

46.6GB 書き換え型相変化2層ディスクの開発

Dual Layer Phase Change Optical Disk

山口 政孝，奥村 陽一，富樫 孝宏

Masataka Yamaguchi, Youichi Okumura, Takahiro Togashi

工藤 秀雄，半澤 伸一，滝下 俊彦

Hideo Kudo, Shinichi Hanzawa, Toshihiko Takishita

要 旨 青紫色 LD と高 NA レンズを用いた，ブルーレイディスクタイプの2層ディスクの実現には，2層構造の作製と，記録層の特性の確保が課題である。筆者らは，DVDの既存の生産装置の転用が可能な多層ディスク構造の作製方法を開発し，さらに相変化記録層の改善により，40GB以上の記憶容量の2層ディスクを開発した。このような書き換え型のディスクは，ビデオテープに置き換わり，HD-TV放送の長時間録画を可能にするものである。このディスクは，1,000回以上のオーバーライト記録が可能である。

Summary A simple manufacturing process of multilayer recording disks has been developed to make a large capacity optical disk of more than 40 GB, using a short wavelength laser diode and a high NA objective lens. Some existing production facilities for DVD discs are applicable to this process. These disks can be utilized for long time video recording of high-definition TV broadcasting. We have developed a dual-layer rewritable optical disc by this process. We obtained good performance for playback jitter for 46.6 GB capacity with on-groove recording and limit equalizer at a user data transfer rate of 36Mbps. And we obtained good direct overwriting characteristics over 1,000 cycles.

キーワード: DVR，ブルーレイディスク，2層記録，ディスクレコーダー，次世代光ディスク，青紫色LD，高NA，高密度，相変化，グループ記録，リミットイコライザ，ジッタ

1. まえがき

デジタルハイビジョン放送の長時間録画が可能な大容量ディスクとして，1枚のディスクで，40GB以上の記録容量をもつ書き換え型ディスクが要望されている。レーザー光の短波

長化とレンズの高NA化により23.3～25GBの大容量ディスクが実現し，ブルーレイディスクとして仕様が策定されている。さらに大容量化を実現するには，記録層を多層化することが堅実な方法である。

筆者らは、厚さ0.1mmの光透過層を有するブルーレイディスクタイプの2層ディスクの開発を行った。ブルーレイディスクタイプの2層ディスクを実現するためには、2つの課題がある。0.1mmの光透過層を有する2層記録層構造の実現と記録層の特性の確保である。筆者らは、このタイプの2層ディスクの量産化を考慮した2層構造の作製方法の開発と2つの記録層の記録特性の改善に取り組み、1,000回以上のオーバーライトが可能で46.6GBの記録容量を持つディスクを開発したので、報告する。

記録再生システムとしては、波長405nmの青色レーザーとNA0.85のレンズを採用している。記録層にはGeInSbTe系の相変化材料を用いた。再生ジッタの改善にはリミットイコライザを採用した⁽¹⁾。

2. ディスク構造

図1にディスクの断面構造を示す。厚さ1.1mmの基板には、ストレートグループを有するポリカーボネート成形基板を用いている。グループ基板のマスタリングには、電子ビーム

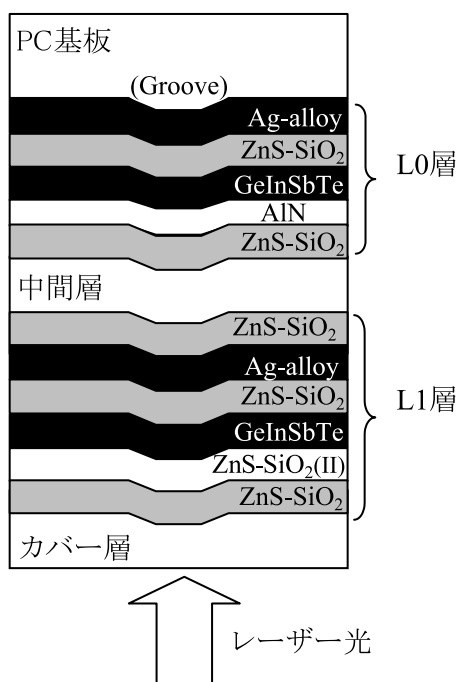


図1 ディスク構造

(EB:Electron Beam)とRIE(Reactive Ion Etching)処理を併用する技術を用いている⁽²⁾。トラックピッチは0.32 μm、グループ溝深さは20nmである。成形基板側から全反射型の第1記録層(L0層)、中間層、半透明型の第2記録層(L1層)、0.1mmのカバー層の順に作製されている。

L0層は、基板側より、Ag合金反射膜、ZnS-SiO₂誘電体層、GeInSbTe相変化膜層、AlN、ZnS-SiO₂誘電体層の順にスパッタで積層されている。L1層は、中間層(基板)側より、ZnS-SiO₂誘電体層、半透明Ag合金反射膜、ZnS-SiO₂誘電体層、GeInSbTe相変化層、ZnS-SiO₂()、ZnS-SiO₂誘電体層の順にスパッタで積層されている。ZnS-SiO₂層は、ZnSとSiO₂(20mol%)の混合材料、ZnS-SiO₂()層は、ZnSとSiO₂(50mol%)の混合材料である。

L0層とL1層のGeInSbTe相変化層の組成は、各記録層の特性に合わせてそれぞれ最適化している。L1層の基板でもある中間層は、後に述べるように、2P接着層で形成している。カバー層は、PCシートを2P接着剤で貼り合わせている。

3. 中間層の作製方法

中間層は、L0層とL1層を隔てる層であると同時に、L1層の基板としても機能している。0.1mmカバー層タイプの2層ディスクの作製には、従来型再生用DVDの2層ディスクのような両面貼り合わせ方式が採用できないため、この中間層の作製プロセスを確立することが非常に重要である。

筆者らは、中間層の作製に、樹脂スタンパーによる2P転写法を用いた。L0記録層は基板側に厚い銀合金反射層を有するため、転写2P層のUV硬化のために、スタンパーが光を透過することが必須である。転写用のスタンパーとして透明な樹脂を用いることで、その問題を解決し、さらにスタンパーの作製そのものを簡単にする事ができた。筆者らが開発した中間層の作製手順を図2に示す。

(1)PC基板にL0層をスパッタする。

(2) L0 層上に樹脂スタンプを 2P 接着剤で
スピン貼り合わせ，UV で硬化を行う。

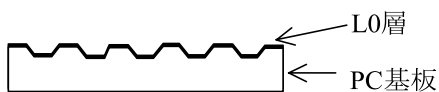
(3) 樹脂スタンプを引き剥がし，中間層を
露出する。

樹脂スタンプには成形基板を用いている。

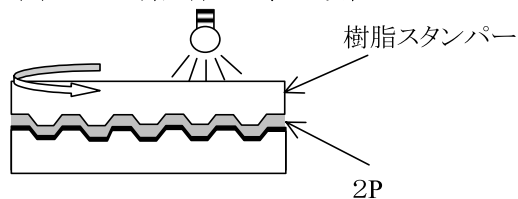
1.1mm の成形基板上のものと同一グループ形状
を，中間層に転写するために，樹脂スタンプ
の成形には，サブマスタースタンプからのレ
プリカであるベビースタンプを用いている。
PC 基板の成形には，サブマスタースタンプ
を用いている。(3) で，UV 硬化後の 2P 接着層か
ら，樹脂スタンプを剥がせるようにするため
に，2P 接着剤との接着性が悪いオレフィン系
の樹脂を，樹脂スタンプの材料として用いて
いる。

上述の方法には次のような利点がある。一つ
は，中間層の形成が，1 回のスピン貼り合わせ
工程で可能なことである。これにより，工程が
簡略化され，中間層へのごみの侵入が抑制でき
る。さらに，本工程には，既存の DVD 用の製造
装置が使用できる。スピン貼り合わせ装置だけ
でなく，貼り合わせ後の基板を剥がす装置も
DVD18 用の製造装置の一部として既に存在して
いる。

(1) L0層の成膜



(2) スピン貼り合わせ、UV硬化



(3) 剥離

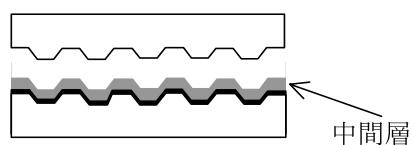


図 2 中間層の作製プロセス

図 3 に，この方法で試作した中間層の厚み分
布を示す。中間層の厚みは約 20 μm で周内の
分布は $\pm 2 \mu\text{m}$ 以下である。中周部に限れば，
周内の分布は $\pm 1 \mu\text{m}$ 以下である。樹脂スタ
ンプの反りなどの機械特性を調整することによ
り，さらに厚み精度を向上させることは可能で
あると思われる。カバー層の厚みは 90 μm と
した。したがって，システムから見た場合の，
L0 層の光透過層の厚みは 110 μm ，L1 層の光透
過層の厚みは 90 μm ということになる。

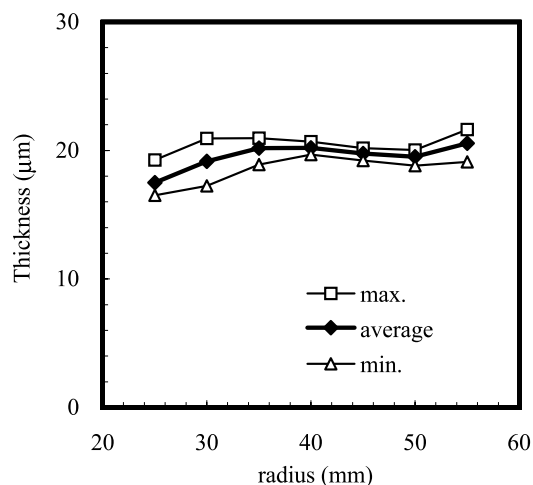


図 3 中間層の厚み分布

4. 評価条件

評価システムのパラメーターと記録再生の評
価条件を表 1 に示す。評価はパルステック工業
株式会社製の DDU-1000 で行った。記憶容量は，
46.6GB である。ジッタは，従来型の線形イコ
ライザであるプリイコライザと，リミットイ
コライザを用いて等化し，Data to Clock で
評価した。

評価は，隣接するトラックだけでなく，隣接
する記録層にも信号が記録してある状態で行っ
ている。図 4 に，記録に用いたストラテジパ
ターンを示す。固定のマルチパルスパターンを
用いた。

L0 層と L1 層の記録には，それぞれのマルチ
パルスの長さを最適化している。L0 層の記録
の場合は，トップパルス，マルチパルス，クー

表 1 記録評価条件

レーザー	波長	403 nm
	NA ^{a)}	0.85
スポットサイズ (1/e ²)	タンジェンシャル	0.409 μm ^{b)}
	ラジアル	0.407 μm ^{b)}
ディスク径	120 mm	
カバー層厚み	L0層	90 μm
	L1層	110 μm
トラックピッチ	0.32 μm	
グルーブ深さ	20 nm (ストレートグルーブ)	
データ容量	46.6 GB	
線速	5.28 m/s	
データビット長	0.12 μm	
チャンネルクロック	66 MHz	
Tw	15.15 nsec	
イコライザー	プリイコライザー	
	リミットイコライザー	
信号変調方式	(1,7)RLL	

(a) numerical aperture

(b) 計算値

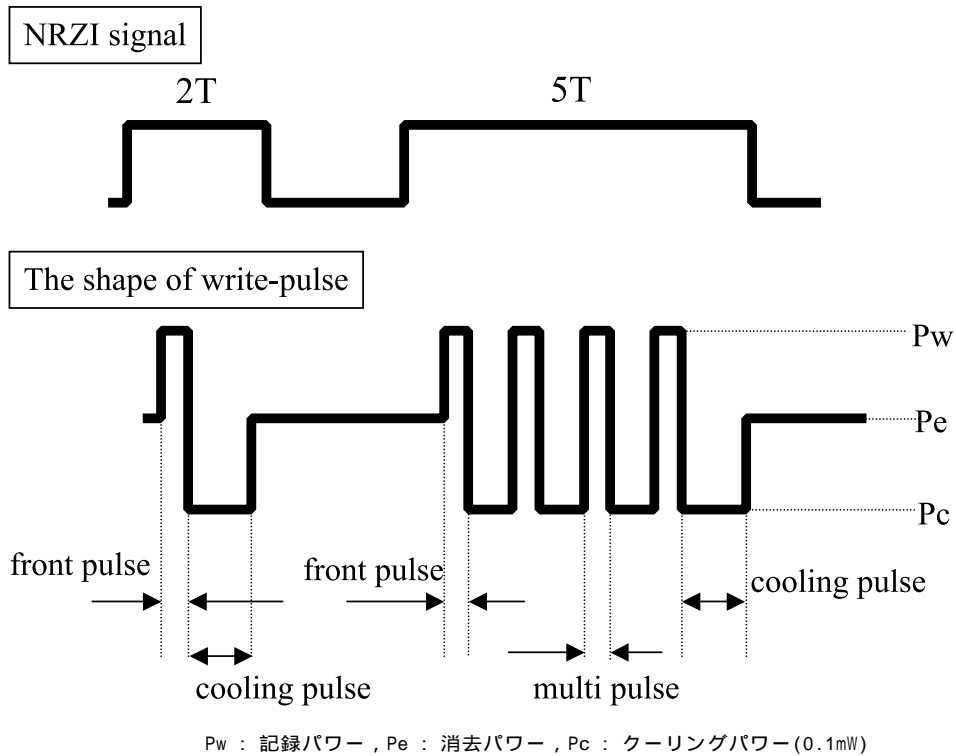


図 4 2T および 5T マークの記録スタテジ

リングパルスの長さはそれぞれ，0.75T，0.50T，0.625Tである。L1層の記録の場合は，トップパルス，マルチパルス，クーリングパルスの長さはそれぞれ，0.375T，0.313T，0.875Tである。また，再生パワーは0.6mWである。

5. 結果

46.6GBの記録容量の条件で記録したときの特性結果を示す。この容量は，23.3GBの単層ディスクの2枚分に相当する。記録再生の線速度は，5.28m/s，このときのデータビット長と最短のマーク長は，それぞれ0.12 μm/bitと0.16 μmである。

図5は，評価トラックを100回オーバーライト後，さらに隣接トラックを100回オーバーライトしたときのジッタの記録パワー依存性である。すなわち，クロススレーズ特性を含んだ結果である。このときの消去パワー(Pe)は，それ

ぞれの記録パワーの値に対して最適な記録ができるように調整してある。再生のジッタが最小になる最適な記録/消去パワーは，L0層で9.0/4.5mW，L1層で，5.5/2.4mWである。

図6は，それぞれの層を最適記録パワーで記録したときのジッタのオーバーライト特性である。100回オーバーライト後のプリイコライザーのジッタは，L0層で10.9%，L1層で12.5%である。このときのリミットイコライザーのジッタは，L0層で6.6%，L1層で7.2%である。1,000回オーバーライト後のプリイコライザーのジッタは，L0層で11.2%，L1層で12.8%である。このときのリミットイコライザーのジッタは，L0層で6.9%，L1層で7.7%である。

図7は，100回オーバーライト後のL1層，L0層のリミットイコライザーによる波形等化後のアイパターンである。良好なアイパターンを示している。

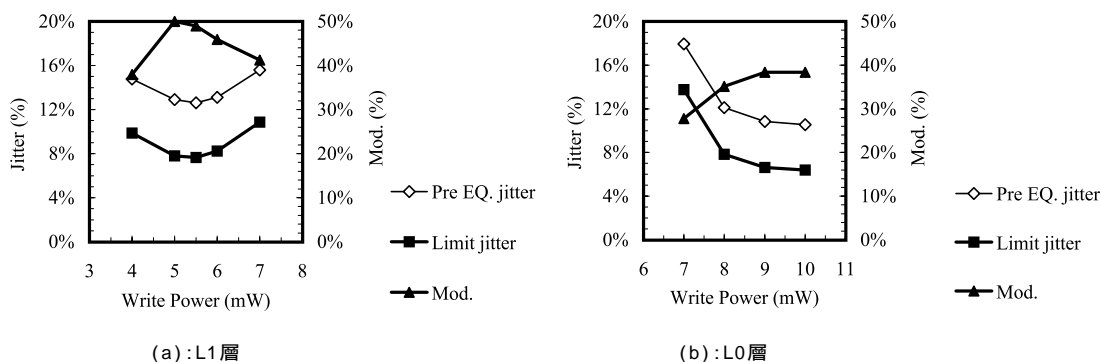


図5 ジッタおよび変調度の記録パワー依存性

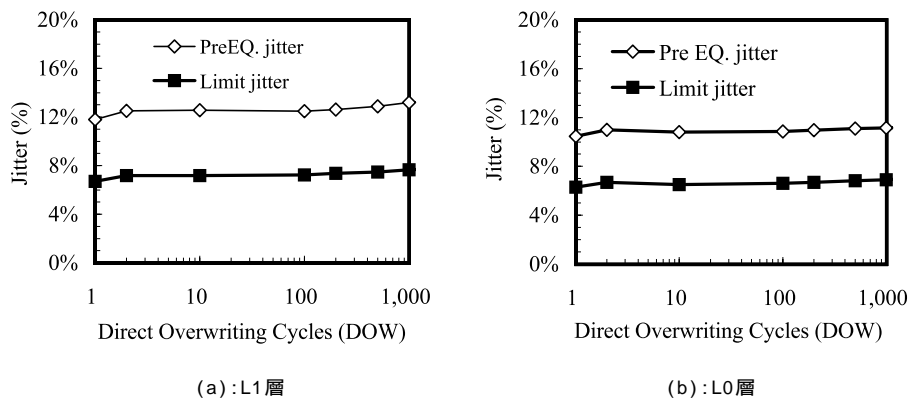


図6 ジッタのオーバーライト特性

図8はリミットイコライザーによる再生ジッタのチルトマーzinである。ジッタ値で10%を基準にすると、L0層については、ラジアル方向で±0.5度と、タンジェンシャル方向で±0.4度のチルトマーzinが見込まれる。L1層については、ラジアル方向で±0.6度、タンジェンシャルで±0.5度のチルトマーzinが見込まれる。ボトムジッタ値は、L1層のほうが大きい。カバー層厚みの違いによるコマ収差の差により、L1層のほうが広いチルトマーzinが得られている。

さらに、L0層の反射率、変調度は、それぞれ5.5%、35%であり、L1層の反射率、変調度は、それぞれ7.2%、48%である。隣接の記録層が未記録の場合のL0層、L1層の反射率は、それぞれ6.1%、7.7%と若干大きくなっている。こ

れは、層間のクロストークの影響である。

半透明記録層であるL1層の透過率は、L1層に信号が未記録の状態では約42%、信号が記録された状態では約40%である。

6. まとめ

グループ記録方式を用いた、0.1mm光透過層を有する相変化2層ディスクを開発した。記録容量は46.6GBである。また、2層の記録層構造を実現するために、透明な樹脂スタンパーを用いた新しい中間層の作製方法を開発した。この方法は、3層以上の多層ディスク構造の実現にも利用可能である。

今後は、さらに記録密度を向上し、記録容量50GBの実現と記録のパワーマーzinの拡大が課題である。

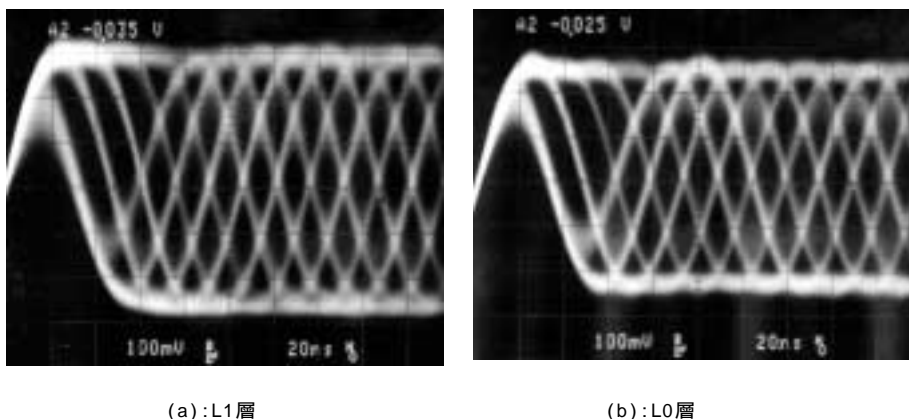


図7 100回オーバーライト後のアイパターン

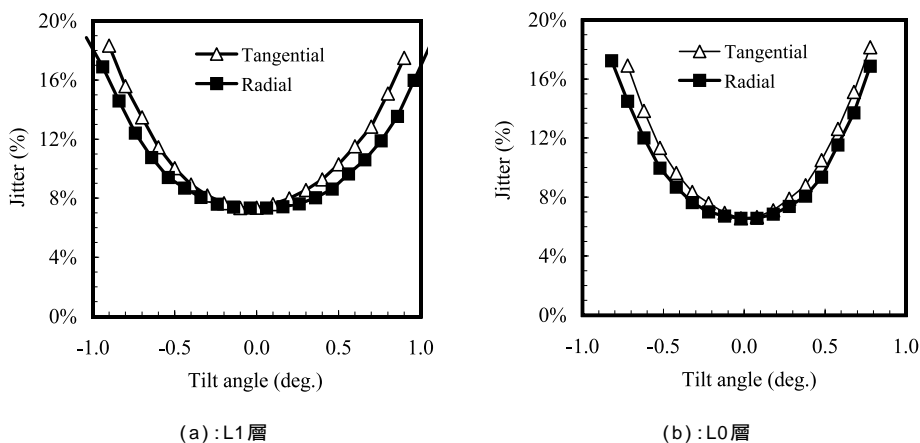


図8 再生チルトマーzin

参 考 文 献

- 1) Y.Tomita, H.Nishiwaki, S.Miyanabe, H.Kuribayashi, K.Yamamoto and F.Yokogawa:Jpn. J. Appl. Phys. 40 (2001) 1746.
- 2) Y. Wada, M. Katsumura, Y. Kojima, H. Kitahara and T. Iida : Jpn. J. Appl. Phys.40 (2001) 1653.

筆 者

山 口 政 孝 (やまぐち まさたか)

所属：研究開発本部 総合研究所
ナノプロセス研究部
入社年：1991年8月
主な経歴：書き換え型光ディスクの開発に従事

奥 村 陽 一 (おくむら よういち)

所属：研究開発本部 PDP 開発センター
入社年：1991年4月
主な経歴：光ディスクのマスタリングの研究，相変化2層ディスクの研究に携わり，現在はPDPの構造開発に従事
その他：光ディスクの知見を今後活かしていきたい

富 樫 孝 宏 (とがし たかひろ)

所属：研究開発本部 PDP 開発センター
入社年：1991年4月
主な経歴：CDピックアップ光学系評価，MDピックアップ開発，磁気テープ上の信号の光による読み出し，DVD-RWピックアップ開発，DVD-RWディスク開発，高密度2層光ディスク開発，PDP新セル構造開発
その他：PDP開発は2年目。それまでは光ディスクを開発。

工 藤 秀 雄 (くどう ひでお)

所属：研究開発本部 PDP 開発センター
入社年月：1982年4月

主な経歴：15年間RWタイプ相変化型光ディスクの研究開発に取り組んだ後，現在はPDPパネル開発に従事中。

その他：主に材料・物性関連の開発を担当

半 澤 伸 一 (はんざわ しんいち)

所属：パイオニアディスプレイプロダクツ(株)パネル生産技術部

入社年月：1985年4月

主な経歴：LD，小型ROMディスク，DVD，DVD-Rの開発後，現在PDP生産工場勤務

滝 下 俊 彦 (たきした としひこ)

所属：研究開発本部 総合研究所
ナノプロセス研究部

入社年月：1982年4月

主な経歴：OMD，CDR，LDR，DVD-R/RWの開発