

デジタル複写機用有機感光体

Organic Photoconductors for Digital Plain Paper Copiers

宮本 貴仁 Takahito Miyamoto

濱田 修一 Shuichi Hamada

中村 友士 Yuji Nakamura

富士電機は、デジタル複写機用 OPC として、複写機の光源である LD（レーザダイオード）や LED（発光ダイオード）の 600～800 nm の波長に感度を持つタイプ 10A（低感度）、タイプ 10B（中感度）、タイプ 10C（高感度）をそろえている。従来よりも、ファーストコピー時間の短縮を図るため、帯電性の改善を行っている。帯電特性の劣化を防ぐため、コンピュータ分子設計などを活用して、下引き層と電荷輸送層用材料を開発し、適用した。その結果、耐刷性を従来よりも 2 倍以上改善し、複写機のランニングコストの低減に貢献している。

Fuji Electric provides type 10A (low sensitivity), type 10B (medium sensitivity) and type 10C (high sensitivity) OPCs for digital copiers. The OPCs are sensitive in the 600 to 800 nm wavelength range of laser and LED light used as the light source for copiers. The Charging characteristics of the OPCs have been improved in accordance with the shortening of the first copy time of the copiers. Computer-aided molecular design has been utilized to develop a binder for a highly durable charge transport layer and prevent the charging characteristics from deteriorating. As a result, printing durability has been improved by at least a factor of 2, contributing to a reduction in the running costs of the copier.

1 まえがき

複写機業界は、金融危機による世界同時不況の影響を受け、2009 年度の出荷台数は、対前年 10% 下落した。今後も、大きな伸長が見込めないと予測される中、業界の動きとして、付加価値の高いモノクロ機からカラー機への移行、独立系販売会社の買収、さらにプロダクション市場への参入が見られる。

上述の業界の動きに伴い、デジタル複写機では高速化やカラー化、高画質化、動作安定性、メンテナンスフリー化（ユニット化）が指向されている。このような複写機の動向に対応するため、電子写真装置の画像形成の重要部品である感光体は、高感度化、高耐刷化、動作安定性、高信頼性などの改善が必要不可欠となっている。

富士電機は、有機感光体（OPC：Organic Photoconductor）の耐久性を向上することにより、廃棄物を削減して、ランニングコスト低減と地球環境保護への貢献を目指している。本稿では、複写機用高耐久 OPC の概要を中心に紹介する。

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）、および高速機（50枚/分～）に大別できる。富士電機はいずれの速度にも対応し、顧客の要求仕様に応じた OPC をデジタル複写機に提供できるように、材料開発および感光層設計を進めている。

OPC は、アルミニウムなどの円筒状導電性基体に下引き層（UCL：Under Coat Layer）、次に電荷発生層（CGL：Carrier Generation Layer）、最表面に電荷輸送層（CTL：Carrier Transport Layer）を塗布した機能分離型積層構造をしている。

デジタル複写機用 OPC には、プリンタ用 OPC に使用しているタイプ 8 の材料が使用できる。富士電機ではさらに、デジタル複写機用に高耐久対応などの独自技術を適用したタイプ 10 を提供している。

3 製品の特徴

複写機分野では、装置の高度化に伴い、より高機能化、高速化、高信頼性化が進んでいる。OPC に求められる特性も多種多様に分岐している。

富士電機ではおのおのの要求特性に応えるため、材料開発を進めている。富士電機のデジタル複写機用 OPC は、低・中速機から高速機に至るまで搭載可能であり、次のような特徴を備えている。

- (a) 高感度
- (b) 高帯電性
- (c) 高耐刷性

表 1 基本特性

項目 分類	適用感度帯 半減衰 露光量 ($\mu\text{J}/\text{cm}^2$)	半減衰 露光量 ($\mu\text{J}/\text{cm}^2$)	暗中帯電 保持率 (5 秒後) (%)	残留電位 V_r (-V)	印字速度 適用領域別 (枚/分)
タイプ 10A (低感度)	0.20～ 0.40	0.38	98	50	～30
タイプ 10B (中感度)	0.12～ 0.24	0.18	96	25	20～60
タイプ 10C (高感度)	0.06～ 0.14	0.08	96	10	40～

(d) 環境安定性

(e) 高信頼性

なお、高耐久を実現するためには、特に高帯電性と高耐刷性が重要である。

3.1 高感度

デジタル複写機は、露光光源にLD（レーザダイオード）やLED（発光ダイオード）を使用しているため、有機感光体として波長領域600～800nmで高感度なことが要求される。富士電機はこの波長領域で高感度なフタロシアン顔料を採用している。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）、高感度（タイプ10C）の三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。高感度であるタイプ10Cでは、タイプ10A、10Bと比較して、それぞれ50%、30%程度高感度になっており、露光光源の省電力化にも貢献している。

3.2 高帯電性

各複写機メーカーはSOHO（Small Office/Home Office）やパーソナル用途の小型低速機から、オフィス・業務用途の大型高速機まで、デジタル複写機を幅広くラインアップ

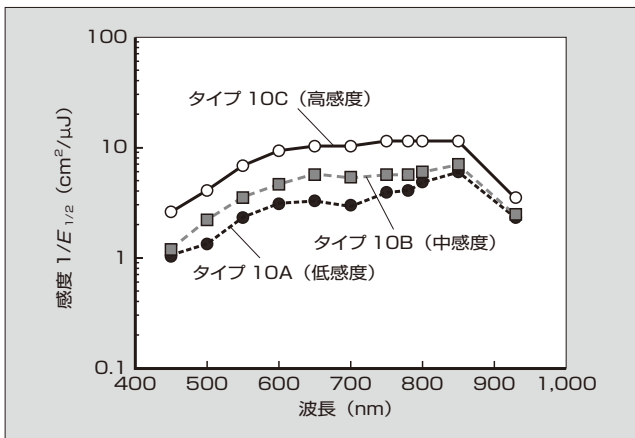


図1 デジタル複写機用感光体の分光感度特性

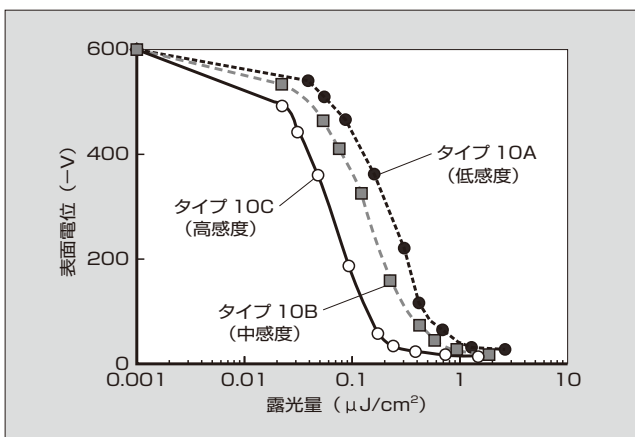


図2 デジタル複写機用感光体の光減衰特性

している。その中で、高速機では、よりオンデマンド性を高めるため、ファーストコピー時間の短縮が図られている。それに伴い、OPCには初回帯電時から高い帯電性能が求められる。

初回帯電時のCGL中の熱励起キャリアや各層中および接合部に滞留したキャリアが印刷枚数とともに増加し、帯電性が低下する。富士電機は、帯電性を向上させるために、UCLおよびCTLの改良に取り組み、UCLでは、最適な抵抗率を示す材料の選定と配合比率の最適化を図った。CTLでは、CGLとCTL間のイオン化ポテンシャルの最適化および高い帯電能を持つ電荷輸送材料（CTM：Charge Transport Material）の開発を行った。

図3に示すように、初回帯電時の帯電性能を大幅に向上することができた。

従来は、印字プロセスに入る前にOPCの帯電不足を補うため、3～5周程度のアイドルリングをしていた。改良品では、初回回転時より高画質な画像が得られ、無駄なアイドルリングを省略して高速化や省電力化が期待できる。

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よりも数倍から約10倍の高耐刷特性が要求されている。富士電機では、ランニングコストの低減を図った高耐久OPCを製品化するため、コンピュータ分子設計を活用し、高耐久CTLバインダーの開発を促進している。

(1) 電気特性の改善

OPCは、帯電-露光工程でコロナ放電やその放電によって発生するオゾン、光に繰り返し暴露されると、機能材料が化学的変質を起こす。帯電位低下あるいは残留電位上昇といった特性劣化が起きて、濃度低下、白紙かぶりなど印字不良の原因となる。

富士電機は、帯電特性の劣化および残留電位上昇を低減するために、CGL電荷発生層およびCTL中に発生する電気的欠陥を抑制する独自の電荷制御剤を開発し、さまざまなマシンプロセスにおいても安定的に動作するOPCを提供している。

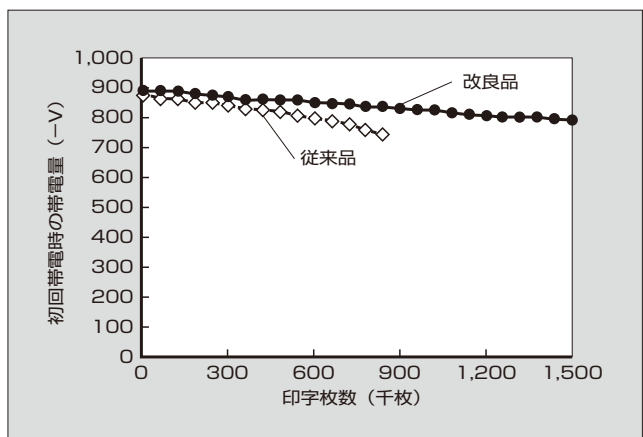


図3 デジタル複写機用感光体の初回帯電時の帯電特性

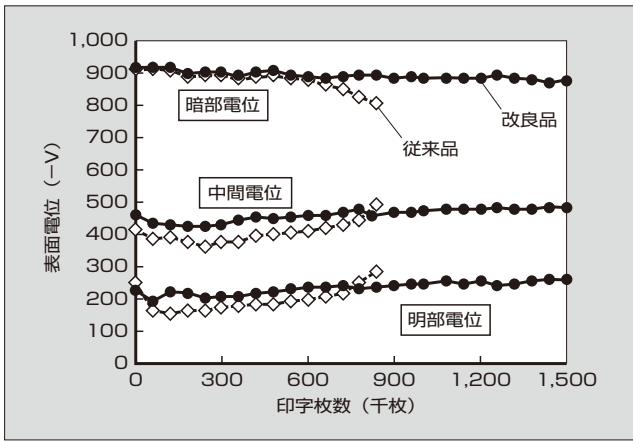


図4 デジタル複写機用感光体の耐刷特性 (表面電位)

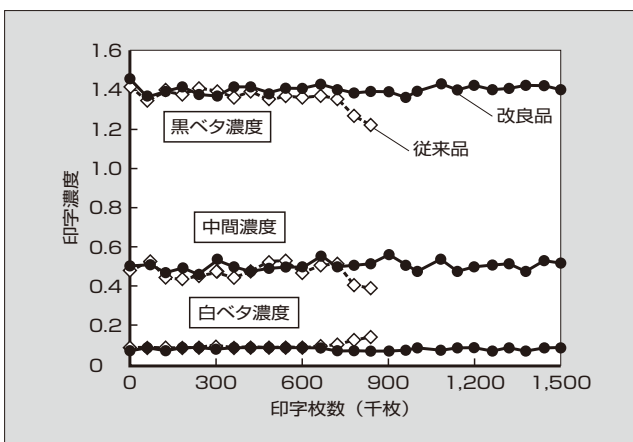


図5 デジタル複写機用感光体の耐刷特性 (印字濃度)

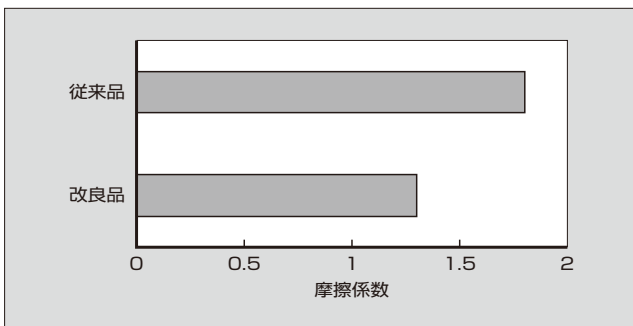


図6 デジタル複写機用感光体の摩擦係数

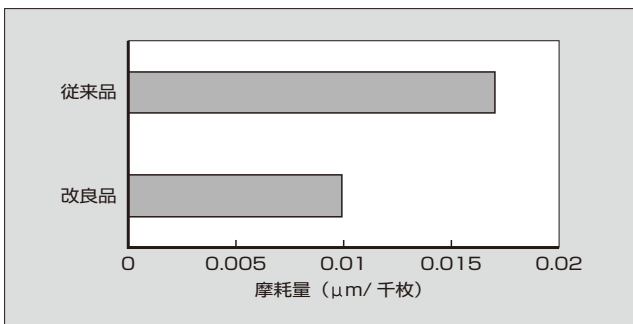


図7 デジタル複写機用感光体の耐刷特性 (摩耗量)

図4, 図5は、代表的なデジタル複写機で評価をした際の表面電位および印字濃度の推移を示している。従来タイプと比較して、電位変動や画質変化が少なく、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、クリーニングブレードや帯電ローラ、転写ローラ、紙およびトナーなどの接触により、感光層の摩耗やキズ、トナーや紙粉の異物付着などの機械特性の劣化が生じる。マシンプロセスによって、感光層の劣化のしやすさは異なるが、CTL中の成分であるCTLバインダーの性能に大きく依存する。CTLバインダーの性能はOPCの寿命を決める大きな要素である。富士電機は、短期間でCTLバインダーの性能評価ができる摩耗試験機や摩擦試験機などの設備を導入し、加速評価を進め、CTLバインダーの性能を大きく向上させることに成功した。

CTLバインダー材料の分子設計を行って、高分子構造で潤滑性にも優れた材料を使い、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した。図6に示すように、ほかの接触部材との摩擦を低減し、感光層の摩耗やスクラッチを改善した。その結果、図7に示すように摩耗量は従来品比較で、約40%低減している。これにより富士電機のOPCは、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ようになった。

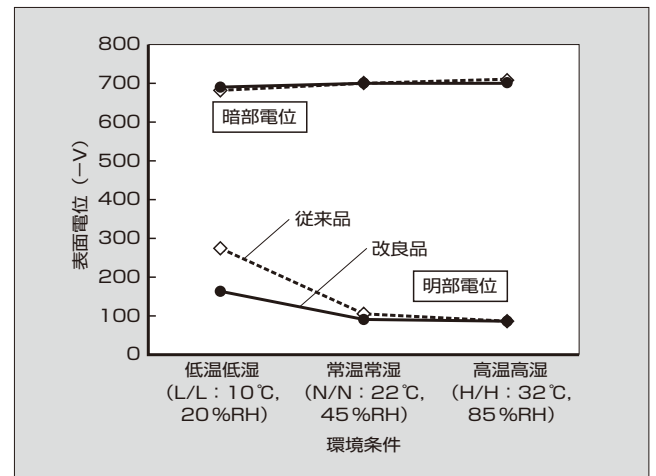


図8 プロセスシミュレータによる表面電位の環境依存性

表2 信頼性試験

項目	試験内容
電気特性	耐オゾン試験
	強光疲労試験
	高温放置試験
	高湿放置試験
	低温放置試験
	温湿度サイクル試験
機械特性	クリーブ試験
	油脂付着試験
	キズ試験

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の環境安定性が要求されている。

富士電機では、UCLのフィラー性能とバインダーを最適化し、環境による電気抵抗の変動を抑制することで、低温低湿(L/L)、常温常湿(N/N)、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タ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が少なく、良好な特性を持っている。

3.5 信頼性

OPC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。各項目とも、実際の複写機での使用に沿った試験内容になっている。これらの諸特性に不具合のないことを確認した上で、製品開発を進めている。

4 あとがき

地球環境保護を目的とした高耐久型OPCを中心に、デジタル複写機用OPC(タイプ10)について紹介した。

複写機市場では、技術開発の中心は、モノクロ機からカラー機へ移行し、OPCに関しても、カラー機への対応が要求されている。また、昨今の環境意識の高まりにより、OPCの耐久性向上による廃棄物削減、低融点トナーにマッチングしたOPCを採用することによる定着部の消費電力

削減などが進められている。

富士電機では、お客さまや市場のニーズに合わせて、要求特性を的確に把握し、環境にやさしくかつ魅力あるOPCの開発を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 宮本貴仁ほか. デジタル複写機用有機感光体. 富士時報. 2008, vol.81, no.4, p.301-304.



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、富士電機システムズ株式会社半導体事業本部感光体統括部開発部主査。



濱田 修一

複写機用有機感光体の製品開発に従事。現在、富士電機システムズ株式会社半導体事業本部感光体統括部開発部。



中村 友士

レーザープリンタ用有機感光体の製品開発に従事。現在、富士電機システムズ株式会社半導体事業本部感光体統括部開発部。





*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。