

カラーQSU技術(DH定着方式)

Color QSU Technology (DH Fixing System)

石井賢治*
Kenji ISHII

長藤秀夫*
Hideo NAGAFUJI

吉川政昭*
Masaaki YOSHIKAWA

山科亮太*
Ryohta YAMASHINA

要 旨

フルカラー複合機 imagio MP C5002/C4002/C3302/C2802シリーズの定着方式はリコー独自の省エネ定着技術であるカラーQSU技術を更に進化させ、超低熱容量の部材を低コストなハロゲンヒータによって直接加熱するDirect Heating定着方式を採用し、省エネ基準であるTEC値(Typical Electricity Consumption)の低減とスリープ復帰時間の短縮に成功し、省エネルギー性能とユーザーの使い易さを両立させた。

また、ニップ形状の最適化により封筒や薄紙に対する用紙対応力向上も実現した。

主な特徴は以下の通りである。

- 1) TEC値：2.34kWh(従来機比45%ダウン)
- 2) スリープ復帰時間：9.1sec以下(従来機比59%ダウン)
- 3) 用紙対応(坪量範囲)：52～300g/m²

ABSTRACT

The Ricoh original enhanced color QSU technology (Direct Heating Fixing System) in the color MFP (Multi Function Printer) “imagio MP C5002/C4002/C3302/C2802” series has succeeded in reduction of TEC value (Typical Electricity Consumption, i. e., an energy-saving standard) and shortening of recovery time from Energy Saver Mode by using low-cost halogen heaters and structure for super low thermal capacity. In other words, energy-saving performance and usability have been achieved at the same time.

In addition to the above mentioned improvement, optimization of nip form has made for improving paper handling capability for envelopes and thin papers.

The main features are as follows.

- 1) TEC value: 2.34kWh (45% reduction compared with our conventional machine)
- 2) Recovery time: 9.1 sec or less (59% reduction compared with our conventional machine)
- 3) Paper handling capability (Range of paper weight in gsm) : 52-300g /m²

* 画像エンジン開発本部 モジュール開発センター
Module Development Center, Imaging Engine Development Division

1. はじめに

2012年2月に発売を開始したデジタルフルカラー複合機 imagio MP C5002/C4002/C3302/C2802シリーズは高画質、省エネルギーをコンセプトに開発されたオフィス層向けのリコー主力機種である。前身機 imagio MP C5001シリーズの省エネルギー性能を更に進化させ新規開発の定着装置によりスリープ復帰時間、消費電力を低減し、お客様の業務効率向上とコスト低減に大きく貢献すると共に、薄紙、封筒等の様々な用紙への対応力を高め、使いやすさとコストパフォーマンスを両立させたデジタルカラー複合機である。

本編ではimagio MP C5002/C4002/C3302/C2802シリーズに搭載されたリコー独自の省エネ定着技術について紹介する。



Fig. 1 imagio MP C5002's.

2. 製品仕様

Fig. 1にimagio MP C5002シリーズの製品外観を、Table 1, Fig 2, 3に主な仕様を示す。

複写速度フルカラー／モノクロ毎分28枚～50枚(A4横送り)の4機種をラインナップし、スリープ復帰時間は9.1秒を達成。エネルギー消費量(TEC値)においても従来機から約45%減の2.34kWh(50cpm機)を達成し、業界トップクラスの高い省エネルギー性能を実現した。

Table 1 Specifications of imagio MP C5002/C4002/C3302/C2802.

商品名		imagio MP			
		C5002	C4002	C3302	C2802
形式		デスクトップ式			
ウォームアップタイム		18秒		20秒	
ファーストコピータイム	モノクロ	3.4秒	3.7秒	4.8秒	
	フルカラー	5.1秒	5.7秒	7.3秒	
連続複写速度(A4ヨコ)	モノクロ	50枚	40枚	33枚	28枚
	フルカラー	50枚	40枚	33枚	28枚
定着方式		カラーQSU-DH (ダイレクトヒート)			

(1) エネルギー消費量

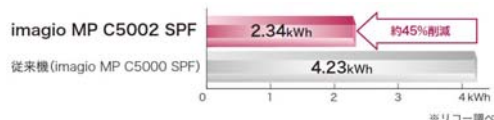


Fig. 2 Comparison of energy consumption.

(2) スリープ復帰時間

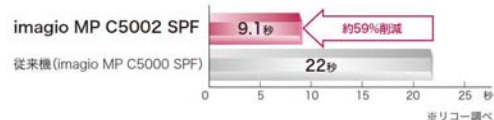


Fig. 3 Comparison of sleep recovery time.

3. QSU技術の変遷

QSUとは「Quick Start Up」の略で、省エネモードからの素早い立ち上がりを実現するリコー独自の省エネ定着技術の総称である。2001年に初めて製品に搭載した初代QSU以来、高速機向けの第二世代、IH定着方式を採用した第三世代カラーQSUと、リコーは独自のQSU技術で定着ユニットを進化させてきた。

(1) 第一世代

定着ローラの熱容量を小さくするため、薄肉化を図った。また、ヒータを複数にして制御し、温度分布を均一化する技術を開発。さらに、熱の伝達効率を向上させるため、スポンジ加圧ローラを採

用し、定着ローラと紙の接触幅を大きくした。従来機で30秒だった立ち上げ時間を一気に短縮し、モノクロ機で世界初の立ち上げ時間10秒を達成¹⁾。

(2) 第二世代

第一世代の薄肉定着ローラは「温まりやすい反面、冷めやすい」ため、1分間に75枚もの高速で印刷すると定着ローラの熱が紙に奪われ、コピー品質と処理速度が維持できなくなる。そこで、急速に充電・放電が可能な蓄電デバイスキャパシタ技術を活用。待機時にキャパシタに電力を蓄えて補助電源とし、紙に奪われた熱を補助ヒータによってローラに追加供給。高速機においても10秒以下を達成²⁾。

(3) 第三世代

カラー機は、複数色のトナーを紙に定着させるため、モノクロ機と比較してはるかに大きな熱量が必要。そこで、IH(電磁誘導加熱)技術によって定着ローラ自体が発熱する方式を採用し、熱伝達効率を向上させることに成功。カラー機で初めて10秒を切る9.9秒の素早い立ち上がりを実現した^{3) 4)}。

4. カラーQSU-DH 省エネ技術

QSU技術の第四世代となるカラーQSU-DHとはDirect Heating(直接加熱)の略で定着ベルトをハロゲンヒータで直接加熱する方式である。第三世代のIH定着方式は低熱容量の定着ベルト自体が発熱するため熱効率は優れているが電磁コイル等の部品が必要で構成が大掛かりになってしまうという課題があった。

そこでIH方式と同様に低熱容量化した定着ベルトをハロゲンヒータで直接加熱することで、効率よく熱を伝えられる定着ユニットを開発した。なお、自社のライフサイクルアセスメントでは、部品数低減により約30%の環境負荷削減効果が算出されている。Fig. 4にimaggio MP C5002/C4002/C3302/C2802シリーズに搭載されたカラーQSU-DHの断面図を示す。

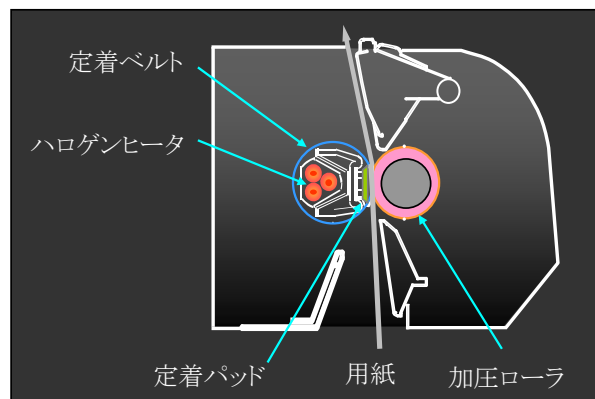


Fig. 4 Color QSU-DH Fixing Unit.

4-1 低熱容量(小型)化

カラーQSU-DHの定着ベルトは低熱容量化の為に基材厚を極限まで薄くした金属薄膜層の上に弾性層となるシリコンゴム層、さらにその上層にトナー離型層となるテフロン層の3層で構成されている。定着ベルト内部に配置された3本のハロゲンヒータの小型化、ニップ部荷重を支持する構造体形状の工夫、定着パッドによる用紙(トナー)との接触幅確保により定着ベルトの大幅な小径化が可能となり、低熱容量化により急速な加熱が可能となった。

さらに定着ベルト内部のハロゲンヒータ近傍には反射板(リフレクタ)を配置し、反射板形状、材質の最適化により低熱容量の定着ベルトへ効率良く熱を伝達させた。

4-2 断熱化技術

Fig. 5は本定着装置に搭載された断熱シャッターの開閉状態による放熱シミュレーション結果である⁵⁾。断熱シャッターとは定着ユニットの熱源上方の用紙排出口に設けた可動する断熱カバーで、非通紙時(待機時)には閉鎖して定着内部からの放熱を極力低減するための工夫である。シャッター開放時(Fig. 5a)には用紙排出口からの放熱が多く、シャッター閉鎖(Fig. 5b)により放熱が低減したことが分かる。

この結果、定着ユニット内部温度は1~3deg上昇し、蓄熱性能を上げることによりTEC値を低減させた。

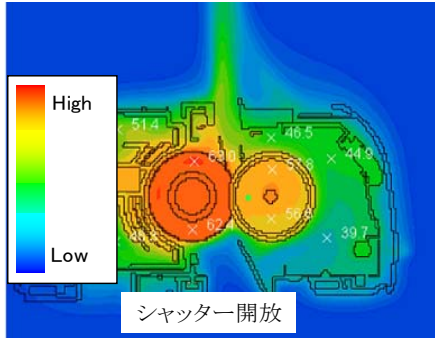


Fig. 5a Temperature profile in the simulation (shutter opened).

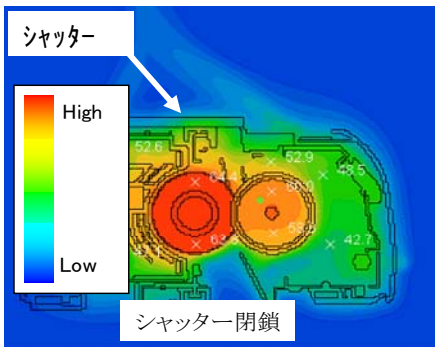


Fig. 5b Temperature profile in the simulation (shutter closed).

4-3 温度制御洗練化技術

定着ベルトの低熱容量化は急速加熱が可能となる反面、外乱により急激に温度が変化し易いという欠点も兼ね備えている。

Fig. 6は同一制御方法で熱容量の異なる定着方式を制御した場合の温度推移を示したものである。

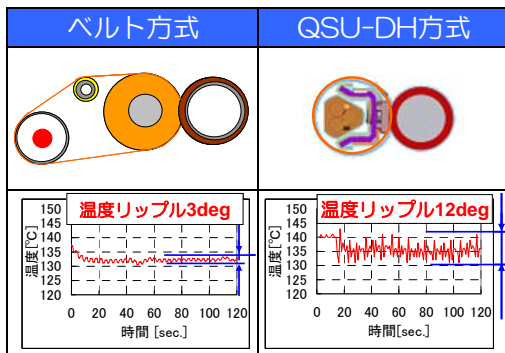


Fig. 6 Temperature comparison by a difference of fixing system.

図左側の定着ローラ、加熱ローラ、テンションローラから構成される比較的熱容量の大きいベルト方式では温度の振れ幅である温度リップルは3deg程度であったが右図のカラーQSU-DH方式では定着スリーブの低熱容量化に伴い温度リップルが大幅に悪化してしまった。

温度リップルが大きいと、温度リップルの下限温度でも定着性を損なわないように、定着制御温度（中心値）を底上げしておく必要があり、逆に言えば、温度リップルを小さく抑えることができれば、定着制御温度（中心値）が下げられ消費電力も下げることが可能となる。

また、定着ベルトの低熱容量化により、用紙へ奪われる熱によっても定着ベルト表面温度は変動しやすい。Fig. 7は低熱容量化した定着ベルトを用いた定着装置へ従来の温度制御方法で通紙した時の定着ベルト表面温度を表したものである。用紙進入により熱を奪われた定着ベルトは表面温度で約20deg低下し、熱量不足による定着不良が発生してしまう。

これらの温度変動に起因する課題に対して、定着ユニットの蓄熱状態等の様々な情報を元に緻密な制御を行うことにより、温度変動を低減することが可能となり定着制御温度を下げ消費電力の低減を図った。

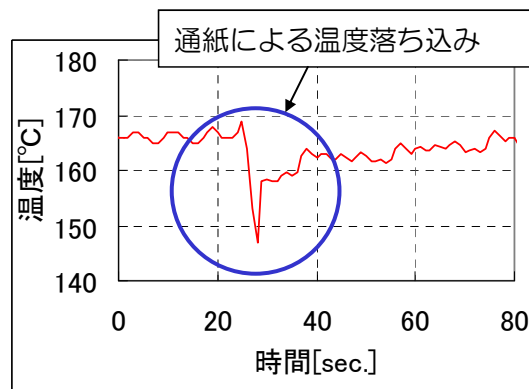


Fig. 7 Temperature drop in the beginning of printing.

4-4 低温定着化

スリープ状態から素早く使用可能にするQSU(Quick Start-Up)を実現する重要な鍵は、熱を効率的に伝える定着技術とトナーの低融点化にある。

imagio MP C5002/C4002/C3302/C2802はカラー機用低融点トナー(PxPトナー)の開発当初に比べ、定着温度マイナス30℃を実現した「カラーPxP-EQトナー」を搭載している。このトナーによる制御温度低温化と、トナーと定着ベルトの密着性を高める工夫により省エネルギー化を達成した。

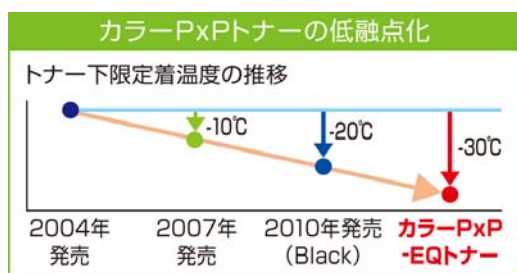


Fig. 8 Low fixing temperature of color PxP toner.

5. 用紙対応力

近年、お客様より小サイズ紙（はがき）の生産性向上、薄紙、封筒対応等、用紙に対する要望が年々高まっている。ここでは、カラーQSU-DHの用紙対応力向上に対する施策について解説する。

5-1 小サイズ紙への対応

省エネルギー性能を高める上で重要な要因となるのは定着部材の低熱容量化である。特に定着ベルトの薄肉化は必要とする部分を短時間で急速に加熱することを可能とする一方で、定着ベルトの平面方向に流れる熱量は定着ベルトの断面積が薄くなると低下してしまう。特に印刷速度の速く生産性の高い複写機で用紙幅の狭い小サイズ紙を連続通紙すると、用紙が通過しない非通紙部において過度に温度が上昇してしまうという課題がある。（これを端部温度上昇と呼ぶ）

これは、定着ベルトは加熱源からの吸熱と用紙への放熱を繰り返し、通紙部では温度コントロールによって吸熱と放熱のバランスが保たれるが、非通紙部では用紙への放熱が行われず、低熱容量化した部材と相まって急速に蓄熱し続けてしまうため、従来のハロゲンヒータ定着方式では中央用ヒータ、端部用ヒータの2本のヒータを搭載し、それらを適宜コントロールすることによって端部温度上昇を回避していた。

しかしながら従来の定着装置は肉厚0.30~0.50mm程度の比較的大きい熱容量を持ったアルミニウム製のローラを使用することで、2種類の発熱長の異なるヒータ制御と、アルミニウム製ローラの熱伝導により各サイズ用の用紙に対応することが可能であった。

新カラーQSU-DHではこの課題に対応すべく、小サイズ、はがき専用の3本目のハロゲンヒータを搭載し、通紙する用紙サイズによってヒータを使い分けて使用した。定着ベルトに近接する部分に中央用、端部用のハロゲンヒータを配置し、その2本のハロゲンヒータの背面側に小サイズ専用のヒータを配置し、リフレクタ（反射板）の最適化により小サイズ通紙時には3本目ヒータによって温度制御を行い、不必要な部分のハロゲンヒータ発熱を抑えて、端部温度上昇を防止した。

5-2 薄紙、封筒への対応

小サイズ紙の通紙に並んでお客様要望の高い薄紙、封筒への印刷であるが、これらの用紙は「用紙シワ」等の搬送品質問題が発生しやすい。

省資源化の意識の高まりから薄紙の需要は年々増加しているが、薄紙は用紙自体の剛性が低く用紙シワが発生しやすいことが知られている。

カラーQSU-DHではニップ部の形状を最適化し、用紙にストレスをかけずに搬送することで用紙シワの発生を防止した。

Table 2は imagio MP C5002/C4002/C3302/C2802 シリーズの前身機であるローラIH定着方式を採用した imagio MP C5001/C4001/C3301/C2801 シリーズとの封筒シワ発生状況を銘柄別にまとめた結果である。前

身機で対応できなかった多くの封筒も対応できるようになった。

Table 2 Occurrence of wrinkle in the envelope.

銘柄	サイズ	カラー QSU-DH	IH定着
ピュアホワイト	長3	○	×
ピュアホワイト	角2	○	×
ピュアホワイト	洋長3	○	○
ハーフトーン封筒	角2	○	×
透けない封筒	角2	○	×
透けない封筒	長3	○	×
ホワイト封筒	洋2	○	○

6. まとめ

リコー独自のカラーQSU技術を進化させた第4世代となるDirect Heating定着方式を開発した。

これにより省エネ基準であるTEC値の低減とスリープ復帰時間の短縮に成功し、省エネルギー性能とユーザーの使い易さを両立させた。

参考文献

- 1) 安田 恵三：QSU 定着技術，日本画像学会誌，42，pp.406-410 (2009)。
- 2) 岸和人，佐藤直基，加藤泰久：電気二重層キャパシタ補助電源による省エネ定着技術，*Japan Hardcopy 2004 Fall Meeting* 論文集，pp.33-36 (2004)。
- 3) S. Ueno：Heating Width Control Technology for IH Type Fusing System，*ICJ2007*，pp.299-302 (2007) [in Japanese]。
- 4) H. Seo：New Induction Heating Technology and System Optimization for Energy-Saving Fuser，*NIP26*，pp.638-641 (2010)。
- 5) 大杉友哉，首藤美和：MFP 機内全体の熱流体解析，*Imaging Conference JAPAN 2012* 論文集，pp.51-54 (2012)。