

第 章 プレスリリースに見る OA 機器の技術動向

-3-6 複数のコイルによる電磁誘導加熱を搭載したカラー機用定着装置
(採用機種：e-STUDIO 4511/3511)

高木 修

東芝テック株式会社・デジタルソリューション研究所・記録技術第二担当・グループ長

1. はじめに

近年、複写機などの電子写真装置に対して、国内の「省エネルギー法」をはじめとして国際規格を含めた各種の環境基準が制定されてきている。またユーザの環境に対する意識の高まりにも後押しされ、省エネルギー化に対応可能な製品開発が急務となっている。複写機では消費電力の約70%を定着装置が消費しており、定着装置の省電力化が複写機の省電力化に大きく影響する。エネルギー消費効率の値を下げて省エネ化を進めるには待機時の電力を下げ、ウォーミングアップ時間を短縮することが効果的である。弊社では、定着装置用加熱源の性能向上を目的として誘導加熱を開発し、2000年にこれを搭載したデジタル複合機PREMAGE 455/355を製品化した。この誘導加熱による定着加熱技術をさらに応用し、IHコイルを複数用いた定着装置を開発し、2002年に高速デジタル複写機e-STUDIO 550/650/810へ、さらに2003年にカラーデジタル複合機e-STUDIO 4511/3511へ搭載した。



図1 e-STUDIO 4511 外観

必要などころに必要な熱量だけを与える複数IHコイル方式を採用することでさらなる省エネ化を可能とした。以下にこれらのデジタル複合機のウォーミングアップ時間を短縮するとともに、消費電力を削減することを可能にした、複数のコイルを持つ電磁誘導加熱によるカラー機用の定着装置について概要を記す。

2. 誘導加熱の原理・特徴

誘導加熱方式は、高周波インバータにより加熱コイルに高周波電流を供給し、コイル周辺に高周波磁界を発生させる。この磁界により定着ローラに渦電流が流れ、ジュール熱による加熱が行われる。また、磁性体では、高周波磁界によるヒステリシス損失が発生し、これも発熱に寄与する。渦電流は、加熱コイルの磁束分布に応じて被加熱物に流れる。この様子は、図2に示すように、加熱コイルを1次側のコイルとし、定着ローラ、ベルトを2次側のコイルと負荷抵抗 R_L としたトランスのモデルとして表すことができる。また加熱コイルの損失分は、1次側の抵抗分 R_C で表す。負荷抵抗 R_L は、コイルと負荷(ローラ)との磁気的な結合の強さによって大きさが変わる。すなわち R_L が大きいくほど2次側(ローラ)側にエネルギーが費やされることになる。

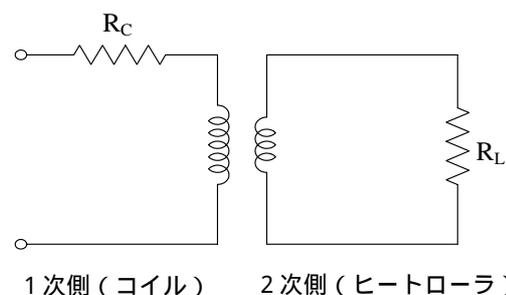


図2 誘導加熱 回路図

以下に誘導加熱を用いた定着装置の特徴を記載する。

- (1) ウォーミングアップタイムの短縮が可能。
 - ・ウォーミングアップ時の定着装置以外のエネルギー消費に合わせ、周波数を変化させ可能な限りのエネルギーを定着装置に投入可能。
 - ・この時エネルギーが直接加熱物に投入できるため昇温が速く、さらに昇温が速いため加熱途中での放熱が少ない。
- (2) ニップ部分への局所集中加熱が可能である。
 - ・特にコアを用いるコイルで磁束を集中させて実現が可能。
- (3) 出力値の任意設定
 - ・複合機特有の様々なオプション構成に対して、定着装置に許可される電力が様々に変化しても、これに対応して出力を任意に設定することが可能。また出力値を安定して維持させることも可能。
- (4) 熱変換効率が高い
 - ・励磁コイル他の最適化により、効率向上が可能。
- (5) 一定温度制御時に温度リップルが少ない
 - ・加熱物（ヒートローラ）が直接加熱するため温度制御に対するタイムラグが少なく、温度リップルが小さい運転が可能。

3. 複数のコイルを用いた誘導加熱定着装置の概要

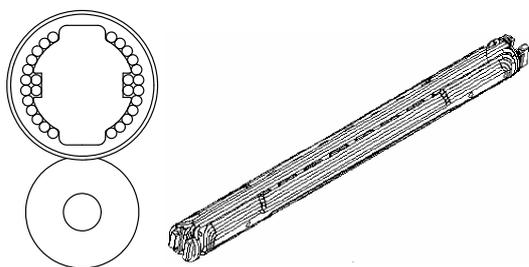


図3 単数IHコイル

誘導加熱方式の定着装置として、当社で最初に製品化した単数IHコイルを用いた定着装置の断面図と外観図を図3に示す。1つのコイルで定着ローラ全体を発熱させる方式で、薄肉の鉄ローラと組み合わせて、

ウォーミングアップ時間30秒を達成した。

引き続きこの技術のカラー機や高速機への応用を検討した。

カラー機や高速機の定着装置には次のような課題を解決する必要がある。

カラー機ではシアン、マゼンタ、イエロー、ブラックのトナーで画像を形成するため、トナー画像が厚く、トナー全体への瞬間的な加熱が難しくなる。いわゆる低温オフセット、高温オフセットの発生しない最適定着温度の範囲が狭くなる。すなわち定着装置の温度制御ムラや特に長手方向の温度ムラを低減させる対策が必要となる。また高速機においては、特に幅の狭い用紙を連続通紙させたとき、非通紙部の温度が上昇する。通紙部においては、熱が用紙およびトナーに奪われるが、非通紙部は熱が奪われないため、急激に温度上昇する。この傾向は通紙速度が速いほど厳しい方向になる。近年ウォーミングアップ時間短縮および消費電力の削減のため、定着ローラは小熱容量化が進みこれらのローラ長手方向の温度分布はさらに不均一になりやすくなってきている。これに対して従来方式であるハロゲンランプ方式では、配光の異なるランプを2本用いて、2本のランプの通電比率を用紙サイズに応じて可変する制御が行われている。そこで、誘導加熱定着装置においても、複数のIHコイルを用いて定着ローラに最適な熱エネルギーを与え、定着ローラ長手方向の温度分布を均一化できるような構成を検討した。図4に複数コイルの構成図を示す。

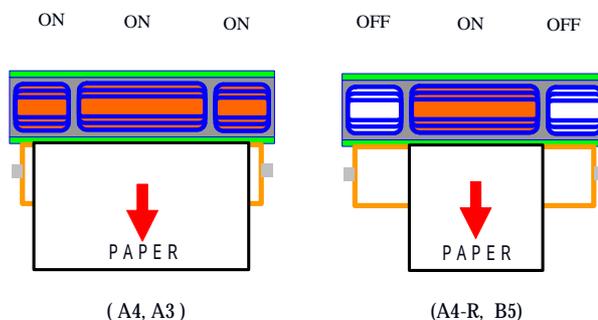


図4 複数IHコイルを用いた定着装置の概念図

コイルは合計 3 個用いている。定着ローラ中央部分を加熱するコイル(1 個)、定着ローラ端部を加熱するコイル(2 個)という構成である。端部を加熱するコイルは直列につなぎ、1 つのインバータ回路で駆動している。したがって、コイル駆動用のインバータ回路は 2 組となる。

複数の IH コイルを駆動する制御方法としては、定着ローラ上の温度状況あるいは通紙状況により、定着ローラの中央部分、端部の出力を変化させて同時に出力する方法と、定着ローラの中央部分、端部の加熱を同時に行わず、複数のコイルを選択的に駆動し、1 つのコイルが駆動している時は、別のコイルは駆動させない駆動制御方法が検討される。それぞれの特徴と課題は次のようになる。

同時駆動制御の場合、長所は、それぞれのコイルに与える出力の総和が全体の出力となるので、それぞれのコイルに与える出力は小さくなる。また、常時全領域に対して任意の出力を与えることになるので、温度制御は容易である。(図 5)

一方、短所としては、一般的に IH で用いられている周波数制御インバータ回路を適用すると、コイル間の周波数差で干渉音が発生するという問題がある。また、コイルの相互誘導の影響もあり、コイル間での温度分布に影響を与える可能性がある。

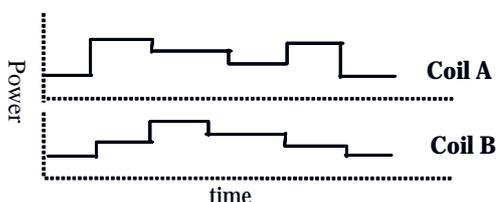


図 5 同時駆動の概念図

独立駆動制御の場合、長所は 1 度に 1 つのコイルのみの駆動となるため、上記干渉音の発生はなく、従来 IH で一般的に用いられている周波数制御インバータ回路を用いることが可能である。また、相互誘導の影響も少ない。一方、短所はそれぞれのコイル単独で必要な熱量を定着ローラに提供する必要があるので、そ

れぞれのコイルの出力範囲を大きくする必要がある。また、選択的にコイルを出力させるので、出力しているところ、していないところでの温度差が発生しやすい。(図 6)

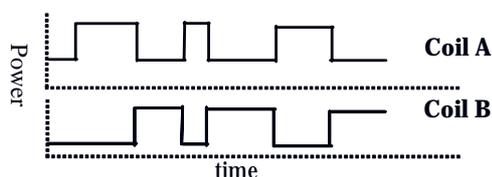


図 6 独立駆動の概念図

上記特徴を考慮した結果、独立駆動方式を選択し実用化した。

前述のように選択した独立駆動制御を行う複数コイルでは大きく以下に述べる検討課題が存在する。複数化したコイルは、コイル自体は小型化するにも関わらず、それぞれのコイルが同じ仕様の出力で、かつそのメリットを生かすべく、マシンとして許容される最大電力を投入できるような仕様とする必要がある。そこで、従来の単数コイルの場合に比べて、形状が小さくても従来コイル並みの出力を得られるようにコイルと加熱部の配置、電線の巻き数、コア材の有無、コイル長手方向長さ等を評価しコイル形状を実現した。従来の単数コイルモデルと複数コイルモデルの解析結果の代表例を図 7 に示す(磁束線図)。計算の結果から、コイルを小型化しても、従来単数コイルと同等性能を得るために、今回の複数コイルでは、コア材を使用することとした。

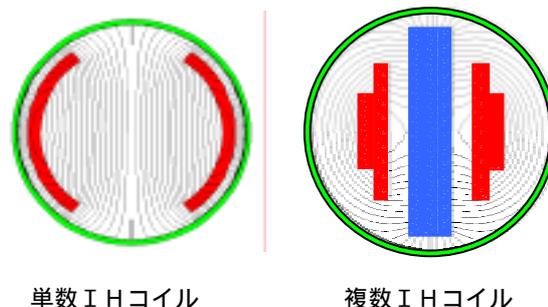


図 7 磁束線図

さらに紙サイズに応じたコイルの発熱状況进行评估し、それぞれのコイルの長さやコイル間での温度均一化等の最適化を行った。(図8)

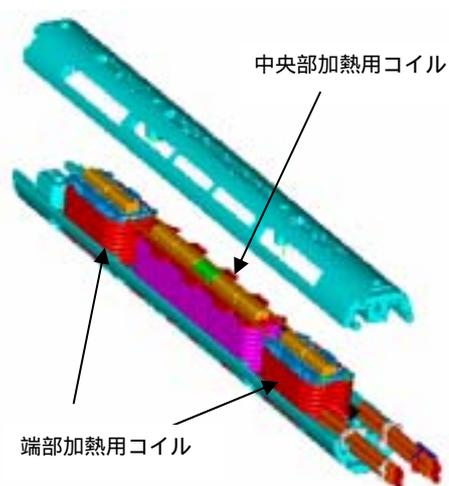


図8 複数IHコイルの外観図

これらの方法によってヒートローラ長手方向の温度を均一化することができた。B4サイズ用紙の連続通紙後のヒートローラ温度分布を図9に示す。

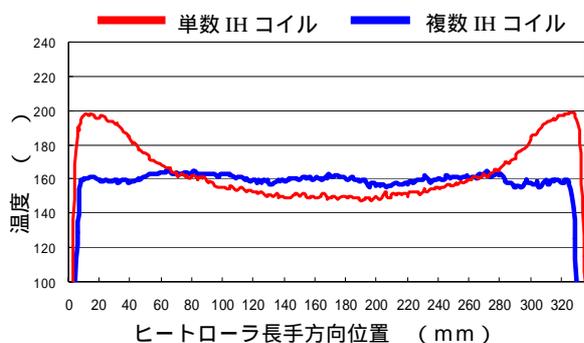


図9 複数IHコイルの効果(B4通紙時の温度分布)

4. カラー機用定着装置としてのその他の検討項目

前述のようにカラー定着装置ではトナー層がY、M、C、Kと多層になるため、トナーとヒートローラの接触面積を広げてトナーを加温し易くすることにより、オフセットを防止し、また高画質化するとともに用紙の剥離性能を向上させる必要がある。この課題に対して、一般的には表面にシリコンゴム層を持つ大径のヒ

ートローラと大径のプレスローラの組み合わせに大荷重を掛けて広いニップ幅を形成させる等の方法が用いられていた。この大荷重に耐えられるように、ヒートローラ、プレスローラは芯材の厚肉化が必要となり、熱容量の増加につながっていた。またヒートローラのシリコンゴム層の熱伝導率が低く、大きな熱抵抗となり、さらにこのシリコンゴムおよびプライマーの耐熱温度の限界があり、高出力の加熱源との組み合わせには適していなかった。従来のカラー機ではこれらがウォームアップタイムの長大化や消費電力の増大化の要因となっていた。

上記の構成ではヒートローラ表面に弾性層を設けたため表面が傷付きやすく、画像に影響が出るため、剥離爪による用紙の分離が適していなかった。そこで本定着装置では、これらの課題に対応するため、弾性層として表面にシリコンゴム層を持つベルトをヒートローラに掛け、さらに排紙側に定着後の用紙を自然剥離するための剥離ローラをこのベルトに掛けた構成とした。定着装置として低熱容量を維持しながら、IHによる高出力の加熱を実現することが可能となり、ウォームアップタイムとして約40秒を達成した。

5. まとめ

複数コイルを用いた誘導加熱定着装置について概要を紹介した。コイル形状の最適化、独立駆動制御の採用により、カラー機においても、ウォームアップタイムを短縮でき、さらに紙サイズによらず、定着ローラの温度分布を均一化することに成功した。

誘導加熱を利用した加熱源では、熱変換効率が高く、出力を自由に可変できることから、今後のウォームアップ短縮化技術や、温度制御において、特に有効である。また電圧変動を少なくすることができるなどの今までの加熱源に無い特徴も多い。今後これらの特徴を追求することにより、さらに効率の良い定着装置の開発を続けて行きたい。

禁無断転載

2003 年度
事務機器関連技術調査報告書(" -3-6" 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