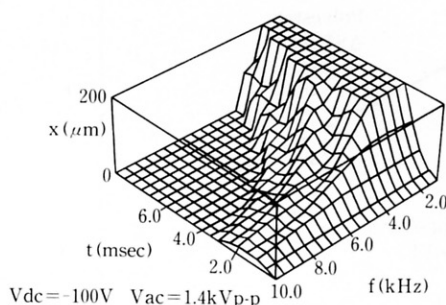
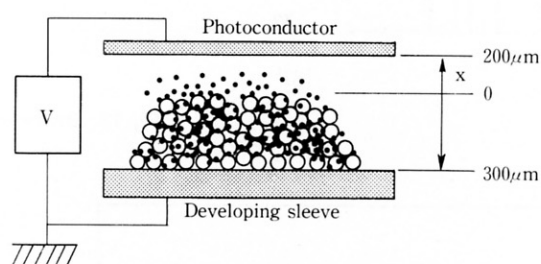


Konica New Color (KNC) プロセスの開発と応用

Development and Application of Konica New Color (KNC) Process

羽根田 哲
情報機器事業本部
機器第一開発センター



Abstract:

Konica New Color (KNC) process of electrophotography is characterized by the compact construction of laser printer and the toner images formed on a photoconductor.

This printer is constructed with scorotron charger, laser exposing unit, color toner dedeveloping units, transfer charger and cleaner surrounding the photoconductor drum. And toner images are superposed on the photoconductor by the repetition of charging, image exposure and developing, and finally transferred to paper.

For superposing toner images on a photoconductor, it is important to form the electrostatic image and to develop it on former toner images. The phenomena of charging and exposure on the toner images is investigated. To form the electrostatic image, the infrared wavelength for image exposure is needed to penetrate the existed toner images. Also non-contact developing method using 2-component developer is selected, which prevents the destruction of former toner images, and the optimum developing condition is also determined.

This KNC process is the key technology to the color printer and has been applied to the digital color copying machine Konica 80/90 series.

Haneda, Satoshi

Product Development Center No.1
Business Machines Headquarters

1

前書き

近年カラー複写機及びカラープリンタの商品化が本格的に進んでいる。中でも電子写真方式は高画質、高速記録、普通紙記録が可能である特徴を生かして今後の発展が期待されている。

しかしながら、電子写真方式をカラー化した場合、モノクロの場合と比べ、高精度駆動、複数の現像器、転写紙を保持する転写体等がさらに必要であるため装置が大型化し高価なものとなっている。従来のカラー複写機の構成をFig.1に示す。原稿からの反射光を色分解しCCDで読取り、シェイディング、マスキング等の画像処理を行った画像データを得、レーザ変調により感光体上に潜像を形成する。この潜像は特定のカラー現像器により現像され、形成されたトナー像は予め記録紙を巻き付けた転写ドラムへと移動する。この工程を、イエロー(Y)、マゼンタ(M)、シアン(C)、ブラック(Bk)と繰り返し行い記録紙上にカラー画像を形成後、転写紙を定着部へ搬送する。この方式の問題点はトナー像の重ね合わせのために転写体を必要とすることである。このため、転写体のスペースのほか、光学系と感光体と転写体とを高精度に位置合わせを行なう駆動手段、転写紙の保持、解除機能を有する転写体機構、高精度なトナー像転写技術が必要である。

一方、転写体を不要とした2色プリンタがすでに開発されている。この画像形成プロセスを説明する。まず、感光体周囲に帯電器、書込系、現像装置を2組配置する。そして感光体上に、帯電、露光、カラートナーによる反転現像を行う。次にその上に再び帯電、露光、黒トナーによる反転現像を行い2色の画像を感光体上に形成後一括して記録紙に転写する¹⁻³⁾。この方式での問題点は、(1)先のトナー像が次の現像時に乱され混色を起こすこと、

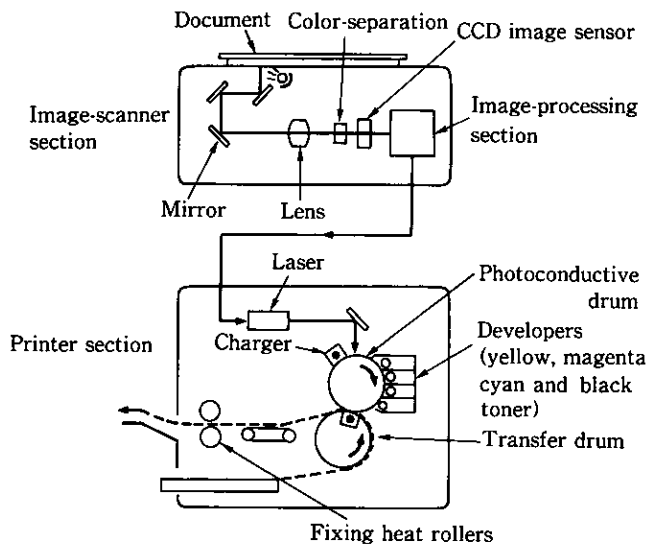


Fig. 1 Structure of the digital color copying machine

(2)複数の書込系を用いることから書込系間の位置合わせが必要となることである。さらにフルカラー画像に適用するには、(3)Y、M、C、Bkの4色のトナーを用いることから装置が大型化すること、(4)カラートナー像を同位置に重ね合わせる書込位置精度の維持と、(5)減法混色を実現する必要がある。

我々は、コンパクト化を実現するための新たなカラープリンタ構成、減法混色を可能とする潜像形成方法、トナー像を破壊しない非接触現像方法から構成されるKonica New Color(KNC)プロセスを開発したので (Fig.2)、その特徴的な技術について報告する。これらの技術開発を基に1988年2月に3色及びフルカラー複写機を参考出品し、その後商品化を行なっている⁴⁻⁷⁾。又この開発と並行して、2000件以上の特許出願が行われた。

2

KNCプロセスの開発

2.1 装置構成

KNCプロセスの概要をFig.3により説明する。(1)帯電器

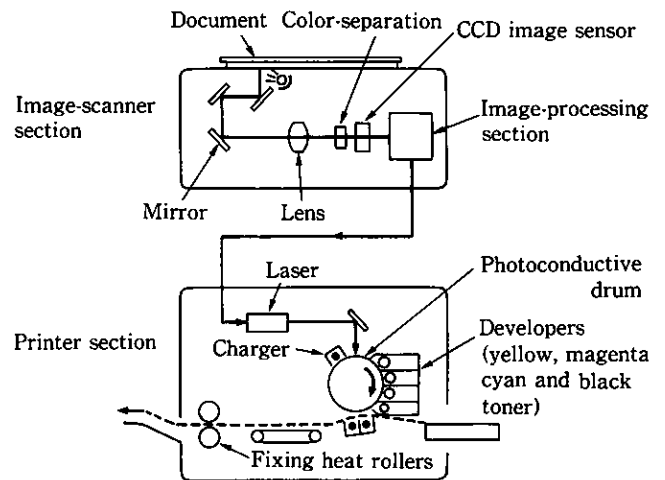


Fig. 2 Structure of the konica digital color copying machine

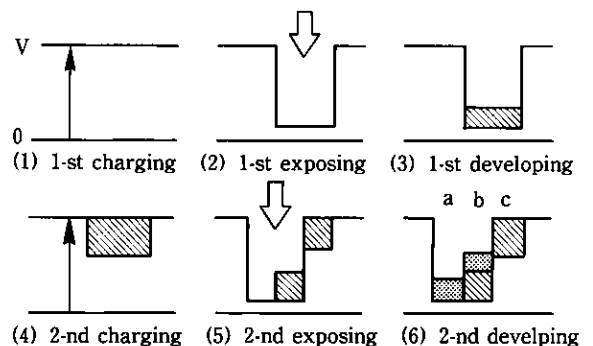


Fig. 3 Proceeding of printing process. Latent image forming and change of the latent image potential.

により感光体を均一に帯電する。(2)1色目の画像データを用いて像露光する。(3)形成された潜像に対し反転現像を行い1色目のトナー像を形成する。(4)1色目のトナー像を形成した感光体上から再び帯電器により均一帯電を行う。(5)2色目の像露光を行う。(6)反転現像により2色目のトナー像を形成する。図中aは2色目のトナーのみが付着している部分、bは1色目と2色目のトナーが重なっている部分、cは1色目のトナーのみが付着している部分を示す。この様な工程を繰り返すことにより感光体上に複数色のトナー像が重ね合わされた画像が得られる。

本画像形成法に用いる装置をFig.4のように構成した⁴⁾。中心に配置した感光体の周囲にスコロトロン帯電器、レーザ露光装置、イエロー(Y)、マゼンタ(M)、シアン(C)、ブラック(Bk)トナーを有する現像器、転写分離用帯電器、クリーニング装置を配している。

画像形成プロセスは、感光体の1回転毎に、帯電、像露光、カラートナーによる非接触反転現像からなる工程を4回繰り返して、感光体上にカラートナー像を重ね合わせて形成した後、一括して転写紙上に転写することにより行われる。感光体上に残ったトナーは、画像形成中解除されていたクリーニングブレードが当接されることにより除去される。検討条件をTable 1に示す。

この構成により従来の装置と較べ小型化と簡略化が図られた。また、各画像間の位置合わせも同一のレーザ露光装置を用いるため容易となる。複写機として構成する場

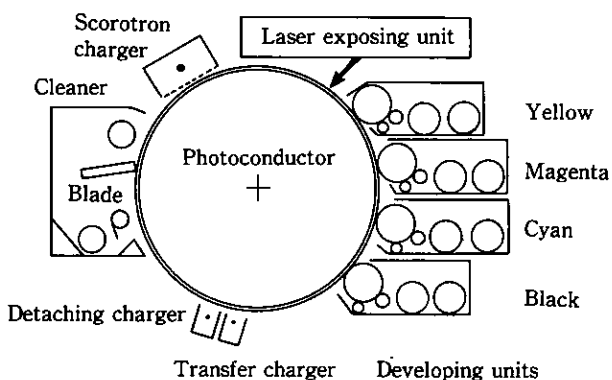


Fig. 4 Schematic diagram of printer

Table 1 Experimental condition

Photoconductor	OPC
Charger	Scorotron
Surface potential	-800V
Image exposure	Laser diode (400dpi)
Development	Non-contact reversal
Developer	Dual component
Cleaning	Ruber blade
Transfer	Electrostatic transfer
Process speed	70mm/sec

合はFig.2のように読取装置を設け、読取走査を上記画像形成工程と同期して行なうことによりカラー画像を形成する⁸⁾。同期方法には、さらに小径化した感光体に適した同期方法やカラー画像のプリントスピードの向上に適した複数枚の画像形成を行なう同期方法も考案されている⁹⁾。

2.2 潜像形成プロセス

再帯電と像露光により2回目以降の潜像が作られる。この潜像は感光体上のトナー像の有無に関わらず像露光に対し忠実に形成されることが必要となる。本プロセスに於けるトナー像上から帯電した場合、像露光した場合、及びこれらの挙動を考慮した設計思想について記す。

(1)トナー像上からの帯電

トナー像上から再帯電を行うこのプロセスに於いては、トナー像の有無に関わらず表面電位が一定になるように制御する必要からスコロトロン帯電器を用いる。帯電器から付与された電荷はトナー像及び感光体上に蓄積し、前の電位パターンを均一化する。

トナーの電荷量測定を感光体の代わりにAlドラムを用い、Alドラム上及びこのドラムに張り付けた絶縁シート上に現像した後、単位面積当りのトナー付着量を求める。次に、ドラムをクーロンメータにつなぎ、トナーを空気流により除去し単位面積のトナーの除去に応じて流れた電荷量を測定した。このときに用いた絶縁シートは使用しているOPCと誘電率及び膜厚がほぼ同じとなるように25 μ mのポリイミドフィルムを選んだ。次に、Al及び絶縁シート上に形成されたトナー層にスコロトロン帯電器を用いてグリッド電位を変えながら表面電位を変化させ、この表面電位の測定と流れた電荷量とからトナーの電荷量を同様にして求めた。Al上のトナー層についてはACコロナ放電によりトナー層を一度除電した後帯電を行った。結果をFig.5に示す。Al上のトナーは帯電により電荷量が増加するが、-10 μ C/gで飽和している。一方、絶縁シ-

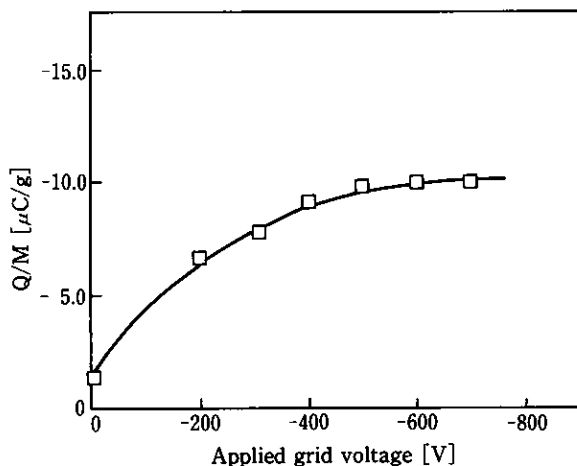


Fig. 5 Relationship between toner charge-to-mass ratio and applied grid voltage.

ト上のトナーは、Fig.6に示すようにグリッド電圧が-500V付近から上昇している。

以上の事から、Al上に現像されたトナーの電荷量は帯電によって増加するが、トナー固有の電荷量を越えると、気中放電あるいは表面伝導によりそれ以上の電荷は持たなくなる傾向がある。絶縁シート上のトナーについては、観測した範囲内ではこの様な現象は起こらなかった。これは、トナーと接地面との間に絶縁層が入ることによりトナーに働く電界が弱まり気中放電や表面伝導の作用が弱くなっているためと考えられる。

(2) 像露光に対するトナー層のシールド効果

色重ねをするために、形成されているトナー像の上から再帯電、次に像露光を行った時に形成される潜像電位は、トナー層の電位とトナー層を通過した光を受けた感

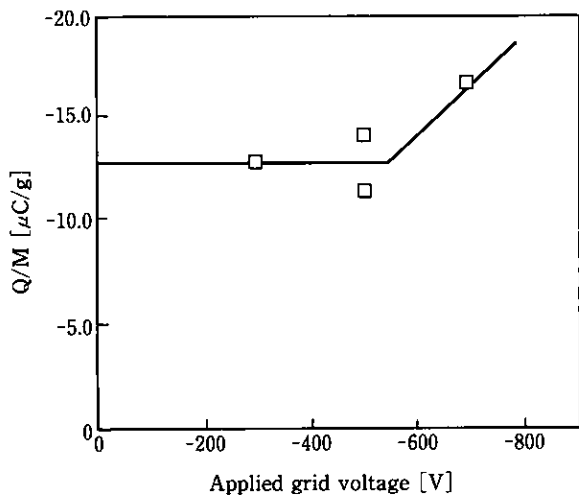


Fig. 6 Relationship between toner charge-to-mass ratio and applied grid voltage in the case of toner deposition on polyimide film.

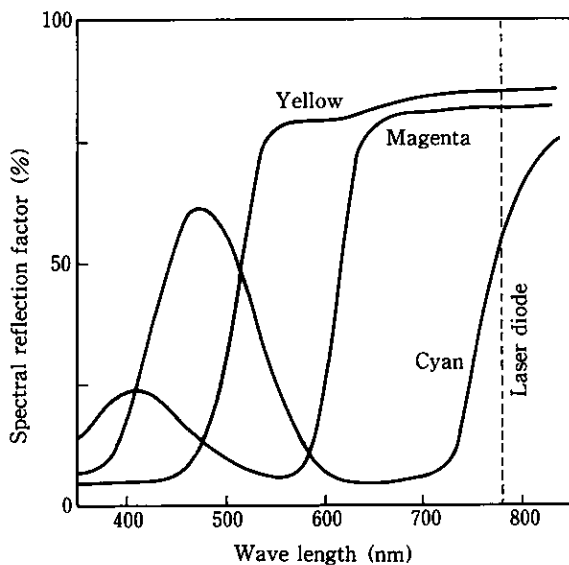


Fig. 7 Spectral reflection factors of color toner

光体電位によって決まる。感光体に到達する光はトナー層による吸収、散乱により減衰する。この効果が、トナー層のシールド効果である¹⁰⁾。

Fig.7にカラートナーの分光反射率特性を示す。像露光に用いる半導体レーザー (LD) の発光波長は、780nmであることから、これらのカラートナー層を通過することが出来る。ブラックトナーの場合はLD光を吸収するため、電位低下が妨げられるので、このプロセスでは最後に用いるのが好ましい。

Fig.8に感光体上のトナー付着量に対しLD光量を変化させたときの表面電位変化を示す。光量の増加と共に表面電位が低下しているのがわかる。Room lightとは感光体を機外に出して十分な光量を与えた状態でのトナー層電位を示している。

感光体上のトナー層の電荷量は、再帯電、像露光によって変化する。この現象は2.2(1)に記した絶縁シート上の再帯電と、像露光に当たったの導体上でのトナー電荷の放電現象が組合わさったような変化を示す。

Fig.9に現像直後の電荷量(A)、再帯電後の帯電量(B)及び露光 (Room light) 後のトナーの電荷量(C)を示す。トナーは元の電荷量に戻っていることがわかる。これらの実験から、摩擦帯電によるトナーの帯電とコロナ放電によるトナーの帯電にはその電荷保持性に差があることがわかる。この現象は、摩擦帯電の場合は電荷が深い位置にまで分布しており、コロナ帯電の場合は表面近傍に保持されているために、強電界が作用したときに電荷の保持力が弱く減衰に差が出て来ると考えられる。

以上のように再帯電、像露光後の表面電位は、トナーの保持する電荷量、及びトナー層を通過した光により減衰した感光体電位によって決まる。安定したカラー画像形成のためには再帯電工程により電位の平滑化のためにスコトロン帯電器を用いることが好ましい。又、トナーの付着量及び感光体電位制御、LD光量の適正化が必要

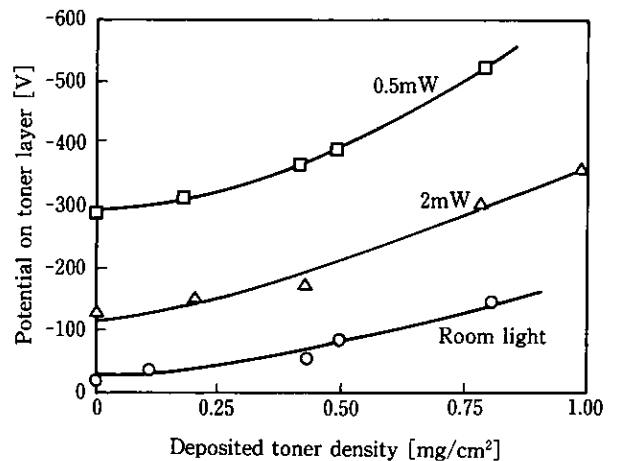


Fig. 8 Relationship between potential on toner layer and deposited toner density after exposing with various laser power.

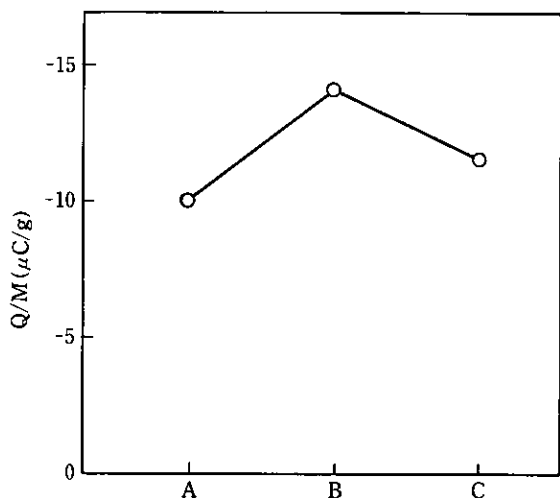


Fig. 9 Change of toner charge-to-mass ratio by processing. A is 1-st development, B is 2-nd charging, C is 2-nd exposing.

になる。

2.3 2成分非接触現像方法

感光体上でトナー像を重ね合わせるプロセスにおいては、先に感光体上に形成されたトナー像に対し、現像工程において混色や画像破壊が起こらないようにしなければならない。この為に非接触現像が必要となる。

当時開発されていた1成分非接触現像方法を用いる場合の問題点は(1)トナー電荷が小さいことから現像性が低いこと、(2)トナー同士で凝集し易く画質が悪いことである。この為に(1)現像性を向上すべく高い電位コントラストが必要となる。(2)画質向上のためにはトナーの凝集を壊す必要があり、このために高い交番電界を用いるとトナーの振動を引き起こし、先に形成されている画像を破壊し混色しやすいという欠点を持っている¹¹⁾¹²⁾。さらに、現像の信頼性、環境安定性、トナーの荷電制御性に難点がある。これらの観点から2成分非接触現像方法を開発した¹³⁾。この方法を用いて感光体上でトナーを重ね合わせるには、さらに、(1)感光体に対し現像剤の穂を非接触に保ち、かつ画質を向上するために現像スリーブを感光体に近接すること、(2)感光体へのトナーの飛翔を行わせるために交番電界を用いること。この場合、かぶりやキャリア付着が無いのはもちろんのこと、感光体上のトナー像の破壊や混色が無い条件を満たす事が要求される¹⁴⁾。

(1)現像器の構成

従来の複写機に用いられている現像器より小型化、低コスト化、各色の現像器構造の共通化を行った。現像器の断面図をFig.10に、その仕様をTable 2に示す。現像スリーブは、感光体の移動方向に対し逆方向に回転する。内部のマグネットロールは固定されており、その磁極間角度は30度で11poll着磁されている。1poll分は着磁せずに反発磁界を形成し、この位置にゴムブレードから成るスク

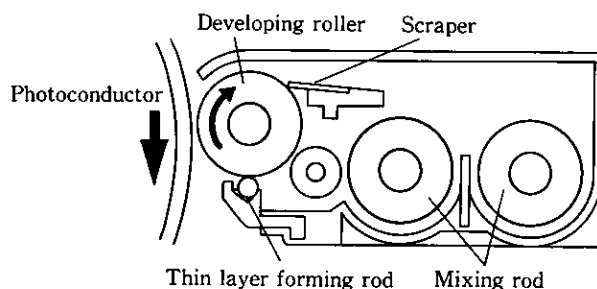


Fig. 10 Cross-section of the developing unit

Table 2 Developing condition

Developing roller	; 20φ, 11poles 500Gauss
Developing gap	; 500μm
Sleeve rotation	; 240rpm
Developer density on sleeve	; 8mg/cm ²
Developer thickness	; 350μm (typical)
Developer	;
Carrier	; 45μmφ, 20emu/g
Toner	; 12μmφ
Toner concentration	; 7%
Development bias	; AC=1.4kVp-p, 4kHz, Square wave DC=-700V

レーバを当接してスリーブ上から現像に使われた現像剤をはぎ取る。現像剤の攪拌は2本のスクリュウにより前後に循環させる。スリーブの下方には、磁性棒が押圧されており現像剤の薄層を形成する。これは、磁性棒を磁力及び弾性部材により均一に押圧する工夫がなされている。この薄層形成法と小粒径キャリアとの組合せにより穂の高さを300から400μmとし、現像ギャップを500μmに設定することが可能となった¹⁵⁾。

(2)現像バイアスの最適化

現像バイアスは直流成分を有する交流電圧を印加している。現像特性についての結果をFig.11,12に示す。潜像パ

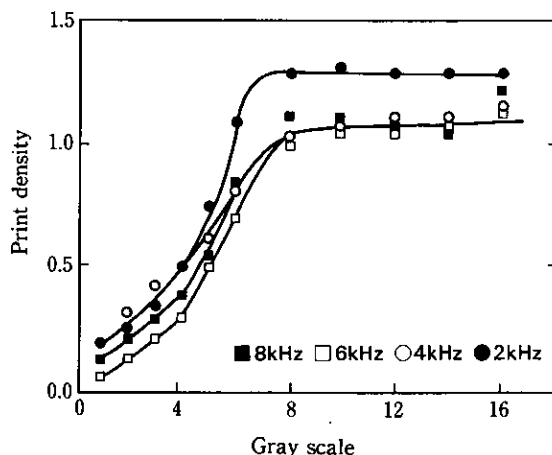


Fig. 11 Dependence of print density on bias frequency. (Vac=800Vo-p, Vdc=-500V)

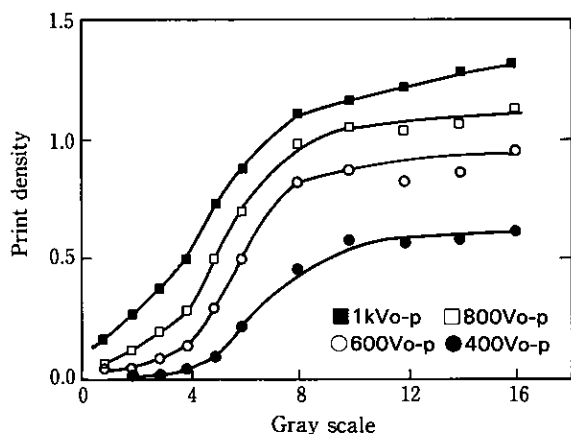


Fig. 12 Dependence of print density on AC bias voltage. (Frequency=6kHz, Vdc=-500V)

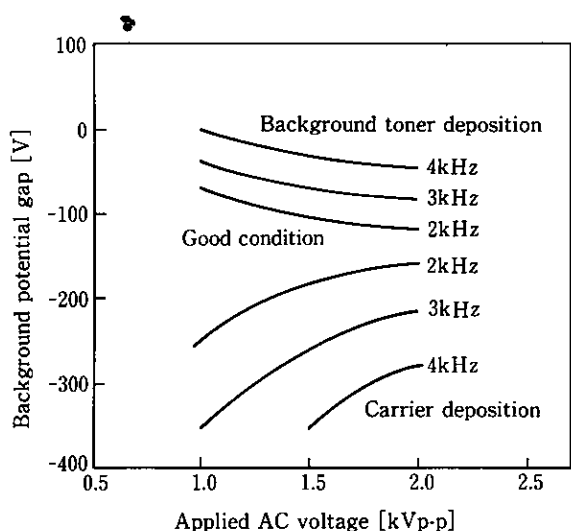


Fig. 13 Optimization of developing bias condition.

ターンは、16ドット/mmで4×4の集中型とした。周波数を高くすると軟調となり画像濃度が低下する。周波数を固定して交流バイアス電圧を上げるにしたがって、現像効率が上がる。低電圧ではライン及びソリッド部のエッジ再現性が良くない。これは、低電圧時は電界によるトナーへの攪乱効果が弱く、現像効率が低下すること、及び現像領域での感光体の潜像のエッジ部の電界が十分スリーブ側に引き出されないことにある。現像条件はキャリア附着、カブリ、画質、混色等を考慮して決定される。アブストラクトにトナー飛翔状態のシミュレーション例を、Fig.13にキャリア附着及びカブリについての交流バイアス依存性を示す。以上のような検討により現像剤と現像条件を決定した。

カラー画像形成の場合、特定の現像器のみを選択的に動作及び停止させる必要がある。現像の動作及び停止は、非接触現像であるので現像バイアスの切り替えのみで容易に行うことが出来、現像剤を感光体から離す機構は不

要である。

2.4 色補正

重ね合わせにおいては、先のトナー像が次のトナー像の形成に影響を与えることから、重ね合わせを考慮した色補正が必要となる。特に重要なのはトナーの重ね合わせ量を減らすUCR（下色除去）である。これにより色再現の安定化を図ることが出来る¹⁶⁾。

無論、補正の負荷を軽減する為に、透光性の高いトナーやトナーの微粒化によるトナー層電位の低下等の手段を採用することが好ましい。

3

KNCプロセスの応用

3.1 Konica 80/90シリーズ

Konica 8010、8028はマーカによる色変換機能を備えた3色複写機である。原稿からの反射光を、ダイクロイックミラーにより赤とシアン成分に色分解し各CCDへ結像する。画像処理部において、ルックアップテーブルにより赤、青、黒の色判別を行う。プリンター部は赤、青、黒トナーから成る3色の現像器を有し、読取操作と同期して感光体の回転と共に1色ずつトナー像の形成する工程を3回繰り返した後転写紙へ転写する。従来のカラー方式に較べ小型化されており、位置合わせが容易で、転写紙の選択の範囲が広がり葉書にもコピーが出来るようになった。

Konica 9028はカラー複写機として開発された (Fig.3)。原稿を青、緑、赤と色分解を行い、画像処理部においてY、M、C、Bkの画像データを生成し、対応する4色のカラートナーで現像する同様のプロセスを用いている。マーカによる色変換、マスキング、変倍等の編集機能を有している⁷⁾¹⁷⁾。

3.2 今後の応用

現在、電子写真方式の開発は中速の複写機を中心に行われているが、今後の展開目標は、小型化、高速化、高画質化の分野であろう。この観点からKNCプロセスによる対応を考えてみる。

1) 小型化

本方式は小型かつシンプルな構造となる特徴を有しており、DTP用カラープリンターとしての応用が有力である。このためには、感光体や現像器から成る画像形成部の小型化とユニット化が必要となる。プリンタ構成としては、前記ユニットの交換時やジャム時のための本体構造や操作性が重要となる¹⁸⁾。

2) 高速化

現在発表されているカラー複写機は、転写方式に於いては転写体が、本方式においては感光体が4回転することによりカラー画像を重ね合わせて形成するためプリントスピードが遅くなるという問題がある。高速化のため

には、帯電器、書込系、現像器を1組として感光体の周囲に4組を並列に配置する事になる。そしてカラー画像を1パスで感光体上に形成する。この場合、各書込系間の位置合わせ精度の工夫が必要となる¹⁹⁾。

3) 高画質化

電子写真技術の新たな適用分野は銀塩と印刷分野であろう。このためには現状より高い高精細画像形成技術が要求される。即ち、読取系や書込系は1200dpi程度以上の高密度化が必要となる。又、この微小潜像を現像するためには、5 μ m以下の微粒トナーが採用されよう。トナーの微粒化は高画質化とKNCプロセスにおいて問題となったトナー層電位の低下に役立つ。画像安定化のためのカラー画像制御技術や多量の画像データを取り扱う高速画像処理技術をさらに改良することにより電子写真技術の特徴をいかした展開が進むであろう。

4

結び

カラー記録技術の進歩はめざましく、電子写真においても例外ではない。デジタル技術の採用により、画質向上や画像編集が可能となり広範囲なカラー分野に応用が図られている。KNCプロセスはカラー電子写真に於ける魅力ある技術であり、今後とも技術改良と製品化が進められよう。

●参考文献

- 1) 飛田他：第14回画像工学コンファレンス, 155 (1983)
- 2) 保志, 安西：第2回ノンインパクトプリンティング技術シンポジウム論文集, 5 (1985)
- 3) M.Kohama et al. : J.Imag.Tech., 12(1), 47 (1986)
- 4) 特開昭60-76766, 同60-95456, 同61-176958
- 5) 羽根田, 板谷 : Japan Hard Copy '89, 163 (1989)
- 6) 板谷, 羽根田 : SPIE 1253, 369 (1990)
- 7) 田村, 板谷, 松繩 : 電子写真, 28(4), 66 (1989)
- 8) 特開昭61-170754
- 9) 特開昭61-223856, 同61-223857
- 10) 特開昭61-59356
- 11) 特開昭55-18656
- 12) 山本, 高島 : 第4回ノンインパクトプリンティング技術シンポジウム論文集, 105 (1987)
- 13) 特開昭57-147652, 同59-181362, 同59-222847
- 14) 特開昭60-129764, 同60-159765
- 15) 特開昭62-52566
- 16) 特開昭61-6664, 同61-27566, 同61-27567
- 17) 伊藤 : 精密工学会誌, 54(12), 33 (1988)
- 18) 特開平2-140768, 同2-1444571
- 19) 特開昭55-144452, 同61-55661