

7.3 mmH DVD・CD 記録用光ピックアップ TPU3510

TPU3510 7.3 mmH Optical Pickup for DVD and CD Recording

内山 峰春

UCHIYAMA Mineharu

篠塚 啓司

SHINOZUKA Hiroshi

ノートパソコン(PC)に搭載可能な7.3mmH(高さ)のDVD・CD記録用光ピックアップTPU3510を開発した。DVDでは、パルス80mWの高出力赤色レーザ、開口数0.63の対物レンズ、1ビームの補償プッシュプル方式を用いることにより、対物レンズ出射光量17mWを得た。また、DVD・CDの両者において良好な光記録波形を得るため、各レーザとドライバを隣接配置した構成となっている。機構系では、ディスクの傾きによる記録性能の劣化を抑制する、チルト機構付きのアクチュエータを搭載した。この製品は、DVD2倍速、CD16倍速の記録性能と、DVD・CDフォーマットのすべてのディスクが再生可能なマルチリード機能を備えている。

Toshiba has developed the TPU3510 7.3 mm-high optical pickup for DVD and CD recording, which is suitable for use in notebook computers. Applying an 80 mW pulse high-power red laser, an objective lens of numerical aperture 0.63, and a one-beam compensational push-pull method, a laser beam of more than 17 mW is obtained from the objective lens for DVD recording. The distance between the two laser diodes and the laser driver is short enough to obtain the appropriate recording pulse beam. The actuator has a tilt moving mechanism to control recording error caused by disc tilting. The TPU3510 has 2x DVD and 16x CD recording capability, as well as reading capability for all DVD and CD formats.

1 まえがき

動画情報のストレージ手段としてDVD記録メディアの需要が増加している。デスクトップのPC市場では、既にDVD記録ドライブを搭載したモデルが多数市場に投入されており、ノートPC市場においても同様のドライブの製品化が強く望まれている。

TPU3510は、ノートPC用のハーフインチ高さの光ディスクドライブをターゲットに開発した、7.3mmHのスリムDVD・CD記録用光ピックアップである(図1)。DVD記録/再生用の波長650nmの高出力赤色レーザと、CD記録/再生用の波長780nmの高出力赤外レーザを搭載することにより、DVD-R(Recordable)、DVD-RW(ReWritable)及びCD-R、CD-RWの記録機能を備える。また、DVD及びCDのすべてのフォーマットが再生可能なマルチリード機能に対応した構成となっている。

2 製品仕様

TPU3510の製品仕様を表1に示す。対物レンズ出射光量はDVDが17mWで2倍速記録、CDが40mWで16倍速記録に対応している。DVDの開口数は0.63と再生機の0.6より大きい値に設定している。また、DVD-RやDVD-RWの

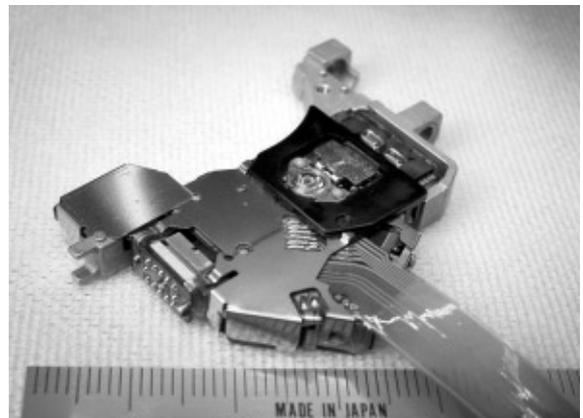


図1. DVD・CD記録用光ピックアップTPU3510 - 7.3mmHでノートPC搭載のスリムドライブ向け光ピックアップである。

TPU3510 optical pickup for DVD and CD recording

ように、変調率の小さいプッシュプル信号の検出のため、補償プッシュプル(Compensational Push-Pull: CPP)法を新たに考案した。軸間距離は、DVD用のスリム光ピックアップの標準である45mmで、ジャケットサイズに収まる外形寸法となっている。アクチュエータは、ディスク半径方向のチルトが可動な3軸の自由度を備えている。

表1. TPU3510の製品仕様
Specifications of TPU3510

項目	DVD	CD
記録ディスク	DVD-R, DVD-RW	CD-R, CD-RW
再生ディスク	DVD, DVD-R, DVD-RW, DVD-RAM	CD, CD-R, CD-RW
記録速度	2倍速(DVD-R)	16倍速(CD-R)
再生速度	8倍速	24倍速
開口数	0.63	0.5
作動距離 (mm)	1.06	0.87
対物レンズ射出光量(mW)	17以上	40以上(サブビーム含む)
半導体レーザー	InGaAlP レーザダイオード	GaAlAs レーザダイオード
フォーカスエラー検出方式	ナイフエッジ法	ナイフエッジ法
トラッキングエラー検出方式	DPD法, CPP法	DPP法
質量 (g)	約14	
外形寸法 (mm)	48.6(幅)×38.0(奥行き)×7.3(高さ)	
主軸・副軸間距離(mm)	45.0	
アクチュエータ動作距離		
フォーカス方向 (mm)	- 0.6 ~ + 1.0以上	
トラッキング方向 (mm)	± 0.4以上	
チルト方向 (°)	± 0.5以上	

InGaAlP : インジウム ガリウム アルミニウム リン
GaAlAs : ガリウム アルミニウム ヒ素

3 TPU3510の構成

ノートPC向けの記録用光ピックアップとしては、DVDの再生機能とCDの記録/再生機能を持ったコンボ光ピックアップがある。TPU3510はコンボ光ピックアップのレイアウトをベースに、DVD記録に必要な機能を追加する方法で開発を進めた。TPU3510の構成を図2に示す。以下、DVD記録に特徴的な機能に関して述べる。

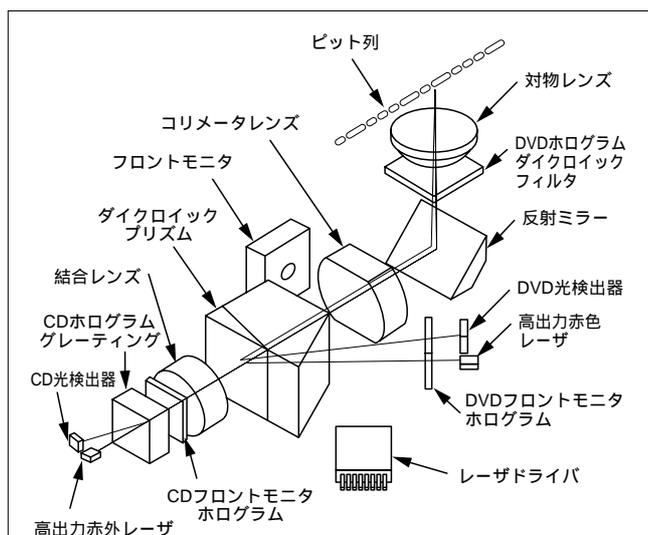


図2. TPU3510の構成 - コンボ光ピックアップにDVD記録の機能を追加した。

Schematic of TPU3510

3.1 開口数と光学系の効率

経年変化やレンズの汚れを考慮すると、DVD-Rメディアで2倍速の記録を行うために、対物レンズのレーザー射出パワーは17mW必要である。一方で、高出力赤色レーザーの出力は最大で80mWなので、光ピックアップの送光系効率率は21%以上に設計する。

TPU3510は、小型で低コストの目的からビーム整形を使用しない光学系とするため、光学倍率を7倍と小さく設定して光の利用効率を高める。これより設計センタの送光系効率率は26%(光学部品の透過率を含む)で、約20%のマーヅンがある。一方で光学系の倍率を小さくすると、開口内のレーザー強度分布が不均一となってビームが小さく絞れないため、開口数を再生機より大きい0.63とする。これによりスポット径は、ディスクの接線方向が0.85μm、半径方向が0.91μmとDVD記録に対して十分に小さな値になる。

3.2 補償プッシュプル方式

DVDやCDの記録用ディスクでは、トラッキングエラーの検出方式としてプッシュプル信号を使用する。プッシュプル信号は、対物レンズのシフトによりオフセットが発生するが、この補正方式として、CD-RやCD-RWの記録用光ピックアップに用いられている差動プッシュプル方式⁽¹⁾や、DVD-RAMの記録用光ピックアップに用いられているホログラム対物レンズ一体方式がある。差動プッシュプル方式は3ビーム方式であるため、光利用効率のマーヅンが少ないDVD記録では使用できない。一方で、DVD-RやDVD-RWはDVD-RAMと比較して変調率(全光量に対するプッシュプル信号の比率)が小さいため、対物レンズシフトによる開口上の光量分布のアンバランスにより大きなオフセットが発生する。これにより、1ビームでかつ開口上の光量分布のアンバランスを補正できる補償プッシュプル方式を考案した。

補償プッシュプル方式は、図3に示すように開口をホログラムで5分割して、それぞれ独立して信号を検出する。ここでAとBは、ナイフエッジ法でフォーカスエラー信号を検出する。CとDは、ディスク反射光の0次光とピット列の±1次

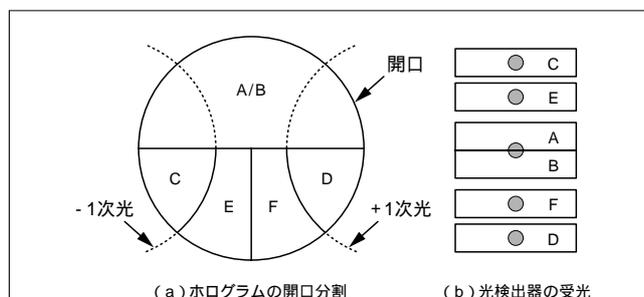


図3. 補償プッシュプル方式 - プッシュプル変調を受けない領域を利用してオフセットを補償する。

Compensational push-pull method

の回折光が重なった部分で、プッシュプル信号が発生するが、EとFは、プッシュプル信号の変調を受けない。補償プッシュプル信号CPPは、次式により検出する。

$$CPP = (C - D) - K(E - F)$$

対物レンズシフトによる開口上の光量分布のアンバランスは、C - Dの信号とE - Fの信号に同位相に現れるので、K値を適当に設定することによりオフセットをキャンセルすることができる。

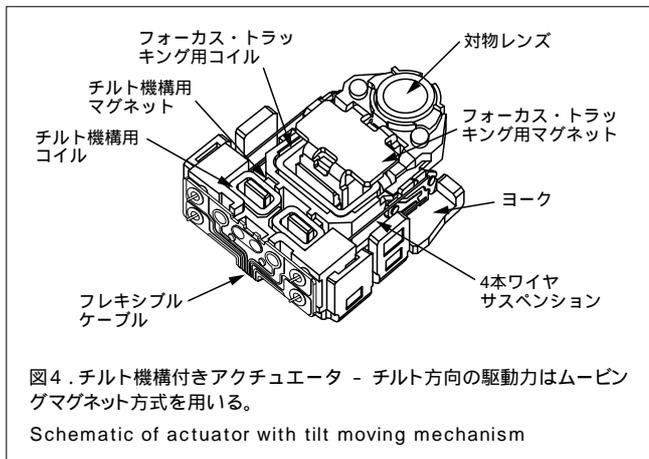
3.3 レーザドライバとフロントモニタ

TPU3510では省スペースのため、外部からのコントロール信号でDVDとCDの切換えが可能な、2チャンネルのレーザドライバとフロントモニタを使用する。レーザドライバは、立上り特性の良い光出力波形を得るために、赤色レーザと赤外レーザの間に配置して、それぞれのレーザとレーザドライバの距離を短くできるようにした。また、赤色レーザと赤外レーザの両者の光を同一のフロントモニタに導くため、ホログラム機能を利用している。

3.4 チルト機構付きアクチュエータ

DVD-RやDVD-RWの記録では、特に半径方向のディスクの傾きによりコマ収差が発生して、記録特性が悪化する。対策として、光ピックアップ全体をディスクの傾きに沿って傾ける方法や、液晶素子⁽²⁾によりディスクの傾きによって発生するコマ収差を補償する方法が考案されている。TPU3510では形状的な制約やコスト面から、アクチュエータにチルト機構を設けて、ディスクの傾きに対して対物レンズを傾けることによりコマ収差を補償する方法を用いている。

チルト機構付きアクチュエータの構成を図4に示す。フォーカシング方向とトラッキング方向の駆動力としては、固定部にマグネットを装着し、可動部にコイルを配置するムービングコイル方式を用いる。一方、チルト方向の駆動力としては固定部にコイルを配置し、可動部にマグネットを装着するムービングマグネット方式を用いる。このハイブリッド形アクチュエータの特長は、次のとおりである。



- (1) チルト駆動用のコイルが固定部に配置されているため、信頼性の高い4本ワイヤの支持方式を利用できる。
- (2) チルト駆動用のマグネットが、フォーカス、トラッキングの駆動点に対して対物レンズの対面に配置され、カウンタウエイトとしての機能も兼ねるため、可動部の質量増加がなく、高倍速記録のためのアクチュエータ推力を維持できる。
- (3) 固定部と可動部のマグネットの極性を同じにすることにより平行磁場が維持されるため、コイル位置によるフォーカス及びトラッキング駆動力の変動を抑制できる。また、可動部のマグネットは、ワイヤの引張り方向に力が発生するように配置され、ワイヤの座屈方向の変形を防ぐ。更に、可動部の材料にカーボン液晶ポリマーを用いることにより、剛性を保ちながら、軽量化によるいっそうの高推力化を図っている。

4 あとがき

市場拡大が期待されるノートPC搭載のDVD・CD記録用光ピックアップTPU3510を開発した。開口数や光学倍率などの光学定数の最適化と、1ビームの補償プッシュプル方式の適用により、2倍速のDVD記録を実現した。また、ディスクチルトによる記録性能の悪化を補償し、かつ高倍速の記録/再生が可能な、ハイブリッド方式の高出力チルト機構付きアクチュエータを開発した。

今後は、DVD-RAMを含めたマルチライト、マルチリード機能と、スリムドライブの限界であるDVD 8倍速、CD24倍速の高倍速記録の実現が強く望まれている。これらの市場ニーズにいち早く応えるため、レーザの高出力化や高速レーザドライブ方式、アクチュエータの高推力化など、要素技術の開発を推進中である。

文献

- (1) 大里 潔.“差動プッシュプル法”. 光メモリシンポジウム'86. 1986, p.127 - 132.
- (2) 立石 潔,ほか.“液晶によるチルトサーボ”. 第58回応用物理学学会学術講演会講演予稿集. 1997, p.1135.



内山 峰春 UCHIYAMA Mineharu

デジタルメディアネットワーク社 デジタルメディア開発センター 光ディスク設計部 参事。光ピックアップの開発設計に従事。
Digital Media Development Center



篠塚 啓司 SHINOZUKA Hiroshi

デジタルメディアネットワーク社 デジタルメディア開発センター 光ディスク設計部。光ピックアップの機構系開発設計に従事。
Digital Media Development Center