

非磁性 1 成分現像方式における画質向上技術

Image Quality Improvement from a Non-Magnetic, Mono-Component Development System

伊 藤 昇*
Ito, Noboru

後 藤 浩**
Gotou, Hiroshi

要旨

非磁性非接触 1 成分 (Single Micro Toning=SMT 現像方式) について、高画質を達成するメカニズムを解析した。接触および非接触現像の潜像電界比較を計算により行い、非接触では潜像付近のトナーは回収電界がかかっている時でも回収されず付着していることが明らかになり、1 ドット再現性が良好になることが示された。この結果は実際に実機実験においても実証された。また良好なドット再現性故に現像特性がリニアとなり、グラデーションが良好となることを示した。また潜像に正確に対応するトナー現像量を得るための現像条件が検討され、べた画像是 V_{DC} が重要で、輪郭を正確に再現するためには V_{MAX} が重要であることが示唆された。

Abstract

In comparing contact and non-contact development systems, non-contact systems employing non-magnetic, mono-component development were found to provide superior image quality by such measures as one-dot image and image gradation. Calculation of the electrical fields of latent images in both contact (DC bias only) and non-contact (cumulative AC bias) development systems revealed that the high-quality images of non-contact systems are made possible by the strong developing field at the one-dot latent image even in the presence of an anti-development field. Because of this, good one-dot image reproduction is obtained and development is nearly linear, resulting in good gradation. Further, DC and AC bias conditions were identified which obtain both good solid images and good fringe images.

1 はじめに

1980年代後半より電子写真方式を用いたプリンターの小型低価格化が進み、簡単な構成で高品位のデジタル画像を得る方法として非磁性 1 成分現像方式が実用化されている。弊社ではフレキシブルな導電性薄膜チューブを

現像スリーブに用いた接触現像方式¹⁾を提案し、既にモノクロプリンター製品に展開している。この方式はエッジ強調効果無くすることでトナー付着のフラットな画像を得ることを特徴としている¹⁾。近年、カラープリンターの普及とともに更に高品位な画像が求められるようになり、高精細な網点画像の再現性の高い現像方式が必要になった。

我々は、従来困難であった微小ドット再現性を向上させ、階調表現性に優れた非磁性 1 成分現像方式を開発した。

2 実験装置

Fig. 1 に概略構成を示す。

この方式では、感光体と所定の現像ギャップをもって現像ローラが配置され、その表面には供給ローラや規制ブレードによって荷電されたトナー薄層が形成される。現像ローラには DC に AC を重畳した現像バイアスが印加され、トナーを感光体表面へ飛翔させることによって潜像を現像する。

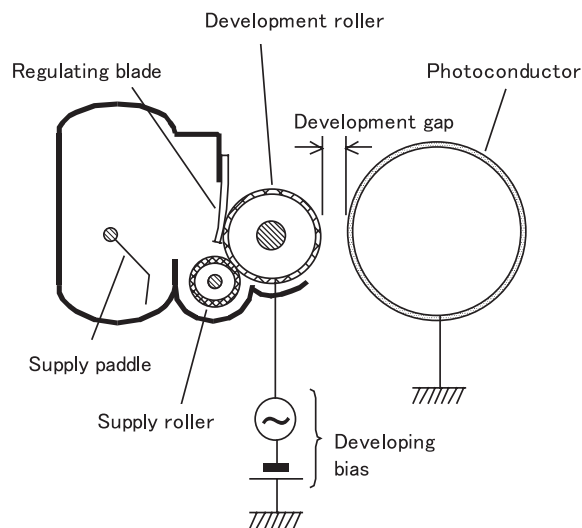


Fig.1 Schematic diagram of the investigated development system

Fig. 2 に本報告で用いる現像バイアス波形を定義した²⁾。

トナーを感光体へ移動させる方向の電圧 V_{MAX} が時間 T_1 にて印加され、続いてトナーを感光体から引き戻す方向の

* コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)

機器開発本部 機器第 2 開発センター 機器第 23 開発部

** コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)

機器開発本部 機器第 3 開発センター 機器第 32 開発部

電圧 V_{MIN} が時間 T_2 にて印加される。この1周期の平均電圧 V_{DC} が電圧のオフセット成分すなわちDCバイアスの値となる。

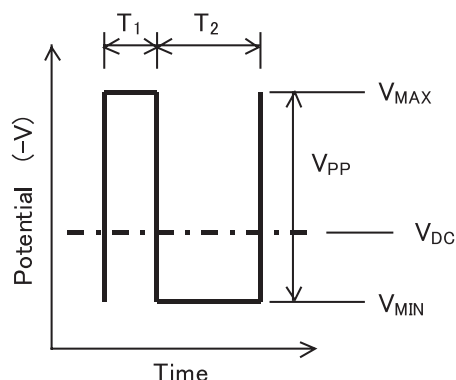


Fig.2 Wave form of developing bias

3 実験結果と考察

3. 1 潜像電界計算

現像領域に供給されたトナーに作用する電界と現像ギャップや現像バイアスとの関係を調べるために、現像領域の潜像電界計算³⁾を行った。計算はFig. 3に示すモデルの各領域にPoisson方程式を適用し境界条件式の解を求めた。現像領域内のトナーは均一に分散されているものと仮定し、感光体表面には電位コントラスト500Vで周期 $85\mu m$ の正弦波にてライン潜像を配置した。

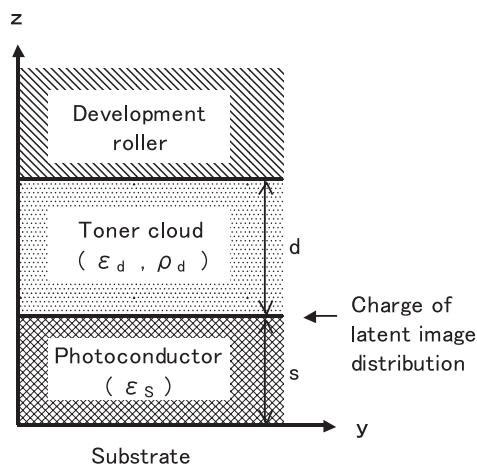


Fig.3 Model for electric field calculation in the development area

感光体層内の電位を $V_1(y, z)$ 、トナークラウド内の電位を $V_2(y, z)$ 、現像バイアス電位を V_b とすると、Poisson方程式は式(1)(2)で与えられる。

$$\nabla^2 V_1(y, z) = 0 \quad \text{..... (1)}$$

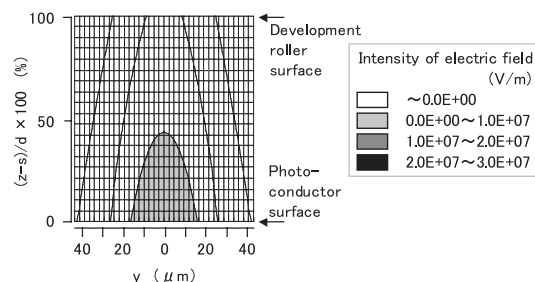
$$\nabla^2 V_2(y, z) = -\frac{\rho_d}{\epsilon_d} \quad \text{..... (2)}$$

ここで ρ_d はトナー層の体積電荷密度を、 ϵ_d はトナー層の誘電率を表す。また各領域の境界で電位は連続するので式(3)(4)(5)が成り立つ。

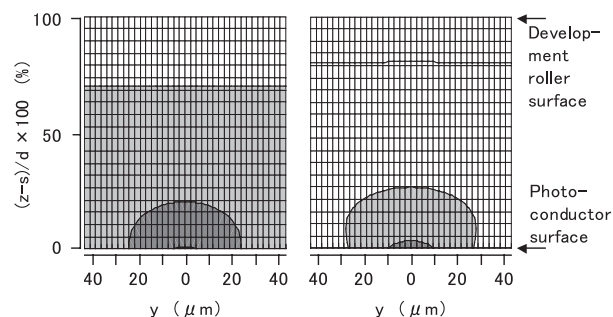
$$V_1(y, 0) = 0 \quad \text{..... (3)}$$

$$V_1(y, s) = V_2(y, s) \quad \text{..... (4)}$$

$$V_2(y, s + d) = V_b \quad \text{..... (5)}$$



(A) Dev. gap = $13\mu m$ Dev. bias = -200V

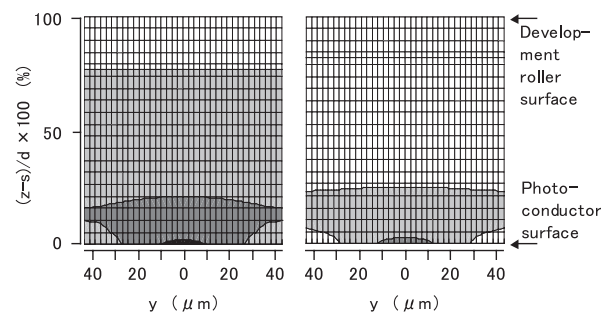


(B) -1

Dev. gap = $100\mu m$
Dev. bias ; $V_{MAX} = -800V$

(B) -2

Dev. gap = $100\mu m$
Dev. bias ; $V_{MIN} = +200V$



(C) -1

Dev. gap = $220\mu m$
Dev. bias ; $V_{MAX} = -1520V$

(C) -2

Dev. gap = $220\mu m$
Dev. bias ; $V_{MIN} = +680V$

Fig.4 Results of calculation for electric field with varied gap and developing voltage applied

さらに各領域の境界ではGaussの法則が成立する。計算の詳細は省略するが、これらの式を解くことによってト

ナーククラウド中の電界分布が得られる。 z 方向の電界がゼロとなる点においてトナーククラウドが分断されトナーの移動方向が決定されるとし、この分断点の位置分布を求めた。計算結果をFig. 4に示す。

(A)は接触DC現像を、(B)(C)は非接触AC現像を想定してパラメータを与えた。(B)と(C)の違いは現像ギャップ依存性を知るためのものである。(B)-1と(C)-1は V_{MAX} 電圧印加時を、(B)-2と(C)-2は V_{MIN} 電圧印加時を示し、現像バイアスのAC位相が切り替わった時の様子を比較できるようにした。網掛で示した範囲では感光体方向への電界が作用するので、そこに存在するトナーが感光体方向へ移動するものとして考察した。(A)の接触DC現像では感光体へ向かうトナーが少なく、潜像による拘束力も小さいために、ドット画像を再現するためのトナー付着量を確保し難い。それに比べて(B)の非接触AC現像では、殆どのトナーが一旦感光体方向に移動し、潜像近傍へ供給される。更に引き戻し時においても潜像近傍では(A)と同等のトナー拘束力が維持されるので、一旦潜像に付着したトナーが乱されずに忠実なドット再現を行うことに有利と考えられる。ただし現像ギャップを更に広げた(C)では、その効果が過剰となる。

3. 2 実験結果

3. 2. 1 1 ドット再現性および階調再現性

実際に600dpiのLD光学系を装備したプリンター装置を用いて(A)(B)の条件での画像を出力し、電界計算結果が示すような微小ドット再現性の違いを確認できた。

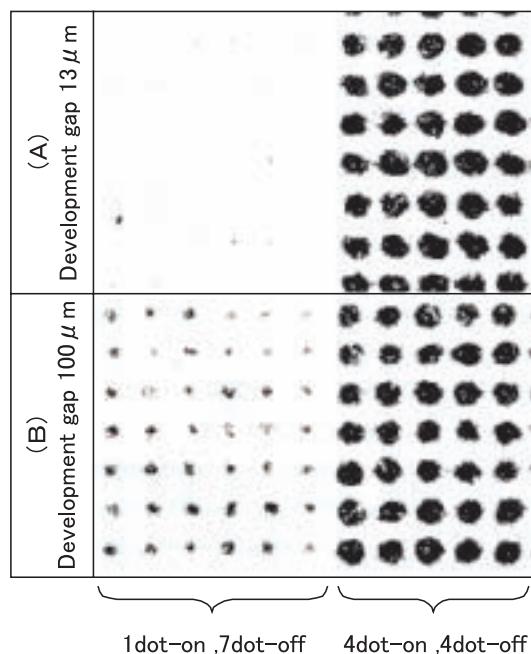


Fig.5 Comparison of optical micrographs of the print image between (A) contact DC and (B) non-contact AC development using 600dpi LD printer

Fig. 5に拡大写真を示す。ドット再現の向上は階調再現性の改善効果としても確認できる。現像ギャップを変化させた時の階調再現性をFig. 6に示す。接触現像では低濃度が殆ど再現できず、逆に現像ギャップを広げると低濃度領域が強調されたカーブとなった。現像ギャップを調節すれば全域でほぼ線形な階調再現を得ることが可能となる。

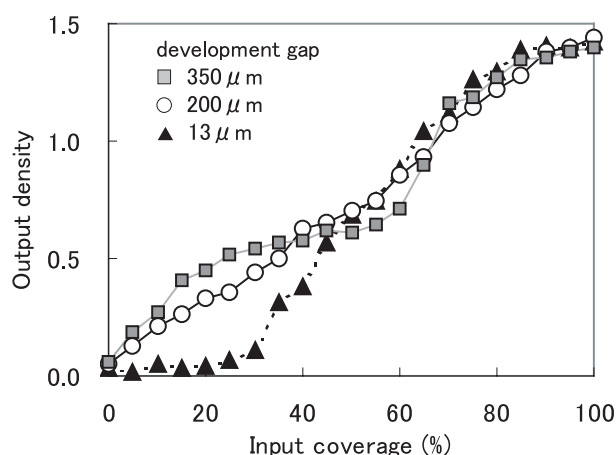


Fig.6 Results of experiments for gradation characteristic with varying development gap

3. 2. 2 現像バイアスの設定

感光体上の狙いどおりの位置に適正量のトナーを移動させるためには、現像バイアスの設定条件が重要となる。現像ギャップを固定したまま現像バイアスをFig. 7に示すa～dの条件に変化させてプリントされた画像を約2倍の大きさに拡大撮影して並べたものがFig. 8である。

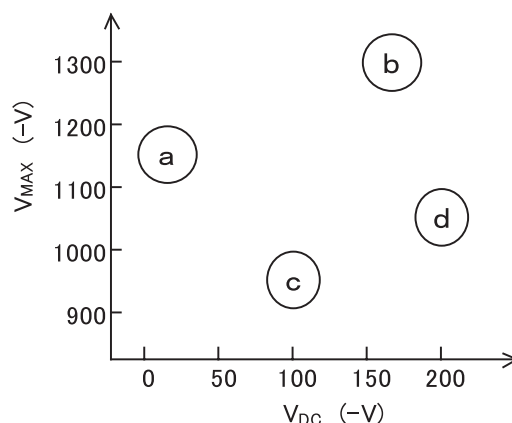


Fig.7 Selected values of developing bias for the following experiments

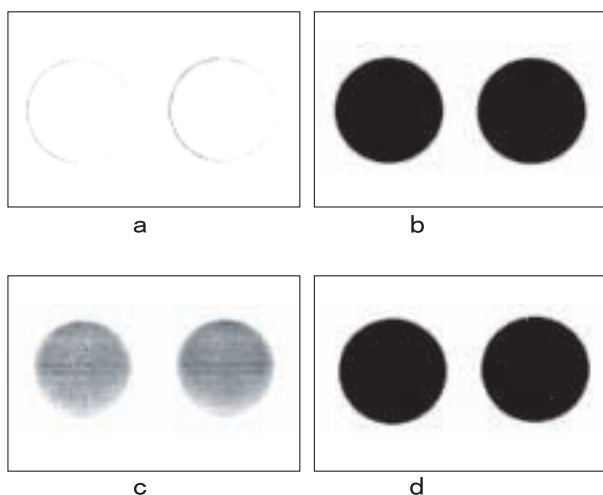


Fig.8 Optical micrographs of the print image by varying developing bias shown in Fig.7 (magnification x2)

cやdのように V_{MAX} が小さい条件ではベタ潜像の輪郭が現像されずにボケ画像となった。この現象は、 V_{MAX} による移動電界が弱いために潜像エッジに向かうはずのトナーが潜像エッジ付近の水平方向の電気力線に沿って潜像内側へと軌道を変えられることによるものと考えられる。一方、aやbのように V_{MAX} が大きい条件ではベタ潜像の輪郭を強調することができた。この現象は、強い電界によって潜像エッジに一旦到達できたトナーが拘束力のもとで感光体上に残されたものと考えられる。

この実験から、ベタ部分の現像トナー量は V_{DC} に依存するが、輪郭部分については V_{MAX} による電界の寄与が大きく、入力画像データに忠実な現像を行うためのポイントであることが解った。

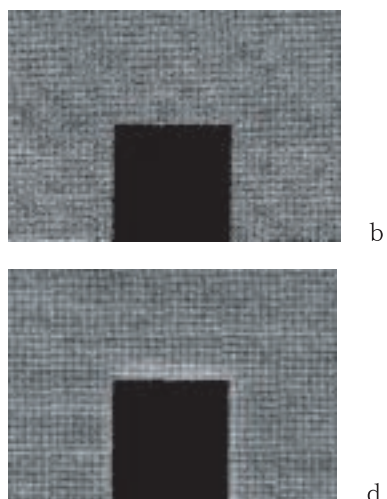


Fig.9 Optical micrographs of the print image by varying developing bias shown in Fig.7

関連する画像品質として、ベタとハーフトーンとが隣接する場合に境界付近のハーフトーンが白く抜けてしまうという現象がある。Fig. 9は前述条件bとdによって得た画像を約2倍の大きさに拡大撮影して並べたものである。dの画像はベタ隣接部のハーフトーンが薄くなっていたが、bの画像は完全に解消されていた。

4 まとめ

非接触の非磁性1成分現像方式を開発し、カラープリンターに要求される高精細な網点画像の品質向上を達成した。本方式の特徴は、従来再現させることが困難であった微小なドット潜像を現像領域において電界強調することによって入力データに対して直線的な階調特性を得る点である。我々は現像領域の電界計算と実験結果から比較的強いAC電界を作用させることでエッジ部へのトナー移動が可能であることを見出し、これらの知見より現像ギャップと現像バイアスの適正化を行った⁴⁾。

本システムは、Magi Color 等カラープリンタに広く搭載されている。

今後は現像電界の安定化についての検討を進め、本方式の信頼性を高めてきたい。

5 謝辞

本研究は、コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)機器開発本部機器第3開発センター第32開発部の現像技術開発メンバー全員の協力無しにはなし得なかったものである。我々はここに心より感謝の意を表する。

●参考文献

- 1) 池側彰仁、後藤浩、岩佐英二、江ノ口祐次、電子写真学会誌、33、7 (1994)
- 2) 古谷信正、済川健、安東滋仁、江連平和、勅使川原亨、Japan Hardcopy'95 論文集、21 (1995)
- 3) R.M.Schaffert, "Electrophotography", The Focal Press, London and New York, 1975, P.187
- 4) 中川秀一、後藤浩、河崎明博、井上龍次、Japan Hardcopy 2003 論文集、65 (2003)