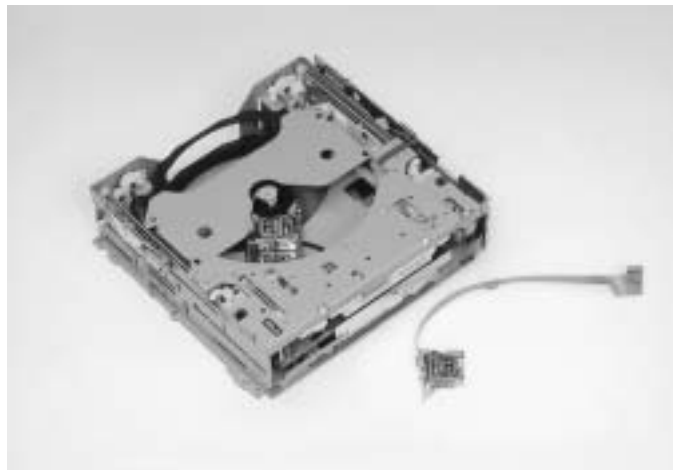


6 DISCインダッシュCDチェンジャーデッキ

6 DISC Indash CD Changer Deck

藤江 龍一	<i>Ryuichi Fujie</i>
水口 俊夫	<i>Toshio Mizuguchi</i>
奥村 好宏	<i>Yoshihiro Okumura</i>
横山 義彦	<i>Yoshihiko Yokoyama</i>
堀山 実	<i>Minoru Horiyama</i>



要 旨

当社では1997年に6枚スロットインタイプのインダッシュチェンジャーデッキ（DA-26）を搭載した製品を世界に先駆けて発売致しました。今回ユーザからの更なる小型化・高性能化・低価格化といった要求に応えるべく第二世代のインダッシュチェンジャーデッキを開発しましたので、その特徴等について紹介します。

Abstract

In 1997, Fujitsu Ten was the first in the industry to introduce an in-dash CD changer deck (DA-26) featuring a 6-disc slot-in system. To meet user demand for smaller size, higher performance and lower price, we have now developed a second-generation in-dash CD changer deck. The following article describes the features of this new product.

1. まえがき

近年、カーオーディオ市場においてコンパクトディスク（以下CDという）が全盛期をむかえ、カセットテープから置き換わっている。車室内のインダッシュ部に1枚収納可能なCDプレーヤやCDROMプレーヤを設置し、トランク内に複数枚収納可能なCDチェンジャプレーヤを設置するのは当たり前の時代になっている。さらにユーザからは操作性の面より、CDチェンジャプレーヤを車室内のインダッシュ部に設置する要求が高まってきた。そこで、当社は6枚収納可能な1DINインダッシュCDチェンジャデッキ（型名DA-26）を世界に先駆け開発した。しかし、CDチェンジャデッキを搭載するプレーヤ本体（以下、製品という）の奥行き寸法の関係で、設定出来る車両が限られていた。そこで、製品の奥行き寸法を短縮し、より多くの車両に設定可能な製品の開発に対応するCDチェンジャデッキの開発が必要となった。このような背景のもとで開発したのが、当社として2世代目となるDA-32である。本稿では、DA-32の概要、および特徴を機能・性能面より述べる。

2. 開発の基本構想

DA-32を開発するにあたり、以下の開発目標を設定した。

- 1) 小型化：デッキ奥行き寸法の短縮
- 2) 高速化：アクセス時間の短縮
- 3) 性能向上：耐振動性能の向上
- 4) 低コスト化：機種削減
- 5) 解析力向上

これらの目標を達成するために採用した手段・方策を表-1に示す。また、開発にあたり具体的な目標値を設定した。その主な開発仕様を表-2に示す。

3. デッキ概要

DA-32の構成は、大きく分けて6つの機構から構成されている。それぞれの機構を以下に示す。

- 1) ディスク挿排機構
- 2) ストッカ昇降機構
- 3) スライド機構
- 4) ピックアップドライブ機構
- 5) ストッカ分割機構
- 6) 防振機構
- 7) デッキ制御部

2世代目としてのDA-32の構造・機構方式を当社1世代目であるDA-26と比較したものを表-3に示す。

最も大きな変更点は、ストッカへのディスクの収納方法にある。製品寸法で高さ50mmの中に6枚のディスクを入れ、かつ交換・演奏（振れ幅を含む）のためのスペースが必要となる。そのためストッカを含む、ディスク1枚のスペースとしては、2～3mmとなる。インダッシュチェンジャデッキを成立させる一番の課題が、収納方式を含むストッカ形状である。DA-26では、ディスク間ピッチ2.5mmで、ディスクの収納される空間は1.5mmの設定であり、ディスクの収納を横方向から1.5mmの間を狙って行うものであった。このためストッカ高さ、挿入時のディスク高さおよびストッカの形状等に高い精度を必要とした。DA-32では、ディスクを横方向ではなく縦方向の移動にてストッカに収納することを考え、ストッカを上下方向に分割した状態で、ディスクを横方向に移動させ、縦方向の移動でディスクをストッカ上に載せる機構を採用した。この機構により、挿入時のディスクおよびストッカ高さに対し高い精度が不要となった。

表-1 目標達成方策

項目	手段・方策
1)小型化	小型ピックアップの開発
2)高速化	アクセス方法の改良
3)性能向上	フローティング部の軽量化
4)低コスト化	基板の共通化
5)解析力向上	エラーコードの細分化

表-2 開発仕様

項目	DA-32	DA-26
デッキ外形：幅	154mm	155mm
高さ	46mm	48mm
奥行き	157mm	167.5mm
ディスク挿入時間	5.5秒	17秒
ディスク交換時間	10秒	21秒
ディスク排出時間	4.5秒	16秒

表-3 新旧比較

項目	DA-32	DA-26
ディスク検知	メカ的に検知	光センサ併用
ディスク搬送	ローラ＋スライ ド	ローラ＋押し込 み
ディスク収納	垂直動作	水平動作
ストッカ昇降	階段レバー	送りネジ
ストッカピッチ	2mm	2.5mm
フローティング	ピックアップ	デッキ

4 . 特 徴

4 . 1 ディスク挿排機構

ディスクの位置・状態の検知に、ディスクへの接触によるメカ検知方式を採用した。従来の光による非接触式の検知だとディスク透明部分において、誤検知する恐れがあったが、メカ検知にすることによりこの問題を解消することができた。

ディスクのストッカ部への挿排動作は、2段階方式を採用した。第1段階では、挿入されたディスクはゴムローラへ導かれ、ゴムローラの回転によりさらに内部へ搬送させる。ディスクが所定の位置まで搬送されたことを検知すると、ゴムローラを逆転（排出方向）させ位置決めを行う。次の第2段階では待機していたターンテーブルを上昇させ、位置決めされているディスクを保持させる。この状態でターンテーブルがストッカ内部へ移動して、ディスクの挿入動作が完了する。この方法はディスクをストッカへ確実に収納するためには有効であり、収納するための機構が不要となり、効率的な機構を実現できた。

また、第1世代のDA-26では、1枚目挿入動作時に2枚目のディスクを誤って挿入できないように、デッキの外部にディスクの挿入を阻止するシャッター機構を設定していたが、第2世代のDA-32では、内部の部品に同等の機能を付加し、部品を追加することなくシャッター機構を設定できた。

4 . 2 ストッカ分割機構

ストッカは、ディスクを蓄える部品で、ディスク1枚に1ストッカが用意されている。初期状態では、6枚全てのストッカがバネバイアスにより互いに密着した状態になっている。初期状態から必要なディスクの取り出し・収納のため必要な部分を分割する動作がストッカ分割である。

まず、このストッカの特徴は、ディスクを保持するバイアス部品が不要なことである。具体的には、ストッカの形状を従来のU字形状からC字形状にすることで、C字形状のストッカに収納されたディスクをストッカ内から水平方向に抜け出すことを出来なくし、ストッカあるいはカバーをそのストッカの上に重ねることで、上下方向に抜け出すことも出来なくした。従って、バイアス部品無しにディスクの収納方法で保持することが出来た。また、ストッカへのディスクの出し入れはストッカの上下方向への移動で可能にした。

次に分割の手段であるが、重なったストッカの両端に

分割用の突起が設けてあり、その突起の間に先端の尖った分割レバーを、左右同時に押し込み、押し広げるものである。最初は、大きく2分割し、次に目的のストッカを同様の手段で分割していく。挿入されたディスクは、目的のストッカを大きく分割した後につくられる空間に運ばれてくるので、収納する場合はストッカを元に戻すだけで、収納は完了する。この時、ストッカへの収納・抜き取りは、ストッカを閉めた状態でターンテーブルが抜き差しされるため、外乱によってストッカからディスクが外れることはない。また、分割した下側のストッカ上のディスクは、デッキ前方に位置する保持レバーにてデッキ後方に押しつけられ、ストッカおよび保持レバーの突起によりディスクの上方向への外れ防止を行っている。

4 . 3 奥行き短縮

デッキの奥行き寸法は、以下の3つの寸法でほぼ決まる。

ディスク外形：120mm

ピックアップ寸法：X mm

または、ターンテーブル：30mm

振れ幅：6 mm (± 3 mm)

つまり、デッキ奥行きを150mmでつくるためには、ピックアップ寸法が24mmのものが気になる。従来のピックアップでは、寸法が30mmであるため、デッキ奥行きは単純計算で156mmになり成立しない。そこで、開発されたのが後述する小型ピックアップである。しかし、ピックアップの寸法による問題が解消しても、ターンテーブルが、次の障害となってくる。ディスクの支持精度上出来るだけ大きいことが望ましいため、配置での工夫を行った。従来のデッキセンタ上にディスクおよびターンテーブルを配置するのではなく、センタからターンテーブルを横方向にずらすことで、デッキ奥行き寸法への影響をなくす構造とした。センタ上にターンテーブルを配置すれば、デッキ中心への直線の動きのみであるが、ずらすことで回転の動きが必要になる。回転のみだと、配置上かなり制約を受けるため、直線と回転の両方の動きを組み合わせ、構造の簡素化を行った。

また、カー用CDプレーヤとして必要になるのが耐振動対策である。従来同様バネ+オイル封入ダンパでの支持をおこなっているため、の振れ幅もデッキ寸法に影響する要因である。第1世代のものは、デッキ全体をフローティングしているため、デッキ寸法以上のスペースが、製品内に必要であった。DA-32では、デッキ内にフロー

ディングスペースを設定し、デッキ内にできるデッドスペースを有効活用した。デッキ奥行き寸法の振れ幅による増加を0にすることができた。

他の部品配置にも工夫を加え、たとえば、ディスク挿排用モータや分割用モータをデッキ後部の両サイドに配置し、デッドスペースの少ない構造とし、奥行きを含む各方向の小型化を実現した。

4. 4 高速化

DA-32では、1枚収納可能なCDプレーヤとの置き換えを前提とした。チェンジャとしての機能全体を高速化することはもちろんであるが、6枚全てを挿入する操作よりも、1枚を挿入し演奏するまでの時間の短縮に重点を置き、開発に取り組んだ。

5. 共通化設計

今回のデッキDA-32は多種の製品がターゲットとなった。当社製品に搭載するだけではなく、デッキ単体での外販もめざした。そこで車両の違い、通信方式の違い、また社外ユーザの要求、これらの数多くの要求事項に応えるため多くの派生機種が必要となり、限られた工数パワーでこれらを開発するために可能な限り共通化設計を図る必要があった。

5. 1 回路上での共通化

上記で述べた理由よりDA-32においては、表-4のように多くの仕様に対応、あるいは対応出来るようにしておく必要があった。そこで、これらの仕様を少ない種類の回路基板で実現するため、ソフトの仕様や回路に工夫をこらし、一部の電子部品の実装 / 非実装で対応出来る様に考慮した。

表-4 仕様の多用途性

仕 様	選 択
通信	TAB2/AVC-LAN
オーディオ出力	アナログ/デジタル
メモリ	4M/16M
圧縮	なし/あり
マイコン電源	内部作製/外部供給
ILL制御	なし/あり
再生速度	標準/倍速間欠再生

5. 2 メイン基板外形の共通化

DA-32メイン基板はデッキの横に位置しており、製品外側から来るネジから逃げる必要がある。従って車両取

り付けネジ位置の異なる車両に対応できるように、取り付け穴を設け、その上、基板外形を共通化し同一の基板が使えるようにする必要がある。

しかし、従来の丸穴から、大きな長円穴を空ける必要があるため(図-1) 基板の実装面積が少なくなり、部品レイアウトおよびパターンレイアウトに大きな制約を受けることが想定される。

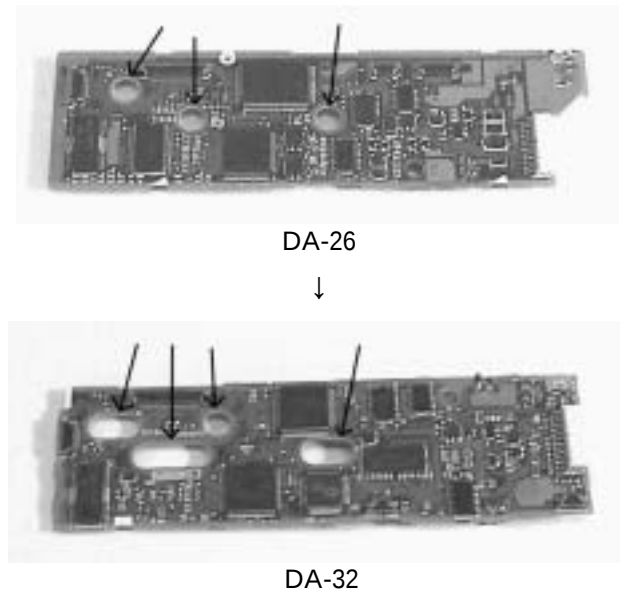


図-1 基板新旧比較

Fig.1 Comparison of old and new PCB layouts

そこで

小型部品の採用

シュリンクマイコンの採用、タンタルコンデンサから高容量セラミックコンデンサへの置き換え

パターン設計の高密度化

0.15mm幅ファインパターン、小径パイヤホ

ルの採用によるパターン密度の向上などを採用した。

これらの採用により外形形状は同じ(金型共通化)で種類の最も少ない数の基板を開発することができた。

従って多くの製品・車両に対応し、その上、開発・評価工数、金型費削減を実現することができた

6. 製品とのインターフェースの見直し

各製品設計部門と充分調整をはかると共に外販し易い仕様を検討した。従来とのインターフェース仕様を改良することで、デッキ単体での独立性が強まり当社製品向仕様と外販し易い仕様とを両立させることが出来た。

7. 電源回路の取り込み

従来は外部(製品側)に備わっていた電源回路をデッキ内部に取り組みデッキへの電源供給は13V系のみとした。これにより製品側でデッキ用D + 8 , D + 5 , B + 5 の各電源回路を持つ負担が減少した。

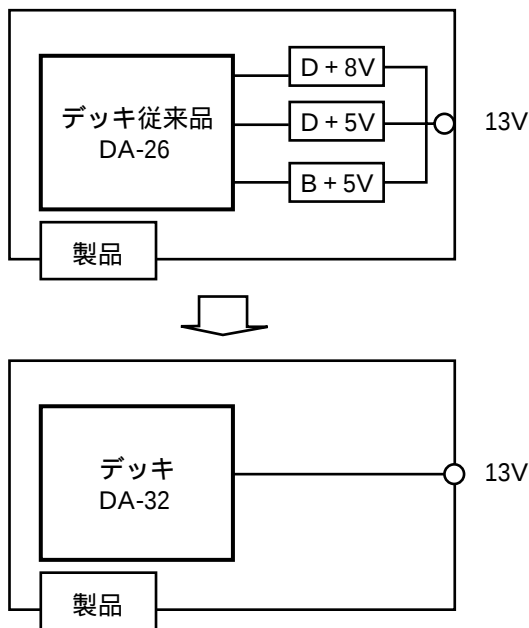


図-2 電源供給方法の変更
Fig.2 Changes of power supply method

8. 制御ファームウェアの開発

8.1 デッキ制御シミュレータの活用

制御用ファームウェアの設計にあたり、本機種よりデッキ制御シミュレータを用いた（図-3）。デッキ制御シミュレータとは、設計時に用いる3次元CADのデータを基にパソコン上で実際のデッキの動きを再現させる事のできるものである。シミュレータから実機と同様のタイミングでSW、センサの信号を出力することが可能なため、ファームウェア開発ツールと接続する事により実機が無い状態でもファームウェアの設計・評価が可能となる。従来は試作段階の実機が完成するまでファームウェアの開発が進まないといったことがあった。しかし、シミュレータを用いる事によりCADで設計したデータさえあればシミュレータ上でメカを動作させてその動作や設計ミスを検証することが可能となる（図-4）。

そのため、メカの設計とファームウェアの設計を並行して行う事が出来るほか、試作段階の限られた台数で、しか

も高価な実機をソフトのバグにより壊してしまうといったことが無くなる。評価時においても、実機では実現の難しいタイミングやメカの状態を容易に再現する事が可能なため、ファームウェアによるフェールセーフ機能の評価にも大いに役立てることができ、設計の効率化に貢献した。

本シミュレータは他のカセット/CD/MDデッキの設計にも適用できるため、今後も活用する事で品質の向上を図りたい。

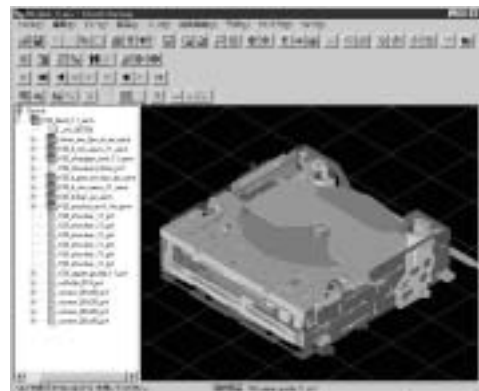
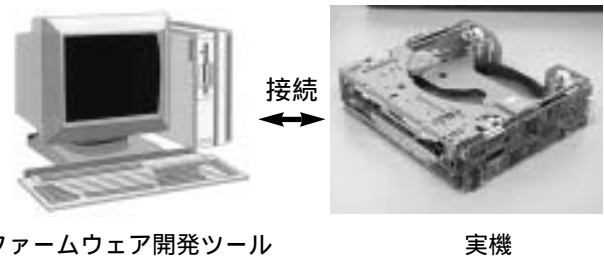


図-3 デッキ制御シミュレータの画面
Fig.3 Screen of the deck control simulator

・従来のファームウェア設計方法



・今回のファームウェア設計方法

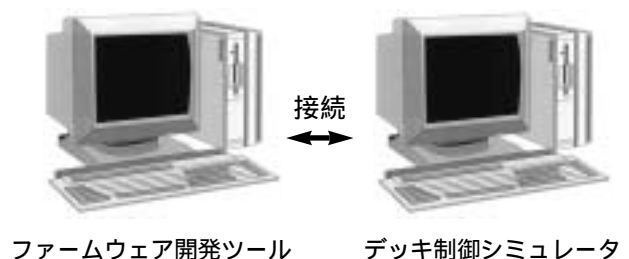


図-4 ファームウェア設計・評価方法の改善
Fig.4 Improvement of firmware design technique and its evaluation method

8.2 異常解析用エラーコード

ここで記述するエラーコードとは、DA-32に異常が発生した場合にE-PROMに書き込まれるコードのことで、発生した異常の解析の為に用いる。DA-32では従来のデッキDA-26と比較してコードの種類を増やし内容を詳細に記述する事により、エラーコードを見ただけでその異常状態の発生要因がほぼ特定できるようにした。

DA-32のエラーコードは大別して初期コード、CD再生系、メカ制御系、ワーニング、その他に分類され、さらにコードごとに細分化され、こういった動作のときのどのSW・モータの異常により停止したかという事が分かるようになっている。

表-5 エラーコード数比較

	DA-26	DA-32
項目数	65	173

9. 小型ピックアップの開発

9.1 小型化のポイント

デッキの奥行きを短縮するため、従来の約半分のサイズのピックアップが必要となる。これを実現するため、短焦点の小口径対物レンズと、これを搭載した小型アクチュエーター、光学系をモジュール化したICを組合せ新しいピックアップを開発した(図-5)。

図-6に本ピックアップの構成を示す。光学モジュールIC(内部構造は後述)はレーザーやディスクからの反射光を電気信号に変換するフォトディテクタなどを一体化している。ここから出たレーザー光は立ち上げミラーで上方に曲げられ、対物レンズでディスクへ集光された後、逆のルートでフォトディテクタ上に返ってくる。まずレンズの焦点距離を小さくすることで、レーザーからディスクまでの間隔を詰めた。次にレンズ径を小さくすることでレンズホルダのサイズと立ち上げミラーのサイズを抑えた。アクチュエーターはレンズホルダとコイルボンを一体化した構造を採用し小型化した。

9.2 アクチュエーター小型化による耐振性向上

レンズはこれを駆動するコイルと共に4本のサスペンションワイヤで、ネオジマグネットによる強力な磁場中に保持されている。このコイルに通電することにより、ディスク上にレーザー光が最適に集光出来るよう、レンズを上下左右にサブミクロン精度の位置制御(フォーカスサ

ーボ、トラックサーボによる制御)を行なっている。

車載条件下では振動が加わる状態で最適位置を維持するため、サーボ回路は常時振動を打ち消す駆動力が発生するようコイルに電流を流す。このような時のデータ読み取り性能(耐振性能)を高めるには、ワイヤで支持されているレンズ、コイルなどの可動部を軽量化する方法や、電流を多く流す/コイル巻き数を増やす/磁力を強めるなどにより駆動力を増やす方法がある。

本ピックアップは小型化/低発熱化で有利な前者を採用し、可動部質量を従来品の1/4にした。これにより応答性

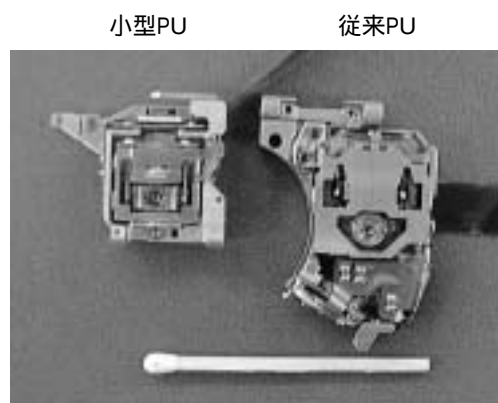


図-5 ピックアップ外形比較
Fig.5 Comparison pickup external form

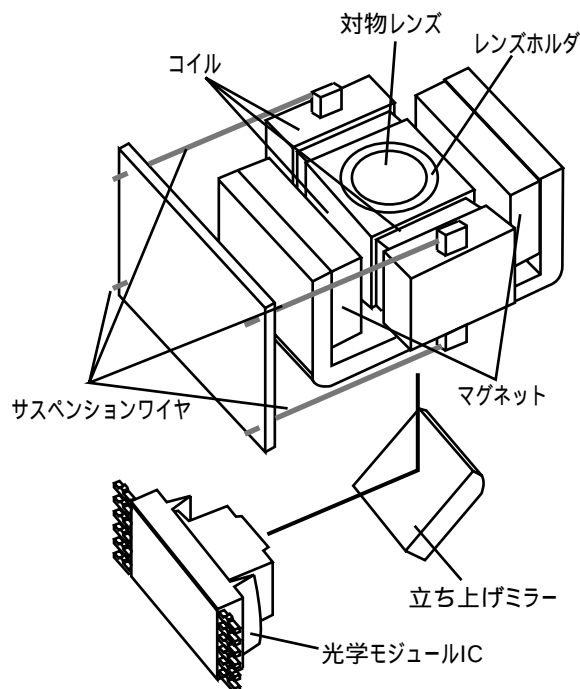


図-6 小型アクチュエーターと光学系の構成
Fig.6 Composition of optical system and small actuator

能を高め、振動音飛びの実力を2倍にアップすると共に、消費電力を30%削減している。

9.3 ガラスレンズの採用と光学系モジュール化による耐環境性向上

レンズの材質は通常のプラスチックではなくガラスを採用した。ガラスを採用することで吸湿や高温によるレンズ精度の悪化、及びばらつきを低減し性能の安定化、余裕度を向上させる。

また精密な位置/角度決めが必要な光学部品をモジュール化したICを採用した。図-6の光学モジュールICの内部構造を図-7に示す。レーザーチップから出たレーザー光は、シリコン基板上のミラー(シリコン結晶面をエッチングして得られる45°面に金属を蒸着して形成)により垂直方向に上がり、ホログラムエレメント下面に形成されたグレーティングにより3ビームに分割され、ディスクへ向かう。ディスクで反射してきたビームはエレメント上面のホログラムにより左右の複数のフォトディテクタへ分けられ、サーボ信号の生成やディスク記録信号の読み取りに使用する。

発光点(レーザー)、受光点(フォトディテクタ)、レーザー光往復路の分離器(従来はハーフミラー、本モジュールではホログラム)の位置、角度は一般的に高い精度が必要であった。本モジュールではレーザーはディテクタを形成したシリコン基板上に配置、位置決めに介在する部品を従来の7点から1点まで削減、その距離も1/20に短縮されている。また光路分離器にホログラムを使用することで、従来のハーフミラーに比べ角度に対する要求精度を

下げている。光学部品の10ミクロンレベルの位置、数分レベルの角度精度が問題になる従来方式に比べ、1～2桁の精度緩和が可能となる。

このような光学モジュールICと、温度/湿度に対して極めて安定なガラスレンズを採用することにより、高温放置限界を従来の95 から130 に拡大するなど車載環境下の安定性を向上させた。

10. あとがき

以上、今回開発したインダッシュCDチェンジャー

“DA-32”の概要および構造について述べた。

開発の目標である小型化・アクセス時間の短縮等を達成することができ、当社2世代目として確立することができた。今後さらなる改善を進め、機能・性能の向上、かつコスト低減を図っていく。

最後に、本製品開発に当たり、ご協力とご指導を頂いた関係者の皆様に心より感謝致します。

<参考文献>

- 1) 河内他；光ディスク用ホログラムユニット，National Technical Report Vol.41 No.6, p.665 (1995)
- 2) 藤江他；6DISCインダッシュCDチェンジャーデッキ，富士通テン技報, Vol.16, No. 1 (1998)

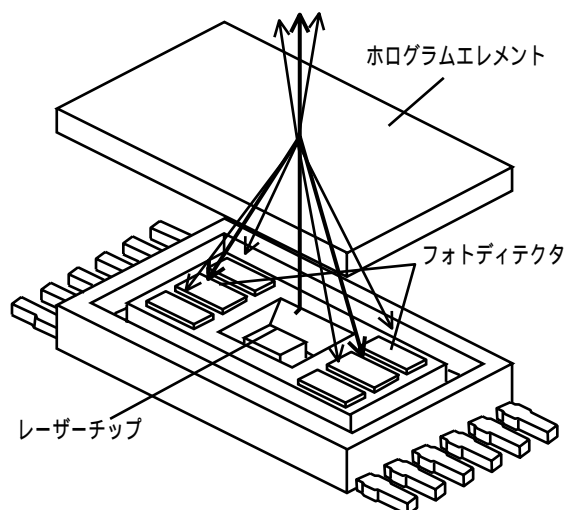


図-7 光学モジュールICの構造
Fig.7 Structure of optics module IC

筆者紹介



藤江 龍一(ふじえ りゅういち)

1979年入社。以来金型設計、製造技術、デッキ設計に従事。現在、AVC本部精機技術部次長。



水口 俊夫(みずぐち としお)

1982年入社。以来コンパクトディスクデッキの開発に従事。現在AVC本部精機技術部在籍。



奥村 好宏(おくむら よしひろ)

1984年入社。以来CDデッキの開発に従事。現在AVC本部精機技術部CHプロジェクト在籍。



横山 義彦(よこやま よしひこ)

1984年入社。以来デッキの開発に従事。現在光ピックアップを担当し、AVC本部精機技術部在籍。



堀山 実(ほりやま みのる)

1997年入社。以来CDチェンジャーデッキ制御ソフトウェア設計に従事。現在AVC本部精機技術部DFプロジェクト在籍。