

# 半導体レーザプリンタ用セレン感光体

北川 清三(きたがわ せいぞう)

成田 満(なりた みつる)

田中 辰雄(たなか たつお)

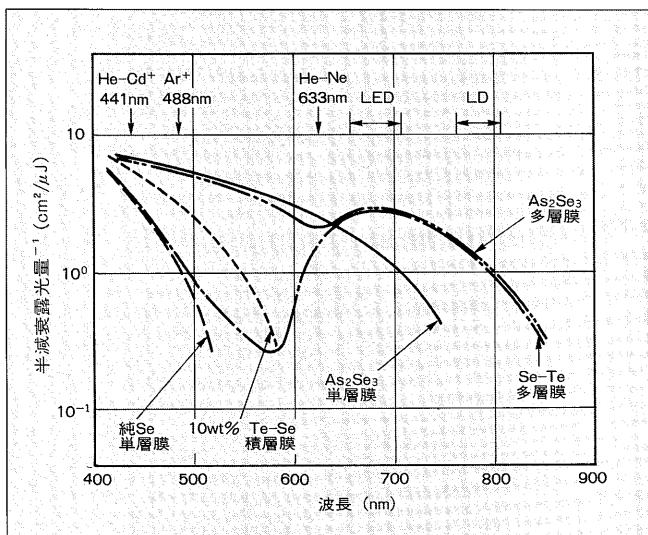
## 1 まえがき

電子写真方式のプリンタは複写機と違いデジタルに信号を受送信できるが、その中でも高解像度、高階調性といった高品位の印字および高速印字が可能な点など従来にない利点を有しているため、コンピュータの出力装置、パソコンコンピュータおよびワードプロセッサなどのOA機器として注目されている。

このプリンタの光源はガスレーザ、半導体レーザ(LD)、発光ダイオード(LED)、液晶シャッタ(LCS)などが短波長から長波長まで使用されている。このため、光プリンタ用感光体もこれらの波長に適合するように設計されている。

富士電機はこれらの多様な光源に対応した感光体を開発し製品化している(図1)。この中でもここでは特に小形化、省エネルギー化の点から拡大基調にある半導体レーザプリンタに対応した、セレン感光体について以下にその概要を紹介する。

図1 プリンタ用光源に対する各種セレン系感光体の分光感度



## 2 製品の概要

半導体レーザプリンタ用セレン感光体タイプ4Dの概要を表1に、動作原理を図2に示す。

## 3 特徴

コンピュータの出力装置として使用される大形のレーザプリンタは、コンピュータの性質上クラなど整備された空調室で使用されているが、半導体レーザプリンタはパソコンコンピュータやワードプロセッサなどの出力として使用されるため、温度、湿度などの環境条件が過酷となる。

表1 プリンタ用セレン系感光体タイプ4Dの概要

項目		代表特性
寸法	形状および寸法	φ60～φ140 (mm) 有効印字幅 用紙サイズによる
構成		電荷保持層 Se/As * 3 μm 電荷発生層 Se/Te 0.3 μm 電荷輸送層 純 Se 50 μm アルミ基板(JIS A 3003 アルミ合金)
		* : Se/Te合金層も可能
電気特性	帯電特性 $V_0$ 偏差 $\Delta V_0$	$V \pm 10\%$ (電位は現像特性による) 100V以下
	感度特性 半減衰露光量 $E_{1/2}$ 偏差 $\Delta E_{1/2}$ 残留電位 $V_R$ (明部電位)	0.5 μJ/cm² (at 780nm) (電荷発生層 Te濃度により任意に設定可能) 20%以下 100V以下 (at 780nm 5 μJ/cm²)
温度特性	帯電特性 $V_0$ 感度特性 $E_{1/2}$	20%以下 (at 5～40°C) 20%以下 (at 5～40°C)
繰返し特性	帯電特性 $\Delta V_0$ 感度特性 $\Delta E_{1/2}$	10%以下 (250サイクル) プロセス条件 10%以下 (250サイクル) による
環境特性	高温放置特性 低温放置特性 耐湿放置特性 保存寿命	45°C 1,000 h -20°C 1,000 h 35°C 65%～25°C 85% 1,000 h 35°C 65%以下 1.5年
耐刷特性	耐刷枚数 (A4)	10万枚 (高速機における実績30万枚)



北川 清三

昭和60年入社。プリンタ用セレン系および有機系感光体の開発に従事。現在、松本機器製作所感光体部。



成田 満

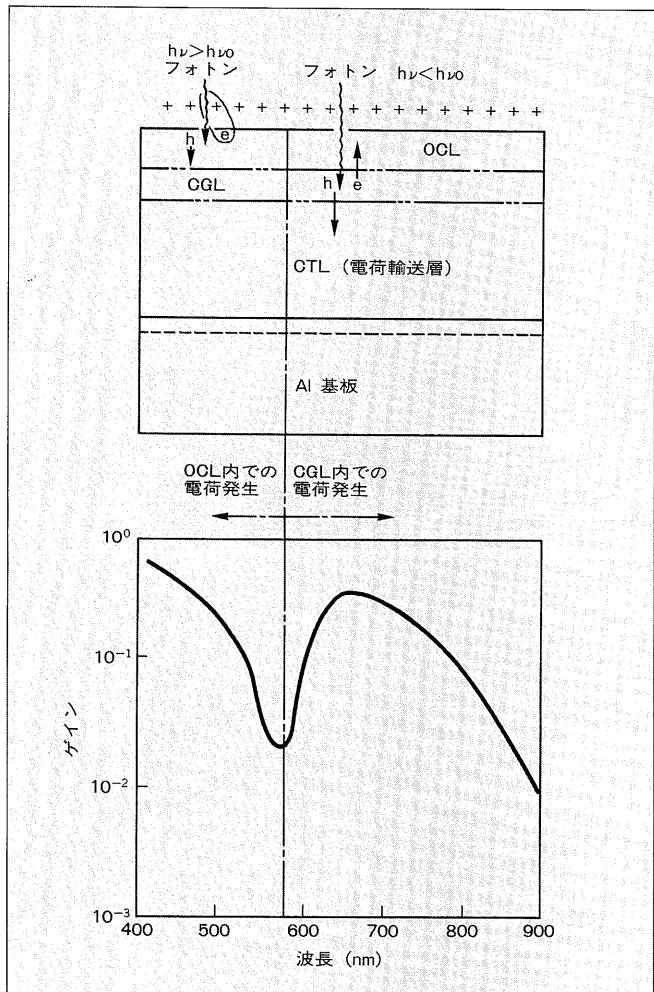
昭和54年入社。プリンタ用セレン系および有機系感光体の開発に従事。現在、松本機器製作所感光体部主査。



田中 辰雄

昭和50年入社。複写機およびプリンタ用各種感光体の開発に従事。現在、松本機器製作所感光体部課長。

図2 層構成と動作モード



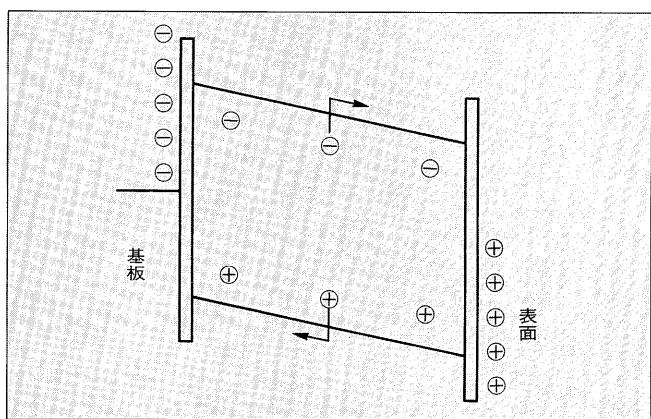
ものとなる。このため感光体に対しても同様な条件が適用される。

一方、プリンタの光源は従来のガスレーザから半導体レーザへ置き換えられるため、感光体としては長波長(780 nm)な半導体レーザに感度を有する感光体を開発しなければならない。このような要求を満足する目的で富士電機は機能分離形の多層膜感光体を考案するとともに、高感度な電荷発生層の薄膜形成技術や感光膜の材料濃度均一化技術を確立し、さらには外部ストレスが直接加わる表面保護層の最適化により、上述の半導体レーザプリンタ用セレン感光体を開発した。

以下にこの感光体の特徴を簡単にまとめる。

- (1) 感光体の層構成を図2のごとく機能分離形の多層膜感光体とするとともに、電荷が注入しやすい表面と基板側に最適なブロッキング層を設けたことにより、耐環境性にも優れた電位安定性が得られた。
- (2) 光を感じる電荷発生層は富士電機独自のフラッシュ蒸着技術により、高濃度(Te)薄膜均一性が得られ、長波長な半導体レーザに対しても高感度化が実現可能となつた。
- (3) 感光体の最表面層を硬度の高いSe/As合金にすることにより、トナー、用紙、クリーナなどの機械的ストレスにも十分耐える感光体となり、耐刷性は10万枚以上を

図3 暗減衰のモデル図



達成できた。

また、この感光体を用いた場合の除電光プロセス設計および現像剤、クリーニング系の適合性について、それぞれ富士電機独自のプロセスシミュレータおよび分析機器による解析により、最適なプリンタプロセス設計が可能である。

### 3.1 帯電保持能力

プリンタを繰り返し使用する場合や環境温度が変化する場合、トナーが感光体へ移動する現像部位置の電位が最も重要な要素になってくる。すなわち、帯電から現像部位置への移動時間により暗減衰の影響が顕在化していく。

この暗減衰の過程は次のような挙動として理解される。感光体に電荷が印加された後、基板および表面からの注入により表面電位が低下するとともに、感光体内部の熱励起自由キャリヤにより減衰する。この現象を「バンドギャップ」と考えると図3のようになる。したがって、この感光体では基板および表面の「バンドギャップ」を大きくするため基板側ではアルミニウム酸化物のブロッキング層を形成させ、表面側では電荷発生層と最表面層の間にブロッキング層を設けたサンドイッチ形の層構成にした。このように設計した感光体は、耐環境性についても安定した帯電能保持能力を有している。

### 3.2 高感度化

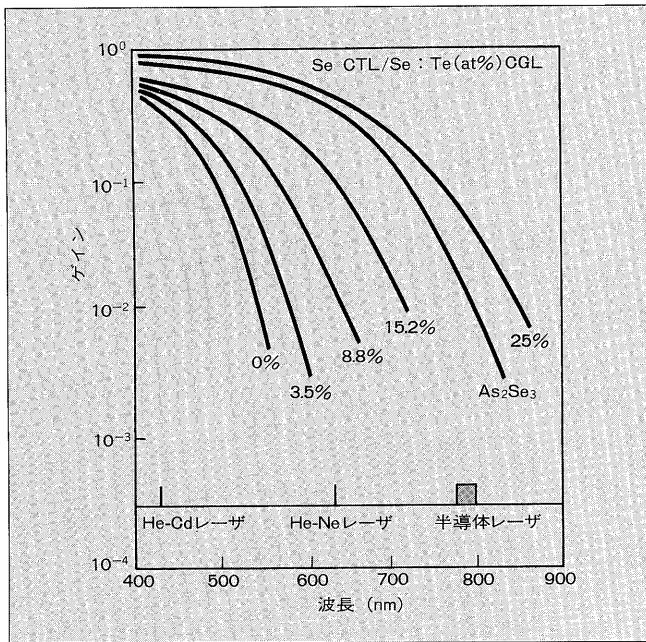
感光体における高感度化とは入射された半導体レーザが感光体内で吸収され、いかに効率よく電気信号に変換されるか、すなわち、

- (1) 半導体レーザ光の強度ができるだけ減衰されず電荷発生層(CGL)へ到達すること。
  - (2) CGLへ入射された光により発生するキャリヤペア効率(量子効率)ができるだけ高いこと。
- が要求される。

(1)に関してはCGL上の表面保護層(OCL)の材料がキーポイントとなり、半導体レーザ光ができるだけ吸収しない材料であるとともに高耐性を有する材料が選ばれる。具体的には後の高耐刷化の節で述べる。

(2)の半導体レーザ光により発生したキャリヤペアの効率は、一般的に式(1)で示される。

図4 分光感度のテルル濃度依存性



$$\epsilon \cdot \epsilon_0 / L \cdot dV/dt = \eta eF \dots \dots \dots (1)$$

$L$  は膜厚、 $\epsilon_0$  は真空中の誘電率、 $\epsilon$  は感光体層の比誘電率、 $e$  は電子の電荷、 $F$  は吸収フォトン数である。光減衰を測定する場合は、量子効率  $\eta$  よりもゼログラフィックゲイン ( $G$ ) という量を定義した方が便利である。量子効率は感光体の吸収したフォトン数に対するキャリヤペア生成率であるのに対し、 $G$  は入射したフォトン数に対するキャリヤペア生成率で表される。図4にセレンにテルルを添加した場合の  $G$  を示す。テルルにより  $G$  が増加し、半導体レーザ光に対しても十分なゲインが得られている。

また、図5は電荷発生層との関係を電界パラメータとして示してある。この図から、電荷発生層の膜厚は 200nm で十分である。一方、製品化に対してはこのような薄膜を形成する技術として富士電機は瞬時に蒸着が行われるフラッシュ蒸着技術を感光体用に開発し対応させた。

### 3.3 高耐刷化

実際の印字プロセスにおいて、感光体表面に生ずる現像系あるいはクリーニング系などによる機械的ストレスおよび熱的ストレスを抑制する目的で最表面に表面保護層を設けてある。この表面保護層は感光体が受けるストレスの程度によりその膜厚が設定されるが、一般の現像系ではセレン系感光層の削れ量は1万枚の印字に対し  $0.1 \mu\text{m}$  以下であり、 $1 \mu\text{m}$  以上あれば十分である。一方、熱ストレスに対しては従来の純セレンから最適な成分比とした Se/Te : Se/As 合金にすることにより図6のように約 6 倍の高寿命化が可能となった。

### 4 あとがき

光プリンタの中でも半導体レーザプリンタ用として開発

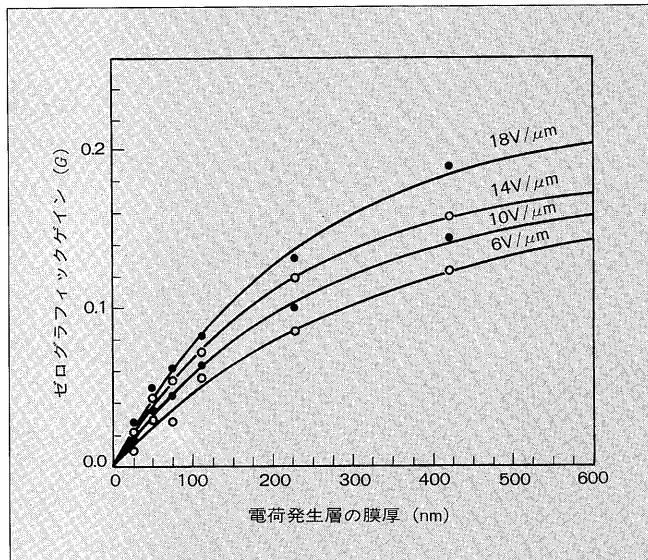
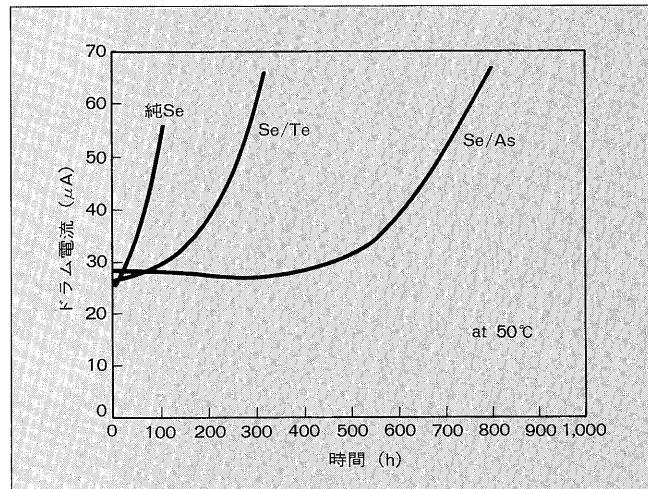
図5 電荷発生層膜厚に対するゼログラフィックゲイン ( $G$ )

図6 表面保護層の組成による熱ストレス性



したセレン系感光体について紹介した。今後、光プリンタはその特長を生かし、カラープリンタ、高解像度プリンタおよび複写機とプリンタの両者の機能を持ったデジタル複写機など、高機能化へ指向しつつある。今回紹介した半導体レーザプリンタ用セレン感光体はこのようなプリンタに対しても使用されつつあるが、今後の高性能化に向けてさらなる開発を推進してゆく。また、新プリンタプロセス設計および現像剤、用紙、クリーナなどの材料分析についても富士電機のプロセスシミュレータおよび ESCA などの分析機器により可能である。

### 参考文献

- (1) 田中辰雄：イメージング、電子写真学会、part3, p.76 (1989)
- (2) 北川清三ほか：応用物理学会秋季大会, p.381 (1988)
- (3) 高野正秀ほか：応用物理学会春季大会, p.414 (1989)
- (4) 成田満ほか：電子写真学会第62回研究討論会, p.11 (1988)



\*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。