

リライタブルハイブリッドメディア用プリントイング技術

New Thermal Rewritable Printing Technology for Rewritable Hibrid Media

櫻井 秀夫^{*}
Hideo SAKURAI

新井 智^{*}
Satoshi ARAI

立脇 忠文^{*}
Tadafumi TATEWAKI

要 旨

近年、日本を代表するものづくり企業で、物流におけるものの流れをリアルタイム管理する手段として、R F I D (Radio Frequency Identification) システムが採用され始めている。これらの企業では、R F I Dの電子情報を目視化できる“リライタブルハイブリッドメディア”的活用が進んでいる。普及における重要課題として、発行プリンタの「小型化」「低価格化」が必須であった。これらの課題を解決できるプリンタ技術を新たに開発し、製品化を可能とした。

ABSTRACT

In recent years RFID (Radio Frequency Identification) system is began to adopt as a means to real time management of phisical distribution at the manufacturing company which represents Japan.

In these companies a Rewritable Hibrid Media that can look a digital data of RFID is bing applied. As a important subject to spread,the printer should become “downsizing” and “cost reduction”.

We developed a new printing technology that can solne these subjects and have made possible productive.

* サーマルメディアカンパニー リライタブル事業推進室
Thermal Rewritable Solution Business, Thermal Media Company

1. 目的・背景

1-1 はじめに

現在、産業分野において、非接触且つ繰り返して情報書き換え可能なRFIDをタグ（荷札）として使ったユビキタスな物流管理が広がっている。

RFIDをタグとして活用する場合（以降RFタグと呼ぶ），RFタグ自体には表示機能がないため、紙の表示媒体を併用しているのが実情である。この場合、RFIDのリーダーライターとプリンタの動作を同期させ、且つRFIDとプリント用紙の2つのメディアを一組として物理的にもセットして管理する必要がある。

かかる管理は、製造や物流の現場管理として困難であり、回避手段として、RFIDと感熱紙という2つのメディアを組み合わせてラベル化し、内部にRFIDのリーダーライターを搭載したサーマルプリンタにより、同期化されたRFタグを発行する方法が商品化され、産業界へ提案されている。

この方法により、同期の課題は解決されるが、複数回繰り返して使用できるRFIDと、一回しか使用できない感熱紙を組み合わせたラベルは、結果として、一回しか使用できない、実に「もったいない」メディアになってしまい、コストアップ、環境負荷の増加という新たな困りごとが発生している。

そこで、それらの困りごとを解決する新たな提案として、RFタグと書き換え可能な表示媒体（リライタブルシート）を融合したリライタブル・ハイブリッドメディア（以下RHM）RECO-View RFタグシリーズをリコーは開発・商品化し、製造業を中心とした種々の産業分野でRECO-Viewプリンティングソリューションとして運用され始めている。



Fig.1 Value of Reco-View.

1-2 RECO-Viewプリンティングシステムの技術課題

RECO-View RFタグシリーズは、カードサイズ以下の小さなものから最大A4サイズまで対応しているが、今最も注目されているのは、所謂「かんばん」サイズ（85mm×200mmサイズ、等）を中心としたRHMを「現品票」として用いる運用である。効果的な調達物流の管理を行うためには、自社工場内のみならず、部品のサプライヤーを含めたSCM管理が重要であるが、サプライヤーに導入できる小型・低価格なRHM発行機の実現・商品化が待たれている。

Fig.2に示す様に従来のRHMプリンタは、順次
①RFIDへの書き込み ②リライタブルメディアの消去 ③リライタブルメディアへの印字処理 を行う構造である。

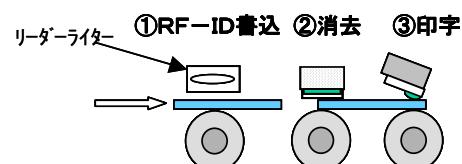


Fig.2 Structure of conventional Rewritable printer.

小型・低価格を実現するためには普及品の4inchサーマルヘッドを採用し、縦通紙とする必要がある。縦通紙の場合、1枚あたりの発行時間が顧客要望の発行速度6秒/枚を大幅に越え、顧客価値の高い発行システムを提供できない。

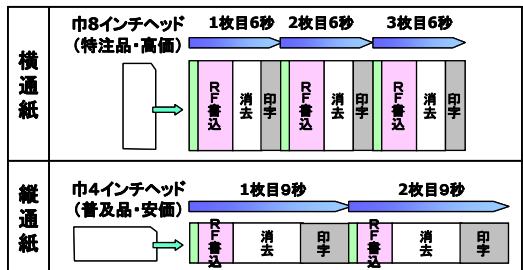


Fig.3 Printing speed vs Paper direction.

縦通紙でありながら、発行時間を短縮するプリント技術獲得のため、2つの技術課題を設定した。

- ①消去プロセス速度の向上。目標値150mm/秒（プロセス時間として1.3sec、従来技術比3倍）
- ②順次処理ではなく、並列処理を可能とするプリント技術の開発。

2. 高速消去デバイス、並列処理機構の開発

2-1 従来の消去デバイスの高速化課題

技術開発に関しては、感熱プリント技術である、昇華型転写記録において、業界トップレベルの熱制御技術を有する、株式会社ウェッジとの共同開発を行った。

高速消去技術の開発のため、従来の消去デバイスの実力評価・課題を整理し、開発構想を立案した。

Table 1 Erasing Device of Conventional type.

基本仕様	現状（実力）	目標値
消去可能速度	50mm/s	200mm/s
伝達長（有効二アップ）	4mm	4mm
熱伝達時間	0.08sec	0.02sec
温度ムラ	±6°C	±2°C
有効長	端部より3mmは無効域 ※デバイス巾<用紙巾と 用紙自由のこ	全面使用できる
コスト	トリソ/エッチング/シルク印刷/研磨など複数の加工工程	低コスト化可能

消去可能速度を向上できない理由としては、“リライタブルメディアの反応速度の限界”による、または

“消去に必要な熱を十分メディアに与えられない”が考えられるが、サーマルヘッドによる消去実験により0.03secでの消去が可能なことから、熱伝導の理由が支配的であると言える。消去デバイスの温度を上げても消去性能は向上しないことから、伝熱効率が消去性能に影響していると推測できる。

Fig.4に従来の消去デバイスの断面略図を示す。セラミック基盤の上に順次ガラス層、発熱体、ガラス保護層を形成してなる。発熱体からリライタブルメディアへは、ガラス保護層を通じて熱伝達が行われる。

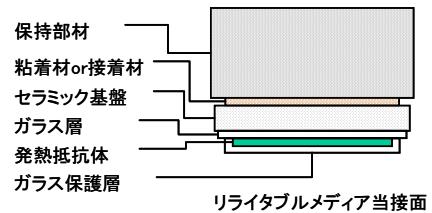


Fig.4 Cross section of Conventional Erasing Device.

リライタブルメディアと当接した状態で、実温度を計測することは困難なため、熱解析シミュレータを用いて消去特性に対する熱伝導率の依存性を調査した。Fig.5に熱解析モデルを示す。熱解析モデルでは、発熱体（ヒーター）を上部部材、下部部材で挟み、通紙状態を再現した。本シミュレータは実験モデルの実測値と良く一致することを確認している。Fig.6は消去性に対する熱伝導率依存性を解析した結果である。下部部材の初期状態を168°C (=441K) とし、150mm/secで搬送されるリライタブルメディアに下部部材を当接した2sec後の温度をプロットしている。発熱体からの熱の供給は、各条件とも同じだが、熱伝導率が30を下回るあたりから、急激に温度が低下し、リライタブルメディアの消去下限温度（約130°C = 403K）を下回る。従来の消去デバイスがリライタブルメディアと当接する面はガラスであり、熱伝導率は1 (W/m · K) であることが、消去速度を上げられない主な理由であると推測できる。

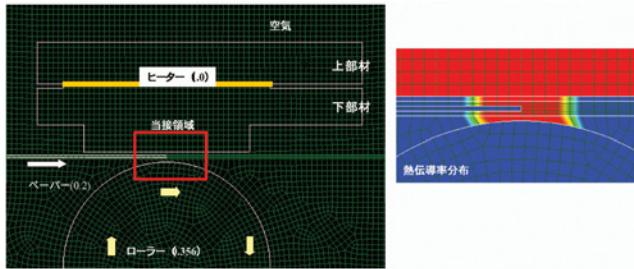


Fig.5 Thermal Analysis model.

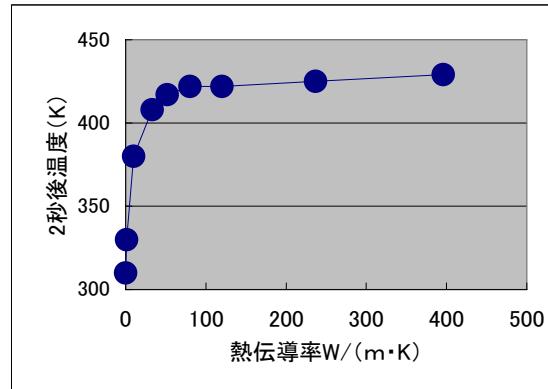


Fig.6 Thermal conductivity vs device temperature.

2-2 消去デバイスの設計

高速消去デバイスの設計にあたっては、高速消去性能と低コストの両立を図り、Fig.7に示す面状ヒーターを採用することとした。面状ヒーターは金属箔を打ち抜き、ポリイミドフィルムでサンドイッチすることで、絶縁処理を施されている。両端に電極を形成し、蛇行して形成されることにより、所定量の熱エネルギーを放出する面積（有効面積）が確保され、各部での幅が一定に形成されることで単位長さあたりの抵抗率が抵抗全体で均一となるように調整されている。この面状ヒーターの上下をそれぞれ蓄熱部材及び加熱部材で挟み込み、消去デバイスとした。消去デバイスの構成をFig.8に示す。

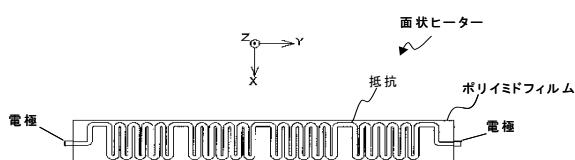


Fig.7 The Flat heater.

加熱部材の材質は、高速消去性能を実現するため、熱伝導率 $\lambda > 30$ でなければならないが、加工のし易さ、コストの観点からアルミニウム ($\lambda = 237$) を採用した。

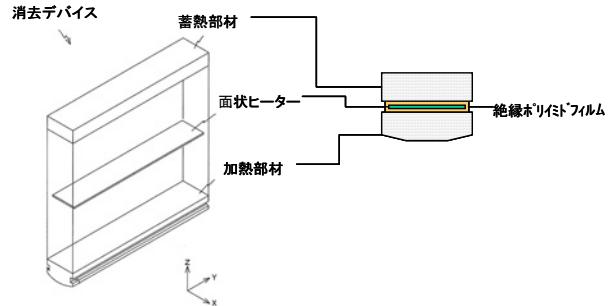


Fig.8 The eraser device.

加熱部材及び蓄熱部材の厚みが温度供給に及ぼす影響を、前述のシミュレータにより解析を行った結果をFig.9, Fig.10に示す。加熱部材は5.5mm, 10mmと厚みを倍にしても加熱面の温度は変化無いが、5.5mm以下では、厚みの減少に応じて対数的に温度が低下する。このことから、加熱部材の厚みは5.5mmと設計した。

蓄熱部材においては、熱伝導率 λ 及び、厚みの依存性が無いことがわかった。厚み0mmすなわち、空気層（空気は熱伝導率0.0261）の場合でも、加熱面の温度低下は見られなかった。

ヒーターの昇温時の急激な加熱、物理的な損傷からの保護目的、また、加熱した時に反りが起こらないよう、加熱部材と同材質の蓄熱部材を設けることとしたが、今後更に立ち上がり特性の向上など検討余地がある。

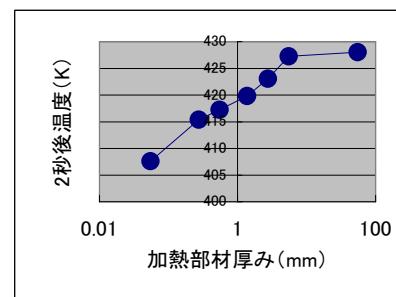


Fig.9 Tempererature of Device vs Thicness of Heating Parts.

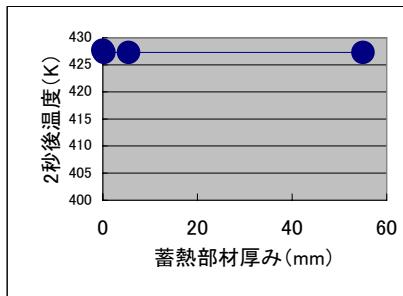


Fig.10 Temp. of Device vs thickness of storage parts.

上記設計の消去デバイスを用いて、設計仕様である 150mm/sec.において、85mm×200mm サイズのRHM の消去を行ったが、狙い以上200mm/secの速度でも、 良好な消去特性を得ることが出来た。その結果を Fig.11に示す。

ヒーター面の発熱ムラにおいても、熱伝導率に優れた加熱部材を採用することで、従来のものと比較して 温度巾3°C以下という良好な結果を得ることができた。 温度分布の実測データをFig.13に示す。従来の消去デバイスにおいて、デバイス外周部の温度が低いのは、 端面より放熱する熱量に対して、熱の補給が熱伝導率の低さから追いつかないからであると、熱解析の結果 から想定できる。

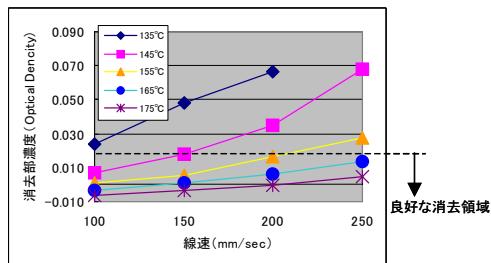


Fig.11 Erasing Dencitiy vs Erasing speed.

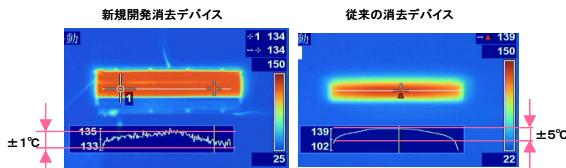


Fig.12 The distribution of temperature at Heater.

2-3 並列処理機構の開発

Fig.13に従来タイプのリライタブルプリンタの処理フローを示す。従来型の構成では、消去速度が向上しても、印字速度も同等に向上しない限り、同速で処理を行うこととなる。また、消去と印字を非同期で行うためには、消去の後工程に用紙1枚分のバッファを持つ必要があり、長大なプリンタサイズとなってしまうことから、連続プリントをしても処理速度が上がらない。

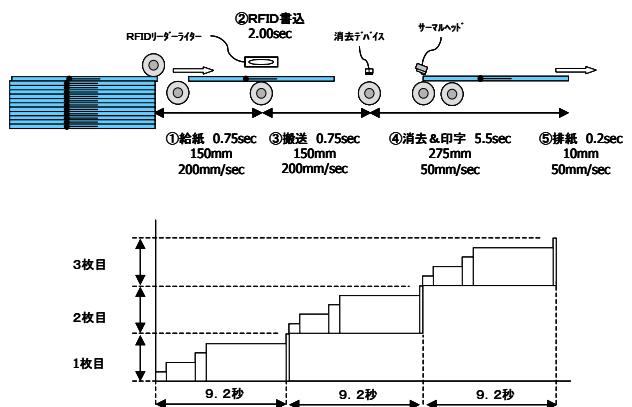


Fig.13 Conventional type printing sequence.

新規技術として、高速消去デバイスの性能を引き出し、且つ、RFIDの書き込み時の静止ロスを減少し、一部並列処理を可能とする、2階建て構造を考案した。 Fig.14 に処理フロー及び複数枚出力する際のタイミングチャートを示す。

1枚目の印字を開始すると、リフターが下降し、2枚目の給紙処理を始める。以下並列して発行処理を行える。

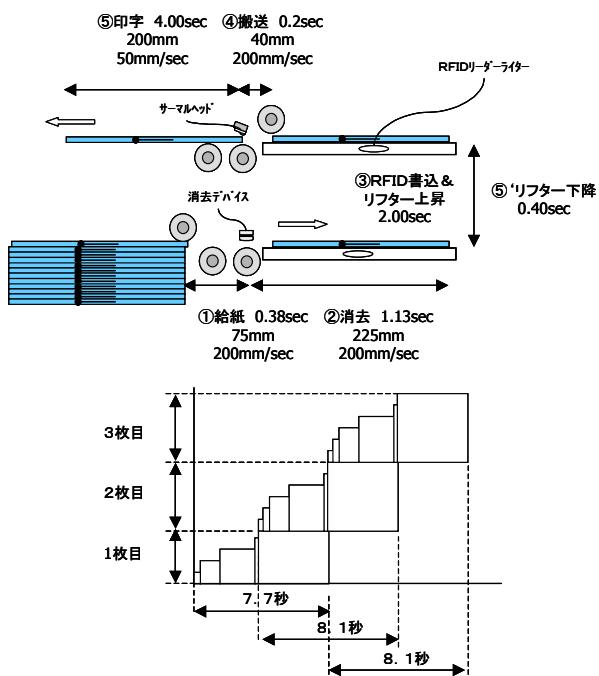


Fig.14 New type printing sequence.

3. まとめ

従来のリライタブルプリント技術と比較して4倍速の消去技術を開発した。また、高速消去性を活かして、低価格なサーマルヘッドを用いても、小型・高速発行を可能とする独自の2階建て構造を開発した。

本技術を採用したリライタブルR F I Dプリンタを神鋼電機株式会社と共同で商品開発し、07年12月に上市した。

プリンタ容積比で従来タイプの1/3以下、価格は政策的なものも含まれるが1/3以下を実現した。

狙い通り小型・低価格のコンセプトが支持され、日本を代表する多くのメーカーでの採用が始まっている。

リライタブルプリンティング技術の今後の展開としては、更なる高速化、モバイルプリンティング技術（省エネ、コンパクト技術）等が重要であり、今後も顧客ニーズを先取りした、商品につながる技術開発を継続していく。



Fig.15 New Rewritable Printer RPK by New Printing technology.

4. 謝辞

本研究の実施において、共同研究先である株式会社ウェッジに多大なご協力をいただきました。また、熱解析シミュレーションにおいては、関係者の方々に尽力いただきました。ここに深くお礼申し上げます。

注) RECO-View（レコビュ）とは、Rewritable, Recyclable, Reusable, ECology, EConomyを表し、それらを Viewable（可視化）させることを意味した、リコーサーマルリライタブル商品群の統一ブランドである。（日本国内商標登録済）