

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3836722号
(P3836722)

(45) 発行日 平成18年10月25日(2006.10.25)

(24) 登録日 平成18年8月4日(2006.8.4)

(51) Int. Cl.	F I
G02F 1/355 (2006.01)	G02F 1/355 501
G02F 1/35 (2006.01)	G02F 1/35
G11B 7/005 (2006.01)	G11B 7/005 A
G11B 7/24 (2006.01)	G11B 7/24 538A

請求項の数 9 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2001-400318 (P2001-400318)	(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日 平成13年12月28日(2001.12.28)	(74) 代理人 110000350 特許業務法人 日東国際特許事務所
(65) 公開番号 特開2003-195374 (P2003-195374A)	(74) 代理人 100068504 弁理士 小川 勝男
(43) 公開日 平成15年7月9日(2003.7.9)	(74) 代理人 100086656 弁理士 田中 恭助
審査請求日 平成16年8月9日(2004.8.9)	(74) 代理人 100094352 弁理士 佐々木 孝
(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成12年度新エネルギー・産業技術総合開発機構ナノガラス技術プロジェクト(大容量光メモリ用材料技術) <材料ナノテクノロジープログラム>委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)	(72) 発明者 山本 浩貴 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非線形光学薄膜とそれを用いた光情報記録媒体及び光スイッチ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に直接または他の層を介して形成された非晶質合金からなる薄膜であって、前記非晶質合金は、(イ) CoとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ロ) NiとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ハ) CoとVとZrを含有する合金、及び(ニ) CoとMnとZrを含有する合金のいずれかからなり、前記薄膜に入射される光の強度変化に応じて屈折率が可逆的に変化することを特徴とする非線形光学薄膜。

【請求項2】

基板上に直接または他の層を介して形成された非晶質合金からなる薄膜であって、前記非晶質合金は、(イ) CoとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ロ) NiとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ハ) CoとVとZrを含有する合金、及び(ニ) CoとMnとZrを含有する合金のいずれかからなることを特徴とする非線形光学薄膜。

【請求項3】

請求項1または2に記載の非線形光学薄膜であって、該非線形光学薄膜は非磁性であることを特徴とする非線形光学薄膜。

【請求項4】

少なくとも情報を有するピットが形成された基板と、前記基板上に直接または他の層を介して形成された超解像膜を有する光情報記録媒体であって、該超解像膜は非晶質合金か

10

20

らなる膜であって、該非晶質合金が(イ)CoとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ロ)NiとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ハ)CoとVとZrを含有する合金、及び(ニ)CoとMnとZrを含有する合金のいずれかからなることを特徴とする光情報記録媒体。

【請求項5】

少なくとも基板と、該基板上に直接または他の層を介して形成され、光により情報が記録される記録膜と、該記録膜上に直接または他の層を介して形成された超解像膜を有する光情報記録媒体であって、前記超解像膜は非晶質合金からなる膜であって、該非晶質合金が(イ)CoとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ロ)NiとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ハ)CoとVとZrを含有する合金、及び(ニ)CoとMnとZrを含有する合金のいずれかからなることを特徴とする光情報記録媒体。

10

【請求項6】

少なくとも情報を有するピットが形成された基板と、前記基板上に直接または他の層を介して形成された超解像膜と、該超解像膜上に直接または他の層を介して形成された反射膜を有する光情報記録媒体であって、前記超解像膜は非晶質合金からなる薄膜であり、該非晶質合金が(イ)CoとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ロ)NiとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ハ)CoとVとZrを含有する合金、及び(ニ)CoとMnとZrを含有する合金のいずれかからなり、光の入射により屈折率が可逆的に変化することを特徴とする光情報記録媒体。

20

【請求項7】

基板と、該基板上に直接または他の層を介して形成された超解像膜と、該超解像膜上に直接または他の層を介して形成され、レーザー光により情報が記録される記録膜と、該記録膜上に形成された反射膜を有する光情報記録媒体であって、前記超解像膜は非晶質合金からなる薄膜であり、該非晶質合金が(イ)CoとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ロ)NiとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ハ)CoとVとZrを含有する合金、及び(ニ)CoとMnとZrを含有する合金のいずれかからなり、光の入射により屈折率が可逆的に変化することを特徴とする光情報記録媒体。

30

【請求項8】

請求項4～7のいずれかに記載の光情報記録媒体において、前記超解像膜は50～100nmの厚さであることを特徴とする光情報記録媒体。

【請求項9】

少なくとも一つの光スイッチ素子部と、光スイッチの制御光を照射する制御光照射装置を有する光スイッチであって、前記光スイッチ素子部は少なくとも基板とその上に形成された非線形光学薄膜を有し、該非線形光学薄膜は非晶質合金からなり、該非晶質合金が(イ)CoとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ロ)NiとCrを含み、更にZr, Hf, Tiから選ばれた1つを含有する合金、(ハ)CoとVとZrを含有する合金、及び(ニ)CoとMnとZrを含有する合金のいずれかからなることを特徴とする光スイッチ。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、屈折率変化の大きい非線形光学薄膜とそれを用いた光情報記録媒体及び光スイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年の光通信を用いた情報化社会の発展により、大容量の情報を高速で通信できる通信システムの構築が必要となっている。現在では、波長多重通信(WDM)が展開され、ネッ

50

トワークの高速化が急速に進んでいる。このような大容量高速光通信を展開するために必要不可欠な光デバイスとして、大容量の光情報を蓄積するための光情報記録媒体と、通信光を高速にスイッチする光スイッチが挙げられる。

【0003】

まず光情報記録媒体として、片面4.7GBの容量を有するDVDが実用化され、コンピュータ用途のほか、ビデオなどの大容量動画を扱うための媒体として広く普及している。このDVDは、直接基板に情報の書き込まれた読み出し専用のROM(DVD-ROM)の他、書換可能な記録再生媒体としても実用化が進んでいる。

【0004】

このような光情報記録媒体の高記録密度化を目的とした開発が行われている。情報記録の高密度化を達成する手段として、CDなどに使われていたレーザー(780nm)よりも短波長(約650nm)のレーザー光を用いることが提案されている。

【0005】

しかし、コンピュータグラフィックス等の大容量の情報を扱うためには、さらにその1.5~2倍の高記録密度化を達成する必要がある。これを達成するため、さらに短波長の青色半導体レーザー(波長405nm)を用いるDVDの開発が行われている。

【0006】

もう一つの高記録密度化技術として、超解像膜が挙げられる。この超解像膜は、記録媒体の上面または下面に形成される膜で、この膜を透過または反射した入射光のビームスポットを縮小することにより、高記録密度化を達成できる。

【0007】

超解像効果のメカニズムの一つは、吸収飽和現象であり、超解像膜がその吸収飽和量以上の強度を持つ光は透過させ、それ以下の強度の光は吸収するという非線形な光学特性を利用した現象である。読み書きに利用されるレーザービームの空間的な強度はガウス分布となっているため、ビームが超解像膜を通過することにより強度の低い裾野の部分は超解像膜によって吸収され、中心部分の強度の高い部分では光が透過する。このため、透過後のビーム径を縮小することができる。

【0008】

現在、このような超解像膜として、特開平8-96412号公報等にみられるようなフタロシアニン系の有機膜や、カルコゲナイド系化合物等が挙げられる。この他に同じく有機材料で、特開平6-162564号公報記載のサーモクロミック材料や、特開平6-267078号公報記載のフォトクロミック材料を超解像膜として用いる試みも知られている。

【0009】

特開平8-96412号公報等に記載の超解像膜では、信頼性などの点で問題がある。有機膜では、記録あるいは読み出し時には、ビームのエネルギー密度が局所的に非常に高くなるため、繰り返しの記録や再生動作を行うと、徐々に膜が劣化して行くことが懸念される。このため、コンピュータ用のRAM等、過酷な使用環境下では、十分な記録再生動作回数を保証しにくい。また、カルコゲナイドでは化学的に不安定であるため、長い保証期間を得ることが難しい。

【0010】

一方、光スイッチの分野においては、高速化の検討が行われている。これまでの光情報のスイッチングは、中継点において一度光情報を電気情報に変換する光電変換が必要であった。しかし、中継点の増加による消費電力の増加、スイッチング速度の高速化と云った問題を解決するためには、光によるスイッチングを行うことが好ましい。このため、メカニカル型光スイッチ、平面光導波路型光スイッチ、ミラー型光スイッチ、バブル型スイッチ等が検討されている(日経エレクトロニクス、No.8、2000年1月29日号)。

【0011】

しかし、上記のような光スイッチでは、スイッチング時間が数ミリ秒程度であるため、今後の光通信の大容量高速化に対応するのが難しい。また、上記のような方法によるスイ

10

20

30

40

50

チングでは、スイッチングに要する電氣的な駆動力が大きく、エネルギー消費量が依然として大きいと云う問題を有する。そこで、特開平11-337988号公報記載のように、非線形光学材料を用いた光による高速応答性を有する全光スイッチが提案されている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

情報記録媒体の分野では、さらなる高記録密度の情報記録媒体を得ることが検討されている。しかしながら、上記の超解像膜では、今後のさらなる高記録密度化に対応するための解像効果が十分ではない。本発明は、さらに高密度の記録または再生が可能な超解像膜を有する情報記録媒体を得ることを目的とする。

【0013】

また、光スイッチは、今後のマルチチャンネルの光通信信号の切替の必要に伴い、中継点やスイッチ数が増加し、スイッチングに必要なエネルギー消費量が大きくなることが予想される。本発明は、信号を少ないエネルギー消費量でスイッチング可能な光スイッチを得ることを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する本発明の非線形光学薄膜は、基板上に直接または他の層を介して形成された非晶質合金あるいは非晶質合金と酸化物ガラス成分の混合物からなる薄膜であって、この薄膜は外部から照射される光に対して露出しており、入射される光の強度変化に応じて屈折率が可逆的に変化する。

【0015】

また、本発明の非線形光学薄膜は、基板上に直接または他の層を介して形成された非晶質合金あるいは非晶質合金と酸化物ガラス成分の混合物からなる薄膜であって、この薄膜に入射されるレーザー光の強度が 0.1 GW/m^2 の時に測定される屈折率 n_0 と 5.0 GW/m^2 の時に測定される屈折率 n_1 の変化 $(|n_1 - n_0| / n_0)$ が0.2以上である。

【0016】

また、本発明の非線形光学薄膜はCo, Cr, Ni, V, Mn, Ti, Zr, Hf, Taから選ばれる少なくとも2種の金属から構成される非晶質合金であって、SiO₂を主成分とする酸化物ガラスを含有することができる。また上記非線形光学薄膜は非磁性であり、Co-Cr-Zr系またはNi-Cr-Zr系非晶質合金である。

【0017】

本発明の光情報記録媒体は、上記の非線形光学薄膜を超解像膜として用いた。また、本発明の再生専用の光情報記録媒体は、少なくとも情報を有するピットの形成された基板と、この基板上に直接または他の層を介して形成された超解像膜とを有する光情報記録媒体であって、超解像膜は非晶質合金あるいは非晶質合金と酸化物ガラス成分の混合物からなる薄膜で、該薄膜に入射されるレーザー光の強度変化に応じて屈折率が可逆的に変化する。

【0018】

さらに本発明の書き換え可能な光情報記録媒体は、少なくとも基板と、該基板上に直接または他の層を介して形成された光により情報が記録される記録膜と、該記録膜上に直接または他の層を介して形成された超解像膜とを有する光情報記録媒体であって、上記の超解像膜は非晶質合金あるいは非晶質合金と酸化物ガラス成分の混合物からなる薄膜で、該薄膜に入射されるレーザー光の強度変化に応じて屈折率が可逆的に変化する。

【0019】

また本発明の再生専用の光情報記録媒体は、少なくとも情報を有するピットの形成された基板と、該基板上に直接または他の層を介して形成された超解像膜と、該超解像膜上に直接または他の層を介して形成された反射膜とを有する光情報記録媒体であって、この超解像膜は非晶質合金と酸化物ガラス成分の混合物からなる薄膜で、該薄膜に入射されるレーザー光の強度変化に応じて屈折率が可逆的に変化する。

【0020】

さらに本発明の書き換え可能な光情報記録媒体は、少なくとも基板と、この基板上に直接

10

20

30

40

50

または他の層を介して形成された超解像膜と、その上に形成された光により情報が記録される記録膜と、さらにこの記録膜上に形成された反射膜とを有する光情報記録媒体であって、この超解像膜は非晶質合金と酸化物ガラス成分の混合物からなる薄膜で、該薄膜に入射されるレーザー光の強度変化に応じて屈折率が可逆的に変化する。

【0021】

上記超解像膜に入射されるレーザー光の強度が 0.1 GW/m^2 の時に測定される屈折率 n_0 と 5.0 GW/m^2 の時に測定される屈折率 n_1 の変化率 $(|n_1 - n_0| / n_0)$ が 0.2 以上である。

【0022】

さらに上記非晶質合金はCo, Cr, Ni, V, Mn, Ti, Zr, Hf, Taから選ばれる少なくとも2種以上の金属から構成され、かつ上記酸化物ガラスはSiO₂を主成分とするガラスである。

10

【0023】

本発明の光スイッチは、少なくとも基板と、その上に形成された非晶質合金あるいは非晶質合金と酸化物ガラス成分の混合物からなる非線形光学薄膜によって構成される光スイッチ素子部を一箇所もしくは複数箇所有し、制御光を照射する制御光照射装置を有する光スイッチであって、上記非線形光学薄膜の屈折率は薄膜に入射される光の強度変化に応じて可逆的に変化する。

【0024】

上記非線形光学薄膜に入射される光の強度が 0.1 GW/m^2 の時に測定される屈折率 n_0 と 5.0 GW/m^2 の時に測定される屈折率 n_1 の変化率 $(|n_1 - n_0| / n_0)$ が 0.2 以上であり、上記非晶質合金はCo, Cr, Ni, V, Mn, Ti, Zr, Hf, Taから選ばれる少なくとも2種の金属から構成され、かつ、上記酸化物ガラスはSiO₂を主成分とするガラスである。

20

【0025】

【発明の実施の形態】

〔実施例1〕

まず、本発明の非線形光学薄膜の光学特性を評価するため、図2に示すような薄膜試料を作製した。本実施例では非線形光学薄膜1の材料としてモル比でCo_{0.6}Cr_{0.3}Zr_{0.1}の組成を有する非晶質合金薄膜を基板2上に50nm形成した。成膜はDCマグネトロンスパッタ法を用いて行い、ターゲットには薄膜と同組成の直径4インチの金属合金ターゲットを用い、600Wの成膜パワーで成膜した。なお、スパッタガスはArとし、ガス圧力を0.65Paとした。

30

【0026】

こうして得られたCo_{0.6}Cr_{0.3}Zr_{0.1}薄膜の広角X線回折を行ったところ、いずれも結晶性物質の存在を示すピークが見られず、非晶質であることが分かった。

【0027】

図2に示す非線形光学薄膜材料の屈折率を、図3に示すエリプソメーターの光学系を用いて評価した。図3において、1は非線形光学薄膜、2は基板、3はパルス発生器、4は光源、5は偏光子、6は入射光、7は反射光、8は検光子、9はフィルター、10は受光器、11はデジタルオシロスコープ、12は制御用コンピューター、13は焦点レンズである。

40

【0028】

光源4として波長650nm及び405nmの半導体レーザーを用いた。このレーザーをパルス発生器3を用いて所望の強度、時間を有するパルス光とした。このパルス光を偏光子を用いて光の振動面が試料表面に平行な光(s偏光)と垂直な光(p偏光)になるように偏光させた。また焦点レンズ13を用いてこのレーザー光を試料表面に集光させた。波長が650nmの場合は周後部のレーザー径は0.6μmであった。また波長が405nmの場合は0.6nmであった。

【0029】

50

このような偏光を試料に照射すると、試料の膜厚、屈折率及び消衰係数によってs偏光とp偏光の反射率と位相が異なる。従って、膜厚を予め測定しておき、s偏光とp偏光の反射率比、位相を求めることにより、屈折率と消衰係数を推定できる。ここで、消衰係数は屈折率の虚部で表され、材料の光の吸収に関するパラメータである。

【0030】

反射光の受光側に検光子8を置き、検光子8の角度を回転させ、それぞれの検光子角度で得られる反射光量からs偏光とp偏光の反射率比、位相を求めた。検光子角度は1回転を12分割した各角度で測定した。また受光器は許容量以上の光が入射されると適切な解析が不能になるため、各パルス光の強度に応じたフィルター9を設置して、受光器に入る反射光量を調節した。

10

【0031】

反射光は受光器に導入される光をデジタルオシロスコープ11で時間分割し、2ns毎に測定した。また、パルス光が入射される50ns前から測定を開始し、パルスが発生してから100nsの間、測定した。また、1回の測定ではレーザーや受光器のばらつきや電氣的なノイズにより、SN比(シグナルとノイズの比)が低く精密な測定ができないため、それぞれの測定を128回積算してその平均値として求めた。

【0032】

図4に本実施例で作製した非線形光学薄膜に100nsのパルスレーザーを照射したときの屈折率変化を示す。パルス光の強度は 5.0 GW/m^2 とした。横軸はパルスが立ち上がる時の時刻を0とした時の時間である。図4(a)はレーザーパルスの強度変化を示す。また(b)は屈折率(n)の時間変化を示す。

20

【0033】

パルスの立ち上がり前では、受光器に入射される光の強度が弱いため測定値のばらつきが大きい。屈折率 n_0 は2.3であった。この弱いレーザーで測定される屈折率 n_0 を線形屈折率と呼ぶ。このときのレーザー光の強度は約 0.1 GW/m^2 である。時間0秒からパルスが立ち上がり、この立ち上がりによって屈折率も徐々に上昇し、パルスの光量が飽和すると屈折率の変化も飽和していた。このときの屈折率 n_1 は3.25であり、屈折率変化率 $|n_1 - n_0| / n_0$ は0.41と、大きな変化を示した。この 5.0 GW/m^2 程度の強いレーザー光が照射されたときの屈折率 n_1 を非線形屈折率と定義する。

【0034】

図5、図6に、パルス光強度を変化させたときの屈折率(n)と消衰係数(k)との時間変化を示す。これらの図において、屈折率と消衰係数は図4に示す屈折率の時間変化を示す図のパルス光立ち上がり後50ns~100nsの間の屈折率を平均して求めた。

30

【0035】

波長が650nm及び405nmいずれの場合も、パルス光強度の上昇に従って屈折率は上昇し、波長650nmでは2.3から3.3と上昇していた。また、405nmの場合はいずれも若干低い値を有しているが、やはり大きな屈折率変化を示した。また、消衰係数は650nmでは5.05から4.51に減少していた。消衰係数も屈折率同様405nmでは650nmより低い値を有していたが、650nmの場合と同様の変化を示した。

【0036】

以上のように、本発明のCo-Cr-Zr系非晶質合金薄膜では約 5.0 GW/m^2 程度のレーザー照射により屈折率が非線形に大きく変化することが分かった。

40

【0037】

屈折率変化量は、材料組成のみでなく照射されるレーザー光の強度と相関を有する。屈折率変化率の大きい薄膜では、屈折率変化率の小さい従来の材料と比較して、同じ屈折率を得るために必要とされるレーザー強度は小さい。また、レーザー照射と屈折率変化の応答時間が同等の材料と比較すると、同じ屈折率を得るための応答時間は短く、レーザー照射に対し高速に応答することができる。

【0038】

次に、この薄膜の屈折率変化の応答速度について詳細に検討した。図4に示される測定結

50

果を見ると、パルスレーザーの立ち上がり屈折率の上昇が追隨して変化していることが分かる。本測定の間隔は2 nsであることから、2 ns以下の応答速度で屈折率が変化していることが分かる。しかし、これ以下の短い時間における屈折率変化は本装置では測定できない。

【0039】

そこで、さらに屈折率の応答速度を詳細に調べるため、パルス時間が35ピコ秒のパルスレーザー照射による屈折率変化を求め、時間応答性を検討した。その結果、このような短い時間でも2 nsの場合と同様の屈折率変化が見られた。このことから、この材料の応答速度はピコ秒のオーダーであることが分かった。

【0040】

次に、各種組成の薄膜材料について屈折率変化を測定し、同様の検討を行った。表1に各薄膜の組成、膜厚及びこれらの膜のレーザーパワー 0.1 GW/m^2 で測定される線形屈折率 n_0 、 5.0 GW/m^2 で測定される非線形屈折率 n_1 、屈折率変化率 $|n_1 - n_0| / n_0$ 、及び、消衰係数 k_0 、 k_1 、その変化率 $|k_1 - k_0| / k_0$ を示す。表1に示す合金の広角X線回折分析を行ったところ、いずれも結晶質の存在を示すピークは観察されず、非晶質合金薄膜であった。

【0041】

【表1】

表 1

試料 No.	組成 (モル比)	膜厚 (nm)	波長: 650 nm						波長: 405 nm					
			n_0	n_1	$ n_1 - n_0 /n_0$	k_0	k_1	$ k_1 - k_0 /k_0$	n_0	n_1	$ n_1 - n_0 /n_0$	k_0	k_1	$ k_1 - k_0 /k_0$
1	$\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}$	20	2.34	3.27	0.397	5.14	4.55	0.115	2.21	3.14	0.421	5.02	4.38	0.127
2	$\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}$	50	2.07	3.30	0.594	5.35	4.54	0.151	1.98	3.11	0.571	5.28	4.32	0.182
3	$\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}$	100	2.34	3.46	0.479	5.07	4.52	0.108	2.12	3.25	0.533	4.95	4.41	0.109
4	$\text{Ni}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}$	20	2.65	3.47	0.309	4.79	3.86	0.194	2.54	3.16	0.244	4.52	3.74	0.173
5	$\text{Ni}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}$	50	2.62	3.38	0.290	4.61	4.07	0.117	2.52	3.18	0.262	4.51	3.92	0.131
6	$\text{Ni}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}$	100	2.57	3.37	0.311	4.77	4.21	0.117	2.47	3.18	0.287	4.62	4.11	0.110
7	$\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Hf}_{0.1}$	50	2.45	3.34	0.363	5.22	4.71	0.098	2.35	3.29	0.400	5.07	4.67	0.079
8	$\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Ti}_{0.1}$	50	2.31	3.22	0.394	5.18	4.41	0.149	2.26	3.14	0.389	5.05	4.21	0.166
9	$\text{Ni}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Hf}_{0.1}$	50	2.71	3.51	0.295	4.82	3.95	0.180	2.58	3.35	0.298	4.66	3.76	0.193
10	$\text{Ni}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Ti}_{0.1}$	50	2.54	3.35	0.319	4.52	3.95	0.126	2.41	3.17	0.315	4.37	3.74	0.144
11	$\text{Ni}_{0.6}\text{Ta}_{0.4}$	50	2.25	3.12	0.387	4.11	3.72	0.095	2.17	2.91	0.341	3.81	3.41	0.105

試料 No. 1 ~ 3 は、 $\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}$ 薄膜であり、膜厚を 20 nm、50 nm 及び 100 nm とした試料である。いずれの試料においても n_1 は n_0 よりも大きくなっており、その変化量は波長 650 nm では 0.397 以上と大きかった。また、逆に消衰係数は k_1 は k_0 に比べて減少し、その変化量は 0.10 ~ 0.15 と屈折率の変化量に比べて小さかった。また測定波長が 405 nm では、650 nm に比べて屈折率、消衰係数ともに小

10

20

30

40

50

さかったが、その変化量は650nmの場合と同様に大きかった。

【0042】

試料No.4~6は、 $Ni_{0.6}Cr_{0.3}Zr_{0.1}$ 薄膜である。膜厚は $Co_{0.6}Cr_{0.3}Zr_{0.1}$ 薄膜と同様に20nm、50nm、100nmとした。 $Ni-Cr-Zr$ 系薄膜においてもいずれの波長の場合でも大きな屈折率変化が得られた。しかしながら、 $Co-Cr-Zr$ 系薄膜と比較すると、変化量は半分程度であった。

【0043】

試料No.7~10は、 $Co-Cr-Zr$ 及び $Ni-Cr-Zr$ 系薄膜のZr成分を、Zrの属する4a族金属であるHf及びTiに置換した薄膜である。いずれの場合も上記実施例と同様に大きな屈折率変化が得られた。

10

【0044】

さらに試料No.11は $Ni-Ta$ の2元系合金である。この2元系の合金もX線回折では非晶質であった。この場合でも、大きな屈折率変化が見られることが分かった。

【0045】

以上のように、 $Co, Ni, Cr, Zr, Hf, Ti, Ta$ から選ばれる少なくとも2種類の元素から構成される非晶質合金薄膜では、測定波長650nm、405nmのいずれの場合でもレーザー照射により大きな屈折率変化が得られた。

【0046】

次に、 $CoCrZr$ 系合金に SiO_2 などのガラス成分を添加した薄膜を作製し、表1と同様の検討を行った。屈折率変化の測定結果を表2に示す。

20

【0047】

【表2】

表 2

試料 No.	組成 (モル比)	膜厚 (nm)	波長: 650 nm						波長: 405 nm					
			n_0	n_1	$ n_1 - n_0 /n_0$	k_0	k_1	$ k_1 - k_0 /k_0$	n_0	n_1	$ n_1 - n_0 /n_0$	k_0	k_1	$ k_1 - k_0 /k_0$
12	0.95(Co _{0.6} Cr _{0.3} Zr _{0.1})-0.05SiO ₂	50	3.380	4.560	0.349	4.800	3.810	0.206	3.210	4.480	0.396	4.650	3.740	0.196
13	0.90(Co _{0.6} Cr _{0.3} Zr _{0.1})-0.10SiO ₂	50	3.320	3.990	0.202	3.710	2.600	0.299	3.250	3.920	0.206	3.620	2.740	0.243
14	0.80(Co _{0.6} Cr _{0.3} Zr _{0.1})-0.20SiO ₂	50	3.500	3.084	0.119	1.030	0.920	0.107	3.450	3.087	0.105	0.950	0.840	0.116
15	0.60(Co _{0.6} Cr _{0.3} Zr _{0.1})-0.40SiO ₂	50	2.400	2.154	0.103	0.670	0.630	0.060	2.310	2.075	0.102	0.580	0.570	0.017
16	0.90(Co _{0.6} Cr _{0.3} Zr _{0.1})-0.10(SiO ₂ TiO ₂)	50	3.300	4.100	0.242	3.700	2.580	0.303	3.240	4.050	0.250	3.580	2.520	0.296
17	0.90(Co _{0.6} Cr _{0.3} Zr _{0.1})-0.10(SiO ₂ -Na ₂ O-CaO)	50	3.350	4.020	0.200	3.850	2.780	0.278	3.220	3.950	0.227	3.740	2.610	0.302
18	0.90(Co _{0.6} Cr _{0.3} Zr _{0.1})-0.10(SiO ₂ -B ₂ O ₃ -Na ₂ O)	50	3.210	3.950	0.231	3.740	3.020	0.193	3.140	3.780	0.204	3.660	2.950	0.191
19	Al	50	1.470	1.471	0.001	7.790	7.800	0.001	1.452	1.454	0.001	7.563	7.571	0.001
20	Si	50	3.851	3.853	0.001	0.017	0.018	0.059	3.821	3.818	0.001	0.005	0.005	0.000
21	Cr	50	3.111	3.113	0.001	3.330	3.320	0.003	2.854	2.850	0.001	3.311	3.305	0.002
22	CoO	50	2.451	2.448	0.001	0.051	0.050	0.020	2.412	2.402	0.004	0.041	0.035	0.146
23	Co ₂ O ₄	50	3.201	2.891	0.097	0.750	0.680	0.093	3.100	2.811	0.093	0.721	0.658	0.087

非晶質合金の組成は、表 1 で用いた $Co_{0.6}Cr_{0.3}Zr_{0.1}$ とした。この非晶質合金と酸化物ガラス成分をモル比で 0.05 ~ 0.40 含有させた。ガラス成分として SiO_2 を用いた場合、 SiO_2 の含有量が 0.05 では n_1 が n_0 よりも大きく、またその変化量も 0.349 ~ 0.396 と大きく、 SiO_2 を含有させない試料と同等の変化を示した。 SiO_2 の含有量が増加するに従い、 n_0 、 n_1 及び屈折率変化率いずれも減少した。特に SiO_2 を 0.20 ~ 0.40 含有させた薄膜では n_1 が n_0 よりも小さかった。さらに k_0 、 k_1 も S

10

20

30

40

50

SiO_2 含有量の増加に伴って低下しており、 SiO_2 を0.20～0.40含有させた薄膜では金属光沢が失われて透明性が生じていた。このことから、酸化物成分の増加に従って金属成分が酸化され、膜の構造が大きく変化し、屈折率変化の原理が変化したものと考えられる。

【0048】

SiO_2 の含有量に対する屈折率変化量の変化を図7に示す。波長が650nm, 405nmいずれの場合も SiO_2 含有量が0.1を超える場合には屈折率変化量が0.20を下回り、大きな屈折率変化を得ることができなかった。

【0049】

また、表2を見ると、ガラス成分として $\text{SiO}_2 - \text{TiO}_2$, $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} - \text{CaO}$, $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}$ のいずれを用いた場合にも、ガラス成分の含有率が0.1の場合には屈折率変化量が0.20以上であり、良好な結果となった。

10

【0050】

以上より、非晶質合金薄膜及び非晶質合金と酸化物ガラス成分との混合薄膜は非線形な屈折率変化を生じ、その屈折率変化量は 0.1 GW/m^2 度の弱いレーザー光で測定される線形屈折率 n_0 と 5.0 GW/m^2 の強いレーザー光を照射した場合の非線形屈折率 n_1 との変化率が0.2以上と、大きい屈折率変化が得られた。

【0051】

ガラスマトリックス成分の含有率が0.1以下であると、やはり大きな屈折率変化が得られるが、0.1を超えると急激に屈折率変化量が減少し、0.2を下回るので、好ましくなかった。以上よりガラス成分の含有率は0.1以下であることが好ましかった。

20

【0052】

ガラス成分としては SiO_2 の他、 $\text{SiO}_2 - \text{TiO}_2$, $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} - \text{CaO}$, $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}$ などの SiO_2 を主成分とするガラスを用いることが好ましかった。

【0053】

次に非晶質合金薄膜の屈折率変化のメカニズムを解明するため、大きな屈折率変化が得られる試料No.5の薄膜と、試料No.12の薄膜の透過型電子顕微鏡観察を行い、合金成分とガラス成分との存在状態を観察した。

【0054】

図8に試料No.5のCo-Cr-Zr系合金薄膜の透過型電子顕微鏡像の模式図を示す。この試料では、粒径が0.5～1.0nm程度の非常に微細な粒子が無数に形成されていた。これらの粒子はこのように非常に微細なため、先ほど示したような広角X線回折では非晶質の存在を示すハローのみ観察される。従って、X線回折上は非晶質と定義される。

30

【0055】

この薄膜を成膜チャンパー内で300℃で加熱しながら成膜した場合、X線回折で結晶相の存在を示すピークが明瞭に観察された。この薄膜について屈折率変化を測定したところ、ほとんど変化しないことが分かった。このことから、加熱による粒子の肥大化により非線形光学特性が低下したものと考えられる。従って、上記のような大きな屈折率変化を得るためには、図8に示すような微細な構造を有していることが好ましいと判断できる。

【0056】

図9に試料No.12の透過型電子顕微鏡像の模式図を示す。ガラスマトリックス14中にCo-Cr-Zr系非晶質合金15の微粒子からなるものである。この図のように、非晶質合金と酸化物薄膜は、お互い均一混合せず、非晶質合金15がガラスマトリックス14中で微粒子を構成し、該マトリックス中に分散している様子が観察された。

40

【0057】

このことから、これらの薄膜は金属微粒子をガラスマトリックス中に分散したグラニュラー構造を有していることが分かった。また、分散された金属粒子内は図8に示したような1nm以下程度の非常に微細な粒子から構成されていた。

【0058】

表2 試料No.19～23に、その他の薄膜について同様な検討を行った結果について示

50

す。

【0059】

本実施例では、Al, Si, Crの結晶性金属薄膜及びCoO, Co₃O₄のコバルト酸化物薄膜について検討を行った。Al, Si, Crのような結晶性金属薄膜では、レーザーの波長や強度を変化させても屈折率は殆ど変化せず、その変化量は0.001程度と非晶質金属系薄膜に対して1/100程度の変化量であった。また、CoO薄膜においてもその変化量は小さく、0.001程度であった。Co₃O₄薄膜では0.09~0.1程度の変化量が得られたが、Co-Cr-Zr系薄膜と比較するとその変化量は小さかった。

【0060】

〔実施例2〕

次に、本発明の非晶質合金薄膜の組成範囲を検討した。表3にその合金薄膜試料の実施例を示す。

【0061】

【表3】

表 3

試料 No.	合金組成(mol比)									結晶・非晶質	磁性	反射率
	Co	Ni	Cr	V	Mn	Zr	Ti	Hf	Ta			
	0.38	-	0.50	-	-	0.12	-	-	-	結晶	常磁性	83
24	0.40	-	0.45	-	-	0.15	-	-	-	非晶質	常磁性	91
25	0.60	-	0.30	-	-	0.10	-	-	-	非晶質	常磁性	90
26	0.70	-	0.25	-	-	0.05	-	-	-	非晶質	常磁性	92
27	0.75	-	0.20	-	-	0.05	-	-	-	非晶質	強磁性	84
28	-	0.38	0.50	-	-	0.12	-	-	-	結晶	常磁性	82
29	-	0.40	0.45	-	-	0.15	-	-	-	非晶質	常磁性	90
30	-	0.60	0.30	-	-	0.10	-	-	-	非晶質	常磁性	91
31	-	0.70	0.25	-	-	0.05	-	-	-	非晶質	常磁性	92
32	-	0.75	0.20	-	-	0.05	-	-	-	非晶質	強磁性	86
33	0.70	-	0.15	-	-	0.15	-	-	-	非晶質	強磁性	84
34	0.65	-	0.20	-	-	0.15	-	-	-	非晶質	常磁性	91
35	0.40	-	0.50	-	-	0.10	-	-	-	非晶質	常磁性	92
36	0.40	-	0.55	-	-	0.05	-	-	-	結晶	常磁性	81
37	0.70	-	-	0.14	-	0.16	-	-	-	非晶質	強磁性	83
38	0.65	-	-	0.20	-	0.15	-	-	-	非晶質	常磁性	92
39	0.60	-	-	0.30	-	0.10	-	-	-	非晶質	常磁性	91
40	0.40	-	-	0.50	-	0.10	-	-	-	非晶質	常磁性	93
41	0.40	-	-	0.53	-	0.07	-	-	-	結晶	常磁性	82
42	0.70	-	-	-	0.15	0.15	-	-	-	非晶質	強磁性	81
43	0.65	-	-	-	0.20	0.15	-	-	-	非晶質	常磁性	91
44	0.60	-	-	-	0.30	0.10	-	-	-	非晶質	常磁性	92
45	0.40	-	-	-	0.50	0.10	-	-	-	非晶質	常磁性	90
46	0.40	-	-	-	0.55	0.05	-	-	-	結晶	常磁性	85
47	0.67	-	0.30	-	-	0.03	-	-	-	結晶	常磁性	84
48	0.66	-	0.30	-	-	0.04	-	-	-	非晶質	常磁性	91
49	0.60	-	0.30	-	-	0.10	-	-	-	非晶質	常磁性	90
50	0.55	-	0.25	-	-	0.20	-	-	-	非晶質	常磁性	89
51	0.53	-	0.25	-	-	0.22	-	-	-	結晶	常磁性	84
52	0.68	-	0.30	-	-	-	0.02	-	-	結晶	常磁性	82
53	0.66	-	0.30	-	-	-	0.04	-	-	非晶質	常磁性	91
54	0.60	-	0.30	-	-	-	0.10	-	-	非晶質	常磁性	94
55	0.55	-	0.25	-	-	-	0.20	-	-	非晶質	常磁性	93
56	0.53	-	0.25	-	-	-	0.22	-	-	結晶	常磁性	84
57	0.67	-	0.30	-	-	-	-	0.03	-	結晶	常磁性	82
58	0.66	-	0.30	-	-	-	-	0.04	-	非晶質	常磁性	90
59	0.60	-	0.30	-	-	-	-	0.10	-	非晶質	常磁性	91
60	0.55	-	0.25	-	-	-	-	0.20	-	非晶質	常磁性	92
61	0.53	-	0.25	-	-	-	-	0.22	-	結晶	常磁性	85
62	-	0.72	-	-	-	-	-	-	0.28	非晶質	強磁性	83
63	-	0.70	-	-	-	-	-	-	0.30	非晶質	常時性	91
64	-	0.60	-	-	-	-	-	-	0.40	非晶質	常時性	90
65	-	0.40	-	-	-	-	-	-	0.60	非晶質	常時性	92
66	-	0.38	-	-	-	-	-	-	0.62	結晶	常時性	82

表3において、合金組成はターゲット組成であり、mol比で示している。また、これらの薄膜の結晶状態をX線回折を用いて評価し、結晶の存在を示すピークが見られた場合は結晶、ブロードなピークのみが観察され結晶が存在していない場合には非晶質と示した。

【0062】

10

20

30

40

50

また、得られた薄膜の磁気特性を振動試料型磁力計 (VSM) を用いて測定した。試料に印加する磁界に対して試料の磁化曲線がヒステリシスカーブを描く場合、強磁性体であることが分かる。このような試料には強磁性と記した。また、印加する磁界に対して試料の磁化が線形に変化する場合は常磁性と記した。

【0063】

さらにこれらの試料に波長650nmのレーザー光を照射し、その反射率を求めた。印加するレーザー強度は0.1mWと弱い光を照射した。この時の反射光量を光検出器によって求め、入射光強度との比を反射率とした。

【0064】

まず、試料No.24~27のCo-Cr-Zr系合金、及び試料No.28~32のCo及びNi濃度を变化させた。Co-Cr-Zr系合金について見ると、Co含有量が0.38のNo.23では、明瞭な結晶化のピークが認められ、結晶質であることが分かった。このとき磁性は常磁性であったが、反射率が83%と低く、光ディスク、光スイッチなどのデバイスに適用する際に信号の損失が大きくなるため好ましくなかった。

10

【0065】

一方、Co含有量が0.75である試料No.27の試料では、非晶質ではあるが、Co含有量が多いため磁化曲線がヒステリシスとなり、強磁性体であることが分かった。このとき、この磁化による光カー効果のため、反射光が偏光となり、これに伴って反射光量が低下し、その値は82%となった。Co含有量が0.40~0.70の試料No.24~26では反射率がいずれも90%以上であり、良好な結果となった。

20

【0066】

これと同様に、試料No.28~32のNi-Cr-Zr系合金についても、Ni含有量が0.4~0.7の場合では反射率が90%以上で良好な結果が得られたが、Ni含有量が0.4未満並びに0.7を超える場合には結晶化及び強磁性化の影響により反射率が90%未満であった。

【0067】

以上より、Co及びNi含有量は0.4~0.7であることが好ましい。Co、Ni含有量が0.4未満であると膜が結晶化し、反射率が低下するため好ましくなかった。一方、0.7を超えると磁気特性が強磁性体となるため、同様に反射率が低下し、良好とは云えなかった。

30

【0068】

次に、試料No.33~36を作製してCo-Cr-Zr系合金におけるCr濃度について検討した。Cr濃度が0.15のNo.33の試料では、強磁性体であり、このとき反射率が84%と低かった。また、Cr濃度が0.55の試料No.36では、X線回折において明瞭な結晶化のピークが観察された。このとき反射率が81%と低く好ましくなかった。また、Cr濃度が0.20, 0.50の試料では非晶質であり、常磁性体であった。このとき反射率は90%以上となり、良好な結果が得られた。

【0069】

次に、このCrをV, Mnに置換して同様の検討を行った(試料No.37~46)。このとき、Crの場合と同様にV, Mn含有量が0.20~0.50では結晶化や強磁性体化が見られず、良好な反射率の合金薄膜が得られた。またこれらの含有量が0.20未満では結晶が析出し、0.50を超える場合には強磁性体となるために反射率が90%未満となり、良好な結果が得られなかった。

40

【0070】

以上より、Cr, V, Mnにおいてはその含有量が0.2~0.50であることが好ましかった。これらの含有量が0.20未満であると結晶化が生じ、反射率が低下するため好ましくなかった。また、0.50を超えると強磁性体化によって反射率が低下するため好ましくなかった。

【0071】

さらに、Co-Cr-Zr系合金のZr濃度を变化させて検討を行った。Zr濃度が0.

50

03のNo.47の試料及びZr濃度が0.22のNo.51の試料では、いずれも結晶の析出が認められ、同時に反射率が低く良好でなかった。Zr含有量が0.04~0.20のNo.48~50の試料は非晶質であり、また常磁性体であった。またこのとき反射率も高く、良好であった。

【0072】

同様にZrをTi, Hfに変えてその濃度を検討したところ、Zrと同じ組成範囲で結晶化しない良好な組成範囲が存在していた。

【0073】

以上よりZr, Ti, Hfの濃度は0.04~0.20であることが好ましかった。これらの濃度が0.04未満または0.20を超えると、結晶が析出し、それに伴って反射率が低下するため好ましくなかった。

10

【0074】

さらに、Ni-Ta二元系非晶質合金についても同様な組成範囲の検討を行った。Taの含有量が0.28の試料No.62では強磁性体化しており、さらにTa含有量が0.62の試料No.66では結晶化したため、反射率が低下していた。Ta含有量が0.30~0.60の試料No.63~65では、このような結晶化、強磁性体化が見られず、高い反射率が得られた。以上よりTa含有量は0.30~0.60であることが好ましかった。

【0075】

〔実施例3〕

図1に、本発明のROMディスクの模式断面図を示す。図1において1は本発明の非線形光学薄膜からなる反射膜、2は基板、16はSiO₂保護膜、17は情報をもって書き込まれたピットである。

20

【0076】

基板2はポリカーボネート、ポリオレフィン、ガラスなどが、仕様に依りて用いられるが、本実施例ではポリカーボネート基板を用いた。また、図に示すようなランドグループ構造によりトラッキングがなされており、いずれのトラックにも情報が書き込まれている。以下、本発明の非線形光学薄膜1からなる反射膜を超解像反射膜と呼ぶ。

【0077】

ROMディスクは以下の工程によって作製した。まず、フォトレジスト上にレーザーを用いて情報を持ったピットパターンを形成した。その後、Ni金型にピットパターンを複写し、この金型にポリカーボネートを射出成形することによって基板を形成した。この基板上にSiO₂保護膜16を膜厚140nmに形成した後、超解像反射膜1を膜厚100nm形成した。基板2の厚さは0.6mmであり、本実施例では成膜した2枚の基板を、反射膜を背にして紫外線硬化樹脂を用いて貼り合わせ、1.2mm厚のROMディスクを得た。超解像反射膜1の膜厚は100nmとした。

30

【0078】

本実施例では、超解像反射膜1の組成を変化させて、それぞれにおける超解像特性を評価した。また、反射膜1としてAlを形成したROMディスクを作製し、比較例とした。

【0079】

図10は、本実施例で使用した光情報記録再生装置の構成を示すブロック図である。光記憶媒体としての光ディスクの種類を判別する媒体判別手段を有している。光ディスクは、モータ回路制御手段により制御されるモータの回転軸に、直接または間接に接続された回転機構に一時的に固定される。ピックアップ内の光源であるレーザーと反射光を検知する検知部により、光ディスクの情報を光信号として読み取る。また、ピックアップ内の光源により、光ディスクに情報を記録する。

40

【0080】

光信号はプリアンプ、読出し信号処理手段、アドレス読取手段、クロック同期信号読取り手段を経て、再生信号復調手段を介し、再生データ送出手段により、装置外へ出力される。再生データは、表示装置やスピーカ等の所定の出力手段により出力されるか、または、パーソナルコンピュータなどの情報処理装置によりデータ処理が行われる。

50

【0081】

本実施例では、通常の記録再生に用いられる回路系のほか、任意のレーザー波長を選択可能なレーザー選択手段を設けた。レーザー選択手段の出力に基づき、レーザーパワー制御情報解析手段の解析に基づいて、ピークパワー決定手段にて使用されるピークパワーが決定される。また、同様に読み出しパワー決定手段にて読み出しパワーが決定される。

【0082】

ピークパワー決定手段の出力がパワー比決定手段を介し、記録パワーDCアンプと消去パワーDCアンプを経由してレーザドライバに入力され、ピックアップ内の光源を制御する。同様に読み出しパワーDCアンプを介して読み出しパワー決定手段の出力はレーザドライバに入力され、ピックアップ内の光源を制御する。また、実際のレーザーとしては650nm、405nmの半導体レーザーを搭載した。

10

【0083】

波長により焦点や焦点深度が異なるため、レーザー選択に伴いオートフォーカシング機構が可能な構造とした。さらに、ディスクに超解像膜が搭載され、トラッキング幅が細くなるのに対応して、トラッキング誤差検出手段に高密度記録用のものを別に設け、媒体に合わせたトラッキングができるようにした。また、媒体の反射率差を利用して媒体の種別判別機構を設け、これにより媒体種の違いに合わせてオートでトラッキングできるように設計した。

【0084】

データ記録の際は、記録データ受入手段から記録データが入力され、記録データ変調手段でデータ変調され、記録タイミング補正手段を介してレーザドライバに入力され、ピックアップ内の光源を制御する。

20

【0085】

図10のような構成とすることにより、波長の異なる光記録媒体をコンパチブルに使用できるだけでなく、大容量化などにより記録容量の異なるディスクを一台の装置で取り扱うことが可能となる。なお、光情報再生記録装置は、その目的、用途により、適宜その構成に変更を加えて使用しても良い。

【0086】

まず、作製したROM型の光ディスクの超解像反射膜の反射率とC/N比の関係について検討した。

30

【0087】

C/N比は、0.50 μ mのマーク長の記録ピットを形成し、その記録されている部分と記録されていない部分の反射率の差(キャリア:C)と電気的なノイズやレーザー、受光器などに起因するノイズ(N)との比をもってC/N比とした。

【0088】

超解像反射膜として、表3に示した試料No.24~28の反射膜を用い、その反射率に対するC/N比の変化を調べた。表4及び図11に、反射膜に対する反射率とC/N比の関係について示す。膜厚はいずれも100nmとした。

【0089】

【表4】

40

表 4

試料 No.	合金組成 (mol%)									反射率	C/N比
	Co	Ni	Cr	V	Mn	Zr	Ti	Hf	Ta		
	0.38	-	0.50	-	-	0.12	-	-	-	83	36
24	0.40	-	0.45	-	-	0.15	-	-	-	91	51
25	0.60	-	0.30	-	-	0.10	-	-	-	90	52
26	0.70	-	0.25	-	-	0.05	-	-	-	92	53
27	0.75	-	0.20	-	-	0.05	-	-	-	84	43
28	-	0.38	0.50	-	-	0.12	-	-	-	82	38

反射率とC/N比を図11のようにプロットすると、50dB以上の優れたC/N比が得られるのは反射率が87%以上の場合であることが分かった。超解像反射膜の反射率が87%以上では高いC/N比が得られ、C/N比はほぼ一定であった。反射率が87%を下回ると薄膜が信号光を吸収し、C/N比は50dBを下回る。このことから、超解像膜を反射膜として使用する超解像反射膜の反射率は87%以上であることが好ましい。

【0090】

さらに、この超解像反射膜の膜厚と反射率の関係について調べた。表5及び図12に、超解像反射膜の膜厚と反射率及び透過率の関係について示す。本実施例では超解像反射膜として表3の試料No.25のものをを用いた。用いたレーザー光の波長は650nm、強度は0.1mWであり、ディスク回転の線速度は7m/秒とした。

【0091】

【表5】

表 5

試料 No.	膜厚 (nm)	反射率	透過率
25	10	40	50
	20	75	15
	40	81	9
	60	89	1
	100	90	0
	120	91	0

膜厚が100nm程度と厚い場合には、薄膜の透過率は検出限界以下であり0と判断できた。膜厚が50nm程度になると透過率が上昇し、40nmで9%、20nmで15%程度の透過率となった。これに応じて反射率も低下し、40nmで81%、20nmで75%となった。

【0092】

図12に示す曲線より、先の検討で良好なC/Nが得られる87%の反射率が得られる膜

厚は、50 nmであることが分かった。また反射率と透過率の和はいずれも90%程度となっていることから、残りの10%は乱反射成分か、膜の吸収によるものと考えられる。従って、超解像反射膜の膜厚が50 nm以上であれば透過光成分がなく、光を高効率で反射できるため好ましかった。しかし、50 nmを下回ると反射率が87%を下回るため、C/Nの低下を引き起こすので好ましくない。

【0093】

一方、図12より、膜厚を100 nmより厚くしても、得られる反射率はこれ以上向上しない。従って、これより膜厚を増加させることは、プロセス時間が長くなりコストの増加を招くため好ましくない。以上より、超解像反射膜の膜厚は50 ~ 100 nmが好ましい。

10

【0094】

次に、作製した超解像反射膜の組成及び読み出しパワーを1, 2, 3及び4 mWとしたときの低周波成分(2 MHz)と高周波成分(10 MHz)の再生出力特性を表6に示す。また、この表より判断される超解像効果の有無を示す。

【0095】

ここで、超解像効果とは、光の波長によって定まる回折限界以下の記録ビットを高出力で読み出すことができる現象を云う。読み出しに用いたレーザー光は、波長405 nmの半導体レーザーである。

【0096】

【表6】

20

表 6

No.	反射膜成分	出力 (dB)										屈折率 変化率 $ n_1 - n_0 /n_0$	超解像 効果
		2MHz					10MHz						
		1mW	2mW	3mW	4mW	1mW	2mW	3mW	4mW				
1	$\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}$	34	35	35	33	22	23	25	28	0.533	◎		
2	$\text{Ni}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}$	38	40	41	40	12	14	17	21	0.287	○		
3	$\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Hf}_{0.1}$	35	36	36	37	21	23	23	28	0.400	◎		
4	$\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Ti}_{0.1}$	43	44	45	47	15	17	21	22	0.389	○		
5	$\text{Ni}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Hf}_{0.1}$	39	40	45	42	14	18	20	21	0.298	○		
6	$\text{Ni}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Ti}_{0.1}$	38	35	38	40	15	18	20	21	0.315	○		
7	$0.95(\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}) - 0.05\text{SiO}_2$	38	38	39	38	14	16	18	20	0.396	○		
8	$0.90(\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}) - 0.10\text{SiO}_2$	36	39	32	37	13	15	16	19	0.206	○		
9	$0.90(\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}) - 0.10(\text{SiO}_2\text{TiO}_2)$	37	38	38	39	15	17	19	21	0.250	○		
10	$0.90(\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}) - 0.10(\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} - \text{CaO})$	38	39	41	40	14	16	18	22	0.227	○		
11	$0.90(\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}) - 0.10(\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O})$	35	36	36	35	16	19	21	23	0.204	○		
12	$0.80(\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}) - 0.20\text{SiO}_2$	7	8	10	11	4	5	5	5	0.090	-		
13	$0.60(\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}) - 0.40\text{SiO}_2$	6	8	9	8	5	6	6	5	0.039	-		
14	Al	37	36	35	37	1	2	2	2	0.001	×		

10

20

30

40

再生出力特性の周波数依存性はスペクトラムアナライザーにより解析した。図13に、スペクトラムアナライザーによる再生出力特性の測定例を示す。図13では実施例1のディスクと比較例14のディスクにおける再生出力特性であり、実施例1で形成した超解像反射膜は、表1中のNo.3の膜である。比較例で形成した反射膜はA1である。再生レーザーパワーは共に1mWである。

【0097】

超解像反射膜として実施例No.1の膜を形成した場合、比較例の場合に比べてより高周

50

波成分まで出力レベルが高いことが分かった。ROMディスク上では信号の高周波数成分は、より緻密なビットパターンで描かれることから、超解像膜を形成した場合には、より微細なビットパターンまで読み取って再生出力していることを示している。このことから、No. 4の超解像膜を形成した場合には、超解像効果が得られている。この現象は、超解像反射膜がレーザー照射時のみ屈折率が変化することによって生じる。

【0098】

この屈折率変化による超解像効果について、図14, 15を用いて詳細に説明する。図14, 15において17は記録ビット、18はレーザービームである。図14は、超解像反射膜を有さない場合、図15は超解像反射膜を有するときの再生時の記録ビットパターンとレーザー反射光の反射光量を示す図である。

10

【0099】

トラックに対して、レーザーが図中の矢印方向に進行する。図14のように、超解像反射膜を有さない場合、全てのレーザー照射領域で等しい反射率となるため、全ての領域から反射光が戻る。従って、このレーザーの全領域の情報が一度に受光されるため、ビット部分とビット以外の部分の全ての反射光の平均となり、ビットのみからの情報が少なくなる。このため、ビット部分とビット以外の部分の反射率差が小さくなり、SN比の悪い再生信号となる。

【0100】

次に、図15のような超解像再生について考える。レーザー照射により超解像反射膜の屈折率が変化するため、レーザー照射領域の前方(図中B)は、レーザー照射されてからの時間経過が短いため、屈折率が変化していない領域となる。

20

【0101】

一方、レーザー照射領域の後方(図中A)では、レーザーが照射されてから時間経過が長いため、屈折率が変化している領域である。反射膜、保護膜などの屈折率、膜厚などの光学設計により、ある屈折率状態では光の反射率を極端に小さくし、従ってマスク領域を作ることが可能である。今、反射膜の屈折率が変化しない状態で反射率を小さくした場合を考え、領域Bからは光が反射されない状態を生じさせる。

【0102】

このような状態のとき、反射膜の屈折率が変化すると上記の光学設計から外れるため、反射率が上昇する。つまり、反射膜の屈折率が変化した部分(領域A)のみから光が反射される状態となる。このような状態のとき、図14の通常の再生に比べて反射光が戻ってくる領域が狭いため、ビットからの信号光とビット以外からの信号光をSN良く、高コントラストで読み出すことができる。

30

【0103】

即ち、超解像反射膜のレーザー照射による屈折率変化により、超解像効果が生じる。この結果、図13に示したような微細ビットの再生が可能になる。

【0104】

表6中の超解像効果の判断は、図13のようなスペクトルから、各再生出力における2MHzと10MHzにおける出力を読み取り、レーザー光強度2mWで、高周波信号である10MHzにおける出力が20dB以上の場合を、13dB以上20dB未満の場合を、8dB以上13dB未満をとし、超解像効果があったものと判定した。また8dB未満の場合をxとし、超解像効果が得られなかったと判断した。また表1、2で検討した各反射膜の405nmにおける屈折率変化率 $|n_1 - n_0| / n_0$ も併記した。

40

【0105】

実施例No. 1, 3の $\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Zr}_{0.1}$ 、 $\text{Co}_{0.6}\text{Cr}_{0.3}\text{Hf}_{0.1}$ 反射膜では、2mW, 10MHzの出力が20dB以上となり、超解像効果はであった。屈折率変化率を見るとこの両者は0.4以上であり、このとき良好な超解像効果が得られることが分かった。

【0106】

また実施例No. 2及びNo. 4~11では、2mWにおける10MHzの出力が13dB

50

以上、20 dB未満であり、超解像効果は であった。これらの屈折率変化率は0.2以上~0.4未満であり、この範囲の場合超解像効果が であることが分かった。

【0107】

一方、比較例No.14では、2 MHzでは高い出力が得られたが、10 MHzでは出力は弱く、超解像効果は認められなかった。また比較例12, 13では、2 MHzにおける信号も微弱であり、超解像効果が生じているかどうかの判断ができなかった。これは、これらの膜がガラス成分を多く含有しているため透過性が上昇し、逆に反射率が低くなり、反射膜として機能していないためであった。

【0108】

そこで、比較例12, 13の膜のさらに裏面にAl反射膜を形成し、図16に示すような構成としてディスクを作製し、超解像効果を検討した。図16において、1は非線形光学薄膜、2は基板、16はSiO₂保護膜、17は記録ビット、19はAl反射膜である。この構成で作製したディスクを表6と同様にして検討した結果を表7に示す。

10

【0109】

【表7】

表 7

	No.	反射膜成分	出力 (dB)												屈折率 変化率 $ n_1 - n_0 /n_0$	超解像 効果
			2MHz						10MHz							
			1mW	2mW	3mW	4mW	1mW	2mW	3mW	4mW						
実施例	15	0.80(Co _{0.6} Cr _{0.3} Zr _{0.1})-0.20SiO ₂	37	37	39	41	9	10	11	13	0.090	△				
	16	0.60(Co _{0.6} Cr _{0.3} Zr _{0.1})-0.40SiO ₂	36	37	39	40	8	9	9	10	0.039	△				
比較例	17	Al	37	36	35	37	1	2	2	2	0.001	X				

これらの実施例では表 6 の場合と異なり、反射膜を設けたことによって 2 MHz の低周波成分の反射率は改善され、40 dB 程度の出力が得られた。また、10 MHz の高周波成分の出力も 8 dB 以上と大きく、超解像効果の判定は となった。

【0110】

以上より、本発明の非線形光学非晶質合金薄膜を反射膜とし、もしくは非晶質合金と酸化

10

20

30

40

50

物ガラスとの混合物の薄膜においてはこの膜の裏面にさらに反射膜を形成してROMディスクを作成した。その結果、この反射膜の屈折率変化率 $|n_1 - n_0| / n_0$ が 0.1 以上であれば高周波成分の出力が高く、良好な超解像効果が得られた。さらに好ましくは、屈折率変化率が 0.2 以上であると、さらに高い出力が得られ、また、0.4 以上であると非常に良好な超解像効果が得られた。

【0111】

上記の結果より、本発明の超解像膜を有するROMディスクのような光情報記録媒体は、微細な記録ビットを感度よく読みとることが可能となる。

【0112】

〔実施例4〕

次に、前記で検討した非線形光学薄膜を超解像反射膜として形成したRAMディスクを作製し、その特性を評価した。図17は、本実施例で作製したRAMディスクの模式断面図である。図17において、1は超解像反射膜、2はポリカーボネート基板、20は記録膜、16はSiO₂保護膜、17は記録膜上に形成された記録ビットである。

【0113】

本発明では、ポリカーボネート基板2としてランド-グループ構造を有する厚さ0.6mm×直径120mmの円盤形状のものを用いた。その上面にZnS-SiO₂保護膜16をスパッタリング法で80nm成膜した。その後、記録膜20としてGe-Sb-Te系相変化膜(記録膜)を同じくスパッタリング法で20nm成膜した。さらに保護膜16を約90nm形成後、本発明の超解像反射膜1を100nm成膜した。

【0114】

保護膜の厚さを制御することにより、情報記録媒体全体の反射率を調整することができる。ROMディスクの場合と同様、この膜を形成した基板を2枚貼り合わせることで所望のRAMディスクを得た。

【0115】

本実施例では、超解像反射膜1として表1のNo.3の薄膜を用いた。また、比較例として、Al反射膜を形成したRAMディスクを作製した。

【0116】

図18に、等間隔、等形状の記録ビットを作製したRAMディスクの記録ビットの長さ(マーク長)に対する再生出力強度を示す。読み出しのレーザー波長は405nmとし、レーザーパワーは2mWとした。記録再生は1~2mW、情報記録は約20mWで行った。

【0117】

再生出力は、No.3の超解像反射膜を形成した実施例の方が、Al反射膜を形成した比較例に比べて短いマーク長に対し高くなっていることが分かった。このことから、超解像膜を形成した場合、より短いマーク長に対して再生可能であることが分かった。このことから、RAMディスクに対しても超解像効果を確認することができた。

【0118】

なお、表1中の全ての超解像反射膜を検討したところ、上記と同様の超解像効果が確認できた。さらに、表2中のNo.11, 12, 15, 16, 17の各薄膜を超解像反射膜として用いた場合にも、同様に高い超解像効果を確認できた。また、表2中の18, 19, 20に示した各金属薄膜では、超解像効果を確認できなかった。

【0119】

また、表2中のNo.13, 14, 20, 21のような消衰係数の小さい透明性の高い薄膜について、実施例2のROMディスクで行った検討と同様に、さらにAl反射膜を設けてRAMディスクを作製し、これらの膜の超解像効果について検討した。

【0120】

図19は、作成したRAMディスクの模式断面図で、1は非線形光学薄膜、2はポリカーボネート基板、20は記録膜、16はSiO₂保護膜、17は記録膜上に形成された記録ビット、そして、19はAl反射膜である。

【0121】

10

20

30

40

50

本実施例では、ポリカーボネート基板 2 として、ランド - グループ構造を有する厚さ 0.6 mm × 直径 120 mm の円盤形状のものを用いた。その上面に非線形光学薄膜 1 をスパッタリングで 50 nm 形成後、ZnS - SiO₂ 保護膜 16 をスパッタリング法で 80 nm 成膜した。次いで、記録膜 20 として Ge - Sb - Te 系相変化膜 (記録膜) を同じくスパッタリング法で 20 nm 成膜した。さらに保護膜 16 を約 90 nm 形成後、Al 反射膜 19 を 100 nm 成膜した。これまでの検討と同様に、この膜を形成した基板を 2 枚貼り合わせることで所望の RAM ディスクを得た。

【0122】

得られた RAM ディスクに 13 mW のレーザー光を全トラックに照射し、ディスク全面の相変化記録膜を結晶化させた。この状態が情報が書き込まれていない状態である。ここに情報をを持った信号に合せたレーザーパルス光を照射することにより、情報を書き込む。情報の書き込みは情報に合せて時間変調された 20 mW のパルス光を照射することで行った。

10

【0123】

この 20 mW のパルス光が照射された部位では、相変化記録膜がレーザーによって急速に加熱され、レーザーが除かれることによって急冷されるため非晶質化する。もとの結晶化した部分と非晶質化した部分の反射率の違いを利用して情報を記録している。

【0124】

さらに非晶質化した部分にも、再度 13 mW 程度のレーザーを照射することで情報を消去することができる。さらに、この 13 mW の光を照射した直後に新たに 20 mW のパルスレーザーを照射することによって、新たな情報を書き込むことが可能である。書き込まれた情報は 1 ~ 2 mW 程度の弱いレーザー光によって、その反射率の違いを読み取る。

20

【0125】

これらの膜の超解像効果について、図 18 に示したものと同様の方法で超解像効果を調べた。その結果を図 20 に示す。なお、比較例として、非線形光学薄膜 1 を形成しない場合についても示す。超解像膜を形成しない比較例では、図 18 に示す結果と同様、小さいマーク長のピットに対して C/N が小さかった。また、非線形光学薄膜として、No. 21 の CoO 膜を用いた場合にも、その屈折率変化率が小さいため、ほとんど超解像効果は見られなかった。

【0126】

一方、No. 13, 14, 22 の薄膜を用いた場合には、小さいマーク長に対しても高い C/N が得られ、超解像効果が見られた。なお、屈折率変化率の大きい薄膜を用いた場合ほど、大きな超解像効果が得られる。

30

【0127】

しかし、図 18 の場合と比較すると、これらの膜の屈折率変化率が小さいため、0.1 μm 程度の小さいマーク長に対する C/N は、図 18 の超解像反射膜を用いた場合に比べて小さかった。

【0128】

上記の検討により、本発明の超解像膜は微細な情報記録及び読み取りを可能とすることができた。また、屈折率変化率と超解像効果は相関を有するため、従来と同等の記録密度を読み取る超解像膜では、レーザー光強度を弱くし、省エネルギーにすることができる。

40

【0129】

〔実施例 5〕

次に、繰り返し再生に対する膜の劣化を検討した。評価は、図 17 に示す RAM ディスクに繰り返し再生信号光を照射し、再生出力を検出することによって行った。レーザー波長は 405 nm、レーザーパワーは 2 mW とした。記録マークのマーク長は 0.2 μm とした。超解像反射膜として、No. 3 の膜を用いた。さらに、比較例として、フタロシアニン系有機膜を選び、同様な検討を行った。

【0130】

図 21 は、繰り返し回数に対する出力の関係を示すグラフである。有機材料系膜を形成し

50

たディスクでは、10,000回弱の繰り返し回数から徐々に出力が低下してくることが分かった。

【0131】

一方、本発明のガラス膜を形成したディスクでは、100,000回の繰り返しによってもほとんど出力の低下は見られなかった。

【0132】

以上のように、本発明の光ディスクは、繰り返しの再生によっても超解像効果が保持されることが分かった。

【0133】

また、ガラス膜として表1、表2中の他の非線形光学薄膜を用いた場合でも、繰り返し再生に対して高い安定性を得ることができた。上記の繰り返し再生に対する安定性は、超解像膜が合金で形成されていることに理由の一部が存在すると思われる。従って、RAMディスクに限らず、本発明の超解像膜を適用した情報記録媒体は、全て、繰り返し再生に対して耐性を有する。

【0134】

次に、本発明の超解像反射膜を用いた場合の応答速度を検討した。図17に示すRAMディスクを作成した。マーク長は0.2 μ mで一定とした。読み出しのパワーは2mWで一定とし、回転の線速度を変化させた。また、超解像反射膜としてNo.3の膜を用いた。

【0135】

表8及び図22に、回転の線速度に対するC/N比を示す。

【0136】

【表8】

表 8

試料 No.	線速度 (m/秒)	C/N (dB)
3	3	45
	5	47
	7	44
	10	43
	15	41
	20	40
	25	35
	30	29
	35	12

本実施例の超解像反射膜を用いた場合、20m/秒程度では超解像効果が得られ、高いC/Nが得られていることが分かる。しかし、20m/秒を超えるとC/Nが低下することが分かる。

【0137】

これは、ディスクスピードが上昇するため、超解像膜の屈折率変化が追従できず、記録部分と記録されていない部分の反射率差が、十分得られなかったためと考えられる。

【0138】

以上より、本発明の超解像反射膜を用いた場合、ディスク回転速度が20m/秒以下であれば十分に高いC/Nが得られ、従来よりも高速に情報を読み取ることが可能となった。但し、20m/秒を超えると屈折率変化が追従できなくなるため屈折率変化量が小さくなり、十分な超解像効果を得ることが難しかった。

【0139】

〔実施例6〕

次に、本発明の非線形光学薄膜を搭載した光スイッチ素子を作製した。図23に作製した光スイッチ素子の概略図を示す。図23において101は非線形光学薄膜、103は透過率調整膜、102はそれらを支持する基板である。

【0140】

本実施例では、非線形光学薄膜101として表1のNo.3のCo-Cr-Zr系薄膜を用いた。この薄膜は、 $0.1\text{GW}/\text{m}^2$ の屈折率は2.3であるが、 $5\text{GW}/\text{m}^2$ の強いレーザー光を照射した場合には3.6程度となる。透過率調整膜103として、屈折率が2.6のTiO₂薄膜を用いた。このTiO₂薄膜は非線形光学薄膜101と同様に、rfスパッタリングを用いて行った。ターゲットサイズ、成膜条件なども非線形光学薄膜101と同様とした。

【0141】

この光スイッチ素子を駆動するため、膜面に垂直方向から励起光111を照射し、励起光をON, OFFさせたときの測定光110の反射率を計測した。測定光110は、膜面から45°の方向から照射した。測定光110は光源104から出射され、コリメーションレンズ105を通過して集光レンズ106に入り、絞られて膜面に照射される。また、反射光はコリメーションレンズ107、集光レンズ108を通過して受光器109に入る。

【0142】

励起光レーザーは650nmの半導体レーザーを用いた。試料への照射領域は1.5μmとした。レーザー強度は $5\text{GW}/\text{m}^2$ とした。また測定光波長は1550nmとし、励起光が照射されている領域内に1.0μmの光を反射させた。

【0143】

励起光111を照射しない場合、透過率調整膜のTiO₂の屈折率が2.6、非線形光学薄膜の屈折率が2.3であり、この条件で反射率が最大となるように透過率調整膜の膜厚を100nmと設定した。

【0144】

この条件で $5\text{GW}/\text{m}^2$ の励起レーザー光を照射したところ、非線形光学薄膜の屈折率が3.6と大きくなり、光学的な反射条件が崩れ、測定光の反射光量がほぼ0となった。このレーザー照射を停止すると、また屈折率が2.3に戻り、反射光量が増加した。

【0145】

以上から、この光スイッチ素子を用いることによって、励起レーザー光のON, OFFによって、測定光をON, OFFできることが分かった。

【0146】

次に、Y分岐光回路中にこの光スイッチ素子を挿入し、光スイッチを作製した。作製した光スイッチの構造を図24に示す。図24において111は励起光、112は光路、113は図23に示す光スイッチ素子である。この図のように同一の光スイッチを複数個搭載し、光を出射しない位置に該当する光スイッチ素子部に励起光111を印加することにより、光を遮断する光スイッチが構成される。どの出射部位を特定するかの信号により励起レーザー111を発光させることで、任意の位置に任意の時間、光をON, OFFすることが可能であった。

【0147】

また、この光スイッチの応答速度について調べた。応答速度は1nsのパルス光を所定の時間間隔で信号光として光スイッチに照射し、その時間間隔を短くして行き、スイッチング可能な時間を計測した。パルス間の時間間隔を5nsとしてもスイッチングが可能であった。従って、本実施例の光スイッチは5ns以下の屈折率変化の応答速度を有し、屈折

10

20

30

40

50

率変化と同程度の短時間で屈折率が回復することが分かった。

【0148】

さらに図24に示した光スイッチをアレイ状に設置し、大規模なマトリクス状の光スイッチを作製することができた。マトリクス状の光スイッチは、屈折率変化率の大きい薄膜を用いる光スイッチ素子を適用することで、全体のエネルギー消費量を抑えることができる。また、光スイッチのスイッチング時間を短縮することができる。

【0149】

【発明の効果】

本発明によれば、本発明の非線形光学薄膜を用いることにより記録密度の高い情報記録媒体を得ることができる。

10

【0150】

また、本発明の非線形光学薄膜を用いることによりエネルギー消費量の少ない光スイッチを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のROMディスクの模式断面図である。

【図2】本発明の非線形光学薄膜の光学評価用試料の断面図である。

【図3】本発明の非線形光学薄膜の評価光学系の模式図である。

【図4】図3の評価光学系から得られたパルス光照射による屈折率の時間変化を示すグラフである。

【図5】図4の屈折率のレーザーパルス強度に対する屈折率の関係を示すグラフである。

20

【図6】レーザーパルス強度に対する屈折率の関係を示すグラフである。

【図7】非晶質合金に含有されるSiO₂の含有率と屈折率変化率との関係を示すグラフである。

【図8】非晶質合金の透過型顕微鏡像の模式図である。

【図9】非晶質合金と酸化物ガラス成分の混合薄膜の透過型顕微鏡像の模式図である。

【図10】本発明の光ディスク再生装置の構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の光ディスクの超解像反射膜の反射率に対するC/N比を示すグラフである。

【図12】本発明の超解像反射膜の膜厚に対する透過率、反射率の変化を示すグラフである。

30

【図13】本発明の超解像薄膜を形成したディスクと通常の反射膜を形成したディスクの再生周波数特性を示すグラフである。

【図14】通常のレーザーによる再生原理を示す模式図である。

【図15】超解像反射膜を形成した場合の再生原理を示す模式図である。

【図16】本発明の実施例のROMディスクの模式断面図である。

【図17】本発明の実施例のRAMディスクの模式断面図である。

【図18】超解像反射膜形成の有無とマーク長に対するC/N比を示すグラフである。

【図19】本発明の実施例のRAMディスクの模式断面図である。

【図20】超解像反射膜形成の有無とマーク長に対するC/N比を示すグラフである。

【図21】本発明の光ディスクの繰返し再生動作回数に対するC/N比の劣化を示すグラフである。

40

【図22】本発明の超解像反射膜を搭載した光ディスクの線速度に対するC/N比の変化を示すグラフである。

【図23】本発明の光スイッチ素子の模式図である。

【図24】本発明の光スイッチの模式図である。

【符号の説明】

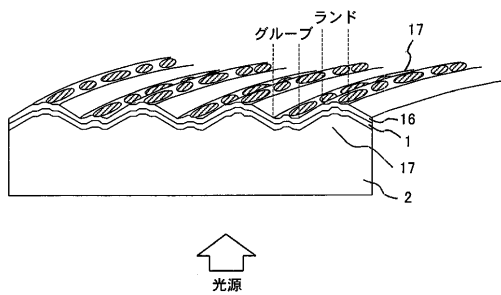
1...非線形光学薄膜または超解像反射膜、2...基板、3...パルス発生器、4...光源、5...偏光子、6...入射光、7...反射光、8...検光子、9...フィルター、10...受光器、11...デジタルオシロスコープ、12...制御用コンピューター、13...焦点レンズ、14...ガラスマトリクス、15...非晶質合金微粒子、16...保護膜、17...記録ビット、18...レ

50

レーザー光、19...反射膜、20...記録膜、101...非線形光学薄膜、102...基板、103...透過率調整膜、104...光源、105, 107...コリメーションレンズ、106, 108...集光レンズ、109...受光器、110...測定光、111...励起光、112...光路、113...光スイッチ素子。

【図1】

図 1



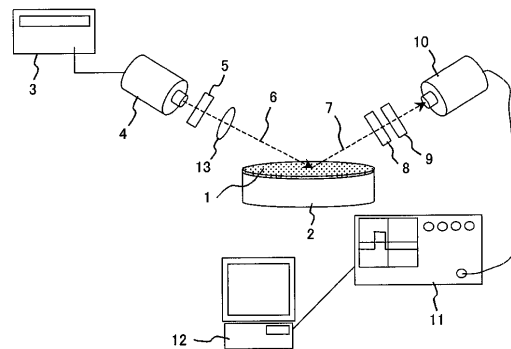
【図2】

図 2



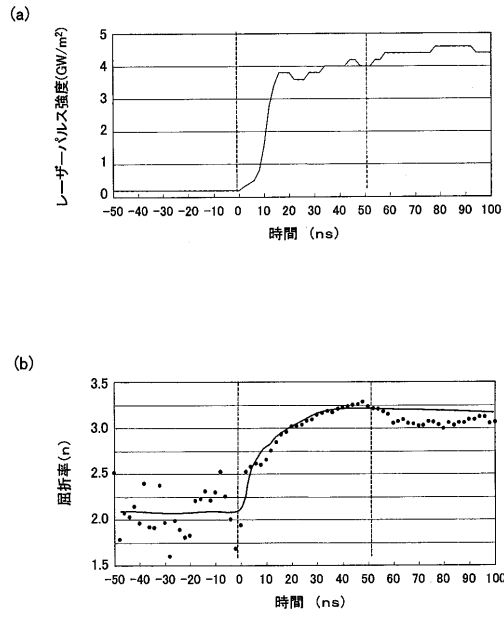
【図3】

図 3



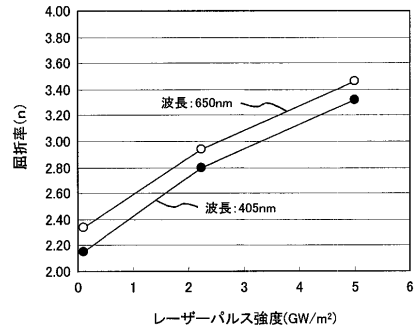
【 図 4 】

図 4



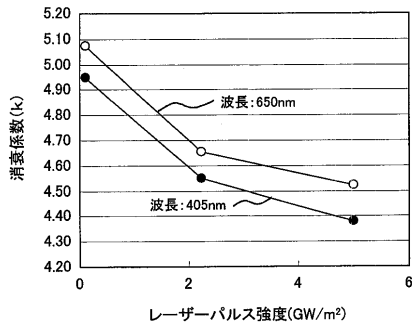
【 図 5 】

図 5



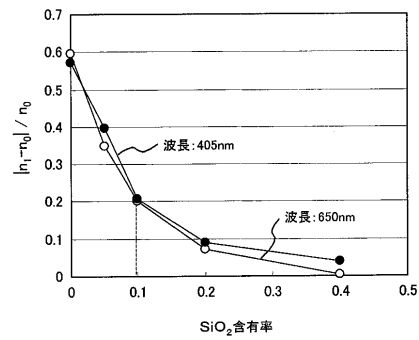
【 図 6 】

図 6



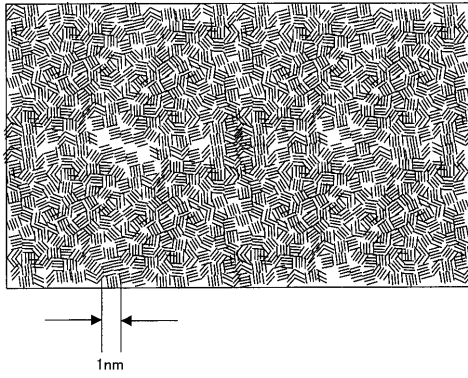
【 図 7 】

図 7



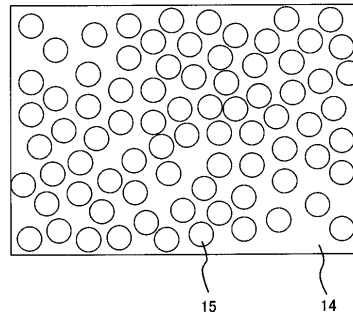
【 図 8 】

図 8



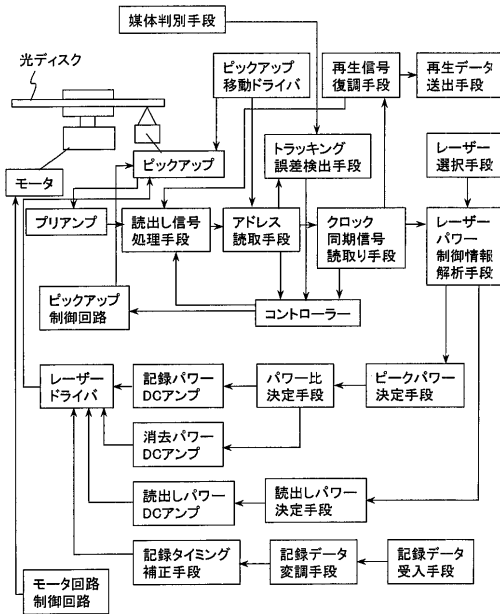
【 図 9 】

図 9



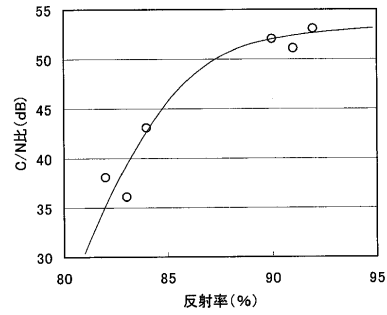
【 図 10 】

図 10



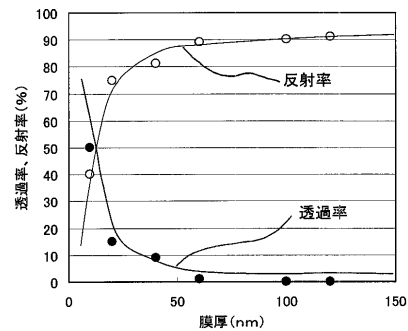
【 図 11 】

図 11



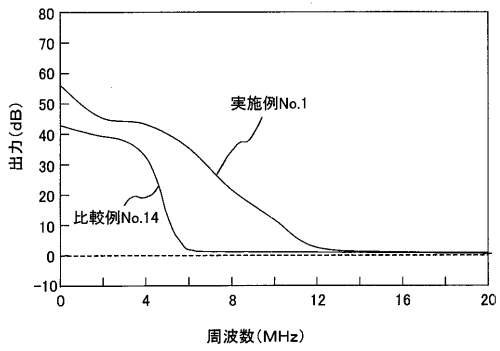
【 図 12 】

図 12



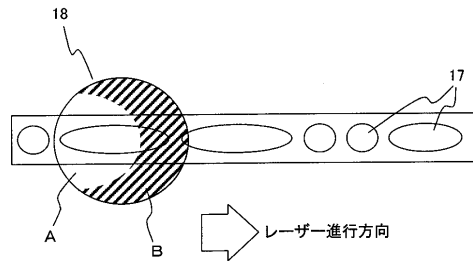
【 図 1 3 】

図 1 3



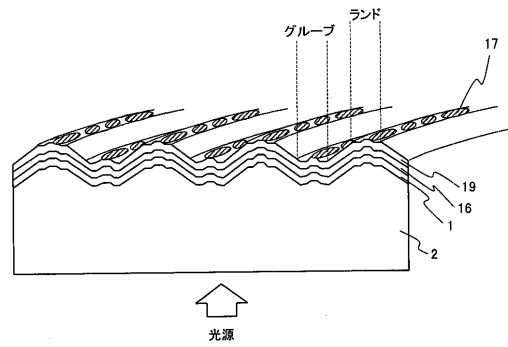
【 図 1 5 】

図 1 5



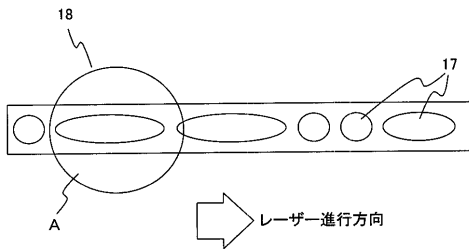
【 図 1 6 】

図 1 6



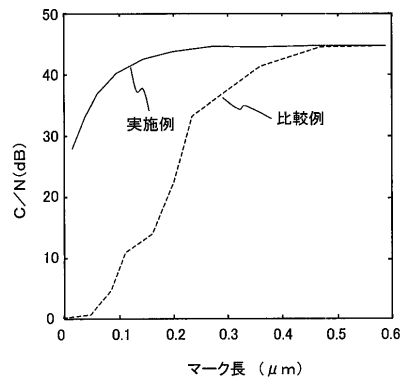
【 図 1 4 】

図 1 4



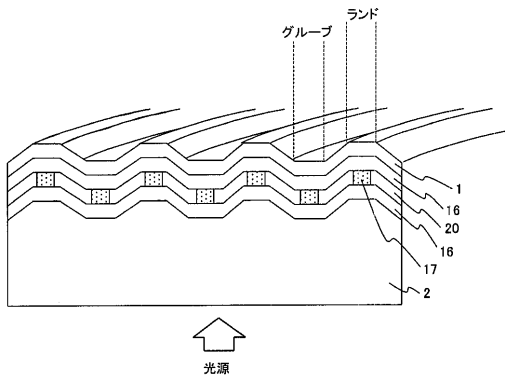
【 図 1 8 】

図 1 8



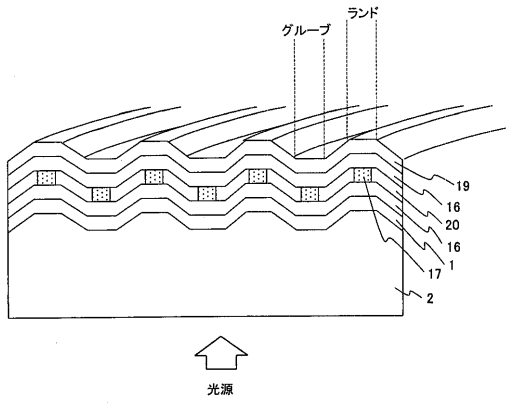
【 図 1 7 】

図 1 7



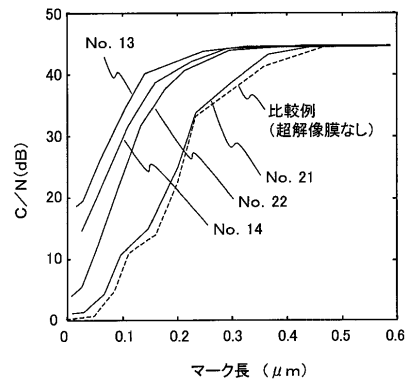
【 図 19 】

図 19



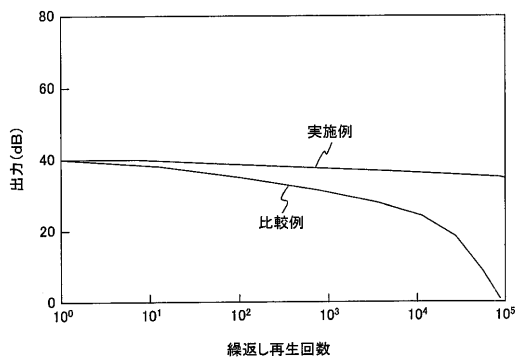
【 図 20 】

図 20



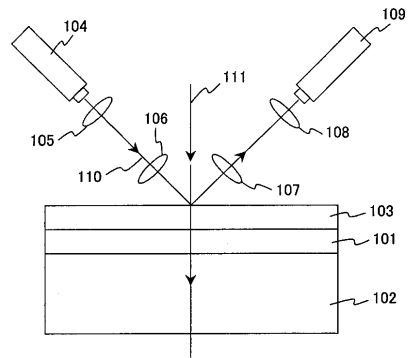
【 図 21 】

図 21



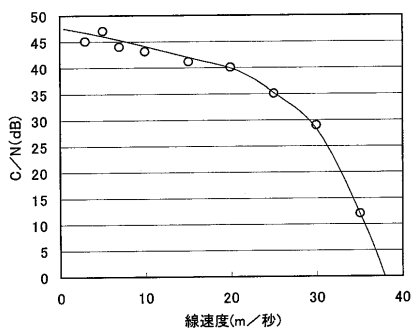
【 図 23 】

図 23



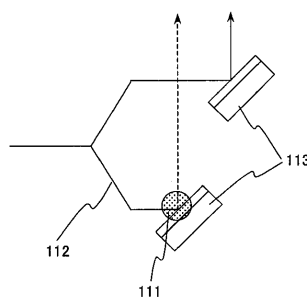
【 図 22 】

図 22



【 図 24 】

図 24



フロントページの続き

(72)発明者 内藤 孝

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

審査官 三橋 健二

(56)参考文献 特開平09-015664(JP,A)

特開2000-011455(JP,A)

特開2001-084643(JP,A)

山本浩貴,他,コバルト酸化物系薄膜のナノ構造と光学的性質,マテリアルインテグレーション,2001年11月25日,第14巻,第12号,第17-23頁

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G02F 1/35 - 1/39

G11B 7/24

JMEDPlus(JDream2)