

小型IndashCDCHデッキ(CH-05)の開発

Development of the Miniaturized Indash CD Changer Deck (CH-05)

藤 本 文 彦	<i>Fumihiko Fujimoto</i>
後 藤 務	<i>Tsutomu Goto</i>
古 石 朋 久	<i>Tomohisa Koseki</i>
堀 山 稔	<i>Minoru Horiyama</i>
佐 藤 哲 哉	<i>Tetsuya Sato</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四世代のインダッシュチェンジャ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 took the lead worldwide in releasing products installed with the 6-slot-in type in-dash changer deck (DA-26). In response to user demands for further miniaturization, high performance and price reduction, we have developed the 4th generation of the in-dash changer deck. This paper introduces its characteristics, etc.

1

まえがき

当社が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て以来、特に純正カーオーディオ市場においては1枚収納タイプのCDプレーヤからインダッシュCDチェンジャへの置き替えが進み、現在も市場が拡大している。その結果、当社も2世代目となるDA-32から社外オーディオメーカへのOEM供給も開始し、順調に生産台数を増加させながら今日に至っている。

OEM供給では顧客毎に求められる仕様が多様である為、従来機種ではそれらへの柔軟な対応が構造的に困難だった。

一方、同じく当社が他社に先駆け開発した『AVN』タイプの製品では、搭載可能なデッキサイズはCD（DVD）デッキの1枚収納タイプのままであり、チェンジャ機能の搭載がユーザから求められていた。

そこで、デッキの奥行き寸法を短縮し、『AVN』に搭載可能なサイズを実現するとともに、多様な顧客要求に柔軟な対応ができる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4世代目となるCH-05である。

本稿では、CH-05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

CH-05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) 性能向上：耐振性能（耐音飛び性能）向上
- 3) 柔軟性確保：要求仕様への小規模変更による対応
- 4) 量産品質向上：メカ傾向変化の工程内管理実施

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、主な開発仕様を表-2に示す。

表-1 目標達成方策
Table 1 Ideas of target achievement

項目	手段・方策
1) 小型化	<ul style="list-style-type: none"> ・ピックアップドライブのレイアウト変更 ・小型分割機構の開発 ・挿入検知方式変更
2) 性能向上	<ul style="list-style-type: none"> ・ダンパレイアウト最適化
3) 柔軟性確保	<ul style="list-style-type: none"> ・ファームウェア仕様切替え
4) 品質向上	<ul style="list-style-type: none"> ・ユニット寸法、負荷の工程内測定 ・エラーコード情報詳細化

表-2 開発目標仕様

Table 2 Target development specifications

項目	開発機種	従来機種	
	CH-05	DA-32	
デッキ外形	幅	160mm	154mm
	高さ	47mm	47mm
	奥行き	145mm	157mm
ディスク交換時間	10s	14s	
耐振性能	2G	1.5G	
収納ディスク枚数	4枚 / 6枚	6枚	

3

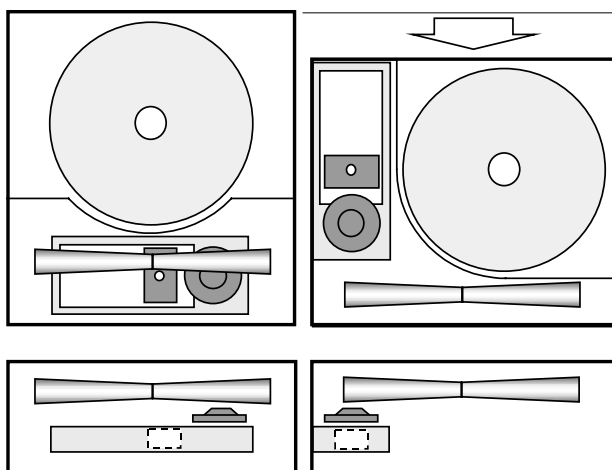
小型化技術

3.1 ピックアップドライブのレイアウト変更

今回開発したチェンジャデッキのねらいの一つである、奥行き寸法の短縮について述べる。

従来機種は、ディスク収納部（以下ストッカ）がデッキ前面部から見て奥側に配置され、ディスク再生部（以下ドライブユニット）とディスク挿排機構部は、その手前の位置に上下に重なるように配置されていた。つまり、デッキの奥行きはディスクの直径と、ドライブユニットを構成するピックアップの寸法でほぼ決まっていたが、今回はドライブユニットをストッカの横に配置し、さらにディスク挿排機構部の奥行き方向の寸法を極力小さくすることで、デッキ全体の奥行きを小さくした。（図-1参照）

合わせて今回の機構部レイアウトの見直しで、ドライブユニット位置変更による幅寸法の増加を最小限に押さえるためにストッカ部の小型化も行った。



従来機種：CH-03

開発機種：CH-05

図-1 奥行き寸法短縮

Fig.1 Reduction of depth dimension

3.2 小型分割機構の開発

デッキの奥行きを短くするためには、レイアウトの変更に加えて内部の各機構が占める容積を小さくする必要がある。特にインダッシュチェンジャデッキの動作の要であるストッカの分割機構は、従来機種ではデッキ奥部のかなりの空間を使用していたが、今回は小型化に注力した新機構の開発を行った。

ストッカの分割とは、演奏状態以外ではディスク枚数分あるストッカが連結されているのを、選択されたディスクを演奏状態にするためにドライブユニットの本体が進入する空間と、ディスクをドライブユニットにあるターンテーブルに押付けるためのクランパが進入する空間を空ける動作、つまりストッカ群を3分割する動作である。(図-2参照)

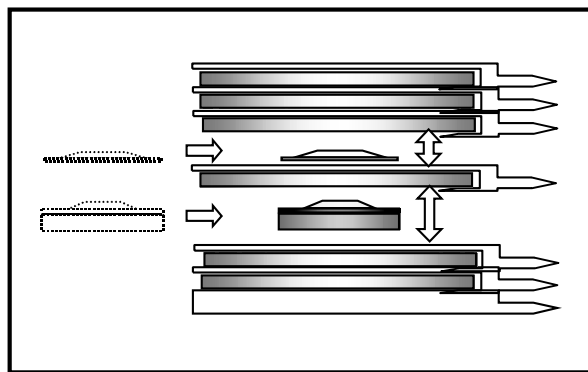
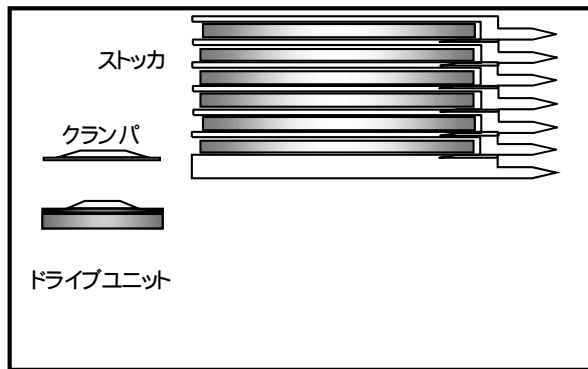


図-2 ストッカ分割
Fig.2 Stocker split

前述のデッキ外形で新機構を成立させるためには、分割機構を図-3のハッチング部に示すようなデッキ背面と右側面のそれぞれ幅2mmのスペースと、直径120mmのディスクと四角い箱状のデッキの角部にできる隙間スペースとに収める必要がある。

まず、クランパの上のストッカ、クランパとドライブユニット本体の間のストッカ、ドライブユニット下のストッカのそれぞれが嵌合する「くし型」の3つのレバー（以下

分割レバー）から成るレバーアセンブリをデッキの角3箇所に配置する。レバーアセンブリは回転動作によりストッカに嵌合する。嵌合することにより、例えば下から3番目のディスクを再生する場合、上に3枚、中間に再生用ディスク1枚、下に2枚のストッカの束に分けられる（6枚仕様の場合）。

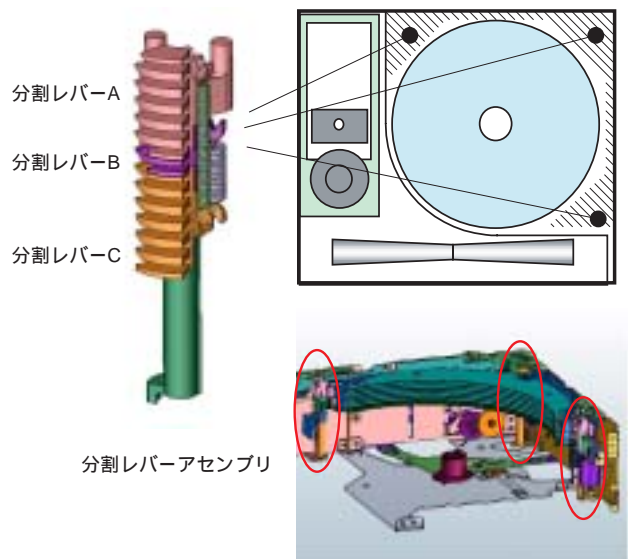


図-3 分割レバーの配置
Fig.3 Location of split lever

レバーで分けられたストッカの間に空間を作り出す動作は、次のように行う。

上のストッカに嵌合するレバー（以下分割レバー-A）は上下方向に固定されており、その下の再生ディスク用のストッカに嵌合するレバー（以下分割レバー-B）とドライブユニットの下のストッカに嵌合するレバー（以下分割レバー-C）は上下に可動となっている。ストッカに嵌合していない時は分割レバー-Aと分割レバー-Cが連結用バネの力でレバー同士が密着しており、また分割レバー-Bと分割レバー-Cも、同様にバネの力で引き合っている。

この状態から、一番下の分割レバー-Cが下降すると、上下に固定されている分割レバー-Aと分割レバー-Bの間に空間ができ、ストッカは2分割される。

分割レバー-Cが下降をする途中で、分割レバー-Bは周囲のシャーシに設けられたストッパに引っ掛り、その位置で保持されるため、分割レバー-Bと分割レバー-Cの間にも空間ができる。その結果ストッカ群の間には2つの空間ができ、クランパとドライブユニットがディスク間に進入することができる。

分割レバーの下降動作は次のように行う。

ストッカはその土台となるシャーシ（以下ストッカベース）の上に積層されており、分割していない時はこれと共に昇降動作する。ストッカベースの昇降動作は、デッキ背面と側面に配置されたレバー（以下昇降レバー）で行う。昇降レバーはそれぞれ背面、側面のシャーシ面に沿ってスライド動作し、レバー面には傾斜を持った直線状のカム溝がそれぞれ2箇所ずつ設けられている。そのカム溝にストッカベース側面に設けた4本の軸が嵌合しているため、昇降レバーのスライド動作をストッカベースの上下方向の動作に変換し、水平に保ったまま上下方向に駆動することができる。

ストッカベースは他のストッカと同様、分割レバーと嵌合するため、動した分割レバーはストッカベースと共に昇降動作することができる。つまり分割レバーCとストッ

カベースが嵌合し昇降動作すれば、前述のストッカ分割動作が実現することになる。

また、カム溝は直線状になっているため、ストッカベースの停止位置を任意に指定することができる。停止位置は可変抵抗器を利用したセンサでリニアに検知することで行っている。

このストッカベースの動きを利用し、再生するディスクの選択も行っている。つまり、再生したいディスクが収納されたストッカの位置を、分割レバーBの位置に合わせ停止させ、分割動作を行えば、任意のディスクを選択再生することができる。（図-4参照）

このように、図-3に示したスペースのみを使用し、ストッカの分割、選択の機能を実現した新機構の開発を行った。

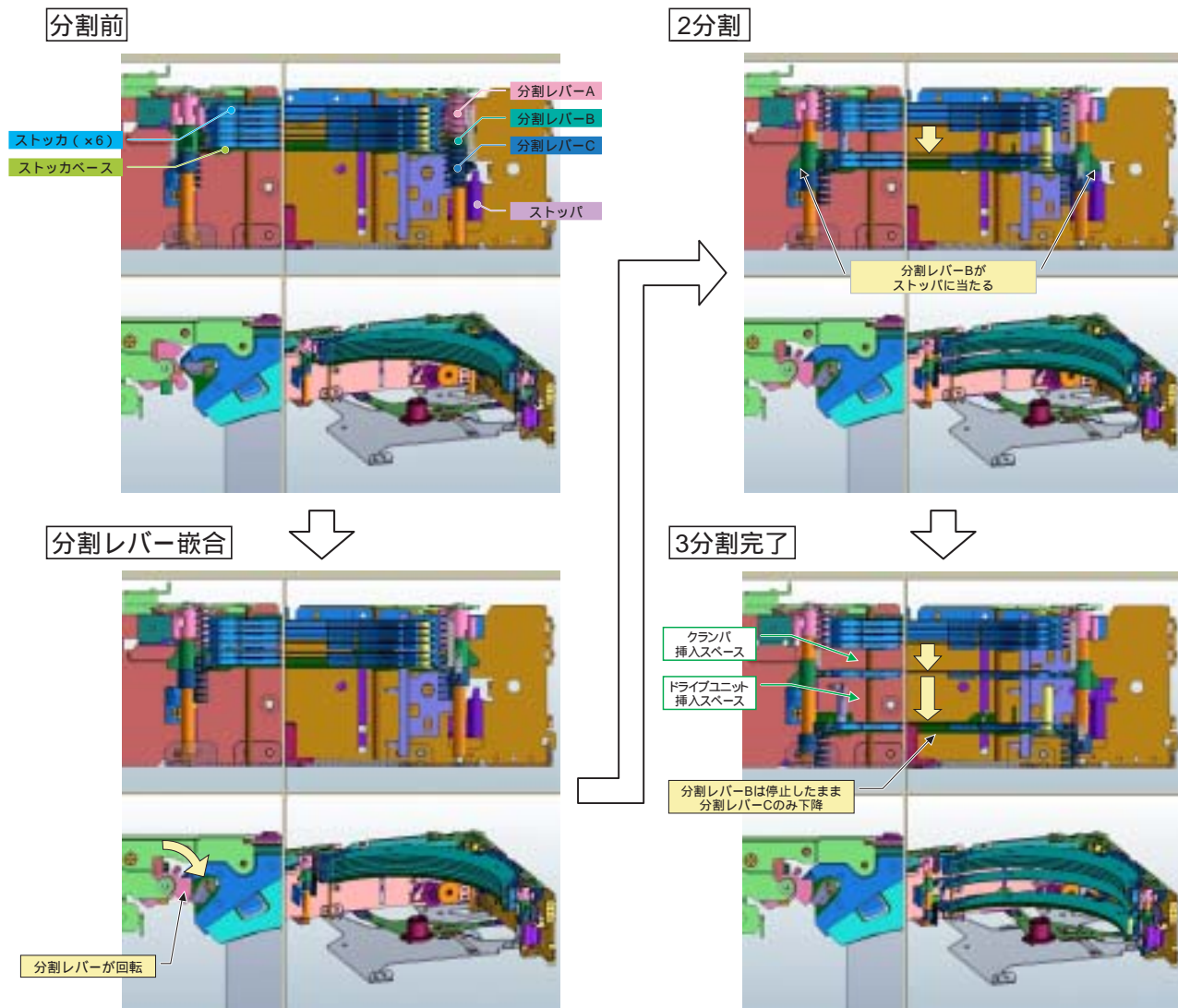


図-4 ストッカ分割動作
Fig.4 Stocker split operation

4

耐振性能向上

カー用CDプレーヤでは、車両走行時に発生する振動を受けても音飛びが発生しないことが求められる。インダッシュCDチェンジャでは、従来からオイルダンパを用いた再生部のフローティングによるメカ的な防振と、再生信号を順次メモリICに保管し、加振により信号の読み出しが不可能になったときでもメモリ内のデータが無くなるまで継続して再生する『ショックブルーメモリ』と呼ぶ回路による耐振で、音飛びの発生を防止している。

CH-05は開発当初から、仕様バリエーションの一つとして、DVDチェンジャを想定して開発したが、DVDはCDに比べると単位時間当たりの再生に必要なデータ量が多いため、CDと同じメモリ容量では補間できる演奏時間が短くなる。

メモリ増量によるコストアップを回避するためには、オイルダンパによるメカ的な防振性能を従来より向上させる必要があった。

そこで、開発にあたり下記3点の方策を盛り込んだ。

- オイルダンパレイアウトの最適化
- ディスク挟み込みクランプ方式の採用
- CAEによる振動解析の実施

以下にそれぞれの方策について述べる。

4.1 オイルダンパレイアウトの最適化

DA-32は、機構レイアウトの関係でフローティング部の重心がオイルダンパの図心になく、最適な配置となっていなかった

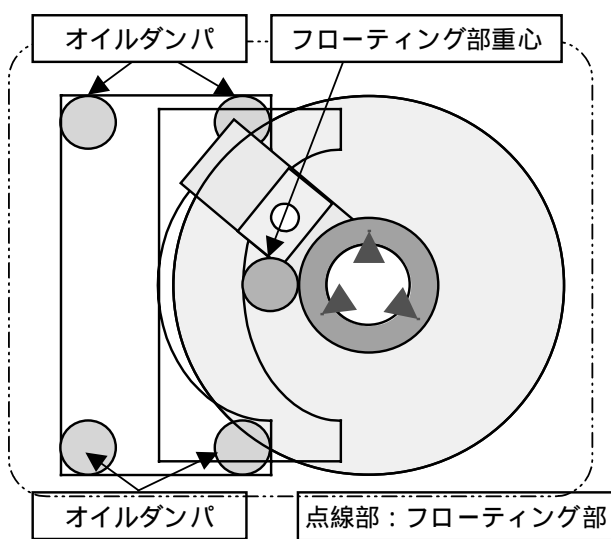


図-5 従来機種のオイルダンパレイアウト
Fig.5 Oil damper layout of the previous model

CH-05では、ドライブユニットの配置を変更することにより、フローティング部の重心とオイルダンパの図心が一致するように配置した。これにより、加振時にフローティング部が平行に振れるため、オイルダンパの減衰性能を十分に発揮させることが可能となった。

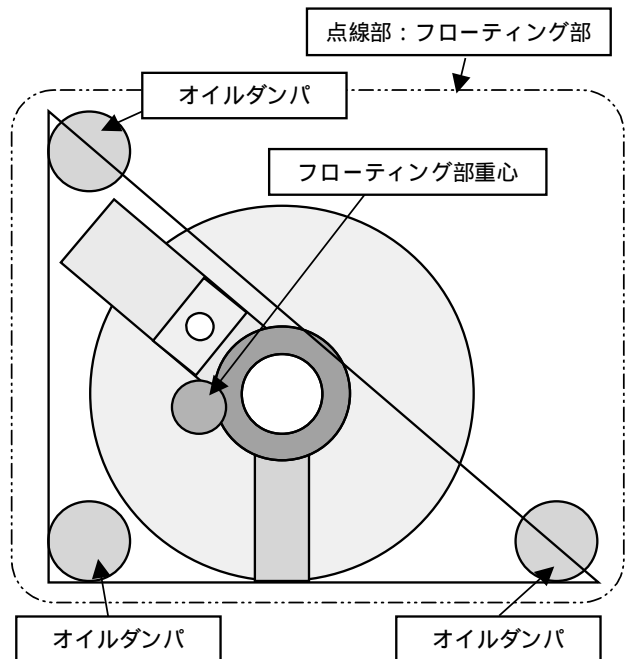


図-6 CH-05のオイルダンパレイアウト
Fig.6 CH-05 oil damper layout

4.2 挟み込みクランプ方式採用

CDプレーヤでは、ターンテーブルにディスクを保持(クランプ)し、ディスクを回転させながら信号を読み出す必要がある

従来機種種のDA-32ではクランプの方式として、チャックと呼ぶディスクを保持する爪状の部品をターンテーブルに内蔵し、ディスク中央の穴部を保持していた。

この方式は機構が簡略化・小型化できるメリットはあるが、ディスクに対する保持部分が少ないために、ディスク保持力を上げて更なる耐振性の向上を図るには構造の変更が必要であった。

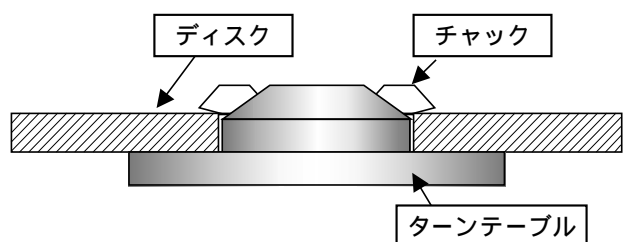


図-7 従来機種種のクランプ方式(チャック式)
Fig.7 Clamp method of the previous model (chuck type)

CH-05では、クランプの方式として、クランパと呼ぶターンテーブルと同径の円盤部材を用いて、ディスクをターンテーブルに対向する側からクランパにより挟み込んでクランプする方式(挟み込みクランプ方式)を採用した。この方式は従来から1枚タイプのCDデッキで採用しており、ターンテーブルに対し広い面でディスクを保持できるため、チャック方式に比べ加振時にターンテーブル上のディスクをより安定して保持することが可能で、耐振性能の面で有利である。

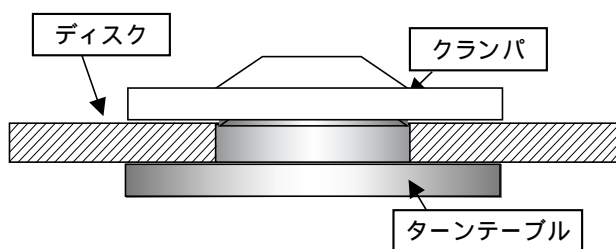


図-8 CH-05クランプ方式(挟み込みクランプ式)
Fig.8 CH-05 clamp method (sandwich type)

4.3 CAEによる振動解析

DA-32以降、当社のCDチェンジャデッキは3次元CADを用いて設計している。CH-05の開発に当たっては、3次元CADのモデルを活用したコンピュータシミュレーションを開発段階から本格的に導入し、図面検討段階での品質向上を図った。耐振性能に関してもCAEによる振動解析を用いることでフローティング部のメカ共振特性を図面段階で確認でき、その結果に基づきピックアップドライブシャーシの材料選定、形状適正化等を行った。

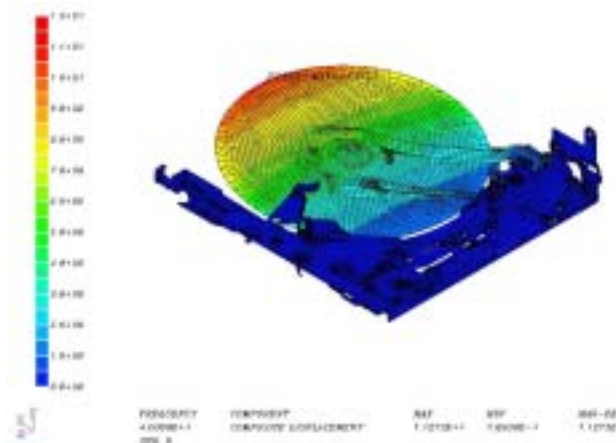


図-9 振動解析画面
Fig.9 Simulation analysis of vibration

以上の方策により、CH-05では耐振性能を従来比30%向上させ目標の2G (19.61 m/s²) をクリアすることが出来た。

5

仕様柔軟性の確保

当社では、DA-32以降社外オーディオメーカー向けとして、インダッシュチェンジャデッキのOEM供給も行っている。その結果、これら社内外ユーザの多様な要求に応えるために多くの派生機種が必要となっている。

CH-05では当初からディスク装填枚数(4枚/6枚)、基板取り付け位置によるメカ外形および、再生系のバリエーション(CD/DVDタイプ)を用意した。さらに、今回から対応した圧縮オーディオについても多岐にわたる向け先別の仕様に対応した。

しかし、これらの多様な仕様バリエーションへの対応を、限られた工数パワーで開発する必要があり、その対応として可能な限り共通化設計を図ることでこの問題を解決した。

5.1 ファームウェア共通化

従来機種では、各向け先毎にソフトの仕様も違うため、向け先が増える度に対応ソフトを開発しており、開発工数やソフト管理工数が問題であった。

そのためCH-05ではマイコンの端子状態を外部抵抗により切替え、同一のソフトを端子状態で向け先に対応するプログラムに切替える手法をとった。

これによりソフトが一本化されたため、共通部分の仕様変更が発生した場合に、従来のように差分を向け先別の複数のソフトに移植するために必要な設計・評価工数が不要となり、管理工数の削減が図れる。また、マイコンのマスクROM化も一回ですむため、コストダウンにもつながった。

5.2 チェンジャメカ制御ソフトのライブラリ化

従来機種においてはデッキメカのみを外販していた。その場合、顧客側で制御基板とソフトを設計する必要があるため、顧客からはメカニズム固有のノウハウが求められる制御プログラムのライブラリ供給が強く求められていた。しかしながら、従来はメカ制御部を含むすべての制御ソフトがマイコン固有のアセンブリ言語で記述されていたため汎用性が低く、他社のマイコンへの移植は困難であった。

このため、CH-05の開発に当たっては、当初からファームウェアをC言語により開発し、メカ制御部のライブラリ化を実施した。

ライブラリ化により、DVDチェンジャ(DH-01)の開発において、CH-05とは異なるマイコンハードを採用したが、メカ制御部はCH-05と共通の制御を実現することができた。

当然ながら、今後のデッキメカの外販においてもメカ制御部のみライブラリ供給することが可能となっている。



(手前：DVDタイプ，奥左：6枚上基板タイプ，奥右：6枚横基板タイプ)

図-10 CH-05ファミリー
Fig.10 CH-05 family products

6

品質向上の取組み

当社では、昨今の厳しい品質要求に応えるとともに、小型化により複雑化した機構であっても安定した製品品質で提供し続ける必要がある。今回のCH-05の開発に当たっての新たな取組みとして、「製品機能展開のレベルアップ」「ユニット保証の導入」「ユニット・トレーサビリティ向上」を行い、品質向上を図った。

6.1 製品機能展開のレベルアップ

機能展開とは、CDチェンジャデッキメカニズムを実現するために必要な機能をブロック分けし（下記の5機能）、その各々の機能ブロックについて目的、制約条件を考慮した上で、一次機能、二次機能・・・と細分化して基本機能にまで展開し、設計で実現する機能要点を導き出すものである。

CDチェンジャデッキメカニズムの機能ブロック

- 1) 演奏機能
- 2) ディスク挿入/排出機能
- 3) ディスクチェンジ機能
- 4) ディスク収納機能
- 5) 通信機能

従来は基本機能の実現を、過去に発生した問題点や他社ベンチマーク等から導き出された市場要求事項に留意し、完成品としての仕様を満足する製品の開発設計を行っていた。

CH-05の開発に当たっては機能展開により抽出された基本機能をさらに設計仕様項目にまで落とし込み、具体的な設計仕様値ならびにその仕様値の根拠を明確にしたうえで、詳細設計を進めていった。

6.2 ユニット保証の導入

CDチェンジャデッキメカニズムを実現するためには、300点を超える機構部品が必要となる。

この規模の製品設計を進めていくためにはチーム設計が必須となり、各機能ブロックを設計単位（ユニット）に分解し、パラレル設計を行うこととなる。

CH-05においても、4つのユニットに分解し製品開発を行った。

ユニットという概念でチェンジャデッキメカニズムを見た場合、完成品の品質は、ユニットの設計仕様が満足されている必要があり、更に下位にあるサブユニットや機構部品単品についても設計仕様が満足されている必要がある。

逆に見た場合、部品・サブユニットの設計仕様が満足されていれば上位のユニットの設計仕様も満足し、しいては最終完成品の品質が保証される。

しかし、ユニットは複数部品を組み上げて構成されているため、インターフェイス部分や基本機能の実現部位においても「バラツキ」が存在し、完成品の品質安定を妨げる可能性を含んでいる。

固定部品の位置精度などであれば単純な構成部品寸法の積み重ねであるため、部品仕様で上位ユニットの設計仕様を実現可能であるが、可動部品の停止位置精度や動作負荷、動作力については、構成部品寸法の「バラツキ」だけでなく、組立加工上で発生する「バラツキ」が多く加味される可能性がある。

従来機種でのデッキメカニズム組立においては、このような組立加工上の「バラツキ」のチェック・検査を行う工程を設置しておらず、机上の計算やシミュレーションによる「バラツキ」検証結果のみの保証であった。可動部位においては、シミュレーションでもその全動作範囲の「バラツキ」を網羅した設計検証を行うことは困難である。そのため、「バラツキ」を完全に網羅した検証が出来ず、潜在的な問題発生の一要因となっていたと考えられる。

今回取り組んだ設計品質向上策はこのような潜在的に持つ不安定要因をデッキメカニズム完成品になる前に検出し、完成品で発生する問題をゼロ化するものである。

具体的取組みとしては、先にも述べたようにユニットで定義されている設計仕様値を組立工程内でチェックし、その動向を把握することによって、事前に工程内で発生している変化を検知し適切な対応を取ることで完成品の品質を保証するというものである。

しかし工程内でのチェックだけでは仕様値に対するOK/NG判定は可能であるが、規格値内で発生している「バラツキ」についてはその動向を把握できない。そこで、工程内で取得されている各ユニットの測定データを収集し、各々の項目についてXbar-R管理を実施していくこと

により、工程内で発生している変化が発見できるように取り組んだ。

あわせて、部品製造メーカーにもユニットで定義されている設計仕様値に関連する部位の部品形状寸法を組立工程で実施したのと同様にXbar-R管理を実施していただき、その結果も合わせて収集・分析することによりユニットに組立てられる前に発生が予想される変化を事前に検出し、問題の未然防止を進めた。

6.3 ユニット・トレーサビリティ向上

先の述べたユニットおよび部品寸法形状寸法のXbar-R管理は、データ取得を行う製造ロットベースでの傾向管理を実施するものであり、組立てられた個々のユニットの素性を掌握することはできない。

そこで今回はさらなる品質向上への取組みとして、ユニット単位でのデータ管理が行える品質トレースシステムの開発も行った。

従来はデッキメカニズム完成品のみしか付与されていなかった製造番号を各ユニットにも個別の製造番号を付与し、工程内で測定されたユニット仕様項目の値と関連付けて自動的に収集を行うこととした。これらの取得されたデータを完成品の製造番号とも関連付けて収集することにより、完成品での問題が発生した場合に各ユニットの組立時の状態を確認することが可能となり、原因解析の基礎データとして使用することができる。

6.4 異常解析用エラーコードの充実

ここで記述するエラーコードとは、組立工程内および市場でCDチェンジャーデッキに異常が発生した場合にEEPROMに書き込まれるコードのことで、発生した異常の原因解析の基礎データとして用いる。

CH-05では従来のデッキと比較して一つのコードに含む情報量を従来の1コード2バイトから4バイトに増やし、追

加した部分にエラー発生時のデッキ内部の各SW状態や温度情報、ピックアップのレーザー電流値を取得するなど解析に必要と思われる情報を増やしている。また、従来機種ではエラー停止に至った場合にのみ書き込んでいたコードを異常停止には至らなくとも異常現象が発生した時点でコードを残すようにするとともに、特定のエラーコードが書き込まれた場合は、それ以前の20履歴を上書き禁止領域にコピーすることでエラー発生後にユーザ操作が繰り返され、コード記録数がメモリ容量をオーバーした場合に古いコードが上書きされて消えてしまうことを防ぐようにした。

CH-05ではこれらの工夫により異常発生後の原因の特定に至る解析スピード向上とNTF低減を図っている。

7

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“CH-05”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・機能/性能向上等を達成することができ、当社4世代目のインダッシュCDチェンジャーとして市場に送り出すことができた。今後さらなる改善を進め、さらなる機能・性能の向上、と共に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、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) 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）
- 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.17，No.2（1999）
- 2) 渡辺他；デッキ耐振性能向上のための振動解析モデリング技術，富士通テン技報，Vol.39（2002）

筆者紹介



藤本 文彦
(ふじもと ふみひこ)

1992年入社。以来、CDチェンジャーデッキの開発に従事。現在、富士通天研究開発(天津)有限公司 設計部に在籍



後藤 務
(ごとう つとむ)

1986年入社。以来、カセットデッキ、CDチェンジャーデッキの開発に従事。現在、事業本部コンポーネント事業部デッキ技術部に在籍。



古石 朋久
(こせき ともひさ)

1993年入社。以来、CDチェンジャーデッキの開発に従事。現在、事業本部コンポーネント事業部デッキ技術部に在籍。



堀山 稔
(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の開発に従事。現在、事業本部コンポーネント事業部デッキ技術部に在籍。



佐藤 哲哉
(さとう てつや)

1983年入社。以来、CD,MD,CDチェンジャーデッキの開発に従事。現在、事業本部コンポーネント事業部デッキ技術部担当部長兼MCチームリーダー。