

電子写真の応用

野崎 弘・坂田 俊文・原 浩

前号⁽¹⁾には電子写真全般についての原理、構造、操作、諸応用分野について述べた。本号では、これに若干補足しながら主として応用の諸例を解説する。

総 説

電子写真は記録または複製の分野で近年急速にその研究と開発に一般の注目をひくに至った。従来この方面で広く実用に供されている銀塩、鉄塩、重クロム酸塩、ジアゾ化合物を主体とした化学的写真法の大部分の役割を本法が果すだけでなく、簡便、迅速、低廉の特徴は写真印刷通信、放射線測定の各分野で少なからざる魅力も提供している。欠点と云えば写真としての中間調が出にくいこと、小型軽量可搬化が現在ではまだできていないこと、またある場合にだけ問題となる潜像として保存ができないことなどあげられる。中間調が出にくいことは写真としては相当重要視される欠点であるが線画などにはかえてこれが特徴となる。直視高速連続永久記録法としての見地からは、これにまさる方法はないであろう。ビデオテープによる磁氣的録画および再生法およびその装置アンベックス⁽²⁾は迅速と連続ということは満足されているが直視的永久記録ではない。

また静電記録に対して磁気記録があつてよさそうであるがこれは現在まだできていない。ただし音を記録、再生および印刷⁽³⁾することは可能にはなっている。

電子写真は前号にも述べたように感光板にセレンを用いた Xerography と酸化亜鉛を用いた Electrofax との 2 種類が実用になっている。この Xerography と Electrofax のほかに同じく電子写真に属すると思われる方法に P. I. P.⁽²⁾がある。P. I. P.とは Persistent Internal Polarisation 永続性の内部分極という意味である。感光物質に ZnS や CdS または両物質の混合焼結体やアンスラセンが用いられる。これら物質を導電性ガラスの間にはさんで高電圧をかけると電荷が遊離してそれが感光性物質中の格子間原子にとらえられる。この捕獲された電荷が永続性の内部分極を起すことになる。そこでこれに光があたると該物質中に光導電性によって電荷が遊離して分極を消失させる。これで静電潜像が出来たことになり後は同様の処理をすればよい。ただしこの分野は現在研究初期の段階であり、その実用化は今後のものである。

一方 Electrofax や Xerox はすでに実用化されているといっても、それぞれ細かい点はもちろん、主要な点までも完成されているとは云えない。たとえば感度をどう

したらさらに上げうるかとか、分解能をよくする方法とか、感度表示を何によってあらわすかなど問題としてあげうる。学術報文、技術報告が大小続々内外で報ぜられている現状である。

最近目にとまったものを抄録的にあげてみると次のようになる。

電子記録紙感度表示の一考察⁽⁴⁾がある。これは銀塩写真の感度表示に用いる濃度 (D) — 露光量 (E) 曲線に対して電子写真では電位—log E を用いようとし、これに対して感光導電物質の帯電減衰曲線を考慮することを提案している。さらにこれと感光速度、階調度、照射寛容度との結びつきを得ようとしている。この研究と同様感度試験法⁽⁵⁾についても一つの報告がある。これは露光量に対応して電位降下曲線そのものを感度表示の一方法とすること；標準光源、特別に作成したフィルムパターン、荷電露光現象をすべて行って黒化度を比較すること；電子管螢光面照度に適した実用面からの規定などを提案している。エレクトロファックスの最近の研究としてはカラー印画法の原理的な面の報告⁽⁶⁾がある。これについてはなお次の応用の項で述べる。Xerox 用セレン感光板の蒸着条件とその帯電特性についての研究報告がある。電荷の吸収現象のあることならびに帯電初期電位と半減期とが相反する性質のあることを認めている。Electrofax 紙について色素増感、塗布剤および方法などについて詳細な特許⁽¹⁰⁾がある。ただし特許文面の処理方式で実際行った場合でも真に感度を出すためには、必ずしも容易でないことがしばしば経験されることである。

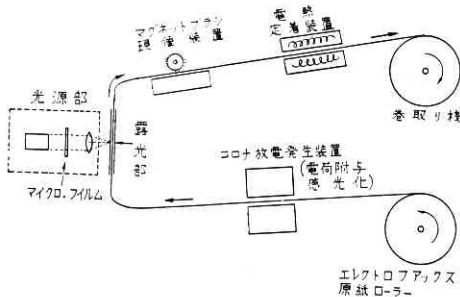
諸 応 用

電子写真法の応用として以下 Electrofax に関するもの A と Xerography に関するものを B とに分けて説明する。

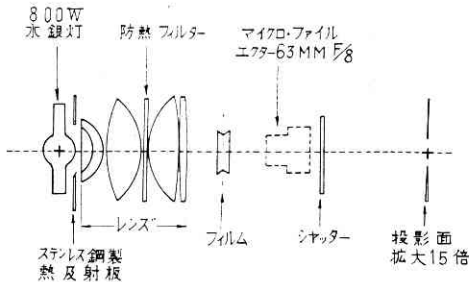
A—1 印画感光紙用

Electrofax 紙は Xerography に比して、その写真的特性が低コントラストを示し、後者の場合のような特別な処理(後出)を施さなくても写真的階調を比較的容易に表現するので、一般写真の印画作成には現在 Xerox よりもやや有利である。

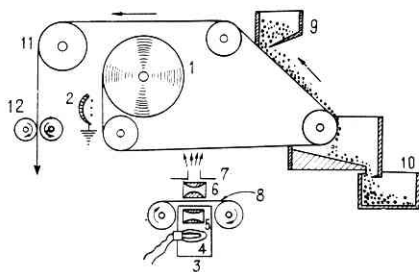
RCA社はマイクロフィルムで撮影された文献、書類



(a) 操作要領



(b) 光学系



(c) カスケード式連続複写装置

- 1. 感光紙ロール
- 2. 帯電装置
- 3. 光源細線投射器
- 4. 遮蔽光源
- 5. 集光レンズ
- 6. 投射レンズ
- 7. 開口部
- 8. 複写すべきフィルム
- 9. トーナ貯蔵器
- 10. 過剰トーナ受器
- 11. 加熱ドラム
- 12. 駆動ローラ

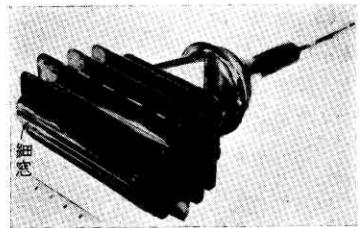
第1図 エレクトロファックスによるマイクロフィルム自動引伸印画装置

等を Electrofax 紙で自動的に焼付引伸し、現像、定着を行う低廉高能率の機械を製作した⁽¹⁵⁾。第1図 (a) がその操作要領図である。(b) にその光学系を示す。(c) は(a)と同様な一般の連続複写機で現像をカスケード式で行う場合を示したものである。RCA機では32吋幅の巻紙感光紙を使用して倍率14~16倍、プリントの最大寸法17吋×22吋、20呎/分の速度で処理できる。

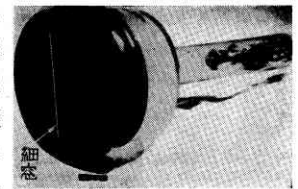
A-2 高速印字用または録画用

電子計算機の出力用、すなわち結果を記録する場合、現在のタイプ印字式をさらに毎秒1,000字以上に高速化する必要がでてくることがある。これには陰極線管のスクリーンにあらわれた瞬間的画像を写真化するという方

式に当然うつつやくことになる。すでにこれについてはオッシロスコープカメラによるハロゲン化銀乳剤記録方式があるが、これは現像速度、価格の点で非実用的である。この難点はエレクトロファックスを用いることによって除かれる。ファックス紙は比較的廉価であり、1分間120呎以上の速度で自動的乾式現像ができる。しかしここで困ったのはファックス紙が感度がおおいことである。これを解決するために細窓陰極線管の表面で接触印字させる方式が考案された。第2図 (a) (b) に示すのが高



(a) 8吋長マイカ細窓陰極線管



(b) 4吋長ガラス細窓陰極線管

速度印字用細窓陰極線管である。RCAにて試作⁽¹⁷⁾された装置は1吋あたり120本の線密度で原稿を飛点走査し、入力信号を増幅後、特殊細窓陰極線管の螢光面上にデータを再現させる構造になっており、その画点速度は22,000吋/秒程度である。電子計算機に対して8½吋幅のElectrofax紙を自動現像装置に通して、毎秒2~4吋の繰出速度で処理することが可能である。このことは毎秒1~2万字の完全な記録が得られることを意味している。

以上の技術は直ちに模写電信、写真電送、テレビ録画の高速処理、低価格を可能ならしめる、これらはElectrofaxの活躍する相当な分野と考えられる。

A-3 印刷、製版への応用

ZnO は容易にゾル状物質とすることができ、しかもファックスの感光導電の性質を用いると重クロム酸塩に代る製版用感光液⁽¹¹⁾としての応用がある。この方面に相当広範囲の応用が期待される。

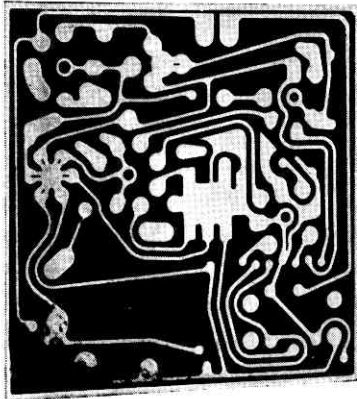
A-3-(a) オフセット刷版への応用

オフセット印刷刷版をエレクトロファックス様式で作る。これには紙でも金属でも印刷刷版になる基板にZnOを樹脂結合剤と共にゾル状で塗布するが、この結合剤に親水性のものを選んでおく。次にファックスと同様操作して静電潜像を得、これを現像するときのトーナに親油性のものをを用いる。こうしてできた基板はそのままオフセット刷版として使用できる。

また以上の操作の中でトーナ樹脂が親油性であり、これが同時にZnOの結合剤レジンの溶剤に対して強固な不溶性を示す場合には耐刷力大なる刷版が得られる。これには次のようにする。亜鉛またはアルミニウム板面

に砂目立処理を施した後、前述のように Electrofax のプロセスを適用、Zn 面上に画像を定着する。その後非画線部の ZnO 膜を溶剤で除去し、その部分に不感脂化処理を行えばよい。この方法を応用すれば、地図印刷、アドレス・グラフ印刷、レット印刷、磁器、陶器印刷、木箱、金属罐等の通常困難な印刷を可能にする、

A-3-1 (b) 凸版および凹版製版への応用⁽¹¹⁾ オフセット製版と全く同じ構想に依存しているが、この場合融着トナーが、前述の諸条件のほかに凹凸を作るための版材料の腐蝕液に対して十分な抵抗をもってれば製版ができる。すなわち次のようにする。版材となる金属板



第 3 図 Electrofax のプロセスを利用した高速製版技術による印刷配線板

上に ZnO の塗布層を作り、荷電、露光、現像、定着処理をほどこす。非画線部の ZnO 層を溶解除去する。金属面を露出させた後、一般的製版腐蝕法を適用する。このとき画線のトナー部分は、ZnO 層と共にとにかく支持体ベースに

強固に融着固定してなければならない。この方法はネームプレート製のまた第 3 図のような弱電器材の印刷配線をも可能ならしめる。

A-3-1 (c) シルクスクリーン印刷への応用 シルクスクリーンの型を作るとき、従来の重クロム酸塩感光液膜のかはりに、ZnO のエレクトロファックス層を形成せしめておけばこの方法が可能となる。ただし、ベースが布地であるから ZnO の結合樹脂としては塗布しやすいこと、また画像を溶し去る溶剤は非画線部を犯さないものを選ぶ必要がある。

A-3-1 (d) 点字印刷への応用 エレクトロファックス紙による印刷現像のとき用いられるトナーに仕掛けをしておけば、この点字印刷ができる。すなわち、現像粉末インキを加熱定着するとき、加熱によってこのトナーが発泡し、膨脹し、突起を示すよう作っておけばよいのである。生じた突起によって読書が可能となる。この方法により盲人用点字印刷が全く容易な方法として一般化される。

A-4 カラー印画の作成

カラーファックスはまだ基礎的実験の段階にある。将来は必ず実用化されよう。カラー印画を作るのに誰にでも考えられる方法は次のようになる。まず Electrofax

紙が一度印画定着されても再度の電荷付与で画像になんらの影響がなく、感光性を再有せしめうるものであるならば次の操作を行えばよい。すなわち三色印刷と同様のプロセスにより三色分解撮影、露光を行い、一回ごとに対応する色トナーで現像、定着を行うことである。

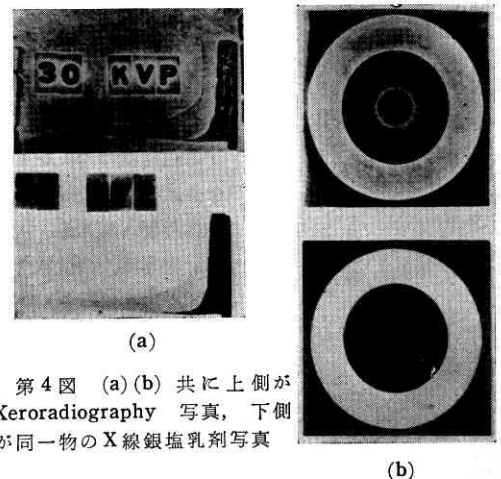
しかし以上は色素の透過光を加え合せるときの構想であって、実際の発色はこのようにしてあらわれるのではない用いる。トナーは顔料であるから、色は顔料混合の発色の法則⁽¹²⁾が支配することになる。RCA の Rydz⁽¹³⁾らの研究では発色は、いわゆる色材反射についての Kubelka⁽¹⁴⁾の式が用いられるとし、これをもとに混合トナーによる着色法を案出しようとしている。

要するに発色を透過光で行なうか、反射光で行なうかまたは両方であるかという点に操作の原理的技術的問題がしぼられる。光透過性のトナーがあれば、発色は前者となり操作は容易となる。一方顔料反射の色とすれば、一回定着した画像自体をカラーマスクとして利用することも考えられる。また網版印刷の原理でスクリーン使用によって中間色も出し得よう。しかしなんと云っても根本問題は ZnO の感色性にある。天然色を出さうとする以上 ZnO それ自体がすべての可視光線に感ずるよう増感ができていることが先決問題である。

B-1 記録、複製用

この応用では画像は非常に高いコントラストをもつて写真的階調をもたせるのに種々なる工夫がなされている。スプレー現像⁽¹⁵⁾、現像補助電極、網版写真プロセスの適用などである。

B-2 Xeroradiography 用



第 4 図 (a)(b) 共に上側が Xeroradiography 写真、下側が同一物の X 線銀塩乳剤写真

X 線の測定だけでなく、β 線 γ 線まで測定の対象となる。迅速簡便低廉であることのほか、コントラストが高くシャープな映像を記録しうる。医学用 X 線写真および金属材料の非破壊検査⁽¹⁶⁾等の目的に応用しうる。現在の段階では露光寛容度が狭いこと(中間調がないことと同意味となる)、医学用には多少感度が低く、欠点があ

る。これらの欠点が改良されれば相当の応用分野となる。第4図は Xeroradiography と銀塩によるX線写真を比較したものである。

B-3 スライドおよびオフセット版への応用

Xerography では化学的写真法と異なり、画像は静電的吸引力を用いて転写⁽¹²⁾して得られる。この転写のとき相手のベースに耐熱透明樹脂膜、ガラス板を使用すればスライド用ポジ画が作製される。またペーパーオフセットマスターに転写すればそのままオフセット刷版⁽²²⁾が得られる。これは Lithomaster の名で販売されている。この Xerox 用特殊オフセット版用紙の耐刷力は 2,000~10,000 枚とされている。この耐刷力を大きくするために Se 板から金属に転写⁽¹⁹⁾したいがこれは直接はできない。一度紙に転写した後に金属版面に再転写⁽²²⁾して得られる。ただし性能的には劣っている。あるいはトナーの低融点性を利用して、金属版面を彎曲し、加熱し、直流電圧を加えた状態でロール状に Se 板に線接触を行なわせ、Se 板上のトナー画像を強制転写する直接転写法も用いられている。

米陸軍ではこの直接転写法を利用して地図の製版を行なった。解像力 8~10 本/mm, 耐刷力 1~10 万枚で4色刷をなした。

以上のように、Se 板から金属板へ画像が転写⁽¹⁹⁾できれば凸版、凹版、印刷線などによる大量印刷が可能となる。

B-4 電子印刷

これは Xerography のプロセスを連続的自動的に行ないうるようにしたものであって、構造は輪転印刷の様式をとっている⁽²⁰⁾。第5図の(a)のように円筒状の Se 感光板を作成し、その周辺に電荷付与部、露光部、現像部、転写部、残留電荷除去部を順次に配置し、円筒の一点が一回転すると印画を完了し、ふたたび感光性を帯びて自動的に2回目の露光に移行できるようにになっている。この機構は印刷機として比較的頻繁に版の交換を要求されるものに相当である。したがって宛名印刷機テレビ録画、電子計算機の陰極線管上のデータ

記録に利用される。米国 International Business Machine 社ではこの構想に基づき、IBM 用カード印刷機 (IBM938 Electrostatic Card Printer) および宛名印刷機 (IBM939 Address Label Printer) を完成している⁽²¹⁾。第5図(b)に示したカード印刷機は200枚/分の生産速度をもっている。

上記の方法を少し改良して印刷をさらに高速度化することができる⁽²⁰⁾。それには第5図(a)の構造の中で露光部分を省略して次のようにする。それは一度得られた Se 板上の画像をそのまま Se 板上に定着する。これに明るい場所で電荷を再付与すると、画像部は、トナー膜で遮光されているので電荷は残留し、非画像部は電荷を消滅する。これを通常のように現像、転写、定着のプロセスを行えば印画ができる。これを前述の輪転式に組み立てれば、高速度印刷機が完成する。この方式で1,200 呎/分の生産速度が得られる⁽²⁰⁾。しかしここでは Se 板の耐久性にまだ問題が残されている。

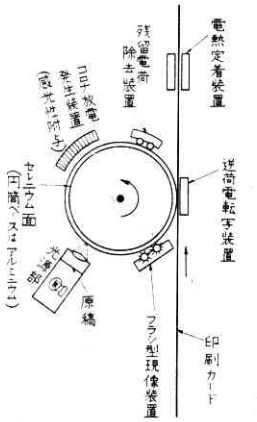
総 括

電子写真技術は写真、印刷、通信、放射線測定の各分野に従来法にない新鮮味のある特徴をもって導入せられつつある。何がその原動力となるかといえば迅速、簡便低廉にその目的を達することにあると云える。しかし操作の安定性と記録の繊細と調和の点でいまだ不十分な点があり、すべてをこれをもって置き換えようとすることは行き過ぎであろう。またその必要もない。電子写真の特性を大いに生かす分野にとり入れるべきである。いずれにしても近代人の感覚に、しごくマッチしたこの新技術は以上述べたそれぞれの分野で今後活躍し、われわれの日常生活に大きい影響を与えることになるう。

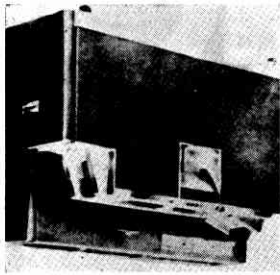
(1958. 11. 12)

文 献

- (1) 野崎 弘: 生産研究 10, No. 11 (1958)
- (2) テレビジョン: 12, No. 8, 346 (1958)
放送技術: 11, No. 8, 378 (1958)
- (3) P. I. P.: Phys. Rev., 97, 1596 (1955)
- (4) 星野愷その他: 電気化学 28, 18 及び 23 (1958)
- (5) 窪田啓次郎その他: 昭和 33 年度電気通信学会予稿 No. 395
- (6) 木練清蔵その他: 昭和 33 年度電気通信学会予稿 No. 396
- (7) J. S. Rydz & S. W. Johnson: RCA Rev., 465 (Sept. 1958)
- (8) 古谷丹, 三浦彌一その他: 昭和 33 年 11 月電気学会東京支部予稿 No. 112
- (9) 日本特許 昭和 28-873
- (10) 日本特許 昭和 33-1261, 昭和 33-3917, 昭和 33-6517
- (11) 日本特許 昭和 32-3611
- (12) 日本特許 昭和 25-4554, 昭和 32-7115, 昭和 32-8204
- (13) 山森末男: 日本金属学会誌 16, 1 (1952)
- (14) P. Kubelka: Jour. Opt. Soc. Ame., 38, 448 (1948)
- (15) H. G. Reuter, Jr.: Phot. Eng., 7, 73 (1956)
- (16) J. H. Dessauer 其の他: Phot. Eng., 6, 250 (1955)
- (17) R. G. Olden: RCA Rev., 18, 343 (1957)
- (18) G. M. Taylor: Nor-Dest. Testing, 9, 12 (1955)
- (19) O. A. Ullrich, L. E. Walkup: Techn. Ass. Graph. Arts 130 (1955)
- (20) R. M. Shaffert: Penrose Annual, 44, 96 (1950)
- (21) W. D. Bolton & W. E. Goetz: Penrose Annual, 50, 89 (1956)
- (22) G. R. Mott: Penrose Annual, 50, 133 (1956)



(a) ブロックダイアグラム



(b) I. B. M 938 Electrostatic Card Printer

第 5 図