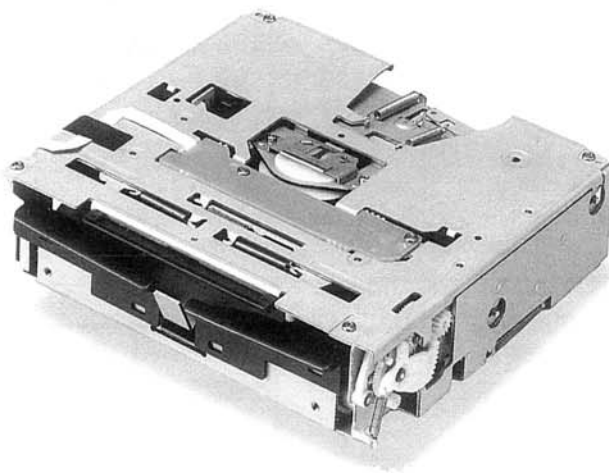


高品質CDデッキ

High Quality CD Deck Mechanism

草刈 朗 Akira Kusakari
藤田 光博 Mitsuhiro Fujita
美甘 徹 Tohru Mikamo
前田 敏浩 Toshihiro Maeda



要 旨

当社は、1984年に業界初の車載用コンパクトディスクプレーヤを発表し、翌年にライン装着として初めてクラウンに搭載して以来、数多くの車載用コンパクトディスクデッキを開発してきた。同時にそれは車載用純正オーディオとしての信頼性の追求でもあった。

今回、ディスク再生能力の向上、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CDデッキ”DA-22”の開発を行なった。本稿ではDA-22の概要と、開発においてポイントとなった技術について紹介する。

Abstract

In 1984, we, at Fjitsu Ten, announced our world-first car CD player, and in the following year we started supplying our first OEM CD unit for TOYOTA "CROWN" vehicles. Since then, we have been designing many types of CD decks for various car audio applications. All this history means we have been in a ceaseless pursuit of achieving supreme reliability required of OEM car audios.

In this thesis, we cite our newly-introduced "DA-22" CD deck in order to discuss the outline and important points of its development technology. The DA-22 is an output of our uncompromising endeavor to accomplish a high play-back ability and product quality, and a simple mechanism structure for cost efficiency.

1. まえがき

カーオーディオにおいて、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確実に増え続けている。近年は、カーナビゲーションシステム等の普及にも支えられ、単なる音楽用のみならずCD-ROMプレーヤは、カーマルチメディアシステムのメインソースの一つとして需要を伸ばしている。

製品の多様化が進むと共に、CDプレーヤに求められる品質が年々厳しくなっていく一方で、価格の低下が急激に進み、コスト低減の必要性にも迫られている。

このような背景を受け、より高品質で低価格のCDデッキとして開発されたのが“DA-22”である。

2. 開発の基本構想

2.1 市場動向

最近のアウトドア志向に伴い、より振動が激しいレクリエーションビークル車への搭載の為の耐振性能の向上、CD-ROMユースに必要な高速アクセス、或いはにわかに出廻っている粗悪ディスクに対する読み取り能力の向上等CDプレーヤに求められる性能はますます厳しくなっている。

一方、バブル経済の崩壊とそれに続く市場での価格破壊現象、またカーオーディオ業界においては、近年のカーナビゲーションシステムの普及に伴い、市場は拡大しているものの、新規市場参入を果たすメーカーも多数見られ、結果として過当競争を生んでいる。

このような市場動向の下、CD-ROMを含む車載用CDプレーヤにおいても、低価格化が進んでいる。

これらの、CDプレーヤに求められているニーズに応えられる製品を、如何に短期間で商品化していくかがCDデッキ開発に求められている。

2.2 開発の狙い

CDデッキ“DA-22”は市場のニーズを考慮した上で、以下の項目を開発の狙いとした。表-1に開発仕様を示す。

1) 高性能化

- ・耐振性能の向上
- ・アクセスタイムの短縮

2) 高信頼性化

- ・ディスク再生能力の向上

3) 低価格化

- ・構造の一体化、及び簡素化による部品点数の削減

表-1 開発仕様

項 目		開発デッキ
①外形寸法	W (mm)	138
	D (mm)	132
	H (mm)	37
②トラックサーチ時間 [EIAJ Long Search] (sec) (Track.1→Track.54)		2 (音楽,ROM共通)
③光学ピックアップびびり音 (G)		MIN 0.8 (at 30 Hz) 以上
④耐振性能 (G)		前方向全周波数2以上
⑤振衝撃性能 (G)		80以上

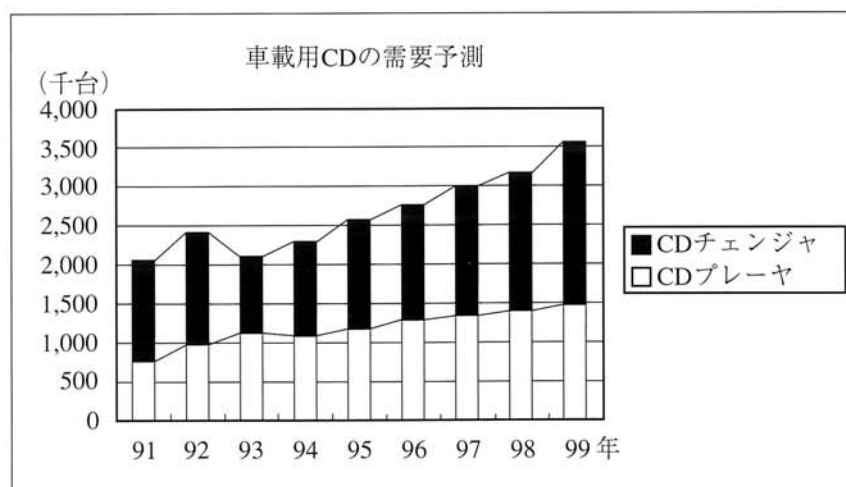


図-1 車載用CDプレーヤの需要予測

Fig.1 Forecast of player demand for car use

3. DA-22の概要

3. 1 CDデッキの構成

CDデッキは、大別すると図-2に示ように、固定部とフローティング部に分けらる。フローティング部に加わる外部からの振動は、防振機構によって減衰される。固定部とフローティング部には、後述にあるようなそれぞれの働きをする幾つかの機構で構成され、それらを制御するのはコントロール回路部内にあるCDデッキ制御用マイコンである。

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。

3. 1. 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、ディスクを移動させる。

3. 1. 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。

3. 1. 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が一致するように、ディスクをデッキ中央部に移動させる。

3. 1. 4 ギヤ切り換え機構

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、駆動源であるモータからの駆動力を、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切り換える。

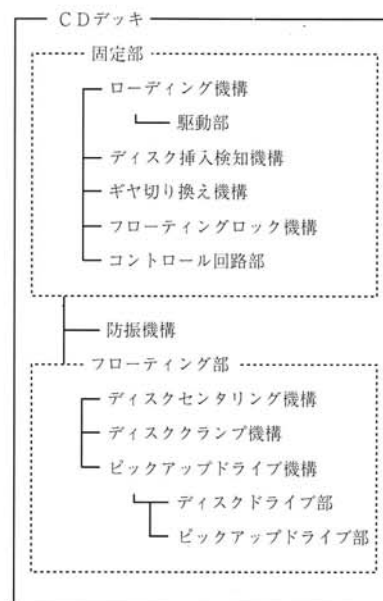


図-2 車載用CDプレーヤの需要予測
Fig.2 Deck composition

3. 1. 5 クランプ機構

プレイ状態でディスクをターンテーブル上に保持する。

3. 1. 6 フローティングロック機構

ディスクの挿入および排出時、フローティング部の保持をし、プレイ状態では解除を行なう。

3. 1. 7 ピックアップドライブ機構

ディスクを回転させ、データの読み取りを行なう光学ピックアップ（以下PUと呼ぶ）の駆動を行なう。

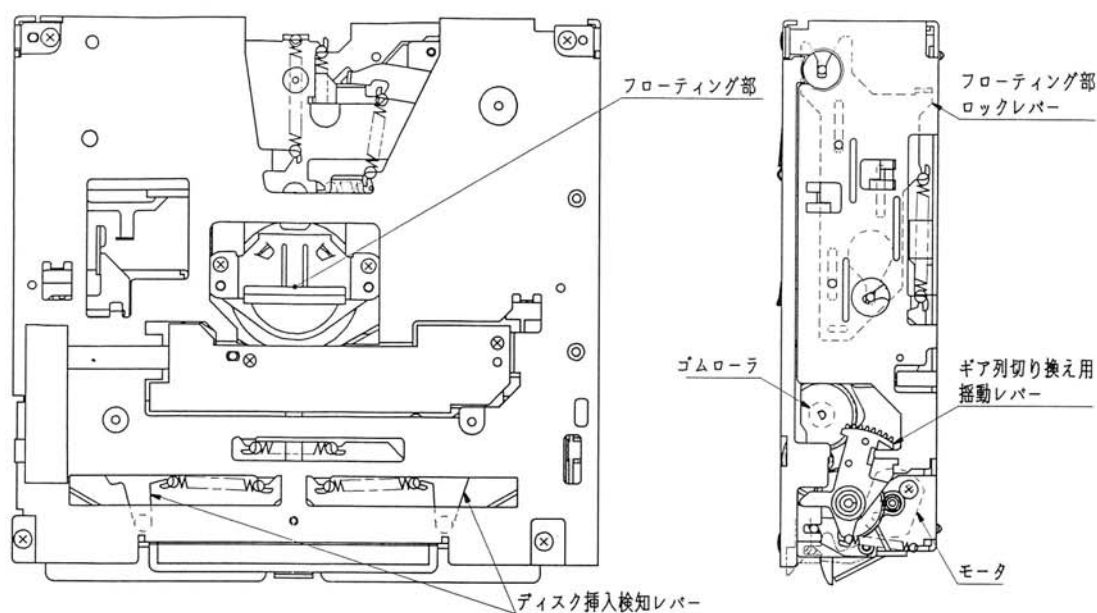


図-3 CDデッキの構成
Fig.3 Composition of CD deck mechanism

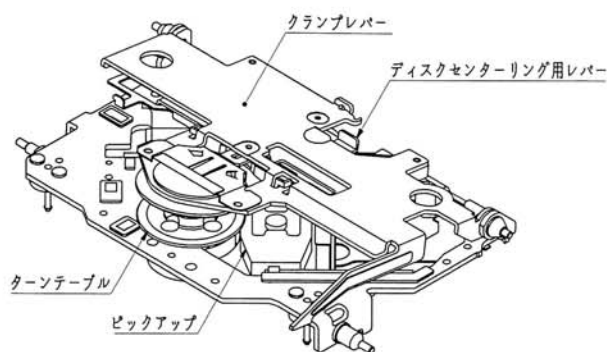


図-4 ピックアップドライブ機構
Fig.4 Pick up drive mechanism

3. 1. 8 防振機構

外部からのPUドライブ機構への振動を減衰させる。

3. 1. 9 コントロール回路部

CDデッキのディスク吸い込み、排出動作およびクランプ動作機構の制御とディスクから読み取ったデータの信号処理・音声信号の出力を行なう。回路ブロックを図-5に示す。

4. 設計の要点

2章で述べた開発のねらいを達成するための考え方や方策の中から特徴的な技術内容について述べる。

4. 1 性能（プレーヤビリティ）の向上

4. 1. 1 耐振性の向上

図-6に示すように、CDデッキではPUドライブ機構部への外部からの振動を減衰させることを目的として、バネとダンパとによりPUドライブ機構部を支持する防振構造をとる。

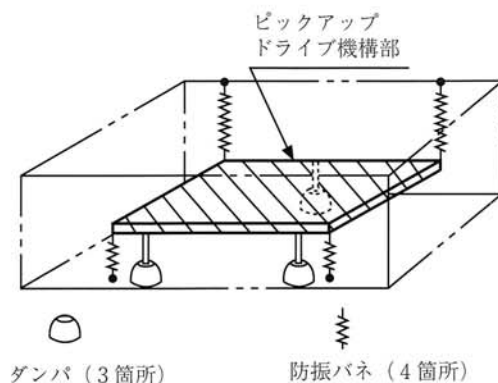


図-6 防振装置
Fig.6 Anti-vibration mechanism

このような構造をとる場合、PUドライブ機構部の重心位置と、バネとダンパで構成される防振機構の支持力の中心位置とを一致させる必要がある。

重心位置のズレがあると、外部から振動が加わったときモーメントが発生し、PUドライブ機構部にピッチングやローリング（図-7参照）といった現象が現れるために、防振機構による振動減衰性能が発揮できず耐振性能を低下させるためである。

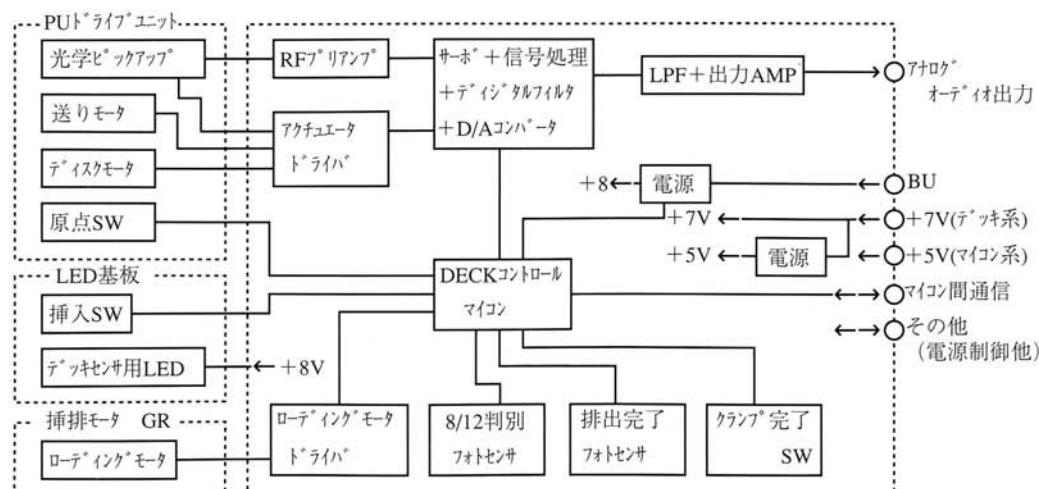


図-5 コントロール回路ブロック図
Fig.5 Control circuit block diagram

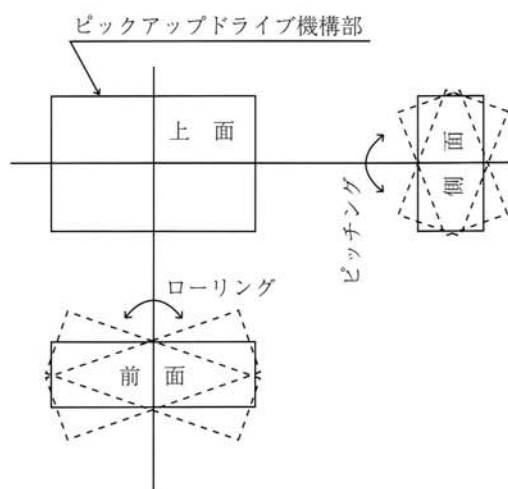


図-7 ピッチング及びローリング現象
Fig.7 Pitching and rolling movement

DA-22ではPUドライブ機構部のバランスを最適に保つために、PUドライブ機構部の重心位置をCAE (Computer Aided Engineering)の重心計算機能を利用して算出し、その位置と支持部の重心位置が一致するように設計した。

また図-8に示すように光学PUの送り機構の駆動力は、モータから歯車列、送りネジへと伝達されていく。その後光学PU本体に、PUバイアスバネ（板バネ）を介して取り付けられた送りメネジに伝達され、光学PUが移動するという送りネジ方式を採用している。この方式で問題となるのが送りネジと送りメネジ間のバックラッシュである。この部分にバックラッシュが存在すると、振動が加わったときに光学PUがガタつき、音飛びの原因になる。

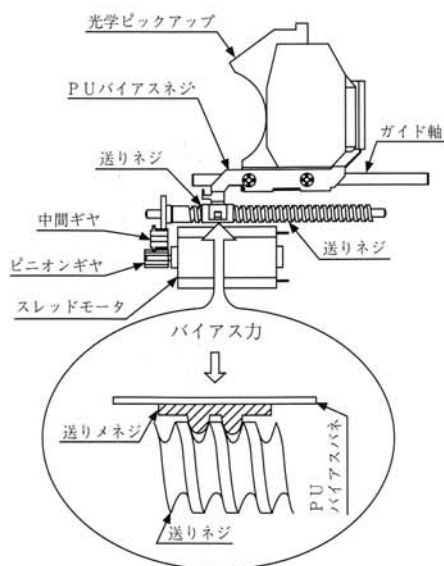


図-8 ピックアップドライブの送り機構
Fig.8 Pick up driving mechanism

そこでDA-22では、図-8の拡大図に示すように光学PUに取り付けられたPUバイアスバネによって、送りメネジを送りネジにバイアスする事により、送り部分のバックラッシュを無くし、光学PUのガタつきを抑えている。

更に、ダンパの振動減衰性能向上を目的としてダンパ内のオイル攪拌効率を高めるために、図-9に示すように、

- ・ダンパ本体の容量拡大（20%拡大）
- ・攪拌部の長さ延長（1.5mm延長）
- ・攪拌軸の抜け防止（挿入し易く抜けにくい形状）

等の設計的配慮により、DA-22は開発目標である全方向全周波数2G以上の耐振性能の確保を達成した。

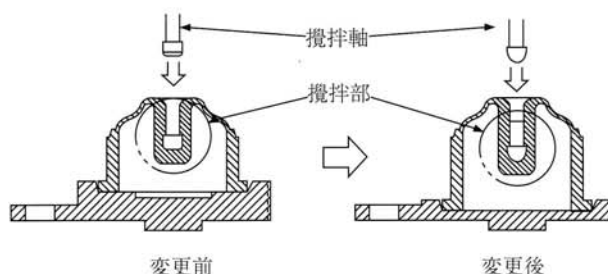


図-9 ダンパー改良点詳細図
Fig.9 Detail of improved damper

表-2 耐振性能

加振方向	A 社	B 社	従来機種	DA-22
上下(minG)	1.7(at10Hz)	2.7(at25Hz)	2.2(at10Hz)	2.2(at12Hz)
前後(minG)	2.1(at10Hz)	2.0(at30Hz)	1.6(at25Hz)	2.0(at10Hz)
左右(minG)	1.0(at15Hz)	1.3(at10Hz)	2.0(at10Hz)	2.1(at10Hz)

4. 1. 2 アクセス時間の短縮

今回DA-22を開発するに当たっての開発目標の一つに、音楽用CDプレーヤだけでなく、CD-ROMプレーヤとしての仕様も満足するCDデッキの開発があった。その為にはまず信号読み取り時間（アクセス時間）を短縮する必要がある。

そこで次の3項目に対して検討を行いアクセス時間の短縮を図った。

- ①光学PUの送りのスピードUP
- ②アクセス時のCLV制御化
- ③TOC情報読み込み範囲の切り換え

1) 光学PUの送りスピードUP

送りスピード

従来機種（音楽用）	12mm/sec
DA-22	30mm/sec

DA-22ではPU送り機構の減速比を下げた高速化を図ることにより、従来機種に対して約2.5倍の送り速度を可能にした。

実現するに当たっての主な課題とそれらをクリアするために実施した方策を次に示す。

課題1：トラックジャンプの時、横切るトラック数をカウントする事により目的の場所を認識するミラーカウント方式では、移動速度が速くなるとカウントミスが増加し、目的場所と到達場所の誤差が大きくなる。

対策：カウント精度の良い回路方式の採用により、高速アクセス時のカウントミスを減らした。

課題2：減速比を下げた送り速度を速くすると、光学PUの移動加速度が増加する。あまり加速度が大きいと、プレー中に外乱（ディスクの偏心、振動等）が加わった時、モータが頻繁に回転するため、制御しきれなくなる場合がある。

対策：送り制御において偏心等の外乱に対する感度を下げることに影響を受けにくくした。

2) アクセス時のCLV制御化

CDプレーヤのディスク回転速度は、線速度一定（CLV）であるため、ディスクの内周と外周で回転速度が違う（内周は外周の約2.5倍）。内外周のトラック間アクセスを速くしようとすれば、この回転制御もすみやかにこなす必要があり、送り速度だけを上げて回転制御がついてこれなければジャンプ先で追従待ちをすることになる。

従来機種がアクセス時のCLV制御がオープンとなっているのに対し、DA-22は2分周したEFM信号のパルス幅をクロックでカウントし、8フレーム毎にその最小値を求めて速度情報とすることでアクセス中も回転制御を行い、ジャンプ先で素早くデータを読み取ることを可能とした。

3) TOC情報読み込み範囲の切り換え

アクセスは、現在位置と目的位置とのトラック差を演算等により求め、光学PUをその差分移動させることを繰り返し行い、実現する。

音楽ディスクの楽章をアクセスする場合は、目的位置の指標としてTOC情報内の各楽章が始まる絶対時間情報を用いることがあるが、ワンチップマイコンの内部メモリ容量の制約よりTOC情報内の各楽章が始まる絶対時間情報（分、秒、ブロック）を全て記憶することは不可能である。従って、従来機種では、絶対時間情報中の分データのみを記憶している（最大99バイトの記憶容

量が必要である）為に、目標位置としての精度は、分以下の誤差を含んでいる。

通常、一般の音楽ディスクでは総曲数は30曲以下であることに着目し、DA-22は制御対象となるディスクの総曲数により記憶内容を切り換える方式を採用した。

① 33曲以内の場合は、分、秒、フレームデータを記憶

② 34曲以上の場合は、分データのみを記憶

これらにより、内部メモリ容量の増加なく、一般の音楽ディスクにおけるアクセス時の差分トラック数演算精度を向上し、アクセス時間の短縮を実現した。

以上の技術により、最内周→最外周までのアクセスタイムを従来の約4.5秒から2秒に短縮することが出来た。（図-10参照）

これらの設計的配慮により、従来機種が音楽用とROM用でPUドライブ機構を専用化していたのに対し、共通化することができ、機種の統一化が図れた。

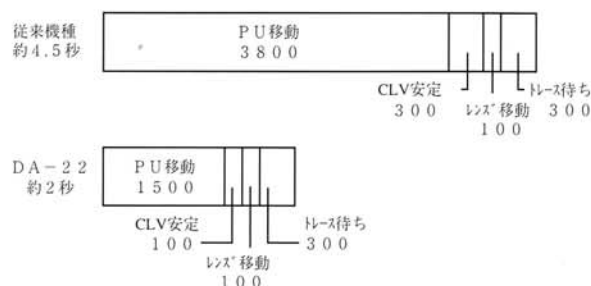


図-10 アクセス時間（単位:ms）

Fig.10 Access time

4. 2. ディスク再生能力の向上

ディスクの安定な再生を妨げるものとして以下の要因が考えられる。

- ① ディスク製造上の光学的バラツキ
- ② ディスクの傷、偏芯、面振
- ③ 光学PU特性のバラツキ
- ④ 制御回路の特性バラツキ
- ⑤ ディスクと光学PUの相対位置関係誤差
- ⑥ 温度、振動等の使用環境変化

①～⑤はホーム用CDプレーヤにも関係するが、⑥は車載用独特のものであり、この使用環境の苛酷さが、安定なディスク再生の妨げの一つとなっている。

これらの問題に対するDA-22の設計構想は

1) 光学ピックアップ

- ・ディスクの光学特性のばらつき、及び環境ストレスに強い方式の採用

→ 光学性能
→ アクチュエータ支持方式

2) 制御回路

- ・ディスクのバラツキ、温度による特性変化を吸収する方式の採用
→自動（自己）調整

3) 取り付け部

- ・精度の向上及び衝撃、操作ストレスに対する強度向上
→ C A Eを用いたシミュレーション解析による形状の最適化
→ 構造の一体化及び最適化
→ 板金肉厚増大

4. 2. 1 光学ピックアップ

最近、輸入盤を中心に光学特性が規格外、或いは規格に対してぎりぎりの粗悪ディスクが出廻っている。信号処理の元になるRF信号のジッター量が極端に多いと、回路はデータの長さを検出できないので、デコードエラーを起こしてしまう。ジッター量が増えるディスクの原因に、ピットのダレ等があり、(図-11参照) 光学PUとしては、できるだけこの影響の少ない特性が要求される。

	ピット高 ($<0.13\mu\text{m}$)	ピット形状
通常 ディスク	$0.0839\mu\text{m}$	
粗悪 ディスク	$0.1237\mu\text{m}$	

* () 内はRed Book規格

図-11 ディスクのピット形状

Fig.11 Pit form of disc

本開発デッキは車載用であるため、使用される光学PUには苛酷な温度・振動の中でも安定して品質の良い信号を読み取ることが、求められる。そのためにはできるだけ環境の変化に対して影響を受けにくい材料が使用されていることと、構造が簡素で光学部品の組立には接着によるものではなく、機械的に固定していることが望ましい。(表-3参照)

表-3 光学部品固定方法

光 学 部 品	従来機種	D A - 2 2
ハーフミラー	接着	メタルマウントによる機械的固定
レーザダイオード	接着	アルミダイキャストにかしめ
フォトダイオード	接着	ネジ止め+接着
立ち上げミラー	接着	接着
グレーティング	接着	バネバイアスにて固定

D A - 2 2ではこれらの項目に特に着目し、ディスクの光学的バラツキと環境の変化による信号品質の劣化が少ない光学PUを採用した。表-4に、高温時のディスク再生信号であるRF信号のジッター特性を示す。

* 13.0nsec以上でDECODE ERRORが急激に増加

表-4 RF信号のジッター特性

	通常ディスク	粗悪ディスク
従来機種	10.2nsec	12.3nsec
D A - 2 2	8.2nsec	10.0nsec

(周囲温度 80℃)

4. 2. 2 制御回路

CDの再生は、光学PUより得られる信号にてディスクのピットに対するレンズの最良位置と現在の位置誤差を検出し、その誤差信号をもとに制御回路にてレンズの位置を制御し、常に高品質な信号が光学PUより得られるようになっている。しかし、光学PUと制御回路にはバラツキが存在し、そのばらつきを吸収するための電氣的な微調整が必要となる。この調整がずれていると光学PUから得られる信号の品質が劣化し、ディスク再生能力を大きく損なう結果となる。

電氣的微調整の最良点は、再生するディスクや経時変化によって変化する。(図-12参照) 従来のCDデッキは、出荷時に半固定ボリュームにより調整されており、出荷後に最良点とのずれが生じる場合がある。

この問題の解決方法の1つとして、デジタルサーボ技術を導入し、自己自動調整を実現した。図-13に調整項目の1つで、フォーカスのピント合わせの役割を持つフォーカスバランス調整の調整時の様子を示す。

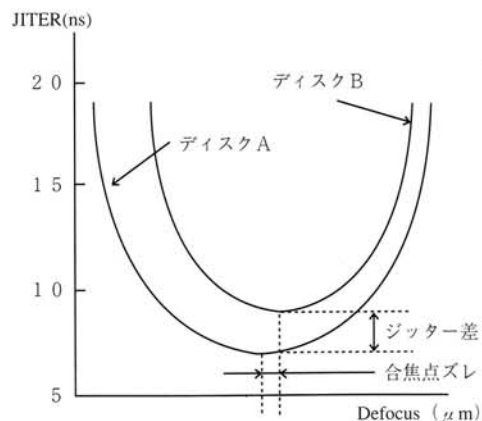


図-12 ディスクによる合焦点ずれ

Fig.12 Focus point deviation by disc

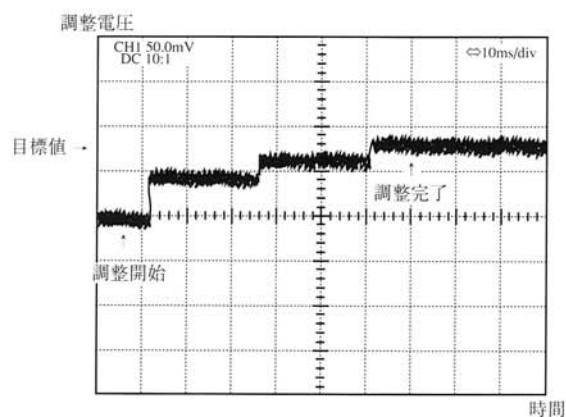


図13 フォーカスバランス調整波形
Fig.13 Waveform after Focus balance adjustment

DA-22では、ディスクを交換する毎に再調整を実施するような機能を持たせることにより、ディスク間の調整誤差と経時変化による調整ずれを吸収することが可能となり、常に安定したディスク再生能力を確保することができた。

4.2.3 取付け部

ディスクと光学PUの位置精度に関する誤差が大きくなると読み取り性能に大きな影響を与える。従来のPUドライブ機構部は多くの部品で構成されており、組み立て完成状態での寸法的な累積誤差が大きくなっていた。そこでDA-22ではPUドライブ機構部の構成部品の一体化を進め部品点数を削減する事によって、組み立てによる累積誤差を最小限に抑え、ディスクと光学PUの相対位置精度の向上を図った。

具体的には図-14に示すように、従来は別部品で構成されていた箇所をアウトサート成型によりピックアップシ

ャーシと一体化構造にした。

またそうした初期精度を維持するために、工程や輸送時に加わるストレスにも耐えられる強度が必要であるが、その点もDA-22ではPUドライブ機構のシャーシの強度を最重要視し、CAEを用いたシミュレーション解析等により、必要十分な強度を確保している。

4.3 品質の早期確保

品質を開発の早い段階から確保し、安定させることによって、製品開発の短縮が可能となり、それによりユーザーのニーズを反映させた製品を素早く開発することができる。

4.3.1 シミュレーション解析の導入

製品の輸送途中では、落下や粗雑な取り扱いにより、大きな衝撃荷重を受ける。そのため製品の強度が十分でないと、その衝撃荷重により変形が生じ、性能の低下につながる。特にPUドライブ機構部のPUシャーシが変形すると、光学PUとディスクの相対位置関係（角度など）にずれが生じ、信号の読み取り性能を低下させてしまうため、強度を十分考慮した設計を行う必要がある。しかし、従来までの設計方法（強度確認）では、

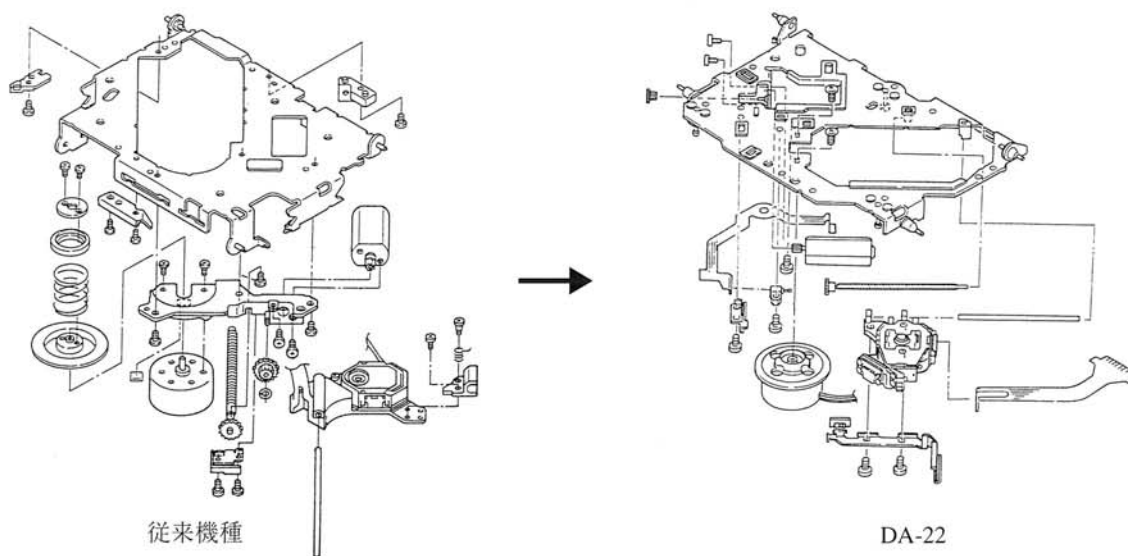
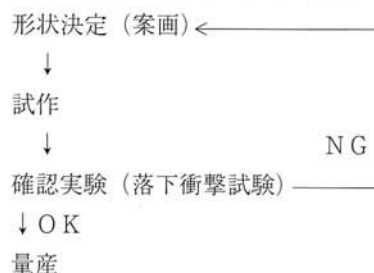


図-14 PUシャーシの一体化
Fig.14 Integration of pick up chassis

といったステップを取り、物（試作品）による確認のみであったため、最適な形状とするまでに何回も試作を繰り返す必要があった。また最初の案画段階で形状を決定するときは、設計者の経験的な勘によるところが多く、しかもそういった場合は必要以上に余裕（安全率）を持たせた設計をしがちであり、そのために形状が大きくなったり、重量が増加するなどの課題も抱えていた。

そこでDA-22では、設計（案画）段階から強度を確保しつつ最適な形状を決定するために、有限要素法によるCAEシミュレーション解析（応力解析）を繰り返し行った。図-15にCAEシミュレーション解析の例を示す。本例は、80G相当の荷重がPUドライブ機構部に加わった場合の応力分布を求めたものである。このような解析により、80G相当の外力に対しても最大応力値が許容応力値を越えない（塑性変形しない）PUシャーシ形状を求めた。例ではかなり変形しているように見えるが、これは加重時の撓み量を誇大表示しているためである。

その結果から決定した形状を試作し、実験（落下衝撃試験）を行ったところ、設計時の狙いどおり変形すること無く、強度が十分確保されていることが確認された。

4. 3. 2 ファームウェアの構造化分析／設計

CD制御回路のデジタル化やLSI化に伴い、CDデッキ制御ワンチップマイコンファームウェアに要求される仕様は加速的に複雑化、高機能化している。

しかし、従来のワンチップマイコンのファームウェア開発方法では仕様の理解、把握といった上流工程での仕

様の分析が十分行えていない為に、仕様の抜けや曖昧さの排除が出来ず、十分な品質を確保するためには多くの評価時間や修正による時間が必要である。それらを解決するために、「構造化分析／設計手法」の導入及び改良を図り、それに基づきファームウェア設計を行った。

構造化分析では、システム全体に要求される仕様を機能要求の面から分割し、階層的に分析することにより、次の項目を実施した。

- ① 要求仕様の図形／階層表現
- ② システム機能の詳細分割
- ③ 各機能間のつながりの明確化

構造化設計では、構造化分析で得られた要求仕様を変換分析し、モジュール化を行うことにより、次の項目を実施した。

- ① モジュール仕様の要求仕様とのつながりが明確
- ② モジュール間インターフェースが明確
- ③ 各機能（モジュール）のブラックボックス化
- ④ テストの容易化（単体、複合）

この結果、以下の効果が得られ、その結果としてファームウェアの品質の早期確保が可能となった。

- ① 上流工程での要求仕様の誤解、矛盾の検出が可能となり、次工程への不具合の流出が減少する。
- ② 複数のデッキ開発担当者間での統一した仕様の理解ができるため、より高品質な開発を同時進行することが可能となった。
- ③ 正確で理解しやすく、保守性の高いモジュール構造を開発できるため、変更による副作用が少ない。

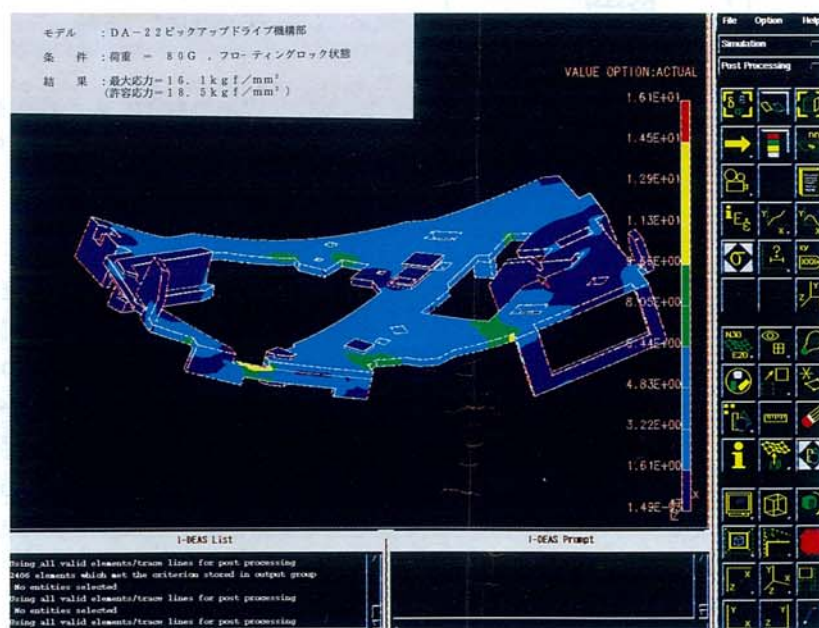


図15 ピックアップシャーシのCAE解析

Fig.15 CAE analysis into pick up chassis

5. コスト削減への対応

前章までにDA-22の性能と信頼性の向上を図るための方策を述べてきたが、本章ではコスト削減への対応について述べる。

DA-22のコスト削減を実現するための方策を次に示す。

- 1) 部品点数の削減
- 2) 工数削減
- 3) 共通化

それぞれの方策について簡単に紹介する。

5. 1 部品点数の削減

部品点数の削減を実施するにあたっては、1. 部品の多機能化（構造の簡素化等） 2. 新技術の導入（一体化技術、高集積化等）を念頭に置いて設計した。機構部品についての具体的方策を図-16に示す。

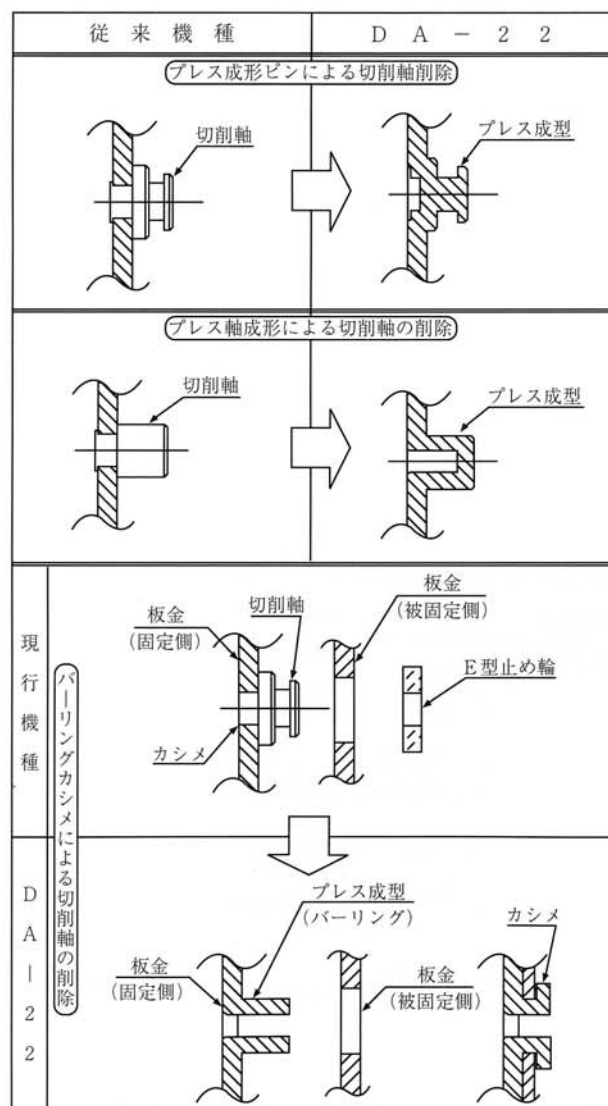


図-16 板金成形技術による構造の一体化

Fig.16 Commonization of mechanism by sheet metal forming

板金および樹脂成形技術の応用により、従来複数部品で構成されていた部分の一体化を図った。また機能展開により必要な機能を見直し、部品の多機能化等による無駄な部品の徹底排除を行なった。

更にデジタルサーボ技術の導入により1チップ化、周辺部品の取り込みを実施し、大幅な部品点数の削減を達成した。機構部品と電気部品の削減率を図-17に示す。

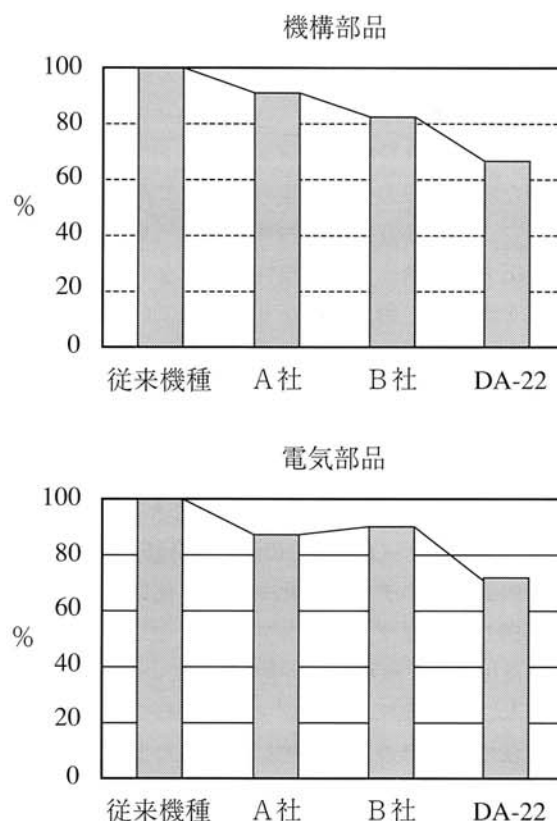


図-17 部品点数比較

Fig.17 Comparison of quality of parts used.

5. 2 工数の削減

DA-22では部品点数の削減により組立工数の削減を実施したが、更にデッキ機能検査用のテストディスクの開発により、検査工数の削減も実施した。

従来のテストディスクは、検査の用途により3枚に分かれており、ディスク交換の必要があった。またそれらのディスクは検査の自動化に適していなかった。そこで次の観点に基づきディスクメーカーの協力を得て、テストディスクの開発を行なった。（表-5 参照）

- ①. 検査項目に必要な項目に絞る。
- ②. 自動検査に対応する信号とする。
- ③. 従来のテストディスクとの互換性を持たせる。

表-5 デッキ検査用テストディスク

検 査 項 目	従 来	DA-22
光学特性	YEDS-18	今回開発オリジナルテストディスク
耐傷性能	TCD-725	
オーディオ性能	TCD-781	

5.3 共通化

車載用のオーディオ製品は自動車メーカ向けについては車種別の仕様を満足する必要がある、また市販品については、多様性をアピールするため、多種の製品群が必要となる。そのためデッキはそれらの機種に対応する必要がある、汎用性が求められる。前述したディスク内トラック間のアクセスタイムの短縮は、音楽用とROM用の共通化を可能にしたが、その他にも電気的接続方法の共通化等を図り、汎用性を持たせている。

6. あとがき

以上、今回開発したCDデッキ“DA-22”のねらいと概要について述べた。本デッキでは新技術・新機構の開発採用や開発初期段階からCAE技術の導入によるシミュレーション解析を行うことにより、最適設計や設計品質の早期確保ができた。それにより、従来よりも高性能、高信頼性、低価格化が実現できた。

今後は本開発で培われた開発／設計技術を基に、さらなる技術のレベルアップを図っていきたい。

参考文献

- 1) リアルタイム・システムの構造化分析、日経BP社（1989）
- 2) 構造化システム設計への実践的ガイド、近代科学社（1991）

筆者紹介

草刈 朗（クサリ アキラ）



1986年入社。以来以来カーオーディオのソフトウェア開発に従事。現在第二精機技術部第23技術課在籍。

藤田 光博（フジタ ミツヒロ）



1987年入社。DATデッキ、CDデッキの開発に従事。現在、第一精機技術部第12技術課在籍。

美甘 徹（ミカミ トオル）



1986年入社。以来カーステレオ用CDデッキの開発に従事。現在第一精機技術部第12技術課在籍。

前田 敏浩（マエダ トシヒロ）



1991年入社。以来カーオーディオ用CDデッキの開発に従事。現在第一精機技術部第一精機技術部第12技術課在籍。