

感光体評価技術（1 ドット潜像電位評価技術）

会沢 宏一（あいざわ こういち）

上野 芳弘（うえの よしひろ）

竹嶋 基浩（たけしま もとひろ）

① まえがき

オフィスや一般家庭への高画質コンピュータの普及に伴い、画像などの出力用周辺機器であるカラープリンタ、デジタル複写機などの印字品質向上が要求されている。印字品質とは印字濃度、階調性、解像度などを意味する。特に解像度について最近では、600 dpi（ドット/インチ）から1,200、2,400 dpiへと高解像度化の取組みがなされている。

電子写真方式での印字品質を決定するのは、

- (1) 画像情報をデジタル信号として感光体表面に書き込むための露光に用いられる露光光源
- (2) 露光された画像情報を表面電位として電氣的に再現する、すなわち電気潜像を形成する感光体
- (3) 電気潜像を顕像化するためにトナーを付着させる現象器およびトナー
- (4) トナーを紙に写し取る転写

が大きく寄与しており、露光光源の小径化、トナーの小径化、転写効率の向上などが図られている。

富士電機では感光体上に画像情報の再現性よく電気潜像を形成するために感光体材料の開発を進めている。この中で電気潜像を評価する方法の開発に取り組み、これまでに1ドット潜像電位の評価を行ってきた⁽¹⁾⁻⁽³⁾。

本稿では、新規に開発した微小面積表面電位測定装置により潜像の評価が可能となったことを紹介し、併せて負帯電積層型有機感光体（OPC：Organic Photoconductor）と正帯電単層型 OPC の潜像プロファイルの膜厚依存性、材料依存性について述べる。

② 潜像測定装置の概要

図1に微小面積表面電位測定装置の原理を示す⁽⁴⁾。

帯電された感光体に対向して透明電極を設置することで、感光体表面と透明電極の間には擬似的なコンデンサが形成される。ここで感光体に波長780nmの検知光を照射すると感光体の表面電位は減衰し、その結果透明電極との間の

電気容量は変化する。そのとき、透明電極には容量変化、すなわち表面電位の変化量に対応した誘導電流が流れる。

検知光の光量が十分大きければ表面電位がどのような電位であってもほぼ0Vまで減衰させることができる。このとき、初期の表面電位に対応して検知光照射による電位変化量は異なり、誘導電流の値も変化する。誘導電流はアンプを通して計測される。OPCの初期表面電位と誘導電流の相関を図2に示す。この関係を利用することで誘導電流を測定することにより表面電位が算出可能となる。

今回用いた検知光はビーム径が約10μmの半導体レーザビームであり微小な領域の表面電位を測定することが可能である。

図1 微小面積表面電位測定装置の原理

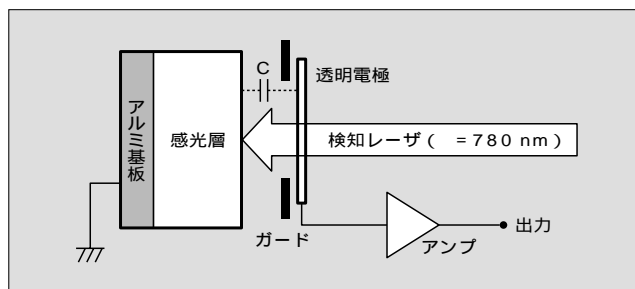
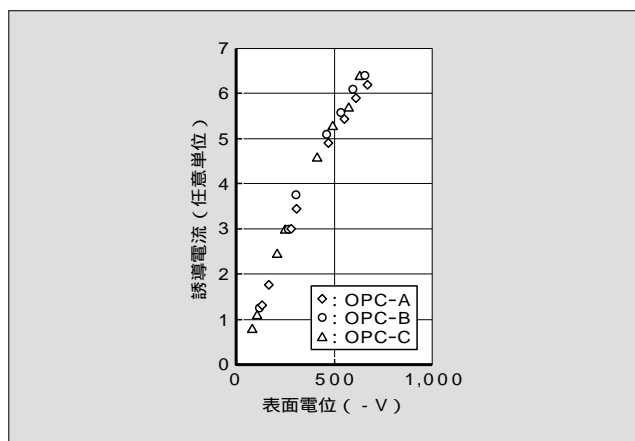


図2 表面電位と誘導電流の相関



会沢 宏一

アモルファスシリコンおよび有機感光体の開発に従事。現在、富士電機画像デバイス(株)OPC開発部課長。IS&T会員、日本画像学会会員、応用物理学会会員。



上野 芳弘

有機感光体の開発に従事。現在、富士電機画像デバイス(株)OPC開発部。



竹嶋 基浩

有機感光体材料開発に従事。現在、富士電機画像デバイス(株)OPC開発部。応用物理学会会員。

図3に本稿に用いられた1ドット潜像測定装置の構成を示す。本装置はチャージャワイヤによる帯電部、レーザスキャニングユニット(LSU)による潜像形成部および微小面積表面電位計による潜像電位測定部の三つの部分からなる。帯電部では感光体表面が正または負極性の所定の電位に均一に帯電され、潜像形成部では市販のレーザプリンタ用600dpi LSUを用いて1ドットラインが形成される。電位測定部では直径約10μmの検知光により検知光照射部分の表面電位測定が行われる。本装置ではドラム1回転を25,000分割しており、位置精度3.75μmでドラム上の電位測定位置を制御している。ここでは30μmごとに表面電位の測定を行うことで潜像のプロファイルの評価している。

図4に潜像の幅および深さの定義を示す。潜像幅(W)とは表面電位が変化していない領域を示す幅であり、現像バイアスにより変化している実印字の幅はこれより狭いため印字の幅よりも大きい数値を示す。

潜像深さ(D)は表面電位の変化の最大量、すなわち最も表面電位の低い位置の電位と初期の表面電位の差を示す。

富士電機では潜像測定結果を解像度と結び付けるため潜像解像度(R)という数値を式(1)のとおり考案した。

$$R = D/W^2 \dots\dots\dots(1)$$

R : 潜像解像度 (V/μm²)

D : 潜像深さ (V)

W : 潜像幅 (μm)

潜像解像度は1ドット照射した際の光キャリア発生による

図3 潜像電位測定装置の構成

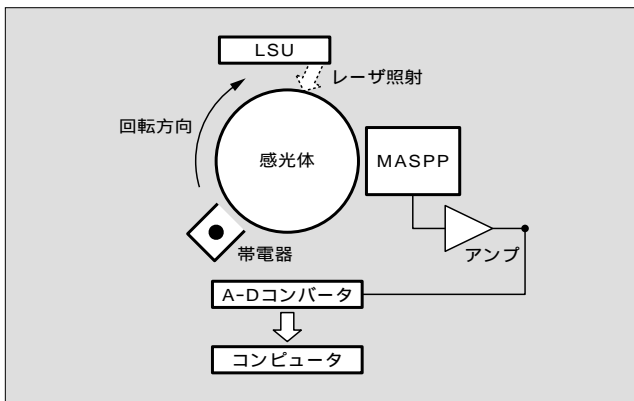
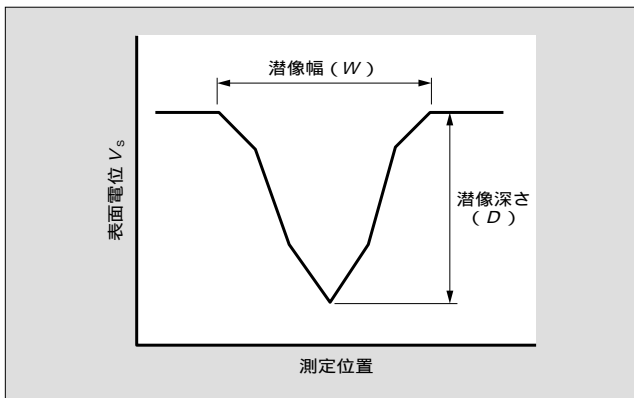


図4 潜像の幅および深さの定義



る膜厚方向の電荷移動の大きさ(潜像深さ)と表面での電荷の移動、すなわち潜像の広がり(潜像幅の2乗)との比であり、数値が大きいかほど膜厚方向への電荷移動が有効に生じ良好な実印字上の解像度が得られると推定している。

③ OPCの潜像の膜厚依存性

評価に用いた負帯電OPCと正帯電OPCの層構成と電気特性を図5および表1に示す。ともに表面電位を100Vまで減衰させるのに要する露光量は約8mJ/m²であり、中感度領域の感光体である。

図6および図7に、負帯電OPCと正帯電OPCにおける3種類の膜厚サンプルでの1ドット潜像電位のプロファイルを示す。

図6に示すように負帯電OPCでは、膜厚が18μmのときの潜像幅180μmから膜厚26μmのときは240μmとなっている。膜厚の増加に伴い潜像幅が大きくなることで

図5 OPCの層構成

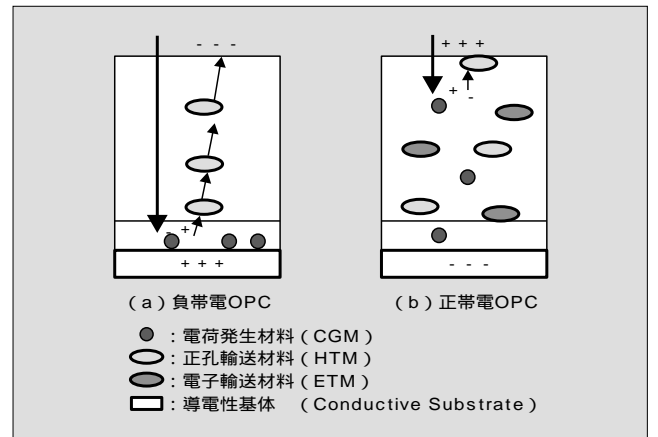
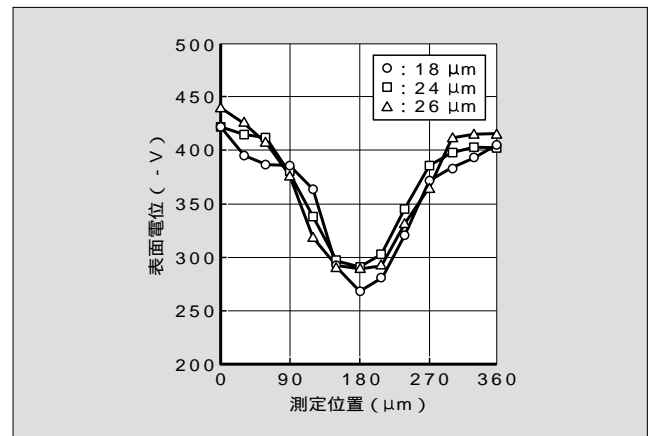


表1 代表的なOPCの電気特性

分類	項目	E ₃₀₀ (mJ/m ²)	E ₁₀₀ (mJ/m ²)	膜厚 (μm)
負帯電OPC		3.8	8.2	24
正帯電OPC		2.2	7.7	22

図6 負帯電OPCの潜像プロファイル



高膜厚領域での解像度の劣化が認められる。

図5に示したように、負帯電 OPC は電荷発生材料 (CGM : Charge Generation Material) を含む電荷発生層 (CGL : Charge Generation Layer) と電荷を輸送する電荷輸送層 (CTL : Charge Transport Layer) の積層型 OPC である。光キャリアの生成が導電性基板側の CGL で行われるため、CTL の膜厚が大きくなると発生した電荷が表面に到達するまでに横方向への移動が生じ潜像幅が広がるためと考えられる。

一方、正帯電 OPC では図7に示すように膜厚 22 μm で潜像幅は 150 μm、膜厚 31 μm でも 180 μm と膜厚が増加しても潜像の大きな変化は認められず、特に負帯電 OPC に見られたような潜像の広がりが生じていない。

図5に示したように正帯電 OPC が導電性基体上に CGM、正孔輸送材料 (HTM : Hole Transport Material) および電子輸送材料 (ETM : Electron Transport Material) を同一層中に分散させた感光層を形成した単層構造であるため、光キャリアの生成が表面近傍のみで行われ感光層の膜厚に依存しないためと考えている。

次にこれらの潜像測定結果から潜像幅および潜像深さをを用いて前述した潜像解像度 R を算出し、負帯電 OPC と正帯電 OPC の膜厚依存性を比較した。

結果を図8に示す。このとき、正帯電 OPC では 44 μm まで膜厚を上げたサンプルの評価も追加して行っている。負帯電 OPC では膜厚の増加に伴い潜像解像度が 0.0015 ま

図7 正帯電 OPC の潜像プロファイル

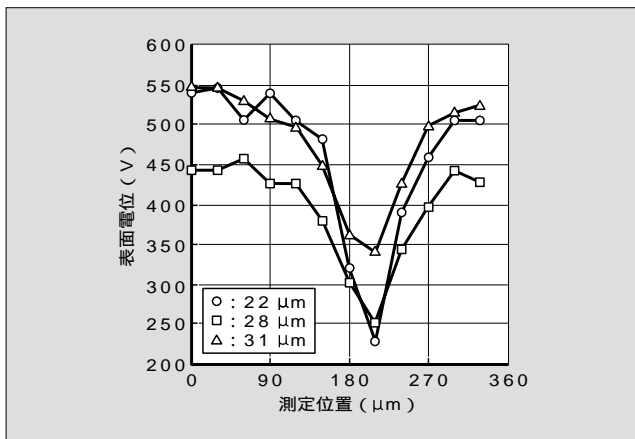
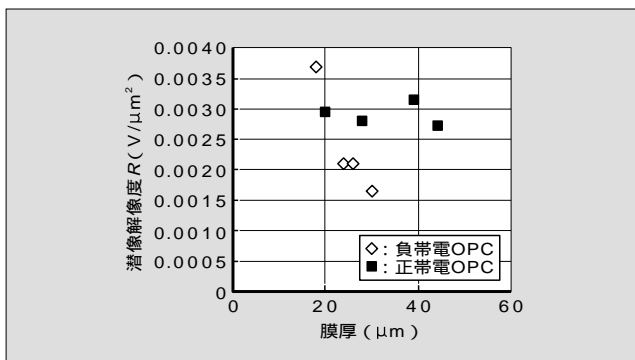


図8 潜像解像度の膜厚依存性



で急激に低下しているのに対し、正帯電 OPC では 44 μm まで膜厚を増加させても潜像解像度は 0.003 程度でほぼ一定の数値を示しており、膜厚依存性は小さい。

4 潜像の材料依存性

負帯電 OPC の解像度を上げるために、OPC を構成する機能材料および感光層中における材料の含有される組成を変化させることを検討したのでそのときの潜像解像度の変化について述べる。

4.1 HTM 依存性

CTL 中に含有される HTM を変更した場合の潜像変化について検討した。潜像評価サンプルは導電性基体上に CGL および CTL をこの順番に塗布し、積層型 OPC を形成したものをを用いた。各層の材料構成は以下のとおりである。

- (1) 導電性基体：アルミニウム
- (2) CGL：中感度 CGM およびバインダ樹脂
- (3) CTL：HTM およびバインダ樹脂

混合比 1 : 1
膜厚 20 μm

HTM は基本構造などについて特に定めずに検討対象とした。HTM の変更により正孔移動度が変化し同時に光感度も変化するが今回の検討では CGL の塗布条件は同一としている。

用いた CTL の正孔移動度は $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ から $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 程度の範囲である。前述した方法と同様に潜像の幅および深さを測定し潜像解像度を算出した。HTM を変更した場合の CTL の正孔移動度潜像解像度との関係を図9に示す。

正孔移動度が大きいほど潜像解像度は低下していることが認められた。

これは膜厚方向への電荷の移動しやすさを表す正孔移動度の高い OPC において OPC 表面における横方向への電荷の移動が大きく、潜像幅の増加が生じるためと考えられる。高移動度の材料を用いて高解像度を達成するには、横方向への電荷移動のみを制御するための技術が必要であることを示唆する結果である。

図9 潜像解像度の正孔移動度依存性

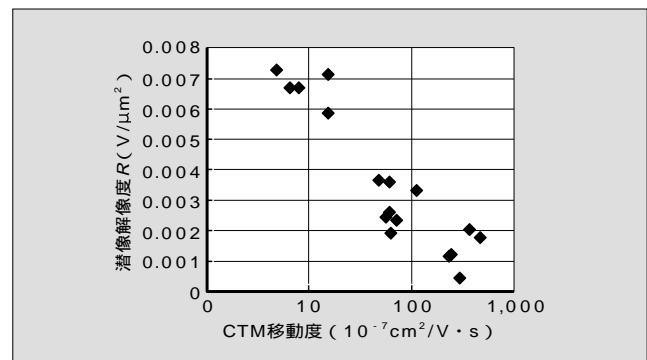


表2 潜像解像度の組成依存性

CTL (CTM/バインダ)	移動度 μ ($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)	潜像幅 W (μm)	潜像深さ D (V)	潜像解像度 R ($\text{V}/\mu\text{m}^2$)
10/10	37	270	145	0.0020
8/12	25	210	170	0.0039

4.2 CTL中の材料組成依存性

CTL中にはHTMとバインダ樹脂が主成分として含有される。本稿では、高移動度のCTMを用い、移動度を大きく損なわずに横方向への電荷の移動を防ぎ解像度を向上する方法を検討した。その結果、バインダ樹脂の量を増加することにより電荷の横方向への広がりを防ぎ潜像解像度を向上できることが確認された。結果を表2に示す。

正孔移動度の低下を防ぎながら潜像解像度が向上している。CTL中のバインダ樹脂量を増加することで表面電気抵抗も増加していることから、OPC表面での電荷の横移動を制御することが解像度向上に効果的であることが示された例である。

過去に提案された高解像度化のための新規材料・材料構成についても潜像プロファイル、潜像解像度に関する評価を進めている。

⑤ あとがき

微小面積表面電位測定の考案により1ドット潜像測定を可能とした。

正帯電OPCの1ドット潜像解像度が優れていることを見いだした。

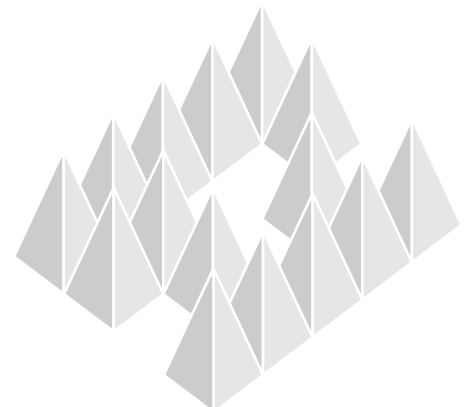
一方、負帯電OPCでは、高膜厚領域で1ドット潜像解像度が劣化することが認められたが材料・組成変更により向上することが示された。

今後は1ドット露光条件を変化させて潜像プロファイルの変化を検討し高解像度化における感光体、露光光源の効果を明確にし、さらなる高解像度化につながる感光体評価および潜像解像度評価の進歩を図りたい。

また、高画質化のもう一つのテーマである画質の安定性、すなわち耐久性についても感光体評価・プロセス評価技術を考案し開発・技術革新の促進に努める所存である。

参考文献

- (1) 竹嶋基浩, 会沢宏一. 1ドット潜像電位の検討. Japan Hardcopy 2001 論文集. 2001, p.281-284.
- (2) Aizawa, K. et al. A Study of 1-Dot Latent Image Potential. Proceedings of IS&T's NIP17 International Conference on Digital Printing Technologies. 2001, p.572-575.
- (3) 上野芳弘ほか. 1 DOT 潜像電位の検討(2). Japan Hardcopy 2001 Fall Meeting. 2001, p.28-31.
- (4) Lin, C. W.; Nozaki, T. The Measurement of Photoconductive Characteristics on Micro-Area Surface of Photoconductor Drum. Proceedings of IS&T's 11th International Congress on Advances in Non-Impact Printing Technologies. 2001, p.138.





*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。