

多成分デジタルデータ記録装置 (DFM-250) の開発

大久保秀彦

Development of Multi Channel Digital Field Monitor (DFM-250)

Hidehiko OHKUBO

Abstract

When major seismic explorations for oil or other resources are conducted, it is very important to be able to evaluate the quality of acquired data rapidly, at the site. In recent years, as progress has been made in data processing, the type of data acquired has diversified. For this reason, there is a great demand for equipment capable of making high quality recordings at high speed at the site. To meet this demand, OYO has developed the DFM 250, a high quality system using a thermal head, and capable of recording 250 channels of data, simultaneously, on 8.5 inch thermal paper.

Because the objective if the new system was to handle the large volumes of data that resource investigations generate, and since there is an insufficiency of knowledge in this field in Japan, OYO also consulted with specialists in Australia, the U. S. and Canada to determine the design specifications for the DFM 250. The basic standards thus determined were a system that directly records data digitally acquired at the site, that can be used with different seismic systems, and which offers a choice of interfaces. This was OYO's first experience in developing a product on the basis of consultations with an international group of experts. The DFM 250 is the first OYO product developed especially for use in oil or other resource explorations.

The DFM 250 is a new recording system that is suited to the age of digital information. It is receiving attention from specialists as the successor to previous generations of analog type cameras using galvanometers.

1 まえがき

最近の電子技術の進歩によって、各分野において、装置の“多機能化”“小型化”“低価格化”が進められ、装置の総合性能が上ってきているなかで、地震探査、とくに反射法地震探査の分野においては、従来の線的測線配置から面的測線配置へと移行し、解析の3D化を指向するケースが増加してきた。そのために、現場でのデータ量が飛躍的に多くなってきた。これに伴って、データ集録システムも多チャンネル化され、操作面でも便利になり、一段と高性能なものになってきた。このようなデータ集録システムの発達により、現場における大量のデー

タの収集が可能となってきた。その膨大な観測データは磁気テープに記録され、この記録に基づいて、大型コンピュータシステムを用いたデータ処理、解析が行われている。この場合、コンピュータシステムは現場にはなく、データ収集作業終了後、室内に持ち帰り処理を行うのが一般的である。したがって、磁気テープ記録の品質を管理することは重要であり、そのために、現場においては、データ収集前に雑音や地震計の動作チェックなどが必ず行われている。また、データ収集後においても磁気テープを再生し、記録データをチェックしている。この現場において使用されるチェックモニタとしては、ガルバノメータによる感光式記録器（カメラと呼ばれてい

る) が広く用いられている。

この種のカメらは機械的な記録方式であるために、

- 高周波成分に追従できない
- 機械的なズレがあり、チャンネル毎に微妙な調整を要する
- 多チャンネル化やバリエーション表示が難しい

などのように、作業面、保守面で難点があり、現場用チェックモニタとして対応しにくくなってきている。

以上のような状況を背景にして、上記のような欠点を取り除き、取扱いが容易で、記録チャンネル数が多く、しかも高品質の記録が迅速に得られることを目標に、多成分デジタルデータ記録装置(DFM-250)を開発した。

DFM-250 は、記録部と高分解能ライン型サーマルヘッドを用い、ガルバノメータのような可動的な記録機構部を取り除き、内部には高性能16ビットマイクロプロセッサ 68000 を導入し、信頼性や処理能力の強化を計った。記録チャンネル数は250まで可能である。これまでに、250チャンネルという多成分データを同時に記録するものではなく、現場での作業効率を上げるこの種の装置としては世界的に初めてのものといえる。

2 開発方針

今回のDFM-250の開発に当っては、現在使用されているカメラの問題点や、要求される仕様について十分な分析をする必要があった。その結果、総合的には、製品コストの低減およびマイクロプロセッサの機能を十分引き出した豊富な機能を開発することにあるということになった。そこで、

- 1) 波形記録に文字プリンタとしての機能を加えデー

タ管理を可能にする。

- 2) 120チャンネル以上の記録ができる。(従来のシステムでは96~120チャンネルが最大である)
- 3) カメラ以上の記録品質をもつ。
- 4) 各種のサイスミックシステムと接続できる。
- 5) 機能の拡張に対応できる。
- 6) 機構上強固で操作性、保守性についてすぐれたものにする。

などを基本目標にして、設計に着手した。

また、機能の企画、設計に際しては、現場における装置の使われ方、現場機器のあり方について熟知する必要があった。反射法探査に関する適当な現場は、国内では見付からず、また、詳細な情報を得ることも困難であるために、開発の初期の段階においては、探査現場が豊富にあり、業界関係者の集中するオーストラリアや米国といった地域に向いて、実状調査および資料収集を行った。

3 DFM-250の構成と仕様

3.1 構成

DFM-250はコントロールユニットとレコーダユニットに分けられ、それらのユニットの構成は、それぞれ以下に示すとおりである。

- 1) コントロールユニット
 - CPU モジュール
 - メモリモジュール
 - パネルモジュール
 - デジタルインターフェースモジュール

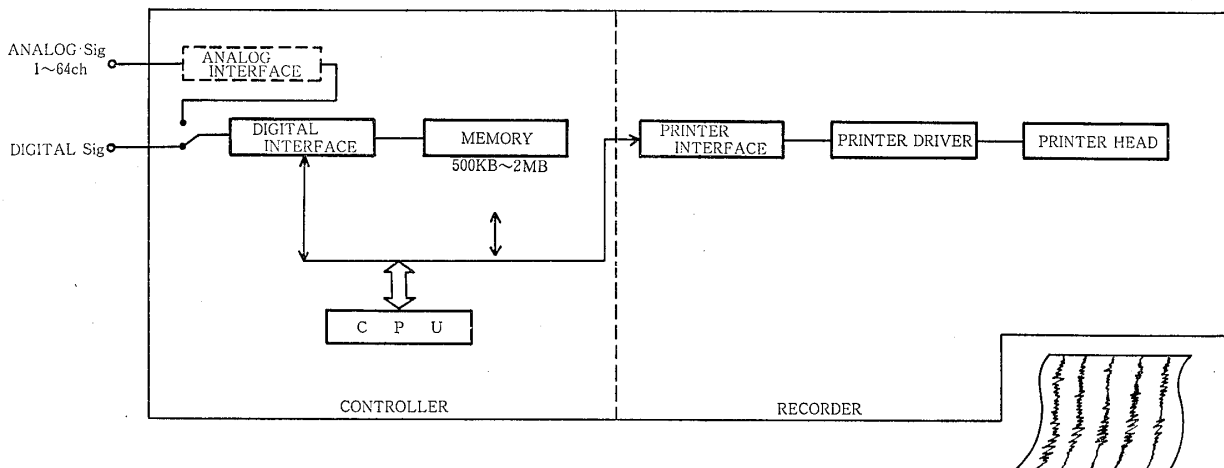


図-1 DFM-250のブロックダイアグラム

Fig.1 DFM-250block diagram

- アナログインターフェースモジュール
- 2) レコーダユニット
 - プリンタインターフェースモジュール
 - プリンタドライブモジュール

および4補助チャンネル

- 記録ゲイン : 1~8
- 記録チャンネルモード
 - : 全チャンネル記録
 - 奇数チャンネル記録
 - 偶数チャンネル記録

DFM-250 のブロックダイアグラムを図-1に示す。
 図-2 はDFM-250 本体の外観であり、図-3~6は、
 それぞれ、CPUモジュール、メモリモジュール、デジ
 タルインターフェースモジュール、プリンタドライブモ
 ジュールを示したものである。

3・2 仕様

1)機能仕様

- 記録チャンネル数 : 最大250 データチャンネル

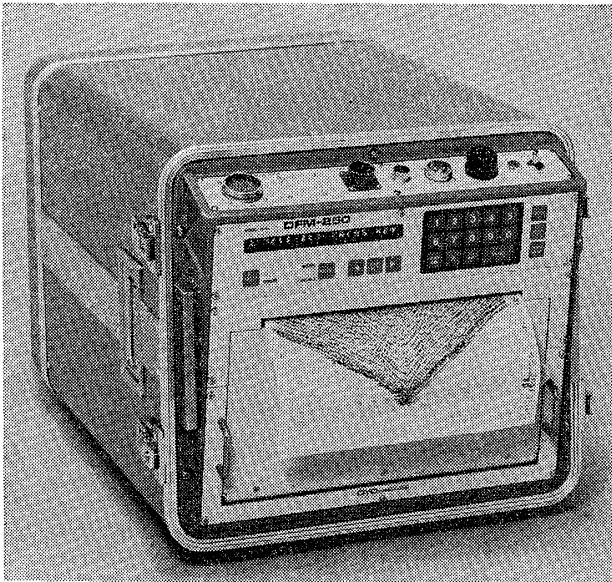


図-2 DFM-250の本体
 Fig. 2 DFM-250

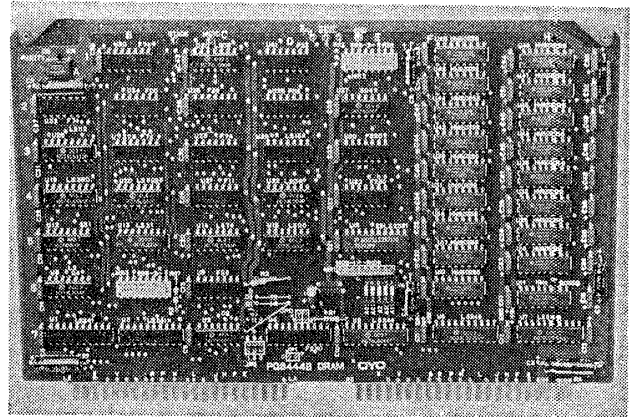


図-4 メモリモジュール
 Fig. 4 Memory module

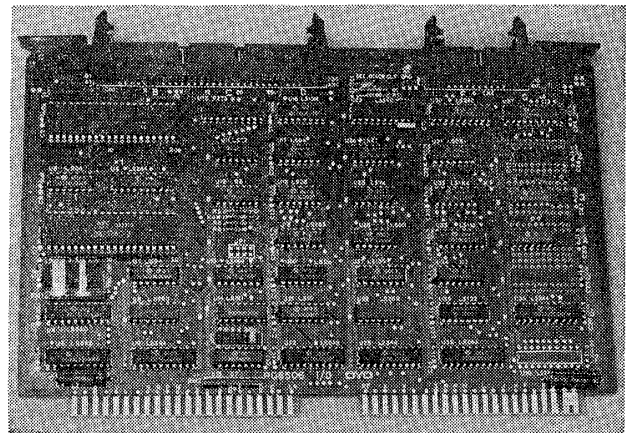


図-5 デジタルインターフェースモジュール
 Fig. 5 Digital interface module

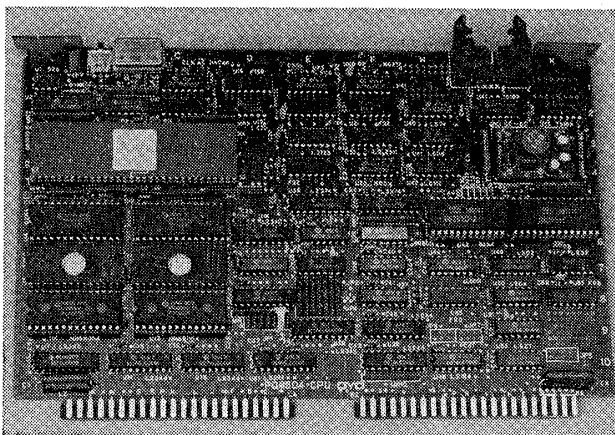


図-3 CPU モジュール
 Fig. 3 CPU module

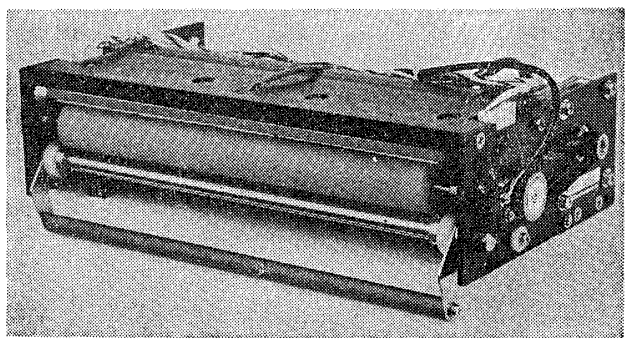


図-6 プリンタドライブモジュール
 Fig. 6 Printer drive module

- 前半チャンネル記録
 - 後半チャンネル記録
 - チャート長 : ×1～×9
 - トレースモード : ウィグルモード/
バリエブルエリアモード
 - ヘッダ文字数 : 最大4096文字
 - メモリサイズ : 基本サイズ 500 キロバイト
最大 2 メガバイト
 - タイミングライン : 10ms (または20ms)
100msライン記録
500ms毎に数値を記録
 - 設定サンプリングレート : 0.5, 1, 2, 4, 5 (ms)
 - ダブルモード記録 : 2 回分データ同時記録
 - リモートコントロール : RS232C 転送による制御
ボーレート (100～9600)
 - 自己診断 : 用紙の有無
ヘッド部温度
プラテンレバーのセット
電源状況
- 2) デジタルインターフェース仕様
- 転送方式 : 8 ビットパラレル同期転送
 - 接続システム : DFS-V (TEXAS INSTRUMENTS) SN/338/348/358 (SERCEL)
- 3) アナログインターフェース仕様
- 記録チャンネル数 : 最大64チャンネル
 - 入力信号 : 電圧信号 ± 2.5 / ± 5V (切替)
 - サンプリングレート : 0.5, 1, 2, 4 (ms) 切替
- 4) レコーダ部仕様
- プリントヘッド : サーマルヘッド
 - ヘッド分解能 : 200ドット/インチ
 - ドット総数 : 1728ドット
 - 有効記録幅 : 8.5インチ
 - 紙送りピッチ : 1/200インチ
 - 格納用紙長 : 262フィート
 - 用紙幅 : 8.82インチ
- 5) 周辺仕様
- 電源 : +12V 17A (記録時)
7A (静止時)
 - 外形 : 14.2 (W), 13.3 (H) 24.4 (D) (インチ)
 - 重量 : 72ポンド

- 周囲条件 : 温度 0～40°C
湿度 0～80% (結露なし)
- 耐震性 : 振動数 30Hz, 振幅 0.05 インチ (2 G 相当)
X, Y, Z 各方向 30 分後動作

4 各部の動作原理

4.1 コントロールユニット

外部のサイズミックシステムより転送されてくるデータは、デジタルインターフェースモジュールを経由して、メモリ内に格納される。このメモリ内のデータは、予め設定された条件に従って、CPUモジュール内で処理され、記録するためにドット変換された後、レコーダユニットに転送される。

4.1.1 CPUモジュール

CPUモジュールは、データの管理、処理および装置の制御を行う部分で、装置の中核部となっている。

一般的には、このようなモジュール内部に用いるコントローラとしては、信頼性の高いマイクロプロセッサがよく利用されており、現在のところ、小型で性能が良く、しかも安価な 8 ビットプロセッサが普及している。

しかしながら、DFM-250 のように取り扱うデータが多く、処理の高速性が要求される場合には、8 ビットプロセッサを使用したのでは周辺回路が複雑になり、したがって、マイクロプロセッサロジックに対する利点が少なくなるために、上位プロセッサを用いた CPU モジュールを開発することが必要であった。そのために、16 メガバイトまでのアドレスを直接アクセスすることができ、内部に 32 ビットアーキテクチャーをもっている高性能 16 ビットマイクロプロセッサ 68000 をコントローラとして用い、CPUモジュールを開発した。

この CPU モジュールの回路構成を図 7 に示す。この図において、ROM (16KBytes) には、データ処理および装置制御プログラムを格納し、また、E²PROM (ELECTRIC ERASABLE PROM) には、書き換えが可能であり、さらに電源断の状態でも不揮発性を保つために、ヘッダ情報や、各種記録条件の設定値を内部データとして格納している。スタックポインタおよびワークメモリとして RAM (16KBytes) を備え、外部端末器とのデータ転送およびリモートコントロール用として RS232C インターフェースを備えている。バスコントローラは、他のモジュールやメモリ素子からの応答信号を監視し、状態の診断を行ったり、バスライン専有権のコントロー

ルを行うためのものである。

4.1.2 デジタルインターフェースモジュール

外部サイスミックシステムとの間のデータ転送は、内部CPUとは非同期で、しかもサンプリングレートやチャンネル数との組合せによっては、高速度に行われる。そこで、DFM-250 の開発に当っては、プロセッサを介さず、直接メモリへ転送するDMA (DIRECT MEMORY ACCESS) 方式を採用した。

外部サイスミックシステムとDFM-250 との間においては、同期ストロブによってデータの検出を行っている。

図-8は、デジタルインターフェースモジュールの回路構成図である。

a) BUS ARBITRATION 部

データの入力が始まると、CPUよりBUS専有権を獲得し、DMA I/F において発生するアドレスおよびコントロール信号によって、データをメモリに転送する。

b) FIFO (FIRST IN FIRST OUT) 部

BUS ARBITRATION によって転送されたデータを一時保持し、CPU動作によってデータが消滅することを防ぐためのものである。

このモジュールにおいて受け取ることができるデータ転送速度は、最大1.6MHzである。これは、1msサンプリングの場合には1600チャンネルまでのデータの受け取りを可能にするものであり、いまのところ、記録器の性能としては問題ないものと思われる。

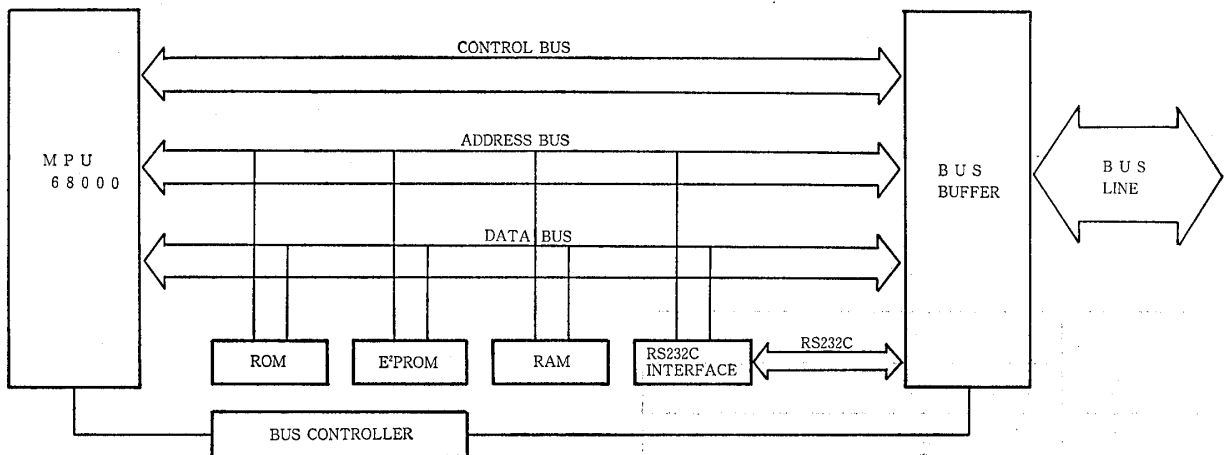


図-7 CPU モジュールの回路構成図

Fig.7 CPU module block diagram

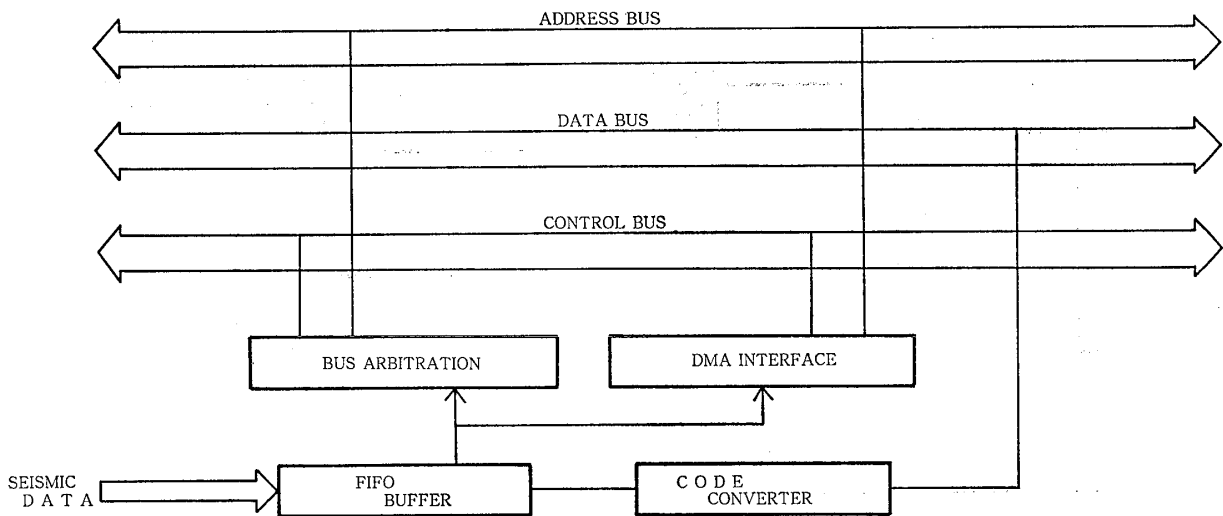


図-8 デジタルインターフェースモジュールの回路構成図

Fig.8 Digital interface module block diagram

c) コード変換部

外部サイスミックシステムによって異なっているデータのコードフォーマットをDFM-250の内部で取扱うコード(two's complement code)に変換する。また、1の補数コード(one's complement code),あるいは符号付絶対値コード(sign absolute code)信号入力に対しては、内部設定によって対応できるようになっている。表-1はサイスミックシステムとデータコードの関係を示したものである。

4.1.3 アナログインターフェースモジュール

DFM-250は、基本的には、デジタルデータを入力し、波形を記録するモニタであるが、これまでの現場用のモニタとしては、アナログ入力を取扱うカメラ以外にはないために、ほとんどのサイスミックシステムにおいては、モニタ用としてアナログ信号を出力しているのが現状である。したがって、DFM-250においては、アナログ信号にも対応できるようにするために、アナログインターフェースモジュールを開発した。図-9は、アナログインターフェースモジュールの回路構成図である。

表-1 各種システムデータコードフォーマット

Table 1 Data codeformat of seismic systems

SYSTEM	DATA CODE FORMAT
DFS-V	Sign absolute
SN338	1's complement
SN348/358	Sign absolute

MPX (Multiplexer) は64チャンネルを最大とし、サンプリングレートは0.5 ms~4 msの範囲において設定することが可能である。そして、A/D分解能は8ビットである。このモジュールから出力されるデジタルデータの転送方法は、サイスミックシステムと同様な同期ストロブ方式を採用した。したがって、アナログインターフェースモジュールからの出力データは、デジタルインターフェースモジュールを経てメモリに格納することができる。アナログインターフェースモジュールより出力されるデータのフォーマットは、1の補数コードである。

4.1.4 メモリモジュール

サイスミックデータを格納するモジュールで、500Kバイトを基本システムとし、2Mバイトまで増設可能である。メモリ素子としては、最新の256KビットダイナミックRAMを使用し、コストおよびスペース面での効率化を計った。

モジュールの内部には、パリティチェックおよび制御信号のタイミングチェック機能が付加されており、モジュールに異常が生じた場合には、警報信号を出力するようになっている。

4.2 レコーダユニット

コントロールユニットにおいてドット化された波形信号を受け取り、用紙に記録するものである。

4.2.1 プリンタインターフェースモジュール

コントロールユニットにおいて処理された波形データをサーマルヘッドレジスタに転送するために、直列ドッ

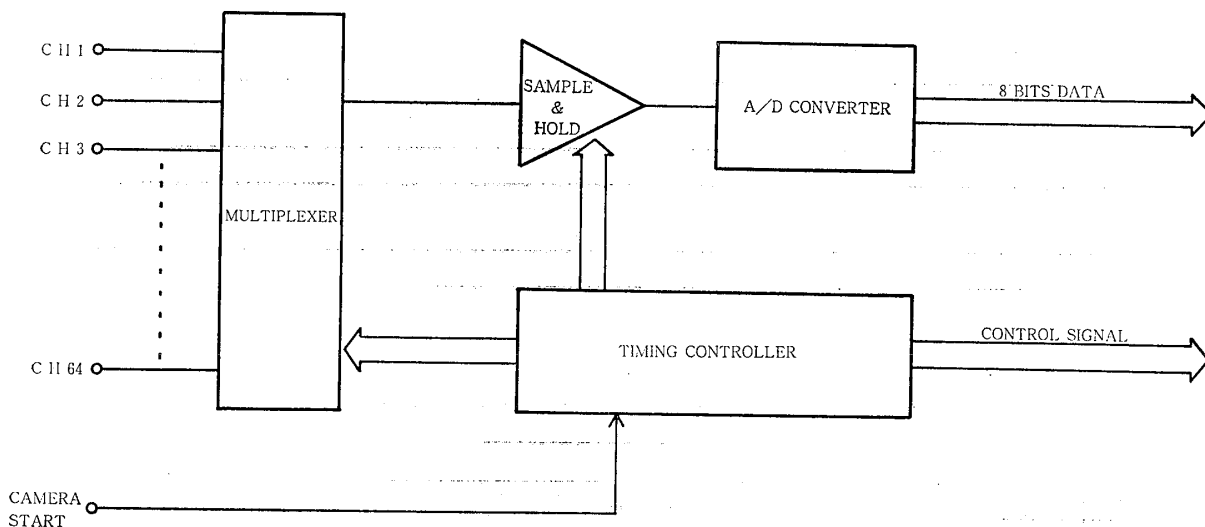


図-9 アナログインターフェースモジュールの回路構成図

Fig.9 Analog interface module block diagram

トデータに変換し、ヘッドドライブ信号を作成する。

図-10は、プリンタインターフェースモジュールの回路構成を示したものである。STROBE GENERATORで作成された4つの分割信号 (STROBE) によって、ヘッドに印加される電力を4分割し、電源の省力化を図っている。

4・2・2 プリンタドライブモジュール

紙送りモータの駆動および記録ヘッドの制御を行うもので、その回路構成を図-11に示す。紙送りモータの分解能は1/200インチである。ヘッドコントローラは、ヘッドへのデータ転送と、ヘッドの印加電圧の制御を行う。ヘッド印加電圧 (V_{HD}) の制御部は、 V_{HD} の保護部

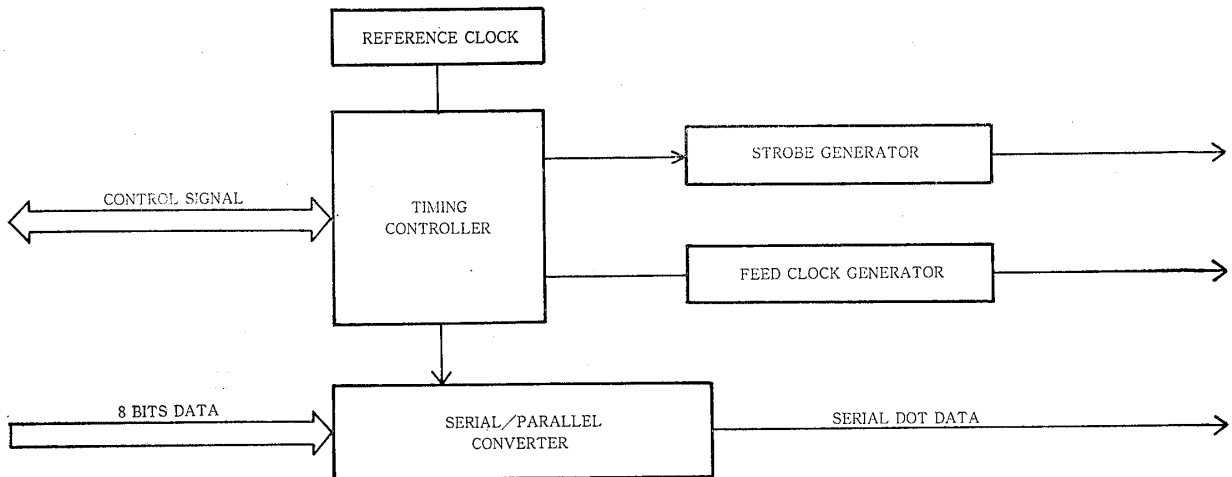


図-10 プリンタインターフェースモジュールの回路構成図

Fig.10 Printer interface module block diagram

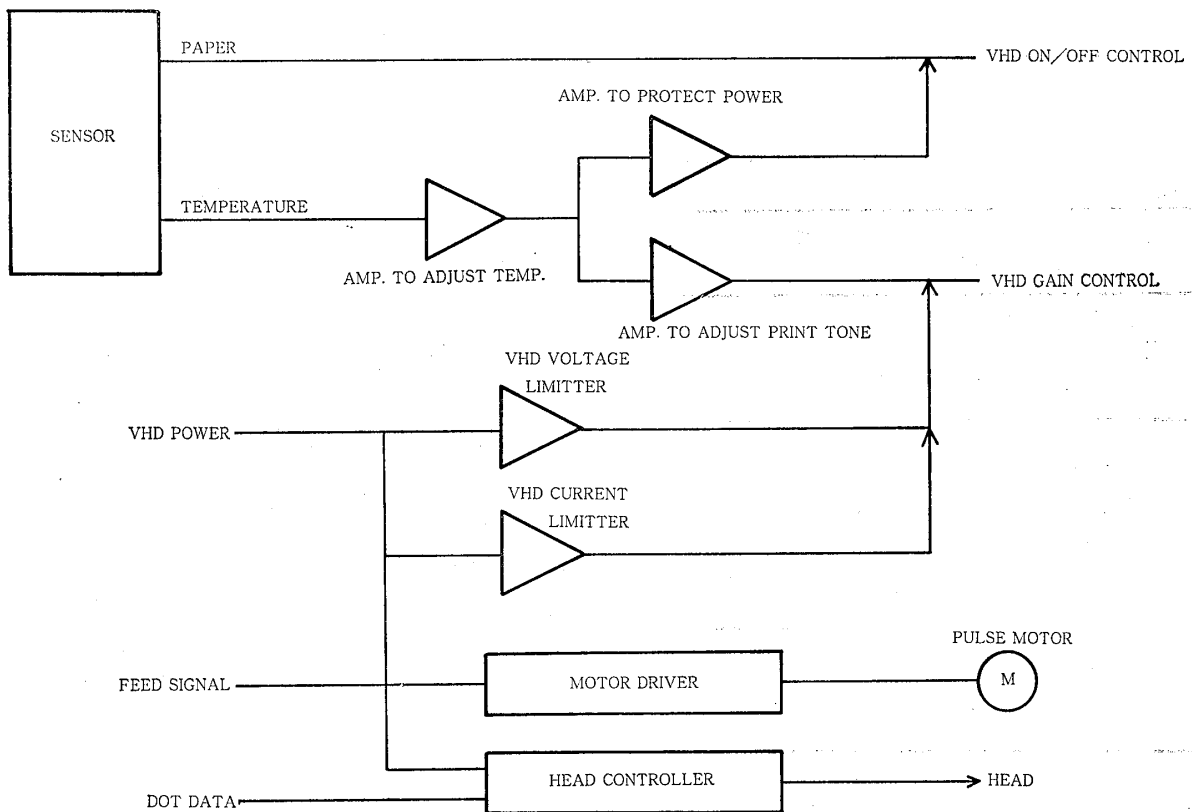


図-11 プリンタドライブモジュールの回路構成図

Fig.11 Printer drive module block diagram

および V_{HD} のゲイン制御部とから成る。保護部においては、記録紙の有無のチェック、圧着ローラのセットおよび温度 (65°C に設定) の検出信号の作成を行なう。

V_{HD} のゲイン制御は、温度と電流によって行われる。そして、 V_{HD} の値は、

$$V_{HD} = \sqrt{R \cdot P} + T + V_{CE(SAT)} \quad (1)$$

によって定められ、温度の上昇に伴って、ヘッド印加電圧が下ることを示している。ここに、

P : ヘッド印加電力 (0.5W)

R : ヘッド抵抗値 (約700Ω)

T : 温度定数 ($T = 3.08 - 0.154 \times \text{温度}^{\circ}\text{C}$)

$V_{CE(SAT)}$: トランジスタ飽和電圧 (約0.7V)

であり、カッコ内は DFM-250 に使用している数値である。

5 サーマルプリント

5.1 サーマルヘッド

サーマルプリント方式では、抵抗体 (ヘッド) にパルス電流を流すことによって発生するジュール熱を、熱に

表-2 ヘッドの構造による分類

Table 2 Classification of heads according to material

分類	特徴
厚膜型	<ul style="list-style-type: none"> ○製作が容易なため生産性にすぐれている。 ○熱的に安定であるが消費電力が大きい。
薄膜型	<ul style="list-style-type: none"> ○抵抗が均一で分解能が高い。 ○消費電力が少ない。 ○製造工程が複雑なためコスト高。

表-3 ヘッドの機構による分類

Table 3 Classification of heads according to mechanical structure

分類	特徴
シリアル型	<ul style="list-style-type: none"> ○ヘッドがライン上を移動しながら記録し、構造は簡単 ○小型で安価であるが高速化に難点
ライン型	<ul style="list-style-type: none"> ○ヘッドが固定しているため可動部が少ない ○多素子の同時駆動が可能で高速化に向く ○ヘッドが大型となりコスト高

よって発色反応をおこす用紙 (感熱紙) に伝達することによって記録するものである。この方式においては、ヘッドの性能が記録品質や記録器の寿命に与える影響は極めて大きい。DFM-250 では、ドット分解能が高く、記録品質に優れた薄膜ライン型ヘッドを採用した。表-2 および表-3 にヘッドの分類とその特徴を示す。

5.1.1 ヘッド定格

1) 絶対定格

- ヘッド印加電力 : 0.75W/ドット
- ヘッド供給電圧 : 30V
- 制御部供給電圧 (V_{DD}) : -0.3~7V
- 制御部入力電圧 (V_{IN}) : -0.3V~(V_{DD})

2) 最大定格

- ヘッド印加電力 : 0.42W/ドット
(2.5msパルス, 常温下)
- プリントパルスデューティサイクル : 25%
- 支持板温度 : 60°C
- V_{DD} : 5.25V
- V_{IN} : V_{DD}

3) 電気的特性

- ヘッド抵抗値 : 700Ω ± 25%
(平均抵抗値)
- 抵抗値のバラツキ : ±15%以内
- 隣接抵抗値との誤差 : ±5%以下

4) 環境特性

- 使用環境 { 温度 : 5~40°C
湿度 : 30~85% (結露なし)
- 保存環境 { 温度 : -10~50°C
湿度 : 10~90% (結露なし)

5) 機械的仕様

- ヘッド平面度 : プリント面に対し
+0.3mm~-0.1mm
- 基準位置精度 (ヘッドとのズレ)
紙の進行方向 : ±0.15mm
紙送りと直角方向 : ±0.5mm

6) 品質特性

- 耐パルス性 : 2×10^7 パルス (min)
(10ms サイクル, 2.5msパルス幅)
(0.42W/ドット, 常温常湿下)
- 耐摩耗性 : 30km 以上
- 振動試験
(MIL-STD-883Bに準じ, 加速度20G,
周波数80Hz, 振幅1.5mm, 方向X, Y,
Z 方向で30分間試験する)

5・1・2 ヘッドの固定と放熱設計

サーマルヘッドは一種の熱源であるために、発生した熱を適切に放熱する必要がある。サーマル記録時には、発生量の約10%が感熱紙の発色に使われ、さらに10%は感熱紙またはプラテンに吸収される。したがって、残り80%を放熱する必要がある。

ヘッドを固定する方法は、放熱効果を高めること、また、ヘッドの寿命を延ばすことに関係しており、さらに紙送りをスムーズに行ったり、ヘッドの反りを抑えることによって、高品質な記録を得るためにも重要である。DFM-250においては、ヘッドを平坦度のよいアルミベースに固定し、さらに熱抵抗の小さなヒートシンクを取付け、ファンによる強制空冷を行うことによって、ヘッドの温度上昇の防止を計った。

5・1・3 ヘッド寿命と信頼性

サーマルヘッドの寿命は、使用条件や環境によって左右されるが、基本的には、5・1・1の6)に述べた品質特性によって決められる。

① パルス寿命

パルス寿命とは、発熱抵抗体が、指定されたエネルギー、繰返し等の条件下で、何回プリントできるかということである。劣化してくると、抵抗値の増加や抵抗体の破損が起こる。この装置では 2×10^7 パルスを基準にしている。

② 走行寿命

走行寿命は30kmが設計基準となっている。実際に寿命を決定する要因としては、抵抗体をカバーしている保護膜が感熱紙等によって削られたり、ひびが入ったりして、抵抗値の増加や抵抗体の破損が生ずる。

①あるいは②のいずれか一方の状態が発生したときが寿命となるわけであるが、サイスミックフィールドのような周囲環境が過酷な条件下では、ほとんどの場合、②に述べた走行による寿命によって支配されるものと思われ、実際の走行長は最大20km程度と予想される。

環境試験は、定格範囲だけでなく、湿地帯現場での適応性を調べるために、95%程度までの試験を行った。その結果、試験前に、用紙が定格条件内で保管されているならば、6～7時間の間は、用紙が湿気を含み、ジャミングするようなことはなく、正常に記録動作することを確認した。

5・2 記録用紙

サーマルヘッドの性能を十分に発揮させるためには、記録紙の選択は重要である。記録紙(感熱紙)は、記録装置の最終性能を集約するものであるために、その品質

は、装置との関連において十分に検討しておく必要がある。サーマルヘッドとの関係で考慮すべき事項としては、①摩耗性、②感度(発色特性)、③粕の付着性などが挙げられる。また、サーマルヘッドによって得られた記録中には、発色ムラ、ゴースト、尾引き、にじみなどのような品質の低下がみられる。このような品質の低下は、ヘッドを構成する抵抗体のバラツキなどのように、ヘッド側の条件によっても左右されるものではあるが、一方では、感熱紙の品質に対する依存度が大きいことはいうまでもない。表-4に感熱紙の一般的な品質特性を示す。

つぎに、記録紙としての保存性と記録そのものの安定性が重要である。感熱紙の種類は、発色性の観点からは青発色および黒発色に区分され、感度面からは低感度および高感度用紙に分けられる。いずれも5～10年の保存性をもっていると思われるが、一般的には、青発色に比べ黒発色の方が保存性は良好である。DFM-250に対しては、白色度の保存性に関しては難点があるが、発色性(記録)の保存度(変化率)にすぐれ、反応時間の速い黒発色一高感度の用紙を採用した。用紙別の品質比較を表-5に示す。

表-4 感熱紙の品質特性

Table 4 JIS specifications for thermal paper

秤量	50～60g/m ² (JIS-P8124)
紙厚	60～70μm (JIS-P8118)
白色度	70～80% (JIS-P8123)
平滑度	100～500sec (JIS-P8119)
引張強度	縦 3.0kg以上 (JIS-P8113) 横 1.5kg以上

(註) () は日本工業規格測定法

表-5 用紙別品質比較

Table 5 Comparison of characteristics of thermal papers

	青発色		黒発色	
	低感度	高感度	低感度	高感度
白色保存性	◎	○	○	△
発色性変化	○	○	◎	◎
記録保存性	△	△	◎	◎

◎ ほとんど変化しない
○ 変化が少ない
△ 最大20%程度変化する

6 データ転送・処理

6.1 転送信号

デジタル出力機能を有しないサイスマックシステムや、システムごとに異なる出力方式をもっていることに対応するため、データの入力インターフェースの規格は、各システムに共通な信号を用いて、極力単純なものにする必要があった。多くのシステムがマルチプレクスデータをD/A変換器と増幅器を用いて、デマルチプレクスして出力している。この点に着目し、データ転送の信号としてD/A変換器の制御信号(D/Aスタート、データ有効ゲート)を選んだ。データビットとしては、システムがもつD/A変換器入力のビット数のうち8ビットを使用した。これらの信号は、通常、標準信号としてシステムより出力されているが、ない場合でもシステム内部のD/A変換部より容易に取り出すことができる。

6.2 転送方式

入力データはマルチプレクスフォーマットであり、その転送速度は、サンプリングタイムやトータルチャンネル数に依存する。インターフェースの設計に際しては、メモリモジュールのリフレッシュタイミングをも考慮する必要がある。転送速度の最大を1.5MHz以上に設定した。これは1msサンプリングで1500チャンネルの転送に相当し、実用上差し支えはない。サイスマックシステムより転送されるデータ量は、システム側の設定によって異なり、また、転送タイミングも予測できないために、DFM-250によって転送を制御するのは難し

い。そこで、転送方式としては、内部のCPUを介さず、直接メモリをアクセスするDMA方式(DIRECT MEMORY ACCESS)とした。

図-12にSN358システムのタイミングチャートを一例として示す。データ(NDR0~NDR7)はNCLKに同期し、メモリに格納される。メモリ書込みタイミングは、NCLKの立上りエッジあるいは立下りエッジのいずれにおいてもとることができ、データの安定領域において書込むことが可能である。

6.3 ソフトウェア

6.3.1 データ処理

予め設定された記録モードに従って、メモリ内に格納されたサイスマックデータを処理し、記録用波形データに変換する。

1) 記録モード処理

波形の片側極性塗りつぶし手法によるパリアブルエリアモード、2ショット分の入力データを同時に重ね合せ記録するダブルモード、あるいは1ショット分のデータを2回に分け記録するアルタネートモードなどの処理が可能で、データの傾向を迅速に判断することに役立っている。

2) システムインターフェース処理

サイスマックシステムによって異なっている転送順序やデータ内容を、一定のフォーマットに処理する。この処理は、サイスマックシステムの特性に応じて、それぞれ異なるROMに組込まれている。

6.3.2 装置制御処理

装置の総合的な処理速度を高めるために、専用リアル

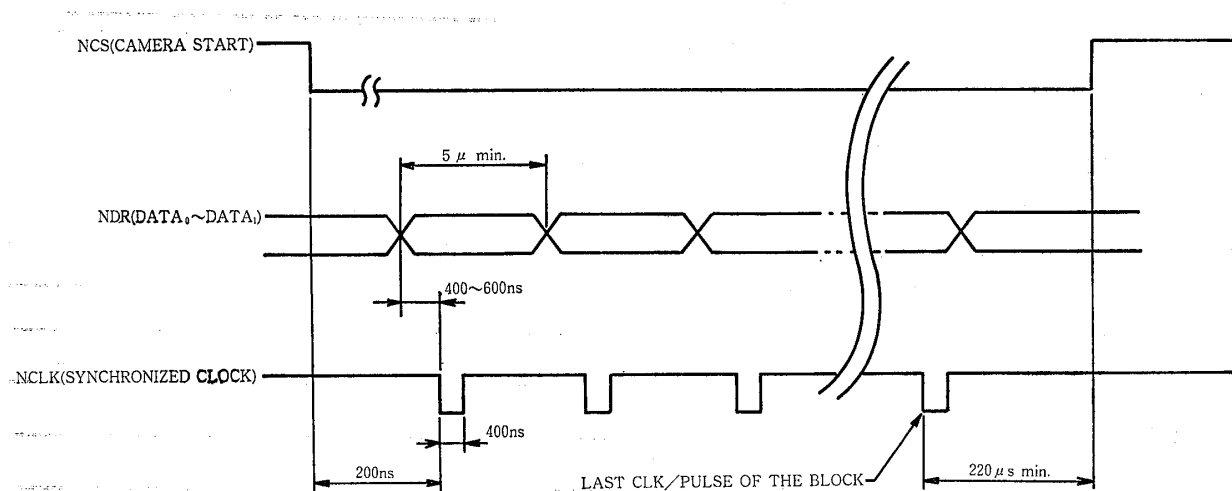


図-12 SN358 システムのタイミングチャート

Fig. 12 SN358 data out timing chart

タイムモニタを設置した。ハードウェア部よりの処理要求は、全て割込信号によって行われる。

1) プリンタの制御

216 バイトのラインデータをヘッド部へ転送し、プリント動作を制御する。データ転送は、送信信号とその応答信号によるハンドシェイク方式で行われる。

2) 点検・警報制御

装置を保護し、その信頼性を高めるために、内部の点検を行うことによって、異常がある場合には、警報表示を行うとともに動作は停止するという「フェイル・セーフ」制御を行っている。

・ハードウェアセンサによる点検内容

- ① 用紙の装填
- ② プラテンのセット
- ③ ヘッド部の温度
- ④ 制御電源の電圧

・ソフトウェアによる自己診断

- ① メモリチェック
- ② バスラインチェック
- ③ テストパターンによるレコーダユニット動作チェック

3) リモート制御

記録モードの設定、装置の点検、記録動作の制御などのように、内部に持っている機能は、全て、RS232C インターフェースを通し、コマンド指令によって、外部機器を用いてリモート制御が可能である。

4) その他

ライン型ヘッドの特徴を活かし、文字ラインプリンタとしての機能を付加した。この場合、RS232C を通して送られた ASCII コード文字は全てプリントされる。ヘッダーコメント以外のメッセージとして、任意の個所に記録することができる。

7 現場記録

試作した装置は3種8台であり、それぞれの段階でフィールドチェックを行なった。国内では対応できる現場がなかったので、大型探鉱システムを用いている海外の探鉱クルーの協力によって各種の記録を得ることができた。その一例をつぎに示す。

図-13は、120チャンネルのデータ集録システムと組み合わせ、中央部でダイナマイトショットを行なったもので、3秒までの記録である（記録モードは VARIABLE AREA MODE である）。この記録には、120チャンネルの測定線データと4補助チャンネルデータが同時に記録

されており、データ全体の傾向を知ることができる。この記録によれば、1.5sec および2.1sec 付近の反射波が容易に判別できる。

このデータは、石油探査現場で得られた記録の一例であるが、この探査現場において長期にわたってテストを行った結果、記録の品質の良否、現場での操作性、耐環境性などについて評価することができた。

図-14および図-15は、96チャンネルシステムに接続された従来のアナログカメラによる記録である。このアナログカメラの最大記録チャンネル数が64であるので、この記録では、48チャンネルづつ2回に分けて記録してある。この記録においては、カメラの機械的応答特性のために、波形がフィルタを介したように滑らかになる反面、高周波成分を記録することは難しい。したがって、このような記録から、立上りの急峻なファーストブレイクを期待することは困難である。

DFM-250 においては、内部メモリによるデータ保持とソフトウェア処理の特徴を活かし、一度に入力するチャンネル数が少ない場合でも、データを貯えておき、まとめて多成分のデータを同時に記録することができるダブルモード機能や振幅を調整するクリッピング機能などを備えている。ダブルモード機能を用いることによって、48チャンネル出力のシステムと組合わせた場合でも、96チャンネルあるいは144チャンネルというような多チャンネルのトレースモニタが可能になる。

図-16および図-17は、それぞれ60チャンネルおよび120チャンネルの記録を示す。クリッピング機能によって2チャンネル以上の重なりがなく、初動や反射波の位置が容易に読み取れる。また図-17は1~60チャンネルデータと61~120チャンネルのデータの2回分のデータを読み取り、同時に記録したものである。ダブルモードは、多チャンネルのデータをまとめてモニタすることができるために、データの傾向を迅速に把握場合に利用される。

8 あとがき

事務器の分野ではプリンタの主流ともいえるサーマルプリンタについては、野外現場、特に環境の厳しいサイスミックフィールドではその実績はほとんどなく、その信頼性については大いに懸念するところであった。

そこで、試作機製作に伴い、室内での環境試験のみならず、長期にわたって現場試験を行った。試験現場として、国内には適当なところなかったので、外国の石油探査隊の探査現場においてその耐久性を調べた。現場では、運搬時における激しい振動、多量の粉塵の存在、ま

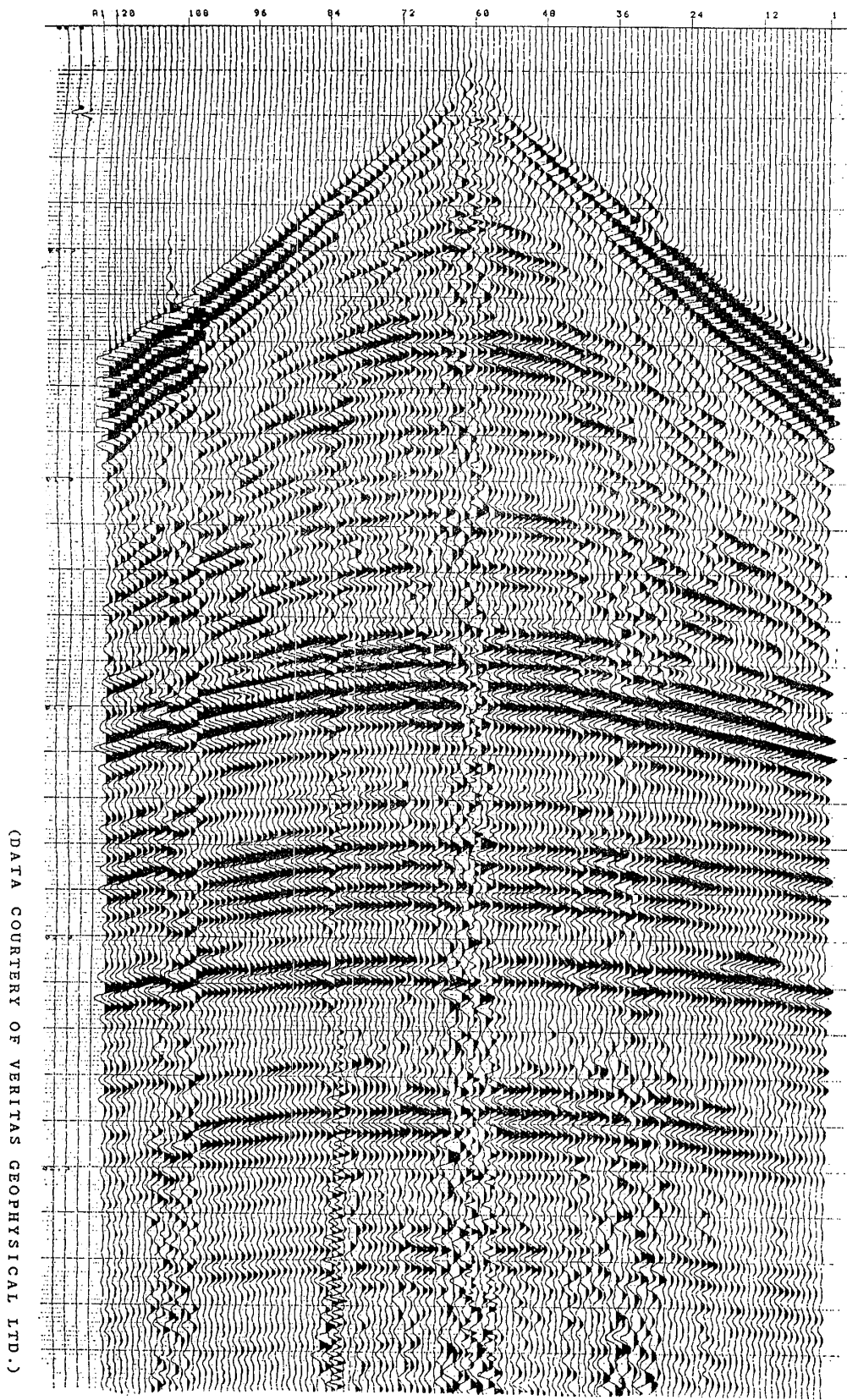


図-13 記録例
Fig. 13 Record sample

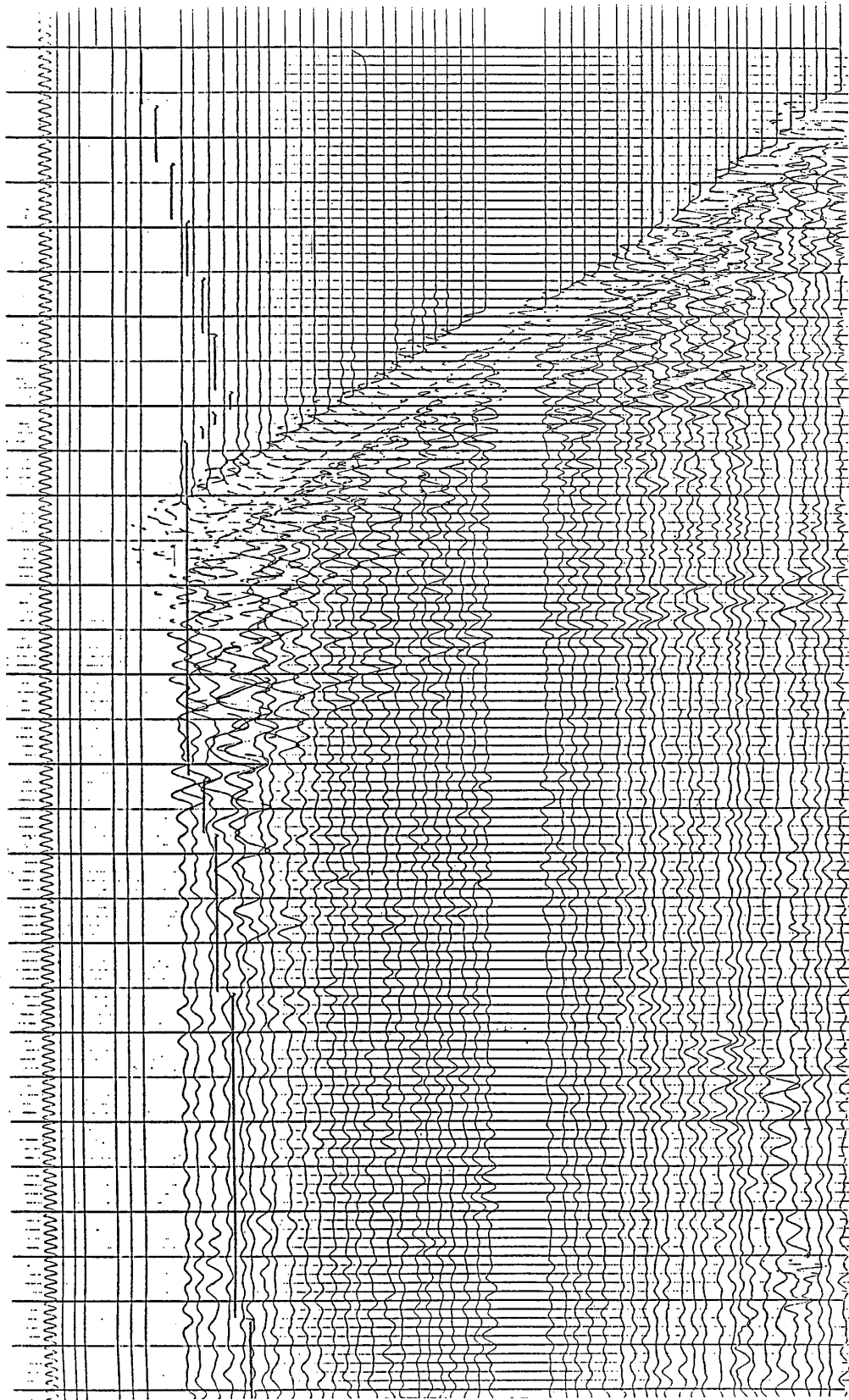


図-14 記録例

Fig. 14 Record sample

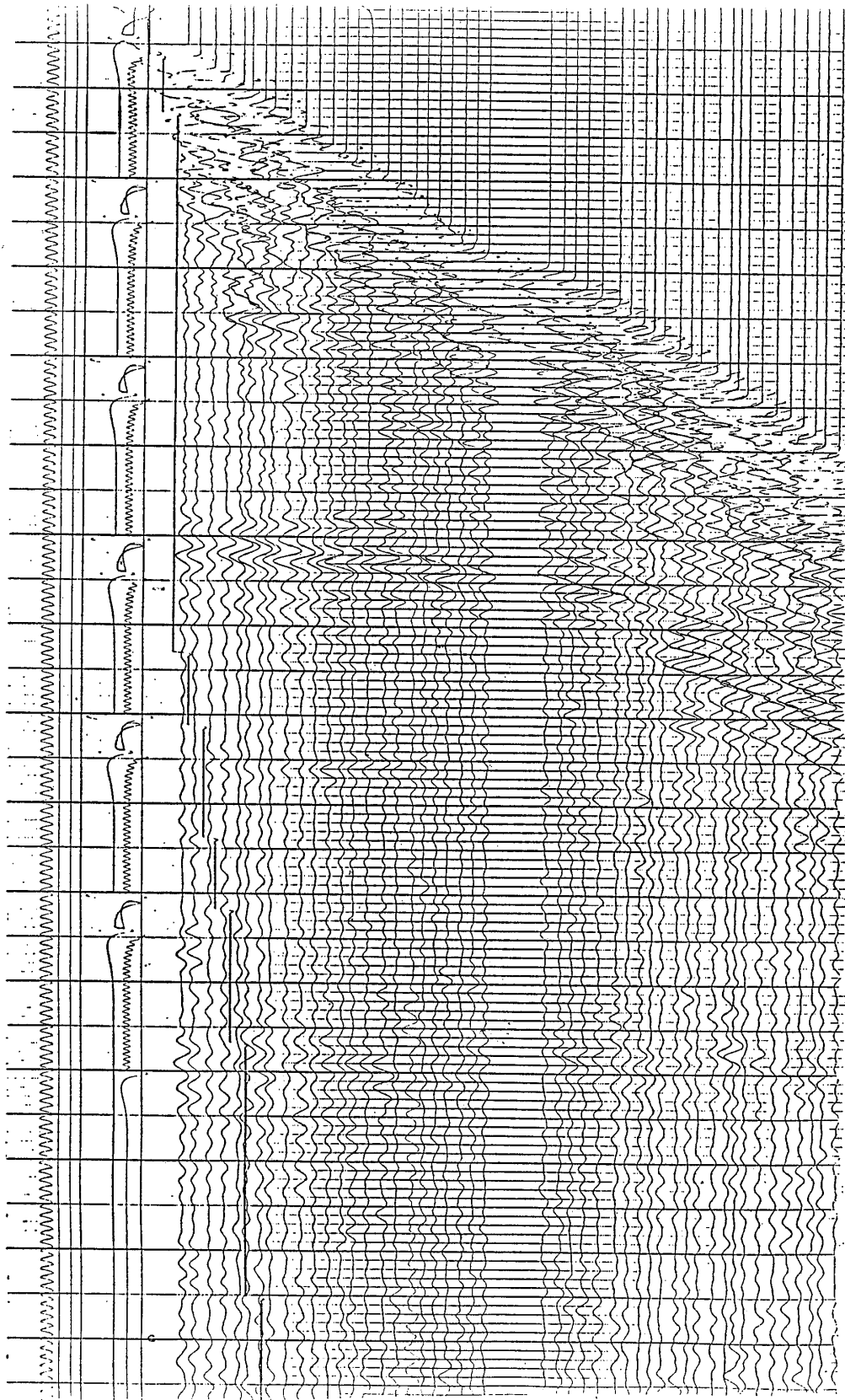


図-15 記録例

Fig. 15 Record sample

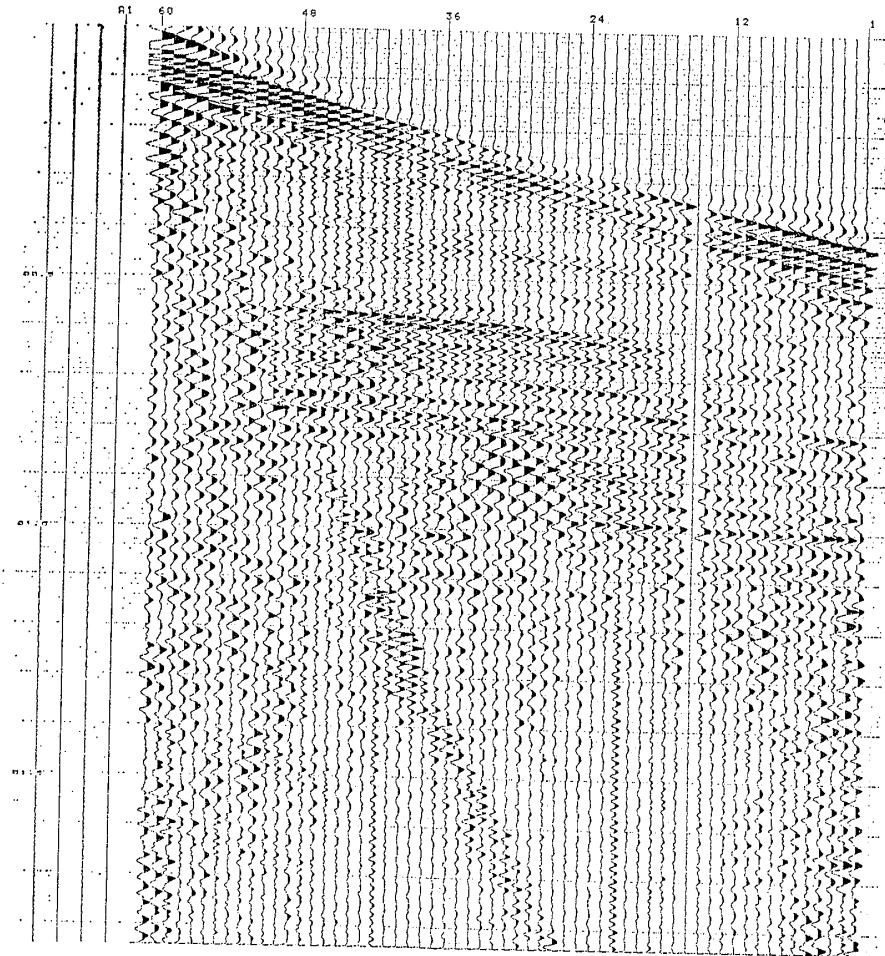


図-16 記録例

Fig. 16 Record sample

た、度重なる誤操作にも故障することなく、正常に作動し、その信頼性を確認することができた。したがって、開発着手時の設計目標は達成できたものと思っている。

さらに、サーマルプリント方式を採用することによって、

- 直接記録方式であるために、現像、定着などの後処理を必要としない。
- 騒音、臭気、電氣的雑音が発生しない。
- 記録紙は安価である。そして、紙質が普通紙並の感触であるために、感光紙に比べて取り扱いが容易である。

などの利点が生れた。

また、16ビットマイクロプロセッサ 68000 を使用して開発したコンピュータシステムは、大容量のデータを高速度で取扱うことを可能とし、各種の処理ソフトウェアによって、DFM-250の持つ機能を豊富なものとした。

一方、今後の課題としては、感熱紙の応答速度やソフトウェア処理時間によって規制される記録時間の短縮の問題、あるいは、ここで対象としたシステム以外のシステムに対するインターフェースの問題などがある。したがって、これらの問題点については、さらに研究を続け、総合性能の向上を計ることになっている。

参考文献

- 杉村圭司, 山田興三 (1981) ; サーマルプリンタ 電子通信学会誌 Vol. 64 No.7 (通し番号686) pp. 712~721
- 三菱電機(株) ; サーマルヘッドテクニカルガイド
リコー(株) ; サーマルヘッド仕様書 (1983年版)
- 応用地質(株) (1985) ; DIGITAL FIELD MONITOR 250
取扱説明書

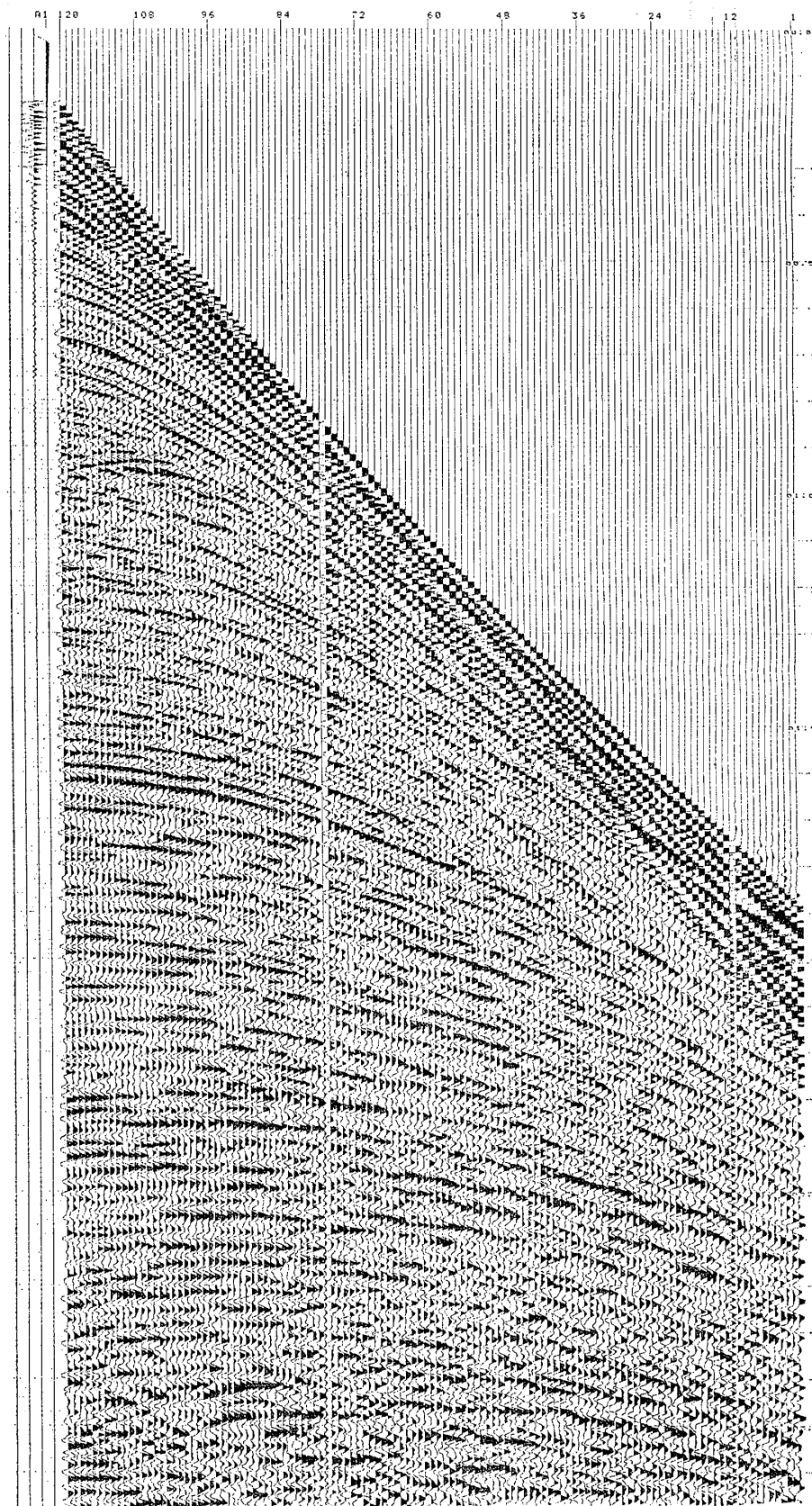


図-17 記録例

Fig. 17 Record sample