

デジタル複写機用有機感光体

宮本 貴仁 (みやもと たかひと)

高野 晋 (たかの すずむ)

濱田 修一 (はまだ しゅういち)

特集2

① まえがき

近年、電子写真複写機は各複写機メーカーのアナログ式新製品の開発がほぼ終焉（しゅうえん）し、デジタル式の発展期にある。デジタル化に伴う複写機の技術的動向は、従来のアナログ式に対し、よりいっそうの高速化、高画質化、動作安定化、さらにカラー化が指向されている。各複写機メーカーは付加価値を高めるため、ソリューションを含めた販売を推進している。このような市場動向に対応するため、特に電子写真装置の画像形成のキーデバイスである感光体は、さらなる高感度化、高耐刷性、環境安定性、信頼性などの改善が不可欠となっている。

富士電機では、複写機用の有機感光体（OPC：Organic Photoconductor）としてアナログ式にはタイプ9系を、デジタル式にはタイプ10系を用意している。本稿では、デジタル複写機用タイプ10系 OPC の概要を紹介する。

② 製品の概要

OPC を使用した複写機は、その複写スピードで低速機（～25枚/分）、中速機（25～50枚/分）、高速機（50枚/分～）に大別できる。富士電機では、これらのデジタル複写機に対応できる OPC を顧客の要求仕様に応じて提供できるように、材料開発・感光層設計を進めている。

OPC は、一般的にアルミニウムなどの円筒状導電性基体の下引き層（UCL：Under Coat Layer）を塗布する。次に電荷発生層（CGL：Charge Generation Layer）を塗布し、最表面に電荷輸送層（CTL：Charge Transport Layer）を塗布した機能分離型積層 OPC である。

デジタル複写機用 OPC には、LD（レーザーダイオード）を光源とした。レーザープリンタ用 OPC（タイプ8系）に使用している材料を共用することができ、タイプ8系で培ってきた材料技術、塗工技術をベースにしてタイプ10系 OPC に適用している。

③ 製品の特長

現在アナログ式からデジタル式への移行に伴い、複写機の高速度化、高画質化、高信頼性化が進んでいる。その中で OPC に求められる特性も多種多様でかつ高度化しており、おのおのの要求特性に応えるための材料開発を進めている。

富士電機の複写機用 OPC は、低・中速機から高速機にいたるまで搭載可能であり、次のような特長を備えている。

- (a) 高感度
- (b) 高応答性
- (c) 高耐刷性
- (d) 環境安定性
- (e) 信頼性

3.1 高感度⁽¹⁾

デジタル複写機は光源がレーザープリンタと同様、露光光源としてレーザーや LED（Light Emitting Diode）を使用しているため、OPC は 650～800 nm の波長域で光感度を持つことが要求されている。富士電機では表1に示すとおり、顧客のプロセス設計に応じ、低感度（タイプ10A）、中感度（タイプ10B）、そして高感度（タイプ10C）の3つのタイプを用意している。図1に各タイプの分光感度を示す。

また、図2には、各タイプの光減衰特性を示す。高感度タイプ10Cはタイプ10A、10Bと比較して、それぞれ

表1 基本特性

タイプ	適用感度帯 半減衰 露光量 ($\mu\text{J}/\text{cm}^2$)	半減衰 露光量 ($\mu\text{J}/\text{cm}^2$)	暗帯電 保持率 [5秒後] (%)	残留電位 (-V)	印字速度 適用領域例 (枚/分)
10A (低感度)	0.20～0.60	0.38	98	50	～30
10B (中感度)	0.12～0.24	0.18	96	25	20～60
10C (高感度)	0.06～0.14	0.08	96	10	40～



宮本 貴仁

レーザープリンタおよび複写機用有機感光体の製品開発に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー株式会社半導体開発営業本部開発統括部画像デバイス開発部チームリーダー。



高野 晋

複写機およびプリンタ用有機感光体の製品開発および富士電機深圳社にて生産技術業務に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー株式会社半導体開発営業本部開発統括部画像デバイス開発部。



濱田 修一

複写機用有機感光体の製品開発に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー株式会社半導体開発営業本部開発統括部画像デバイス開発部。

50%, 30% 程度高感度になっている。また、各タイプとも残留電位近傍での立ち上がり、裾（すそ）切れがよく、デジタル複写機のプロセス設計を行ううえで有利である。

3.2 高応答性⁽¹⁾

デジタル複写機は、各複写機メーカーが SOHO (Small Office/Home Office)・パーソナル用途の低速機から、オフィス・業務用途の高速機まで幅広くラインアップしている。その中で、特にオンデマンド印刷市場や広告分野などのハイボリューム印刷をターゲットにした 100枚/分以上の超高速機の OPC には、より高い応答性が求められている。

応答性を向上させるためには材料の移動度、各材料間のイオン化ポテンシャルの整合、そして純度がポイントとなる。富士電機は、高応答性を実現するために、高移動度電荷輸送材料 (CTM: Charge Transport Material) の研究に取り組み、従来材料の数倍以上の性能を持つ高移動度 CTM の開発を行った。図 3 に露光後電位の露光-現像間時間の依存性を、図 4 には複写機搭載時の現像特性を示す。高移動度 CTM を適用した高応答性品は、露光-現像時間が約 40ms から露光後電位が安定している。これは、OPC 外径 $\phi 30$ では 50 (枚/分) 以上、 $\phi 100$ では 120 枚/分以上の高速プロセスにも十分対応できるものである。

図 1 分光感度特性

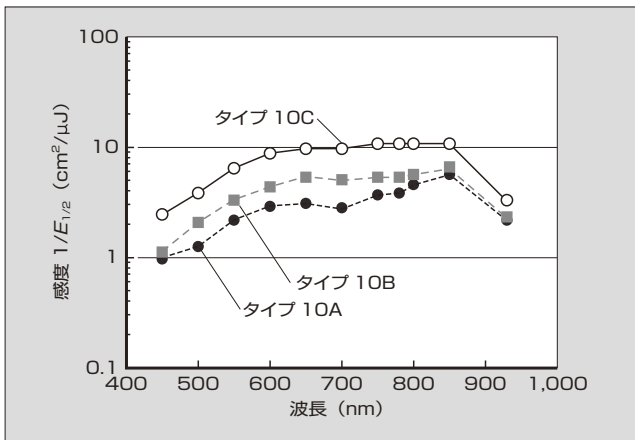
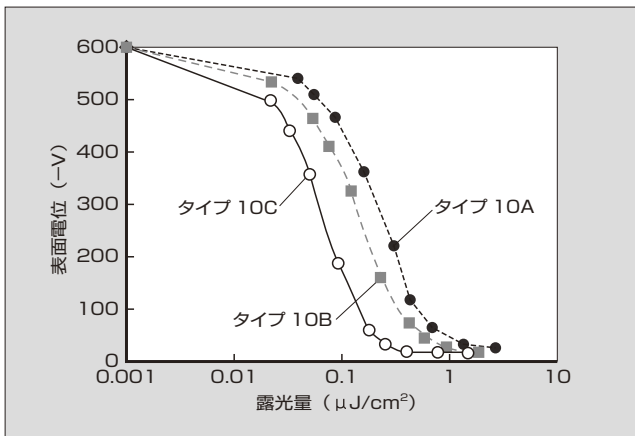


図 2 光減衰特性



また画像濃度（黒濃度）も従来品と比較して、高い再現性を持っている。

3.3 高耐刷性

デジタル複写機用 OPC は、複写機の使用頻度や、メンテナンス簡略化の観点から、レーザプリンタ用 OPC に対して数倍から約 10 倍の高耐刷特性が要求されている。

(1) 電気特性の改善

帯電工程でコロナ放電によって発生するオゾンや、露光工程で光に OPC が繰り返し暴露されると、機能材料が化学的変質を起こす。これにより、帯電位低下あるいは残留電位上昇といった電気特性の劣化を引き起こし、濃度低下、白紙かぶりなどの画像不具合原因となる。

富士電機では、帯電位低下および残留電位上昇を抑制するために、感光層中に発生する電氣的欠陥を抑制する独自の電荷制御剤を設計開発し、各層のイオン化ポテンシャルの整合性を確保することで、さまざまなマシンプロセスにおいて安定的に動作する OPC を提供している。

図 5、図 6 に、高耐刷が要求されるデジタル複写機 (OPC 保証寿命 1,200 千枚) で評価した際の表面電位および画像濃度の推移を示す。従来品では約 800 千枚以降に帯電位低下および露光後電位の上昇に起因する画像濃度に変化が見られたが、特性改良品は、保証寿命である

図 3 露光-現像間時間依存性 (露光後電位)

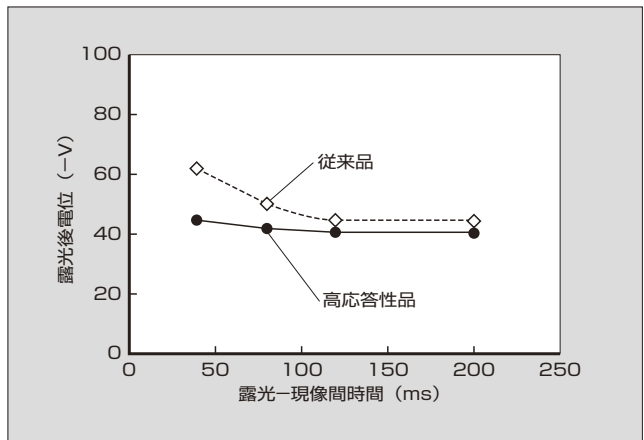


図 4 現像特性

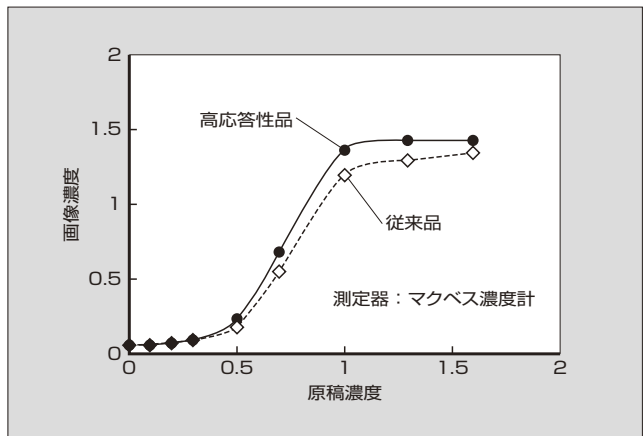


図5 耐刷特性 (実機電位)

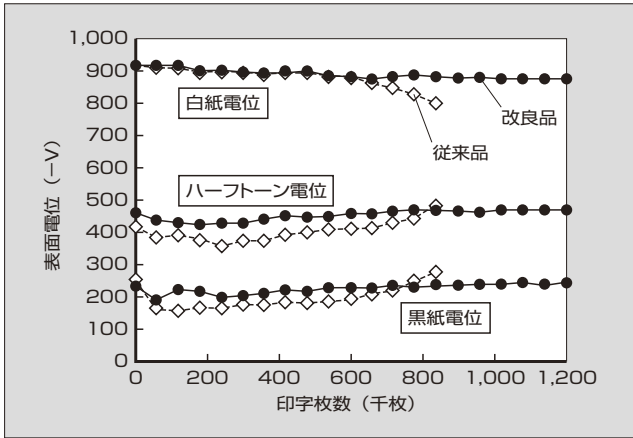


図7 耐刷特性 (摩耗量)

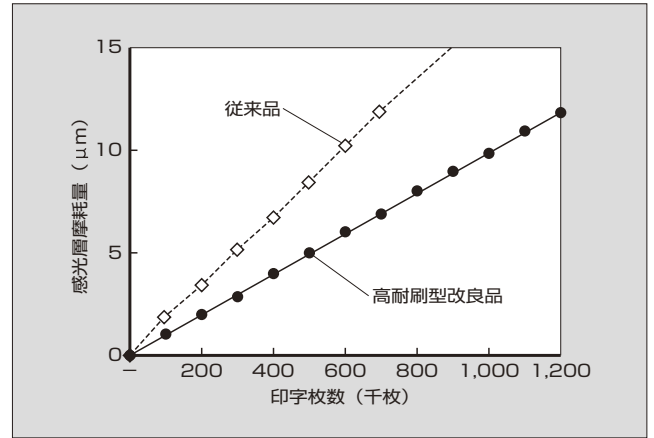


図6 耐刷特性 (実機印字濃度)

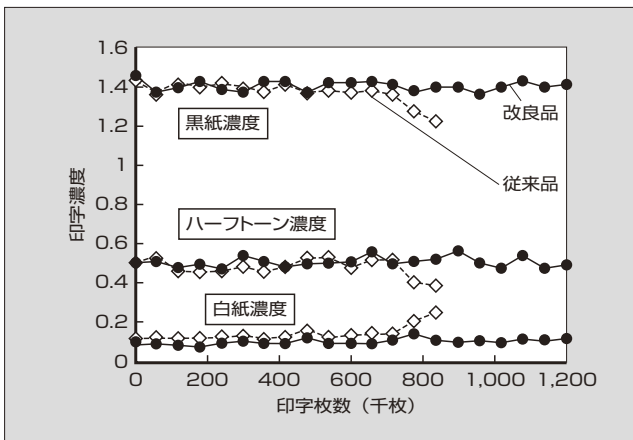
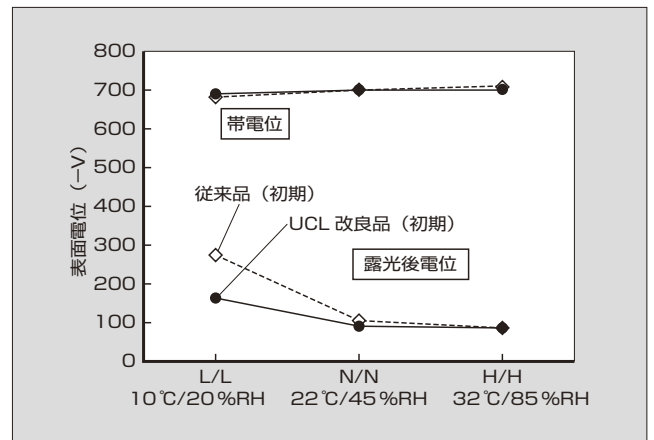


図8 プロセスシミュレーションによる環境電位特性



1,200千枚にいたるまで電位変動が少なく、画質変化が少ない動作安定性に優れたOPCを実現している。

(2) 機械特性の改善

OPCは、帯電ローラ、現像ローラ、トナー、紙、転写ローラ、クリーニングブレードなどとの接触により、感光層の摩耗やスクラッチ(傷)、トナーや紙粉の異物付着などの物理的・機械的特性の劣化が生じる。これらはマシンプロセスによって発生する程度は異なるが、CTL中の成分であるバインダの性能およびCTMとバインダの配合比率に大きく依存している。

富士電機では、短時間でバインダの性能評価ができる耐刷試験機を導入して加速評価を進め、バインダの性能を大きく向上させることに成功した。

CTL中のバインダとして、高分子構造で潤滑性にも優れた材料の分子設計を行い、膜硬度を向上しながらクリーニングブレードとの摩擦係数を低減できるようになった。図7に示すように、他の接触部材との摩擦を低減させることで、感光層の摩耗やスクラッチを改善し、OPCの寿命は従来品比較で、約1.7倍に向上している。これにより、高速機分野、さらには軽印刷分野まで適用することができる。

表2 信頼性試験

項目	条件
耐オゾン試験	100ppm, 2h
強光疲労試験	1,000lx, 5min
高温放置試験	45°C, 1,000h
高湿放置試験	40°C, 90%RH, 1,000h
低温放置試験	-20°C, 1,000h
温湿度サイクル試験 (5サイクル)	-20°C, 1h → 常温常湿, 0.5h → 45°C, 1h → 常温常湿, 0.5h → -20°C, 1h

3.4 環境安定性

複写機のさまざまな環境での使用に対応するため、OPCの環境安定性が望まれている。

富士電機では、UCLのフィラー性能とバインダを最適化し、環境による体積抵抗率変動を抑制することで、常温常湿(N/N)、低温低湿(L/L)、高温高湿(H/H)環境下でOPCの安定性を確保している。図8にプロセスシミュレーションによる環境依存性の電位データを示す。いずれの環境においても改良品は変動量は小さく、良好な特性を持っている。

特集2

3.5 信頼性

富士電機では OPC 製品の信頼性を確認するため、表 2 に示す信頼性試験を行っている。各評価項目について諸特性に不具合のないことを確認したうえで、製品開発を進めている。

④ あとがき

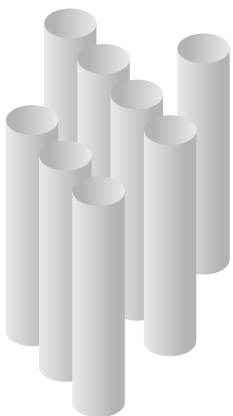
デジタル複写機用 OPC について紹介した。

複写機市場においては、現在、ほとんどの設置マシンがアナログ式からデジタル式に置き換わっている状況にある。また、デジタル化により、1 台でプリンタ機能、コピー機能、ファクシミリ機能を併せ持ったマルチファンクション

(MF) 化が進み、低・中速機の分野ではプリンタと複写機の垣根はなくなり、市場需要は MF 機が主流になりつつある。富士電機では、このような市場変化に対しても対応可能な技術を培っている。また、レーザープリンタの数倍から約 10 倍の動作安定性が求められている高速機の分野では、さらなる特性改善が要求される状況にある。富士電機では、顧客および市場のニーズに合わせて要求特性を的確に把握し、魅力ある OPC の開発を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 篠崎美調ほか、デジタル複写機用有機感光体、富士時報、vol.75, no.3, 2002, p.186-189.





*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。