

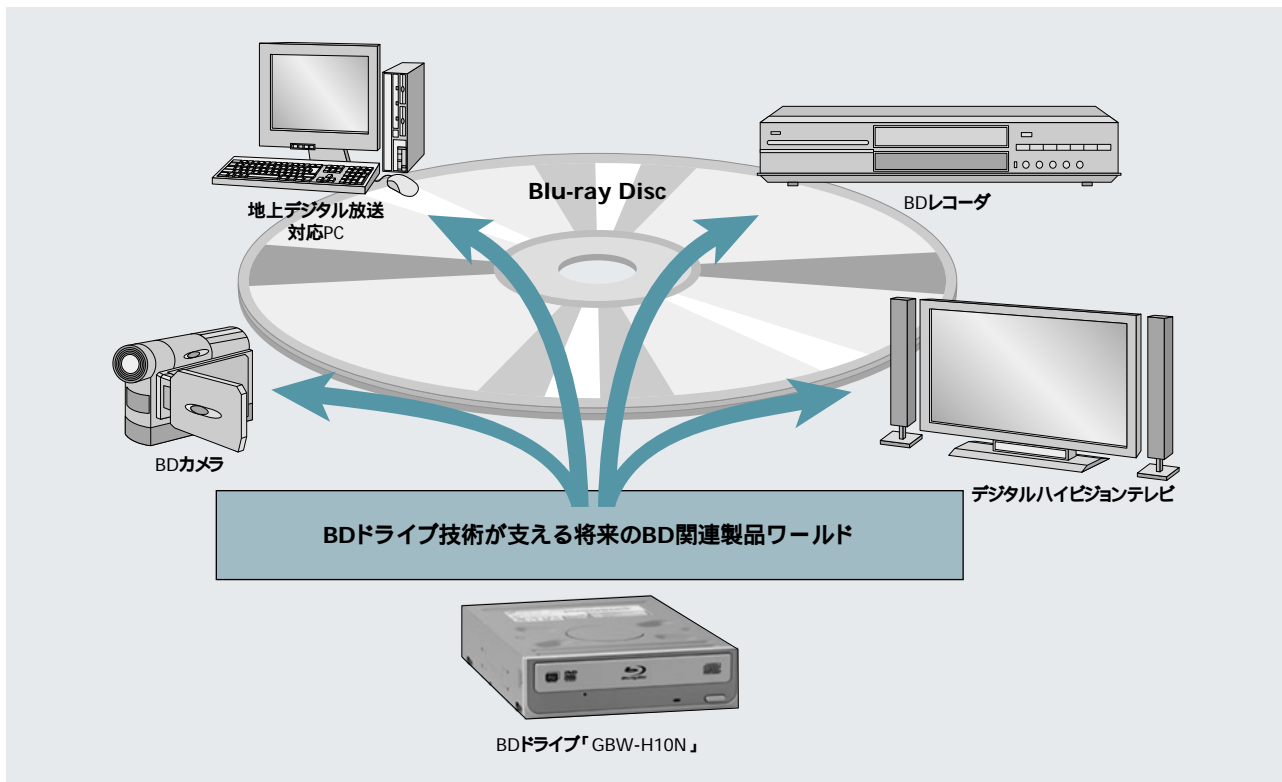
世界初4倍速記録Blu-ray Discドライブ

Brand New 4x Speed Recording Blu-ray Disc Drive

川前治 Osamu Kawamae
門間 淳也 Junya Monma

清水 貴久男 Kikuo Shimizu
仲尾 武司 Takeshi Nakao

今中 良史 Yoshifumi Imanaka



注:略語説明 BD(Blu-ray Disc)

図1 日立グループが展開するBDドライブ技術を中心としたBD関連製品ワールド

日立グループは、スーパーマルチ対応BDドライブ技術を軸に、地上デジタル放送対応PCやAV(Audio-Visual)用レコーダ/プレーヤー、モバイル用途にBD技術を展開していく。

1.はじめに

大容量光ディスクBD(Blu-ray Disc)は、2002年にBD-RE(Re-Writable)バージョン1.0が規格化され、わずかに製品が出されたが、BD-ROM(Read Only Memory)、BD-R(Recordable)の規格化、およびBD-REがバージョン2.1に改定されたことにより、2006年から本格的な普及段階に入ろうとしている。このような背景の下、日立製作所は、日立グループが持つさまざまな要素技術を生かして、BDドライブ「GBW-H10N」を開発した。

今回開発したBDドライブは、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、信号処理LSIチップセットは株式会社ルネサステクノロジ、メディアは日立マクセル株式会社、ド

ライブ技術として株式会社日立エルジーデータストレージというように、日立グループが保有する技術を結集してシナジー効果を生むことで、信頼性と使い勝手を重視した、特徴ある光ディスクドライブを実現することができた。

日立エルジーデータストレージは、2003年にすべてのDVD/CDフォーマットに対応したスーパーマルチドライブを製品化し、PC用記録型DVDドライブ市場においてワールドワイドでシェアナンバーワンを獲得している。

ここでは、光ディスクドライブの市場動向と、BD規格の概要、BDドライブの要素技術、およびBDドライブ「GBW-H10N」の特徴について述べる(図1参照)。

2003年に地上デジタル放送が開始され、家庭でも高品質なハイビジョン画質の放送が楽しめるようになったことに伴い、ハイビジョン放送に対応した記録再生機器への市場の要求も高まっている。

日立グループは、2006年7月、高画質な映像を保存するのに適したPC内蔵型ハーフハイトサイズBD(Blu-ray Disc)ドライブ「GBW-H10N」を開発した。

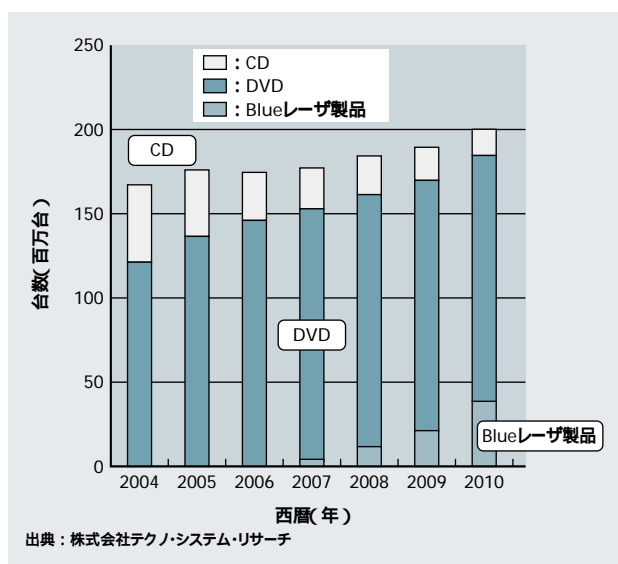
GBW-H10Nは、BDフォーマットであるBD-R、BD-RE各ディスクの記録・再生とBD-ROMの再生、記録型DVD/CDの全フォーマットへの記録・再生、およびDVD-ROM、CD-ROMの再生に対応した、スーパーマルチ対応BDドライブである。さらに、BD-Rにおいて、業界初となる4倍速記録を実現し、記録時間の短縮を図った。

2. 光ディスクドライブの市場動向

AV(Audio-Visual)用レコーダ/プレーヤに搭載された、対応メディアごとの光ディスクドライブ出荷台数を図2に示す。光ディスクドライブの出荷台数は、現在はDVDが主流であるが、今後、青色レーザを用いたドライブの割合が増加することを示唆している。光ディスクドライブは、AV用レコーダ/プレーヤに搭載されるドライブ以外では、PCに組み込まれるドライブがあり、BD/DVD並存の状態が続くと考えられる。

日立グループは、PC用光ディスクドライブの開発において、DVD/CD全メディアに対応したスーパーマルチドライブの開発を推進している。DVDは記録メディアだけでもDVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、+R、+RWと多くのフォーマットのディスクが存在するため、ユーザーの混乱を生じやすい。そこで、ドライブ自体がディスクを判断して、確実に記録再生を実施することで、ユーザーがディスクの違いを意識しないで済むようにした。ユーザーメリットを重視したスーパーマルチドライブは、市場において多くの支持を受けている。

日立グループは、このような市場動向と、これまで進めてき



注：略語説明 CD(Compact Disc)、DVD(Digital Versatile Disc)

図2 AV用レコーダ/プレーヤの光ディスクドライブの出荷台数

AV用において、現在はDVD対応が主であるが、今後、BDの伸びが期待される。

たスーパーマルチドライブの流れを継承する形で、DVD/CDの全ディスクにBDも加えて記録再生が可能なハーフハイトサイズ(幅146×高さ41.2(mm))のPC内蔵型ドライブを開発した。

3. BD規格の概要

BD規格は、高品質なハイビジョン映像を記録再生するための大容量・高速転送メディアとして開発された。主な仕様を表1に示す。

BD規格では、大容量を実現するために次のような技術を採用している。

- (1) 波長の短い405 nmの青色レーザを用いること
- (2) レンズの絞り込み率を表す開口数を0.85とすること

これらの技術により、光スポットのサイズを小さく絞り込み、DVDの約5倍の容量である25 Gバイトを達成し、ハイビジョン映像を2時間以上記録することが可能になった。さらに、MPEG-4 AVC(Advanced Video Coding)やVC-1(Video Codec 1)の高圧縮技術を取り入れることにより、長時間記録にも対応している。

また、BD規格はハイビジョン映像の著作権を保護するため、

表1 BD関連の主な仕様

大容量を実現するための技術や著作権保護技術などがある。

項目	仕様
ディスクタイプ	BD-RE(書き換え型)、BD-R(追記型) BD-ROM(再生専用)
記憶容量	1層:25 Gバイト、2層:50 Gバイト
データ転送レート	1倍速:36 Mビット/s 2倍速:72 Mビット/s 4倍速:144 Mビット/s
レーザ波長、レンズ開口数	405 nm(青紫色)、0.85
画像記録方式	MPEG-2、MPEG-4 AVC、VC-1
音声記録方式	AC3、MPEG-1 layer、Linear PCMほか
ファイルシステム	UDF2.5
著作権保護技術 (BD-ROMの場合)	AACS AACS、ROMマーク、BD+
記録時間	ハイビジョン:2時間以上(1層)

注：略語説明 MPEG(Moving Picture Experts Group)
AVC(Advanced Video Codec)、VC-1(Video Codec 1)
AC3(Audio Code number 3)、PCM(Pulse Code Modulation)
UDF(Universal Disc Format)
AAC(Advanced Access Content System)

強力な著作権保護技術であるAACSC(Advanced Access Content System)を採用している。

4 .BDドライブの要素技術

4.1 BD/DVD/CDすべてのメディアをサポート

PCはコンパクト化が進んでおり、光ディスクドライブを複数搭載するスペースを確保することが難しい。そのため、1台の光ディスクドライブで、DVD/CDを含むすべてのメディアをサポートしていることは、ユーザーにとってメリットが大きい。

そこで、製品コンセプトを「BD/DVD/CD全メディアのサポート」とし、表2に示す倍速スペックのBDドライブを開発した。これにより、ユーザーはディスクの種類を意識することなく、簡単に記録再生の動作を行うことができる。このBDドライブのシステム構成を図3に示す。

4.2 BD高速記録再生技術

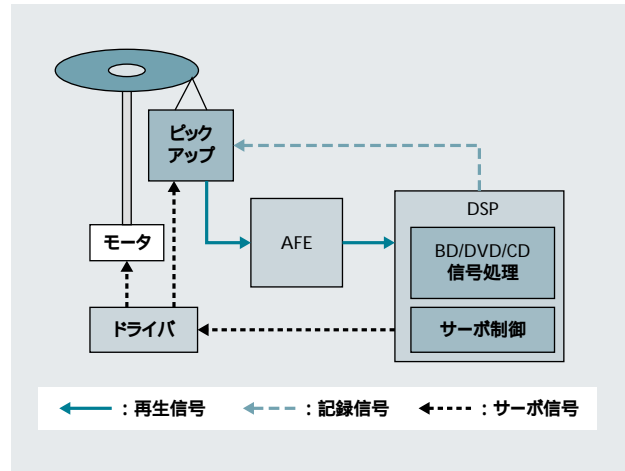
BDはDVDに比べて5倍以上の容量があり、通常の記録速度である2倍速でディスク全面を記録した場合、約46分も掛かる。そこで、日立グループは、高倍速用記録波形を開発し、BD-Rディスクに4倍速で記録する技術を確認した(図4参照)。この記録波形を用いることで4倍速記録においても良好な記録性能が得られた。

この技術により、ディスク1枚に対する記録時間を約23分に短縮することができ、HDDに保存された映像のBDへの移動や、大量のデータのバックアップを、より短時間で行うことを可能とした。

また、再生処理においても適応等化技術とピタピ復号技術を用いた信号処理と高精度サーボ技術を用いて、4.8倍速でのデータ再生を実現した。

表2 BDドライブ「GBW-H10N」の対応メディアと倍速仕様
BD/DVD/CDの全メディアをサポートし、倍速スペックのBDドライブを開発した。

メディア	記録速度	再生速度
BD-R 1層	4倍速	最大4.8倍速
BD-RE 1層	2倍速	2倍速
BD-ROM 1層		最大4.8倍速
BD-ROM 2層		最大4倍速
DVD-R 1層	12倍速	最大10倍速
DVD-R 2層	4倍速	最大8倍速
DVD-RW	6倍速	最大10倍速
DVD-RAM	5倍速	最大5倍速
+R 1層	12倍速	最大10倍速
+R 2層	2倍速	最大8倍速
+RW	8倍速	最大10倍速
DVD-ROM 1層		最大16倍速
DVD-ROM 2層		最大8倍速
CD-R	8倍速	最大40倍速
CD-RW	10倍速	最大40倍速
CD-ROM		最大40倍速



注:略語説明 AFE(Analog Front End), DSP(Digital Signal Processor)

図3 BDドライブのシステム構成

BD/DVD/CDに対応したピックアップと信号処理LSIチップセットを搭載したGBW-H10Nのシステム構成を示す。

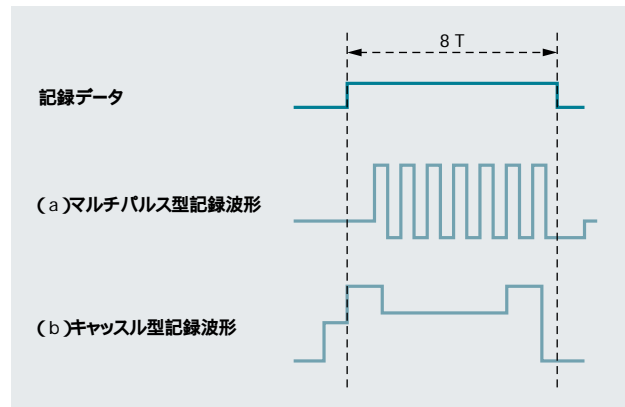


図4 2倍速と4倍速での記録波形(8Tの場合)

通常、2倍速記録では(a)に示すマルチパルス型記録波形を用いるが、高倍速記録に適した(b)のキャッスル型記録波形を開発し、4倍速記録に適用した。これより、安定した4倍速での記録性能を確保した。この記録波形はBD-Rの4倍速規格に提案中である。

4.3 回転制御と高速安定サーボ技術

光ディスクの回転制御の方式としては、CLV(Constant Linear Velocity)方式とCAV(Constant Angular Velocity)方式がある。このシステムでは、記録時において、レーザ出力パワーを一定に制御する必要があるため、CLV方式を採用し、4倍速で安定して記録することができるようにサーボ制御している。

BD-ROMやBD-Rの再生時には、アクセス性・静音性に優れたCAV方式を採用し、記録時よりさらに速い最大4.8倍速再生を実現した。

これら4倍速以上の記録再生には高精度のサーボ制御が必要であり、特にディスクのひずみなど、機械的特性に問題がある場合でも高速追従できるような安定化を図っている。

5 .BDドライブを支えるキーデバイス

5.1 3波長対応ピックアップ

GBW-H10Nに搭載した光ピックアップを図5に示す。

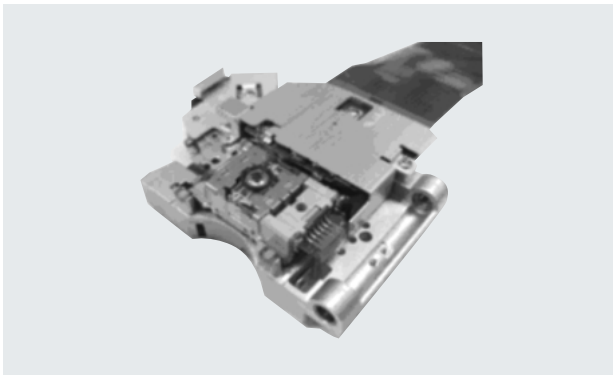


図5 BD/DVD/CD対応ピックアップ(日立メディアエレクトロニクス製)
一つの対物レンズで3種のレーザーに対応した光学系のピックアップを開発した。球面収差を補正するためのビームエキスパンダ機構となっている。

この光ピックアップは、3個のレーザー光源(BD用:405 nm, DVD用:660 nm, CD用:785 nm)を搭載しており、一つの対物レンズによって、BD/DVD/CDそれぞれのメディアに対する記録再生を可能としている。

3波長対応の対物レンズ、同対物レンズを搭載した高感度アクチュエータ、BDのディスク基板厚ずれによって発生する球面収差を補正するためのビームエキスパンダ、およびBD4倍速の記録再生に対応したOEIC(Optical Electronic IC)などを新規に開発した。これらとあわせて、高出力青色レーザーを搭載することにより、BDの4倍速記録を実現した。

5.2 BD/DVD/CD対応信号処理LSI

前述したように、GBW-H10NドライブではBD/DVD/CDに対応するため、信号処理LSIも3フォーマットに対応したチップセットを開発して搭載した(図6参照)。

特に、BDは光スポットのサイズを小さくすることにより、容量の増大を図っている。そのため、記録マークが非常に小さく、十分な再生信号振幅を得ることが難しい。そこで、このシステムでは再生信号の特性に応じて波形等化回路を適応させる適応等化システムと適応ビタビ復号処理を用いることにより、高速での再生においても安定した再生信号が得られるようにした。

また、ディスクからの広帯域な再生信号処理に対応するため、AFEIC(Analog Front End IC)を開発して搭載した。

このように、キーデバイスであるピックアップや、信号処理LSIの開発も含め、日立グループが連携して開発を進めることで、スーパーマルチ対応BDドライブを実現した。

6. おわりに

ここでは、本格的な普及段階に入ろうとしている大容量光ディスクBDと、BDドライブの要素技術、および日立製作所と日立グループが持つ技術を結集して開発したBDドライブ「GBW-H10N」について述べた。

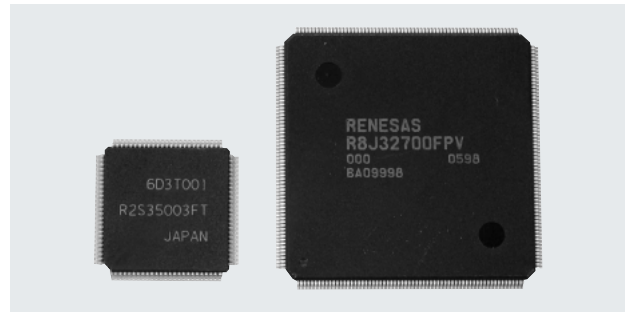


図6 BD/DVD/CD対応チップセット(ルネサス テクノロジ製)
新規に開発したAFEとDSPを示す。

BDドライブをはじめとするBD関連製品は、国内だけでなくワールドワイドで普及することが期待される。

日立製作所および日立グループは、今後も、大容量かつ高速記録再生可能な記録媒体であるBDの特徴を生かし、ハイビジョンレコーダや、地上デジタル放送対応PCへの展開を進め、小型モバイル機器への応用も積極的に図るとともに、光ディスクドライブ開発で培った技術を基に、ユーザーのニーズをとらえながらBD関連製品のリーディングカンパニーとしての地位を確立していく考えである。

執筆者紹介



川前 治
1988年日立製作所入社、ユビキタスプラットフォームグループ ユビキタスプラットフォーム開発研究所 ストレージファームウェア研究部 所属
現在、Blu-ray Discドライブの開発に従事



門間 淳也
1978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 財務本部 経営企画グループ 所属
現在、経営戦略の企画・広報業務に従事



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 開発1室 所属
現在、Super Multi Blu-ray Discドライブの開発に従事



仲尾 武司
1983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 第一設計部 所属
現在、Blueレーザー搭載光ピックアップの開発に従事
応用物理学会会員、日本応用磁気学会会員、電子情報通信学会会員



今中 良史
1979年三菱電機株式会社入社、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システム開発部 所属
現在、BD対応信号処理LSIの開発に従事