

薄型DVDデッキDV-05の開発

Development of DV-05: Miniaturized DVD Deck

小	野	俊	幸	Toshiyuki Ono
藤	井	健	Takeshi Fujii	
塚	崎	充	浩	Mitsuhiro Tsukazaki
田	中	信	三	Shinzo Tanaka
美	甘	徹	Toru Mikamo	



要 旨

2000年4月にナビゲーション用DVD-ROMデッキを商品化して以来、数々のDVDデッキを量産化してきました。近年のAVN製品ではDTV搭載などにより内部構造にスペース的余裕が減少してきており、DVDデッキにも小型・薄型化の要求が大きくなりました。その要求を達成すべく従来機種から部品レイアウトの大幅な見直しや基板配置の見直し、小型ダンパの採用などを行いました。また、環境への対応として、大型板金部品の樹脂化、板金部品の縮小化などによる軽量化、POM樹脂のホルム発生低減材の採用を行いました。このようにして開発したDVDデッキDV-05の特徴をここに紹介します。

Abstract

Since we, at Fujitsu Ten, commercialized the DVD-ROM deck for navigation systems in April 2000, we have mass-produced many types of DVD decks. With the recent AVN products equipped with DTV or other features, the interior space for DVD deck in AVN products has become less and less, and the deck itself is further required to be miniaturized and thinner. To accomplish this requirement, we redesigned the parts-layout significantly in conventional models, redesigned the PCB position, applied small damper and found other solutions. Besides, being environmentally responsible, we used resin parts instead of large sheet metal parts, saved weight by means such as downsizing the metal sheet parts, and applied POM (Polyacetal resin) with lower generation of formaldehyde. In this report, we introduce the DV-05: DVD deck, developed as outlined above.

1

まえがき

DVDは1996年に映像メディアが市販化されて以来、急速に普及が進み完全にビデオテープから置き換わった。車載DVD市場はナビゲーション用途で普及し、エンターテインメント（ビデオ）用途で定着し、2005年1,100万台から2010年1,720万台と急激に拡大している。当社も2000年4月にナビゲーション用DVD-ROMデッキを商品化して以来、2008年生産台数見込みは250万台と拡大してきている。しかし、全世界的な市場で普及しているDVD市場は非常に競争が激しく、市場のニーズに合致した機能・性能・コストを達成していかなければ生き残っていけない。今回、これまでの当社DVDデッキの集大成といえるDV-05の開発を行なったのでここに紹介する。

2

開発のねらい

国内向けAVN製品は、DTV搭載など内部構造にスペース的余裕は年々減少しており、デッキも小型・薄型化が要求される。環境対応が社会的問題になる中で、低燃費は自動車メカにとって重要な課題であり、デッキとしては軽量化が求められる。また、シックハウスで問題になったように、一部の樹脂などにおいては人体に悪影響を及ぼす揮発性有機化合物が含まれており、VOC（Volatile Organic Compounds）低減が急務となった。

DV-05では、これら市場・お客様からの要求項目に対応するため、下記事項を目標に開発を進めた。これらは、主要お客様7社の要求仕様の調査および5社のベンチマーク評価に基づき目標設定を行った。

①薄型・軽量化への対応

- ・デッキ高さ（8cmディスク対応）：26→18.5mm

②環境への対応

- ・質量：570→350g
- ・低VOC樹脂材料の採用

3

システムの概要

DV-05では、量産機種であるDV-04と同様に、ROM専用モデルと、ビデオデコーダを搭載したROM+VIDEOモデルの2モデルの開発を行った。システム構成としては、両モデルともDV-04を踏襲している。

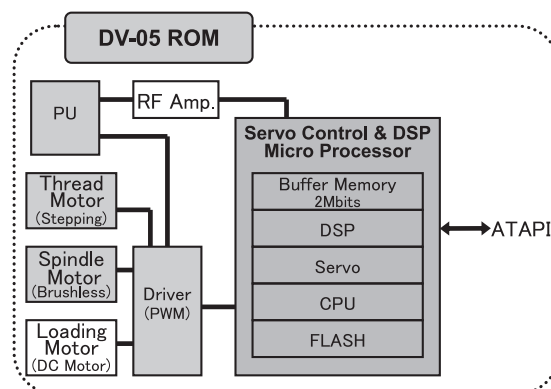


図1 DV-05 ROM ブロック図

Fig.1 DV-05 ROM Block Diagram

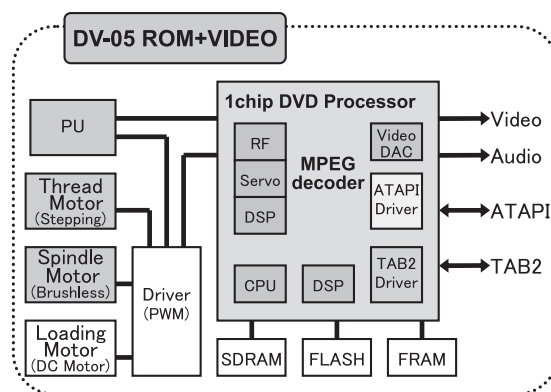


図2 DV-05 ROM+VIDEO ブロック図

Fig.2 DV-05 ROM+VIDEO Block Diagram

DV-05では『薄型化』という開発のねらいがあり、メイン基板は小型・異形化することになった。

これに対しては、小型ドライバICの採用や、各回路を構成しているコンデンサなどの周辺部品の小型化・削減により、基板面積を約30%減、また異形化に対応することができた。

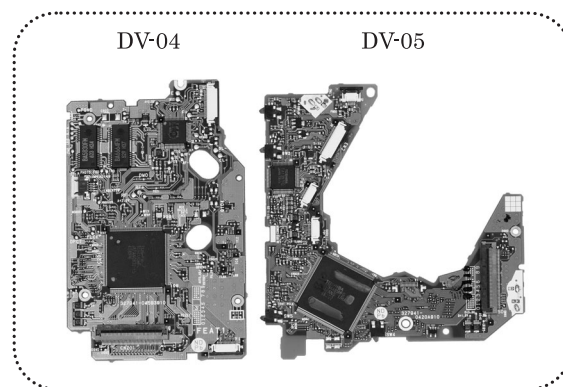


図3 メイン基板比較

Fig.3 Comparison of Main PCBs

4

小型化・軽量化

当社で開発したDVDデッキは初代DV-01より薄型デッキ

として開発され、以降DV-04に至るまでデッキ外形はW140×D128×H26を踏襲してきたが、AVN製品のデジタルチューナ搭載によってさらなる小型・薄型化の要求がされるようになった。

今回開発したDV-05においては主にデッキ厚を短縮した薄型化と樹脂部品を多用した軽量化の達成方法について以下に述べる。

4.1 大型部品のレイアウト見直しによる薄型化

デッキ厚を決定付ける要因として、キーパーツの寸法とそのレイアウトによるところが大きい。また、キーパーツはその必要機能や信頼性のため簡単に小型化することが難しく、高コスト要因ともなるためレイアウトの見直しによる薄型化を行った。具体的には、DISC・PU・SPモータは配置をそのままに、ローディングモータ、PU送りモータをDISC外径の外に配置し、デッキPCBをPU・SPモータ部をくり抜いた形状としてデッキ内部に収めるようにした。

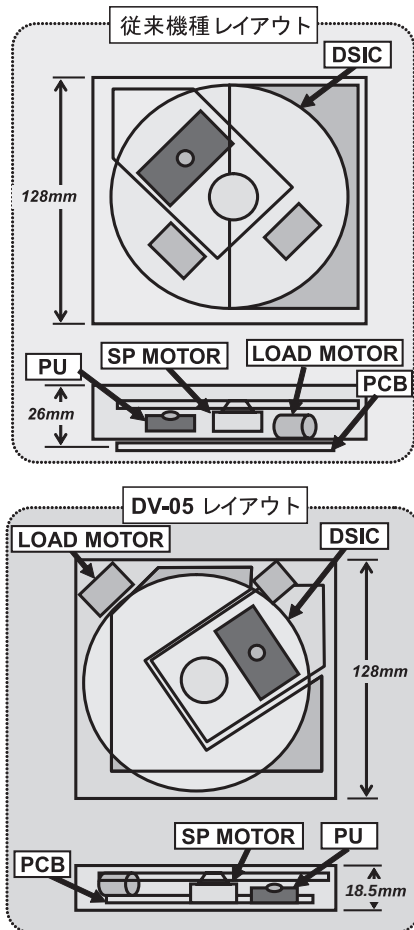


図4 レイアウト比較
Fig.4 Comparison of Layouts

このレイアウトの変更によりデッキ厚は従来比70% (−30%)を達成することができた。また、この構成ではデッキ基板がフローティング部に搭載されることになり、デッキ内の配線を省略、基板点数を削減することにも繋がった。

4.2 軽量化

DV-05ではデッキの軽量化として板金部品の樹脂化や板金部品の縮小化を行った。以下にその主な例を挙げる。

○樹脂化による軽量化例

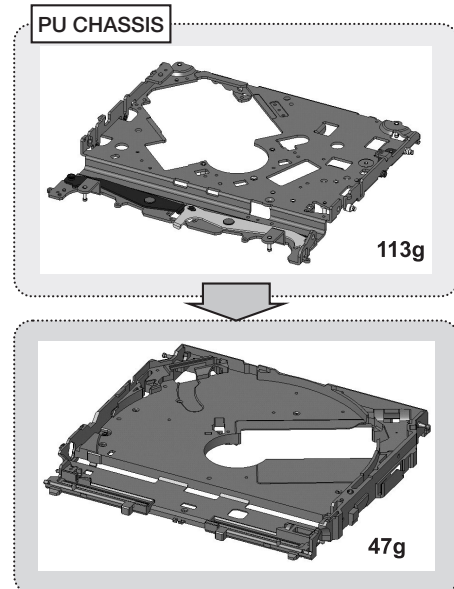


図5 PUシャーシ比較
Fig.5 Comparison of PU Chassis

○薄板・面積減少による軽量化例

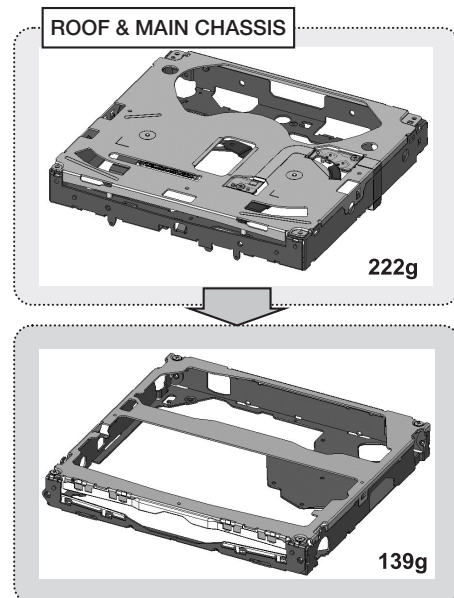


図6 シャーシ比較
Fig.6 Comparison of Chassis

また、部品点数の削減も積極的に実践し、特にコスト増を招いていた「切削軸（カシメ軸）」や締結部品の削減を徹底的に行った。（部品削減による締結方法の事例は次章「PUシャーシ樹脂化」参照）

これにより、部品総点数では前モデル比63% (−37%)、デッキ総質量では同60% (−40%)を達成できた。

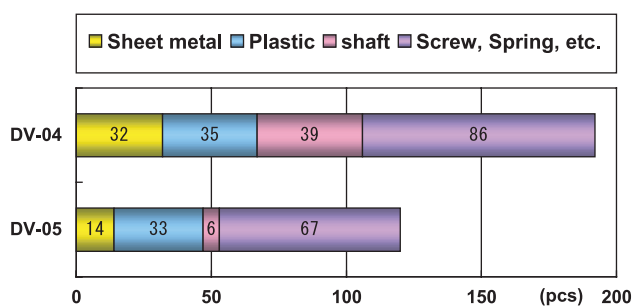


図7 DV-04/DV-05 部品点数比較

Fig.7 Comparison of Numbers of Parts in DV-04/DV-05

また、環境対応ではPOM樹脂のホルム発生低減材を調査し、QCDを考慮した材料選定を行うことで低VOC化を実現している。

5

PUシャーシ樹脂化

DV-05ではDVDデッキの基になる部品で殆ど全てのメカ動作に関与するメカのキーパーツであるPUシャーシの樹脂化を行った。

樹脂化による恩恵としては、材料代・カシメ部品削減・生産性向上によるコストダウンや先に述べた軽量化などその効果は大変大きい反面、耐熱性・強度の低下など致命的な懸念点も数多くなる。ここではその樹脂化に対しての懸念点をいかに克服して量産化を実現したかについて述べる。

まず、樹脂化について部品の締結方法の検討から進めた。樹脂部品は板金部品に比べ、突起や落し込みなどの形状は自由度が増すものの、量産での加工を前提とするとワッシャやEリングなどの締結部品が使えず、ネジも制約条件が大きくなる。図8にギアの取り付け方法、レバー摺動の嵌め合い、ホルダの固定部の締結例を示す。

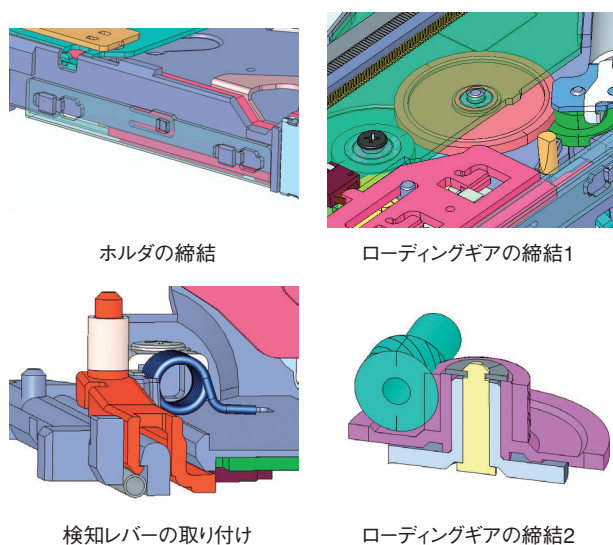


図8 部品締結実施例

Fig.8 Examples of Part Fastening

つぎに金型成型での成立性を過去の開発機種で実施した流動解析により検討した。それにより、薄肉部の充填可否や成型時のソリなどを考慮したGATE位置・数の最適化を行い試作型へ盛り込んだ。さらに試作型では成型時の離型問題や成型条件のバラツキによる影響度を見極め、量産型へ反映させることができた。

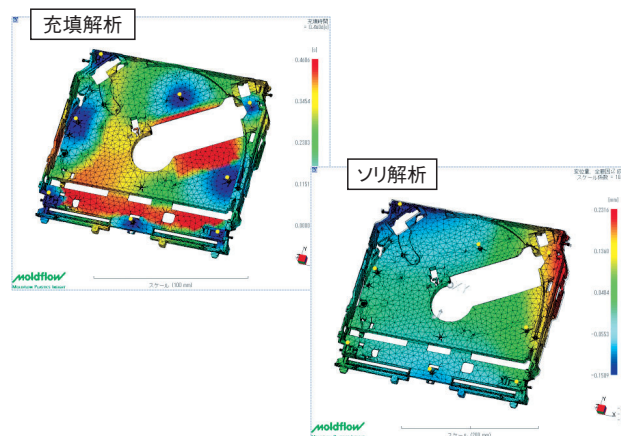


図9 PUシャーシ流動解析

Fig.9 Flow Analysis of PU Chassis

また、樹脂成型で発生を避けられないソリ・歪についてはこの流動解析を用いよりよい形状の検討や材料の選定、必要箇所に絞ったソリ規格を適用することにより設計上の成立性を確立させた。

強度面で特に問題となった箇所はオイルダンパ軸やローディングギア軸で、振動耐久試験・挿排耐久試験で度々疲労破壊が発生した。これらについては応力解析を繰り返し、一箇所に集中していた応力（破壊の起点となっていた）を分散させる形状を求め、疲労破壊応力値31MPaの安全率2倍以上を確保することにより耐久規格を満足することができた。

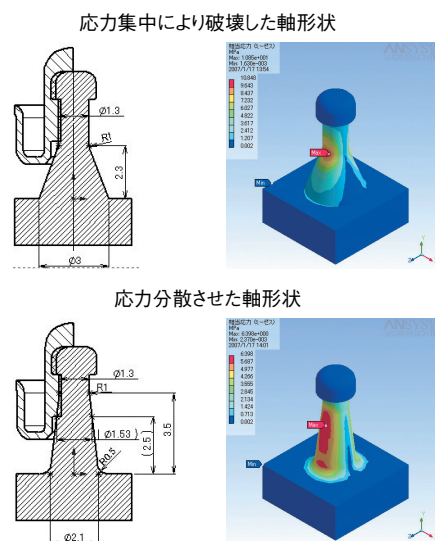


図10 オイルダンパ軸応力解析

Fig.10 Stress Analysis of Oil Damper Shaft

6

小型ダンパの採用

車載用DVDデッキでは、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。DVDデッキでは、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を行っている。今回のデッキは、薄型化のためフローティング部の振れ幅を従来より小さくする必要があった。また、スペース上の制約のため、より小型のダンパを採用する必要があった。従来よりも厳しい条件の中で音飛び性能を維持、向上させ、また、早期開発段階に性能を確保するため、仕入先殿の協力を得て、従来と違った手法である品質工学的手法を用いてダンパ特性の早期最適化を行った。

○品質工学手法

目標特性に近いダンパ仕様をマスモデルの共振特性試験にて選択しダンパの組合せを決定した。

表1 制御因子
Table 1 Control Factor

(エラストマー硬度、オイル粘度)

組合せ	前部ダンパ		後部ダンパ	
	硬度	粘度	硬度	粘度
1	α	A	α	C
2	α	B	α	C
3	α	B	β	B
4	β	B	β	B
5	α	C	β	C
6	β	B	β	C

表2 誤差因子
Table 2 Error Factor

項目	温度	PU位置	加振方向	取付角度
I	低温	IN	左右	水平
II	低温	OUT	前後	水平
III	低温	OUT	上下	前上げ
IV	常温	IN	前後	前上げ
V	常温	OUT	上下	水平
VI	常温	OUT	左右	水平
VII	高温	IN	上下	水平
VIII	高温	OUT	左右	前上げ
IX	高温	OUT	前後	水平

上記の制御因子、誤差因子をL9直交表に割り付け実験を行い、その結果により最適組合せを選定した。選定した組み合わせをベースに音飛び性能を確認した結果、従来と同等の性能を開発初期に確保することができた。

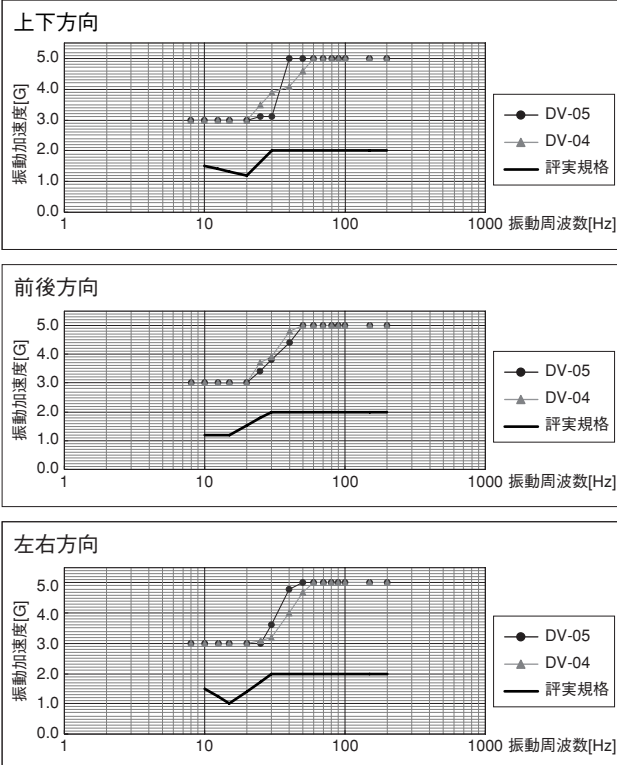


図11 耐振性比較

Fig.11 Comparison of Vibration Performance

7

ピックアップの選定

DV-05でのピックアップ選定においては、まず、車載対応メーカ5社のピックアップに対して、品質面、供給面などの比較をおこなうことで絞り込みを実施した。絞り込んだ2社のピックアップに対して、下記性能の比較を実施することで最終的な選定を行った。

- ・光学特性（ジッタ特性など一般特性比較）
- ・耐振性能（リジット状態での性能比較）
- ・再生性能（機能性評価によりプレイアビリティ比較）

比較結果から、ジッタの温度特性など、特に低反射系ディスクにおける性能や、ディスク上の傷や汚れなどの欠陥に対する光学特性の安定性で優れており、また、ディスク再生に影響する八つの因子で機能性評価を行った結果、全ての因子において優れていたピックアップを採用することとした。

このピックアップが持っている強みの一つとして、DVD-RW、CD-RWなどの低反射系ディスクに対する性能の向上を狙って追加された『出力信号のゲイン切り換え機能』があげられる。今回の2社の比較における結果に関しては、この『ゲイン切り換え機能』が少なからず影響しているものと考えられる。

8 ステッピングモータの採用

本デッキでは、ピックアップ駆動用モータとして、従来機種で使用していたDCモータに変えて、2相PM型ステッピングモータを採用した。2相PM型ステッピングモータは、2組の巻線を持ち、ロータが永久磁石で構成された比較的安価なステッピングモータである。ステッピングモータの性能を最大限引き出すには、複雑な駆動回路を必要とし高価になってしまっていたが、近年、高機能の統合ドライバが安価に提供されるようになってきたため、本デッキで採用することとした。

以下に、DCモータ、ステッピングモータの簡易断面図を示す。

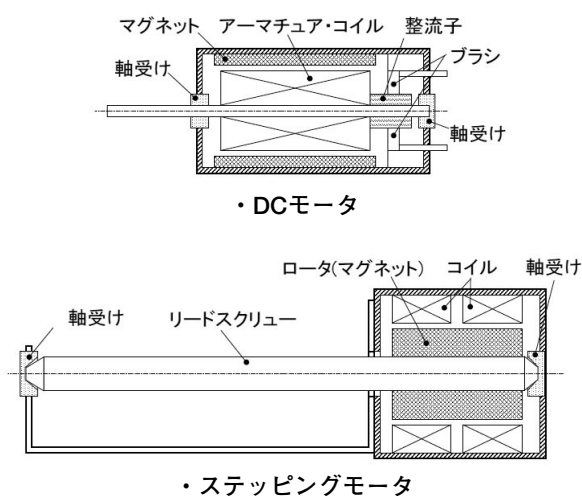


図12 ピックアップ駆動用モータ比較
Fig.12 Comparison of Pickup Driving Motors

8.1 ステッピングモータの特徴

8.1.1 信頼性・耐久性

DCモータのブラシのような電氣的接点・摺動部がないため、DCモータに比べ高信頼性・長寿命である。

8.1.2 位置決性

フィードバック制御を行うことなく位置決めが可能であるため制御が容易である。

8.2 薄型化

ピックアップガイド軸を駆動用リードスクリューと共通化すると、部品点数が削減出来るというメリットはあるが、ピックアップガイド軸の延長線上にステッピングモータを配置する必要が出てくる。そのため、本デッキでは他の構成部品配置の都合上、薄型化を優先しピックアップガイド軸と駆動用リードスクリューを別構成とした。

8.3 低振動・高出力駆動方式

本デッキでは、駆動方式として、バイポーラ・定電流マイクロステップ駆動方式を採用した。

バイポーラ駆動方式は、一つの巻線に対し双方向に電流を流す方式で、片方向にしか電流を流さないユニポーラ方式に比べて、巻線の利用効率が高く高トルクが得られる。

定電流駆動方式は、モータの定格電圧よりも十分高い電源電圧を用い、電流を一定に保つ制御方式で、電流の立上りを高速化し、高回転時においても逆起電力の影響を少なくすることが可能なため、小型モータにおいても高回転・高トルクが実現できる。

マイクロステップ駆動方式は、通常の矩形波による駆動ではなく、sin波形に電流を制御することにより、位置決め分解能が向上するだけでなく、なめらかで低振動の回転が得られる。

上記で述べた方式は、全てドライバ回路が複雑化する方式であるが、本デッキでは、近年普及してきた高性能統合ドライバを用い安価に実現した。

また、ステッピングモータの起動・停止時に、スルーアップ・スルーダウン制御を行うことで、高速回転領域を利用し、動作速度の向上を図っている。

8.4 環境変化に対応した制御方式

車載環境は、 $-20\sim+80^{\circ}\text{C}$ と温度変化が大きく、負荷変動が大きい過酷な環境である。ステッピングモータの特徴として、発生トルクより大きな負荷がかかると脱調と称する同期を失う動作不良が発生するため、通常は、想定される最大負荷より大きなトルクが発生する様に制御を行う。しかし、負荷に対して、駆動トルクが大きすぎると、音、振動が大きくなるという問題が発生する。そのため、温度環境により変化する負荷トルクに対して適切な駆動トルクとなるよう温度により制御条件の変更を行っている。

また、光ディスク装置ではディスクを読み取りピックアップの位置を認識することで脱調などの動作不良が検出可能であるため、動作不良を検出した場合、高負荷に対応した制御条件に変更し動作不良に対するリカバリを行う。このため、通常は、異常時のための余分なトルクマージンを持たない適切なトルクで駆動することが可能となり、静音化を実現している。

9

開発結果のまとめ

デッキ高さは、大型部品のレイアウト見直しにより、質量は、板金部品の樹脂化・板金部品の縮小化により、開発目標値どおりの開発ができた。

表3 開発結果まとめ

Table 3 Summary of Development Results

項目	目標値	結果
デッキ高さ	18.5mm	18.5mm
質量	350g	350g

10

おわりに

以上、今回開発したDVDデッキDV-05の概要および開発技術について述べた。本デッキを搭載したAVN製品の発売は、国内ECLIPSEブランド向けで'07年10月より、自動車メーカー向けDOPで'08年4月より行っている。また、デッキ単品のOEMとしても数社より受注頂き好評であり、ねらいどおりのDVDデッキ開発ができたと考える。一方、DVDの機能向上は今後も継続すると考えており、今回の開発で得たノウハウを活かし、次期モデルもより低コスト・高機能・高性能なDVDデッキを開発していく考えである。

なお、本デッキ開発においては、部品サプライヤー・設計会社の協力を得て行ってきた。本開発にあたり、ご指導を賜ったOEM先のお客様をはじめ技術協力を賜った関係各位に対して深く感謝いたします。

記載した製品名などの固有名詞は、各社の商標または登録商標です。

筆者紹介



小野 俊幸
(おの としゆき)

1983年入社。以来、カセットデッキ、MD、DVDデッキの機構設計・開発に従事。現在、CI本部精密機器事業部デッキ技術部に在籍。



藤井 健
(ふじい たけし)

1987年入社。以来、CDチェンジャー、CD、DVDデッキの機構設計・開発に従事。現在、CI本部精密機器事業部デッキ技術部に在籍。



塚崎 充浩
(つかざき みつひろ)

1991年入社。以来、CD、DVD、MDデッキ制御回路の設計・開発に従事。現在、CI本部精密機器事業部デッキ技術部に在籍。



田中 信三
(たなか しんぞう)

2001年入社。以来、ピックアップ、DVDデッキの機構設計・開発に従事。現在、CI本部精密機器事業部精密機器開発部に在籍。



美甘 徹
(みかも とおる)

1986年入社。以来、CD、DVDデッキ制御回路の設計・開発に従事。現在、CI本部精密機器事業部精密機器企画室室長。