

## II-6 データレコーダ

浜 真一\* 雨谷 純\*

(昭和59年7月3日受理)

### 1. 装置の概要

データレコーダは、フォーマット (II-5 バックエンド参照) から出力されるデジタル信号を磁気テープに記録再生する装置である。ビットレートは通常 4.5 Mbps であり、しかも通常 14 チャンネル、最大 28 チャンネルと高速で、一日の VLBI 観測では約 2000~3000 Gbits という大容量のデータになる。そこで VLBI の記録装置には、高速、大容量という条件が要求される。なお、各局で記録された磁気テープは後で持ち寄り、同期再生をして相関をとらねばならない。

第1図にデータレコーダの外観を示す。また第2図に概略図を、第1表に主要諸元を示す。

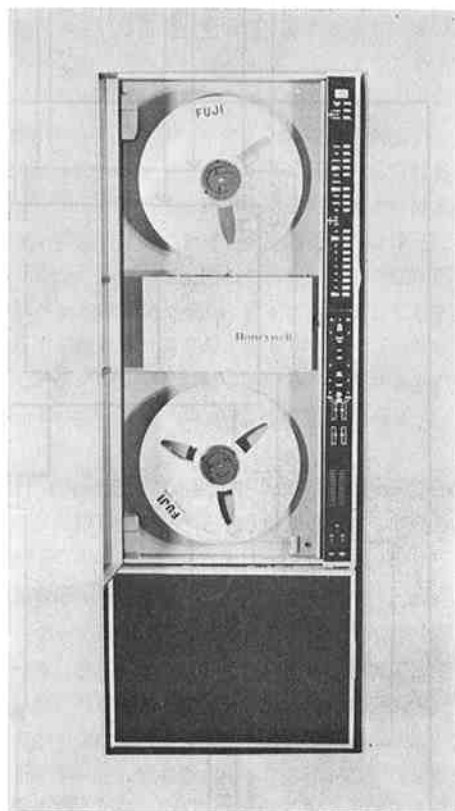
本データレコーダは、Mark III 型システム<sup>(1)</sup>と整合をとるため、同システムで使用している米国ハネウェル社製の M-96 ワイドバンドデータレコーダ<sup>(2)</sup>を改造して使っている。M-96 は汎用機で、いろいろな用途に使えるがそれだけ冗長になっており、信号系は Mark III 型システムに適合していない。また、28チャンネルのシステムでは二架にもなってしまう。そこで、筐体、駆動系、およびヘッドのみ M-96 のものを使い、記録、再生、制御のエレクトロニクス部は当所で開発した。

VLBI では自局で記録したテープを他局で、あるいは他局で記録したテープを自局で再生しなければならないので、この互換性は、データレコーダ製作上、充分は確保されなければならない。

### 2. 各部の機能

#### 2.1 駆動系

データレコーダは 3.6 MHz のリファレンス信号により、閉ループ駆動制御を行っている。このリファレンスは、内蔵水晶発振回路と外部入力とに切り換えられる。K-3 データレコーダでは、高安定な水素メーザの出力 10 MHz を外部入力として、これを 3.6 MHz に変換して、リファレンスに使用している。10 MHz から 3.6 MHz への変換には、5 kHz ステップの周波数シンセサイザを使っている。駆動速度を制御するため、コン



第1図 データレコーダの外観

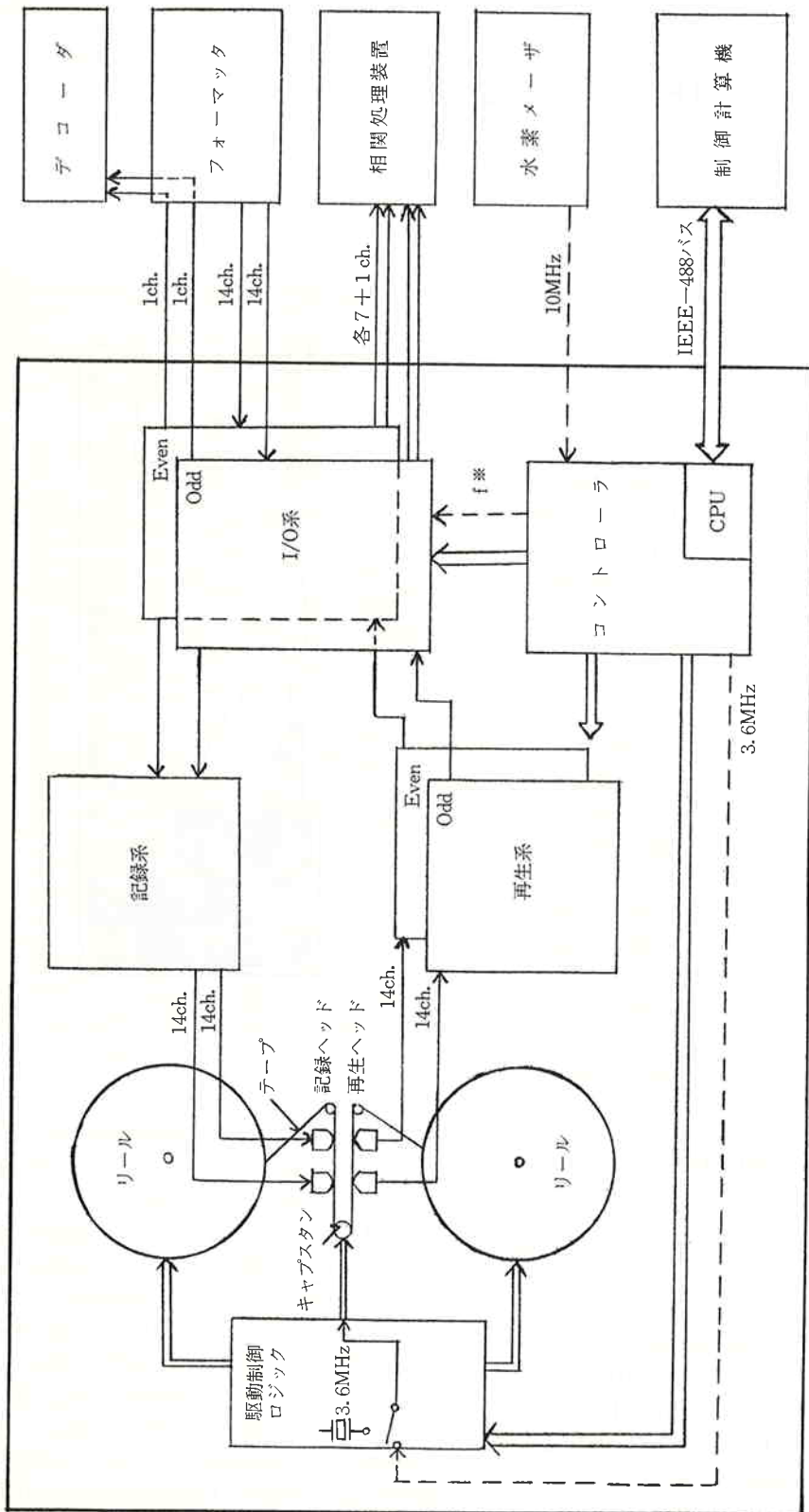
ローラでシンセサイザの周波数を設定できる。

テープの速度を制御するのに TACH モード、TAPE モードという二つのモードがある。

TACH モードでは、キャプスタンの回転数に比例した Tach パルス周波数をリファレンス (3.6 MHz の 8 分周出力 450 kHz) と比較する。記録はすべて TACH モードで行う。通常の 135 ips (135 inch per second = 3.43 m/秒) では TACH パルスの数は 450 kHz になる。このモードではキャプスタンの回転数は一定になるが、キャプスタンの径の狂い、テープのスリップや伸びなどがあるため、再生時のビット・レートの確度は  $10^{-4}$  程度である。これでは、1 観測期間 (100~300秒程度) 中に数十 kbits もずれてしまい、レコーダ同期制御(III

\* 鹿島支所 第三宇宙通信研究室

K-3 データレコーダ



\*  $f = 189, 94.5, \dots, 5.9\text{MHz}$   
 (データレートによって変わる)

- ← データ
- ←= 制御信号
- ←- リアレンス

第2図 データレコーダの概略図

第1表 データレコーダ諸元

項 目	規 格
記 録 密 度	33.3kbpi (1312bit/mm)
データ転送レート	最高 9M bps/チャンネル
チャネル数	28
記 録 容 量	97Gbits/巻
記 録 方 式	デジタル(無バイアス)
テープ・リール径	267~406mmφ (10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ~16インチ)
リール・ハブ径	76mm (3インチ) NAB 規格
テ ー プ 厚	18~38μm
テ ー プ 幅	25.4mm (1インチ)
テ ー プ 速 度	6.86, 3.43, 1.71, 0.86, 0.43, 0.21 m/秒 (270, 135, 67 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> , 33 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> , 16 <sup>7</sup> / <sub>8</sub> , 8 <sup>15</sup> / <sub>16</sub> ips)
早 送 り 速 度	約7.62m/秒 (300ips)
テ ー プ 加 速 度	約1.27m/秒 <sup>2</sup> (50ips/秒)
テ ー プ 駆 動 方 式	シングル・キャプスタン方式
テ ン シ ョ ン	真空コラム方式
フッテージ・ カウンタ	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> 桁 LED 表示
信号入出力型式	ECL コンプリメンタリ, NRZ-M
10MHz 原振入力	13dBm 正弦波
寸 法	560W×737D×1650H(mm)
重 量	約250kg
消 費 電 力	約1kW

-3参照)のような精密な制御には使えない。

TAPE モードでは、再生時に DBS (デジタル・ビット・シンクロナイザ; 2.4参照) で再生したクロック 4.5 MHz を 10 分周して、リファレンスの 450 kHz と比較し、キャプスタン速度を制御する。このモードでは再生ビット伝送レートの確度は非常に高く、10<sup>-8</sup>に達するので、同期制御に使える。但し安定なクロックを持った再生信号が存在しなければならず、またテープがすべ

ると次のようになる。

TAPE モード時には DBS で再生したクロックがリファレンスと一致するようにキャプスタンの回転を加減速する。もしテープがスリップを起こした場合、キャプスタンが回転するのにテープはそれほど走らず、再生されるクロックのレートも落ちる。するとテープ速度を上げるためキャプスタンを加速するが、さらにスリップするため再生クロックレートは目標値に達しない。そこで再び加速……という正フィードバックに陥ってしまい、キャプスタンの回転がどんどん上昇してしまう。そこでキャプスタンの回転がある一定値を越えたら、TAPE モードを解除して STOP するよう改造した。

このように、テープのスリップは極力抑えなければならない。テープのスリップは走行速度の大きいほど、テンションの低いほど、テープ表面の滑らかなほど起こり易い。しかし、テープに関しては表面の平滑性が悪いものではヘッドの摩耗が多く、ノイズも増加してしまう。

そこで早送り等の速度の上限を 300 ips (7.62m/秒) と抑え、テンションを制御している。真空コラム内の圧力も約 15 inch 水柱 (38 g) と、構準より高くしている。

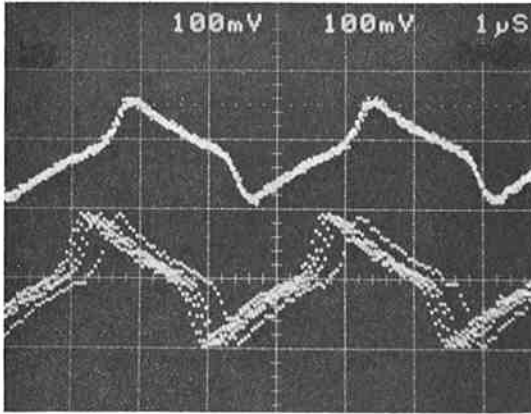
BOT (Begin of Tape) や EOT (End of Tape) の検出には、LOW テープという機構を採用している。テープが EOT に近づいたときは上 (供給側) のリールの回転数が高くなって、

$$\text{テープ速度} / (\text{リールのハブ直径} \times \pi)$$

に近づき、テープが BOT に近づいたときは逆に下 (巻きとり側) のリールの回転数が大きくなる。一方、テープ速度が一定ならばキャプスタンの回転数も一定なので、上のリールの回転数とキャプスタンの回転数の比がある値を超えたら、EOT と判定する。BOT も同様に判定できる。LOW テープを ON にすると、BOT や EOT で自動的に STOP 信号がでる。

マルチ・トラックのレコーダでは、各ヘッドの位置のバラつき (構造的なもの及びアジマス調整の精度による)、テープ走行の傾きや不安定性等の要因により、各トラック出力に時間的オフセットや変動を生じる。前者をスタティック・スキュー、後者をダイナミック・スキューと呼ぶ。

この両スキューを実測した結果を第3図に示す。これは 281.25 kHz の方形波を記録、別のデータレコーダで再生したもので、上の波形は第1トラックの、下の波形は第27トラックのもので、ダイナミック・スキューは約 0.5 μs であった。このため、同一ヘッド上で離れたトラックで再生された信号は数ビットもずれてしまうが、クロックの再生や関連処理は各チャンネル別々に行わ



第3図 スキューの様子 (281.25 kHz 方形波のプリアンプ出力, 上が第1トラック, 下が第27トラック) (横軸 1 μs/div, 縦軸 100 mV/div)

れるので, 特に不都合は起こらない。スキューによる再生損失後の出力  $e(\theta)$  は次式で示される<sup>(3)</sup>が, 第1トラックと第27トラックとで  $1.0 \mu\text{s}$  のスキューがアジマス角によって生じたとしても,  $\theta = 0.0085^\circ$  しかないので, ピーク値のロスはずか  $0.2\%$  である。

$$e(\theta) = \frac{1}{W_0} \int_{-W_0/2}^{W_0/2} \frac{dy}{1 + \left( \frac{x + 2 \cdot y \cdot \tan \theta}{W_{50}/2} \right)^2}$$

$x$ : テープ走行方向,  $y$ : テープ幅方向  
 $\theta$ : アジマス角度

$W_0$ : ヘッド幅 ;  $635 \mu\text{m}$

$W_{50}$ : 孤立再生波形の半値幅 ;  $2.5 \mu\text{m}$

## 2.2 記録系

データレコーダでは再生時に信号からクロックを抽出できるのでクロックは記録せず, 信号のみを記録する。記録するときには, TACH モードで走行させる。

記録系では, まずフォーマッタからの ECL コンプリメンタリ信号を TTL に変換する。次にデジタル・ヘッド・ドライバに入って増幅され, ハイレベルとローレベルとで, 互いに逆方向に記録ヘッドのコイルに電流を流す。この際, 通常アナログ記録で用いられる AC バイアスは用いない。

ヘッドは, フェライト製である。VLBI の記録では, 帯域が  $250 \text{ kHz} \sim 2.25 \text{ MHz}$  でメタル・テープは使わないのでフェライトが使用でき, 次のような特徴が有用である<sup>(4)</sup>。

- 1) ヴィッカーズ硬度が  $500 \sim 700$  であり, 摩耗しにくい。M-96 ヘッドの標準的な寿命は約 3000 時間である。
- 2) 電気抵抗  $\rho$  が大きく, 渦電流損 ( $f^2/\rho$  に比例) が小さい。M-96 では,  $\rho = 2.2 \Omega \cdot \text{m}$  である。

- 3) 表皮効果が小さい。スキン・デプス  $\delta$  は, 直流の初期透磁率を  $\mu_i$  とすると, 下のようにヘッドの大きさに比べ, 充分大きくなる。

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\pi f \mu_i}}$$

$f = 2.25 \text{ MHz}$ ,  $\mu_i = 2000$  では,  $\delta \approx 11 \text{ mm}$  となる。

- 4) 高周波における実効透磁率  $\bar{\mu}$  の低下も小さい。  
( $r$  は, ヘッドのコア半径)

$$\bar{\mu} = \frac{\delta}{r} \left( 2 - \frac{\delta}{r} \right) \mu_i$$

但し本レコーダのように  $\delta \geq r$  では,

$$\delta/r = 1 \text{ とおき, } \bar{\mu} = \mu_i \text{ である。}$$

一方, 短所は

- 1) センダスト等と比べると, 飽和磁束密度が小さい。

しかしメタル・テープ等は使用しないので, 問題はない。

- 2) 特有の摺動雑音が, 特に走行速度が大きいと発生する。

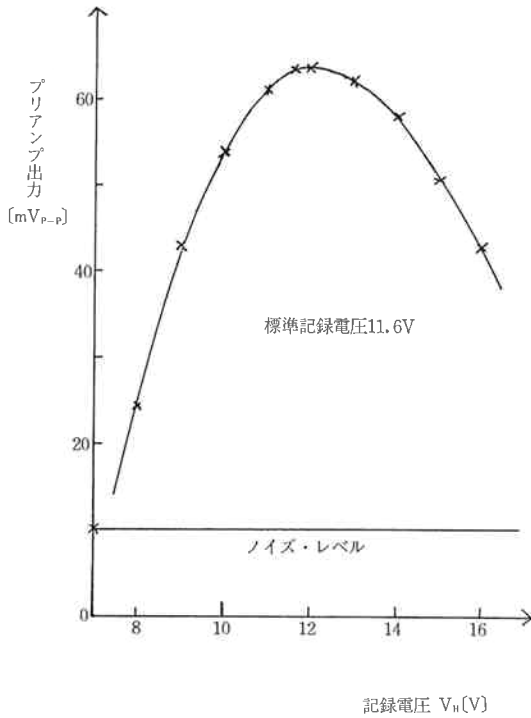
しかし, これもテープの平滑性の改良や帯域周波数の高さのため, めだたない。

なお, ヘッド上のトラック配置は奇数 14, 偶数 14, 計 28 トラックをスタガ構成にしたもので, EIA 規格に準じている。

使用テープは, 現在では  $H_c \approx 650 \sim 700 \text{ Oe}$  ( $51.7 \sim 55.7 \text{ kA/m}$ ) というビデオテープ相当の高保磁力のものであるが, Mark III では 3 ~ 4 年前までは  $H_c \approx 310 \text{ Oe}$  という低保磁力 ( $24.7 \text{ kA/m}$ ) の計測用磁気テープを使用していた。この両者では最適な記録電流も異なり前者で  $60 \text{ mA}$ , 後者で  $35 \text{ mA}$  程度である。そこで両タイプの磁気テープに対応できるようにするため, スイッチとボリュームで記録電圧  $V_h$  を変えて記録電流を変えられるようになっている。記録電圧と再生出力との関係を第 4 図に示す。標準的な記録電圧は  $11.6 \text{ V}$  である。なお, 記録電圧とエラー・レートとの関係は 2.3 再生系で述べる。

K-3 データレコーダはダビング機能も備えている。

レコーダに入ってきた信号は, I/O 部で共通クロックによってリクロックされるため, ただ単に再生出力を入力するだけではチャンネル毎に異なったスキューのかかった信号に共通のクロックをすることになり, ダビングができない。そこで, 出力を直接ヘッド・ドライバに入力するようにした。ダビングと通常の記録とは, 背面のスイッチで切り替えることができる。

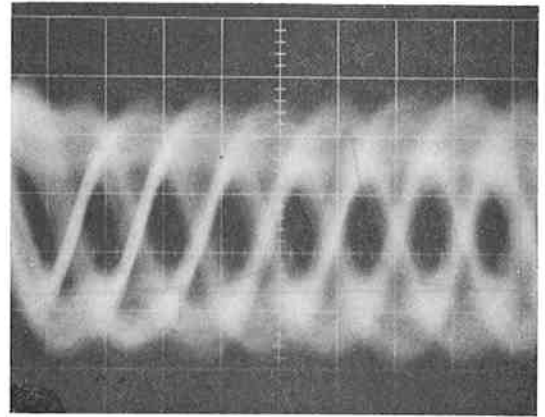


第4図 記録電圧対再生出力(プリアンプ出力)第3, 4, 15, 16トラックでの平均を示す (記録電圧11.6 V, 再生速度 135 ips が標準)

2.3 再生系

第5図に再生系のブロック図を示す。再生系は次に述べるI/O系と同様に奇・偶2部に別れている。リード・アフター・ライト系は記録時のモニタ, 同期再生, 及びレコーダの保守やチェックの際に用いられている。なお, ランダム信号を再生したときのイコライザ出力(アイ・パターン)を第6図に示す。

再生ヘッドの出力は, 再生ヘッド・アセンブリに付いているヘッドアンプで増幅されてから, 再生回路に入る。初段のプリアンプで増幅された後, 通常のリード・

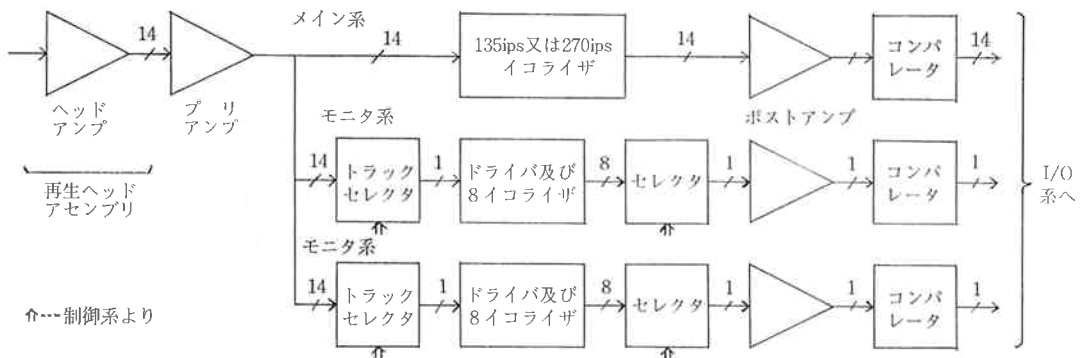


第6図 ランダム信号を再生したときのイコライザ出力(アイ・パターン)

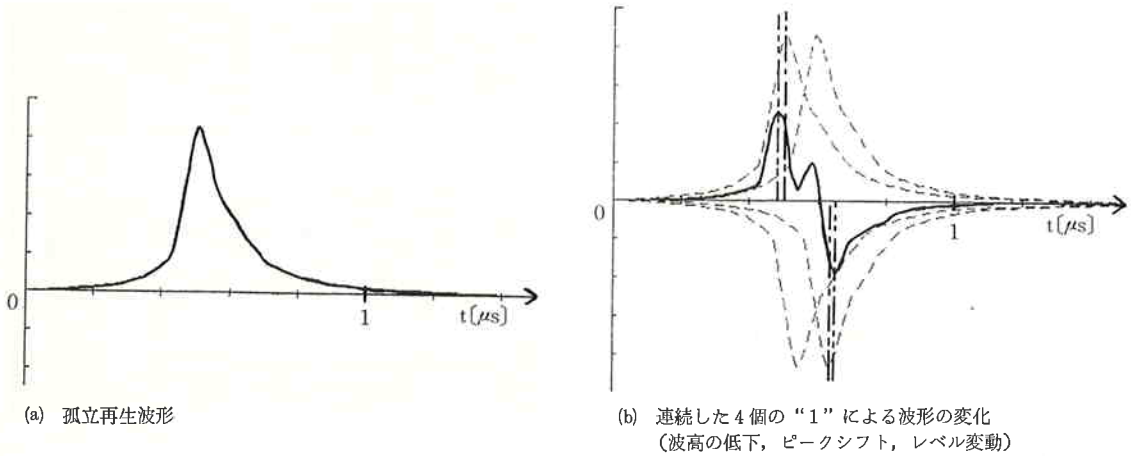
アフター・ライト系 14 チャンネルの中からモニタ系 2 チャンネルが選択・増幅される。その後, メイン系, モニタ系とも, イコライザで等化され, ポスト・アンプを通り, 最後にコンパレータでクリップされ, NRZM 型式のデジタル信号に変換される。(第9図(1)参照)

通常の相関処理は 135 ips (3.43 m/秒) で行われるので, メイン系のイコライザはすべて 135 ips 用である。このイコライザは非常に単純な回路構成で調整箇所がない。また 24 ピンの IC ソケットに 2 個実装されていて, 取り替えも容易である。270 ips 用のイコライザも用意されていて, 倍速での再生処理も可能である。一方, リード・アフター・ライト系では 8 種のイコライザが切り替えられるようになっている。これは 270, 135, 67½, 33%, 16%, 8½ ips 用, 及び可変と予備である。

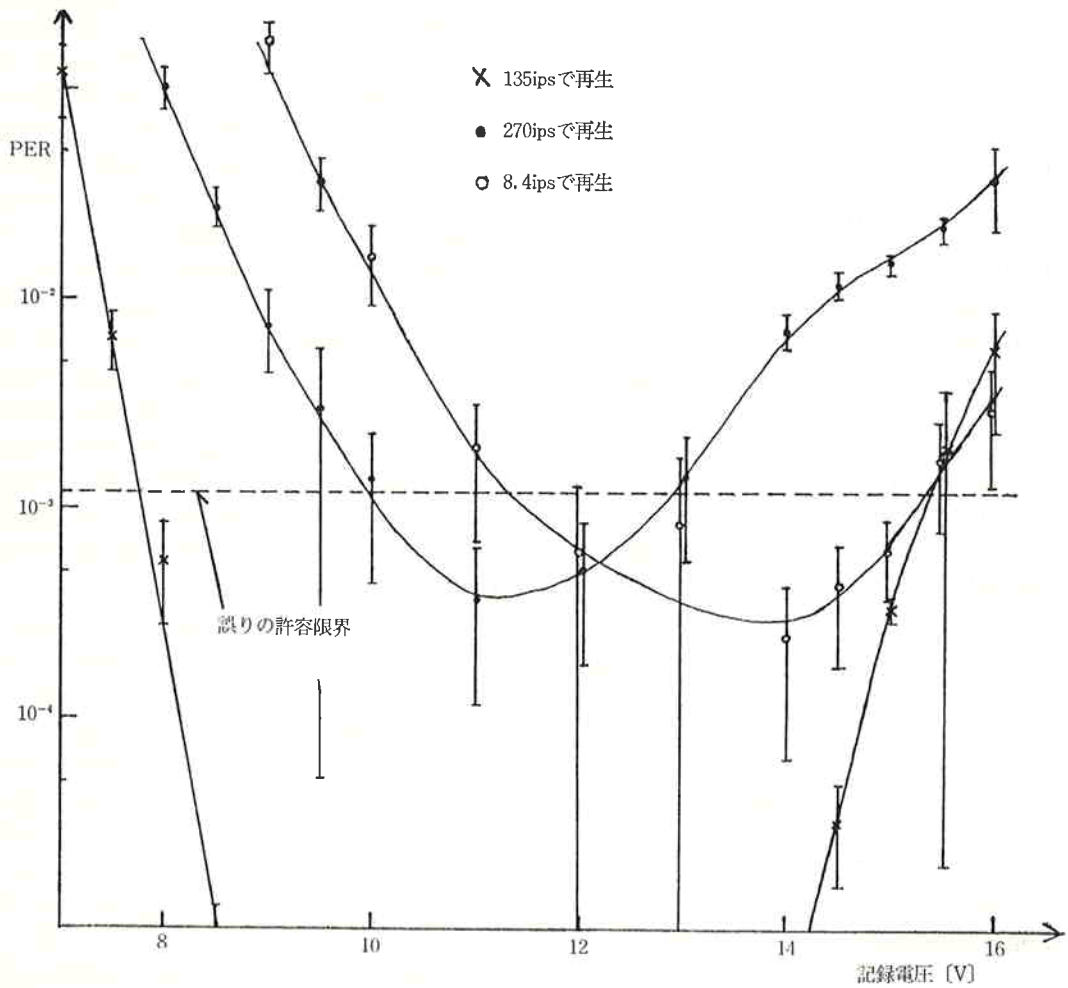
データレコーダで発生するエラーの原因には, 波形干渉やレベル変動等によるもの, テープのキズやごみの付着によるもの等がある。前者は特定のビット・パターンで誤りが生じやすくなるが散発的でバースト状の発生はなく, 後者はビット・パターンに拘わらず, かつバースト状に発生することが多い。



第5図 再生系のブロック図

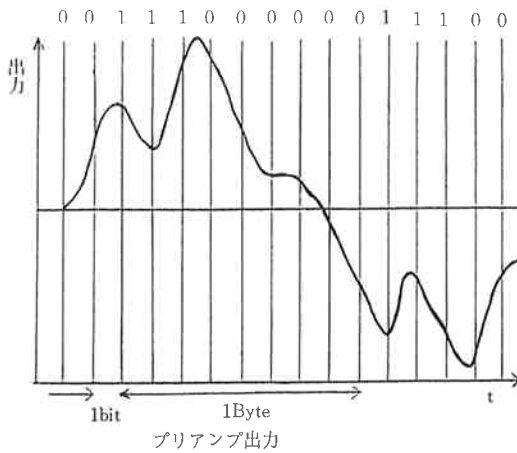


第7図 波形干渉の例 (135 ips)



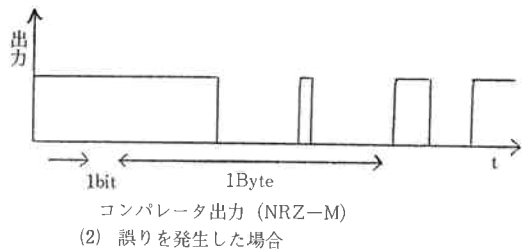
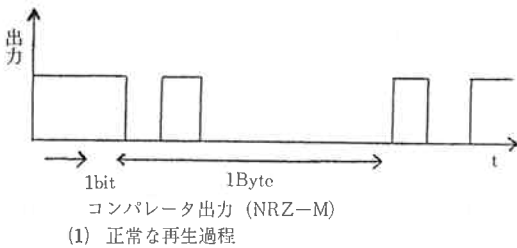
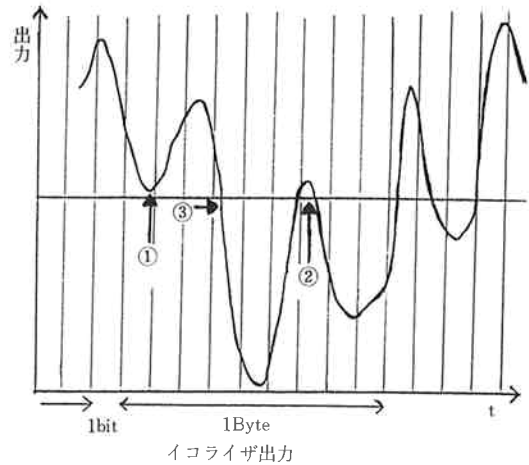
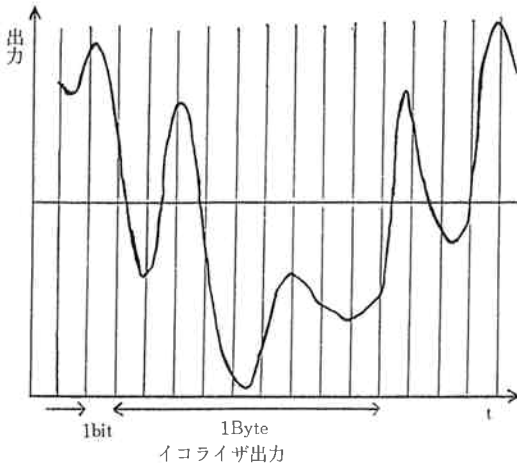
第8図 記録電圧対パリティ・エラー・レート

もとのビット・パターン



ビット誤りの要因 (下線部が誤り)

- ① 1が0に化ける。
    - (a) 0 0 0 : 0 1 0 0 0 0 0 0 0 : 0 1
    - (b) 0 0 0 0 1 0 0 0 0 : 0 0 0 0 1
  - ② 0が1に化ける。
    - (a) 0 0 1 1 1 0 0 1 : 1 0 0 1 1 1 0
    - (b) 0 0 1 1 1 0 0 1 1 : 0 0 1 1 1 0
  - ③ ビットの移動
    - (a) 0 0 1 1 0 : 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0
    - (b) 0 0 1 1 0 1 0 0 0 : 0 0 1 1 1 0
- (a) は誤りが二つのバイトにまたがる場合,  
 (b) は同一バイト内で誤りが生じた場合。



第9図 散発的なビット・エラーの影響

第7図に波形干渉の例を示す。(a)は孤立再生波形である。これの重ね合わせにより、(b)のように波高の低下、ピーク・シフト、レベル変動が生じてしまう。

VLBI用のデータレコーダでは、どの程度のエラー・レートまで許容されるであろうか。フレーム同期(32ビット+パリティ4ビット)がとれて、かつ時刻のデータ(52ビット)に誤りのないものを“良い”データと定義し、これが全データの90%を占めることを目標とする。許容されるBER(Bit Error Rate)をEとすれば、

$$(1-E)^{88} > 0.9$$

これを計算すると、

$$E < 1.197 \times 10^{-3}$$

となり、一般の磁気テープの場合に比べ、条件の緩いことがわかる。

第8図に記録電圧とPER(Parity Error Rate)との関係を示す。但しPERはパリティ・チェックで誤りの検出された割合である。後述するように散発的なエラーではBERとPERの値は等しくなるので、許容される

Eの値を図中に破線で示した。標準記録電圧は11.6Vなので、通常の再生速度135 ipsではEの基準は問題なく満足している。なお、同図には倍速270 ips及び最低速8.4 ipsでのPERも示した。倍速再生は十分できるが、8.4 ipsという低速での再生はヘッドの誘起電圧が小さくなるので、記録電圧を上げた方がよいことがわかる。

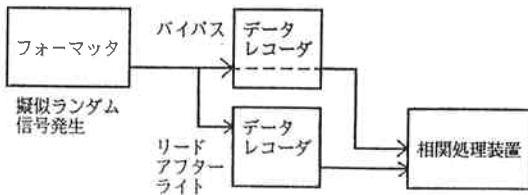
ここで、散発的なエラーが発生したときの影響について、第9図のように001110000というビット・パターン(パリティを含め、1バイト=9ビット)を例にとって、考える。(1)が正常な再生過程で、(2)が誤りが発生した場合である。

① 再生過程で0クロスをするべき山がしなかった場合。この場合、(a)のように二つのバイトにまたがるときは両方のバイトでパリティ・エラーが検出される。(b)のように一つのバイト内にあるときはパリティ・エラーは検出されない。

② ①とは逆に、無関係な山が0クロスをしてしまうもの。(a)、(b)の区別は①と同じである。

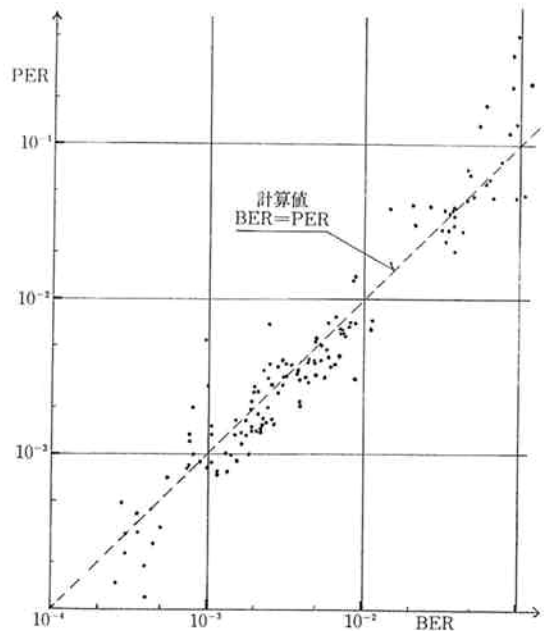
③ 0クロスが1ビットずれてしまうもの。これも、(a)のように隣接したバイトにずれこむときは両バイトでパリティ・エラーが検出されるが、(b)のように一つのバイト内でずれるときは、パリティ・エラーは検出できない。

しかも、ビット・パターンによって上記①~③の発生する確率は異なるので、簡単に各原因を分離することはできない。そこで、擬似ランダム・パターンCRC12(周期2047ビット)を記録したときの、BER対PERの関係を調べた。PERは相関処理装置で測定できるが、BERは簡単にはわからない。そこで、第10図に示すように、信号を二分岐し、片方はバイパス(2.4.1参照)、もう片方はリード・アフター・ライトとする。前者は事実上誤りがなく、後者は記録電流の調整により、適当な誤りを持つ信号にすることができる。両者の相関をと



第10図 BER 対 PER の測定システム

て、一致しない分が、ビット・エラーの実数となり、BERがわかる。この結果を第11図に示す。なお、図中のBER=PERの破線は計算値である。これは、第9図①②③いずれの場合も、パリティ・エラーの検出される確率は1/9で、2ビットのエラーが2バイトのエラーに



(擬似ランダム・パターンCRC12を使用)

第11図 BER と PER との関係

なる。一方、1バイトは9ビットなので、結局BERとPERとの値が等しくなるからである。

2.4 制御系及びI/O系

データレコーダはマニュアルでもリモートでも制御できるが、リモート制御の場合は他のK-3型機器と同様、すべてIEEE-488インターフェイスバスを通してホスト計算機から行われる。ホストから来たコマンド等を解読して制御を行ったり必要な答えを返したりするのが制御系である。

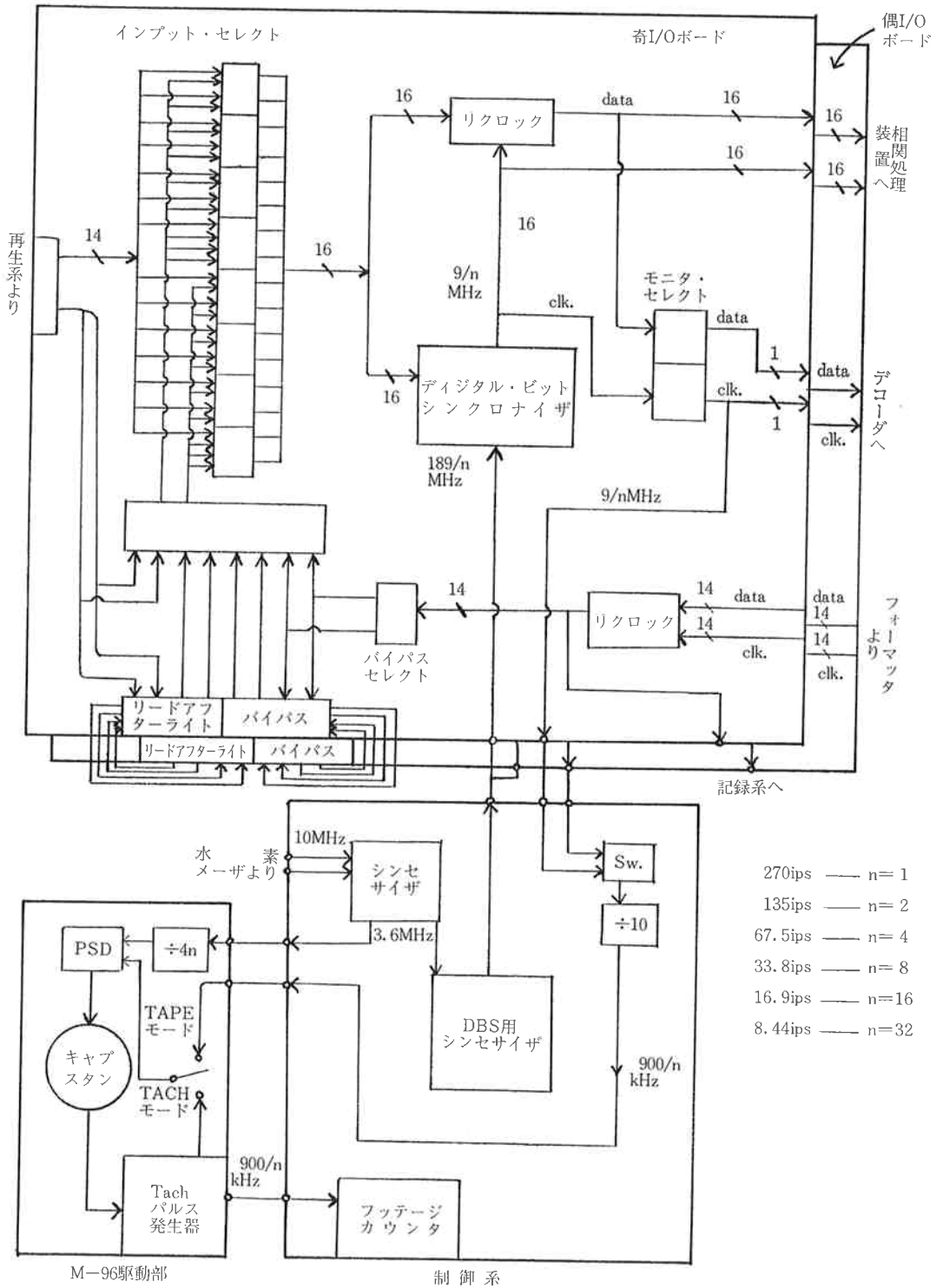
また、I/O系では再生信号からのクロックの抽出、モニタ・チャンネルの選択、ライン・スペクトル観測モードへの切り替えを行う。

2.4.1 I/O系

第12図にI/O系及びリファレンス系の概略を示す。I/O系も、再生系と同じように奇・偶2部に分かれている。

再生系の出力信号は既にデジタルになっているが、クロックを持っていない。そこでデジタル・ビット・シンクロナイザ(DBSと略す)でクロックを抽出する。通常はDBS用発振器の出力94.5MHzを分周した4.5MHzのクロックをフリーランさせておく。このクロックはフリーラン状態ではH(ハイ)、L(ロー)の期間が10:11になっている。そこで入ってきた信号のH→LまたはL→Hのレベル変化をまず検出する。このレベル変化がクロックのL状態に起きたものであればクロックを1/21だけ縮め、逆にH状態に起きたものであれば





第12図 I/O系及びリファレンス系

クロックを1/21だけ延ばす。これを繰り返すことにより、再生信号のレートが一定ならば最悪でも10回のレベル変化を検出すれば再生信号に同期したクロックが得られることになる。また、入力信号のレートが±1/21(4.76%)だけ変化しても追従できる。なお欠点は“0”信号が長く続いてレベル変化が存在しない場合であるが、K-3フォーマットでは8bitsに対して1bitの奇パリティが付いているので、最悪でも9bits(通常2μs)に一回の割合でレベル変化が検出されることになる。DBSは各チャンネル独立で、これで抽出されたクロックで信号をリクロックしてやることにより、ジッタの少ない再生信号がチャンネル毎に得られる。

DBS用発振器では通常94.5MHz、倍速時には189MHzを発振して、これを分周してDBSのクロックに使っている。このように非常に高速のデジタル信号を扱うので、I/O系にはECL素子を使っている。周波数の可変範囲は3.6MHzのシンセサイザよりもDBS用発振器のPLLの素子によって制限され、各レンジ(189, 94.5, …… , 5.9MHz)で-5%~+7%程度であり、同期制御には十分である。

次にモニタ系について記す。

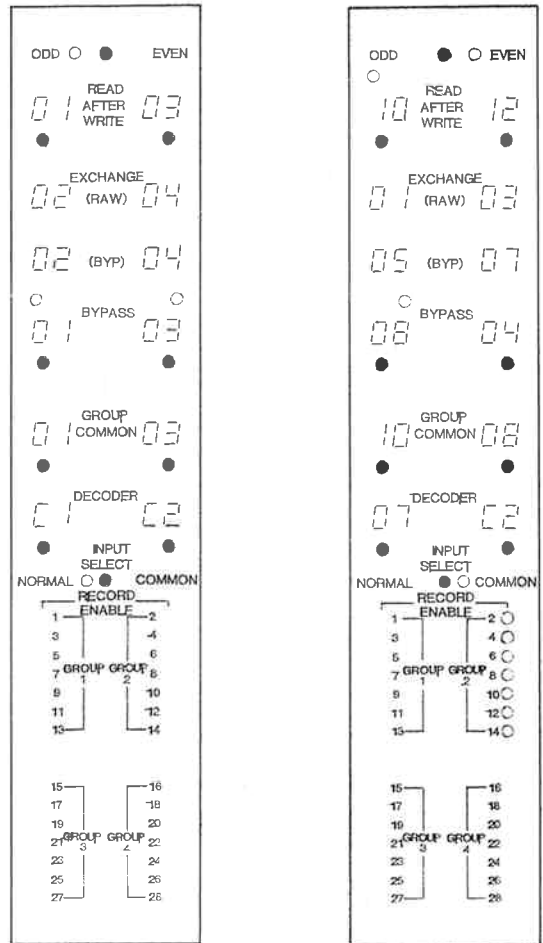
モニタ・チャンネルには、リード・アフター・ライトとバイパスがある。第2図からわかるように、テープがフォワード方向に走りながら記録しているときは記録ヘッドの後に再生ヘッドがあるので、記録しながらその情報を再生ヘッドで読み出すことができる。リバース方向に走りながら記録しているときは記録ヘッドと再生ヘッドの位置関係により、再生することはできない。

バイパスは、フォーマッタからの入力をそのままモニタ系に出力するものである。これも奇数・偶数14チャンネルの中から各2チャンネル選択できる。実際にテープを走行させず、従ってヘッド、テープや再生回路等の影響を受けずにフォーマッタからの信号のモニタができる。

モニタ・チャンネルは、奇数チャンネル群からはリード・アフター・ライト2チャンネル(RW1, RW3)とバイパス2チャンネル(BP1, BP3)、偶数チャンネル群からも同様に各2チャンネルずつ(RW2, RW4, BP2, BP4)で、計8チャンネルある。相関処理装置はメイン7ユニット+予備1ユニットの8ユニットが1つの単位(クレートという)で構成されており、モニタ・チャンネル8個から1個を選んで予備ユニットに入れる。これによって、再生処理中に相関処理装置が1ユニットダウンしても、予備ユニットを使用することによって処理がうまくいく。(II-7 相関処理装置参照)デコーダでモニタできるのは2チャンネルだが、これは上記の8個のうちから任意の2個を選択する。

インプット・セレクトは通常の観測ではNOR(ノーマル)で使用する。これは、第1トラックで再生した信号は第1チャンネルに、……第nトラックで再生した信号は第nチャンネルに出力する。しかし、ライン・スペクトル観測のときにはCOM(コモン)にする。これにより、モニタ系で選択した信号を8分配し、相関処理装置のクレートに入る信号を全部同じにすることができる。コモン・モードは相関処理装置のユニットの検査や相関時の時刻オフセットのサーチにも有効である。

以上のチャンネルの選択はローカルでもリモートでも行える。第13図(a), (b)にディスプレイ・パネルを示す。上部の切り替えスイッチにより、奇I/O部トラックの表示(a)と偶I/O部の表示(b)とが入れ替わって表示される。なお(a)は電源投入時の初期状態、(b)は各種のセレクトを設定したときの表示である。



● 押しボタンスイッチ

○ LED

- (a) 奇 I/O 部の表示……初期状態
- (b) 偶 I/O 部の表示……各種セレクト設定時

第13図 ディスプレイ・パネル

2.4.2 制御系

次に制御系の概要を述べる。

コントローラは8ビットのマイクロ・プロセッサ Z80 Aを使っている(クロック=4 MHz)。プログラムは2716型 ROM 9個(うち1個は IEEE-488 インターフェイス制御専用)に書かれている。コントローラでは、以下に述べる制御を行う。

1) M-96 トランスポートの駆動……すなわち、フォワード走行、リバース走行、ストップ、シャトル動作等である。

2) TPS 及び TRP の実行……このコマンドは M-96 にはなく、K-3 独自のもので、共にフッター・カウンタに関連したコマンドである。

TPS コマンドは目標となるフッター・カウンタのところまでテープを走行させ、止まって SRQ を発信するものである。270 ips で目標値に向かって走り、0.1 フィート以内の誤差で停止する。レコーダごとに機械的性能は違うので、プログラム中の定数を変えている。コマンドの例は、

$$TPS=2500$$

のようにする。但しフッターの値は正しかとれない。

TRP コマンドは目標の場所で SRQ を発するコマンドである。目標値の設定は二つのやり方がある。一つは現在の値からどれだけ前か(あるいは後ろか)を指定する。

$$TRP=R-3000$$

は、現在から 3000 フィート巻き戻して SRQ を出す。R は relative の頭文字である。もう一つはカウンタの絶対値を指定するもので、

$$TRP=A+0100$$

は、フッター・カウンタが 0100 になるまで走行し、そこで SRQ を出す。A は absolute の頭文字である。

この二つの新コマンドはリモートでしか使えないが、同期再生制御やレコーダ、テープのチェック時に便利である。

3) I/O 系の各選択スイッチの制御……リード・アフター・ライト、バイパス、モニタ等である。ローカル時にはパネル面上のスイッチを検出して、内部スイッチを切り替える。

4) ヘッド・ドライバのイネーブル/ディセーブル…

MSB

…記録するトラックを個別またはグループごとに指定する。

5) 内部クロックやシンセサイザの設定……ローカル時に、テープスピードを押しボタンで設定すると、それに応じて内部クロックやモニタ系のイコライザも自動的に切り替わる。

6) フッター・カウンタ値の読み取り……Tach パルスの値から計算したもので、0.01 フィート単位で読み取れる。表面パネルどおり正の値しか示さないモードと、±の値を示すモードとがある。

7) SRQ の発信……異常事態その他の場合に SRQ (Service Request, II-12 参照) を発信して、ホスト計算機に割り込みをかける。

2.4.3 SRQ

SRQ が発信されると、その内容を示す SRQ ステータス・バイトがセットされる。ステータス・バイトを第 14 図に示す。また、以下に SRQ を発する要因とそのときのステータス・バイトの内容を挙げる。なお、第 6 ビットは SRQ が発信されたことを示すビットである。

1) TRP コマンドにより、目的値に到達した。(第 6 ビットのみ ON)

2) TPS 終了……TPS コマンドにより、目標値に達して停止した。(第 0, 6 ビットが ON)

3) LOW テープ……TRP コマンドを出したら、LOW テープのところでテープが停止してしまった。(第 1, 6 ビットが ON)

4) キャプスタン・ストップ……STOP コマンドによってキャプスタンが停止した。(第 2, 6 ビットが ON)

5) アラーム……真空コラムのふたが開いていたり、バキューム・ポンプが故障していたりして、テープに規定のテンションがかからない。あるいは DBS 用発振器がロックしていない。(第 4, 6 ビットが ON)

6) プロトコル・エラー……コマンドの形式が間違っている。(第 5, 6 ビットが ON)

第 3 ビットはデータレコーダでは使っていない。また、第 7 ビット (MSB) は常に 0 である。

3. 今後の課題

VLBI 記録装置に対する最大の課題は、高密度化と小型化の二点である。データ取得時に人手を要するのは、

LSB

常に 0	SRQ 発信	プロトコル ・エラー	アラーム	X (未使用)	キャプスタン ・ストップ	TRP 時の LOW テープ	TPS 終了
------	--------	---------------	------	------------	-----------------	-------------------	--------

第 7 ビット      6                      5                      4                      3                      2                      1                      0

第 14 図 SRQ ステータス・バイトの内容

第2表 各種記録装置の性能比較

項目 \ 装置名	現用 K-3/Mk III 磁気テープ装置	① オープン 磁気テープ装置	② VTR 磁気テープ装置	③ 光ディスク装置
媒体	1インチ×9200フィート	1インチ×7200フィート	1/2インチ×830フィート	350mmφ
ヘッド	固定	ヘリカルスキャン	ヘリカルスキャン	半導体レーザー
同時記録チャンネル数 (4Mbps)	28	28	21	5
記録密度 (Mbit/inch <sup>2</sup> )	0.93	7.07	36.6	
テープ走行速度 (cm/sec)	343	48.8	13.3	
記録時間/巻 (14チャンネル時)	27分	140分	45分	19分
記録容量/巻	99 Gbits	585 Gbits	172 Gbits	64 Gbits
装置重量	250kg	70kg		
媒体重量	6kg	4.7kg	300g	

今やテープの交換だけであるが、通常は約一時間ごとに一回交換しなければならない。もし記録密度が一桁上がれば、半日に一度の交換となり、ほぼ完全な自動化が達成される。Mark III型データレコーダが発表されてから既に5年以上もたち、この間に VTR 技術等から、磁気テープ、薄膜ヘッド、テープ駆動などに対してさまざまなインパクトがあった。

第2表に、現在我々が検討している記録装置の性能をまとめた<sup>(5)</sup>。

①の1インチ幅オープンテープを用いたものは、既に発表されている<sup>(6)</sup>。現在使用中の14インチ・リールが使えるよう改造すれば、一巻あたり現在の7倍の記録ができる。これを VLBI で使えるよう、現在電波研究所で試作中である。

②は家庭用の1/2インチのビデオ・カセット・テープ・レコーダを改造したもの<sup>(7)</sup>でまだ開発中である。一巻あたりの容量は1.7倍程度だが、装置・テープとも大幅な小型化が期待できる。

他に磁気記録では、垂直磁気記録が話題になっているが、マルチトラック記録・再生<sup>(8)(9)</sup>等に問題があり、すぐには応用できないであろう。

さらに③に示すように、光ディスクの開発が急速に進んでいる<sup>(10)</sup>ので、今後の動向が見逃せない。

最後に、本装置を製作して頂いた株式会社山武商会の国元氏及び明星電気株式会社の山口氏、また資料を提供して頂いたヘイスタック観測所の Dr. H. F. Hinte-

regger に感謝致します。

#### 参考文献

- (1) A. E. E. Rogers, H. F. Hinteregger, et. al., Mark III VLBI System Documentation Vol. 1 Jan. 1982.
- (2) Honeywell Model 96 Technical Manual.
- (3) 足達満則, 田中邦磨, 古川輝雄; 「デジタル磁気記録におけるアジマス損失の一考察」, 昭59信学総全大 1-228, 1984年.
- (4) 松本光功; 「磁気ヘッドと磁気記録」, 総合電子出版社, 1983年.
- (5) 杉本裕二, 川口則幸; 「VLBI 観測の現状と展望」, 「宇宙技術を利用した地球回転運動の研究」に関するシンポジウム集録, pp. 258-267, 1984年2月.
- (6) ソニー高速デジタルデータレコーダ VDR-2000 概略説明書, ソニー株式会社, 1984年1月.
- (7) 三田誠一, 平野裕弘, 泉田守司, 鴻上明彦; 「1/2インチテープを使用したデジタル VTR の検討」, 信学技報 MR 83-9, 1982年.
- (8) 高橋健, 佐々木清志, 金井謙二, 小林深; 「垂直磁気記録の一再生方式」, 信学技報 MR 82-24, 1982年.
- (9) 佐々木清志, 養田広, 高橋健; 「マルチトラック薄膜垂直記録ヘッド」, 昭59信学総全大 1-190, 1984年.
- (10) 「コード情報の記録が可能になった大容量光ディスク・ファイル装置」, 日経エレクトロニクス 1982年11月21日.