

25GB DVR-RW ディスクの開発

Development of 25GB DVR-RW Disk

細田 康雄, 泉 知明, 三森 歩美

Yasuo Hosoda, Tomoaki Izumi, Ayumi Mitsumori

神野 智施, 工藤 秀雄

Satoshi Jinno, Hideo Kudo

要 旨 今回 DVR-RWの仕様に基づくカバー層厚0.1mmを有した相変化記録ディスクにおいて、青紫色レーザーを使った次世代光記録ディスクの開発を行い、最終的に、グループ記録方式を用いたGeInSbTe系相変化ディスクで、25GBの大容量記録ディスクを開発した。そして、リミットイコライザを用いることによって十分なシステムマージンを得ることができた。

また、2倍速記録の検討も行って25GBの2倍速記録ディスクを開発するに至っている。

Summary The authors have realized a rewritable optical disk of 25GB capacity using groove recording method and having a thin cover layer thickness of 0.1mm. The active layer of the phase change disk is made of Ge-In-Sb-Te materials. And using the limit equalizer optimized to the short mark, sufficient system margin was obtained.

Moreover, examination of 2X recording was also performed. The authors developed a 2X rewritable optical disk with a total capacity of 25GB.

キーワード : DVR, 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, 再生マージン, Blu-ray Disc

1. まえがき

デジタルハイビジョン時代の到来と、ハイパワー青紫色レーザーの実用化段階への移行を受けて、次世代ディスクレコーダーの開発が進められている。当社でも2000年の相変化シンポジウムおよび、PIONEER R&D 2001 Vol.11 No.2にて、ランド/グループ記録方式を用いた22.5GBの相変化記録ディスクを発表している。

筆者らは、この22.5GBを達成した記録ディス

クをベースにさらなる高密度化を目指して開発を続けた結果、フォーマット効率が高く、ROMディスクとの親和性が高く、さらに将来の記録層の2層化に有利なグループ記録方式への展開を行った。グループ記録方式は、光入射側の記録トラック(グループ)のみを用いることによって、ランド/グループ記録方式での欠点であるクロスイレズ特性にも強いという特性をもっている。

基本的なシステムとしては、波長405nmの青紫

色レーザー，高NA(0.85)レンズを持つ記録再生機と、厚さ0.1mmのカバー層を有する相変化ディスクを採用している。記録膜にはGeInSbTe系の相変化材料を用いた。

今回、短マークに最適化を行ったリミットイコライザを用いて大幅にジッタを改善して、25GBの大容量ディスクを使って大きなシステムマージンを得ることが出来たので報告する。リミットイコライザについては詳細な説明がROMディスクを用いた報告⁽¹⁾にあるが、符号間干渉を増加させることなくS/Nを向上させることができる特長を持っている。

2. ディスク構造

図1にディスクの断面構造を示す。トラックピッチ0.32 μm、溝深さ約20nmのグループ記録用ポリカーボネート成形基板の上に、Ag合金反射膜、AlNとZnS-SiO₂の2つの誘電体保護層、GeInSbTe系相変化膜記録層、ZnS-SiO₂誘電体層、AlN硬度補強層、ZnS-SiO₂誘電体層の順に各層をスパッタ法によって積層。その後、ポリカーボネートシートを紫外線硬化樹脂を接着剤に用いて貼り合わせて硬化させて厚さ0.1mmの光透過層を作製した。

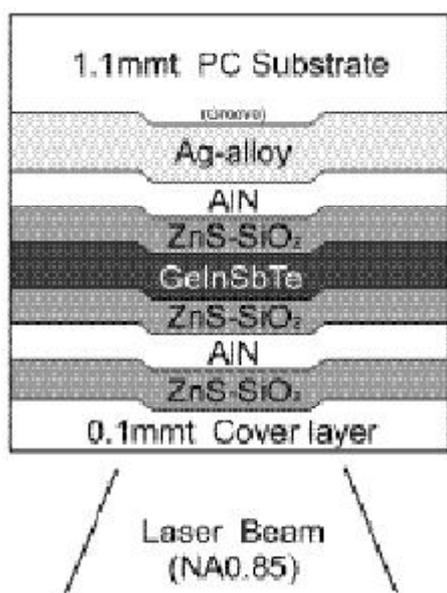


図1 ディスク構造

反射膜に隣接するAlN層は、ZnS-SiO₂層からの硫黄の拡散によってAg合金反射膜が硫化して劣化してしまうのを抑制するバリア層の役目を果たしている。また、光入射側に挟み込んだAlN層は、硬度補強層として働きオーバーライト特性の改善に効果がある。

従来記録膜層に隣接して設けられていたAlN、GeNといった中間層は、記録膜層の放熱特性を大きく変化させてしまうので記録膜の結晶化速度の調整が必要であったが、実際には記録膜層からそう遠くない位置に硬度を補強する層を設けることで十分にオーバーライト特性の改善効果を得ることができる。なお、各層厚は所望の特性が得られるように調整されている。

なお、今回、グループ記録用基板の作製に際して、従来の電子ビーム(EB)カッティング基板とRIE (reactive ion etching)処理を併用する技術⁽²⁾を用いている。

2. 評価条件

表1に記録評価条件を、図2に記録評価システム構成図を示す。記録再生には波長405nm、NA0.85のピックアップを用いて、データビット長0.1118 μm/bitの(1, 7)変調データを、線速4.92m/s、ユーザーレート36Mbpsで記録し、再生を行った。再生信号の評価は、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使って等化して、Data to Clockでジッタを測定して行った。

図3に、記録に使用している3値レベルのマルチパルスパターンを示す。マルチパルスパターンは、熱記録時の記録マークのひずみを低減するように最適化している。今回、標準速の記録では、ごく簡単な固定のマルチパルスパターンを使用していて、マーク長毎に各パルスの長さの調整は一切行わなかった。

3. 結果

まず始めに、ディスクの基本特性としてC/Nの測定結果を図4に示す。クロスライト後8T C/Nで

表1 記録評価条件

Wave length	405 nm
NA	0.85
Spot size (tangential)	0.407 μm^*
Spot size (radial)	0.403 μm^*
Disk size (ϕ)	120 mm
Cover layer thickness	0.1 mm
Track pitch	0.32 μm
Groove depth	20 nm
Linear velocity	4.92 m/s (standard velocity)
Data bit length	0.1118 μm
T_w	15.15 nsec
Equalizer	Pre Equalizer / Limit Equalizer
Signal modulation code	(1, 7) RLL

* calculated value

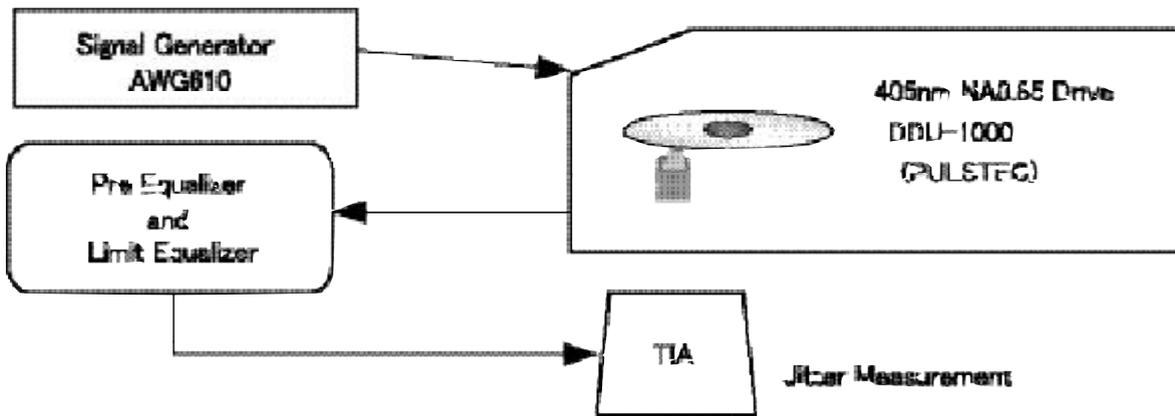


図2 記録評価システム構成

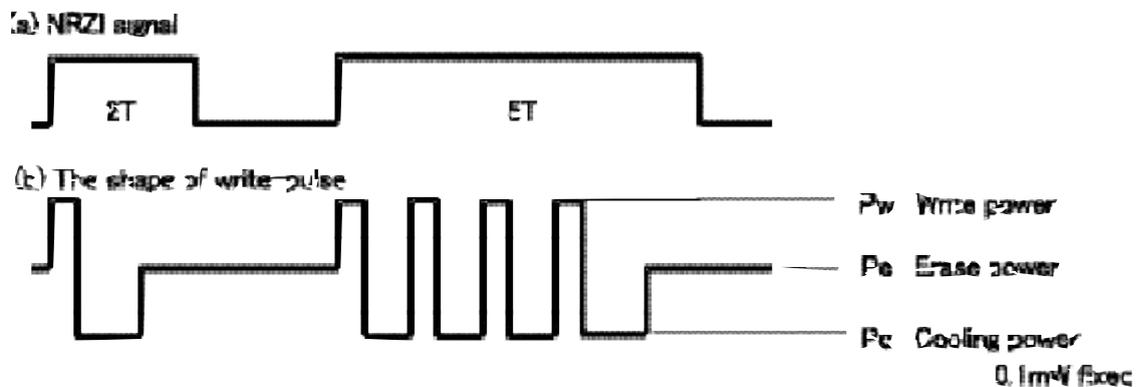


図3 記録マルチパルスパターン

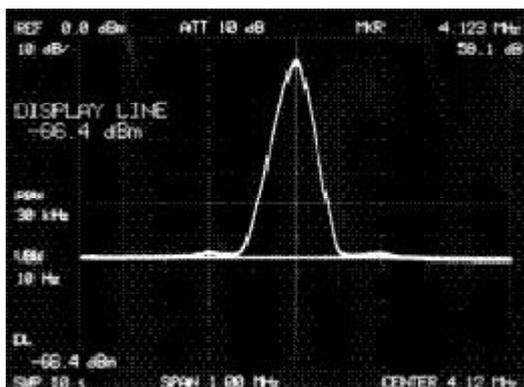
59dB 2T C/N では 45.7dB という良好な値が得られている。

次にリミットイコライザの効果を記録線密度を変えた記録結果で示す。図5 に記録線密度依存性カーブを示す。リミットイコライザを用いることによって、プリイコライザのみでイコライズ処理したジッタよりも大幅にジッタが低減出来ていて、25GB 相当の記録線密度(0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$)近傍のカーブの傾きが緩やかになっていることが分かる。具体的には、クロストーク有り100DOW+クロスライト100DOW後のジッタで、トラックピッチ0.32 μm で25GBに相当するデータビット長0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$ において、プリイコライザのみではジッタ10%、リミットイコライザではジッタ5%が得られている。

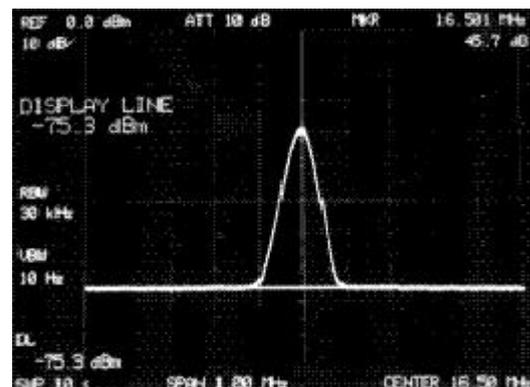
図6に(a)プリイコライザのみのとき、(b)リミットイコライザのときのイコライズ後アイパターンをそれぞれ示す。リミットイコライザによってS/N比が大幅に改善している効果を確認することができる。

図7に記録パワー($P_w/P_e/P_c$)=4.0/2.2/0.1mW 記録におけるクロストーク有りのオーバーライトサイクル依存性を示す。硬度補強層の効果で10,000回オーバーライト後まで5%の安定したジッタが得られている。

図8に再生チルトマージンを示す。仮にジッタ10%を基準にすると、リミットイコライザを用いれば、マージン幅でラジアルで1.50deg、タンジェンシャルで1.05degが得られている。実際



(a)8T マーク



(b)2T マーク

図4 C/Nの測定結果(0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$,100DOW &100CW)

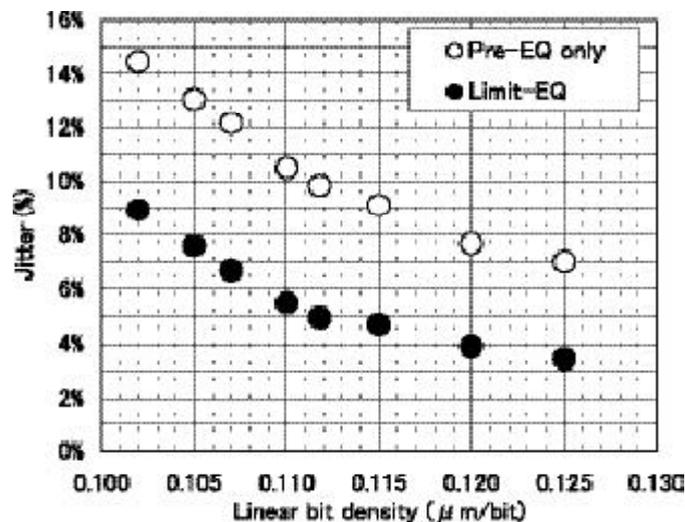
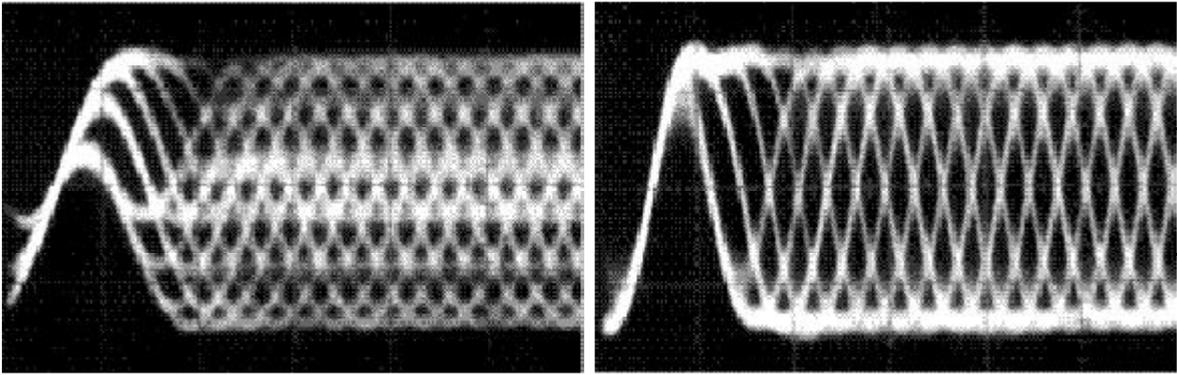


図5 記録線密度依存性 (after 100 DOW cycles and 100 crosswrite of adjacent tracks)



(a) プリイコライザのみ使用時

(b) リミットイコライザ使用時

図6 イコライズ後アイパターン (0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$, 100DOW & 100CW)

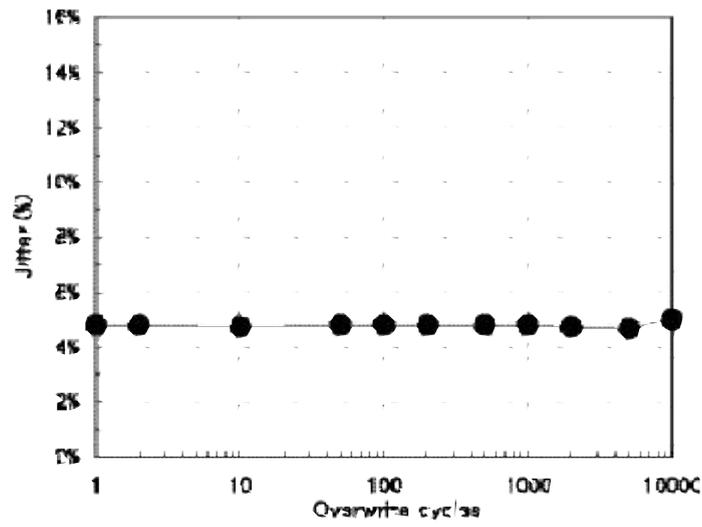


図7 オーバーライト特性 (0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$, クロストーク有)

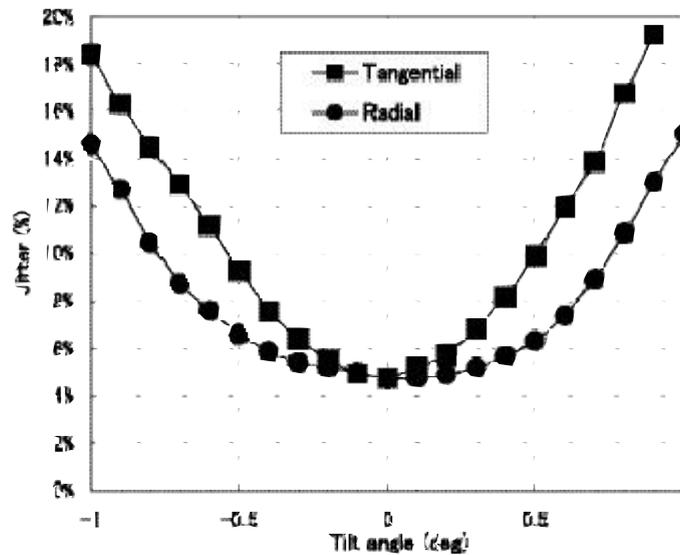


図8 再生チルトマージン (0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$)

のドライブではさらに信号処理にビタビ複合を併用する形になるので、タンジェンシャル方向のチルトマーヅンを中心にさらにマーヅンが拡大することが見込まれる。

図9 に記録パワーマーヅンを示す。クロスライト後の条件で十分に広いパワーマーヅンが得られ

ている。参考のために、図10 にクロスライト後に両隣接トラックを消去したときのジッタを示す。高パワー側のクロスライトの劣化において、クロストーク成分が無視出来ない量を占めていることが分かる。

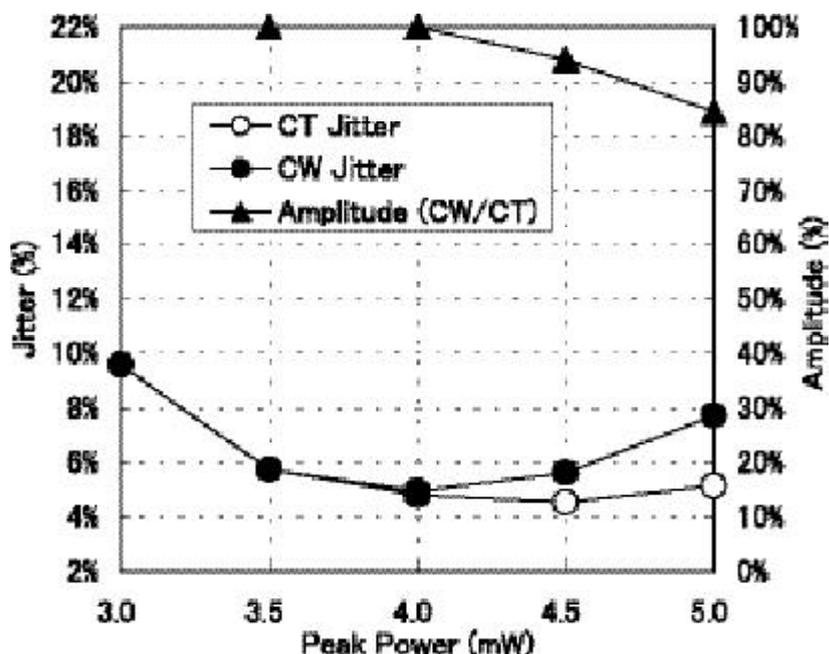


図9 記録パワー依存特性(0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$, 100DOW & 100CW)

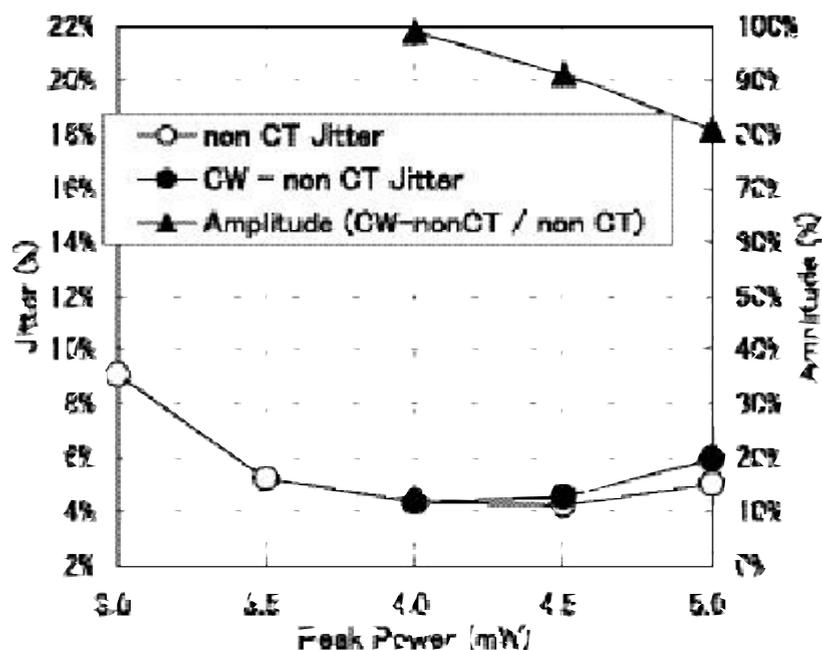


図10 クロストーク無し記録パワー依存特性とクロスライト後両サイドを消去した時の特性 (0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$)

4. 2倍速記録の検討

筆者らはさらに次世代を見据え、2倍速記録ディスクの開発も行っている。ユーザーレートは72Mbpsになり、デジタルハイビジョンストリーミングの追っかけ再生も可能になる記録レートである。評価系の都合で、再生時には1倍速の36Mbpsとなっている。線速は記録時9.84m/s、再生時4.92m/sである。

現状ディスク評価システムの応答性能的に厳しい面もあり、1倍速記録ディスクに比べてボトムジッタで約1%悪くなっているが、それでも25GB相当密度でクロスライト後約6%のジッタが得ら

れている。図11にそのリミットイコライズ後の記録波形を示す。十分に開いたアイパターンが得られていることが分かる。

図12に2倍速記録ディスクの再生チルトマージンを示す。10%スライスで1倍速記録ディスクとほぼ同程度のチルトマージンが得られていることが分かる。

図13に2倍速25GB記録ディスクのパワーマージンカーブを示す。十分実用的なパワーマージンを示している。

図14に2倍速記録ディスクの記録線密度依存性を示す。

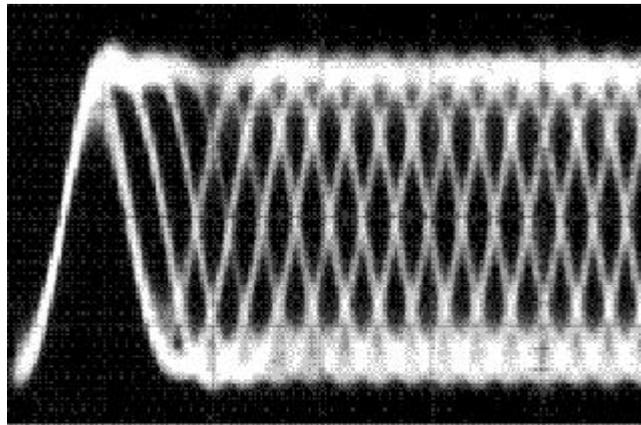


図11 リミットイコライズ後アイパターン (72Mbps記録),
(0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$, 100DOW & 100CW)

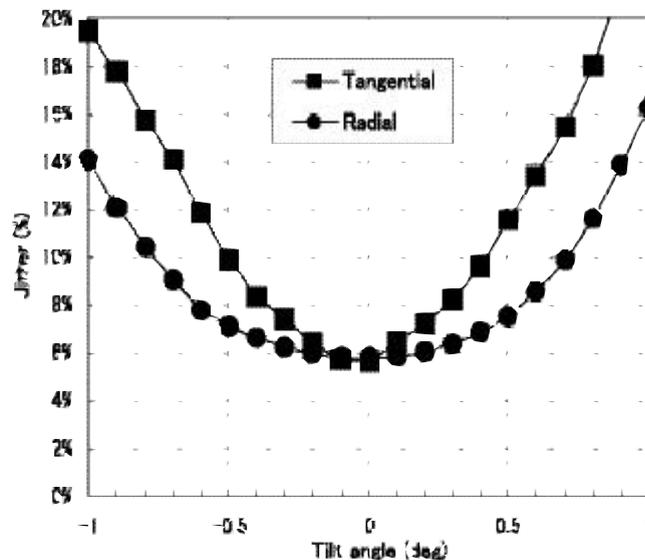


図12 再生チルトマージン(72Mbps記録) (0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$)

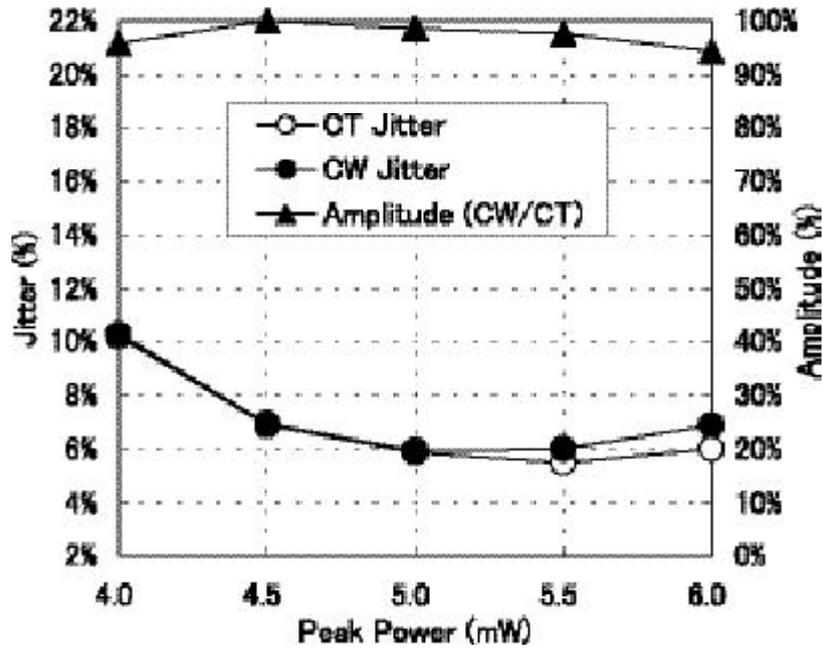


図13 記録パワー依存特性(72Mbps記録),
(0.1118 $\mu\text{m}/\text{bit}$, 100DOW &100CW)

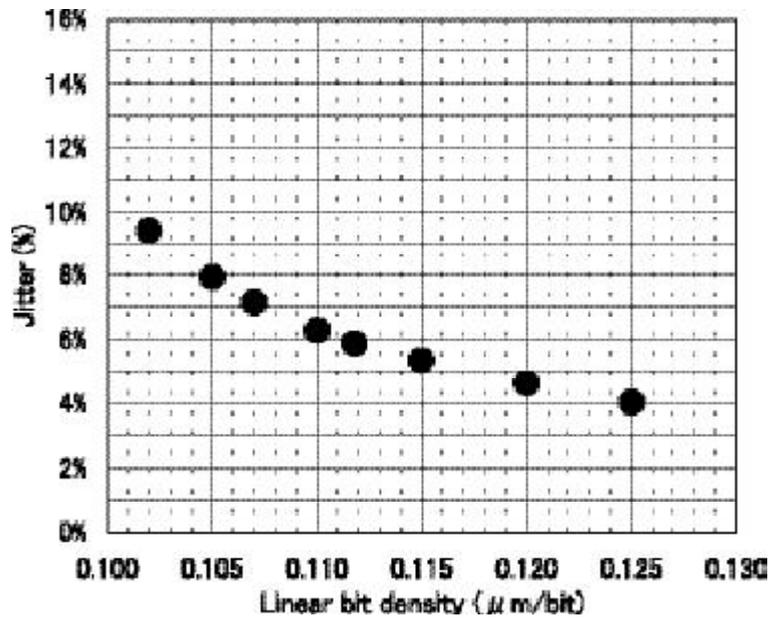


図14 記録線密度依存性(72Mbps記録),
(after 100 DOW cycles and 100 crosswrite of adjacent tracks)

5. まとめ

今回、グルーブ記録方式を用いたカバー層厚0.1mmのGeInSbTe系相変化ディスクで、25GBの大容量記録ディスクを開発した。そして、短マークに最適化されたリミットイコライザを用いることによって十分なシステムマージンを得ることができた。

また、2倍速記録の検討も行い、2倍速記録のシステムについても25GBで成立できることを確認した。よって筆者らは、片面1層の総容量25GBの記録ディスクシステムが十分に成立するという確信を得るに至った。

そしてまた、リミットイコライザのような短マークに有利な信号処理が、今回のような高密度記録ディスクレコーダーにおいては不可欠であるという考えを強くした。

現在筆者らは、2層記録や1回だけ書き込めるライトワンディスクの開発を並行して行っている。

なお、今回開発した記録ディスクは2002年2月に発表された、"Blu-ray Disc"の仕様にも対応可能である。

6. 謝辞

本検討を進めるにあたり協力をいただいた光技術センターの関係各位に感謝します。

参考文献

- [1] S.Miyanabe et al. : Jpn.J.Appl.phys.Vol.38 p.1715-1719 (1999)
- [2] M.Katsumata et al. : High Density Groove Mastering Using an Electron Beam and a Plasma Etching, ISOM2001 Th-G-02

筆者

細田 康雄(ほそだ やすお)

a: 研究開発本部総合研究所開発統括部ディスクシステム開発グループ

b: 1993年4月

c: フルカラープリンタ開発に携わった後大容量相変化光ディスクの開発に従事。

泉 知明(いずみ ともあき)

a: HECディスプレイ事業統括部技術統括部

b: 2001年4月

c: 大容量相変化光ディスクの開発を経て現在PDPパネル開発に従事。

三森 歩美(みつもり あゆみ)

a: 研究開発本部総合研究所開発統括部ディスクシステム開発グループ

b: 1992年4月

c: CD, DVDなどの光ディスクの開発・製品化に携わった後相変化光ディスクの開発に従事。

神野 智施(じんの さとし)

a: 研究開発本部PDP開発センター

b: 1990年4月

c: 書き換え型光ディスクの開発の担当を経て現在PDPパネル開発に従事。

工藤 秀雄(くどう ひでお)

a: 研究開発本部PDP開発センター

b: 1982年

c: 1984年より光ディスクの研究開発を担当DVD-RWの開発 青紫色LDを用いた相変化光ディスクの開発を経て 現在PDPパネル開発に従事。