

HD DVD と Blu-ray Disc のまとめ

秋山 寛敏, 渡辺 崇文

Hirotooshi Akiyama, Takafumi Watanabe

1 はじめに

今後テレビ放送が従来の従来の SD (standard Definition) 放送からハイビジョン (High Definition Television) 放送へ移行するのに伴い、高品質、高解像度の映像を記録するための大容量ディスクが求められるようになった。⁷⁾ この要求を受けて登場したのが HD DVD と Blu-ray Disc である。

Blu-ray Disc と HD DVD (High Definition Digital Video Disc) は現行の DVD を超える容量を実現する次世代光ディスクの規格である。

大容量記憶媒体には HDD やフラッシュメモリーなどが他に挙げられるが HDD は持ち運びには適さず、フラッシュメモリーだと、高解像度の映像を記録するためには容量不足である。一方、次世代光ディスクは、ハイビジョン放送を記録するためには十分な記録容量を持ち、なおかつ、持ち運びには適している点からハイビジョン映像を記録するメディアとして活躍が期待されている。

本稿では、まず光ディスクの概要について述べ、HD DVD と Blu-ray Disc の違い、メリットなどについてまとめる。

2 光ディスクの概要

2.1 光ディスクとは

光ディスクとはデータの読み書きにレーザー光を利用する記憶媒体のことである。記録媒体であるディスクにはピット (小さな穴) が刻まれており、これをレーザー光で読み取ることでデータを読み込む事を可能にする。

CD や DVD などが代表的な光ディスクである。⁴⁾ Fig. 1 に光ディスクの構造を示す。

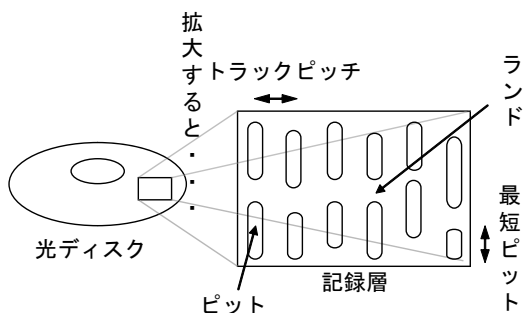


Fig.1 光ディスク構造 (出展: 自作)

2.2 光ディスクの読み込み原理

光ディスクのデータ層にはピットが刻み込まれている。レーザー光の焦点を光ディスクのデータ層に合わせると、レーザー光がピット部分に当てられた場合は散乱

されてしまうが、ピットとピットの間にある平らな部分 (ランド) に当てられた場合は反射される。反射された光はプリズムを通して光センサーに届く。光センサーは受け取った光の量によって、ピットとランドを読み取っている。⁶⁾ Fig. 2 に光ディスクの読み込み原理を示す。

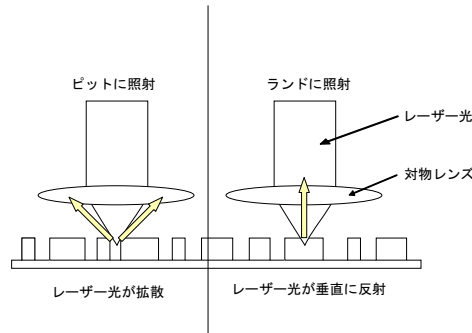


Fig.2 読み込み原理 (光ディスク断面図) (出展: 自作)

2.3 光ディスクの書き込み原理

光ディスクでは、記録層に刻み込まれたピットにより、異なるデータを表現している。規格によってピットの刻み方が異なるが、本節では CD-R (CD-Recordable) の記録の仕方を説明する。

CD-R には感光性の有機色素が使われている。この色素に読み込み用よりも強いレーザー光が当てられることによって、有機色素の反射率が変化する。この変化がピットに相当し、このピットの並びでデータを記録する。この変化は半永久的なものなので、CD-R に書き込みができるのは一回限りである。

2.4 光ディスクの大容量化

ピットのサイズが小さければ小さいほど、同じ面積のディスク面内に多くのデータを記録することができる。ピットのサイズを小さくするためには、使用するレーザー光の太さ (スポットサイズ) が小さいほどよい。

スポットサイズを小さくするための技術的要素として以下の 2 点が重要となる。

1. レーザー光の波長: 使用するレーザー光の波長が短い程、小さな光スポットに絞り込むことができる。
2. レンズの開口数 (NA): NA とは Numerical Aperture の略で、レンズの集光能力を示す。限界値が 1 で、数値が大きいほど光を集中でき、結果としてレーザー光の焦点を小さくできる。つまり、より小さなスポットに絞り込むことができる。⁷⁾

以上の2点から、スポットサイズは使用するレーザー光の波長に比例し、レンズのNAに反比例することがわかる。つまり、同じ面積のディスク面内に多くのデータを詰め込むためには、レーザー光の波長を短く、レンズのNAを大きくすれば良い。

3 Blu-ray Disk

3.1 Blu-ray Disk とは

ソニー、松下電器産業など9社が共同策定した青紫色レーザーを利用した次世代光ディスク規格である。DVDと同じ直径12cmの光ディスクで、記録容量は片面1層記録で25GB、片面2層記録で50GBである。

3.2 青紫色レーザー

可視光線の中でも波長が短い光を使用したレーザーである。可視光線は波長の長さによって色が異なり、波長の長い順に赤→黄→緑→青→紫となる。Blu-ray Diskは波長が405nmと現行DVDで採用されている650nmの赤色レーザーよりも短い波長の青紫色レーザーを使用している。

3.3 高密度記録

Blu-ray Diskは波長が405nmと短い青紫色レーザーを使用、NAも0.85とすることによってビームスポットを現行DVDの約1/2.3まで小さくする事に成功している。これより、DVD比べてトラックピッチ方向に2.3倍、ピットの長さ方向に2.3倍、合計5倍以上の高密度化が実現した。実寸サイズではトラックピッチが0.32 μ m、最短ピット長が0.14 μ mである。

3.4 カバー層

Blu-ray Diskのカバー層の厚さは0.1mmであり、DVDの1/6となっている。これはカバー層が6mmのままレンズのNAを大きくすると、ディスクが傾いた時、カバー層でビームスポットが屈折し、ボケてしまう。この歪みはカバー層の厚さに比例するため、カバー層の厚さを0.1mmまで薄くすることで、このボケを小さくしている。⁷⁾

3.5 拡張性

実験レベルでは8層構造まで学会発表済みであり、実用可能と考えられる。これが実現すると1枚のディスク(25GB×8層)で容量が200GBを超える光ディスクメディアの誕生となる。

3.6 Blu-ray Diskのメリット、デメリット

- メリット：
片面2層記録が50GBと大容量である。将来的には片面8層構造も可能である。
- デメリット： 大容量化を目指したがために、現行DVDと全く構造が異なり、DVDの製造装置を転用できず、高コストである。

3.7 支援団体

メーカ企業はソニー、松下電器産業、シャープ、パイオニア、デルコンピュータ、アップル、TDK、日立製作所が参加している。また、メディア企業はウォルト・ディズニー・カンパニー、20世紀フォックス、ワーナー・ブラザーズ、ソニー・ピクチャーズなどが参加している。

4 HD DVD

4.1 HD DVD とは

東芝、NEC、マイクロソフトなどが共同策定した青紫色レーザーを利用した次世代光ディスク規格である。DVDと同じ直径12cmの光ディスクで記録容量が片面1層記録で15GB、片面2層記録で30GBである。HD DVDの規格は、業界240社で構成されている世界標準団体「DVDフォーラム」により“次世代DVD”として承認されている。

4.2 高密度記録

Blu-ray Diskと同じく波長が405nmと短い青紫色レーザーを採用しているが、NAが0.65と現行DVDと大差ないため、トラックピッチが0.40 μ m、最短ピット長が0.2 μ mと、Blu-ray Diskと比較すると密度が低い。それでも、現行DVDよりもおよそ3倍の高密度化に成功している。

4.3 カバー層

NAが現行DVDと大差ないため、カバー層の厚さは0.6mmと現行DVDと同じ構造となっている。

4.4 拡張性

2層構造だった光ディスクを3層構造にすることで、約1.5倍の45GBの記憶容量を実現している。²⁾

4.5 コスト

青紫色レーザーを使用している以外は現行DVDと構造が似ているため、DVDの製造装置を転用できるメリットがあり、生産も着しやすく低コストを実現している。

4.6 HD DVDのメリット、デメリット

- メリット：
現行DVDの製造装置を転用できるため、低コストである。
- デメリット：
Blu-rayと比べると片面2層記録で30GBと容量が小さい。

4.7 支援団体

メーカ企業は東芝、NEC、マイクロソフト、インテル、ヒューレット・パッカー、キャノンが参加し、またメディア企業はユニバーサル・ピクチャーズ、パラマウント・ピクチャーズ、ワーナー・ブラザーズなどが参加していたが、次々とBlu-ray Disk陣営へ転身していった。

5 Blu-ray Disk と HD DVD の比較

両規格とも同じ波長のレーザー光を使用しているが、構造的に大きく異なる点は HD DVD が現行 DVD の構造をほぼ踏襲しているのに対して、Blu-ray Disk は大容量を実現するためにレンズの NA の値を大きくしたことによって、カバー層が薄くなっていることである。

そのため、Blu-ray Disk は HD DVD と比較した時、容量で勝るが、コスト面では現行の DVD 製造ラインを利用できる HD DVD に分がある。Fig. 3 に HD DVD と Blu-ray Disk の構造の違いを、Table 1 に現行の DVD を含めた両規格の比較表を示す。

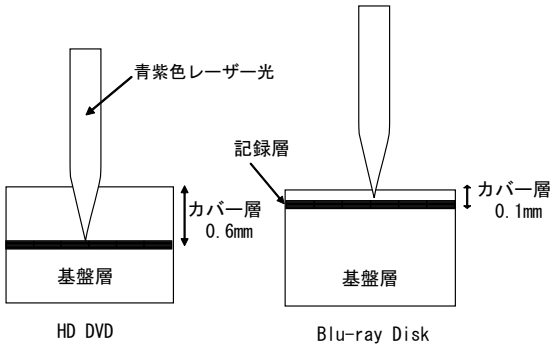


Fig.3 HD DVD と Blu-ray Disk の構造の違い (参考文献¹⁾を参照)

Table1 光ディスク比較表 (参考文献⁸⁾ 7) 3) 1) 2) より参照)

	DVD	HD DVD	Blu-ray Disk
ディスクの厚み	1.2mm	1.2mm	1.2mm
レーザー波長	650nm	405nm	405nm
レンズ NA	0.6	0.65	0.85
ビームスポット面積	$0.9 \mu m^2$	$0.305 \mu m^2$	$0.178 \mu m^2$
トラックピッチ	$0.74 \mu m$	$0.4 \mu m$	$0.32 \mu m$
最短ピット長	$0.4 \mu m$	$0.2 \mu m$	$0.14 \mu m$
片面1層容量	4.7GB	15GB	25GB
片面2層容量	8.5GB	30GB	50GB
転送速度	11Mbps	36Mbps	54Mbps

6 Blu-ray Disk の今後

当初、Blu-ray Disk は記録容量で、HD DVD は製造コストの面でそれぞれ分があったが、Blu-ray Disk はディスク基板、記録層や保護膜に用いる有機材などに独自開発した低コスト材料を採用した。これにより、コスト面を改良した Blu-ray Disk 陣営の勝利で次世代 DVD を巡る覇権争いは決着した。しかし、本当の競争相手はネット配信や HDD などの媒体であるという意見も多くみられる。

近年記録メディアとしては、大容量という点で HDD に分があり、またポータブル製品向けには小型のフラッシュメモリに分がある。

Blu-ray Disk がそれらのメディアに対抗するためには、さらなる大容量化が必要となる。しかし、レーザー光の短波長化やレンズの開口数 NA の数値には限界がある。そのため、今後さらなる大容量化を実現するためには光ディスクの多層化が必須である。

従来の多層化の技術は、記録層を複数設け、任意の記録層だけ光スポットを合わせる方式であった。しかし、この方式だと以下の2点の問題がある。

1. レーザー光の減衰：
すべての記録層に光吸収が起こるため、1層目、2層目を通ったレーザー光が3層目に到達しないような現象がおこる。
2. 記録層の間隔：
2層目の情報を読み出す際、手前の1層目の情報が見えてしまうため、記録層と記録層の間隔を広げ、手前の層をピンボケ状態にしなければならない。

以上の2点を克服するため、読み込む記録層以外の層を透明にする技術が開発されている。日立製作所が開発したエレクトロクロミック材料は、マイナス電圧をかけると透明になり、プラス電圧をかけると着色される性質を持つ。

この技術を適用すると Blu-ray Disk は原理的に40層構造が可能で、1TBの記憶容量が実現する。

7 まとめ

Blu-ray Disk も HD DVD も同じ波長の青色レーザー光を使用していたが、Blu-ray Disk はレンズの NA とカバー層を変更することによって、HD DVD よりも大容量の記憶量を実現していた。HD DVD は NA とカバー層を現行 DVD とほぼ同じに据え置くことによって、Blu-ray よりも製造コストの低コスト化を実現していた。規格争いでは Blu-ray Disk に軍配が上がったが、これからは、HDD やインターネットの動画配信に対抗するため、さらなる大容量化のための多層化技術が重要となってくると考えられる。

参考文献

- 1) PC Online ビジネスパーソンのパソコン活用情報サイト
<http://pc.nikkeibp.co.jp/article/NPC/20070419/268949/?P=2>
- 2) SSI キーマンズネット
<http://www.keyman.or.jp/3w/prd/46/30001146/?vos=nkeya%dw300001141006>
- 3) markezine
<http://markezine.jp/a/article/aid/3081.aspx?p=1http://www.freemind-club.com/>
- 4) IT用語辞典
<http://e-words.jp/w/E58589E38387E382A3E382B9E382AF.html>
- 5) ブルーレイディスクレコーダー — ソニー
<http://www.sony.jp/products/Consumer/BD/index.html>
- 6) ナノエレクトロニクス
<http://www.s-graphics.co.jp/nanoelectronics/kaitai/opticaldisc/2.htm>
- 7) 小川博司・田中伸一
、ブルーレイディスク読本、オーム社、2006
- 8) 河田聡、今中良一
、光ディスクの秘密、電波新聞社、2005