

# 第2世代カラーレーザープリンタのプロセス設計

Electric Photography (EP) Process Design for The Second Generation Color Laser Printer

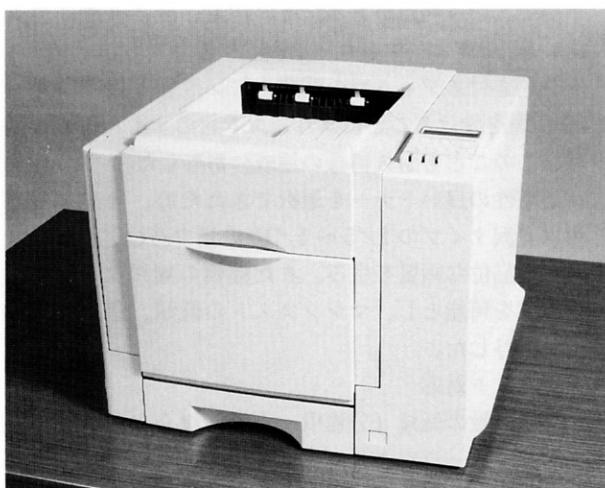
安田 和夫\*      夫馬 宏史\*  
Yasuda, Kazuo      Fuma, Hiroshi

The keys in developing the second generation color laser printers are (1) low price, (2) improved reliability and (3) environment-friendly. To achieve these as well as to satisfy emerging customer needs in paper handling, a number of new EP process technologies are required. In this report, we describe EP process technologies newly developed in our recent project. More specifically, (1) fusing process, (2) developing process, (3) transfer process and (4) toner supply process are described.

## 1 はじめに

第2世代カラーレーザープリンタに要求されることとしては、低価格であることが、まず上げられる。価格が高いことは、カラーレーザープリンタの普及を阻害している最大要因と考えられている。モノクロレーザープリンタ同等のプリント速度が得られて、価格は、第1世代の1/2以下であることが求められる。また、ブルーエンジェル、エナジースター等の環境への配慮がなされていることが、オフィス機器の前提条件である。言うまでもなく、プリンタは、家電製品と同等の信頼性が要求される。商品要求に対して、プロセス設計としては、以下の方針で、設計を進めた。

- (1) 低コスト：部品点数の低減、ローコスト技術手段の開発及び選択、構成部品のメーカーとの共同開発や2社以上の競合による価格ダウン交渉による。
- (2) 高信頼性：シンプルな設計。部品点数の削減、上流に遡る施策を打つことにより、部品を増やさない。



\* カラー機器開発統括部

(この施策は、付けたことによる波及問題を起こさない点からも有利である。)

- (3) 環境にやさしく：低オゾン化を推進し、帯電極を極力増やさない、または、オゾン発生の極力少ない方式を選択した。

プロセス設計上、ポイントとなるユニットとしては、定着器、現像器、トナー補給、転写分離であった。各ユニットの開発構想、開発経過を以下に詳説する。

## 2 定着器の開発

モノクロプリンタやコピーで採用されている定着器はPTFE（ポリテトラフルオロエチレン）等をコートしたハードローラ構成のヒートローラ方式である。この方式は、ロングライフという点では優れているが、高画質特にOHPシートの透過性が低いことや、封筒通紙時、封筒にしわが発生したり、封筒にしわが起きない場合には、ラフ紙の定着が甘いなどの問題があった。一方、カラー用定着器の場合、OHPシートの透過性を上げるため、ソフトローラを必要とし、そのため、耐久が短く、また封筒通紙性も、不十分であった。それらをまとめたものを、Table 1 に示す。

Table 1 定着ローラ構成の違いによる性能比較

項目	低コスト	多種類 転写紙対応	高耐久	高品位 (OHP)
ハードローラ	○	×	○	×
ソフトローラ	×	×	×	○

本研究では、ソフトローラを用い、多種類の転写紙を保証し、高品位画質、高耐久、低コストの全てを満たす定着器の開発検討を行った。以下に検討の内容を順に詳説する。

- (1) 多種類の転写紙対応

多種類の転写紙対応の中で、特に、封筒のしわをなくすることがポイントである。封筒がニップ部（定着上

下ローラで押圧された部分)で湾曲し、表裏の間で速度差を生じる。封筒の表裏は、折り目で規制されているため、生じた速度差は、最終的にはしわに至る。他社機では、荷重を極力上げて、ニップ部で封筒を滑らせて、しわにならない方式を採用しているが、この方式では、厚紙、ラフ紙の定着性が甘くなってしまう。高荷重で、しわをなくすためには、ニップ部で、封筒の表裏が、速度差を持たないようにする必要がある。そのため、本定着器では、ニップ部をフラットにして、ローラ径にそった湾曲による表裏の速度差を少なくした。本方式を採用したため、荷重を高く設定でき、ラフ紙での定着性も向上している。Fig. 1に、推定曲率としわの発生頻度を示す。推定曲率は、2枚のシートを通した時のズレ量から推定したものである。平行なニップになることでしわの発生が防止されることを示している。具体的には、上下ローラ硬度差を小さくすることが、フラットなニップを作る条件になる。またTable 2にラフ紙の定着性能比較を示す。本研究の定着器は、封筒通紙が可能な他社定着器に比べ定着性が向上している。

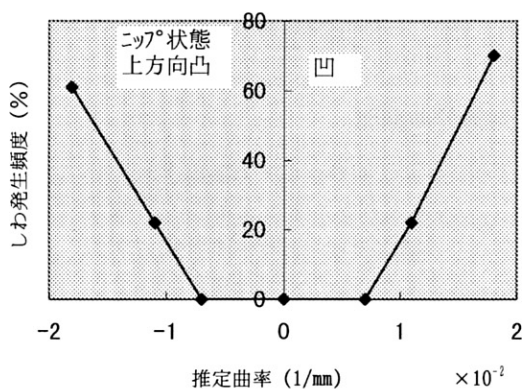


Fig. 1 推定曲率と封筒しわ

Table 2 ラフ紙の定着性能比較

定着器	ラフ紙の種類	
	Plover Bond	Neenah Classic
他社機定着器	71	50
本定着器	100	75

定着性：擦過前後の光学濃度比 (%)

## (2) 高品位画質対応

高品位画質の中でも、特に要望が高いのは、OHPシートの透過率向上である。上ローラが、ハードタイプのものであれば、OHPシート上のトナー表面に、斑模様が発生し、透過率は上がらない。そのためソフトローラが用いられている。ソフトローラがよい理由としては、弾性による均一接触がよい、ゴム層の熱供給が緩やかである等が考えられているが、まだ不明な点が多い。

従来ソフトローラにして、ゴム厚を厚くしていくと、

逆にゴム材の耐久が短くなり、耐久とのトレードオフにある。本研究は、OHPシートの透過率を満足する最低限の厚みにゴム厚を設定し、耐久は、ゴム材の選択、改良で対応していくことで進めた<sup>1)</sup>。Fig. 2に、OHPシートの透過率データを示す。

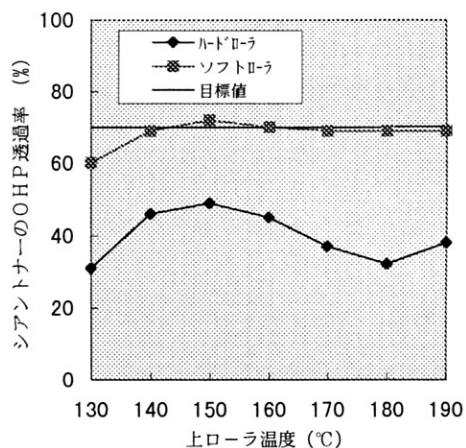


Fig. 2 ゴム厚とOHPシートの透過率

## (3) 高耐久対応

プリント枚数 100 Kp を耐久目標とした。100 Kp を越えると、定着器がユーザー交換部品対象から外れ商品競争上の長所になる。ゴム厚が薄いほどゴム材と素管の界面温度を低く抑えられるので、上記(2)で行った選択は耐久上有利である。耐久テストを行いながらゴム材を選定し、ミラブル(素練りタイプ)ゴムであるHTV (High Temperature Vulcanizing) が目標をクリアした<sup>2)</sup>。

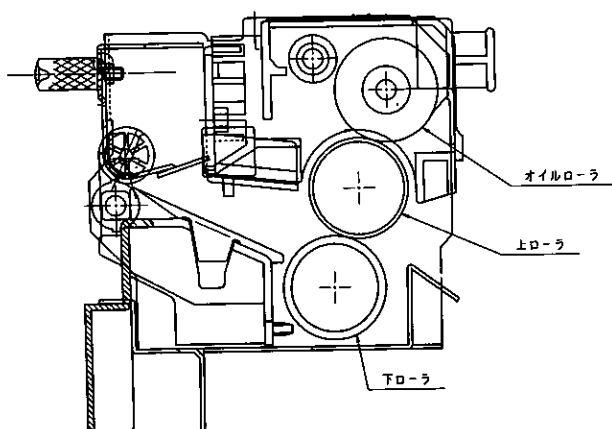
本研究では、オフィス用途での文字の読みやすさを考慮し、マットタイプのトナーを選択した。マットタイプのトナーは光沢タイプのトナーと比較し、離型性が良いという利点がある。その結果、オイル塗布性が悪いPFAチューブをローラ表面に設けても、オフセットや巻き付きジャム<sup>\*1</sup>の問題のない性能が得られた。PFA層を設けることにより、ゴム材のオイル膨潤が防げ、このことも耐久目標の達成に寄与した。

離型性の良いトナーを選択できたため、オイル塗布量は光沢タイプの1/5~1/10の量で済む。このことは、高品位な画質を生み、また機構の簡単なオイル塗布方式を可能とし、マシンコストの低減、信頼性の向上に寄与した。

## (4) 低コスト対応

部品点数の低減(分離爪、オイルならしローラの廃止オイルローラとクリーニングローラの一体化等)、部品メーカーとの開発初期からの共同によるコストダウンを推進した。その結果として定着器ユニットのコストを、前機種の0.5~0.6倍のレベルにすることが出来

た。Fig. 3に、定着器の構成図を示す。



構成部品	構成条件
上ローラ	PFA+シリコンゴム0.5mm ローラ硬度 91°
下ローラ	PFA+シリコンゴム1.0mm ローラ硬度 88°
オイルローラ	PTFE膜+ゲル化保持層 オイルクリーニングローラ (Al)

Fig. 3 定着器断面図

### 3 現像器の開発

KNC 現像法で用いられる現像器は、以下の点を特徴としている。(1)感光体上でのトナー重ね合わせを行うため、現像の磁気ブラシ形成が、薄層状態（現像剤が、感光体に非接触状態）であること。(2)飛翔して現像させるため、DC 電圧に、AC の高電圧を重畳した現像バイアスを用いていることである。薄層形成手段としては、磁性体の棒をスリーブに磁氣的に吸引させて、その隙間に現像剤を押し込んで、現像剤層を規制する方式が従来は用いられてきた。この方式では、現像剤で強く摩擦されるので、スリーブが磨耗してしまい、スリーブの材料としては、磨耗に強いステンレスを用いている。ステンレススリーブは、アルミスリーブに比べてコスト的に2～3倍の差がある。プリンタとしては、Y、M、C、K 4つの現像器を用いているので、4倍になってしまう。現像器の開発課題である低コストの達成には、スリーブの価格を下げるのが、最大のポイントである。従って、スリーブと層形成手段の隙間を広げて、薄層を得る方式を実現することがキーポイントになる。従来、当社では、Hcut と通称する R<sub>i</sub> 形成手段があるが、この方式では現像剤量の規制は、スリーブとの隙間の大きさのみで行なわれるので、KNC 方式で必要な薄層にするためには、スリーブとの距離を 0.1～0.2 mm 程度にする必要があり量産性がな

\*1 オフセット：溶融したトナーが定着ローラに残り転写紙にゴースト像として転移する現象。  
巻き付きジャム：溶融トナーが、接着層となり転写紙が定着ローラに巻きつく現象。

く、採用出来なかった。別の R<sub>i</sub> 形成手段として、従来の非磁性タイプではなく、磁性の R<sub>i</sub> 形成手段の検討を行った。この方式の特徴は、機械的精度だけで、現像剤をコントロールするのではなく、Hcut を磁化し、Hcut とスリーブとの間にキャリアチェーンを形成し、スリーブの現像剤の搬送力によるせん断により、必要とする現像剤量を得るものである。Fig. 4 に Hcut・スリーブ間の隙間と現像剤量との関係を示す。

Hcut がスリーブから遠ざかると、Hcut の磁化が弱まり、現像剤が多量に搬送される暴走領域になる。隙間の条件は、現像剤量が、安定して搬送される領域でかつ、ゴミ等異物を挟み込みにくいように、最大限広く設定した。

また、現像器として必要な現像剤の入れ替え性（トナー消費された現像剤をはぎ取り、トナー未消費の現像剤を供給する性能）に関しても、非接触のスクレパ方式（磁氣的吸引を利用）を採用し、高価なステンレススリーブではなく、安価なアルミスリーブの採用を可能とした。Fig. 5 に、現像器の構成図を示す。

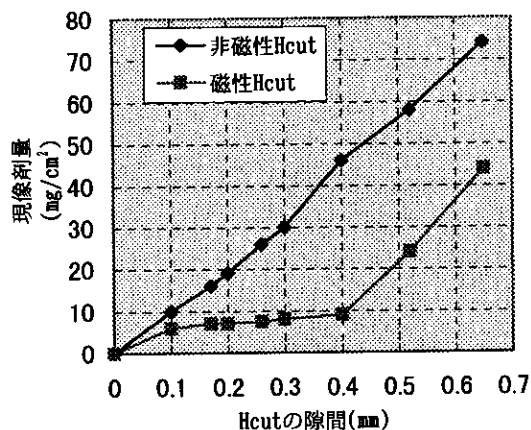


Fig. 4 Hcut 隙間と現像剤量の関係

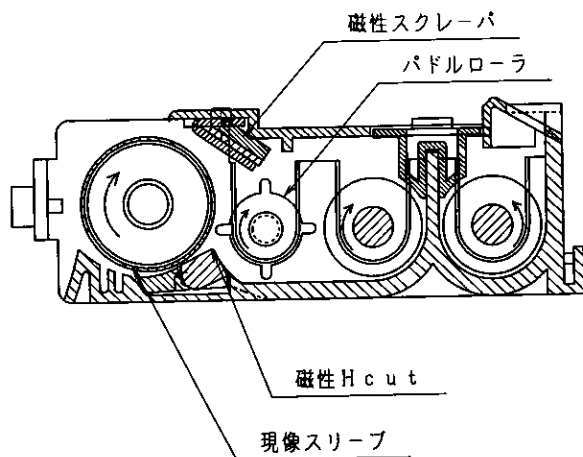


Fig. 5 現像器断面図

磁性 Hcut やスリーブと非接触方式のスクレーパを用いることにより、前機種で問題となっていた白スジ（R<sub>1</sub>形成手段にゴミ付着し、絵がその部分だけ出なくなる現象）問題も解決でき、低コストだけでなく、高信頼性を達成することが出来た。

#### 4 補給トナー残量検知

本機では、ボトル形式の容器にトナーを充填し、これを交換することで補給トナーの補充を行う。内部にリブを持ったボトルの回転と排出用のはねの回転によって、本体側のホッパー内へトナーを排出し、ホッパーから現像器内へはスクリーによって搬送する。Fig. 6 に、ボトルの構成を示す。

従来補給トナーの残量検知については、補給トナーによる遮蔽を用いた光学的な検知、 piezo素子を用いセンサー上のトナーの有無を検知する方法などが採られてきた。本機でも、開発途中まで光学的な検知を試みたが、検知面のトナー付着対策などで、清掃機構の付加などによるコスト上昇が避けられない状況であった。piezo素子による検知は、センサ（4個）によるコストアップが大きく、低コストをアピールする本機では、選択しがたい方法であった。

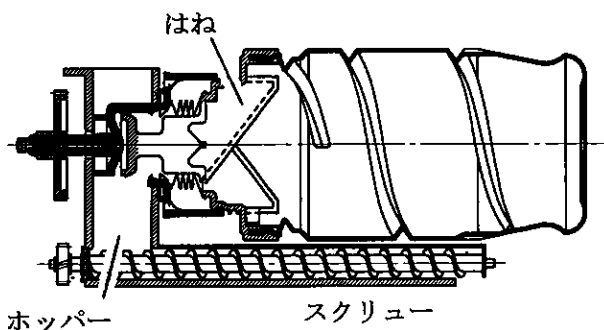


Fig. 6 トナー補給機構断面図

これらに代わる新しい補給トナー残量検知として、印字率とトナー補給スクリー回転数の関係の変化から補給トナーの枯渇を検出する方法を試みた。

我々が確立したこの方法は、ボトル内の補給トナー量が少なくなると、トナー補給ボトル回転数に対する、トナー補給ボトルからトナーホッパーへのトナー排出量が減少することを利用する。

トナー補給スクリーとトナー補給ボトルは同一モータを駆動源としているので、両者の回転数は常に一定の比となり、どちらの回転数を検出対象としても同じである。以下、トナー補給スクリーを検出対象として説明する。また、トナー補給スクリーは「スクリー」、トナー補給ボトルは「ボトル」と略す。

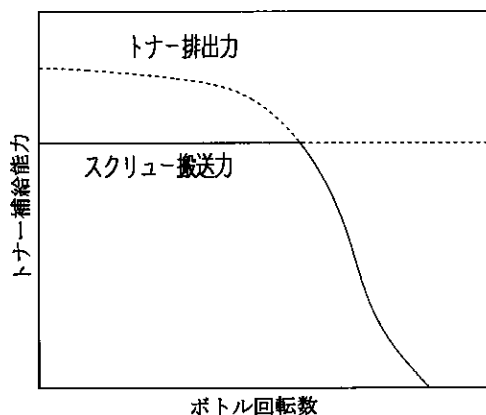


Fig. 7 トナー補給量減少概念図

ボトルのトナー残量が十分あるときは、スクリーのトナー搬送力よりも、ボトルからのトナー排出量の方が大きいため、スクリーのトナー搬送力が律速となり、スクリーのトナー搬送力がトナー補給能力に等しくなると、ほぼ一定となる。トナーが消費されてボトルのトナーが少なくなると、ボトルからトナー排出量が減少してこれが律速となり、トナー補給能力が低下する。言い換えると、同じトナー量を補給するのに必要な補給動作時間が長くなる。Fig. 7 に、トナー補給量減少の概念図を示す。

通常、トナー消費量と印字ドット数（以下ドット数）の比は一定なので、ボトル内のトナー残量が十分なうちはスクリー回転数とドット数の比も一定になる。ボトル内のトナー残量が少なくなって、スクリー回転数に対するトナー補給量が小さくなると、同じドット数に対するスクリー回転数が多くなる。本方式は、この出力されたドット数に対するスクリー回転数の増加を検出する。

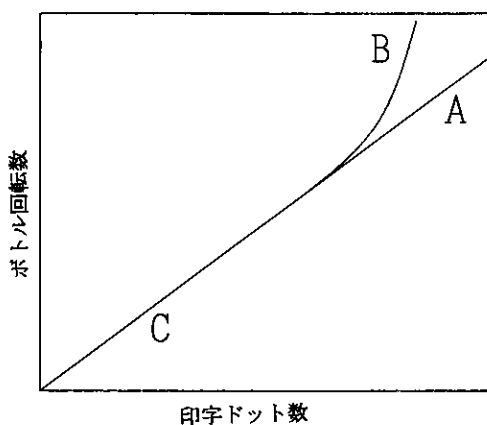


Fig. 8 トナー枯渇検知概念図

なおこの項で使用する「回転数」とは単位時間当たりの回転数ではなく、回転した「累積回数」のごとである。

まず、スクリー回転数と出力されたドット数を計数し、スクリー回転数とドット数の比 $\alpha$ を算出する。ドット数とトナー消費量が対応しているため $\alpha$ は一定になる。厳密には、印字パターンや現像性の変動によって、この関係はばらつくが、 $\alpha$ の算出を数十～数百プリントの積算によって行うことで、ばらつきを平均化する。Fig. 8に、トナー枯渇検知の概念図を示す。ボトルのトナー排出量が安定している領域、すなわちトナー補給能力が安定している領域で、 $\alpha$ を算出する。これが、Fig. 8の直線Aの傾きに相当する。

$$\alpha = \text{スクリー回転数} / \text{ドット数}$$

この $\alpha$ の算出によって、現像性やスクリーのトナー搬送速度の機械間ばらつきの影響を排除する。

スクリー回転数の積算値が所定値に達したら（すなわちトナー残量がある程度少なくなったら）各プリントごとに算出した

$$\beta = \text{スクリー回転数} - \alpha \times \text{ドット数}$$

の積算を開始し、 $\beta$ が所定値を越えたところで、補給トナーが枯渇したと判断する。 $\beta$ の積算値は、Fig. 8のAとBに挟まれた領域の面積に相当し、ボトルからトナー排出量安定時とトナー排出量減少時の、トナー排出量差の積算になる。 $\beta$ の積算を開始するスクリー回転数や、トナーの枯渇を検知する値などの諸所定値は、精度や信頼性を考慮して選定する。

留意すべき点として、次のようなものが挙げられる。

この方式では、補給トナーの枯渇の検知を、ボトル内のトナー残量が小さくなったときの排出トナー量の減少に負っている。ホッパー容量が大きすぎるとこの特性が現れなくなる。原理的にはホッパー容量は0が良い。Fig. 9に、実機での補給量低下の例を示す。

また、ボトルからのトナー排出量の減少が急激に起きると、検知の安定性（誤検知しないことと、トナーが完全になる前に確実に検知すること）が不足する可能性がある。本機では、2枚あるボトルからのトナー排出用のはねの形状を違えて、緩やかなトナー排出量の減少を実現している。Fig. 10に、バネの概念図を示す。

スクリー回転数の計数は、駆動系のバックラッシュや、立ち上がり時間などの影響を小さくすることが検出精度上重要となる。本機では、スクリー駆動経路上に設置したエンコーダを用いて、スクリー回転数を検出し、計数精度の向上を図った。

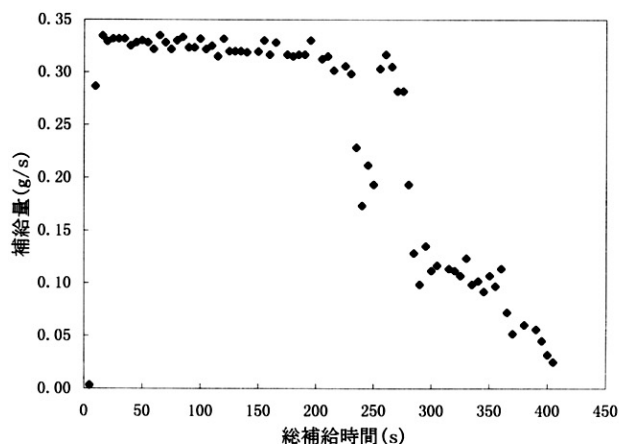


Fig. 9 実機での補給量低下の例

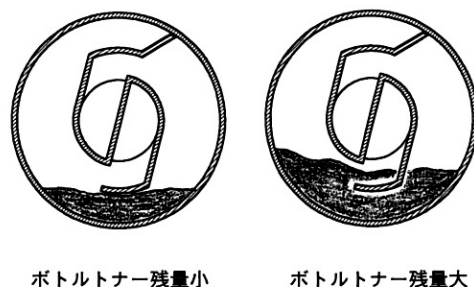


Fig. 10 はねの概念図

この検知方式で、補給トナー残量検知のために設置したのは、ドット数計数のためのゲートアレイ上の回路とエンコーダのみであり、ピエゾ素子などによる検知や光学的検知などに比べコスト上有利で、かつセンサ上の汚れなどの懸念が無く、信頼性の高い補給トナー残量検知が可能となった。

## 5 転写分離

本機では、低コスト・小型化・低オゾン発生量をねらい、転写ローラ方式を採用した。また転写紙を、感光体ドラム曲率だけで感光体から分離することが困難であったため、AC放電分離極を付加した。AC放電極はオゾン発生量低減のため、鋸歯状電極を採用した。

また、AC放電極の放電条件設定だけでは十分な分離性能を得ることができず、AC放電極背後にLEDによる「分離除電同時露光」を付加した。この転写紙を介しての露光は、白紙部とトナー付着部の分離条件の乖離を小さくすることを意図したものだ。分離条件の乖離縮小とともに、分離性能そのものが向上した。同時露光によ

る分離性能改善については、実験結果を矛盾なく説明できるメカニズムを構築できていない。なお、KNC方式において従来の転写前露光を行うと、トナー付着部周囲の急激な電位低下によりトナーが周囲に飛散するため、転写前露光の採用は困難である。Fig. 11 に転写分離断面図を示す。

(3)「環境にやさしく」は、極力、帯電極は減らし、一部にオゾン発生の少ない鋸歯状電極を採用し、ブルーエンジェル規格をクリアーできる見通しを得た。

●参考文献

- 1) 落合他：Japan Hardcopy '90 論文集、P13 (1990)
- 2) 前田他：電子写真学会誌 Vol26, No2, P152 (1987)

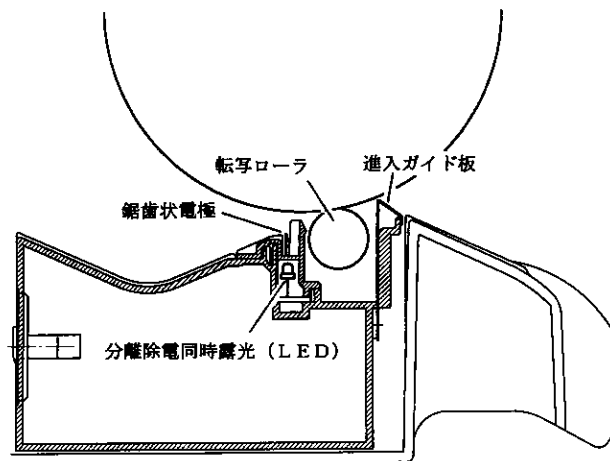


Fig. 11 転写分離断面図

KNC方式でのカラー画像は、トナーの一次付着量の領域が広いので、トナーが剥落したような性状を呈する「はじき」と、転写率が不足する「転写不十分」の両立が難しい。(一般的に感光体と転写紙の密着が不十分な状態で転写電界にさらされると「はじき」が発生する。また転写率向上のため、大きな一次付着量に対応して転写電流を上げると「はじき」が発生しやすい。)

本機においては、転写紙と感光体ドラムの転写前での確実な密着を与えて「はじき」を回避するために、下進入ガイド板と感光体ドラムを近接させている。

また分離領域においても、紙経路が上方に移動すると「はじき」が発生した。この対策として分離後の搬送経路を下方へ大きくえぐり、定着との速度差によって生じたたわみを下方に逃がして、紙経路が上方に移動するのを回避している。

## 6 まとめ

電子写真プロセス設計の方針に対して、開発検討の結果を以下にまとめる。

- (1)「低コスト」は、一部、定着ローラなど未達の部分はあるが、前機種種の0.5～0.6倍のレベルに下げることが可能とした。
- (2)「高信頼性」は、シンプル設計を徹底し、低コスト化を計りつつ、高い信頼性の確保が可能となった。