036077
1109196	電子写真感光材料	久保田富雄, 小島 明夫, 金子 義一	昭56-053756
1109214	ジアゾ複写用現像液の製造法	松田 勉, 平林 猛男, 渡辺 信義, 前田 武志	昭56-041097
1109237	ジアゾ感光紙用カップリング成分	松田 勉, 利元 正則, 林 千弘	昭56-041986
1109545	電気シャッタにおける手振れ警告及びシャッタ開口表示装置	井口 進	昭56-051331
1109558	原稿載置位置の指標装置	中出 憲一	昭56-049339
1109803	ウエーブメモリにおける電圧表示方式	井口 進, 古川 雅通	昭57-000474
1110802	放電記録型印刷方法	鈴木 明, 久保 敬司, 国武 英	昭57-002518
1110808	電子写真感光材料	長谷川晴夫	昭57-003063
1110814	ホログラフィ装置用位相板	安倍 通治, 折出 秋儀, 大河内房吉	昭57-003041
1110986	巻取紙管等のエアロックシャフトに於けるゴムチューブ	小野 剛	昭57-000217
1111960	電気発色シート	安盛 昭善, 大田 勝一, 国兼 真, 安倍 通治, 唐沢 修一	昭50-027732
1111964	現像剤供給制御装置	神田 聡, 吉田 良二	昭56-051608
1112276	乾式現像剤粉末	小林 一雄, 鈴木 彰, 田中 元治, 稲葉 憲彦, 湯山 久男	昭56-011139
1112277	乾式現像剤粉末	小林 一雄, 田中 元治, 湯山 久男, 稲葉 憲彦	昭56-011140
1113996	同時両面撮影装置	山下 元	昭57-003046
1114324	多色放電記録方法	鈴木 明, 久保 敬司, 国武 英	昭57-007918
1114327	画像形成方法	徳田 和平, 加藤 辰也, 中村 堅一	昭57-005717
1115155	給液装置	小林 雄一	昭57-003068
1115164	乾式現像方法	鈴木 彰, 鈴木 隆, 伊藤 正思	昭57-000498
1115301	制御軸の駆動装置	金子 環, 奥沢 次男	昭57-001427
1116008	電子写真用複写材料	田坂 素男, 増村 正男, 橋本準一郎	昭57-007429

登録番号	発明の名称	発 明 者	公 告 番 号
1116046	カルコゲンガラス薄膜	加藤 辰也, 徳田 和平, 中村 堅一, 安盛 昭善	昭57-008778
1116050	二成分型ジアゾ感光材料	松田 勉, 小宮山知幸, 田村 宏	昭57-006571
1116780	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	金井 努	昭57-006817
1117181	カードの自動位置決め装置	山崎 秀夫, 桜井 徹男	昭57-010468
1117236	電子写真現像装置	対島 修一, 平倉 浩治	昭57-009062
1117310	電子式記録装置の現像装置	後藤 一雄, 林 俊夫, 木村 嗣男	昭57-006112
1117328	サーモプラスチック感光体へのホログラム記録方法	折出 秋儀, 安倍 通治	昭57-003944
1117836	文字認識装置	河 龍一	昭56-046184
1119701	ナフトピロニル・ナフトピリリウム塩色素の製造法	久保田富雄	昭57-010147
1119704	2-[(ニトロ化)-9-フルオレニリデンメチル] ベンゾピリリウム塩色素の製造法	小島 明夫, 久保田富夫, 丸山 勝次	昭57-010146
1119712	電子写真装置	池田 五男, 梅沢 道夫	昭57-007436
1119717	静電潜像湿式現像法	高橋 典久	昭57-007431
1119720	ジアゾ現像法	後藤 寿直, 金子 利雄	昭57-000489
1119730	9-スチリルアンスラセン及びその関連化合物の製造方法	岡崎 光雄, 山口 彰宏, 佐々木正臣, 風見 武夫	昭57-011289
1119787	2成分型ジアゾ複写材料	松田 勉, 平林 猛男	昭57-006094
1120059	静電写真用液体現像剤	町田 元, 金子 義一	昭57-012985
1121774	位置入力装置	丸山 寿朗	昭57-011452
1122060	複写機における自動分離装置	金田 徳蔵	昭57-010413
1122084	電子写真の液体現像装置	宮川 誠一, 矢野 隆志	昭57-009066
1122112	ストロボとカメラの着脱装置	宮川 文宏	昭57-010410
1122151	現像時の裏汚れ防止装置	吉村 政則, 原 和幸	昭57-009064
1122232	2成分ジアゾ感光材料用黄色発色系カップラー	田村 宏	昭57-012976
1122447	パターン認識方式	河 龍一	昭57-013906
1122857	静電記録針の付勢装置	佐竹 義讃	昭57-008468
1123281	拡大結像レンズ	篠原 弘一	昭57-013848
1123321	カード検索方法	柳川 信之	昭57-013913
1123335	回転するドラムにシートを巻付けるためのクランプ装置	藤本 栄	昭57-011782
1123787	電子写真用定着ロール	並木 良一, 村松 繁	昭51-027383
1124022	複写機に於ける原図検知装置	金田 徳蔵	昭57-015372
1124873	乾式電子写真用正電荷トナー	崇宮 徳昌, 野村 芳弘	昭57-012984
1125460	静電記録用多針電極板	石間 和己	昭57-008469
1125582	データ端末装置	川久保俊夫, 阿部 剛, 掛布 定雄	昭57-012198
1125593	シリアル印字装置	村吉 靖司	昭57-016906
1125594	現像装置	清水 栄, 池田 五男	昭57-015382
1125610	事務機械用消音装置	松寿 鋼	昭57-016907
1125618	オフセット印刷機における制御装置	福島 潔, 橋本 憲司, 村井 和夫, 鈴木 澄夫	昭57-015554
1125885	黒板兼用複写装置	出縄 弘行	昭57-018169
1126597	露光走査機構	佐久間伸夫	昭57-016342
1126600	静電像現像におけるトナー濃度検出方法およびその装置	鈴木 宏一, 鈴木 茂, 鈴木 稔	昭57-016355
1126604	インク噴射式プリンタの目づまり除去装置	久保 菊雄, 伊佐山拓郎	昭57-016897

登録番号	発明の名称	発 明 者	公 告 番 号
1126864	放電記録材料	国武 英, 久保 敬司, 鈴木 明, 伊藤 謙二	昭57-008674
1126949	二成分型ジアゾ感光材料の製法	松田 勉, 小宮山知幸	昭57-016343
1128264	デジタル複写機	黒瀬 守澄, 江尻 公一, 前田 義	昭57-018170
1128575	ホログラフィ用感光材料	安盛 昭善, 折出 秋儀, 深貝 俊夫	昭57-020621
1128613	電子複写機における転写紙分離装置	並木 良一	昭56-052309
1128616	表面変形特性を改良したサーモプラスチック記録体	安倍 通治, 折出 秋儀	昭57-019781
1128648	印字装置	長谷川 隆, 吉岡 諭	昭57-020910
1129217	複写機の受光台装置	矢野 隆志, 池末 真澄	昭56-000341
1129363	静電写真用感光性複写材料	後藤 寿直, 小島 勝衛, 日下田 茂	昭57-020623
1129384	印字装置	品田 政幸, 村上 尚志, 馬場 洋	昭57-020151
1129399	電子写真感光材料	久保田富雄	昭57-019423
1129407	電子写真感光材料	長谷川晴夫	昭57-020625
1129413	電子写真用感光材料	井川 隆生, 谷口 寛喜	昭57-019424
1129445	静電記録体	内田 充, 前田 満, 今井 満, 杉山 義弘, 大川 晃	昭57-021701
1129446	電子複写機における転写紙の分離不良検出装置	久野 正史, 緑川 晃	昭56-010622
1129462	可動コイル型円弧モータ	渡辺 順一, 小出 博, 天明 成元	昭57-020788

## 2 実用新案 (昭和57年7月～57年12月登録分)

登録番号	考案の名称	考 案 者	公 告 番 号
1441733	現像装置	望月 延雄, 小山 一, 飯島 健	昭56-043816
1442652	加熱定着装置	東 裕一郎	昭56-047638
1443396	複写機における光路絞り装置	田中 光男	昭56-038513
1443398	排紙ミス検出装置	半沢 博, 菊池 常恭	昭54-014003
1443428	原稿圧板	岩永 芳春	昭56-053409
1443457	感光体用遮光装置	山上 勉	昭56-053408
1445364	複写機	福島 一郎, 朝比奈安雄, 曾我 節夫	昭56-050535
1447509	複写機等における給紙装置	石井 泰明	昭56-055150
1447823	コンデンサ放電回路	森 五郎, 北村 隆彦	昭56-052786
1447832	給紙装置	水摩 健一	昭56-055151
1447842	原稿押え板	富塚 光夫	昭56-050516
1447855	乾式ジアゾ現像装置のシール部	高橋 典久, 渡辺 秀夫, 松井 猛	昭56-053405
1447919	シート搬送装置	田中 義二	昭56-049963
1447968	複写機の照明装置	阿部 秀郎, 江本 正美, 三上 宣尚, 渡辺 順一, 福島 善夫	昭56-047621
1447969	複写機における照明装置の反射装置	矢澤 純一	昭57-002994
1447995	印字装置	赤岩 修二	昭57-002124
1448408	超小型複写カメラ	矢澤 純一	昭56-053390
1448915	複写機等の照明装置	横田 隆	昭56-050515
1449509	電子写真複写機に於けるシート状感光体装填装置	山上 勉	昭56-055712
1450486	赤外線定着送り装置	太田和二郎, 里見 豊和, 山内 正征, 村松 繁	昭56-042678

登録番号	考案の名称	考 案 者	公 告 番 号
1450533	乾式現像装置	小山 一, 鈴木 弘治, 望月 学, 大沼 照行	昭57-002996
1450542	シート搬送装置	渡辺 努	昭56-055158
1450566	両面複写機の定着装置	田端 泰広, 里見 豊和, 小泉 豊, 中村 功, 金子 環	昭56-055709
1450574	小型映画映写機	安藤 昭, 中岡 英雄, 大野 好美	昭56-055699
1450646	給紙装置付シート収納箱	井上 弘美	昭57-002342
1450649	粉像定着ローラー	並木 良一	昭57-003002
1451030	複写機における排紙装置	有山 賢三	昭53-043158
1452916	瞬間送り機構	加藤 正好	昭57-007889
1453125	記録装置	海老 豊, 加藤 俊文, 平田 俊敏	昭57-008025
1453826	給液栓付容器用キャップ	市川 秀男	昭57-005326
1455702	シート送り案内装置	魚住 修	昭57-004042
1455703	電子写真用ローラー現像装置	駒田 健弥	昭57-005633
1455831	カウンタ積算機構	加藤 正好	昭57-009884
1456589	電子複写機における多段磁気ブラシ現像装置	森 隆博	昭57-009793
1457149	定着装置	東 裕一郎	昭57-009803
1458173	電子写真複写機における現像装置の支持装置	鈴木 茂, 谷 達雄, 小見 恭治	昭57-008033
1458207	磁気ブラシ現像装置	田極 泉	昭57-005629
1458208	原稿紙のガイド装置	門松 繁, 原 和幸, 鎌田 健志, 駒田 健弥, 福岡 忍	昭57-005621
1458209	記録紙収納装置	成瀬 修, 石川 忠二	昭57-009340
1458214	一成分系磁性トナーを用いる磁気ブラシ現像装置	小山 一, 鈴木 弘治, 望月 学	昭57-005631
1458226	シートの残量検知装置	赤松 啓行	昭57-009328
1459476	カード検索装置におけるセレクト駆動装置	柳川 信之	昭56-042773
1459643	紙検出装置	馬見 塚満	昭53-046018
1459644	データ端末装置	阿部 剛, 土谷 恵進, 斉藤 一仁	昭57-012480
1459704	シート式録音再生装置における記録ヘッドの着脱装置	中野 耕二, 伊藤 忠直	昭57-009974
1459710	複写機の現像液補給制御装置	小林 雄一	昭57-009802
1459810	複写機におけるレンズ系保持装置	持丸 英明	昭57-009763
1460584	送信兼用複写機	横田 隆, 河津 元昭	昭57-013552
1460591	送信兼用複写装置	井口 敏之	昭57-013549
1460857	自動焦点検出装置の光学系	秋山日出明	昭57-016171
1461096	印字装置用インサータ	森谷 知之	昭57-015819
1463117	湿式現像複写機の現像皿	岡本 豊雄	昭57-009800
1463118	原図受け	佐々間正之, 後藤 哲矢	昭57-009783
1463174	スリット露光用照明装置	佐久間伸夫, 江本 正美	昭57-013553
1463246	マイクロフィルム	鈴木 宏一, 山下 元	昭57-012449
1464000	インクジェット記録装置	小玉 豊, 岩崎久八郎, 陣内孝一郎, 堀家 正紀	昭57-018122
1464499	インクジェット記録装置	竹本 武	昭57-018121
1467198	ローラ定着装置の分離装置	清水 薫, 鈴木 隆造	昭53-051166
1467702	複写機における空冷用ダクト	大野 幸博, 早乙女純俊	昭57-019709

## ●著者紹介

### (技術論文)

**佐久間 伸夫** (さくま のぶお)

技術本部 光技術開発部

昭和18年8月8日生

昭和43年東京理科大学理学部物理学科卒

昭和46年㈱リコー入社 カメラレンズ、複写レンズの研究開発を経て、現在複写機、レーザープリンタなどの光学系の研究開発に従事

**鈴木 敏立** (すずき としたつ)

電子技術開発センター 設計部

昭和27年12月16日生

昭和50年大阪府立大学工学部電子工学科卒

昭和50年㈱リコー入社 自動焦点の研究・開発を経て、現在、カメラ用 IC の設計に従事

**高橋 彰** (たかはし あきら)

光学事業部 光学設計部

昭和23年4月18日生

昭和46年武蔵工業大学工学部電気工学科卒

昭和46年㈱リコー入社 一眼レフ及び、35mm レンズシャッターカメラの電気回路設計に従事

**梅田 実** (うめだみのる)

第一複写機事業部 第一開発部

昭和31年9月11日生

昭和56年東北大学大学院修士課程修了(応用化学)

昭和56年㈱リコー入社 電子写真用現像剤の開発に従事

**津布子 一男** (つぶこ かずお)

第一複写機事業部 第一開発部

昭和16年4月8日生

昭和40年中央大学理工学部工業化学科卒

昭和35年㈱リコー入社 電子写真用液体現像剤の研究、開発に従事

**高橋 靖弘** (たかはし やすひろ)

第一複写機事業部 第一開発部

昭和18年12月17日生

昭和41年都立大学工学部機械工学科卒

昭和41年㈱リコー入社 複写機の開発・設計に従事

### (製品技術解説)

**荒巻 和男** (あらまき かずお)

第一複写機事業部 第三開発部

昭和22年3月12日生

昭和45年同志社大学工学部機械工学科卒

昭和45年㈱リコー入社 教育機器、静止画ビデオ、カラー複写機、2色複写機等の研究開発等を経て、現在 RICOE 3000 の開発に従事

**安部 大典** (あべ だいすけ)

第一複写機事業部 第三開発部

昭和22年5月3日生

昭和46年大阪市立大学工学部電気工学科卒

昭和46年㈱リコー入社 情報検索装置、OFT プリンター等の研究開発を経て、現在 RICOE 3000 の開発に従事

**松寿 鋼** (まつひさ こう)

電子技術事業部 プリンター開発部

昭和10年1月1日生

昭和32年山形大学工学部機械工学科卒

昭和45年㈱リコー入社 データプロセスの I/O 機器開発設計を経て、現在プリンターの開発設計に従事

**藤陵 巖達** (ふじおか よしさと)

技術本部 光技術開発部

大正14年7月15日生

昭和26年東京理科大学理学部物理学科卒

昭和50年リコー光学㈱入社

昭和51年㈱リコー入社 主として写真関係の光学系の開発に従事

**川村 篤** (かわむら あつし)

技術本部 光技術開発部

昭和22年6月6日生

昭和45年北海道大学理学部応用物理学科卒

昭和45年㈱リコー入社 複写機光学系の開発、設計を経て現在写真関係の光学系の開発に従事。

**榎本 恵治** (えのもと けいじ)

光学事業部 光学設計部

昭和22年7月7日生

昭和45年明星大学理工学部機械工学科卒

昭和55年㈱リコー入社 交換レンズ鏡胴の開発・設計に従事

**坂本 洋** (さかもと ひろし)

サプライ事業部 第二開発部

昭和23年7月7日生

昭和48年東京農工大学大学院修士課程修了(工業化学)

昭和51年㈱リコー入社 感熱記録紙の開発に従事



---

## RICOH TECHNICAL REPORT NO.9

昭和58年 5 月25日発行(年 2 回発行)

編集責任者／大久保利美 発行責任者／縄手隆夫  
事務局／TEL03(777)8111(内線)2525担当矢口

発行所／株式会社リコー技術本部  
印刷所／株式会社細川活版所 東京都中央区銀座 6 - 4 - 1

© 株式会社リコー 技術本部

〒143 東京都大田区中馬込 1 - 3 - 6 TEL 03(777)8111(大代表)

### RICOH COMPANY, LTD.

3-6, Nakamagome 1-chome, Ohta-ku, Tokyo, 143 Japan

---

Printed in Japan