

V-7 高速モノクロ複合機の感光体及びプロセス設計技術²¹⁾²³⁾

(SHARP デジタル複合機「MX-M1100/M950/M860」)

中野 暢彦

シャープ株式会社 ドキュメントシステム事業本部 副参事

1. はじめに

経済産業省の統計データによると、2007年印刷統計¹⁾の製品別内訳では出版印刷や商業印刷の増加に伴い全体の生産金額は伸びており、その印刷方式ではオフセット印刷の増加が認められる。

一方、電子写真方式等によるデジタル印刷市場は全体に占める割合こそ未だ小さいが、確実にそのシェアを拡大している。これは、①電子写真プリンタの速度・画質・信頼性等の諸性能が印刷に求められるレベルに近づいてきた、②元来Print on Demand (POD) に適している電子写真方式が特に軽印刷領域におけるニーズにマッチしている、事が大きな要因と考えられる。ここで印刷に求められる項目とそれに対する電子写真方式の状況をTable. 1-1²⁾に示す。

Table.1-1 印刷分野のニーズに対する電子写真

ニーズ	電子写真方式の現状
短納期	刷版が不要で、元々Print on Demand (POD)に適している
高品質(高画質)	差異は認められるが、徐々に近づいている
低コスト	小部数・変更が多い場合に強みとなる
迅速な対応	システムとしてすばやい対応が可能
環境にやさしい	トナー・用紙の3R等の更なる推進が求められる

このように印刷業界、特に軽印刷分野は変化のときであり、より少量多品種に対応できるビジネスが求められている。ここからも POD に適した電子写真方式の印刷分野への参入が更なる市場を創出しつつあることを窺い知ることができる。

この様な中、当社も 2007 年にフラッグシップモデルとしてデジタル複合機「MX-M1100/M950/M860」(以降「MX-M1100」シリーズ)(Fig. 1-1)を発売し、POD 市場参入の第一歩を踏み出した。想定される市場のニーズを満たすために多くの技術を投入している



Fig.1-1 MX-M1100の概観

「MX-M1100」シリーズについて、その中から電子写真のコアとなる感光体について、①高速化に求められる高応答性を実現する為のシミュレーションを駆使した「ホール輸送材料の分子設計」、及び②ライフ1000K(100万)枚を達成させるための耐摩耗性並びに耐キズ性に対応した「ロングライフ設計」について紹介する。又、高速複合機として達成した1200dpiの画像形成技術や、各種プロセス制御技術についても触れておく。

2. 商品コンセプトと開発技術

今回紹介するSHARPデジタル複合機「MX-M1100」シリーズは2007年5月に発表された。この複合機は、「ものづくりを通じて社会に、そして環境に貢献したい」という思いから、ビジネスに環境性能(ECOLOGY)、技術革新(REVOLUTION)、新提案(SOLUTION)をもたらす「ECOLUTION®」をコンセプトに、多様なビジネスに求められている俊敏な対応力を実現すべく開発された次世代高速レスポンスマシンである。

具体的には社内印刷、コピー出力センター、専門外

注業者、個人宛郵便物出力、部門毎などの個人ユース等での要求項目を高い次元で満たすことを念頭に開発を進めた。このマシンの主な仕様を Table. 2-1 に示す。

Table.2-1 MX-M1100の主な仕様

形式	コンソールタイプ
複写方式	レーザー静電複写
解像度	1200dpi × 1200dpi (プリンタ)
階調	256階調相当
感光体	有機感光体
書込み	レーザーキャナー
現像	2成分現像方式
プリント速度	110枚/分
プリントサイズ	320mm × 489.5mm ~ A5R・官製ハガキ
最大消費電力	2.75kW以下
大きさ (W×D×H)	1,301* × 771 × 1,518 mm ※本体のみ、Option装着時は3,523mm

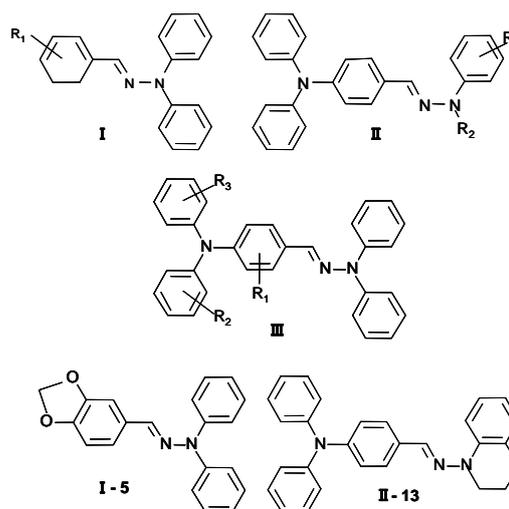


Fig.3-1 ヒドラゾン系HTMの化学構造

3. 分子シミュレーションを利用したホール輸送材料の物性予測と分子設計^{12)~14)}

電子写真プロセスの高速化に伴い、感光体も高い応答速度が求められている。今回のデジタル複合機「MX-M1100」シリーズでも最高毎分 110 枚の出力の為には、限られた露光一現像時間で潜像形成を完了できる電気特性が求められた。ここでは、分子シミュレーションを利用して高速応答が可能なホール輸送材料 (HTM: Hole Transport Material) を開発した経緯を紹介する。

現在電子写真方式で主に用いられている機能分離 (積層) 型負帯電感光体は、光照射によってキャリアを発生させる電荷発生層 (CGL: Charge Generation Layer) と、生じたホールを輸送するホール輸送層 (HTL: Hole Transport Layer) によって成り立っている。この HTL の電气的性能は、イオン化ポテンシャル (Ip) に関する電荷注入効率と、移動度 (μ) で決定されるので、我々は分子起動計算に基づくシミュレーションによって、材料系からイオン化ポテンシャル (Ip) や移動度 (μ) を予測し、高速応答が可能な HTM 設計を行った。

まず、どのような分子の特性が関与しているのかを明らかにするために、ヒドラゾン系 HTM を用いて実測と計算結果を比較検討した。Fig. 3-1 に示す化合物 I

Table.3-1 ヒドラゾン系HTMの化学構造

No.	Skeleton	Substituent		
		R ₁	R ₂	R ₃
I-1	Compound I	H	-	-
I-2	Compound I	p-Me	-	-
I-3	Compound I	p-MeO	-	-
I-4	Compound I	p-Cl	-	-
I-5	Compound I	Fig.3-1参照	-	-
II-6	Compound II	H	Me	-
II-7	Compound II	H	Ethyl	-
II-8	Compound II	H	Bthyl	-
II-9	Compound II	m-Me	Me	-
II-10	Compound II	p-Me		-
II-11	Compound II	m-Me		-
II-12	Compound II	o-Me		-
II-13	Compound II	Fig.3-1参照		
III-14	Compound III	H	H	H
III-15	Compound III	H	p-Me	p-Me
III-16	Compound III	3-Me	p-Me	p-Me
III-17	Compound III	3-Ethyl	p-Me	p-Me
III-18	Compound III	H	p-MeO	p-MeO
III-19	Compound III	2-Me	o-Me	o-Me

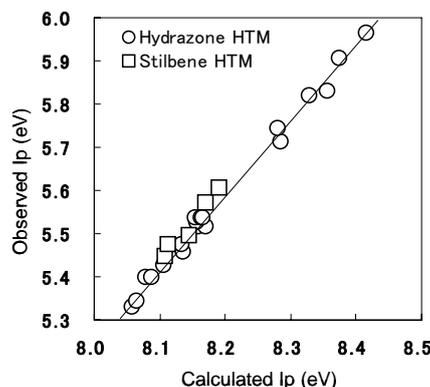


Fig.3-2 イオン化ポテンシャルの実測例と計算値の比較

～ III を基本骨格として、置換基を導入した19種の化合物(Table. 3-1)を用いたところ、いずれのヒドラゾン系HTMもFig. 3-2の○プロットで示すように、計算したイオン化ポテンシャル(Ip) (中性分子の最高占有分子軌道:HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital)の軌道レベルは実測したイオン化ポテンシャル (Ip) に対してきれいに相関しており、計算精度が十分であることが確認できている。同様にスチルベン系HTMでも確認できた(Fig. 3-2の□プロット)。

次いで同様に移動度について検証するものの良い相関関係は得られなかった為、中性分子のHOMOとカチオンラジカル分子の最低非占有分子軌道(LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)の間のエネルギーギャップ (ΔE_L) と移動度の関係を検討した結果、I～IIIの各基本骨格内の分子同士ではほぼきれいな直線関係

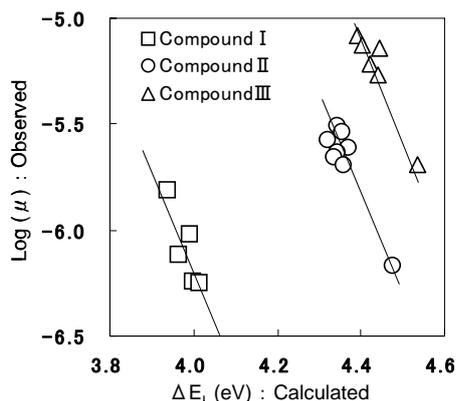


Fig.3-3 ΔE_L に対するホール移動度の相関

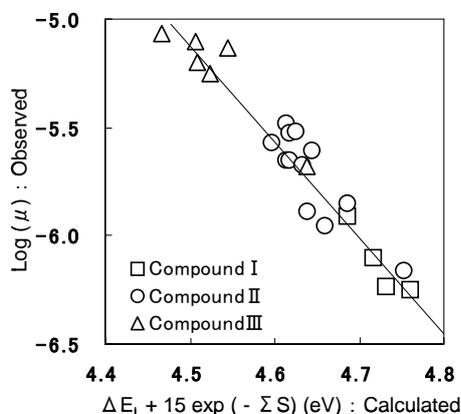


Fig.3-4 補正項を導入した ΔE_L に対するホール移動度の相関

が得られた(Fig. 3-3)。更に分子の立体的な効果を表すベンゼン環(Φ)とスリチル基($\Phi-C=C-$)の総和 ΣS を補正項として導入することにより、基本骨格によらない相関関係を得ることができた(Fig. 3-4)。

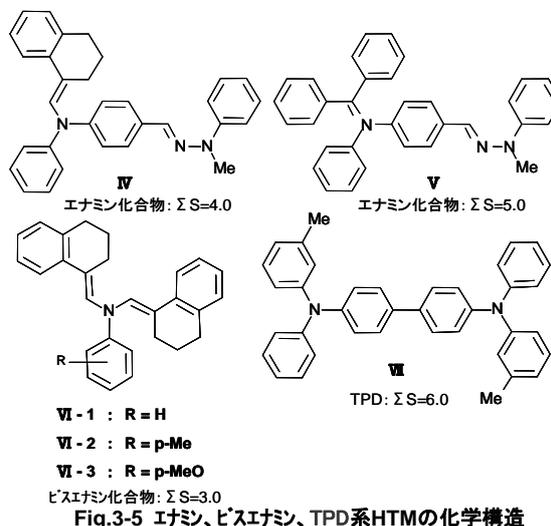
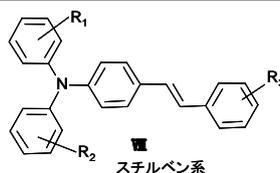


Fig.3-5 エナミン、ビスエナミン、TPD系HTMの化学構造

Table.3-2 スチルベン系HTMの化学構造

No.	Substituent		
	R1	R2	R3
VIII-1	H	H	H
VIII-2	H	H	p-Me
VIII-3	H	H	3,4-diMe
VIII-4	H	H	P-MeO
VIII-5	P-MeO	H	p-Me
VIII-6	P-MeO	P-MeO	p-Me



そのほかFig. 3-5に示す化合物IV～VIIや、化合物VIIIのスチルベン系(Table. 3-2)でもヒドラゾン系同様の相関関係を確認した(Fig. 3-6)。

このように、種々の骨格構造を有するHTMにおいて、その移動度は計算結果に π 共役系の広がりを表すパラメータ S を導入することにより高い相関関係が得られ、分子シミュレーション計算によりHTMの移動度の予測が可能となっている。

以上のように、シミュレーションによって求めたイオン化ポテンシャル(Ip)と移動度(μ)は実際の測定結果と非常に良い相関関係を持つことから、目標とする

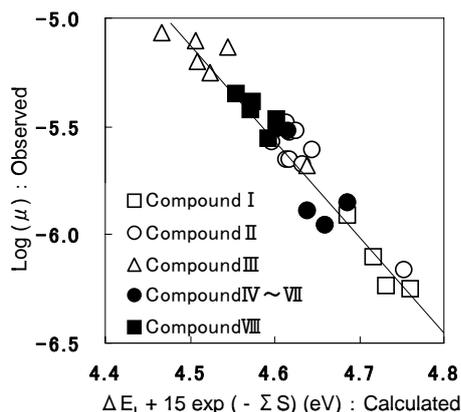


Fig.3-6 ホール移動度の相関

イオン化ポテンシャル(Ip)と移動度(μ)が得られる10種程度に絞り込んだ候補HTMを実際に合成し、種々の電子写真特性を評価することにより当社独自の高性能HTMを開発した。

4. ロングライフ設計¹²⁾

電気特性の他、POD 分野に適合する為のもう一つの大きな要素は、感光体のロングライフ化(高耐久性)である為、我々は1000K(100万)枚というロングライフ目標を設定し、感光体設計に取りかかった。ロングライフ化といっても単に①膜が削れにくい(耐摩耗性)だけでなく、②キズがつきにくい事(耐キズ性)も重要な因子であり、2つの性能を達成する為、電荷輸送層(CGL: Charge Transport Layer)の膜物性との相関関係を見出し、設計指標とした。

(1) 耐摩耗性設計

感光体表面は電子写真の一連のプロセスで削れるが、物理的に接触磨耗を個々に分析し耐刷試験を行う事は莫大な費用と時間を費やす為、我々はCTLの削れ量と関係が有る物性値として弾性仕事率に良い相関関係が有ることを見出し、開発の効率化を図った。

その為に、耐摩耗性における高分子の機械応力に対する弾性モデルとしてケルビン・フォークトモデルを仮定した。このモデルはTable. 4-1に示すように3つ

に分解され、それぞれに意味づけされている。更に物性値としてもヤング率やクリープなどとも関係があることから、耐摩耗性向上に好適な条件は、①膜の弾性より応力(具体的にはドラムブレード間に働く力)を緩和する能力が高く、②その内訳として瞬時弾性歪みによる緩和能が大きく、③粘性(流動)による永久歪みが少ない、事であることが導かれる。つまり、電子写真プロセスの中で受ける機械的外力に対して、それを永久歪みとして残らないようなCTLが求められている事が分かった。

Table.4-1 ケルビン・フォークトモデルの意味付け

	I	II	III
モデル	瞬時弾性	遅延弾性	粘性流体の直列回路
意味付け	近接分子間の相対位置変化。(分子運動には寄与しない)	結合配位の統計的分布の変化。セグメントの運動のはやさに起因(マイクロラウン運動)。	マクロラウン運動による流体。

(2) 耐キズ性設計

ロングライフ化設計においても一つ重要な耐キズ性の設計についても、関係の有る物性値を用いて最適化設計を行っている。

感光体は前述の通り、単純に膜が削れるだけでなく同時にキズがついてしまい、最悪の場合画像欠陥が生じる。我々はここでキズに対する有効な物性値として、表面自由エネルギーを採用している。表面自由エネルギーとは、物体の表面の濡れ性に依存する物性値であり、この値が小さいほど表面の滑り性が良好になる事を意味する。実際の機内では、感光体にキズが入るのは紙粉や現像剤中のキャリア、その他の異物が感光体



Big ← Wetness → small

Fig.4-1 濡れの大小

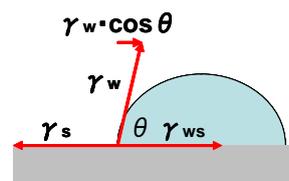


Fig.4-2 接触角

に付着したままクリーナー部に移動した時、感光体とクリーニングブレードの間にその異物が噛み込む事により起こる。そこで感光体表面の滑り性を良くして、感光体に異物が付きにくくすることでキズが着くことを抑制するという考えである。感光体表面の滑り性を良くする事は濡れにくくする (Fig. 4-1)、つまり接触角 (θ) を大きくして感光体の表面自由エネルギー γ_s (Fig. 4-2) を小さくする事で異物付着を抑制し、キズが付き難くしている。

弾性仕事率が大きいと膜減り量は軽減され、表面自由エネルギーが小さいほどキズは小さくなる事を検証した結果を Fig. 4-3、4-4 に示す。実際の設計では弾性仕事率に対して CTM と組み合わせる樹脂材料の構造や、両者の配合比率の最適化によって処方を決定している。CTL の表面自由エネルギーを小さくする為には、CTL を構成する樹脂の構造にシロキサン系の修飾基を導入したポリカーボネート樹脂を採用している。

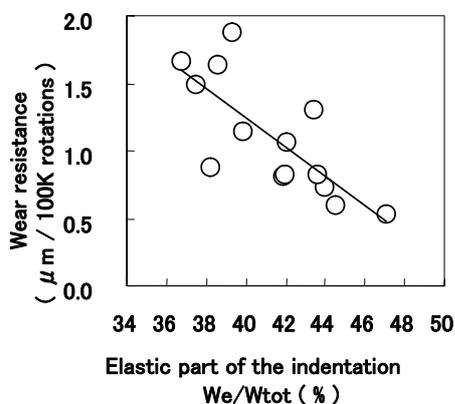


Fig.4-3 弾性仕事率と膜べり量

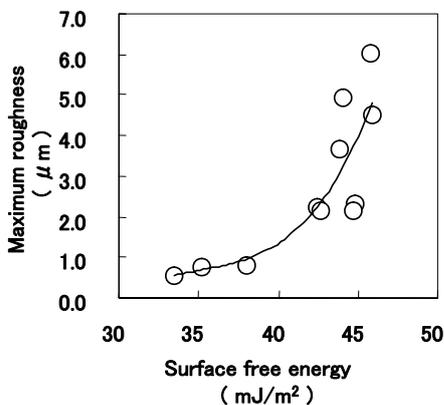


Fig.4-4 表面自由エネルギーと最大粗度

5. 1200dpi画像形成技術¹⁵⁾

Fig. 5-1 は、階調性を必要とするピクトリアル画像においては 1200dpi 以上の解像度が必要なことを示している。その為、デジタル複合機「MX-M1100」は毎分 110 枚の出力速度で 1200dpi の解像度を達成している。

これまで 300dpi の出力機器では、ビーム径 ≒ ドットピッチとなる条件で露光を行っていたが、Table. 5-1 に示すように、600dpi 以上の出力機器になると光学系がビーム径を絞りきれない状況にある為、隣接ビームとのクロストークが無視出来なくなることから、理論解析に基づく潜像シミュレーションと感光体の膜厚検討を行った。

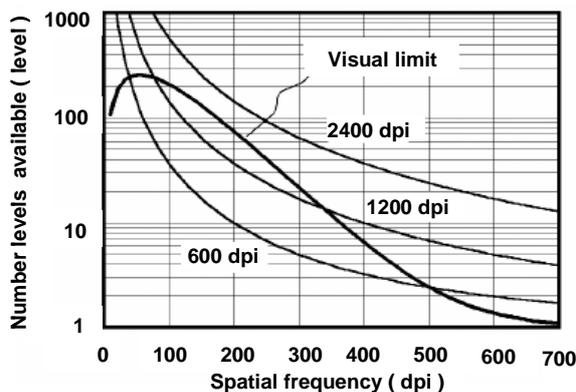


Fig.5-1 視覚の空間周波数特性

Table.5-1 マシン解像度と採用ビーム径

Resolution	Dot pitch	Beam spot
300 dpi	85 μ m	90 ~ 100 μ m
600 dpi	42 μ m	75 ~ 80 μ m
1200 dpi	21 μ m	55 ~ 65 μ m

(1) シミュレーションによる潜像プロファイル
レーザーパワー P 、ビームウエスト半径が w_x 、 w_y のガウシアンレーザービームの強度分布は(1)式となる。

$$I(x, y) = \frac{2P}{\pi \cdot w_x \cdot w_y} \exp\left[-\frac{2x^2}{w_x^2} - \frac{2y^2}{w_y^2}\right] \quad (1)$$

(1)式より、レーザーをパルス幅 Δt 、走査速度 v で走査した時の露光エネルギープロファイルは(2)式で与えられる。

$$E_v(x, y) = \int_0^{\Delta t} I(x - v \cdot t, y) dt$$

$$= \frac{2P}{\pi \cdot wx \cdot wy} \exp\left[-\frac{2y^2}{wy^2}\right] \int_0^{\Delta t} \left[-\frac{2(x - v \cdot t)^2}{wx^2}\right] dt \quad (2)$$

次に、複数の任意露光パターンで走査した時の露光エネルギープロファイルについて求める。デジタル露光において、露光座標を (xi, yi) とすると、xi, yi は解像度に依存して離散的な値をとる。1200dpiの場合、ドットピッチは21 μmなので、

$$x_1, x_2, \dots = 0, 21, 42, 63 \dots$$

となる。座標 (xi, yi) の露光状態を表す関数G (xi, yi) を

$$G(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{レーザー ON} \\ 0 & \text{レーザー OFF} \end{cases}$$

と定義すると、トータル露光プロファイルEt(x, y)は、

$$E_t(x, y) = \sum_i \sum_j E_v(x - x_i, y - y_j) G(x, y)$$

で求められる。

感光体の露光減衰曲線 (PIDC)、及び現像バイアス (DVB)にこのシミュレーションで求めた露光プロファイルを重ね合わせ、潜像形成を表したものがFig. 5-2である。ここでDVBに相当する露光エネルギーを” Dev. Threshold “として、画像形成の指標とする。

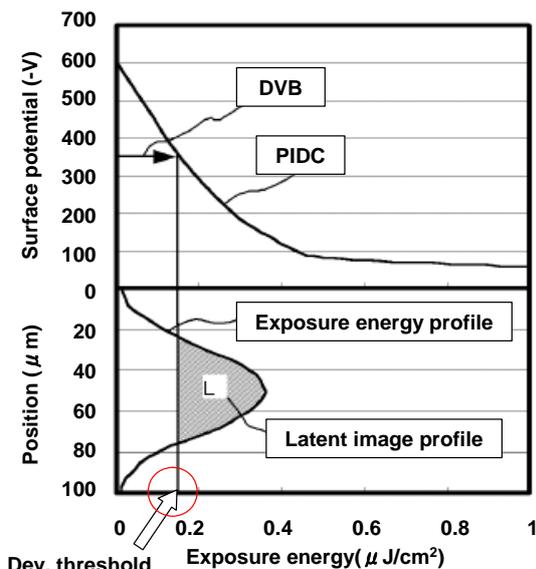


Fig.5-2 潜像プロファイルシミュレーション

(2) ドット径/ライン幅の両立

Fig. 5-3は、解像度1200dpi のドット/ライン潜像をビーム径60 μm、レーザーパワー0.15mWで形成した時のDev. Thresholdとドット径/ライン幅の関係を探った結果であるが、1200dpi の潜像形成においては1dotを解像度に見合った大きさで形成するDev. Thresholdと、それ以外の画像パターンでのDev. Thresholdが異なっている。つまり画像形成において両立することができないことを示している。

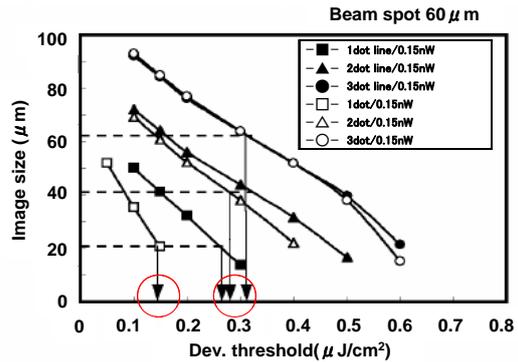


Fig.5-3 現像閾値と画像サイズの関係 (ビーム径 60 μm、2値)

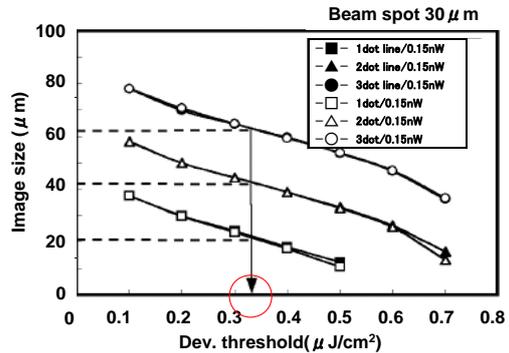


Fig.5-4 現像閾値と画像サイズの関係 (ビーム径 30 μm、2値)

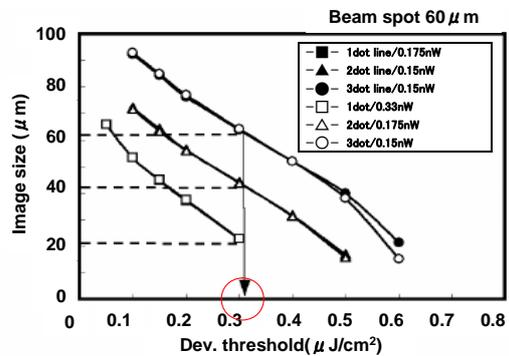


Fig.5-5 現像閾値と画像サイズの関係 (ビーム径 60 μm、多値)

一方Fig. 5-4では、ビーム径を小径化 ($30\mu\text{m}$) としたときは $0.3\mu\text{J}/\text{cm}^2$ で画像パターンを両立できることがわかり、Fig. 5-5では、露光エネルギーを補正する ($0.15\sim 0.33\text{mW}$) 多値化制御が有効であることがわかる。

(3) 感光体膜厚

次に、潜像形成における感光体膜厚の影響について検討を行った。Fig. 5-6は、任意の線幅を有する矩形状電荷分布からなる潜像の電位プロファイルを求めたシミュレーション結果である。潜像の高解像度化

(a: $600\text{dpi} \rightarrow$ b: 1200dpi) により、孤立潜像と周期潜像の重なりが低下し、孤立潜像と周期潜像を現像する場合の現像両立域が狭くなる事がわかる。しかし、感光体を薄膜化 (b: $20\mu\text{m} \rightarrow$ c: $10\mu\text{m}$) することによって、孤立潜像と周期潜像の応答性が向上し、現像電位両立域が拡大することから、高解像度化による潜像現像域の確保には、感光体の薄膜化が有効な対応策である事がわかる。

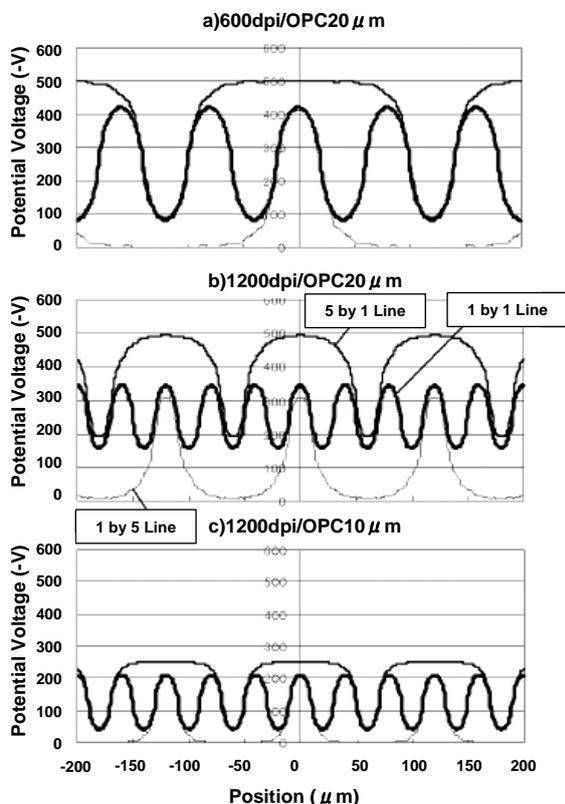
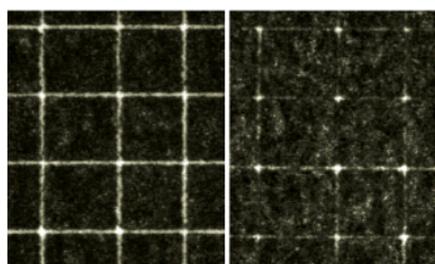


Fig.5-6 感光体膜厚による潜像レスポンスシミュレーション

Fig. 5-7は、2つの感光体膜厚に対する、白抜き画像 (1200dpi 2dot line) 再現性の実機検証結果である。感光体を薄膜化することにより、白抜き画像の再現性が向上しており、上記シミュレーション結果に加え、実証実験でも薄膜化の妥当性を確認した。

但し、実際には感光体の耐刷性を考慮すると薄膜化は制限される事を付け加えておく。



Thickness $13\mu\text{m}$ Thickness $21.5\mu\text{m}$
Fig.5-7 感光体膜厚による白抜き画像再現性

(4) 現像・プロセス設計

1200dpi 潜像を現像する上での、トナーの小粒径化についても検討を行った。Fig. 5-8は、 1200dpi の 2×2 ドット潜像に対し、粒径の異なるトナーで現像したときの感光体上の現像拡大写真である。トナーを小粒径化することで、ドット再現性、ドット形状の均一性が向上している事が分かる。



Toner Size $6\mu\text{m}$ Toner Size $9.5\mu\text{m}$
Fig.5-8 トナー粒径による画像再現性

次いでトレードオフの関係にある細線再現性と画像濃度について考える。Fig. 5-9は、1dot lineが理論値である $21\mu\text{m}$ になるレーザパワー (L. D. Power)、現像バイアス (DVB) を示している。設定によっていくつもの組み合わせが存在するが、その中から画像濃度を最も確保しやすい設定、つまり現像電位差 ($|DVB - V_L|$) (V_L : 感光体露光電位) が最も大きくなる設定を選択する事

が望ましい。このような最適化設定により、細線再現性と画像濃度の高いレベルでの両立が可能になる。

Fig. 5-10は、細線再現性と画像濃度を両立するL. D. PowerとDVB との関係を実験により検証した結果である。この検証でも、L. D. Power=0.1mW、DVB=-350V付近で細線再現性と画像濃度を両立できることがわかった。但し、 $|DVB-V_L|$ 重視、つまり画像濃度を求める事はトナー消費量拡大に繋がる為、注意深い設定が必要である。

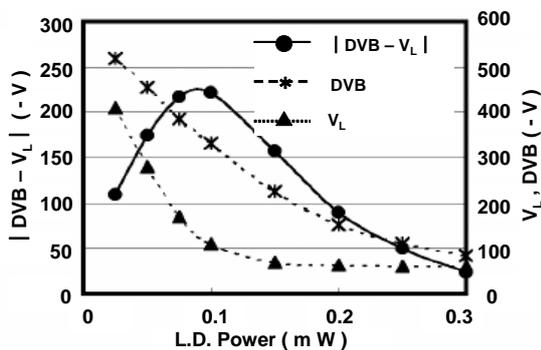


Fig.5-9 レーザーパワーと現像ポテンシャルの関係
1dot line=21 μ m(理論値)になる点

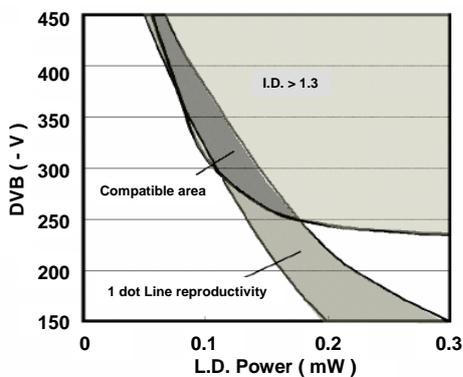


Fig.5-10 細線再現性と画像濃度の両立条件

このように高解像度達成の為には感光体膜厚・感度、レーザービーム径、L. D. PowerとDVB、その他トナー粒子径という基本条件が計算上でも実証においても重要である事がわかっている。こうした高解像度へのアプローチの蓄積により、高速機での1,200dpiを達成している。

6. 感光体周辺プロセス制御技術

高応答・ロングライフを目的に開発した感光体であるが、環境やライフに対して感光体特性を常に安定させるためには、現像性も含めていくつかのプロセス制御の助けが必要となる。そこで今回重点的に取り組んだ項目は、

- a) 感光体の露光減衰特性カーブの安定化
- b) 目標画像濃度を得る実効現像電位検知精度向上
- c) 現像感度特性の安定化
- d) 印字動作立上げと立下げ時のクリーニングフィールド電位確保

である。そこで、本プロセス制御システムでは、

- ①高濃度プロセス制御技術
- ②レーザーパワー最適化制御技術
- ③表面電位センサーによるフィードバック型高圧シーケンス技術
- ④トナー濃度制御技術

を導入することで、画質レベルの安定化とプロセスのロングライフ化を実現している。

7. おわりに

SHARP デジタル複合機「MX-M1100/M950/M860」に用いている感光体は、これらの設計技術を活用してライフ1,000k(100万)枚を達成した。

ここで活用した技術は「生産性」・「安定性」・「信頼性」・「耐久性」といった基本性能を高い次元で達成しただけに留まらず、開発期間短縮やそれに伴うコスト削減、生産負荷低減、市場における廃棄物削減、更にはメンテナンス頻度削減をももたらし、ユーザーのトータルコスト負荷低減に努め、製品ライフサイクル全般に亘る総合的な環境負荷低減と省資源化に貢献した。

今後も性能向上やコスト削減だけでなく環境対応技術を発展させ、電子写真という業態を通じて社会に貢献し続けていきたいと考えている。

尚、本稿は日本画像学会誌第48巻第1号：

42-50(2009)に掲載した内容を転記したものであり、この著作権は日本画像学会が有している。

参考文献

- 1) 経済産業省：工業統計 産業編データ 19 出版・印刷・同関連産業、生産動態統計 統計表一覧（紙・印刷・プラスチック・ゴム製品統計）2007 印刷統計、(2008).
- 2) 保谷武夫：デジタル印刷はここまで来ている、印刷雑誌 2008、91、7、11-16 (2008).
- 3) シャープ(株)：わが社と画像技術、日本画像学会誌、47、4、298-299 (2008).
- 4) 家村浩俊：高速デジタル複合機「MX-M1100/ M950/ M860」、シャープ技報、29、97、34-35 (2008).
- 5) 多田達也：電子写真プロセス基礎技術入門、第65回日本画像学会技術講習会、36-54 (2008).
- 6) 三森光幸：電子写真感光体の基礎と技術動向、第65回日本画像学会技術講習会、211-228 (2008).
- 7) 池上孝彰、島田知幸、納所伸二、戸田直博：OPC 感光体の長寿命化技術、日本画像学会、47、2、117-123 (2008).
- 8) 高橋恭介、北村孝司 監修：デジタルハードコピー技術、CMC 出版 (1999)、pp. 39-98.
- 9) 横山正明：OPC 感光体の基礎、電子写真学会シンポジウム“OPC 感光体はどこまでのびるか” 論文集、3-8 (1986).
- 10) 村山徹郎：PPC 用有機感光体材料、電子写真学会シンポジウム、OPC 感光体はどこまでのびるか、9-14 (1986).
- 11) 宮崎 元：デジタル作像技術-感光体-、電子写真学会誌、32、3、282-289 (1993).
- 12) 木原彰子、和所純一、中野暢彦、下田嘉英：高速複合機用有機感光体の設計技術、シャープ技報、97、22-24 (2008).
- 13) 小幡孝嗣、近藤晃弘、石田一也、和所純一、西垣敏：分子シミュレーションを利用したホール輸送材料の開発、Japan Hard Copy 2002 (2002).
- 14) 小幡孝嗣、近藤晃弘、竹田裕子、杉村博、西垣敏：分子シミュレーションを利用したホール輸送材料の物性予測、シャープ技報、76、36-40 (2000).
- 15) 香川敏章、牧浦 尚、中野暢彦、豊島哲朗：1200 dpi 画像形成技術の開発、シャープ技報、76、46-51 (2000).
- 16) 太田光弘：多種媒体への高速・カラー高画質化技術への挑戦、日本画像学会誌、47、2、97-103 (2008).
- 17) 三矢輝章、望月健至：超高速モノクロレーザープリンターの高信頼作像プロセス、日本画像学会誌、47、2、104-109 (2008).
- 18) 矢追真一、戸野本好弘：電子写真フルカラープリンタの超高速・高生産技術への挑戦 - Fuji Xerox 490/980 Color Continuous Feed Printing System -、日本画像学会誌、47、2、110-116 (2008).
- 19) 勝田勇生：電子写真方式技術の変遷、印刷雑誌 2007、90、12、31-36 (2007).
- 20) 岩本明人、小寺宏暉編、デジタルハードコピー技術、共立出版 (2000)、pp. 176-225.
- 21) 中野暢彦：高速モノクロ複合機と感光体設計技術 - SHARP デジタル複合機「MX-M1100/M950/M860」、第66回日本画像学会技術講習会、1-33 (2008).
- 22) 日本電子写真学会編、平倉浩治・川本広行監修、電子写真、東京電機大学出版局 (2008)、pp. 2-132.
- 23) 中野暢彦：高速モノクロ複合機の感光体及びプロセス設計技術 (SHARP デジタル複合機「MX-M1100 / M950 / M860」)、日本画像学会誌、48、1、42-50 (2009).

禁 無 断 転 載

2008年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」“V-7”部

発行 2009年3月

社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会 (JBMIA)

技術委員会 技術調査小委員会

〒105-0003 東京都港区西新橋三丁目25番33号 NP 御成門ビル

電話 03-5472-1101(代表) / FAX 03-5472-2511