

フルロジックカセットデッキ “DK-76”

Full Logic Controlled Cassette Deck “DK-76”

高 畑 正 人 ⁽¹⁾	道 中 喬 ⁽²⁾	後 藤 務 ⁽³⁾
Masato Takahata	Takashi Michinaka	Tsutomu Goto
井 川 佳 久 ⁽⁴⁾	新 井 健 睦 ⁽⁵⁾	高 田 正 直 ⁽⁶⁾
Yoshihisa Igawa	Kenboku Arai	Masanao Takata

要 旨

当社は、1967年に車載用として初めて8トラック方式のカーステレオを発売した。その後カーステレオは、オランダのフィリップス社が開発したコンパクトカセットを用いたカセットプレーヤに変わり現在では、CDプレーヤやDATプレーヤが加わってきている。この間当社では、これらの設計を自社で行い、各時代の要求に合ったメカニズムを、開発してきた。

本カセットデッキは、高級化・多様化のユーザーニーズに対応するため、「音質」・「感性フィーリング」・「高信頼性」の向上を、ねらいとした。その実現方策として構造面では、新機構・新方式を取り入れ、制御面では、当社として初めてカセットデッキに専用のコントロールマイコンを搭載した。

本論文では、その概要と特長および設計の要点などについて紹介する。

In 1967, Fujitsu Ten introduced the first 8-track car stereo system for in-car use. Years later the 8-track system was replaced with the compact cassette players developed by Philips, the Netherlands. Most recently CD and DAT players have joined the lineup of car stereo systems. Amidst this changing market environment, we have designed our own car stereo systems featuring advanced mechanisms that fully meet the needs up-to-date.

Fujitsu Ten now introduces the DK-76, a full-logic controlled cassette deck. To meet the user's increasingly sophisticated and diverse needs, we established three major development objectives for the DK-76 -- better sound quality, a high-touch feel, and superb reliability. To attain these objectives, we have adopted new mechanisms and assembling methods. Also, for the first time ever, we incorporated in the deck a microcomputer dedicated to operational control.

This paper discusses the general description, features and key design points of the full-logic control cassette deck, “DK-76”.

(1) 精密機構本部企画課

(2)～(5) 精密機構本部技術部

(6) Fujitsu Ten Corp. of America

1. ま え が き

カーオーディオでは、ここ数年の純正品の高級化にともないユーザ要求として、特に「音質」重視が強く求められてきている。また、音楽ソースとしては、従来からあるコンパクトカセット（以下カセットと呼ぶ）に加え、最近では、コンパクトディスク（以下CDと呼ぶ）やデジタルオーディオテープレコーダテープ（以下DATテープと呼ぶ）等の多様化が顕著になってきた。しかし、主流はカセットであり、カセットデッキの出荷台数を見ても依然増加の傾向にある。

車の高品質・長寿命化が要求される中でカーオーディオも例外ではなく、「音質の向上」はもとより、「感性フィーリングの向上」、「高信頼性」が強く求められている。

本論文では、これらを背景にこの度開発した、ロジック方式の高級カセットデッキ「DK-76」の概要、特長および設計の要点（新機構・制御回路）について述べる。「DK-76」の外観図を、図-1に示す。

2. 開発のねらい

本カセットデッキについて、開発するに至った

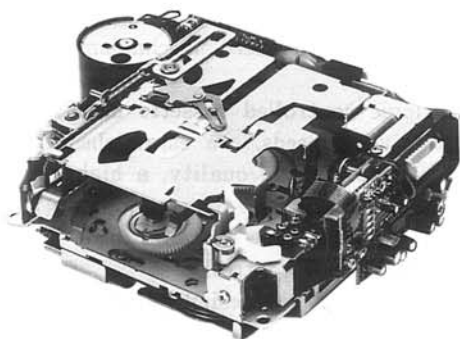


図-1 「DK-76」の外観図
Fig. 1 Outline drawing "DK-76"

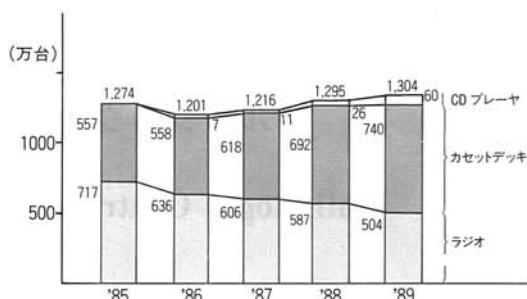


図-2 カーオーディオ製品別国内出荷台数

Fig. 2 Sales quantity of car audio

背景を、市場動向、ターゲット、仕様決定のアプローチの面から述べる。

2. 1 市場動向

カーオーディオの製品別国内出荷台数（日本電子機械工業会資料による）を、図-2に示す。この推移を見るとラジオ単品では、年々減少傾向にあり1985年の717万台/年（全体比58%）から、1989年には、504万台/年（全体比39%）となっている。カセットデッキは、ラジオ付を含めて毎年着実に伸びており1985年の557万台/年（全体比42%）から、1989年には740万台/年（全体比57%）となっている。CDプレーヤーは、1985年にカー用として発売されて以来、1988年以後に大きな伸びを見せ、1989年には60万台/年（全体比4%）となっている。DATプレーヤーも1987年にカー用として発売されたが、著作権の問題が影響し、未だ本格的普及には至っていない。このように、出荷台数・全体比の伸びから見てもカーオーディオの主流は、当面カセットデッキである。

2. 2 ターゲット

本開発品は、従来からの各自動車メーカー向や国内・海外の一般市場向に出荷される、当社の製品に使われるだけではなく、当社として初めて、他社カーオーディオメーカーへのOEM供給（外販）をねらったカセットデッキである。

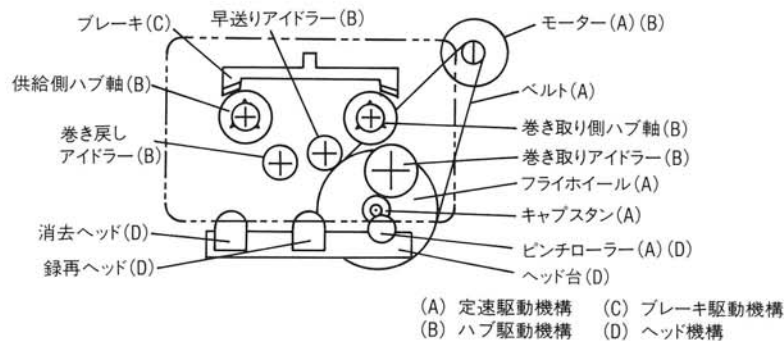


図-3 カセットデッキの構造図 (1)
Fig. 3 Cassette deck mechanism (1)

2. 3 仕様決定のアプローチ

本開発品のねらいは、高品位・高品質のカセットデッキとすることである。高品位とは、①音質、②感性フィーリングなどの感性品質を高めることである。また、高品質とは、故障率が低く車の厳しい環境条件下における信頼性を高めることである。そのために、当社従来品や他社製品を徹底的に調査し、高級機種に見合う高品位、高品質を目標とした仕様を決定した。

3. カセットデッキの概要

本開発品は、各動作をロジック回路にて制御を行うもので、多くの機能を盛込んでいる。製品グレードの位置付けは、主に高級機タイプ向けとしたカセットデッキである。

概要に入る前にカセットデッキの原理について述べる。

3. 1 カセットデッキの原理

カセットデッキの原理を、図-3と図-4の構造図(1)・(2)に示す。

カセットデッキの各機能を機構別に分けると、テープ定速駆動機構、ハブ駆動（巻取りリール）機構、磁気ヘッド（以下ヘッドと呼ぶ）および、

ピンチローラのスライド機構、カセット挿入・排出機構、その他機構に分けられる。

3. 1. 1 テープ定速駆動機構

駆動側のキャプスタン軸が、回転することにより、従動側のピンチローラとの間に挟まれたテープを、摩擦力により一定の速度で真直ぐに引出す（走らせる）機構である。

3. 1. 2 ハブ駆動機構

引出されたテープを、カセットのハブに一定のテンションを与えながら、むらなく巻取る機構で、

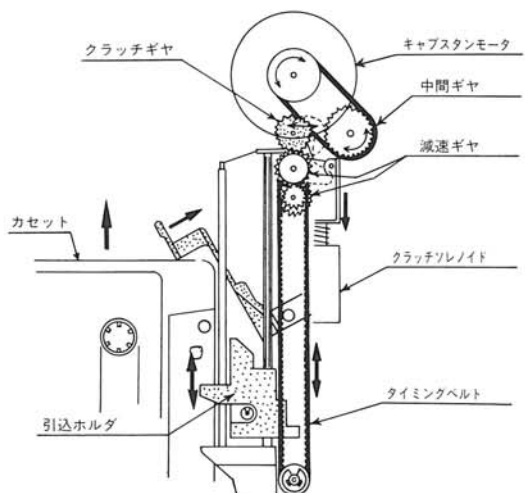


図-4 カセットデッキの構造図 (2)
Fig. 4 Cassette deck mechanism (2)

そのためにスリップ機構を有している。

3. 1. 3 ヘッドおよびピンチローラのスライ ド機構

キャプスタン軸にピンチローラを、また、テープにヘッドを接触させたり離したりするために、ヘッド台をスライド動作をさせる機構である。

3. 1. 4 カセット挿入・排出機構

カー用はフロントローディング、ホーム用はトップローディングと呼ばれる方式が一般的である。ここでは、フロントローディング方式について述べる。図-4に示す機構は、当社従来品のロジックカセットデッキの例である。キャプスタンモータを駆動源として、カセットの開口部を利用し、引込ホルダのスライド動作でカセットの挿入・排出動作を行う。

3. 2 仕 様

本開発品の定格・性能を表-1に、機能比較一覧表を表-2に示す。

表-1 開発品の定格と性能

	項 目	仕 様
定 格	適合カセットテープ	フィリップス規格 コンパクトカセットテープ
	カセットデッキの種類	縦挿入オートリバース カセットデッキ
	再生方式	4トラック 2プログラム ステレオ
	テープ速度	4.76cm/sec
	電源電圧	DC 13.2V
	外形寸法	133(W)×33.8(H) ×108(D) mm
	重量	450 g
性 能	ワウ・フラッタ	0.07% (JIS WRMS)
	周波数特性	30Hz ~ 18kHz (±3dB)
	FF/REW時間	95sec (C-60)
	ローディング時間	4sec
	カセット挿入力	400 g

4. 特 長

本開発品の3つの特長について述べる。

4. 1 音質の向上

音質の向上は、モータから発生する電気ノイズの低減を図ることが重要である。そのために、モータとヘッド位置の見直しと、モータから発生する電気ノイズの少ない電子ガバナモータ（以下EGモータと呼ぶ）を採用して、S/N比の向上を図った。

4. 2 感性フィーリングの向上

人間が操作するカセットの挿入時や、カセットデッキの各動作時の動作音等について、よりスムーズに、より静かに動作するようにした。カセット挿入機構は、上バイアス方式にし、プログラム・FF/REW切換機構は、モータ駆動方式にして、それぞれ感性フィーリングの向上を図った。

表-2 機能比較一覧表

	項 目	仕 様		
		開発品 (DK-76)	A 社	B 社
機	モータローディング	○	○	○
	オートイジェクト	○	○	○
	アジマス機構	デュアル	デュアル	デュアル
	モータ	EG	EG	EG
	APS, リピート	○	○	○
	ミュージックスキャン, ブランクスキップ	○	○	○
	オートテープセレクト	○	○	○
能	テープたるみ除去	○	×	○
	巻取りリールへのメカ ブレーキ	○	×	○
	溝切りヘッド	○	○	×
	デッキコントロールマ イコン搭載	○	×	×

4. 3 高信頼性

高信頼性を実現するために行った方策として機構面では、寿命の向上を図った。寿命を伸ばすためには、摺動部品の摩耗をなくすか少なくする方策が必要であり、本開発品では、スリップ機構とモータについて改善を行った。また、制御面では、ロジック制御の特長を活かしソフトウェアによるフェールセーフの考え方を導入して、テープ・機構部等の保護を数多く盛込んだ。

これらの方策により、寿命・信頼性の両面で他社を凌駕するカセットデッキを開発できた。

5. 設計の要点

開発のねらいを達成するために、新開発した機構や制御方法について述べる。

5. 1 新機構

5. 1. 1 EGモータの採用

従来の機械ガバナモータ（以下MGモータと呼ぶ）では、構造上モータの回転速度を制御する機械式接点部から、大きなスパークが発生するため電気ノイズが多く、また、接点部の摩耗が寿命の要因となっていた。これに対してEGモータでは、機械式接点部がなくブラシと整流子のスパークのみで、電気ノイズの発生において有利な構造となっている。EGモータとMGモータの構造図

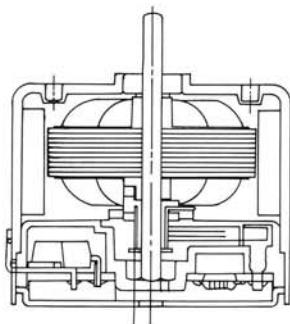


図-5 EGモータ構造図

Fig. 5 Electronic governor motor

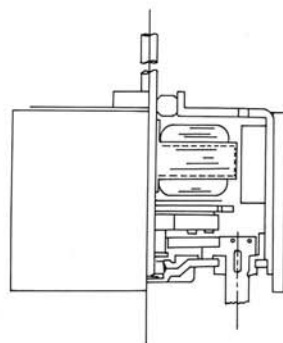


図-6 MGモータ構造図

Fig. 6 Mechanical governor motor

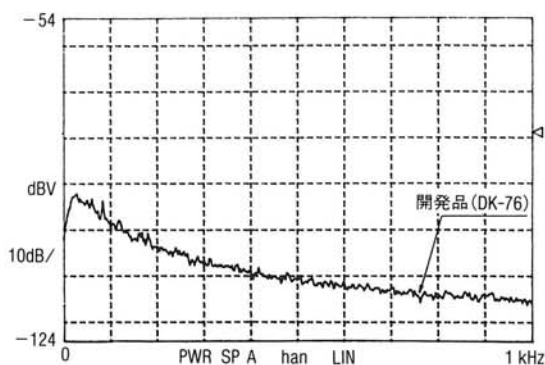


図-7 開発品のモータノイズ成分

Fig. 7 Motor noise of new model

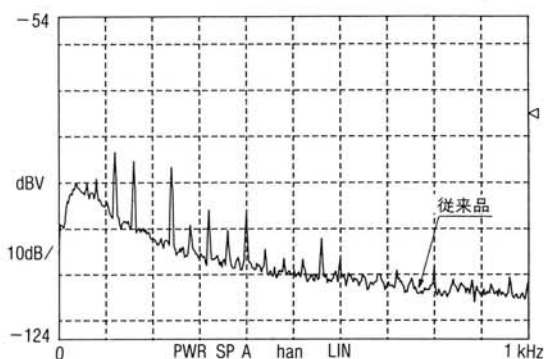


図-8 従来品のモータノイズ成分

Fig. 8 Motor noise of previous model

を、図-5と図-6に示す。また、モータとヘッドの距離の最適化を行い、当社従来品に比べて約2倍と距離を離すことで、ヘッドに与える電気ノイズの影響を少なくした。そのモータノイズ成分を、図-7と図-8に示す。

5. 1. 2 プログラム切換機構

本開発品では、高級機向カセットデッキとの位置付けから、カセットの各切換動作音やプレイ・FF／REW中の走行音を低減させ、感性フィーリング（人間に不快感を与えない）の向上をねらった。その中で、実現させるために取った方式の一例を述べる。

各動作音の低減策の中で、プログラム切換音を低減させるために採用した方式は、モータ駆動方式である。当社従来品は、プランジャ方式を採用していたため、プランジャの吸着時に大きな音が発生して、耳に残る音であった。今回の新方式では、プランジャレスとして動作音を、非常に小さくでき、合わせて、プレイとFF／REWのプログラム切換を兼用とした。開発品と従来品の構造図を、図-9と図-10に、動作音の周波数分析した結果を、図-11と図-12に示す。

5. 1. 3 スリップ機構

国内の各自動車メーカーが打ち出した、車の保証期間の延長（3年保証）に対応して長寿命化を達成するために、各摺動部の摩耗改善を行った。その中で、テープ巻取り時の主機構であるスリップ機構に採用した新構造について述べる。

スリップ機構は、キャプスタン軸とピンチローラにより一定速度で引出されたテープをカセット内の巻取りハブが、たるみなく巻取るために常時

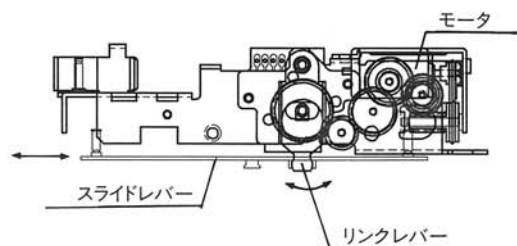


図-9 開発品のプログラム切換構造図

Fig. 9 Program selecting part (new model)

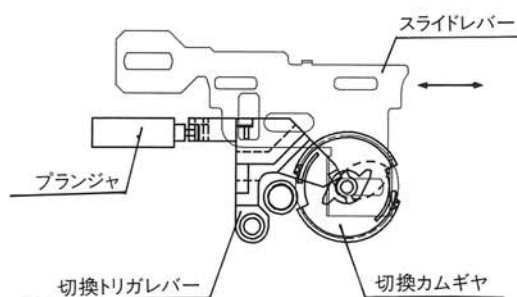


図-10 従来品のプログラム切換構造図

Fig. 10 Program selecting part (previous model)

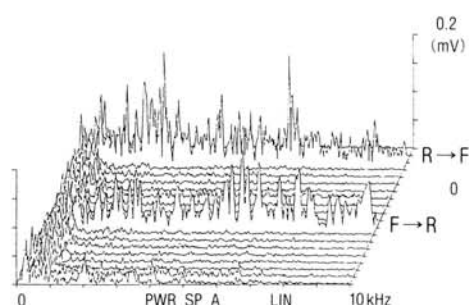


図-11 開発品のプログラム切換動作音

Fig. 11 Program change noise of new model

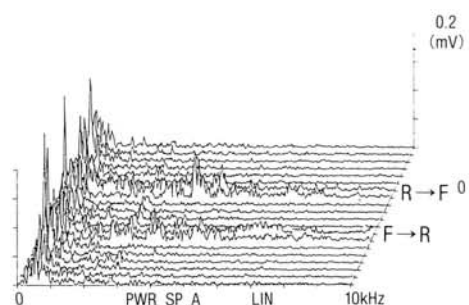


図-12 従来品のプログラム切換動作音

Fig. 12 Program change noise of previous model

スリップ（摺動）している面を持っている。このため、スリップ面の摩耗＝寿命となる。開発品では、当社従来品のスリップ面が片面であったものを両面とした。また、プレイ用とFF／REW用を分けて、プレイ時の低トルク化と長時間安定したトルクが、得られるようにした。開発品と従来

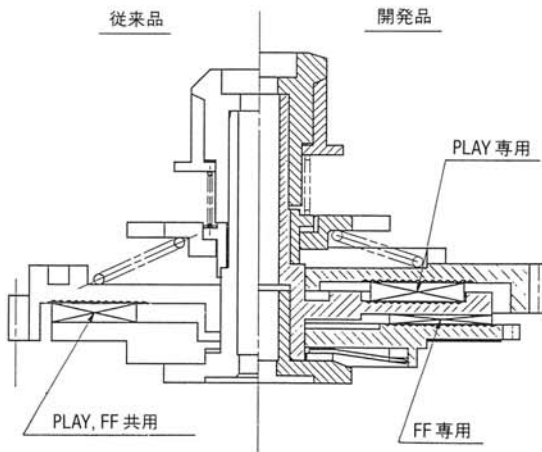


図-13 スリップ機構の構造図

Fig. 13 Slip mechanism

品の構造図を図-13に、連続動作における巻取りトルクの変化を、図-14に示す。

5. 2 制御回路

5. 2. 1 カセットデッキコントロール

本開発品は、カセットデッキコントローラ（以下マイコンと呼ぶ）および駆動回路を搭載したカセットデッキユニットとして開発した。制御回路のシステムブロック図を、図-15に示す。

本開発品の基板間を接続する配線本数は、スイッチやモータなどの電気的信号線を合わせて32本ある。これを、スイッチ類のアース部の共通化やマイコンを搭載することで、イコライザ出力を含めて20本に減らすことができた。そして、当社のカセットデッキとしては、初めて1mmピッチのフラットフレキシブルケーブル（FFC）用コネクタを採用することができ、基板の小型化が可能となった。また、5本の通信ライン（コマンド・ライン）と電源をつなぐだけで動作チェックおよび、カセットデッキ調整が可能となった。そして、接続も容易で制御回路を標準化したことにより、品質面の安定化が図れた。基板の小型化ができた「DK-76」の背面図を、図-16に示す。

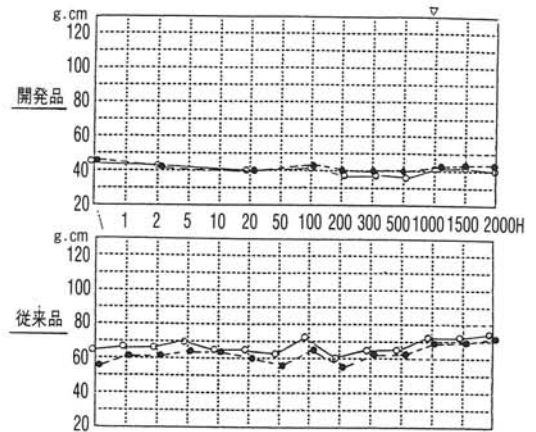


図-14 巻取りトルクデータ

Fig. 14 Play torque

5. 2. 2 マイコンソフト

本開発品では、高信頼性を実現するために構造面からの対応だけでなく、ロジックデッキとしての特長を活かして、マイコンのソフトウェアによるフェールセーフ機能の充実と制御の高精度化を盛込んだ。これらの対応により、テープ巻込みの防止、カセット挿入・排出異常時の対応、曲の頭出し位置の確実化、テープやモータロック時の保護等を行い、ユーザにとって使い易いカセットデッキの制御を可能とした。ソフトウェアによる高信頼性比較表を、表-3に示す。また、制御の高精度化を実現した例として、テープ反転検知時間の短縮化について述べる。

テープ走行中に、堅巻き等で巻取りリールが停止した時、走行方向が反転されるまでキャプスタン軸とピンチローラによりテープが引出される。この検知時間を、当社従来品に比べ、短時間で行い引き出されるテープ量を少なくした異常時に強い制御方法を実現した。テープ反転時間の比較を、図-17に示す。

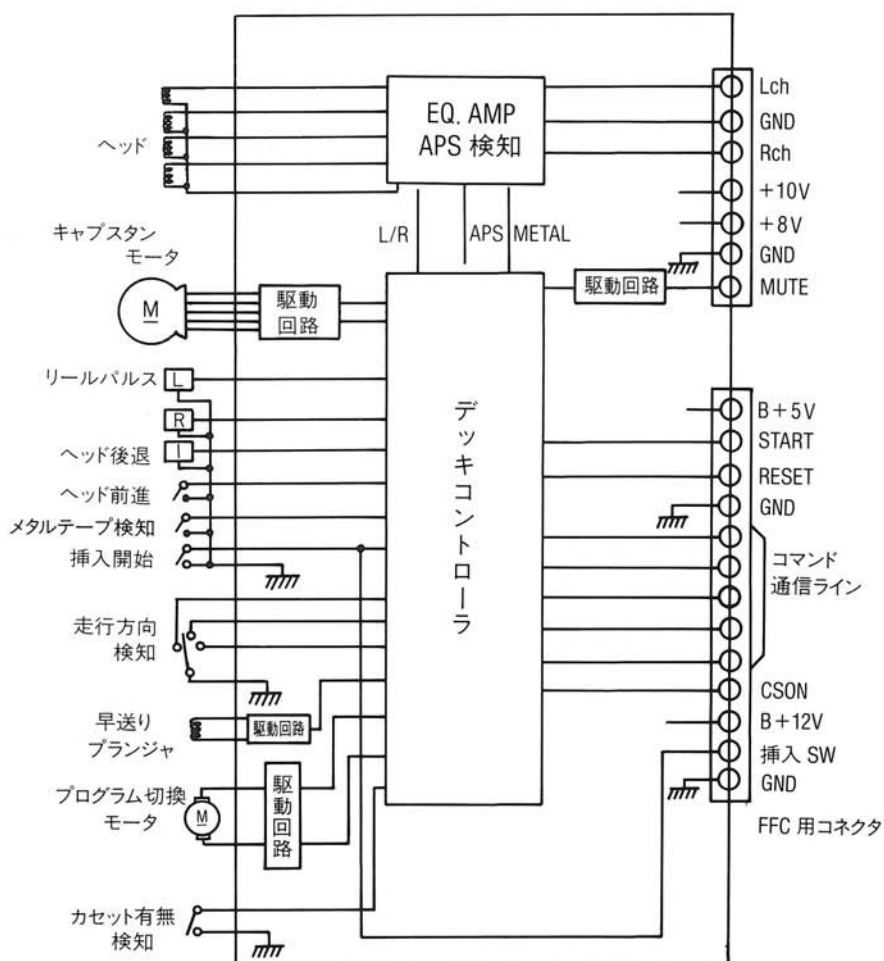


図-15 システムブロック図

Fig. 15 System block diagram

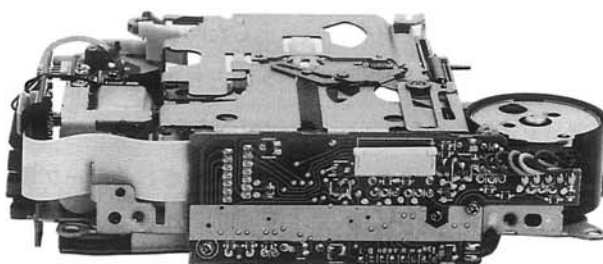


図-16 「DK-76」の背面図

Fig. 16 Rear drawing "DK-76"

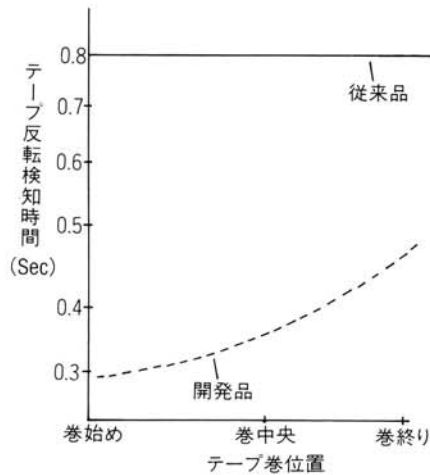


図-17 テープ反転検知時間

Fig. 17 Tape inversion detecting time

表-3 ソフトウェアによる高信頼性比較

区分	内 容	新 規	開発品 (DK-76)	A 社	B 社
挿排異常対応	1. 一定時間内にカセットが装着されない。		○ (排出動作)	○ (排出動作)	○ (排出動作)
	2. 一定時間内にカセットが排出されない。		○ (挿入動作)	○ (挿入動作)	○ (挿入動作)
	3. 挿排動作を繰り返しても正常とならない場合、トラブルスタンバイとする。	●	○	○	○
テープ巻込み防止	1. カセット挿入時のたるみ除去		○	×	○
	2. PLAY時のテープ終端検知時間の高速化	●	○ (0.4S)	○ (0.5S)	△ (1.5S)
	3. PLAY時の供給側リールが回転していない時カセットを排出する。	●	○ (10S)	○ (13S)	○ (2S)
	4. FF→PLAY, REW→PLAY移行時のテープたるみ防止。	●	○	×	△ (メカブレーキのみ)
確曲の頭出し位置化の	1. REW頭出し行き過ぎ量補正	●	○	—	—
	2. FF頭出し行き過ぎ量補正	●	○	×	△
	3. 確実な曲間検知 (テープ巻取り径によらず一定)	●	○	○	×
テープの保護	1. 一定時間内にテープの終端を検知	●	○ (4回)	○ (4回)	○ (2回)
	2. PLAY時にリールの高速回転を検知	●	○	×	○

注) 新規とは、当社の従来品に対してである。

6. お わ り に

今回開発したカセットデッキは、昨年8月にモデルチェンジを行った、トヨタ自動車㈱のセリカに搭載され、「スーパーライブサウンドシステム」のカセットデッキとして採用された。このシステムは、世界一の音作りを目指したもので、その中のカーステレオの1つとして、本開発品が重要な位置を占めている。開発のねらいの1つであった「音質の向上」が、このような製品に採用されたことで評価された。

今回の開発では、他社製カセットデッキと比べて同等以上の機能・性能を持ち、「音質の向上」、「感性フィーリングの向上」、「高信頼性」を実現できた。これは、案画段階で各機能別に分けて仕様を決めていく際に、熱い議論を戦わせながら決めていった努力が、完成度の高いカセットデッキにつながったと思う。

今後の課題としては、市場品質・性能面の向上はもとより、より長寿命化・低コスト化を目指すために、本開発品にて培われたノウハウをベースにして、設計のレベルアップを計って行かなければならない。そして、このカセットデッキを中心にして外販活動を展開する。

参 考 文 献

- 1) 阿部美春：“カセットデッキ”
日本放送出版協会，（1980）
- 2) 富士通㈱：“MB88500/500Hシリーズ・ユーザーズマニュアル”
富士通株式会社（1985）
- 3) 増岡ほか：“カセットデッキ「DK-46」形の設計”
富士通テン技報、Vol. 2, No. 2,
P. 64-77（1984）