総 説

電 子 材 料 と 静 電 気

安 田 晋 一 朗

花王 (株) 和歌山研究所 (和歌山市湊 1334)

Chemicals for Recording Materials and Electrostatics

Shin-ichiro YASUDA

Wakayama Research Laboratories, Kao Corporation
(1334, Minato, Wakayama-shi)

1 はじめに

我が国に限らず、先進諸国においては 1970 年代よりコンピューター化、オンライン化が進んできたが、それらは主として産業界の大手中心の展開であった。1980 年代に入ると A. トフラーの「第三の波」の著にある様に情報革命の中で、産業の米とも称される IC の高集積化、高速化と量産による低価格化と共に情報機器の高機能・小型・低価格化が進み、このハード面での著しい進歩とソフト面の進歩すなわち電気通信網との一体化にネによるネットワーク化、例えば VAN (付加価値通信網)、LAN (企業内情報通信網) 等の普及及び家庭においても CATV、ビデオテックス等のニューメディアが出現している。その流れの中で印字、複写といった記録システムもこの 10 年間で大きく変化して来た。また今後も世の動向に従って、小型、軽量、高画質、カラー化と性能、機能を向上しつつ発展してゆくであろう。

電氣を用いる印字、記録システムとしてまとめると図-1 のようになるがその中でも電子写真方式の変遷にはめざましいものがある。

静電氣を利用した電子材料としては、電子写真以外に静電記録紙、インクジェット用インク、液晶ディスプレイ

図-1 記録方式

一、数えあげれば際限ないが、本稿では、電子写真分野を中心にその技術の状況を今後の展望を絡めて論じてい。

2 電子写真プロセス

電子写真技術は C.F. カールソンによって発明され^{1)~3)}、Battele Memorial Institute と Haloid Company (Xerox Corporation の前身) との共同研究によって、実用化の基となる新技術が開発され^{4)~7)}、1960 年に初めて全自動複写機 Xerox 914 が上市された。本格的普及期に入ったのは 1965 年であり 1970 年以降は国産複写機が出現し急速に全世界に普及し現在に至っている⁸⁾ (図-2)。

電子写真プロセスは、基本的には全く変遷はしておらず、①帯電 ②露光 ③現像 ④転写 ⑤定着 ⑥感光体の清掃、の 6 工程より成っている。

これら一連のプロセスは図-3 のように連続で行われるが、このプロセスの中で、重要な役割を担うのが帯電工程の感光体と現像工程におけるトナーである。

まず、上記各工程での役割を簡単に説明する。

2.1 帯電及び露光プロセス

図-2 世界複写機市場

図-3 電子写真プロセス

光導電体面をコロナ帯電により一様に帯電せしめた後、適当な露光システムにより、原稿に対し逆の像を光導電体面に結像し静電潜像 (Latent) を形成する。

一般に高感度記録においては画像形成時に何らかの増幅工程があり、例えば銀塩写真では 1 photon 当たり 10^9 個の Ag 原子が析出している。電子写真においては帯電-露光において以下のように増幅している。

まずコロナ帯電により 800 V 程度の電位を感光体面上に載せ、光照射により 100 V 近辺まで電位低下せしめる工程で光エネルギーの約 100 倍のエネルギーが感光体から開放され潜像が形成される。現像の結果 1 photo 当たり 10^4 個の染料分子が使用され可視像が形成される。

光導電体 (感光体) は表-1 のように多種実用化されておりコロナ帯電の感度極性も感光体の種類により異なっている⁹⁾。又、有機光感光体は近年急激に性能が向上し、感光体市場を賑わしている。その技術動向に関しては後に述べる事とする。

表-1 各種感光体とその特徴

分類・材料	成形技術	構成	キャリア	膜厚	特徴
アモルファス・カルコゲナイド a-Se a-As ₂ Se ₃ , a-Se-As-Te	真空蒸着 (ドラム)	単層積層	正孔	~50 μm	<ul style="list-style-type: none"> 感度・耐久性に優れ、多く使用されている 耐熱性・機械強度が低いのが欠点 毒性
無機結晶-樹脂分散系 ZnO (色素)-樹脂 CdS-樹脂	混合分散 塗布	単層	電子	~20 μm	<ul style="list-style-type: none"> 感度良好 不均質系で、生産管理が難しい CdS は廃棄に問題あり
有機光導電体 (OPC) 光導電性高分子 有機分子-樹脂分散系 機能分離型積層感光体 微結晶樹脂分散系	乾燥 (焼結) (ドラム) (シート)	単層積層	正孔	10~15 μm	<ul style="list-style-type: none"> 大面積化が容易 コストが低い 材料の選択自由度に富む 安定性・耐久性に問題あり 廃棄が容易 a-Si とともに次代感光体として注目されている
アモルファス・シリコン a-Si:H	グロー放電分解 (ドラム)	単層積層	正孔電子	20~30 μm	<ul style="list-style-type: none"> 大面積が可能 感度良好 機械強度に優れている コストが高い 無公害材料 OPC とともに次代感光体として注目されている

図-4 感光体の表面電位の変化とトナーの挙動

図-5 複写機の暦年内容の変化

感光体に要求される基本的な性能は、①暗所において高絶縁体である (静電荷を受容し、保持する能力)。
②光照射により放電する (光キャリアー生成と輸送の能力)、の2項である。

帯電と露光による画像の形成を電氣的に図示すると図-4 のようになる¹⁰⁾。

2.2 現像・転写プロセス

現像方式は多様にあるが、大別すると乾式現像方式 (熱可塑性樹脂に着色剤等を練り込んだ微粉末を角い) と液体現像方式 (石油系有機溶剤に分散した帯電トナー微粒子を電気泳動現象を利用して現像する) と区別される。その推移を図-5 に示すが湿式法は徐々に衰退し、

乾式2成分現像系 (トナーとキャリアーと称される磁性粉を2対98ないし30対70の比率で混合し使用する) と乾式1成分系現像系 (トナー中に 0.1~1.0 μm 径の磁性粉体を練り込んで使用する) が主流となっている (図-6)。主たる現像方式とそれぞれの特徴を表-2、表-3 に記したが画質、ライフ (耐刷性) 等要求される性能は徐々に高まっており、新しい現像方式、現像剤の出現する可能性は、液体現像方式も含めまだ充分にあるものと考えられる。

2成分現像方式においては、カスケード法は装置が大型で配置上にも制約があり (落下式のため) 又細線再現は優れているが黒ベタ部の白抜け (エッジ効果)、階調再

図-6 一成分系，二成分系現像ユニット例

表-2 現像方式による分類

現像方式	帯電方法	トナーの性質	現像法
二成分系	キャリアーとの摩擦帯電	絶縁性—非磁性	カスケード法 磁気ブラシ法
一成分系	誘導電荷	導電性—磁性 高抵抗性—磁性	磁気ブラシ法
	摩擦帯電 摩擦の相手 現像スリーブ トナー同士 穂切りブレード等	絶縁性—磁性 非磁性	FEED 法 (リコー) ジャンピング (キャノン) タッチダウン法 インプレッション法

表-3 各種現像剤の特徴

	長 所	短 所
一成分系	現像機の構造がシンプル・コンパクト トナーの濃度制御が不用 現像剤の交換が不用 圧力定着が可能	高精度が必要 環境安定性に劣る カラー化対応に劣る 定着性に劣る
二成分系	高速現像が可能 環境安定性が比較的広い カラー化対応が容易 細線再現性が良い	現像機が複雑・大型化 現像剤の交換必要 トナーの濃度制御が必要 かくはん機構が必要

現性等の問題もあり、現在ほとんどの複写機は磁気ブラシ法（マイクロトニング法、PFP 法等も含めて）が採用されている。通常の磁気ブラシ法では、キャリアーとして平均粒径 50～200 μm の鉄粉を用い、これにトナーを 2～10 wt % 混合し現像剤として使用する。トナー濃度は、キャリアーの比表面積に比例して増減される。図-7 に代表的キャリアーを示す。キャリアーは細かい程、高解像度の画像が得られるため、徐々に細かいキャリアーに移りつつあるが、キャリアーが感光体に移行し感光体を損傷する、現像剤の飛散が生じやすい等、不都合も生じやすく、キャリアーの粒度は、現像システムとのバランスにより決定されるものである。従来からキャリアーとしては、還元鉄粉が用いられている。偏平不定形キャリアーで比表面積が大きく、トナー濃度が高いた

樹脂コートフェライトキャリアー

樹脂コート球状キャリアー

不定形キャリアー

マイクロキャリアー

図-7 各種キャリアー例

め、画像濃度が高く欧米で好まれる画質となる。鉄粉表面は強制酸化され、赤紫色を帯びているがこの処理により空気中で非常に安定であるばかりでなくその処理度合いにより、キャリアーの表面抵抗を変え画像濃度を調整する事ができる。

欠点は比表面積が大きく、トナー濃度が高いため、余分なトナーを現像スリーブでかくはんするため、現像剤のライフが短い事である。画質も含めライフは重要な性能であり、これらを改良するため、スポンジキャリアー、球状キャリアー、マイクロキャリアー、フェライトキャリアー等種々考案、実用化されている。又、キャリアー表面をコートし、帯電量、及び抵抗のコントロールを行うばかりでなく、耐久性も向上できる。

画像品質は、環境変化、連続複写時、大量複写後も初期の通常環境下での場合と変わらぬ良好な画質でなくてはならない。各環境下（高温多湿、低温低湿）で摩擦帯電量、電気抵抗が変化しない様、トナー材料、キャリアーコート材料の調整を行う。特に親水基を有する材料を避ける事は重要である。

またトナー消費による現像剤のトナー濃度のコントロールも、磁気、体積、画像濃度等を正確に感知できるセンサー、システムが出現している。

一番問題となるのは、現像剤の劣化であるが、現像剤の長期使用により、①画像濃度の低下、又は増加、②地かぶりの発生（白地部にトナーが付着し紙面を汚す）、③階調性が無くなる、④画質に鮮やかさ、シャープさが無くなる、などの現象が現れる。

原因については、

①トナーのキャリアーへの被覆（融着）

②微粒子，強帯電トナーのキャリアーへの付着

③電荷制御剤，染料等のキャリアー汚染

などが挙げられるが，使用樹脂，添加剤，トナー製造条件の他に現像器構成等も係り，劣化現象の定量的解析はまだ充分には行われていない。

1 成分系現像剤は比重の高いキャリアーを使用しないため，有利であるがトナー同士の摩擦，現像スリーブ面，穂切りブレードとの摩擦，などにより劣化する。

1 成分系現像方式は，低速機で主として用いられていて，2 成分系をりょうがするには至っていないが，問題であった低温定着性，耐環境性が改良され，徐々にその比率を伸ばしている。

以前の低抵抗磁性トナーは，転写時に転写紙側から電荷注入があるため転写性が悪く，PPC には不向きであったが，絶縁性高抵抗トナー ($10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の体積抵抗) を使用する技術が確立し，低速機を中心に使用されている。現像機構に関しては，①接触型で高抵抗磁性トナーも導電性トナーと同様に静電誘起により帯電するもの¹¹⁾，②非接触型で2 成分系現像方式と同様，摩擦帯電(この場合現像器内のスリーブ面との摩擦)により，トナーに電荷が発生すると考えるジャンピング方式¹²⁾に大別される。

このジャンピング方式の特徴は，トナーが感光体と磁気ブラシの間を飛ばしようとする点にあり，トナーの厚み(db) が $50 \sim 100 \mu\text{m}$ ，ギャップ(g+db) が $250 \sim 1000 \mu\text{m}$ と非常にトナー層も薄く，ギャップも狭く，高精度の現像器である。具体的には，感光体面と現像スリーブ間に偏心させた交番電流を印加し，ギャップ間でトナーを振動させ，地かぶりを防止すると共に階調性も制御している。摩擦帯電機構に関しては不明りょうな点が多く，トナー粒子間でも行われているとの報告もある¹³⁾。

感光体面の潜像をトナーにより画像形成した後，転写用紙の裏面から電荷をかけ転写するが，低抵抗のトナー粒子，帯電量の高いトナー粒子は転写されず感光体に残り感光体の清掃工程で取り除かれ廃棄される。

転写効率は，通常 80% 程度であり，帯電量に分布がある限り，転写効率はこのレベルを大幅に変えられない。又，トナーを廃棄せず再使用する場合もあるが，寿命/画質に問題が出やすい。

2.3 定着プロセス

感光体面のトナー画像を転写後，この像を永久像とするため，熱又は/及び圧力により定着させる。

定着方式は多種実用化されており，コピースピード，複写サイズ，総電力，コスト，スペース，ウォームアップ時間他種々の要求が考慮され選定される。

定着方式によって，トナー，バインダー樹脂に要求される熱特性は著しく異なり，非接触定着方式の場合は熱に対して敏感に挙動するシャープメルト型樹脂，接触定

着方式では分子量分布が広く，溶融時ゴム弾性を有し，ヒートローラーには付着する事なく，アンカー効果をもって紙面に定着する事によりホットオフセット現象の発生し難い樹脂が用いられる。又，圧力定着方式には圧力感応物質(主としてワックス類)が用いられる。

熱ローラー定着方式は，付帯装置が必要であるが， $120 \sim 200^\circ\text{C}$ 間の表面温度で定着が可能であり，かつ小型，熱効率が良いため広く採用されている。

定着装置は，ヒートロールとプレスロールの二本のロールによって成っている。ヒートロールにはフッ素系樹脂コートロール(ハードロール)とゴムロール(ソフトロール)の2種類がある。前者は長寿命であるが，紙のカール，帯電の問題，画質に光沢があり，固い感じの画像となる。後者は寿命は若干短いが，高画質であり，カール，しわが発生しないといった特徴がある。

プレスロールには，シリコンゴムロールが用いられるが，オイルコート方式では，耐シリコンオイル性に優れた HTV, LTV が，オイルレス方式ではトナーとの離型性に優れた RTV ゴムロールが使用される。

いずれにしても，長寿命(外径の摩耗，硬度変化が無い，一定のニップ幅，トナー汚染の少ない等)である事が重要である。

以上，複写プロセスに関して概要を述べたが，今後の動向として

- ① 小型，軽量，高速
- ② 高画質
- ③ 低価格(本体，消耗品とも)
- ④ 多機能(両面コピー，ソーティング，拡大，縮小等)
- ⑤ メンテナンスフリー(トラブル少なく，メンテナンスのほとんどが素人で可能，付属品の寿命が長い)
- ⑥ 簡便化(使いやすく，ウォームアップ時間が短い)
- ⑦ カラー化(単色カラー，フルカラー)
- ⑧ 複合化(複写以外の機能，例えばファクシミリ，プリンター等の機能も備える)
- ⑨ 無公害(臭気，毒性，雑音)

等があげられるが，そのほとんどに現像材料，感光材料が関連している。

3 トナーの物性(トナー材料と帯電性)

現像剤に要求される特性は前述のように，感光体，現像方式，キャリアーの種類，定着条件など電子写真のほとんどの工程に関連し，表-4 に示すように，摩擦帯電特性のほか表面化学的，熱的，粘弾性的，機械強度的な性質など，様々な角度から検討される。

トナーの構成材料は，結着剤として熱可塑性ポリマーが 80~90%，着色剤として顔料が 5~10%，その他，

表-4 帯電と化学定数

試料号	構造	e	σ	I.P. (eV)	帯電
PDAS		-1.37		7.30	+
PAS			-0.66	7.70	+
PPMS				9.20	+
P4VP		-0.20		9.23	+
PAAm		+1.30			+
PMMA		+0.40			+
PVAc		-0.22			+
Pa-Mest		-1.27			-
PSt		-0.80			-
MAAn		+2.25			-
PVCl		+0.20			-
PSAS		+0.37	+0.57		-
PNS		+0.39	+0.778	10.18	-

添加剤として、電荷制御剤、オフセット防止剤、流動化剤、クリーニング剤等が必要に応じ加えられる。

結着剤としては、低分子量ポリスチレン、スチレン-アクリル共重合体、ポリエステル、エポキシ樹脂、ポリエチレン、アルキド樹脂、エチレン-酢ビ共重合体等がポリマーの帯電特性、粘弾性等考慮され、目的に応じ使い分けられる。着色剤としては、カーボンブラック（主にファネスブラック）が多いが、帯電制御をかねて、ニグロシン染料（正帯電用）、含金属染料（負帯電用）、更にカラートナー用にローダミン系の赤色顔料、青色用に銅フタロシアニンが用いられている。

電荷調剤としては、正帯電用に各種ニグロシン系染料、負帯電用に含クロム系のアゾ染料が用いられる^{14)~16)}。カラートナーの要求も多く、各種の考案がなされている^{17)~22)}。

概して、塩基性窒素など電子供与基を含む材料は正電荷を帯び、ハロゲンなど電子受容性の強い材料は負電荷を帯びる^{23), 24)}。一方、トナーの帯電はキャリアの表面材質にもって著しく異なり、又、環境状態、使い込んだ時点での帯電性など複雑な因子も考慮する必要がある。

磁性トナーでは磁性微粉末として四酸化三鉄、 γ -酸化鉄(III)、フェライト粉、等が用いられるが主にマグネイト(四酸化三鉄)が用いられている。

摩擦帯電量は、複写プロセス、主に現像方式により異

なるが 10~30 μ C/g の範囲である。帯電量が小さすぎると、現像時の現像部のかくはん及び感光体との機械的衝撃力によりトナーが離脱し、地汚れ、トナー飛散が生じる。

帯電量が高すぎると、トナーとキャリア間のクーロン力が強くなりすぎて、感光体へ移行するトナーの量が少なくなり画像濃度が低下する。

トナーの帯電量は、トナー中のカーボンブラック等顔料の種類、添加量により異なるほか、同一組成であっても製造条件、例えば混練条件、粒度分布など外的要因により異なる。

帯電量は、ファラデーゲージによるブローオフ法²⁵⁾、マグネットブローオフ法²⁶⁾、などにより測定されるが、現像器内の帯電挙動を推定する事ができる。トナーは現像器内に長く留まるものもあるが、現像器内に補給された直後に感光体面に移行するものも多く、接触時、瞬時に所望の帯電量に到達する必要がある。同時に連続コピーに影響を及ぼすため、到達した帯電量は常に一定に保持されなくてはならない。

更に詳細な帯電量測定法としては、平行板電極法²⁷⁾、チャージスペクトルグラフ法²⁸⁾がある。これらの測定方法により、更に詳細にトナーの性能を予測する事ができる。

複写機の高性能化の要求の中で高画質化（解像度、黒ベタ部の均一性、階調性、ハーフトーンの均一性など）に関連するものでは、トナー粒子の微小化、分布の均一化とそれに伴う流動性の改善と各トナー粒子の均一帯電、迅速帯電（添加剤の性能向上と均一分散）の改善が必要であり、高速化又は小型化に関しては、トナーの低温定着性の向上と非オフセット領域の拡大であるが、バインダー樹脂の改良（分子量、分子量分布、モノマー種類、橋かけ剤の選定）の他に離型剤、定着剤等の添加剤も適した材料が必要である。

4 有機光導電材料

電子写真プロセスの中で、感光体の占める役割は非常に重要である。

画像形成システムとして電子写真方式が著しく伸びた理由の1つとして a-Se、CdS、ZnO で代表される光導電体の実用化と絶えざる改良が加えられて来たことが挙げられる。

近年 a-Si 及び有機感光体 (OPC) がそのおのおの本来の性能の良さに更に改善が加えられ、急速に発展しつつある²⁹⁾ (表-5)。

感光体に要求される基本性能としては、

- ① 暗所で充分なコロナ帯電を保持できる（高抵抗、電極からの注入、表面トラップ）
- ② 光照射により、コロナ帯電を充分に中和できるキ

表-5 各種感光体の開発状況

非晶質	a-Se	感度up	Se-Te/Se	感度up 耐熱性	As ₂ Se ₃	無公害 高感度	a-Si
		耐熱性 感度up	PVK/Se-As				
有機	アントラセン	感度up	PVK/TNF	感度up 安定性	OPC(T)/OPC(G)		
				C.G.L.: ヒスアゾ染料, フタロシアニン染料 etc C.T.L.: ヒドラゾン化合物, ピラゾリン誘導体			
バインダー	ZnO	感度up	Ins./CdS	光疲労対策	CdS・nCdCO ₃	(+)帯電化 無公害	Cu-フタロシアニン

キャリアの生成がある（ホール，電子対又はエキサイトンの発生；光吸収，キャリア生成機構と効率）

- ③ キャリヤー輸送能力が高い（キャリア移動度が
大，又はキャリア寿命が長い）

- ④ 機械的強度が大（耐衝撃性，硬度，耐摩耗性）

その他，保存性，安全性，耐環境性（温湿度依存），クリーニング性，など繰り返し使用しても諸特性の変化が無い

が挙げられる。

各種代表的感光体とその特徴を表-1 に示したが，最近では，プリンター用感光体として，半導体レーザー，LED など長波長光に感度を有する材料の開発が盛んである。

一方複写機においても，従来のアナログ型からデジタル型へ，単色系からフルカラー化への傾向が見られ，この用途においても，長波長感度のある感光体が望まれる。

Se-Te, Se-As といった Se 合金，a-Si 系及び OPC は，おのおの本来有する欠点が改良されてきており，かつ長波長感度の高い感光体である。

有機光導電体は，無機光導電体に比較して，一般に感度，耐久性などの点で劣っているが，

- ① 長波長まで高感度でフラットな感度特性を持つものが可能である。
- ② 材料設計，機能付与に自由度がある。
- ③ 成形加工に優れ，低価格化が容易。
- ④ たわみ性，軽量なため，複写機設計に都合が良い。
- ⑤ 安全性高く廃棄可能といった利点がある。

従来は単層型で，電荷保持，光キャリア発生，キャリア輸送の役目をすべて受け持っていたが，その様な性能をもつ材料は限定されており，現在では，機能分離型の研究が盛んである^{30)~33)}（図-8）^{34),35)}。

機能分離型は，基本的にはアルミニウム蒸着ポリエステルフィルムとかアルミドラム上に，電荷発生層（CGL; Charge Generation Layer）と電荷移動層（CTL; Charge Transport Layer）を積層した形になっている。

CGL は 1 μm 以下，例えば 0.1 μm と非常に薄く形

図-8 OPCの層構成と潜像形成

図-9 複合型 OPC とキャリア注入の2形態

成される。その理由は，入射光を十分に吸収する厚みがあれば良く，厚くするとキャリア発生が多くなり，表面電荷を打ち消し帯電しなくなるためである。

CTL は 10~20 μm 程度に形成するが，これは電荷保持能力が 1 μm 厚当たり 30~60 V であり，使用目的に応じ調整されるためである。又，透明層である方が望ましい。CTL にはポリビニルカルバゾール（PVK）も用いられるが多くは低分子量材料をポリエステル，アクリル樹脂，ポリカーボネートなど汎用樹脂にブレンドして使用する。そのため，CTL 材料はバインダ樹脂，溶媒に対する相溶性，溶解性が良い必要がある。

機能分離型においては，光は CGL に当たり Electron pair を発生さす。一方が基体の導電層に流れ，他方が CTL に注入され CTL を移動し，あらかじめチャージされている表面電荷を中和し，潜像が形成される（図-8）。

CGL から CTL への電荷注入は図-9 に示すようなモデルが考えられており，ホール（正孔）注入の場合には両層の最高占有準位が接近している事，電子注入の場合には最低空準位が接近している事が条件である³⁶⁾。

電荷発生材料としては，アゾ系³⁷⁾，ピリリウム系⁴⁰⁾，フタロシアニン系^{41)~43)}，シアニン系，スクアリウム系⁴⁴⁾，ポリメチン系，アズレニウム系⁴⁵⁾などがある。

電荷移動材料としては，エナミン系，ヒドラゾン系⁴⁶⁾，ピラゾリン系^{44),47)}，トリアルリルメタン系⁴⁸⁾，オキサゾール系³⁴⁾など低分子量体，及びポリビニルピレン，ポリビニルカルバゾール⁴⁹⁾，ピレン-ホルムアルデヒド，エチルカルバゾール-ホルムアルデヒドなどの高分子量体といった正孔輸送系が多い。

電子輸送系は TCNE，フルオレノン系，ニトロキサン等，電子吸引性物質が知られている。

有機感光体は，古くから知られているが本格的に開発

が始まって日が浅く、更に高感度有機感光材料も、精意研究の中から続々と発表される事と思われる。

また最近のものは、寿命の点でも非常に改善されている。静電気に係る電子材料として、電子写真分野に関して述べたが、電子写真方式は単に複写機分野のみでなく、デジタル化による高機能複写機（インテリジェントコピア・プリンター）、プリンター更に G IV 対応のファクシミリへと他分野への拡大も始まっている。

今後、他の印字システムと競合しつつ、ニューメディア用の印字方式として参入してゆくためには、消耗品も含めたシステムの低価格化と高信頼性が要求される。

(昭和 61 年 5 月 20 日受理)

文 献

- 1) C.F. Carlson, *US Pat.*, 2,221,776 (1938)
- 2) C.F. Carlson, *US Pat.*, 2,297,691 (1939)
- 3) C.F. Carlson, *US Pat.*, 2,357,809 (1940)
- 4) L.E. Walkup, *US Pat.*, 2,618,551 (1947)
- 5) E.N. Wise, *US Pat.*, 2,618,658 (1947)
- 6) R.M. Schaffert *Brit. Pat. Spec.*, 658,699
- 7) W.E. Bixby, *US Pat.*, 2,970,906 (1955)
- 8) 坂巻資敏, *OEP*, **1986** (3), 26
- 9) 横山正明, 電子写真学会 講習会, (19) 1 (1985)
- 10) 安田晋一郎, 電子写真学会 講習会, (18) 61 (1984)
- 11) 高橋 通ら, 電子写真学会誌, **20** (1), 8 (1981)
- 12) 田中元治ら, 電子写真学会誌, **19** (3), 2 (1980)
- 13) 島田 昭ら, 電子写真学会誌, **23** (1), 11 (1984)
- 14) 鈴木牧夫, 公開特許 昭 60-107,655
- 15) 鈴木牧夫, 公開特許 昭 60- 98,443
- 16) 鈴木牧夫, 公開特許 昭 60- 97,990
- 17) 内田 充, 公開特許 昭 60- 95,549
- 18) ロバート J グルーバ, 公開特許 昭 60-178,460
- 19) 猿渡紀男, 公開特許 昭 60-131,544
- 20) 猿渡紀男, 公開特許 昭 60-133,460
- 21) 川岸洋司, 公開特許 昭 60-169,857
- 22) 清水保孝, 公開特許 昭 60-188,959
- 23) 篠原 功, 電子写真学会誌, **10** (1), 2 (1971)
- 24) 原崎勇次, 電子写真学会誌, **16** (2), 2 (1978)
- 25) 小口寿彦, 電子写真学会誌, **16** (2), 10 (1978)
- 26) 中島淳三ら, 電子写真学会誌, **18** (3), 23 (1980)
- 27) 唐木田健一, 電子写真学会 講習会 (19) 1 (1985)
- 28) R.B. Lewis *et al.*, 電子写真学会誌, **22** (1), 85 (1983)
- 29) 太田和夫, 電子写真学会シンポジウム, (5) 65 (1985)
- 30) 小門 宏, 応用物理学会誌, **50**, 283 (1981)
- 31) 城田靖彦, 化学工業, **9**, 54 (1984)
- 32) 風見武夫ら, リコーテクニカルレポート, **3**, 4 (1980)
- 33) 北村孝司, 静電気学会誌 (9), **4**, 229 (1985)
- 34) 森 靖樹ら, 電子写真学会誌 **24** (2), 18 (1985)
- 35) 西出勝彦, 静電気学会誌, (7), **4**, 240 (1983)
- 36) 角田 敦ら, 化学と工業, (34), **7**, 489 (1981)
- 37) 牧野直憲, 公開特許 昭 59-223,433
- 38) 川村浩一, 公開特許 昭 59- 53,554
- 39) グエン チャン ケー, 公開特許 昭 59-73,548
- 40) P.M. Borsenberger *et al.*, *J. Appl. Phys.*, **49**, 5555 (1978)
- 41) 亀田寛美, 公開特許 昭 59-151,158
- 42) 高橋恭介, 化学工業, **1984** (10), 71
- 43) 植田秀明, 公開特許 昭 59-185,340
- 44) P.I. Mertz *et al.*, *Photogr. Sci. Eng.*, **21**, 73 (1977)
- 45) 片桐一春, 公開特許 昭 59-146,060
- 46) 酒井 清, 公開特許 昭 56-142,535
- 47) 山下真孝, 公開特許 昭 59- 29,249
- 48) 榎本和弘, 公開特許 昭 59-128,552
- 49) S.J. Fox, Electrophotography-2nd International Conference 170 (1974)