

(1) 整磁合金を用いた全用紙幅対応 IH 定着技術

(採用機種: Panasonic WORKiO DP-C2635/2626/2121 シリーズ)

立松英樹、谷繁満

パナソニックコミュニケーションズ(株)イメージング開発センター

山田英明、立野史洋

パナソニックコミュニケーションズ(株)オフィスネットワークカンパニー

1. はじめに

近年、環境問題の重要性が高まる中、省エネルギー機器への要望がますます高まっている。従来の複写機・複合機では、ウォームアップに時間がかかるため、装置待機時に定着器を保温しており、多くの待機電力が消費されていた。2003年にパナソニックは、ウォームアップ時間を短縮するため急速加熱可能な電磁誘導加熱(Induction Heating: IH)方式を用いたベルトIH定着器を開発することにより待機電力を削減し、ドキュメント機器の省エネ化を進めてきた。¹⁾

定着器を急速加熱するためには定着器の低熱容量化が必須であるが、従来の定着器では低熱容量化すると、紙幅の狭い用紙での連続印字時に加熱ローラの非通紙部が過度に昇温する弊害が発生していた。

そこで、2005年6月に発表したDP-C322では、加熱ローラ内に配置した磁束制御機構により加熱幅を切り替えることで、使用頻度の高い3種の用紙幅について生産性を落とすことなく連続プリントを可能としていた。²⁾



Fig.1 Panasonic WORKiO DP-C2635

今回、種々の用紙幅に対する対応性をさらに高めるため、IH方式の特長を生かし、キュリー点を定着温度+40℃に調整した鉄ニッケル合金(整磁合金)を加熱ローラに用いることにより、ローラの過度の昇温を自動的に制御する方法を考案した。整磁合金では、加熱ローラの温度がキュリー点に到達すると、ローラが磁性を失い電磁誘導による電流が発生しにくくなる。そのため昇温が自動的に止まり、非通紙部の過昇温を抑えることができ、いかなるサイズの用紙であっても生産性を下げることなく連続プリントが可能となる。

本技術を搭載したカラー複合機 WORKiO DP-C2635/2626/2121シリーズ(Fig.1、2006年11月発表)では、ウォームアップ時間15秒の高速立ち上げを達成しながら、業界で初めてあらゆる用紙幅に対応し連続印字することが可能となった。

本稿ではこの整磁合金を用いた全用紙幅対応 IH定着技術について説明する。

2. 新ベルト IH 定着器の構成

一般的に紙幅の狭い用紙を連続印字した場合、定着ローラの通紙部分は用紙に熱が奪われるが、非通紙部は蓄熱し過度に昇温する課題がある。特に、ウォームアップ時間を短縮するために定着ローラを低熱容量化すると、紙幅方向(ローラ母線方向)の熱伝導が低下するためにこの課題がより顕著となる。

従来、過昇温対策としては、紙間を長くして冷却期間を設ける、あるいは印刷を一時休止して冷却しこの課題に対応してきたが、いずれの場合もプリント生産性が低下する。熱源がハロゲンランプの定着器ではこ

の課題に対し、紙幅に対応した複数のランプを使い分け対策する方法が一般的である。IH 定着方式でも同様に、(1)発熱範囲の異なる複数のコイルを用い、通紙部幅のみ電磁誘導を引き起こす方法³⁾や、(2)非通紙部の昇温を抑えるため非通紙部の磁路に磁束遮蔽板を挿入し、非通紙部の発熱を抑える方法⁴⁾が開発されている。しかし、いずれの場合も限られた数種の発熱領域を組み合わせて均温化する方法であり、規格外幅の用紙や A5 以下の小サイズ紙の連続プリントには対応できなかった。

Fig.2 に、従来パナソニックで用いてきた磁束制御コア方式 (Fig.2a) と今回開発した整磁方式 (Fig.2b) の構成を示す。

磁束制御コア方式では、非磁性ステンレスの加熱ローラ内に、フェライトローラと長さの異なる 2 種類の銅製磁束遮蔽板 (厚さ 0.8mm) からなる磁束制御コアローラを配置し、その磁束遮蔽位置を切り替えることで、使用頻度の高い 3 種類の用紙幅において紙幅外の過度の昇温を防いでいた。

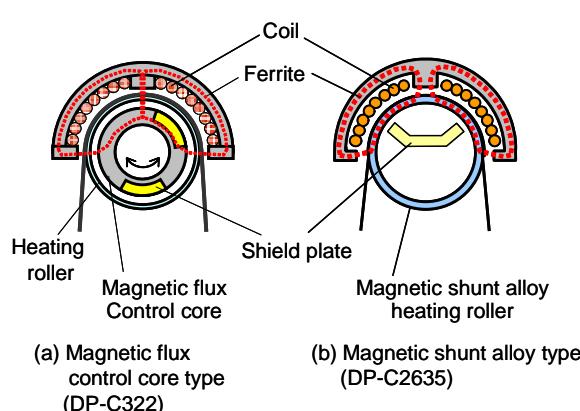


Fig.2 Construction of two types of IH heating portion

Fig.2b に示す整磁合金方式は、従来の磁束制御コア方式とコイル部の構成はほぼ同じで、加熱ローラとその内部構成が異なる。整磁合金方式は、加熱ローラの材質にキュリー点に達すると磁性を失う鉄 - ニッケル合金を用い、内部には厚さ 1.0mm の無酸素銅性磁束遮蔽板を設けたシンプルな構成である。磁束遮蔽板はコイルの中央部と対向する形で固定されている。磁束制御コアローラを無くすることで加熱ローラ全体の熱容量

が減少するため、ウォームアップ時間短縮にも効果がある。

Table1 に、従来の磁束制御型 IH 定着器 (WORKiO DP-C322) と、今回開発した整磁合金型 IH 定着器 (WORKiO DP-C2635) の仕様を比較する。

整磁合金 IH 定着器では、すべての用紙幅において生産性を落とすことなく連続印字が可能である。たとえば、従来の DP-C322 では、A4 用紙は 32 枚 / 分の生産性があるものの A5 用紙では 13 枚 / 分の生産性に低下していた。新開発の整磁合金 IH 定着器を搭載した DP-C2635 では A5 用紙であっても A4 用紙と同じ 35 枚 / 分の生産性を得ている。また DP-C2635 は DP-C322 に較べてプリント速度は速くなっているが、ウォームアップ時間は約 15 秒以内を維持している。

さらに構成部品も、インナコアとコアの切り替え機構や、異なる用紙幅外の温度検出に必要であったサーミスタの数も減らすことができた。

Table1 Specifications of DP-C322 and DP-C2635

	DP-C322	DP-C2635
定着器	インナコア方式	整磁合金方式
カラー速度	21 枚 / 分	26 枚 / 分
モノクロ速度	32 枚 / 分	35 枚 / 分
ウォームアップ時間	約 15 秒	約 15 秒
連続印字対応用紙	3 種類	全種類
必要部品	SUSローラ インナコア 切り替え機構 切り替えモーター 位置検出センサ	整磁合金ローラ 遮蔽板
サーミスタ	3 個	2 個

3. 自動温度制御の構成

3.1 定着器構成

Fig.3 に整磁合金型ベルト IH 定着器の概略図を示す。定着器構成は、従来のベルト IH 定着器の構成とほぼ同じであり、加熱ローラ、定着ローラ、加圧ローラ、定着ベルトおよび IH コイルから構成されている。加熱ローラと共に発熱する定着ベルトは、表面が PFA で構成された銀粒子を含む導電層を持つ多層構成のポリイミドベルトである。

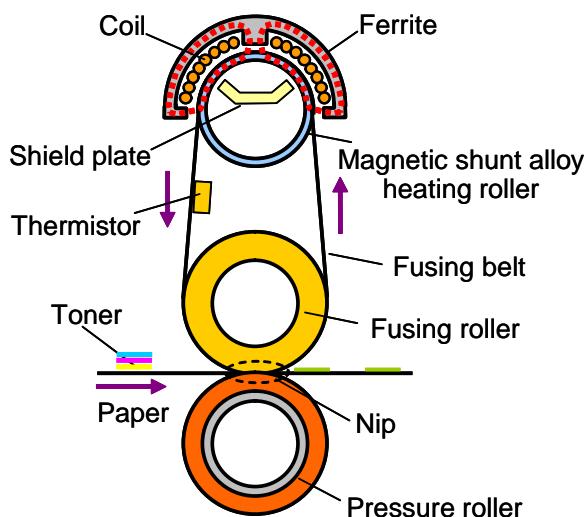


Fig.3 Construction of IH fusing system

IH コイルに高周波電流を流すと交番磁界が誘起される。この磁界により磁性を有する整磁合金製の加熱ローラと IH コイルと加熱ローラの間に挟まれた導電性の発熱ベルトとに渦電流が発生し、加熱ローラと発熱ベルトとが発熱する。昇温したベルト部位は回転とともに定着ローラと加圧ローラで形成されるニップ部に移動する。ニップ部を通過する用紙上のトナーはベルトの熱と圧力により用紙に定着される。

3.2 整磁合金ローラの磁気特性変化

Fig.4 に整磁合金のキュリー点近傍での透磁率の変化を示す。用いた整磁合金は、キュリー点を定着設定温度より約 40 ℃ 高く設定した。

加熱ローラを加熱しはじめると、加熱ローラは強い磁性を有するため定着設定温度まで速やかに電磁誘導で昇温する。ここで通紙を開始すると用紙幅範囲内で

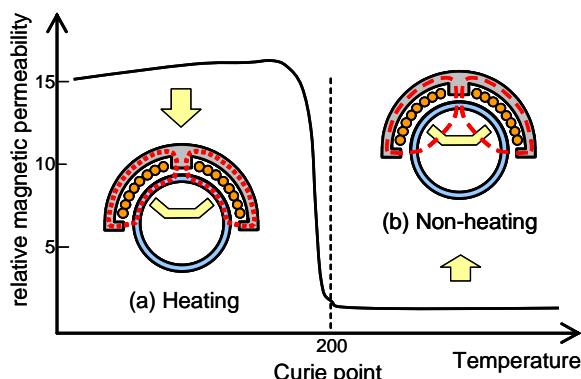


Fig.4 Magnetic characteristic of magnetic shunt alloy

は、用紙が熱を奪うために加熱ローラ全体にさらに電力が供給され続ける。(Fig.4a)

一方、非通紙部では、用紙に熱が奪われないため加熱ローラの温度はさらに昇温を続け、定着設定温度を超える。しかし、キュリー点に到達したローラ部は、その部分だけ磁性を失うために磁束が加熱ローラを突き抜けはじめる(Fig.4b)。ローラを突き抜けた磁束は、低抵抗の銅からなる磁束遮蔽板に到達し、磁束遮蔽板内部に渦電流を発生させる。磁束遮蔽板に発生した渦電流はコイルからの磁束を打ち消す方向の磁束を発生するため、非通紙部の加熱ローラは自動的に発熱しなくなる。

整磁合金ローラ内に磁束遮蔽板を配置しない構成でも整磁作用は現れるが、磁束遮蔽板を用いた方が、非通紙部の温度上昇をよりシャープに抑えることが可能になる。

3.3 整磁合金の厚みと整磁作用

加熱ローラの昇温にともなう整磁作用の変化を調べるために、加熱ローラ内にサーチコイルを設置した。サーチコイルにはリツツ線を軸方向に 2 ターンさせたものを用いた。加熱ローラの温度が上昇し整磁合金の透磁率が低下すると、しだいに加熱ローラ内に漏れる磁束が増加する。加熱ローラ内に漏れた磁束がサーチコイルを通過するとコイルに起電力が発生するため、加熱ローラの温度変化とサーチコイルの起電力の関係を測定した。

キュリー点を 200 ℃ に調整した整磁合金製加熱ローラの温度とサーチコイルの起電力の関係を Fig.5 に

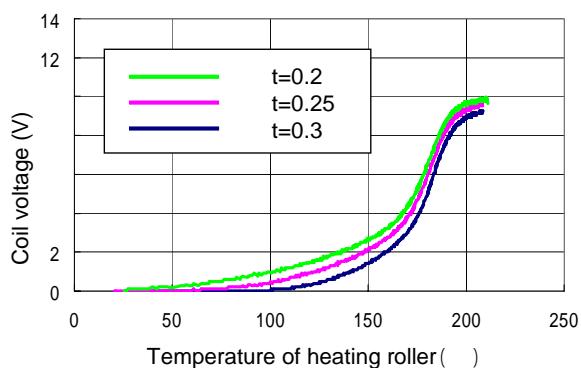


Fig.5 Temperature of Heating roller v.s. Coil voltage

示す。整磁合金加熱ローラには、厚さ 0.2mm、0.25mm、0.3mm の 3 種類のものを用いた。

整磁合金を用いた加熱ローラでは、ローラ温度が上昇するとともに漏れ磁束が多くなりサーチコイルの起電力が上昇し、キュリー点近傍で急激に増加しそれ以上では飽和する。

加熱ローラの厚みは、0.2~0.3mm の範囲では厚い方が低温域での漏れ磁束が少なくなることがわかる。またキュリー点近傍からの変化がより急峻になるため、厚い方が望ましい。

3.4 加熱ローラ仕様

この整磁作用の変化特性からは、加熱ローラの厚みは厚い方が望ましい。しかし、ローラの厚みを増やすと熱容量が増すためウォームアップ時間が長くなる。

Fig.6 にローラ厚とウォームアップ時間の関係を示す。

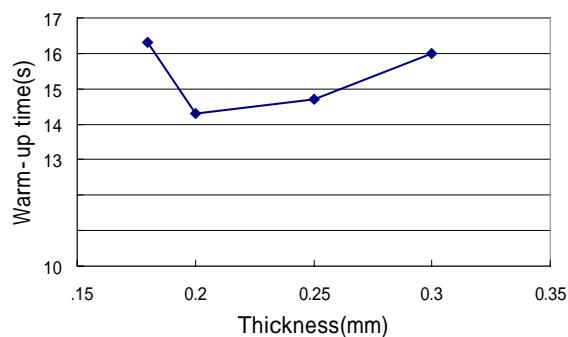


Fig.6 Relationship between roller thickness and warm-up time

ウォームアップ時間は、ローラ厚が 0.3mm から 0.2mm にかけて薄くなるにともない短くなるが、0.18mm では逆に長くなる。これは、0.3mm から 0.2mm までの間では、加熱ローラの厚みを薄くすることによる IH 加熱効率の低下よりも、加熱ローラの熱容量低減効果のほうが大きいためである。しかし、さらに 0.18mm まで薄くすると、加熱ローラが磁気飽和するために、電磁誘導による加熱効率が低下し、熱容量減少の効果が打ち消されるためと考えられる。この結果から、整磁合金加熱ローラの厚さは 0.2mm とした。

整磁合金はキュリー点が定着設定温度+40 以内になるように鉄とニッケルの成分を調整している。この定着温度+40 以内という設定は、定着ベルトが熱によ

る劣化を起こさない温度範囲である。

整磁合金のキュリー点を定着設定温度そのものに合わせて調整し、定着ローラが自己温度制御し定着温度制御不要の構成も試みた。その場合、Fig.5 からもわかるように、キュリー点近傍から次第に漏れ磁束が増え出すために加熱効率が低下し、定着温度に到達するまでのウォームアップ時間が長くなる。整磁作用を非通紙部の温度設定に応用することにより、急峻なウォームアップの省エネ性能を保ちながら全幅用紙対応が可能になった。

4. シミュレーションと実験結果

Fig.7 に A4 紙の縦連続通紙時の発熱シミュレーション結果を示す。ベルト中央部は定着設定温度に維持され、非通紙部は過昇温している状態の、定着ベルトの左半分における加熱量の計算結果を示している。

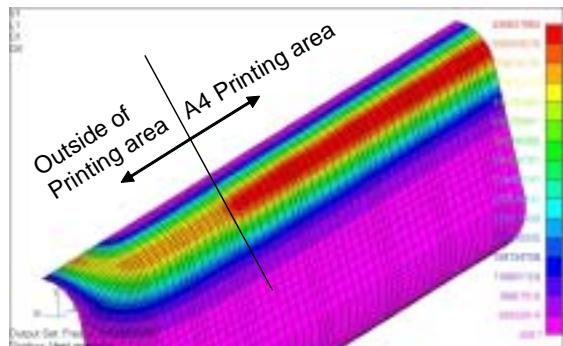


Fig.7 Simulation of heat generation in fusing belt

中央部（図右側）が通紙部であり、磁性を維持した状態のため赤く加熱されている。ベルト端部（図左側）は非通紙部であり、磁性が小さくなても加熱量は 0 にはならないが、中央部に比べて加熱量が少なくなることがわかる。

Fig.8 に種々の幅の用紙を連続 200 枚印字した後の定着ベルトの温度分布を示す。いずれの用紙幅においても、非通紙部の温度上昇は 190 以下に抑えられていることがわかる。これにより、あらゆる用紙幅に対応して整磁合金加熱ローラが自動的に自己温度制御し過昇温を防ぎ、生産性を低下させることなく連続プリントすることが可能となった。

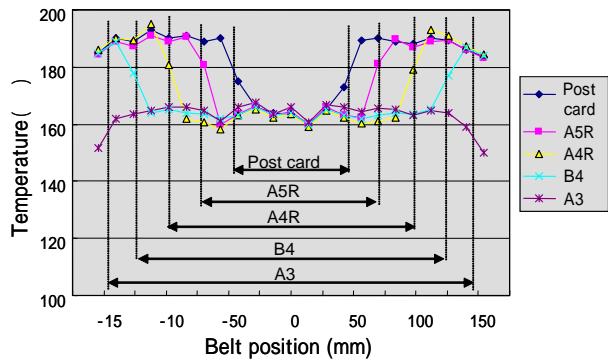


Fig.8 Thermal uniformity for various paper sizes

5.まとめ

加熱ローラに整磁合金を用いた全用紙幅対応 IH 定着技術を開発した。これにより、従来機の特徴であるウォームアップ時間 15 秒を維持したうえで、全ての用紙幅において、フルスペックの連続印字を行うことが可能となった。本技術を搭載した DP-C2635 では、トップレベルの省エネ性能と高生産性の両立が可能となった。

参考文献

1. 醒井：Panasonic WARKiO KX-CL500, 日本画像学会誌, 42(4), 76-82 (2003).
2. 安田, 谷, 立松, 馬場, 醒井：カラー IH 定着器の加熱幅制御技術, Japan Hardcopy 2005 Fall Meeting, 9-12 (2005).
3. 木野内, 高木：複数のコイルを用いた誘導加熱定着装置, Japan Hardcopy 2003 論文集, 45-48 (2003).
4. 浪, 陣在, 山本：高速複写機における電磁誘導加熱定着方法, Imaging Conference JAPAN 2006 論文集, 7-10 (2006).

禁無断転載
2007 年度
ビジネス機器関連技術調査報告書(“ 3 ” 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

〒105-0003 東京都港区西新橋 3-25-33
NP 御成門ビル 4F
電話 03-5472-1101
FAX 03-5472-2511