

薄型シングルMDデッキ（MD-02）

25mm Height MD Playback Mechanism (MD-02)

遠藤	勝明	<i>Katsuaki Endo</i>
山本	康彰	<i>Yasuaki Yamamoto</i>
佐藤	哲哉	<i>Tetsuya Sato</i>
丸山	美徳	<i>Yoshinori Maruyama</i>



要 旨

1992年11月に発売されたMD機器は、'96年から本格的な普及期を迎え、'97年度日本国内の出荷台数は500万台に達する見込みである。このような中、当社では「MDの小型・取扱い易さの追求」というコンセプトのもと、'95年4月に1 DINサイズの3 + 1 枚MDチェンジャー一体機を商品化している。

今回開発したシングルMDデッキ“MD-02”は、ナビゲーション、TV、CD等との複合商品にも対応可能な「薄型サイズ」であること、従来モデルで改善要求の大きかった「CDと同等な操作レスポンス」をもつこと、という課題に取り組んだ。

本稿では、課題を克服する手法、達成状況を紹介する。

Abstract

In April of 1995, we at Fujitsu Ten developed and marketed a 1-DIN size 3+1 disc MD auto changer. The design concept of the MD changer was to achieve smaller-sizing and easier handling.

This time, we have developed a new single-disc MD deck. The development concept of this deck is to achieve "thinner sized deck" and "quicker playback response equal to that of the CD system".

In this treatise, we introduce this new type MD deck, "MD-02".

1. はじめに

MD (Mini Disc、ミニディスク) は、携帯性、耐振性、簡便性、ランダムアクセス性、繰り返し記録再生性などの特長を高度に実現したシステムである。MDは、1992年11月に、ポータブル、据え置き、車載用機器の3タイプが一斉に発売された。日本国内では'96年から本格的な普及期を迎え、'97年度の出荷台数は500万台（見込み）に達するまで成長してきている。このような中、当社では「MDの小型化・取扱い易さの追求」というコンセプトのもとに、'95年4月に1 DINサイズの3+1枚MDチェンジャー体機を商品化した。

今回開発したシングルMDデッキ“MD-02”は、ナビゲーション、TV、CD等との複合商品にも対応可能な「薄型サイズ」、従来モデルで改善要求の大きかった「操作レスポンスの改善」、を目標に開発を行った。

本デッキは、97年4月に商品化された1 DIN一体機を皮切りに、TV+ナビゲーション+CD+チューナ+アンプが2 DINサイズに凝縮された通称「AVN一体機」などにも採用されている。

2. ねらい

本MDデッキは、シングルMDデッキとしては当社初であり、特長は次の2点である。

①薄型

他メディア（TV、CDなど）との複合商品を、1 DINサイズで実現できるデッキ厚みとして、Half-DIN、

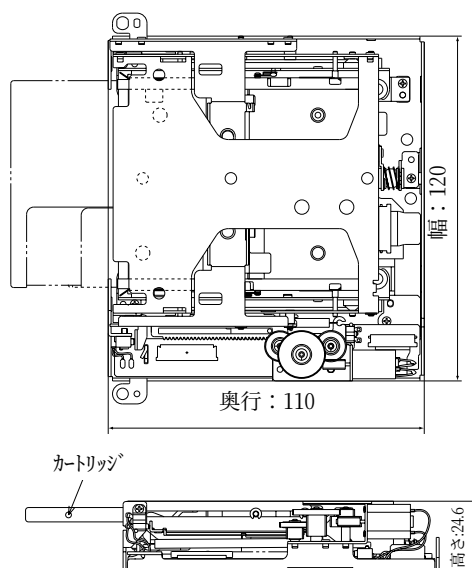


図-1 MD-02 外観図
Fig.1 Exterior view of MD-02

つまり25mmをデッキ厚み目標とした。（図-1参照）

②操作レスポンスの改善

従来の機種では、挿入から演奏開始までの時間、ラジオからMDにモードを切り替えた時の演奏再開時間など、ユーザ操作に対する反応がCDと比較すると遅かった。今回は、CDと同等の軽快な応答性実現を目標とした。

3. 薄型メカニズム

本デッキの開発にあたり、前記のデッキ厚み目標と共に、カセットデッキとの置き換えも考慮に入れて開発を行った。

具体的には、当社カセットデッキに対し、厚み方向は薄く、投影面積は同等とし、外形寸法を

120 (W) × 110 (D) × 25mm (H) とした。（図-2参照）

実現にあたっては、

①薄型化に最も適した挿排機構を選択する。そして、挿排動作に必要な部品は高さの制約のきびしいドライブユニットの上をできるだけ避け、周辺に配置するようにする。

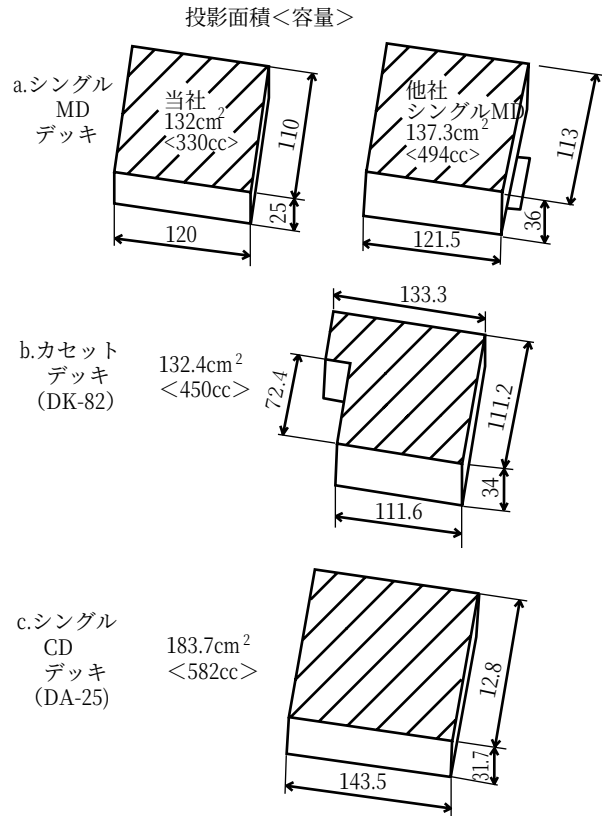


図-2 MD-CD-CSデッキの大きさ
Fig.2 Deck size of MD,CD,CS

②ドライブメカの内製化により、メカ部の薄型化を図るとともに、デッキ制御キバンのトータルでの薄型化を図る。

以上の二点を重点に開発を実施し、商品化することができた。

本デッキの開発により、1 DINのシングルMD一体機を商品化しただけでなく、今までの複合商品の主力である3 in 1（2 DINサイズのCD・CS一体機）のカセットデッキをMDデッキに置き換えた商品を開発化することができた。

さらに、今後の主力商品となる3 in 1にナビ機能を付加したAVN一体機のMDデッキ搭載機種を実現することができた。

3.1 挿排メカニズム

本デッキは、ディスクを演奏するドライブユニット部と、挿入されたカートリッジを引き込んでドライブユニット部に装着・排出する挿排機構部とにより構成されている。

カートリッジの引き込み機構を設計するにあたり、各種考えられる機構の中から、特に薄型化を重視して選定を行った。

考えられる引き込み方式を表-1に示す。

CDデッキに使用されているA方式や当社MDチェンジャデッキに使用しているB方式のようなローラ方式とカセットデッキに使用されているC方式のような係合方式とが考えられた。

ローラ方式では薄型化が困難であったり、機構が複雑化することが予想される。

また、C方式では、カートリッジの下に係合部があるため、ドライブユニットにカートリッジを装着する時、レバーを外す機構が必要なり、より複雑になってしまう。一方、D方式は、係合のためのレバーがカートリッジの厚み内で処理できるため、薄型化にも有効である。さらに、カートリッジ係合部を2箇所で引くため、挿排の安定化にもつながり、本デッキではこの方式を採用した。

また、係合したカートリッジを引き込む機構については、レバーの回転を使って、カム溝で平行移動に変更する方式とラックとピニオンによる平行移動方式を比較検討した。

前者は回転レバー分の厚みが増えるため不採用とし、ラックとピニオンによる方式を採用した。

デッキの薄型化を考えた場合、本デッキで最も厚み方向の寸法を必要とする箇所はドライブユニット部である。目標の厚みを実現するためには、挿排動作に必要な部品がドライブユニット部の上にできるだけ配置されないようにする必要があった。

具体的には、ローディングモータをデッキ右後方に配置し、ラックとピニオンを使い右側面のレバーを平行移動させている。平行移動するレバーはカートリッジに係合したホルダを引っ張り、カートリッジを引き込む構造とした（図-3）。

表-1 カートリッジ引き込み方式

方式	A方式 ローラ方式	B方式 ローラ方式	C方式 係合方式	D方式 係合方式
略図				
長所	- 駆動を片側(構造が比較的簡単)にしてもディスクはまっすぐ挿排 - ディスク装着スローク利用で防振時ローラを逃げる機構不要	ローラを上側に配置する方式に比べ薄型化可	真ん中1ヵ所の引っ掛けだけのため形状が簡単	引っ掛け部を2ヵ所で引くため、保持力及び挿排が安定
短所	- ローラを上側に配置すると薄型化困難 - 摩擦駆動なので環境の変化に対し駆動力が安定しにくい	2ローラにしないと真っ直ぐに排出しない 2つのローラに駆動力が必要なため構造が複雑 - 摩擦駆動なので環境の変化に対し駆動力が安定しにくい	ドライブユニットに装着の時レバーを外す機構が必要	引っ掛け部が1ヵ所に比べ多少複雑

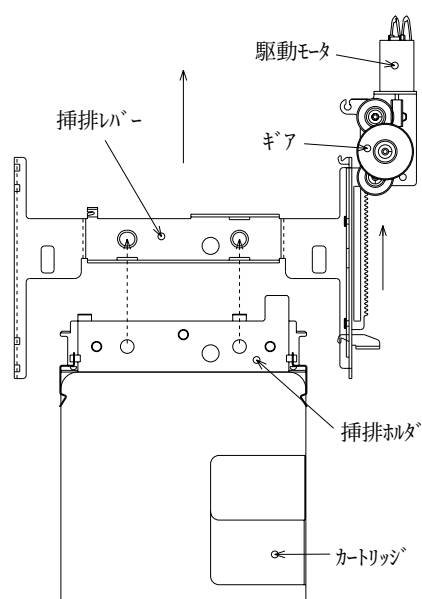


図-3 挿排機構
Fig.3 Inserting/Ejecting mechanism

3.2 ドライブユニット

本デッキの心臓部であるディスクを演奏するドライブメカ部については、本デッキで初めて内製化を行った。

内製化の本来の目的は、技術の取り込みであるが、従来のドライブユニットより、小型の部品（スレッドモータ）を使ったり、ギア列の高さを低く抑えることなどにより、薄型化への役割を果たしている（図-4、図-5）。

また、ドライブメカ部の厚み方向に余裕のある部分に、電解コンなどの高さを要する部品を配置するなど、制御キバン上の部品レイアウトによって、トータル的に薄型化を図るようにした。

また、各構成部品に対し高精度が要求されるが、その方策のひとつとして、ピックアップシャーシのアウトサート化を行っている。

アウトサート化される部品は、ピックアップを摺動させる軸を固定する樹脂部品やスピンドルモータを固定する樹脂部品である。この方法をとることにより、組み付けによるバラツキを抑えることができる。

また、部品を一体化したことにより、実際の使用状態で必要な寸法精度を直接指定することが可能となり、より高精度な部品レベルでの管理が可能となった。

さらなる精度アップやピックアップの実力アップの検討を継続して行っている。

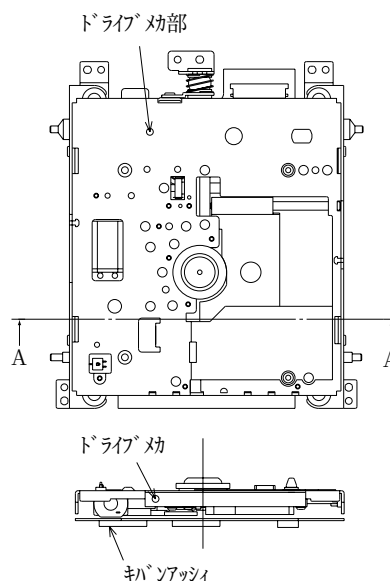


図-4 ドライブユニットの外観図
Fig.4 Exterior view of driving unit

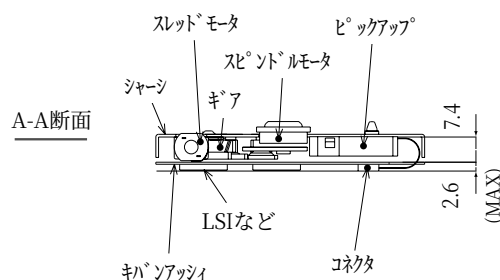


図-5 ドライブユニット断面
Fig.5 Section of driving unit

4. 高速音出し制御

MD-02では、音出し時間の短縮を目標に挙げた。本章では、その方策について述べる。

4.1 概要

従来の当社MDとCDの音出し時間の比較を、図-6に示す。図中のレコーダブルディスクとはユーザが録音可能なディスク、プリマスタードディスクとは再生専用ディスクのことである。

この図から次のことがわかる。

- ①CDに比較し、MDの音出し時間が遅い。
- ②MDでは、挿入からの音出し時間と停止状態からの音出し時間に差があまり無い。

その理由と音出し時間短縮方策について、以下に述べる。

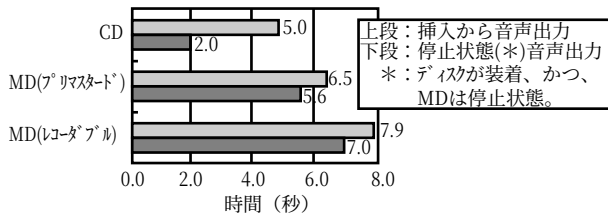


図-6 音出し時間の比較 (従来)

Fig.6 Comparison of "sound-out time" (conventional type)

表-2は、レコーダブルディスクにおけるディスク挿入から音声出力までの処理概要を表わしている。表-3は、CDとMDの音出しまでに実行する処理の違いを示している。これらの表より、ディスクの種類やCDとMDで処理数の違いが、音出し時間に影響していることが分かる。

また、表-3からは、CDとMDの違いを挙げてみる、

- ①停止から演奏再開する時に、TOCまたは、TOCとUTOCを読み出している。
- ②レコーダブルの場合、TOCとUTOCを読み出す必要がある。
- ③レコーダブルの場合、サーボの自動調整を2回行っている。
- ④停止時のピックアップの位置によって、演奏再開までの時間が変化する（処理No.②と⑩の時間が変化するため。外周に行くほど遅くなる）。

そこで、これらの違いを考慮し、音出し時間を短縮するための主な方策として、次の2項目をあげた。

表-2 ディスク挿入から音声出力までの手順

処理No	処 理	目 的 の 概 要
①	ディスクを装着	挿入されたディスクを、デッキ内に装着する。
②	ピックアップを最内周に移動	最初に読み出すTOC, UTOCが最内周にあるため、あらかじめピックアップを移動させる。
③	ディスクを回転	フォーカスが合った後、ディスクの回転が所望の回転速度に素早く落ち着くように、あらかじめディスクを回転させる。
④	フォーカスを合せる	対物レンズとディスクの距離を一定に保つ制御を開始する。
⑤	サーボ調整(ピット部)	ピット部でのフォーカス、トラッキングサーボを最適化する。
⑥	TOCデータの読み出し	プリマスタートの場合：録音時間、タイトルなど レコーダブルの場合：録音可能時間、UTOCの位置など
⑦	グループ部への移動	次に読み出すUTOCがグループ部にあるため、ピックアップを移動させる。
⑧	サーボ調整(グループ部)	グループ部でのフォーカス、トラッキングサーボを最適化する。
⑨	UTOCデータの読み出し	ユーザが録音した曲に関する情報(録音時間、タイトルなど)を読み出す。
⑩	演奏する曲に移動	ディスク挿入時は1曲目の場合が多い。
⑪	音声データをメモリに蓄積	一つの曲が、ディスク上で分割されて録音されている場合を想定し、メモリに音声が必要量蓄積されるまでは音声を出さない。
⑫	音声出力開始	メモリに所定量の音声を蓄積完了。

* 本表は、レコーダブルディスクの場合である。

表-3 CDとMDの演奏開始時の処理数比較

処理No	ディスク挿入開始から音出しまで						停止状態から演奏開始(ディスク着済)					
	従来MD		CD	MD-02			従来MD		CD	MD-02		
	プリ	レコ		プリ	レコ		プリ	レコ		プリ	レコ	
①	○	○	○	○	○		×	×	×	×	×	
②	○	○	○	○	○		○	○	×(*1)	×	×	
③	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	
④	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	
⑤	○	○	○	○	○		○	○	○	○	×	
⑥	○	○	○	○	○		○	○	×	×	×	
⑦	×	○	×	×	○		×	○	×	×	×	
⑧	×	○	×	×	○		×	○	×	×	○	
⑨	×	○	×	×	○		×	○	×	×	×	
⑩	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	
⑪	○	○	×	○	○		○	○	×	○	○	
⑫	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	
処理数合計	9	12	8	9	12		8	11	5	6	6	

* 表中の処理Noは、表-2のNoと対応している。

* 凡例、○：実行する、×：実行しない

①TOC、UTOC読み出し処理の高速化

②自動調整時間の短縮化

これら方策の具体的な説明を以下に述べる。

4. 2 TOC、UTOC読み出し処理の高速化

最初に、TOC と UTOC について説明する。

プリマスタートMDの内周部分には、TOC (Table Of Contents) と呼ばれるデータが記録されている。ここには、録音されている曲の開始位置、終了位置、曲のタイトルなどが記録されている。また、レコーダブルMDはユーザが録音／消去可能なため、その録音した曲の情報を記録するために、UTOC (User Table Of Contents) と呼ばれるデータも記録されている。

レコーダブルMDの場合、TOC と UTOC の記録内容から録音曲数や経過時間を算出するため、まず、これらの内容をディスクから読み出す必要がある。

CDのTOCデータ量は約300バイトであるが、MDのそれは、最大10キロバイト程度である。CDの場合、ディスクから読み出されたTOCデータは、マイコンに内蔵されているRAM (Random Access Memory) に格納される。マイコンは常に通電されているため、プレーヤが停止状態でもRAMの内容は保持されている。停止状態から演奏再開する場合に、CDがTOCを読み出さない理由はこれである(表-3の*1の部分)。

ところが、従来のマイコンに内蔵されるRAM容量は約2キロバイト程度だったため、MDのTOCデータを記憶することができなかった。そのため、TOCデータはDRAM (Dynamic Random Access Memory) に格納されていた。また、従来はMDが停止した時には、消費電流やデジタルノイズの低減のため、DRAMを含むMD制御回路の電源を

OFFさせる必要があり、TOCデータを保持することが出来なかった。従って、演奏開始時には常にTOCの再読み出しを行う必要があった。

MD-02では、大容量RAM（10キロバイト）を内蔵した新ワンチップマイコンを採用した。これにより、常に通電している内蔵RAMで、TOCデータの管理・格納を行うことが可能となり、停止状態からの音出し時間の大幅な短縮（短縮時間＝400msec～2.8sec）を実現した。

大容量RAM採用により、演奏再開時の処理内容はCDと同等になった（表-3の右3列を参照）。

また、処理No. 2,10による音出し時間への影響も、その処理自体が無くなったため発生しなくなった。

以上のようにマイコン内蔵RAMを使うことにより、停止状態からの演奏再開時には、大幅な音出し時間の短縮が可能となった。しかし、ディスク挿入からの音出し時間短縮には効果がない。逆に、DRAMからマイコン内蔵RAMにTOCデータを転送する処理が増えるため、音出し時間は長くなる（約600 msec）。MD-02では、マイコン内蔵RAMに転送するTOCデータ量を最小限（制御上関係のないデータは転送しない）に押え、転送による音出し時間への影響を小さくしている。

以下にマイコン内蔵RAM使用による2つの副次効果を説明する。

①ショックブーフメモリ量の増加

従来、DRAM内のTOCデータ格納に使用していた領域は、マイコン内蔵RAMへ転送後、ショックブーフメモリとして使用している。増加メモリは、9セクタ分、音声にして約600 msecである。

②タイトル表示に関する多彩なアプリケーションへの対応

従来品は、ディスクタイトルやトラックタイトルの出力は、MDが動作している時に限られていた。MD-02では、常時通電しているマイコン内蔵RAM上にTOCデータを格納しているため、MDプレーヤーの状態に関係なく、ディスクやトラックタイトルを出力することが可能となった。この特徴を活かし、例えばCDを聞きながらMDのトラック名を表示させ、タイトルから選曲する等、タイトル表示を活用した多彩なアプリケーションへの対応が可能となった。

4.3 自動調整時間の短縮

プリマスタードディスク（再生専用ディスク）全面とレコーダブルディスク（録音再生ディスク）のTOC部分は、ディスクからの反射光量の大小で録音（この方式が

用いられている部分を、ピット部と呼ぶ）されている。一方、レコーダブルMDのUTOC部分と音声録音される部分は、光磁気で録音する方法（グループ部と呼ぶ）が用いられている（図-7参照）。

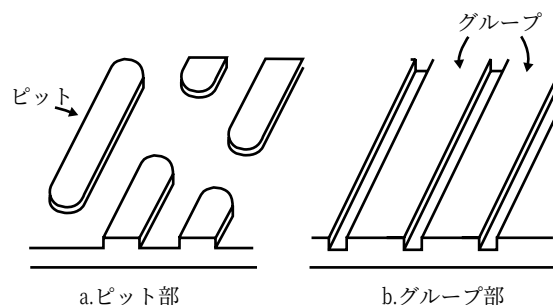


図-7 ディスク構造
Fig.7 Disk structure

これら2種類のディスクから、データを読み出す光学ピックアップの対物レンズは、フォーカスサーボとトラッキングサーボで制御されている。

フォーカスサーボとは、対物レンズとディスクの距離を一定に保ち、レーザの焦点を合わせ続ける制御（ディスク垂直方向の制御）である。一方、ディスクの偏心などによって発生するトラックの揺れに対して、対物レンズを目的のトラックに追従させる制御（ディスク半径方向の制御）をトラッキングサーボという。

自動調整の目的は、サーボの安定化である。ディスク毎に反射率や光学特性のバラツキがある。それらバラツキは、フォーカスサーボ、トラッキングサーボを不安定にする要因の一つである。サーボが不安定になると、曲のサーチが遅くなったり、傷や振動に対して音飛びしやすくなるなどの現象を引き起こす。MDでは、ディスク毎のバラツキに加え、記録方法の違い（ピットとグループ）も光学特性がバラツク大きな要因である。

そこでMD-02ではそれらのバラツキを吸収するため、ディスク毎に、またレコーダブルの場合にはピット部とグループ部それぞれの領域において、自動調整を行っている。自動調整項目数は、ピット部3項目、グループ部4項目である。

自動調整時間の短縮をするために、次の進め方が考えられる。

- ①調整を行わない（無調整化）。
- ②調整項目を減らす（一部無調整化）。
- ③調整時間を短くする。

①、②については、先に延べたとおり、現状ではディ

スクのバラツキが大きいいため、採用することが出来ない。
今回は、③の調整時間を短くする方向で進めた。

実際の調整手順のフローを、図-8に示す。

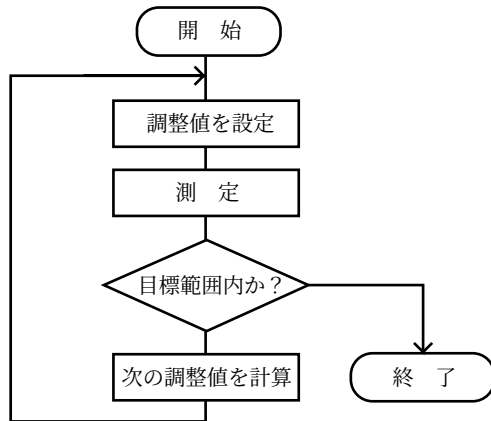


図-8 調整フロー
Fig.8 Adjusting flow

MD-02で採用した自動調整時間の短縮方策は、次の3点である。

①測定値の平均値化を計算で行った。

従来は、測定値を安定させる手段として、ローパスフィルタ回路を用いていた。この場合、ローパスフィルタによる応答性の悪化があり、測定値が安定するまでの待ち時間が必要だった。今回は測定ポイントを直接測定し、さらに測定間隔を密にした。それら複数回の測定値を用い、マイコンが測定値の平均値化処理を行うことにより、安定した測定値を得ると共に、調整時間の短縮を図った（図-9参照）。

②適切なプリセット値を選ぶことにより、最初の測定で目標範囲に入る確率を高めた。

③測定値が目標範囲外の場合、次の調整で目標範囲に入る確率を高めた。

②と③を実現するために、まずピックアップのバラツ

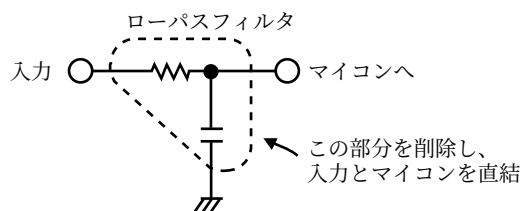


図-9 測定回路
Fig.9 Measuring circuit

キ、ディスクのバラツキを調査した。その結果をもとに、目標範囲に入る確率の高い調整値をプリセット値と、次の調整で目標範囲に入る調整値算出方法を選択した。

4.4 効果

音出し時間の短縮効果を図-10に示す。挿入からの音出し時間は、従来比▲45%，時間にして3.6秒の短縮を実現した。また、停止状態からの演奏再開時間に至っては、従来比▲61%，4.3秒もの短縮を実現できた。CDとほぼ同等の性能を達成し、他社MDとの比較でも最速となった。

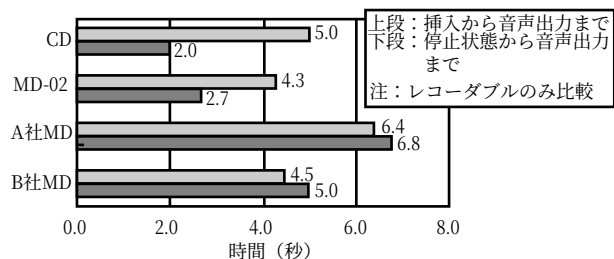


図-10 音出し時間短縮効果
Fig.10 “sound-out time” suppression effect

5. おわりに

以上、今回開発した薄型シングルMDデッキの概要について述べたきた。

本デッキ開発のねらいである、①薄型、②操作レスポンスの改善、について、いずれも車載用デッキとしては最高水準に達することが出来た。

本稿の冒頭で述べたように、MD市場は拡大の一途を辿っており、将来とも有望な分野である。本機の開発で培ったノウハウをもとに、新たなデッキ開発に取り組んでいきたい。

筆者紹介



遠藤 勝明(えんどう かつあき)

1977年入社。以来プレス金型設計、デッキ製造技術、デッキ開発に従事。現在AVC本部精機技術部MDプロジェクト課長。



山本 康彰(やまもと やすあき)

1977年入社。以来カーオーディオの開発、MDプレーヤの開発に従事。現在AVC本部精機技術部MDプロジェクト在籍。



佐藤 哲哉(さとう てつや)

1983年入社。以来CD,MDプレーヤの開発に従事。現在AVC本部精機技術部MDプロジェクト在籍。



丸山 美徳(まるやま よしのり)

1986年入社。以来カーオーディオのファームウェア開発に従事。現在AVC本部精機技術部DFプロジェクト在籍。

