

feature article

高信頼性Blu-ray Discスリムドライブの開発

Blu-ray Disc Slim Drive

栗林 朗 Akira Kuribayashi
柴田 徹 Toru Shibata

清水 貴久男 Kikuo Shimizu
坂本 純 Jun Sakamoto

藤田 浩司 Koji Fujita

デジタル放送、大画面ディスプレイの普及とともにハイビジョン映像が一般化しつつある。Blu-ray Disc (BD)[※]も、映画コンテンツのHD化をはじめとしてAV市場でそのポジションを確実に広げている。一方、PC用の光ディスクドライブでは、ノートPC比率の増加に伴い、現在主流のスーパーマルチドライブでもスリムドライブを搭載する比率が増えている。BD対応ドライブでも、最初からスリムドライブでの要望が高く、スリムドライブの高品質化、低コスト化への対応が必須である。BDは、HD映像コンテンツの配布媒体としてだけでなく、大容量と信頼性の特徴を生かした新たなストレージとしての展開も検討されており、拡張性があり多様な用途への対応が可能なスリムドライブによる市場拡大が期待されている。

1. はじめに

大画面薄型テレビの普及や、放送のデジタル化により、美しい映像を楽しむ環境が身近なものになりつつある。また、ノートPCでも、フルハイビジョンに要求される1,920×1,080の解像度を満足する液晶パネルが使われ始め、この傾向はAV (Audio Visual) にとどまらず、PCの世界にも共通したものであると言える。

日立グループは、株式会社日立エルジーデータストレージにおいて、2006年に最初のPC内蔵型ハーフハイトサイズBD (Blu-ray Disc) ドライブ「GBW-H10N」を製品化した¹⁾。以後、ドライブの高速化とともに²⁾、スリムドライブ製品の開発にも着手し、市場拡大に向けた準備を進めてきた。

2008年にはフォーマット統一化が実現し、同年後半に向けた市場拡大への期待が膨らんだが、米国に端を発したグローバルな景気後退の影響もあり、先送りされた感がある。

日立グループは、こうした状況の下、市場拡大のための重要製品としてBDスリムドライブ (BD再生/CD・DVD記録)「CT10N/CA10N」を開発した (図1参照)。新作映画の多くがBDでリリースされ始めている中で、再生用青色レーザを使って、より多くのPCへの搭載を促進することを目的にした製品である。

開発にあたっては日立各研究所の技術力を結集し、キーデバイスである光ピックアップは株式会社日立メディアエレクトロニクスが、信号処理LSI (Large-scale Integration) チップセットは株式会社ルネサス テクノロジーが、またド

ライブは日立エルジーデータストレージが、それぞれ開発した。

ここでは、BDスリムコンボドライブ「CT10N/CA10N」の開発のねらいとドライブ技術、キーデバイス (ピックアップ、LSI) 技術について述べる。

2. PC用スリムドライブの市場動向

2011年までの光ディスクドライブの市場トレンドを図2に示す。

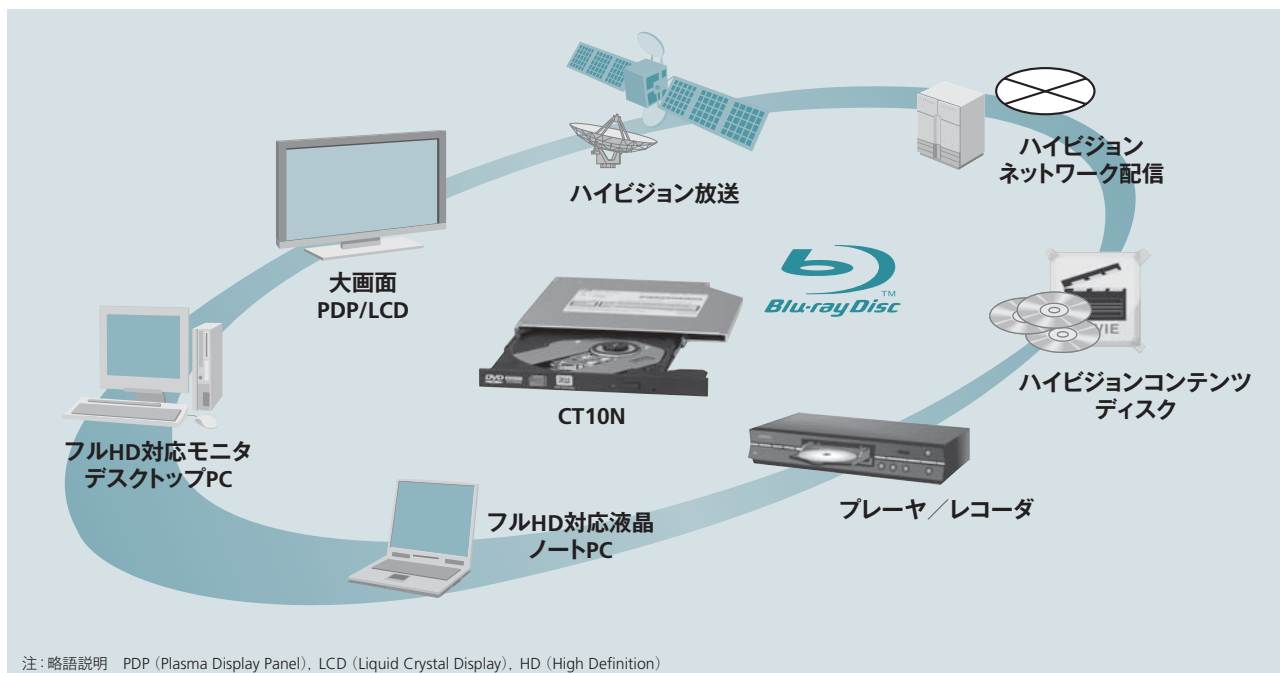
2008年の時点でスリムドライブの台数はハーフハイトドライブの台数にほぼ匹敵し、2009年には台数で逆転する見通しである。さらにBDについても、スリムドライブの市場が先行すると予測され、その中でも価格的にも有利なBDスリムコンボドライブが市場を牽 (けん) 引する傾向である。CT10N/CA10Nは、このBDスリムコンボドライブの需要増予測に合わせ、高い市場シェアを獲得する目的で開発したモデルである。

3. BDドライブ仕様

CT10N/CA10Nの仕様を表1に示す。先に述べたように、このスリムコンボドライブは、広くPC搭載をねらったもので、低価格、使い勝手の多様性、高性能の実現をめざした製品である。

使い勝手の特徴として、多様なモデルのPCへの搭載に対応できるように、トレイタイプモデル「CT10N」とス

※) Blu-ray DiscおよびBlu-ray Discロゴは、Blu-ray Disc Associationの商標である。



注：略語説明 PDP (Plasma Display Panel), LCD (Liquid Crystal Display), HD (High Definition)

図1 ハイビジョンワールドのキーパーツとしてのBDスリムドライブ

ノートPC搭載だけでなく、薄型の特徴を生かしたハイビジョンストレージとして広く展開を図る。

ロットインモデル「CA10N」の2種のローディング方式を同時開発した。また、BDスリムドライブとしては初の機能である、ディスクレーベル面へのプリント機能にも対応している。

高性能化という点では、表1に示すように、CD/DVD/BDの各ディスクでの速度仕様は開発・発売当時の最高倍速を有し、インターフェースは、SATA (Serial Advanced

Technology Attachment)規格に準拠している。また、電気・電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限であるRoHS (Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment) 指令の基準値を満足した、環境にも配慮したドライブである。

4. ドライブ技術

4.1 BDスリムドライブサーボ技術

BDスリムドライブ対応の光ピックアップは、小型/薄型化構造にすることから、ハーフハイトドライブよりも要求される機械的特性、電気的特性に余裕度が少ない状況下で、高精度なアクチュエータ制御技術が必要である。特にノートPCへの搭載が主となるため、ポータブル性が重視され、耐震性能ではハーフハイトドライブの約5倍の性能が要求される。これらを実現しながら、表1に示されるような業界最高速(開発・発売当時)のBD再生4.8倍速と

表1 BDスリムコンボドライブ「CT10N/CA10N」の主な速度仕様

CD/DVD/BDの各ディスクでの速度仕様は、開発・発売当時の最高倍速である。

| メディア | 記録速度 | 再生速度 |
|----------|--------|---------|
| BD-ROM | — | 最大4.8倍速 |
| BD-R | — | 最大4.8倍速 |
| BD-RE | — | 最大4.8倍速 |
| DVD-ROM | — | 最大8倍速 |
| DVD+/-R | 最大8倍速 | 最大8倍速 |
| DVD+/-RW | 最大8倍速 | 最大8倍速 |
| DVD-RAM | 最大5倍速 | 最大5倍速 |
| CD-ROM | — | 最大24倍速 |
| CD-R | 最大24倍速 | 最大24倍速 |
| CD-RW | 最大16倍速 | 最大24倍速 |

注：略語説明 R (Recordable), RE (Rewritable), RAM (Random Access Memory)

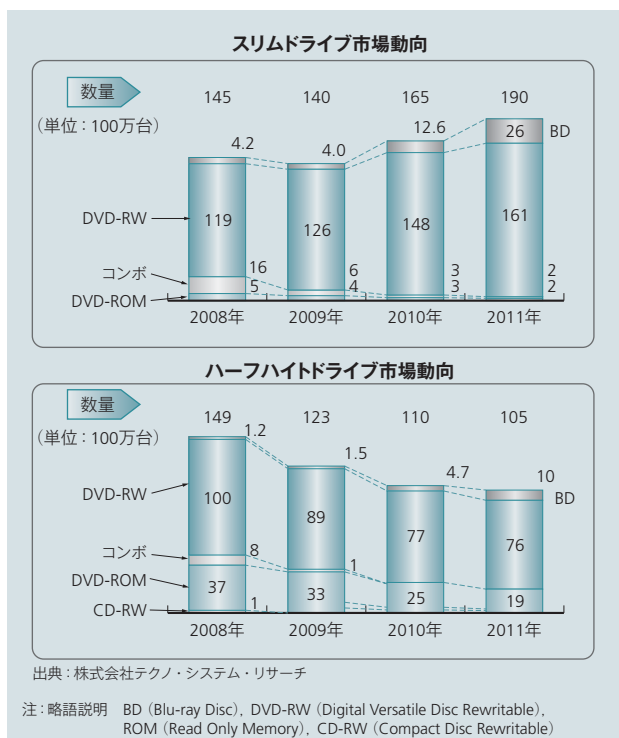


図2 光ディスクドライブの出荷台数

スリムドライブの割合が増加している。BDでは、最初からスリムドライブが主流となっている。

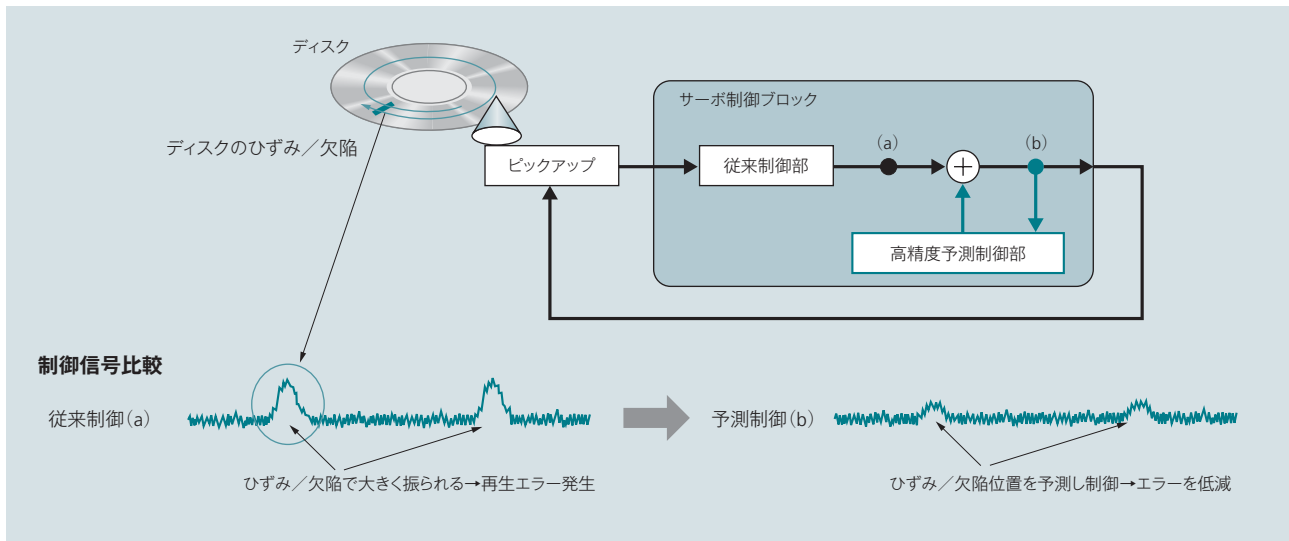


図3 トラッキング繰り返し制御技術
ディスク上のひずみ、欠陥位置を予測して制御する。これにより、再生エラーを低減し信頼性が向上する。

DVD/CD記録再生性能を実現するため、BDスリムドライブサーボでは、トラッキング繰り返し制御技術と耐震制御技術を重点として開発を行った。

4.2 トラッキング繰り返し制御技術

高速回転時のディスク偏心、ディスクひずみ、欠陥などの周期性外乱に対して安定したサーボ性能を実現するために、ディスク1周分のトラックアクチュエータドライブ信号を高精度予測制御部の波形メモリへ蓄積し、次のディスク周回時に前回の波形メモリ情報に位相操作を加えてトラックアクチュエータを駆動する「トラッキング繰り返し制御技術」を開発した(図3参照)。この繰り返し制御技術により、ディスクの偏心周期性外乱を約 $\frac{1}{2}$ に抑圧して信頼性の向上を図った。

4.3 耐震制御技術

インパルス衝撃、連続した振動などの非周期性外乱に対して記録性能を維持するために、衝撃時に記録動作を瞬時に検出、記録発光の停止制御を行い、衝撃が治まった時点より、ディスク上の記録停止部分からデータをつないで記録する「データリンク制御」と、ドライブメカ振動特性および光ピックアップアクチュエータ特性を考慮した「耐震対応フォーカス、トラッキング制御」を開発した。

5. キーコンポーネント、光ピックアップ/LSI

5.1 光ピックアップ

CT10N/CA10Nに搭載した光ピックアップを図4に示す。

この光ピックアップは、3個のレーザ光源(BD用：405nm、DVD用：661nm、CD用：785nm)を有し、BD

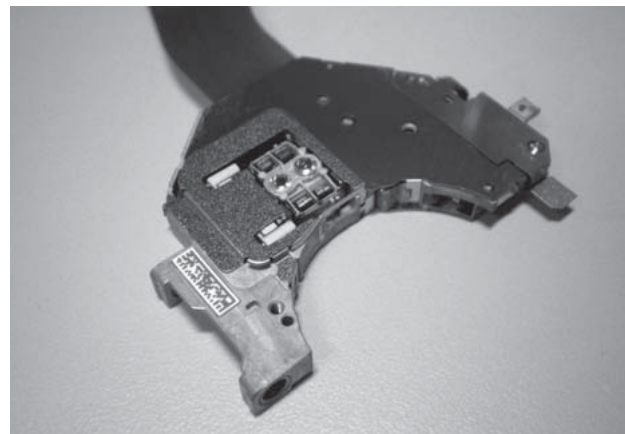


図4 スリムドライブ対応光ピックアップ
株式会社日立メデアレクトロニクス製のスリムドライブ対応の薄型ピックアップの外観を示す。BD用レンズとDVD/CD用レンズの2レンズ構成である。

用とDVD/CD用の2個の対物レンズ構成とすることで、それぞれのメディアに対応した設計とした。

特徴は、(1) BD系とDVD/CD系の光学系を分離し、光学部品の機能簡素化を図っていること、(2) DVD/CD系に2波長レーザ素子を採用することで光学系構成を簡素化したことである。BD系のディスク基板厚のばらつきによって発生する球面収差は、光学系レンズ駆動機構で補正し、BD系とDVD/CD系の最適傾角のずれによって発生するコマ収差は液晶素子で補正することにより、高性能と高信頼の両立を達成した。

BD系受光素子(Optical Electric Integrated Circuit)はBD再生4.8倍速以上に対応した高周波数特性を有し、低ノイズでかつスリム用小型パッケージのものを開発した。

また、ディスクレーベル面へのプリント機能を実現するためには、アクチュエータの稼動範囲の拡大と、書き込みパワーの確保が必要となる。このため、レンズアクチュエータのストロークと感度を確保すると同時にCD系の光利用効率を確保することで、BD用スリム型光ピックアップと

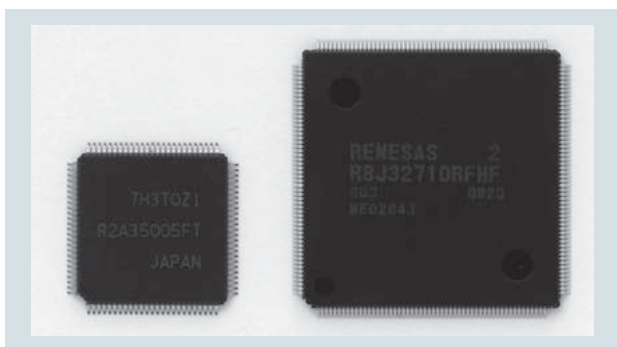


図5 BDスリムコンボドライブ「CT10N/CA10N」適用チップセット
株式会社ルネサス テクノロジ製のR2A35005 (Analog Front End IC) (左) とR8J32710 (Digital Signal Processor IC) (右) の2チップ構成である。

しては業界初のディスクレーベル面へのプリント機能対応を実現した。

5.2 システムLSI

CT10N/CA10Nドライブのパフォーマンスを引き出すため、BD/DVD/CDの各記録・再生フォーマットに対応したシステムLSIを開発した(図5参照)。

信号処理LSIの主な特徴は、光ピックアップから再生される微弱な信号を処理して、データ誤り率を低減させる技術を内蔵していることである。この中で適応等化・適応ビタビ復号処理回路の拘束長を従来の4から5に拡張し、S/N(信号雑音)比を改善することにより、読み取り性能の向上を実現している。

また、BDコンボドライブのDVD/CD記録に対応した記録波形制御回路を信号処理LSIに内蔵し、安定な記録波形を生成させた。さらに、データ処理用バッファメモリ(DRAM: Dynamic Random Access Memory)とドライブ制御用プログラムメモリ(Flash Memory)をSiP(System-in-package)技術によりワンチップ化し、省スペース化が可能となった。

先述した信号処理LSIとともに、光ピックアップからの広帯域な各種アナログ信号を最適にデジタル信号処理できるようにAFE IC(Analog Front End IC)も開発した。

6. おわりに

ここでは、BDスリムコンボドライブ「CT10N/CA10N」の開発のねらいとドライブ技術、キーデバイス(ピックアップ、LSI)技術について述べた。

BD全体の開発については、すでに日立エルジーデータストレージではハーフハイトのコンボ・記録型ドライブ、スリムのコンボ・記録型ドライブの製品化を終えている。記録・再生速度でも、ハーフハイト、スリムドライブそれぞれのタイプでの最高速に達しようとしている。

BD製品をPCの分野で広げていくために必要なことは、信頼される品質と価格の競合力であると考えている。これを実現するには、ドライブの技術だけでなく光ピックアップやLSIの技術が重要である。

今後とも日立は、グループ各社、各研究所の開発力・技術力を総合して製品を開発し、BD市場でもナンバーワンのシェアを維持し、市場を拡大させていく所存である。

参考文献

- 1) 川前, 外: 世界初4倍速記録Blu-ray Discドライブ, 日立評論, **88**, 10, 810~813 (2006.10)
- 2) 勝木, 外: Blu-ray/HD DVD Dualドライブ, 日立評論, **89**, 10, 768~771 (2007.10)

執筆者紹介



栗林 朗
1982年日立製作所入社, 株式会社日立エルジーデータストレージ 商品企画チーム 所属
現在, Blu-ray Discドライブの商品企画に従事



清水 貴久男
1988年日立製作所入社, 株式会社日立エルジーデータストレージ 開発本部 P5 所属
現在, Blu-ray Discドライブの開発に従事



藤田 浩司
1984年日立製作所入社, コンシューマ業務本部 コンシューマエレクトロニクス研究所 光ディスクドライブ研究部 所属
現在, Blu-ray Discドライブの開発に従事



柴田 徹
1982年日立製作所入社, 株式会社日立メディアエレクトロニクス 光ピックアップ事業部 光ピックアップ設計部 所属
現在, Blu-ray Discドライブ用光ピックアップの開発に従事



坂本 純
1991年日立製作所入社, 株式会社ルネサス テクノロジ システムソリューション第一事業部 DVD設計部 所属
現在, BD対応信号処理LSIの開発に従事