

デジタル複写機 Sitios netpro シリーズの省エネ技術

The Development of Energy-Saving Technology for the Sitios netpro Series

大本 哲子* 河本 清明* 坂田 智志** 浜田 純一*
 Ohmoto, Tetsuko Kawamoto, Kiyooki Sakata, Satoshi Hamada, Junichi

To minimize environmental impact, we have striven to reduce energy consumption in Konica copiers. In our Sitios netpro series, a segment-straddling series of copiers (from 22cpm to 85cpm) which debuted in September 2001, we have attained energy consumption efficiency values 4 years ahead of the domestic energy-saving standards that will come into effect in 2006. We achieved this, and yet fully satisfied fixing unit performance, by boosting warm-up speed, controlling heat radiation from the fixing unit, and reducing other demands on power consumption. Reported here are the avenues which led to this accomplishment.

1 はじめに

当社では、地球温暖化防止国際会議COP3の京都議定書でのCO₂削減目標を踏まえ、新商品に環境適合性技術を織り込み、環境負荷低減を推進してきている。特に省エネに関しては、国内省エネ法やグリーン購入法、ドイツBlue Angel、国際Energy Star等の法制での省エネに関する基準がより厳しい方向で見直される中、機械自体の稼働時のエネルギー削減を重視し、技術の水平展開を図ってきた。その結果、2001年9月以降発売のモノクロデジタル複写機Sitios netproシリーズにおいて、全セグメント(22~85枚/分機)にわたり省エネ技術の搭載を予定通り完了し、2006年から適用される国内省エネ法の基準値を4年の前手練りで達成することが出来た(Fig. 1)。本稿では、広い複写速度レンジにわたる横断的な省エネ技術の総括を行う。

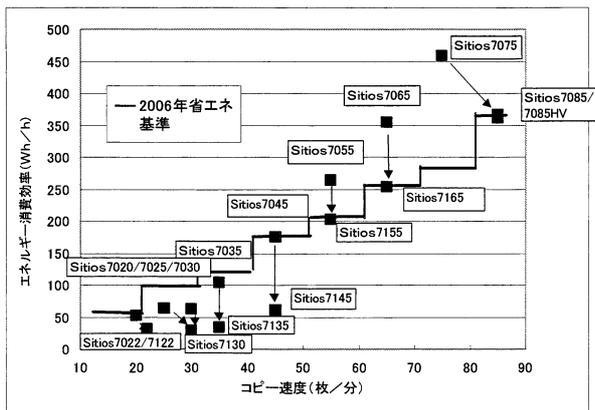


Fig.1 Energy consumption efficiency

2 省エネルギーの考え方

エネルギー消費効率とは、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(15分)+ローパワーモード(またはオフモード)からな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)。

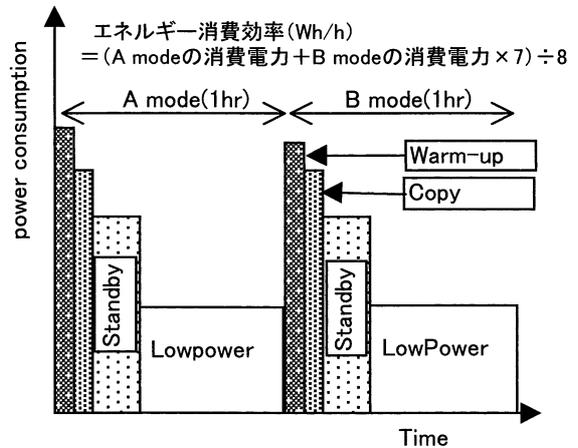


Fig.2 Power consumption vs time

ウォームアップタイム(以降WUT)が30秒以下の場合には、スタンバイモードの時間を15分以下に設定してもよいことになっており、エネルギー消費効率低減に極めて有効である。2000年に発売したSitios7020シリーズ(7020/7025/7030)では加熱ローラの薄肉化によりWUT30秒を達成した¹⁾。この技術を、通常のオフィスでの電源容量100V/15A(電力1.5kW)の中でどこまで高速側に展開できるかが一つのポイントである。

* ODカンパニー 機器開発統括部 第2開発センター
 ** ODカンパニー 機器開発統括部 第3開発センター

Fig. 3 にコピースピードに対する定着部と定着部以外のコピー中の必要電力の模式図を示した。電力は、大まかに基板や駆動・高圧系負荷が必要な定着外電力と、紙・トナー、加圧ローラ、放熱等の定着での必要電力に分けられる。これらはいずれも高速化に伴い増加する。非蓄熱型定着（薄肉加熱ローラ）では、連続コピー初期に加圧ローラ等に熱が奪われ、加熱ローラ温度が低下するが、この温度低下を定着性が確保できる範囲内に抑制する必要がある。そのための電力（Fig. 3 中の“加圧ローラ等”部分）を定着に供給できることが前提となるが、必要電力の合計が1.5kWとなる限界が存在する。この限界を超えない範囲で、ウォームアップの効率向上を追求する（熱容量ダウン・投入電力アップ等）ことにより、WUT30秒の達成を図るアプローチである。

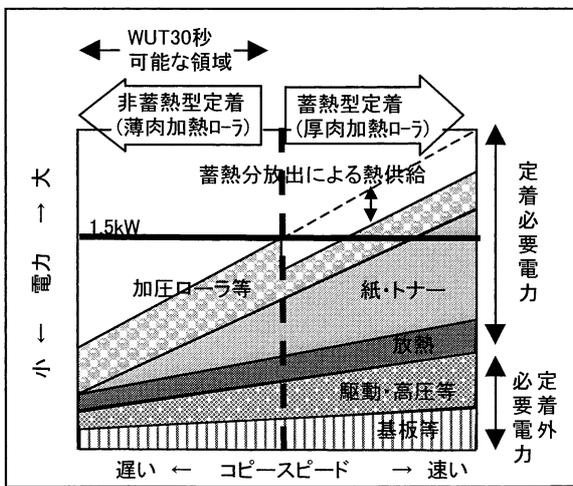


Fig.3 Power consumption vs copy speed during copying

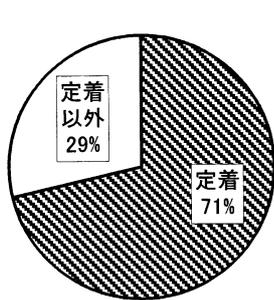


Fig.4-1 Power consumption ratio of machine (Sitios 7065)

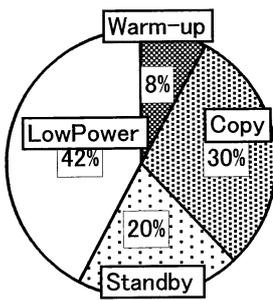


Fig.4-2 Power consumption ratio of each mode (Sitios 7065)

2つめのポイントは、Fig. 3 における蓄熱型定着（厚肉加熱ローラ）での省エネに関するアプローチである。

一例として、Fig. 4 に Sitios7065 の各モード別の消費電力を示す。待機中（スタンバイ+ローパワー（以下LP）モード）に60%以上の電力を消費していることがわかる。

高速機においては、高コピーボリュームで安定した定着性を要求される一方、100V/15Aの制約の中、Fig. 3 に示すように、コピー中に必要な定着への電力が十分に供給できない状況にある。そのため、あらかじめ加熱ローラ等に蓄熱することでコピー中の不足分を補っていた。しかし、蓄熱量を増やすために加熱ローラの熱容量を大きくすることは、LPモードからの復帰時間の制約（Fig. 2 におけるBモードのWUTで44枚/分までは30秒以内、45枚/分以上は45秒以内）から、LPモードの温度を高く維持する必要があり、待機時の電力削減に逆行する。従って高速機での消費エネルギー削減にあたっては、トナー及び紙への熱供給を必要最小限に抑えるとともに、それ以外の部分への放熱・熱供給を抑制して、定着性を確保しつつ加熱ローラの低熱容量化（薄肉化）を図る必要がある。

3つめのポイントは、定着以外の消費エネルギー削減として、駆動・ファンモータ等の負荷低減、電源の効率向上と不要負荷の遮断が重要である。

3 エネルギー消費効率削減技術

以上のような省エネの考え方をもとに、WUT30秒技術の中速機への展開、高速機における消費エネルギー削減技術、各機種共通で実施した定着外電力削減技術について詳細を述べる。

3.1 WUT30秒の中速機への展開— Sitios7145

WUT30秒を達成したSitios7020シリーズ（20～30枚/分機）をベースに高速化を行う中で定着性を満足するためには、ニップ幅を大きくしてニップ時間（ローラから紙に熱を与える時間）を確保する必要がある²⁾。Sitios7145（45枚/分機）においては、必要なニップ幅を得るため加熱ローラ径を35mm、荷重を22kgfとした。

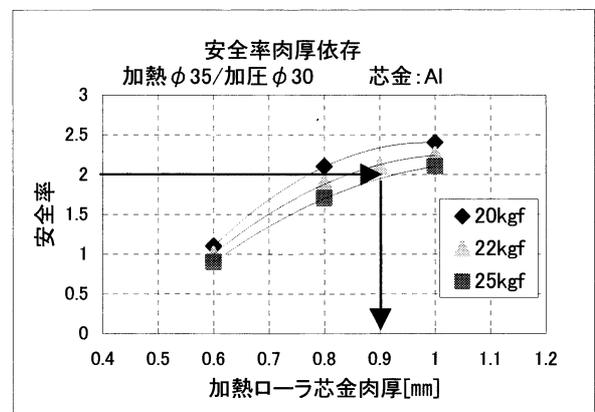


Fig.5 Factor of safety vs thickness of heat roller

この条件でWUT30秒を達成するために、ローラ肉厚・電力を決定した。ローラの肉厚は、疲労強度から下限値が、WUTから上限値が決められる。Fig. 5に示すように、ローラの強度解析シミュレーションによると、荷重バラツキを考慮した時、25kgfで安全率2以上となる肉厚は0.9mm以上である。一方、WU中に定着に供給できる電力は最大1200Wであり、Fig. 6よりWUT30秒以下にするためには肉厚は0.85mm以下である必要がある。Sitios7145では、肉厚0.9mm、WU時定着供給電力1200Wとし、さらには、電源ON時の定着ヒータ点灯制御の見直しを行って、点灯するまでの時間を従来より約3秒短縮することによって、WUT30秒を達成した。

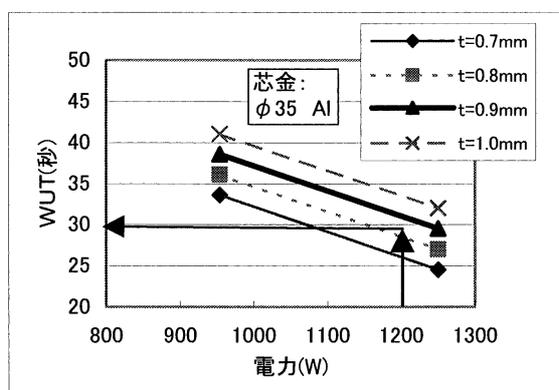


Fig.6 Warm up time vs heater power

以上の採用技術により、定着性を満足しつつ、WUT30秒を45枚/分機まで適用することができ、Sitios7145では前身機Sitios7045に対して、エネルギー消費効率を約1/3に削減できた。

3. 2 高速機の消費エネルギー削減－Sitios7165

3. 2. 1 加熱ローラの低熱容量化

Sitios7165では紙搬送技術の向上により、同じコピー速度の前身機に比べプロセス速度を15%下げることができた。そのためローラ径を変えることなくニップ時間が増え、より低い温度で定着性の確保が可能となった。また、定着クリーニングローラの低熱容量化や後述するユニットの断熱、ヒータ配熱の工夫等により、トナーと紙以外への熱供給や放熱を極力減らし、ローラの温度低下を抑制して、加熱ローラの熱容量を低減させている。

低熱容量化による効果の一例としては、加熱ローラの肉厚を13mmから9mmとしてLP制御温度を下げることで、約15%の電力削減効果が得られている(Fig. 7)。

3. 2. 2 制御温度の適正化

従来から、高速機では非接触温度センサを用いたロー

ラ温度制御を行っているため、ローラ温度がオーバーシュートすることが多かった。そこで、周辺温度を考慮したきめ細かい温度制御を行うことによってオーバーシュートを低減させた。また、機械動作履歴から、定着性確保に必要なローラ温度を推定し、適正な温度条件に設定することにより、過剰な熱供給を抑制した。

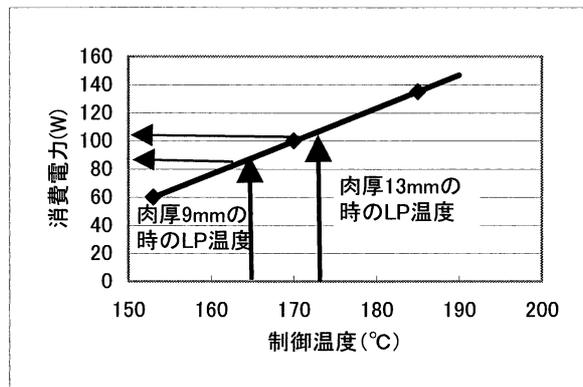


Fig.7 Power consumption vs heat roller temperature

3. 2. 3 断熱・排風設計

定着からの放熱を抑制することは、どのセグメントにおいても有効な手段であるが、特に、スタンバイ・LP時の消費電力が大きい高速機においては、断熱によるエネルギー削減効果が大きい。また、定着以外の部分、特にドラムまわりの画像形成プロセス部は高温にさらされることにより、トナーの固着・画像の劣化が起こるため、それらの不具合を発生させないためにも有効である。Sitios7165/7155で実施した、断熱・排風設計について以下に述べる。

一般的に定着器では通紙経路やJAM処理スペースの確保といった機能上の制約があり、加熱ローラからの熱放射を完全に遮蔽することは困難である。その中で、より効果的な断熱手段を見極める目的で、サーモグラフィを使用して熱が放出する主だった箇所を特定した。定着器上部、特に上面カバーや排紙部上方からの熱放射が顕著であることを確認し、その部分に対して集中的に断熱を施した。具体的には、

- 1) 定着器の上方部および側面部（ドラムカートリッジ側）への熱流出を遮蔽する。
- 2) 排紙爪周辺は通紙経路とJAM処理スペースを確保しつつ、極力隙間を無くし熱流出を防止する。
- 3) 定着器底板と本体間に隙間を作って装填し、熱伝達を防止する。

等である。その結果、待機時（スタンバイ、LP）の消費電力を17%と大幅に削減することができた。

また、定着以外のユニットを効率的に冷却するために以下の点に留意した機内排風設計を行った。

- 1) ドラム周辺からの排熱は定着器周辺とは遮断した排風流路を設けて行ない、定着から排熱をしない。
- 2) ドラム周辺の温度上昇抑制策として、定着・ドラムカートリッジ間に通風ダクトを設ける。

上記排風経路の設計により、画像形成部周辺を効果的に冷却しつつ定着からの排熱を抑制して、待機中（スタンバイ、LP）の消費電力を約8%削減できた。

3. 3 定着外電力削減技術

電力ロス削減の課題としては、電源効率改善/通電不要部品への通電遮断/回路の低電圧化/駆動源の効率改善が挙げられる。ここでは主に電源構成に関して述べる。

従来機では Fig. 8 のブロック図に示す様な、出力電圧単位で構成する電源構成となっていた。この構成の場合、次の様な問題点があった。

- 1) 待機状態での電源効率低下

マルチファンクションデバイスでは、高圧電源/駆動負荷を動作させる 24V 系出力は Copy 動作 /Print 動作時に 10～20A と大電流が必要となる。これに対して待機状態では 1～2 A と非常に低い電流供給となる。電源の設計においては最大電流値に最も高効率となる設計を行う為、出力電流値が低い場合は効率が低下する。最大出力時の変換効率が65%～80%であるのに対して、低出力時は 40～50% と低下してしまう。

- 2) 動作不要部品の電力消費

高圧電源/駆動モータ/センサ等負荷部品に対して動作していない状態でも電源供給を行い、出力負荷に対しては制御信号にて出力状態を非動作状態に制御している。また、コピー/プリント動作時にのみ使用するセンサ等の入力負荷に対しても電源供給を行い、機械動作上不要な電力を消費している。

以上の電力ロスを解決すべく、今回の製品では、Fig. 9 のブロック図および下記①～③に示す様に、機械状態毎に必要な負荷に電源供給が行える構成に変更した。さらに、機械状態毎の出力は電源の1次系でのON/OFF制御を可能とした。

- ① オフモードで電源供給を必要とする負荷
- ② LPモードで電源供給を必要とする負荷
- ③ スタンバイモード/コピーモードで電源供給を必要とする負荷

この結果、各モードの電源効率を60%～80%にできた。電力削減効果は Stios7085 が特に大きく、LPモードでの消費電力は約50%削減できた。

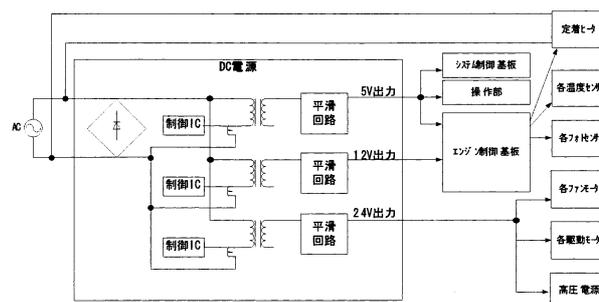


Fig.8 Block diagram of conventional power supply composition

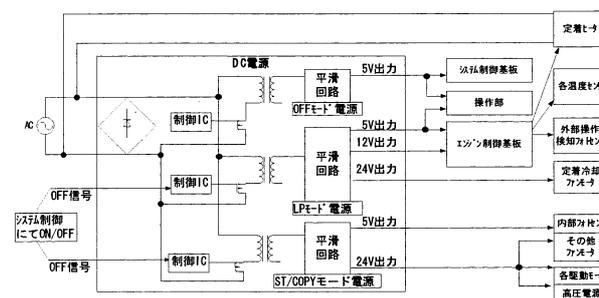


Fig.9 Block diagram of new power supply composition

4 まとめ

以上述べたような消費電力削減技術を、各機種の状況に応じ水平展開を行うことにより、当社のポリシーであるコピーストップの無い定着性能を確保しつつ、Sitiostopシリーズ全9機種のエネギー消費効率を対前身機比で大幅に削減することができた。

今後のさらなるエネルギー消費効率の削減には、WUT30秒をさらに高速機側へシフトさせること、蓄熱に依存した定着ユニットからの転換を図ることが重要である。そのためには、これまで述べてきた施策のさらなる推進に加えて、熱源の高効率化、トナーの低温定着化を進めていく必要がある。

5 謝辞

本稿執筆にあたり、Sitiostopシリーズの開発にあたった方々にご協力いただきましたことを感謝致します。

●参考文献

- 1) 羽生直彦, 藤田慎介, 根本三次, 岩橋晴男, Konica Tech.Rep., 14.35 (2001)
- 2) 待機時消費電力削減技術開発 省エネルギー定着システムの研究開発, 平成 11, 12 年度 コニカ成果報告書 (新エネルギー・産業技術総合開発機構) <http://www.tech.nedo.go.jp>