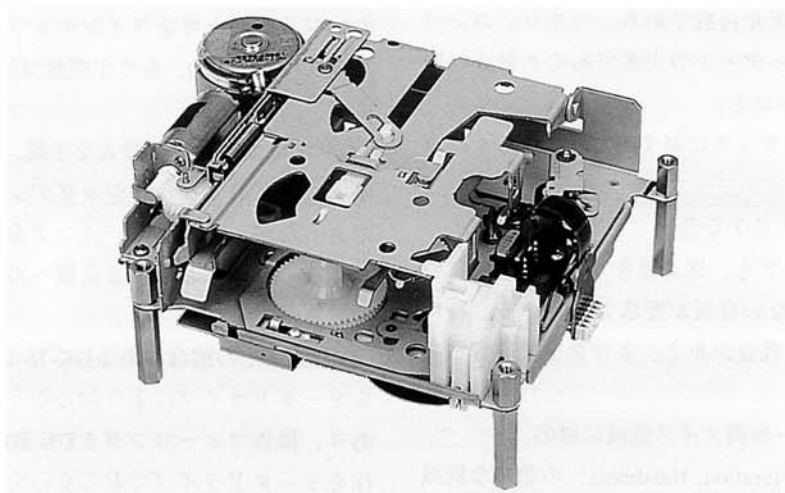


カセットデッキメカニズム DK-90 一部品点数40%削減—

Tape Deck DK-90 —40% reduction in the number of parts—

後藤 務 *Tsutomu Goto*
上田 司 *Tsukasa Ueda*
米谷 恭磨 *Yasuma Yonetani*
高田 正直 *Masanao Takata*



要 旨

当社は、1968年以来、カー用カセットデッキの開発を行ってきた。この間、カー用純正オーディオとしての信頼性の追求を始め、様々な時代の要求をとり入れながら、数多くの新デッキの開発および改善を重ねてきた。今回、当社のノウハウをベースに、音質向上、静音化、信頼性の向上などの高品質化と、構造の簡素化等による低価格化を目的とした新カセットデッキDK-90の開発を行った。本稿ではDK-90の概要と、開発においてのポイントとなった技術について紹介する。

Abstract

Since 1968, we at Fujitsu Ten have developed and marketed many different types of car-use cassette tape decks. Through our development activities, we have been making our best efforts to improve the deck mechanisms, seeking high reliability as well as satisfying various market-demands of the times.

Now, we have just introduced our new-designed tape deck “DK-90” which features and excels in the following points:

- Improved playback sound quality
- Quieter mechanical movements
- Higher quality reliability
- Simplified mechanisms and structure (which contribute to a lowering of the deck's price)

In this thesis, we introduce an outline of the DK-90 and some key technologies that we used in the deck developing processes.

1. はじめに

オーディオの新メディアとして登場したMD (Mini Disc)、DVD (Digital Video Disc) のうち、MDはカーオーディオの分野においても今後の普及が大いに期待されるが、まだ販売台数は伸びていない。一方、CDはオートチェンジャを含め近年その販売台数を伸ばしてはいるが、その比率は図-1に示すように全販売台数の30%程度であり、3 in 1 (カセット、CD、ラジオの一体機) を含めたコンパクトカセットとはほぼ同じ販売台数である。つまり、コンパクトカセットがカーオーディオの主流であると言う状態はしばらく続くと考えられる。

その一方で、カセットデッキに対するニーズも以下のように変化してきている。

1) 音質の向上・よりクリアな音質

カーオーディオであっても、据え置き型 (ホーム用) のオーディオ機器に劣らない音質が要求されている。特にCDと一緒に搭載される機会が多く、よりクリアな音質を再現する必要がある。

2) メカノイズの低減・車両ノイズ低減に対応

車両のNVH (Noise, Vibration, Harshness) の急速な低減により、メカノイズの低減が必要になった。

3) カセット挿入/排出フィーリングの向上

車室内操作フィーリングの向上に伴い、これらに見合った軽い操作フィーリングが要求されてきた。

4) 信頼性・品質のさらなる向上

信頼性については今まで以上のきびしいレベルが必要である。

5) コストパフォーマンスの向上

高級機、普及機を問わず、近年世界規模の競争が強まり、

コストパフォーマンスをさらに高める必要がある。このような時代の要請に応え、従来の品質を維持・向上したうえで、コストパフォーマンスの高い製品を供給する必要が出てきた。

2. 開発のねらい

当社は高信頼性カセットデッキメカニズムとして2機種のロジックデッキをラインナップしてきた。1機種は普及機向けのDK-80、もう1機種は高級機向けのDK-82である。

DK-80はカセットの挿入を手動、それ以外をモータドライブによりおこなうロジックデッキである。量産の主流であったが、操作フィーリングを重視する時流にそぐわなくなってきており、普及機への搭載も収束方向に進んでいる。

DK-82はその前身であるDK-76と同様に、すべての動作をモータドライブによりおこなうフルロジックデッキであり、操作フィーリングをDK-80より改善し、全ての動作をモータドライブでおこなっている。また、プリアンプ、制御回路をデッキに組み込み、ユニット化を行ったデッキであり、高い信頼性を実現させ、オーディオ性能においてもカー用、ホーム用のハイエンドクラスの性能を得ている。

しかし、市場競争力の向上の要求はより厳しいものになってきた。ハイエンドデッキDK-82は周辺機能の取り込みをおこなったことにより、デッキユニットのみで評価がおこなえるようになったが、製品全体でコストパフォーマンスを評価した場合、改善の余地を残した部分もあ

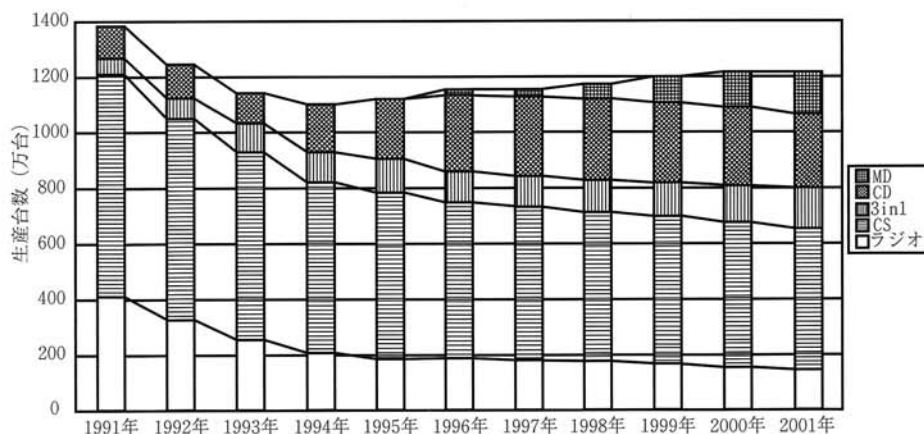


図-1 カーオーディオ国内出荷台数推移

Fig.1 Sales quantity of car audio in Japan

る。たとえば、プリアンプ回路や制御回路をデッキユニットに取り付けたため、それ専用のプリント基板が必要となる。

これらの諸条件、環境の変化を取り込んで新デッキの開発を行った。

DK-90の開発に当たってはベアデッキ化（Bare Deck：プリアンプ回路、制御回路を組み込まない）をおこない、製品全体としての機能の最適化をはかった。

また、DK-90はDK-80、DK-82の後継機という位置づけから、すべての動作をモータドライブでおこなうフルロジックデッキを基本とし、DK-82以上の量産適合性をねらいとしたうえで、高音質・静音・信頼性の点でも同等以上をねらい開発をおこなった。

今回は特に静音化、部品統合化を達成するための考え方や方策について述べる。

3. 設計の概念

DK-90は、図-2に示す通り、カセットデッキに要求される基本機能を網羅あるいは対応可能としたカセットデッキメカニズムである。

部品統合化させる方策は、第一に部品点数の削減がある。しかし、部品点数削減により機能・性能が低下したのでは、市場競争力を失うこととなる。

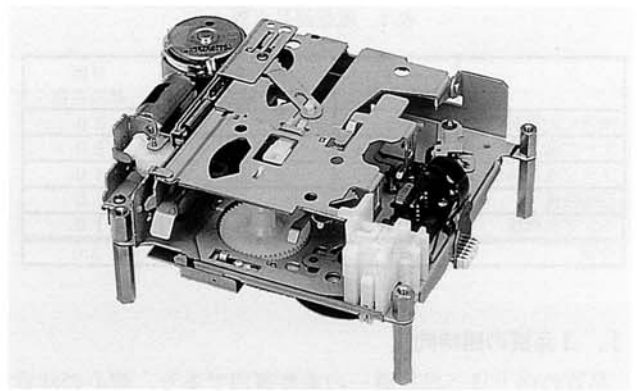
競争力を維持しつつ、部品点数削減を実現させたこのデッキの基本的な設計概念について以下に述べる。

3. 1 機能の適正化

高付加価値を重視したバブル経済のころ、付加価値を高め差別化をはかるために、コストをかけ機能、性能、信頼性の向上をおこなっていた。しかし、バブル経済の崩壊とそれに続く市場要求の変化により、機能、性能等は維持したままでのコストパフォーマンスの向上が課題となった。

今回の開発にあたり、まず、カセットデッキメカニズムの基本機能を次のようにブロック分けし、ブロック毎に機能展開をおこなった。

- 1) カセットバック挿排機能
- 2) テープ送り機能
- 3) テープ巻取機能
- 4) 切換機能
- 5) ヘッド移動機能
- 6) 接続機能



＜基本機能＞

- ・パワーローディング／
パワーイジェクト
- ・FF/REW
- ・走行方向切換

＜対応可能機能＞

- ・自動選局
- ・リピート
- ・ブランクスキップ
- ・スキャン
- ・オートテープセクター

図-2 DK-90の外観・機能

Fig.2 Outline drawing and function of DK-90

機能展開とは、前記の各機能ブロックについてその目的、制約条件を考え、そこから基本機能、二次機能と展開し、あるべき姿を追求することである。

つぎにあるべき姿を実現するための達成手段を検討し、他社製品との比較検討をおこなうこと（市場動向）で、機能の適正化をはかった。また、おのおのの達成手段の効率と重要度とを評価のうえ、適正な機能を導き出し、設計時の指標とした。

3. 2 構造の適正化

機能展開において適正化された実現手段を具体的な機構構造にするうえで、構造の最適化をおこなった。構造の最適化とは、各機能を構成する部品を基幹部品と補助部品に分け、機能達成に必要な最小部品点数を算出することである。ここでいう基幹部品とはその機能を実現するうえで必要不可欠な部品で、たとえばテープ送り機能では、テープを送り出すピンチローラや送りの動力源であるDCサーボモータがこれにあたる。つぎに補助部品とは基幹部品同士を有機的につなぎ、要求機能を実現するための部品や基幹部品を連結するのに用いる部品を指す。締結部品（ネジ、ワッシャ等）や部品を支えるホルダ、軸などは補助部品となる。

このようにして各機能ブロックごとに算出された最小限の部品で、機構が実現するように設計を行った。

実際に算出された各機能の理想的な部品点数を表-1に示す。

表-1 理想部品点数

	基幹 部品点数	機能達成 最小部品点数	目標 部品点数
カセットパック挿排機構	15	26	30
テープ送り機構	25	31	30
テープ巻取機構	15	36	40
切換機構	2	9	10
ヘッド台機構	6	8	10
合計	63	110	120

3. 3 品質の維持向上

品質の向上は、当社第一の重要事項であり、細心の注意をはらっている。

そこで、DK-90の開発に当たっては前機種DK-82での高信頼性に対するコンセプトは継承するとともに、キーパーツについても、高い信頼性を得られる部品を採用した。

下記に列挙したアイテムは、DK-82より継承採用した考え方や方策の一例である。

1) 静音化

音楽再生時の主なメカノイズであるギヤの噛み合い音は、DCサーボモータでキャプスタンとリールのみを駆動することにより、回転するギヤ数を最小限にとどめることで発生レベルの低減をはかった。また、メカモード切換時のメカノイズは、モード切換専用のモータで全動作を行うことで、プランジャ作動時の”カチ””パチ”音やレバーがバネ力で飛び込む時の”パチン”音の発生をゼロとした。

2) インナーシールドヘッド

車室内用の磁気ヘッドにはホーム用と異なり、外部磁気ノイズに対するシールド能力が求められる。それは、自動車内にあるワイヤーハーネスより発せられる磁気ノイズに対するシールドである。磁気ノイズ対策として、ヘッド内部にシールド構造を組み込んだインナーシールドヘッドを採用した。外部シールドタイプに比べてコンパクトなため、規格外カセットに対してイジェクト不良も防止できる。(図-3参照)

3) ヘッド汚れ対策

ヘッド表面のテープとの接触部に樹脂を露出しない構造にし、汚れの付着を抑える。ヘッド表面に汚れが付着するとスペーシングロスが増加し、高音域の再生レベルを低下させる。汚れはヘッド表面の樹脂部に付着し成長していくことが確認されており、樹脂部の露出をゼロにした。

4) 規格外カセットへの対応

海外で多く見られる海賊版テープなどのコンパクトカ

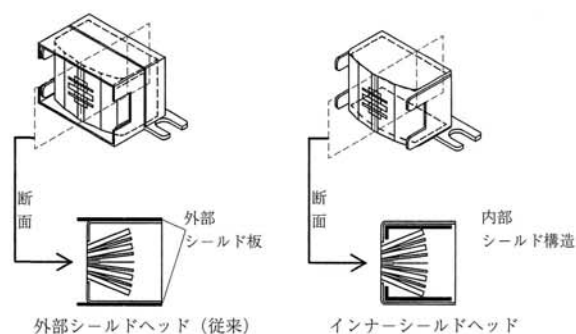


図-3 ヘッド外観比較

Fig.3 Comparison of magnetic head appearance

セットには規格寸法を外れた、いわゆる規格外パックが多数みられる。そこでこの規格外パックに対しての余裕度の向上をはかるために次の対策を行った。

- ①リールキャップの小型化
- ②ガイドピン径の最適化
- ③カセットハーフ水平落下機構

これらの対策により、規格外パックに対する余裕度が向上し装着不良の発生を抑えられる。

5) マグネット式スリップ機構

スリップ機構とは、クラッチ構造によりプレイ中のテープの巻取りやFF/REWのテープ終端でのテープ切れの防止のために一定のトルクでテープテンションを与えるものである。従来はフェルト式であったが、マグネット式を採用することで、温度や湿度の変化が大きい車載環境でも、長期に渡り安定して性能を維持することができる。具体的な構造を図-4に示す。

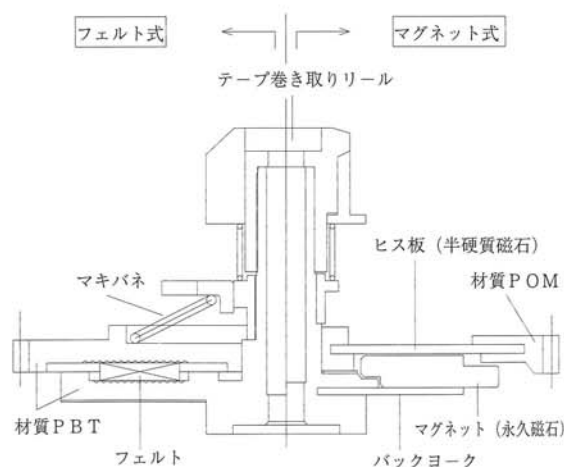


図-4 スリップ機構の構造比較

Fig.4 Comparison of slip-mechanism structure

6) エレベータ上バイアス機構

エレベータをバネ力で支えることにより、無理なカセット挿入をおこなった場合でも、カセット挿排機構の変形を防ぐ。

7) 密閉、微小電流対応スイッチ

車室内のほこりなどの異物がスイッチの接点に付着し動作不良を起こさないよう密閉型のスイッチを採用することで、使用条件の影響を受けにくくした。

4. 構造

次にDK-90のメカニズムの特徴的な内容について述べる。図-5はDK-90の機構概略を表したものである。

4. 1 静音化構造

図の走行系が示すように再生動作中はDCサーボモータからベルトを介し、フライホイールでリールを回転させる以外に不要なギヤを回転させていない。

また、すべての動作をモード切換用モータのみで実現するため、各機構を2枚のカムギヤに連結させその回転位置によりデッキのモードを確定させる。カムギヤとこれにリンクするレバーのみで動作するので、切換動作中のメカノイズの発生がほとんどない。各モードの位置検知はカムギヤに噛み合ったモードスイッチでおこなっている。さらにすべての動きが連結されているのでどのタイ

ミングで異常停止しても、容易に正常動作への復帰が可能である。

4. 2 部品点数

部品点数を増やさないためには、先に述べた補助部品をいかに最小限にとどめて全ての機能を実現させるかということが重要である。とくに部品を支持するための軸や固定するための締結部品を削減することが課題である。

DK-90ではその方策として下記に示す手法を採用し部品点数の削減をはかった。

①プレス軸成形による切削軸の代用

②バーリングカシメによる切削軸の代用

③プレスフィット軸による締結部品の削除

①、②の方策は当社開発のCDデッキ（DA-22）やCDオートチェンジャデッキ（DA-19/23）で採用した工法である。詳細な内容については富士通テン技報、Vol.13 No.2(1996)を参照願いたい。

③はDK-90にてはじめて採用した技術である。通常ギヤを固定する方法としては、ワッシャなどの締結部品を使用する（図-6参照）。今回は樹脂のレバーと一体成形された軸にギヤを挿入し、軸のつば部分で抜けを防止することで、ワッシャを使用せずにギヤの固定を実現させた。これによりワッシャと切削軸が不要になる。この方式はプレスフィットと呼ばれ、樹脂材料のもつ弾性を利用した固定方法である。

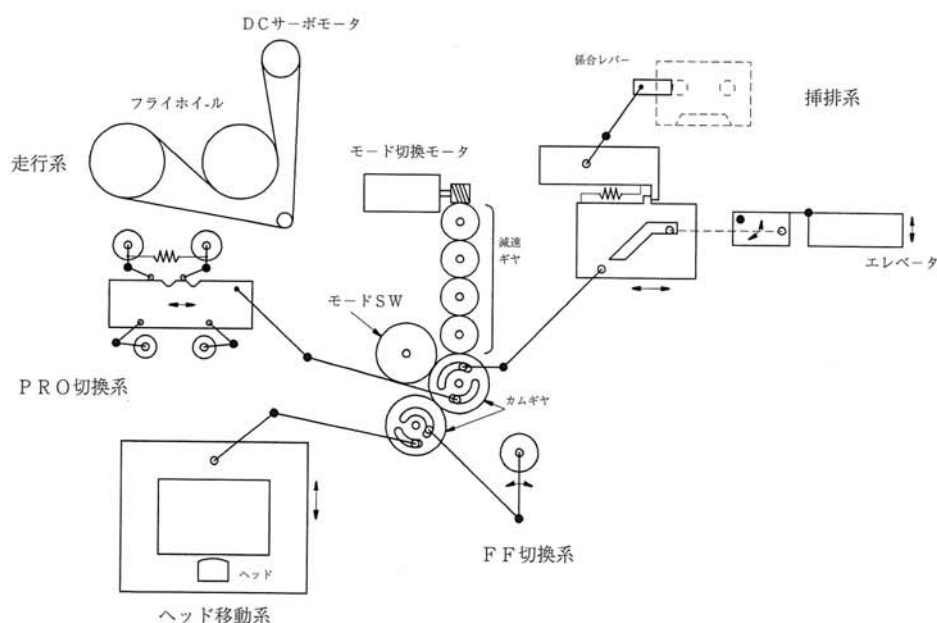


図-5 DK-90機能概略図

Fig.5 Mechanism outline chart of DK-90

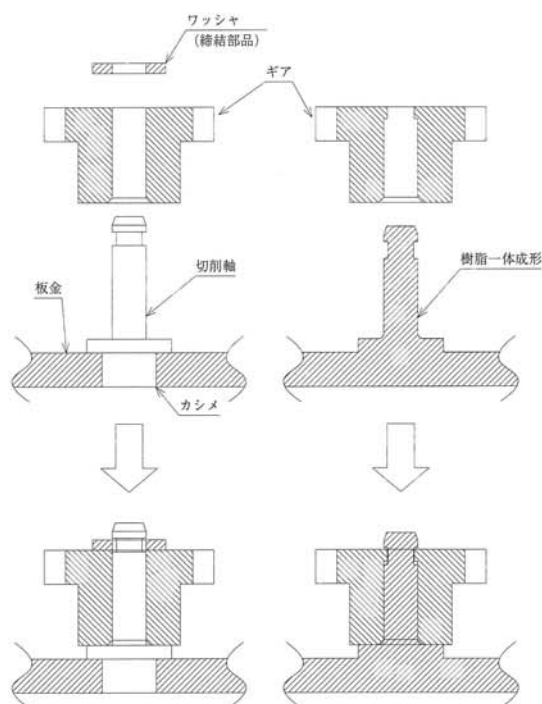


図-6 プレスフィットによる軸削除

Fig.6 Shaft deletion by a press fit

5. 高品質キーパーツ

デッキメカニズムの高信頼性を実現するために、キーパーツにおいては品質を重視するため以下のような部品を採用している。

5. 1 ノンアジマスヘッド

オートリバースデッキのテープ走行系では、再生方向が変わるとテープの走行角が微妙にずれる。これがアジマス損失を生み、高音域の再生レベルを低下させる。そこで従来はテープ走行ごとにヘッドの角度を合わせるデュアルアジマス機構を採用していた。図-7に示すように走行方向によって別々に調整を行いヘッドのアジマス角の最適化をはかっていた。

しかし、デュアルアジマス機構ではテープ走行ごとにヘッド角を合わせるため、機構が複雑になり多数の部品を使用する必要がある。また、テープ走行ごとに調整作業が必要となり、作業者の経験に頼る部分があった。

さらに製品筐体を車両コンソールに取り付けの際のコンソールや筐体の寸法誤差あるいは自動車が段差を乗り越える時の車体の歪でデッキメカニズムに歪が生じる恐れがある。その歪でテープ走行系にわずかな狂いが発生し、テープの走行角にもズレが生じることがある。

つまり、デュアルアジマス機構では最適なアジマス角がズレる可能性もあり得るのである。

DK-90においては、ヘッド角とテープの走行角を常に一致させる方法として、ノンアジマスヘッドを採用した。

図-8のノンアジマスヘッドの外観のようにヘッドの横に2本ずつ計4本のガイドを設けることにより、テープの走行角を常に一定に保ち、アジマス損失が発生しないようにしたものである。

このノンアジマスヘッドの採用により、先の条件でも音質が劣化しにくく、ヘッド角度の調整が不要となり、加工効率も向上した。

また、外側のガイドとテープは再生中、常時接触しており、テープ表面に付着した汚れをかきおとすため、ヘッド汚れに対しても防止効果がある。

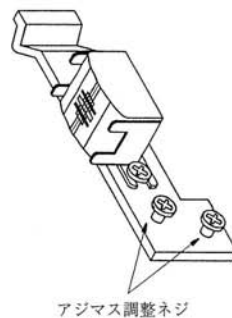


図-7 デュアルアジマス機構

Fig.7 Mechanism of dual azimuth

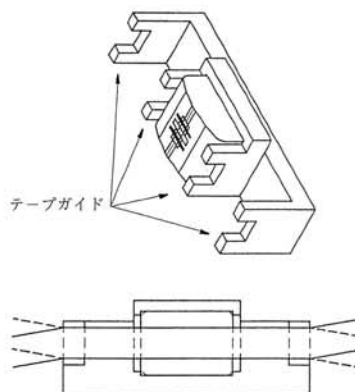


図-8 ノンアジマスヘッド

Fig.8 Non azimuth head

5. 2モードスイッチ

ロジックデッキにおいては、各動作モードをセンサで検知してマイコンに教える必要がある。DK-82ではこの検知に反射式光学センサを使用している。この方式は、検知対象物に光を投射しその反射光を検知する方法であるが、検知対象物の表面の汚れ等により反射光のレベルが低下すれば誤検知を起こす恐れがある。

DK-90では、光学式のセンサを使用せず回転式のスイッチを採用した。回転式スイッチとはモードスイッチとも呼ばれ、基盤上で回転するギヤに取り付けたブラシの位置により回路の接続を切り換えるものである。今回はこの回路の出力論理が3回路のモードスイッチを使用して、8モードまで検出が可能となった。

光学式のセンサでは、ON/OFFの出力しか行えないので、別のスイッチで確定したメカ位置からパルスをカウントし検知する相対位置検知であるのに対し、モードスイッチでは3bitコードによる絶対位置検知である。メカを動かすことなく絶対位置がわかるため、仮にデッキが誤動作をしたとしても、すばやく復帰することができる。また、接点は物理的な接触で行うため光学センサのような経時変化による劣化が極めて少なく、信頼性が高い。

接点部分への異物の混入に対しても、基盤とギヤの両側に突起を設け密閉構造とすることで対策を行っている。

6. まとめ

部品点数については、図-9に示すように従来機種DK-82に比べて約45%の削減を達成した。この部品数は、現在販売されている他のカセットデッキメカニズムと比しても最小レベルであると考えている。

しかも表-2の感性評価結果が示すとおり、パネラーによ

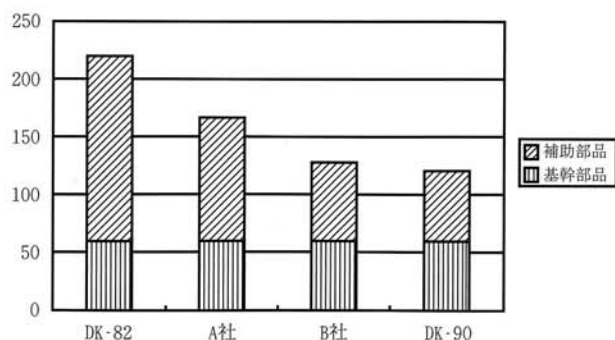


図-9 部品点数比較

Fig.9 Comparison of number of parts

る評価で、軽くスムーズな動作、音楽再生中の静けさおよび挿入音においてもトップレベルと評価されている。

また品質向上方策についても表-3のように、本デッキは、種々の品質上の対策を行い、従来デッキと同等にユーザの満足度を高める配慮を行った。

表-2 感性評価結果

		カー用						備考
		当社			他社			
		DK-90	DK-82	DK-80	A社	B社	C社	
動作時間	カセット挿入力	○	○	△	×	△	○	○ 軽い △ × 重い
	カセット挿入 ～演奏開始	○	○	○	○	○	○	
メカノイズ	プログラム切換	○	○	△	△	△	△	
	走行音	○	○	○	○	○	△	
	挿排音	○	○	△	○	△	△	

表-3 品質向上方策の比較

		当社			他社			備考
		DK-90	DK-82	DK-80	A社	B社	C社	
音質向上	ヘッドシールド能力	○	○	△	△	△	○	△ 部分外部シールド ○ 外部シールド or インナーシート
	アジマス機構	ノン	デュアル	デュアル	ノン	デュアル	デュアル	
静音化	モータのみによるメカの切替動作	○	○	×	○	×	×	
	ヘッド汚れ	○	○	×	×	○	×	
信頼性向上	規格外バックへの対応	○	○	×	○	×	×	○: 対応 ×: 非対応
	ガイドピン小径化	○	○	○	○	○	○	
	水平落下	○	○	×	○	×	×	
	ラベルエリアの逃げ	○	○	△	○	×	○	
	スリップ機構 (トルクの安定化)	○	○	△	△	△	△	
テープ巻込防止	たるみ除去	○	○	○	×	○	×	
	リールロック	○	○	×	×	×	×	

7. おわりに

以上、今回開発したカセットデッキメカニズムDK-90の開発概要について述べた。本デッキは過去に開発したデッキをさらにレベルアップさせるという位置づけから、顧客のニーズと機能の一致、部品の多機能を実現した。性能、品質面においては、従来機種以上を実現したうえに部品点数を半分近くに押さえることができた。

筆者紹介

後藤 務（ごとう つとむ）



1986年富士通テン入社。以来カセットデッキの開発に従事。現在AVC本部精機技術部CSプロジェクト在籍。

上田 司（うえだ つかさ）



1987年富士通テン入社。以来デッキの回路設計に従事。現在AVC本部精機技術部CSプロジェクト在籍。

米谷 恭磨（よねたに やすま）



1988年富士通テン入社。以来カセットデッキの開発に従事。現在AVC本部精機技術部CSプロジェクト在籍。

高田 正直（たかた まさなお）



1980年富士通テン入社。以来デッキメカニズムの開発に従事。現在AVC本部精機技術部CSプロジェクト在籍。

