

リミット・イコライザを用いた高密度相変化光ディスクの開発

High-Density Phase-Change Optical Disk using Limit Equalizer

細田 康雄, 三森 歩美, 神野 智施

Yasuo Hosoda, Ayumi Mitsumori, Satoshi Jinno

光畑 孝典, 工藤 秀雄

Takanori Mitsuhata, Hideo Kudo

要旨 今回、共晶系のGeInSbTe系材料を用いて、厚さ0.1mmのカバー層を持つ、容量22.5GBの相変化記録ディスクを開発し、当社が開発したリミット・イコライザを用いて、高密度記録の実現を検討したので報告する。

リミット・イコライザを用いることにより、通常のイコライザに比べて大幅なジッタ改善が得られ、高密度化や再生マージン拡大に有効であることが確認できた。

Summary The authors have realized a rewritable optical disk of 22.5GB capacity having a thin cover layer of 0.1mm thickness. The active layer of the phase-change disk is made from the eutectic family of Ge-In-Sb-Te materials.

The limit equalizer improved the playback system margin for a high-density phase-change optical disk.

キーワード : リミットイコライザ, 高密度相変化ディスク, ジッタ, 再生マージン

1. まえがき

現在、NTSC放送が2時間以上録画可能な光ディスクレコーダーが商品化されている。その一方で、日本では既にBSデジタルハイビジョンTVの本放送が始まっている。全世界的にも同様なデジタル放送化の傾向があり、今後はHDTVが2時間以上録画可能な、大容量のストレージメディアが要望されている。

その実現に向けて、筆者らは、波長405nmの青色レーザー、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ディスク仕様を採用した。記録膜には、DVD-RWディスクで用いられている共晶系相変化材料を用いて、ラン

ド/グループ記録方式での22.5GBの大容量書換型光ディスクの開発を行なった。

今回、当社が開発し、ROMディスクを用いて報告してきたリミット・イコライザを用いることで、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・イコライザは、符号間干渉を増加させることなく、S/N比を向上させることが出来る特長を持っている⁽¹⁾。

2. ディスク構造

図1にディスクの断面構造を示す。今回ディスクの記録膜として、GeInSbTe系共晶系相変化材料

を用いている。トラックピッチ $0.3\ \mu\text{m}$ (L/G), 溝深さ 43nm のランド/グループ記録用基板の上に, Ag合金反射膜, AlNと ZnS-SiO_2 の2つの誘電体保護層, GeInSbTe系相変化膜記録層, Interface層, ZnS-SiO_2 誘電体保護層, の順に各層をスパッタ法によって積層した。その後, 紫外線硬化樹脂をスピコート法で 0.1mm の厚さに塗布して硬化させて光透過層を作製した。

反射膜側に2種類の誘電体を積層しているのは, 温度上昇と放熱の制御を効率良く行うためであり, クロスイレイズ特性の改善に寄与している。Interface層は, オーバーライト特性の改善のために設けた層である。各層膜厚は, 所望の特性が得られるように調整されている。

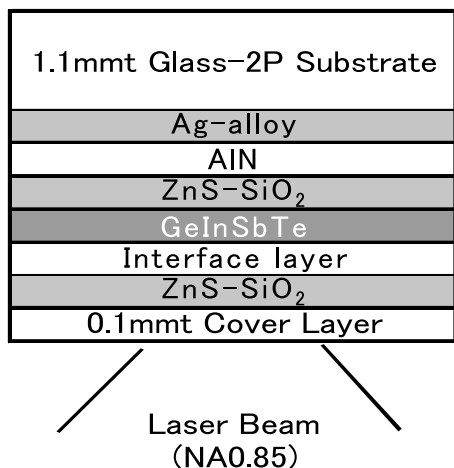


図1 ディスク構造

3. 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 $0.130\ \mu\text{m/bit}$ の(1,7)変調データを, 線速 5.7m/s , ユーザーレート 35Mbps での記録再生を行った。ジッタの評価は, 従来型(Conventional)イコライザーと, リミット・イコライザの双方で等化し, それぞれData to Clockで測定した。

図3に今回記録に使用した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歪みを低減するように最適化している。今回の記録マルチパルスパターンは, 3値レベルの簡単な固定パターンを使用している。マーク長毎に各パルスの長さの調整は一切行っていない。

表1 記録評価条件

Wave length	405 nm
NA	0.85
Spot size (tangential)	$0.406\ \mu\text{m}^*$
Spot size (radial)	$0.408\ \mu\text{m}^*$
Disk size (ϕ)	120 mm
Cover layer thickness	0.1mmt
Track pitch	$0.3\ \mu\text{m}$ (L/G)
Groove depth	43nm
Linear velocity	5.7 m/s
Data bit length	$0.130\ \mu\text{m}$
Tw	15,15 nsec
Equalizer	Conventional / Limit-EQ
Signal modulation code	(1, 7) RLL

* calculated value

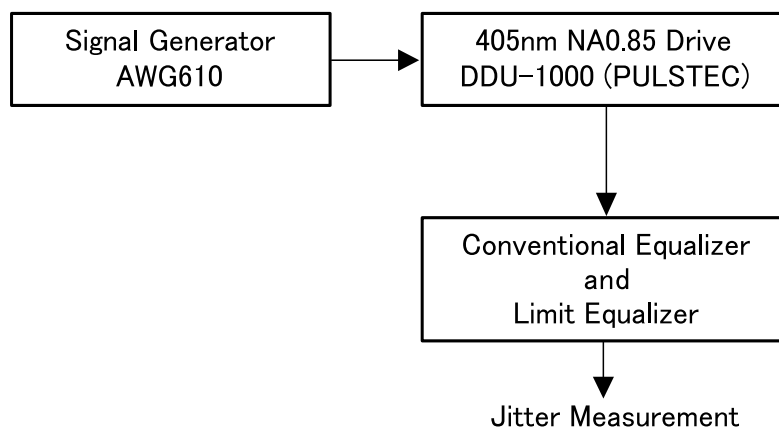


図2 記録評価システム構成

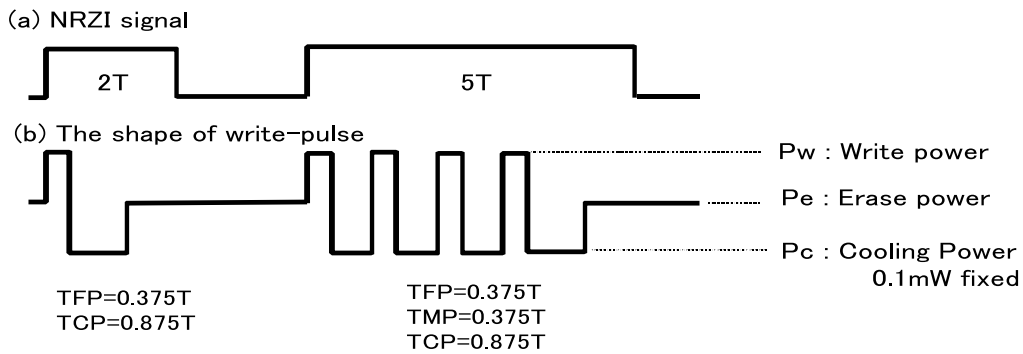


図3 記録マルチパルスパターン

4. 結果

図4に記録パワー($P_w/P_e/P_c=4.5/2.5/0.1\text{mW}$)記録におけるオーバーライトサイクル依存性を示す。ランド、グループ共に、1000回オーバーライト後まで8%以下、リミット・イコライザ使用で6%以下の安定したジッタが得られている(ここではグループを、従来のディスクと同様に光入射側の記録トラックを指すものとして定義している)。

図5(a)に100回オーバーライト後の従来型イコライザでイコライズ後のアイパターン、図5(b)に100回オーバーライト後のリミット・イコライザでイコライズ後のアイパターンをそれぞれ示す。ランド、グループ共に、良好なアイパターンが得られていることと、リミット・イコライザによってS/N比が改善する効果を確認することが出来る。

図6には同じ記録パワー($P_w/P_e/P_c=4.5/2.5/$

0.1mW)のクロスライトサイクル依存性を示す。ランド/グループ記録では、反射膜形状による放熱特性や収束光の強度分布の違いなどにより、クロスライト特性がランドとグループで異なっている。特にグループに対するクロスイレーズが厳しい条件になるが、今回のディスクでは、クロスイレーズ対策を施すことによって、ランド、グループ共に、隣接トラック1000回オーバーライト後までリミット・イコライザ使用で6.5%以下の安定したジッタが得られている。

4.1 再生チルトマージン

図7に再生チルトマージンを示す。(a),(b)にラジアルチルトマージン、(c),(d)にダンジェンシャルチルトマージンを示す。ジッタ12%を基準にすると、従来型イコライザでは、グループが、ラジアルで $\pm 0.65\text{deg}$ 、タンジェンシャルで $\pm 0.55\text{deg}$ 、ランド

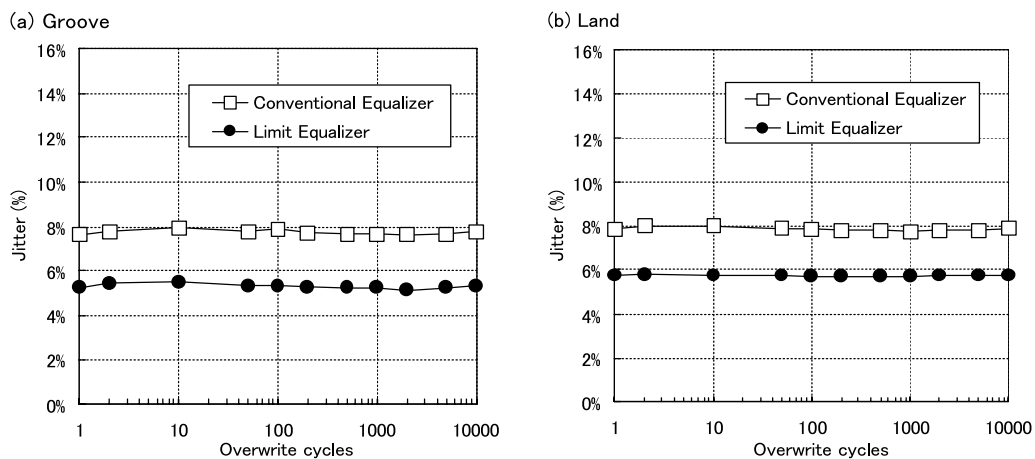
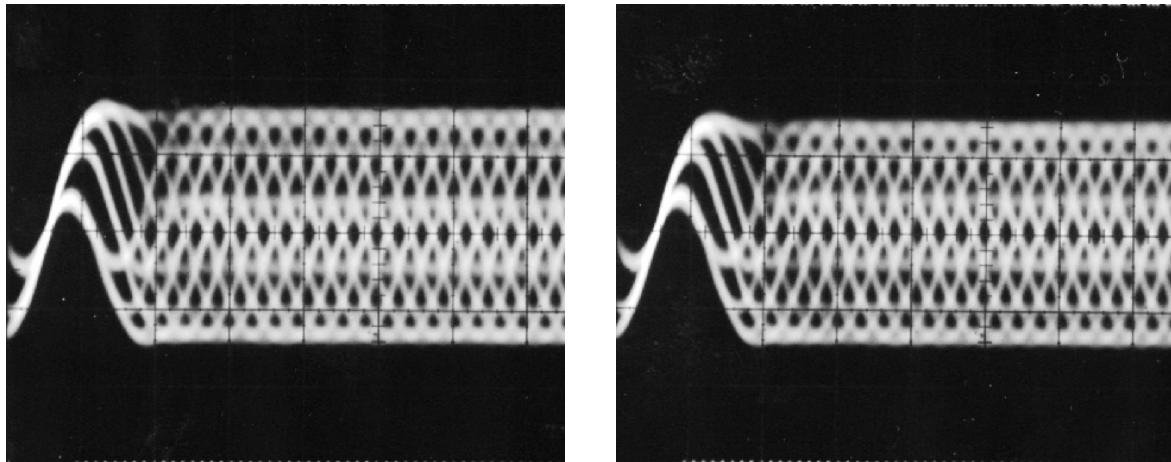


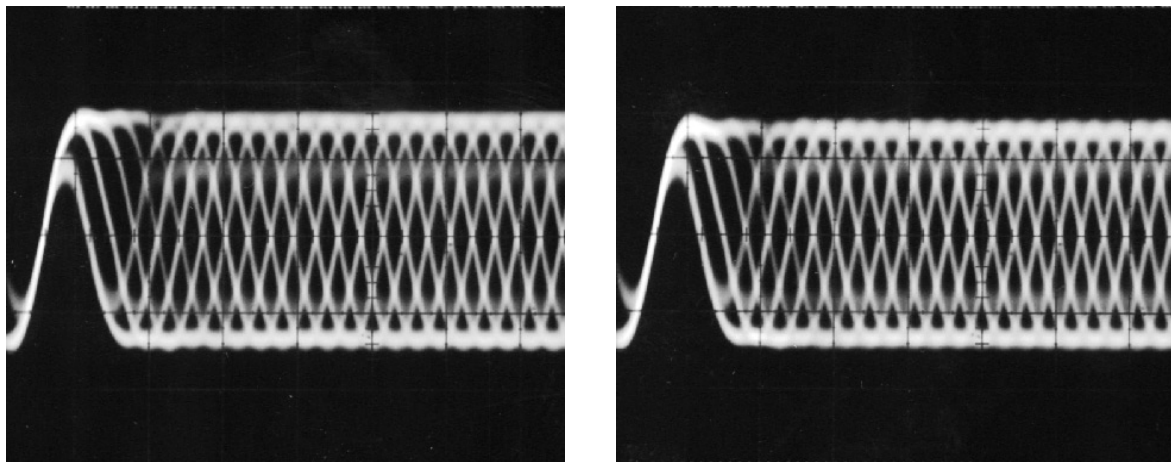
図4 オーバーライト特性



Groove

(a) conventional equalizer.

Land



Groove

(b) limit equalizer.

Land

図5 イコライズ後アイパターン(0.130 μ m/bit , 100DOW cycles)

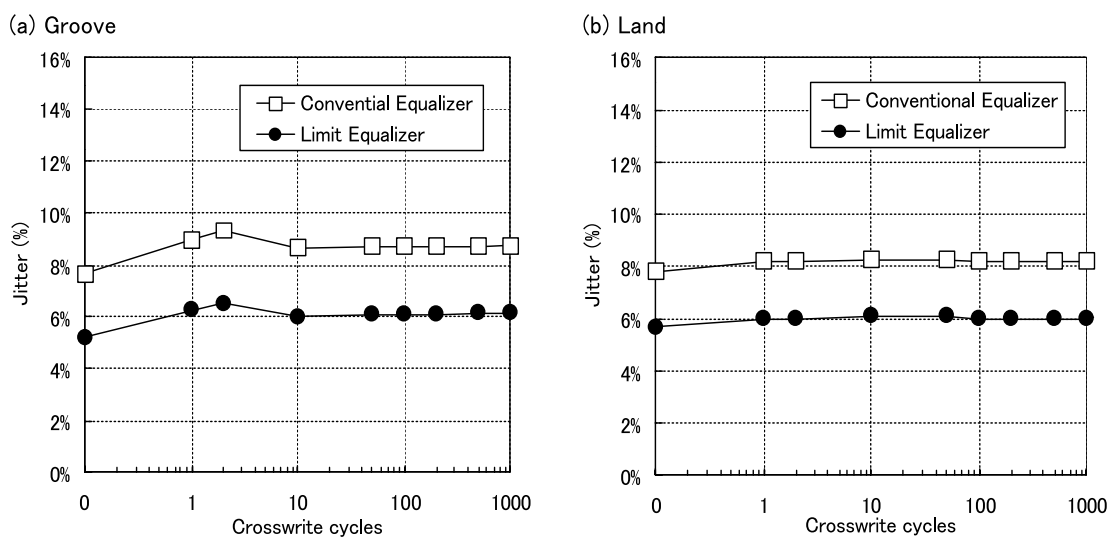


図6 クロスライト特性

はラジアルで $\pm 0.75\text{deg}$, タンジェンシャルで $\pm 0.55\text{deg}$ であるのに対して, リミット・イコライザを用いた場合には, グループがラジアルで $\pm 0.85\text{deg}$, タンジェンシャルで $\pm 0.65\text{deg}$, ランドはラジアルで $\pm 0.90\text{deg}$, タンジェンシャルで $\pm 0.65\text{deg}$ にマージンが拡大することが分かる。

また, リミット・イコライザ同様ROMで既報告⁽²⁾のタンジェンシャル・イコライザを併用することに

よって, タンジェンシャルチルトマージンをラジアルチルトマージンと同程度のグループ $\pm 0.95\text{deg}$, ランド $\pm 0.85\text{deg}$ まで拡大することが出来る。

4.2 さらに高密度化

図8に記録線密度依存性を示す。従来型イコライザでは, これ以上の高密度化は厳しい状況であることが分かる。しかし, リミット・イコライザを用いることで, データビット長 $0.115 \mu\text{m/bit}$

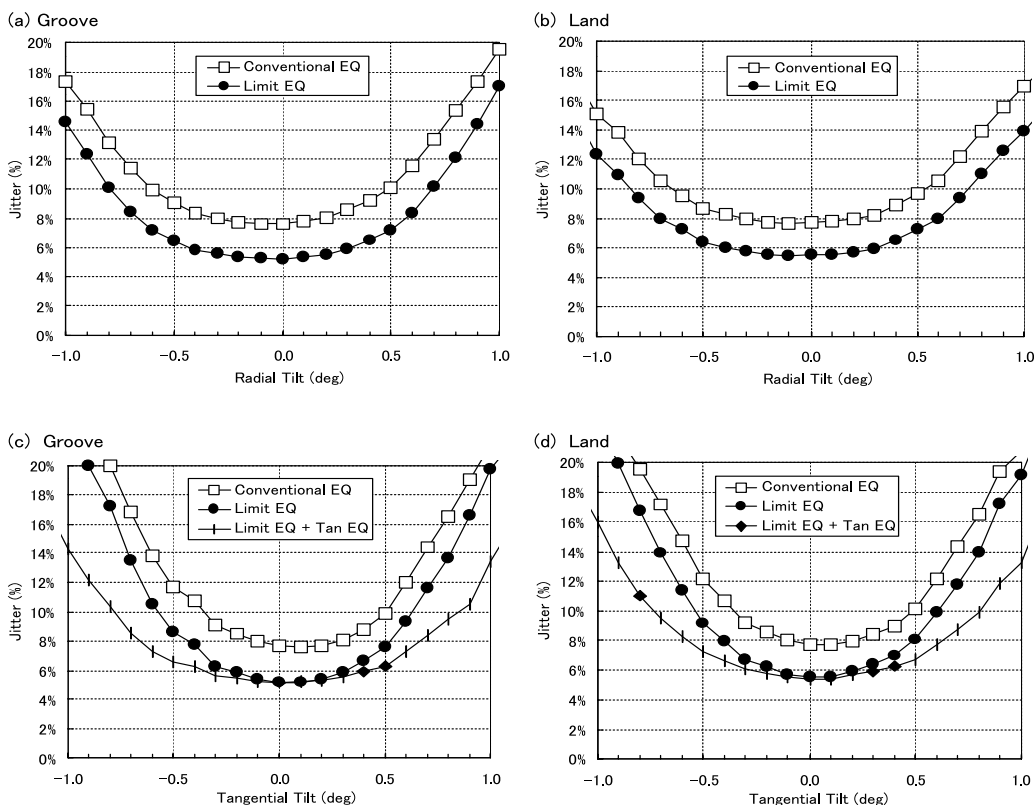


図7 再生チルトマージン (After 100 DOW cycles)

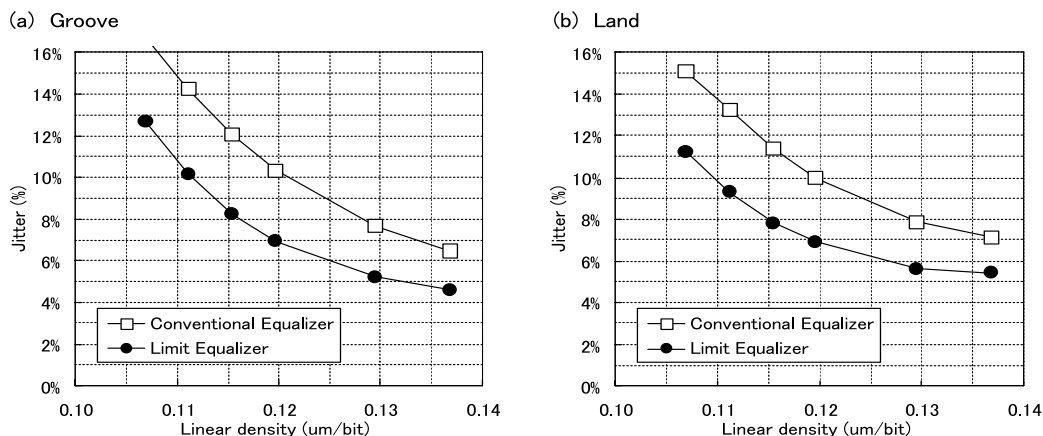


図8 記録線密度依存性 (After 100 DOW cycles)

でジッタ約8%が得られている。

図9にデータビット長 $0.115 \mu\text{m/bit}$ での100回オーバーライト後の、(a)従来型イコライザでイコライズ後のアイパターン、(b)リミット・イコライザでイコライズ後のアイパターンをそれぞれ示す。この線密度でもリミット・イコライザを用いると良好なアイパターンが得られている。このように、リミット・イコライザを用いることで記録密度をさらに高密度に出来る可能性がある。

5. まとめ

今回、カバー層厚 0.1mm を有したGeInSbTe系相変化ディスクで22.5GB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で、従来のイコライザに比べて大幅なジッタ改善とシステムマージンの拡大が得られた。

ROMディスクでの報告⁽³⁾と同様に、書換型光ディスクに対しても、リミット・イコライザが高密度化やシステムマージン拡大に有効であることが確認できた。

今後、十分に広いシステムマージンを確保したレコーダシステムの実現のためには、リミット・イコライザのような信号処理が不可欠であると考えられる。

現在、筆者らのグループでは、さらなる高密度化を目指して、クロスライトとフォーマット効

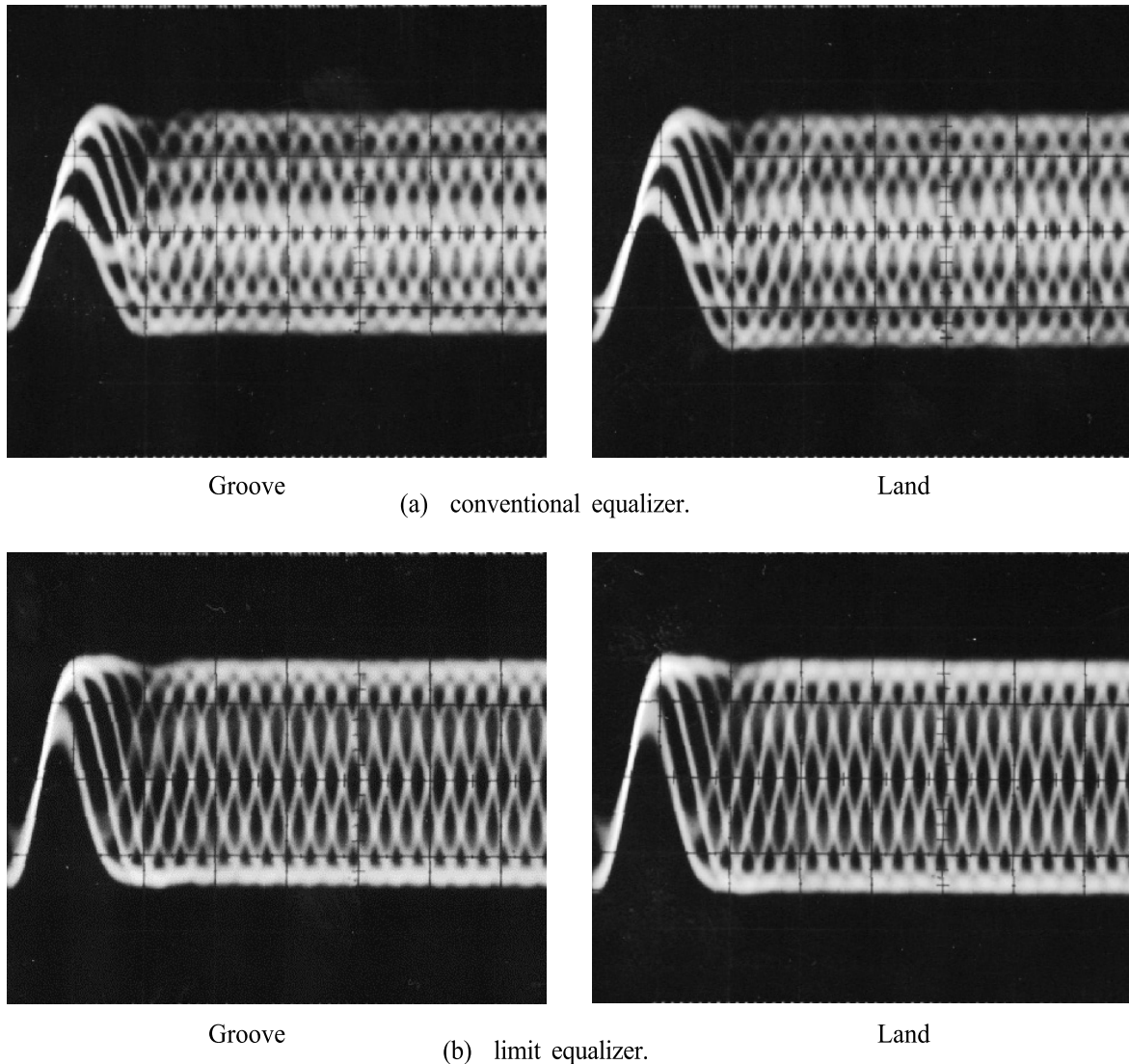


図9 イコライズ後アイパターン($0.115 \mu\text{m/bit}$, 100DOW cycles)

率 ,および将来の2層ディスクへの展開に有利なグループ記録方式での相変化記録ディスクの開発を進めている。

6. 謝辞

本検討を進めるにあたり ,協力いただいた ,ディスクシステム開発グループおよび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.38pp.1715-1719 (1999)
- (2) F.Yokogawa et al. : Jpn.J.Appl.phys.Vol.39pp.819-823 (2000)
- (3) H.Nishiwaki et al. : 25GB Read-Only Disk System using the Two-dimensional Equalizer, ISOM2000 Fr-M-03

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。

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・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.1990年4月
- c.書き換え型光ディスクの開発に従事。

光 畑 孝 典(みつはた たかのり)

- 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.1991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。

工 藤 秀 雄(くどう ひでお)

- 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.1982年4月
- c.1984年より光ディスクの研究開発を担当 ,DVD-RWの開発を経て ,現在 ,総合研究所にて青紫色LDを用いた相変化光ディスクの開発に従事。