

Sitios7020 シリーズの省エネルギー定着器の技術開発

The Development of Energy-Saving Fixing Unit Technology for the Sitios 7020 Series

羽生 直彦*
Hanyu, Naohiko

藤田 慎介*
Fujita, Shinsuke

根本 三次*
Nemoto, Mitsugu

岩橋 晴男*
Iwahashi, Haruo

The Konica Sitios 7020 series of upgradable digital copier offers an astonishing array of functions. Perhaps as surprising, however, is how little energy these copiers use. Two features responsible for this are a short warm-up time (30 seconds, maximum) that encourages users to shut down idle stations, and an energy consumption efficiency so high that it meets today energy-saving standards that will not become mandatory in Japan until 2006.

These two features are made possible by energy-saving fixing unit technology. One aspect of this technology is the design of the heat roller to a critical dimension: thick enough to provide fixing performance and strength, yet thin enough to shorten warm-up time and raise energy consumption efficiency. In addition, over-heating has been dealt with through many collective steps, such as accounting for fixing heat distribution, installing sensitive sensors to monitor temperature, adopting specialized software for response and control, and positioning cooling fans for precisely directed airflow. As a result, warm-up time has been shortened to 30 seconds or less, and energy consumption has been lowered 52, 63, and 60Wh/h at copy speeds of 20, 25, and 30cpm, respectively, far lower than the respective target maximums of 55, 99 and 99 Wh/h.

1 はじめに

近年、事務機器を対象に国内では省エネルギー（以降省エネと記述）法、ドイツでは Blue Angel、また国際 Energy Star 等の環境関連の法制化が進み、省エネ基準がより厳しく見直される状況にある。

2000年に発売したコニカデジタル複写機 Sitios7020 シリーズである Sitios7020（20枚機） Sitios7025（25枚機） Sitios7030（30枚機）の3機種では、定着器へ加熱ローラ薄肉化技術を適用することで、機械全体の省エネ化を図り、2006年から実施の国内省エネ法の基準目標を達成した。参考として現在の主要各社のエネルギー消費効率の比較を示す（Fig. 1）¹⁾

エネルギー消費効率は、国内省エネ法で定められた消費電力の指標であり、具体的には、ウォームアップモー

ド+コピーモード+スタンバイモード+低電力モード（+オフモード）から成る一連のコピー動作の消費電力（Watt * Hour / Hour）の繰り返し8時間分（1日分として換算）の1時間あたりの平均値である（Fig. 2）。

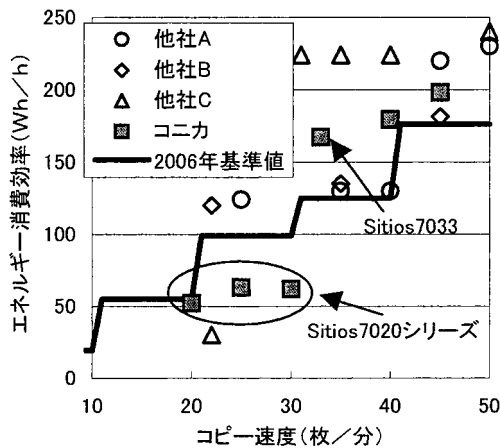


Fig. 1 energy consumption efficiency

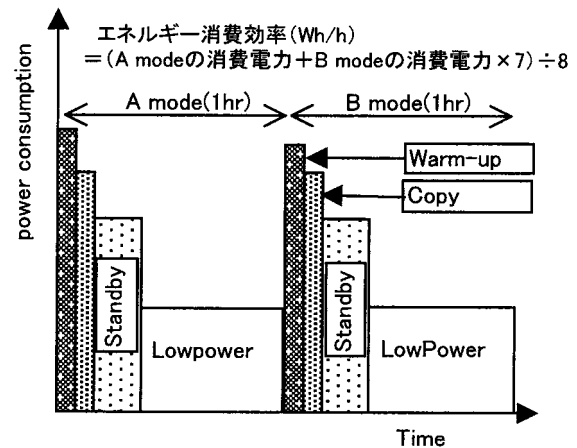


Fig. 2 power consumption vs time

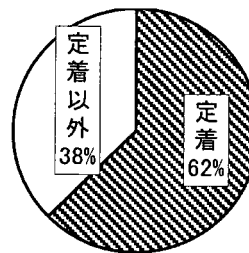


Fig. 3 - 1 power consumption of machine (Sitios7033)

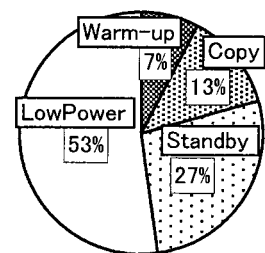


Fig. 3 - 2 power consumption of every mode

* ODカンパニー 機器開発統括部 第2開発センター

複写機全体の電力消費のうち、定着の占める割合は約60%となる (Fig. 3-1)。

今回の設計方針は、20~30枚機でのユニット共通化と定着省エネ化であり、その他定着基本性能、構成部品コスト、安全性等の諸要素を勘案して、コンベンショナルな加熱ローラ方式を選択した。又ウォームアップタイム (以降 WUT と記述) は、30秒以内を目標とした。

本稿では、省エネを支えるコア技術である加熱ローラ薄肉化、非通紙部温度上昇対応、温度センサ、オーバーシュート抑制、及びフリッカ対応について報告する。

2 省エネ定着技術

エネルギー消費のモード毎の割合を見ると、低電力モード及びスタンバイモードでの消費が大きい (Fig. 3-2)。省エネ法で規定されたエネルギー消費効率測定モードには、「低電力モードからの復帰時間30秒以内であれば、低電力モード時の定着ヒータを切ることが可能」との要件があり、WUT30秒以内を達成できれば、大幅な電力削減が図れる。以上の経緯から、Sitios7020シリーズでは、従来機がWUT65秒に対し、WUT30秒以内とすることを開発目標とした。達成手段としては、加熱ローラ低熱容量化 (薄肉化) を進めることにした。

2.1 定着器構成

Sitios7020の定着器構成を示す (Fig. 4)。定着ローラは、内部にハロゲンヒータを持つ加熱ローラと、加熱ローラに圧接する加圧ローラから成る。これらローラ間にトナー画像を載せたコピー紙を通過させ、トナーを紙に熱融着させる。加熱ローラは、小径でかつ薄肉の円筒状のA1芯金にフッ素系樹脂コートを行っている。一方加圧ローラは弾性層 (低硬度シリコンゴム) の表面にフッ素系樹脂チューブを被覆し、ローラ表面を低硬度化した。加熱手段のハロゲンヒータは異配熱2本 (主に中

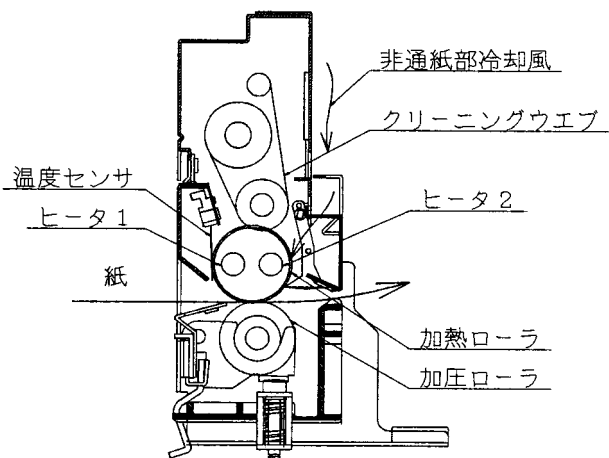


Fig. 4 A sectional diagram of Fuser unit

央部を加熱するヒータ1、主に端部を加熱するヒータ2) とし、ヒータ総電力は1000Wである。2本ヒータは、各々主発熱領域に配置された温度センサで独立に温度制御される。またヒータ1の主発熱領域より小径サイズの紙を連続通紙する場合、異配熱2本のヒータを使用しても、非通紙部の温度上昇を十分に抑制出来ないため、新たに非通紙部冷却ファンを採用することにした。

2.2 加熱ローラ薄肉化

WUTを短縮するためには、加熱ローラの熱容量を小さくする必要がある。加熱ローラの熱容量を小さくするには、以下の2つの手段が考えられる。

- (1) 加熱ローラの小径化
- (2) 加熱ローラ芯金肉厚の薄肉化

まず、(1)の加熱ローラ外径は、定着性を満足するのに必要な定着ニップ時間 (= ニップ幅 ÷ 紙送り速度) で決定される。Sitios7020シリーズの使用トナーでの必要ニップ時間は25msec以上である。加熱ローラ外径とニップ時間の関係を示す (Fig. 5)。ニップ時間25msec以上を確保するため、定着加熱ローラ外径を27.5とした。

次に、(2)の加熱ローラ芯金肉厚の薄肉化について述べる。加熱ローラ芯金肉厚とWUTの関係を示す (Fig. 6)。

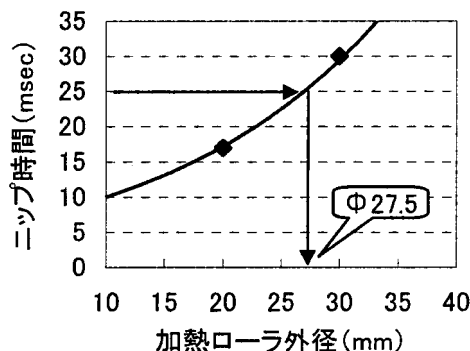


Fig. 5 Nip time vs heat roller diameter

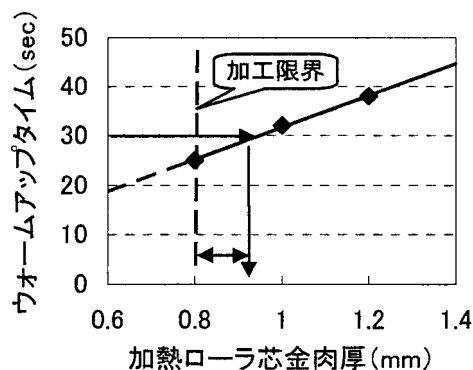


Fig. 6 Warm-up time vs thickness of heat roller layer

WUT30秒以内を達成するのに必要な芯金肉厚はt0.9以下である。一方量産可能な肉厚下限はt0.8である。

今回、WUTを出来るだけ短縮するために肉厚下限のt0.8を採用した。

また薄肉化を進める上で懸念される機械疲労強度については、別途有限要素法を用いたシミュレーションおよび実機での確認テストを行い、問題ないことを実証した。

2.3 非通紙部温度上昇対応技術

小幅サイズ紙のコピー時、定着ローラの通紙部は紙によって熱が奪われるのに対し、非通紙部は紙によって熱が奪われない。このため加熱ローラ上で非通紙部温度上昇が発生する。特に、加熱ローラの薄肉化が進むとローラ長手方向の熱移動が少なくなるため、非通紙部温度上昇が顕著になる。非通紙部温度上昇が所定値より大きくなると、トナーがローラに融着するホットオフセット現象が発生したり、加熱ローラ表層材の熱劣化が懸念される。非通紙部温度上昇を抑制するには、小幅サイズ紙のコピー速度をあらかじめ低めに設定したり、あるいは通紙途中にコピー速度をダウンさせる方法が従来からある。しかし、これらの方法は小幅サイズ紙のコピー生産性を低下させるため好ましくない。よって、加熱ローラ薄肉化を行い、かつ小幅サイズ紙のコピー生産性を落とさないためには、非通紙部温度上昇を抑制する技術が不可欠となる。従来機構成で連続通紙したときの加熱ローラ長手方向温度分布の一例を示した (Fig. 7)。Sitios7020シリーズでは、非通紙部温度上昇を抑制するため、下記の2つの技術を採用した。

- (1) 異配熱2本ヒータ
- (2) 非通紙部冷却ファン

(1)の異配熱2本ヒータは各々、主発熱領域に配置された温度センサで独立に温度制御される。Sitios7020シリーズの加熱ローラ長手方向の温度分布を示した (Fig. 8)。A4R幅の紙を連続通紙した時は、通紙部の温度はヒータ1で賄い、非通紙部の温度はヒータ2で維持されるため、加熱ローラ長手方向の温度分布は、ほぼフラットになる。しかし、A4Rより幅が狭い紙、例えば5.5×8.5Rのような紙を連続通紙すると、非通紙部かつヒータ1の主発熱領域の温度が上昇してしまう。これに対しては、(2)の非通紙部冷却ファンを用いて局所的な温度上昇を抑制することで、加熱ローラ長手方向の温度分布が、ほぼフラットになった。

2.4 温度制御技術

2.4.1 高応答温度センサの採用

加熱ローラを薄肉化 (低熱容量化) すると、ヒータ駆動時の加熱ローラ温度上昇率が従来機に比べて大きくなり、より高応答の温度センサが必要となる。

Sitios7020シリーズでは、従来機の温度センサと構造の異なるセンサを新規に採用した。その特長は、熱容量が小さい、加熱ローラとの接触面積が大きい、の2

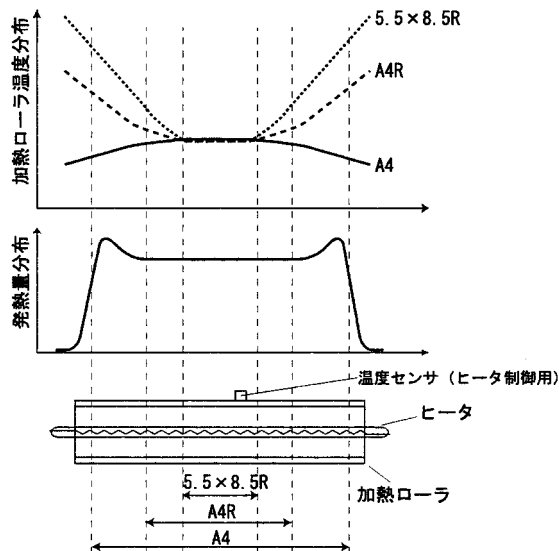


Fig. 7 Heat roller temperature distribution

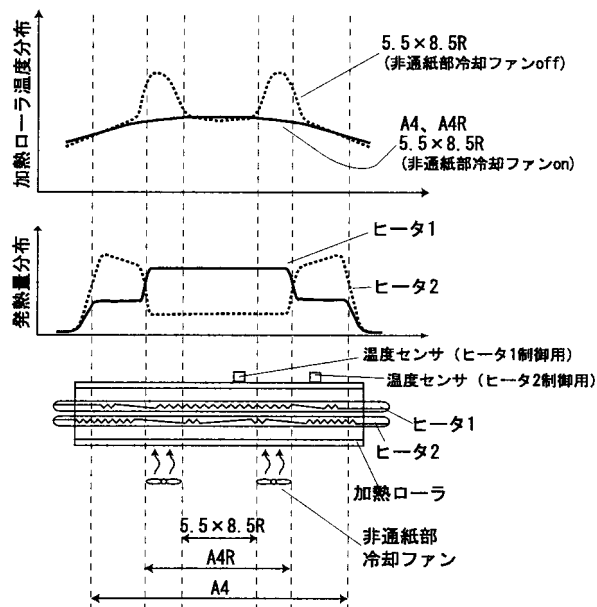


Fig. 8 Heat roller temperature distribution

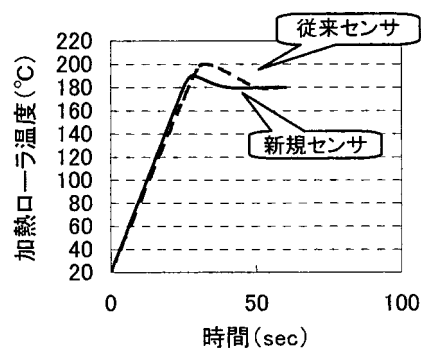


Fig. 9 Heat roller temperature vs time

点である。昇温時の加熱ローラ温度オーバーシュート量の従来センサと新規センサとの比較結果を示した (Fig. 9)。新規の高応答温度センサを用いることで大幅にオーバーシュート量を減らすことができた。

2.4.2 オーバーシュート抑制技術

コピー終了時やジャム発生時など、定着ローラが回転状態から静止状態に移行する時に加熱ローラ温度のオーバーシュートが発生する。これは、加熱ローラ温度の維持に必要な熱量が、ローラ回転時の方が静止時より多いことに起因する。このオーバーシュート量は、加熱ローラを低熱容量化すると大きくなる。オーバーシュートにより加熱ローラ温度が所定温度を超えると加熱ローラがダメージを受ける。このため Sitios7020 シリーズでは、オーバーシュートの抑制をヒータ制御および非通紙部冷却ファン制御で行った。

コピー終了時の加熱ローラ温度のオーバーシュート抑制制御の効果を示した (Fig.10)。コピー終了直前の定着ヒータ制御をコピー中の制御と異なる設定にすることで、コピー終了直後のオーバーシュート量を大幅に改善することが出来た。

ジャム発生時の非通紙部冷却ファン制御は、ジャム発生から所定時間非通紙部冷却ファンを駆動し、加熱ローラを直接冷却するものであり、これもオーバーシュート抑制に非常に効果的であった。

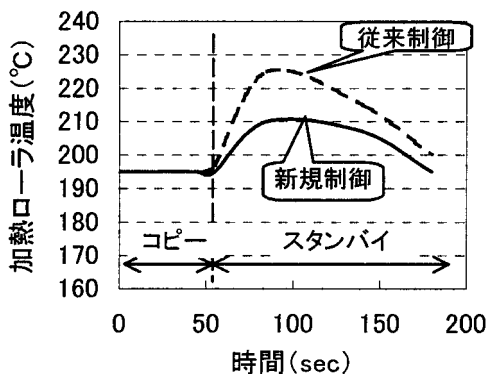


Fig.10 Heat roller temperature vs time

2.5 フリッカー対応技術

ハロゲンヒータは、点灯直後はインピーダンスが低いいため大電流が流れる特性を持つ。電源容量が限られた環境条件では、過渡的に電力供給源の電圧低下を引き起こし、その結果同一電源から電力を供給している照明器 (蛍光灯等) にちらつき (光量変動) が生じる。この現象をフリッカーと言う。低熱容量の薄肉加熱ローラは熱し易く冷め易いため、一定温度に維持しようとする、ハロゲンヒータの点灯周期が短くなり、所定時間内の点灯回数が多くなる。その結果、ヒータ点灯直後の電源電圧変動が、頻繁に起こることでフリッカーには不利とな

る。Sitios7020 シリーズでは、開発当初から、スタンバイ時のフリッカーが規格値を上回る厳しい状況であった。そこで下記手段を採用することで、フリッカー低減を図った。

- (1) ヒータ on 温度と off 温度の設定温度差を従来機の 2 倍以上にしてヒータ on/off 周期を長くした。
- (2) ヒータ 1 と比べて点灯周期が短いヒータ 2 の定格電力を、WUT30 秒以内を満たす範囲内で、可能な限り低めに設定した。

以上の対策により、スタンバイ時のフリッカー規格をクリアすることができた。

3 消費電力

Sitios7020 シリーズ 3 機種のエネギー消費効率を Table 1 に示した。薄肉 (肉厚 t0.8) 加熱ローラを採用することで、エネギー消費効率を従来機 U-BIX2223 (アナログ 23 枚機) Sitios7033 (デジタル 33 枚機) より大幅に削減することができた。また、国内省エネ法 2006 年基準値を大幅に下回ることができた。

Table 1 Energy consumption efficiency (Wh/h)

	実測値	国内省エネ法 2006年基準値
Sitios7020	51 (-7%)	55
Sitios7025	63 (-36%)	99
Sitios7030	60 (-39%)	99
U-BIX2223	123 (+24%)	99
Sitios7033	167 (+34%)	125

(注) カッコ内は、2006年基準値に対する達成%

4 まとめ

Sitios7020 シリーズにおいて、定着器に加熱ローラ薄肉化技術を適用することにより機器全体の大幅なエネギー低減を図り、国内省エネ法 2006 年基準値を下回ることができた。

加熱ローラ薄肉化技術は、低速セグメントのみならず、中高速セグメントでの省エネ化にも欠かせない技術である。中高速セグメントについては、高速化や高コピー使用量を想定しての定着性能確保を前提とするため、省エネ技術の難易度が極めて高い。

今後、コニカでは、中高速セグメントをターゲットとして更なる省エネ化技術の向上を目指す。

参考文献

- 1) グリーン購入ネットワーク、商品選択のための環境データベース [online]. Updated 2 October 2000 [cited 5 October 2000]. Available from: <http://gpn.wnn.or.jp/gpn/#copy>