

第 章 プレスリリースに見る OA 機器の技術動向

3 4 カラーレーザープリンタの IH (電磁誘導加熱) 定着方式

(採用機種：LBP2810/2710/2510)

キヤノン株式会社 周辺機器 第 26 設計部

部長 谷川 耕一

主幹研究員 竹内 昭彦

1 . はじめに

カラーレーザープリンタにおいては、1998 年に弊社より発売の LBP2160/LBP2040 において S トナーが導入され世界に先がけてオイルレス定着方式が達成された。今般、2002 年に発売された LBP-2810/LBP-2710(A3 機) /LBP-2510 (A4 機) では、垂直インライン構成とともに、カラーレーザープリンタとして初めて IH (電磁誘導加熱) 定着方式を採用して、高速フルカラープリントが実現された。つまり、LBP-2810/2710 では 22ppm、LBP2510 では 17ppm (何れも A4 プリント時) の高画質のフルカラープリントを達成し、良好な定着性能が得られている。



図 1. IH 定着方式のカラーLBP 製品

カラーIH 定着では、定着スリーブが直接発熱するため、熱の伝わりが速い。これにより、素早い温度立ち上がりを実現され、同時に定着器の小型化や待機時消費電力の大幅削減も可能となった。

LBP2810/2710 では、従来のローラ定着に比べてウォームアップタイムは約 1/7 (当社比) に短縮し、通常使用時において 70% (当社比) の省エネを達成している。更に、LBP2510 では、スタンバイ時に予熱を必要

としないオンデマンド定着をカラーレーザープリンタとして世界で初めて実現した。

2 . 背景

従来カラーレーザープリンタのエネルギー消費の割合は、装置全体に対し定着装置による部分が 50% ~ 60% (当社製品) と大きな比重を占めている。

一般にカラー定着技術では、図 2 に示す如く金属パイプ上にゴムを被覆した定着ローラ及び加圧ローラを用いたローラ定着方式が採用されてきた。4 色のトナーを十分に溶解混合させ、フルカラー色として発色させるためには、定着ニップ部分を広くする必要があり、結果的に厚肉ゴムや、高い加圧力を支えるための厚肉金属パイプを使用した大熱容量ローラと、これを加熱するための大パワーのヒータが必要であった。

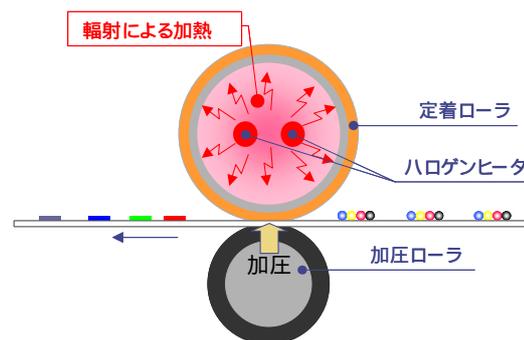


図 2. 従来のローラ定着方式の一例

一般のオフィス環境で要求される 10 ~ 20 秒のファーストプリントアウトを実現するには、ローラ定着方式の場合、スタンバイ時においても定着時と同程度のローラ温度を維持する必要があり、プリント時以外に多くのエネルギーが消費されていた。

3. 概要

IH(電磁誘導加熱)方式は、一般には電磁調理器や炊飯器で知られている。IH 定着方式でも発熱原理は同様であり、コイルに高周波電流を流すことにより高周波磁界を発生させ、その磁場により定着スリーブ中の金属発熱層に渦電流が生じ、スリーブが自己発熱する。この様に、熱の伝達経路に接触伝導や輻射等の機構を用いない事で、高レスポンスの熱応答性を得ることが可能となる。(図3参照)

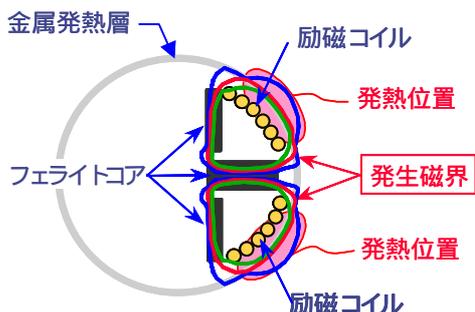


図 3. IH 定着器の発熱原理

更に、弊社のカラーIH 定着器では、従来の厚肉ゴムによる定着ローラに代え、金属とそれを覆うゴムとから成る新規開発の薄肉 IH スリーブ(以下スリーブ)を用いて、定着部材の熱容量を極限まで小さくした。この小熱容量のスリーブの内部に励磁コイルを設置して、定着器の小型化を計った。

カラートナーとしては、4色全てに色成分を改良したワックス内包タイプの新S トナーを採用した。これにより、定着器のオイルレス化が可能となり、オイル塗布機構を無くせたことも、定着器の低熱容量化に寄与している。

一方、スリーブの加熱に際して正確な温度コントロールを実現し、均一性のよいカラー画質を得るために、高周波インバータ電源を新規に開発した。

4. 構成

1) 定着器ユニット構成

図 4 にカラーIH 定着器のユニット構成を示す。

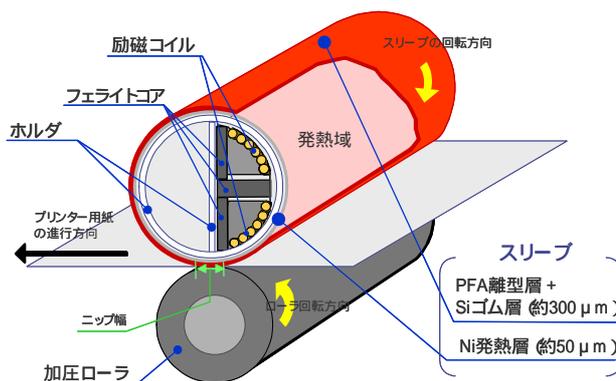


図 4. カラーIH 定着器ユニット構成

定着部材は、スリーブと、スリーブ内に配設した励磁コイル/コア、及び、これ等を保持するためのホルダから構成され、このスリーブを小径の加圧ローラで外部から加圧駆動するコンパクトなユニット構成をとっている。

2) スリーブ構成

図 5 にスリーブの構成図を示す。

スリーブは、内面に樹脂の摺動層を有し、その上に順次 Ni 金属層、Si ゴム層、表層離型層を有する 4 層構成となっている。

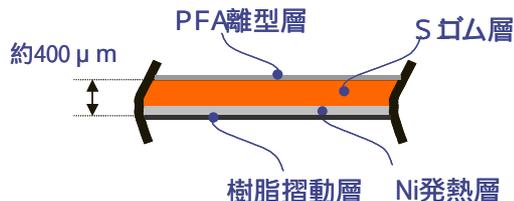


図 5. スリーブ構成

Ni 金属の発熱層を略 50 μm と薄膜化したことで、熱容量の極小化による高速立ち上げが可能となった。かつ十分な柔軟性を有することから加圧部でフラットなニップが形成出来、34mm と小径のスリーブでありながら、6~7mm と広幅の定着ニップが得られた。

Ni 発熱層の外側には、Si ゴムによる略 300 μm の弾

性層を設けている。この弾性層により、4 色のトナーを溶融させる際に画像表面に光沢ムラが発生するのを防止し、高画質なフルカラー画像を得ることが出来る。

3) コイル/コア構成

前述の図 3、図 4 に示した様に、スリーブ内部にフェライトコアを T 字型に配置し、かつ励磁コイルをスリーブに沿わせて配置することで磁路を最適化し、Ni 発熱層での誘導電流を効率良く発生させることが出来る。

ここで、IH 定着方式において、コアとコイルの配置を様々に変化させた場合の磁路の変化の様子（シミュレーション）を図 6、このときの発熱効率の変化を図 7 に示す。

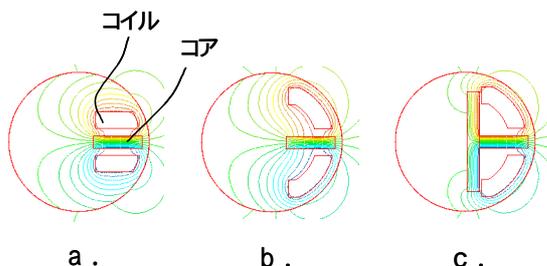


図 6. 磁路のシミュレーション結果
(30 K H z 駆動時)

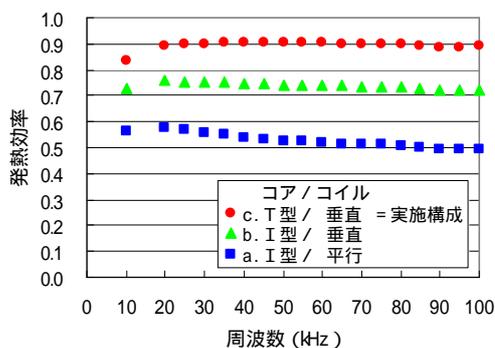


図 7. 発熱効率比較

図 6 において、a は I 型コアに平行にコイルを巻き付けた場合、b はスリーブに沿わせて（I 型コアに略垂直方向に）コイルを巻いた場合、c は今回採用した構成（T 型コアを使用し、スリーブに沿わせてコイルを巻いた場合）における磁路のシミュレーション結果を示すもので、a b c の順に磁路がスリーブを通過

する密度が上昇しているのが判る。

図 7 は、このときの発熱効率（コイルへの投入電力の総和に対する、スリーブの誘導発熱分に使われた電力の割合）を各々について測定したもので、実使用周波数帯域である 20kHz ~ 50kHz において、a b c の順に熱変換効率が大幅に改善している。

また、上記に加え コイルの芯材としてリッツ線を用いることで、交流電流に対する抵抗損失の増大を抑える等の工夫を行なっている。

4) 温度制御

スリーブの温度検知は、通紙域中央でスリーブの内面に当接するサーミスタにより、誘導加熱時のスリーブの温度変化を直接測定している。このため、温度検知が正確となった。しかも、サーミスタによってスリーブ表面にキズや汚れの生じるのを防止することが出来る。

温度制御時において、薄肉金属をベースにしたスリーブは電力投入と同時に温度が急速に立ち上がる 高速応答性を示す。このような制御対象を従来の オン/オフ制御方式 で温度制御した場合、概して 設定温度からの振れ(オーバシュート/アンダシュート)を大きくしてしまう といった課題があった。これを解決するために、出力電力制御幅の広い低損失高周波インバータ電源を開発するに至った。つまり、大電力トランジスタである IGBT 素子 を採用し、ソフトスイッチング 駆動により低損失なキヤノン独自の高周波インバータ（100% ~ 15%の幅で電力が連続可変）を新規開発した。（図 8 参照）

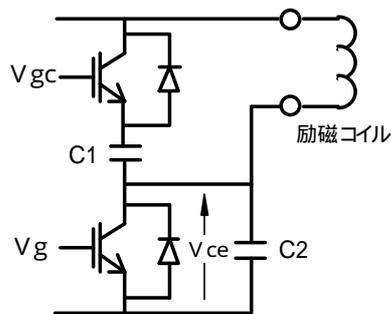


図 8. 駆動回路構成

ソフトスイッチング方式は 図 8 に示す様にインバータ出力部に切替可能な共振コンデンサを設け、低電力時（高周波スイッチング時）のスイッチング損失を最小になるよう駆動制御している。具体的には電圧波形（Vce）の立下げ時においてコンデンサ（C1）を直前で遮断することにより電流及び電圧波形に急峻な下降振幅を与えると共に、電圧及び電流値の低いタイミングでスイッチングさせるソフトスイッチング方式を採用した。これにより、立ち上げ時には 1kW 近くの大電力を誘導コイルに低損失で供給し、一方、電力値コントロールによる温度制御域では小電力を駆使することにより、熱容量の小さいスリーブにもかかわらず、振幅がほとんどないきわめて安定した温度制御を実現した。

この結果、定着器のウォームアップ時間を大幅に短縮し、しかも、従来の熱ローラ定着器に比較してきわめて高精度の温度制御が可能となった。スリーブの温度を常に一定の値に制御出来る事により、用紙内・用紙間での光沢差を生じることも無くなった。（図 9 参照）

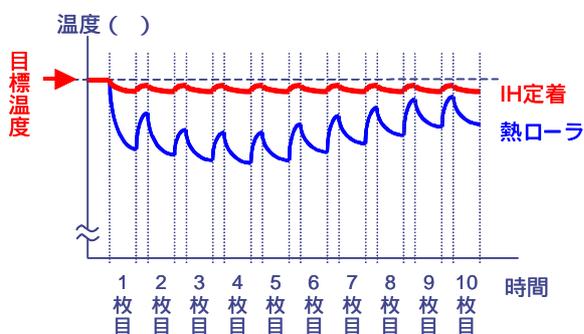


図 9. 温度制御特性

5. 性能

1) ウォームアップタイム

ウォームアップタイムは、定着器の立ち上がり性能を比較するための重要なパラメータである。ここでは、「室温状態から定着器を立ち上げ、定着可能な温度となるまでの所用時間」をウォームアップタイムと定義する。

図 10 に、従来の熱ローラ方式（当社 A3 製品）と、IH 定着方式のウォームアップタイムの比較を示す。

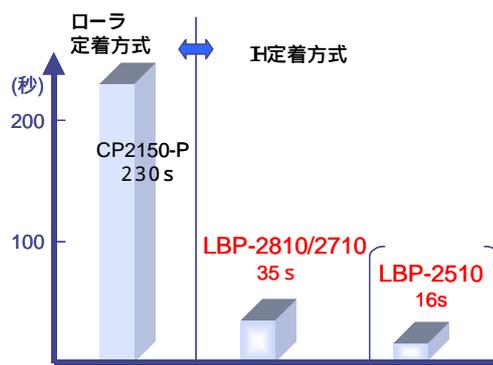


図 10. ウォームアップタイム比較

LBP-2810/2710 (A3 機) では、ウォームアップタイムがカラー機 (A3) では最速の 35 秒を達成し、従来製品（当社 A3 機比較）の約 230 秒に対し、約 85% 短縮することが出来た。

更に、LBP-2510 (A4 機) では、ウォームアップタイムが 16 秒以下と十分に短いため、プリント命令後に定着器の通電を開始すれば良く、スタンバイ時の予熱を不要とし、世界初のカラーオンデマンド定着が実現出来た。

2) 消費電力

図 11 に、従来の熱ローラ方式（当社 A3 製品）と、IH 定着方式のスタンバイ時における消費電力の比較を示す。

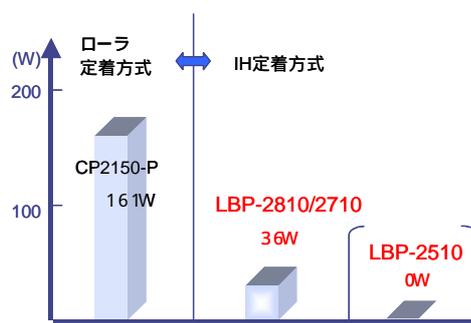


図 11. スタンバイ時電力比較

LBP-2810/2710 (A3 機) では、コイルに僅かな予熱通電を行なうだけで定着器の高速立ち上げが可能であり、スタンバイ中における定着器への投入電力を 36W に抑えている。この結果、従来製品（当社 A3 機

比較) に対し、通常のスタンバイ状態における定着器の消費電力を約 78%削減することが出来た。

更に、LBP-2510 (A4 機) では、前述の様にスタンバイ中における定着器への投入電力=0 ワットのカラーオンデマンド定着を実現した。

図 12 に、従来の熱ローラ方式 (当社 A3 製品) と、IH 定着方式でのプリンタ全体のエネルギー消費効率の比較結果を示す。

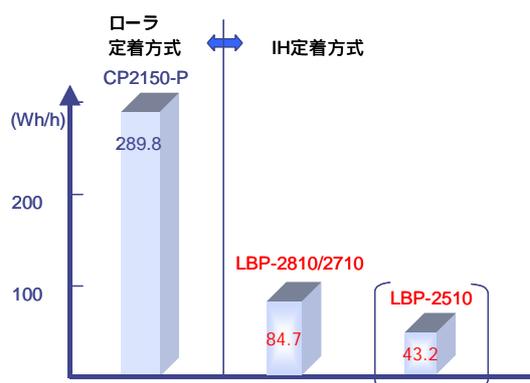


図 12. エネルギー消費効率比較

図 12 のエネルギー消費効率の値は、当社における標準的動作状態での消費エネルギー測定値 (連続 30 枚/1 時間の割合でプリントを行い、パワーオンから 8 時間経過における単位時間あたりのエネルギー消費量 Wh/h を算出した) を示すものである。

この結果から、A3 カラーレーザープリンタの実使用状態における比較で、IH 定着器を搭載した製品では、従来のローラ定着器を用いる製品に対して、略 70%の省エネを達成していることが判る。

6 . まとめ

低熱容量の薄肉スリーブに IH 加熱方式を適用し、これを新規開発の高周波インバータ電源で駆動することにより、定着器の立ち上がり (ウォームアップ) 時間を飛躍的に短縮することが出来、カラーレーザープリンタにおける省エネを大幅に向上させる事が出来た。

今後は、このカラー IH 定着技術の達成を元に、より高速化への対応をはじめとしたカラーレーザープリンタの省エネ技術の展開を図りたい。

なお、カラー IH 定着器の開発に当たっては、周辺機器開発センターの関係部門のみならず、材料プロセス開発センター、映像事務機開発センター、生産技術研究所等、社内関連部門と連携した開発が行われ、上記の成果を得るに至った。ここに付記して感謝する。

禁無断転載

2002 年度
事務機器関連技術調査報告書(“ - 3- 4”部)

発行 社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会
技術委員会 技術調査小委員会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目21番19号
秀和第2虎ノ門ビル
電話 03-3503-9821
FAX 03-3591-3646