

# 複写機用有機感光体

## Organic Photoconductors for Plain Paper Copiers

小川 祐治 OGAWA Yuji

上野 貴志 UENO Takashi

中村 友士 NAKAMURA Yuji

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、ランニングコストの低減と地球環境保護への貢献を目指している。高耐久を実現するために、特に高帯電性と高耐刷性が重要となる。帯電性を向上させるために、UCL（Under Coat Layer）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行い、さらにCGL（Charge Generation Layer）とCTLのイオン化ポテンシャルの最適化も図ることで性能向上を図った。また、高耐久CTL（Charge Transport Layer）樹脂は、コンピュータを用いた分子構造の設計により開発を促進している。

By improving the durability of organic photoconductors (OPCs), Fuji Electric aims to reduce waste and running costs and contribute to preservation of the environment. In order to achieve high product durability, high electrostatic propensity, and high printing durability are especially important. As for improving electrostatic propensity, in addition to the selection of materials that demonstrate optimal resistivity in the undercoat layer (UCL) and optimization of material blend ratios, by pursuing the optimization of the ionizing potential of the charge generation layer (CGL) and charge transport layer (CTL), we have increased performance. Our development of a highly durable CTL resin is facilitated by computer-based molecular structure design.

### 1 まえがき

複写機市場は、欧州の金融財政危機などの影響を受け2011年度の出荷台数は、前年度から横ばいとなっている。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、モノクロ機から付加価値の高いカラー機への移行や軽印刷市場への参入が見られる。

このような業界の動きに伴い、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、いっそうの高感度化、高耐刷化、動作安定性、高信頼性など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、ランニングコストの低減と地球環境保護への貢献を目指している。本稿では、複写機用高耐久型 OPC について述べる。

### 2 製品の概要

OPC を使用した複写機は、その複写速度で低速機（25枚/分以下）、中速機（25～50枚/分）、および高速機（50枚/分以上）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 の材料開発と感光層設計を進めている。

OPC の構造は、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）、次に電荷発生層（CGL：Charge Generation Layer）、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構造である。

富士電機は、プリンタ用 OPC に使用しているタイプ 8 をベースに、さらに高耐久対応など独自技術を適用し、複写機用途に最適なタイプ 10 を提供している。

### 3 製品の特徴<sup>(1)</sup>

複写機分野では、装置の高機能化、高速度化、高信頼性化がいっそう進んでおり、OPC に求められる特性も多様化している。

富士電機は、低・中速機から高速機に至るまでの複写機用 OPC をそろえており、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。要求特性には次のものがあり、高耐久を実現するためには、高帯電性と高耐刷性が特に重要である。

- (a) 高感度
- (b) 高帯電性
- (c) 高耐刷性
- (d) 環境安定性
- (e) 高信頼性

#### 3.1 高感度

複写機は露光光源にレーザーダイオード（LD）や発光ダイオード（LED）を使用しているため、OPC として波長領域 600～800 nm で高感度であることが要求される。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。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特性を示す。

また、図 2 に、各タイプの光減衰特性を示す。高感度であるタイプ 10C は、タイプ 10A、タイプ 10B と比較して、

表1 基本特性

項目 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 ~

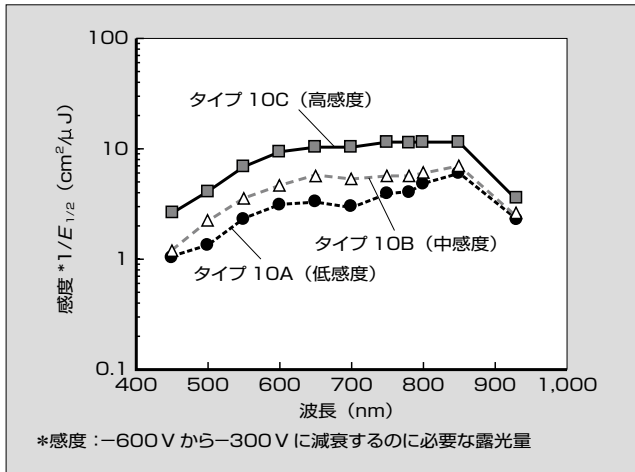


図1 分光感度特性

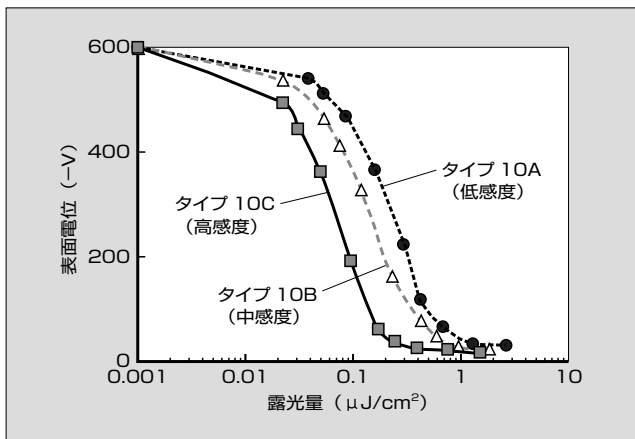


図2 光減衰特性

それぞれ50%, 30%程度高感度であり、露光光源の省電力化に貢献している。

### 3.2 高帯電性

各複写機メーカーは、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、複写機を幅広くラインアップしている。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<sup>(注1)</sup>の短縮が図られている。

<注1>ファーストコピー時間:最初の1枚の複写に要する時間をいう。

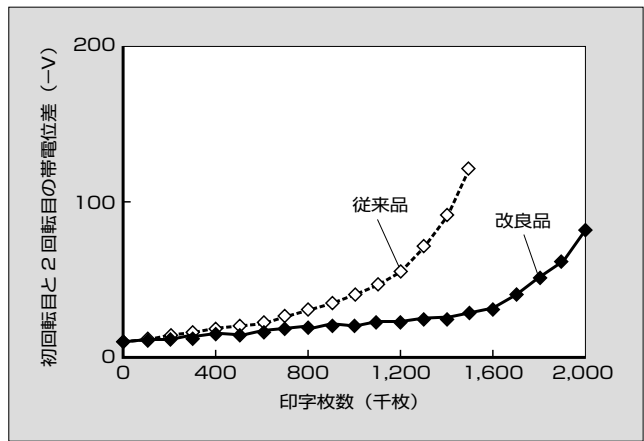


図3 初回帯電時の帯電性能

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および各層中や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ている。CGLとCTL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)を開発している。

図3に示すように、初回帯電時の帯電性能を大幅に向上している。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回転程度のアイドリングをしていたが、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

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10倍程度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、コンピュータを用いて分子構造の設計を行い、高耐久CTL樹脂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およびその放電によって発生するオゾンや光に繰り返し曝露(ばくろ)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、濃度低下や白紙かぶり<sup>(注2)</sup>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やCTL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4は、代表的な複写機で評価をした際の表面電位と印

<注2>白紙かぶり:白地部が汚れて灰色に見える現象をいう。

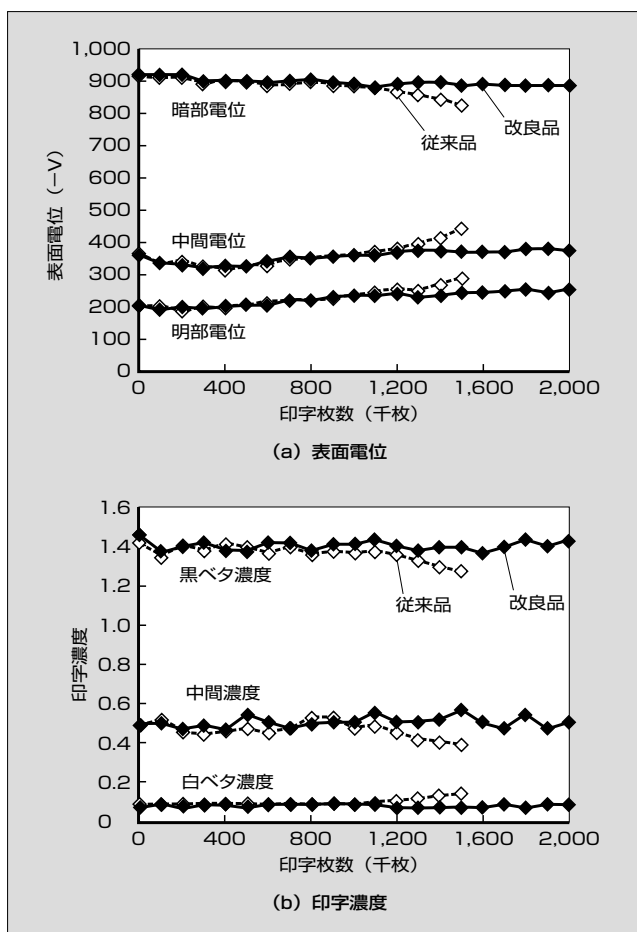


図4 耐刷特性

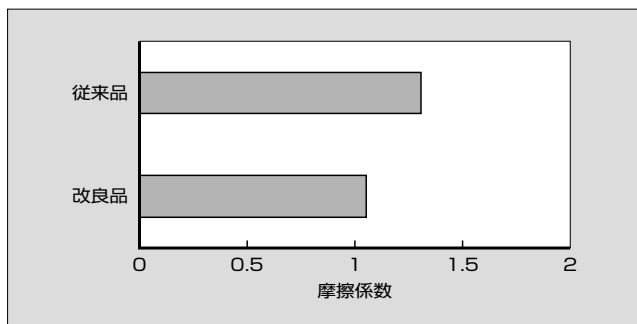


図5 摩擦係数

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、感光層の摩耗やきず、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擦試験機や摩耗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

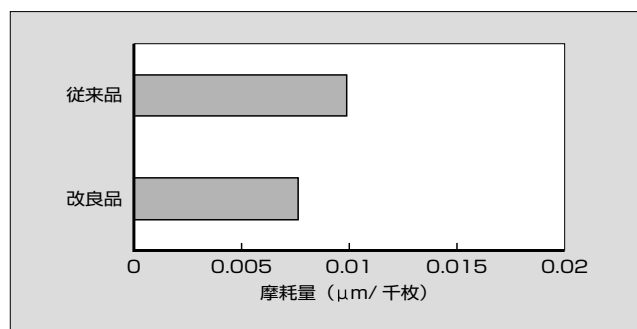


図6 耐刷特性 (摩耗量)

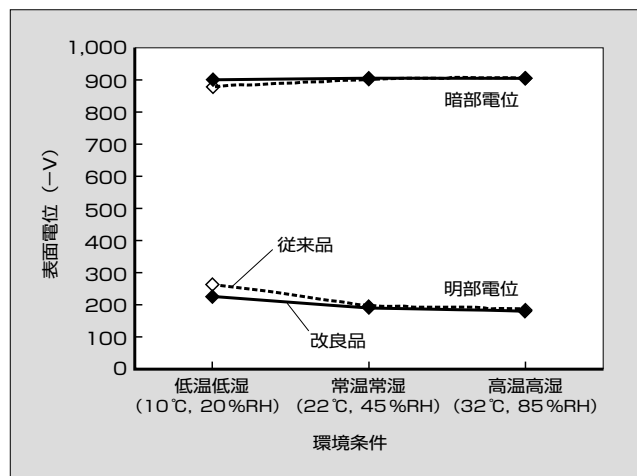


図7 プロセスシミュレーションによる表面電位の環境依存性

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	クリープ試験
	油脂付着試験
	きず試験

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5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6に示すように、摩耗量は従来比率で約25%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できるようになった。

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 のフィルタ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、常温常湿、高温高湿のいずれの環境下でも OPC の安定性を確保している。図 7 に、プロセスシミュレータによる表面電位の環境依存性を示す。改良品は変動量が少なく、良好な特性を持っている。

### 3.5 高信頼性

OPC の信頼性を確保するため、表 2 に示す信頼性試験を実施している。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おり、これらの諸特性を確認した上で、製品開発を進めている。

## 4 あとがき

地球環境の保護に貢献できる複写機用の高耐久型有機感光体 (OPC) について述べた。

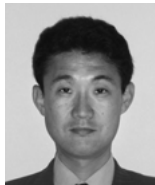
複写機市場では、技術開発の中心はモノクロ機からカラー機へ移行し、OPC に関しても、カラー機への対応が要求されている。また、昨今の環境意識の高まりにより、OPC の耐久性向上による廃棄物削減、低融点トナーに対応した OPC による消費電力削減などが進められている。

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. 2010, vol.83, no.4, p.297-300.



#### 小川 祐治

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、富士電機株式会社電子デバイス事業本部光半導体事業部感光体部。



#### 上野 貴志

複写機用有機感光体の製品開発に従事。現在、富士電機株式会社電子デバイス事業本部光半導体事業部感光体部。



#### 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、富士電機株式会社電子デバイス事業本部光半導体事業部感光体部。





\*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。