

博 士 論 文

光熱磁気記録における
高密度記録再生制御システムの開発
(要 約)

平成 31 年 1 月

藤 寛

目 次

| | |
|--|----|
| 第1章 序論 | 1 |
| 1.1 はじめに | 1 |
| 1.2 研究の背景..... | 1 |
| 1.2.1 産業上の位置づけ（光ディスク装置の特長と、タイプ・用途の分類） | 1 |
| 1.2.2 開発の歴史（光記録が実用化に至る経緯） | 2 |
| 1.2.3 高密度化の取り組み（記録密度の推移と本論文の研究カテゴリー） | 3 |
| 1.3 光(熱)磁気記録の原理..... | 4 |
| 1.3.1 光(熱)磁気記録 | 4 |
| 1.3.2 磁気光学再生..... | 5 |
| 1.4 光(熱)磁気ディスク装置の要素技術..... | 6 |
| 1.4.1 光(熱)磁気ディスク装置の構成..... | 6 |
| 1.4.2 レーザスポット制御..... | 7 |
| 1.4.2 (a) フォーカシング制御 | 7 |
| 1.4.2 (b) トラッキング制御..... | 8 |
| 1.4.3 記録方式..... | 9 |
| 1.4.3 (a) 光変調記録..... | 9 |
| 1.4.3 (b) 磁界変調記録..... | 10 |
| 1.5 高密度記録技術 | 10 |
| 1.5.1 回折限界と記録密度の上限..... | 10 |
| 1.5.2 マルチパルス記録 | 11 |
| 1.5.3 磁氣的超解像再生 | 12 |

| | |
|---|----|
| 第 2 章 本研究の目的および構成 | 36 |
| 2.1 本研究の目的 | 36 |
| 2.2 本論文の構成 | 37 |
| 第 3 章 実験装置概要、回路の製作と測定方法 | 40 |
| 3.1 実験装置概要 | 40 |
| 3.2 記録再生系の回路の製作 | 40 |
| 3.3 測定方法 | 42 |
| 第 4 章 マルチパルス記録におけるレーザーパワーの最適化 | 49 |
| 4.1 従来のレーザーパワーの最適化方法 | 49 |
| 4.2 課題と目的 | 51 |
| 4.3 バイアス部分と楕歯部分のパワー変数の最適化方法 | 52 |
| 4.4 実験結果 | 54 |
| 4.4.1 バイアス部分のパワー P_b および楕歯部分のパワー P_c の最適化 | 54 |
| 4.4.2 アイパターンの評価 | 55 |
| 4.4.3 異なる熱特性を持つディスクへの適用 | 55 |
| 4.5 考察 | 56 |
| 4.5.1 判定基準 (c) における中和条件 | 56 |
| 4.5.2 テストライトプロセスの短縮 | 56 |
| 4.6 結論 | 57 |
| 第 5 章 磁氣的超解像ディスクにおける開口サイズの維持 | 74 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.1 | 磁氣的超解像再生における開口の変化..... | 74 |
| 5.2 | 課題と目的..... | 74 |
| 5.3 | 開口サイズの制御方法..... | 75 |
| 5.4 | 実験結果..... | 76 |
| 5.4.1 | 再生特性..... | 76 |
| 5.4.2 | マークパターンの最適化..... | 77 |
| 5.4.3 | ディスクチルトに対する再生パワー制御..... | 79 |
| 5.5 | 考察..... | 82 |
| 5.6 | 結論..... | 83 |
| | | |
| 第6章 | 高密度トラックにおけるクロスライトの低減..... | 101 |
| 6.1 | トラックの高密度化とクロスライト..... | 101 |
| 6.2 | 課題と目的..... | 101 |
| 6.3 | トラック間クロスライトの計測と最適な記録パワーの決定方法..... | 102 |
| 6.4 | 実験結果..... | 104 |
| 6.4.1 | 実験条件..... | 104 |
| 6.4.2 | 再生信号振幅とビットエラーレート..... | 105 |
| 6.4.3 | 再生パワー依存性..... | 106 |
| 6.4.4 | ディスクチルト発生に対する検証..... | 107 |
| 6.5 | 考察..... | 107 |
| 6.5.1 | 両隣接グループを消去した場合と反転パターンを記録した場合の信号振幅差..... | 107 |
| 6.5.2 | グループにおける再生信号振幅の変化について..... | 108 |
| 6.5.3 | 記録パワーの増加に伴うマーク端のシフトについて..... | 108 |

| | |
|---|------------|
| 6.6 結論..... | 109 |
| 第7章 ランド/グループ記録ディスクにおけるクロックの生成..... | 124 |
| 7.1 ランド/グループ記録の背景..... | 124 |
| 7.2 課題と目的..... | 125 |
| 7.3 クロックマークの形成とクロックの生成方法..... | 125 |
| 7.4 実験結果..... | 126 |
| 7.4.1 クロックマーク信号の計算機シミュレーションと測定波形..... | 126 |
| 7.4.2 従来クロックとの比較（ビットエラーレート）..... | 127 |
| 7.4.3 再生パワーマージン..... | 128 |
| 7.4.4 記録パワーマージン..... | 128 |
| 7.4.5 ディスクチルトマージン..... | 129 |
| 7.5 考察..... | 129 |
| 7.6 結論..... | 130 |
| 第8章 本研究のまとめ..... | 145 |
| 参考文献..... | 149 |
| 表一覧..... | 154 |
| 図一覧..... | 155 |
| 謝辞..... | 162 |

学位論文の要約

背景

光記録システムはこれまでに様々な用途のものが製品化され、広く普及してきた。例えばデジタルオーディオ用のコンパクトディスク（CD）、ミニディスク（MD）は代表的な光記録システムである。またコンピュータのデータ用としてMO(Magneto-optical disk)も実用化され、最近、記録容量（録画時間）が著しく向上したDVDやブルーレイディスク（BD）はAV用およびコンピュータ用として定着している。

これらの光ディスクシステムは主に4つの記録方式に分かれる。①光熱磁気記録：照射時の加熱によって熱磁気記録を行い、磁気光学効果により再生する（MDやMO）。②ピット記録：ディスク基板に物理的な凹凸ピットを成型して回折により再生する（CDやDVD）。③相変化記録：加熱後の冷却速度の違いによる結晶かアモルファスへの転移を利用して記録し、屈折率差を再生する（DVD-RW、DVD-RAM）。④有機色素系記録：有機色素の熱変性によって記録し、反射率の差を再生する（CD-R、DVD-R、BD-R）。本論文は①光熱磁気記録方式に関する。

課題

光熱磁気記録は、半導体レーザーの光エネルギーによって垂直磁化膜を加熱し、保持力が下がった部分を外部磁界によって磁化反転させる熱磁気記録である。この磁化反転部分（記録ビット）をマークと呼ぶ。集光ビームのスポット径は1~2 μm であり、マークのサイズはサブミクロンとなる。なお、一般には光(熱)磁気記録の“熱”を省略して光磁気記録と呼ぶことが多い。再生時は、反射光の磁気光学効果（カー効果）を利用して、磁化反転部分における偏光の回転角（カー回転角）の差を検出する。光磁気記録を使ったディスク装置は、コンピュータ用外部記憶装置であるMOやオーディオ用記録装置MDとして広く普及してきた。これらのシステムにおいて高密度記録は重要な要素技術であるが、単に微小な磁化反転マークを記録するだけでは不十分である。システムの動作環境温度の変動、記録膜の熱特性偏差や、照射スポット内の光強度分布の変動は、熱記録のための温度プロファイル形成時に外乱となる。したがって常に微小なマークを安定して記録再生し、高い記録密度を維持するシステム技術が必要となる。

目的

本研究の目的は、常に微小な磁化反転マークを記録するために、たとえ上記の外乱が生じても照射スポット内の温度プロファイルを常に維持する制御技術の開発である。つまり外乱を計測し、これを集光スポット内の温度プロファイルの形成にフィードバックする必要がある。そこで計測用の特殊なマークパターンを記録し、読み出した再生信号の波形から外乱を計測する。記録されたマークは温度プロファイルに依存するため、その再生信号の波形は外乱を反映したものとなる。したがって再生信号から上記の外乱を間接的に計測できる。この計測値をレーザーの駆動回路にフィードバックすれば、温度プロファイルを一定に維持するようにレーザー光のパワーが制御され、実用的なシステム技術が実現できる。以下には本研究で得られた具体的な成果を示す。

各章の内容

1. マルチパルス記録におけるレーザーパワーの最適化（第4章）

コンピュータ用外部記憶装置の規格である”MO”ディスクでは、記録時のレーザー光パルス方式“マルチパルス記録”が採用されている。このマルチパルス記録は、一つのマークを記録する時に複数のパルスを使用するためこのように名付けられており、温度プロファイルの改善によって記録密度が上がった。しかし複数の種類のディスクに適用すると、熱特性の違いによってマークの記録状態が変化し、安定した記録ができなかった。

マークの記録状態（サイズや形状）は再生信号の波形に如実に表れる。特にマーク部分で得られる波形のピーク値とスペース部分で得られるボトム値は容易に計測できるため、記録状態を知るには便利である。そこで、この2つの値を感度良く計測するために、新規なマークパターンを記録した。このマークパターンにおける再生波形のピーク値とボトム値は、マルチパルスを構成するバイアス部分のパワー P_b とパルス部分のパワー P_c に依存して変化する。したがってこのピーク値とボトム値が目標値に一致する時の記録パワーの組み合わせ(P_b, P_c)を最適値とした。その結果、良好な記録が可能となり、熱特性の異なる6種類のディスクにも適用できた。

2. 磁氣的超解像ディスクにおける開口サイズの維持（第5章）

磁氣的超解像 (Magnetically induced super-resolution: MSR) ディスクでは、再生層に集光したレーザースポット内の高温部が磁氣的な開口となり、記録層の微小マークを磁氣的に転写して読み出す。したがって回折限界を超えた記録再生ができる。しかし上述の外乱によって温度プロファイルが変動すると開口サイズに影響が表れる。例えば、開口サイズが大き過ぎると解像度が悪くなり、さらに隣接するトラックのマークからの信号が混入してS/N比が低下する。逆に開口サイズが小さ過ぎると解像度は上がるが信号量が低くなるため同様にS/N比が低下する。

そこで、最短マークと最長マークからなる新規のマークパターンを記録して、それぞれのマークから読み出された信号振幅の比を計測した。この振幅比は開口サイズがもたらす解像度を反映する。したがって振幅比が一定となるようにレーザー光のパワーにフィードバックすれば、開口サイズを維持できる。例として、ラジアルチルト（レーザービームがディスク面に入射するときのラジアル方向の角度偏差）によって光学系の収差が発生し、集光スポットの強度分布が変化した場合に、この制御法を適用した。そうすると光ディスク規格における仕様値 ± 12 mradに対してビットエラーレートが 10^{-5} となる良好な再生ができ、規格値を満足する制御システムが実現できた。

3. 高密度トラックにおけるクロスライトの低減（第6章）

トラックを形成するグループ（溝）に記録するだけでなく、グループ間のランドにも記録すると記録トラックの本数が実質2倍になり高密度記録ができる。しかしトラック間隔が狭くなるため、記録時の加熱領域がトラック境界を跨いで隣接トラックにまで広がってしまう。そうすると記録したマークが隣接トラックにはみ出す、いわゆるクロスライトが発生する。これは隣接トラックの再生時に、ビット誤り率を増加させる。

そこで、再生信号の変化からクロスライトを見積もるために、中央のトラックと両側の隣接トラックとでは互いにマークとスペースが反転する新規なパターン（チェック模様パターン）を記録した。このパターンを再生すると、両側の隣接トラックからはみ出した反

転マークによって中央のトラックの信号振幅が大きく減衰し、クロスライトを感度良く計測できた。信号振幅が最大の時、クロスライトが最小となり、最適な記録パワー値が得られた。この方法を光ディスク規格で要求されるラジアルチルト範囲に適用したところ、クロスライト低減効果が十分に発揮できることがわかった。

4. ランド/グループ記録ディスクにおけるクロックの生成 (第7章)

トラックに沿った方向の記録密度の向上や、上述の様々な記録パターンを正確に記録するには、物理的な記録位置の基準となるクロックマーク（クロック生成のための特殊なマーク）が必要である。このクロックマークはデータを記録したマークとは異なり、ディスク基板成型時に凹凸形状で刻印される。このクロックマークに同期したクロックを使用すると、ディスクの回転数の偏差等が起こってもマークの記録位置がずれないため、安定した記録ができる。

このクロックマークの形成方法として新たにグループの側壁を蛇行する方法を試みた。PLL (Phase locked loop) 回路にてクロックマークに同期したクロックを生成し、データの記録再生を行ったところ、従来のクロックに比べてビット誤り率が低減した。また、ラジアルチルトの発生に適用したところ、同様にビット誤り率が低減した。このクロックマークは凹凸形状で成型されるため、生成されるクロック信号は周囲温度やディスクの熱特性の変動などの影響を受けることはない。

まとめ

光熱磁気記録は、レーザー光による加熱と印加磁界とによってサブミクロンサイズの磁区を形成する、いわゆるヒートモード記録（熱記録）である。記録密度を上げるには、温度プロファイルを制御してマークの形状を整える必要がある。また、磁氣的超解像再生は、スポット内の昇温部に発生する微小な磁氣的開口によって再生する、いわばヒートモード再生である。再生時のビット誤り率を低減するには、開口サイズを形成する温度プロファイルの制御が必要である。これらの記録時と再生時の温度プロファイルは、熱的な環境の変動や集光部分の光強度分布の変動を受けやすい。レーザースポット径（1~2 μm ）に比べてマークのサイズ（0.24~0.7 μm ）はかなり小さいため、これらの外乱の影響は大きくなる。

常に安定した高密度記録を維持するために、本研究では①外乱計測用の特殊なマークパターンを記録し、②これを読み出して記録状態や再生状態を計測し、③計測値を基に外乱の影響を見積もり、④レーザー光のパワー調整にフィードバックした。その結果、再生されたビット誤り率は規定の 10^{-4} 以下となり、また光ディスク規格におけるチルト範囲（ ± 12 mrad）も満足し、記録密度は 4.6 Gbit/inch^2 に達した。なお、本研究の磁氣的超解像ディスクにおける開口の制御方式（第5章）は光ディスク規格 AS-MO に採用された。

論文目録

氏名 藤 寛

学位論文

論文題目 光熱磁気記録における高密度記録再生制御システムの開発

公表の方法 広島大学学術情報リポジトリで全文を公表するほか、
広島大学大学院総合科学研究科紀要に要旨を公表し、
次のとおり分割して公表する。

| | |
|-----|-----------------------|
| 第4章 | 関係論文の1 関係特許の1, 2 |
| 第5章 | 関係論文の2 関係特許の3~8 |
| 第6章 | 関係論文の3 関係特許の9 |
| 第7章 | 関係論文の4 関係特許の10, 11 |

参考論文

I 関係論文

1. 著者名 : Hiroshi Fuji, Tomiyuki Numata, Mitsuo Ishii, Takeshi Yamaguchi,
Hideaki Sato and Shigeo Terashima
論文題目 : Write Power Optimizing Method for Multi-Pulse Recording on
Magneto-Optical Disk
雑誌名 : IEICE Transactions on Electronics (査読制度あり)
巻 (号) , 頁 , 発行年 : vol. E-79-C, no. 8, pp. 1160-1165, 1996
2. 著者名 : Hiroshi Fuji, Tetsuya Okumura, Shigemi Maeda, Goro Fujita and Satoshi Sumi
論文題目 : Approach to Readout Aperture Control for Magnetic Super-Resolution
Readout
雑誌名 : IEEE Transactions on Magnetism (査読制度あり)
巻 (号) , 頁 , 発行年 : vol. 35, no. 3, pp. 2047-2052, 1999
3. 著者名 : Hiroshi Fuji, Tetsuya Okumura, Shigemi Maeda, Yoshiteru Murakami,
Jun Akiyama and Hideaki Sato
論文題目 : Cross-Recording Reduction by Trial Recording on a Magneto-Optical Disk
雑誌名 : IEEE Transactions on Magnetism (査読制度あり)
巻 (号) , 頁 , 発行年 : vol. 36, no. 3, pp. 591-596, 2000

4. 著者名：Hiroshi Fuji, Shigemi Maeda, Yoshiteru Murakami, Michinobu Mieda,
Tetsuya Okumura, Hideaki. Sato, Akira Takahashi and Minoru Tobita
論文題目：Recording and Readout Using Clock Marks Premastered by Groove Wobbling
雑誌名：IEEE Transactions on Magnetics（査読制度あり）
巻（号），頁，発行年：vol. 36, no3, pp. 597-603, 2000

関係特許（登録済み）

1. 発明者：藤 寛
発明の名称：試し書き記録制御方法および試し書き記録制御装置
特許番号，出願日：特許3219912，出願日 1993/9/2
2. 発明者：石井光夫，藤 寛，山口毅
発明の名称：光情報記録制御方法及び光情報記録制御装置，
特許番号，出願日：特許3256416，出願日 1995/7/24
3. 発明者：藤 寛
発明の名称：光磁気記録媒体及び光記憶装置における再生光量制御装置
特許番号，出願日：特許4321684，出願日 1997/9/29.
4. 発明者：藤 寛，前田茂己，三宅知之，乾敏治，関本芳宏，佐藤秀朗
発明の名称：光記憶装置における再生光量制御装置、再生光量制御方法
および光記録媒体
特許番号，出願日：特許3312113，出願日 1997/8/4.
5. 発明者：藤 寛，秋山淳，緒方信夫，中田康男，関本芳宏，佐藤秀朗
発明の名称：光記憶装置における再生光量制御方法およびその装置並びに光記録媒体
特許番号，出願日：特許3798126，出願日 1997/8/22.
6. 発明者：奥村哲也，藤 寛，前田茂己
発明の名称：光再生装置及び光記録媒体、並びに光記録媒体の再生方法
特許番号，出願日：特許3640776，出願日 1997/10/3.
7. 発明者：奥村哲也，藤 寛
発明の名称：光記憶装置における再生光量制御装置及び光記録媒体
特許番号，出願日：特許3343057，出願日 1997/7/17.
8. 発明者：奥村哲也，藤 寛
発明の名称：光記憶装置における再生光量制御装置
特許番号，出願日：特許3545219，出願日 1998/9/21.
9. 発明者：藤 寛，奥村哲也，前田茂己
発明の名称：光記憶装置における記録条件制御方法および記録条件制御装置
特許番号，出願日：特許3311679，出願日 1998/6/24.
10. 発明者：藤 寛

発明の名称：光記録媒体および光記録再生装置および光記録媒体の製造方法
特許番号，出願日：特許3833324，出願日 1997/1/24.

11. 発明者：藤 寛

発明の名称：光記録媒体およびトラッキング装置
特許番号，出願日：特許3781842，出願日 1996/11/14.

II その他論文

筆頭論文

1. 著者名：Hiroshi Fuji, Junji Tominaga, Liqiu Men, Takashi Nakano, Hiroyuki Katayama and Nobufumi Atoda,
論文題目：A Near-Field Recording and Readout Technology Using a Metallic Probe in an Optical Disk
雑誌名：Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
巻(号)，頁，発行年：vol. 39, Part 1, no. 2B, pp. 980-981, 2000
2. 著者名：Hiroshi Fuji, Joo Ho Kim, Takayuki Shima, Takashi Nakano, Dorothea Buechel, Junji Tominaga, Hiroyuki Katayama and Nobufumi Atoda
論文題目：Super-Resolution Readout Using a Silver Scattering Center with Plasmon Excitation Generated in a Non-Magnetic Readout Layer
雑誌名：Journal of the Magnetics Society of Japan (査読制度あり)
巻(号)，頁，発行年：vol. 25, no. 3-2, pp. 383-386, 2001
3. 著者名：Hiroshi Fuji, Takashi Kikukawa and Junji Tominaga
論文題目：Bit-by-Bit Detection on Super-Resolution Near-Field Structure Disk with Platinum Oxide Layer
雑誌名：Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
巻(号)，頁，発行年：vol. 42, no. 6A, pp. L589-L591, 2003
4. 著者名：H. Fuji, T. Kikukawa and J. Tominaga
論文題目：Observation of Eye Pattern on Super-Resolution Near-Field Structure Disk with Write-Strategy Technique
雑誌名：Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
巻(号)，頁，発行年：vol. 43, no. 7A, pp. 4212-4215, 2004

それ以外の連名論文

1. 著者名：Shigemi Maeda, Hiroshi Fuji, Jun Akiyama, Tetsuya Okumura, Kunio Kojima and Hideaki Sato
論文題目：Rewritable digital video disc system using magneto-optical disc
雑誌名：IEEE Transactions on Consumer Electronics (査読制度なし)
巻(号)，頁，発行年：vol. 41, no. 3, pp. 510-515, 1995

2. 著者名 : Junji Tominaga, Hiroshi Fuji, Akira Sato, Takashi Nakano, Toshio Fukaya and Nobufumi Atoda
論文題目 : The Near-field Super-Resolution Properties of an Antimony Thin Film
雑誌名 : Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
巻 (号) , 頁 , 発行年 : vol. 37, Part 2, no. 11A, pp. L1323-L1325, 1998
3. 著者名 : Takashi Nakano, Akira Sato, Hiroshi Fuji, Junji Tominaga and Nobufumi Atoda
論文題目 : Transmitted Signal Detection of Optical Disks with a Super-resolution Near-Field Structure
雑誌名 : Applied Physics Letters (査読制度あり)
巻 (号) , 頁 , 発行年 : vol. 75, no. 2, pp. 151-153, 1999
4. 著者名 : Junji Tominaga, Hiroshi Fuji, Akira Sato, Takashi Nakano, Toshio Fukaya and Nobufumi Atoda
論文題目 : Antimony Aperture Properties on Super-Resolution Near-Field Structure using Different Protection Layers
雑誌名 : Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
巻 (号) , 頁 , 発行年 : vol. 38, Part 1. no. 7A, pp. 4089-4093, 1999
5. 著者名 : Junji Tominaga, Hiroshi Fuji, A. Sato. T. Nakano, Toshio Fukaya and Nobufumi Atoda
論文題目 : The Characteristics and the Potential of Super-Resolution Near-Field Structure
雑誌名 : Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
巻 (号) , 頁 , 発行年 : vol. 39, Part 1, no. 2B, pp. 957-961, 2000
6. 著者名 : Liqiu. Men, Junji Tominaga, Hiroshi Fuji and Nobufumi Atoda
論文題目 : Oxygen Doping effects on super-Resolution Scattering-Mode Near-Field Optical Data Storage
雑誌名 : Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
巻 (号) , 頁 , 発行年 : vol. 39, Part 1, no. 5A, pp. 2639-2642, 2000
7. 著者名 : Joo Ho Kim, Dorothea Buechel, Takashi Nakano, Junji Tominaga, Nobufumi Atoda, Hiroshi Fuji and Yuzo Yamakawa
論文題目 : Magneto-optical disk properties enhanced by a nonmagnetic mask layer
雑誌名 : Applied Physics Letters (査読制度あり)
巻 (号) , 頁 , 発行年 : vol. 77, no. 12, pp. 1774-1776, 2000
8. 著者名 : Yoshimasa Suzuki, Hiroshi Fuji, Junji Tominaga, Takashi Nakano and Nobufumi Atoda
論文題目 : Near-field aperture fabricated by solid-solid diffusion
雑誌名 : Applied Physics Letters (査読制度あり)

卷 (号) , 頁, 発行年 : vol. 77, no. 23, pp. 3710-3712, 2000

9. 著者名 : Junji Tominaga, Joo Ho Kim, Hiroshi Fuji, Dorothea Büchel, Takashi Kikukawa, Liqiu Men, Hisako Fukuda, Akira Sato, Takashi Nakano, Akihiro Tachibana, Yuzo Yamakawa, Masaki Kumagai, Toshio Fukaya and Nobufumi Atoda
論文題目 : Super-Resolution Near-Field Structure and Signal Enhancement by Surface Plasmons
雑誌名 : Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
卷 (号) , 頁, 発行年 : vol. 40, Part 1. no. 3B, pp. 1831-1834, 2001
10. 著者名 : Liqiu Men, Junji Tominaga, Hiroshi Fuji, Takashi Kikukawa and Nobufumi Atoda
論文題目 : The Effects of Metal-Doped GeSbTe Films on Light Scattering-Mode Super-Resolution Near-Field Structure (Super-RENS)
雑誌名 : Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
卷 (号) , 頁, 発行年 : vol. 40, no. 3B, pp. 1629-1633, 2001
11. 著者名 : Junji Tominaga, Christophe Mihalcea, Dorothea Büchel, Hisako Fukuda, Takashi Nakano, Nobufumi Atoda, Hiroshi Fuji and Takashi Kikukawa
論文題目 : Local plasmon photonic transistor
雑誌名 : Applied Physics Letters (査読制度あり)
卷 (号) , 頁, 発行年 : vol. 78, no. 17, pp. 2417-2419, 2001
12. 著者名 : Dorothea Büchel, Christophe Mihalcea, Toshio Fukaya, Nobufumi Atoda, Junji Tominaga, Takashi Kikukawa and Hiroshi Fuji
論文題目 : Sputtered silver oxide layers for surface-enhanced Raman spectroscopy
雑誌名 : Applied Physics Letters (査読制度あり)
卷 (号) , 頁, 発行年 : vol. 79, no. 5, pp. 620-622, 2001
13. 著者名 : Qiyang Chen, Junji Tominaga, Liqiu Men, Toshio Fukaya, Nobufumi Atoda and Hiroshi Fuji
論文題目 : Super-resolution optical disk with a thermoreversible organic thin film
雑誌名 : Optics Letters (査読制度あり)
卷 (号) , 頁, 発行年 : vol. 26, no. 5, pp 274-276, 2001
14. 著者名 : Joo Ho Kim, Takayuki Shima, Hiroshi Fuji, Takashi Nakano, Dorothea Buechel, Junji Tominaga and Nobufumi Atoda
論文題目 : Improvement of Super-RENS MO Disk Characteristics by Optimized Super-Resolution Near-Field Structure
雑誌名 : Journal of the Magnetics Society of Japan (査読制度あり)
卷 (号) , 頁, 発行年 : vol. 25, no. 3-2, pp. 387-390, 2001
15. 著者名 : Masashi Kuwahara, Christophe Mihalcea, Nobufumi Atoda, Junji Tominaga,

Hiroshi Fuji and Takashi Kikukawa

論文題目 : Thermal lithography for 0.1 μm pattern fabrication

雑誌名 : Microelectronic Engineering (査読制度あり)

巻 (号) , 頁, 発行年 : vol. 61-62, pp. 415-421, 2002

16. 著者名 : Takashi Kikukawa, Akihiko Tachibana, Hiroshi Fuji and Junji Tominaga
論文題目 : Recording and Readout Mechanisms of Super-Resolution Near-Field Structure Disc with Silver-Oxide Layer
雑誌名 : Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
巻 (号) , 頁, 発行年 : vol. 42, Part 1, no. 2B, pp. 1038-1039, 2003
17. 著者名 : Shintaro Miyanishi, Kunio Kojima, Junnichi Sato, Kazuhisa Takayama, Hiroshi Fuji, Akira Takahashi, Kenji Ohta and Hiroyuki Katayama
論文題目 : High-density laser-assisted magnetic recording on TbFeCo media with an Al underlayer
雑誌名 : Applied Physics Letters (査読制度あり)
巻 (号) , 頁, 発行年 : vol. 93, no. 10, pp. 7801-7803, 2003
18. 著者名 : Junichi Sato, Yoshiteru Murakami, Hiroshi Fuji, Kunio Kojima, Akira Takahashi, Ryoichi Nakatani and Masahiko Yamamoto
論文題目 : Pinning Effect Induced by Underlayer in TbFeCo Magnetic Recording Media
雑誌名 : Japanese Journal of Applied Physics (査読制度あり)
巻 (号) , 頁, 発行年 : vol. 47, no. 1R, pp. 150-153, 2008
19. 著者名 : Shunsuke Miyauchi, Takayuki Yuki, Hiroshi Fuji, Kunio Kojima, Tsutomu Yonetani, Ayako Tomio, Takeshi Bamba and Eiichiro Fukusaki
論文題目 : High-quality green tea leaf production by artificial cultivation under growth chamber conditions considering amino acids profile
雑誌名 : Journal of Bioscience and Bioengineering (査読制度あり)
巻 (号) , 頁, 発行年 : vol. 118, no. 6, pp. 710-715, 2014

主な国際会議

筆頭 (招待講演含む)

1. H. Fuji, Y. Murakami, H. Sato and S. Terashima, "Read Power Control Method for Magnetic Super-Resolution," J. Magn. Soc. Jpn. , vol. 19, no S1, pp. 441-442, 1995.
2. H. Fuji, J. Tominaga, T. Nakano, N. Atoda and H. Katayama, "A Near-Field Recording and Readout Technology Using a Reflective Aperture in an Optical Disk," Postdeadline Papers of Joining International Symposium on Optical Memory and Optical Data Storage 1999, TuD29, 1999.
3. H. Fuji, J. Tominaga, H. Katayama and N. Atoda, "Blue Laser Recording and Readout on a

Scattering Type of a Super-RENS Disk,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2000, Fr-J-34, p.174-175, 2000.

4. H. Fuji, J. Tominaga, T. Kikukawa, H. Katayama and N. Atoda, “Approach to Tera-Bit Memory Using a GeSbTe Recording Layer on an Optical Disk,” Proceedings of International Symposium of Optical Memory 2000, Fr-PD-05, p. 224-225, 2000.
5. H. Fuji, J. H. Kim, T. Shima, T. Nakano, D. Buechel, J. Tominaga, H. Katayama and N. Atoda, “Super-Resolution Readout Using a Non-Magnetic Readout Layer on a Magnet-Optical Disk,” Digest of Joint MORIS/APDSC 2000, p. 150-151, 2000.
6. H. Fuji, J. Tominaga, T. Kikukawa, H. Katayama and N. Atoda, “Approach to Tera-Bit Memory Using a GeSbTe Recording Layer on an Optical Disk,” Proceedings of PCOS 2000, p.27, 2000.
7. H. Fuji, J. H. Kim, T. Shima, T. Nakano, Dorothea Buechel, J. Tominaga, H. Katayama and N. Atoda, “Near-Field Magneto-Optical Readout Using a Light-Scattering-Center Generated in a Silver Oxide Thin Film on a Magnetic Thin Film,” Abstract of 8th Joint MMM-Intermag Conf., p. 87, January 2001.
8. (Invited) H. Fuji, J. H. Kim, T. Shima, T. Nakano, D. Buechel, J. Tominaga and N. Atoda, “The Mechanism of Super-RENS MO Disks,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2001, We-D-02, p. 38, 2001.
9. H. Fuji, T. Kikukawa and J. Tominaga, “Bit-by-Bit Detection on Super-Resolution Near-Field Structure Disk with Platinum Oxide Layer,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2003, We-F-25, 2003.

連名

1. J. Tominaga, H. Fuji, A. Sato, T. Tanaka, T. Fukaya and N. Atoda, “The Resolution Properties of Super-Resolution Near-field Structure (Super-RENS),” Technical Digest of the 5th International Conference on Near-Field Optics and Related Techniques, pp. 486, 1998.
2. T. Nakano, H. Fuji, A. Sato, T. Fukaya, J. Tominaga and N. Atoda, “Transmitted Signal Detection by a Super-Resolution Near-field Structure with an Sb thin film,” Technical Digest of the 5th International Conference on Near-Field Optics and Related Techniques, p. 487, 1998.
3. A. Sato, H. Fuji, J. Tominaga, T. Tanaka, N. Atoda and H. Katayama, “The Characteristic of Super-RENS Disk with Various Thickness of Thermal Protective Layer,” Technical Digest of Joint International Symposium on Optical Memory and Optical Data Storage 1999, p. 157-159, 1999.
4. L. Men, J. Tominaga, Q. Chen, H. Fuji, T. Tanaka and N. Atoda, “Super-Resolution

- Near-Field Optical Data Storage Using Oxygen Doped GeSbTe Thin Films,” Program and Abstracts of The Second Asia-Pacific Workshop on Near-Field Optics, p. 70-71, 1999.
5. J. Tominaga, H. Fuji, T. Tanaka, L. Men and N. Atoda, “Reflection-Mode Super-Resolution Near-Field Structure (Super-RENS) for Super-Density, Data Storage,” Program and Abstracts of the Second Asia-Pacific Workshop on Near-Field Optics, p. 93-94, 1999.
 6. L. Men, J. Tominaga, Q. Chen, H. Fuji, T. Nakano and N. Atoda, “Super-resolution near-field optical data storage using oxygen doped GeSbTe thin films,” Near-Field Optics: Principles and Applications; the Second Asia-Pacific Workshop on Near Field Optics in Beijing, p. 199, 1999.
 7. Tominaga, H. Fuji, T. Nakano, L. Men and N. Atoda, “Light-scattering-mode super-resolution near-field structure (super-RENS) for super-density data storage,” Near-Field Optics: Principles and Applications; the Second Asia-Pacific Workshop on Near Field Optics in Beijing, p. 240, 1999.
 8. Y. Suzuki, H. Fuji, T. Nakano, J. Tominaga and N. Atoda, “Recorded Mark Observation with Near-Field Aperture Fabricated by FIB Method,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2000, Fr-J-32, p. 170, 2000.
 9. L. Men, J. Tominaga, H. Fuji and N. Atoda, “The Effect of Doped Ge₂Sb₂Te₅ on Light Scattering Mode Super-Resolution Near-Field Structure,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2000, Fr-J-33, p. 172-173, 2000.
 10. J. Tominaga, H. Fuji, T. Kikukawa, A. Sato, A. Tachibana, T. Nakano, T. Fukaya and N. Atoda, “Near-Field Signal Enhancement by Twin Laser Pickups,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2000, Fr-L-05, p. 202, 2000.
 11. J. Tominaga, H. Fuji, D. Buechel, L. Men, J. H. Kim and T. Nakano, “Advanced of Super-RENS and the Surface Plasmon Enhancement,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2000, Fr-L-06, p. 198-199, 2000.
 12. J. H. Kim, T. Shima, H. Fuji, T. Nakano, D. Buechel, J. Tominaga and N. Atoda, “Magneto-Optical Characteristics Enhanced by Non-Magnetic Mask Layer,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2000, Fr-L-03, p. 204, 2000.
 13. J. Tominaga, D. Buechel, N. Atoda and H. Fuji, “Near-Field Enhancement with Double Light Scattering Centers,” Technical Digest of the 6th International Conference on Near-Field Optics and Related Techniques, 2000.
 14. T. Nakano, H. Fuji, Y. Yamakawa, J. Tominaga, N. Atoda and T. Kubo, “Electric-Field Enhancement Effect of Silver Particle Generated in Super-Resolution Near-Field Structure with Silver Oxide Layer,” Technical Digest of the 6th International Conference on Near-Field Optics and Related Techniques, 2000.
 15. J. Tominaga, D. Buechel, T. Nakano, H. Fuji, T. Fukaya and N. Atoda, “Readout

- Characteristics and Mechanism of Light-Scattering-Mode Super-RENS Disks,” Proceedings of Part of SPIE's International Symposium on Photonics Taiwan, vol. 4081, p. 86, 2000.
16. J. Tominaga, T. Nakano, N. Atoda and H. Fuji, “The Recent Progress of Super-Resolution Near-Field Structure (Super-RENS),” Proceedings of 5th International Symposium on Optical Storage, 2000.
 17. T. Nakano, T. Gibo, L. Q. Men, H. Fuji, J. Tominaga and N. Atoda, “Angular Dependence of a Near-Field Scattering Light Detected from a Super-Resolution Near-Field Structure Disk,” Proceedings of 5th International Symposium on Optical Storage, Proc. SPIE, vol. 4085, p201, 2000.
 18. J. Tominaga, H. Fuji, D. Buechel, C. Mihalcea, T. Kikukawa, A. Sato, T. Nakano, A. Tachibana, M. Kumagai, A. Nomura, Y. Fukaya and N. Atoda, “The Local Plasmon Interaction Generated Between Two Light Scattering Centers,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2001, We-D-03, p. 40, 2001.
 19. A. Nomura, K. Ohishi, T. Kikukawa, H. Fuji and J. Tominaga, “Super-Resolution ROM Disk with Metal Nano-Particles or a Small Aperture,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2001, We-D-04, p. 42, 2001.
 20. T. Nakano, Y. Yamakawa, H. Fuji, N. Atoda and J. Tominaga, “Near-field Optical Simulation of Readout Signals from Super-RENS Disks with Scattering Center Position Shifted Model,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2001, Th-J-05, p. 104, 2001.
 21. J. H. Kim, H. Fuji, M. Kuwahara, T. Nakano, N. Atoda and J. Tominaga, “Super-RENS Disk by Novel Reactive Recording of Rear-Earth Transition Metal,” Technical Digest of International Symposium on Optical Memory 2001, Th-J-06, p. 106, 2001.