

小型車載CDデッキ “DA-09”

Miniaturized CD Deck “DA-09” for Car

水口 俊夫⁽¹⁾
Toshio Mizuguchi

美甘 徹⁽²⁾
Toru Mikamo

要 旨

近年の車載用コンパクトディスクプレーヤに対するユーザーニーズに応えるべく、「小型・軽量化」・「耐振性向上」・「性能向上」をねらいとして、小型車載用CDデッキ “DA-09” を開発した。

“DA-09”では、コントロール基板で「小型部品の採用」・「回路のLSI化」等を実施してユニット化を図り、デッキへの内蔵を可能にした。その結果、従来機種に比較して部品点数で20%削減、面積比で30%の小型化が達成できた。さらに、デッキメカでは、「構造の簡素化」・「板金部品の樹脂化」等を行い、同様に部品点数を35%削減し体積比で30%、重量化で30%の小型・軽量化を実現した。また、耐振性および耐傷性等の性能も、同等あるいは1ランク以上の向上を達成した。

本稿では、コンパクトディスクデッキ “DA-09” について、その機能および性能について紹介する。

To meet recent user's needs for a compact disc player for car use, our company has developed miniaturized CD deck “DA-09” for automotive use, which aims at “compact and lightweight design”, “improved vibration resistance”, and “improved performance”.

In “DA-09”, the small parts are employed on the control PC board with LSI circuits, all of which are assembled into one unit so that these parts can be built in the deck.

As a result, part numbers have been reduced by 20% compared with the conventional control circuit, and the area has been made smaller by 30%. Further, in the desk mechanism, the construction has been simplified and resin sheet has been used instead of metal sheet and part number has also been reduced by 35% thus making the volume smaller by 30% and lighter in weight by 30%.

The vibration and damage resisting performances are equivalent to or better than the current model.

This paper introduces the function and performance of Compact Disc Deck “DA-09”

1. ま え が き

近年、カーオーディオにおけるコンパクトディスク（以下CDと呼ぶ）プレーヤの需要は、年々急激な伸びをみせている。また、CDはオーディオ用だけでなくCD-I、CD-ROMなど幅広く応用されている。

車載用CDプレーヤへのユーザからの要望は、年々レベルアップしており、機能・性能に対しては、より高いレベルのものを、また、価格面では、より安いものを要望されている。

車載用CDプレーヤは、ホーム用に比べより厳しい条件下で使用される。たとえば、CDプレーヤに加わる振動は、車載用では、車種・走行速度・路面状態等の走行条件による違いはあるが、大きなもので1～2Gの振動加速度が加わるのに対し、ホーム用では皆無に等しい。また、限られたスペース内でホーム用と同等あるいは同等以上の機能・性能が要求され、かつ厳しい環境条件に耐えるよう要求されており、その条件は年々厳しくなっている。

このような背景より、現在、市場にでているものよりさらにレベルアップしたCDデッキの開発が必要となり、開発されたのがCDデッキ“DA-09”である。

本稿では、CDデッキ“DA-09”の概要および機能・性能について述べる。

2. CDデッキ“DA-09”の概要

2. 1 開発のねらい

CDデッキ“DA-09”は以下の項目を開発のねらいとした。表-1に開発仕様を示す。

- ① 小型・軽量化
- ② 耐振性向上
- ③ 静音化
- ④ 性能向上

2. 2 CDデッキの構成

DA-09の外観図を図-1に示す。またCDデッキを構成する各機構を図-2に示す。

CDデッキは、ディスクを挿入すると、その挿入を検知し、モータを駆動源としてディスクの吸い込みを開始する。吸い込みの途中でディスクの大きさにより、ディスクのストップ位置を変化させ、かつディスクのセンタリングを行う。センタリングされたCDの吸い込み完了位置を検知し、クランプ動作に切り換え、クランプ完了を検知することにより、ローディング動作を終了する。クランプ完了検知後、ディスクモータを駆動し、ディスクを回転させ、フォーカス動作を行い、演奏を開始する。

表-1 開発仕様

項 目		従来機種	DA-09
外形寸法	W mm	150	140
	D mm	133	124
	H mm	46	37
重 量 (g)		800	600
耐振性能	振動音飛び	—	30%改善
CD 制 御 回 路		外付	内蔵

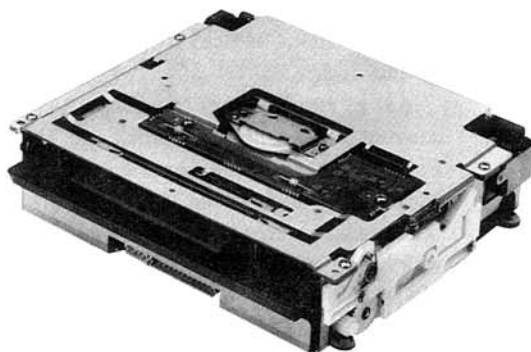


図-1 “DA-09”の外観図
Fig.1 Outline drawing “DA-09”

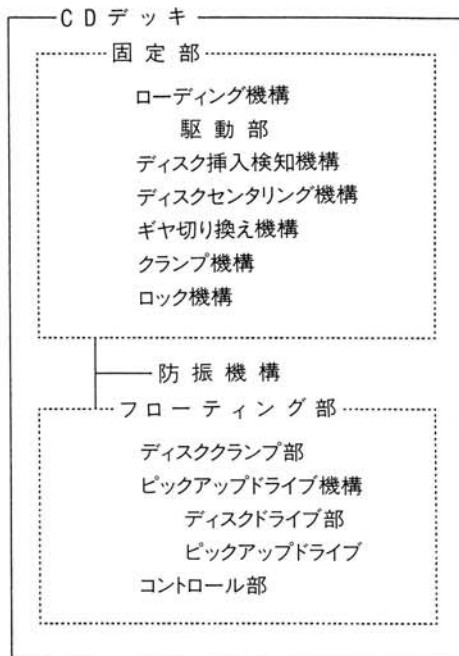


図-2 デッキ構成

Fig.2 Deck component

以下に各機構の目的および動作について、簡単に説明する。

2. 2. 1 ローディング機構

ディスクのCDデッキ内への吸い込みおよびCDデッキ内からの排出を行う。モータを駆動源として、ギヤ列を介してゴムローラを駆動し、ディスクを動作させる。(図-3参照)

2. 2. 2 ディスク挿入検知機構

ディスクがCDデッキ内に挿入されたこと、およびCDデッキ内から抜き取られたことを、メカ的に検知する。

2. 2. 3 ディスクセンタリング機構

挿入されてきたディスクのセンタとターンテーブルのセンタとを一致するように、ディスクのセンタリングを行う。

2. 2. 4 ギヤ切り換え機構

駆動源であるモータからのギヤ列を、ローディング動作のギヤ列からクランプ動作のギヤ列への切り換えを行う。

2. 2. 5 クランプ機構

プレイ状態あるいはローディング状態へ移行させるためクランプ部およびガイドレール部の下降・上昇、ロック機構の動作を行う。

2. 2. 6 ロック機構

フローティング部のディスク挿入・排出状態での保持 およびプレイ状態での解除を行う。

2. 2. 7 ピックアップドライブ機構

ディスクを回転させ、信号の読み取りを行うピックアップの駆動を行う。

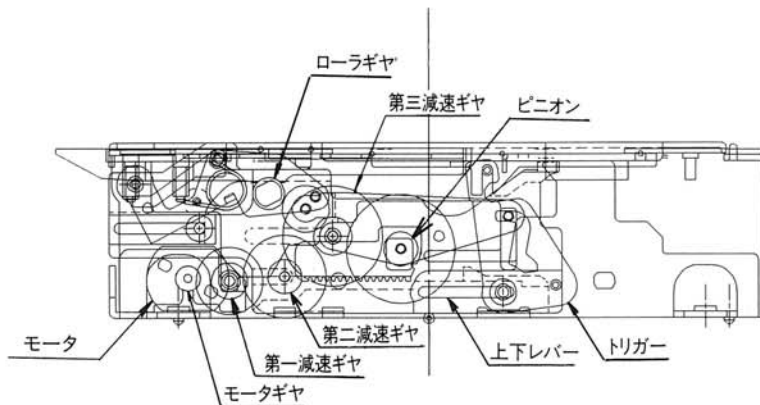


図-3 CDデッキの構成

Fig.3 CD deck mechanism

2. 2. 8 防振機構

ピックアップドライブ機構部への振動を遮断する。

2. 2. 9 コントロール部

CDデッキのディスクの挿入・排出から演奏までの機構の動作制御およびディスクから読み取ったデータの処理・音声信号出力までを行う。

3. 特 徴

3. 1 CDデッキの小型・軽量化

現在、日本の車メーカーの動きとして、車の重量軽減が大きな課題となっており、今では車の構成部品の一つであるカーオーディオに対しても、強く軽量化が要求されている。

CDデッキは、要求される機能上どうしても板金部品を多用するため、他の構成要素と比較すると、かなりの重量になる。そこで、軽量化をする手段として

- ① 小型化
- ② 部品点数の削減
- ③ 構造の簡素化
- ④ 板金部品の樹脂化

を考慮した設計が必要になる。

DA-09では、上記項目を設計に盛り込むことにより従来機種に対し約25%の軽減(800g→600g)ができた。以下にその内容に対し簡単に説明する。

3. 1. 1 小型化

CDデッキは、直径120mm厚さ1.2mmのディスクを扱うため、この大きさより小さくはならない。また、メカの動作は直線体な動きになるため、CDデッキの形状は、直方体になる。また構造を決定していく際、ディスクの外形に対しプラスされていくため、その機構をいかに薄くできるか、あるいは、デッドスペースをいかに有効に活用す

るかが、小型化のための、ポイントになる。

DA-09では、小型部品の採用や、部品配置の最適化により、薄形のピックアップドライブを開発した。その結果、上下方向のスペースを有効に利用することができ、従来機種との体積比で約30%の小型化を達成することができた。

3. 1. 2 構造の簡素化

CDデッキの機能のなかで、特に複雑な構造となっていたのが、ディスクセンタリング機構である。これは直径120mmと80mmのディスクがあるため、ディスクの挿入過程で大きさを判別し、状態を切り換える構造とする必要があるためである。

従来機種では、ディスクの挿入過程で、ディスクの大きさをメカ的に判別し切り換えを行っていた。このため、多くのレバーがリンクを形成し、さらに、各レバーに対し精度が要求されていた。

DA-09では、ディスクの判別とセンタリングとを個々に機構を設定し、それぞれの構造を簡素化し、必要最低限の動きとなるよう構成した。

他の機構も同じ様に、構造の簡素化および樹脂化による一体化を行うことにより、従来機種に対し部品点数で約30%の削減を達成した。

3. 1. 3 板金部品の樹脂化

デッキ部品には、厚さ0.8mm～1.2mmの板金を使用したものが多い。これらの部品を樹脂化することは可能であるが、強度、寸法・形状精度の問題があり厚さは厚くなり、形状も複雑になる。このため、単純に樹脂化すると、デッキ寸法が大型化してしまうことになる。また、高温での膨張・収縮の影響を板金部品以上に考慮する必要がある。

そこで、DA-09では、従来二つ以上の部品で構成していた部品を、一体化する方向での検討を行った。たとえば、図-4に示す様に樹脂部品に軸を圧入していたものを、小型化することにより

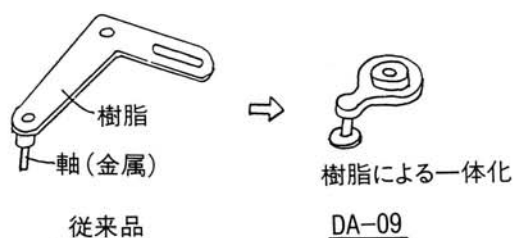


図-4 樹脂化
Fig. 4 Plastic part

樹脂化による一体化をおこなった。(表-2参照)

3. 2 耐振性向上

3. 2. 1 原理

CDデッキの耐振性を向上させるためには、信号を読み取る部分に、外部からの振動を伝達しないようにすればよい。そのため、外部からの振動を遮断することを目的として図-5に示すモデルのようなバネとダンパを使った防振構造をとる。しかし、この構造をとることにより、外部振動を増幅する周波数域(共振域)と減衰する周波数域とが共存する事になる。外部振動を増幅する周波数域におけるピーク周波数が共振周波数 f_0

(Hz)で、その時の伝達率が共振増率 Q (dB) である。また伝達率が 0dB となる周波数 f_1 とは

$$f_1 = 1.414 * f_0$$

の関係がある。

防振構造の設定の考え方としては、ピックアップの持つ耐振動特性の比較的強い周波数域に共振周波数 f_0 を設定し、弱い周波数域を防振構造によりカバーするように設定する。

3. 2. 2 構造

DA-09における防振構造を図-6に示す。CDデッキの心臓部であるピックアップ部のみを、演奏状態において、固定部から浮かすフローティング構造としている。振動に対し、ある伝達特性を持つオイル封入ゴムダンパ(以下ダンパ)をフローティング部の左右2か所に配置し、フローティング部の振れ幅を確保するために、各ダンパ部にコイルバネを上下方向に配置している。DA-09では、共振周波数 f_0 での共振増率 Q を低く抑えるため、ダンパを大型化し、さらに、フローティング部の振れ幅を大きくとることにより、耐振性を従来機種に対し約30%向上させた。

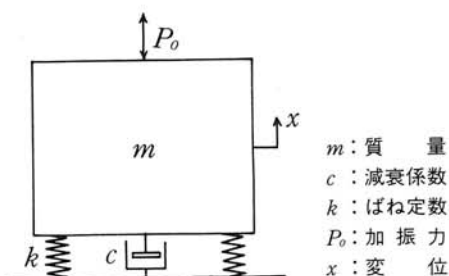
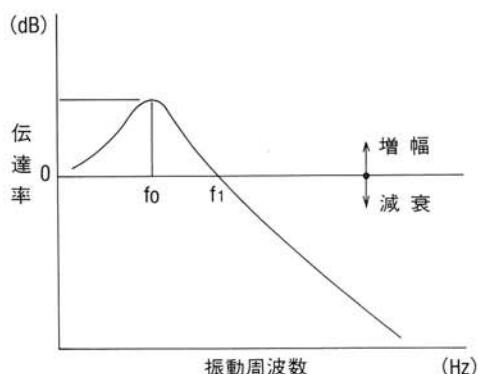


図-5 マスモデル
Fig. 5 Massive diagram

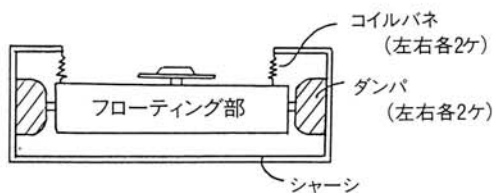


図-6 防振構造

Fig. 6 Vibration isolating

表-2 構成部品

項 目		従来機種	DA-09	比
体 積 (cm ³)		914	641	-30%
重 量 (g)		800	600	-25%
部品点数	メ カ	92	66	-28%
	締結部品	174	110	-36%
樹 脂 化 部 品		—	3	—

3. 3 静音化

CDデッキから発生する音は、ディスクを挿入・排出するときの動作音で、主に駆動源であるモータと駆動部を構成するギヤ列から発生する。特にギヤから発生する音は、高い周波数の音が発生し、耳障りな音となる。この原因としては、

- ① 歯形精度
- ② ギヤ間ピッチ
- ③ 噛み合うギヤの相性

などがある。

DA-09では、静音化対策として、

- ① 歯形精度の向上（5級→4級）
- ② ギヤ列取付け面の同一化
- ③ 第一減速ギヤの軟質材化

を行い、特に高い周波数の音を低減させ、全体として従来機種に対し約10dBの改善を行った。

3. 4 CDコントロール基板の小型化

DA-09は、デッキメカとコントロール回路をユニット（一体）とし、共通化を図っている。小型、軽量のデッキメカに、CDコントロール回路を内蔵しユニット化するためには、基板の小型化が必要である。

これを実現する方法として次の項目について検討を行った

- ① 基板の多層化
- ② パターン幅の縮小
- ③ パイアホールの小径化
- ④ 小型部品の採用
- ⑤ 部品点数の削減

実施した結果を表-3に示す

①、②に関しては、従来の設計基準を踏襲している。パイアホール径は、従来の2/3の大きさを実現した。小型部品の採用に関しては、小型面実装部品を積極的に採用した。

表-3

項 目	従 来 機 種	DA-09
層 数	2層	2層
線 幅	0.3mm	0.3mm
パイアホール径	穴径φ0.8 ランド径φ1.5	穴径φ0.5 ランド径φ1.0
構成部品	[チップ] R 2.0×1.25 C 2.0×1.25 Tr 3.2×1.6 Di 3.2×1.6	[チップ] R 1.6×0.8 C 1.6×0.8 Tr 2.0×1.25 Di 2.0×1.25
	[ディップ] アルミ電解コンデンサ コネクタ 水晶 ETC	[面実装] アルミ電解コンデンサ コネクタ 水晶 ETC
部品点数	310点	260点 (追加機能部品含む)

部品点数の削減は、CDのLSIラインナップを第3世代のものから第4世代のものに置き換えることにより、回路のLSIへの取込みを行い、機能を追加したにもかかわらず（フェールセール機能等）部品点数を約20%削減できた。

これらの事により、従来機種との面積比で約30%の小型化を達成し、CDコントロール基板の小型デッキへの内蔵化を可能にした。

3. 5 性能向上

3. 5. 1 プレーヤビリティの向上

傷ディスクをかけると、音飛びが起こることがある。この現象の原因として

- ① ディスクに傷があるとサーボのための正しいエラー信号を得ることができなくなる。
- ② この時、サーボがONしていると光学系が乱されたエラー信号に従って動いてしまいサーボがはずれる。

ということが分かっている。そこで②の時にサーボをOFFにすれば傷に対して有効であると考えられ、それを行う回路がディフェクト対策回路である。SSP（サーボ信号処理LSI）が傷を検出すると自動的に、その直前のエラー信号をDCHOLDするものである。

従来機種のディフェクト対策回路は、ON/OFFの瞬間にコンデンサへの過渡的な充放電の電流が流れ、動作が安定するまで時間を要するとい

う問題が生じた。DA-09では、この悪影響を防ぐためにディフェクト対策回路の改良を行い、耐傷性能の向上を図った。従来機種とDA-09のディフェクト対策回路を図-7に示す。

音飛びには至らなくても、ノイズとして出る場合がある。指紋のような広範囲にわたる汚れによって、データの誤りが信号処理の誤り訂正能力を越えた時、音声信号からノイズとして出てくる。

DA-09では、その誤り訂正能力を大幅に向上させた（図-8）。従来機種では、C1コードで2重訂正、C2コードで2重訂正であったのに対しC2を4重訂正とした。この訂正能力はCDのフォーマットの限界訂正である。これにより、理論的に16フレームまでの連続欠損も完全に訂正可能となった。また、RAMの容量を16Kbitから32Kbitに拡大することにより、従来±4フレームだったフレームジッターマージンが±28フレームと7倍になった。これによってディスクの回転速度ムラに対するアンチローリング特性も大幅に向上した（図-9）。

3. 5. 2 音質向上

CDデッキの音質について、これまでの主要評価項目であった大信号時のS/N、周波数特性等に加えて、小信号時の「S/N感」と「リニアリティー」が、クローズアップされてきている。DA-09ではこの2つの特性の改善を大きな目標として開発を進めた。

検討を進めた結果、従来機種には次のような問題があることが分かった。

① ノイズ成分

200Hz以下のサーボ系のノイズ成分が、電源ライン（ホット側、仮想GND）を通して信号系に混入している。

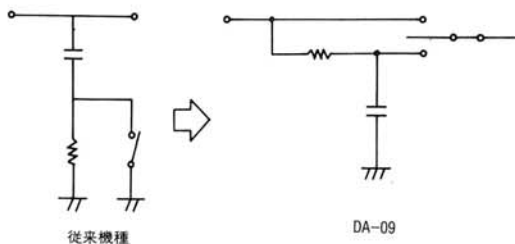


図-7 ディフェクト対策回路
Fig.7 Anti disc deffect circuit

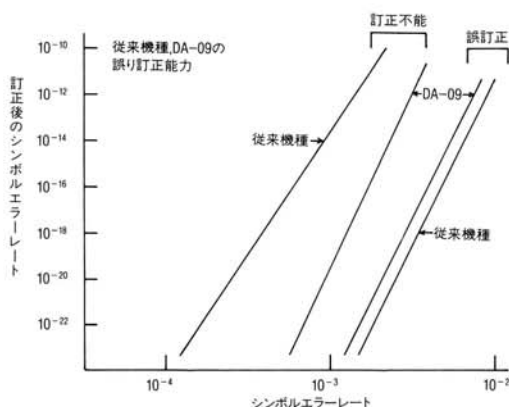


図-8 誤り訂正能力

Fig. 8 Error correction capability

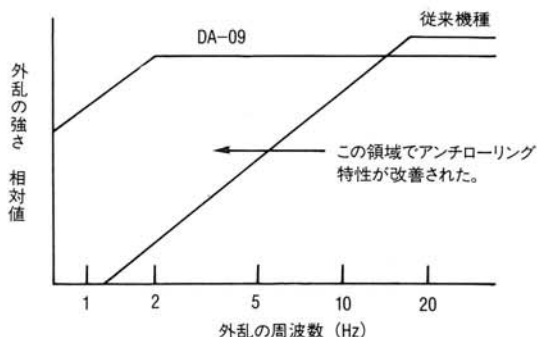


図-9 アンチローリング特性

Fig. 9 Anti-rolling characteristics

- ② 小信号時のリニアリティー (1 kHz, -60dB での歪み)

D/Aコンバータの性能に、全て依存している。

- ③ 大信号時 (10kHz, 0 dB) の歪み

コンデンサから高調波歪が発生している。

そこでDA-09は表-5のような改善を行った。

これ以外にも、パターンのひきまわしの改善、回路自体のシンプル化によるオーディオ回路部の

部品点数を従来機種比30%減少等により、ノイズ低減を図った結果を表-6に示す。

従来機種でみられた「ゴソゴソ」「ザワザワ」といった、バックグラウンドにあったノイズ成分が無くなり、音の濁りも低減した。全体的にすっきりとクリアな音質感となり聴感上も大幅に改善された。(図10~13参照)

表4 目標性能

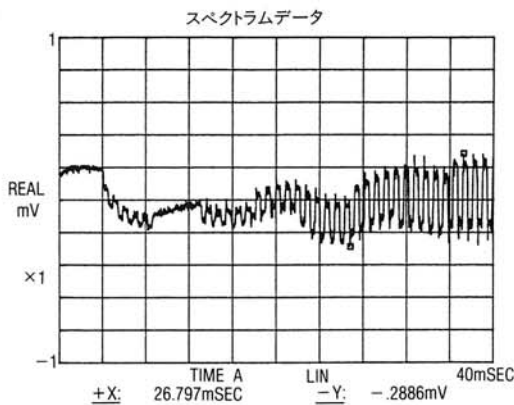
要望改善項目	従来機種	DA-09
小信号時のS/N感の向上	「ガサガサ」と不規則に変動し耳につくノイズ成分が多い。	「サー」というホワイトノイズ成分にした上でレベルを半減させる。
小信号時のリニアリティーの向上	1kHz 正弦波が-30dB付近で歪み出す。	-60dBまで歪まない。(歪0.5%以下)

表5 改善項目

具体的対策内容	狙い	効果
小信号GNDの強化	GNDパターンインピーダンス低減による中域のノイズ低減	1~2kHz付近のノイズ約6dB低下
復調用LPF回路のコンデンサをB特→SL特に変更	コンデンサの非直線特性により発生していた高調波歪の低減	10kHz、0dB再生時3次歪0.034→0.004%
D/Aコンバータの分解度を16bit→18bitに変更	小信号時のリニアリティー向上	1kHz、-60dB再生時THD 16bit→3.443% 18bit→1.330%

表6 従来機種との改善度

項	目	改善度
S/N感	S/N比 DIN AUDIO Filter in	9dB
	6.5Hz (Disc 回転周期) のノイズレベル	-16dB
	1～2 kHzの中域ノイズ	-5dB
リニアリティ	1 kHz, -60dB 再生時のTHD (10次まで)	-10dB
	10kHzね-0 dB 再生時のTHD (10次まで)	-8dB



脚注)
図-10 従来機種モノトニシティ再生波形
Fig.10 Monotonicity (conventional model)

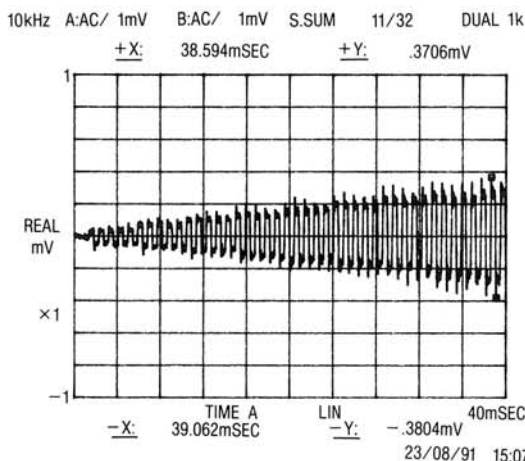


図-11 DA-09 モノトニシティ再生波形
Fig.11 Monotonicity (DA-09)

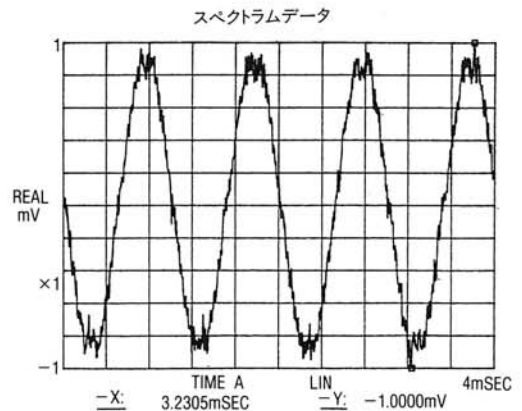


図-12 従来機種 1 kHz, -60dB 再生波形
Fig.12 Small signal (1 kHz, -60dB) waveform (model)

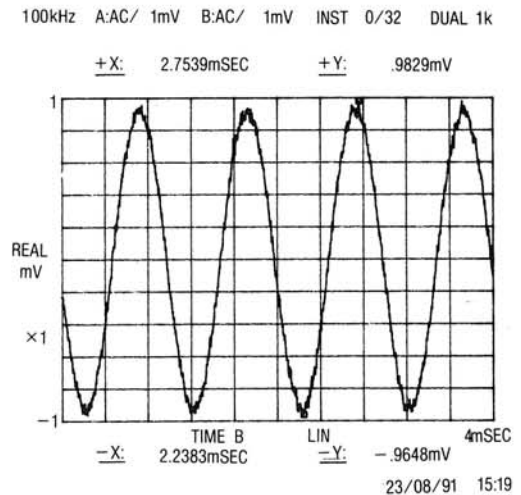


図-13 DA-09 1 kHz, -60dB 再生波形
Fig.13 Small signal (1 kHz, -60dB) waveform (DA-09)

脚注)

モノトニシティ・・・D/Aコンバータの特性を調べるためのもので、単一周波数を $-\infty \sim -70$ dBの間でレベルスイープした波形でD/Aコンバータの小信号時のリニアリティが悪いと波形がつぶれる。また、低減ノイズがのると波形がうねる。

4. あ と が き

以上、今回開発したCDデッキ“DA-09”のねらいと概要について述べた。

いままで以上に厳しい制約条件のもとでの開発であったが、新技術・新機構の開発採用により、種々の課題を解決し、最終的には目標仕様を満足することができた。

今後は、多様化するニーズへの対応・展開および本開発にて培われた技術・ノウハウをベースにして、さらなる設計技術のレベルアップを図って行きたい。

参 考 文 献

Cx-Pal, Vol 3, SONY