

# 青紫色レーザーを用いた 次世代DVD“HD DVD”

## ハイビジョン時代のDVD

デジタル放送の開始、ハイビジョン対応のテレビ(TV)、プラズマディスプレイ、プロジェクションTVなどの普及に伴い、ハイビジョン画質のコンテンツへの要求や録画への要求が高まっています。東芝では、ハイビジョン画質の映画再生や映像の録画・再生ができる次世代のDVD(HD DVD)を開発しています。2時間のハイビジョン映像をパッケージ化するためには、15Gバイト以上の片面容量が必要です。HD DVDは、従来のDVDとの連続性をコンセプトとし、DVDと同じディスク構造を持ちながら、青紫色レーザーといくつかの新しい技術を盛り込むことにより、この大容量化を実現しています。

### HD DVD

HD DVDでは、青紫色のレーザー(波長405nm)と0.65の開口径をもつ対物レンズを使用します。この光学系を用いることにより、従来のDVDの約3倍の高密度化が可能となりますが、15Gバイトの片面容量には足りません。そこで、信号処理やディスクにいくつかの新しい技術を盛り込んでいます。

ディスクの記録容量を高めるためには、線記録密度を高める方法とトラック密度を高める方法が考えられます。

#### 線記録密度を高める技術

HD DVDの線密度向上を可能にしているのが、PRML(Partial Response and Maximum Likelihood)です。光ディスクの再生信号は、記録・再生過程

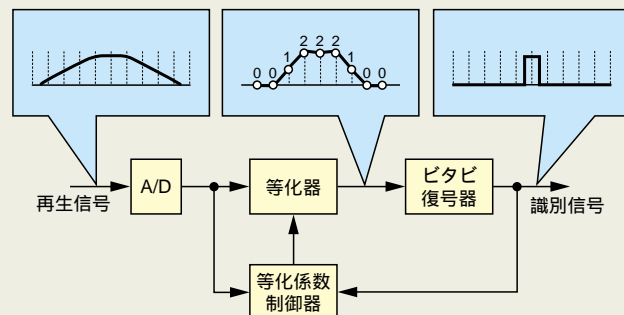
の高域遮断特性により、鈍った信号になります。信号が鈍ると、ある時刻で記録した信号が別の時刻の信号に影響を及ぼす、符号間干渉を生じます。線密度を上げると、高域遮断特性の遮断周波数が相対的に低下し、符号間干渉も増加します。従来DVDで用いるレベルスライスでは、符号間干渉は識別性能の低下をもたらす、線密度向上の障害となっていました。

PRMLは、再生信号をPR特性へ補正する等化技術と、既知の符号間干渉を積極的に利用して信号を識別する復号技術とから成り立っています(図1)。HD DVDで用いるPR12221特性では、ある時刻 $nT$ ( $n$ は正整数、 $T$ はクロック)の再生信号が時刻 $nT$ に現れる振幅を2とすると、時刻 $(n \pm 1)T$ では

2、時刻 $(n \pm 2)T$ では1として現れます。等化器には、FIR(Finite Impulse Response)フィルタを用います。FIRフィルタの係数を適切に設定することにより符号間干渉を制御し、PR12221特性に近づけることができます。

HD DVDの等化器は、係数が調整可能な、適応型等化器になっています。記録・再生過程は、媒体や光ピックアップなどの特性により変化します。適応型等化器により、記録・再生過程の特性変化による影響を抑圧できます。適応型等化器は、タンジェンシャルフィルタのマージン拡大にも寄与しています。

復号器には、ビタビ復号器を用います。ビタビ復号器は、想定されるすべての記録データ系列の中から、実際に



A/D: アナログ-デジタル変換器

図1: HD DVDで採用するPRML信号処理 - 等化器で、インパルス応答が12221となるように符号間干渉を制御し、ビタビ復号器で、既知の符号間干渉を用いて識別します。

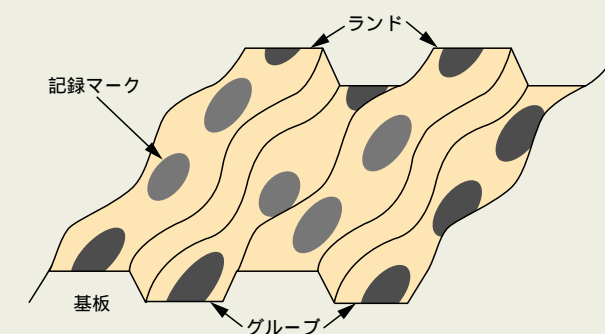


図2: ランド&グループ記録方式 - DVD-RAMと同じ記録方式であり、ディスクに形成したグルーブ及びグルーブとグルーブの間のランドにも記録を行います。アドレスは、ウォブリングにより形成されています。

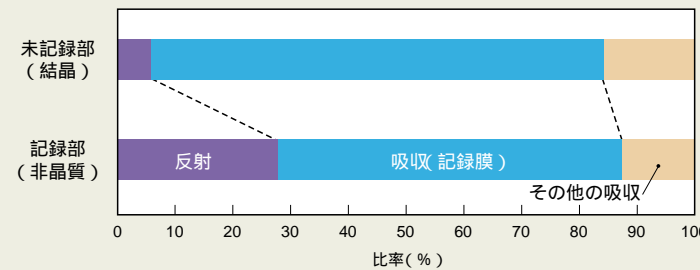


図3: Low-to-High信号極性の反射と吸収の関係 - Low-to-High信号極性の書換形ディスクでは、記録部の光吸収が未記録部より少なくなります。このため、隣接トラックを記録ビームが通過するときの光吸収による温度上昇が少なく、クロスレイズを低減できます。

表1: HD DVDシステムの基本仕様

項目	HD DVD		従来のDVD(代表例)
	再生形ディスク	書換形ディスク	DVD-RAM
ディスク直径 (mm)	120	120	120
ディスク厚さ	0.6 mm x 2	0.6 mm x 2	0.6 mm x 2
ユーザー容量	15 GB/面(30 GB 2層/面)	20 GB/面	4.7 GB/面
波長 (nm)	405	405	650
対物レンズ NA	0.65	0.65	0.6
トラックフォーマット	CLV	ZCLV, L&G記録	ZCLV, L&G記録
アドレスフォーマット	-	ウォブル	ビット
データビット長 (μm)	0.153	0.130	0.280
最短マーク長 (μm)	0.204	0.173	0.420
トラックピッチ (μm)	0.40	0.34	0.615
変調方式	8/12変調	8/12変調	8/16変調
ユーザーデータレート (Mbps)	36	36	22
信号処理	PRML	PRML	スライス

NA: Numerical Aperture CLV: Constant Linear Velocity ZCLV: Zoned Constant Linear Velocity  
L&G: ランド&グループ GB: Gバイト

得られた再生信号とのユークリッド距離がもっとも小さいデータ系列を選択します。ある一時刻の信号から識別するのではなく、その前後の信号も識別に用いるため、雑音に強いという特長があります。PRMLにより、DVDに比べて20%の線密度向上を達成しています。再生形のHD DVDでは、この技術により15Gバイトの片面容量を実現しています。

#### トラック密度を高める技術

書換形のHD DVDではトラック密度を高めるために、ランド&グループ記録を採用しています。これは、基板上のトラック用グルーブの中とグルーブとグルーブの間のランドにも記録する方式です(図2)。この方式と相

変化記録方式を組み合わせると、グルーブのみに記録する方式に比べて、トラック幅を狭めることなくトラック密度を高めることが可能となります。また書換形では、データを記録する位置にあらかじめアドレスを埋め込む必要がありますが、HD DVDではウォブリング(蛇行)によりアドレスを形成しています。

前述のランド&グループ記録では、隣接する両隣のトラックにデータが記録されるため、記録時に隣接トラックの記録マークが消去されるクロスレイズという問題が発生します。クロスレイズの主な原因は、隣接トラックに記録するレーザービームのすそが該当トラックにはみ出していることによる直接的な加熱と、隣接トラ

クの記録膜で発生した熱が基板面内方向に拡散することで加熱される二種類によると考えられます。そこで、記録膜の構成を工夫し、記録部(非晶質)の反射率が未記録部(結晶)の反射率よりも高い、従来のDVD-RAMとは逆の、いわゆるLow-to-High信号極性を採用しています。Low-to-High極性を用いたことで、記録部の光吸収が周辺の未記録部より少なくなるため、直接的な加熱が原因によるクロスレイズは低減できます(図3)。書換形のHD DVDでは、これまで紹介した技術を取り入れることにより、20Gバイトの片面記録容量を実現しています。表1は、HD DVDの仕様をまとめたものです。

### 更なる大容量化

HD DVDでは、書換形ディスクを2層化することにより、30Gバイト以上に記録容量を向上させる技術も併せて開発しています。

HD DVDは、従来のDVDと同じディスク構造で、ハイビジョンのコンテンツや映像の記録に十分な容量を持つシステムと考えられます。

中村 直正

デジタルメディアネットワーク社  
コアテクノロジーセンター 光ディスク開発部主査

柏原 裕

デジタルメディアネットワーク社  
コアテクノロジーセンター 光ディスク開発部主務