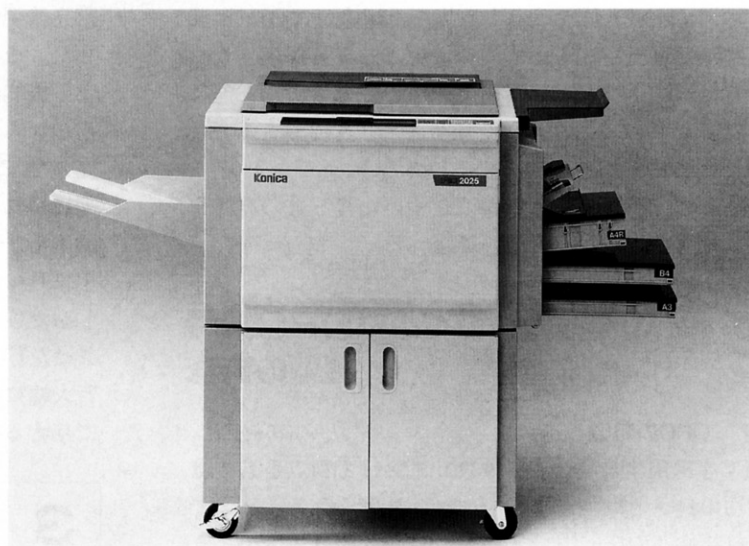


OPCを用いた複写機の開発

—高速化、高耐久化に向けて—

Development of Copier adopted with OPC
-For High Speed and High Durability-

宿理勝博
軍司幸一
山崎芳男
事務機器事業本部
事務機生産事業部
設計部



Abstract:

The ratio of OPC(Organic Photoconductor) in Electrophotographic photoconductor has been increasing recently, with some merits OPC possessed. OPC, originally adopted only for low segment machine, now has begun to be adopted also for middle and high segment machine. The same tendency is also seen in Konica Corporation. In this paper, it is explained how OPC has been improved, how it has been examined for high speed and high durability after OPC was for the first time used in U-Bix1200. And it is clarified step by step that there is the possibility of further high speed and further durability.

As for OPC material, I am mentioning the improvement of photo-sensitivity, and decrease of abrasion loss. As for the machine system, I am referring to the unit designing suitable for its photosensitivity, the compensation for temperature dependency and deterioration of photosensitivity, countermeasure of blurred image, decrease of abrasion loss, and stabilization of electric potential.

Shukuri, Katsuhiko
Gunji, Koichi
Yamazaki, Yoshio
Design Department
Business Machines
Production Division
Business Machines Headquarters

1

はじめに

電子写真記録方式の中で、感光体は心臓部にあたり、PPCやLBP等の印字速度、印字品質を左右する重要な役割を果たしている。また現在、電子写真技術が画像品質の良さ、印字速度の速さ、機械の信頼性、操作の簡便性から、OA機器のアウトプット（ハードコピー）の中核となっている。

このような状況の中で、感光体も著しい改良がなされ、従来のSe、CdS、ZnO等の無機系感光体から、近年種々の面でメリットを持つOPCに置き換えられつつある。特に最近では、SeTe感光体を凌ぐ高感度で高耐久性のOPCが開発され、低速機用から中、高速機用としても採用されつつある。1988年の電子写真用感光体の生産量の約78%はOPCで占められており、今後益々電子写真用感光体としてOPCの占める割合は増大するであろう。

本稿では、当社におけるOPCを用いた複写機の高速度、高耐久化への取り組みについて述べる。

2 OPCの特徴と当社OPC採用機種の流れ

2.1 OPCの特徴

OPCを採用する場合、機械設計における利点としては、耐熱性の良さと取扱が容易なことが挙げられる。高温での電位特性が安定していること、及びSeTe感光体のような、熱による結晶化を考慮する必要がないことから定着器を感光体に近付ることができ、小型で低コストの機械設計を容易にしている。更に無公害性も機械の汎用性、サービス性からみて重要な因子である。

材料開発における利点としては、塗布方式が採用でき連続生産が可能であることが大きい。また、分子設計に自由度があることから、特性向上の発展性を有していることが挙げられる。欠点としては、膜厚減耗による帯電電位の低下、帯電、露光の繰り返しやオゾンによって感光層が劣化することから起こる感度の低下、残留電位の

上昇等の電気特性劣化がある。また、放電生成物の吸着や紙粉の付着によって画像流れが発生しやすいことや、負帯電であるため放電ムラを起しやすいため、またオゾン発生量が多いということが挙げられる。これらの欠点を克服していくことが高耐久性を実現していくこととなる。

2.2 当社OPC採用機種の流れ

当社においてOPCの適用は、Table 1にまとめられたように1984年3月に発売したU-Bix1200に始まる。この複写機は一成分現像剤を採用しており、低価格、小型化をねらいとした普及機で、ドラム耐用は1万コピーである。その後ドラム感度、及び光応答速度を向上させたOPCを開発し、露光後現像位置に達するまでの時間(td)の短縮を可能とした。そのためにスピードアップ、変倍光学系の適用による機能向上が可能となり、二成分現像剤採用によるコピーコスト低減を図ったU-Bix1550MRを1986年7月に発売した。この機械のドラム耐用は2万コピーである。1987年12月には耐オゾン性を改善したOPCを搭載し、ドラム耐用を3万コピーに伸ばしたU-Bix1012を発売した。1988年11月には低価格、低コピーコスト、高信頼性をねらいとしたU-Bix1017、1989年9月には機能とスピードを向上させたU-Bix2025を発売したが、ドラム耐用は6万コピーと大幅に向上している。これはOPC材料の改良と、OPCに与える機械的ダメージの低減によって達成された。

3

当社OPC採用機の高速度、高耐久化について

3.1 OPCの開発

(1) 当社OPCの構成

OPCの構成はFig.1に示したように代表的な4タイプがあるが、当社OPCの層構成は(I)タイプで、キャリア発生層(CGL)と、キャリア輸送層(CTL)を分離した機能分離型層構成を採用している。アルミ基体上にアルミ基体からの電荷注入防止と接着を目的とした、サブミクロンの下引層(UCL)を設け、その上に約1 μ mのCGLと、約20 μ mのCTLを設けた構成になっている。各層の厚

Table 1 Specification of Copiers (analog PPC) applied OPC in Konica corporation

Model	Date for sale	CPM	Development method	Durability of OPC	Maximum paper size	Magnification
1200	'84. 3	12	one component	10 \times 10 ³ copies	B4	\times 1.0
1550	'86. 7	15	two component	20 \times 10 ³ copies	A3	\times 0.65 \sim \times 1.55
1012	'87.12	12	two component	30 \times 10 ³ copies	B4	\times 1.0
1017	'88.11	17	two component	60 \times 10 ³ copies	A3	\times 0.65 \sim \times 1.55
2025	'89. 9	25	two component	60 \times 10 ³ copies	A3	\times 0.50 \sim \times 2.00

Taype I	Taype II	Taype III	Taype IV
CTL	CTL	CGL	CGL/ CTL
CGL	CGL	CTL	
UCL		AL	AL
AL	AL		

Fig.1 The layer structure of OPC in the commercial use

さは帯電能、電荷保持性、感度から機械仕様に合わせて決定されている。

(2) 高速化

負帯電OPCの光応答速度は、CGL内で発生したホールが、CTLを通過して表面に到達する時間で決定される。CTLを通過する時間 t_r は、CTL膜厚 L 、電界強度 E 、ホール移動度 μ 、とすると次式のように表される。

$$t_r = \frac{L}{\mu E} = \frac{L^2}{\mu V} \quad \text{---(1)}$$

ここで L 、 V は帯電特性と現像特性から決定されるため、光応答速度の向上、すなわち t_r の低減には μ の大幅な向上が必要である。1550用OPCでは1200用OPCより、ホール移動度が大きいキャリア輸送物質 (CTM) が採用されており、大幅に光応答速度が向上されている。例えば、厳しい条件下の温度 10°C 、表面電位 100V のとき各OPCの t_r を求めると、

1200用OPCでは、

$L=15\mu\text{m}$ 、 $\mu=3 \times 10^{-8}\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ であるから、

(1)式より $t_r=0.75\text{sec}$

一方、1550用OPCでは、

$L=20\mu\text{m}$ 、 $\mu=1 \times 10^{-6}\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ であるから、

同様に $t_r=0.04\text{sec}$ となる。

Fig.2は実際に実機内での光減衰特性を調べた結果であり、先程の t_r の計算値に相応した時間で、十分な光減衰が得られていることが理解される。

(3) 高耐久化

OPCの特性劣化には、CTM等の材料の劣化と摩耗による劣化がある。光やオゾンによる劣化に対してはCTM材料の変更、劣化防止剤の添加などで対処している。耐摩耗性に対しては、1017/2025用OPCでCTLバインダー樹脂を改良し、膜物性を向上させることにより、減耗量を減らした。Fig.3はU-Bix1550MRを用いて、各OPCの減耗量を調べた結果である。減耗量が1/3に低下していることが理解できよう。

3.2 プロセス開発

(1) 高速化

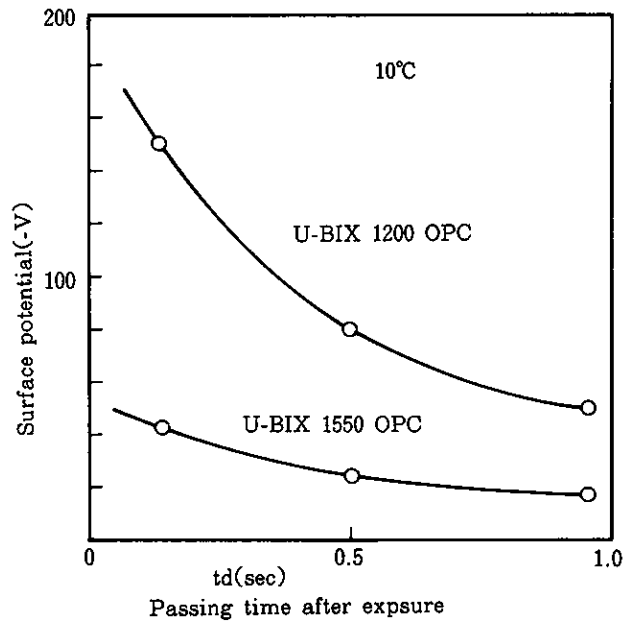


Fig.2 The properties of light decay in U-Bix 1200 OPC and U-Bix 1550 OPC

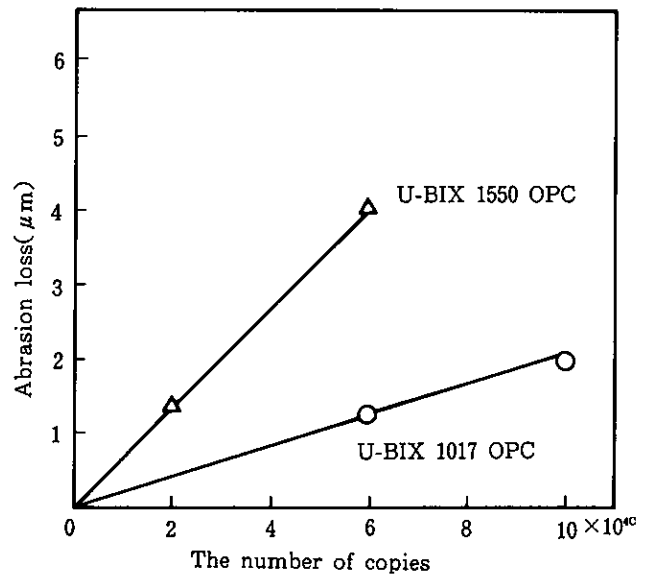
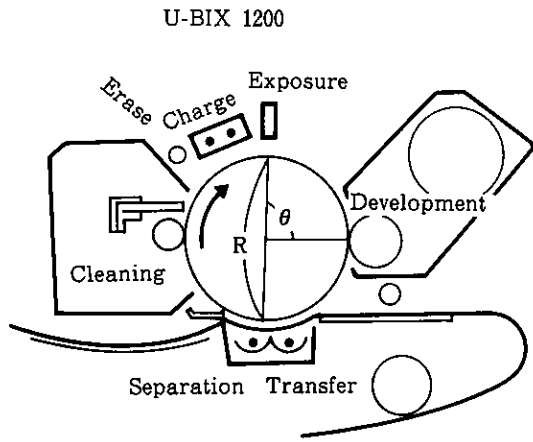


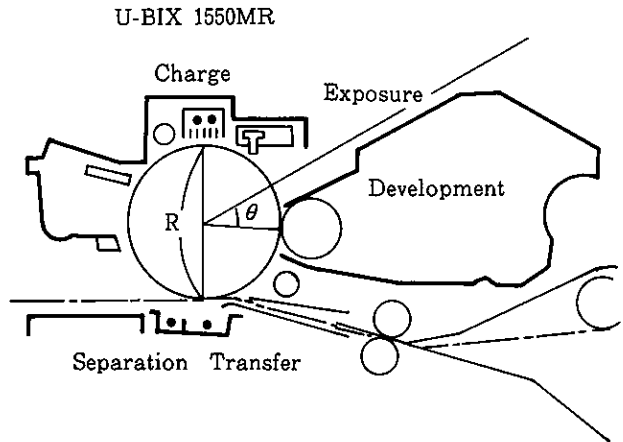
Fig.3 Abrasion loss of U-BIX 1550 OPC and U-BIX 1017 OPC

Fig.2から分かるように、電位の光減衰量は露光後の経過時間に依存するため、露光から現像までの時間 t_d の設計が重要となる。Fig.4に各製品のプロセス配置と t_d の値を示す。U-Bix1200では、 0.52sec の t_d を確保したが、光応答速度を高めたOPCを適用したU-Bix1550MRでは、 0.19sec 、U-Bix2025では、 0.13sec まで t_d を短縮することができた。さらに高速化を考えた場合、U-Bix2025システムのままでも、ドラム感度バラツキ、光学系効率のバラツキを考慮して、 30cpm は達成可能と評価している。しかしながら、



$R = 80 \text{ mm}$
 $\theta = 90^\circ$
 $V_L = 120 \text{ mm/sec}$

$$t_d = \frac{R \theta}{2 V_L} = 0.52 \text{ sec}$$



$R = 80 \text{ mm}$
 $\theta = 33^\circ$
 $V_L = 117 \text{ mm/sec}$

$$t_d = 0.19 \text{ sec}$$

Fig.4 Process unit arrangement and t_d

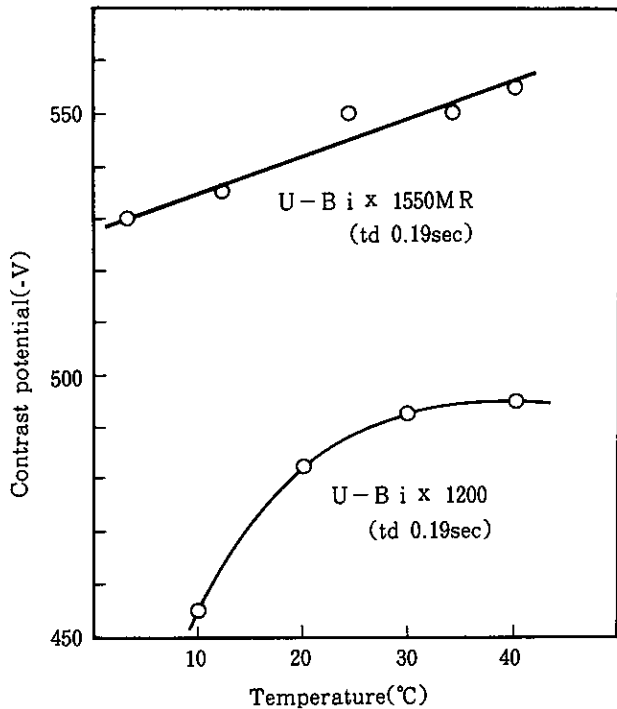


Fig.5 Temperature dependence of contrast potential (Dark potential-Light potential)

これ以上の高速化を達成するには、光学システムからの対応、すなわち露光量や t_d の大幅な増加が必要である。露光量に関しては原稿面の温度上昇に制約があるため、光学系の冷却手段や主反射鏡の効率アップが必要であり、 t_d の増加には入射角度の変更、といった積極的な対応が必要である。

(2) 温度依存性及び感度劣化補償プロセスコントロール

先に光応答速度は、ホール移動度 μ に支配されることを述べたが、ホール移動度 μ は温度に強く依存する。低分子

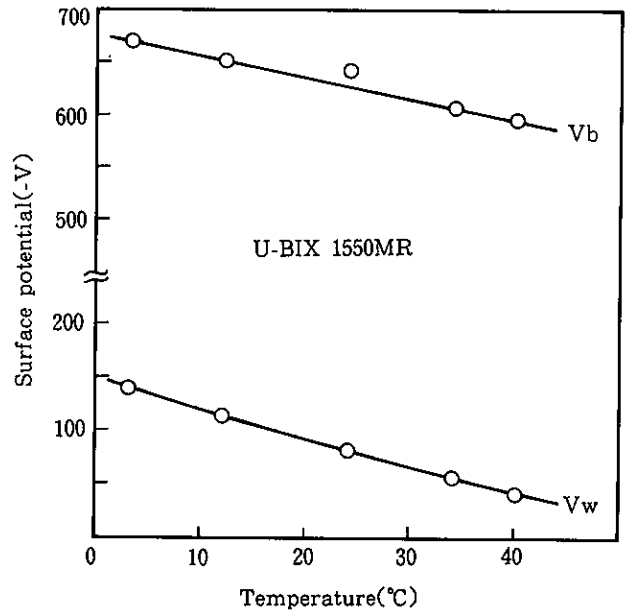


Fig.6 Temperature dependence of surface potential in machine in condition of no compensation for change of temperature

分散系キャリア移動度を $\mu(T)$ としたとき、 $\mu(T)$ は次式で表される。

$$\mu(T) = \mu_0 \exp \left[- \left(\frac{T_0}{T} \right)^2 \right] \quad \text{---(2)}$$

Fig.5は各製品での適正露光量を与えた時の明部と暗部の電位差、すなわちコントラスト電位の温度依存性の実測データであるが、コントラスト電位の低温側での温度変化が大きいたることが分かる。実際には、明部電位は暗減衰や帯電極グリッドバイアス素子の温度特性による帯電能の温度依存性の影響を受けて、Fig.6のように低温側で更に大

きな温度変化を受ける。このためU-Bix1200では、PTCを採用しドラム温度が16°C以下とならないようにしており、U-Bix1550MR以降は、露光量を段階的に変化させ対応している。ただしU-Bix1012に関しては、 t_d が十分大きいこと、及び帯電制御性を十分高めたことから補正をしていない。またコピーボリュームの増大と共に、主としてCTM材料の劣化に依る感度低下を生じるが、その対応として、積算コピー数に応じて露光量を段階的に増加させている。その変化量は使用するOPC特性や、機械条件に応じて、露光ランプ印加電圧 (CVR)、露光量、表面電位変化幅の関係を評価し適正な量を決定している。例えば、U-Bix1017では、温度依存性、感度低下に対する補償としてTable 2のような対応をしている。Fig.7は補償プロセス有無での電位推移を示したものである。

(3) 高耐久化

(a) オゾン量の低減

有機物質からなるOPCは、オゾンによって徐々に化学変化する。また後述するように、オゾンはOPC表面層に吸着し画像に悪影響を及ぼす。発生オゾン量の低減は、最近の環境問題に対しても、機種開発の上で重要な位置を占めるようになってきている。機外排出オゾン量の規制は機内排風径路、オゾン吸収剤の選択や容積にも依るが、コロナ放電によるオゾン発生量、すなわち放電電流値を極力抑えることが重要である。Table 3にU-Bix1550MRでの値を1としたときの、各製品での放電電流の相対値を示す。U-Bix1017では、帯電極バックプレートをグリッド

と導通させることや転写、分離極の構成に改良を加えて、各電極の役割を損なわない程度に効率を向上させ、U-Bix 1550MRの75%まで放電電流量を低減した。

今後のOPC適用機種的高速化においては、放電電流値の増加は必須であるため、放電効率の向上を更に図っていく必要がある。効率向上による放電安定性の低下、す

Table 2 Process control for temperature dependence and sensitivity deterioration of OPC in U-Bix 1017 (The change of voltage applied for exposure lamp in order to temperature and the amount of copies)

T/C.V	0c	7,000c	14,000c	21,000c	28,000c
T>33°C	-1.40	-1.05	-0.70	-0.35	0
33°C>T>25°C	-0.70	-0.35	0	+0.35	+0.70
25°C>T>18°C	0	+0.35	+0.70	+1.05	+1.40
18°C>T>12°C	+0.70	+1.05	+1.40	+1.75	+2.10
12°C>T	+1.40	+1.75	+2.10	+2.45	+2.80

Table 3 The mass of current and O₃ in each models

Model	CPM	Charging current	Transfer current	Separation current	Discharged O ₃ (PPM)
1200	12	0.92	1.29	0.55	0.06
1550	15	1.00	1.00	1.00	0.07
1017	17	0.85	0.69	0.73	0.03
2025	25	0.85	0.86	0.95	0.03

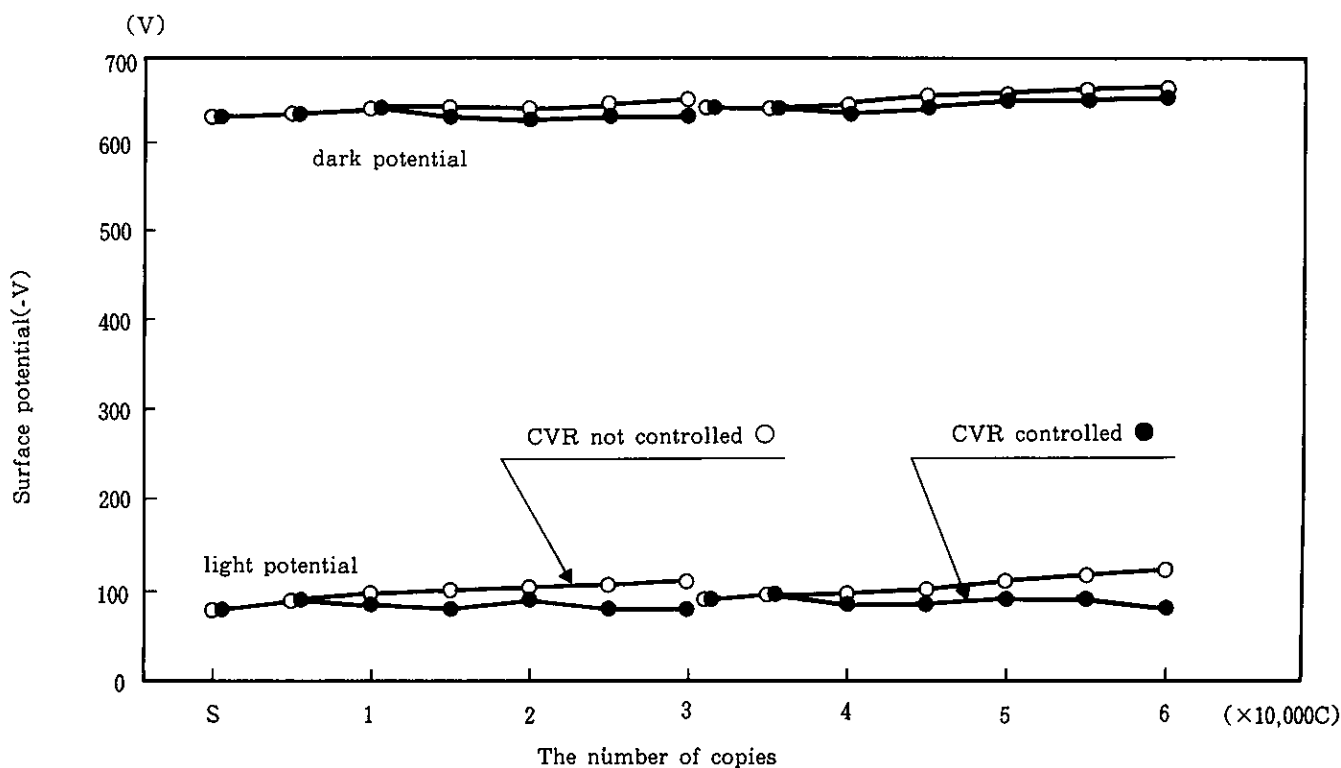


Fig.7 Cyclic property under the compensation of sensitivity deterioration or not

なわち放電ムラの発生や、帯電制御性能、転写性能、分離性能の低下といったマイナス効果に十分留意し、電極構成や電流設定値を定めていく必要がある。

(b)画像ボケ

OPC特有の画像欠陥として画像ボケがある。この画像ボケは、転写紙に含まれる添加剤や現像剤中の外添剤等がOPC表面に付着し、これにコロナ放電によって発生する化学活性種が、高湿環境下でイオン解離するためにOPC表面の電気抵抗が低下し、画像が流れるといった現象である。この問題の対応として様々な提案もされているが、我々はOPC表面を極く微量に研磨し、付着添加剤を除去する方式を採用している。1つは現像剤中へ微細な研磨剤を添加させ現像擦過時にOPC表面を研磨していく方式であって、この研磨剤によりトナーフィルミングも防止している。また1つは研磨ローラーの当接である。研磨ローラーの当接方法には種々あるが、当社ではクリーニングブレードのトナー受けの役割を兼ねた使い方をしている。この研磨ローラーは、発泡性の材料に炭化珪素の研磨粒子を分散させたもので、研磨粒子の粒径、含有量、及びローラーの硬度、当接荷重は研磨能力とOPC膜厚減耗量のバランスから決定している。Fig.8は、U-Bix1550MRに研磨ローラーを適用したときの研磨能力を、コピー数による減耗量で表したものであるが、研磨粒子のないトナー受けローラに比べ著しい減耗が生じていることが分かる。実際には上記研磨ローラーは耐摩耗性の高いOPCを適用したU-Bix1017、2025に採用している。

(c)クリーニング荷重の低減

OPCの膜厚減耗はキャパシタンスを変化させ、電気特性の低下をもたらす。この摩耗はクリーニングプロセスが最も大きく影響している。OPCの減耗量を少なくし、

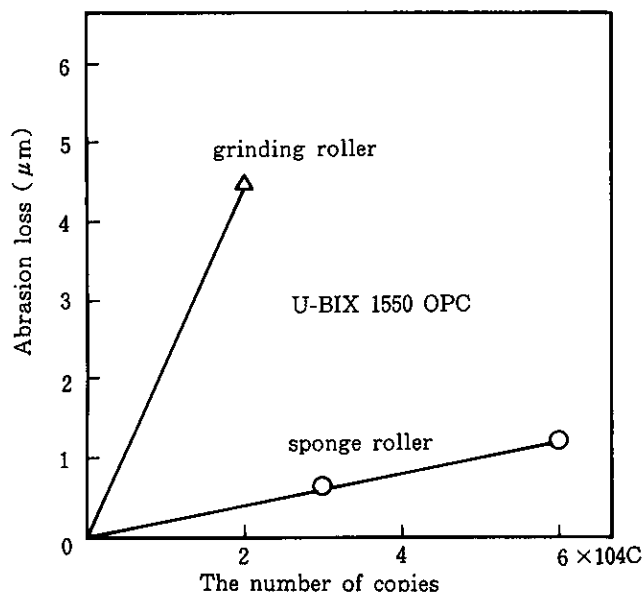


Fig.8 Abrasion loss of OPC by used grinding roller and sponge roller

耐久性を向上させるためには、クリーニングブレードのドラムへの当接荷重を、クリーニング性能を満たしながら極力低減させていくことが必要である。Fig.9はクリーニングブレードの当接荷重による摩耗の度合を1万コピーでの減耗量で示したものである。U-Bix1017、2025では当接荷重を12.5g/cmまで低減させ耐刷性を伸ばしている。

(d)帯電能バラツキの補償とサービス性

帯電モデルは電荷のリークを無視すると、単純なコンデンサーモデルで以下のように表され、膜厚によって帯電電位が変化する。

$$V = \frac{\sigma}{k\epsilon_0} \cdot L \quad \text{---(3)}$$

従って、塗布ムラや減耗によるキャパシタンスの変化を補償し、電位を安定させて、画像濃度やトナー濃度を所定範囲内に抑える必要がある。当社OPC搭載機では、Fig.10

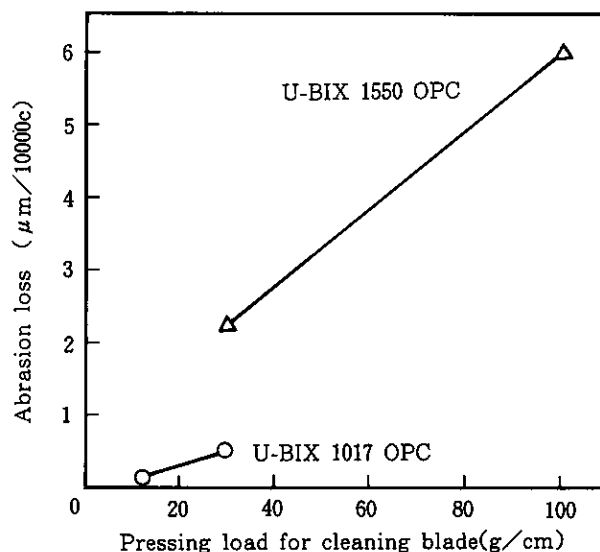


Fig.9 Abrasion loss of OPC depending on pressing load for cleaning blade.

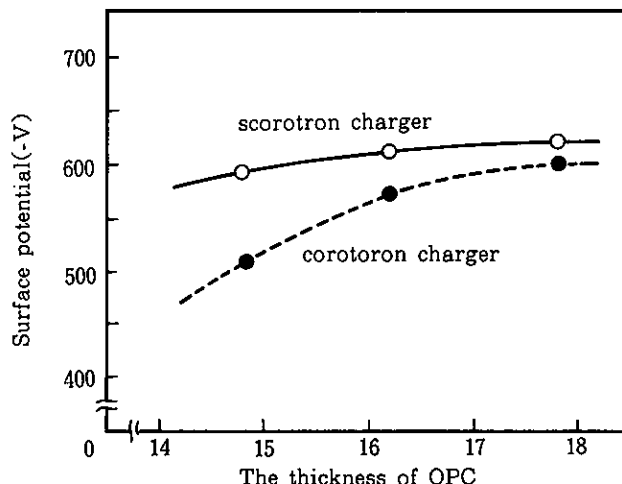


Fig.10 Electric potential stability by scorotron and corotron charger

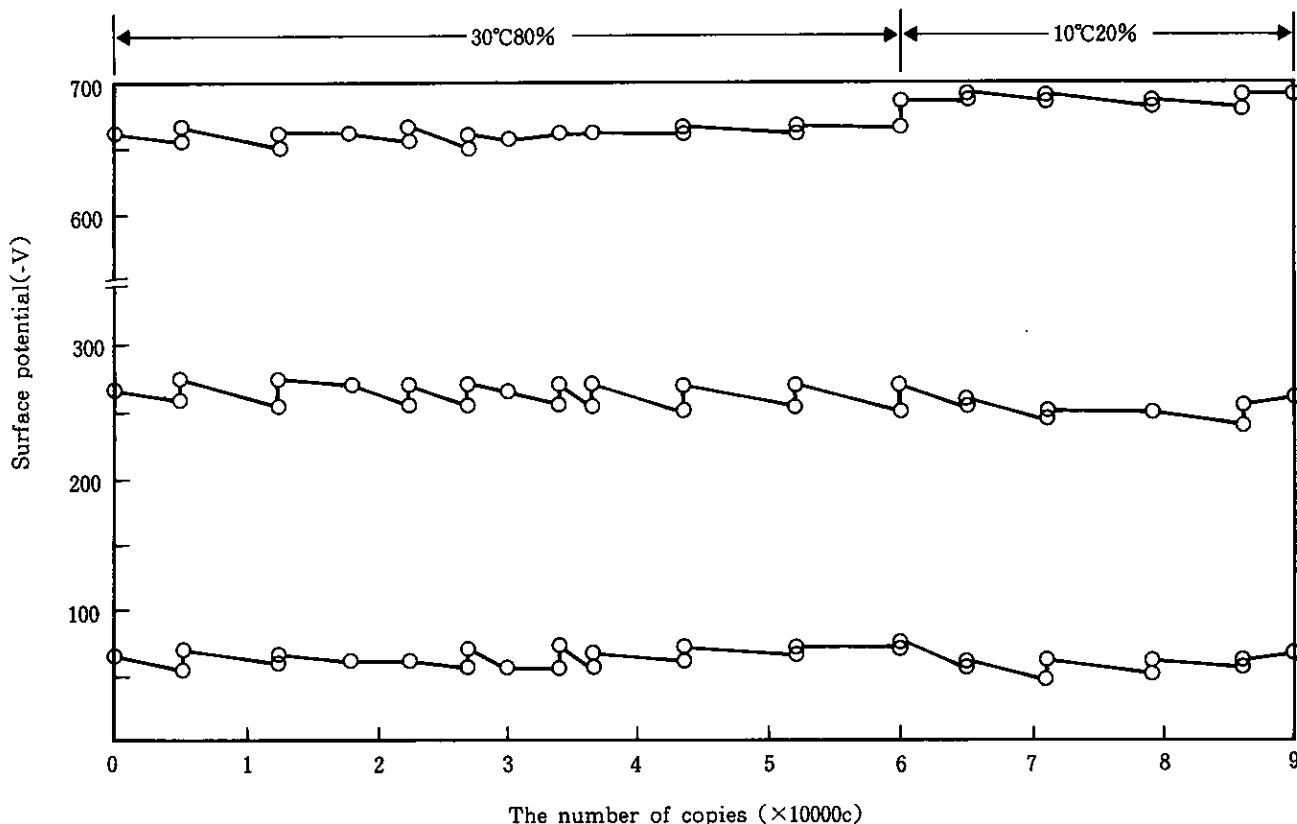


Fig.11 Cyclic property in U-BIX 2025

に示すような制御性を持つスコロトロンチャージャーを用いて、その補償を図っている。Fig.11はU-Bix2025での高温高湿環境下、低温低湿環境下での電位推移を示したものであるが、スコロトロンチャージャー及び前記プロセスコントロールにより、非常に安定した推移を示していることが分かる。またスコロトロンチャージャーを用いたことと、ドラム塗布工程での膜厚管理に厳しい制約を設けたことにより、機械の帯電出力を一定にしても、帯電電位初期設定を現像条件に見合った所定の幅に設定可能となり、従来Se系感光体で行ってきた市場での電流調整を不用にした。そのことは、ドラム基体アース方法を簡易化できて機械コストを下げただけでなく、ドラムカートリッジの互換性も容易にし、サービス性の向上ひいてはトータルコストの低減にも役だっている。

用も遠い将来ではない。

最後に、本稿作成に当り大変お世話になったサプライ生産事業部武居主任課員、サプライ技術部の皆様、及び事務機生産事業部坂口設計部長並びに設計部の皆様に深く感謝致します。

4

おわりに

OPC適用機の高速度、高耐久化への取り組みを述べてきたが、市場では更なる高品質、高機能、低コスト化が要求されており、我々はOPCの持つ有利性を踏まえ、市場ニーズに応じた対応を図っていく所存である。そのためには、本文で述べた様な見地からの全体システムの検討が、今後も必要となろう。検討レベルにおいては、既に10万コピーの耐用は得られており、中、高速機への適

●参考文献

- 1) Fifth Annual Photoreceptor & Copier Components Conference. Diamond Research Corporation. Aug, 1989
- 2) Hideyo Nishijima: "Imaging Materials Seminar Series" Fifth Annual Photoreceptor & Copier Components Conference. Aug, 1959
- 3) 小門「感光体の開発・実用化」日本科学情報出版
- 4) 横山「イメージング技術の基礎講座」予稿集(1985.6.13)電子写真学会講習会
- 5) 横山: 電子写真学会誌25(3), 62(1986)
- 6) H・Bassler, Phys, Status Solidi (b)107, 9(1981)
- 7) 藤村: シンポジウム「電子写真用有機感光体の現状」予稿集, P41, 電子写真学会(1985.12)
- 8) 特開昭61-120180, 同61-126181, 同61-223874, 同61-226774, 同61-239278
- 9) 特開昭48-47345, 同52-46820, 同52-84741
- 10) 特開昭75-176083, 同59-111673, 同60-221784, 特公昭61-10071
- 11) : コニカテクニカルレポート, 27(1989)
- 12) 特開昭63-239480