

Blu-ray Discプレーヤー用光ピックアップ

Optical Pickup for Blu-ray Disc Player

橋本 光宏
Mitsuhiro Hashimoto

小沼 裕志
Hiroshi Konuma

梶野 徹
Toru Kajino

山岸 康文
Yasufumi Yamagishi

要 旨

大型高品位（ハイビジョン）TVの普及に伴いBlu-ray Disc（BD）プレーヤーの本格的な普及が進行している。当社は業界に先駆け、プレーヤーの基幹部品であるBD再生専用光ピックアップの外部販売を開始した。また、BDプレーヤーの普及に伴う低価格化に対応するために、低価格で、高品質と高信頼性を維持しながら、ドライブへの組み込み性を考慮し、DVD用と同等に小型化された光ピックアップを、新規技術と共に独自技術の応用展開により開発し量産化した。

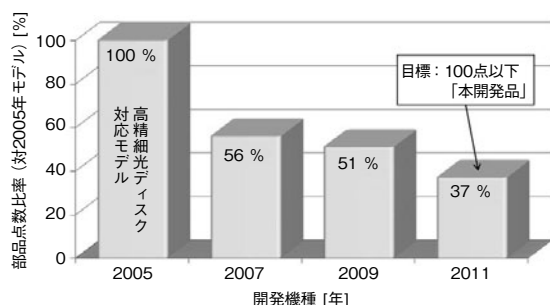
Abstract

Blu-ray Disc (BD) players are becoming widespread with the increasing popularity of high-resolution television. We have started supplying optical pickup units, which are one of the key components for BD players, to meet this growing demand as a vanguard of the industry. As a next step, we have developed an optical pickup that is equivalent in size to that for DVD players (which makes it easy to integrate into the optical disc drive) with high performance, great reliability and low cost. We believe this achievement will greatly contribute to the further expansion of the BD player market.

1. はじめに

2011年のBlu-ray Disc^(注) BDプレーヤーの世界市場規模は3000万台であり、数量ベースではDVDプレーヤー（1億9700万台）の約15%にまで市場が成長してきた[1]。今後、BDプレーヤーの価格は普及に向けDVDプレーヤー並になると予想される。普及に伴う低価格化に対応するためには、ドライブメーカーに低価格で組み込み性の高い、高品質な光ピックアップを供給しなければならない。

低価格を実現するために、設計改善の積み重ねにより、第1図で示すような部品点数の削減を実現してきた。こ



第1図 部品点数削減の取り組み

Fig. 1 Challenge for reducing parts count

(注) ブルーレイディスクアソシエーションの商標

の部品点数の削減を突き詰めていく過程では、従来の設計では成り立たなくなり、新たな技術導入が不可欠であった。また、ドライブ装置への高い組み込み性を確保するためには、DVD用サイズと同等か、それより小型化を実現する必要がある。これにも新たな技術導入が不可欠であった。

本稿では、部品点数100点以下の目標を掲げ、機能の複合化、組立工数削減、3次元光学レイアウトなどの新規・独自の取り組みにより、低コスト化と小型化を実現した技術について説明する。

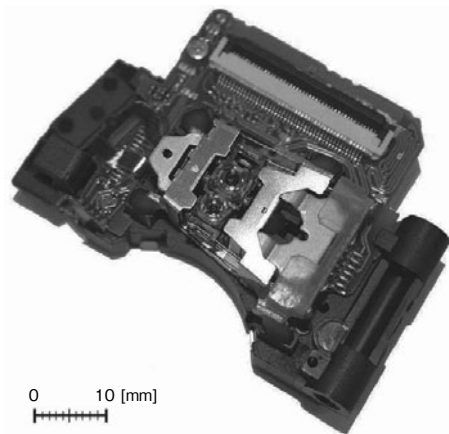
2. 光ピックアップの概要

今回開発したBD再生専用光ピックアップでは、部品点数を93点にまで削減でき、掲げた目標を達成すると同時に、低コスト化も実現することができた。また、当社のDVD/CD用光ピックアップと同等の小型化を達成し、組み込み性の高い光ピックアップを商品化することができた（第2図）。具体的な新規技術や独自技術に関しては次節にて説明する。

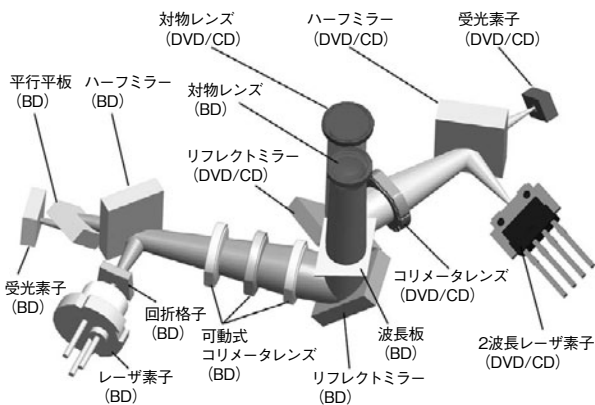
2.1 光学部品の配置

光ピックアップの部品配置を、第3図に示す。特徴はBDとDVD/CDを完全に分離させ単純化することで信頼性の向上を確保している。この光学系は当社グループ内で業界に先駆け商品化してきた方式でもある[2]。

BD系ではレーザー素子から出射された青紫色光が、回



第2図 BDプレーヤー用光ピックアップ
Fig. 2 Optical pickup for BD player



第3図 光学部品の配置 (完全独立光学系)
Fig. 3 Optical parts layout (Complete independence layout divided into BD and DVD/CD)

折格子を通ることで3ビームに分離され、ハーフミラーで反射しBD専用のコリメータレンズで平行光となり、リフレクトミラーで立ち上がり、波長板を通り、BD専用の対物レンズに入り、ディスク上に結像される。次にディスク上のピット列で反射されピット情報をもつレーザー光は、往路と同じ光路を逆にたどり、ハーフミラーと平行平板を透過し、受光素子へ入り電気信号に変換される。

DVD/CD系では、基本光路はBD系と同様であるが、レーザ素子がDVD用とCD用の2波長の光源をもつ1つの部品であることや、他の光学部品や受光素子も2波長に対応した部品であることが異なっている。

2.2 光ピックアップの基本仕様

商品化したBDプレーヤー用光ピックアップの基本仕様としてBD-ROM/BD-R/BD-REの単層と2層、BD-LtoHの単層、DVD-ROM/DVD-R/DVD-RWの単層と2層、およびCD-ROM/CD-R/CD-RWの再生を行う。(RE/RW: Rewritable)

3. 新規技術の導入

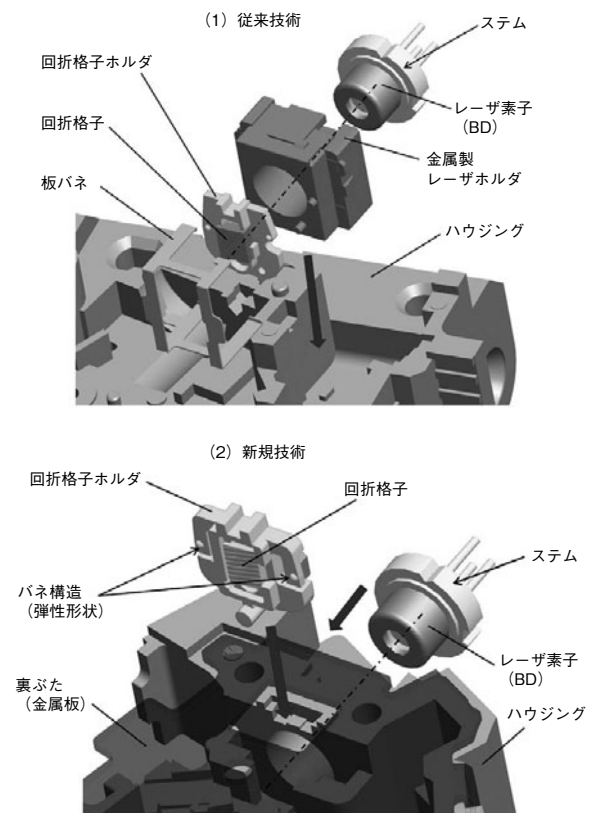
低コスト化への取り組みとしては、機能部品の置き換えや作業の効率化に力を注いだ。また小型化にはBD系とDVD/CD系とが完全に独立した光学系であることを生かし、レイアウトの工夫で対応した。今回は代表的な新規技術として以下の3点を説明する。

- 機能の複合化
- 組立工数削減
- 3次元光学レイアウト

3.1 機能の複合化

[1] BD系 レーザホルダの削除

第4図に示す金属製のレーザホルダは、発光点の位置精度を確保しつつ、レーザ素子の放熱のために不可欠な



第4図 レーザホルダ削除および板バネ削除
Fig. 4 Elimination of laser holder and spring plate

部品と考えられてきた。特にレーザー素子は動作保証温度を超えて使用されると、信頼性が低下し寿命が短くなるため、十分な放熱が必要である。

再生用途のレーザー素子は低出力で発熱が少ないので、ホルダを使いレーザー素子のステム全周から熱を伝導するのは過剰であると判断した。そこでホルダを使わずレーザー素子を直接ハウジングに固定し、裏ぶたの金属板をステムに当て、レーザー素子からの熱を伝導させる手法を考案した。レーザーホルダの削除を実現したことによりホルダを介さず直接レーザー素子の発光点位置をハウジング形状の精度で高精度に決めることができ、対物レンズでの軸外収差の軽減にも寄与できた。

[2] BD系 回折格子ホルダ固定用板バネの削除

回折格子は、制御信号を生み出すためにレーザー光をメインビームとサブビームに分割する重要な機能部品である。この回折格子は、第4図で示すように従来技術ではレーザーホルダに組み付けられ、ホルダは板バネで保持され、調整可能な機構を構成していた。

3-1節 [1] 項で説明したレーザーホルダの削除に伴い、回折格子ホルダを直接ハウジングに組み込み、調整と保持を同時に実現させる必要があった。この機構の実現には板バネが必要となるが、回折格子ホルダが樹脂部品であることから、バネ構造（弾性形状）をホルダにもたせることにより、従来からの板バネを削除することができた。構造を一体化しシンプル化したことにより組立上の安定性も実現した。

[3] DVD/CD系1/4波長板の削除

1/4波長板は、ディスクで結像する光を円偏光とすることにより、ディスクの複屈折に強くプレイアビリティ（市場の低品質ディスクの再生能力）の高い光ピックアップを実現するために使われてきた。またレーザー素子への戻り光に対する動作の安定化のためにも重要な部品であった。

同等の機能を別の部品であるリフレクトミラーにもたせることにより、1/4波長板の削除を可能にした。このリフレクトミラーの法線と光の進行軸の2辺からなる平面に平行な振動（P偏光）と、垂直な振動（S偏光）に対して、リフレクトミラーでの反射時に、相対的に90°の位相差を発生させるコーティングによりディスクへ向かう反射光を円偏光にした。これにより、従来は不可欠と考えられていた1/4波長板を削除することができた。

[4] BD系 平行平板1枚による非点収差法の実現

収束光中に平行平板を斜めに配置すると非点収差が発生する。これをフォーカス検出に利用する手法は、従来技術で紹介されている。しかしDVDプレーヤーに比べ部品点数の多いBD/DVD/CD対応光ピックアップにおい

ては、スペースの制限から復路光学系を短縮するために、屈折力を有し非点収差を発生させる高価なセンサーレンズを使用することが多かった。

3.3節の3次元光学レイアウトにより、ハーフミラーと受光素子の間隔を十分に広げたことで、センサーレンズを平行平板で代替することを実現した。また、ハーフミラーと平行平板の厚さ、および平行平板の角度を調整することにより、検出系に必要な受光素子上の最適な非点収差を得ることができた。

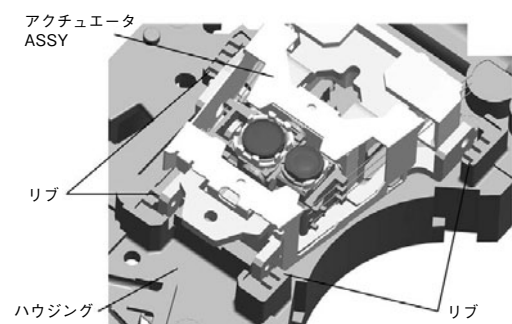
3.2 組立工数の削減

[1] アクチュエータ3次元調整機構の導入

デスクトップパソコン用の光ディスクドライブ（H/H: Half Height Drive）に搭載される光ピックアップでは、高速動作に対応させるため、アクチュエータが大型化傾向にある。それに伴い重量がかさむことから、接着固定後の安定性が懸念され、3次元調整（空中接着固定）の導入を見送ってきた。しかし組み付けと調整を同時に行う生産性の高さに注目し、これを導入すべく周辺部品の新規開発を行った。安定した固定を確保する手段として、アクチュエータの固定底面の自由度に制限を設ける構造をとった。ハウジング上にリブを形成し、3次元調整後にリブの内側4箇所にてアクチュエータ底面を接着固定する構造とした（第5図）。この方法により十分な固定強度が確保でき、従来品と同等以上の信頼性性能が確認できた。3次元調整を導入したことにより、従来の調整方法と比較し、10%の工数削減と、37%の作業人員の削減を実現することができた。

[2] 組立作業性の向上

従来機種は部品点数が多いため、ハウジングの光軸精度の追い込みが難しく、最終的には調整治具（じぐ）を使いリフレクトミラーなどで光軸の合わせ込みを行ってきた。また調整治具を使用しているため、同一方向からの接着剤の塗布作業も困難であった。しかし、本開発機



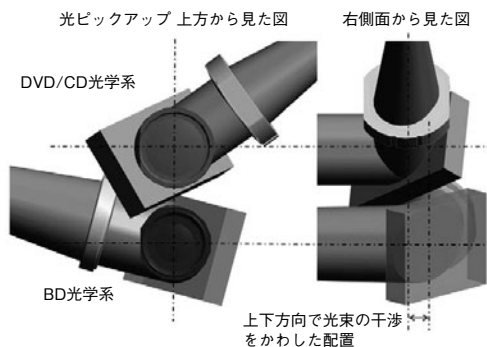
第5図 リブ形成
Fig. 5 Formation of rib

種はミラーやレーザホルダなどの部品削減によりハウジング単体での光軸の追い込みが容易となり、BD系、およびDVD/CD系のすべての光学部品を治具に頼らず、ハウジング精度で位置決めし同一方向からの固定を実現した。治具を基準とする場合は、その基準面の管理や、相対的な部品同士のズレを常に監視する必要が発生するが、ハウジング基準であれば、寸法管理された部位に載せるだけで高精度な位置決めが可能となる。この方法は取り付け作業が容易になることから、組立作業性の向上と生産性向上につながり、本工程は前モデルと比較し、約30%の工数削減が実現できた。また高精度の位置決めが可能になることから、光学系部品の位置出し精度の向上が実現でき、安定した品質を確保することができた。

3.3 3次元光学レイアウト

光ピックアップは、ドライブ装置側の要求を完全に満たす必要がある。特に主要な外形寸法に関しては、固有のトラバースメカに支障なく適合させる必要がある。また、既存のトラバースメカにも搭載可能とするには、光ピックアップの外形サイズ（投影面積）をDVD/CDと同等以下にしなければならない。

限られた面積で2系統の光学系をコンパクトに収めるためには、従来の方法であれば折り曲げミラーなどの光学部品を増やすことになるが、光学系が完全独立分離である特長を生かし、上下方向の許された厚みを最大限に活用した。2つの光束を接近させながらも互いのリフレクトミラーが他方の光束を遮らない最適な配置（第6図）を見いだした。この配置により余分な部品を増やすことなくDVD/CD用光ピックアップと同等の小型化を実現できた。



第6図 3次元レイアウト

Fig. 6 3D layout

4. 独自技術の応用

低コスト化のために早くから対物レンズや、ハウジングの樹脂化などに取り組んできた。

ここではBD用対物レンズの樹脂化による性能改善や、ハウジングの樹脂化における最適形状を実現した独自技術について説明する。

4.1 BD用対物レンズの性能改善

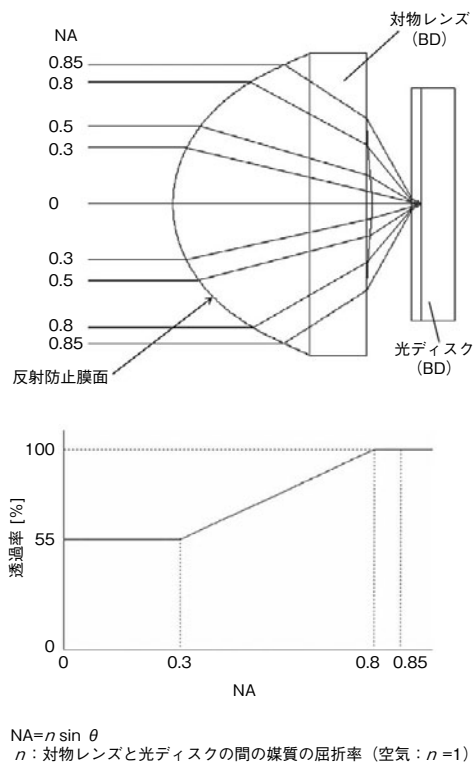
BD規格の光ディスク信号を再生するには、レーザ光を十分に小さく結像させる必要があるため、高NA (Numerical Aperture) の対物レンズを採用している。

ガラスレンズに比べ樹脂レンズでは、温度変化による屈折率と形状の変化が大きいため、レーザスポット径を小さく維持することが難しくなる。従って、少なくとも常温においては、スポット径がガラスレンズの場合より大きくなることを避けなければならない。

レーザスポットを絞るためには、対物レンズに入射する光強度ができるだけ均一である必要がある。しかしレーザ光の強度は均一ではなく強度中心の光軸を含む断面で見るとガウシアン (Gaussian) 分布となり、光軸と垂直な平面における強度分布の形状は楕円状となる。このレーザ光がコリメータレンズで平行光に変換され、対物レンズに入射すると楕円部分の短径側においてリム強度、すなわち対物レンズの光軸を透過するレーザ光の強度に対する周辺部での強度の比が小さくなる。

さらに、第7図に示すように高NAの対物レンズではレンズ周辺での光の入射角が大きくなるため光の反射が増えてしまう。しかも、樹脂レンズは、ガラスレンズに比べて、屈折率が小さいのでレンズの曲率半径が小さくなり周辺部での入射角が大きくなってしまう。

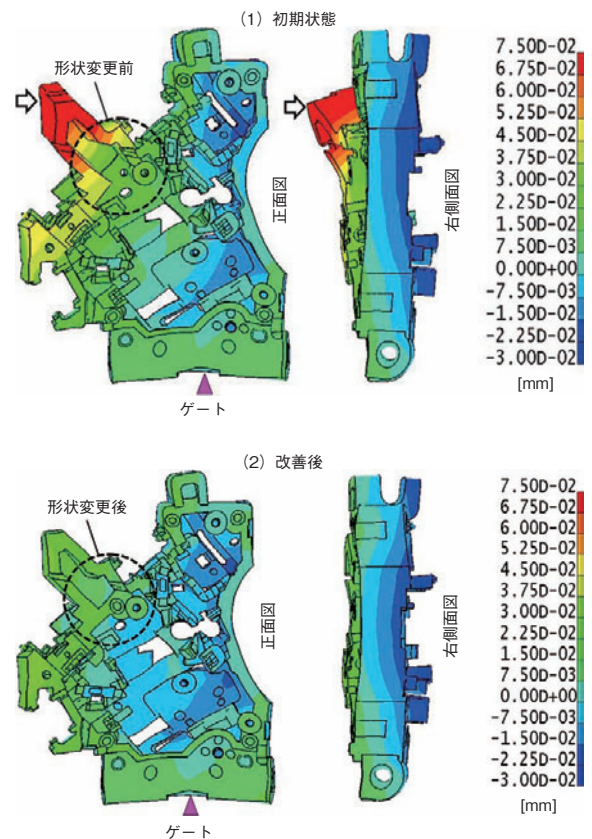
その結果、スポットを十分に絞ることができない。そこで対物レンズを透過する光の強度分布を瞳内において均一に近づけるため、第7図で示すように瞳の領域で半径に応じて透過率を変えた反射防止膜を導入した。本技術により樹脂レンズにおいて高品位なレーザスポットを得ることができた。



第7図 透過率分布の設定
Fig. 7 Configuration of transmittance distribution

4.2 ハウジングの最適化設計

BDプレーヤー用光ピックアップのハウジングは低価格化に向け、樹脂を採用している。金属材料と比較すると剛性が低下するため、ガラス繊維を加え剛性を上げている。しかし、ハウジングの複雑な凹凸形状の中にガラス繊維を充填させるため強い異方性が現れ、温度変化でハウジングに変形が生じる。そのため金型起工前に、異方性による影響を構造解析にて十分に検討し、安定した形状を決定する必要がある。第8図は高温70℃での異方性による影響を構造解析したものである。初期状態では一部に0.07 mmもの変形が現れていた(矢印部)。これを形状や肉厚の設計を見直すことにより、0.03 mm程まで低減させた。このように事前に起こり得る変形を予測し最適化することで、設計段階より信頼性を確保することができ、開発効率の向上に大きく貢献することができた。



第8図 構造解析シミュレーション結果
Fig. 8 Structural analysis simulation

5. まとめ

新規技術と、当社の独自技術を駆使することで、BD/DVD/CDに対応したBDプレーヤー専用の、小型で高品質かつ低コストの光ピックアップを開発し、量産することができた。

今後も低価格化のコストトレンドが継続すると考えられる。また、商品分野によっては薄型化や軽量化も重要である。筆者らは開発の基本路線を「シンプル化」とし、今回開発した光ピックアップをベースにさらなる構造の簡素化を進め、市場要求に十分に答えられる、競争力のある光ピックアップをタイムリーに開発し、BDの普及に貢献していく所存である。

参考文献

- [1] Techno Systems Research Co., Ltd., “Quarterly report: Optical pickup manufacturing (Q3/Y11’),” Summary, p.3.
- [2] 田中俊靖 他, “2層2×BD, DVD, CDに対応した記録再生光ピックアップ,” 電子情報通信学会技術研究報告, CPM, 電子部品・材料, 106(248), pp.31-36, 2006.

執筆者紹介



橋本 光宏 Mitsuhiro Hashimoto
デバイス社 三洋電機 光ピックアップビジネスユニット
Optical Pickup Business Unit (SANYO),
Industrial Devices Company



小沼 裕志 Hiroshi Konuma
デバイス社 三洋電機 光ピックアップビジネスユニット
Optical Pickup Business Unit (SANYO),
Industrial Devices Company



梶野 徹 Toru Kajino
デバイス社 三洋電機 光ピックアップビジネスユニット
Optical Pickup Business Unit (SANYO),
Industrial Devices Company



山岸 康文 Yasufumi Yamagishi
デバイス社 三洋電機 光ピックアップビジネスユニット
Optical Pickup Business Unit (SANYO),
Industrial Devices Company