

KNC プロセスを用いた高速シングルパスカラー技術

High Speed Single Pass Color Technology with KNC PROCESS

小野寺 正 泰*
Onodera, Masahiro

時 松 宏 行*
Tokimatsu, Hiroyuki

浜 田 州 太*
Hamada, Shuta

羽 根 田 哲*
Haneda, Satoshi

Konica New Color (KNC) Process is the key technology to the color electrophotography and was applied to the high speed single pass color printer. This color printer is constructed with four scorotron chargers, four LED exposing devices, four color developing units surrounding a small photoconductor drum, and color toner image formed on the photoconductor drum is transferred to a intermediate transfer unit. The drum is made of a high precise and transparent plastic pipe. The exposing devices are set in one and included in drum with precise registration and angle arrangement. This high speed single pass color printer with KNC process realizes with compactness, precise registration and high image quality.

1 はじめに

電子写真でカラー画像を形成するためには、Yellow、Magenta、Cyan、Blackの4色のトナー像を作像し、それらを重ね合わせる必要がある。この4色の作像位置とそれらを重ね合わせる位置によって、種々の作像方式が提案されている。その作像方式の代表的なものをFig.1に示す。これは多回転方式と呼ばれる作像方式であり、多くのカラー電子写真エンジンに採用されている。この方式は、感光体ドラム上で作像を行い、中間転写体上で4色のトナー像を重ね合わせ、4色同時に転写紙に転写を行って最終的なカラー画像を形成している。この方式では、4色を順次作像しなければならないことから、プリントスピードがモノクロの1/4以下と遅いのが欠点となっている。また、感光体ドラムと中間転写体が必要となることから、装置が大型化するという欠点もある。モノクロの分野では、高速、高画質、普通紙記録という特徴を生かして強い競争性を示してきた電子写真も、カラーの分野では優位性を確保できないでいる。それは、まさに多回転方式の欠点である、プリントスピードの低下、装置の大型化に起因している。

これに対し、感光体上で直接4色のトナー像を重ね合わせるKNC方式 (Fig.2) は、中間転写体が不要であるため、装置の小型化を図る1つの対応策となっている¹⁾。しかし多回転方式を採用しているため、プリントスピードは同様に改善されていない。

近年、プリントスピードを改善したシングルパス方式 (タンデム方式) を採用した商品開発が盛んに行われている。この方式は、Fig.3に示したようにモノクロエンジンを4組用紙搬送方向に並べた構造で4色を並列に作像するので、モノクロと同等のプリントスピードが得られる²⁾。その反面、4色を重ね合わせた時に色間のズレ (位

* 機器開発統括部 第2開発センター

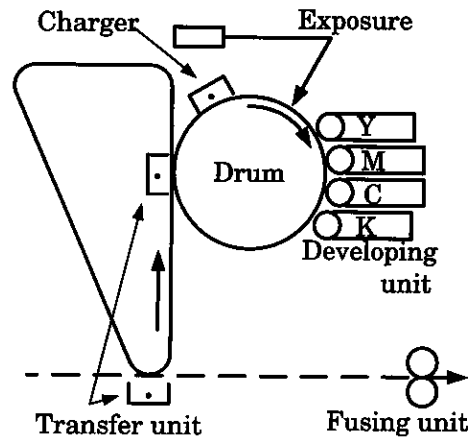


Fig.1 Conventional process

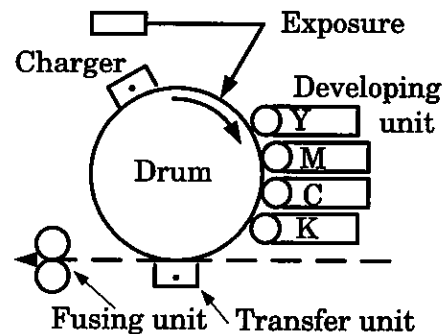


Fig.2 KNC process

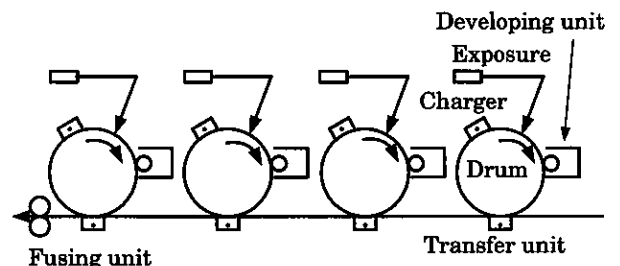


Fig.3 Single pass process (Tandem process)

位置ズレ)が発生するという新たな問題がある³⁾。これは、4色の作像を別々の感光体ドラム及び光学系で行っていることに起因し、4色の作像に同一の感光体ドラム及び光学系を用いる多回転方式では基本的に発生しない問題であった。また、この方式では内部に4組のモノクロエンジンが必要となるので、装置の大型化も問題となっている。

我々はKNCプロセスを用いた高速シングルパスカラーエンジンの開発を行った。これは、KNC方式の小型化を維持し、かつシングルパス方式の高いプリントスピードを実現できると考えられる。さらに1ドラム構成であるので、位置ズレに対しても優位性があると考えられる。

2 エンジン構成

KNCプロセスは、感光体上に帯電、露光、現像を繰り返して、直接トナー像を重ね合わせる画像形成法である。このKNCプロセスを用いた高速シングルパスカラーエンジン(30PPM)の構成をFig.4に、仕様をTable 1に示す。本方式のエンジン構成は、感光体ドラムの周囲に4組の帯電、露光、現像ユニットを配置している。露光光学系にはLEDを用い、感光体ドラム内部に配置した。また、感光体ドラムの小型化や転写紙搬送路を確保するために、中間転写ベルトを配置し、感光体ドラムの周囲を有効に利用するようにした。作像は、感光体ドラム上でY、M、C、Kと順次トナー像を重ね合わせ、1次転写で感光体ドラム上から4色同時に中間転写ベルト上に転写し、2次転写で中間転写ベルト上から転写紙上に4色同時に転写を行う。

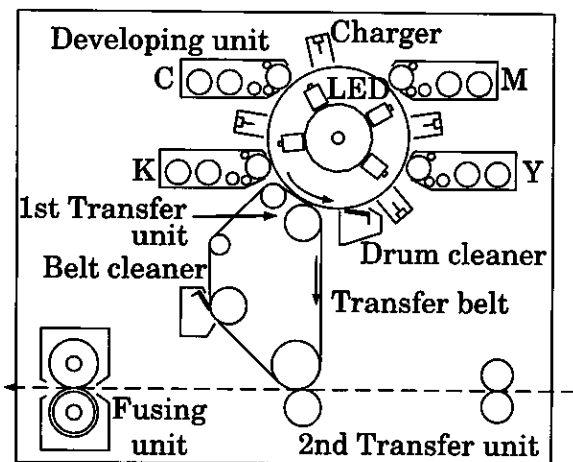


Fig.4 Cross section of the printer

このエンジン構成の特徴は、LEDを使用した露光光学系を感光体ドラム内部に配置し感光体ドラム裏面からの露光を行っていること、感光体ドラム裏面からの露光を可能とする透明基体の感光体ドラムを使用していることである。特に、LED露光光学系のドラム内部への配置

では、トナー重ね合わせ時の画質の向上、露光光学系の位置精度向上(位置ズレへの対応)、装置の小型化を図っている。

Table 1 Specification of the printer

Printer size	620 W × 700 D × 490 H mm
Print speed	30 PPM(A4) 15 PPM(A3)
Line speed	150 mm/sec
Photoconductor	Transparent drum φ120 mm
Image exposure	Internal exposing unit (4-LED heads, 600 dpi, 740 nm)
Charger	Saw-tooth scorotron chargers
Development	Two-component and non-contact development

3 裏面像露光

裏面像露光はFig.5に示すように、感光体の裏側から露光を行う方式である。感光体裏側からの露光であるので、感光体ドラムの基体は透明である必要がある。この裏面露光はKNCプロセスの重ね合わせ向上に効果がある。KNCプロセスでは感光体上で重ね合わせを行うので、感光体上にトナー像がある状態で次の潜像を形成する必要がある⁴⁾。Fig.6に示すように780nm以上の波長の露光光を使用すればその上から露光して潜像の作像は可能である。しかし、トナー層での光吸収や光散乱が存在するので、トナー重ね合わせ時の再現性、特に細線の再現性に問題が生じている。これに対し裏面像露光方式では、感光体裏面からの露光であるので、露光波長も任意のものが使用でき、また光散乱や光吸収の影響もないので、細線も忠実に再現できる。

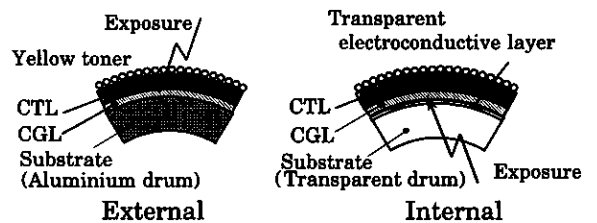


Fig.5 Exposing methods

Fig.7に表面像露光(従来方式)と裏面像露光の画像サンプルを示す。画像は、中央から上側半分は、線幅170μmのBlackの細線を、中央から下側半分はYellowべたトナー像の上に線幅170μmのBlackの細線を作像したものである。表面像露光方式では、Yellowべた上のBlack細線の線幅が細くなっているのに対し、裏面像露

光では Yellow べたの有無に関わらず、Black 細線の線幅が一定になっていることがわかる。このように、裏面像露光では、トナー重ね合わせ時の細線再現性が向上する事が伺える。

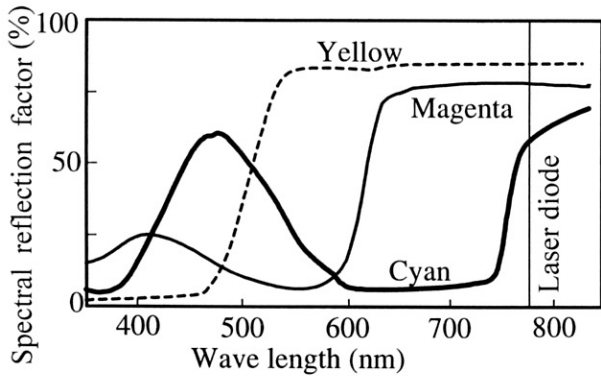


Fig.6 Spectral reflection of color toners

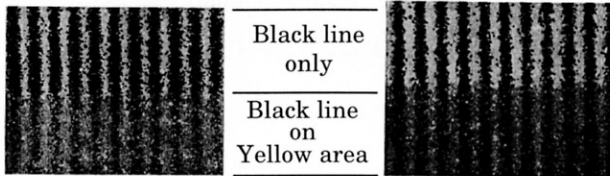


Fig.7 Line reproduction on toner layer

4 感光体ドラム部の構造

シングルパス方式において、位置ズレは最大の課題である。これは Fig.3 に示すように、4つの精度の異なる感光体ドラム及び光学系で画像を作像する事に起因している。それに対して、KNC方式を用いれば1つの感光体でシングルパスエンジンを構成できるので位置ズレに対して有利である。このエンジン構成では、位置ズレ問題はLED露光光学系の精度に置き換えられ、いかに精度良くLED露光光学系を構成するかが最も重要な課題となる。感光体ドラム部の構造について説明する。

4.1 透明基体感光体ドラム

裏面露光を可能とする透明基体感光体ドラムの基体素材を選定するにあたり、Table 2 のような要求仕様を設定した。この仕様は、LED光学系の焦点深度や現像プロセスにおける機械精度から要求されるものである。これを元に検討を行い、最終的にはアクリル製のパイプに決定した。このアクリルパイプは透過率が92.5%、真円度、真直度とも仕様を満たし、肉厚変動も少ない。また、感光層を塗布する上で必要となる耐熱性と耐溶剤も確認され、透明な感光体ドラムの基体として最適である。このアクリルパイプ上に透明導電層を塗布し、さらに2層構成の有機感光層を塗布して、透明基体感光体ドラムとした。

Table 2 Specification of photoconductor

Drum	Transparent plastic (Acrylic acid resin) Thickness: 3mm Diameter: $\phi 120\text{mm}$
Deviation from straightness	20 μm
Deviation from circularity	30 μm
Electroconductive layer	Transparent electro-conductor (ITO)
CGL	Phthalocyanine

4.2 LEDの配置構造

感光体ドラムとLED露光光学系の高精度化は最も重要な課題の一つである。構造的にもより高精度が達成できる構造が要求される。これらを満たす配置構造として、Fig.8 に示すように放射状の一体構造とした。放射状配置はドラムやLEDの熱変形に伴う精度劣化に強く、また一体支持は支持体のたわみ等の影響を小さくすることができる。

また、各色間のLEDの配置角度は、 22.5° の整数倍としている。更に感光体ドラムの駆動系(ステッピングモータと減速ギア列)も考慮し、駆動系の最小ステップ角度の整数倍になるようにして、書き込み時の位相ズレも発生しにくくしてある。

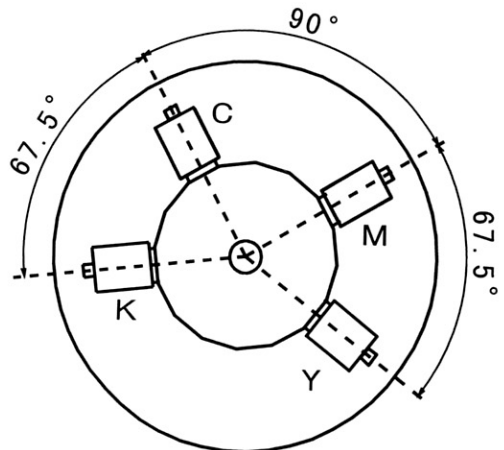


Fig.8 Arrangement of LED heads

4.3 LED露光光学系

4.3.1 LED露光光学系の組立法

LED露光光学系の組立法を Fig.9 を用いて説明する。組立は専用の装置を用いて行う。透明基体感光体ドラム表面と等価の位置に置かれた CCD センサー上に LED 光を結像させる。LED 光の位置は各画素毎に数 μm の精度で正確に測定されている。また、微動ステージによって、

数 μm 単位でLEDの位置が調整できる。LEDを規定位置に設定した後、インサート部材を挿入し、紫外線硬化樹脂を用いて固定を行う。ホルダーはロータリーエンコーダによって精度5秒以下で回転できる。2本目以降のLEDはホルダーを所定角度回転させて、1本目と同様の手順で固定を行う。

この一連の作業による固定誤差をFig.10に示す。横軸は主走査方向、縦軸は副走査方向の目標接着位置と実際に接着された位置のズレ量を示している。現在のところ接着精度は $\pm 10\mu\text{m}$ 程度となっている。

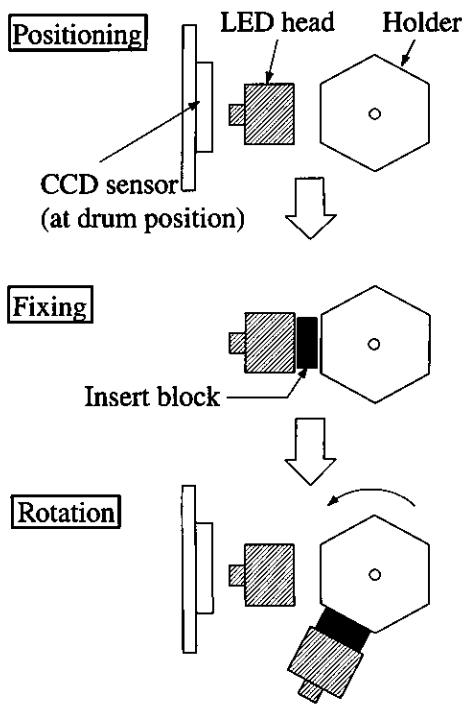


Fig.9 Setting process of LED heads

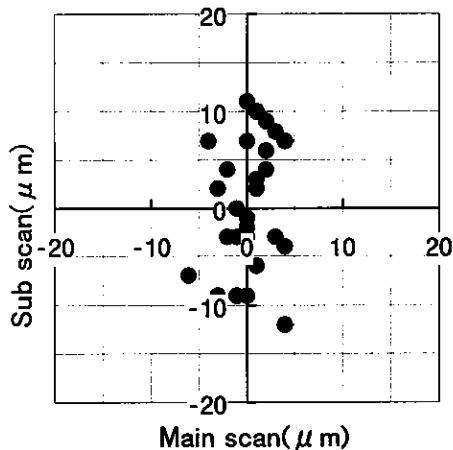


Fig.10 Registration of LED heads

4.3.2 LED露光光学系の精度

Fig.11にLEDの直線性と4本のLEDを組み上げた状態でのドット間のズレ量 (LED露光光学系としての精度)を示す。横軸は主走査方向、縦軸は副走査方向を示している。現在、LEDの直線性は $40\mu\text{m}$ 程度あり、この影響でLED光学系としての精度は $50\mu\text{m}$ 程度に低下している。

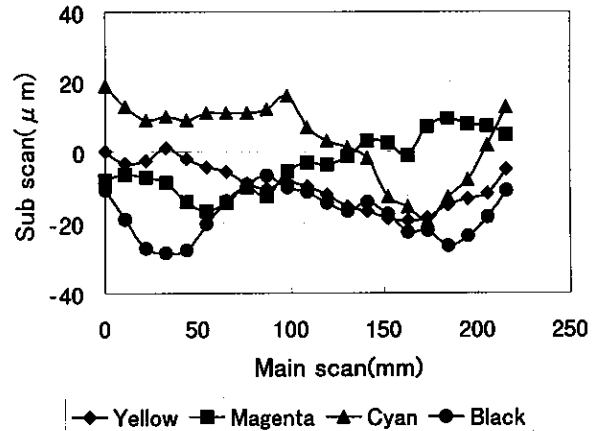


Fig.11 Dot deviation of LED heads

5 まとめ

KNCプロセスを用いたシングルパスカラーエンジンの開発を行った。このエンジンの特徴は、LED露光光学系を感光体ドラム内部に配置し裏面からの像露光を行っていること、感光体ドラム裏面からの露光を可能とする透明基体の感光体ドラムを使用していることである。これにより、プリントスピードの向上、位置ズレの低減、小型化を図っている⁹⁾。

今回の検討では具体的に以下の結果が得られた。

- ・裏面像露光によるKNC重ね合わせ画質の向上
- ・裏面像露光を可能とする透明基体感光体の製作
- ・位置ズレ $50\mu\text{m}$ 程度のLED露光光学系の構成とその組立法

カラーの分野で電子写真が生き残っていくためには、高速化、高画質化、小型化は必須である。更に検討を進め、より高速で高画質な技術を完成させていく予定である。

●参考文献

- 1) 羽根田他, Japan Hardcopy'95 論文集, 1 (1995).
- 2) 平倉他, Japan Hardcopy'91 論文集, 101 (1991).
- 3) 城戸他, 富士ゼロックステクニカルレポート, 10,46 (1995).
- 4) 羽根田他, 電子写真学会誌, 31,171 (1992).
- 5) 時松他, Japan Hardcopy'96 論文集, 149 (1996).