

10.9 mmH DVD 用光ピックアップ TPU1010

TPU1010 10.9 mm-Thick Optical Pickup for DVD

内山 峰春
M. Uchiyama

福田 勝司
K. Fukuta

高村 康久
Y. Takamura

ノートパソコンに搭載可能な、10.9 mmH の薄型 DVD 用光ピックアップ TPU1010 を開発した。この製品は、DVD 用の 650 nm の赤色レーザと CD (Compact Disc) 用の 780 nm の赤外レーザを搭載することにより、DVD、CD はもちろんのこと、今後の市場の拡大が見込まれる CD-R (CD-Recordable)、CD-RW (CD-ReWritable) の再生を実現した。光学系では、一つの対物レンズで DVD と CD の再生互換が可能な 1 レンズ方式を開発、併わせてレーザ、受光素子、ホログラム素子などを一体化した DVD、CD 用集積光学ユニットの採用によりジャケットサイズに収まるコンパクトな光学配置を実現した。また、マグネシウム製レンズホルダの採用によるアクチュエータの高性能化により、DVD2 倍速 (CAV: Constant Angular Velocity)、CD20 倍速 (CAV) の再生を可能にしている。

We have developed the TPU1010 10.9 mm-thick optical pickup for DVD, suitable for use in notebook computers. This device is equipped with two lasers, emitting wavelengths of 650 nm for reading DVDs and 780 nm for reading CDs, especially CD-R (CD-Recordable) and CD-RW (CD-Rewritable) to adapt to market trends.

In the optical system, the single-lens method which has compatibility for reading DVDs and CDs by means of a single objective lens, and an integrated optical unit construction for DVD and CD playback, have been adopted to minimize the device housing. In addition, we have also developed a highly efficient actuator to realize 2x CAV (constant angular velocity) DVD reading and 20x (CAV) CD reading.

1 まえがき

DVD-ROM 装置は、処理速度の向上およびコンパクト性が望まれるパソコンのニーズに合わせて、高倍速化、薄型・小型の製品開発が必須(す)となっている。このような状況のなかで、ユーザの要求に対応していち早く製品を市場に送り出すためには、キーパーツの内製化が重要となる。当社は、1996 年にノートパソコン搭載の薄型 DVD 用光ピックアップ TPU1010 を開発し、97 年 8 月に製品化した (図 1)。

TPU1010 は、厚さ 17 mm の DVD-ROM ドライブに搭載できるように、ピックアップ高さ 10.9 mm でかつジャケットサイズに収まる薄型・小型の設計となっている。CD-ROM 資産の有効活用のため、DVD 再生のための波長 650 nm の赤色レーザのほかに CD 再生専用の波長 780 nm の赤外レーザを新たに搭載することにより、CD-R、CD-RW ディスクの再生も対応可能とした。また、薄型で高推力のアクチュエータの開発により DVD 2 倍速 (CAV)、CD 20 倍速 (CAV) の再生を実現している。

2 TPU1010 の概要

まず、ノートパソコン搭載の DVD-ROM 用光ピックアッ

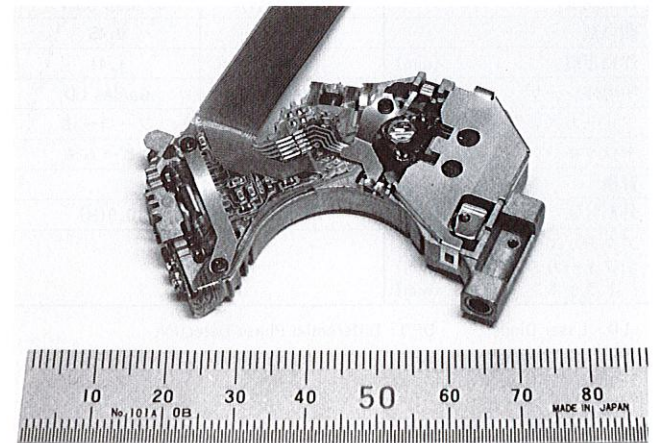


図 1. DVD 用光ピックアップ TPU1010 ノートパソコンに搭載できる薄型設計で、外形寸法 59.2(W)×49.4(D)×10.9(H)mm、質量 28 g。

TPU1010 optical pickup for DVD

プを実現するうえでの目標として、次の仕様を決めた。

- (1) ピックアップ高さ 10.9 mm (作動距離を含む) でディスクジャケットに収まるサイズとする。
- (2) DVD、CD はもちろんのこと、CD-R、CD-RW の再生も可能とするため、DVD 用の赤色レーザと CD 用の赤外レーザを搭載する。

(3) 倍速競争に対抗できる DVD 2 倍速, CD 20 倍速再生に対応できる高推力アクチュエータとする。

これらの条件を基に検討し設計を行った。

DVD 用光ピックアップで重要な CD の再生互換方式として, 装置の小型化とアクチュエータの高性能化に有効な 1 レンズ再生法を独自に考案した。

開口数や倍率が大きく, ビーム径や光路が長くなる DVD 光学系の小型化のため, 高屈折率のガラスモールドレンズや光学系の 45 度配置により薄型でジャケット形状に有利な光学系配置とした。

DVD, CD 光学系ともに, レーザ, 受光素子, 検出光学系の主要部品を一体化した集積光学ユニットにより装置の小型化と調整工程の省力化を実現した。

新方式のサスペンション方式とマグネシウム製レンズホルダの採用により, 薄型ながら高推力, 高帯域のアクチュエータを開発した。

図 1 に TPU1010 の外観, 表 1 に仕様を示す。

表 1. TPU1010 の製品仕様
Specifications of TPU1010

項目	DVD	CD
再生ディスク	DVD	CD, CD-R, CD-RW
再生速度	2 倍速 (CAV)	20 倍速 (CAV)
開口数	0.60	0.45
作動距離 (mm)	1.60	1.41
半導体レーザ	InGaAlP LD	GaAlAs LD
フォーカスエラー検出方式	混合収差法	フーコー法
トラッキングエラー検出方式	DPD 法	3 ビーム法
質量 (g)	約 28	
外形寸法 (mm)	59.2(W) × 49.4(D) × 10.9(H)	
アクチュエータ動作距離		
フォーカス方向 (mm)	±0.7	
トラッキング方向 (mm)	±0.4	

LD: Laser Diode DPD: Differential Phase Detection

3 光学系

基板厚が異なる DVD と CD の互換方式として, DVD, CD 用のおおのの対物レンズを機構系で切り換える 2 レンズ方式や, ホログラムを用いた二重焦点レンズ, 液晶シャッターによる開口制限方式が紹介されている。TPU1010 では, 図 2 に示す 1 レンズ方式を採用している。図 2 (a) に示すように, DVD 用の対物レンズで CD ディスクを再生すると, 基板厚の違いにより球面収差が発生して十分な集光特性が得られない (図 2 (b))。一方, 図 2 (c) に示すように, 対物レンズに対するレーザまでの距離を DVD と CD で異なる位置に配置することによりこの球面収差をキャンセルすること

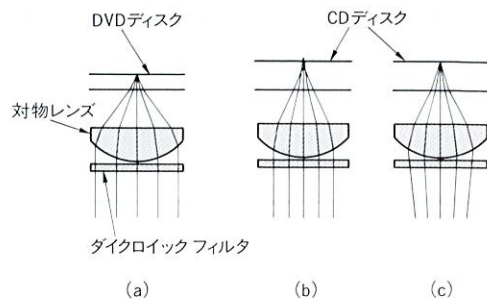


図 2. 1 レンズによる DVD-CD 再生互換方式 DVD レンズ(a)で CD を再生すると基板厚の違いにより集光せず(b), レーザを移動すると集光する(c)。

Single-lens method for DVD and CD compatibility

ができる。この方式は, 開口を制限する色フィルタであるダイクロイックフィルタとの併用により, 機構レスで DVD, CD の切換えができる。また, 対物レンズを搭載するアクチュエータの機構を簡略化できるため, 薄型・小型の光ピックアップに最適な方法である。また, 対物レンズの開口に入射したすべての光が信号再生に利用できるため, 装置の信頼性が向上する。

図 3 に TPU1010 の光学系の構成を示す。光学系は, DVD, CD おおのの光学系に対して, 赤色, 赤外のレーザとディスクからの戻り光を電気信号に変換するための受光素子, およびディスクの面振れや偏心を検出する機能をもつホログラム素子で構成される集積光学ユニットを使用している。光学系の組立では, レーザと受光素子, ホログラム素子の位置精度がディスクの面振れや偏心の検出精度に大きな影響を与えるため, 重要な調整工程となる。集積光学ユニットは, この 3 部品を位置精度が調整しやすい 1 部品上に配置したものであり, 工程の省力化に寄与する。また, ホログラム素子や通常のおおののパッケージにマウントされるレーザや受光素子が同じパッケージにマウントで

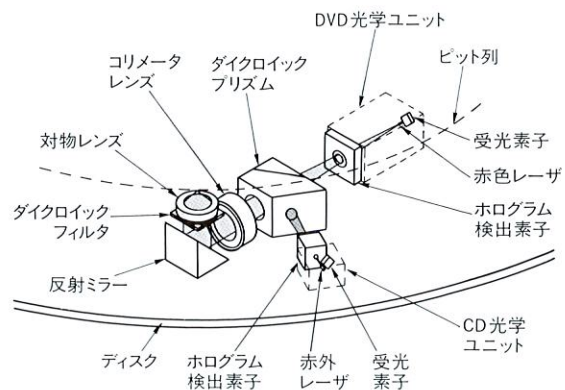


図 3. 光学系の構成 DVD, CD のレーザ光はダイクロイックプリズムで合成されて対物レンズからディスクに照射される。

Schematic of optical system

きるため、小型の光ピックアップには有利な構造となる。

ダイクロイックプリズムは、DVD用の赤色レーザーは透過し、CD用の赤外レーザー光は反射する波長選択性をもつプリズムである。これより、ダイクロイック面に対してDVD光学ユニットは透過するように、またCD光学ユニットは反射するように配置することにより、切換機構などを用いることなくDVD、CDの再生が可能となる。一方で、反射面に対する入射光の角度が大きくなるとプリズムの製造が難しくなる。TPU1010は、DVD、CDレーザーの反射面への入射角を30度とすることにより、この問題点を解決した。

DVD、CDのおおのの光学ユニットは、1レンズ方式による球面収差の補正を行うため、コリメータレンズから異なる距離に配置する。これより、レーザーの光はコリメータ、反射ミラー、ダイクロイックフィルタ、対物レンズを通り、パワーをロスすることなく、DVD、CDの再生に最適な光学特性となって再生ディスクに照射される。

このように新しい1レンズ方式を設計したことにより、DVD、CD再生の切換機構が不要で、かつレーザーの利用効率の高い光学系を実現することができた。

4 集積光学ユニット

TPU1010の開発と並行して、DVD用の集積光学ユニットの開発を行った。DVD用の集積光学ユニットは、前述のレーザー、受光素子、ホログラム素子のほかに、レーザー用の高周波重畳IC、プリアンプ、および周辺チップ部品をセラミック基板上にマウントしている(図4(a))。この方式は次の点で有利な構造となる。

- (1) 受光素子とプリアンプのマウント距離が短くなるため、外部からのノイズの混入を防げる。
- (2) レーザー用の高周波重畳ICをユニットに内蔵しているため、不要幅(ふく)射を低減できる。
- (3) 周辺のチップ部品をユニット内にコンパクトに配置できるため、小型化に有利。

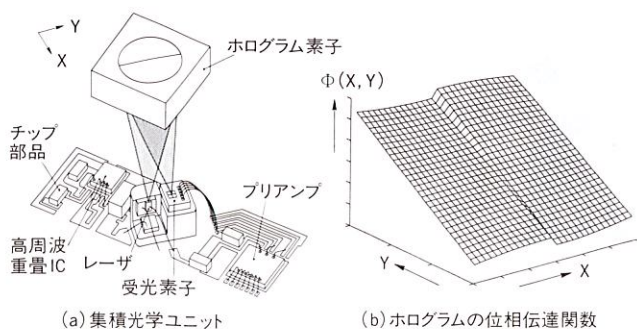


図4. 集積光学ユニットとホログラムの位相伝達関数 レーザ、受光素子、ホログラムなどをユニット化することで混合収差法によりフォーカスエラーを検出する。

Integrated optical unit and phase transfer function of hologram

一方、光学ユニットはディスクの面振れや偏心の検出精度に大きな影響を与えるレーザー、受光素子、ホログラム素子の精度よい実装が必要となる。実装方法としては、実際に検出精度を測定しながら調整する方法もあるが、生産性の向上のためには機械的な位置精度で実装できることが望ましい。

機械的な位置精度の実装を実現するため、フォーカスエラー検出法として当社で開発した混合収差法⁽¹⁾を使用した。図4(b)に示すように、この方式は検出素子のホログラムに非点とコマを混合した収差をもたすことによりフォーカスエラーを検出する方式である。この方式を用いることにより、検出素子上の受光スポットのサイズを10 μ mから100 μ m程度に拡張することができる。素子の実装精度は受光スポットサイズに比例する。したがって、この方式を用いることにより実装精度を10 μ m程度と緩和することができ、機械的な位置精度での実装を実現した。

このように、信号の再生に重要な光学部品と電気部品を高密度に実装した集積光学ユニットを設計することにより装置の小型化と信頼性の向上を両立させた。また、当社独自の検出方式を採用することにより、効率のよい光学ユニットの生産を実現した。

5 アクチュエータ

DVD-ROM用光ピックアップのアクチュエータの設計においては、次の4項目が重要な開発要素となる。

- (1) 光ピックアップでは、対物レンズのシフトに伴うレンズ光軸傾き(シフトチルト)により、光学性能が悪化する。CD用光ピックアップのシフトチルト許容値が10 mradであるのに対して、高密度再生を行うDVD用ではその1/5の2 mrad以下に抑えなければならない。
- (2) DVDやCDの高倍速再生に必要なサーボ系の広帯域化に対応するため、アクチュエータ駆動力の向上と、二次共振点でのゲインの余裕が必要となる。
- (3) パソコン内部の70 $^{\circ}$ Cという高温環境、およびコイルの40 $^{\circ}$ C以上の発熱に耐える高い信頼性をもつ。
- (4) ノートパソコン搭載可能な薄型化。

アクチュエータの構造を図5(a)に示す。マグネシウム製レンズホルダには対物レンズおよびムービングコイルがはり付けてあり、可動部を構成している。可動部は、一種の複合ばねであるサスペンションで支持されており、光軸方向およびトラッキング方向に変位可能である。サスペンションの他端は、高性能なネオジウム系マグネットの磁気回路をもつヨークに固定してある。

従来、サスペンションにはワイヤ方式や樹脂ヒンジ方式、平行板ばね方式が広く用いられてきたが、このアクチュエータでは新しいサスペンション方式を開発した。このサスペ

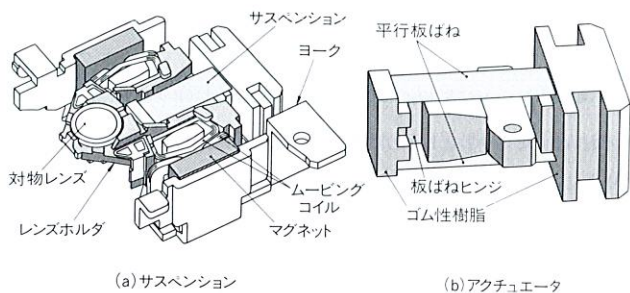


図5. アクチュエータとサスペンション構造 平行板ばねと板ばねヒンジの組合せによりシフトチルトに強い構造とした。

Schematic of actuator and suspension structure

ンションは、図5(b)に示すとおりシフトチルトに強い平行板ばねと、高温環境でも変形しにくく小型化に適した板ばねヒンジを、振動減衰効果をもつゴム性樹脂でつなぎ合わせた構造になっている。その結果、開発要素の(1)に示す低シフトチルト特性と(3)に示す高信頼性を実現した。

レンズホルダには従来の高剛性樹脂と同じ質量で8倍近い曲げ強度をもつマグネシウムダイキャストを採用し、平均肉厚0.5mmというシェル構造を可能にした。その結果、大幅な軽量化が実現し、新開発の狭ギャップ磁気回路とともに高い駆動力と高倍速対応に貢献している。

さらに、従来10kHz以上の高周波領域では実現が難しいとされてきた不要振動の減衰についても、専用減衰機構の採用でこれを可能にし、二次共振点減衰に効果をもたらした。その結果、従来、二次共振周波数を25kHzまで上げなければ得られなかったような高いゲイン余裕が、17kHz以

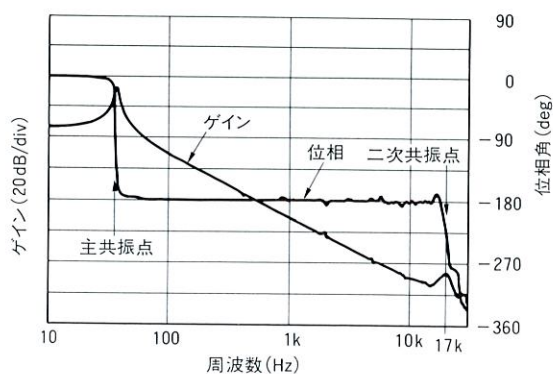


図6. アクチュエータの周波数特性 高周波領域の減衰機構により二次共振周波数のピークを押えてゲイン余裕を確保した。

Frequency characteristics of focus actuator

下で得られるようになった(図6)。これは、二次共振源であるレンズホルダを頑丈(かじょう)にしないでよいということの意味しており(頑丈にすることは共振点を上げる常とう手段である)、可動部軽量化と前述の開発要素の(2)、(4)の実現に一役買っている。

このように、新しいサスペンションの設計やマグネシウム製レンズホルダの採用により、高倍速、高信頼性、薄型対応のアクチュエータが実現した。

6 あとがき

市場拡大が期待されるノートパソコン搭載のDVD-ROM用光ピックアップTPU1010を開発、製品化した。光学系や機構系の改善により、ピックアップ高さ10.9mmでジャケットサイズに収まる薄型・小型設計ながらもDVD2倍速(CAV)、CD20倍速(CAV)の高倍速対応、赤色・赤外の2レーザ搭載によるDVD、CD、CD-R、CD-RW再生互換を実現した。

現在、CD-ROMの市場ではより薄型の光ピックアップを用いたドライブが製品化されている。また、ディスクに記録が可能なDVD-RAM装置にも大きな期待が寄せられている。これらの市場ニーズにいち早くこたえるため、より薄型・小型で高性能な光ピックアップの開発を推進中である。

文献

- (1) Y. Honguh, et al: Focusing-Error Detection Using a Mixed-Aberration-Generating Holographic Optical Element, Jpn. J. Appl. Phys, 31, pp.544-547 (1992)



内山 峰春 Mineharu Uchiyama

記録情報メディア事業本部 光ピックアップ事業推進室主務。
光ピックアップの光学系の開発設計に従事。
Storage Media Business Group



福田 勝司 Katsuji Fukuta

記録情報メディア事業本部 光ピックアップ事業推進室主務。光ピックアップの機構系の開発設計に従事。日本機械学会会員。
Storage Media Business Group



高村 康久 Yasuhisa Takamura

記録情報メディア事業本部 光ピックアップ事業推進室主務。
光ピックアップのシステムの開発設計に従事。
Storage Media Business Group