

## 論 文

## 単層有機感光体に適する電荷輸送マトリックスの研究

中沢 享\*, 水田 泰史\*, 川原在彦\*

宮本栄一\*, 武藤成昭\*

(1994年3月22日受理)

Study of Charge Transport Matrix in Monolayered Organic Photoconductor:  
Design of Hole Transport Property and Improvement of Practical Durability

Toru NAKAZAWA,\* Yasufumi MIZUTA,\* Akihiko KAWAHARA,\*

Eiichi MIYAMOTO\* and Nariaki MUTOH\*

(Received March 22, 1994)

Charge transport matrices for monolayered organic photoconductor (OPC) were studied, in which perylene pigment was used as charge generation materials. As a polymer type charge transport matrix, polyvinylcarbazole was studied, and as low molecular types, hydrazone derivatives molecularly dispersed in polycarbonate resin were studied. Monolayered OPC with polyvinylcarbazole is insufficient in photosensitivity, cycle ability, and also in abrasion resistivity. With the use of a charge transport matrix with a low molecular hydrazone which has high hole mobility and suitable value of ionization potential, it became possible to improve the weak points of monolayered OPC with polyvinylcarbazole. For the improvement of the photosensitivity of monolayered OPC, it is especially important that the charge transport material has an ionization potential equal to that of perylene pigment.

## 1. 緒 言

有機感光体（以下、OPC: Organic Photoconductorと略す。）は電子写真用感光体として広く実用化されている。これまで、OPCは負帯電のものが主流を占めていたが、近年、正帯電で感光体を使用することのメリットが大きくクローズアップされ、正帯電型のOPCの研究開発が盛んに行われている<sup>1-5</sup>。著者らも正帯電型のOPCに注目し、その中でも特に電荷輸送型マトリックス中に電荷発生顔料を分散した（図1）、単一層により構成されるOPC（以下、単層OPCと略す。）に重点をおき研究を行っている<sup>6</sup>。

OPCに関する研究は、負帯電の積層型（以下、積層OPCと略す。）を中心に行われてきたため、積層OPCの機能向上させるための理論、例えば光感度の増大の

ためのデバイスの設計指針等はその体系がほぼ確立されるに至ったといつても過言でない<sup>7</sup>。しかし、その一方で、単層OPCの機能設計についての研究は極めて少なく、早急に理論の体系化が望まれている。このような状況のもと、著者らは単層OPCの光感度を向上させるために必要なデバイスの設計指針に関し、まず、電荷発生顔料（以下、CGM: Charge Generation Materialと略す。）について、分子構造<sup>8,9</sup>、物性<sup>10</sup>、感光層での構成比率<sup>11</sup>の点から研究を行い理論化を進めてきた。その結果、図2-aに構造を示したペリレン顔料が単層OPCのCGMとして良い性能を示すことが明らかとなり、結晶型、結晶化度に関する知見から、単層OPCに適するCGMに求められる物性は積層OPCのCGMの場合とは異なり、CGM顔料の分散膜のホールの輸送特性は勿論であるが、それに加えて特に電子輸送特性が重要となることが分かった。本報では、単層OPCのCGMとしてペリレン顔料を用い作製した単層OPCの研究の中で、特にホールの電荷輸送を担うマトリックス（以下、電荷輸送マトリックスと呼ぶ。）について行った研究の結果を報告する。

本研究における単層OPCの電荷輸送マトリックスの

キーワード：単層有機感光体、電荷輸送マトリックス、ドリフト移動度、イオン化ポテンシャル

\* 三田工業株式会社技術部感光体研究所 (540 大阪市中央区玉造 1-2-28)

Photoreceptor Research Laboratory, Department of Technology, MITA Ind. Co., Ltd., 2-28, Tamatsukuri 1-chome, Chuo-ku, Osaka, 540 Japan

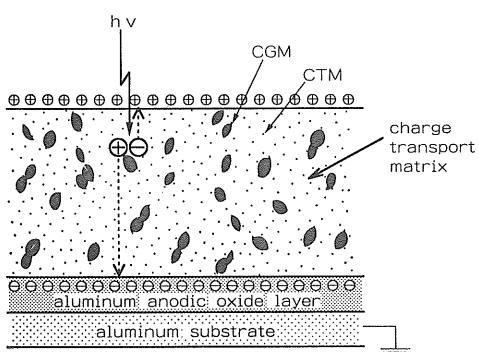


図 1 単層 OPC の断面構造の模式図

Fig. 1 Schematic diagram of cross section of monolayered OPC. The standard film (16  $\mu\text{m}$  thick) in this study is composed of ca. 5 wt% of perylene pigment (see Fig. 2-a, CGM), and ca. 95 wt% of charge transport matrix. The charge transport matrix is PVCz only (Fig. 2-b) or 75 weight part of IPCH (see Table 2, CTM-5) molecularly doped in 100 weight part of polycarbonate (see Fig. 2-d, binder resin).

研究は、ホール輸送型のマトリックス材料として最もよく知られている高分子の PVCz (図 2-b) を用いることから着手した<sup>12)</sup>。PVCz は適当な増感剤の存在下において電荷発生材料として機能するとともに、電荷輸送材料 (以下、CTM : Charge Transport Material と略す。) としても機能し、PVCz が高分子材料であるところから皮膜形成能をも有する材料である。それゆえ、PVCz を用いた OPC が広く研究されており、著者らも PVCz の電荷輸送マトリックスとしての機能に着目し、単層 OPC への適用を試みた。しかし、本報の第 3 項結果と考察の項で述べるように、電荷輸送材料として PVCz を用いた単層 OPC は、Se 感光体、積層 OPC に比べ①光感度が小さいこと、②繰り返し使用時の表面電位の安定性に劣ること、③実機複写時に紙等の摩擦により感光層の摩耗が著しいこと等、感光体としての実用特性上、問題点が多いことが明らかになった。そして、それらの原因は何れも PVCz の物性上の問題に起因すると考察された。従って、低分子量の CTM を結着樹脂中に分子分散した (固溶した) 電荷輸送マトリックスを単層 OPC に適用する方向に研究を発展させた。周知のように、電荷輸送材料、特にホールの輸送材料については積層 OPC に関する多くの研究例がある。また、積層 OPC については電荷輸送材料と電荷発生材料とのマッチングの条件についても明確な考え方が提出されている<sup>13)</sup>。著者らは、積層構造をもつ OPC について知られているこれらの設計の考え方が、単層 OPC における考え方とどのように

異なるかについて考察を進めた。電荷輸送型マトリックスを設計する上で、特に物性的には高分子マトリックスに固溶させる低分子量 CTM の@電荷の輸送特性ならびに、⑤そのイオン化ポテンシャルに着目した。

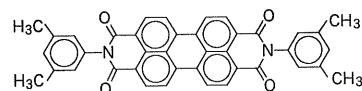
これらの研究結果に基づき、適切な低分子量 CTM を選択し、高分子マトリックスに固溶して作製した単層 OPC の実用特性を評価したところ、PVCz を電荷輸送型マトリックスに用いた単層 OPC の実用上の問題点を解決できることが明らかとなつた。

## 2. 実験

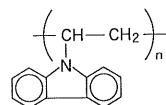
### 2.1 単層 OPC の構成材料

本研究で CGM として用いた *N,N'*-bis(3,5-dimethylphenyl)-3,4:9,10-perylene bis(carboximido) (ペリレン顔料、大日精化工業社製) の化学構造式を図 2-a に示した。高分子量 CTM として用いた PVCz は阿南香料製の TUVICOL-210<sup>®</sup>を用いた。なお、PVCz をホール輸送マトリックスとして用いた単層 OPC には、増感剤として 2,4-dichloro 1,4-naphthoquinone (図 2-c, 以下, DCNQ と略す。) を添加した。低分子量 CTM を結

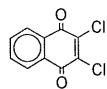
a : perylene pigment as CGM



b : PVCz as polymer type charge transport matrix



c : DCNQ as sensitizer of PVCz



d : PC polymer as binder resin

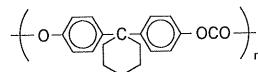


図 2 単層 OPC の構成材料の構造

Fig. 2 Structural formulae of the components of monolayered OPC.

a : *N,N'*-bis (3,5-dimethylphenyl)-3,4 : 9,10-perylene bis (carboximido)

b : poly-*N*-vinylcarbazole

c : 2,4-dichloro-1,4-naphthoquinone

d : poly(4,4'-cyclohexyldenediphenyl carbonate)

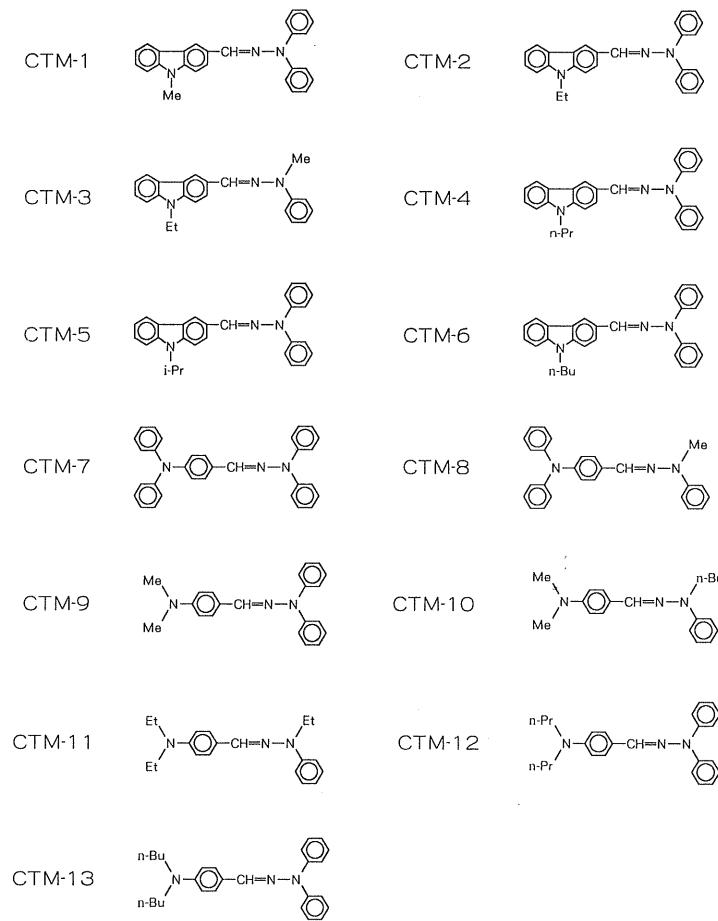


図 3 本研究で用いた低分子電荷輸送材料の構造式

Fig. 3 Structural formulae of the charge transport materials of monolayered OPC used in this study.

着樹脂に固溶したタイプのホール輸送マトリックスの検討に用いた低分子量の CTM 構造式を図 3 にまとめた。なお、これら CTM は栗田化学研究所製のものを使用した。ホール輸送マトリックスを形成するための結着樹脂には、poly(4,4'-cyclohexylenediphenyl carbonate) (図 2-d, 三菱ガス化学社製, 以下, PC 樹脂と略す.) を用いた。

## 2.2 単層有機感光体の構成とその作製方法

PVCz を電荷輸送マトリックスに用いた単層 OPC の塗布液の作製法を以下に示す。まず、PVCz と DCNQ を重量比 100 : 20 で混合しテトラヒドロフラン (以下, THF と略す.) 溶液とした。この溶液中に、THF 溶媒中超音波分散を 2 分間行ったペリレン顔料を、顔料重量が結着樹脂 100 重量部に対し 8 重量部となるよう添加し、更に超音波分散を 2 分間行い、感光体塗布液とした。一方、図 3 に示した低分子量の CTM を樹脂に固溶

したタイプの電荷輸送マトリックスを用いた単層 OPC は、CTM と図 2-d の PC 樹脂を重量比 75 : 100 で混合し、この混合物の THF 溶液を用いた以外は PVCz を用いた単層 OPC と同様に感光体塗布液を作製した。OPC 試料の作製は、これらの感光体塗布液を、表面に 8 μm のアルマイト層を形成したアルミニウム基板上にバーコート法により乾燥後の感光層膜厚が 16 μm となるよう塗布し、自然乾燥により表面が乾固した後 100°C で 20 分間の熱処理を行った。その後、1 昼夜暗所に放置し得られる感光体を試料とした。一方、感光体の実用特性を評価する際には、表面に 8 μm のアルマイト層を形成した直径 40 mm のアルミニウムドラムを基板とし、浸漬塗工法により、乾燥後膜厚が 16 μm となるよう感光層を塗布し、上記と同様の処理を施した後、評価用試料とした。

### 2.3 イオン化ポテンシャルの測定

本研究に用いた CGM, CTM のイオン化ポテンシャル（以下、Ip. と略す。）は、大気下光電子分析装置<sup>13)</sup>（表面分析装置 AC-1M, 理研計器製）を用い測定した。

### 2.4 過渡光電流の測定

感光体の過渡光電流は、通常の Time of Flight 法により測定した。試料は PVCz の THF 溶液、また CTM と PC 樹脂を 75:100 の重量比で混合溶解した THF 溶液を用い、アルミニウム基板上に乾燥後膜厚が 5 μm になるようバーコートにより塗布作製した電荷輸送型マトリックスに、半透明金電極を蒸着したサンドイッチセル構造のものを用いた。

測定は感光層試料に外部電源により 250 V を印加して行い、照射光には窒素レーザによるパルス光を使用した。

### 2.5 感光体の初期電気特性の評価

感光体特性は、シート型感光体については静電複写紙試験装置（川口電機製、Model EPA-8100）を用い評価した。感光体の光感度は、650 V を印加した OPC の表面電位が 325 V に減衰するために必要な半減露光量 ( $E_{1/2}$ ) により評価した。

### 2.6 感光体実用特性の評価

感光体の実用特性は三田工業製普通紙複写機 CC-20 を用い測定した。評価は、繰り返し使用時における感光体表面電位の安定性（以下、繰り返し特性と略す。）と多数枚複写による感光層の摩耗量（以下、耐刷摩耗量と略す。）の 2 点に着目し行った。

繰り返し特性は、初期、感光体表面電位 650 V に設定した後、複写機で 100 枚の複写を行うことで変化する表面電位変化量で評価した。また、耐刷摩耗量は、複写機で 3,000 枚の複写を行った前後での感光層膜厚の変化量を測定し評価した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 PVCz 中にペリレン顔料を分散した単層 OPC の

#### 感度と耐刷特性

高分子量の CTM である PVCz 中に CGM であるペ

リレン顔料を分散した単層 OPC（以下、PVCz OPC と略す。）を作製し、光感度及び実用特性を測定した。結果を表 1 に示す。PVCz OPC の光感度（半減露光量）は 6.48 lux·s であった。この値は、一般的な SeTe 感光体の光感度に比べて 50% 程度大きな値であり、決して高感度な感光体とはいえない。また、繰り返し特性では、100 回の繰り返し複写により表面電位は 80 V 低下を示した。実用化されている電子写真用感光体の繰り返し使用による表面電位低下量の絶対値は 0~20 V 程度であることが望まれる。従って、PVCz OPC の繰り返し特性は、充分な実用性を備えてはいないと考えざるをえない。また、耐刷摩耗量は、3,000 枚複写における感光層摩耗量が 6.5 μm であり、初期の感光層膜厚が 16 μm であったことから、減少率は約 40% に達している。現状一般的に実用化されている電子写真用感光体の寿命には、複写枚数で最低でも 20,000 枚複写が可能であることが要求されている。したがって、3,000 枚の複写により 40% の膜厚減少をきたす PVCz OPC は、耐刷摩耗特性の点からも実用性に乏しいものと言わざるをえない。

以上明らかになったように、PVCz を電荷輸送マトリックスに用いた単層 OPC は実用上、数々の問題点を有している。PVCz OPC の諸特性を考えてみた場合、主な問題点としては、①光感度が小さいこと、②繰り返し使用時における表面電位の安定性に劣ること、③複写試験における摩耗による感光層膜厚の減少等が挙げられるが、これらの問題の個々の要因を考えてみると、以下のように考えることができる。

PVCz のホール輸送特性に関する研究は盛んに行われ、問題点の原因が数多く明らかにされている<sup>14)</sup>。それらの結果から、PVCz の構造的特徴から一定の確率でダイマーサイトが形成され、ホールのトラップとして作用することが明らかとなっているが、このダイマーサイトが、ホールのドリフト移動度を低下させ、感光体の光感度を低下させているものと考えられる。また、このダイマーサイトはホールトラップとして作用すると、感光層中で空間電荷が数多く形成されるところとなり、この空間電荷が感光体の繰り返し使用時における表面電位の不

表 1 PVCz を用い作製した単層 OPC と IPCH と PC 樹脂により構成される電荷輸送型マトリックスを用い作製した単層 OPC の実用特性の比較

Table 1 Comparison of xerographic properties between monolayered OPC made with PVCz and that made with IPCH in PC resin.

	Photosensitivity (half decay exposure)	Change of surface potential by 100 sheets copying	Decrease of film thickness by 3,000 sheets copying
OPC with PVCz	6.48 lux·s	-80 V	-6.5 μm
OPC with IPCH in PC resin	4.27 lux·s	-10 V	-0.5 μm

安定化の原因となっているものと予測することができ。一方、実機での使用中に発生する感光層の膜厚の減少は、PVCz が脆弱であり、耐摩耗性に劣る点が反映したものと考えられる。

以上述べてきたように、ペリレン顔料/PVCz OPC の実用特性上の 3 つの主な問題点は、電荷輸送マトリックスとして用いた PVCz にあると考えられる。そこで、積層型の OPC の CTL に用いられている各種の低分子の CTM を結着樹脂に固溶した電荷輸送マトリックス単層 OPC に適用し、PVCz OPC の特性を改良することを試みた。

### 3.2 低分子 CTM/樹脂固溶型電荷輸送マトリックスにペリレン顔料を分散した単層 OPC

低分子 CTM を樹脂に固溶したタイプの電荷輸送マトリックスの研究は、CTM の電気物性のうち、①ホールのドリフト移動度と②イオン化ポテンシャル (I.p.) に着目し行った。また、この結果に基づき選択した CTM を用いて作製した単層 OPC の実用特性を評価し、PVCz を CTM/結着樹脂固溶型マトリックスを用いたことによる実用特性の改良効果を確認した。

#### 3.2.1 電荷輸送マトリックスのホールドリフト移動度と単層 OPC 感度

OPC の高感度化のためには、CGM で発生したキャリアのうち、CTM に注入されたホールが速く基板にまで到達することが重要な因子となる。従って、ホール輸送特性に優れた、すなわち、ホールのドリフト移動度の大きな CTM を用いることは、OPC の高感度化のための最も基本的な方法となる<sup>7</sup>。本研究では CTM として広く用いられている芳香族ヒドラゾン化合物に着目し実験を行った。

低分子 CTM/PC 樹脂固溶型の電荷輸送マトリックスが示すホールのドリフト移動度と、これらのヒドラゾン化合物を CTM に用いた単層 OPC の光感度を測定した結果を表 2 に示した。両者の関係は図 4 のようになる。OPC の光感度は電荷発生、電荷注入、電荷輸送により支配されるが、電荷発生、電荷注入に差異がないのならば、電荷輸送特性が優れる、すなわち、大きな電荷（本研究の場合ホール）の移動特性を持つマトリックスを用いた OPC ほど、図 4 の直線で概想したように光感度が大きくなると考えられる。しかし、実験結果は、全体的にはホールのドリフト移動度の向上に伴い単層 OPC の光感度は向上する傾向を示すものの、同一移動度を示すマトリックス間でも、光感度には比較的大きなばらつきが認められている。この現象の原因としては、先ほど述べた電荷発生、電荷注入等、他の感度発生プロセスの関与が考えられる。しかし、これらの中で電荷発生につい

表 2 電荷輸送材料 (CTM) のホールのドリフト移動度とイオン化ポテンシャル及びこれらの CTM を用いた単層 OPC の光感度（半減露光量）

Table 2 Characteristics of charge transport materials (CTM) used in this study.  $\mu$ : drift mobility of CTM under the electric field of  $5 \times 10^5$  V/cm. I.p.: ionization potential of CTM measured by atmospheric photo-electron emission spectroscopy.  $E_{1/2}$ : half decay exposure, the photosensitivity of monolayered OPC using these CTMs.

CTM	$\mu / \text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$	I.p./eV	$E_{1/2} / \text{lux} \cdot \text{s}$
CTM-1	$3.7 \times 10^{-7}$	5.62	4.05
CTM-2	$3.7 \times 10^{-7}$	5.67	4.10
CTM-3	$1.0 \times 10^{-6}$	5.72	7.63
CTM-4	$5.6 \times 10^{-7}$	5.67	6.48
CTM-5	$4.9 \times 10^{-7}$	5.59	4.27
CTM-6	$5.2 \times 10^{-7}$	5.66	5.42
CTM-7	$3.7 \times 10^{-7}$	5.88	7.00
CTM-8	$6.2 \times 10^{-7}$	5.72	7.60
CTM-9	$2.5 \times 10^{-7}$	5.71	8.75
CTM-10	$1.9 \times 10^{-7}$	5.28	12.4
CTM-11	$1.9 \times 10^{-7}$	5.43	12.5
CTM-12	$9.9 \times 10^{-8}$	5.29	8.40
CTM-13	$3.1 \times 10^{-7}$	5.93	8.23
PVCz	$1.3 \times 10^{-7}$	5.88	6.48

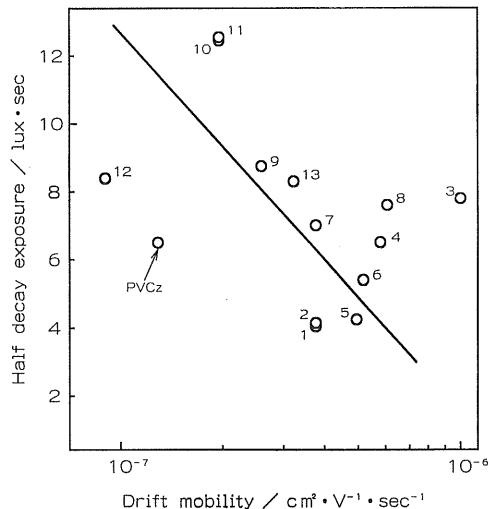


図 4 単層 OPC の光感度と CTM のドリフト移動度との関係

Fig. 4 Dependence of photosensitivity (half decay exposure) of monolayered OPC on the drift mobility of CTM. The mobility is measured under the electric field of  $5 \times 10^5$  V/cm with time-of-flight method. Numbers refer to CTM numbers in Table 2.

ては、同一の CGM 顔料を用いていることから考えて、感度を支配する主要な要因とはなっていないと考えてよいであろう。

従って、図4の結果が電荷輸送マトリックスの電荷輸送特性を直接的に反映していないのは、電荷注入プロセスが大きく関与していることになる。電荷の注入性を考えるために、構成材料のイオン化ポテンシャルの相互関係が重要となる。そこで次に、実験に用いたCTMのイオン化ポテンシャルと単層OPCの光感度の関係に着目し実験を行った。

### 3.2.2 CTM の Ip. と単層 OPC の電子写真感度

CTMとして用いたヒドロゾン化合物のIp.を測定し、単層OPCの電子写真感度との関係を明らかにしていった。表2に示したIp.の測定結果をもとに、単層OPCの光感度をCTMのイオン化ポテンシャルに基づきプロットしたものが図5である。なお、CGMとして用いたペリレン顔料のIp.は5.65 eVである。

図5の結果は、CTMのIp.に単層OPCの光感度を最大にする最適値が存在することを示している。また、その値はCGMであるペリレン顔料のIp.にはほぼ一致していることが分かる。この事実は、CGMおよびCTMのIp.は、その大小関係には関わらず、両者のIp.間にギャップが存在すれば単層OPCにおけるホール輸送に悪影響を及ぼすという予測に一致する。従って、この結果は単層OPCの感度を大きくするためには、CGMとCTMのIp.を一致させるべきであるという考え方を示

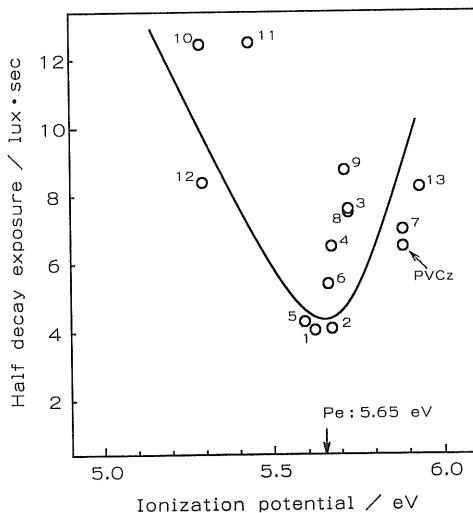


図5 単層OPCの光感度とCTMのイオン化ポテンシャルの関係

Fig. 5 Dependence of photosensitivity (half decay exposure) of monolayered OPC on the ionization potential of CTMs measured by atmospheric photoelectron emission spectroscopy. Ionization potential of perylene pigment (Pe) is 5.65 eV. Numbers refer to CTM numbers in Table 2.

していると思われる。何故、このような傾向が認められるのであろうか。この点について、以下のような考察を行った。

積層OPCのように、電荷発生層、電荷輸送層が機能的に分離された構成の感光体では、一旦電荷輸送層に注入されたホールは、輸送を阻害する不純物のようなものが存在しなければ、輸送に関し特に悪影響を受けることはない。従って、電荷発生層から電荷輸送層へのホールの注入障壁がなければ、ホールの輸送特性は電荷輸送層の特性に依存する。従って、輸送特性を考慮しないと仮定すると、

$$(CGM \text{ の } Ip.) \geq (CTM \text{ の } Ip.)$$

であることが感度を支配する重要な因子となる。

一方、単層OPCにおいてもホール輸送機能は基本的にCTMに依存していると考えられるが、単層OPCでは積層OPCの場合とは異なり、同一層中にCGMとCTMが共存するため、ホール輸送が単にCTMの物性のみに依存するような単純な機構とは異なるものと予測される。つまり、CTMにより輸送されているホールは、一定の確率でCGMの存在する箇所に行きつくため、単層OPCでは $(CTM) \dots (CGM) \dots (CTM) \dots (CGM) \dots$ の繰り返し構造の中をホールは移動する場合が多いと考えられ、このプロセスが感度に影響することが考えられる。この場合、ホールはCGM顔料に注入され、顔料もしくは顔料表面等を移動し、再び次のCTMに注入されるというプロセスを繰り返さなければ基板まで到達できない。従って、単層OPCではこのCGM/CTM間ににおける相互のホール注入性が光感度を支配する重要な要因になると考えられる。そこで、CGM、CTMのIp.がこの相互のホールの注入性に及ぼす影響は、以下のように考えられるであろう。

まず、CGMからCTMへのホール注入を考える場合、

$$(CGM \text{ の } Ip.) \geq (CTM \text{ の } Ip.)$$

の関係にあればホールの注入障壁は存在しないと考えられる。しかし、逆にCTMからCGMへのホール注入を考えた場合、①の関係下でのCGM及びCTMのIp.のギャップは、そのままCTMからCGMへのホール注入の障壁となり、ホール輸送特性を低下させる原因になると予測される。また、CGMとCTMのIp.の関係が

$$(CGM \text{ の } Ip.) < (CTM \text{ の } Ip.)$$

である場合は、CGMからCTMへのホールの注入に障壁が生じ、また、CGMがCTMによるホール輸送のトラップとして作用するため、②の関係にあるCGMとCTMのIp.のギャップもホール輸送に好ましい影響を与えないと考えられる。

以上の考察から、単層 OPC のホール輸送を効率的に行うためには、CGM と CTM の Ip. が一致することが好ましいものと考えられ、CTM の移動特性に差異がないと仮定すれば、図 5 の中に実線で示したような CTM のイオン化ポテンシャルと光感度の間に最適値をもつような関係が予測される。図 5 の結果は、すべてこの関係で支配されているわけではないが、基本的には単層 OPC の CGM と CTM のイオン化ポテンシャルは一致すべきであるとの考え方を支持するものであるといえる。しかし、この理論に従い良好な光感度を示した CTM-1, 2, 5 と余り変わらないイオン化ポテンシャル、ホールの移動度を持ちながら、CTM-3, 4, 6, 8 の光感度は小さくなっている。これらの CTM を詳細にみてみると、これらの分子は構造的な特徴としてヒドロゾン基にアルキル基が置換していること、芳香環に置換しているアルキル基が直鎖で比較的長いことなどがあげられる。ヒドロゾン基にアルキル基が置換した CTM-10, 11 も感度的に低い値を示していることから、CTM の電気的な物性以外で分子の構造的な要因も感光体の光感度に影響を及ぼすことが予測される。しかし、この点については不明な点が多く、今後の研究課題であるといえる。

### 3.2.3 低分子-樹脂分散型電荷輸送マトリックスを用いた単層 OPC の諸特性

3.2.1 及び 3.2.2 の結果を考えあわせると、単層 OPC に適するホール輸送マトリックスは、(i)CGM の Ip. に一致した Ip. を有する低分子 CTM を選択し、(ii)その中でもできるだけ大きなホールのドリフト移動度を有する CTM を選択することが重要であるといえる。この結果に基づき、ペリレン顔料を CGM に用いた単層 OPC に好適な CTM として表 1 の CTM-5 を選択した。そして、CTM-5 を CTM として用いた単層 OPC を作製し、PVCz OPC との電子写真特性を比較した。測定結果を表 1 に示す。

CTM-5 を用いた単層 OPC は PVCz OPC に比べ、光感度において約 50% の増感を示し、また、繰り返し使用時の表面電位変化量も 1/8 しか示していない。さらに、耐刷摩耗量も 1/10 以下に減少し、CTM-5 を PC (ポリカーボネート) 樹脂に固溶させたマトリックスによる単層 OPC では 10 万枚程度の複写寿命を有することが明らかとなった。

PVCz OPC に比べ光感度が大きくなった原因には、3.2.1 及び 3.2.2 で述べたことが要因として考えられる。

一方、実用特性が向上した原因については以下のように考えることができる。まず、繰り返し特性の向上は、PVCz を CTM-5/PC 樹脂固溶型マトリックスを変更し

たことで、PVCz の構造的要因によるダイマーサイトに起因するホールトラップがなくなると共に、ペリレン顔料と PVCz の Ip. 差から生じるホールトラップをも解消できたことが寄与したものと考えられる。また、耐刷摩耗特性については、PVCz が高分子膜としては摩耗に對しきわめて脆弱であり、耐摩耗性に劣る問題点を、マトリックス樹脂に、より耐摩耗性に優れる PC 樹脂を用いることで大幅に改良が可能となったものと考えられる。

## 4. まとめ

ペリレン顔料を CGM として分散した単層 OPC のホール輸送マトリックスを研究した。その結果、ホール輸送マトリックスを従来提案されていた高分子量 PVCz から適当な低分子 CTM/樹脂固溶型マトリックスに変更することで、感光体としての感度、繰り返し使用時の表面電位の安定性、耐刷による感光層の摩耗特性等が大きく向上することが明らかとなった。

また、単層 OPC の感度特性と CTM の電気特性の関係を研究した結果、単層 OPC が大きな感度を有するためには、ペリレン顔料と CTM のイオン化ポテンシャルの値が一致していることが特に重要な因子であることが明らかとなった。

## 謝 詞

本研究を行うにあたり、ペリレン顔料をご提供いただいた、大日精化工業株式会社中央研究所第三研究所・細田徹所長、大木茂課長に心から感謝いたします。

## 参 考 文 献

- 1) K. Yamamoto, R. Igarashi and I. Ojima : *The Second International Congress on Advances in Non-impact Printing Technologies, Advance Printing of Paper Summaries*, p. 115, SPSE (1986)
- 2) 江藤嘉彦、工藤浩一、玉城喜代志、武居良明：電子写真学会第 59 回研究討論会予稿集, p. 184, 電子写真学会 (1987)
- 3) I. Ogawa, K. Mito and S. Otsuka : *Japan Hardcopy '88 Advance Printing of Paper Summaries*, p. 66, Soc. Electrophotography Jpn., Tokyo (1988)
- 4) 中谷 要、吉田武史、花谷靖之、池田利光：電子写真学会第 64 回研究討論会, p. 54, 電子写真学会 (1989)
- 5) 佐藤徹哉、繩間潤一、新ヶ江龍一、九門 明、久田 均、村上嘉信：*Japan Hardcopy '91 論文集*, p. 185, 電子写真学会 (1991)
- 6) 中沢 享、武藤成昭、水田泰史、川原在彦、宮本栄一、堤 真洋、池田利光、永橋啓一：日本化学会誌, 1992 (1992) 1007
- 7) 横山正明：電子写真学会誌, 27 (1988) 429
- 8) 中沢 享、川原在彦、水田泰史、宮本栄一、武藤成昭：電子写真学会誌, 33 (1994) 127

- 9) 中沢 享, 水田泰史, 川原在彦, 宮本栄一, 武藤成昭 :  
静電気学会誌 (投稿中)
- 10) T. Nakazawa, A. Kawahara, Y. Mizuta, E.  
Miyamoto and N. Mutoh : Jpn. J. Appl. Phys.  
Part 2, 32(7B) (1993) 1005
- 11) 中沢 享, 水田泰史, 川原在彦, 宮本栄一, 武藤成昭 :  
静電気学会誌, 18 (1994) 112
- 12) 鶴田治樹, 萩原利光 : 最近の光導電材料と感光体の開  
発・実用化, p. 106, 日本科学情報出版部, 東京(1986)
- 13) H. Kirihiara and M. Uda : Rev. Sci. Instrum., 52  
(1981) 68
- 14) 藤野正家, 三川 礼, 横山正明 : 電子写真学会誌, 23  
(1984) 84