

# 正帯電有機感光体

面川 真一（おもかわ しんいち）

石井 秀幸（いしい ひでゆき）

鍋田 修（なべた おさむ）

## ① まえがき

富士電機では、従来の積層型負帯電有機感光体（OPC：Organic Photoconductor）に加えて、単一の感光層で電荷発生と電荷輸送の両機能を担い、帯電電位をプラスとする単層型正帯電 OPC を開発し、主に低・中速（24枚/分以下）プリンタ、ファクシミリ向けに製造・市場展開している。

この単層型正帯電 OPC は、積層型負帯電 OPC に対して以下の優れた特徴を持ち、製品系列の拡大が強く望まれている。

- (1) オゾン発生の少ないマシンを低価格で製造できる。
- (2) 単層構造のため生産プロセスの単純化が可能である。
- (3) 光吸収とそれに伴う電荷発生が表面近傍で起こるため、感光層中での光散乱が少なく高解像度が期待できる。
- (4) 従来のセレン系やアモルファスシリコン系の感光体搭載マシンに対してプロセス変更なしでの置換えが可能である（帯電極性が一致）。

一方、近年、電子写真方式のプリンタは、高機能化・高品質化が著しく、特にモノクロプリンタの高速化・小型化・高画質化の進展と、カラープリンタの開発・製品化が急ピッチで進められている。

また、図面用などのエンジニアリング分野、ならびに数千枚レベルの軽印刷用途をターゲットとした POD（Print on Demand）分野への展開が検討されている。

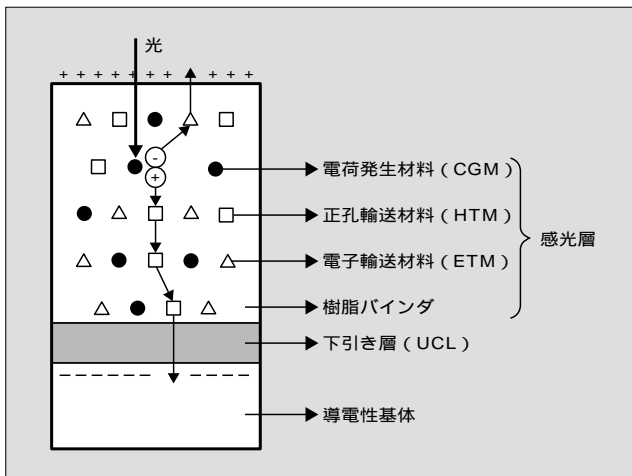
このような市場動向に伴い、マシンに搭載される OPC にも高感度化、高速化、高解像度化、高階調性、高い環境安定性、高耐刷化など要求される機能は一層高度化かつ複雑化している。

本稿では、上述の背景を受けて新たに開発した高速・高耐刷型（タイプ 11D）を中心に、単層型正帯電 OPC の概要を紹介する。

## ② 単層型正帯電 OPC の層構成と材料

図 1 に単層型正帯電 OPC の層構成と動作原理を示す。

図 1 単層型正帯電 OPC の層構成と動作原理



アルミニウムパイプなどの円筒形導電性基体上に、樹脂などからなる下引き層（UCL：Under Coat Layer）を設け、電荷発生材料（CGM：Charge Generation Material）、正孔輸送材料（HTM：Hole Transport Material）、電子輸送材料（ETM：Electron Transport Material）および樹脂バインダからなる感光層を形成した単層構造である。

感光層表面をプラスに帯電させ露光することにより、CGM にて正負両電荷が発生し、負電荷は ETM 間を移動し表面電荷を打ち消す。

一方、正電荷は HTM 間を移動し、UCL を通り基板表面に到達することにより、感光層の表面に静電潜像を形成し、トナーによる可視化と紙への転写を通してプリントされる。

## ③ 製品の概要

表 1 に富士電機製単層型正帯電 OPC の製品系列を示す。

従来のタイプ 11A から 11C までの製品群に加えて、新たに高速・高耐刷型のタイプ 11D を開発したことにより、低速（12枚/分以下）から高速（30枚/分以上）のプリンタに適用し得る製品構成を実現した。また、外形寸法 24



面川 真一

有機機能材料の開発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。



石井 秀幸

電子写真用感光体およびその周辺装置の営業に従事。現在、富士電機画像デバイス（株）営業部担当課長。



鍋田 修

薄膜太陽電池デバイス、有機感光体の開発に従事。現在、富士電機画像デバイス（株）製造部次長。

表1 製品の概要

項目 タイプ	特徴	推奨マシン (枚/分)	耐寿命 (枚/A4間欠, 30 mm 換算)
11A	低速型	~ 12	20,000
11B	中速型	10 ~ 18	30,000
11C	中・高速型	12 ~ 24	140,000
11D	高速・高耐刷型	30	200,000 (120 mm にてA4連続換算 100万枚まで使用可能)

表2 タイプ11Dの特徴と材料の関係

特徴	材料系の特徴
高感度化	CGM 量子効率向上
高速応答	HTM 正孔移動度向上 ETM 電子移動度向上
高強度	樹脂バインダ ガラス転移温度向上 表面硬度向上
耐リーク性	UCL 厚膜化(導電性制御)

mm の小型機種から 262 mm の大型機種までさまざまな要求に応じた製品に対応が可能である。

これらの感光体は以下の特徴を持つ。

- (1) 解像度, 階調性に優れたプリント画質が得られる。
- (2) 環境変動に対する電位安定性が高い。
- (3) 光, オゾンなどの暴露に対して高い耐性を示す。
- (4) 実機内での連続使用に対する画質変化がきわめて少ない。

特にタイプ 11D は, 表 2 に示したように個々の材料設計・開発を通して, より高性能化が図られている。

具体的には以下のとおりである。

- (1) UCL: 吸湿性や電気抵抗値を適切に制御し, ブロッキング性を高めた新規材料を適用することで電気特性の安定性を高めた。
- (2) CGM: 量子効率を向上した新規 CGM を適用し, 高感度化を実現した。
- (3) HTM, ETM: 高い電荷移動度を持つ新しい材料を開発し, 高速化するとともに, 環境安定性の改善を行った。
- (4) バインダ: 高強度かつ高いガラス転移温度を有するバインダを適用し, 機械的強度(熱的安定性や耐刷性)を高めた。

上記各材料系の含有比率の最適化を行い, 感光層中の電荷の移動をスムーズにすることで, 画像上に現れるメモリ, 画像欠陥などの画質悪化を抑制した。このような特性を有するタイプ 11D は, 従来のタイプ 11A から 11C の適用分野が中・低速用プリンタ中心であったのに対して, 高速プリンタ, カラープリンタ, エンジニアリング用マシン, オンデマンド印刷機など多様な分野への適用が期待できる。

4 感光体特性

以下に正帯電 OPC 製品群の代表的な感光体特性について述べる。

図2 分光感度特性

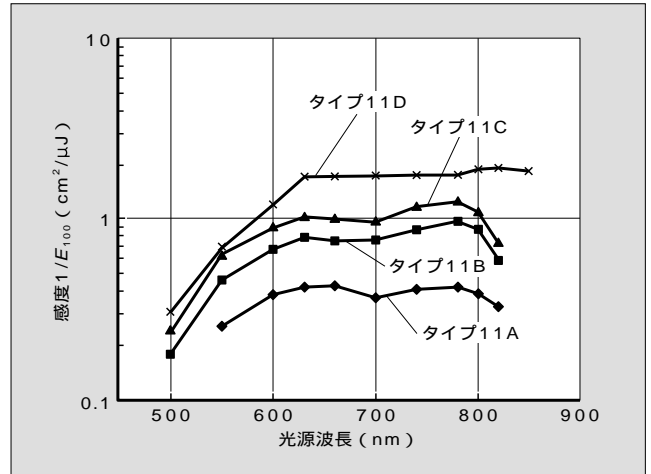
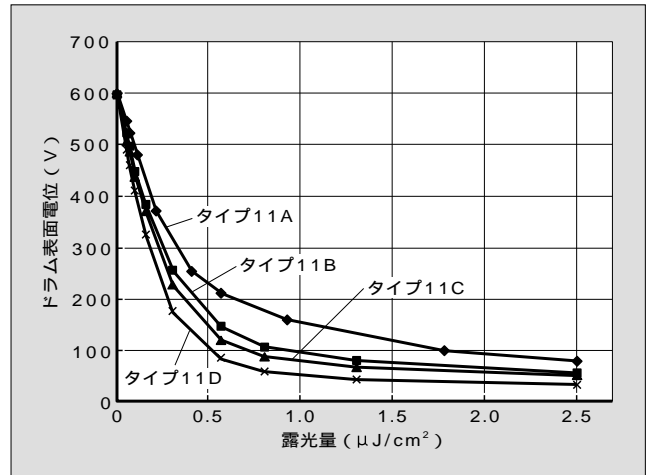


図3 光減衰特性 (PIDC)



4.1 感度特性

図 2, 図 3 には分光感度特性と光減衰特性 (PIDC: Photo Induced Discharge Characteristic) を示す。

いずれの感光体も分光感度特性は波長 600 nm 以上でほぼ平坦であり, LD (Laser Diode), LED (Light Emitting Diode) などの光源に対応でき, かつ半減衰露光量 0.15 ~ 0.38 μJ/cm² までの幅広い範囲の感光特性をカバーし, 低速機から高速機まで対応可能である。

図 4 に帯電特性を示す。

0 ~ 1,000 V まで直線的に上昇し, 高帯電電圧においてもリークなどを生じないとともに, ローラやブラシなどの接触帯電方式においても良好な帯電特性が得られる。

4.2 応答性

図 5 に光応答性を示す。

タイプ 11A から 11D のすべての OPC ともに, 露光後 75 ms まで明部電位は一定の値を示し, 露光一現像間時間 75 ms までのマシンプロセスに十分対応可能である。特にタイプ 11D は, 露光後 30 ms においても明部電位上昇が認められず, より露光一現像間時間の短い, 小型高速機へ

図4 帯電特性

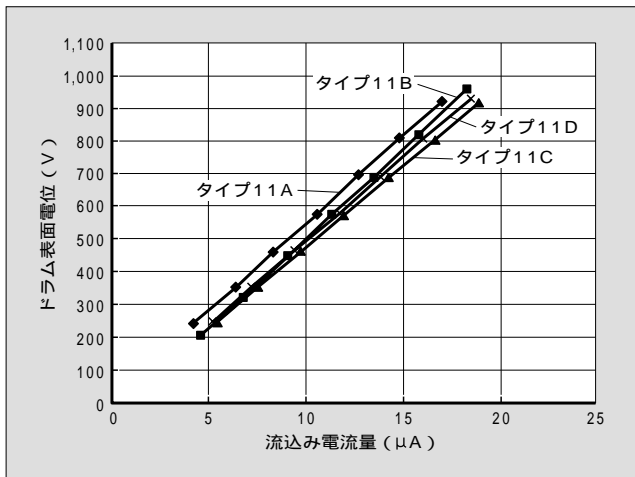


図7 光疲労特性

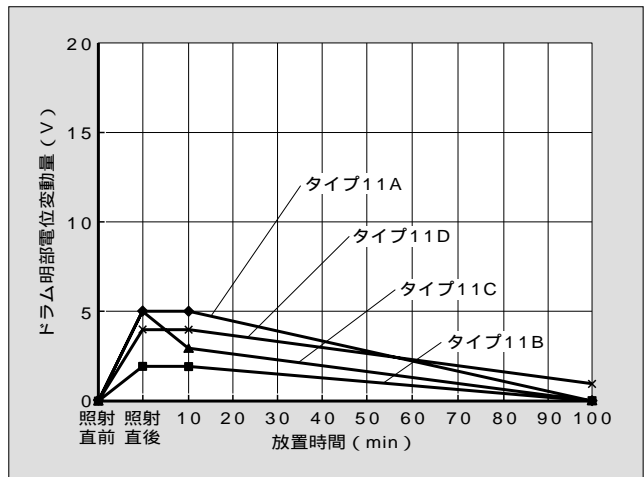


図5 光応答性

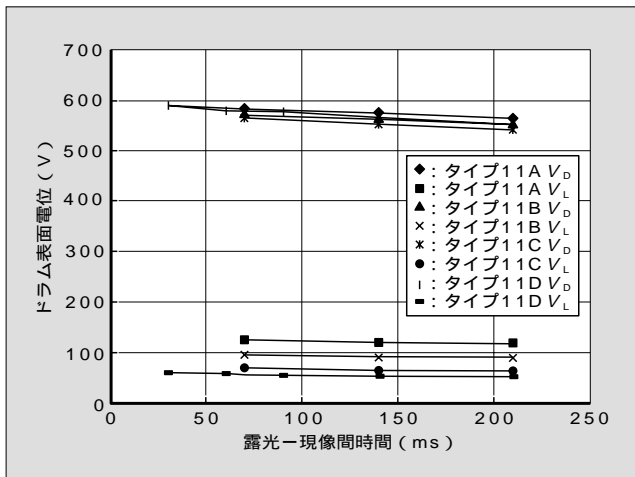


図8 オゾン耐性

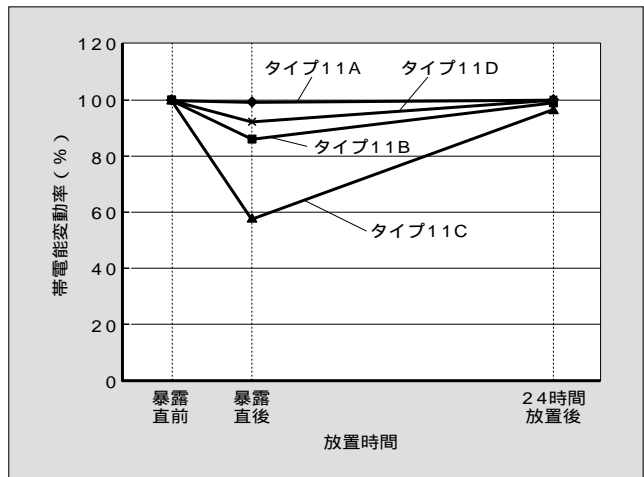
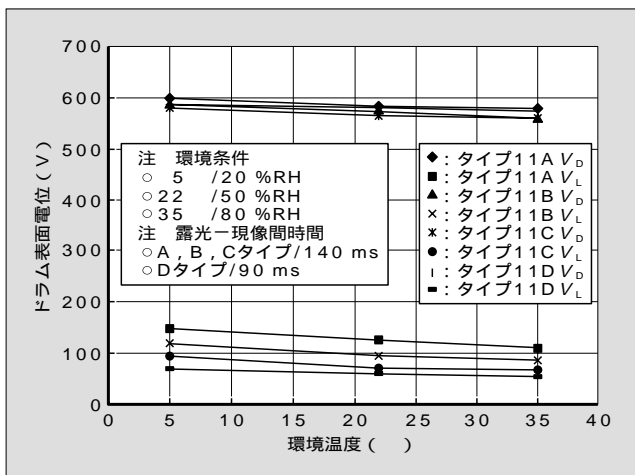


図6 明部電位 (V<sub>L</sub>) と暗部電位 (V<sub>D</sub>) の環境依存性



の適用が期待できる。

4.3 環境特性

図6に明部電位 (V<sub>L</sub>) および暗部電位 (V<sub>D</sub>) の環境依存性を示す。

いずれの感光体においても、5 20 % RH ~ 35

80 % RH の温湿度範囲で暗部電位、明部電位ともに安定で、環境変動がきわめて小さく、高い安定性を示す。

4.4 光疲労特性とオゾン耐性

図7に光疲労特性を示す。

いずれの感光体においても、強光疲労特性が非常に優れており、1,000 lx、10分の光照射による暗部電位の変化量は小さく、その後の時間経過による回復も早い。

図8にオゾン暴露後の帯電能変化率を示す。

5 ppm、30分のオゾン暴露直後は一時的に帯電能が低下するが、24時間の室温放置でいずれの感光体も、ほぼ初期の帯電能まで値が回復する。特にタイプ11Aと11Dはオゾンに対する耐性が高く、暴露直後の帯電能低下も小さい。

4.5 耐刷性 (タイプ11D)

図9にタイプ11Dを二成分現像方式のマシンに搭載し、耐刷性評価を行った際の電位変動を示す。

タイプ11Dは評価後も明部電位、暗部電位ともに安定で、かつ画質の低下も認められず、20万枚程度までの耐刷寿命を実現した。

図9 耐刷試験による電位変化(タイプ11D)

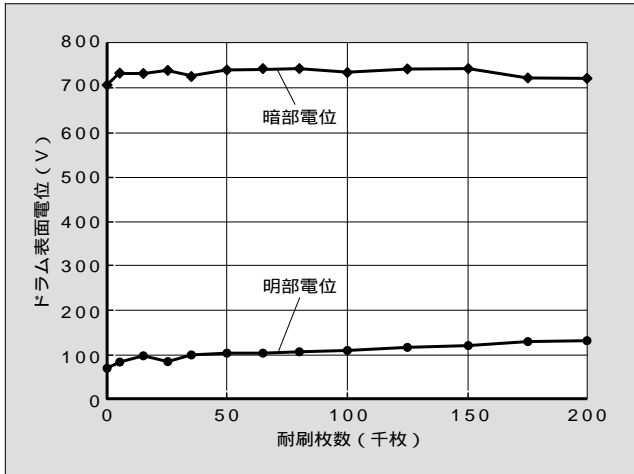


表3 信頼性試験による特性変化

試験項目	試験条件	試験前後特性変動値	
		暗部電位変動率	明部電位変動率
高温放置	45 下: 1,000時間	< ±5%	< ±10%
高温高湿放置	35 , 90%RH下: 1,000時間	< ±5%	< ±10%
ヒートサイクル (10サイクル)	- 20 下: 1時間 常温常湿下: 0.5時間 45 下: 1時間 - 20 下: 1時間 常温常湿下: 0.5時間	< ±5%	< ±10%
ローラ汚染試験	ローラ材質: NBR/ウレタン/ シリコーン 50 90%RH下: 250時間	なし	なし 画像障害なし

4.6 信頼性

表3に各信頼性試験による特性変化を示す。

すべての試験項目において暗部電位変動率5%以下、明部電位変動率10%以下と高い信頼性を有している。特にローラ汚染試験に関しては、NBR(アクリロニトリルブタジエンゴム)、ウレタン、シリコーンなどからなる各ローラを感光体に圧接し、50 90%RHの環境下で250時間放置しても感光体特性変化を起こさず、かつマシンに搭載し画像出した結果でも画質の低下を起こさないことが確認された。

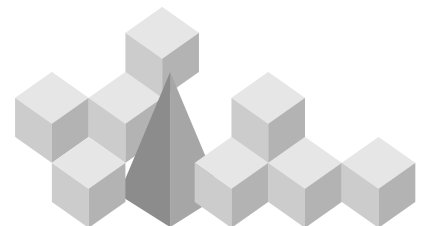
5 あとがき

富士電機では有機材料合成技術、層設計技術、製造技術などの要素技術をベースに単層型正帯電OPCの品質向上を図り、タイプ11Aから11Dまで、広範囲のマシン仕様に対応できる製品系列を造り上げてきた。

今後も、今回紹介したタイプ11Dを、さらに高速・高品質・高耐刷化した新たな製品群を鋭意開発し続けていく。また、新しい感光体としてトナーの小粒径化による高解像度化を目的とした液体现像用プリンタをターゲットに、液体现像用単層型正帯電OPCの開発を手がけ、液体现像キャリアに対して十分な耐性を有する、新しい材料系の創出を図っている。

さらに、マシンの小型化が期待できる低価格なOPCとして可とう性基板を用いたベルト型やシート型の単層型正帯電OPCの検討を進め、カラープリンタなどへの展開を目指し、基板材料やシート接合方法の開発に取り組んでいる。

今後も有機材料合成技術、層設計技術、および製造技術を一層充実させるとともに、これらの開発を通して、多様化する市場ニーズに適合したOPC製品をより早く提供し続けていく所存である。





\*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。