

新規フラッシュ定着及び現像剤技術の開発

連続紙フルカラープリンタのための新規定着システム

Development of Flash-fusing System and Toner for Continuous Paper Full Color Printer

青木 義和* 玉置 順一* 奥野 裕介* 中山 寛治* 増田 敏樹*
Aoki, Yoshikazu Tamaoki, Junichi Okuno, Yusuke Nakayama, Kanji Masuda, Toshiki

要旨

連続紙フルカラー用フラッシュ定着システムを、3つのキー技術によって新規開発した。

- 1) 黒とカラーの定着性を両立するフラッシュ発光制御技術
- 2) トナーの低付着域および高付着域の定着性を確保するための予備加熱技術
- 3) 効率的な赤外吸収を実現するトナー設計

これによって、オフィス用プリンタ並みの色再現と定着性を両立することができた。

Abstract

Konica Minolta has marketed a full color printer employing a new flash fusing process for continuous paper since March 2004. This printer has been developed with the following three key techniques: 1) a flash light emission controlling technique to enable accurately fixing both black and full color toner images, 2) a preheating technique to assure good fixability for both small amount toner-adhered regions and large amount toner-adhered regions, and 3) a toner design technique to realize toner capable of absorbing infrared rays efficiently. As a result, we have achieved both good color reproducing capability and good fixability comparable to an office printer.

1 緒言

近年、多様な記録媒体にフルカラー印刷可能なオンデマンド方式プリンタが要望されている。当社ではこの要望に対し、電子写真方式の連続紙フルカラープリンタを開発し、2004年3月に上市した。Fig. 1に構成図、Table 1に基本仕様を示す。本プリンタには定着装置と記録媒体が非接触であるフラッシュ定着システムを搭載しており、厚紙、タック紙を始め、台紙との段差があるカード類、ICタグなど多様な媒体への対応を可能としている。

フラッシュ定着システムは装置の高速化、長寿命化が容易であり、従来からモノクロ高速プリンタに搭載され

ている。しかし、従来のモノクロプリンタ用のフラッシュ定着をカラープリンタに適用すると、①カラートナーと黒トナーでのフラッシュ光（赤外線）吸収率の違いによる画像劣化 ②ハイライトと多層ベタなどトナー付着量の違いによる定着性の不安定さなどの課題を生じてしまう。

また、フラッシュ定着でカラートナーを定着するためにはトナーへの赤外線吸収剤の添加が必要であるが、この影響による ③色再現範囲の縮小も課題となる。

そこで本プリンタでは、これらの課題の発生要因を推定した上で、新たなパラメータとしてフラッシュ光の発光制御、予備加熱、トナー設計を導入し課題を克服した。本報ではこれらの対応技術について紹介する。

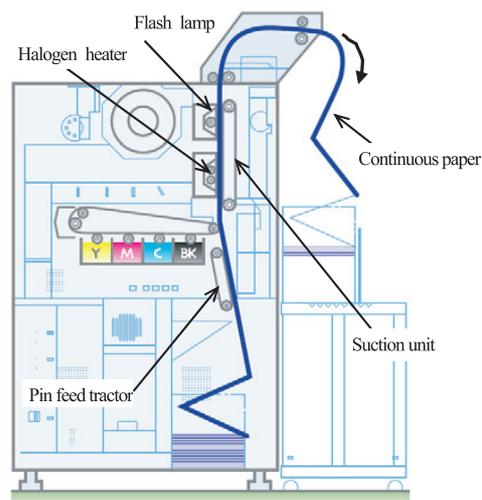


Fig.1 Schematic illustration of printer

Table 1 Basic Specifications

Printing Method	Dry Electro photography, LED Exposure	
Printing Speed	90mm/s	
Resolution	600dpi	
Printing Width	279.4mm	
Paper	Continuous Pin-feed paper	
	Width	101.6~304.8mm
	Length	152.4~457.2mm
	Weight	55~180Kg
	Thickness	0.0777~0.279mm
Fusing System	Pre-Heat (Halogen) and Flash	
Power Supply	AC200~240V, 50/60Hz	
Size	930 (W)×740 (D)×1,480 (H) mm	
Weight	About 270Kg	
Controller	Build-in inside	
Power	4KW (mean)	

* コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)
機器開発本部 機器第3開発センター 第32開発部

本稿は JHC2004 論文集を加筆、修正したものである。

2 フラッシュ光の発光制御

2.1 トナーの赤外線吸収率の影響

トナーの定着性は、トナーが吸収した発光エネルギーに依存する。このため、フラッシュ光の波長領域である赤外線に対して吸収率が低いカラートナーには、赤外線吸収剤の添加が一般的に行なわれる。しかし、その添加量はコストやトナー性能の制約によりできる限り少なくする必要があるので、黒トナー相当の赤外線吸収率を確保することは困難である。一例として、トナーの赤外線吸収率をFig. 2に示す。フラッシュ光の波長領域で黒トナーが高い値を示すのに対し、赤外線吸収剤を実用上の限量まで添加したカラートナーでも吸収率は黒トナーに比べ低い。

この結果、Fig. 3の定着剥離強度のグラフで示したように、 400 J/cm^2 付近の発光エネルギーでは黒トナーの定着剥離強度は実用レベルの80%を確保しているが、赤外線吸収剤を添加したカラートナーは熱への変換効率が低く、十分な定着剥離強度が確保できない。

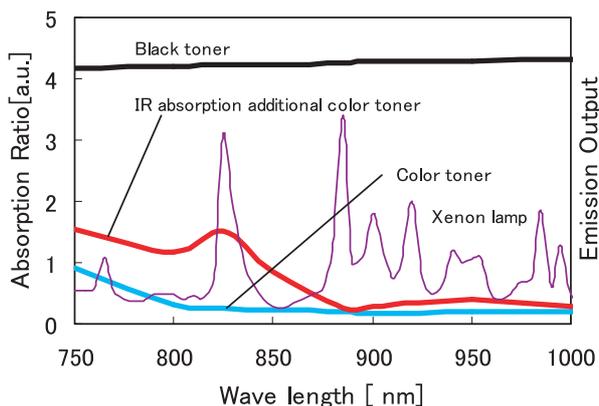


Fig.2 Toner absorption spectrum

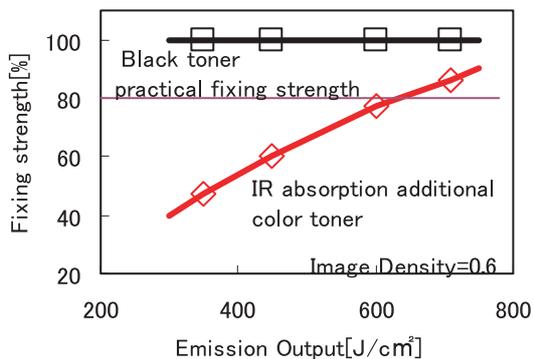


Fig.3 Fixing strength

したがって、カラートナーの定着性を確保するためには、発光エネルギーを1.5~2.0倍に高める必要がある。

ところで、フラッシュ定着の場合、発光エネルギーは

フラッシュ光の放電電流波形の積分値である。従来のモノクロ用フラッシュ定着では、Fig. 4の黒線のような放電電流変化を示し、その放電電流のピーク値は黒トナーが昇華しない上限付近に制限している。

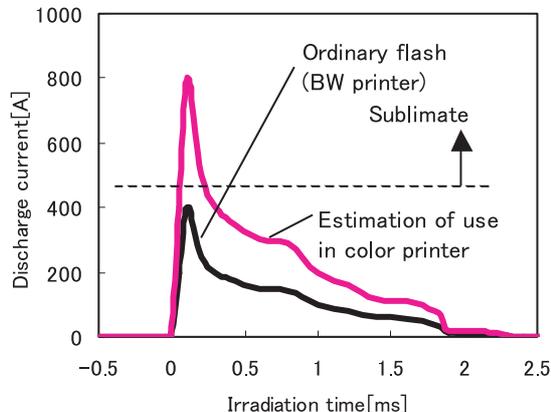


Fig.4 Form of Ordinary flash current

カラートナーの定着性を確保するため、放電電流を高くした場合、ピーク値がFig. 4の紫色の線で示したように黒トナーが昇華しない上限を超え、黒定着画像にFig. 5のような昇華痕といわれるノイズや画像抜け(ボイド)を生じてしまう。昇華痕はトナー表面付近の急激な温度上昇により発生すると考えられている。トナー表面温度上昇のシミュレーション結果をFig. 6に示す。カラートナーの場合、大部分の赤外線がトナー表層を透過または反射することで表面の温度上昇が抑制されているが、黒トナーは表層で吸収される光エネルギーが大きく、非常に高温になっていることが示されている。



Fig.5 sublimation mark

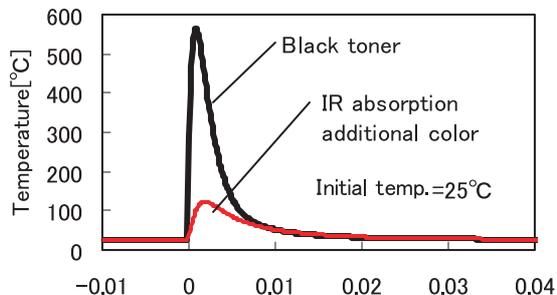


Fig.6 Toner surface temperature

以上からわかるように、単純にフラッシュ定着の放電電流波形を増大させることは黒トナーが昇華するという課題を生じてしまう。

2. 2 新規発光制御と効果

前節のモデルより、フルカラー画像の定着性を確保するためには、放電電流のピーク値を昇華の生じないレベルに抑制するとともに、カラートナーも定着可能な発光エネルギーを与えることが必要である。これを実現するため、放電電流の安定化と発光時間の長時間化を可能とする新規電源装置を開発した。

Fig. 7に新規電源の電流波形を示す。新規電源では放電電流を従来電源相当の昇華が発生しないレベルに抑制するとともに、放電中の電流を安定化しカットオフ時間までの電流を継続させている。また、このカットオフ時間を任意に設定できるよう構成することで、記録媒体の熱伝導率や熱容量などに応じた発光エネルギーを供給することができる。

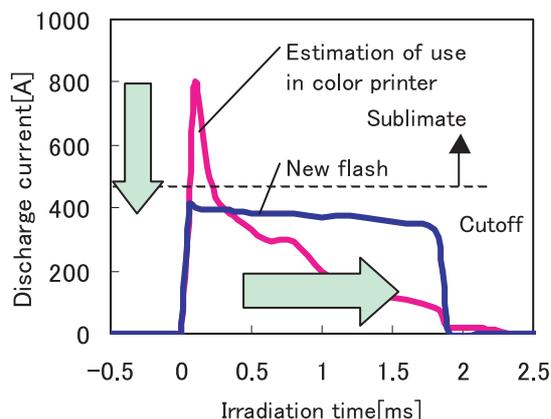


Fig.7 Comparision of flash current

上記の発光制御による効果をFig. 8にイメージ図として示す。図中の緑色および黄色の網掛け部分はそれぞれ黒トナー定着、カラートナー定着のための発光エネルギー設定可能範囲である。従来電源では、黒トナーの昇華とカラートナーの定着性が両立できる発光エネルギーは存

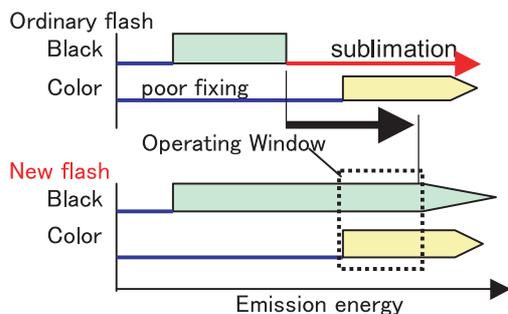


Fig.8 Effect of emission control

在しなかった。一方、新規電源では、ピーク放電電流を抑え長い時間発光させることで、カラートナーの定着に必要な発光エネルギーを供給しつつ、黒トナーが昇華しない発光エネルギーの上限を拡大することが可能とできた。

これにより、黒破線の範囲でフルカラー定着を可能とできた。

3 記録媒体の予備加熱

3. 1 トナー付着量の影響

2章で述べたフラッシュ発光制御を行っても、フルカラープリンタはモノクロやモノカラープリンタに比べ記録媒体へのトナー付着量の幅が大きく、トナー低付着域から高付着域までの定着性確保が課題となる。

1次色の定着性確保を優先して発光エネルギーを設定した場合、画像ハイライト部など1次色よりも低付着域では単位トナー量当たりの媒体との接触面積が大きいため媒体に熱が逃げ、温度低下により定着性は低下する。また、2次色、3次色などの高付着域では単位トナー量当たりの発熱が低く、熱の逃げやすい媒体界面にあるトナーの溶融不足により、トナーと印字媒体の付着強度が低下し、折り曲げ時の定着性が悪化する。

Fig. 9に溶融後のトナーが再凝固を始めたときのトナー層内温度分布を色分けしたイメージ図で示した。色分けは、赤色がより高温、青色を低温としてある。

これらトナー低付着域および高付着域の定着性の課題に同時に対応するためには、フラッシュ光によりトナー内部に発生した熱を記録媒体へ流出させないことが必要であり、フラッシュ定着前に媒体とトナーを予備加熱しトナーから媒体への熱の流出を防止することが有効である。

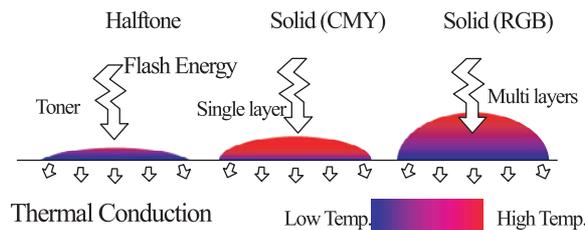


Fig.9 Temperature distribution on inner area of toner

3. 2 構成と効果

予備加熱の構成を次ページのFig.10に示す。

フラッシュランプの上流にハロゲンヒーターを設置し、記録媒体の媒体表面とトナーを約60℃に昇温している。また、サクシオンユニット内部には面状ヒーターを設置し、媒体裏面からサクシオンユニット側への放熱を防止するため、サクシオンユニットを規定の温度に昇温

している。さらに、ハロゲンヒーターの下流に配置した非接触温度センサで、媒体表面側の温度を一定に保つため媒体表面温度を計測し、ヒーターをフィードバック制御している。

次に、予備加熱の効果について示す。Fig.11は予備加熱温度を媒体表面、裏面とも60℃とした場合に、フラッシュ定着部通過後のトナーと記録媒体界面の温度をシミュレーションした結果である。予備加熱をしない場合、低付着および高付着域のトナー温度は定着のための目標温度に達していないが、予備加熱をおこなうことで到達できていることがわかる。

また、実機評価の結果として、トナー低付着域での効果をFig.12の予備加熱温度と剥離強度の関係で示した。画像濃度1.30の1次色相当付着部は予備加熱温度に依らず高い定着性を示し予備加熱の必要はない。一方、画像濃度0.6の低付着部においては予備加熱温度を高めるにつれて定着強度は上昇し、約60℃で実用レベルの80%を得ることができた。

さらに、トナー高付着域での効果をFig.13に示す。157g/m²紙に2次色 (=マゼンタ+シアン) ソリッド画像を転写し、予備加熱の有無による耐折り曲げ剥離性試験により比較した結果である。60℃の予備加熱により折り部の剥離幅が少なくなり、改善効果が確認できた。

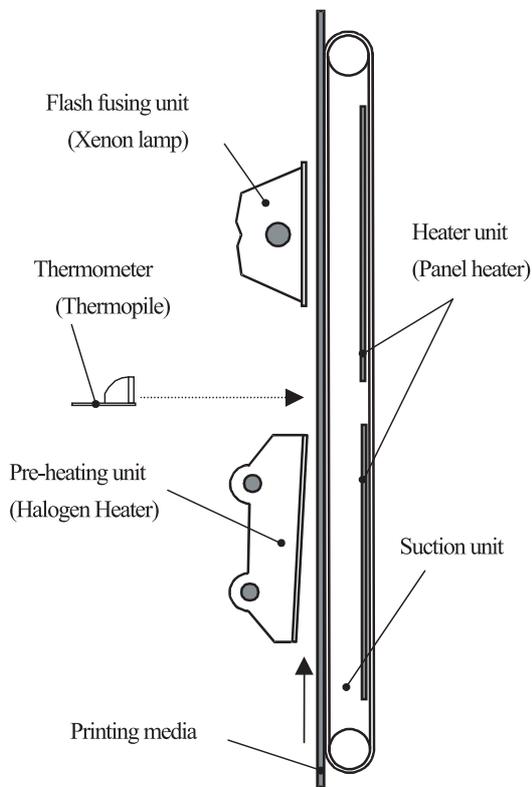


Fig.10 Schematic diagram of fusing process

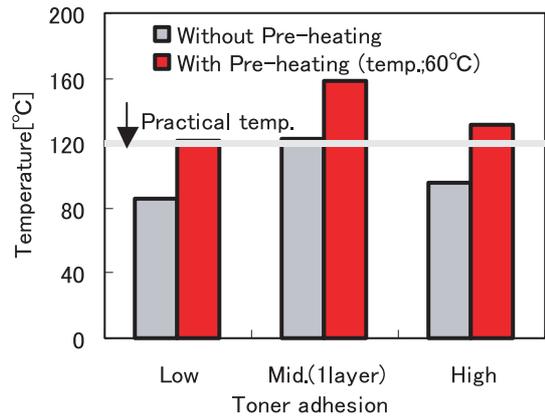


Fig.11 Toner paper boundary peak temp. when irradiated

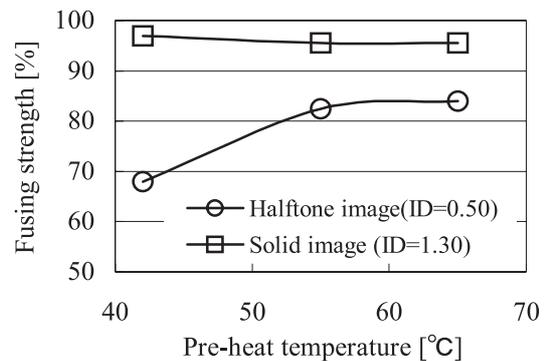


Fig.12 Comparison of fixing strength in Pre-heating temperature between halftone image and solid one.

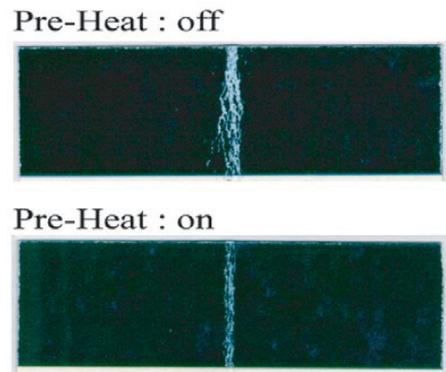


Fig.13 Effect to fixing strength by pre-heating

4 トナー設計

フラッシュ定着用トナーにおいては、光エネルギーを吸収して溶融するための材料設計が必要である。特にフルカラートナーでは、トナー低付着部においても記録媒体へ十分に浸透するための粘度設計が重要である。加えて、彩度の低い赤外線吸収剤添加によっても色再現範囲を狭くしない設計も必要である。

これまで、フラッシュ定着用カラートナー設計に関し、粒子表面に赤外線吸収剤を固着することによる色濁りの改善¹⁾や複数の赤外線吸収剤を併用することでフラッシュの発光エネルギーの効率的な吸収についての報告²⁾がされているが、我々は、フルカラー画像としての色再現域拡大と定着性確保のために、

- ① トナー色別に赤外線吸収剤種の選定および添加量の設定
- ② 赤外線吸収剤を均一分散するための分散助剤の添加と混合条件の最適化
- ③ バインダー樹脂と相溶性の高い低融点ワックスの添加などトナー組成及び製造の面から最適化を実施した。

以上の方策及び前述したフラッシュ定着システムと組み合わせることにより、赤外線吸収剤の添加量を極めて少量にすることが可能となった。

赤外線吸収剤の種類および添加量低減による色再現範囲への効果をFig.14に示した。最適化前と比べ最適化後ではイエロー、シアンを5～10拡大できている。

また、低融点ワックスによる定着性への効果をFig.15に示す。低融点ワックスを添加したトナーは横方向に広がり、隣接するトナーと結合しており定着性が改善している。

さらに、赤外線吸収剤の添加量の低減により、トナーコストも低減することができた。

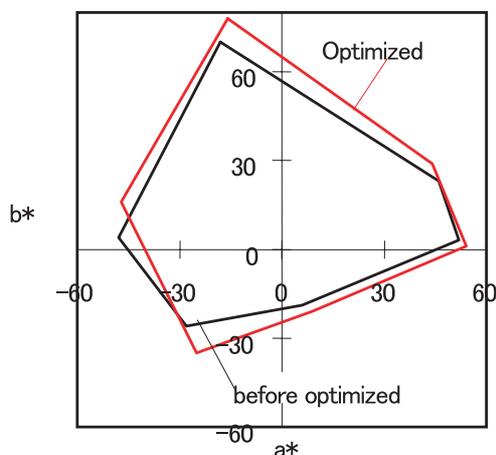
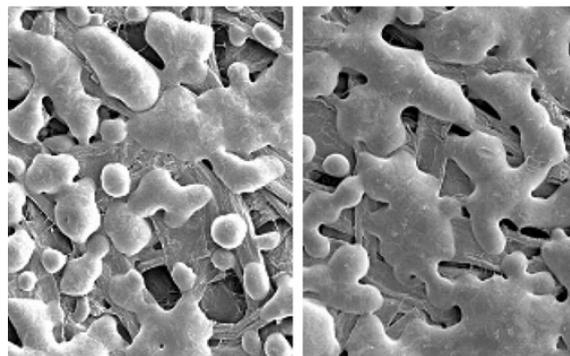


Fig.14 Comparison of color gamut



(a) At the beginning of development (b) Low-melting point wax additional

Fig.15 Fusing condition of toner in adding wax of high affinity with resin(X500)

5 結論

フラッシュ発光制御、記録媒体の予備加熱およびトナー設計の最適化技術を複合することで、トナー溶融に過不足のないエネルギーの供給と、赤外線吸収剤の添加量削減を可能とした。

これにより、フラッシュ定着システムでもヒートローラ定着と同等のフルカラー定着性と色再現を達成した。

6 謝辞

本技術開発は、コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)機器開発本部機器第3開発センターおよび化成製品開発センターの担当者の協力により成し得たものであり、ここに感謝の意を表する。

●参考文献

- 1) 特開平6-118694号公報
- 2) 中村安成、田中知明、片桐善道、矢追真一、福田真：フラッシュカラートナー定着技術、JAPAN HARDCOPY 2001 Fall Meeting、p.68-71