



Title	相変化光ディスクシステムの物理アドレス方式と高密度・高速・高信頼データ記録再生技術に関する研究
Author(s)	古宮, 成
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/24947
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	ふる古宮 成
博士の専攻分野の名称	博 士 (工学)
学 位 記 番 号	第 2 6 2 0 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 25 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学 位 論 文 名	相変化光ディスクシステムの物理アドレス方式と高密度・高速・高信頼 データ記録再生技術に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 藤原 康文 (副査) 教 授 掛下 知行 教 授 山下 弘巳 特任教授 山本 和久

論 文 内 容 の 要 旨

光ディスクシステムは、メディアの可換性を特徴とし、非接触再生で高い信頼性を有する。これまでに再生専用型の CD、追記型の CD-R、書き換え型の CD-RW 等が実用化されたが、デジタル動画データを記録再生するには、記憶容量やデータ転送速度で課題があった。本論文は、より高効率かつ高精度に情報記憶することができる光ディスクのメディア形態、ドライブ方式を具現化することを目的とし、相変化材料を用いた光ディスクの物理アドレス方式、及び、高密度・高速・高信頼なデータ記録再生技術に関する研究成果を纏めたものである。本論文は以下に示す 7 章からなる。

第 1 章 序論： 本研究の背景および目的と意義を述べた。

第 2 章 メディアサンプルと光ディスク評価装置の開発： 相変化光ディスクシステムの記録再生原理と全体構成を述べた。次いで、相変化光ディスクのサンプルの作製方法を明らかにし、メディアの特性評価と記録再生方式の開発を行うための光ディスク評価装置を開発した。

第 3 章 相変化光ディスクの物理アドレス方式の開発： 相変化材料 Ge-Sb-Te と波長 650nm 赤色レーザを用いた高信頼書き換え型光ディスクの実現を目指し、ランド&グルーブの信号トラックに好適な、CAPA (Complementary Allocated Pit Address) 方式を提案し、DVD-RAM を実現した。また、波長 405nm 青色レーザを用いた多層書き換え型次世代光ディスクの実現を目指し、連続グルーブの信号トラックに好適な、鋸波形状をした STW (Saw Tooth Wobble) と局所位相変調による MSK (Minimum Shift Keying) を併用したウォブリアドレス方式を提案し、BD-R、BD-RE を実現した。

第 4 章 高密度データ記録再生技術の開発： 高密度記録で発生するマーク間の熱干渉を主因とするエッジシフトの課題に対して、ボタン適応型記録補償方式を提案した。波長 650nm、NA=0.60 の光学系と、トラックピッチ 0.615 μ m のランド&グルーブディスクを用いた DVD-RAM システムで 4.7GB/面 の高密度記録を達成した。また、拡張したボタン適応型記録補償方式により、波長 405nm、NA=0.85 の光学系と、トラックピッチ 0.32 μ m のグルーブディスクを用いた 3 層 BD-RE システムで 33.4GB/層 の超高密度記録を達成した。

第 5 章 高速データ記録再生技術の開発： 相変化材料 Te-O-Pd を用いた追記型光ディスクの高速化検討を行った。L-Shape ライトストラテジを提案し、シミュレーションと実験により、2 層 BD-R の 4～10 倍速の記録条件を明確化した。

第 6 章 高信頼データ記録再生技術の開発： 市場における様々な劣化要因の影響下でも性能マージンを有する高信頼の光ディスクドライブ方式を開発した。記録補償条件を自動最適化するジッタ最小法を提案し、特性のばらつくメディアとドライブの互換性を確保した。また、光ディスク表面に付着する指紋に対して、エンベ加算による 2 値化再生方式とウォブル検出による Running-OPC 記録方式を提案し、その影響を低減した。更に、相変化光ディスクの再生信号に好適化した PRML (Partial Response Maximum Likelihood) 方式を提案し、再生ストレスに対するマージンを拡大した。

第 7 章 結論： 本研究の総括を行い、今後の展望について述べた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

光ディスクシステムは、メディアの可換性を特徴とし、非接触再生で高い信頼性を有する。これまでに再生専用型の CD、追記型の CD-R、書き換え型の CD-RW 等は既に実用化されているが、デジタル動画データを記録再生するには、記憶容量やデータ転送速度において課題があった。本論文は、より高効率かつ高精度に情報記憶することができる光ディスクのメディア形態、ドライブ方式を具現化することを目的とし、相変化材料を用いた光ディスクの物理アドレス方式、及び、高密度・高速・高信頼なデータ記録再生技術に関する研究成果を纏めたものであり、以下の知見を得ている。

- (1) 相変化材料 Ge-Sb-Te と波長 650nm 赤色レーザを用いた高信頼書き換え型光ディスクの実現を目指し、ランド&グルーブの信号トラックに好適な、CAPA (Complementary Allocated Pit Address) 方式を提案し、DVD-RAM を実現している。また、波長 405nm 青色レーザを用いた多層書き換え型次世代光ディスクの実現を目指し、連続グルーブの信号トラックに好適な、鋸波形状をした STW (Saw Tooth Wobble) と局所位相変調による MSK (Minimum Shift Keying) を併用したウォブリアドレス方式を提案し、BD-R、BD-RE を実現している。
- (2) 高密度記録で発生するマーク間の熱干渉を主因とするエッジシフトの課題に対して、ボタン適応型記録補償方式を提案している。波長 650nm、NA=0.60 の光学系と、トラックピッチ 0.615 μ m のランド&グルーブディスクを用いた DVD-RAM システムで 4.7GB/面 の高密度記録を達成している。また、拡張したボタン適応型記録補償方式により、波長 405nm、NA=0.85 の光学系と、トラックピッチ 0.32 μ m のグルーブディスクを用いた 3 層 BD-R、3 層 BD-RE システムで 33.4GB/層 の超高密度記録を達成している。
- (3) 相変化材料 Te-O-Pd を用いた追記型光ディスクの高速化を検討している。L-Shape ライトストラテジを提案し、シミュレーションと実験により、2 層 BD-R の 4～10 倍速の記録条件を明確化している。
- (4) 市場における様々な劣化要因の影響下でも性能マージンを有する高信頼の光ディスクドライブ方式を開発している。記録補償条件を自動最適化するジッタ最小法を提案し、特性のばらつくメディアとドライブの互換性を確保している。また、光ディスク表面に付着する指紋に対して、エンベ加算による 2 値化再生方式とウォブル検出による Running-OPC 記録方式を提案し、その影響を低減している。更に、相変化光ディスクの再生信号に好適化した PRML (Partial Response Maximum Likelihood) 方式を提案し、再生ストレスに対するマージンを拡大している。

以上のように、本論文は相変化材料を用いた光ディスクシステムが抱える問題点を、物理アドレス方式、及び、高密度・高速・高信頼なデータ記録再生技術の新たな提案により解決するとともに、実デバイスの性能向上に成功する等、新しい知見を与えていることから、材料工学分野に寄与するところが多い。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。