

カラーオンデマンド定着装置における高速・高耐久化技術

(採用機種：キヤノン image RUNNER ADVANCE C5051 シリーズ)

林 康弘

キヤノン株式会社・映像事務機デバイス技術開発センター・室長

1. はじめに

近年、高まる省エネへの要求に応えるべく、キヤノンではフルカラー複合機に定着装置としてカラーオンデマンド定着装置 (On-Demand-Fuser、以下 ODF) を搭載し省エネ性能を追求してきた。カラーODF の最大の特徴は定着部材として極薄い円筒状の定着フィルムを用いるため、ウォームアップタイムが短いということである。これはこの定着フィルムの熱容量が極めて小さいので短時間で定着可能な温度にまで昇温させることが可能であることに起因する。このカラーODF は 2006 年にキヤノン製の LBP5900 に初めて搭載された。LBP5900 のプリント速度はカラー30ppm (A4 横) であり、定着装置のウォームアップタイムは約 15 秒であった。このカラーODF を更に改良し高速化を果たしたものが 2009 年に発売した imageRUNNER ADVANCE C5051 (iR-ADV C5051) シリーズに搭載されている。Fig.1 にその写真を示す。このシリーズではプリント速度は最高でカラー51ppm (A4 横) まで高速化し、定着装置のウォームアップタイムは従来と同等の約 15 秒を維持した。また高速化に伴い定着装置の耐久性向上も必要であり、従来機の 2 倍の耐久性を実現した。



Fig.1 Picture of iR-ADV C5051

本報告では、このカラーODF の高速化と高耐久化技術について述べる。

2. カラーODF の装置概要

カラーODF の装置断面を Fig.2 に示す。極薄い円筒状の定着フィルムと弾性層を持つ加圧ローラとで定着ニップを形成する。定着ニップは定着フィルム内部に配置されたセラミックヒーターを加圧ローラに向けて加圧することで形成される。ヒーターはその支持部材であり定着フィルムの走行をガイドする耐熱樹脂性のヒーターホルダで支持される。ヒーターホルダは背面から金属製のステイで加圧ローラに向けて加圧される。また、加圧ローラは回転駆動され、定着フィルムはこの加圧ローラに従動で回転される。

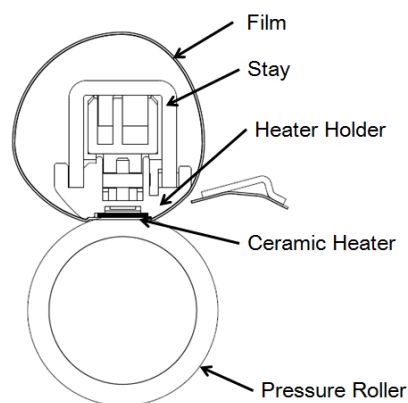


Fig.2 Cross section of Color ODF

2-1.定着フィルム

カラーODF で使用する定着フィルムは製品のスペックを左右する重要なキーパーツである。定着フィルムの構成はポリアミド等の樹脂やステンレス等の合金からなる 30~80 μm 程度の厚みを持つ基層の外側に 200~300 μm 程度の厚みのシリコーンゴムの弾性層を設け、最外層には 10~30 μm 程度の厚みのフッ素樹脂からなる表層離型層を設けてある。この弾性層は定着フィルムの表面が紙の凹凸に追従してトナーを均一に溶融・定着させて定着後のトナー画像の光沢を均一にする効果を発揮する。特にカラー画像においては画像の微小な光沢ムラを軽減し画像品位を保つために重要である。定着フィルム内部に配置されたセラミックヒーターで発生させた熱を定着フィルム外周面に伝熱し、定着ニップで紙とトナーに熱を与えてトナーを溶融・定着させる。従って定着フィルムの厚み方向の熱伝導性が良好であることが高速化のキーであり、このことは後で詳細に説明する。また、Fig.3 に示すように従来はセラミックヒーターの定着フィルムとの摺擦面側にポリアミド等の摺動層を設けていたが、iR-ADV C5051 シリーズに搭載したカラーODF に関しては、高耐久化を実現するために、定着フィルム基層の内面側に約 10 μm の厚みのポリアミド層を設けた。このことも後で詳細に説明する。

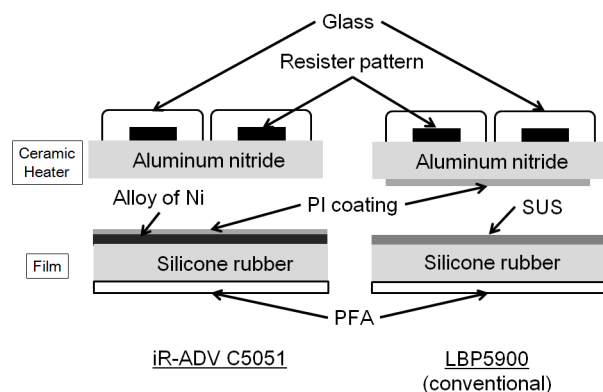


Fig.3 Cross section of ceramic heater and film

2-2.セラミックヒーター

セラミックヒーターはアルミナやチタ化アルミを基板とし、この基板に抵抗体と導体を印刷し、保護層としてガラスやポリアミドで覆った構成である。また、セラミックヒーターの定着フィルム内面と摺擦する側に、摺動層としてポリアミドをコーティングしたものが多く、iR-ADV C5051 シリーズに搭載したカラーODF では高速化のために熱伝導性を考慮して基板はチタ化アルミを採用した。また前述した様に、従来ヒーターの定着フィルムとの摺擦面に設けていた摺動層としてのポリアミドを廃止し、代わりに定着フィルム内面にポリアミドコーティングを施した。

2-3.ヒーターホルダ (フィルムガイド)

ODF では、セラミックヒーターの支持とニップ部近傍の定着フィルムの軌道を制御するために、耐熱樹脂である液晶ポリマー等によるヒーターホルダを使用している。ヒーターホルダはセラミックヒーターで発生した熱を断熱し効率よく定着フィルム側に伝熱させる役割も果たす。

2-4.定着フィルム軌道制御

近年、多様な用紙にプリントするニーズが高まり、特に薄紙へのプリントが強く要望されている。そこでiR-ADV C5051 シリーズでは坪量が 52 g/m² の薄紙にもプリントを可能にした。薄紙へのプリントで特に問題になるのは定着部での紙の分離不良による巻き付きである。本カラーODF では定着ニップ部出口において紙の排紙方向から定着フィルム軌道を急激に変化させることで薄紙の分離性能を確保し紙の巻き付きを防止することに成功した。定着フィルムの軌道制御は、前述のヒーターホルダ形状と、Fig.4 に示した定着フィルムの両端部で定着フィルムの長手方向位置を規制しているフランジ部材の形状により行っている。フランジ部材の一部分を定着フィルムの両端から内部に挿入しフランジ部材の形状に定着フィルムを合わせることで定着フィルム軌道を制御している。

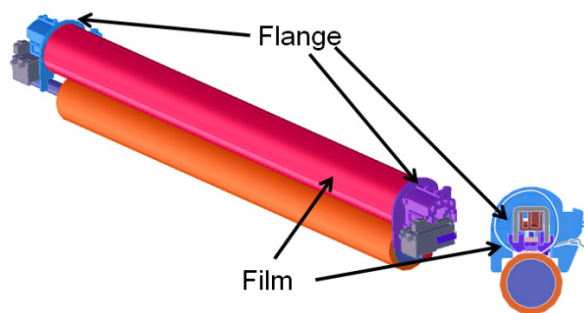


Fig.4 View of flange and film

その結果、Fig.5 に示したように LBP5900 に搭載したカラーODF に比べて本カラーODF の定着フィルム軌道はニップ部出口において紙の排紙方向から急激に変化していることがわかる。しかしながら、定着フィルムの軌道を制御した結果、定着フィルムの屈曲による応力が増し、特に基層の繰り返し屈曲疲労耐久性を向上させる必要が生じた。この対策に関しても後に説明する。

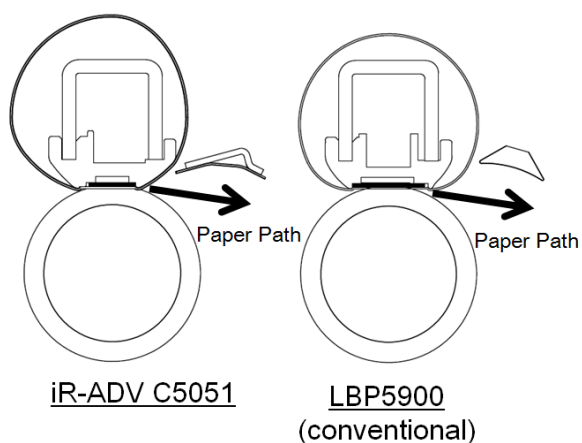


Fig.5 Comparison of film path

Table1 Comparison of parameters of film

	iR-ADV C5051	LBP5900 (conventional)
Thickness of base layer	40 μ m (alloy of Ni)	40 μ m (SUS)
Thickness of elastic layer	300 μ m (silicone rubber)	300 μ m (silicone rubber)
Thermal conductivity of silicone rubber	1.5a W/mK	a W/mK
Thickness of surface layer	25 μ m (PFA)	25 μ m (PFA)

3. 高速化技術

高速化技術のキーは、セラミックヒーターで発生させた熱をいかに効率よく定着フィルム外周面に伝熱させるかである。そのためには定着フィルムの厚み方向における高い熱伝導性が重要であり、従来使用していた定着フィルムから大幅に熱伝導性を向上させた。Table 1 に示したように定着フィルムの厚み方向の熱伝導性に大きく影響するパラメータを LBP5900 から改善した。特に、弾性層としてのシリコンゴム層の熱伝導率を 1.5 倍に向上させたことが大きく寄与している。その結果、セラミックヒーターの制御温度をほとんど変更することなしにプリントスピードを 30ppm から 51ppm (カラー、A4 横) に 1.7 倍高速化することが可能となった。

4. 高耐久化技術

薄紙の分離性能を向上させるために定着フィルム軌道を制御したが、その結果定着フィルムにかかる応力が増加した。特に金属基層の繰り返し屈曲疲労によるクラックが懸念され、耐久信頼性を向上させることが必要となった。さらに、高速化したことでユーザーの

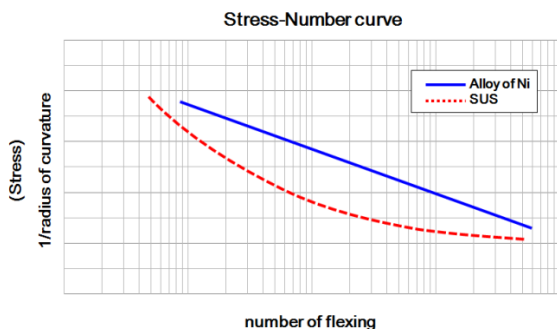


Fig.6 Performance of flexing life

プリント枚数増加が予想され定着装置寿命を向上させる必要があった。そこで、基層として LBP5900 では SUS 製だったものを本カラーODF ではニッケル系の合金に変更することで、繰り返し屈曲疲労性を向上させることに成功した。その効果を Fig.6 に示す。グラフの縦軸は基層を屈曲させる曲率半径の逆数であり、その半径で屈曲を繰り返して破断に至った屈曲回数が横軸である。製品における曲率半径は安全率を考慮して充分低く設定している。ニッケル系の合金を採用することで破断に対する信頼性を数倍～数十倍向上させることが可能になった。その結果、定着装置寿命を充分余裕を持って約 2 倍に設定することができた。

また、カラーODF の寿命を決定する他の要因としてセラミックヒーターと定着フィルム内面との摺動部の摩耗がある。Fig.3 に示したように LBP5900 では定着フィルムの内面は SUS であり、定着フィルムの摩耗を防止するためにセラミックヒーター摺動面に約 10 μm のポリイミドコーティング層を設けてあるが、次第に摩耗しこの摺動層が完全に摩耗すると摺動負荷が増加し定着フィルムの従動回転が不安定になりついには紙のスリップが発生し定着装置の寿命に至ることがある。そこで本カラーODF においてはセラミックヒーターのポリイミドコーティングを廃止し、その代わりに定着フィルム内面に約 10 μm のポリイミドコーティングを設けた。その結果、セラミックヒーターで発生した熱を定着フィルム外周面に伝える熱伝導の経路における摺動層としてのポリイミドコーティングの熱抵抗が従来と同様でありながら、摺動層の摩耗による定着装置寿命を 2 倍以上に高めることができた。

5. まとめ

以上、iR-ADV C5051 シリーズに搭載したカラー ODF の高速化、高耐久化技術を紹介した。定着フィルムの弾性層の高熱伝導化、金属基層の疲労強度向上、摺動層をセラミックヒーター摺動面から定着フィルム内面に移動させることで、従来に比べて 1.7 倍の高速化、2 倍の高耐久化の実現を果たした。また、本報告では触れなかったが、トナーの進歩も製品スペック向上に少なからず貢献している。

今後も一層の技術開発を進め、更なる高速・高耐久化を実現しより環境負荷の少ない製品を提供していきたい。

参考文献

- 1) 木村、内田、陣在、有元：タンデムプリンターにおける小型化技術と省エネ定着技術, Imaging Conference Japan 2006 論文集, 19-22, (2006)
 - 2) 大塚、奥田：SURF と ODF, 日本画像学会誌, 5号, 411-416 (2009)
- 尚、本稿は日本画像学会 “Imaging Conference JAPAN 2012” 論文集からの転載である。本稿の著作権は日本画像学会が有する。

禁 無 断 転 載

2012年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」“IV—1”部

発行 2013年4月

一般社団法人 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