

# 薄型HD DVD-ROMドライブ TS-L802A

TS-L802A Slim Type HD DVD-ROM Drive

木下 暁 田上 光喜

■ KISHITA Satoru

■ TANOUÉ Koki

世界初<sup>(注1)</sup>のノートパソコン搭載用として、HD DVD再生及びDVD/CD記録・再生ができる複合ドライブTS-L802Aを開発した。

3波長互換光ヘッド、再生信号処理用LSI、及びドライブ機構の3要素を新規開発して、DVD/CDのほとんどの種類のディスクの記録・再生に対応し、12.7 mm厚まで薄型化しながら、高性能で普及価格の製品を実現した。

Toshiba has developed the world's first slim type HD DVD drive for notebook PCs. The new drive, model TS-L802A, not only plays HD DVDs but also performs read and write operations for almost all types of DVDs and CDs. The development of the TS-L802A required three breakthroughs: a new three-wavelength optical head, a new specific LSI for HD DVD signal processing, and a new design for a built-in slim drive.

We succeeded in reducing the drive's height to 12.7 mm, and commercialized a high-performance yet low-priced product in a short time.

## 1 まえがき

HD DVDは、現在普及しているDVD規格をもとに、読取りの光源として青紫色(波長: 405 nm)を用いることで記憶容量をDVDの約3倍である片面15 Gバイトに向上した。映像をハイビジョン放送の画質で2時間以上記録できるHD DVDは、地上デジタル放送や、高精細・大画面テレビの普及が進んだ市場に対応する記憶ディスク媒体である。

TS-L802Aは、小型でありながら大画面に劣らない高性能が進むノートパソコンでのHD (High Definition) 映像ニーズに応えた、内蔵用薄型HD DVD-ROM再生ドライブである。HD DVD再生に加えて、CD及びDVDの記録・再生に対応しつつ、規格の特徴を生かして普及価格での小型化が実現できた。

## 2 TS-L802Aの仕様概要

TS-L802Aの外観を図1に示す。従来とまったく同じ128 (幅) × 12.7 (高さ) × 126.1 (奥行き) mmのサイズである。

TS-L802Aの主な仕様を表1に示す。CDの記録・再生に加えてDVD系各種ディスクの記録・再生にも対応した、いわゆる“スーパーマルチ”ドライブである。DVDからHD DVDへの円滑な移行を促すため、HD DVDとDVDをはり合わせた片面2層ディスク“ツインフォーマット”も再生可能である。

(注1) 2006年4月現在、当社調べ。



図1. TS-L802Aの外観 — 従来とまったく同じサイズの、ノートパソコン内蔵用薄型ドライブである。

World's first slim type HD DVD drive for notebook PCs: model TS-L802A

## 3 光ヘッド

### 3.1 光学系レイアウト

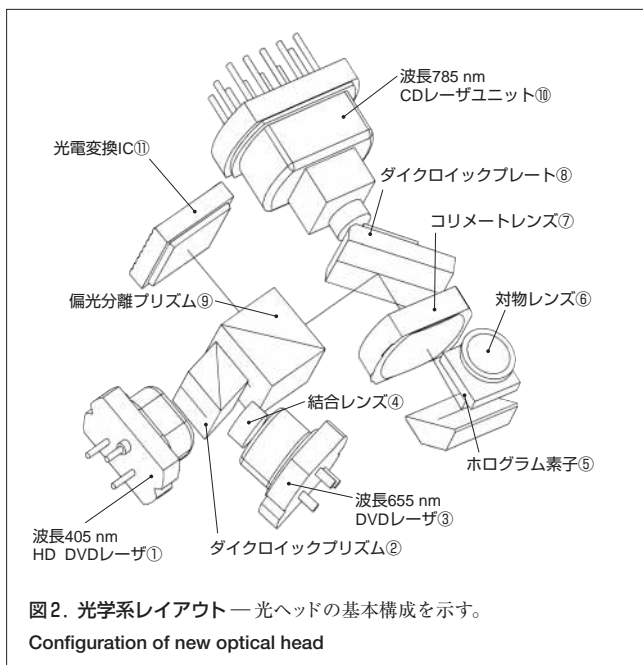
3波長すべての機能を維持しつつ、いかにして限定空間に収容するか検討を重ねた。実現した光学系レイアウトを図2に示す。

従来の東芝製DVD光ヘッドと比較して、基本光学系で追加した構成部品は、HD DVD光源①、光合成素子②、DVD系結合レンズ④の3点である。この構成を実現するためには、素子②、⑧、⑨の波長合成・分離膜(誘電体多層膜)の開発がキーであった。

②は405 nmと655 nmの中間波長域を境として長波長を反射、短波長を透過するダイクロイックプリズム、⑧は655 nmと785 nmの中間波長域を境として、長波長を透過、短波長

表1. TS-L802Aの主な仕様  
Main specifications of TS-L802A

項目	速度仕様	
再生	DVD-ROM	最大 8 倍速
	DVD-ROM Dual Layer	最大 6 倍速
	DVD-R	最大 8 倍速
	DVD-R Dual Layer	最大 4 倍速
	DVD-RW	最大 4 倍速
	DVD+R	最大 8 倍速
	DVD+R Dual Layer	最大 4 倍速
	DVD+RW	最大 4 倍速
	DVD-RAM	最大 3 倍速
	HD DVD-ROM	最大 1 倍速
	CD-DA	最大 12 倍速
	CD-ROM	最大 24 倍速
	CD-R	最大 24 倍速
	CD-RW	最大 24 倍速
記録	DVD-R	2 倍速, 4 倍速
	DVD-R Dual Layer	2 倍速
	DVD-RW	2 倍速, 4 倍速
	DVD+R	2.4 倍速, 4 倍速
	DVD+R Dual Layer	2.4 倍速
	DVD+RW	2.4 倍速, 4 倍速
	DVD-RAM	2 倍速, 3 倍速
	CD-R	4 倍速, 8 倍速, 16 倍速
	CD-RW	4 倍速
	HS-RW	4 倍速, 10 倍速
	US-RW	10 倍速



を反射するダイクロイックプレート、⑨は405 nmと655 nmの両波長域に対して、往路偏光を透過し復路偏光を反射する偏光分離プリズムである。

こうした波長合成・分離素子群の設定により、各波長にお

いて光源ユニット—ホログラム素子間における光量損失を基本的になくすことができた。

また、ホログラム素子⑤は1/4波長板を積層した偏光依存タイプであり、往路光に対して透過、復路光に対して回折を示す。これと先の偏光分離膜⑨を合わせ、往路と復路を分離する光アイソレータを構成して、各々高い光効率を実現している。

### 3.2 送光系(往路光学系)

光波長(405, 655, 785 nm)とディスク基板厚み(0.6, 1.2 mm)の異なるディスクフォーマットに対応するためには、よく知られた光軸上で発生する球面収差(等位相光波面からの誤差, 光軸に対して軸対称な成分)を補正することが必須である。こうした互換性確保技術としては、主に以下の二つの方式などが存在する。

- (1) 対物レンズの倍率を各波長で異なる設定とし、波長とディスク基板厚みの違いによって発生する球面収差を打ち消す。
- (2) 回折を利用して波長によって異なる光路とし、波長とディスク基板厚みなどの違いによって発生する球面収差を打ち消す。

(1)の方法は、各波長で倍率が異なるレイアウトを必要とし機構が複雑化する。また、(2)の方法は、波長の数が増えると回折効率を各々最大化することが困難となる。

今回は、CDについては(1)、DVD及びHD DVDについては主に(2)の原理を採用し、要求性能と複雑化する機構設計のバランスを図った。その結果、前述の損失のないレイアウトと合わせて、3波長ともに光損失を最小限に抑え、記録に適する送光系(往路)光効率を得た。

各波長における送光系光効率値を表2に示す。

光源出力にも依存するが、HD DVD1~2倍速, DVD4~8倍速, CD16~24倍速の記録速度を実現することが可能な設計である。

表2. 光効率(対物レンズ出力/レーザーユニット出力)

Targeted optical efficiencies for respective wavelengths in recording beam emission

波長 (nm)	送光系光効率(設計中心値) (%)
405	14
655	25
785	28 (サブビームを含む)

### 3.3 検出光学系(復路光学系)

CD光学系は、倍率をDVDやHD DVDと大きく変えていることから、別の独立した受光器が必要となる。受光器を独立させると機構の複雑化を招くため、光源一体レーザーユニットを採用している。

DVDやHD DVDの系は受光器の共通化が可能である。従来実績のあるホログラム素子により開口領域を分割させた検出系<sup>(1)</sup>を採用した。対物レンズ駆動のためのデータトラックからの誤差信号検出原理は、フォーカスには差動フォーコー法、トラックには補償プッシュプル法を採用した。この方式の利点は以下のとおりである。

- (1) 各種メディアに対してフォーカス誤差検出が安定
- (2) 対物レンズ位置変動に対してトラック誤差検出が安定
- (3) 送光系光損失が少なく記録光出力確保に有利
- (4) 2層ディスクにおける他層の影響を回避しやすい
- (5) 部品点数が少なく、機構設計の負担が少ない

上記利点の反面、目的外の回折による光量損失、素子組立調整位置許容誤差の低下があるが、前者は回折溝断面形状の非対称化などにより補った。後者は機構設計と生産技術を重ねて検討し、従来同等の品質を得ることができた。

また、ホログラムによる回折光の回折角が405 nm光と655 nm光で異なるため、受光器内に各々専用領域を設けた。

### 3.4 低ノイズ

HD DVDシステムが要求するスペック以下にノイズ成分を抑制するため、以下の手段を用いた。

- (1) 低ノイズ(従来比 -10 dBm)広帯域多段ゲインの新規光電変換IC (Bi-CMOS (Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor))を新規に開発
- (2) 出力に依存する半導体レーザー光源のノイズ成分を、低い領域で動作させるための光効率設定

HD DVDファミリーの中で、比較的信号レベルの低いHD DVD-RAMに対してノイズ耐性を評価した結果を図3に示す。再生性能指標であるSbER (Simulated bit Error Rate)のシステム許容限度 $1.5 \times 10^{-4}$  (グラフ中の破線)に対してマージンを確保している。HD DVD-ROM, HD DVD-Rに対しては更にマージンが広い。

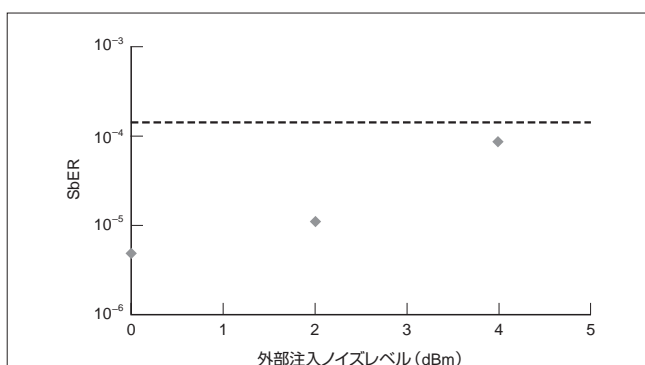


図3. HD DVD-RAMに対するノイズマージン — データ再生に十分なS/Nを得ている。

Noise tolerance in reproduction of HD DVD-RAM

### 3.5 対物レンズ駆動機構

HD DVDの狭いデフォーカス及びデトラックマージン内に精度よく追従制御させるため、新たに3軸(フォーカス、トラック、ラジアルチルト)アクチュエータを開発した。

軽量かつ高剛性であるマグネシウム(Mg)合金をレンズ保持部に採用し、高次共振を減衰させるため形状とダンピングの最適化を図った。市場要求の高いディスク表面のラベリング技術に対応するレンズ動作範囲を確保している。

### 3.6 構造

軽量化の市場要請に応えるため、ベース材にMg合金を採用し重量増を抑制した。全重量11 gと従来機種の14~15 gより軽量化しつつ、高い信頼性を実現した。例として再生動作の対環境温度特性を図4に示す。横軸は光ヘッド周囲温度、縦軸は再生性能指標である。いずれもシステム許容限度に対して実用マージンを確保している。

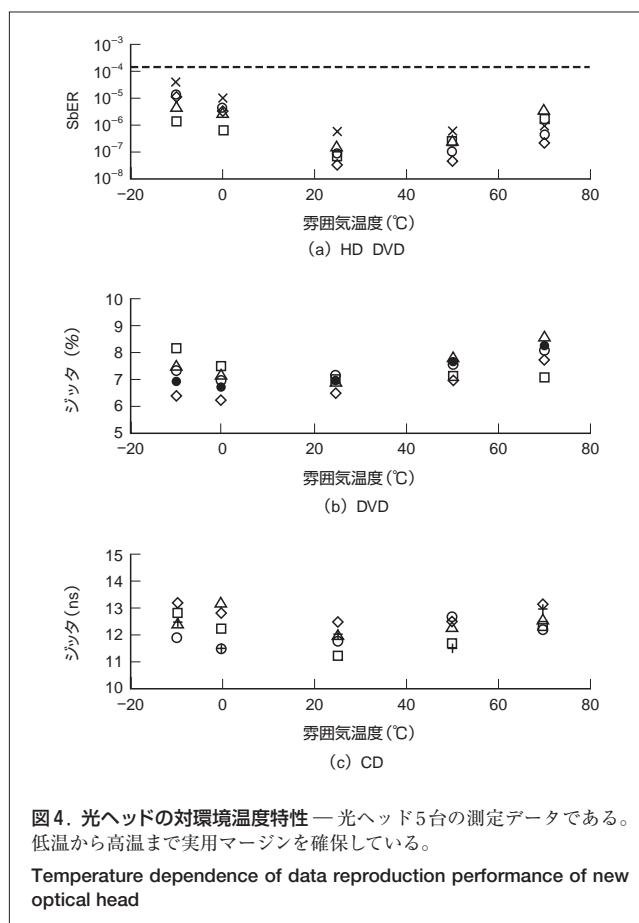


図4. 光ヘッドの対環境温度特性 — 光ヘッド5台の測定データである。低温から高温まで実用マージンを確保している。

Temperature dependence of data reproduction performance of new optical head

## 4 HD DVD 再生技術

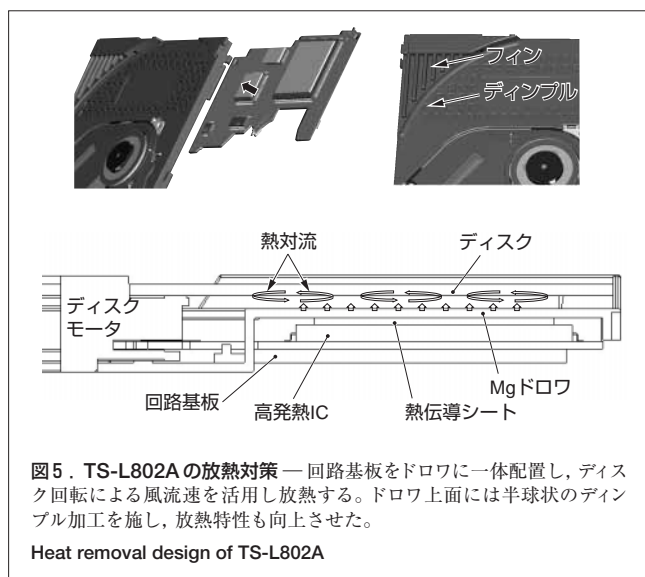
HD DVDの高密度化は、短波長405 nm光を利用した光ヘッドと、ヘッドからの低S/N (Signal/Noise) 再生信号を高い性能で復号するAdaptive-PRML (Partial Response Maximum Likelihood)<sup>(2)</sup>技術にかかっている。この製品では、

従来のDVD/CDシステムを基盤として、Adaptive-PRML処理専用LSIを新規開発してこれを実現した。

この専用LSIは、信号補正のためPRクラスを複数備えるとともに、内部にPR係数の実時間自動最適化アルゴリズムを備え、信号振幅やオフセットなど各種自動調整を行うことができる<sup>(3)</sup>。

## 5 ドライブ新規機構の概要

光ヘッド周辺の微小信号の劣化を防ぎ、ドライブ構造を簡素化するため、光ヘッドを搭載する引出し部(ドロウ)に回路基板を一体配置した。可動するドロウに回路基板を搭載したため、回路基板の発熱を周辺筐体(きょうたい)へ逃がすことが困難となるが、ドロウに熱伝導率の高いMg合金を採用し、回路基板の発熱を熱伝導シートでドロウへ直接伝え、ディスク回転による風流速を活用して効率よく放熱する構造とした。ドロウ上面には半球状のデインブル加工を施し、放熱特性も向上させている(図5)。併せて部品点数の削減、軽量化(従来機比10%削減)、及び耐振動衝撃性能と電磁環境適合性能の改善も実現している。このために、機構周辺の電磁界、放熱(対流を含む)及び振動衝撃のシミュレーション解析を行い製品設計に反映させた。



## 6 あとがき

HD DVDフォーマットの長所である価格対性能比の良さを生かし、かつ市場要請である“スーパーマルチドライブ”の置換えを狙って、DVD/CDの記録・再生機能を兼ね備える、薄型HD DVD再生光ディスクドライブを開発した。

基本システムを当社従来ドライブと共通化し、3波長記録再生光ヘッド、Adaptive-PRML処理のための専用LSI、軽量・高信頼性機構の3点を新規開発して、低価格・高信頼性製品を実現した。HD DVD記録にも対応した基本設計ではあるが、現在、記録用高出力青紫半導体レーザーが非常に高価であるため、まずは普及用薄型HD DVD再生ドライブとして製品化した。

## 文献

- (1) 内山峰春, ほか. 7.3mmHDVD・CD記録用光ピックアップTPU3510. 東芝レビュー. 57, 7, 2002, p.32-34.
- (2) 柏原 裕. HD DVDの再生信号処理技術. 東芝レビュー. 60, 1, 2005, p.25-28.
- (3) 内藤勝之, ほか. HD DVD基盤要素技術の現状と動向. 東芝レビュー. 60, 1, 2005, p.2-8.



木下 暁 KISHITA Satoru

デジタルメディアネットワーク社 HD DVD事業統括部  
光ディスク装置設計部参事。  
光ディスクドライブ、主に光ヘッドの設計・開発に従事。  
HD DVD Div.



田上 光喜 TANOUE Koki

デジタルメディアネットワーク社 HD DVD事業統括部  
光ディスク装置設計部グループ長。  
光ディスクドライブの設計・開発に従事。  
HD DVD Div.