

小型・省エネルギーと高印字品質を実現したKM5240レーベルマスタ

KM5240 Label Printer with Miniaturization, Energy Saving and High-quality Printing

UDC 681.621.1

青山 雄二	Yuji Aoyama	産業機械事業部 第2開発部
神山 健	Takeshi Kamiyama	産業機械事業部 第2開発部
安田 圭次	Keiji Yasuda	産業機械事業部 第2開発部
若林 信之	Nobuyuki Wakabayashi	産業機械事業部 第2開発部
木村 剛	Takeshi Kimura	産業機械事業部 第2開発部
黒田 俊雄	Toshio Kuroda	産業機械事業部 第2開発部

1 まえがき

物品の生産・物流・販売などの各段階において、コンピュータによる管理が行われている。このような情報化社会の中で「物」と「データ」を一致させる手段としてバーコードが普及している。この普及に伴い、バーコードと共に英数、漢字を含めた情報を印字したラベルを発行するラベルプリンタへの需要が高まっている。当社は1983年に業界に先駆け、印字方式としてサーマルヘッドを使用したラベルプリンタK464レーベルマスタを市場に投入し、以後モデルチェンジとシリーズ化製品の開発を行ってきた。

市場の広がりに伴いラベルプリンタは、高性能で耐環境性に優れたヘビィデューティタイプと小型で使いやすさを追求した普及型タイプに分けられ、使用される場所は製造現場から一般店舗、オフィスにまで広がっている。今回開発したKM5240レーベルマスタは、操作性が良く、低騒音で一般オフィス環境でも気軽に使用できる小型・普及型ラベルプリンタである。図1に本機の外観を示す。



図1 KM5240レーベルマスタの外観図
External view of KM5240 LABEL PRINTER

2 開発方針

従来機であるKM715の後継機として位置づけ、次の点を基本方針とした。

2.1 装置の小型化・省エネルギー設計の実現

(1) ハードウェアの簡略化のために、従来ハードウェアで実現していた機能をソフトウェア処理で実現する。また、ASICの採用により回路を集積化し、プリント板の小型化をはかる。

(2) シンプルな構造にして調整箇所を減らし、部品点数・ネジの本数を共に従来機と比べて50%にする。また、製品質量は、筐体の樹脂化、材質を軽量化することにより、従来機比40%の7kgを目標とした。

(3) 従来2個使用していたモータを1個に減らす。また、サーマルヘッドアップ用ソレノイドを無くし、電源定格容量を下げることにより省エネルギー化をはかる。

2.2 高印字品質の実現

バーコードはバーコードスキャナなどの機械読みを前提としているため高印字品質が求められている。印字品質を検査する方法として、ANSI X3.182「印字品質のガイドライン」に示されるグレードシステムによる方法が一般的である。本開発では図10で示す、梯子状に並んだラダーバーで、最小バーが2ドットのときにANSIグレードでB以上の印字品質を目標とし、以下の方法で解決した。

(1) 高印字品質を実現するためには、サーマルヘッドの発熱体一つ一つに最適な熱量を印加する必要がある。そのため専用ASICにより、前回印字、前々回印字の熱履歴制御だけ

でなく、次回印字を考慮した熱履歴制御を採用した。

(2) サーマル印字方式では、周辺温度、ヘッド温度、ヘッド抵抗値により印字品質が変化する。そのため、それらに合わせた、最適熱制御が必要である。本開発では、それらの値をCPUチップに内蔵のA/D変換器を使用してデジタル化し、ソフトウェアで処理することにより温度補正制御を行っている。

2.3 操作性の向上

ユーザーの操作を容易にするため、ボリュームとディップスイッチによる設定を無くし、LCD（液晶）による対話形式の入力方式を採用した。さらに、メンテナンス性を向上させるため、サーマルヘッドの交換は工具を使用しない構造とした。

2.4 シリーズ互換の制御コマンド

レーベルマスタは、パソコンなどの外部装置から制御コマンドを受け取って動作するプリンタである。パソコンなどのアプリケーション用のソフトウェアを開発するユーザーからはもちろん、レーベルマスタを保守する立場からも従来機互換の要求は強い。

開発機は従来機の制御コマンドを100%継承し、機能アップ分の制御コマンドを追加してシリーズ上位互換とする。

3 規格および装置概要

KM5240シリーズは搭載するサーマルヘッドのドット密度の違いにより200dpi/300dpiの2機種を開発した。主な規格を表1に示す。装置は(1)印字部(2)制御部(3)操作部(4)電源部(5)オプションユニットで構成されている。装置構成の詳細を図2に、その概要を以下に述べる。

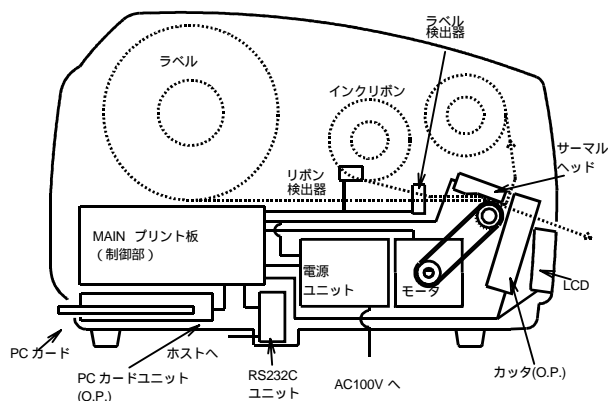


図2 KM5240構成図
External view of KM5240

表1 KM5240A/Bの主要規格
Specifications of KM5240A/B

形名	KM5240A	KM5240B
印字方式	熱転写または熱発色方式	
印字対象紙	ロール紙またはファンフォールド紙	
発行方式	前方排出 (オプション: カット, はくり)	
印字密度	200dpi (8ドット/mm相当)	300dpi (12ドット/mm相当)
印字速度	50, 80, 100, 120, 150mm/s	
印字領域	幅104mm, 長さ300mm	幅106mm, 長さ170mm (オプション300mm)
ラベルサイズ	幅40mm ~ 116mm, 長さ5mm ~ 300mm	
インターフェイス	RS232C (19,200, 9,600, 4,800, 2,400bps)	
印字文字種類	バーコード: ITF, CODE39/93/128, NW7, 2 of 5, JAN8/13, UPC - A/E, 家電POS, 物流バーコード 二次元コード: PDF417, QRコード 英, 数, カナ, 記号 (2書体) 漢字 (JIS第一, 第二水準 2書体) アウトラインフォント [英, 数, 記号 (6書体), カナ (1書体)]	
使用温度/湿度	0 ~ 40 / 40 ~ 85% (ただし, 結露なきこと)	
電源	AC100V ± 10%, 50/60Hz, 350VA (ピーク時), 30VA (待機時)	
質量・寸法	7kg, 235(W) × 235(H) × 360(D) mm	
オプション	印字文字: 漢字アウトラインフォント (JIS第一, 第二水準) 発行方式: カット, 剥離 その他: セントロニクス, PCMCIAメモ리카ード	

(1) 印字部

印字部は、ラベルとインクリボンを送る駆動部、ラベルに印字を行うサーマルヘッド、ラベル、インクリボンおよび印字部開放の検出センサーで構成されている。ラベル、インクリボンの駆動は1個のステッピングモータで印字速度に応じて1ステップずつ送り出される。この動作に合わせてサーマルヘッドは制御部から送られたデータを1ラインずつ印字する。ラベル1枚ごとの位置決めはラベル検出器によって行う。

(2) 制御部

制御部の主な機能は、コンピュータ等（外部機器）からの印字内容を受信するデータ受信、受信データを印字イメージに展開する描画編集、印字イメージをラベルに印字する印字制御、などである。制御部は図3で示すMAINプリント板1枚で構成されている。主な部品はタイマー、シリアルI/O、DMAC (Direct Memory Access Controller)、A/D等を1チップ化したシングルチップCPU (32ビットRISC)、プログラムおよびフォントを格納するフラッシュROM、描画用データのドット漢字CGROM、アウトライン漢字CGROM (オプション)、印字イメージ展開用DRAM、ヘッド熱制御・I/O用ASIC等である。

(3) 操作部

操作部は、LCD表示と2個のキー（フィード、プリント）・2個のLED（電源、エラー）で構成され、LCDに各エラー内容・発行枚数カウンタを表示し装置状態がユーザーにわかりやすくした。また、LCDとキーを使用して装置の調整、

各種機能の設定ができるようにした。

(4) 電源

電源は、サーマルヘッド印加・モータ駆動用に24V、プリント板ロジック部・センサ部用に5Vのマルチ出力のスイッチング電源を使用している。

(5) オプションユニット

通常の発行方法はラベルと台紙を分離しないで続けて印字する前方排出発行であるが、他の発行方法用に、自動カット発行用のカットユニット、ラベルを台紙部からハクリさせるハクリ発行用のハクリユニットを用意している。これらは同形状のユニットになっており簡単に後付けできる。

また、印字フォーマット登録用、フォント格納用としてPCMCIA準拠のPCカード用ユニットとPCカードを用意している。

4 設計の要点

本項では開発方針のうち装置の小型化・省エネルギー化、高印字品質、操作性の向上について説明する。

4.1 機器の小型・省エネルギー化

(1) プリント板の小型化

本機は小型化・省エネルギー化の開発方針に基づき、制御部のMAINプリント板の小型化をはかった。主な実施内容は下記のとおりである。

シングルチップCPUでの処理

シングルチップCPUに内蔵されたタイマ、シリアル/パラレルインターフェイス、A/D変換器を使用することにより周辺回路部品点数の低減をはかった。また、ラベル・リボンなどの検出信号をA/D変換しデジタル化することにより検出制御およびフィードバック制御をソフトウェアで実現した。これにより検出制御回路を減少させることができた。スループットをあげるために、従来機は2個のCPUで編集部・印字部を独立に並列処理させ、第1CPUで発行中に第2CPUで次の編集を行うダブルバッファ機能を持つことにより発行能力を高めていた。本機では、RISCチップによる高速処理と印字用ASICによるハード処理によりCPUの負荷を軽減し、ダブルバッファ機能を1個のCPUで実現している。図4にダブルバッファ機能を示す。

プログラムのフラッシュROM化

フラッシュROMはメモリサイズ・チップサイズ・アクセススピード・コストのすべてにおいてEPROMに比較して有利

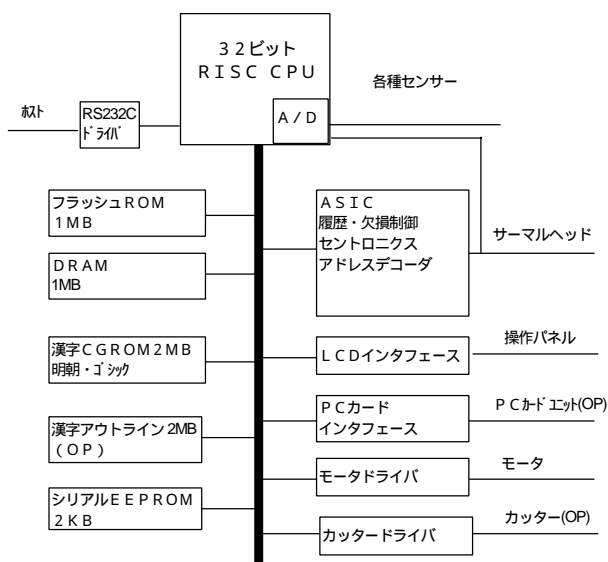


図3 MAINプリント板ブロック図
Block diagram of MAIN PCB

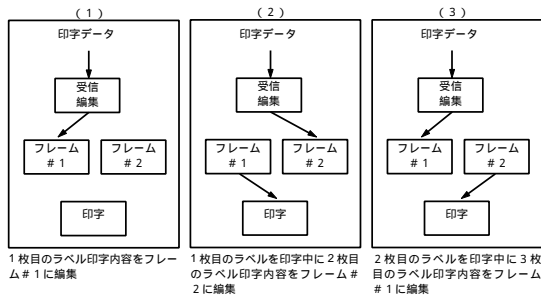


図4 ダブルバッファの動作原理
Principle of double-buffer

である。プログラムの記憶をフラッシュROM化することにより、ソフトウェアの仕様変更・バージョンアップ時に、パソコン等の外部装置からプログラムをダウンロードするだけで、容易にプログラムの変更が可能である。また、インターネットのE-mailを使用して、遠隔地での即時対応が可能となった。

漢字CGROMのマスクROM化

漢字CGROMのチップサイズ・コストを圧縮するため小型チップサイズでのマスクROM化を行った。

シリアルI/OタイプEEPROMの採用

従来使用していたパラレルI/Oタイプはチップサイズも大きく、コストも高いためシリアルI/Oタイプを使用した。CPUにあるシリアルI/Oポートを利用して書き込み時間を短くしている。

履歴制御、各種I/OのASIC化

サーマルヘッドの熱履歴制御、パラレルI/O(セントロニクス準拠)、デコーダ、各種I/OをASIC化し処理スピードアップと集積化をはかった。

(2) 電源の小型化

電源の主な使用部位をあげると、サーマルヘッド、モータ、ロジックIC、検出素子である。最も消費量の多い部分はサーマルヘッドである。サーマル方式の印字方法でラベル幅全域に枠線を印字する場合はすべての発熱体がONになる。この時18A前後の電流を必要とし、 $18A \times 24V = 430VA$ のピーク電力が必要となる。ラベルデザインにおいてはこの枠線が多く使われるので、ラベルマスタでは枠線を印字できるようにするためにピーク電流を流せるような電源にしている。ラベル1枚分の消費電力は使用するユーザーのデザインによって決まる。ここで問題となるのは、印字スピード・発行の間隔と印字パターンという2つのパラメータがあるためにユーザーにより平均使用電力量が大きく変化するということである。1枚

当たりの使用電力量が大きく(印字率の高い印字パターン)でも連続で発行しない限り問題無いが、連続で印字した場合は電源の定格を超えてしまう。従来機では電源の定格は約350VAであったのに対して今回は定格を約70VAに押さえた。そのため本機では定格を超える可能性がより多くなるので、電源の発熱を検出してオーバーワークを検出するようにした。図5に上昇温度とオーバーワークの関係を示す。

そして、ユーザーの使用方法によりオーバーワークを検出した場合は、自動的に休止時間を設けて発熱を下げるようにした。これにより、電源定格を最大仕様に合わせる必要がなくなり電源の定格を低くすることができた。さらに今回は、ロジックIC部はプリント板の小型化により半分になり、駆動部は従来ラベルとインクリボンの駆動用にモータ2個、ヘッドアップ用にソレノイド1個であったのに対し、本機はモータ1個で2つの機能を実現させ、またヘッドアップ機能をなくして

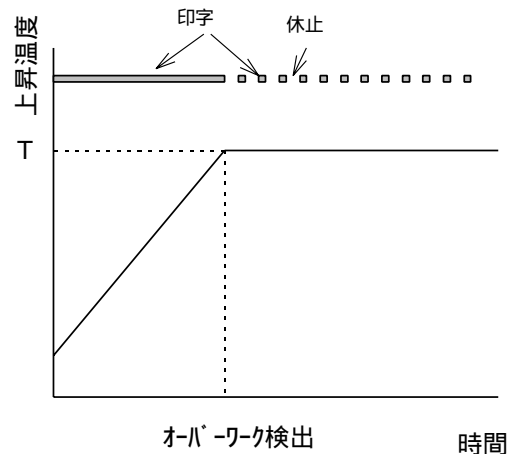
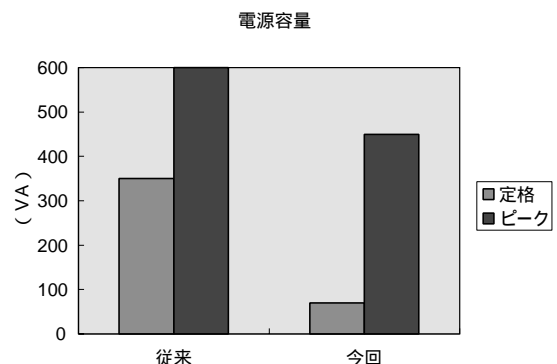


図5 オーバーワーク保護
Overwork protection



*ピークの差はモータ・ソレノイド・ロジックICの電力量の差

図6 電源容量の比較
Comparison of required power supply

ソレノイドを削除したことにより電流消費量は半分以下になった。必要な電源容量の比較を図6に示す。

(3) ラベル・リボンの駆動

従来機では、ラベルとインクリボンをそれぞれ独立のステッピングモータで駆動していたが、本機では、ラベルとインクリボンを1個のステッピングモータで駆動することによって、装置の小型化・省エネルギー化をはかった。

ステッピングモータを1個にするために、インクリボンの駆動方式を変更した。図7にインクリボンの駆動方式を示す。印字済みのインクリボンは、プラテンローラの回転をワンウェイクラッチ、歯車そしてリボンプーリに伝えて巻き取られる。また、ラベルがバックして、インクリボンもバックする時、供給側のインクリボンは、リボンプーリにセットされたねじりコイルバネの力 f によって巻き戻される。このインクリボンを巻き戻すに必要なばね力 f はインクリボンが前進する時には、供給を妨げるブレーキ力となって働いてしまう。印字不良を起こさないためには、ラベルとインクリボンが1対1の割合で搬送されなければならないが、力 f が大き過ぎるとラベル面とインク面ですべりを生じインクリボンの送り量が減少してしまう。そのため、本機では供給インクリボン支持部の摩擦を軽減し、また、ねじりコイルバネのバネ定数を低減させることによって、供給リボンの巻き取り力 f を低減させ、インクリボンのすべりによる印字不良をなくした。

4.2 高印字品質

(1) 熱履歴制御

サーマル方式の印字方法において印字品質を劣化させる最大の要因が蓄熱によるにじみである。発熱体を発熱させて印字するため高速印字になればなるほど発熱体部の蓄熱は多く

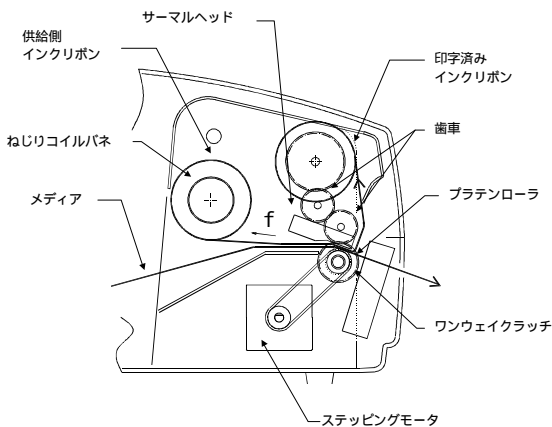


図7 インクリボンの駆動方法
Drive mechanism of ink ribbon

なりにじみも大きくなる。この蓄熱による印字品質劣化を防ぐために印字の履歴により印加熱量をコントロールする熱履歴制御方式が使われる。従来機もこの方式を使っているが従来の熱履歴制御だけでは、蓄熱による影響をもっとも受けやすいラダーバーの印字品質が改善されない。そこで、従来の熱履歴方式に加え、熱の印加方法を、従来の前回印字、前々回印字による履歴だけではなく次回印字を見て決定する新熱履歴制御方式を採用した。この方式によりバーを印字時に次がスペースになる場合は熱量を押さえることができ、バーの

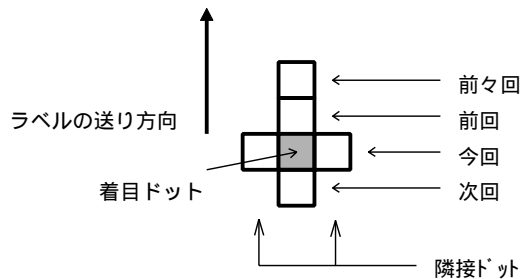
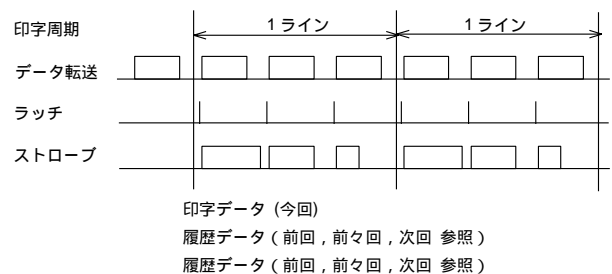
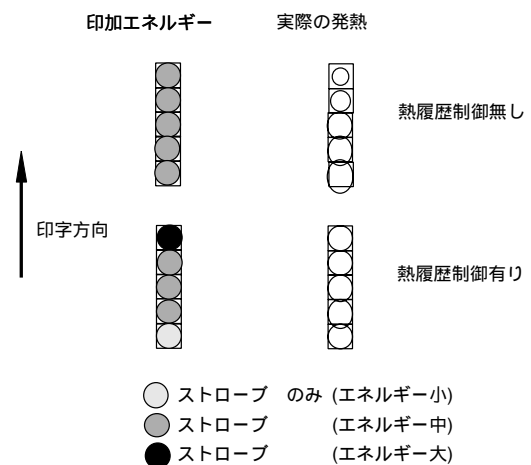


図8 新熱履歴制御方式
New historical heat control methods



(a) タイミング図



(b) 熱履歴制御の効果

図9 熱履歴制御の印字タイミング図
Print timing of new historical heat control method

品質を上げることができた。図8に新熱履歴制御方式の説明図を、図9に新熱履歴制御方式の印字タイミング図を示す。

(2) 新熱履歴制御の効果

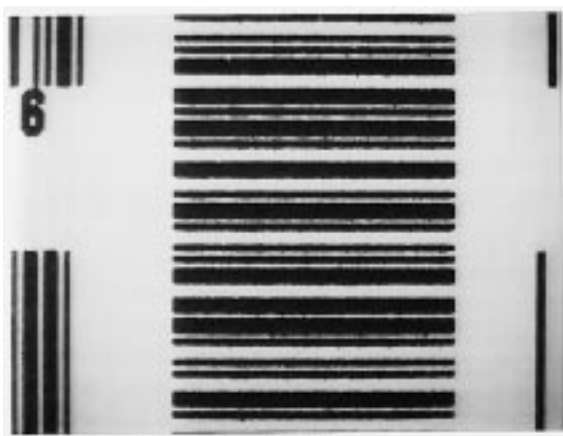
新熱履歴制御により、以下に示す効果を得ることができた。

- ・ 2ドットのラダーバーの印字品質をANSIグレードでBグレード以上を実現し、印字品質の向上を果たした。
- ・ 印字速度の高速化に伴う印字品質の劣化が防げた
- ・ 細線の印字が明瞭になった。
- ・ 小さい文字を明瞭に印字可能になった

図10に効果の例を示す。図10(a)に示すように熱履歴制



(a) 熱履歴制御あり



(b) 熱履歴制御なし

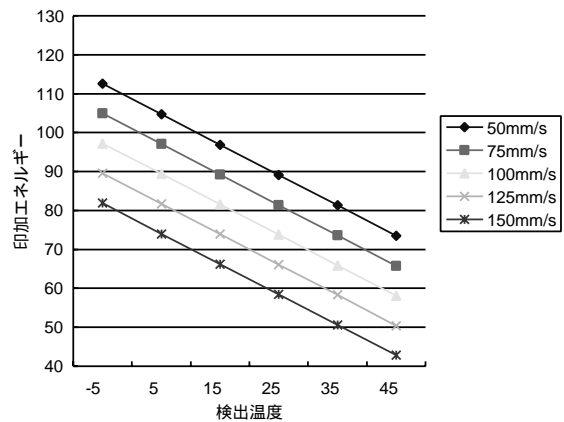
図10 熱履歴制御の効果
Effect of new historical heat control

御がある方がラダーバーの輪郭が鮮明になり、バー間のスペースがつぶれずに印字されている。

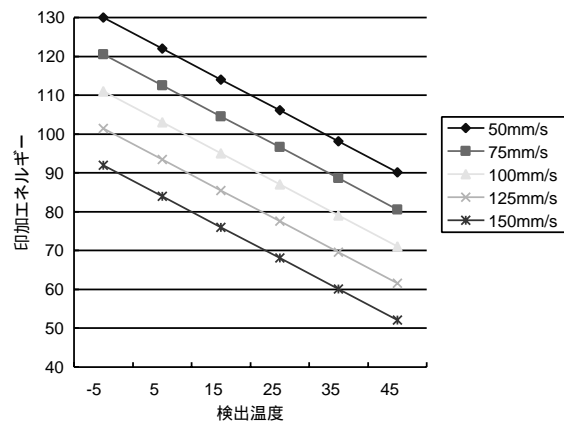
(3) 温度補正制御

サーマル印字方式で印字品質を最適に保つには、周囲温度、

ヘッド温度、印字スピード、使用媒体(ラベル・リボン)、ヘッド抵抗値等の使用条件に合わせた最適熱量をサーマルヘッドに印加する必要がある。周囲温度、ヘッド温度、ヘッド抵抗値はA/D変換器により読み取り、印字スピード、使用媒体はユーザーからの設定値によって設定し、印字濃度の微調整はLCDパネルから設定できる。これらの各条件に合わせた最適印加エネルギーは実験および計算により求めた。求めた最適エネルギーをソフトウェア制御でサーマルヘッドに印加して最適な印字品質を実現している。従来は、1個のサーミスタと回路により温度検出と印加エネルギーの制御を行っていたが、この方法では回路が複雑になる。また、周囲温度の変化や連続印字でのサーマルヘッドの温度上昇による温度変化が大きい場合には最適な印加エネルギーの制御ができなかった。今回は、環境条件の読取と印加エネルギーをソフトウェアで制御するこ



(a) 転写系平均



(b) 発色系平均

図11 温度に対する印加エネルギー
Print energy vs. temperature

とにより回路を縮小でき、最適なエネルギー制御を実現することができた。図11に検出温度と印加エネルギーの関係を示す。

(4) サーマルヘッド位置微調整

本機は、プラテンローラに対しサーマルヘッドを最適な位置に微調整することにより、印字品質を向上させた。サーマルヘッドの位置は、独自の調整機構（特許申請中）を採用することによって、1カ所の操作で印字動作を行いながら、簡単に、早く、確実に調整できる。

図12にサーマルヘッドの位置を変えたときの印字品質を示す。この中で、横方向の1ドットラインとべた黒印字のポイド（白く抜けた点）に注目すると、図12(a)で示すように最適なサーマルヘッドの位置よりも、約0.3mm手前側（ラベル排出側）になると、ポイドの量がふえる。また、図12(c)で示すように最適なサーマルヘッドの位置よりも、約0.3mm奥側（ラベル供給側）になると、1ドットのラインがかすれる。本機はサーマルヘッドを最適な位置に調整をすることによって、1ドットラインがかすれにくく、べた黒のポイドが少ない高品質な印字を実現している。

また、サーマルヘッド位置の最適化は、ラベルやインクリボンへ熱を効率よく伝え、サーマルヘッドの印加エネルギーを最小限に抑えられるので、サーマルヘッドの寿命を延ばすことが期待できる。

4.3 操作性の向上

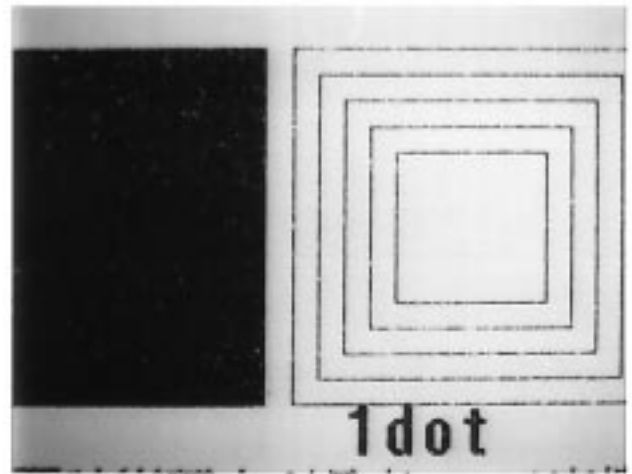
(1) 対話形式の設定操作

従来機は表示装置の制約（LED2個に限定）から、数十項目におよぶメモリスイッチの設定状態を表示させることは不可能であった。このため、メモリスイッチの変更操作と内容の確認が非常に難しく、実質的にユーザーが取り扱うことはできなかった。

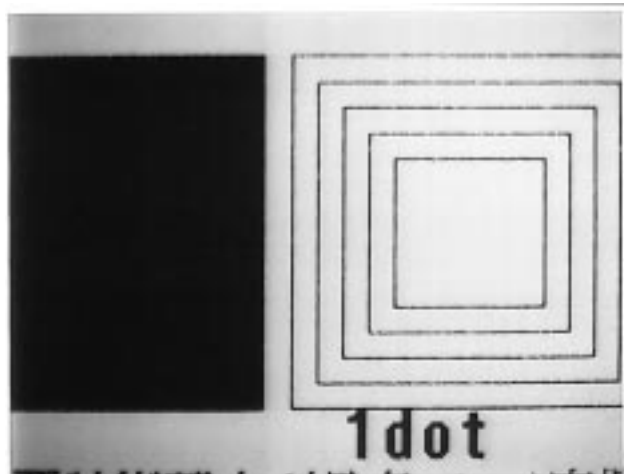
本機は、LCDディスプレイとキーによる対話式操作でこの点を解決した。ユーザーはディスプレイを見ながらキーを操作し、内容を自由に変更できる。これにより、ユーザー用途に合わせた設定が簡単に行えるようになった。図13に設定画面例を示す。

(2) ラベル・インクリボン交換のワンタッチ化

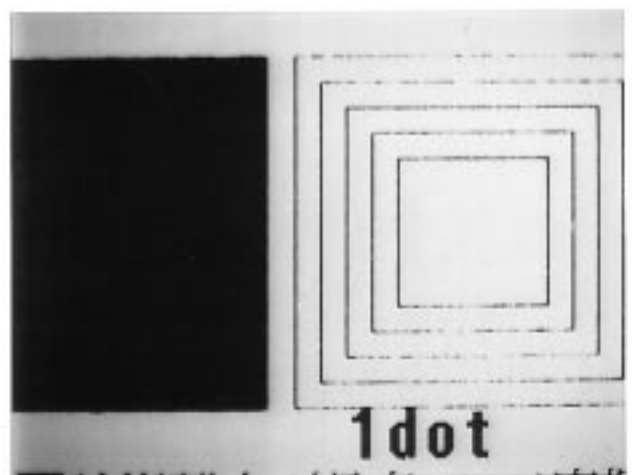
ラベル・インクリボンは、サーマルヘッド部の支点位置の見直しとインクリボンの支持構造の改良により、それぞれ10秒で交換できる。ラベル・インクリボンの交換方法を図14、図15に示す。ラベルの交換にはサーマルヘッド部を開放し、ラベル供給軸を新しいラベルに挿し込んで軸受けにセットし、



(a) 約0.3mm前方



(b) 最適位置



(c) 約0.3mm後方

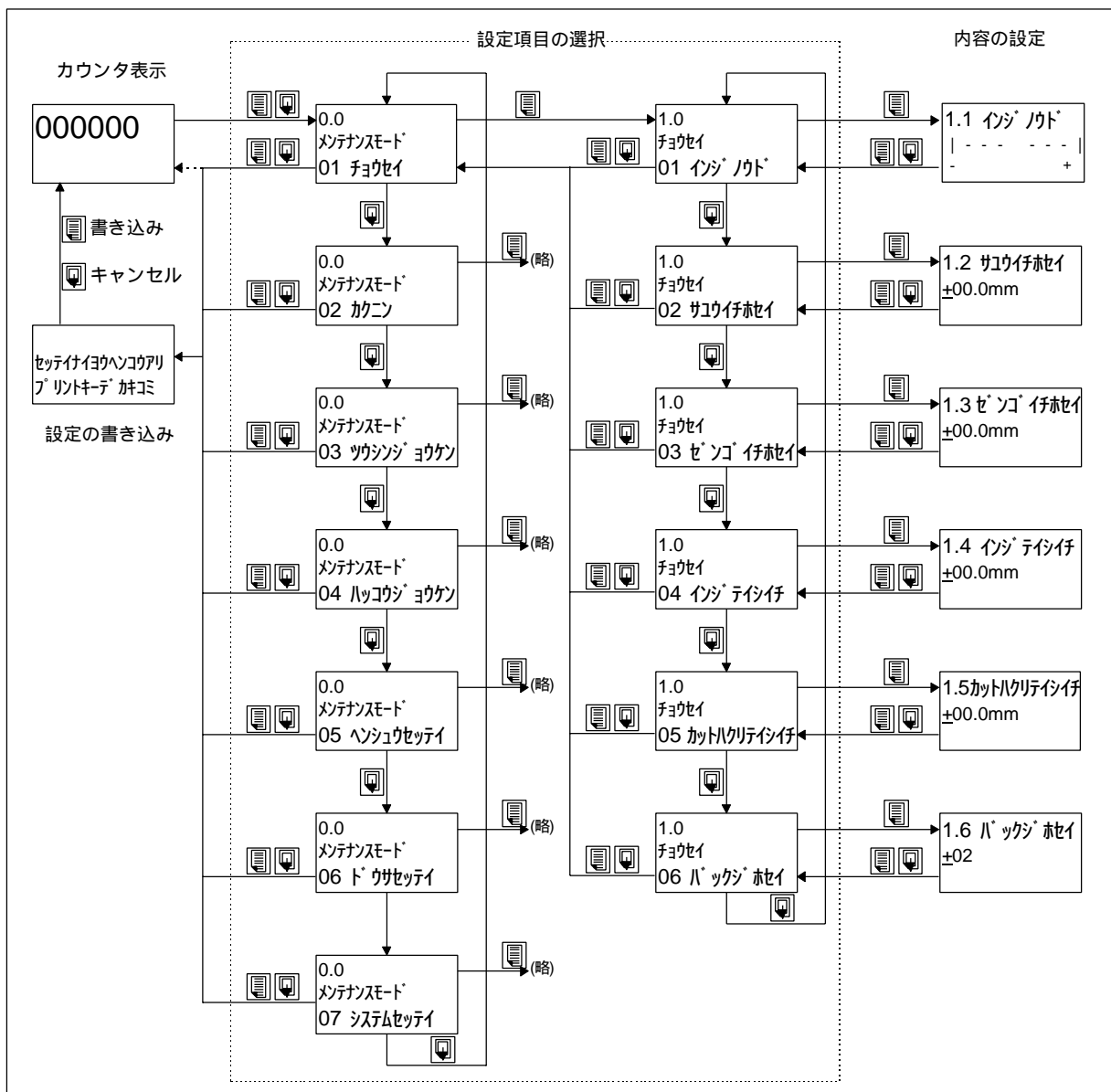
図12 サーマルヘッドの位置と印字品質
Relations between thermal head position and printing quality

3 . 1 . 0
 ツウシンジョウケン 1
 0 1 ツウシンソクド
 1 9 2 0 0 b p s

(a) 画面例



図 14 ラベル交換
 Replacement of label



(b) 設定画面チャート図

図 13 スイッチ設定画面
 Display of switch setting

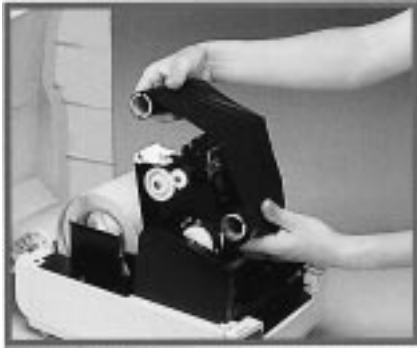


図15 インクリボン交換
Replacement of ink ribbon



図16 サーマルヘッド清掃
Cleaning of thermal head

最後にサーマルヘッド部を閉める。インクリボンの交換は使い終わった紙管を取り外し、新しいインクリボンをインクリボン駆動部にワンタッチでセットする。インクリボンのワンタッチでのセットは、図17に示すインクリボンの支持構造に

よって実現し、従来、非常に時間がかかっていたインクリボンの交換時間を大幅に短縮した。

(3) 容易なサーマルヘッドの清掃・交換

サーマルヘッドにはインクリボンのバックコート剤の付着やラベルの紙粉が付着しやすく、高品質な印字を維持するためにはサーマルヘッドの清掃が必要である。そのためサーマルプリンターではサーマルヘッドの清掃性が求められる。また、定期交換部品であるサーマルヘッドを簡単にユーザーが交換できることも大切である。本機はサーマルヘッド部の回転支点位置の最適化と開放角度の増加により、サーマルヘッド清掃面をユーザーに十分に開放することによって清掃性を向上させた。また、サーマルヘッドを、手で締めやすい位置につまみ付きのネジ1本で固定することによって、サーマルヘッドの工具不要、簡単交換を実現した。サーマルヘッドの清掃作業の写真を図16に示す。

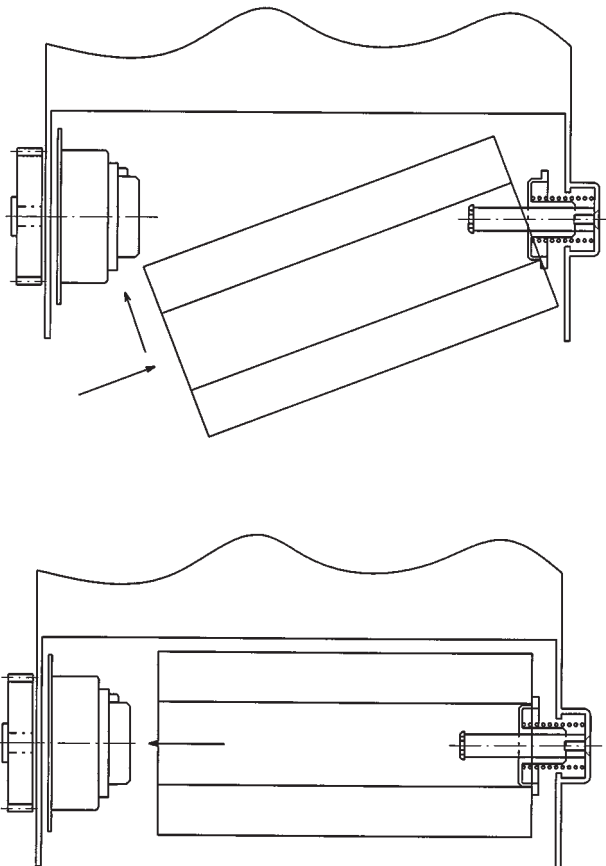


図17 インクリボンの支持構造
Structure for holding ink ribbon

5 むすび

今回開発したKM5240 レーベルマスタはレーベルマスタシリーズの中位機種である。各部の機能を徹底的に見直し、小型・省エネルギー・高印字品質および高い操作性を実現させた。バーコードを利用したシステムが拡大する中、多くのユーザーニーズに応えることができるものと確信する。

参考文献

- 1) 篠原, 柴田ほか: 高速印字と高品質印字を実現したKM705 レーベルマスタ, アンリツテクニカル63号
- 2) 堀内, 山田ほか: 300mm/sの高速高品位印字を実現したレーベルマスタ, アンリツテクニカル69号