

光ディスクドライブ機構技術

Mechanical Technology for Optical Disc Drive Design

山内 章

YAMAUCHI Akira

光ディスクドライブの市場は近年のパソコン(PC)の伸びとともに順調に成長し、その機構にも進化が求められてきた。当社の光ディスクドライブ機構技術の特長はVRP(Variety Reduction Program)メカニズムであり、再生系/記録系の機構や光ピックアップヘッド、モータなどの使用部品を共通化することにより、高性能、高信頼性、低振動、低騒音、軽量化、簡素化を実現してきた。デスクトップPC用、ノートPC用ともにこのVRPメカニズムを開発し、製品に適用してきた。

The market for optical disc drives has been growing in recent years in line with the expansion of the PC market, and further evolution of the mechanical technology for such drives is required. In response to this situation, Toshiba has developed the variety reduction program (VRP) mechanism. This mechanism employs common parts including the optical pickup head, motor, and other parts, and features high performance, high reliability, low vibration, low noise, light weight, and simplicity. We are manufacturing mechanisms for Half-Height drives and Slim drives for desktop PCs and notebook PCs.

1 まえがき

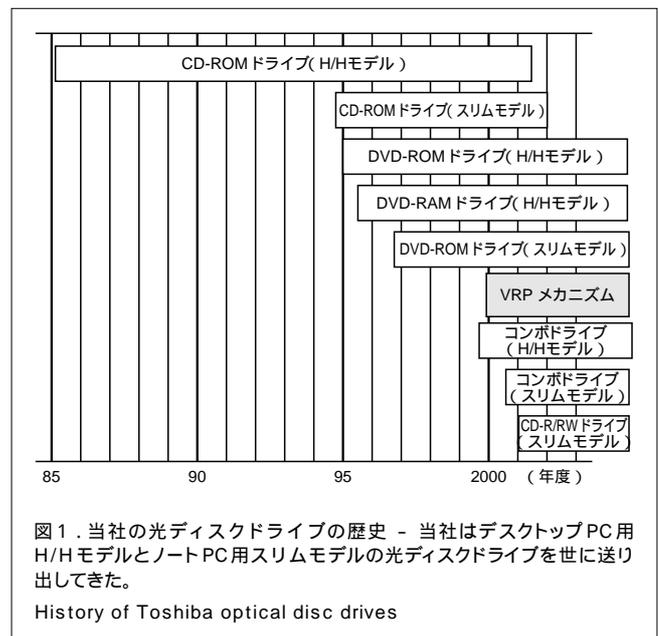
各社より発売されるPCに標準搭載される部品としての光ディスクドライブは、近年のPCの伸びとともに市場が順調に成長してきた。

当社は1985年にCD-ROMドライブの生産・販売を開始した。初期はデスクトップPC用の厚型(H/H: Half Height^(注1))モデルのみを製造していたが、94年にノートPC用の薄型(スリム^(注2))モデルの生産を開始、翌95年にはH/H DVD-ROMドライブとDVD-RAMドライブ、96年にはスリム DVD-ROMドライブを市場に投入してきた。また99年にはDVD-ROMドライブに記録機能を付加したCD-R/RW(Recordable/ReWritable)用のH/Hコンボドライブ、2000年には世界初のスリムコンボドライブを世に送り出し、光ディスクドライブの市場を常にリードしてきた。当社の光ディスクドライブの歴史を図1に示す。

このような歴史のなかで、H/Hモデル及びスリムモデルそれぞれのドライブに使用する機構も、高性能、高信頼性、高品質、低コストを目指して進化してきた。以下に、当社の光ディスクドライブ機構技術の概要と特長を述べる。

2 機構の概要

当社の光ディスクドライブ機構技術の特長をひと言で表すと、VRP設計が挙げられる。VRP設計は、前記したような



種々の光ディスクドライブに共通した機構部品を使用することにより、高品質・低コストを実現していく手法である。

VRPメカニズムはデスクトップPC用のH/HメカニズムとノートPC用のスリムメカニズムとに大別される。

(注1) デスクトップPC用光ディスクドライブの標準規格で、現在は厚み41.5mm。

(注2) ノートPC用光ディスクドライブの標準規格で、現在は厚み12.7mm。

H/Hモデルとスリムモデルにおける最近の代表機種の外観をそれぞれ図2, 図3に示す。外形寸法は, H/Hモデルが146(幅)×41.5(高さ)×193(奥行き)mm, スリムモデルが128(幅)×12.7(高さ)×126.1(奥行き)mmである。

H/Hモデル, スリムモデルともドライブの種類を問わずそれぞれ共通のVRPメカニズムを使用している。

機種間での部品の共通使用は, 限られた設計リソースを有効活用して効率化することができるだけでなく, 量産時に発生する金型投資額を抑えて, 固定費を削減することができる。また, 光ディスクドライブの市場は大半がPCメーカー向けのOEM市場であり, 各PCメーカーの生産に合わせて需要量が激しく変動するため, 部品を共通化しておくことで市場の変化にフレキシブルに対応できるようになる。



図2. デスクトップ PC 用 H/H モデル - 外形寸法は, 146(幅)×41.5(高さ)×193(奥行き)mm(H/H コンボドライブ SD-R1202)である。
Half-Height model for desktop PC



図3. ノート PC 用スリムモデル - 外形寸法は, 128(幅)×12.7(高さ)×126.1(奥行き)mm(スリムコンボドライブ SD-R2212)である。
Slim model for notebook PC

当社は, このような VRP メカニズム構想を 2000 年に量産を開始した DVD-ROM ドライブ SD-M1502(H/H モデル)と SD-C2502(スリムモデル)以降の全機種に適用し, その後マイナーチェンジを重ねて現在に至っている。

3 機構の特長

3.1 使用部品の共通化

前述の VRP 設計を実現するためにまず必要だったのは, 主要部品(キーパーツ)の共通化である。ここで言うキーパーツとはドライブに使用する高額部品で, 次に示すものである。

- (1) ピックアップヘッド
- (2) ディスクモータ
- (3) 送りモータ
- (4) トレーモータ(H/H モデルのみに使用), ソレノイド(スリムモデルのみに使用)

ここで述べるキーパーツとは機構部品としての主要部品であるため, IC などの電気部品は除いて考える。

それぞれのキーパーツ共有化についての特長を以下に述べる。

3.1.1 光ピックアップヘッドの共通化 光ディスクドライブにおけるもっとも重要な部品は, ディスクとの信号の入り口となる光ピックアップヘッドである。

当社は, 一部の光ピックアップヘッドを自社で開発し製造しているが, また同時に, 使用する大半の光ピックアップヘッドを他社から購入している。この戦略が, 競合他社に負けない新しい商品の創出とともに, 量産時の客先(主に PC メーカー)需要変動への対応と低コストの実現を可能にしている。

光ピックアップヘッドの共通化においてもっとも重要なのは次の2点である。

- (1) 取付け寸法の共通化
- (2) 光ピックアップヘッド入出力線のピン配置の共通化

取付け寸法の共通化とは, 外形寸法の規制を設けることと, 光ピックアップヘッドを駆動するための主軸, 副軸の位置を合わせることを意味する。

H/H モデルにおける主軸・副軸の軸間距離は, 当初は当社の CD-ROM ドライブの寸法 50.5 mm であったが, VRP メカニズム採用時から業界での DVD-ROM ドライブの標準寸法 47.5 mm とした。当時業界ではこの二つの軸間距離が存在したため, 移行期間を設けて, その間は副軸アダプタと呼ばれるいわゆる“ げた ”を履かせて, 両方の軸間の光ピックアップヘッドが使用可能なメカニズムを量産してきた。光ピックアップヘッドメーカーで軸間距離を変更するには多額の新たな設備投資が必要であるため, 十分な準備期間が必要であったからである。この方法により, 現在の H/H モデル用光ピックアップヘッドの取付け寸法は共通化された。

もう一つ光ピックアップヘッドの共通化で重要なことは、入出力線のピン配置の共通化である。

当社製光ディスクドライブの客先の大半は前述したようにPCメーカーであるので、最終的には一般ユーザーに使用されるものではあるが、その仕様には多くの制限を設ける必要がある。特に回路基板とファームウェア(FW)に対しては注意が必要で、客先での評価を簡素化するためには、たとえ複数の異なる光ピックアップヘッドを使用したとしても、これらを共通化しておくことが必要となる。光ピックアップヘッドの入出力線のピン配置を共通化しておけば、回路基板やFWの共通化が可能となる。現段階においては、全機種での入出力線のピン配置共通化までまだ完全には至っていないが、H/H DVD-ROMモデルにおいては既にこの共通化が達成できている。今後は、複数の光ピックアップヘッドメーカーと協調をとりながら、スリムモデルと記録系ドライブの入出力線のピン配置の共通化を進めていく。

スリムモデルにおける主軸・副軸の軸間距離は、CD-ROMドライブにおいては42.5mmであった。CD-ROMドライブの次に開発したDVD-ROMドライブにおいては、この42.5mmの軸間距離では外形に収まらない光ピックアップ(軸間距離45mm)があった。よってこの時点では、当社は2種類の軸間距離を持ったメカニズムを開発して、その両方に対応していた。しかし、軸間距離が違うだけといっても、メカニズムが2種類存在すればその評価も2倍行わねばならず、開発に多大な時間を要した。スリムVRPメカニズムを創造するにあたり、この問題点をクリアすることが大きな課題であった。当時当社にもっとも多く光ピックアップヘッドを納入していたメーカーのDVD-ROM光ピックアップヘッドは軸間が42.5mmであったが、前述の理由を説明して、新機種から軸間を45mmに変更してもらった。H/Hモデルにおける例でも説明したとおり、軸間距離を変更するためには、光ピックアップヘッドメーカー側での多額の設備投資が必要であったが、その後の業界全体の発展に対してこの規格統一が是非とも必要ということで理解を得た。こうして現在のスリムモデル用光ピックアップヘッドの取付け寸法は共通化された。

3.1.2 ディスクモータの共通化 光ディスクを高速で回転させるためのディスクモータの選定は、設計を行ううえでもっとも重要な項目の一つである。

ディスクモータの構造は、H/Hモデル、スリムモデルとも次の三つの部分に大別される。

- (1) 回転系としての純粋なモータ部
- (2) ディスクを同心度を保ちながらチャッキングするためのクランプ部
- (3) 電源供給と制御のための入出力線

モータ部の仕様は、もっとも回転数の高いCD-ROM読出し速度で決まるが、記録系ドライブにおいてはかなり低速で

の使用も行われるため、広い帯域でのトルクの平坦(へいたん)さも要求される。また、最近の光ディスクドライブに要求される仕様として、低騒音も重要な項目に挙げられる。これはドライバICの選定とも関連があるが、当社では、モーターメーカーと共同開発していくことで低騒音化を実現している。

ディスククランプ部は、トレイの上にディスクを載せるだけのH/Hモデル用と、ユーザーが直接ディスククランプを行うスリムモデル用では構造がまったく異なる。H/Hモデルの方が構造は簡単であるが、反面、回転は高速となるので、ディスクの読取り精度を上げるため、H/Hモデル用には一段と高い同心度が要求される。H/Hモデル、スリムモデルとも、特にDVD系ではディスクのトラックピッチが狭いため高い同心度が要求され、ディスククランプ部にはバネで調心を行う機構が内蔵されており、これによって、様々な内径のディスクでも同心度が確保できるようにチャッキングを行うことができる仕様となっている。また、スリムモデルの場合には、ユーザーがディスクを挿抜するときの操作性に大きく影響を与える部分であるため、チャッキングに用いるクランプ部には、適度な挿抜力とチャッキング力の相反する二つの仕様が要求される。

電源供給と制御のための入出力線は、H/Hモデルの場合には、各モーターメーカー間で共通仕様となっている。スリムモデルの場合もモータとしての入出力線は共通であるが、前述した光ピックアップの出力線順の違いをモータ基板で変換しているため、各社のモータとも光ピックアップの種類ごとに複数のモータ基板を使い分けている。今後、スリムモデル用光ピックアップにおいても入出力線の共通化を進め、ディスクモータの完全な標準化を推進していく。

光ピックアップとディスクモータの共通化例を図4に示す。

3.1.3 送りモータ、トレイモータ、ソレノイドの共通化

光ピックアップを搬送駆動するディスクモータには一般的なブラシモータを用いているが、特に要求されるのは高信頼性である。当社の光ディスクドライブは、フルストロークアクセス200万回、ランダムアクセス600万回を保証しており、送りモータにもこの使用に耐える耐久性が要求される。また、温度65℃、湿度95%の高温高湿保存に、96時間耐えられる必要がある。

H/Hモデルのトレイを開閉するためトレイモータには、前述の送りモータと同じものを使用している。違いはリード線の長さだけである。

スリムモデルのトレイロックを解除するソレノイドも、ロック解除電圧などの仕様を統一し、複数ベンダーから供給を受けている。

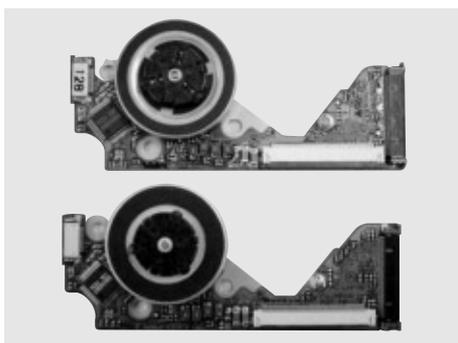
3.2 その他の機構部

当社の光ディスクドライブの特長は、次の3点である。

- (1) 高性能・高信頼性



(a)光ピックアップヘッド



(b)ディスクモータ

図4 . 光ピックアップヘッドとディスクモータの共通化例(スリムコンボドライブ) - 光ピックアップヘッドの配線順をディスクモータ基板で変換し、メイン基板を共通化する。

Examples of common optical pickup head (top) and disc motor (bottom) for Slim COMBO drive

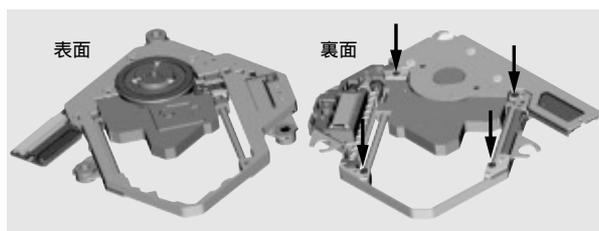
- (2) 低振動・低騒音
- (3) 軽量化・簡素化

前述の特長を実現するために、コンピュータを利用した解析技術(CAE)などを駆使して設計を行い、納期の短縮を図りながら日々の設計開発業務を進めている。

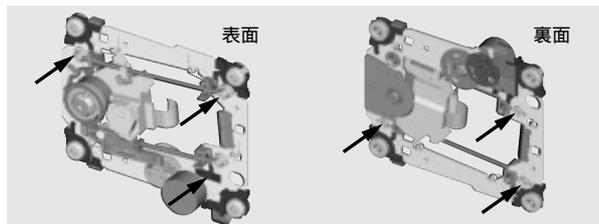
ここでは、光ディスクドライブの機構においてもっとも特徴的な、スキュー調整機構について述べる。

スキュー調整とは、光ピックアップがディスクの内周から外周にかけて走行するとき、その出射光と入射光がディスクに対して垂直になって同じ経路で出入りできるように、光ピックアップを支持する軸を傾けて調整するための機構である。CDの読出しだけを行っていたCD-ROMドライブではこの調整は必要なかったが、狭トラックピッチへの対応が不可欠なDVD-ROMドライブや記録系ドライブでは、安定した記録/再生を行うためにスキュー調整は不可欠である。また、当社のように複数の種類の光ピックアップを使用する場合には、各光ピックアップヘッドに存在する誤差(傾角誤差)を吸収するうえでも、このスキュー調整機構は重要な意味を持つ。

スリム、H/H各モデルのスキュー調整機構を図5に示す。



(a)スリムモデル



(b)H/Hモデル

*矢印はスキュー調整位置を示す。

図5 . スキュー調整機構 - DVD-ROMドライブや記録系ドライブでは、安定した記録/再生を行うためにスキュー調整は不可欠である。

Skew control mechanism

スリムモデルにおいては光ピックアップヘッド支持軸端の4点で、H/Hモデルにおいては3点でスキュー調整を行っている。スリムモデルにおいては、光ピックアップヘッドの傾角誤差を吸収するようにスキュー調整を行うと、結果として軸が傾いて調整されてしまう場合があり、スキュー調整後の厚みを一定内に収めるため4点調整が必要となる。

4 あとがき

当社の光ディスクドライブ事業は、その時々最先端の技術を取り入れて、PC市場の伸びとともに発展してきた。

今後も最先端のドライブを開発し、同時に数量も増大させていくためにVRPメカニズムを改良し、光ディスクドライブ業界のリーディングカンパニーとして努力を続けていきたい。

文献

- (1) 土谷繁夫,ほか . ノートブックパソコン用薄型CD-ROMドライブ . 東芝レビュー . 50 , 8 , 1995 , p.595 - 598.



山内 章 YAMAUCHI Akira

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 光ディスク設計部グループ長。光ディスクドライブの機構設計・開発に従事。

Digital Media Development Center