

## 横挿入型ロジックタイプカセットデッキ “DK-70”

### Side Loading Microprocessor-Controlled Cassette Deck “DK-70”

藤 江 龍 一<sup>(1)</sup>    藤 本 桂 輔<sup>(2)</sup>    増 岡    淳<sup>(3)</sup>  
Ryuichi Fujie    Keisuke Fujimoto    Jun Masuoka

#### 要            旨

近年、自動車における信頼性（寿命）は、飛躍的に向上して来っており、エンジン等のキーパーツにおいては1、2年の使用では、故障を起こさない事が、常識となっている。このような状況は、カーオーディオ製品、特にメカニズムの中核となるカセットデッキについても、例外ではなく、当課ではこのようなニーズに対応すべく、新技術を導入し、新デッキを開発した。

本稿では、この新デッキ “DK-70” の概要について紹介する。

The reliability of automobiles has been improved over the years, and components such as engines perform well for at least one or two years before major problems develop. Car audio products, especially cassette decks, have followed this trend. To meet these new standards of performance, FUJITSU TEN has developed a cassette deck using the latest technology.

This paper introduces the DK-70, a new cassette deck developed by FUJITSU TEN.

---

(1), (3) 精密技術部

(2) 第二オーディオ本部技術部

## 1. はじめに

近年、自動車業界においては、新車時の車検の1年延長（2年→3年）に見られる様に信頼性面（特に寿命）での向上が著しく、当社を始めとするカーオーディオメーカーもこれに対応して行くことが急務となって来ている。

ところが、オーディオ製品の中であって、その中枢となるカセットデッキ（以下デッキと略称）においては寿命に関して、下記の様な項目が、ネックとなっている。

- ① スリップ機構の経時変化
  - a) プレイトルク低下によるテープ巻込み
  - b) スリップ面の焼付きによるワウ・フラッタ不良
- ② 電気部品（モータ、プランジャ、スイッチ類）の故障によるテープ巻込み等の誤動作
- ③ ベルト切れによる動作不良
- ④ 軸受の摩耗、焼付きによる動作不良

これらの項目を克服することにより、飛躍的な寿命の延長が、可能となって来る。

新デッキ“DK-70”はこの様な背景のもとで、1985年から開発に着手した高信頼性の横挿入型ロジックデッキである。

## 2. 開発のねらい

本機は、車載用オーディオ製品として要求される以下の項目をねらいとして開発を進めた。

- ① 信頼性向上
- ② 操作性向上（フェザータッチ、ソフトローディング）
- ③ 最大性能の確保
- ④ メカニカルノイズの低減
- ⑤ 製品設計自由度の向上（小型、軽量、シンメトリカル）

特に本機は、製品設計自由度の向上ということで、シンメトリカル設計のために、横挿入型ローディング機構を採用した。

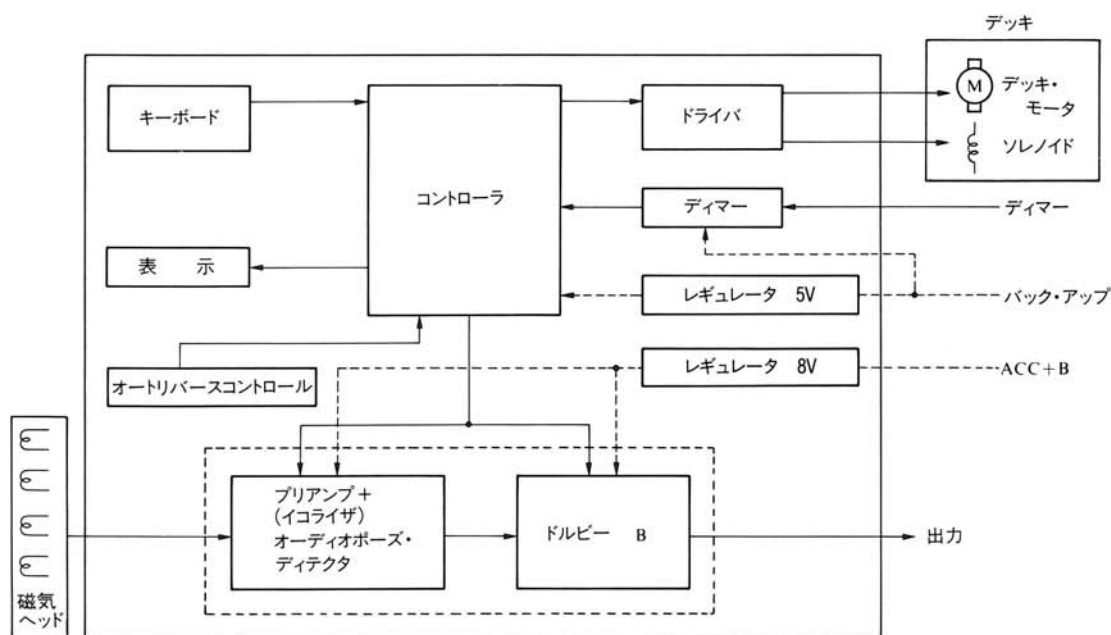


図-1 システムブロック図

Fig. 1 DK-70 system.

表-1 主 要 機 能

| 機 能 | 動 作 内 容                                                                                                                                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 基 本 | FF<br>REW<br>PROGRAM/<br>PLAY<br><br>EJECT<br>PLAY方向に対して早送り<br>PLAY方向に対して巻戻し<br>PALY中は<br>PALY方向の切替<br>(FOWARD $\leftrightarrow$ REVERSE)<br>FF/REW中は<br>FF/REWを解除し、元の<br>PLAY方向に復帰<br>全てのモードからEJECT |
| 選 曲 | APS<br>プレー中の曲に対し前後1曲<br>の飛越し選曲                                                                                                                                                                       |
| 保 護 | たるみ防止<br>フェール<br>セーフ<br>ウォッチ<br>ドッグ<br>テープのたるみをローディング<br>時除去<br>電気部品（モータ、プランジ<br>ャ、SW類）の異常を検知し<br>て、カセットをEJECT又は<br>STAND-BY状態にする<br>マイコンのラッチアップ等異<br>常を検知してマイコンを初期<br>化する                           |
| その他 | パワー<br>EJECT<br>終端検知<br>ディマー<br>キー・オフ・<br>スタンバイ<br>シリアル通信<br>キャプスタンモータとギヤに<br>よるカセットの排出<br>テープ終端を検知し、走行方<br>向を切換える<br>インジケータの輝度を可変<br>ACC OFF時ピンチローラ解<br>除<br>自動測定、遠隔操作対応                            |

### 3. デッキシステムの概要

当デッキのデッキシステムは、デッキメカ部、制御部、オーディオ部の3つに大別される。デッキメカ部に於いては、本機の特徴でもある

ユニークなカセットホールディング式および横型吸い込み方式等新規機構を採用している。制御部では、コントローラに4ビット1チップマイコンを使用した。特にデッキに搭載されている電気部品の故障は、テープ巻き込み等致命的な問題に発展するため、マイコンにフェールセーフ機能を持たせた。またその他の特徴として、自動測定のためのシリアル通信機能追加およびマイコン管理のためのウォッチドッグIC搭載等が挙げられる。

オーディオ部では、コンター効果の少ない溝切りヘッド採用およびイコライザ部をデッキ横に搭載することによるモータノイズの影響の低減等音質向上を追求した。

図-1に本システムブロック図を、表-1に主要機能を示す。

#### 3.1 デッキメカ部の構成

デッキメカ部は、カセット挿排を行うローディング機構と、テープの走行を行うテープ走行機構に大別される。その主要構成部品を表-2に示す。また主要諸元について表-3に、外観図を図-2に示す。

#### 3.2 制御部の構成

制御部は、4ビットマイコンMB8851を中心に、モータ、ソレノイド、インジケータの各ドライバとキーマトリクスおよび各種センサなどで構成されている。付加機能として、前述の様に、フェールセーフ機能、ウォッチドッグIC、シリアル通

表-2 デッキメカ部主要構成部品

| 機 構             | 主 要 構 成 部 品                                           |                                         |                                             |
|-----------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
|                 | 駆 動 源                                                 | 制 御 用 セ ン サ                             | そ の 他                                       |
| ロ ー デ ィ ン グ 機 構 | キャプスタンモータ(兼用)<br>CH切換ソレノイド(兼用)                        | 挿入開始・排出完了スイッチ<br>・挿入完了スイッチ<br>・ヘッド台スイッチ | 減速ギヤ等<br>レバー類                               |
| テ ー プ 走 行 機 構   | キャプスタンモータ<br>ヘッド前進・後退ソレノイド<br>ヘッド保持ソレノイド<br>CH切換ソレノイド | 磁気ヘッド<br>走行方向スイッチ<br>磁気抵抗スイッチ           | キャプスタン軸<br>ベルト<br>ピンチローラ<br>スリップ機構<br>減速ギヤ等 |

表-3 デ ッ キ 諸 元

|     | 項 目       | 内 容                                         |
|-----|-----------|---------------------------------------------|
| 定 格 | デ ッ キ 種 類 | 横挿入オートリバースデッキ<br>フェザータッチ操作                  |
|     | 外形寸法      | 106.8W×32.3H×110D(mm)<br>420g               |
| 性 能 | 再生方式      | 4トラック2チャンネル                                 |
|     | 使用テープ速度   | フィリップス規格コンパクトカセット (テープ厚10~20μm)<br>4.76cm/s |
|     | 電源電圧      | DC13.2V                                     |
| 性 能 | ワウ・フラスコ特性 | 0.2%WRMS以下                                  |
|     | 周波数特性     | 1 kHz基準, 12.5 kHz: $+0$ dB<br>$-4$ dB       |
| 性 能 | 巻取トルク     | 45~70 g cm                                  |
|     | FF/REWトルク | 55 g cm以上                                   |
| 性 能 | テープ駆動力    | 80 g 以上                                     |
|     | FF/REW時間  | 110秒以下(C-60)                                |

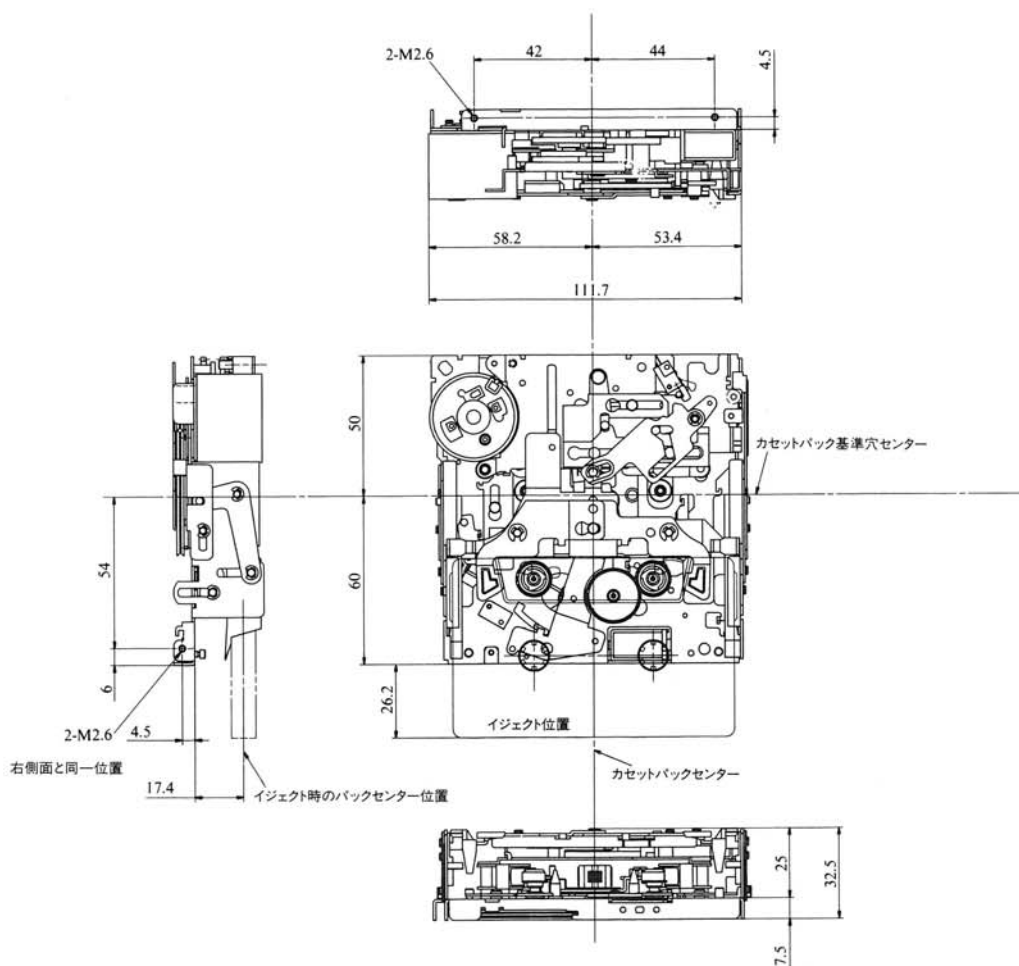


図-2 外 観 図

Fig. 2 DK-70 outline.

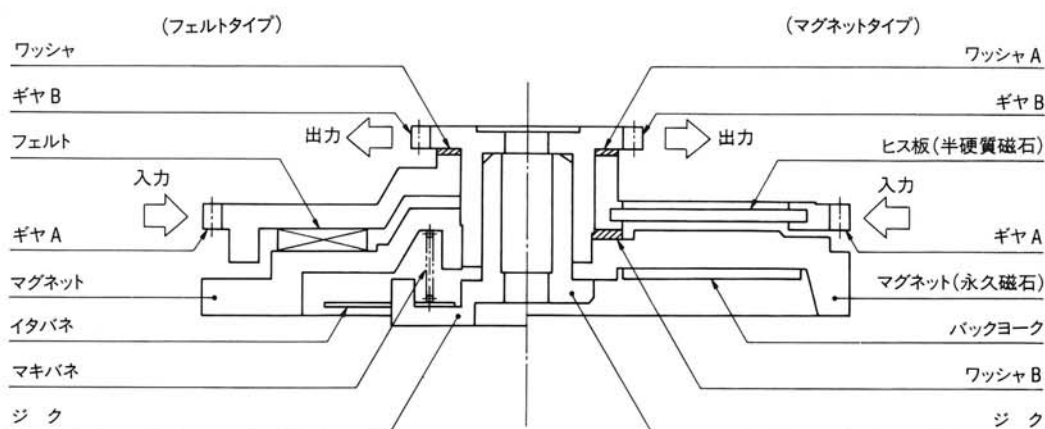


図-3 スリップ機構構造図

Fig. 3 Slip mechanisms.

信があり、これらは全てデッキの信頼性を高めるために不可欠なものである。

### 3.3 オーディオ部の構成

オーディオ部は、録音された音楽を忠実に再生するためのヘッドとイコライザ回路で構成される。この部分でデッキの S/N が決定されるといっても過言で無いため、特にモータノイズ等の影響を極力低減させた。

## 4. メカ部の要点

### 4.1 信頼性

デッキメカの寿命を左右する部品として、スリップ機構、モータ、ベルト、軸受等が挙げられる。ここでは、本機で採用したこれら部品の改良点について説明する。

#### 1) スリップ機構

図-3に従来のスリップ機構と今回採用したスリップ機構の構造を示す。

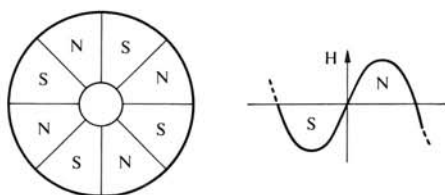


図-4 マグネット着磁状態模式図

Fig. 4 Magnetized pattern of magnet.

従来のスリップ機構では、トルクの発生が、フェルト樹脂の接触摩擦によるため、下記の様な不都合が生じる。

a) 組立初期におけるトルク変動が大きい。

(フェルトと樹脂の接触部のなじみ現象)

b) 経時変化、環境変化によるトルク変動が大きい。(摩擦係数の変動)

今回、本機で採用したマグネットタイプでは、フェルトタイプに比べ、接触部分を極力小さくし、マグネット (永久磁石) とヒス板 (半硬質磁石) 間の磁力 (ヒステリシスエネルギー) でトルクを

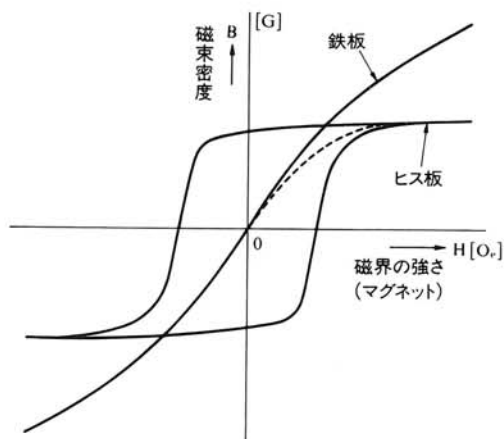


図-5 ヒステリシス特性

Fig. 5 Hysteresis of hysteresis plate and iron plate.

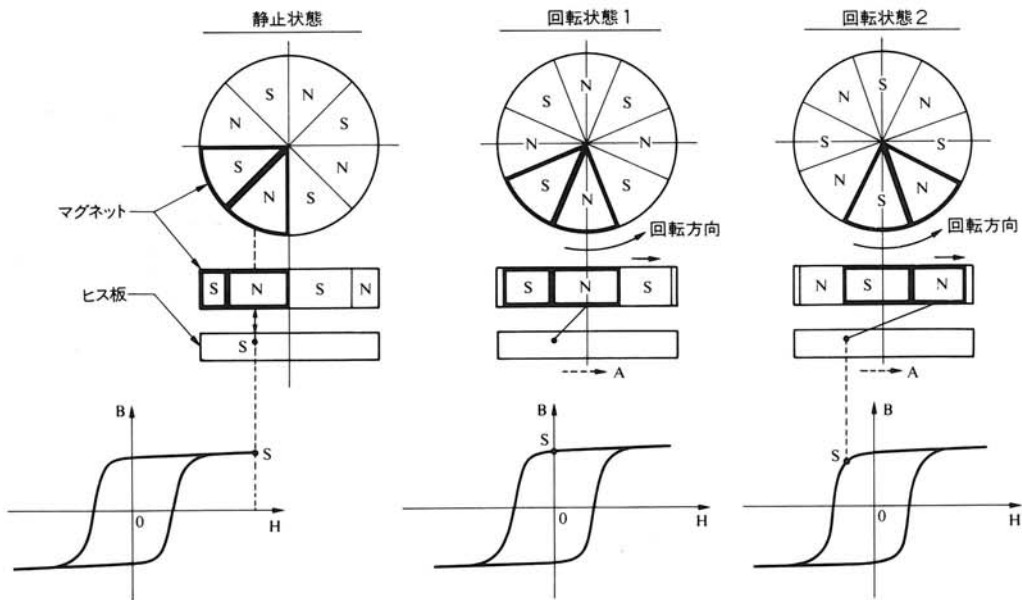


図-6 マグネットタイプスリップ機構トルク発生原理  
Fig. 6 Principle of non-contact slip mechanism.

発生させている。従って上記の様なトルク変動を押える事が、可能となった。

図-4にマグネットの着磁状態の模式図、図-5にヒス板のヒステリシス特性、図-6にトルク発生原理、図-7に初期トルク、図-8に、連続動作、温度試験の結果を示す。

## 2) キャプスタンモータ

本機では、キャプスタンモータには2ガバナモータを採用している。寿命の点で、1ガバナモータより優れているが、更に寿命を延ばすために、

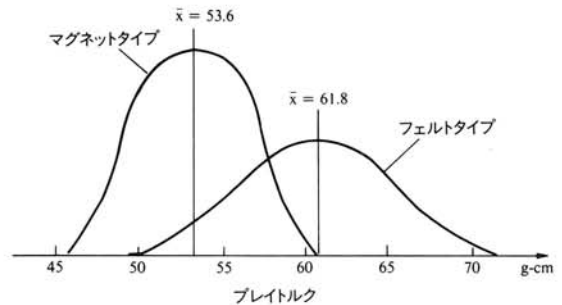


図-7 初期トルク  
Fig. 7 Dispersion of initial torque.

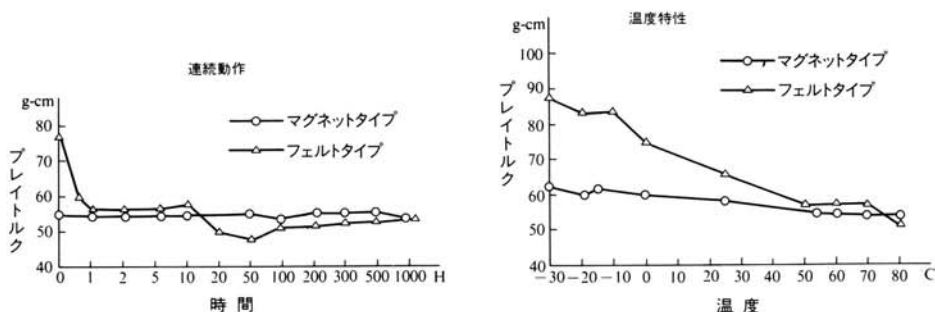


図-8 連続動作・温度試験結果  
Fig. 8 Aging and temperature characteristics of play torque.

モータに掛かる負荷の低減を行っている（ベルトの1本化）。また、更に性能、信頼性の向上を図るために電子ガバナモータ、FGサーボモータの搭載も可能である事は言うまでもない。図-9に1ガバナモータと2ガバナモータの構造図、図-10に比較チャートを示す。2ガバナモータでは姿勢による影響を受けにくく、耐振動特性に優れる。更に、整流子の目詰まりに対し、セルフクリーニング作用があるため、テープスピード異常に対し有利な構造となっている。図-11に振動ワウフラッター特性を示す。

### 3) ベルト

ベルトについては、新材料により破断強度を向

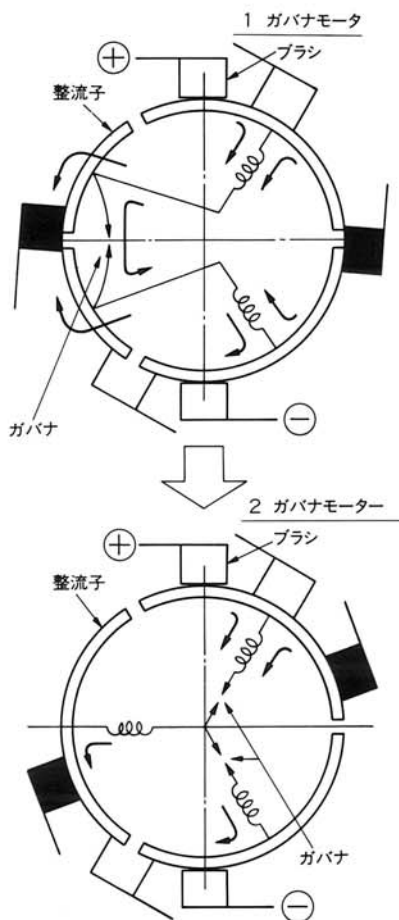


図-9 モータ構造図

Fig. 9 Structures of motors.

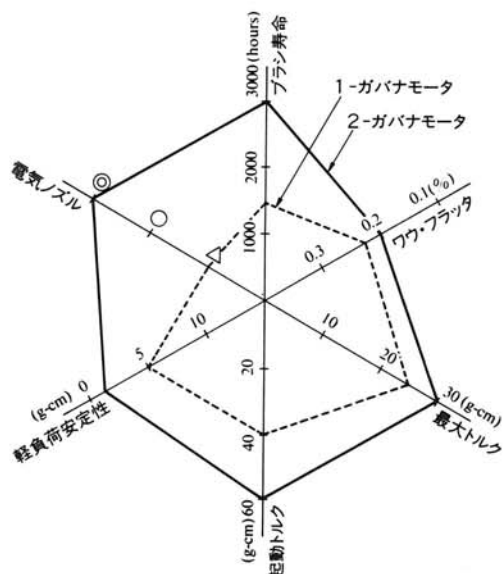


図-10 モータ比較チャート

Fig. 10 Motor characteristics comparison.

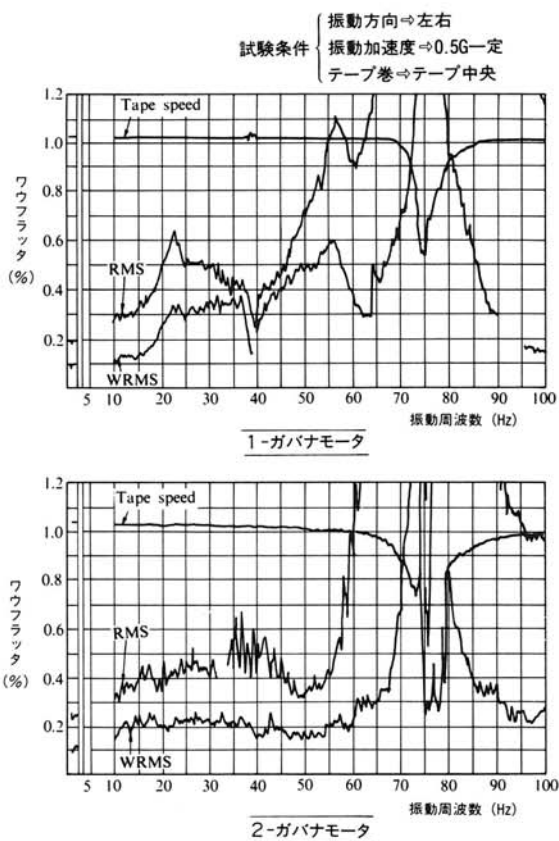


図-11 振動ワウ・フラッター特性

Fig. 11 Wow and flutter vs. vibration.

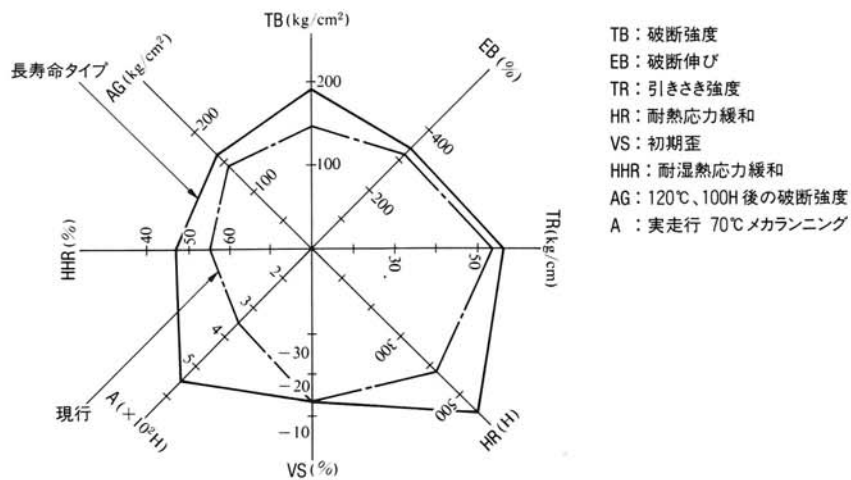


図-12 ベルト比較チャート

Fig. 12 Belt characteristics comparison.

上させ、長寿命化をはかった。図-12に新旧ベルトの比較チャートを示す。

#### 4) 軸 受

従来から、軸受には含油軸受を用いているが、高温条件下での連続動作において、含油しているオイルの流出により、軸受の焼付き現象が発生する。そこで本機では、軸受に固体潤滑剤（グラファイト）を入れることで焼付きを防止し、寿命を

延ばしている。図-13に軸受部の構造および、ワイブル確率紙による寿命予測を示す。

#### 4.2 操 作 性

寿命と並んで、重要なファクタに操作性がある。本機では、操作は全てフェザータッチとし、カセットの挿排には、キャプスタンモータ利用によるソフトローディング、パワーイジェクトを採用している。

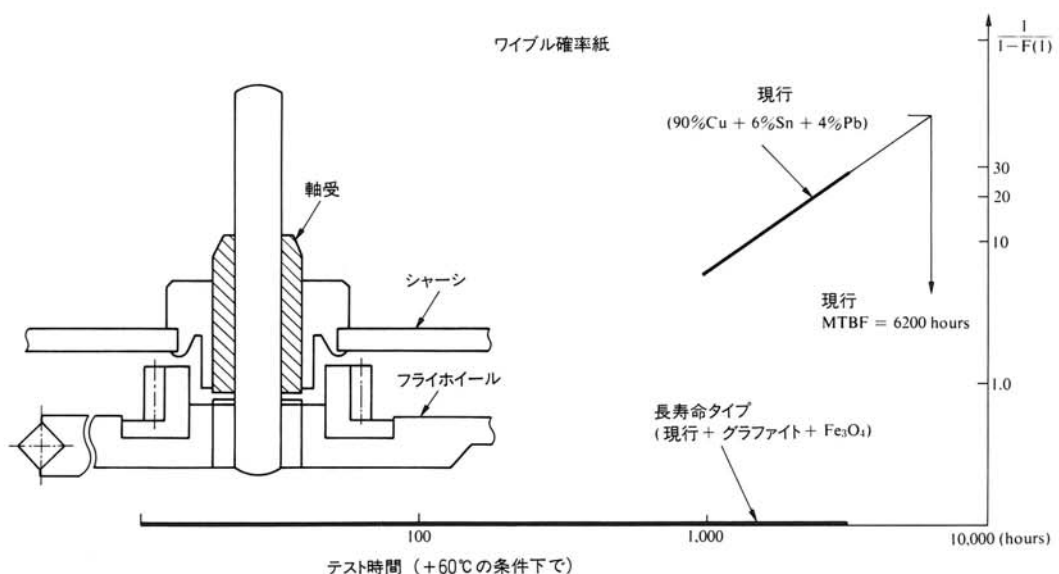


図-13 軸受構造図と寿命予測

Fig. 13 Long life oil-free metal bearing.

## 1) ソフトローディング、パワーイジェクト機構

本機には、他社にない特徴として、横型吸込み機構付パワーイジェクトがある。従来の横型挿入機では、ローディング専用モータによるオートローディング方式あるいは、カセットを手でストロークエンドまで押し込むマニュアル挿入、レバーを手で操作するマニュアルイジェクト（またはパワーイジェクト）の方式が採用されている。前者の場合、コスト的な問題が大きく、後者は、フィーリングの点で劣っている。そこで、本機ではコストパフォーマンスに優れた方法として、挿入にはバネによる吸込みを、排出にはギヤを使っての

パワーイジェクトを採用した。更に、排出用のギヤを使い、挿入時にはカセットの落下速度を落とすことで落下時の衝撃音を小さくでき、挿入フィーリングの点で格段に向上した。図-14に本機構の原理を示す。

## 2) カセットホールディング機構

1)項で述べたローディング機構に付随した機構として、吸込み時にカセットテープをつかむ機構

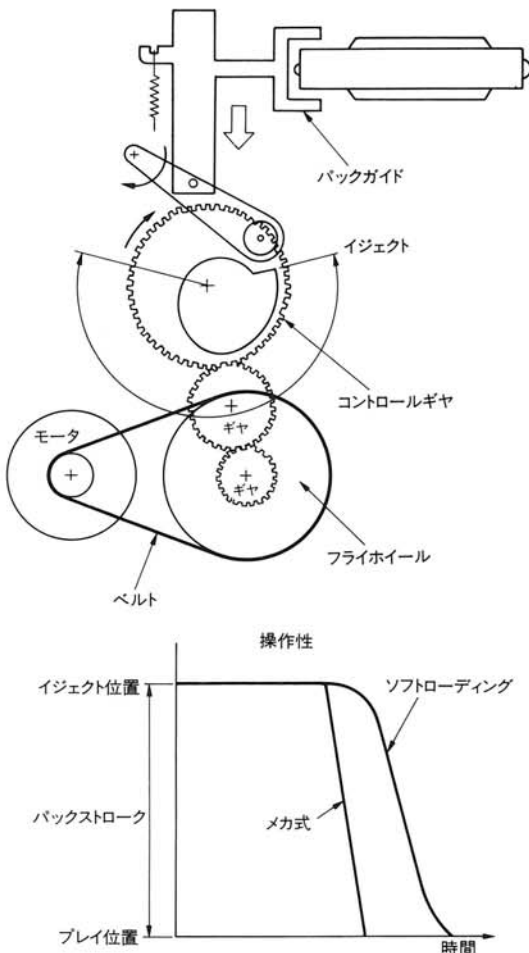
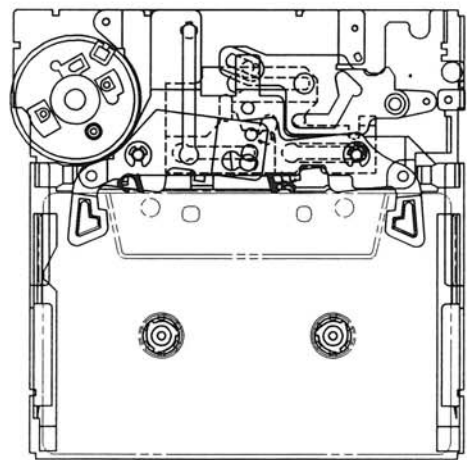
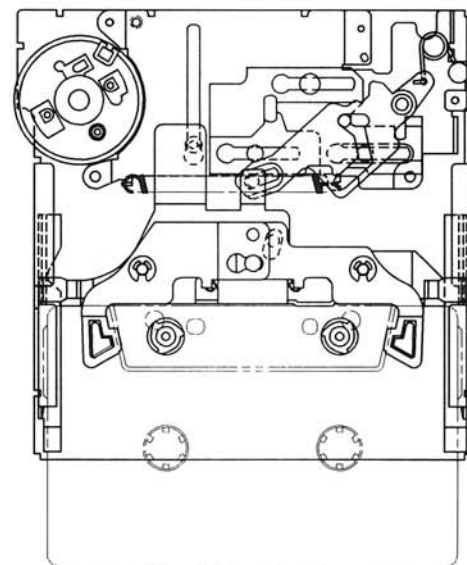


図-14 ソフトローディングパワーイジェクト機構原理図

Fig. 14 Soft loading and ejection mechanism.



(a) 挿入ストローク・エンド



(b) EJECT

図-15 カセットホールディング機構構造図

Fig. 15 Cassette holding mechanism.

が必要となる。図-15にカセットホールディング機構の構造を示す。この機構の特徴は、

- a) カセットデッキの高さを押える目的からカセットテープの段差部をつかむ構造である。
- b) 左右レバーをバネ結合する事により、カセットテープのバラツキが大きくてもつかむ事ができる。
- c) ホールディング機構がストロークエンドまで吸込まれた位置で、カセットをつかむ左右レバーが開放状態となり、カセットが落下するため、挿入ミスがない。

等が挙げられる。

#### 4.3 性能

本機では、音質の点でコストパフォーマンスに優れたデュアルアジマス機構を採用し、周波数特性の向上に寄与している。図-16に原理図および特性を示す。

#### 4.4 その他

最近のユーザの要求に見られる「感性」の一つの問題としてメカニカルノイズがある。本機では、メカニカルノイズの低減として、

- a) 騒動系の低速度化
- b) フライホイール部に樹脂ギヤの採用
- c) 異種材質歯車の組み合わせ

を実施している。特にc)については今回、ポリアセタールとナイロンの組み合わせを行い、ギヤ間の動摩擦係数を低下させる事で、ノイズの低減をはかっている。

#### 5. 制御部の要点

3章では、制御部の構成について述べたが、本章では、制御部の特徴であるフェールセーフ機能、ウォッチドッグIC、シリアル通信について要点を説明する。

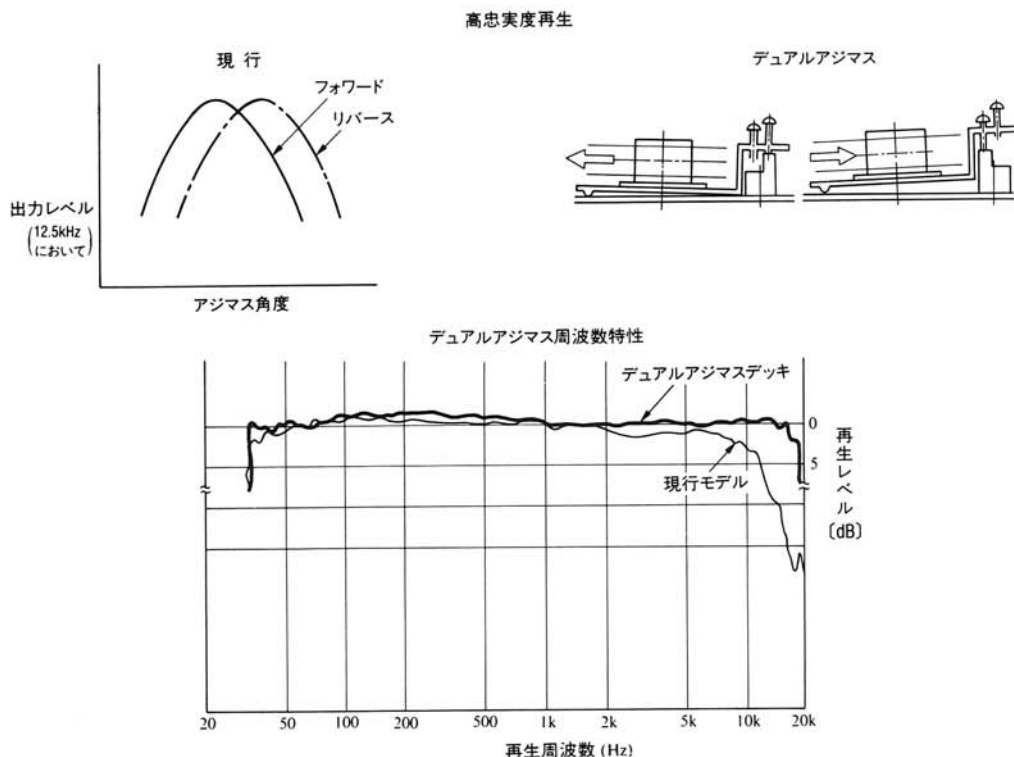


図-16 アジマス機構構造図

Fig. 16 High-fidelity reproduction with a dual azimuth mechanism.

表-4 DK-70不具合時動作一覧表

| 動作<br>不具合状況          |       | テープ挿入                               | PLAY                                  | PLAY→PRO | PLAY→FF            | PLAY→REW                                       |
|----------------------|-------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------|--------------------|------------------------------------------------|
| ヘッド台位<br>置検出SW       | OPEN  | ○                                   | ○                                     | ○        | ・一端停止して<br>PLAYになる | ・一端反転した<br>あと反転（も<br>との状態）し<br>PLAYにする         |
|                      | SHORT | ○                                   | ○                                     | ○        | ・EJECT             | ・反転後モータ<br>停止（表示つきつば<br>なし）<br>・EJECT受<br>けつけず |
| 挿入開始<br>SW<br>（排出完了） | OPEN  | ・パック落下せ<br>ず<br>・EJECT受け<br>つけけない   | ・停止<br>・表示つきつばなし<br>・EJECT受け<br>つけけない |          |                    |                                                |
|                      | SHORT | ・パックがガチ<br>ャンと落下<br>・挿入完了後は<br>正常   | ○                                     | ○        | ○                  | ○                                              |
| 挿入完了<br>SW           | OPEN  | ・パック落下後<br>スタンバイ<br>・EJECT受け<br>つける | ・スタンバイ<br>・EJECT受け<br>つける             |          |                    |                                                |
|                      | SHORT | ・落下するがヘ<br>ッドの前進が<br>早い<br>・その他は正常  | ○                                     | ○        | ○                  | ○                                              |

### 5.1 フェールセーフ機能

本機能は、デッキに使用されている電気部品（モータ、プランジャ、スイッチ類）の状態をデッキ動作中常時マイコンに監視させておき、万が一その内どれかが故障した場合、即座にデッキをスタンバイまたはカセットをEJECTさせるというものである。これにより、デッキのトラブル発生時、二次災害発生を防ぎ、不具合を最小限に抑えることができる。以下にフェールセーフ機能の概要について示す。

#### 5.1.1 仕様について

- 1) 表-4の様に、まずデッキに使用されているモータ、プランジャ、スイッチ等の電気部品の故障モード（OPENまたはSHORT）とデッキの動作モードとで二次元のチェックリストを作成し、それぞれの組合せでデッキがどういう状態になるか調査した。
- 2) その結果、組合せによってはプランジャがON/OFFを繰り返して焼き切れるとかテープ巻き込みが発生することが判明した。
- 3) そこで表-4の○印（動作が正常）以外の組合せの状態になった場合、即座にカセットを強制EJECTさせる。もしどうしてもEJECT不可

の場合は、デッキを強制スタンバイさせるという仕様にマイコンのプログラムを変更した。

#### 5.1.2 プログラムのフローチャート

マイコンのプログラムについては、たとえばPLAYモード時、図-17のフローチャートに従って作成した。他のモードについても同様の考えを採用した。

### 5.2 ウォッチドッグIC

- 1) ウォッチドッグとは、マイコンの状態を外部より常時監視し、もしマイコンにラッチアップ等異常が発生した場合、マイコンを初期化（リセット）させるというものである。
- 2) 動作としては、マイコンの出力ポートより1マシンサイクルごとにパルスを出力させ、このパルスをウォッチドッグICがモニタする。もし静電気等によりマイコンがラッチアップを起こしパルスがある周期に途切れた場合、マイコンにリセットをかけ正常化させることができる。

### 5.3 シリアル通信

シリアル通信のメリットとして、

- ① パソコンとの組合せにより自動測定に活用できる。

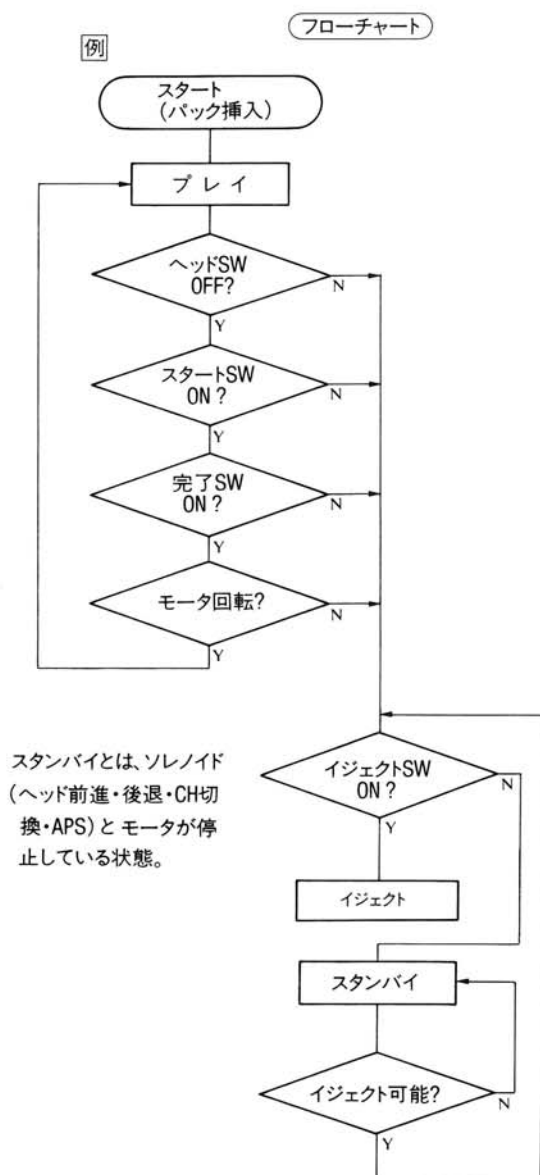


図-17 マイコンフローチャート

Fig. 17 Control program flowchart example.

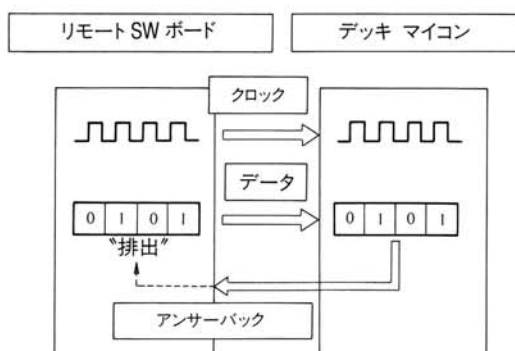


図-18 シリアル通信情報

Fig. 18 Serial communication.

② 信頼性試験の際、恒温槽の試験機外部から遠隔操作ができる等が挙げられる。

図-18の様に通信情報は、CLOCK、DATA、ANSWERBACKの3種類の信号から成り、DATAは、4ビット・1ワードで構成されている。

### 5.3.1 自動測定への活用

まずデッキの全試験項目の信号を図-19の様に録音したテストテープを試作した。それを図-20の様にパソコンと組合せることにより、完全にパソコンからの指示で測定完了まで実施できる自動測定が可能になった。これにより、ライン流動の際、人による測定ミス、バラツキ等が無くなった。また、試験項目ごとにラストテープの入れ換えによる挿排出時間のムダが無くなり、測定時間が $\frac{1}{4}$ に短縮できた。

### 5.3.2 遠隔操作

信頼性試験の中で温度動作試験等は、デッキを恒温槽に入れた状態で動作確認を実施するが、今

| Freq. No.     | 1                  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6   | 7    | 8  | 9    | 10 | 11   | 12 | 13  | 14 | 15                               | 16                                                         | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | (23-421) | 422 |
|---------------|--------------------|---|---|---|---|-----|------|----|------|----|------|----|-----|----|----------------------------------|------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----------|-----|
| Full          | 7k/4k/(400)/4.2k/B |   |   |   |   |     |      |    |      |    |      |    |     |    |                                  | B/3k/5.4k/(1k)/5.6k/63/5.8k/10k/(F2-22) <sub>x</sub> 19/7k |    |    |    |    |    |    |          |     |
| Freq. & Track | Tr-1               |   |   |   |   |     | 4.4k | 1k | 4.6k |    | 4.8k | 1k | 5k  | 1k | 5.2k                             |                                                            |    |    |    |    |    |    |          |     |
|               | Tr-2               |   |   |   |   |     | 4.4k |    | 4.6k | 1k | 4.8k | 1k | 5k  | 1k | 5.2k                             |                                                            |    |    |    |    |    |    |          |     |
|               | Tr-3               |   |   |   |   |     | 4.4k |    | 4.6k | 1k | 4.8k | 1k | 5k  |    | 5.2k                             |                                                            |    |    |    |    |    |    |          |     |
|               | Tr-4               |   |   |   |   |     | 4.4k | 1k | 4.6k |    | 4.8k | 1k | 5k  |    | 5.2k                             |                                                            |    |    |    |    |    |    |          |     |
| Time (s)      | 10/1/(1.5)/1/3     |   |   |   |   | 1   | 1.5  | 1  | 1.5  | 1  | 1.5  | 1  | 1.5 | 1  | 3/8/1/(1.5)/1/2/1/1.5/(693.5)/10 |                                                            |    |    |    |    |    |    |          |     |
| Level (dB)    | -10/-10/(0)/-10/B  |   |   |   |   | -10 |      |    |      |    |      |    |     |    |                                  | B/-10/(0)/-10/(0 & -10dB)/-10                              |    |    |    |    |    |    |          |     |

図-19 自動測定用テストテープ仕様

Fig. 19 Test tape format.

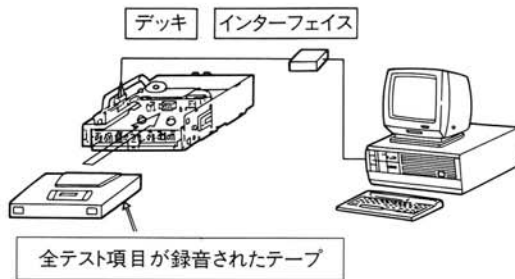


図-20 自動測定説明図

Fig. 20 Test using serial interface.

までは、その都度恒温槽の扉を開けてデッキを操作して、動作確認、データ測定を行っていた。しかし、図-21 の様にシリアル通信機能を利用すると、リモートコントロールボードまたはパソコンで外部より遠隔操作ができるため、恒温槽の扉を全く開閉することなく動作確認、データ測定ができ、効果の良い評価が可能になった。

## 6. オーディオ部の要点

オーディオ部は、テープに磁気的に録音された信号を電気信号として再生するヘッドと、その電気信号をディエンファシス特性に従って増幅するイコライザ回路とから成る。特に音質に関する特徴を下記に示す。

### 6. 1 溝切りヘッド採用

カセットデッキの場合、低い周波数でコンター効果といううねりを生じる。これはヘッドの形状に起因するところが大きく、従来のラウンドタイプのヘッドに比べ溝切りヘッドではテープとの接触面積が減るため、図-22 で示した様にコンター効果に有効である。

### 5. 2 デッキへのイコライザ回路搭載

ヘッドで再生された信号は微小レベル（たとえば 0 dB 1kHz 250mwb/m のテープでは約0.5mV）であるため、モータノイズ等の影響を受けやすい。一方、ヘッドからの信号はイコライザ部で  $f=1$  kHz で約100倍に増幅されるため、ノイズの影響を受けにくくなる。そこでイコライザ部をデッキに搭載し、ヘッドからイコライザ回路までの

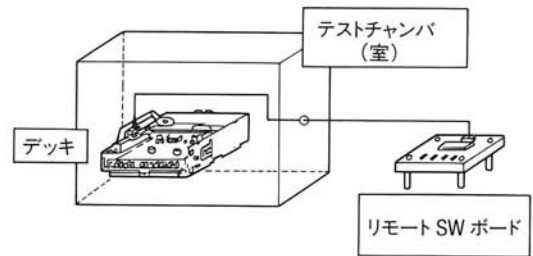


図-21 遠隔操作説明図

Fig. 21 Remote test control.

距離を最適にすることによって音質向上を図った。

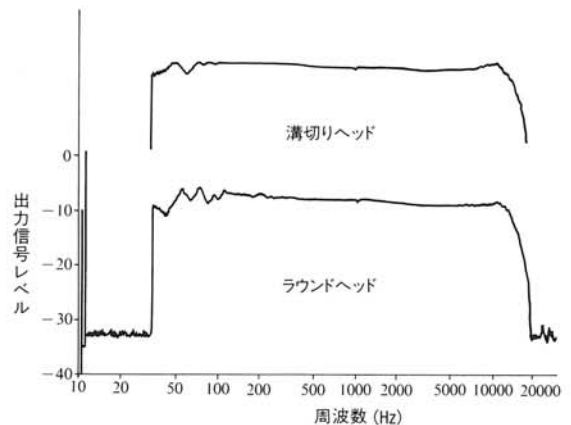


図-22 コンター効果

Fig. 22 Reduced contour effect.

表-5 試験項目および試験数量

| No. | 試験項目            | 手作り品 | 仮金型品 | 量産金型品 |
|-----|-----------------|------|------|-------|
| 1   | 初期特性            | 5台   | 29台  | 32台   |
| 2   | 耐熱耐久性<br>① 温度試験 | 5台   | 5台   | 5台    |
|     | ② 低温保存          | —    | 5台   | 5台    |
|     | ③ 高温保存          | —    | 5台   | 5台    |
|     | ④ 湿度保存          | —    | 5台   | 5台    |
|     | ⑤ 熱衝撃           | —    | 5台   | 5台    |
|     | ⑥ 低温動作          | —    | 5台   | 5台    |
|     | ⑦ 高温動作          | —    | 5台   | 5台    |
|     | ⑧ 操作耐久          | —    | 5台   | 5台    |
|     | ⑨ 分解調査          | —    | 5台   | 5台    |

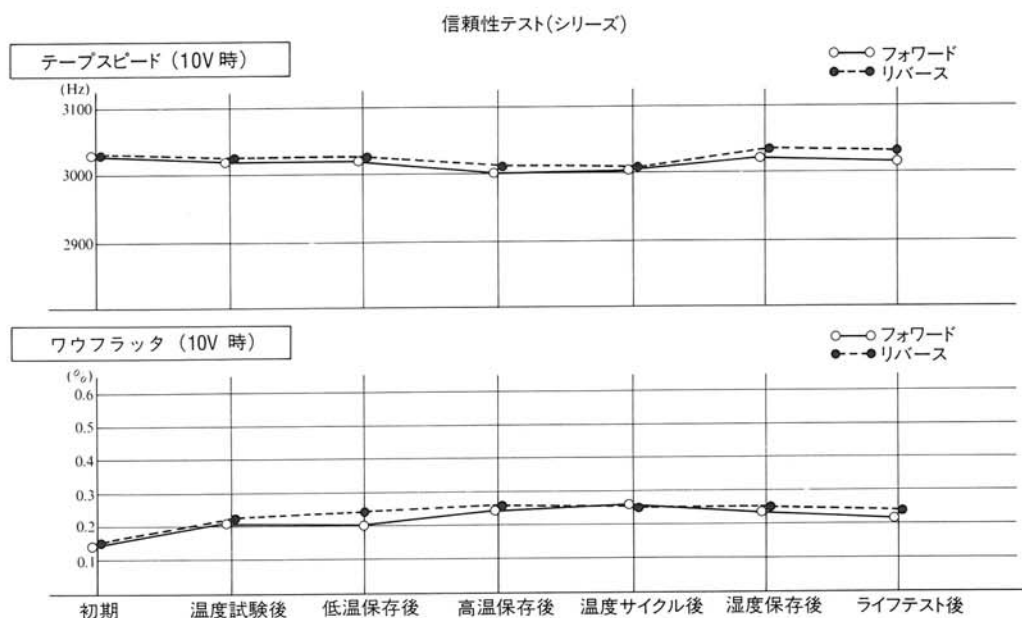


図-23 シリーズ試験結果

Fig. 23 Serial test data (Examples).

## 7. 信頼性評価

今回新デッキを開発するにあたり、評価方法も見直しを行った。従来からの評価方法は、いくつかの評価試験を併行して実施し、一つの試験で使用するデッキは他の試験には使っていない。ところが、実際のユーザは、色々な条件のもとでデッキを使用しており、現実的でない。そこで、今回から、一つのサンプルに対し色々な条件で評価を行なうシリーズ試験を採用した。表-5に試験方法を示す。最初は動作状態の少ない温度試験から始まり、最後は操作耐久試験へと、メカニズムに対する負担が徐々に大きくなる様に考慮している。シリーズ試験結果のうち、代表的な項目について図-23で示す。

## 8. むすび

今回、新機構の採用、制御部の改善等により、新しい評価方法にも耐え得る製品を開発する事ができた。しかし、更に競争力のある製品にするた

めには、コストが避けて通れない問題である。そこで、今後は、性能、信頼性を落さず、コストを下げるための方策を検討して行かねばならない。例えば、スリップ機構にしても、マグネットタイプではヒス板（半硬質磁石）が高価であるため、全体として割高となっている。そこでヒス板（半硬質磁石）の材質等の検討が必要である。また従来の構造（フェルトタイプ）でも、スリップ面を2倍（両面スリップ）にしてやれば、コストを上げずに、寿命を2倍にできるであろうし、モータにしても、従来のメカニカルガバナモータに替えて、構造の簡単な電子ガバナモータにする事により、コスト低減、寿命アップが可能となるであろう。電子ガバナモータは負荷変動（温度特性）に弱点があるが、メカ側の負荷の低減により十分に使用可能な所まで来ており、DK-70ではこのあたりの事も考慮してある。この様に見てみると、まだまだ検討の余地も残されており、品質、性能、コストと3拍子そろった製品にして行かねばならない。