SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

ロール型多層高密度光メモリーに関する基礎研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学 公開日: 2014-02-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 川田, 善正 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/7597

様式Ｆ－１９

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成２５年６月４日現在

機関番号：１３８０１
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2011～2012
課題番号：２３６５６０４６
研究課題名（和文）　ロール型多層高密度光メモリーに関する基礎研究

研究課題名（英文）　Roll-type multilayered optical memory for high density data storage

研究代表者
川田　善正（KAWATA YOSHIMASA）
静岡大学・工学部・教授
研究者番号：７０２２１９００

研究成果の概要（和文）：本研究では、次世代高密度・大容量光メモリの新しい形態としてロール型の記録媒体を有する多層光メモリの基礎研究を行なうことを目的として基礎研究を行なってきた。記録媒体と透明層の２層フィルムをテープ状にロールした記録媒体に、フィルムを展開することなくデータを記録・再生する、多層光メモリの基礎原理を確認し、その有効性を確認した。また、シリンドリカルレンズを用いて、中心軸方向のデータを同時に再生することにより、データの高転送レートが実現できることを示した。

研究成果の概要（英文）：A concept of a roll-type optical memory was proposed and fundamental properties was studied. Multilayered media were fabricated with by winding a two-layered film, which was composed of a photosensitive layer and a pressure-sensitive adhesives. The advantages of roll-type optical memory was demonstrated. Recording and reading results with optical microscopy configuration were demonstrated.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
交付決定額	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：光科学
科研費の分科・細目：応用物理学・工学基礎、応用光学・量子光工学
キーワード：高密度光メモリ、多層光メモリ、2 光子励起、共焦点光学顕微鏡、レーザー走査顕微鏡、粘着剤、フォトクロミック材料、収差補正

１．研究開始当初の背景

高度情報化社会の発展とともに、記録すべき情報量は指数関数的に増加している。このような記録需要の爆発的な増大は、インターネットの発展による世界規模での情報交換、電子商取引、多チャンネルディジタル放送、医療・生体情報の電子化、などの急速な進展に伴うものである。 今後さらに、情報量が増加し、大容量・高密度の記録媒体の開発が不可欠になるものと予想できる。

このような期待に応える記録方式として、光メモリへの期待が高まっている。しかしながら、現在の光メモリの記録・再生方式では、記録密度は原理的な限界が存在し、今後、光メモリの記録密度を１桁以上向上させることが原理的に困難である。このような記録密度の限界を克服するには、新しいアイディアに基づくブレークスルーの実現が必要である。

２．研究の目的

本研究では、次世代高密度・大容量光メモリの新しい形態としてロール型の記録媒体を有する多層光メモリを開発するための基

礎研究を行なうことを目的とする（図 1）。開発する光メモリは、記録媒体と透明層の２層フィルムをテープ状にロールした記録媒体に、フィルムを展開すること無くデータを記録・再生する。開発する媒体は、２層フィルムをロールするだけで簡単に多層構造を作製することができるため、現在の光メモリにおける多層媒体の作製技術における多くの課題を克服することができる。また、シリンドリカルレンズ等を用いて、中心軸方向のデータを同時に再生することにより、データの高転送レートが実現できる。

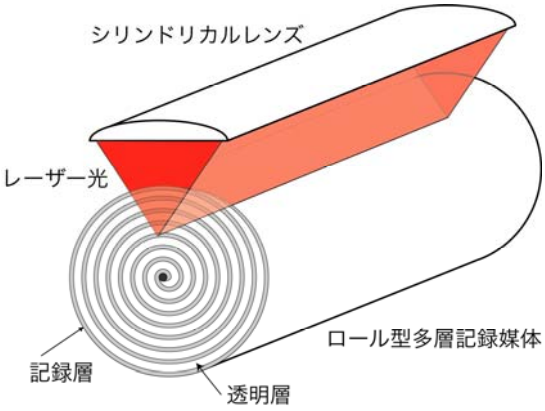


図 1. ロール型多層高密度光メモリの原理

研究代表者らは、多層メモリの提案を行なってきており、媒体の内部まで多層にビットデータを記録し、顕微鏡光学系を用いて再生することにより、その各層のデータをクロストークなく再生可能であることを実証してきた。記録層と透明層を交互に積層した多層記録媒体を用いることによって、光軸方向の高密度化と高コントラスト化を実現できることを提案し、基礎実験により検証してきた。実用化に向けては、(a) 多層媒体の作製法の確立、(b) 転送レートの向上、(c) 多層媒体におけるトラッキング溝の作製、(d) ディスクの面ぶれなどによる振動の低減、等が課題となる。

本研究で開発するロール型記録媒体は、従来の光メモリの有する課題を克服可能な方法である。

(1) テープ上の媒体による多層構造の作製

提案する光メモリでは、記録層と透明層の 2 層フィルムを作製し、それを巻くことにより簡単に多層構造を作製（図 2）することができる。このような媒体の作製手法は、既にテープ媒体の作製手法として多くの実績があり、それらの成果を有効に利用可能である。

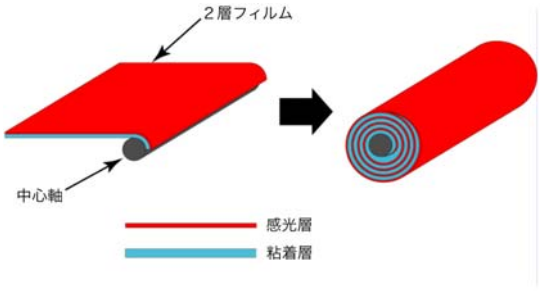


図 2. 多層記録媒体の作製原理

(2) 1 次元並列再生による高転送レート

開発する媒体では、円柱の中心軸と平行にシリンドリカルレンズを用いたレーザー光を集光し、スリット検出器と 1 次元 CCD を用いることによって、中心軸と平行な方向のデータを並列再生することが可能である並列再生することよって、高速なデータの転送レートを実現することが可能となる。

(3) 2 点支持による高速回転と安定性

従来の光ディスクでは、ディスクを中心のみで固定し回転させているため、ディスクの面ぶれなどよりディスクの振動が大きくなっている。面ぶれによる振動が、ディスクの回転速度を制限する大きな要素の一つになっている。本研究で開発するロール型媒体では、円柱形状のため回転が安定するとともに、中芯軸を両端から支持することが可能である。円柱形状のため適当なドライブの設計によって、媒体の振動を非常に小さく抑えることが可能となり、より高速な回転が可能となる。

(4) 多用途の媒体の作製

薄膜フィルムをロール状に作製する手法は、磁気テープはじめ、写真フィルムなど、既に多くの技術資産があり、それらを有効活用することによって、様々な用途の媒体を作製することが可能である。また、アーカイブ用途の大容量媒体、モバイル用途の小型媒体、などを全く同じ方法で作製でき、様々な応用に利用可能な媒体をシームレスに作製することができる。

３．研究の方法

ロール型高密度・大容量光メモリの開発に向けて、(1) ロール型媒体の試作と最適化、(2) 記録特性の解析、(3) 1 次元並列再生法の検討を行なった。

(1) ロール型媒体の試作と最適化

多光子過程によって屈折率および吸収などが変化する感光材料と透明な粘着剤を積層したフィルムを開発した。感光層の厚みを 1 μm、非感光層である粘着剤の厚みを 10 μm に制御して、積層することにより、光軸方向の周期構造を作製した。感光層と粘着剤層では、互いに干渉したり剥離したりすることがない材料の組み合せを検討した。また、媒体の作製過程でフィルムにある程度の強度が要求されるため､透明層を 2 層フィルムとし、全体で 3 層のフィルムを中心軸に巻き付ける構造とすることも検討した。

多層膜構造を有する記録媒体の開発は、粘着剤を用いた構成とした。これまで開発を進めてきた PMMA にフォトクロミック色素をドープした材料を記録材料としてもちいた。データの記録・再生の基礎システムは、走査型共焦点顕微鏡をベースとして開発した。レーザー光の走査は、記録媒体をピエゾステージで走査することにより実現した。

(2) データの記録特性の解析と収差補正法の開発

ロール状媒体構造の記録媒体にデータを集光した際に形成される集光スポットの形状を数値計算により求め、記録媒体に記録されるビットデータの形状を求めた。この結果からデータの記録密度の限界を議論する。ロール状媒体の内部にレーザー光を集光した際の収差を解析し、その補正方法を解析した。

(3) 1 次元並列再生法の検討

高転送レートを実現するために、ロール状媒体の軸に平行方向のデータを並列に再生する手法を検討（図 3）した。レーザー走査顕微鏡を基本システムとして、データの記録再生システムを構築する。CCD と光変調器ともに 1 次元のものであれば、十分高密度および高速なものが利用できるため、シリンドリカルレンズ、スリット状検出器を用いた並列のデータ記録および再生が可能である。スリットによる 1 次元共焦点顕微鏡の結像特性を解析し、その結果から最適な媒体構造を理論および実験の両面から検討した。

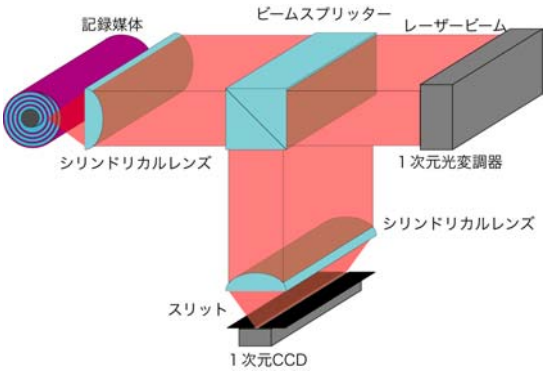


図 3. シリンドリカルレンズおよび 1 次元 CCD を用いた並列データ再生

4．研究成果

テープ状の媒体によるによる多層構造の作製について検討した。開発している光メモリでは、記録層と透明層の 2 層フィルムを作製し、それを巻くことにより簡単に多層構造を作製することが可能である。多層膜作製のための媒体構造について検討した。2 光子励起過程によって屈折率が変化する材料として、ジアリールエテン PMMA にドープし記録媒体とした。透明数部分は粘着剤を塗布して用いた。記録層 1μm、粘着層膜厚 10μm で 2 層フィルムを作製することに成功した。フィルムの強度を向上させるために、保護層として PVA を用いたため､層間は 60μm となった。図 4 に共焦点レーザー走査顕微鏡を用いて、ロール型記録媒体の断面構造を観察した結果を示す。ロール状の記録媒体のために記録層が曲面上に湾曲していることが確認できる。

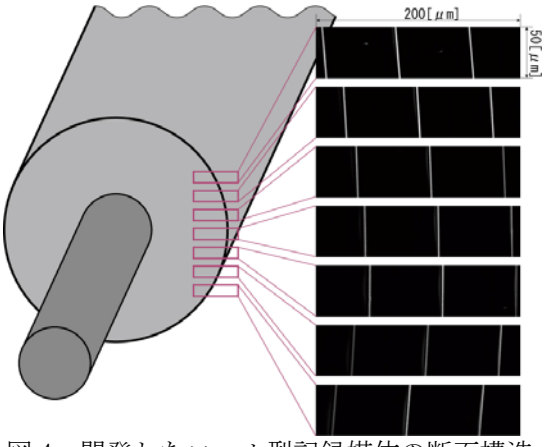


図 4. 開発したロール型記録媒体の断面構造の観察結果

図 5 に開発した記録媒体に、2 光子励起過程を用いてデータを記録し、再生した結果をしめす。各層のデータともに、コントラストよく記録・再生ができていることが確認でき

る。記録媒体の表面が局面形状をしているため、従来の収差補正方法では収束光の球面収差を補正することができず、新たな球面収差補正方法の開発が必要であることを確認した。

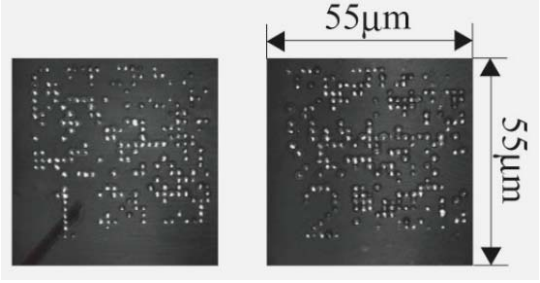


図 5. 2 層データの記録・再生結果

また、高速転送レートを実現するために、ロール状媒体の軸に平行にデータを並列再生するための光学系、システム等を検討した。レーザー走査顕微鏡を基本システムとして、データの記録再生システムを構築した。2 次元の CCD カメラを用いてシステムを構成したが、CCD は 1 次元のものであれば、十分高密度のおよび高速のものが利用できるため、シリンドリカルレンズ、一次元検出器を用いた並列再生に拡張可能なシステム構成を検討した。

記録媒体には、多光子励起過程によってデータ記録が可能な感光材料と粘着剤を積層したフィルムを開発した。感光層の厚みを 0.5μm、非感光層である粘着剤の厚みを 5μm に制御して、芯に巻きつける構成とした。開発した記録媒体にデータを記録・再生し、ロール状媒体に高精度でデータが記録可能であることを示した。CCD を用いて、データの並列再生を行ない、提案手法の有効性を検証した。一次元検出器を用いることにより、層間のクロストークなく、データが並列再生可能であることを示した。

５．主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 10 件）

(1)Wataru INAMI, Nguen H. VIET, Atsuo MIYAKAWA, Yoshimasa KAWATA, “Intracellular Calcium Ion Concentration Measurement Using a Phase-modulation Fluorescence Lifetime Method with Compensation for Phase Shift due to the Presence of Proteins”, ANALYTICAL SCIENCES, 査読有, Vol. 29, No. 2, pp. 199-203, 2013
DOI: 10.2116/ analsci.29.199

(2)Wataru Inami, Jun Fujiwara, Masahiro Fukuta, Atsushi Ono, Yoshimasa Kawata, “Analysis of electron and light scattering in a fluorescent thin film by combination of Monte Carlo simulation and finite-difference time-domain method”, Applied Physics Letters, 査読有, Vol. 101, No.15, pp.151104-151107, 2012
DOI:10.1063/ 1.4758290

(3)Yasunori Nawa, Wataru Inami, Akito Chiba, Atsushi Ono, Atsuo Miyakawa, Yoshimasa Kawata, Sheng Lin, Susumu Terakawa, “Dynamic and high-resolution live cell imaging by direct electron beam excitation”, Optics Express, 査読有, Vol. 20, No.5, pp.5629-5635, 2012
DOI: 10.1364/OE.20.005629

(4)Masatoshi Tsuji, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Masaharu Ito, “Parallel Signal Readout for Roll-Type Optical Advanced Memory”, Japanese Journal of Applied Physics, 査読有, Vol. 50, pp.09MF04, 2011
DOI: 10.1143/JJAP.50.09MF04

〔学会発表〕（計 14 件）

①Yoshimasa Kawata, Yasunori Nawa, Wataru Inami, “High Resolution Live Imaging with Electron-Beam Assisted (EXA) Optical Microscopy”, The 24th Symposium on Phase Change Oriented Science PCOS 2012, 2012 年 11 月 30 日, HOTEL Wellseason Hamanako (Shizuoka)

② Yoshimasa Kawata, Keisuke Ushida, Wataru Inami, “Microscopic Laser Processing of CFRP with a Nanosecond Pulsed Laser”, OPTICS & PHOTONICS International Congress 2012, 2012 年 04 月 25 日, Pacifico Yokohama (Kanagawa)

③ Yoshimasa Kawata, Wataru Inami, “Nano-Imaging with Electron-Beam Excitation Assisted Optical Microscope”, 2011 Taiwan-Japan Bilateral Symposium in Nano/Bio- Photonics, 2011 年 11 月 20 日, Lecture Hall, Eng. Science, NCKU (Tainan, TAIWAN)

④川田善正, “光多層記録による大容量化の現状と展望”, 有機デバイス研究会, 2011 年

4月22日，静岡大学電子工学研究所(静岡県)

〔その他〕
ホームページ等
http://optsci.eng.shizuoka.ac.jp/index.html

６．研究組織
(1)研究代表者
川田　善正（KAWATA YOSHIMASA）
静岡大学・工学部・教授
研究者番号：７０２２１９００

(2)研究分担者
居波　渉（INAMI WATARU）
静岡大学・若手グローバル研究リーダー育成拠点・特任助教
研究者番号：３０５４２８１５

(3)連携研究者
なし