

CMOSドライバ搭載形高精細感熱記録ヘッド

High Resolution Thermal Print Head with CMOS Driver IC

感熱記録方式は、ファクシミリをはじめ各種プリンタに適用され、拡大の一途をたどっている。これに伴い記録デバイスである感熱記録ヘッドに対しては、より高精細化・高速記録化・高信頼度化が要求されてきている。

これらに応じるため、高精細化に対しては大面積無欠陥パターンニング技術、高信頼度化に対しては長寿命薄膜形成技術及び数千箇所にも及ぶボンディング技術確立し、高速記録化に対しては全駆動回路方式を採用し、分解能16ドット/mm、記録幅256mmのCMOSドライバ搭載形高精細感熱記録ヘッドを開発した。本記録ヘッドは、記録速度2ms/ラインの高速性、耐パルス寿命 1×10^8 回/ドット以上の高信頼度をもつ。

山田武彦*	Takehiko Yamada
原 英一*	Eiichi Hara
目後一芳*	Kazuyoshi Mego
渡辺道弘**	Michihiro Watanabe
川人道善***	Tsuneyoshi Kawahito

1 緒 言

感熱記録方式は装置の低価格化、無保守化、低騒音化、ランニングコストが安いなど多くの特長をもつことから、ファクシミリやプリンタに広く採用されている。感熱記録は発熱素子(抵抗体)により、感熱紙あるいはインクシート(転写紙)を介した普通紙などの記録媒体に、ジュール熱を与えて直接発色させるか、溶融して転写記録する方式である。感熱記録ヘッドはセラミックなどの基板上に発熱素子を複数個1列に配置したもので、各素子は画信号に応じた電流により発熱する。

感熱記録ヘッドには、経済性はもとより装置の高性能化から記録画の高精細化、記録の高速化、高信頼度化、小形化が望まれている。図1は主要技術トレンドを示したもので、現在ファクシミリなどに採用されている感熱記録ヘッドの多くは分解能8ドット/mm、記録速度10ms/ライン、耐パルス寿命 5×10^7 回/ドットであるが、ディザ方式を導入した階調記録、フルカラー記録には、より高性能化が必要となる。

これらのニーズにこたえるうえでの実用化のかぎは、経済性を加味した大面積無欠陥微細パターンニング技術の確立、長寿命発熱抵抗体及び数千箇所にもものぼる接続ポイントの信頼性確保、更には高速記録化に対する駆動回路構成、必然的な

要求である小形化などにある^{1),2)}。

2 高精細感熱記録ヘッド実用化技術

今回開発したCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)ドライバ搭載形高精細感熱記録ヘッドの特長及び実用化に当たり対処した技術は次のとおりである。

(1) 高分解能

安定な歩留まりが確保できる分割基板構成の採用及び薄膜プロセスでのホトの高解像度化を実施し、分解能16ドット/mmで有効記録幅256mmを実現した。

(2) 長寿命・高信頼性

薄膜Cr-Si-O発熱抵抗体を用い耐パルス 1×10^8 回/ドット以上、及びドライバチップの接続にCCB(Controlled Collapse Bonding)法を採用し、5,632点/ヘッドの接続信頼性を確保した。

(3) 高速記録

CMOSドライバICを基板上に実装し、データ転送の高速化及び印加パルス幅の短縮化により記録時間2ms/ラインを可能とした。

(4) 小形化

薄膜配線の高密度化を図り、接続面積を縮小化し、ドライバチップの配置を発熱体の片側に集約し、8ドット/mmの従来の記録ヘッドと同容積を実現した。

3 記録ヘッドの構成

開発した記録ヘッドの外観を図2(a)に、ブロック図を同図(b)に示す。以下、主要構成部について述べる。

3.1 薄膜パターンレイアウト

薄膜パターンの高密度化と標準化のために、次の事項を考慮した。

(1) 基板端部に発熱抵抗体を配置したエッジタイプ^{※1)}のヘッドとし、ヘッドの小形化・装置への実装性向上を図る。

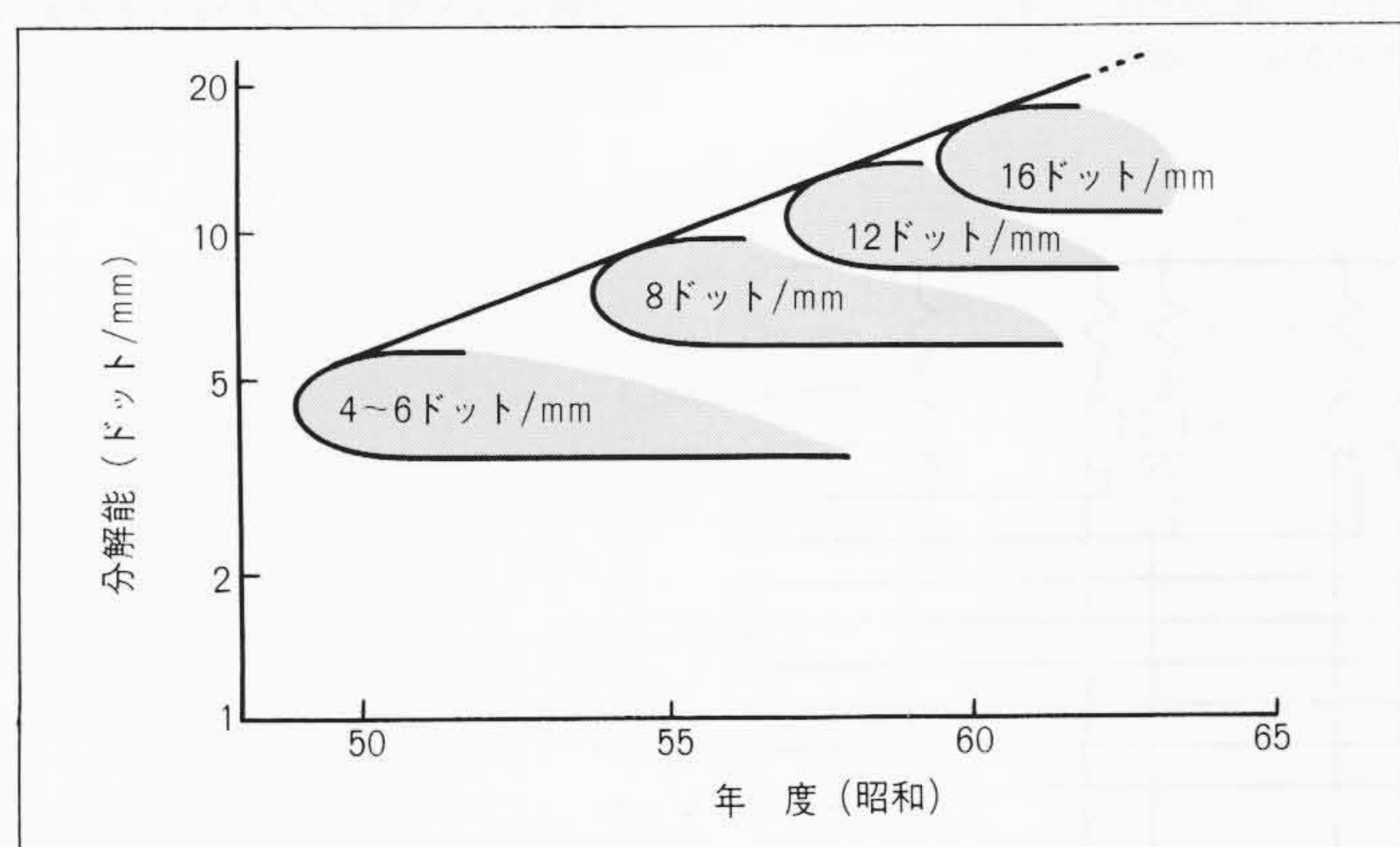


図1 感熱記録ヘッド技術トレンド 感熱記録ヘッドの分解能の向上を、実用化レベルで示す。

※1) 発熱抵抗体が基板中央に配置されたセンタータイプと対比して表わす。

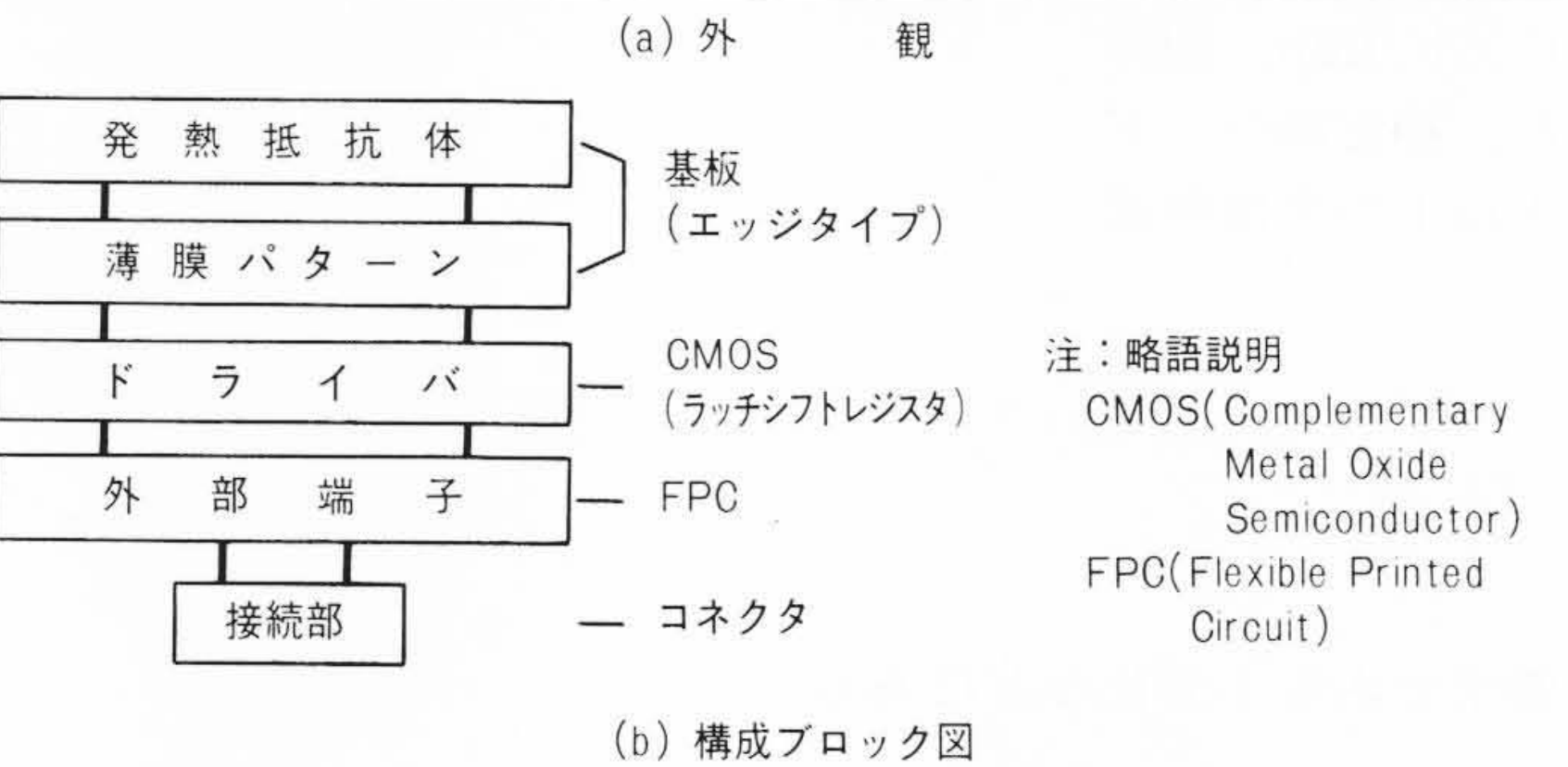
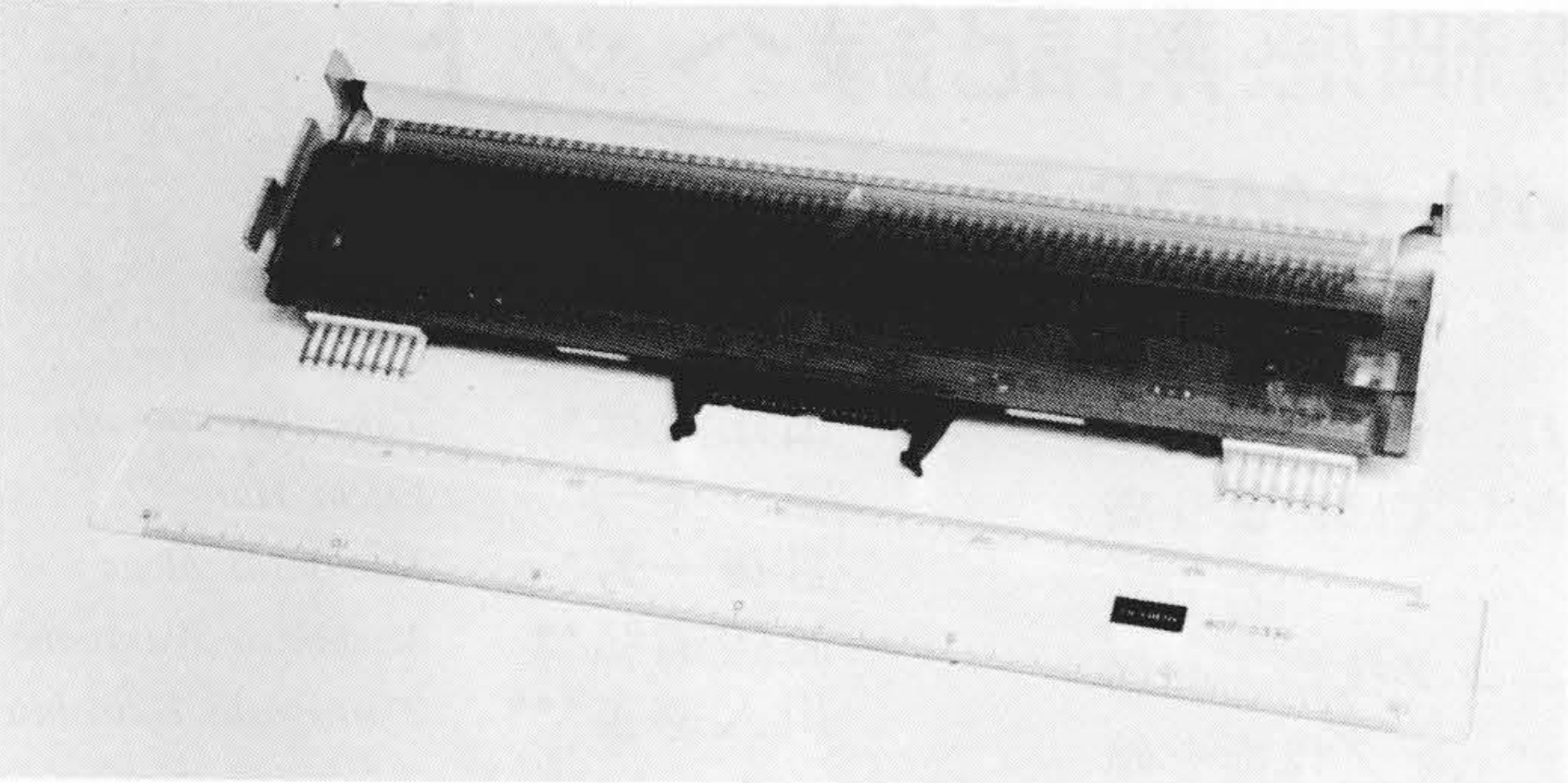


図2 高精細感熱記録ヘッドの外観及び構成ブロック図 形式：H256-16A-Dを示す(記録幅256mm、総ドット数4,096個、記録速度2ms/ライン)。

- (2) 分割駆動あるいは画信号入力数の設定が、外部端子の変更だけで対応できるように、薄膜パターンの標準化を図る。
- (3) 基板サイズを小形とするため、外部端子との接続はホットラム法(後述)を用い、ドライバICの接続はCCB法を採用する。

3.2 発熱抵抗体寸法

発熱抵抗体寸法は、記録画質(にじみ、尾びきなど)に大きく影響を与える。また信頼性からは、電力密度の大小が耐パルス寿命に影響を与える。高分解能化、高速記録化に進むに従い電力密度は大きくなる。

分解能16ドット/mmの場合、発熱抵抗体は62.5μmのピッチで並ぶ。主走査方向^{※2)}の幅寸法は絶縁ギャップを15μmとり47.5μmとした。副走査方向^{※3)}の長さは記録密度7.7ドッ

※2) 記録紙幅方向
※3) 記録紙送り方向

ト/mm及び15.4ドット/mmの両方に対応可能な120μmとした。本寸法での発熱抵抗体の平均電力密度は、記録電力0.2W/ドット時で35W/mm²となる。一方、日立製作所で開発したCr-Si-O抵抗体の電力密度に対する耐パルス寿命は図3に示すとおりであり、十分耐力がある。

3.3 回路構成

高精細感熱記録ヘッドの回路構成図の一例を図4に示す。同図の場合、データ入力端子(DATA)は2端子あるので全ビット転送時間は0.8ms以下である。一方、駆動制御信号端子(STROBE)は8端子あるが、8端子を同時に駆動すれば通電時間1ms、休止時間1msで2ms/ラインの記録が可能である。

3.4 CMOSドライバIC

ドライバIC仕様を表1に示す。このICは感熱記録ヘッド用に新たに開発したもので、シフトレジスタ・ラッチ機能付きの32ビットドライバICであり、下記の特長をもつ。

- (1) 実装方法をCCB法としたため、実装面積・実装工数が大幅に低減できる。また接続信頼性も高い。

表1 ドライバIC 実装方法はCCB法による。これにより実装面積、実装工数が大幅に低減された。

項 目	記 号	単 位	MIN	TYP	MAX
動 作 電 圧	V_{DD0}	V	4.75	5.0	5.25
	V_{DD1}		—	—	26
ドライバ出力電圧	VD_{out}		—	—	32
消 費 電 流	I_{DD0}	mA	—	1.0	2.0
	I_{DD1}		—	4.0	6.0
そ の 他	● 機能：32ビットシフトレジスタ・ラッチ付きヘッドドライバ ● 入力：TTL(Transistor Transistor Logic)インタフェース ● プロセス：CMOS				

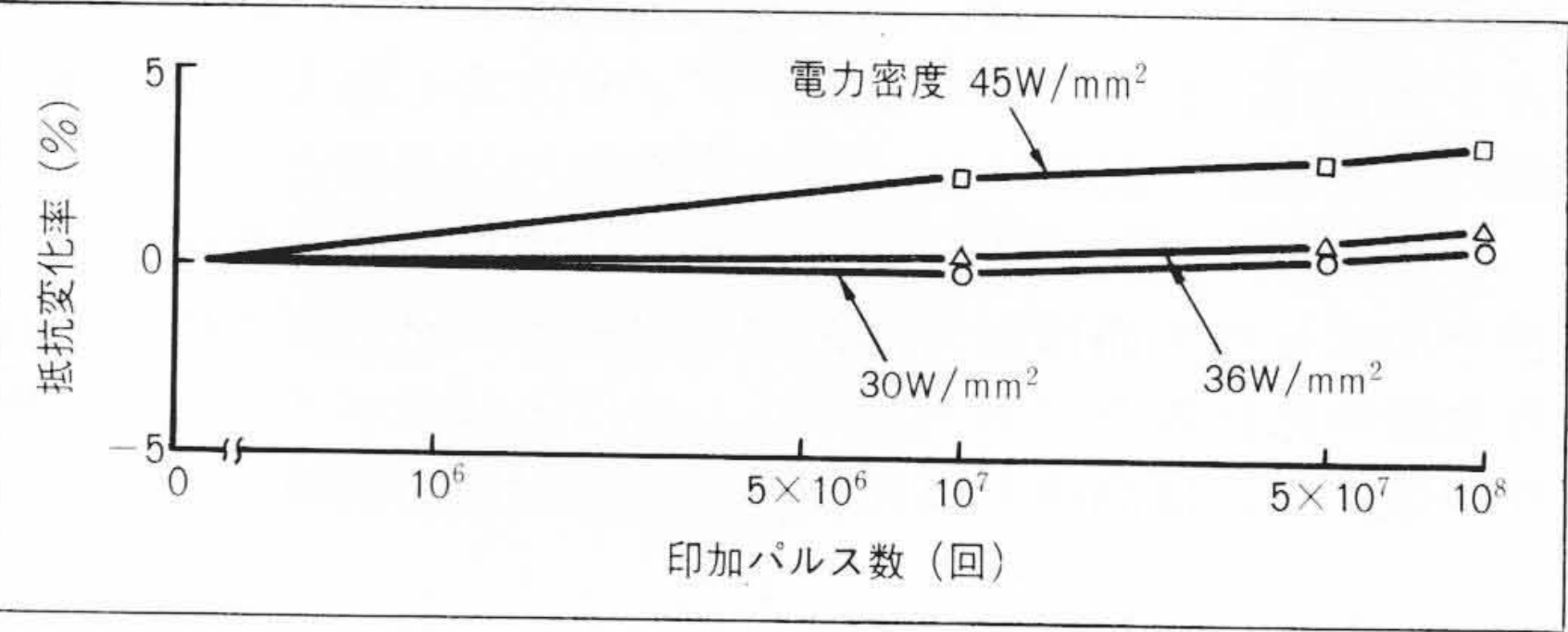


図3 電力密度と耐パルス寿命 本記録ヘッドの発熱抵抗体の平均電力密度は、35W/mm²である。

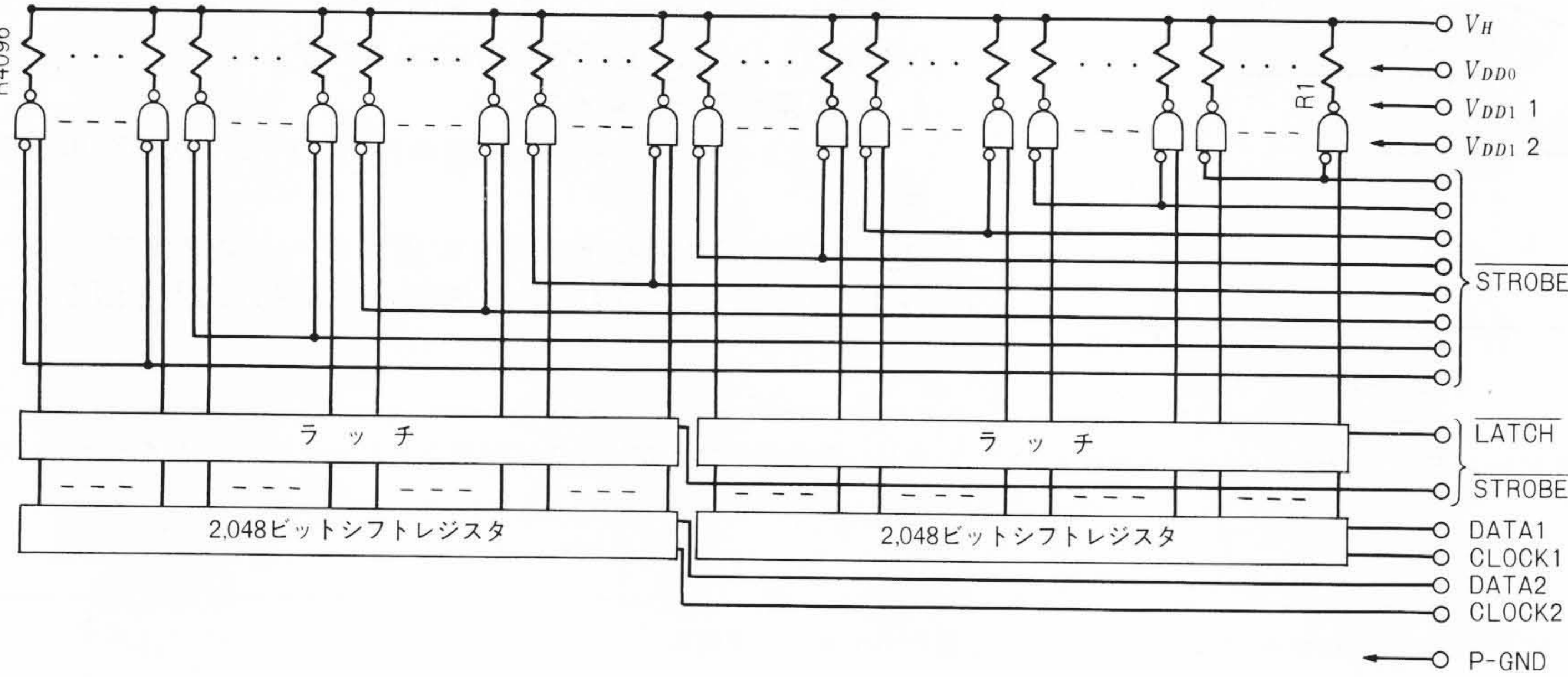


図4 高精細感熱記録ヘッド内部回路構成図 形式H256-16A-Dを示す。駆動回路構成は、2入力シリアル転送、最大8分割駆動が可能である。

- (2) CMOS形であるため、消費電力が小さい。
- (3) 高耐圧化により、記録ヘッドの駆動電圧を高くできる。
- (4) チップサイズの縮小化により、分解能16ドット/mmの記録ヘッドでもエッジタイプが可能である。

4 製造技術

4.1 薄膜プロセス技術

本記録ヘッドは、従来から生産している分解能8ドット/mmの薄膜感熱記録ヘッドの製造プロセスを踏襲しており、膜構成及び製造方法ともに基本的には同じである³⁾。

図5に示すように、10層の膜によって構成されており、その製造工程はスパッタリングを中心とする成膜工程とホットエッチング工程によるパターンニング工程の繰り返しによるものである。ここでは分解能8ドット/mmと16ドット/mmの製造プロセス上の相違について述べる。

(1) ホトの高解像度化

パターンニング精度向上対策としてレジストの低粘度化、露光量の均一化を行なった。

(2) 保護膜

高精細記録ヘッドの寿命確保のため、保護膜は従来の $\text{SiO}_2/\text{Ta}_2\text{O}_5$ から $\text{SiO}_2/\text{Si}_x\text{N}_y$ を採用した。 $\text{SiO}_2/\text{Si}_x\text{N}_y$ にすることにより、通電時の薄膜熱膨張を SiO_2 、 Si_xN_y の圧縮応力により抑え込み耐パルス性を格段と向上させた。

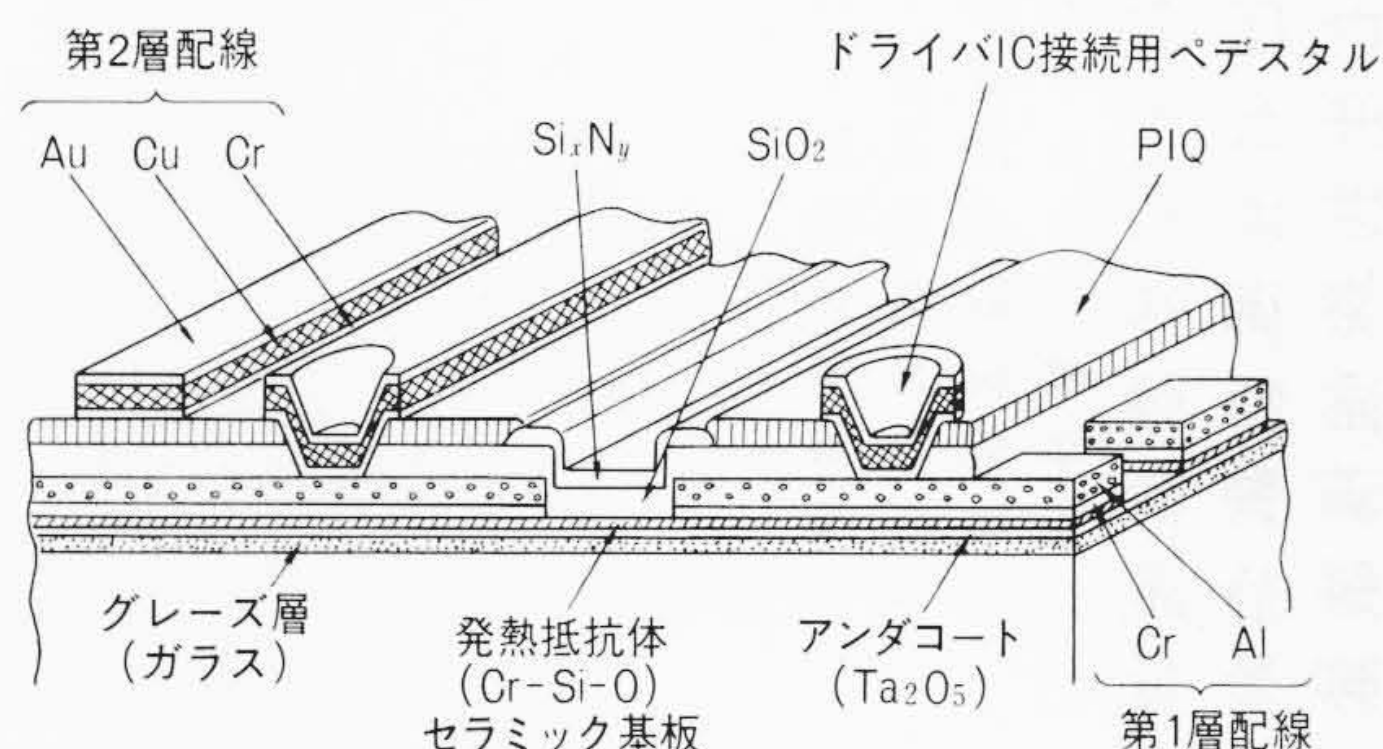
薄膜プロセスでの最大の課題は歩留まりの確保である。すなわち、大面積無欠陥パターン形成技術である。この観点から本感熱記録ヘッドの前工程では、ヘッド全体を二つの基板に分割したハーフパターンを単位として処理する方法を採用している。この方法は、高精細記録ヘッドに対し、安定な歩留まりを確保する上で大きく寄与している。

4.2 組立実装技術

本感熱記録ヘッドの組立実装法として採用した技術は、大きく分類すると、(1)CCB法によるドライバチップのボンディング、(2)ホットラム法による外部端子(FPC: Flexible Printed Circuit)と基板のはんだ接続、(3)部品を実装した基板とヒートシンクの接着組立があり、いずれの技術もヘッドの性能及び信頼性に直結する重要なものである。

4.2.1 ドライバチップの実装

高密度実装が可能で、接続信頼度が高く、更にチップの交換が容易なことからCCB法を採用している。ヘッド当たりのチップ実装数は128個と多く、実装ピッチは2mmと狭い。基板とのボンディングは、チップと基板のパターンをパターン認識により自動的にアライメントし基板上に搭載され、その後 N_2 ガス雰囲気炉ではんだ溶着する。図6にボンディング後の断面図を示す。



注：略語説明 PIQ(ポリイミド樹脂)

図5 薄膜感熱記録ヘッド膜構成 第1層配線と第2層配線間の絶縁は SiO_2 とPIQによる2層絶縁膜構成を採用している。

4.2.2 外部端子(FPC)の接続

接続パターンには、はんだめっきを施したFPCと基板上に形成された薄膜Auパターン相互のはんだ接続を行なう。

接続部が基板の全幅にあり、かつ多数の接続ポイントをもっていることから、シーズヒータを熱源とし常時過熱されているホットラム加圧による同時リフロー接続方式を採用している。図7に接続部の拡大図を示す。

4.2.3 基板・ヒートシンク組立

シリコン系接着剤を一定厚さ塗布したヒートシンク上で2枚の基板を突き合わせ、位置決め後治具により基板とヒートシンクをクランプした状態で硬化炉に入れ、接着剤を硬化し組み立てる。本工程は組立精度確保のため全自動化している。

5 記録特性と信頼性評価

5.1 高精細感熱記録ヘッド仕様

開発した高精細感熱記録ヘッドの仕様を表2に示す。

5.2 記録特性

感熱記録には記録紙に感熱紙を用いる方法(感熱記録)とインクシート(熱転写紙)を使用し、普通紙に記録する方法(熱転

表2 高精細感熱記録ヘッド仕様 記録条件は、転写記録の場合を示す。

形 式		H256-16A-D
外 形 寸 法	有 効 記 録 幅	288×69×15(mm)
	記 録 密 度	256mm
	発 熱 体 素 子 数	16ドット/ライン
	発 熱 体 寸 法	4,096ドット/ライン
	平 均 抵 抗	47.5×120 μm
記 録 条 件	印 加 電 圧	750R Ω
	印 加 パ ル ス 幅	13V
	印 加 電 力	0.5ms
	副 走 査 線 密 度	0.2W/ドット
	記 録 濃 度	15.4ライン/mm
寿 命	耐 パ ル ス 数	普通紙(転写)*
	走 行 距 離	1.5D以上
		1×10 ⁸ ドット以上
		30km以上

注：* 感熱紙も可。

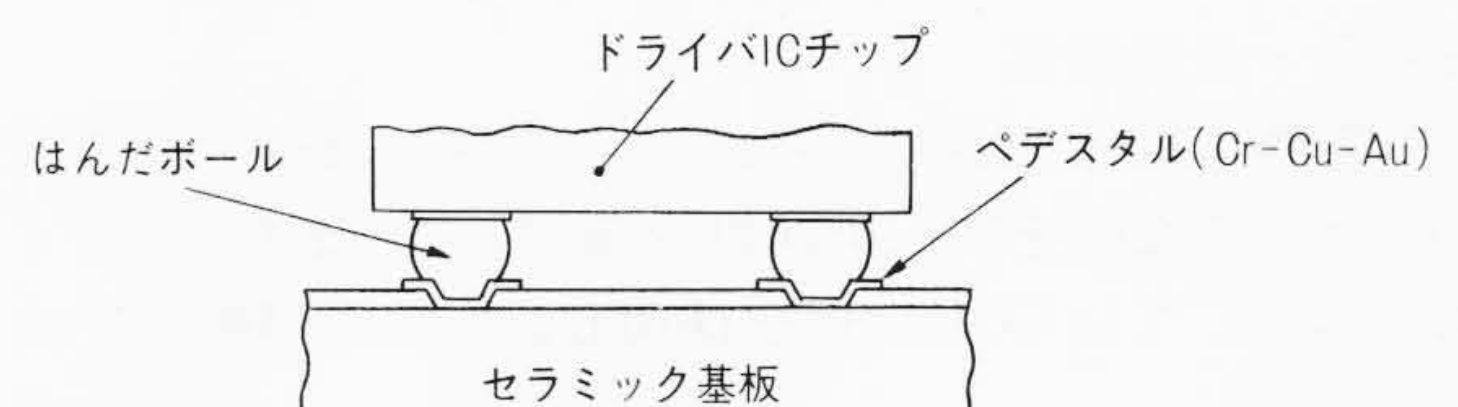
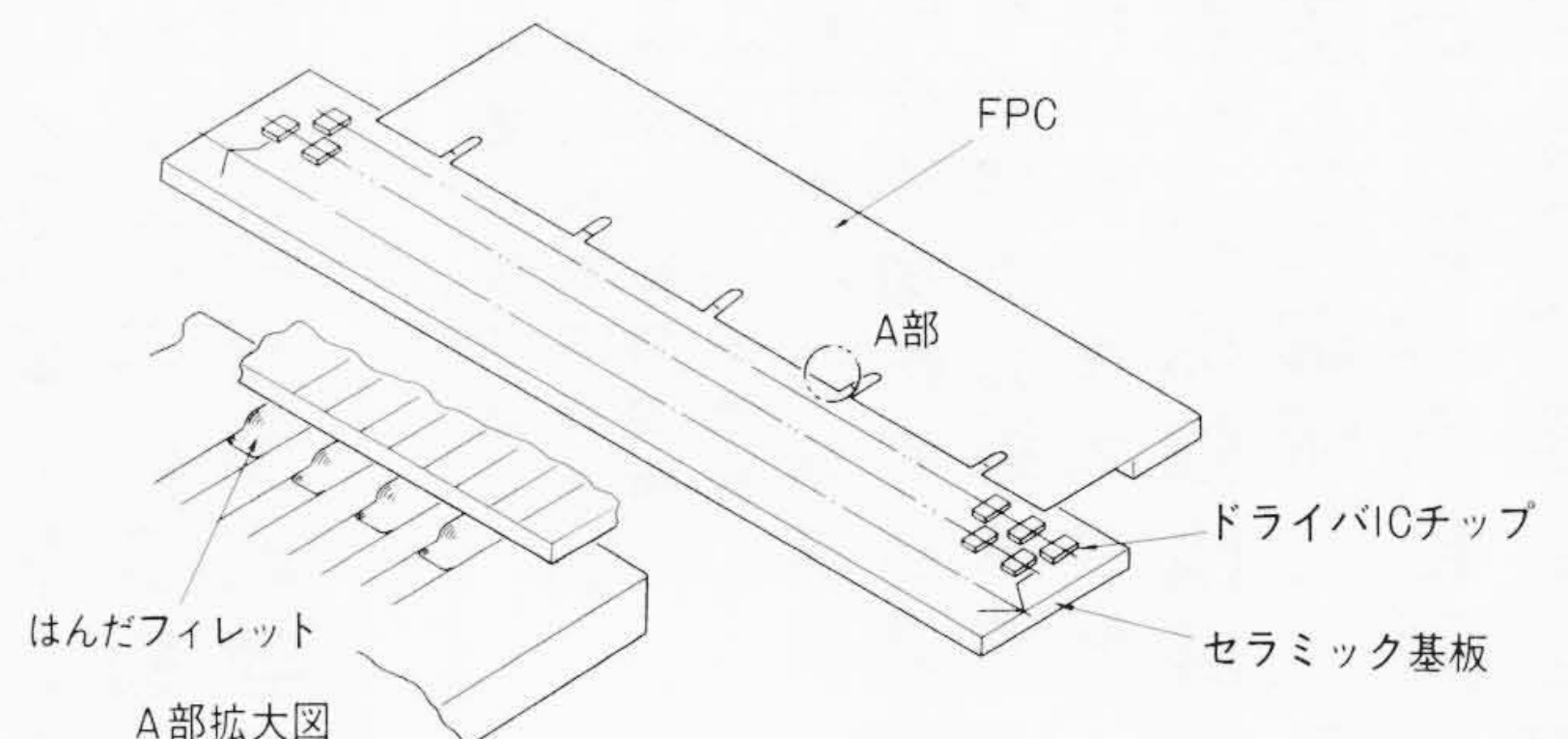


図6 ドライバICチップの実装 ドライバICチップ実装数は128個/ヘッド、CCB接続ポイント数は5,632点/ヘッドである。



注：略語説明 FPC(Flexible Printed Circuit)

図7 FPCのはんだ接続 基板全幅にわたる多数の接続箇所に対し、ホットラム加圧による同時リフロー方式で一括はんだ接続を行なう。

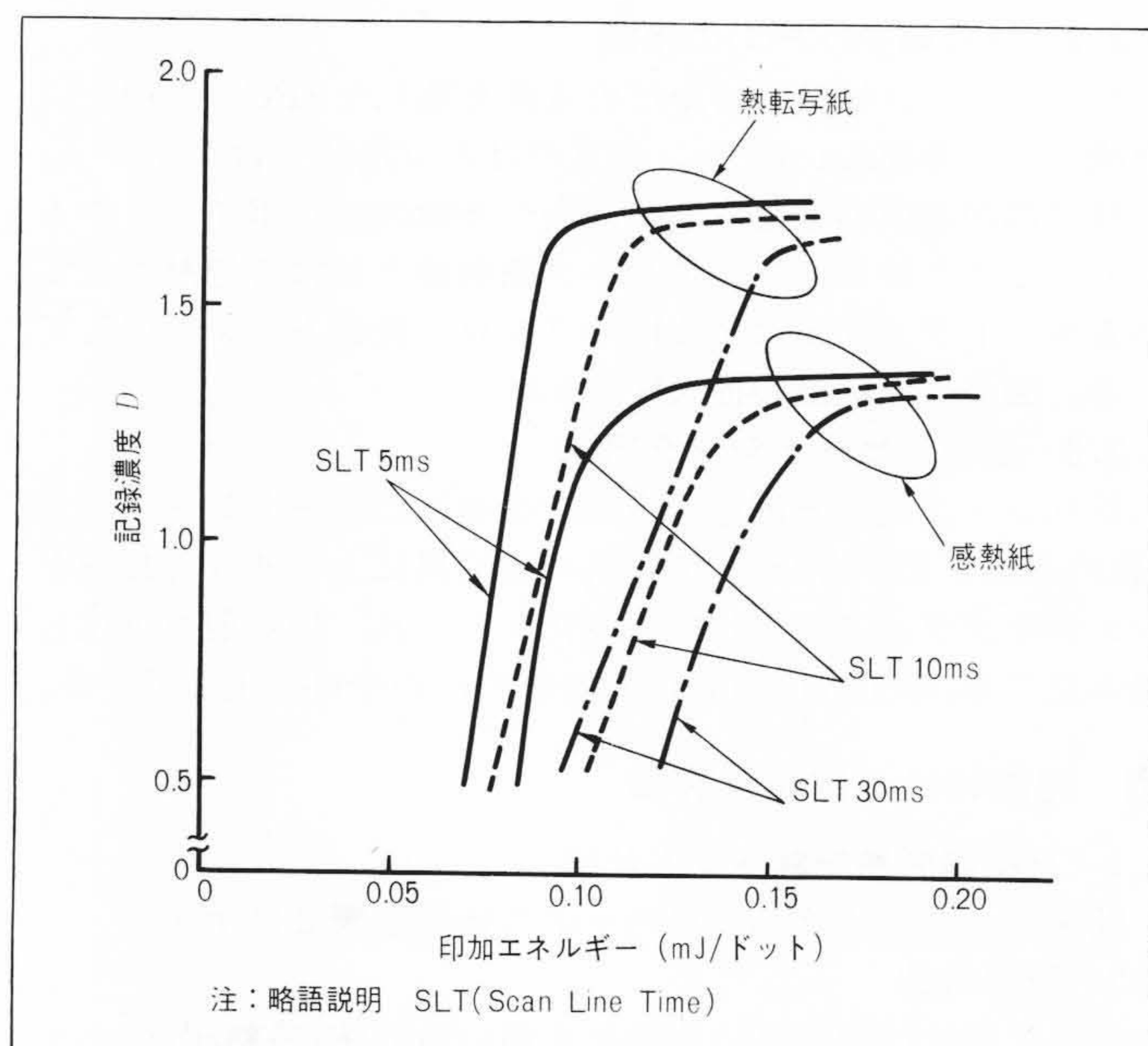


図8 記録濃度特性 感熱紙と熱転写紙について示す(雰囲気25℃)。

写記録)がある。近年、記録画の保存性、カラー記録などの利点から熱転写記録技術の開発が活発である。図8に両記録方式による本高精細感熱記録ヘッドの印加エネルギーと記録濃度特性を示す。また、図9に従来の分解能8ドット/mmと今回の16ドット/mmで記録した印画サンプルを示す。

5.3 信頼性評価

信頼性の評価は、耐パルス・耐摩耗寿命と環境特性を確認した。耐パルス・耐摩耗寿命特性は表2に示す記録条件で連続印字 1×10^8 回、走行30km後の抵抗値変化率は図10に示すように5%以下と安定しており、十分な信頼性が得られている。また、環境特性についても環境試験、物理特性試験及び電気特性試験を実施し、いずれも異常のないことを確認した。

6 高精細感熱記録ヘッドの特長と応用展開

本記録ヘッドの特長を要約すると次のようになる。

(1) 長寿命・高信頼性

独自の発熱抵抗体(Cr-Si-O)により、感熱記録ヘッドの最も重要な耐パルス性能を 1×10^8 回以上確保した。また、ドライバICの接続に関してはCCB接続を採用し、接続の信頼性を向上した。

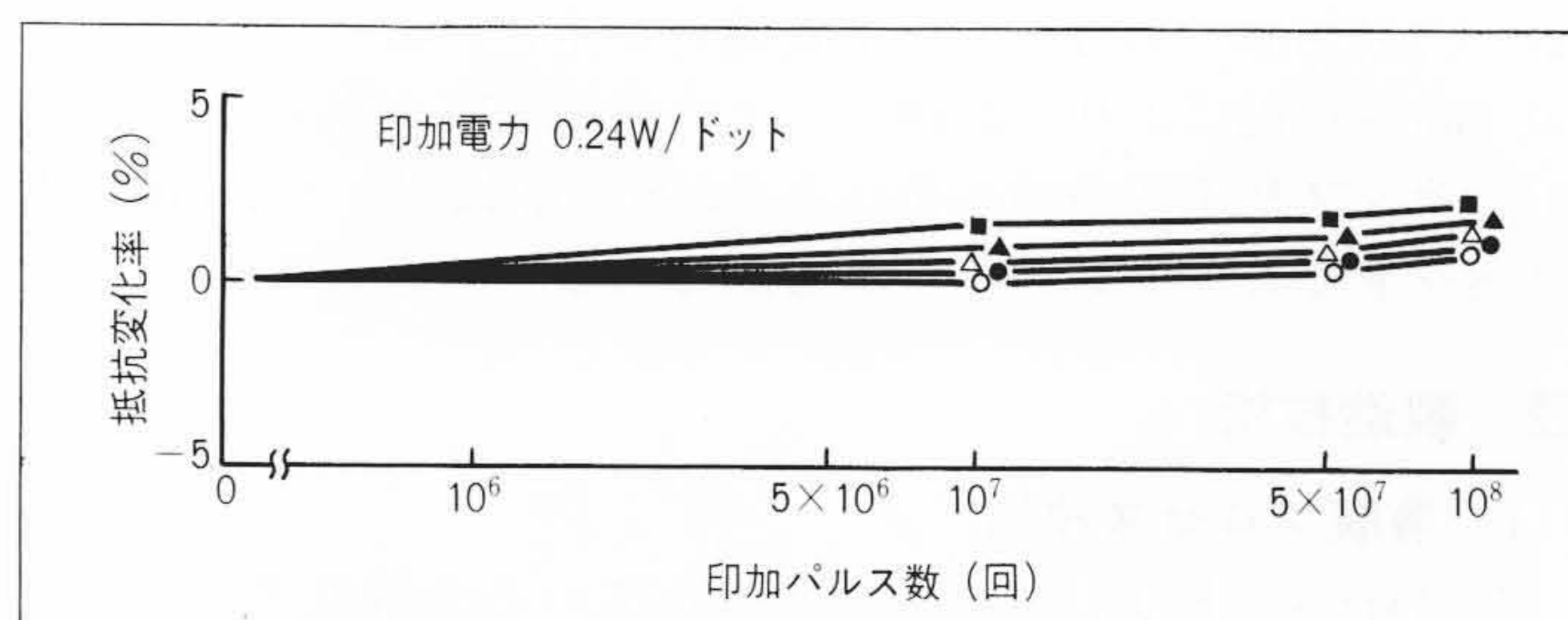


図10 高精細感熱記録ヘッド耐パルス寿命特性 印加パルス数 1×10^8 回後の抵抗変化率は、5%以下と安定している。

(2) 小形・高密度実装

ドライバICチップの縮小化により、ユーザーメリットのあるエッジタイプの記録ヘッドを実現し、また外部端子との接続ははんだ接続とし、基板サイズの小型化とともにヘッドの小型化を図った。

(3) 標準化

記録ヘッド駆動方法の変更に対し、外部端子の設計変更だけで対応できる薄膜パターンの標準化を行なった。

以上のような特長を生かし、今後各種のファクシミリ及びプリンタに本記録ヘッドの適用を図ってゆく予定である。

7 結 言

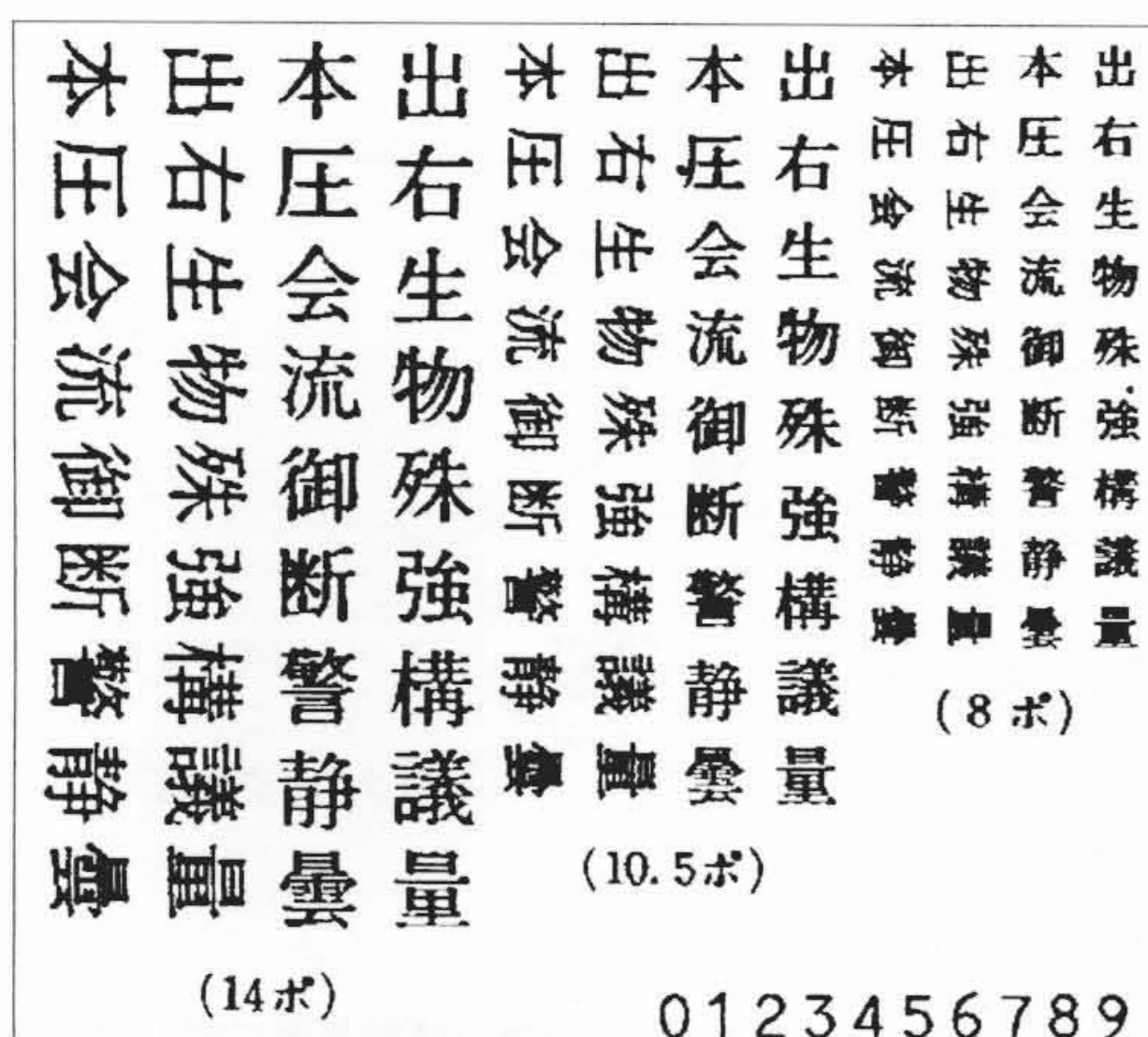
分解能16ドット/mm、記録幅256mmの高精細感熱記録ヘッドを開発・実用化した。

本稿で紹介した独自の薄膜技術、ボンディング技術、組立技術によって、2ms/ラインの高速記録、0.2W/ドットの低消費電力印画、耐パルス 1×10^8 回以上の長寿命を実現した。

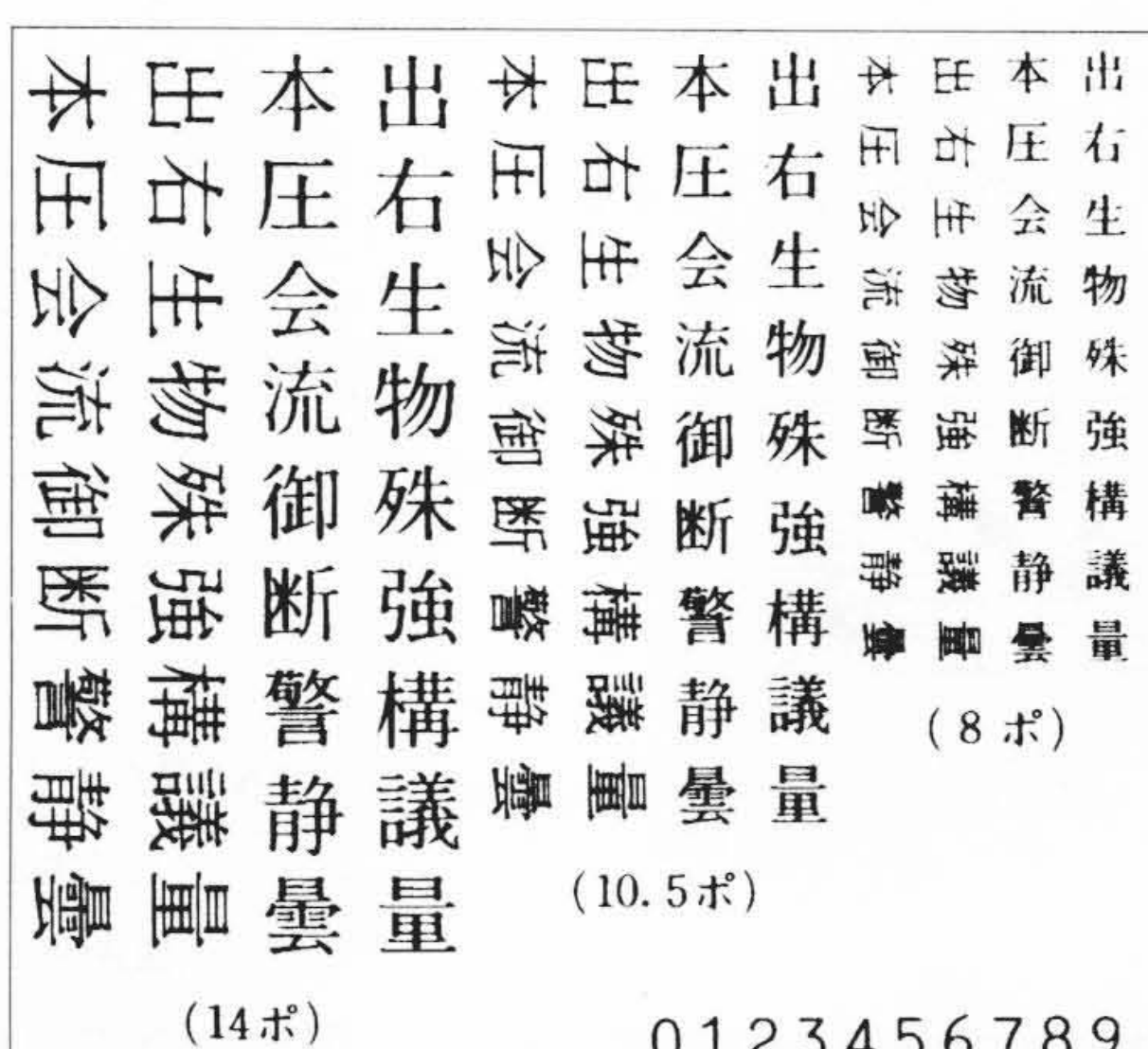
経済性に優れた感熱記録方式で、本記録ヘッドの開発は高精細感熱ファクシミリあるいはカラープリンタなどの実現に大きく寄与すると考えられ、今後品種の拡大に努め、ユーザーの要求にこたえてゆく考えである。

参考文献

- 1) 畑田, 外: 昭和58年電子通信学会総合報告全国大会, 57-4 (1983-04)
- 2) 柴田, 外: 電子通信学会論文誌(C), J67-C, No. 3, pp. 262~269 (昭59-03)
- 3) 日経エレクトロニクス, 13号, 日経マグローヒル社(1982-09)



(a) 8ドット/mm



(b) 16ドット/mm

図9 転写記録画サンプル
画像電子学会発行ファクシミリテストチャートの受信記録画を示す。