

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 13 日(13.09.2012)



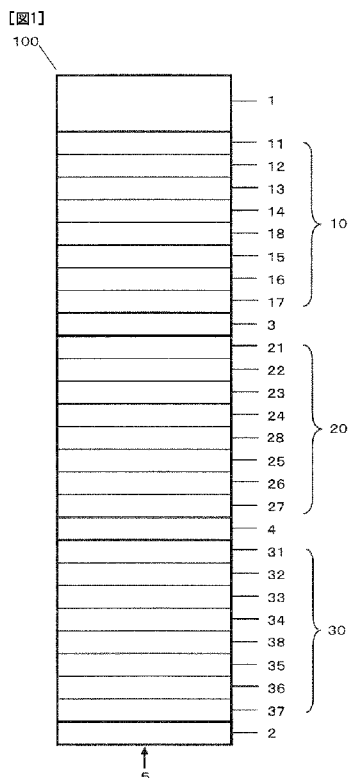
(10) 国際公開番号
WO 2012/120817 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 7/24 (2006.01) *G11B 7/257* (2006.01)
G11B 7/241 (2006.01) *G11B 7/26* (2006.01)
G11B 7/254 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/001302
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 24 日(24.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-049902 2011 年 3 月 8 日(08.03.2011) JP
特願 2011-054205 2011 年 3 月 11 日(11.03.2011) JP
特願 2011-079694 2011 年 3 月 31 日(31.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0
6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 児島 理恵 (KOJIMA, Rie). ▲槌▼野 晶夫 (TSUCHINO, Akio).
草田 英夫 (KUSADA, Hideo). 西原 孝史 (NISHIHARA, Takashi). 山田 昇 (YAMADA, Noboru).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外 (SAMEJIMA, Mutsumi et al.);
〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 3 番
7 号 I M P ビル青山特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION RECORDING MEDIUM AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 情報記録媒体とその製造方法



(57) Abstract: An information recording medium comprising three or more information layers, wherein: at least one information layer comprises a recording layer and a nucleation layer; the recording layer contains a material that is represented by formula (1) $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ (mol%) with x satisfying $0.8 \leq x < 1.0$ and y satisfying $95 \leq y < 100$; the nucleation layer contains a material that is represented by formula (2) $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}$ (mol%) with z satisfying $10 \leq z \leq 71$; and the nucleation layer is in contact with the recording layer. This information recording medium is capable of achieving sufficient signal amplitude even in cases where a small recording mark is formed, and is also capable of stably maintaining a small recording mark.

(57) 要約: 3以上の情報層を含む情報記録媒体であって、少なくとも1つの情報層が、記録層と核生成層とを含み、記録層が、式(1) $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ (mol%) で表され、 x は、 $0.8 \leq x < 1.0$ 、 y は、 $95 \leq y < 100$ を満たす材料を含み、あり、且つ、核生成層が、式(2) $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}$ (mol%) で表され、 z は、 $10 \leq z \leq 71$ を満たす材料を含み、且つ、核生成層は記録層と接する情報記録媒体は、小さい記録マークを形成しても十分な信号振幅が得られること、および小さい記録マークを安定に保存することを可能にする。

WO 2012/120817 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 情報記録媒体とその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光学的に情報を記録し、消去し、書き換え及び再生することが可能な情報記録媒体に関するものである。

背景技術

[0002] 発明者らは、ハイビジョン画像の録画媒体として使える、Blu-ray Disc (BD) 用書き換え型情報記録媒体（以下、BD-REディスク）を開発した。BD-REディスクは単層で25ギガバイト (GB)、2層で50GBのデータを記録できる、大容量な情報記録媒体である。BD-REのデータ転送レート of 1倍速は、36メガビット毎秒 (Mbps) と規格で定められている。発明者らは、1倍速用のBD-REの記録層の材料として、GeTe-Sb₂Te₃系材料を開発した（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 続いて、1～2倍速に対応したBD-REディスクの記録層は、1倍速よりも大きな結晶化能を必要としたため、Sb₂Te₃をBi₂Te₃で置き換えたGeTe-Bi₂Te₃系材料を開発した（例えば、特許文献2および非特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第2584741号

特許文献2：特許第4339356号

非特許文献

[0005] 非特許文献1：パナソニック・テクニカル・ジャーナル 第54巻第3号151頁

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 近年、大容量ハードディスク内蔵のBDレコーダおよびBDレコーダ内蔵

の大型テレビが発売され、BDレコーダおよびBD-REディスクの普及が加速しつつある。そのような状況において、BD-REディスクに対する次の要求は大容量化である。BD-REの大容量化によってハイビジョン画像をより長時間録画できるようになり、あるいはBD-REをハードディスクの代わりの可換媒体としても使用できるようになる。

[0007] BD-REを大容量化する方法としては、1層あたりの記録容量を増やす方法と層数を増やす方法があり、両者を組み合わせるとさらに大容量化できる。発明者らは、両者を組み合わせて100GBのBD-REディスクの開発に取り組んだ。そのようなBD-REディスクは、具体的には、33.4GBのデータを記録可能な情報層を、3層積層する形態のものである。

[0008] 記録容量を25GBから33.4GBに増やすということは、記録密度が1.34倍に増加することを意味し、記録するマーク自体を小さくする必要がある。したがって、記録容量の増加に際しては、小さいマークから従来と同等以上の信号振幅を得ること、小さいマークを安定に保存することが必要となる。信号振幅を大きくするには、記録層の非晶質相（記録マーク）の反射率と結晶相（記録マーク間）の反射率の比を大きくすることが効果的である。そのためには、非晶質相と結晶相との間の屈折率変化が大きい相変化材料を記録層材料として用いることが好ましい。さらに、マークを安定に保存するためには、非晶質相が結晶相に容易に変化しないよう、結晶相への転移温度（結晶化温度）がより高い記録材料を用いることが効果的である。

[0009] また、層数を2層から3層に増やすということは、最も光入射面の近くに位置する情報層（L2）（光入射側からL2、L1、L0の順に配置）の透過率を、2層のBD-REにおいて最も光入射面の近くに位置する情報層（L1）（光入射側からL1、L0の順に配置）の透過率よりも高めなければならないことを意味する。2層のBD-REにおいては、L1の透過率が約50%となるように光学設計していたが、3層のBD-REにおいては、例えばL2の透過率が約56%、L1の透過率が約50%となるように光学設計することが好ましい。

[0010] L2においては、光を吸収する層である記録層および反射層を、2層のBD-REのL1におけるそれらより、薄くしなければならない。記録層を薄くすると、非晶質相の反射率に対する結晶相の反射率の比が小さくなる。したがって、3層のBD-REにおいては、先に述べた記録マークが小さくなる場合と同様に、光学的変化のより大きい相変化材料を記録材料として用いることが好ましい。また、反射層を薄くすると、反射層は記録層が吸収した熱を速やかに厚み方向に拡散させにくくなるため、非晶質相が形成されにくくなる。一方、反射層を厚くすると透過率が低下する。したがって、L2においては、反射層以外の光を吸収しない層を使って熱を拡散させることが必要になる。

[0011] 発明者らは、従来のGeTe-Sb₂Te₃系材料およびGeTe-Bi₂Te₃系材料について、3層構造の100GBのBD-REの記録再生に際して用いられる条件で記録再生特性を評価した。その結果、GeTe-Sb₂Te₃系材料は記録マークの安定性が不足し、GeTe-Bi₂Te₃系材料は光学的変化が小さく、記録マークの安定性も不足するという課題を有していることが分かった。

[0012] 本発明は、前記従来の課題を解決するもので、光学的変化が大きく且つ結晶化温度が高い相変化記録材料を提供することを目的とする。この記録材料から成る記録層と他の光学的な機能層とを組み合わせることにより、十分な反射率比、記録マークからの十分な信号振幅、高い透過率、および記録マークが安定に保存される高い信頼性を有する半透明情報層を提供することが可能となる。さらに、本発明は、この半透明情報層を有する多層情報記録媒体を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 前記目的を達成するため、本発明は、3以上の情報層を含む、光により情報を記録し再生することが可能な情報記録媒体であって、少なくとも1つの情報層が、記録層と核生成層とを含み、

前記記録層が、下記の式(1)：

$$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}(\text{mol}\%)$$

(1)

(式中、 x は、 $0.8 \leq x < 1.0$ 、 y は、 $95 \leq y < 100$ を満たす)で表される材料を含み、

前記核生成層が、下記の式(2)：

$$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}(\text{mol}\%) \quad (2)$$

(式中、 z は、 $10 \leq z \leq 71$ を満たす)で表される材料を含み、且つ、

前記核生成層は前記記録層と接する、

情報記録媒体を提供する。

[0014] 前記式(1)および(2)で表される材料をそれぞれ含む記録層および核生成層は、光が入射される側に配置される情報層に含まれることが好ましい。光が入射される側に配置される情報層とは、光を通過させて、当該情報層よりも反射層側に配置される情報層に到達させることを可能にする情報層を指す。光が入射される側に配置される情報層を通過した光は、反射層側に配置される情報層における記録再生を可能にする。そのような記録層および核生成層は、2以上の情報層に含まれていてよい。そのような記録層および核生成層は、光が入射される側の最も近くに配置される情報層に含まれることがより好ましく、光が入射される側に配置される情報層のすべてに含まれることがさらに好ましく、すべての情報層に含まれることが最も好ましい。

[0015] 本発明はまた、3以上の情報層を含む、光により情報を記録し再生することが可能な情報記録媒体であって、少なくとも1つの情報層が、記録層を含み、

前記記録層が、Ge、Te、In、BiおよびSbを含み、

前記記録層を構成する結晶粒子の平均結晶粒径が100nm未満である情報記録媒体を提供する。

[0016] また、本発明は、3以上の情報層を含む、光により情報を記録し再生することが可能な情報記録媒体の製造方法であって、情報層を形成する工程を3

以上含み、少なくとも1つの情報層を形成する工程が、記録層を形成する工程と、核生成層を形成する工程とを含み、

前記記録層を形成する工程が、Ge、In、Te及びSbを含むターゲットを用いて、下記の式(1)：

$$[(Ge_{0.5}Te_{0.5})_x(In_{0.4}Te_{0.6})_{1-x}]_ySb_{100-y} \text{ (mol\%)} \quad (1)$$

(式中、xは、 $0.8 \leq x < 1.0$ 、yは、 $95 \leq y < 100$ を満たす)で表される材料を含む記録層が形成されるように、スパッタリングすることを含み、

前記核生成層を形成する工程が、Ge、Bi及びTeを含むターゲットを用いて、下記の式(2)：

$$(Ge_{0.5}Te_{0.5})_z(Bi_{0.4}Te_{0.6})_{100-z} \text{ (mol\%)} \quad (2)$$

(式中、zは、 $10 \leq z \leq 71$ を満たす)で表される材料を含む核生成層が形成されるように、スパッタリングすることを含み、且つ、

前記核生成層を形成する工程を、前記記録層を形成する工程の直前もしくは直後、または直前および直後に実施する、製造方法を提供する。

発明の効果

[0017] 本発明の情報記録媒体とその製造方法によれば、例えば1層あたり33.4GB以上の容量を持つ、多層の書き換え型情報記録媒体を実現できる。それにより、100GB以上の大容量情報記録媒体を実現することができる。

図面の簡単な説明

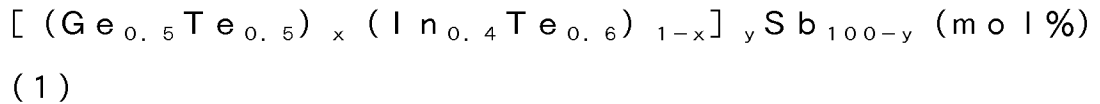
[0018] [図1]本発明の情報記録媒体の一例を示す部分断面図

発明を実施するための形態

[0019] 本発明の情報記録媒体は、3以上の情報層を含む、光により情報を記録し再生することが可能な情報記録媒体(以下、「記録媒体」または「媒体」とも呼ぶ)であって、

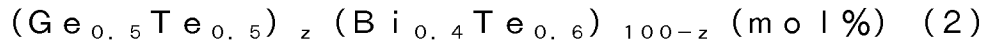
少なくとも1つの情報層が、記録層と核生成層とを含み、

前記記録層が、下記の式(1)：



(式中、 x は、 $0.8 \leq x < 1.0$ 、 y は、 $95 \leq y < 100$ を満たす)で表される材料を含み、

前記核生成層が、下記の式(2)：



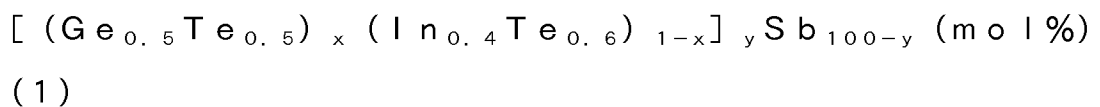
(式中、 z は、 $10 \leq z \leq 71$ を満たす)で表される材料を含み、且つ、

前記核生成層は前記記録層と接することを特徴とする情報記録媒体である。

[0020] 本発明の情報記録媒体においては、前記核生成層の厚みが、 0.1 nm 以上 2.0 nm 以下であってよい。また、前記記録層の厚みが、 3 nm 以上 10 nm 以下であってよい。

[0021] 本発明の情報記録媒体の製造方法は、3以上の情報層を含む、光により情報を記録し再生することが可能な情報記録媒体の製造方法であって、情報層を形成する工程を3以上含み、少なくとも1つの前記情報層を形成する工程が、記録層を形成する工程と、核生成層を形成する工程とを含み、

前記記録層を形成する工程が、 Ge 、 In 、 Te 及び Sb を含むターゲットを用いて、下記の式(1)：



(式中、 x は、 $0.8 \leq x < 1.0$ 、 y は、 $95 \leq y < 100$ を満たす)で表わされる材料を含む記録層が形成されるように、スパッタリングすることを含み、

前記核生成層を形成する工程が、 Ge 、 Bi 及び Te を含むターゲットを用いて、下記の式(2)：



(式中、 z は、 $10 \leq z \leq 71$ を満たす)で表される材料を含む核生成層が形成されるように、スパッタリングすることを含み、且つ、

前記核生成層を形成する工程を、前記記録層を形成する工程の直前もしくは直後、または直前および直後に実施する製造方法である。

以下本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0022] (実施の形態1)

本発明の実施の形態1として、情報記録媒体の一例を説明する。図1に、その情報記録媒体100の一部断面を示す。情報記録媒体100においては、基板1上に成膜された第1の情報層10、中間層3、第2の情報層20、中間層4、第3の情報層30および透明層2がこの順に配置されている。

[0023] 第1の情報層10は、基板1の一方の表面に成膜された誘電体層11、反射層12、誘電体層13、界面層14、核生成層18、記録層15、界面層16および誘電体層17がこの順に配置されてなる。

[0024] 第2の情報層20は、中間層3の一方の表面に成膜された誘電体層21、反射層22、誘電体層23、界面層24、核生成層28、記録層25、界面層26および誘電体層27がこの順に配置されてなる。

[0025] 第3の情報層30は、中間層4の一方の表面に成膜された誘電体層31、反射層32、誘電体層33、界面層34、核生成層38、記録層35、界面層36および誘電体層37がこの順に配置されてなる。

[0026] 情報記録媒体100は、波長405nm付近の青紫色域のレーザ光5で情報を記録再生する。レーザ光5は、透明層2の側から入射される。第1の情報層10における情報の記録再生は、第3の情報層30および第2の情報層20を通過したレーザ光5で行われ、第2の情報層20の記録再生は、第3の情報層30を通過したレーザ光5で行われる。

[0027] このように、情報記録媒体100においては、3つの情報層において、情報を記録し、および／または記録再生できるので、例えば、1情報層あたりの容量を33.4GBにして、100GBの容量を有する情報記録媒体を得ることができる。

[0028] 3つの情報層の実効反射率は第1、第2および第3の情報層の反射率と、

第2および第3の情報層の透過率を各々調整することにより制御できる。

本明細書中では、3つの情報層を積層した状態で測った各情報層の反射率を、実効反射率と定義する。特に断りがない限り、「実効」と記載していなければ、積層しないで測った反射率を指す。また、 R_{cg} は記録層が結晶相であるときの情報層の溝部反射率、 R_{ag} は記録層が非晶質相であるときの情報層の溝部反射率である。ここで、「溝部」とは、基板において後述する案内溝が形成された部分を指し、溝部反射率とは溝部を有する部分の上方に位置する情報層の反射率である。反射率比は R_{cg}/R_{ag} と定義する。反射率コントラストは $(R_{cg} - R_{ag}) / (R_{cg} + R_{ag})$ と定義する。ここで、記録層が結晶相であるときの情報層の鏡面部反射率を R_c 、記録層が非晶質相であるときの情報層の鏡面部反射率を R_a とすると、 R_c は R_{cg} の1.2～1.4倍で、 R_a も R_{ag} の1.2～1.4倍である。ここで、「鏡面部」とは、基板に案内溝が形成されていない部分（平坦な部分）を指す。

[0029] 本実施の形態では、一例として、第1の情報層10の実効 R_{cg} が1.8%、実効 R_{ag} が0.2%、第2の情報層20の実効 R_{cg} が1.7%、実効 R_{ag} が0.2%、第3の情報層30の実効 R_{cg} が2.6%、実効 R_{ag} が0.4%となるように設計した構成を説明する。

[0030] 第3の情報層30の透過率 $[(T_c + T_a) / 2]$ が56%、第2の情報層20の透過率が50%である場合、第1の情報層10は R_{cg} が23%、 R_{ag} が3%、第2の情報層20は R_{cg} が5.5%、 R_{ag} が0.7%、第3の情報層30は R_{cg} が2.6%、 R_{ag} が0.4%となるように設計することができる。ここで、 T_c は記録層が結晶相であるときの情報層の透過率、 T_a は記録層が非晶質相であるときの情報層の透過率である。一例として、第3の情報層30の $[(T_c + T_a) / 2]$ が56%である場合、 T_c が55%、 T_a が57%であってよい。あるいは、 T_c が57%、 T_a が55%であってよい。 T_c と T_a は等しくなくてもよいが、近い値であることが好ましい。

[0031] 以下、基板 1、中間層 3、中間層 4 および透明層 2 の機能、材料および厚みについて説明する。

基板 1 は、主に支持体としての機能を有し、基板 1 として、円盤状で、透明且つ表面の平滑な基板が使用される。基板 1 の材料としては、ポリカーボネート、アモルファスポリオレフィンおよびポリメチルメタクリレート（PMMA）のような樹脂、ならびにガラスを挙げることができる。成形性、価格、及び機械強度を考慮すると、ポリカーボネートが好ましく使用される。図示した形態において、厚み約 1.1 mm、直径約 120 mm の基板 1 が好ましく用いられる。

[0032] 基板 1 の情報層 10 を形成する側の表面には、レーザ光 5 を導くための凹凸の案内溝が形成されていてもよい。案内溝を基板 1 に形成した場合、本明細書においては、レーザ光 5 に近い側にある面を便宜的に「グルーブ面」と呼び、レーザ光 5 から遠い側にある面を便宜的に「ランド面」と呼ぶ。たとえば、Blu-ray Disc（BD）として使用する場合、グルーブ面とランド面の段差は、10 nm 以上 30 nm 以下であることが好ましい。BD では、グルーブ面のみに記録を行う。BD 用の基板 1 において、グルーブーグルーブ間の距離（グルーブ面中心からグルーブ面中心までの距離）は、約 0.32 μ m であることが好ましい。

[0033] 中間層 3 は、第 2 の情報層 20 におけるレーザ光 5 の焦点位置と第 1 の情報層 10 におけるレーザ光 5 の焦点位置とを分離する機能を有する。中間層 3 には、必要に応じて、第 2 の情報層 20 のための案内溝が形成されてよい。同様に、中間層 4 は、第 3 の情報層 30 におけるレーザ光 5 の焦点位置と第 2 の情報層 20 におけるレーザ光 5 の焦点位置とを分離する機能を有する。中間層 4 には、必要に応じて、第 3 の情報層 30 のための案内溝が形成されてよい。中間層 3 および 4 は、紫外線硬化性樹脂で形成することができる。また、中間層 3 および 4 は、必要に応じて樹脂層を複数層、積層して構成してよい。たとえば、中間層 3 は、誘電体層 17 を保護する層と案内溝を有する層とを含む 2 以上の層から構成されてもよい。

[0034] 中間層 3 および 4 は、レーザ光 5 が効率良く第 1 の情報層 10 および第 2 の情報層 20 に到達するよう、記録再生する波長 λ の光に対して透明であることが望ましい。中間層 3 および 4 の厚みは、下記の条件を満たすように選択することが好ましい。

i) 中間層 3 および 4 の厚みが各々、対物レンズの開口数とレーザ光波長により決定される焦点深度以上である、

ii) 記録層 15 と記録層 35 との間の距離が、対物レンズの集光可能な範囲内である、

iii) 中間層 3 および 4 の厚みと透明層 2 の厚みとを合わせた値が、使用する対物レンズが許容できる基板厚公差内である。

[0035] 透明層 2 の表面から第 1 の情報層 10 の記録層 15 までの距離は、 $95\ \mu\text{m}$ 以上 $105\ \mu\text{m}$ 以下となることが好ましい。さらに、第 1 の情報層、第 2 の情報層および第 3 の情報層からの信号の再生と、これら情報層における信号の記録・消去・書き換えとが、互いに他の情報層からの影響を受けずに良好に行えるよう、中間層 3 と 4 の厚みは異なることが好ましい。各中間層の厚みは、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で選ばれることが好ましい。例えば、透明層 2 の表面から記録層 15 までの距離が $100\ \mu\text{m}$ となるように、中間層 3、中間層 4、透明層 2 の厚みを設定してよい。具体的には、例えば、中間層 3 の厚みを $25\ \mu\text{m}$ 、中間層 4 の厚みを $18\ \mu\text{m}$ 、透明層 2 の厚みを $57\ \mu\text{m}$ としてよい。

[0036] 透明層 2 について説明する。情報記録媒体の記録密度を大きくする方法として、短波長のレーザ光を使用してレーザビームを絞り込めるように、対物レンズの開口数 NA を上げる方法がある。この場合、焦点位置が浅くなるため、レーザ光 5 が入射する側に位置する透明層 2 は、基板 1 と比べてより薄く設計される。この構成によれば、より高密度の記録が可能な大容量情報記録媒体 100 を得ることができる。

[0037] 透明層 2 は、基板 1 同様、円盤状で、透明且つ表面の平滑なものを使用する。透明層 2 は、例えば、円盤状のシートと接着層から成ってもよいし、紫

外線硬化性樹脂から成ってもよい。必要に応じて、透明層 2 には、レーザ光 5 を導くための凹凸の案内溝が形成されていてもよい。また、透明層 2 は、誘電体層 3 7 の表面に保護層（図示せず）を設けて、保護層の上に設けてもよい。いずれの構成においても、総厚み（例えば、シート厚+接着層厚+保護層厚、または紫外線硬化性樹脂のみの厚み）は、 $50\mu\text{m}$ 以上 $65\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。シートは、ポリカーボネート、アモルファスポリオレフィン、又は PMMA のような樹脂で形成することが好ましく、特にポリカーボネートで形成することが好ましい。また、透明層 2 は、レーザ光 5 入射側に位置するため、光学的には短波長域における複屈折が小さいものであることが好ましい。

[0038] 次に、各情報層について説明する。初めに、第 3 の情報層 3 0 の構成について説明する。

[0039] 第 3 の情報層 3 0 は、上述したように中間層 4 の一方の表面に成膜された誘電体層 3 1、反射層 3 2、誘電体層 3 3、界面層 3 4、核生成層 3 8、記録層 3 5、界面層 3 6 および誘電体層 3 7 がこの順に配置されてなる。

[0040] 第 3 の情報層 3 0 は、レーザ光 5 が入射する側（具体的には、透明層 2 の表面）の最も近くに配置される情報層である。したがって、第 3 の情報層 3 0 は、レーザ光 5 が第 1 の情報層 1 0 および第 2 の情報層 2 0 に到達し得るように、高い透過率を有するように設計される。具体的には、記録層 3 5 が結晶相であるときの第 3 の情報層 3 0 の光透過率を T_c （%）、記録層 3 5 が非晶質相であるときの第 3 の情報層 3 0 の光透過率を T_a （%）としたとき、 $53\% \leq (T_a + T_c) / 2$ となることが好ましく、 $56\% \leq (T_a + T_c) / 2$ となることがより好ましい。

[0041] 本発明の情報記録媒体は、少なくとも 1 つの情報層において、記録層が特定の材料を含む層である点、核生成層が設けられる点に特徴を有する。図示した情報記録媒体において、第 3 の情報層 3 0 は、そのような記録層 3 5 および核生成層 3 8 を含む。そこで、まず、記録層 3 5 および核生成層 3 8 について説明する。

[0042] 記録層 35 は、レーザ光 5 を吸収して非晶質相と結晶相の間の可逆的相変化を生じ、それにより、情報を記録したり、消去したり、書き換えたりする機能が情報層 30 に付与される。また、非晶質相と結晶相の間の反射率比（あるいは反射率差）を利用して、情報層 30 から情報が再生される。

[0043] 記録層 35 は、Ge、In、Te 及び Sb を含み、具体的には、下記の式（1）：



（1）（式中、 x は、 $0.8 \leq x < 1.0$ 、 y は、 $95 \leq y < 100$ を満たす）で表される材料を含む。この材料は、 $\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ と、 $\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6}$ と、Sb とを含むことにより、光学的変化が大きく且つ結晶化温度が高い、優れた記録材料である。

ここで、特に断りがない限り、記録層の組成の単位は mol% である。同様に、特に断りがない限り、誘電体層、反射層、界面層、核生成層の組成の単位も mol% である。以下、mol% は省略する。

[0044] $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}$ で示される材料は、従来より用いられている GeTe-Sb₂Te₃ 系材料や GeTe-Bi₂Te₃ 系材料と比較して結晶化温度の高い材料である。したがって、この材料を記録層 35 に用いると、非晶質相である記録マークを安定に保存することができる。

[0045] また、 $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})$ をより多く含む組成の方が、光学的変化は大きくなる。ここで光学的変化とは、結晶相における複素屈折率 ($n_c - ik_c$) と非晶質相における複素屈折率 ($n_a - ik_a$) の差、即ち、 $|\Delta n| + |\Delta k|$ を指す。 n_c は結晶相での屈折率、 k_c は結晶相での消衰係数、 n_a は非晶質相での屈折率、 k_a は非晶質相での消衰係数、 $\Delta n = n_c - n_a$ 、 $\Delta k = k_c - k_a$ である。 n_c 、 k_c 、 n_a 及び k_a は光の波長への依存性があり、同じ組成を用いた場合、波長が短くなるほど $|\Delta n| + |\Delta k|$ が小さくなる。

[0046] 例えば、波長 405 nm の青紫色レーザで記録再生を行う情報記録媒体（

即ち、B D) を設計する場合、式 (1) において、 x を $0.8 \leq x < 1.0$ を満たすように選択することが好ましく、 $0.85 \leq x \leq 0.95$ を満たすように選択することがより好ましい。 x が 0.8 より小さいと、青紫色レーザに対して光学的変化が不足して、特にL 2に33.4 GB容量相当の記録を行った場合、十分な反射率比が得られなくなり、結果として十分な信号振幅が得られなくなる。 $(Ge_{0.5}Te_{0.5})$ のみで記録層を形成すると、結晶化速度（非晶質相から結晶相に転移する相対的な速さ）が低下し、繰り返し記録性能も低下するため、 $x < 1.0$ であることが好ましい。

[0047] 少量のS bは、結晶化速度を低下させないで、結晶化温度を上げて、光学的変化も大きくする機能がある。添加するS b濃度、即ち、式 (1) $[(Ge_{0.5}Te_{0.5})_x(In_{0.4}Te_{0.6})_{1-x}]_ySb_{100-y}$ における $(100-y)$ は、5 mol %以下が好ましく、3 mol %以下がより好ましい。添加されるS bの濃度が5 mol %より多くなると、結晶化速度が低下してしまい、例えば、データ転送レートを2倍速 (72 Mbps) としたときに、情報層の消去性能が不足する。

[0048] 上記式 (1) で示される材料の結晶構造は岩塩型構造である。したがって、記録層35の結晶構造もまた、岩塩型構造である。

[0049] 記録層35の厚みは、3 nm以上10 nm以下が好ましい。厚みが10 nmを超えると、第3の情報層30の光透過率が低下し、厚みが3 nm未満であると第3の情報層30の反射率比が小さくなり、十分な信号振幅を得ることが難しくなる。記録層35のより好ましい厚みは5 nm以上7 nm以下である。第3の情報層30の光透過率は、第2の情報層20のそれよりも高くする必要があるので、記録層35の厚みは記録層25の厚みよりも薄く設計される。

[0050] 記録層35は、上記式 (1) で表される材料から実質的に成ることが好ましい。即ち、記録層35は、Ge、Te、InおよびS bから実質的に成り、その組成が上記 (1) で表されるものであることが好ましい。記録層35の組成は、例えば、高周波誘導結合プラズマ (ICP) 発光分光分析、X線

マイクロアナライザー（XMA）、または電子線マイクロアナライザ（EPMA）で分析することができる。ここで、「から実質的に成る」という用語は、例えば、スパッタリングにより形成された記録層35には、スパッタリング雰囲気中に存在する希ガスに由来する成分（Ar、Kr、Xe）、水分に由来する成分（O-H）、有機物に由来する成分（C）、空気に由来する成分（N、O）、スパッタ室に配置された冶具の成分（金属）およびターゲットに含まれる不純物（金属、半金属、半導体、誘電体）などが不可避免的に含まれ、ICP発光分光分析、XMA、EPMAなどの分析で検出されることがあることを考慮して使用されている。これら不可避の成分は記録層35に含まれる全原子を100原子%とした場合、10原子%を上限として含まれていてもよい。これは、後述する記録層25、15にも同様に適用される。

[0051] 式（1）で表される材料を原子%で表示する場合、例えば $x = 0.8$ 、 $y = 99.5$ であると、 $\text{Ge}_{39.8}\text{In}_{8.0}\text{Te}_{51.7}\text{Sb}_{0.5}$ （原子%）と表される。あるいは $x = 0.9$ 、 $y = 97.0$ であると、材料は、 $\text{Ge}_{43.5}\text{In}_{4.0}\text{Te}_{49.5}\text{Sb}_{3.0}$ （原子%）と表される。あるいは $x = 0.95$ 、 $y = 95.0$ であると、 $\text{Ge}_{45.2}\text{In}_{1.8}\text{Te}_{48.0}\text{Sb}_{5.0}$ （原子%）と表される。

[0052] 各々の元素の組成許容範囲について述べる。記録層35を形成する工程で用いるスパッタリング装置によっては、記録層35の組成が $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ で表されても、各元素の割合がずれる場合もある。また、例えば、ICP発光分光分析においては、分析誤差も生じる。よって、実際に記録層35の組成を分析した場合、表された組成から、Geは±2.0原子%、Inは±0.5原子%、Teは±2.0原子%、Sbは±0.3原子%の範囲でずれていることがあり、この範囲のずれは許容できる。さらには、組成のずれは、Geは±1.0原子%、Inは±0.3原子%、Teは±1.0原子%、Sbは±0.2原子%の範囲内であることがより好ましい。例えば、上記 $x = 0.9$ 、 $y = 97.0$ の材料

は、 $\text{Ge}_{43.5 \pm 2.0} \text{In}_{4.0 \pm 0.5} \text{Te}_{49.5 \pm 2.0} \text{Sb}_{3.0 \pm 0.3}$ （原子％）の材料をカバーするものとし、好ましくは、 $\text{Ge}_{43.5 \pm 1.0} \text{In}_{4.0 \pm 0.3} \text{Te}_{49.5 \pm 1.0} \text{Sb}_{3.0 \pm 0.2}$ （原子％）の材料をカバーする。これは、後述する記録層 25、15 にも同様に適用される。

[0053] 次に、核生成層 38 について説明する。核生成層 38 は、 Ge 、 Bi および Te を含み、具体的には、下記の式 (2) :

$$(\text{Ge}_{0.5} \text{Te}_{0.5})_z (\text{Bi}_{0.4} \text{Te}_{0.6})_{100-z} \quad (2)$$

(式中、 z は、 $10 \leq z \leq 71$ を満たす) で表される材料を含む。 $(\text{Bi}_{0.4} \text{Te}_{0.6})$ は、薄膜の結晶化温度が室温以下であり、室温において結晶である非常に結晶性の強い材料である。 $(\text{Bi}_{0.4} \text{Te}_{0.6})$ に $(\text{Ge}_{0.5} \text{Te}_{0.5})$ を加えることにより、結晶系が岩塩型構造になり、例えばスパッタリングにより形成した $(\text{Ge}_{0.5} \text{Te}_{0.5})_z (\text{Bi}_{0.4} \text{Te}_{0.6})_{100-z}$ の極薄膜は、微小な結晶核を生成する。

[0054] 光入射側から記録層 35、核生成層 38 が、この順に配置され、且つ核生成層 38 が記録層 35 と接することにより、核生成層 38 は記録層 35 の結晶粒径を小さくする機能を奏する。前記式 (1) で示される材料は結晶化温度が高く、光学的変化も大きい優れた材料であり、核生成層 38 と組み合わせることにより、結晶粒径の小さい記録層 35 を実現することができる。記録層 35 の結晶粒径が小さいと、再生される信号においてノイズが低くなり、したがって第 3 の情報層 30 の記録信号の品質が向上する。記録層 35 の結晶粒径は、次の方法で測定される平均結晶粒径が 100 nm 未満であることが好ましく、より好ましくは 50 nm 未満である。平均結晶粒径は、次の手順で測定される。

(平均結晶粒径の測定方法)

情報記録媒体 100 の薄膜断面を切り出し、集束イオンビーム (FIB) 法により断面を薄片化する。

透過型電子顕微鏡 (TEM) で断面を観察し、観察画像から記録層 35 の結晶粒径 10 個程度を計測する。計測は、観察画像の濃淡から、結晶粒子の

境界を判別し、境界を定めた粒子の径（境界上の任意の二点を結ぶ線分のうち、最大の線分の長さ）を測定する手法で行う。

計測した値から平均値を計算する。

[0055] 前記のとおり、記録層 35 が核生成層 38 と接することによって、記録層 35 を構成する結晶粒子が小さくなる。そのため、記録層 35 は、Ge、Te、In、Sb、および核生成層 38 から混入するBiを含み、それを構成する結晶粒子の平均結晶粒径が100nm未満のものとして、特定することもできる。

[0056] 図1において、核生成層38は、界面層34と記録層35との間に位置する。別の形態において、核生成層および記録層が光入射側からこの順に配置され、核生成層が界面層36と記録層との間に位置している。さらに別の形態において、核生成層は記録層の両側に位置するように設けられている。

[0057] 上記式(2)において、 $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})$ の割合が10mol%より少ないと（即ち、 z が10未満であると）、結晶構造が菱面体晶になって、岩塩型構造の記録層35の結晶粒径を小さくすることができず、71mol%より多いと、極薄膜の状態での核生成能力が低下する。核生成層38の核生成能力は、組成の z の値と厚みによってほぼ決定される。核生成層38の核生成能力が大きいほど、記録層35の結晶粒径を小さくすることができる。 z が小さく、 $(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})$ が多い組成の材料は結晶性が相対的に強く、 z が大きく、 $(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})$ が少ない組成の材料は相対的に結晶性が弱い。よって、所定の核生成能力を得ようとする場合、 z が小さいほど、核生成層38の厚みを小さくすることができる。式(2)において z が固定されている場合、核生成層38の厚みを調整することにより核生成能力を制御することが可能である。

[0058] 核生成層38の厚みは、記録層35の結晶粒径を小さくする機能を発揮するのに十分な大きさとする。具体的には、核生成層38の厚みは、0.1nm以上且つ2.0nm以下であることが好ましく、0.5nm以上且つ1.

0 nm以下であることがより好ましい。この範囲の厚みを選択する場合、式(2)における z （即ち、 $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})$ の濃度）は、より好ましくは20以上62以下である。

[0059] 核生成層38は、上記式(2)で表される材料から実質的に成ることが好ましい。即ち、核生成層38は、Ge、Te、Biから実質的に成り、その組成が上記式(2)で表されるものであることが好ましい。核生成層38の組成は、例えば、ICP発光分光分析、XMA、EPMAで分析することができる。ここで、「から実質的に成る」という用語は、例えば、スパッタリングにより形成された核生成層38には、スパッタリング雰囲気中に存在する希ガス(Ar、Kr、Xe)、水分(O-H)、有機物(C)、空気(N、O)、スパッタ室に配置された冶具の成分(金属)およびターゲットに含まれる不純物(金属、半金属、半導体、誘電体)などが不可避免的に含まれ、ICP発光分光分析、XMA、EPMAなどの分析で検出されることがあることを考慮して使用されている。これら不可避の成分は核生成層38に含まれる全原子を100原子%とした場合、10原子%を上限として含まれていてもよい。これは、後述する核生成層28、18にも同様に適用される。

[0060] 式(2)で表される材料を原子%で表示する場合、例えば、 $z=10$ であると、 $\text{Ge}_{5.0}\text{Bi}_{36.0}\text{Te}_{59.0}$ と表される。あるいは、 $z=71$ であると、 $\text{Ge}_{35.5}\text{Bi}_{11.6}\text{Te}_{52.9}$ と表される。

[0061] 各々の元素の組成許容範囲について述べる。核生成層38を形成する工程で用いるスパッタリング装置によっては、核生成層38の組成が $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}]$ で表されても、各元素の割合がずれる場合もある。また、例えば、ICP発光分光分析においては、分析誤差も生じる。よって、実際に核生成層38の組成を分析した場合、表された組成から、Geは ± 2.0 原子%、Biは ± 2.0 原子%、Teは ± 2.0 原子%の範囲でずれていることがあり、この範囲のずれは許容できる。さらには、組成のずれは、Geは ± 1.0 原子%、Biは ± 1.0 原子%、Teは ± 1.0 原子%の範囲内であることがより好ましい。例えば、上記 $z=10$ の材

料は、 $\text{Ge}_{5.0 \pm 2.0} \text{Bi}_{36.0 \pm 2.0} \text{Te}_{59.0 \pm 2.0}$ （原子％）の材料をカバーするものとし、好ましくは、 $\text{Ge}_{5.0 \pm 1.0} \text{Bi}_{36.0 \pm 1.0} \text{Te}_{59.0 \pm 1.0}$ （原子％）の材料をカバーする。これは、後述する核生成層 28、18 にも同様に適用される。

[0062] 次に、誘電体層 31 について説明する。誘電体層 31 は、第 3 の情報層 30 の光透過率を高める機能を有する。材料は、透明で、波長 405 nm のレーザ光 5 に対して、2.4 以上の屈折率を有することが好ましい。誘電体層 31 の屈折率が小さいと、第 3 の情報層 30 の反射率比 R_{cg}/R_{ag} が大きくなる反面、光透過率は小さくなる。4 以上の反射率比と 53% 以上の光透過率が得られる屈折率として、2.4 以上が好ましい。よって、屈折率が 2.4 未満であると、第 3 の情報層 30 の光透過率が低下して、第 1 の情報層 10 および第 2 の情報層 20 に十分なレーザ光 5 が到達し得ないことがある。

[0063] 誘電体層 31 の材料としては、 Bi_2O_3 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$ 、または TiO_2 を用いてよい。 Bi_2O_3 は約 2.7 の屈折率を有する。 TiO_2 は約 2.6 の屈折率を有し、且つ耐湿性にも優れていることから、 Bi_2O_3 と TiO_2 の複合酸化物が誘電体層 31 の材料として好ましく用いられる。 Bi_2O_3 と TiO_2 の複合酸化物は、その結晶化温度が Bi_2O_3 単体や TiO_2 単体のそれよりも高く、その構造は熱に対して安定である。

[0064] 光学的計算によれば、誘電体層 31 の厚みが $\lambda / (8n_1)$ (nm) (λ はレーザ光 5 の波長、 n_1 は誘電体層 31 の屈折率) であるか、その近傍の値である場合、第 3 の情報層 30 の透過率が最大値となる。反射率コントラスト $(R_{cg} - R_{ag}) / (R_{cg} + R_{ag})$ は、誘電体層 31 の厚みが $\lambda / (16n_1)$ 以上、 $\lambda / (4n_1)$ 以下である場合に、最大値をとる。よって、誘電体層 31 の厚みは、透過率および反射率コントラストがともに高くなるように選ぶことができ、具体的には 9 nm 以上 30 nm 以下であることが好ましい。

[0065] 反射層 32 は、光学的には記録層 35 に吸収される光量を増大させる機能

、および記録層 35 が非晶質である場合と結晶である場合の第 3 の情報層 30 の反射率差を大きくする機能を有する。また、反射層 32 は、熱的には記録層 35 で生じた熱を速やかに拡散させて記録層 35 を急冷し、非晶質化し易くする機能を有する。さらに、反射層 32 は、誘電体層 33 から誘電体層 37 までの層を含む多層膜を、使用環境から保護する機能をも有する。

[0066] 反射層 32 は、記録層 35 の熱を速やかに拡散させるように機能する必要がある。また、上記のように、第 3 の情報層 30 は高い光透過率を要するため、反射層 32 での光吸収は小さいことが望ましい。よって、反射層 32 は薄く設計することが好ましく、反射層 32 の材料として、薄膜の形態でも熱を速やかに拡散させることができる、熱伝導率が高い材料を用いることが好ましい。

[0067] 具体的には、反射層 32 は、好ましくは、Ag または Ag 合金で形成される。反射層 32 が Ag 合金で形成される場合には、Ag-Pd、Ag-Pd-Cu、Ag-Ga、Ag-Ga-Cu、Ag-Cu、または Ag-Bi 等の合金材料を用いて形成してよい。あるいは、反射層 32 は、Ag または Ag-Cu に希土類金属を添加した材料を用いて形成してもよい。中でも、Ag-Pd-Cu は、光吸収が小さく、熱伝導率が大きく、耐湿性にも優れていることから好ましく用いられる。

[0068] 反射層 32 の厚みは記録層の厚みとの関係で調整される。反射層 32 の厚みは、好ましくは 3 nm 以上 15 nm 以下である。厚みが 3 nm よりも薄いと、均一な薄膜が形成されにくくなり、熱を拡散させる反射膜の機能が低下して、記録層 35 にマークが形成されにくくなる。また、厚みが 15 nm よりも厚いと、第 3 の情報層 30 の光透過率が 53% に満たなくなる。

[0069] 上記反射層 32 の組成は、例えば、高周波誘導結合プラズマ (ICP) 発光分光分析、X線マイクロアナライザー (XMA)、または電子線マイクロアナライザ (EPMA) で分析することができる。スパッタリングにより形成された反射層 32 には、前記において言及した反射層材料に含まれる原子以外に、スパッタリング雰囲気中に存在する希ガスに由来する成分 (Ar、

K r、X e)、水分に由来する成分 (O-H)、有機物に由来する成分 (C)、空気に由来する成分 (N、O)、スパッタ室に配置された冶具の成分 (金属) およびターゲットに含まれる不純物 (金属、半金属、半導体、誘電体) などが不可避免的に含まれ、I C P 発光分光分析、XMA、E PMA などの分析で検出されることがある。これら不可避の成分は反射層 3 2 に含まれる全原子を 1 0 0 原子%とした場合、1 0 原子%を上限として含まれていてもよい。これは、後述する反射層 2 2、1 2 にも同様に適用される。

[0070] 誘電体層 3 3 及び誘電体層 3 7 は、光学距離を調節して、第 3 の情報層 3 0 の R c g、R a g、T c および T a を調節する機能を有する。また、記録層 3 5 の光吸収効率を高める機能と、記録層 3 5 を水分等から保護する機能を有する。さらに、誘電体層 3 7 は、透明層 2 を、記録時の記録層 3 5 において生じる熱から保護する機能を有する。誘電体層 3 3 及び誘電体層 3 7 は、使用するレーザ波長に対して透明性が高く、耐湿性に加えて耐熱性にも優れていることが好ましい。

[0071] 誘電体層 3 3 の材料としては、酸化物、複合酸化物、あるいは酸化物を含む混合物を用いることが好ましい。また、反射層 3 2 が A g または A g 合金を用いて形成される場合には、誘電体層 3 3 は硫化物を含まないことがより好ましい。

[0072] 酸化物としては、 Al_2O_3 、 Bi_2O_3 、 CaO 、 Cr_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Ga_2O_3 、 HfO_2 、 In_2O_3 、 MgO 、 Nb_2O_5 、 SiO_2 、 SnO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 WO_3 、 Y_2O_3 、 ZnO 、および ZrO_2 等が挙げられる。

[0073] 複合酸化物としては、 Al_2TiO_5 、 $Al_6Si_2O_{13}$ 、 $Bi_2Ti_2O_7$ 、および $ZrSiO_4$ 等が挙げられる。

[0074] 混合物としては、例えば ZrO_2-SiO_2 、 $ZrO_2-Cr_2O_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Cr_2O_3$ 、 $ZrO_2-Ga_2O_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Ga_2O_3$ 、 $ZrO_2-In_2O_3$ 、および $ZrO_2-SiO_2-In_2O_3$ 等が挙げられる。

[0075] ZrO_2 を含む複合酸化物もしくは混合物は、4 0 5 nm 付近の波長に対して透明性が高く、耐熱性にも優れている。 ZrO_2 を含む材料においては、Z

rO_2 の代わりに、 CaO 、 MgO 、および Y_2O_3 のいずれかを ZrO_2 に添加した部分安定化ジルコニアまたは安定化ジルコニアが用いられてもよい。また、 ZrO_2 を含む材料においては、 ZrO_2 と化学的性質が似ている HfO_2 を ZrO_2 の代わりに用いてもよく、あるいは ZrO_2 の一部を HfO_2 で置換してもよい。

[0076] 誘電体層33は、上記において例示した酸化物の少なくとも1つ、上記において例示した複合酸化物の少なくとも1つ、または上記において例示した混合物の少なくとも1つを含む材料を用いて形成することが好ましい。あるいは、誘電体層33は、上記酸化物、複合酸化物、または混合物を含む2以上の層を積層して形成してもよい。

[0077] 一方、レーザ光5入射側に位置する誘電体層37は、より透明な材料を用いて形成することが好ましい。例えば、 ZnS-SiO_2 は、非晶質で、熱伝導性が低く、高透明性及び高屈折率を有すること、ならびに膜形成時の成膜速度が大きく、機械特性及び耐湿性にも優れた材料であることから、誘電体層37を形成するのに適している。より具体的には、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ の組成の材料が好ましく用いられる。

[0078] 第3の情報層30は53%以上の高い透過率を要するため、誘電体層33は、上記酸化物、複合酸化物、および酸化物を含む混合物より選ばれる少なくとも1つの材料を90mol%以上含むことがより好ましい。また、誘電体層37は、 ZnS-SiO_2 を90mol%以上含むことが好ましい。

[0079] あるいは、誘電体層37は2層以上の層からなってもよい。例えば、誘電体層37は、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ と酸化物を積層した構成でもよいし、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ と複合酸化物を積層した構成でもよい。いずれの場合も、透明層2の屈折率に近い屈折率を有する酸化物などを、透明層2側に設けることがより好ましい。

[0080] 誘電体層の厚みは、それが有すべき光路長に基づいて決定される。ここで、「光路長」とは誘電体層の屈折率 n と誘電体層の厚み d との積 nd であって、 $nd = a\lambda$ で表される（ λ はレーザ光5の波長、 a は正の数）。光路

長は、第1の情報層において所望の反射率および透過率が実現されるように、例えばマトリクス法（例えば久保田広著「波動光学」岩波新書、1971年、第3章を参照）に基づく計算によって正確に決定することができる。光路長 nd から、誘電体層の厚み d を決定することができる。

[0081] 本実施の形態では、第3の情報層30は、透過率 $[(T_c + T_a) / 2]$ が56%、反射率 R_{cg} が2.6%、 R_{ag} が0.4%となるように設計される。これらの値は、一例であり、他の値であってもよい。この設計において、屈折率が1.8から2.8である誘電体材料を用いて、誘電体層33及び誘電体層37を形成する場合、誘電体層33の厚みは15nm以下であることが好ましく、2nm以上12nm以下であることがより好ましい。また、誘電体層37の厚みは、15nm以上50nm以下であることが好ましく、25nm以上45nm以下であることがより好ましい。

[0082] 誘電体層33は、必要に応じて設けることができる。後述する界面層34が上記の誘電体層33の機能をも有する場合には、誘電体層33は必ずしも設ける必要はない。例えば、情報層30は、中間層4上に、誘電体層31、反射層32、界面層34、核生成層38、記録層35、界面層36および誘電体層37の順に配置されてなる構成であってもよい。

[0083] 界面層34および界面層36について説明する。界面層34は核生成層38と接して設けられ、界面層36は記録層35と接して設けられる。界面層34および界面層36は、カルコゲナイド材料の記録層35と核生成層38に、他の層から材料が拡散するのを防ぐ機能、および記録層35および核生成層38の各々を他の層と接着させる機能を有する。

[0084] 具体的には、界面層34は、核生成層38を誘電体層33に接着するために設けられる。あるいは、界面層34は、誘電体層33から核生成層38に材料が拡散するのを防ぐために設けてもよい。核生成層38が、均一な膜状でなく島状に形成されている場合、界面層34は記録層35に対しても同様の機能を発揮する。

[0085] 界面層36は、誘電体層37から記録層35に材料が拡散するのを防ぐた

めに設けてよい。例えば $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ から界面層 36 を形成した場合、レーザ光 5 を記録層 35 に照射して繰り返し書き換えを実施すると、 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ 中の S が記録層 35 中に拡散し、繰り返し書き換え性能が著しく低下するという課題がある。界面層 36 を設けることにより、S の拡散を抑制して、繰り返し書き換え性能を改善することができる。

[0086] 界面層 34 および 36 は、下記の条件を満たす必要がある。

- i) 融点および分解温度が高く、記録の際に溶融および拡散しない、
- ii) カルコゲナイド材料である記録層 35 または核生成層 38 との密着性が良好である。

[0087] 記録時には記録マークを形成する領域が融点以上に加熱されて溶融されるので、一連の記録消去操作中、界面層 34 および 36 の温度は記録時において最も高くなる。本発明で用いる記録層 35 の融点は、約 $700^{\circ}C$ である。界面層 34 および 36 が、記録の際に溶融しないためには、公称 $1000^{\circ}C$ 以上の融点を有することが好ましい。これは、後述する酸化物等が厚み数ナノメートル程度の薄膜の形態をとる場合、公称値の融点よりも低い温度で、拡散、分解、または融解が生じる可能性があるからである。

[0088] 界面層 34 および界面層 36 の材料として、酸化物、複合酸化物、または酸化物を含む混合物を用いることが好ましい。

[0089] 酸化物として、例えば、 Al_2O_3 、 CaO 、 Cr_2O_3 、 Ga_2O_3 、 HfO_2 、 In_2O_3 、 MgO 、 SiO_2 、 Y_2O_3 および ZrO_2 を挙げることができる。

複合酸化物として、 $Al_6Si_2O_{13}$ 、および $ZrSiO_4$ を挙げることができる。

酸化物を含む混合物として、 $Al_2O_3-Cr_2O_3$ 、 $Al_2O_3-SiO_2-Cr_2O_3$ 、 $Al_2O_3-Ga_2O_3$ 、 $Al_2O_3-SiO_2-Ga_2O_3$ 、 $Al_2O_3-In_2O_3$ 、 $Al_2O_3-SiO_2-In_2O_3$ 、 $ZrO_2-Cr_2O_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Cr_2O_3$ 、 $ZrO_2-Ga_2O_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-Ga_2O_3$ 、 $ZrO_2-In_2O_3$ 、 $ZrO_2-SiO_2-In_2O_3$ 、 $HfO_2-Cr_2O_3$ 、H

$\text{HfO}_2\text{--SiO}_2\text{--Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2\text{--Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2\text{--SiO}_2\text{--Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{HfO}_2\text{--In}_2\text{O}_3$ 、および $\text{HfO}_2\text{--SiO}_2\text{--In}_2\text{O}_3$ 等を挙げることができる。

界面層 34 および界面層 36 は、上記において例示した酸化物の少なくとも 1 つ、上記において例示した複合酸化物の少なくとも 1 つ、または上記において例示した混合物の少なくとも 1 つを含む材料を用いて形成することが好ましい。

[0090] ZrO_2 を含む材料においては、 ZrO_2 の代わりに CaO 、 MgO 、および Y_2O_3 のいずれかを ZrO_2 に添加した部分安定化ジルコニアまたは安定化ジルコニアが用いられてもよい。また、 ZrO_2 を含む材料においては、 ZrO_2 と化学的性質が似ている HfO_2 を ZrO_2 の代わりに用いてもよく、あるいは ZrO_2 の一部を HfO_2 で置換してもよい。

[0091] 界面層 34 の厚みは、核生成層 38、または場合により核生成層 38 および記録層 35 との密着性を確保でき、他層から核生成層 38、および場合により記録層 35 への原子拡散を抑制できるよう、1 nm 以上であることが好ましい。また、界面層 34 と誘電体層 33 とを合わせた厚みは、20 nm 以下であることが好ましく、3 nm 以上 17 nm 以下であることがより好ましい。

[0092] 界面層 36 の厚みは、記録層 35 との密着性を確保でき、他層からの記録層 35 への原子拡散を抑制できるよう、1 nm 以上であることが好ましい。また、他の層に光学的な影響を与えないよう、材料の消衰係数が大きいほど、界面層 36 は薄くすることが好ましい。界面層 36 と誘電体層 37 とを合わせた厚みは、16 nm 以上 55 nm 以下であることが好ましく、26 nm 以上 50 nm 以下であることがより好ましい。

[0093] 界面層 34 および 36 の複素屈折率 $n - ik$ において (n : 屈折率、 k : 消衰係数)、 k は 0.10 以下であることが好ましく、0.07 以下であることがより好ましい。

[0094] 誘電体層 31、33 および 37、ならびに界面層 34 および 36 の組成は

、例えば、X線マイクロアナライザー（XMA）、電子線マイクロアナライザー（EPMA）、またはラザフォード後方散乱分析法（RBS）で分析することができる。スパッタリングにより形成された誘電体層31、33および37、ならびに界面層34および36には、前記において言及した誘電体層および界面層の材料に含まれる原子以外に、スパッタリング雰囲気中に存在する希ガスに由来する成分（Ar、Kr、Xe）、水分に由来する（OH）、有機物に由来する成分（C）、空気に由来する成分（N、O）、スパッタ室に配置された冶具の成分（金属）およびターゲットに含まれる不純物（金属、半金属、半導体、誘電体）などが不可避免的に含まれ、これらの分析方法で検出されることがある。これら不可避の成分は、界面層または誘電体層に含まれる全原子を100原子%とした場合、10原子%を上限として含まれていてもよい。これは、後述する誘電体層21、23、27、11、13、および17、ならびに界面層24、26、14、および16にも同様に適用される。

[0095] 次に、第2の情報層20の構成について説明する。

第2の情報層20は、中間層3の一方の表面に成膜された誘電体層21、反射層22、誘電体層23、界面層24、核生成層28、記録層25、界面層26および誘電体層27がこの順に配置されてなる。

[0096] 第2の情報層20は、レーザ光5が入射する側（具体的には、透明層2の表面）から、第3の情報層30よりも遠くにあり、かつ第1の情報層10よりも近くにある。したがって、第2の情報層20は、レーザ光5が第1の情報層10に到達し得るように、高い透過率を有するように設計される。具体的には、記録層25が結晶相であるときの第2の情報層20の光透過率を T_c （%）、記録層25が非晶質相であるときの第2の情報層20の光透過率を T_a （%）としたとき、 $47\% \leq (T_a + T_c) / 2$ であることが好ましく、 $50\% \leq (T_a + T_c) / 2$ であることがより好ましい。例えば、第2の情報層20は、透過率 $[(T_c + T_a) / 2]$ が50%、反射率 R_{cg} が5.5%、 R_{ag} が0.7%となるように設計してよい。第2の情報層20

の $[(T_c + T_a) / 2]$ が 50% の場合、 T_c が 49%、 T_a が 51% であってよい。あるいは、 T_c が 50%、 T_a が 52% であってよい。 T_c と T_a は等しくなくてもよいが、近い値であることが好ましい。これらの値はいずれも例であり、他の値であってよい。

[0097] 記録層 25 は、記録層 35 と同様の機能を有し、その好ましい組成も記録層 35 のそれと同様である。また、第 2 の情報層 20 は 47% 以上の光透過率を要するため、記録層 25 の厚みは 4 nm 以上 9 nm 以下であることが好ましい。厚みが 9 nm を超えると、第 2 の情報層 20 の光透過率が低下し、4 nm 未満であると、記録層 25 の光学的変化が小さくなる。記録層は、その厚みが小さくなると結晶化速度が低下するため、記録層 25 の組成（即ち、式（1）で示される材料の組成）は、記録層 15 の組成よりも、より大きな結晶化速度を有することが好ましい。

[0098] 核生成層 28 は、核生成層 38 と同様に、記録層 25 の結晶粒径を小さくする機能を有する。好ましい組成および好ましい厚みも、核生成層 38 のそれらと同様である。また、核生成層は記録層と界面層 26 との間に位置してもよく、あるいは記録層の両側に位置してよい。

[0099] 誘電体層 21 は、誘電体層 31 と同様の機能を有し、その好ましい材料も誘電体層 21 のそれと同様である。第 2 の情報層 20 において、4 以上の反射率比と 47% 以上の光透過率が得られるよう、誘電体層 21 の厚みは 10 nm 以上 30 nm 以下であることが好ましい。なお、誘電体層 21 も 2 以上の層からなってもよい。

[0100] 反射層 22 は、反射層 32 と同様の機能を有し、その好ましい材料も反射層 32 のそれと同様である。厚みは 5 nm 以上 18 nm 以下であることが好ましい。厚みが 5 nm よりも小さいと、熱を拡散させる機能が低下して、記録層 25 にマークが形成されにくくなる。また、厚みが 18 nm よりも厚いと、第 2 の情報層 20 の光透過率が 47% 未満となることがある。

[0101] 誘電体層 23 及び誘電体層 27 は、誘電体層 33 および誘電体層 37 同様、第 2 の情報層 20 の R_{cg} 、 R_{ag} 、 T_c および T_a を調節する機能を有

する。また、誘電体層 23 および誘電体層 27 は、記録層 25 の光吸収効率を高める機能、および記録層 25 を水分等から保護する機能を有する。さらに、誘電体層 27 は、記録時の記録層 25 において生じる熱から中間層 4 を保護する機能を有する。誘電体層 23 及び誘電体層 27 は、使用するレーザ波長に対して透明性が高く、耐湿性に加えて耐熱性にも優れていることが好ましい。

[0102] 誘電体層 23 の材料としては、誘電体層 33 材料と同じ材料を挙げることができる。また、誘電体層 23 も、2 以上の層で形成してもよい。

[0103] 一方、レーザ光 5 入射側に位置する誘電体層 27 は、より透明な材料で形成することが好ましく、具体的には、誘電体層 37 と同様に、 $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$ で形成することが好ましい。より具体的には、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_20$ の組成を有する材料が好ましく用いられる。

[0104] 第 2 の情報層 20 は 47% 以上の高い透過率を要するため、誘電体層 23 は、誘電体層 33 同様、誘電体層 33 に関連して説明した好ましい材料を 90mol% 以上含むことがより好ましい。また、誘電体層 27 は、 $\text{ZnS}-\text{SiO}_2$ を 90mol% 以上含むことが好ましい。

[0105] 本実施の形態では、第 2 の情報層 20 は、透過率 $[(T_c + T_a) / 2]$ が 50%、反射率 R_{cg} が 5.5%、 R_{ag} が 0.7% となるように設計される。また、第 2 の情報層 20 の実効 R_{cg} が 1.7%、実効 R_{ag} が 0.2% である。これらの値は、一例であり、他の値であってよい。

[0106] この設計において、屈折率が 1.8 から 2.8 である誘電体材料を用いて、誘電体層 23 及び誘電体層 27 を形成する場合、誘電体層 23 の厚みは 15nm 以下であることが好ましく、2nm 以上 12nm 以下であることがより好ましい。また、誘電体層 27 の厚みは 15nm 以上 50nm 以下であることが好ましく、25nm 以上 45nm 以下であることがより好ましい。

[0107] なお、誘電体層 23 および誘電体層 27 は、誘電体層 33 と同様、必要に応じて設けることができる。界面層 24 が誘電体層 23 の機能をも有する場合には、誘電体層 23 は必ずしも設ける必要はない。同様に、界面層 26 が

上記の誘電体層 2 7 の機能をも有する場合には、誘電体層 2 7 は必ずしも設ける必要はない。

[0108] 界面層 2 4 および界面層 2 6 は、界面層 3 4 および 3 6 と同様の機能を有し、それらの好ましい材料も界面層 3 4 および 3 6 のそれと同様である。

[0109] 界面層 2 4 の厚みは、核生成層 2 8、および場合により記録層 2 5 との密着性を確保でき、他層から記録層 3 5 への原子拡散を抑制できるよう、1 nm 以上であることが好ましい。また、界面層 2 4 と誘電体層 2 3 とを合わせた厚みは、20 nm 以下であることが好ましく、3 nm から 17 nm であることがより好ましい。

[0110] 界面層 2 6 の厚みは、記録層 2 5 との密着性を確保でき、他層から記録層 2 5 への原子拡散を抑制できるよう、1 nm 以上であることが好ましい。また、他の層に光学的な影響を与えないよう、材料の消衰係数が大きいほど、界面層 2 6 は薄くすることが好ましい。界面層 2 6 と誘電体層 2 7 とを合わせた厚みは、16 nm 以上 55 nm 以下であることが好ましく、26 nm 以上 50 nm 以下であることがより好ましい。

[0111] 界面層 2 4 および 2 6 の複素屈折率 $n - i k$ において (n : 屈折率、 k : 消衰係数)、 k は 0.10 以下であることが好ましく、0.07 以下であることがより好ましい。

[0112] 次に、第 1 の情報層 1 0 の構成について説明する。

第 1 の情報層 1 0 は、基板 1 の一方の表面に成膜された誘電体層 1 1、反射層 1 2、誘電体層 1 3、界面層 1 4、核生成層 1 8、記録層 1 5、界面層 1 6 および誘電体層 1 7 がこの順に配置されてなる。

[0113] いずれの情報層においても、信号は、記録再生装置により出力され得る範囲内のレーザパワーを用いて信号を記録しなくてはならず、且つ記録された信号は、記録再生装置により出力され得る再生パワーを用いて信号を検出しなくてはならない。しかし、第 1 の情報層 1 0 において、信号の記録および再生は、第 3 の情報層 3 0 および第 2 の情報層 2 0 を通過した減衰したレーザ光 5 で行われる。そのため、第 1 の情報層 1 0 は、半透明な第 3 の情報層

30および第2の情報層20とは異なり、高い反射率、および高い光吸収率を有するように設計される。例えば、少なくとも1.5%の実効 R_{cg} を得るためには、 R_{cg} は19%以上、また R_c は23%以上とする必要がある。

[0114] 誘電体層11は、基板1が吸収した水分が反射層12に混入することを防ぐ機能と、反射層12の柱状成長を抑制して、反射層12のノイズを低減する機能とを有する。

誘電体層11の材料は酸化物を含むことが好ましい。反射層12が、AgまたはAg合金を用いて形成される場合には、誘電体層11は硫化物を含まないことが好ましい。誘電体層11は、例えば、 Bi_2O_3 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Ga_2O_3 、 HfO_2 、 In_2O_3 、 Nb_2O_5 、 SiO_2 、 SnO_2 、 Ta_2O_5 、 WO_3 、 Y_2O_3 、 ZnO 、および ZrO_2 から成る群より選ばれる少なくとも1つの酸化物を含むことが好ましい。

[0115] 誘電体層11の好ましい厚みは3nm以上である。厚みが3nmより小さいと、反射層12への水分の混入を抑制する機能が低下する。厚みを大きくしても反射率への影響は小さいが、生産性を考慮すると、厚みは30nm以下が好ましい。誘電体層11は、必要に応じて設けてよい。

[0116] 反射層12は、反射層32と同様の機能を有する。第1の情報層10が半透明である必要がないため、反射層12の厚みは大きくすることができ、反射層12の材料の選択肢も増える。反射層12は、例えば、Al、Au、AgおよびCuより選ばれる金属またはこれらの合金を用いて形成することができる。反射層12の耐湿性を向上させるために、および／または反射層12の熱伝導率または光学特性（例えば、光反射率、光吸収率または光透過率）を調整するために、上記金属または合金に、他の元素を添加してよい。その添加材料は、Mg、Ca、Sc、Y、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mn、Fe、Ru、Os、Co、Rh、Ni、Pd、Pt、Zn、B、Ga、In、C、Si、Ge、Sn、N、Sb、Bi、O、Te、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、E

r、Tm、Yb、およびLuから成る群より選ばれることが好ましい。添加濃度は3原子%以下であることが好ましい。

[0117] 記録層15に吸収される光量を増大させるよう、反射層12は使用するレーザ光の波長における光吸収が小さいことがより好ましい。Agは波長405nm付近の光吸収が小さいため、第1の情報層10においては、Agを97原子%以上含む反射層12が好ましく用いられる。具体的には、Ag-Pd、Ag-Cu、Ag-Bi、Ag-Ga-Cu、Ag-In-Sn、Ag-Pd-CuおよびAg-Pd-Ti等から成る群より選択される合金材料を用いることができる。これらの中で、耐湿性に優れており、結晶粒径が小さいAg-Ga-Cuが好ましく用いられる。

[0118] また、反射層12を2以上の層で形成してもよい。その場合、基板1側に配置される層を誘電体材料から成る層としてもよい。反射層12の厚みは、使用する媒体の線速度および記録層15の組成に合わせて調整し、40nm以上300nm以下であることが好ましい。厚みが40nmより小さいと、記録層を十分に急冷させることができず、記録層の熱が拡散しにくくなり、記録層が非晶質化しにくくなる。厚みが300nmより大きいと、記録層を過剰に急冷し、記録層15の熱が拡散しすぎて、記録感度が悪化する（すなわち、信号の記録に、より大きなレーザパワーが必要になる）。

[0119] 誘電体層13及び誘電体層17は、誘電体層33および誘電体層37と同様の機能を有する。それらの好ましい材料も、誘電体層33および37のそれと同様である。誘電体層13および17の厚みは、誘電体層13および17が有すべき光路長に基づいて決定される。光路長は、第1の情報層10のRcgが高められて、Rcg/Ragが大きくなり、且つAc（結晶相の記録層15の光吸収率）も大きくなるように、例えばマトリクス法（例えば久保田広著「波動光学」岩波新書、1971年、第3章を参照）に基づく計算によって、正確に決定することができる。

[0120] 本実施の形態では、第1の情報層10のRcgが23%、Ragが3%となるように、第1の情報層10を構成する各層の厚みを設定する。屈折率が

1. 5 から 2. 8 である誘電体材料を用いて、誘電体層 1 3 及び誘電体層 1 7 を形成する場合、誘電体層 1 3 の厚みは 3 0 n m 以下が好ましく、5 n m 以上 2 0 n m 以下がより好ましい。また、誘電体層 1 7 の厚みは、3 0 n m 以上 1 3 0 n m 以下であることが好ましく、3 0 n m 以上 1 0 0 n m 以下であることがより好ましい。

[0121] 誘電体層 1 3 および誘電体層 1 7 は、誘電体層 3 3 と同様、必要に応じて設けることができる。界面層 1 4 が誘電体層 1 3 の機能をも有する場合には、誘電体層 1 3 は必ずしも設ける必要はなく、同様に、界面層 1 6 が誘電体層 1 7 の機能をも有する場合には、誘電体層 1 7 は必ずしも設ける必要はない。

[0122] 界面層 1 4 および界面層 1 6 は、界面層 3 4 および 3 6 と同様の機能を有し、その好ましい材料も界面層 3 4 および 3 6 のそれと同様である。

[0123] 界面層 1 4 の厚みは、核生成層 1 8、および場合により記録層 1 5 との密着性を確保でき、他層から核生成層 1 8、および場合により記録層 1 5 への原子拡散を抑制できるよう、1 n m 以上であることが好ましい。また、界面層 1 4 と誘電体層 1 3 と合わせた厚みは、3 5 n m 以下であることが好ましく、6 n m 以上 2 5 n m 以下であることがより好ましい。界面層 1 4 は透明性の高い材料を用いて形成されるので、誘電体層 1 3 を設けずに、界面層 1 4 によって、界面層と誘電体層の機能が発揮されるようにしてよい。その場合、界面層 1 4 は、3 5 n m の厚みまで厚くしてよい。

[0124] 界面層 1 6 の厚みは、記録層 1 5 との密着性を確保でき、他層から記録層 1 5 への原子拡散を抑制できるよう、1 n m 以上であることが好ましい。また、他の層に光学的な影響を与えないよう、材料の消衰係数が大きいほど、界面層 1 6 は薄くすることが好ましい。界面層 1 6 と誘電体層 1 7 とを合わせた厚みは、3 1 n m 以上 1 3 5 n m 以下であることが好ましく、3 5 n m 以上 1 1 0 n m 以下であることがより好ましい。

[0125] 図示した形態において、第 1 の情報層 1 0 は、核生成層 1 8 および記録層 1 5 を含む。記録層 1 5 は、記録層 3 5 と同様の機能を有する。記録層 1

5は、記録層25および記録層35に比べて、その好ましい厚みが大きいので、記録層15は記録層35に関連して説明した、式(1)で表される組成の記録材料を用いて形成してよく、あるいは他の記録材料を用いて形成してもよい。

[0126] 可逆的相変化を生じうる記録層(書き換え型)の他の材料として、例えば、Geを40原子%以上含むGeTe-Sb₂Te₃擬二元系材料を用いてよい。この場合、Geの一部をSnで置換してもよいし、Sbの一部をIn、Ga、AlおよびBiから成る群より選択される少なくとも一つの元素で置換してもよい。あるいは、Geを40原子%以上含むGeTe-Bi₂Te₃擬二元系材料を用いてよい。この場合、Geの一部をSnで置換してもよいし、Biの一部をIn、Ga、AlおよびSbから成る群より選択される少なくとも一つの元素で置換してもよい。

[0127] あるいは、記録層15は、Sbを60原子%以上含むSb-Te共晶系材料を用いて形成してよい。この場合、Ag、In、およびGeから成る群より選択される少なくとも一つの元素を、その割合が10原子%以下となるように添加してもよい。また、B、C、Si、およびZnから成る群より選択される少なくとも一つの元素を、その割合が10原子%以下となるように添加してもよい。あるいは、記録層15は、Sbを60原子%以上含むGe-Sb共晶系材料を用いて形成してよい。この場合、Ag、In、Te、B、C、Si、およびZnから成る群より選択される少なくとも一つの元素を15原子%以下の割合となるように添加してもよい。

[0128] 記録層15の組成分析は、記録層15がCおよびBのような軽元素を含む場合は、例えば、X線マイクロアナライザー(XMA)または電子線マイクロアナライザ(EPMA)で分析することができる。

[0129] 記録層15の厚みは、5nm以上15nm以下であることが好ましい。厚みが15nmを超えると、層の熱容量が大きくなり記録に要するレーザーパワーが大きくなる。また、厚みが大きいと、記録層15で生じた熱が反射層12の方向へ拡散しにくくなり、高密度記録に必要な小さい記録マークの形成

が困難となる。厚みが5 nmより小さくなると、R a gが高くなり、R c g / R a gが低下して、良好な読み出し信号を得ることが困難になる。

[0130] 核生成層18は必要に応じて設けてよい。核生成層18を設ける場合、核生成層18は、核生成層38と同様、式(2)で表される材料を用いて形成してよい。その場合、核生成層18の好ましい組成および好ましい厚みは、核生成層38のそれらと同様である。記録層15を、記録層35の材料として説明した、式(1)で表される記録材料を用いて形成する場合には、記録層15の結晶粒径を小さくするために、核生成層18を設けることが好ましい。

[0131] 本発明の情報記録媒体において、前記式(1)で表される材料を含む記録層、および前記式(2)で表される材料を含む核生成層は、少なくとも一つの情報層に含まれ、好ましくは光が入射される側に配置される情報層に含まれる。例えば、本実施の形態の情報記録媒体100の変形例において、第3の情報層30のみが式(1)の材料を含む記録層35および式(2)の材料を含む核生成層38を含んでよい。あるいは、別の変形例において、第2の情報層20および第3の情報層30が、式(1)の材料を含む記録層25および記録層35、ならびに式(2)の材料を含む核生成層28および核生成層38を含んでよい。あるいは、すべての情報層(10、20、30)が、式(1)の材料を含む記録層(15、25、35)および式(2)の材料を含む核生成層(18、28、38)を含んでよい。

[0132] あるいは、3つの情報層を有する他の形態の情報記録媒体においては、例えば、第1の情報層(図1において10で示される情報層に相当)が追記型の記録層を含み、且つ第2の情報層および第3の情報層(図1において20および30で示される情報層に相当)が、実施の形態1と同様に、式(1)の材料を含む記録層および式(2)の材料を含む核生成層を含んでよい。あるいは、3つの情報層を有するさらに他の形態の情報記録媒体においては、第1の情報層(図1において10で示される情報層に相当)が再生専用型の情報層であり、第2の情報層(図1において20で示される情報層に相当)

が追記型の記録層を含み、第3の情報層（図1において30で示される情報層に相当）が式（1）の材料を含む記録層および式（2）の材料を含む核生成層を含んでよい。

[0133] 非可逆的相変化を生じうる記録層（追記型）は、例えば、 Te-O 、 Sb-O 、 Ge-O 、 Sn-O 、 In-O 、 Zn-O 、 Mo-O および W-O 等から成る群より選択される少なくとも一つを含む酸化物材料、または有機色素系記録材料などを用いて形成してよい。あるいは、追記型の記録層は、2以上の層が積層されてなり、それぞれの層に含まれる材料が記録時に合金化または反応するものであってよい。

[0134] 再生専用型の情報層は、あらかじめ基板（または中間層）上に形成された記録ピット上に、反射層として、金属元素、金属合金、誘電体、誘電体化合物、半導体元素、および半金属元素から成る群より選択される少なくとも一つを含む材料を形成することにより形成してよい。例えば、反射層は、 Ag または Ag 合金を含む層であってよい。あるいは、第1の情報層は、記録層として、光磁気記録層が形成された層であってよい。

[0135] 本発明のさらに別の実施の形態において、情報記録媒体は、4以上の情報層を含んでよい。本発明の効果は、情報層を3以上含む、いずれの形態においても得られる。

[0136] 実施の形態1の情報記録媒体100を含む本発明の情報記録媒体には、線速度一定のConstant Linear Velocity (CLV) もしくは回転数一定のConstant Angular Velocity (CAV) のいずれの記録方式でも、情報を記録することができる。

[0137] 実施の形態1の情報記録媒体100を含む本発明の情報記録媒体における情報の記録再生は、好ましくは、対物レンズの開口数 NA が0.85である光学系を用いて行われる。但し、 NA はこれに限定されず、 $\text{NA} > 1$ の光学系を用いて、記録再生を行ってもよい。 $\text{NA} > 1$ の光学系としては、ソリッドイマージョンレンズ (SIL) またはソリッドイマージョンミラー (SIM) を使用することができる。これらの系を使用する場合、中間層および透

明層は、それぞれ5 μ m以下の厚みの層に形成してよい。あるいは、情報の記録再生は、近接場光を利用した光学系を用いて実施してもよい。

[0138] 続いて、実施の形態1の情報記録媒体100を製造する方法を説明する。

情報記録媒体100は、支持体となる基板1上に第1の情報層10、中間層3、第2の情報層20、中間層4、第3の情報層30、および透明層2を順に形成して製造する。第1の情報層10は、案内溝（グループ面とランド面）が形成された基板1をスパッタリング装置に配置し、基板1の案内溝が形成された表面に、誘電体層11、反射層12、誘電体層13、界面層14、核生成層18、記録層15、界面層16、および誘電体層17を順に成膜することにより形成される。

[0139] 第1の情報層10を形成した基板1を、スパッタリング装置から取り出し、中間層3を形成する。

中間層3は次の手順で形成される。まず、誘電体層17の表面に、紫外線硬化性樹脂を、例えばスピコートにより塗布する。次に、中間層3に形成すべき案内溝と相補的である凹凸を有するポリカーボネート基板を、その凹凸形成面を紫外線硬化性樹脂に密着させて重ねる。その状態で紫外線を照射して樹脂を硬化させた後、凹凸を有するポリカーボネート基板を剥離する。それにより、前記凹凸に相補的な形状の案内溝が紫外線硬化性樹脂に形成されて、案内溝を有する中間層3が形成される。

[0140] 基板1に形成された案内溝の形状と中間層3に形成された案内溝の形状は、同様であってもよいし、異なってもよい。別法において、中間層3は、誘電体層17を保護する層を紫外線硬化性樹脂で形成し、その上に案内溝を有する層を形成することにより、形成してよい。その場合、得られる中間層3は2層構造である。あるいは、中間層3は、3以上の層を積層して構成してよい。また、スピコート法以外の方法、例えば、印刷法、インクジェット法またはキャスト法により、中間層3を形成してもよい。

[0141] 中間層3を形成した基板1を再びスパッタリング装置に配置して、中間層3の案内溝を有する面に、誘電体層21、反射層22、誘電体層23、界面

層 2 4、核生成層 2 8、記録層 2 5、界面層 2 6 および誘電体層 2 7 を順に成膜する。このようにして、第 2 の情報層 2 0 が中間層 3 上に形成される。

[0142] 第 2 の情報層 2 0 を形成した基板 1 を、スパッタリング装置から取り出し、中間層 4 を中間層 3 と同様に形成する。

中間層 4 を形成した基板 1 を再びスパッタリング装置に配置して、中間層 4 の案内溝を有する面に、誘電体層 3 1、反射層 3 2、誘電体層 3 3、界面層 3 4、核生成層 3 8、記録層 3 5、界面層 3 6 および誘電体層 3 7 を順に成膜する。このようにして、第 3 の情報層 3 0 が中間層 4 上に形成される。

[0143] 第 3 の情報層 3 0 を形成した基板 1 をスパッタリング装置から取り出す。それから、誘電体層 3 7 の表面に、透明層 2 を形成する。

透明層 2 は次の手順で形成される。誘電体層 3 7 の表面に、紫外線硬化性樹脂を例えばスピコート法により塗布して、紫外線を照射して樹脂を硬化させ、目標の厚みの透明層 2 を形成することができる。あるいは、誘電体層 3 7 の表面に、紫外線硬化性樹脂をスピコート法により塗布し、塗布した紫外線硬化性樹脂に、円盤状のシートを密着させて、紫外線をシート側から照射して樹脂を硬化させて、透明層 2 を形成することもできる。あるいは、接着層を有する円盤状のシートを密着させて、透明層 2 を形成することもできる。

[0144] 透明層 2 は物性の異なる複数の層からなってもよい。例えば、誘電体層 3 7 の表面に他の透明層を設けた後に、透明層 2 を形成してもよい。あるいは、誘電体層 3 7 の表面に透明層 2 を形成した後、透明層 2 の表面にさらにもう一層の透明層を形成してもよい。これら複数の透明層は、粘度（硬化する前の粘度）、硬度、屈折率、および／または透明性が異なってもよい。

このようにして、透明層 2 が形成される。

[0145] 透明層 2 の形成が終了した後は、必要に応じて、第 1 の情報層 1 0、第 2 の情報層 2 0 および第 3 の情報層 3 0 の初期化を実施する。

初期化は、非晶質状態である記録層 1 5、2 5、3 5 を、例えば半導体レーザを照射して、結晶化温度以上に昇温して結晶化させる工程である。半導

体レーザのパワー、情報記録媒体の回転速度、半導体レーザの径方向への送り速度およびレーザの焦点位置などを最適化することにより、良好な初期化を実施できる。初期化は透明層 2 の形成後に実施してもよいし、形成前に実施してもよい。あるいは、第 1 の情報層 10 形成後に初期化を実施して、中間層 3 および第 2 の情報層 20 を形成してもよい。本発明の効果は、初期化をどの時点で実施するかによらず、得られる。

[0146] 以下に、各層の成膜方法について述べる。本実施の形態では、スパッタリング法を用いて各層を形成する。

誘電体層 11、13、17、21、23、27、31、33 および 37 は、誘電体層を構成する元素、混合物または化合物を含むターゲットをスパッタリングすることにより成膜される。スパッタリングは、高周波電源を用いて、希ガス雰囲気中、または酸素ガスおよび／もしくは窒素ガスと希ガスとの混合ガス雰囲気中で実施してよい。可能であれば、直流電源またはパルス発生式直流電源を用いてもよい。希ガスは、Ar ガス、Kr ガス、および Xe ガスのいずれでもよい。酸化物を含む誘電体層を形成する際には、スパッタリング中に酸素が欠損する場合があるので、酸素欠損を抑えたターゲットを用いるか、あるいは 10% 以下の少量の酸素ガスを希ガスに混合した雰囲気中でスパッタリングしてよい。

[0147] 反射層 12、22、32 は、反射層を構成する金属または合金を含むターゲットをスパッタリングすることにより形成される。スパッタリングは、直流電源または高周波電源を用いて、希ガス雰囲気中、または酸素ガスおよび／もしくは窒素ガスと希ガスとの混合ガス雰囲気中で実施してよい。希ガスは、Ar ガス、Kr ガス、および Xe ガスのいずれでもよい。

[0148] 界面層 14、16、24、26、34 および 36 は、界面層を構成する元素、混合物または化合物を含むターゲットをスパッタリングすることにより形成される。スパッタリングは、高周波電源を用いて、希ガス雰囲気中、または酸素ガスおよび／または窒素ガスと希ガスとの混合ガス雰囲気中で実施してよい。可能であれば、直流電源やパルス発生式直流電源を用いてもよい。

。希ガスは、A r ガス、K r ガス、およびX e ガスのいずれでもよい。酸化物を含む界面層を形成する際には、スパッタリング中に酸素が欠損する場合があるので、酸素欠損を抑えたターゲットを用いるか、あるいは10%以下の少量の酸素ガスを希ガスに混合した雰囲気中でスパッタリングしてよい。

[0149] 記録層15、25、35は、記録層を構成する材料を含むターゲットをスパッタリングすることにより形成される。スパッタリングは、直流電源、高周波電源またはパルス発生式直流電源を用いて、希ガス雰囲気中、または酸素ガスおよび／もしくは窒素ガスと希ガスとの混合ガス雰囲気中で実施してよい。希ガスは、A r ガス、K r ガス、およびX e ガスのいずれでもよい。スパッタリング装置によってはターゲットの組成と形成される記録層の組成が一致しない場合もあるので、その場合はターゲットの組成を調整して、目標の組成の記録層を得るようにする。

[0150] あるいは、記録層は、複数のターゲットを同時にスパッタリングする方法で形成してよい。その場合には、それぞれのターゲットをスパッタリングするために用いられる、それぞれの電源の出力を調整して組成を制御することにより、目標組成の記録層を得ることができる。あるいは、記録層は反応性スパッタリングにより形成してよい。その場合には、ターゲットの組成調整もしくは電源の出力調整に加えて、酸素ガスおよび窒素ガスの流量および圧力、酸素ガスと希ガスとの流量比および圧力比を調整することにより、目標の組成の記録層を得ることができる。反応性スパッタリングは、酸化物または窒化物を含む記録層を形成する際に用いられる。

[0151] 核生成層もまた、スパッタリング法により形成される。核生成層の形成は、記録層を形成する直前に実施して、核生成層が記録層と接するようにする。基板1の側から膜が順に形成される製造方法において、核生成層を先に形成すると、核生成層の上に記録層が形成されることとなるので、結晶粒径の小さい記録層を得ることができる。必要に応じて、核生成層は、記録層を生成する直後にも実施して、記録層の両側に核生成層が位置する構成を得てよい。あるいは、核生成層は、記録層を形成した直後に形成してもよい。その

場合でも、記録層の結晶粒径を小さくすることは可能である。核生成層 18、28、38は、核生成層を構成する材料を含むターゲットをスパッタリングすることにより形成される。スパッタリングは、直流電源、高周波電源またはパルス発生式直流電源を用いて、希ガス雰囲気中、または酸素ガスおよび／もしくは窒素ガスと希ガスとの混合ガス雰囲気中で実施してよい。希ガスは、Arガス、Krガス、およびXeガスのいずれでもよい。スパッタリング装置によってはターゲットの組成と形成される核生成層の組成が一致しない場合もあるので、その場合はターゲットの組成を調整して、目標の組成の核生成層を得るようにする。あるいは、核生成層は、記録層と同様に、複数のターゲットを用いたスパッタリングにより形成してよい。

[0152] ここでは、各層の成膜方法としてスパッタリング法を用いたが、成膜方法はこれに限定されない。例えば、真空蒸着法、イオンプレーティング法、化学的気相成長（CVD）法、または分子線エピタキシ（MBE）法等を用いて、各層を形成することも可能である。

このようにして、実施の形態1の情報記録媒体100を製造することができる。

[0153] なお、本発明の効果は、情報記録媒体をいずれの方法で製造しても、得られる。例えば、透明層2が透明な支持基板であって、その支持基板上に、第3の情報層30、中間層4、第2の情報層20、中間層3、および第1の情報層10のを、順に形成して、最後に基板1を紫外線硬化性樹脂などで接着する方法で情報記録媒体が製造される場合にも、本発明は適用できる。その場合、第3の情報層30の各層のスパッタリング順は、誘電体層37、界面層36、核生成層、記録層、界面層34、誘電体層33、反射層32および誘電体層31とすることが好ましい。前述のとおり、記録層の結晶粒径を小さくするためには、核生成層の形成工程を、記録層の形成工程の直前に実施することが好ましい。したがって、この製造方法で得られる媒体の第3の情報層100において、核生成層は、界面層34と記録層との間に位置し、記録層は界面層36と接する。あるいは、核生成層を記録層の両側に形成して

よく、その場合、核生成層の形成工程は、記録層の形成工程の直前および直後に実施される。

[0154] 本発明の情報記録媒体は、2以上の情報層を形成した積層体と、1以上の情報層を形成した積層体とを貼り合わせる方法で形成してよい。例えば、基板上に第1の情報層、中間層、第2の情報層および中間層をこの順に形成し、中間層の表面に紫外線硬化性樹脂を塗布し、当該樹脂層の上に、透明層となるシート上に第3の情報層を形成した積層体を重ねて、紫外線を照射する方法で、3つの情報層を有する情報記録媒体を製造してよい。

[0155] 次に、実施例を用いて本発明を詳細に説明する。

実施例 1

[0156] 実施例1では、式(1) $[(Ge_{0.5}Te_{0.5})_x(In_{0.4}Te_{0.6})_{1-x}]_ySb_{100-y}$ で表される材料から成る記録層35について、式(1)のyの値と、光学的变化 $|\Delta n| + |\Delta k|$ および結晶化温度との関係を調べた。

[0157] 以下に、本実施例を具体的に説明する。はじめに、結晶化温度を測定する試料の形態と試料の製造方法について説明する。基板として石英ガラス（直径10mm、厚み0.5mm）を用いた。この石英ガラス表面に、 $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ から成る厚み5nmの層を形成し、核生成層の表面に記録層を6nmの厚みで形成し、記録層の表面に $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ から成る5nmの厚みの層を形成して、試料を得た。

[0158] 表1に示すように、記録層の材料が異なる10種類の試料1-1～1-6およびA-1～A-4を準備した。試料1-1～1-6は、その記録層が式(1)において、 $x=0.9$ 、 $y=95.0\sim99.5$ である材料から成る試料である。試料A-1は、その記録層が式(1)において、 $y=94.0$ である材料から成り、試料A-2は、その記録層が式(1)において、 $y=100$ である材料から成り、試料A-3とA-4は、その記録層がInを含まない組成を有する試料である。

[0159] $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ から成る層は、各試料におい

て、記録層が図1に示す情報記録媒体100における記録層35と同様の構成（即ち、両側が界面層34および界面層36で挟まれた構成）にして、記録層35の結晶化温度の測定精度を高めるために設けた。また、 $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ から成る層は、記録層の結晶化温度を測定する時に記録層の酸化を防止する機能をも有する。先にも述べたとおり、結晶化温度は記録層の非晶質相から結晶相への転移温度と、定義される。

[0160] 各層はスパッタリングにより形成した。その条件を説明する。用いたターゲットの形状はすべて、円形であり、その直径は200mm、厚みは6mmであった。石英ガラス基板を、直径120mmのポリカーボネート基板に貼り付けて、スパッタリング装置に取り付けた。 $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ から成る層は、圧力0.13PaのArガス雰囲気中で、 $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ ターゲットに、高周波電源を用いて3kWのパワーを投入して石英基板上に形成した。

[0161] 記録層は、Ge-In-Te-Sb合金ターゲットを、圧力0.13PaのArガス雰囲気中で、パルス発生式直流電源を用いて200Wの出力で、 $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ 上に形成した。Ge-In-Te-Sb合金ターゲットの組成は、記録層の組成が所定の組成となるように、予め調整されていた。

続いて、記録層上に、上記と同様のスパッタリング条件で $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ から成る層を形成した。

[0162] 次に、結晶化温度の測定方法について説明する。記録層を含む薄膜が形成された石英基板を測定装置内の加熱台に置き、毎秒約1℃の昇温速度で試料を加熱した。加熱中、赤色レーザを試料に照射して透過率を測定した。記録層が結晶相に転移すると、透過率が急激に低下するので、透過率の急激な低下が観察されたときの温度を結晶化温度として読み取った。

[0163] 光学的変化 $|\Delta n| + |\Delta k|$ の測定について説明する。試料は、結晶化温度測定用の試料と同様の構成を有するように、スパッタリングにより作製した。したがって、各薄膜の材料、厚み、および成膜条件は結晶化温度測定

用の試料におけるそれらと同様である。ここでは、光学的変化測定用の試料に特有の形態および機能についてのみ説明する。基板として、縦18mm、横12mm、厚み1mmの石英基板を用いた。

[0164] 先にも述べたとおり、 $|\Delta n| + |\Delta k|$ は、記録層の結晶相における複素屈折率($n_c - i k_c$)と非晶質相における複素屈折率($n_a - i k_a$)の差と定義される。 n_c は結晶相での屈折率、 k_c は結晶相での消衰係数、 n_a は非晶質相での屈折率、 k_a は非晶質相での消衰係数、 $\Delta n = n_c - n_a$ 、 $\Delta k = k_c - k_a$ である。

[0165] スパッタリングにより形成した記録層は非晶質相であるので、結晶相の n_c 、 k_c を測るために、記録層を熱処理して結晶相にする必要がある。その熱処理条件を説明する。記録層を含む薄膜が形成された石英基板を電気炉内に置き、一旦空気を排気してから窒素を導入し、窒素ガス雰囲気中で、予め測定しておいた結晶化温度よりも10℃ほど高い温度で約10分間保持し、それから室温まで自然冷却させた。各試料の熱処理温度は結晶化温度に応じて設定した。この結晶化操作の間、記録層の両側の $(ZrO_2)_{25}(SiO_2)_{25}(Cr_2O_3)_{50}$ は、記録層が酸化するのを防止する機能を発揮する。

[0166] 光学的変化の測定方法について説明する。光学的変化は、偏光解析法(エリプソメトリ; ellipsometry)を用いて、波長405nmのレーザ光を照射したときの結晶相の n_c 、 k_c 、非晶質相の n_a 、 k_a を測定し、 Δn と Δk から $|\Delta n| + |\Delta k|$ を算出する。

[0167] (表1)に、各試料の記録層について、 y の値と、光学的変化 $|\Delta n| + |\Delta k|$ および結晶化温度との関係を示す。記録層の組成は、mol%と原子%(at%)の両方の単位で示す。

[0168]

[表1]

試料番号	記録層組成 (mol%)	記録層組成 (at%)					光学的变化 $ \Delta n + \Delta k $	結晶化温度 (°C)	判定
		Ge	In	Te	Sb	Bi			
1-1	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}\text{Sb}_{100-y}]$	44.8	4.0	50.7	0.5	0.0	2.70	231	+
1-2	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}\text{Sb}_{0.5}]$	44.6	4.0	50.4	1.0	0.0	2.75	234	+
1-3	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}\text{Sb}_{1.0}]$	44.1	3.9	50.0	2.0	0.0	2.80	240	+
1-4	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}\text{Sb}_{2.0}]$	43.7	3.9	49.4	3.0	0.0	2.70	246	+
1-5	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}\text{Sb}_{3.0}]$	43.2	3.8	49.0	4.0	0.0	2.65	252	+
1-6	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}\text{Sb}_{4.0}]$	42.8	3.8	48.4	5.0	0.0	2.60	258	+
A-1	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}\text{Sb}_{5.0}]$	42.3	3.8	47.9	6.0	0.0	2.45	264	±
A-2	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}\text{Sb}_{6.0}]$	45.0	4.0	51.0	0.0	0.0	2.42	228	±
A-3	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{Sb}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}\text{I}_{100}]$	45.0	0.0	51.0	4.0	0.0	2.20	220	±
A-4	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}\text{I}_{100}]$	45.0	0.0	51.0	0.0	4.0	1.90	180	-

- [0169] 表中の判定の「+」「±」「-」について説明する。「+」は、光学的变化 $|\Delta n| + |\Delta k|$ が 2.5 以上、且つ結晶化温度が 230℃ 以上であることを、「±」は $|\Delta n| + |\Delta k|$ が 2.0 以上且つ 2.5 未満、または結晶化温度が 200℃ 以上且つ 230℃ 未満であることを、「-」は $|\Delta n| + |\Delta k|$ が 2.0 未満、または結晶化温度が 200℃ 未満であることを意味する。
- [0170] 光学的变化 ($|\Delta n| + |\Delta k|$) が 2.5 以上であれば、実用的な信号振幅を得ることができ、良好な信号品質を有する情報記録媒体を製造することができる。光学的变化が 2.5 未満であると、信号品質が劣る。特に、光学的变化が 2.0 未満であると、実用的な信号品質が得られない。また、結晶化温度が 230℃ 以上であれば、非晶質相の実用的な安定性を得ることができ、信頼性の高い情報記録媒体を製造することができる。記録層の結晶化温度が 230℃ 未満であると、非晶質相の安定性が劣る。特に、結晶化温度が 200℃ 未満であると、実用的な信頼性が得られない。
- [0171] この結果、 $y = 95.0 \sim 99.5$ であると、判定が「+」であり、 $y = 95.0 \sim 99.5$ である式 (1) の組成が好ましいことがわかった。さらに、 $y = 97.0 \sim 99.5$ であると、 $|\Delta n| + |\Delta k|$ が 2.7 以上であり、 $y = 97.0 \sim 99.5$ である式 (1) の組成がより好ましいこともわかった。
- [0172] 試料 A-1 は、式 (1) において $y = 94.0$ であって、Sb が 6 mol % 含まれる記録層を含むが、 $|\Delta n| + |\Delta k|$ が低い。このことから、 $95 \leq y$ が好ましいといえる。また、試料 A-2 は、式 (1) において $y = 100$ である記録層を含むが、結晶化温度が 230℃ より低かった。よって、 $95 \leq y < 100$ が好ましい。
- [0173] 試料 A-3 は、In の代わりに Sb を用いた組成の記録層を含み、試料 A-4 は、In の代わりに Bi を用いた組成の記録層を含む。いずれの試料も結晶化温度が低い。また、試料 A-4 は、その光学的变化 $|\Delta n| + |\Delta k|$ がより小さい。

本実施例の結果から、記録層の材料は、式（１） $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ において、 $95 \leq y < 100$ を満たす組成を有することが好ましいことが明らかになった。

実施例 2

[0174] 実施例 2 では、式（２） $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}$ で表される材料から成る核生成層 38 の効果を調べるために、図 1 に示す情報記録媒体 100 を製造して、第 3 の情報層 30 の記録層 35 の平均結晶粒径を計測し、且つ評価装置でノイズレベルも測定した。

[0175] （実験 1）

以下に、本実施例を具体的に説明する。はじめに、情報記録媒体 100 の製造方法について説明する。実施例 2 の 1 つ目の実験において、核生成層 38 が記録層 35 のレーザ光 5 入射側と反対の側に位置する情報記録媒体 100 を製造した。

[0176] 各層の材料と厚みを説明する。基板 1 として、案内溝（深さ 20 nm、グルーブ・グルーブ間の距離 0.32 μm ）が形成されたポリカーボネート基板（直径 120 mm、厚み 1.1 mm）を準備し、スパッタリング装置内に取り付けた。

[0177] 基板 1 の案内溝が形成された表面に、誘電体層 11 として 10 nm の厚みを有する $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ （ $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{33.3}(\text{TiO}_2)_{66.7}$ ）層、反射層 12 として 100 nm の厚みを有する Ag-Ga-Cu 合金層、誘電体層 13 として 12 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{In}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、界面層 14 として 5 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{35}(\text{SiO}_2)_{35}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{30}$ 層、核生成層 18 として 1 nm の厚みを有する $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 層、記録層 15 として 10 nm の厚みを有する $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ 層、界面層 16 として 5 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{35}(\text{SiO}_2)_{35}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{30}$ 層、誘電体層 17 として 70 nm の厚みを有する $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層を、順に積層した。これで第 1 の情報層 10 が形成された。

[0178] 次に、誘電体層 17 の表面に、案内溝を有する中間層 3 を $25\ \mu\text{m}$ の厚みとなるように形成した。中間層 3 の案内溝が形成された表面に、誘電体層 21 として $18\ \text{nm}$ の厚みを有する $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 層、反射層 22 として $10\ \text{nm}$ の厚みを有する Ag-Pd-Cu 合金層、誘電体層 23 として $7\ \text{nm}$ の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{40}(\text{SiO}_2)_{40}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{20}$ 層、界面層 24 として $5\ \text{nm}$ の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、核生成層 28 として $0.8\ \text{nm}$ の厚みを有する $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 層、記録層 25 として $7\ \text{nm}$ の厚みを有する $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ 層、界面層 26 として $5\ \text{nm}$ の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、誘電体層 27 として $40\ \text{nm}$ の厚みを有する $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層を、順に積層した。これで、第 2 の情報層 20 が形成された。

[0179] 次に、誘電体層 27 の表面に、案内溝を有する中間層 4 を $18\ \mu\text{m}$ の厚みとなるように形成した。中間層 4 の案内溝が形成された表面に、誘電体層 31 として $18\ \text{nm}$ の厚みを有する $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 層、反射層 32 として $8\ \text{nm}$ の厚みを有する Ag-Pd-Cu 合金層を、誘電体層 33 として $7\ \text{nm}$ の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{40}(\text{SiO}_2)_{40}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{20}$ 層、界面層 34 として $5\ \text{nm}$ の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、 $0.8\ \text{nm}$ の厚みを有する核生成層 38、記録層 35 として $6\ \text{nm}$ の厚みを有する $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ 層、界面層 36 として $5\ \text{nm}$ の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、誘電体層 37 として $40\ \text{nm}$ の厚みを有する $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層を、順に積層した。これで、第 3 の情報層 30 が形成された。

[0180] ここで各層のスパッタリング条件を説明する。用いたターゲットの形状はすべて、円形で直径 $200\ \text{mm}$ で厚み $6\ \text{mm}$ である。

誘電体層 11、21、31 は、 $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ ターゲットを、圧力 $0.13\ \text{Pa}$ の Ar ガスと O_2 ガスの体積比が $97:3$ である混合ガス雰囲気中で、高周波電源を用いて $2\ \text{kW}$ の出力でスパッタリングして形成した。

- [0181] 反射層 1 2 は、 $\text{Ag}-\text{Ga}-\text{Cu}$ 合金ターゲットを、圧力 0. 2 Pa の Ar ガス雰囲気中で、直流電源を用いて 2 kW の出力でスパッタリングして形成した。反射層 2 2 と 3 2 は、 $\text{Ag}-\text{Pd}-\text{Cu}$ 合金ターゲットを、圧力 0. 2 Pa の Ar ガス雰囲気中で、直流電源を用いて 200 W の出力でスパッタリングして形成した。
- [0182] 誘電体層 1 3 は、 $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{In}_2\text{O}_3)_{50}$ ターゲットを、圧力 0. 13 Pa の Ar ガス雰囲気中で、高周波電源を用いて 3 kW の出力でスパッタリングして形成した。誘電体層 2 3 および 3 3 は、 $(\text{ZrO}_2)_{40}(\text{SiO}_2)_{40}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{20}$ ターゲットを、圧力 0. 13 Pa の Ar ガス雰囲気中で、高周波電源を用いて 3 kW の出力でスパッタリングして形成した。
- [0183] 界面層 1 4 および 1 6 は、 $(\text{ZrO}_2)_{35}(\text{SiO}_2)_{35}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{30}$ ターゲットを圧力 0. 13 Pa の Ar ガス雰囲気中で、高周波電源を用いて 3 kW の出力でスパッタリングして形成した。界面層 2 4、2 6、3 4 および 3 6 は、 $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ ターゲットを圧力 0. 13 Pa の Ar ガス雰囲気中で、高周波電源を用いて 3 kW の出力でスパッタリングして形成した。
- [0184] 核生成層 1 8、2 8、3 8 は、 $\text{Ge}-\text{Bi}-\text{Te}$ 合金ターゲットを、圧力 0. 13 Pa の Ar ガス雰囲気中で、パルス発生式直流電源を用いて 50 W の出力でスパッタリングして形成した。核生成層 3 8 の形成は、試料 2-1 ~ 2-6 の核生成層 3 8 がそれぞれ、表 2 に示す組成を有するように、組成の異なる $\text{Ge}-\text{Bi}-\text{Te}$ 合金ターゲットを用いて実施した。
- [0185] 記録層 1 5 は、 $\text{Ge}-\text{In}-\text{Te}-\text{Sb}$ 合金ターゲットを、圧力 0. 13 Pa の Ar ガス雰囲気中で、パルス発生式直流電源を用いて 200 W の出力でスパッタリングして形成した。記録層 2 5 および 3 5 は、 $\text{Ge}-\text{In}-\text{Te}-\text{Sb}$ 合金ターゲットを、圧力 0. 13 Pa の Ar ガス雰囲気中で、パルス発生式直流電源を用いて 100 W の出力でスパッタリングして形成した。
- [0186] 誘電体層 1 7、2 7、3 7 は、 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ ターゲットを圧

力 0.13 Pa の Ar ガス雰囲気中で、高周波電源を用いて 2.5 kW の出力でスパッタリングして形成した。

[0187] 中間層3は、次の手順で形成した。まず、誘電体層17の表面に、紫外線硬化性樹脂をスピコートにより塗布した。次に、中間層3に形成すべき案内溝と相補的である凹凸（深さ 20 nm 、グルーブグルーブ間の距離 $0.32\text{ }\mu\text{ m}$ ）を有するポリカーボネート基板を、その凹凸形成面を紫外線硬化性樹脂に密着させて重ねた。その状態で紫外線を照射して樹脂を硬化させた後、凹凸を有するポリカーボネート基板を剥離した。それにより、案内溝が中間層3の表面に形成された。中間層3には、基板1と同様の形状の案内溝を形成した。中間層4も同様の手順で、誘電体層27の表面に形成した。

[0188] 以上のようにして中間層4の上に第3の情報層30を成膜した基板1をスパッタリング装置から取り出した。そして、誘電体層37の表面に紫外線硬化性樹脂をスピコート法で $57\text{ }\mu\text{ m}$ の厚みとなるように塗布し、紫外線を照射して樹脂を硬化させ、透明層2を形成した。

[0189] 透明層2の形成後、初期化を実施した。波長 810 nm の半導体レーザを使って、情報記録媒体100の記録層15、25、35を、半径 $22\sim60\text{ mm}$ の範囲の環状領域内でほぼ全面に亘って結晶化させた。

[0190] このようにして、第3の情報層30の核生成層38の組成が異なる試料2-1～2-6を製造した。核生成層38の組成は、試料2-1においては $z=10$ 、試料2-2においては $z=22$ 、試料2-3においては $z=29$ 、試料2-4においては $z=44$ 、試料2-5においては $z=62$ 、試料2-6においては $z=71$ の組成を有していた（ z は式（2）における z ）。各組成について、ノイズレベル評価用の試料1つと、結晶粒径計測用の試料1つを、それぞれ準備した。

[0191] 情報記録媒体100の第3の情報層30の記録層35のノイズレベル評価においては、光学系に波長 405 nm の半導体レーザと開口数 0.85 の対物レンズを搭載した評価装置を使用した。線速度 7.4 m/秒 で情報記録媒体100を回転させ、 1.0 mW のレーザ光5を第3の情報層30に照射し

て、2 MHzにおけるノイズレベル（dBm）をスペクトラムアナライザーで測定した。ノイズレベルは、信号を記録していない状態の記録層再生して評価した。

[0192] 第3の情報層30の記録層35の平均結晶粒径の計測について説明する。情報記録媒体100の薄膜断面を切り出し、集束イオンビーム（FIB）法により断面を薄片化した。透過型電子顕微鏡（TEM）で断面を観察し、観察画像から記録層35の結晶粒径10個程度を計測して、計測した値から平均値を計算した。

[0193] 情報記録媒体100の記録層35の平均結晶粒径および2 MHzにおけるノイズレベルと、核生成層38の組成との関係を表2-1に示す。

[0194]

[表2-1]

試料番号	配置：界面層34／核生成層38／記録層35／界面層36				判定
	核生成層38組成 (mol%) (Ge _{0.5} Te _{0.5}) _z (Bi _{0.4} Te _{0.6}) _{100-z}	記録層35の 平均結晶粒径 (nm)	ノイズレベル @2MHz (dBm)		
実施例	2-1	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₁₀ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₉₀	20	-74.1	++
	2-2	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₂₂ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₇₈	14	-74.3	++
	2-3	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₂₉ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₇₁	16	-74.1	++
	2-4	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₄₄ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₅₆	28	-73.8	++
	2-5	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₆₂ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₃₈	57	-72.1	+
	2-6	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₇₁ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₂₉	80	-71.5	+
比較例	B-1	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₅ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₉₅	129	-71.0	±
	B-2	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₇₄ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₂₆	140	-70.8	±
	B-3	Sn ₅₀ Te ₅₀	98	-64.5	-
	B-4	核生成層無し	160	-69.4	-

[0195] 表中の判定の「++」、「+」、「±」、「-」について説明する。「++」は平均結晶粒径が50nm未満であり、且つノイズレベルが-73dBm未満であることを、「+」は平均粒子径が50nm以上100nm未満である、またはノイズレベルが-73dBm以上-70dBm未満であることを、「±」は平均結晶粒径が100nm以上150nm未満であること、またはノイズレベルが-70dBm以上-65dBm未満であること、「-」は平均結晶粒径が150nm以上であること、またはノイズレベルが-65dBm以上であることを意味する。

[0196] 平均結晶粒径が50nm未満であれば、優れた繰り返し書き換え性能が得

られる。また、ノイズレベルが -73 dBm 未満であれば、優れた信号品質が得られる。平均結晶粒径が 50 nm 以上 100 nm 未満であれば、良好な繰り返し書き換え性能が得られる。ノイズレベルが -73 dBm 以上 -70 dBm 未満であれば、良好な信号品質が得られる。平均結晶粒径が 100 nm 以上 150 nm 未満であると、実用に耐える繰り返し書き換え性能が得られない。また、ノイズレベルが -70 dBm 以上 -65 dBm 未満であると、信号品質が誤り訂正限界レベルのものとなる。平均結晶粒径が 150 nm 以上である、または、ノイズレベルが -65 dBm 以上であると、実用的な信号品質が得られない。

[0197] この結果、試料2-1～2-6、すなわち核生成層38が $z=10\sim71$ の組成を有する試料は、核生成層38のない比較例B-4と比較して、明らかに記録層35の平均結晶粒径が小さくなっていた。特に、核生成層38が $z=10\sim44$ の組成を有する試料は、「++」と判定され、優れた特性を示した。

[0198] 試料B-1の核生成層38は、 $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})$ を $10\text{ mol}\%$ より少ない量で含むために、核生成層38に菱面体晶の結晶構造が現れて、核生成層38の核生成能力が低下し、記録層35の結晶粒径を小さくする効果が低下していると考えられる。また、試料B-2の核生成層38は $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})$ を $71\text{ mol}\%$ より多い量で含むために、核生成層自体の結晶性が低下して、核生成能力が低下していると考えられる。試料B-3の核生成層38は、 $\text{Sn}_{50}\text{Te}_{50}$ （原子％）で形成されており、結晶粒径を小さくする核生成能力を有したが、試料B-3は、そのノイズレベルが $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}$ 系に比べて 7 dB 程高く、実用的ではなかった。

[0199] （実験2）

次に、本実施例の2つ目の実験においては、第3の情報層30において、核生成層が記録層のレーザ光5入射側の界面に位置する情報記録媒体100を製造した。基板1、第1の情報層10、中間層3、第2の情報層20、お

よび中間層 4 は、本実施例の上記 1 つ目の実験におけるそれらと同様に形成した。

[0200] 中間層 4 の案内溝が形成された表面に、誘電体層 3 1 として 18 nm の厚みを有する $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 層、反射層 3 2 として 8 nm の厚みを有する $\text{Ag}-\text{Pd}-\text{Cu}$ 合金層、誘電体層 3 3 として 7 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{40}(\text{SiO}_2)_{40}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{20}$ 層、界面層 3 4 として 5 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、記録層として 6 nm の厚みを有する $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ 層、0.8 nm の厚みを有する核生成層層、界面層 3 6 として 5 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、誘電体層 3 7 として 40 nm の厚みを有する $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層を、順に積層した。これで、第 3 の情報層 3 0 が形成された。透明層 2 を、上記本実施例の 1 つ目の実験におけるそれと同様に形成した。また同様に、透明層 2 の形成後、初期化を実施した。

[0201] このようにして、第 3 の情報層 3 0 の核生成層の組成が異なる試料 2-11 ~ 2-16 を製造した。核生成層は、試料 2-11 においては $z = 10$ 、試料 2-12 においては $z = 22$ 、試料 2-13 においては $z = 29$ 、試料 2-14 においては $z = 44$ 、試料 2-15 においては $z = 62$ 、試料 2-16 においては $z = 71$ の組成を有していた。各組成について、ノイズレベル評価用の試料 1 つと結晶粒径計測用の試料 1 つを、それぞれ準備した。

これらの試料について、本実施例の 1 つ目の実験と同様にして、評価を実施した。結果を表 2-2 に示す。

[0202]

[表2-2]

試料番号	配置：界面層34／記録層／核生成層／界面層36				判定	
	核生成層組成 (mol%)		記録層の 平均結晶粒径 (nm)	ノイズレベル @2MHz (dBm)		
	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) _z (Bi _{0.4} Te _{0.6}) _{100-z}					
実施例	2-11	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₁₀ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₉₀		28	-74.0	++
	2-12	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₂₂ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₇₈		26	-73.8	++
	2-13	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₂₉ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₇₁		31	-73.7	++
	2-14	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₄₄ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₅₆		40	-73.1	++
	2-15	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₆₂ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₃₈		72	-72.1	+
	2-16	(Ge _{0.5} Te _{0.5}) ₇₁ (Bi _{0.4} Te _{0.6}) ₂₉		97	-71.5	+

[0203] 核生成層は、レーザ光5入射側に配置されていても、記録層の結晶粒径を小さくする効果があることがわかった。特に、核生成層が $z = 10 \sim 44$ の組成を有する試料は、「++」と判定され、優れた特性を示した。

[0204] (実験3)

次に、実施例2の3つ目の実験として、核生成層が記録層の両側の界面に位置する情報記録媒体100を製造した。基板1、第1の情報層10、中間層3、第2の情報層20、および中間層4は、本実施例の上記1つ目の実験におけるそれらと同様に形成した。

[0205] 中間層4の案内溝が形成された表面に、誘電体層31として18nmの厚

みを有する $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 層、反射層 32 として 8 nm の厚みを有する $\text{Ag}-\text{Pd}-\text{Cu}$ 合金、誘電体層 33 として 7 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{40}(\text{SiO}_2)_{40}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{20}$ 層、界面層 34 として 5 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、0.8 nm の厚みを有する核生成層、記録層として 6 nm の厚みを有する $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ 層、0.8 nm の厚みを有する核生成層、界面層 36 として $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層を 5 nm、誘電体層 37 として 40 nm の厚みを有する $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層を、順に積層した。これで、第 3 の情報層 30 が形成された。透明層 2 を、上記本実施例の 1 つ目の実験におけるそれと同様に形成した。また同様に、透明層 2 の形成後、初期化を実施した。

[0206] このようにして、第 3 の情報層 30 の核生成層の組成が異なる試料 2-21 ~ 2-26 を製造した。核生成層は、試料番号 2-21 においては $z = 10$ 、試料番号 2-22 においては $z = 22$ 、試料番号 2-23 においては $z = 29$ 、試料番号 2-24 においては $z = 44$ 、試料番号 2-25 においては $z = 62$ 、試料番号 2-26 においては $z = 71$ の組成を有していた。各組成について、ノイズレベル評価用の試料を 1 つと、結晶粒径計測用の試料 1 つを、それぞれ準備した。これらの試料について、本実施例の 1 つ目の実験と同様にして、評価を実施した。結果を表 2-3 に示す。

[0207]

[表2-3]

試料番号	配置：界面層34／核生成層／記録層／核生成層／界面層36				判定	
	核生成層組成 (mol%)		記録層の 平均結晶粒径 (nm)	ノイズレベル @2MHz (dBm)		
	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{x/2}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-x}$					
実施例	2-21	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{10}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{90}$		15	-74.3	++
	2-22	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{22}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{78}$		10	-74.8	++
	2-23	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$		12	-74.5	++
	2-24	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{44}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{56}$		23	-74.0	++
	2-25	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{62}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{38}$		52	-72.1	+
	2-26	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{71}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{29}$		74	-71.5	+

[0208] 核生成層が記録層の両側に配置されると、記録層の結晶粒径を小さくする効果がより大きいことがわかった。特に、核生成層が $z = 10 \sim 44$ の組成を有する試料は、「++」と判定され、優れた特性を示した。

[0209] 本実施例の結果から、式 (1) $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ で表わされる材料で記録層を形成する場合、記録層と接する核生成層は必要であること、および核生成層は式 (2) $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}$ で示される材料であって、 $z = 10 \sim 71$ を満たす材料で形成されることが好ましく、 $z = 10 \sim 44$ を満たす材料で形成されることがより好ましいことがわかった。また、核生成層が記録層の少

なくともいずれか一方の側に接していれば、ノイズレベルを低減できることも明らかになった。核生成層を、記録層の一方の側にのみ設ける場合は、記録層 35 と界面層 34 との間に設けることが好ましい。より大きな効果が得られるからである。情報記録媒体 100 の記録再生条件および信頼性評価条件、ならびに製造設備の条件によって、核生成層を記録層のいずれの側に設けるかを選択することができる。記録層の両側に核生成層を設ける場合、両側の核生成層は同じ組成を有してよく、異なる組成を有してよい。いずれの場合にも、核生成層の材料を、式 (2) で表わされ、 $z = 10 \sim 71$ を満たす材料から選択すれば、優れた効果が得られる。

実施例 3

- [0210] 実施例 3 では、 $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{1.00-y}$ で表される材料から成る記録層 35 について、 x の値と記録消去特性との関係を調べた。
- [0211] 以下に、本実施例を具体的に説明する。はじめに、情報記録媒体 100 の製造方法について説明する。基板 1、第 1 の情報層 10、中間層 3、第 2 の情報層 20、および中間層 4 は、実施例 2 の 1 つ目の実験におけるそれらと同様に形成した。
- [0212] 中間層 4 の案内溝が形成された表面に、誘電体層 31 として 18 nm の厚みを有する $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 層、反射層 32 として 8 nm の厚みを有する $\text{Ag}-\text{Pd}-\text{Cu}$ 合金層、誘電体層 33 として 7 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{40}(\text{SiO}_2)_{40}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{20}$ 層、界面層 34 として 5 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、核生成層 38 として 0.8 nm の厚みを有する $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 層、6 nm の厚みを有する記録層 35、界面層 36 として 5 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、誘電体層 37 として 40 nm の厚みを有する $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層を、順に積層した。これで、第 3 の情報層 30 が形成された。透明層 2 を、上記実施例 2 の 1 つ目の実験におけるそれと同様に形成した。また同様に、透明層 2 の形成後、初期化を実施

した。各層のスパッタリング条件は、実施例2の1つ目の実験で採用したそれらと同様である。

[0213] このようにして、第3の情報層30の記録層35の組成が異なる試料3-1～3-6を製造した。本実施例のいずれの試料の記録層35も、式(1)で表され、 y が99.5である組成を有し、 x が試料3-1においては0.800、試料3-2においては0.850、試料3-3においては0.900、試料3-4においては0.925、試料3-5においては0.950、試料3-6において0.975である。

[0214] 記録消去特性の評価方法について説明する。はじめに、信号振幅対ノイズ比(CNR)の測定方法について説明する。評価装置の光学系および情報記録媒体の線速度は実施例2と同様である。レーザ光5を、高パワーレベルの記録パワー(mW)と低パワーレベルの消去パワー(mW)との間でパワー変調しながら情報記録媒体100に向けて照射して、3T(マーク長0.168 μ m)の単一信号と8T(マーク長0.446 μ m)の単一信号を交互に計11回、グループ面に記録する。記録パワーと消去パワーは所定の手順に従って、各試料の第3の情報層30に対して最適化した。記録パワーは12.7mW～13.3mWで、消去パワーは4.1mW～4.3mWであった。記録するパルスの波形はマルチパルスである。11回目の3T信号が記録された状態で、スペクトラムアナライザーで振幅(C)(dBm)とノイズ(N)(dBm)を測定し、その差からCNR(dB)を測定する。

[0215] 次に、消去率の測定方法について説明する。上記11回目の3T信号の振幅を測定した後、12回目に8T信号を記録する。そして3T信号の振幅を再び測定して、3T信号の減衰量を求める。この減衰量を消去率(dB)と定義する。3TCNRと3T消去率の評価結果を表3に示す。

[0216]

[表3]

試料番号	記録層35組成 (mol%)	記録層35組成 (at%)				3TCNR (dB)	3T消去率 (dB)	判定
		Ge	In	Te	Sb			
実施例	3-1	[(Ge _{0.5} Te _{0.5}) _x (In _{0.4} Te _{0.6}) _{1-x}] _{99.5} Sb _{0.5}						
		[(Ge _{0.5} Te _{0.5}) _{0.800} (In _{0.4} Te _{0.6}) _{0.200}] _{99.5} Sb _{0.5}				51.5	33.6	+
	3-2	[(Ge _{0.5} Te _{0.5}) _{0.850} (In _{0.4} Te _{0.6}) _{0.150}] _{99.5} Sb _{0.5}				52.7	33.0	+
	3-3	[(Ge _{0.5} Te _{0.5}) _{0.900} (In _{0.4} Te _{0.6}) _{0.100}] _{99.5} Sb _{0.5}				53.3	31.8	++
	3-4	[(Ge _{0.5} Te _{0.5}) _{0.925} (In _{0.4} Te _{0.6}) _{0.075}] _{99.5} Sb _{0.5}				53.5	31.0	++
	3-5	[(Ge _{0.5} Te _{0.5}) _{0.950} (In _{0.4} Te _{0.6}) _{0.050}] _{99.5} Sb _{0.5}				53.8	30.4	++
比較例	3-6	[(Ge _{0.5} Te _{0.5}) _{0.975} (In _{0.4} Te _{0.6}) _{0.025}] _{99.5} Sb _{0.5}				54.5	28.0	+
	C-1	[(Ge _{0.5} Te _{0.5}) _{0.750} (In _{0.4} Te _{0.6}) _{0.250}] _{99.5} Sb _{0.5}				49.3	34.8	±
	C-2	[(Ge _{0.5} Te _{0.5}) _{1.0}] ₁₀₀				55.0	8.4	-

[0217] 表中の判定「++」、「+」、「±」、「-」について説明する。「++」は、3TCNRが53dB以上であり、且つ3T消去率が30dB以上であることを、「+」は3TCNRが50dB以上53dB未満である、または3T消去率が25dB以上30dB未満であることを、「±」は、3TCNRが45dB以上50dB未満である、または3T消去率が20dB以上25dB未満であることを、「-」は3TCNRが45dB未満である、または3T消去率が20dB未満であることを意味する。

[0218] 3TCNRが53dB以上であり、且つ3T消去率が30dB以上であれば、優れた信号品質が得られる。3TCNRが50dB以上53dB未満である、または3T消去率が25dB以上30dB未満であれば、良好な信号品質が得られる。3TCNRが45dB以上50dB未満、または3T消去率が20dB以上25dB未満であると、信号品質は誤り訂正限界レベルになる。3TCNRが45dB未満、または3T消去率が20dB未満であると、実用的な信号品質が得られない。

[0219] この結果、試料3-1~3-6、すなわち記録層35が $x = 0.800 \sim 0.975$ の組成を有する試料は、 $x = 0.750$ の試料C-1と比較して、明らかに3TCNRが高かった。特に、記録層35が $x = 0.900 \sim 0.950$ の組成を有する試料は、「++」と判定され、優れた特性を示した。試料3-1~3-6の実効Rcgは約2.60%、実効Ragは約0.4%であった。また、試料3-1~3-6は、 $x = 1.0$ の試料C-2と比較して、明らかに高い3T消去率を示した。

[0220] 試料C-1の記録層は x が0.8未満である、すなわち $\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ が少ない組成を有するので、高い消去率が得られたが、光学的变化が小さく、その結果、再生信号の振幅が不十分で、CNRが低かった。試料C-2は x が1.0、すなわち $\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ のみから成る記録層を有する。この試料は、十分に大きい光学的变化を示し、大きなCNRを与えたが、記録層の結晶化速度が小さくて、その消去率が10dB未満であった。

[0221] 本実施例の結果から、第3の情報層30の記録層35の組成が式(1) [

$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ で表わされる場合、 $0.8 \leq x < 1.0$ が好ましく、 $0.9 \leq x \leq 0.95$ がより好ましいことがわかった。また、本実施例の結果と実施例1の結果から、 $0.8 \leq x < 1.0$ 、且つ $95 \leq y < 100$ が好ましいといえる。

実施例 4

[0222] 実施例4では、 $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ で表される記録層35と、 $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ で表される核生成層38とを用いて、核生成層38の厚みと、記録層35の透過率および反射率との関係を調べた。

[0223] 以下に本実施例を具体的に説明する。はじめに、情報記録媒体100の製造方法について説明する。基板1、第1の情報層10、中間層3、第2の情報層20、および中間層4は、実施例2の1つ目の実験におけるそれらと同様に形成した。

[0224] 中間層4の案内溝が形成された表面に、誘電体層31として18nmの厚みを有する $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 層、反射層32として Ag-Pd-Cu 合金層、誘電体層33として7nmの厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{40}(\text{SiO}_2)_{40}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{20}$ 層、界面層34として5nmの厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、核生成層38として $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 層、記録層35として6nmの厚みを有する $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ 層、界面層36として5nmの厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、誘電体層37として40nmの厚みを有する $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層を、順に積層した。これで、第3の情報層30が形成された。

[0225] 第3の情報層30の核生成層38の厚みが異なる試料4-1～4-5は、実効 R_{cg} がほぼ2.60%となるように光学的設計を行い、その設計に従って反射層32の厚みを調整した。詳しくは、反射層32および核生成層38の厚みは、試料4-1においては、9.6nmおよび0.1nm、試料4-2においては、8.8nmおよび0.5nm、試料4-3においては、7

、7 nmおよび1 nm、試料4-4においては、6.4 nmおよび1.5 nm、試料4-5においては、4.8 nmおよび2.0 nmである。

[0226] 続いて、透明層2を、実施例2の1つ目の実験におけるそれと同様にして形成した。また同様に、透明層2の形成後、初期化を実施した。各層のスputtering条件は実施例2の1つ目の実験で採用したそれらと同様である。

[0227] 第3の情報層30の反射率と透過率は、基板1（溝部だけでなく、鏡面部も有する基板）に第3の情報層30と透明層2を形成した測定用媒体を作製して測定した。初期化は半面だけ行う。透過率は、分光光度計を用いて、波長405 nmの光について測定した。透過率は、 T_c （記録層が結晶相であるときの情報層の透過率）と、 T_a （記録層が非晶質相であるときの情報層の透過率）の平均値を記載した。

[0228] 実効 R_{cg} および実効 R_{ag} は、実施例2と同様の光学系を有する記録再生評価装置を用いて初期化部の溝部で測定した。

[0229] 3TCNR、3T消去率は、実施例3で説明した方法に従って、三層構造の情報記録媒体として作製した試料を用いて評価した。3TCNR、3T消去率を評価した際の、記録パワーは12.7 mW～13.3 mWであり、消去パワーは4.1 mW～4.3 mWであった。

情報記録媒体100の第3の情報層30の3TCNR、3T消去率、透過率平均値、反射率（実効 R_{cg} ）と、核生成層38の厚みとの関係を表4に示す。

[0230]

[表4]

試料番号	核生成層38 厚み(nm)	3TCNR (dB)	3T消去率 (dB)	透過率 (%)	反射率 (%)	判定
4-1	0.1	53.6	26.5	56.4	2.62	+
4-2	0.5	53.2	30.0	56.2	2.59	++
4-3	1	53.0	30.8	56.0	2.59	++
4-4	1.5	52.5	32.0	56.1	2.59	+
4-5	2	51.8	33.3	56.5	2.60	+

[0231] 表中の判定「++」、「+」、「±」、「-」の意味は、実施例3で説明したとおりである。また、すべての試料において、透過率平均値 $[(T_c + T_a) / 2]$ は、約56%であり、実効R_{ag}は約0.4%であった。また、表に示すように、いずれの試料においても、実効R_{cg}が設計通りの値（約2.60%）になっていることを確認した。

[0232] この結果、試料4-1～4-5、すなわち核生成層38の厚みが0.1n

mから2 nmである試料は、「+」または「++」と判定され、良好な特性を示した。特に、核生成層38の厚みが0.5 nm～1 nmである試料は、「++」と判定され、優れた特性を示した。

[0233] 核生成層38の厚みが0.1 nmであると、核生成層38が島状に形成されていて、やや核生成能が小さいために、3T消去率が30 dBを下回ったと考えられる。尤も、3T消去率が25 dB以上であれば、実用上は問題ない。一方、核生成層38の厚みが1.5 nmから2 nmであると、結晶化能が大きくなって、記録層35の結晶粒径が小さくなり、また記録層35に形成される記録マークがやや小さくなって、CNRが53 dBを下回ったと考えられる。尤も、CNRが50 dB以上であれば、実用上は問題ない。

[0234] 実施例2および本実施例の結果から、第3の情報層30の核生成層38は、式(2) $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}$ (mol%) で表され、 z が $10 \leq z \leq 71$ を満たす材料から成ることが好ましく、その厚みは、0.1 nm以上2 nm以下であることが好ましいことがわかった。

実施例 5

[0235] 実施例5では、 $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ で表される記録層35と、 $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ で表される核生成層38とを用いて、記録層35の厚みと、記録消去特性、透過率および反射率との関係を調べた。

[0236] 以下に本実施例を具体的に説明する。はじめに、情報記録媒体100の製造方法について説明する。基板1、第1の情報層10、中間層3、第2の情報層20、および中間層4は、実施例2の1つ目の実験におけるそれらと同様に形成した。

[0237] 中間層4の案内溝が形成された表面に、誘電体層31として $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ 層、反射層32としてAg-Pd-Cu合金層、誘電体層33として $(\text{ZrO}_2)_{40}(\text{SiO}_2)_{40}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{20}$ 層、界面層34として5 nmの厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、核生成層38として $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 、記録層35として $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ を形成した。

$(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ 層、界面層 36 として 5 nm の厚みを有する $(\text{ZrO}_2)_{25}(\text{SiO}_2)_{25}(\text{Cr}_2\text{O}_3)_{50}$ 層、誘電体層 37 として $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 層を順に積層した。これで、第 3 の情報層 30 が形成された。

[0238] 第 3 の情報層 30 の記録層 35 の厚みが異なる試料 5-1 ~ 5-5 は、透過率平均値が 53% 以上、実効 R_{cg} が 2.2% 以上 4.0% 以下、実効 R_{ag} が 0.3% 以上 0.6% 以下となるように光学的設計を行い、その設計に従って誘電体層 31、反射層 32、誘電体層 33、核生成層 38、誘電体層 37 の厚みを調整した。各試料におけるこれらの層の厚みは次のとおりである。

[0239] 試料 5-1 誘電体層 31 : 18 nm、反射層 32 : 12.2 nm、誘電体層 33 : 7 nm、核生成層 38 : 0.8 nm、記録層 35 : 3 nm、誘電体層 37 : 40 nm、

試料 5-2 誘電体層 31 : 18 nm、反射層 32 : 10.3 nm、誘電体層 33 : 7 nm、核生成層 38 : 0.8 nm、記録層 35 : 5 nm、誘電体層 37 : 40 nm、

試料 5-3 誘電体層 31 : 18 nm、反射層 32 : 6 nm、誘電体層 33 : 7 nm、核生成層 38 : 0.8 nm、記録層 35 : 7 nm、誘電体層 37 : 40 nm、

試料 5-4 誘電体層 31 : 20 nm、反射層 32 : 3 nm、誘電体層 33 : 3 nm、核生成層 38 : 0.8 nm、記録層 35 : 9 nm、誘電体層 37 : 38 nm、

試料 5-5 誘電体層 31 : 20 nm、反射層 32 : 3 nm、誘電体層 33 : 3 nm、核生成層 38 : 0.1 nm、記録層 35 : 10 nm、誘電体層 37 : 38 nm。

[0240] 続いて、透明層 2 を、実施例 2 の 1 つ目の実験におけるそれと同様にして形成した。また同様に、透明層 2 の形成後、初期化を実施した。各層のスputtering 条件は実施例 2 の 1 つ目の実験で採用したそれらと同様である。

第3の情報層30の実効 R_{cg} と透過率平均値は、実施例4で説明した方法に従って測定した。3TCNR、および3T消去率は、実施例3で説明した方法に従って、三層構造の情報記録媒体として作製した試料を用いて評価した。3TCNR、および3T消去率を評価した際の記録パワーは12.7 mW～14.0 mWであり、消去パワーは4.1 mW～4.5 mWであった。

情報記録媒体100の第3の情報層30の3TCNR、3T消去率、透過率平均値、および反射率と、記録層35の厚みとの関係を表5に示す。

[0241]

[表5]

試料番号	記録層35 厚み(nm)	3TCNR (dB)	3T消去率 (dB)	透過率 (%)	反射率 (%)	判定
5-1	3	53.6	25.1	61.9	2.59	+
5-2	5	53.2	30.5	57.0	2.62	++
5-3	7	53.0	31.9	56.1	2.60	++
5-4	9	52.5	33.4	54.9	3.39	+
5-5	10	51.8	34.8	54.1	3.63	+

[0242] 表中の判定「++」、「+」、「±」、「-」の意味は、実施例3で説明したとおりである。また、すべての試料において、透過率平均値 $[(T_c + T_a) / 2]$ は、約53%以上であり、実効 R_{cg} は2.2%以上4.0%以下であり、実効 R_{ag} は0.3%以上0.6%以下であった。

[0243] この結果、試料5-1～5-5、すなわち記録層35の厚みが3nmから10nmである試料は、「+」または「++」と判定され、良好な特性を示

した。記録層 35 の厚みが 5 nm ~ 7 nm である試料は、「++」と判定され、優れた特性を示した。

[0244] 記録層 35 の厚みが 3 nm であると、やや記録層 35 の結晶化能力が小さく、3 T 消去率が 30 dB を下回ったと考えられる。尤も 3 T 消去率が 25 dB 以上であれば、実用上は問題ない。一方、記録層 35 の厚みが 9 nm 以上であると、記録層 35 の結晶化能力が高くなり、また記録層 35 に形成される記録マークがやや小さくなって、CNR が 53 dB を下回ったと考えられる。尤も、CNR が 50 dB 以上であれば、実用上は問題ない。

[0245] 実施例 1、実施例 3 および本実施例の結果から、第 3 の情報層 30 の記録層 35 は、 $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ (mol%) で表され、 x が $0.8 \leq x < 1.0$ 、 y が $95 \leq y < 100$ を満たす材料から成ることが好ましく、その厚みは、3 nm から 10 nm であることが好ましいことがわかった。

実施例 6

[0246] 実施例 6 では、第 1 の情報層 10、第 2 の情報層 20、第 3 の情報層 30 のアーカイバル特性、すなわち記録マークの安定性を評価した。

[0247] 以下に本実施例を具体的に説明する。はじめに、情報記録媒体 100 の製造方法について説明する。本実施例では、実施例 2 の試料 2-3 と同様の構成の情報記録媒体 100 を製造した。本実施例で用いた核生成層 18、28、38、記録層 15、25、35 の組成と厚みは次のとおりである。

試料 6-1：第 1 の情報層 10 において、核生成層 18 は厚み 1 nm の $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 層であり、記録層 15 は厚み 10 nm の $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ 層であり、第 2 の情報層 20 において、核生成層 28 は厚み 0.8 nm の $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 層であり、記録層 25 は厚み 7 nm の $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ 層であり、第 3 の情報層 30 において、核生成層 38 は厚み 0.8 nm の $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 層であり、記録層 35 は厚み

6 nmの $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$ 層であった。

[0248] 試料6-2：第1の情報層10において、核生成層18は厚み1 nmの $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 層であり、記録層15は厚み10 nmの $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{98.5}\text{Sb}_{1.5}$ 層であり、第2の情報層20において、核生成層28は厚み0.8 nmの $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 層であり、記録層25は厚み7 nmの $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.95}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.05}]_{98.5}\text{Sb}_{1.5}$ 層であり、第3の情報層30において核生成層38は厚み0.8 nmの $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{29}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{71}$ 層であり、記録層35は厚み6 nmの $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.95}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.05}]_{98.5}\text{Sb}_{1.5}$ 層であった。

[0249] 試料D-1：第1の情報層10において、核生成層18は設けず、記録層15は厚み10 nmの $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{Sb}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}$ 層であり、第2の情報層20において、核生成層28は設けず、記録層25は厚み7 nmの $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{Sb}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}$ 層であり、第3の情報層30において、核生成層38は設けず、記録層35は厚み6 nmの $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{Sb}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}$ 層であった。

[0250] 試料D-2：第1の情報層10において、核生成層18は設けず、記録層15は厚み10 nmの $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}$ 層であり、第2の情報層20において、核生成層28は設けず、記録層25は厚み7 nmの $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}$ 層であり、第3の情報層30において、核生成層38は設けず、記録層35は厚み6 nmの $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}$ 層であった。

[0251] 次にアーカイバル特性評価について説明する。アーカイバル特性評価は、記録したマークが高温条件下に置かれても保存されるかどうかを調べるために実施した。評価は、実施例2と同様の光学系を有する記録再生評価装置を用いて実施した。具体的な評価方法は次のとおりである。実施例2で述べた

CNRの測定方法に則って、11回目に記録した3T信号の振幅(C1)、ノイズ(N1)およびCNR1(dB)を測定しておく。庫内温度80℃、相対湿度85%の高温高湿器に、これらの媒体を100時間放置した後、除湿してから室温で取り出した。取り出した後、記録しておいた3T信号を再生して、再び振幅(C2)、ノイズ(N2)およびCNR(dB)を測定した。高温高湿器に放置する前と放置した後の振幅の差 $\Delta C = C2 - C1$ (dB)を算出して、アーカイバル特性の優劣を調べた。

[0252] このようにして、試料6-1、6-2、D-1およびD-2の各々について、第1の情報層10、第2の情報層20および第3の情報層30のアーカイバル特性を評価した。3TCNR、3T消去率を評価した際の、記録パワーおよび消去パワーは次のとおりである。

第1の情報層10 記録パワー：約25mW、消去パワー：約10mW、

第2の情報層20 記録パワー：約21mW、消去パワー：約7mW、

第3の情報層30 記録パワー：約13mW、消去パワー：約4mW。

[0253] 試料6-1および6-2において、第1の情報層10のRcgは約24%、Ragは約3%、実効Rcgは約1.9%、実効Ragは約0.2%、第2の情報層20のRcgは約6%、Ragは約0.7%、実効Rcgは約1.9%、実効Ragは約0.2%、第3の情報層30のRcg(実効Rcg)は約2.6%、Rag(実効Rag)は約0.4%であった。

[0254] $\Delta C < 0$ であれば振幅の低下があり、 $0 \leq \Delta C$ であれば振幅の低下はないと判断できる。振幅の低下は、高温高湿環境下に放置したことにより、非晶質状態にある記録マークが小さくなったことを示唆する現象である。記録マークはある程度の範囲までは小さくなることが許容されるものの、記録マークの寸法の減少は、記録マークの安定性が相対的に劣ることを意味する。振幅の低下が見られない場合、高温高湿環境下に放置しても、情報層に記録されたマークは小さくなっていない、すなわち、その情報層は記録マークの安定性に優れると判断できる。

第1の情報層10、第2の情報層20、第3の情報層30の記録マークの

安定性評価結果を表6に示す。

[0255] [表6]

試料番号	記録層	記録層組成 (mol%)	記録マーク の安定性 ΔC (dB)	判定	
		$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$			
実施例	6-1	記録層15	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$	-0.3	++
		記録層25	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$	+0.1	++
		記録層35	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{99.5}\text{Sb}_{0.5}$	0.0	++
	6-2	記録層15	$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}]_{98.5}\text{Sb}_{1.5}$	-0.2	++
記録層25		$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.95}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.05}]_{98.5}\text{Sb}_{1.5}$	+0.2	++	
記録層35		$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.95}(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.05}]_{98.5}\text{Sb}_{1.5}$	0.0	++	
比較例	D-1	記録層15	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{Sb}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}$	-4.2	±
		記録層25	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{Sb}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}$	-2.7	+
		記録層35	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{Sb}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}$	-1.5	+
	D-2	記録層15	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.9}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.1}$	-8.0	-
記録層25		$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}$	-6.1	-	
	記録層35	$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_{0.925}(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{0.075}$	-3.9	±	

[0256] 表中の記録マークの安定性 ΔC の判定「++」、「+」、「±」、「-」について説明する。「++」は $-0.5 \leq \Delta C$ を、「+」は $-3 \leq \Delta C < -0.5$ を、「±」は $-5 \leq \Delta C < -3$ を、「-」は $\Delta C < -5$ を意味する。記録再生評価装置に起因する測定ばらつきを考慮しても、 $-0.5 \leq \Delta C$ であれば、高温高湿環境下に放置しても振幅低下はなく、室温で30年以上の

保存寿命が期待できる優れた記録マーク安定性を有する情報層が得られる。
 $-3 \leq \Delta C < -0.5$ であれば、室温で10年以上の保存寿命が期待できる良好な記録マーク安定性を有する情報層が得られる。 $-5 \leq \Delta C < -3$ であれば、情報層の室温での保存寿命は10年未満になる可能性がある。実用性を考えると、室温で保存寿命は10年以上であることが好ましい。 $\Delta C < -5$ であれば、情報層の室温での保存寿命は1年未満になる可能性が高く、その情報層は実用に耐えない。

[0257] この結果、試料6-1および6-2において、第1の情報層10、第2の情報層20、第3の情報層30の記録層15、25、35および核生成層18、28、38を形成し、かつ記録層および核生成層の組成が式(1)および(2)で示される場合に、「++」と判断され、優れた記録マークの安定性が得られた。よって、試料6-1および6-2は、100GB容量の情報記録媒体としての実用性を有する。

[0258] これに対し、記録層15、25、35を、 $\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5}-\text{Sb}_{0.4}\text{Te}_{0.6}$ 系材料で形成した試料D-1においては、第1の情報層10が「±」と判定された。第2の情報層20および第3の情報層30のは「+」と判定されたものの、試料D-1は3つの情報層を含む100GB容量の情報記録媒体として実用的ではない。

[0259] 記録層15、25、35を、 $\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5}-\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6}$ 系材料で形成した試料D-2においては、第1の情報層10および第2の情報層20が「-」と判定された。第3の情報層30は「±」と判定された。試料D-2の第1～第3の情報層は、試料D-1の第1～第3の情報層とそれぞれ比較して記録マークの安定性が劣っていた。よって、試料D-2は、100GB容量の情報記録媒体として実用的ではない。

[0260] 本実施例の結果から、 $\text{GeTe}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ 系材料は、1情報層あたり33.4GB容量で、3層で100GB容量の情報記録媒体の記録層に適用した場合、記録マークの安定性が不足することがわかった。また、実施例1と本実施例の結果から、同様に、1情報層あたり33.4GB容量で、3層で

100GB容量の情報記録媒体の記録層に適用した場合、 $\text{GeTe-Bi}_2\text{Te}_3$ 系材料は光学的変化が小さく、記録マークの安定性も不足することがわかった。

[0261] 1情報層あたり33.4GB容量を有し、3層で100GB容量を有する情報記録媒体において、式(1) $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ で表される材料を記録層に適用し、式(2) $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}$ で表される材料を核生成層に適用すると、各情報層に記録された信号からは十分な信号振幅が得られ、また、記録マークが安定に保存されて高い信頼性をも得られる。また、これらの材料を用いれば、高い透過率を有する半透明情報層を実現することができた。それによって100GB以上の容量を有する多層情報記録媒体を提供することができた。

[0262] 以上、種々の実施例を通じて説明したように、式(1) $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ で表わされ、 x が $0.8 \leq x < 1.0$ 、 y が $95 \leq y < 100$ を満たす組成を有する記録層は、光学的変化が大きく且つ結晶化温度が高いものであった。この記録層に接して、式(2) $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}$ で表わされる、 z が $10 \leq z \leq 71$ を満たす組成を有する核生成層を設けることにより、記録層の結晶粒径を小さくして、ノイズを低減することができた。この記録層と核生成層を適用することにより、十分な信号振幅および高透過率、ならびに記録マークが安定に保存される高い信頼性を有する半透明情報層を提供することができた。さらに、この半透明情報層の実現により、100GB以上の大容量な情報記録媒体が得られた。

産業上の利用可能性

[0263] 本発明の情報記録媒体は、大容量な光学的情報記録媒体として、書き換え型多層Blue-ray Discに有用である。また本発明の情報記録媒体は、大容量な光学的情報記録媒体として、 $\text{NA} > 1$ の光学系、たとえばSILやSIMを使った光学系で記録再生される、次世代の書き換え型情報記録

媒体、あるいは次世代の書き換え型多層情報記録媒体にも有用である。

符号の説明

- [0264] 1 基板
- 2 透明層
- 3, 4 中間層
- 5 レーザ光
- 10, 20, 30 情報層
- 11, 13, 17, 21, 23, 27, 31, 33, 37 誘電体層
- 12, 22, 32 反射層
- 14, 16, 24, 26, 34, 36 界面層
- 15, 25, 35 記録層
- 18, 28, 38 核生成層
- 100 情報記録媒体

請求の範囲

[請求項1] 3以上の情報層を含む、光により情報を記録し再生することが可能な情報記録媒体であって、少なくとも1つの情報層が、記録層と核生成層とを含み、

前記記録層が、下記の式(1)：

$$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}(\text{mol}\%) \quad (1)$$

で表され、

xは、 $0.8 \leq x < 1.0$ 、

yは、 $95 \leq y < 100$ 、

を満たす材料を含み、

前記核生成層が、下記の式(2)：

$$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}(\text{mol}\%) \quad (2)$$

で表され、

zは、 $10 \leq z \leq 71$

を満たす材料を含み、且つ、

前記核生成層は前記記録層と接する、

情報記録媒体。

[請求項2] 前記記録層を構成する結晶粒子の平均結晶粒径が100nm未満である、請求項1に記載の情報記録媒体。

[請求項3] 光が入射される側に配置される情報層のうち少なくとも1つが、前記記録層と前記核生成層を含む請求項1に記載の情報記録媒体。

[請求項4] 光が入射される側のすべての情報層が、前記記録層と前記核生成層を含む、請求項1に記載の情報記録媒体。

[請求項5] すべての情報層が、前記記録層と前記核生成層を含む請求項1に記載の情報記録媒体。

[請求項6] 前記核生成層の厚みが、0.1nm以上且つ2.0nm以下である

請求項 1 に記載の情報記録媒体。

[請求項7] 前記記録層の厚みが、3 nm 以上且つ 10 nm 以下である請求項 1 に記載の情報記録媒体。

[請求項8] 3 以上の情報層を含む、光により情報を記録し再生することが可能な情報記録媒体であって、少なくとも 1 つの情報層が、記録層を含み、
前記記録層が、Ge、Te、In、Bi および Sb を含み、
前記記録層を構成する結晶粒子の平均結晶粒径が 100 nm 未満である
情報記録媒体。

[請求項9] 3 以上の情報層を含む、光により情報を記録し再生することが可能な情報記録媒体の製造方法であって情報層を形成する工程を 3 以上含み、少なくとも 1 つの情報層を形成する工程が、記録層を形成する工程と、核生成層を形成する工程とを含み、

前記記録層を形成する工程が、Ge、In、Te 及び Sb を含むターゲットを用いて、下記の式 (1) :

$$[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x (\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y \text{Sb}_{100-y} \text{ (mol\%)} \quad (1)$$

で表され、

x は、 $0.8 \leq x < 1.0$ 、

y は、 $95 \leq y < 100$

を満たす材料を含む記録層が形成されるように、スパッタリングすることを含み、且つ、

前記核生成層を形成する工程が、Ge、Bi 及び Te 含むターゲットを用いて、下記の式 (2) :

$$(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z (\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z} \text{ (mol\%)} \quad (2)$$

で表され、

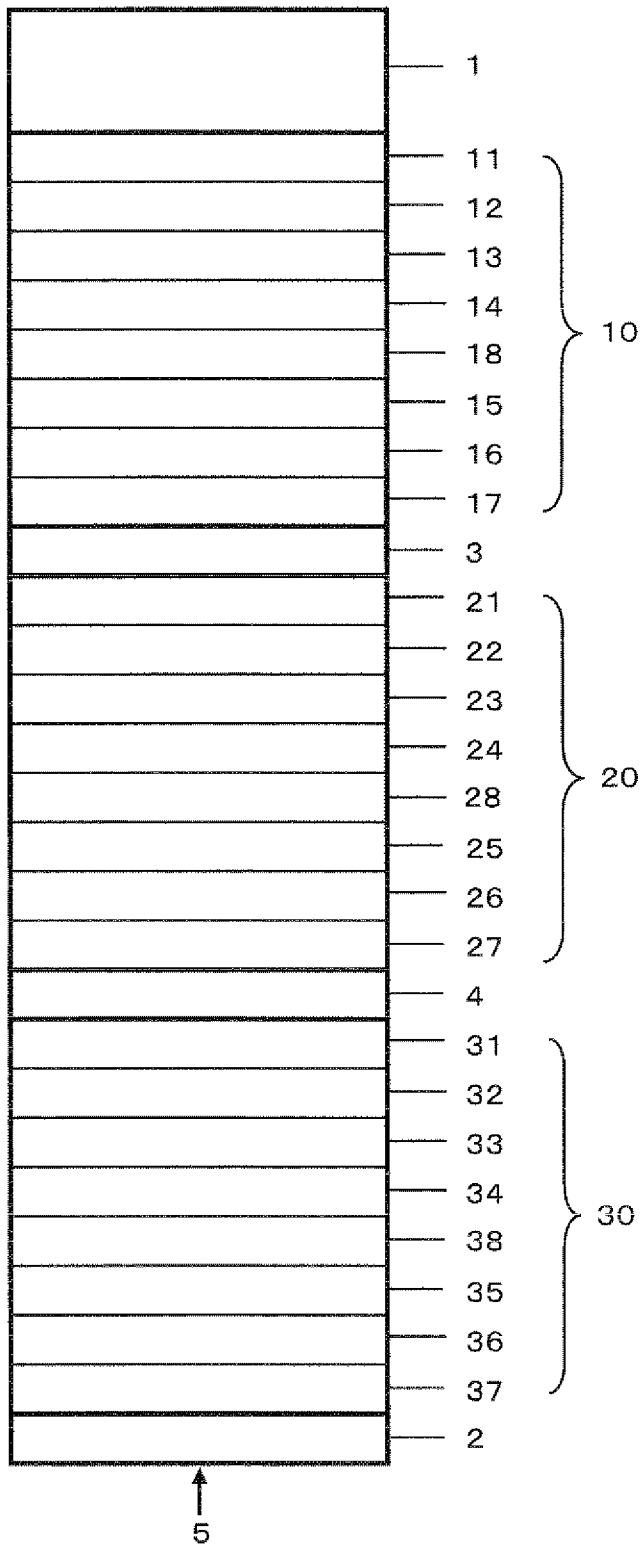
z は、 $1 \leq z \leq 7$

を満たす材料を含む核生成層が形成されるように、スパッタリングすることを含み、且つ、

前記核生成層を形成する工程を、前記記録層を形成する工程の直前もしくは直後、または直前および直後に実施する、
情報記録媒体の製造方法。

[図1]

100



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/24(2006.01)i, G11B7/241(2006.01)i, G11B7/254(2006.01)i, G11B7/257(2006.01)i, G11B7/26(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G11B7/24, G11B7/241, G11B7/254, G11B7/257, G11B7/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-134833 A (Toshiba Corp.), 18 June 2009 (18.06.2009), paragraphs [0019], [0033], [0130] & US 2009/0141615 A1	8
Y	JP 2003-145944 A (Ricoh Co., Ltd.), 21 May 2003 (21.05.2003), paragraph [0010] (Family: none)	8
Y	JP 2004-255698 A (Victor Company of Japan, Ltd.), 16 September 2004 (16.09.2004), paragraphs [0082] to [0084] & US 2004/0166440 A1 & EP 1453040 A2 & DE 602004007837 D & CN 1551160 A	8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 May, 2012 (22.05.12)

Date of mailing of the international search report
05 June, 2012 (05.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001302

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-185731 A (Ricoh Co., Ltd.), 02 July 2004 (02.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2004-199786 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 15 July 2004 (15.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2005-149616 A (Ricoh Co., Ltd.), 09 June 2005 (09.06.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2002-293025 A (Toshiba Corp.), 09 October 2002 (09.10.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001302

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The special technical feature of the inventions of claims 1-7 and 9 is "an information recording medium comprising three or more information layers, wherein a recording layer contains a material that is represented by formula (1) $[(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ (mol%) with x satisfying $0.8 \leq x < 1.0$ and y satisfying $95 \leq y < 100$, and a nucleation layer contains a material that is represented by formula (2) $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}$ (mol%) with z satisfying $10 \leq z \leq 71$, and the nucleation layer is in contact with the recording layer". Meanwhile the invention of claim 8 is "an information recording medium comprising three or more information layers and capable of recording and reproducing information by means of light, (continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001302

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

wherein at least one information layer contains a recording layer, the recording layer contains Ge, Te, In, Bi and Sb, and the average crystal grain size of the crystal grains constituting the recording layer is less than 100 nm".

Consequently, the inventions of claims 1-7 and 9 and the invention of claim 8 do not have a same or corresponding special technical feature.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/24(2006.01)i, G11B7/241(2006.01)i, G11B7/254(2006.01)i, G11B7/257(2006.01)i,
G11B7/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G11B7/24, G11B7/241, G11B7/254, G11B7/257, G11B7/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-134833 A (株式会社東芝) 2009.06.18, 【0019】, 【0033】, 【0130】 & US 2009/0141615 A1	8
Y	JP 2003-145944 A (株式会社リコー) 2003.05.21, 【0010】 (ファ ミリーなし)	8
Y	JP 2004-255698 A (日本ビクター株式会社) 2004.09.16, 【0082】 - 【0084】 & US 2004/0166440 A1 & EP 1453040 A2 & DE 602004007837 D & CN 1551160 A	8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中野 和彦

5 D

3 5 6 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-185731 A (株式会社リコー) 2004.07.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2004-199786 A (日立マクセル株式会社) 2004.07.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2005-149616 A (株式会社リコー) 2005.06.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2002-293025 A (株式会社東芝) 2002.10.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1-7、9に係る発明の特別な技術的特徴は「3以上の情報層を含み、記録層が、式(1): $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_x(\text{In}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{1-x}]_y\text{Sb}_{100-y}$ (mol%) で表され、 x は、 $0.8 \leq x < 1.0$ 、 y は、 $95 \leq y < 100$ 、を満たす材料を含み、核生成層が、式(2): $(\text{Ge}_{0.5}\text{Te}_{0.5})_z(\text{Bi}_{0.4}\text{Te}_{0.6})_{100-z}$ (mol%) で表され、 z は、 $10 \leq z \leq 71$ を満たす材料を含み、且つ、前記核生成層は前記記録層と接する、情報記録媒体」であり、請求項8に係る発明は「3以上の情報層を含む、光により情報を記録し再生することが可能な情報記録媒体であって、少なくとも1つの情報層が、記録層を含み、前記記録層が、Ge、Te、In、BiおよびSbを含み、前記記録層を構成する結晶粒子の平均結晶粒径が100nm未満である情報記録媒体」である。

したがって、請求項1-7、9に係る発明と、請求項8に係る発明とは、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。