

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年11月27日 (27.11.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/142928 A1

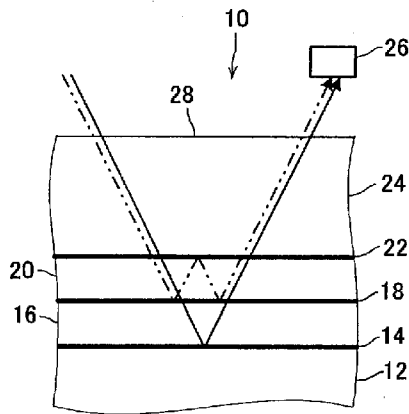
- (51) 国際特許分類:
G11B 7/24 (2006.01) G11B 7/125 (2006.01)
G11B 7/005 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/057422
- (22) 国際出願日: 2008年4月16日 (16.04.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-133279 2007年5月18日 (18.05.2007) JP
特願2007-219462 2007年8月27日 (27.08.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): TDK
株式会社 (TDK CORPORATION) [JP/JP]; 〒1038272
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三島 康児
(MISHIMA, Koji) [JP/JP]; 〒1038272 東京都中央区日
本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内 Tokyo (JP).
青山 勉 (AOYAMA, Tsutomu) [JP/JP]; 〒1038272 東京
都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会
社内 Tokyo (JP). 菊川 隆 (KIKUKAWA, Takashi) [JP/JP];
〒1038272 東京都中央区日本橋一丁目13番1号
TDK株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松山 圭佑, 外 (MATSUYAMA, Keisuke et al.);
〒1510053 東京都渋谷区代々木二丁目10番12号
南新宿ビル Tokyo (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, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL RECORDING MEDIUM AND ITS REPRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 光記録媒体及びその再生方法

[図1]



(57) Abstract: It is possible to provide an optical recording medium which has three or more information layers and can increase the setting density in the thickness direction of the information layers as compared to the conventional technique while suppressing crosstalk upon reproduction. A method for reproducing the recording medium is also provided. An optical recording medium (10) has a three-layer structure formed by a substrate (12), a first information layer (14), a first spacer layer (16), a second information layer (18), a second spacer layer (20), a third information layer (22), and a cover layer (24) which is thinner than the substrate (12). These layers are successively layered in this order on the substrate (12). The first information layer (14) has a reflection factor R_1 , the second information layer (18) has a reflection factor R_2 , and a third information layer (22) has a reflection factor R_3 which satisfy Expression (1) as follows. $(R_2 \times R_3 \times R_2)/R_1 \leq 0.0032 \dots$ Expression (1) The thickness of the first spacer layer (16) is identical to the thickness of the second spacer layer (20).

(57) 要約: 3層以上の情報層を備え、再生時のクロストークを抑制しつつ従来よりも情報層の厚さ方向の設置密度を高めることが可能である光記録媒体及びその再生方法を提供する。光記録媒体10は、基板12と、第1情報層14と、第1スペーサ層16と、第2情報層18と、第2スペーサ層20と、第3情報層22と、基板12よりも薄いカバー層24と、

[続葉有]

WO 2008/142928 A1



GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

を有する3層構造であり、これらの層がこの順で基板12の上に配置され、第1情報層14の反射率を R_1 、第2情報層18の反射率を R_2 、第3情報層22の反射率を R_3 として次の式(I)を満足し、 $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1 \leq 0.0032$ 式(I) 第1スペーサ層16の厚さと第2スペーサ層20の厚さとが等しい。

明 細 書

光記録媒体及びその再生方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板及び基板よりも薄いカバー層の間に3層以上の情報層が備えられた光記録媒体及びその再生方法に関する。

背景技術

[0002] 情報記録媒体としてCD(Compact Disc)、DVD(Digital Versatile Disc)等の光記録媒体が広く利用されている。更に、近年、記録／再生のために従来よりも波長が短い青色又は青紫色のレーザー光が用いられると共に開口数NAが従来よりも大きい対物レンズが用いられ、従来よりも大容量の情報が記録可能であるBlu-ray Disc(登録商標：以下「BD」と呼ぶ)と称される光記録媒体が普及しつつある。具体的には、記録／再生のためのレーザー光の波長が(375～435nmの範囲の)405nmであり、レーザー光を照射するための対物レンズの開口数NAが(0.7～0.95の範囲の)0.85である再生機や記録／再生機及びこれらに対応した光記録媒体が普及しつつある。

[0003] 尚、BDと称される光記録媒体には(0.1～0.5 μ mの範囲の)0.32 μ mのトラックピッチでトラックが形成される。又、BDと称される光記録媒体は、データの追記や書き換えができないBD-ROM、データを1回だけ追記できるBD-R、データの書き換えができるBD-REに大別される。

[0004] ところで光記録媒体は反り等により傾きが生じると情報層におけるレーザー光の光スポットが歪んでボケが生じ、エラーの原因となることがある。対物レンズの開口数が大きい程、光記録媒体内におけるレーザー光の幅が広がるので傾きに起因する光スポットの歪みが大きくなりやすい。BDと称される光記録媒体は上記のように開口数NAが従来よりも大きい対物レンズが用いられるので傾きに起因する光スポットの歪みが大きくなりやすい。一方、情報層の位置が光入射面(光記録媒体におけるカバー層側の表面)に近い程、光入射面から情報層までのレーザー光の光路長が短いので、光記録媒体の傾きが同じであっても情報層におけるレーザー光の光スポットの

歪みは小さく抑制される。従って、光記録媒体の傾きに起因するエラーを抑制するためには、できるだけ光入射面に近い位置に情報層を設置することが好ましい。BDと称される光記録媒体では、光入射面から120 μ m以下の範囲に情報層を設置する必要があり、光入射面から110 μ m以下の範囲に情報層を設置することが好ましいと考えられている。

[0005] 又、光入射面に指紋(皮脂)やゴミ等の異物が付着すると情報層におけるレーザー光の光スポットに異物が反映され、エラーの原因となることがある。異物の大きさが同じであっても情報層の位置が光入射面に近い程、光スポットにおける異物の影響を受ける部分の割合が大きくなる。従って、光入射面の異物によるエラーを抑制するためには、できるだけ光入射面から遠い位置に情報層を設置することが好ましい。BDと称される光記録媒体では、光入射面から40 μ m以上の範囲に情報層を設置する必要があり、光入射面から50 μ m以上の範囲に情報層を設置することが好ましいと考えられている。

[0006] このような事情によりBDと称される光記録媒体には基板よりも薄いカバー層が備えられ、光入射面から所定の距離の範囲に情報層が設置されており、光記録媒体の傾きに起因するエラー及び光入射面の異物によるエラーが抑制されている。具体的には、光入射面から約100 μ mの位置に情報層が設置された光記録媒体が普及しつつある。

[0007] 又、光記録媒体は、基板及びカバー層の間に、透光性を有するスペーサ層を挟んで複数の情報層を備えることで記録容量を高めることができる。尚、複数の情報層を備える光記録媒体にデータを記録する場合、記録用のレーザー光の焦点を記録対象の情報層に合わせることで記録対象の情報層に選択的にデータを記録することができる。又、再生用のレーザー光の焦点を再生対象の情報層に合わせることで、再生対象の情報層から選択的にデータを再生することができる。BDと称される光記録媒体でも複数の情報層を備える構造が提案されており、光入射面から約100 μ mの位置にL₀情報層(第1情報層)が設置され、光入射面から約75 μ mの位置にL₁情報層(第2情報層)が設置された2層構造の光記録媒体が普及しつつある。

[0008] 更に、BDと称される光記録媒体では3層以上の多層構造も提案されている。3層以

上の多層構造の場合も、3層以上の総ての情報層を光入射面から40 μ m以上、且つ、120 μ m以下の範囲内に設置することが好ましい。

[0009] しかしながら、このような微小な範囲内に3層以上の情報層を設置すると、再生時のクロストークが問題となることがある。より詳細には光記録媒体に照射される再生用レーザー光はデータの再生対象の情報層において反射されるだけでなく、再生用レーザー光の一部は他の情報層でも様々な態様で反射され、再生対象の情報層で反射される信号光に影響を与えることがある。クロストークには、主として層間クロストークと共焦点クロストークの2つの態様があると考えられている(例えば、特開2004-213720号公報、特開2006-73053号公報参照)。

[0010] 層間クロストークは、再生対象の情報層とは別の他の情報層で反射されたクロストーク光が再生対象の情報層で反射された信号光に影響する現象であり、3層以上の多層構造の光記録媒体だけでなく2層構造の光記録媒体でも生じることがある。3層以上の多層構造の光記録媒体の場合、層間クロストークは複数のスペーサ層を相互に異なる厚さとすることで抑制されると考えられている。又、クロストーク光が通過する情報層の間のスペーサ層が厚い程、層間クロストークは抑制され、スペーサ層の厚さが15 μ m以上であれば層間クロストークは実質的に問題ないレベルに抑制されると考えられている。

[0011] 一方、共焦点クロストークは再生対象の情報層において1回だけ反射される信号光の光路と他の反射態様のクロストーク光の光路とが最終的に一致することにより、実際には光記録媒体の中における両者の焦点の位置が異なるにも拘わらず、フォトディテクタにおいては両者が共通の焦点から反射されたように検知される現象であり、3層以上の多層構造の光記録媒体で生じる。光記録媒体の各層の厚さは周方向で微小なばらつきを有するため、周方向に共焦点クロストークの影響が大きい部位と共焦点クロストークの影響が小さい部位とが混在し、これにより1周あたりの反射率変動が大きくなってデータの再生精度が低下することがある。このような共焦点クロストークも複数のスペーサ層を相互に異なる厚さとすることで抑制できると考えられる。

[0012] しかしながら、層間クロストーク及び共焦点クロストークを両方とも抑制するためには、各スペーサ層の厚さを層間クロストークを抑制できる厚さ以上の厚さとし、且つ、共

焦点クロストークを抑制するために各スペーサ層の厚さを相互に異なる厚さとする必要がある。言い換えれば、一部のスペーサ層については層間クロストークを抑制できる厚さよりも厚くする必要がある。このようにスペーサ層の厚さを厚くすることにより情報層の厚さ方向の設置密度が小さくなり情報層の設置数が少なくなってしまうという問題がある。

- [0013] 尚、情報層の設置範囲を光入射面から遠い側に拡大することで情報層の設置数を増加させることが考えられるが、上記のように光記録媒体の傾きによるエラーが生じやすくなるという問題がある。又、情報層の設置範囲を光入射面に近い側に拡大することで情報層の設置数を増加させることも考えられるが、上記のように光入射面の異物によるエラーが生じやすくなるという問題がある。

発明の開示

- [0014] 本発明は、以上の問題に鑑みてなされたものであって、3層以上の情報層を備え、再生時のクロストークを抑制しつつ従来よりも情報層の厚さ方向の設置密度を高めることが可能である光記録媒体及びその再生方法を提供することを目的とする。

- [0015] 本発明は、基板と、第1情報層と、第1スペーサ層と、第2情報層と、第2スペーサ層と、第3情報層と、基板よりも薄いカバー層と、を有する3層以上の多層構造であり、これらの層がこの順で基板の上に配置され、第1情報層の反射率を R_1 、第2情報層の反射率を R_2 、第3情報層の反射率を R_3 として次の式(I)を満足し、

$$(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(I)}$$

第1スペーサ層の厚さと第2スペーサ層の厚さとが等しい光記録媒体により上記目的を達成するものである。

- [0016] 又、本発明は、基板と、第1情報層と、第1スペーサ層と、第2情報層と、第2スペーサ層と、第3情報層と、第3スペーサ層と、第4情報層と、基板よりも薄いカバー層と、を有する4層以上の多層構造であり、これらの層がこの順で基板の上に配置され、第1情報層の反射率を R_1 、第2情報層の反射率を R_2 、第3情報層の反射率を R_3 、第4情報層の反射率を R_4 として次の式(II)を満足し、

$$(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(II)}$$

第1スペーサ層の厚さと第3スペーサ層の厚さとが等しい光記録媒体により上記目的

を達成するものである。

[0017] 又、本発明は、基板と、第1情報層と、第1スペーサ層と、第2情報層と、第n-1情報層と、第n-1スペーサ層と、第n情報層と、基板よりも薄いカバー層と、を有するn層以上の多層構造であり(nは5以上の整数)、これらの層がこの順で基板の上に配置され、第1情報層の反射率を R_1 、第2情報層の反射率を R_2 、第n-1情報層の反射率を R_{n-1} 、第n情報層の反射率を R_n として次の式(III)を満足し、

$$(R_2 \times R_{n-1} \times R_n \times 2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(III)}$$

第1スペーサ層の厚さと第n-1スペーサ層の厚さとが等しい光記録媒体により上記目的を達成するものである。

[0018] 発明者らは、情報層の反射率やスペーサ層の厚さが異なる様々な光記録媒体のサンプルを用意し、これらサンプルの再生特性を測定したところ、3層以上の多層構造の光記録媒体の隣り合う3層の情報層の反射率が上記式(I)の関係を満たしていれば、これらの情報層の間の2層のスペーサ層の厚さが等しくても共焦点クロストークが実用上問題がないレベルに抑制されることを見出した。尚、4層以上の構造の光記録媒体の場合も、隣り合ういずれか3層の情報層の反射率が上記式(I)の関係を満たしていれば、これら3層の情報層について共焦点クロストークを抑制する効果が得られる。

[0019] 又、4層以上の多層構造の光記録媒体の隣り合う4層の情報層の反射率が上記式(II)の関係を満たしていれば、これら4層の情報層の間の3層のスペーサ層のうち最も基板側のスペーサ層の厚さと最もカバー層側のスペーサ層の厚さが等しくても共焦点クロストークが実用上問題がないレベルに抑制されることを見出した。尚、5層以上の構造の光記録媒体の場合も、隣り合ういずれか4層の情報層の反射率が上記式(II)の関係を満たしていれば、これら4層の情報層について共焦点クロストークを抑制する効果が得られる。

[0020] 又、基板と、第1情報層と、第1スペーサ層と、第2情報層と、第n-1情報層と、第n-1スペーサ層と、第n情報層と、基板よりも薄いカバー層と、を有し、これらの層がこの順で基板の上に配置されたn層以上の多層構造(nは5以上の整数)の光記録媒体についても、第1情報層の反射率 R_1 、第2情報層の反射率 R_2 、第n-1情報層の

反射率 R_{n-1} 、第 n 情報層の反射率 R_n が上記式(III)の関係を満たしていれば、第1スペーサ層及び第 $n-1$ スペーサ層の厚さが等しくても共焦点クロストークが実用上問題がないレベルに抑制されることを見出した。尚、少なくとも2層のスペーサ層を介して配置された他の2層のスペーサ層(一方又は両方が第1スペーサ層、第 $n-1$ スペーサ層ではない2層のスペーサ層)の厚さが等しい場合も、これら2層のスペーサ層に隣接する4層の情報層の反射率が上記式(III)に相当する関係を満たしていれば、これら n 層の情報層について共焦点クロストークを抑制する効果が得られる。

[0021] 尚、第1情報層の反射率が1%の場合、 R_1 は0.01である。 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_{n-1} 、 R_n についても同様である。

[0022] 複数のスペーサ層の厚さが等しくても共焦点クロストークが抑制されるので、複数のスペーサ層のうち従来は共焦点クロストークを抑制するために厚くされていたスペーサ層を従来よりも薄くできる。従って、従来よりも厚さ方向の情報層の設置密度を高めることができる。

[0023] これにより、例えば、光入射面に最も近い情報層の設置位置及び光入射面から最も遠い情報層の設置位置が従来と同じであれば、従来よりも情報層の設置数を増加させることができる。又、情報層の設置数が同じ場合、光入射面に最も近い情報層の設置位置を従来よりも光入射面から遠い側に変更したり光入射面から最も遠い情報層の設置位置を従来よりも光入射面に近い側に変更することができ、光記録媒体の傾きによるエラーや光入射面の異物によるエラーを抑制することができる。

[0024] このように本発明は複数の情報層の反射率を所定の関係に制限することで共焦点クロストークを抑制しつつ少なくとも2層のスペーサ層の厚さを等しくして少なくとも1層のスペーサ層の厚さを抑制したものであり、3層以上の多層構造の光記録媒体では複数のスペーサ層を相互に異なる厚さとすることが常識とされていた従来の多層構造の光記録媒体とは異なるコンセプトに基づいてなされたものである。

[0025] 即ち、以下の発明により上記目的を達成することができる。

[0026] (1) 基板と、第1情報層と、第1スペーサ層と、第2情報層と、第2スペーサ層と、第3情報層と、前記基板よりも薄いカバー層と、を有する3層以上の多層構造であり、これらの層がこの順で前記基板の上に配置され、前記第1情報層の反射率を R_1 、前記第

2情報層の反射率を R_2 、前記第3情報層の反射率を R_3 として次の式(I)を満足し、

$$(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(I)}$$

前記第1スペーサ層の厚さと前記第2スペーサ層の厚さとが等しいことを特徴とする光記録媒体。

- [0027] (2) 基板と、第1情報層と、第1スペーサ層と、第2情報層と、第2スペーサ層と、第3情報層と、第3スペーサ層と、第4情報層と、前記基板よりも薄いカバー層と、を有する4層以上の多層構造であり、これらの層がこの順で前記基板の上に配置され、前記第1情報層の反射率を R_1 、前記第2情報層の反射率を R_2 、前記第3情報層の反射率を R_3 、前記第4情報層の反射率を R_4 として次の式(II)を満足し、

$$(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(II)}$$

前記第1スペーサ層の厚さと前記第3スペーサ層の厚さとが等しいことを特徴とする光記録媒体。

- [0028] (3) (2)において、前記第1スペーサ層の厚さと前記第2スペーサ層の厚さとの差が $3 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする光記録媒体。

- [0029] (4) 基板と、第1情報層と、第1スペーサ層と、第2情報層と、第 $n-1$ 情報層と、第 $n-1$ スペーサ層と、第 n 情報層と、前記基板よりも薄いカバー層と、を有する n 層以上の多層構造であり(n は5以上の整数)、これらの層がこの順で前記基板の上に配置され、前記第1情報層の反射率を R_1 、前記第2情報層の反射率を R_2 、前記第 $n-1$ 情報層の反射率を R_{n-1} 、前記第 n 情報層の反射率を R_n として次の式(III)を満足し、

$$(R_2 \times R_{n-1} \times R_n \times 2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(III)}$$

前記第1スペーサ層の厚さと前記第 $n-1$ スペーサ層の厚さとが等しいことを特徴とする光記録媒体。

- [0030] (5) (1)乃至(4)のいずれかにおいて、光入射面から厚さ方向に $50 \mu\text{m}$ 以上の範囲に総ての情報層が設置されたことを特徴とする光記録媒体。

- [0031] (6) (1)乃至(5)のいずれかにおいて、光入射面から厚さ方向に $120 \mu\text{m}$ 以下の範囲に総ての情報層が設置されたことを特徴とする光記録媒体。

- [0032] (7) (1)乃至(6)のいずれかにおいて、前記情報層のうちの少なくとも2層の情報層の再生において異なる再生パワーの再生用レーザー光を照射することを指示する情

報が記録されたことを特徴とする光記録媒体。

[0033] (8) (1)乃至(7)に記載のいずれかの光記録媒体に含まれる前記情報層のうちの少なくとも2層の情報層の再生において異なる再生パワーの再生用レーザー光を照射して前記各情報層に記録された情報を再生することを特徴とする光記録媒体の再生方法。

[0034] 尚、本出願の出願時において概ね $\pm 1 \mu\text{m}$ の精度でスペーサ層を成膜することが可能である。即ち、スペーサ層の厚さのばらつきは $2 \mu\text{m}$ 程度である。従って、本出願において「第1スペーサ層の厚さと第2スペーサ層の厚さとが等しい」とは、第1スペーサ層の厚さと第2スペーサ層の厚さとの差が $2 \mu\text{m}$ 以下であるという意味で用いることとする。「第1スペーサ層、第2スペーサ層及び第3スペーサ層の少なくとも2層の厚さが等しい」についても同様である。

[0035] 本発明によれば、3層以上の情報層を備え、再生時のクロストークを抑制しつつ従来よりも情報層の厚さ方向の設置密度を高めることが可能である光記録媒体を実現できる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]本発明の第1実施形態に係る光記録媒体の構造を模式的に示す側断面図

[図2]本発明の第2実施形態に係る光記録媒体の構造を模式的に示す側断面図

[図3]本発明の第3実施形態に係る光記録媒体の構造を模式的に示す側断面図

[図4]本発明の第4実施形態に係る光記録媒体の構造を模式的に示す側断面図

[図5]実験例1に係る光記録媒体の各情報層の反射率から算出される所定の係数と第1情報層の反射率変動との関係を示すグラフ

[図6]実験例2に係る光記録媒体の各情報層の反射率から算出される所定の係数と第1情報層の反射率変動との関係を示すグラフ

[図7]本発明の第5実施形態に係る光記録媒体の構造を模式的に示す側断面図

[図8]本発明の第6実施形態に係る光記録媒体の構造を模式的に示す側断面図

発明を実施するための最良の形態

[0037] 以下、本発明を実施するための好ましい形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0038] 本発明の第1実施形態に係る光記録媒体10は、図1に示されるように、基板12と、第1情報層14と、第1スペーサ層16と、第2情報層18と、第2スペーサ層20と、第3情報層22と、基板12よりも薄いカバー層24と、を有する3層構造であり、これらの層がこの順で基板12の上に配置され、第1情報層14の反射率を R_1 、第2情報層18の反射率を R_2 、第3情報層22の反射率を R_3 として次の式(I)を満足し、

$$(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(I)}$$

第1スペーサ層16の厚さと第2スペーサ層20の厚さとが等しいことを特徴としている。他の構成については、本第1実施形態の理解に特に重要とは思われなため説明を適宜省略する。尚、図1中の符号26は、再生用のフォトディテクタであり、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 は、いずれもフォトディテクタ26で検出される反射率である。

[0039] 光記録媒体10は、外径が約120mm、厚さが約1.2mmの円板形状であり、記録／再生のために波長が(375～435nmの範囲の)405nmの青色又は青紫色のレーザー光が用いられる。

[0040] 基板12は、厚さが約1.1mmで、そのカバー層24側の面にはグループ又はピットを構成する凹凸パターンが形成されている。尚、「グループ」、「ピット」という用語は一般的にはデータの記録／再生のために使用される凹部という意味で用いられるが、データの記録／再生のために使用される部位がカバー層24側に突出する凸部であっても本出願では便宜上「グループ」、「ピット」という用語を用いることとする。本第1実施形態では、カバー層24側に突出する凸部がグループ又はピットである。グループ又はピットは(0.1～0.5 μ mの範囲の)0.32 μ mのトラックピッチで形成されている。基板12の材料としてはポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、シリコーン樹脂、フッ素系樹脂、ABS樹脂、ウレタン樹脂等を用いることができる。

[0041] 第1情報層14の反射率 R_1 は、第2情報層18の反射率 R_2 よりも大きいことが好ましく、第2情報層18の反射率 R_2 及び第3情報層22の反射率 R_3 のいずれの値よりも大きいことがより好ましい。

[0042] 又、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射

率 R_3 はいずれも0.01(1(%))以上であることが好ましい。従って、

$$0.0001 \leq (R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$$

であることが好ましい。

- [0043] 第1情報層14は、光記録媒体10におけるカバー層24側の表面である光入射面28から厚さ方向に120 μ m以下の範囲に設置されている。即ち、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22はいずれも光入射面28から厚さ方向に120 μ m以下の範囲に設置されている。第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22はいずれも光入射面28から厚さ方向に110 μ m以下の範囲に設置されていることが好ましい。
- [0044] 又、第3情報層22は、光入射面28から厚さ方向に40 μ m以上の範囲に設置されている。即ち、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22はいずれも、光入射面28から厚さ方向に40 μ m以上の範囲に設置されている。第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22はいずれも、光入射面28から厚さ方向に50 μ m以上の範囲に設置されていることが好ましく、光入射面28から厚さ方向に60 μ m以上の範囲に設置されていることが更に好ましい。
- [0045] 第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22は、ROM型、R型、RE型により構成が異なる。
- [0046] ROM型の場合、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22は、基板12、第1スペーサ層16、第2スペーサ層20のカバー層24側の凹凸のピットパターンの表面に形成された反射膜で構成される。反射膜の材料としてはAl、Ag、Au、Cu、Mg、Ti、Cr、Fe、Co、Ni、Zn、Ge、Ag、Pt等の金属材料やTiO₂等の誘電体材料を用いることができる。
- [0047] R型の場合、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22は、基板12、第1スペーサ層16、第2スペーサ層20のカバー層24側の凹凸のグループパターンに倣って形成された有機色素材料や無機材料の記録膜を有し、更に必要に応じて記録膜の片面又は両面に形成された誘電体膜や反射膜を備える。
- [0048] R型の記録膜の厚さは、10～100nmであることが好ましい。無機材料としては、例えば、実質的にBi、O及びM(MはMg、Ca、Y、Dy、Ce、Tb、Ti、Zr、V、Nb、Ta、Mo、W、Mn、Fe、Zn、Al、In、Si、Ge、Sn、Sb、Li、Na、K、Sr、Ba、Sc、La、Nd

、Sm、Gd、Ho、Cr、Co、Ni、Cu、Ga、Pbの中から選択される少なくとも1種の元素)からなり、記録膜を構成する総ての原子の数に対するOの原子数の比率が62%以上である材料を用いることができる。又、実質的にBi及びOからなり、記録膜を構成する総ての原子の数に対するOの原子数の比率が62%以上である材料を用いてもよい。

[0049] 又、第1情報層14の記録膜の材料として、基板12側がCu層でありカバー層24側がSi層である積層構造の材料を用いてもよい。又、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22の記録膜の材料として相変化材料を用いてもよい。

[0050] 誘電体膜の厚さは、2~20nmであることが好ましい。誘電体膜の材料としては、例えば、 TiO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 ZnO 、 CeO_2 、 Ta_2O_5 等の酸化物、 SiN 、 AlN 、 GeN 、 GeCrN 、 TiN 等の窒化物、 ZnS 等の硫化物、又、例えば、 ZnS と SiO_2 との混合物のように、これらを組合わせた材料を主成分とする材料等を用いることができる。尚、反射膜の材料としては上記ROM型の反射膜と同様の材料を用いることができる。

[0051] RE型の場合、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22は、基板12、第1スペーサ層16、第2スペーサ層20のカバー層24側の凹凸のグルーブパターンに倣って形成された相変化材料の記録膜を有し、更に必要に応じて記録膜の片面又は両面に形成された反射膜や誘電体膜を備える。反射膜、誘電体膜の材料としては上記ROM型の反射膜、R型の誘電体膜と同様の材料を用いることができる。

[0052] 尚、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22が記録膜、誘電体膜等の複数の膜からなる構造である場合、 R_1 、 R_2 、 R_3 は、複数の膜からなる情報層全体の反射率である。又、 R_1 、 R_2 、 R_3 は、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22の記録部のスペース部分又は未記録部の反射率である。例えば、R型やRE型の場合、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22は、記録部の記録マーク部分の反射率が記録部のスペース部分や未記録部の反射率と異なり、 R_1 、 R_2 、 R_3 は、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22の記録部のスペース部分や未記録部の反射率である。又、ROM型で第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22の全面が記録部で記録部にピットが形成されている場合、 R_1 、 R_2 、 R_3 は、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22の記録部のスペース部分(ピットがない部分)の反射率である。

- [0053] 第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の厚さは例えば5～30 μm 程度であり、15～30 μm であることが好ましい。第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の両面は基板12と同様のグルーブの凹凸パターンとなっている。尚、基板12、第1スペーサ層16、第2スペーサ層20の凹凸パターンの段差は数十nm (例えば20nm)程度であり、基板12、第1スペーサ層16、第2スペーサ層20の厚さに対して著しく小さく、又、本第1実施形態の理解のために特に重要とは思われないので図1では凹凸パターンの図示を省略する。第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の材料としては、透光性を有するアクリル系紫外線硬化性樹脂、エポキシ系紫外線硬化性樹脂等のエネルギー線硬化性樹脂を用いることができる。
- [0054] 第1情報層14は、基板12の凹凸パターンに倣って凹凸パターンで形成されている。又、第2情報層18は、第1スペーサ層16の凹凸パターンに倣って凹凸パターンで形成されている。又、第3情報層22は、第2スペーサ層20の凹凸パターンに倣って凹凸パターンで形成されている。
- [0055] カバー層24は、厚さが例えば30～120 μm である。カバー層24の材料としては第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20と同様に透光性を有するアクリル系紫外線硬化性樹脂、エポキシ系紫外線硬化性樹脂等のエネルギー線硬化性樹脂を用いることができる。ここで、「エネルギー線」という用語は、流動状態の特定の樹脂を硬化させる性質を有する、例えば紫外線、電子線等の電磁波、粒子線の総称という意義で用いることとする。尚、カバー層24を形成する方法としては、流動性を有する樹脂を基板上に塗布してからエネルギー線を照射して硬化させてもよく、透光性のフィルムを基板上に貼り付けてもよい。又、カバー層24の上には数 μm のハードコート層を設置してもよい。このようなハードコート層が設置される場合、光入射面28はハードコート層の表面である。又、ハードコート層が設置されずカバー層24が露出している場合には、光入射面28はカバー層24の表面である。
- [0056] 次に、光記録媒体10の作用について説明する。
- [0057] 光記録媒体10は、第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の厚さが等しいので第1情報層14のデータを再生する際に、本来の信号光の光路と他の所定の反射態様のクロストーク光の光路とが最終的にはほぼ一致し、クロストーク光が信号光に与える

影響が大きくなる可能性がある。

- [0058] 具体的には、本来の信号光は、図1中に実線で示されるように、データの再生対象の第1情報層14にカバー層24側から入射してカバー層24側に1回だけ反射される。又、同図中に二点鎖線で示されるように、第2情報層18にカバー層24側から入射してカバー層24側に反射され、次に第3情報層22に基板12側から入射して基板12側に反射され、更に第2情報層18にカバー層24側から入射してカバー層24側に再度反射されるクロストーク光の光路は信号光の光路と最終的にはほぼ一致する。尚、光記録媒体10内で5回以上反射して光路が信号光の光路と最終的にはほぼ一致するクロストーク光も存在しうるが、このような高次の反射によるクロストーク光の強度は著しく小さく実用上問題とならない。
- [0059] 一方、光記録媒体10は、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 が上記式(1)の関係を満足しているので、第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の厚さが等しくても共焦点クロストークは実用上問題がないレベルに抑制される。この効果については後述する実験例で詳細に説明する。
- [0060] このように第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の厚さが等しくても共焦点クロストークを抑制できるので、従来であれば共焦点クロストークを抑制するために異なる厚とされていた第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20のいずれか一方を従来よりも薄くできる。従って、従来よりも厚さ方向の情報層の設置密度を高めることができる。
- [0061] これにより、光入射面に最も近い情報層の設置位置及び光入射面から最も遠い情報層の設置位置が同じ場合、例えば従来は2層の情報層しか設置できなかった領域に3層の情報層を設置することが可能である。
- [0062] 又、例えば、光入射面28に最も近い第3情報層22の設置位置を従来よりも光入射面28から遠い側に変更したり、光入射面28から最も遠い第1情報層14の設置位置を従来よりも光入射面28に近い側に変更することができ、光記録媒体10の傾きによるエラーや光入射面28の異物によるエラーを抑制することが可能である。
- [0063] 尚、光記録媒体10に含まれる第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22のうち少なくとも2層の情報層の再生において異なる再生パワーの再生用レーザー光

を照射して各情報層に記録された情報を再生してもよい。

[0064] このようにすることで、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22からの反射光の強度又は反射率をフォトディテクタ26において近い値で検知することができる。尚、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22のいずれかの層に、これらの層のうちの少なくとも2層の情報層の再生において異なる再生パワーの再生用レーザー光を照射することを指示する情報を予め記録しておき、この情報に基づいて再生用レーザー光の再生パワーを制御してもよい。

[0065] 次に、本発明の第2実施形態について説明する。

[0066] 前記第1実施形態に係る光記録媒体10は3層構造であるのに対し、本第2実施形態に係る光記録媒体30は、図2に示されるように第3情報層22のカバー層24側に第3スペーサ層32及び第4情報層34を備える4層構造であり、第4情報層34の反射率を R_4 として次の式(II)を満足し、

$$(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(II)}$$

第1スペーサ層16の厚さと第3スペーサ層32の厚さとが等しいことを特徴としている。

[0067] 第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 、第4情報層34の反射率 R_4 はいずれも0.01(1(%))以上であることが好ましい。従って、

$$0.0002 \leq (R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$$

であることが好ましい。

[0068] 又、第1情報層14の反射率 R_1 は、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 及び第4情報層34の反射率 R_4 の少なくとも2つよりも大きいことが好ましく、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 及び第4情報層34の反射率 R_4 のいずれの値よりも大きいことがより好ましい。

[0069] 第4情報層34は、光入射面28から厚さ方向に40 μ m以上の範囲に設置されている。即ち、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22及び第4情報層34はいずれも、光入射面28から厚さ方向に40 μ m以上の範囲に設置されている。第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22及び第4情報層34はいずれも、光入射面28から厚さ方向に50 μ m以上の範囲に設置されていることが好ましく、第1情報層14、第2情

報層18、第3情報層22及び第4情報層34はいずれも、光入射面28から厚さ方向に60 μ m以上の範囲に設置されていることが更に好ましい。

[0070] 又、第2スペーサ層20の厚さは、第1スペーサ層16の厚さ及び第3スペーサ層32の厚さよりも3 μ m以上厚い。他の構成は光記録媒体10と同じであるので図1と同一符号を用いることとして説明を省略する。

[0071] 第3スペーサ層32の材料や両面の凹凸パターン形状は、第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20と同様である。

[0072] 第4情報層34は、第3スペーサ層32の凹凸パターンに倣って凹凸パターンで形成されている。第4情報層34の構造や材料は第1情報層14等と同様である。

[0073] 次に、光記録媒体30の作用について説明する。

[0074] 光記録媒体30は、第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32の厚さが等しいので第1情報層14のデータを再生する際に、他の反射態様のクロストーク光が信号光に与える影響が大きくなる可能性がある。

[0075] 具体的には、本来の信号光は、図2中に実線で示されるように、データの再生対象の第1情報層14にカバー層24側から入射してカバー層24側に1回だけ反射される。又、同図中に二点鎖線で示されるように、第2情報層18にカバー層24側から入射してカバー層24側に反射され、次に第4情報層34に基板12側から入射して基板12側に反射され、更に第3情報層22にカバー層24側から入射してカバー層24側に再度反射された1つ目のクロストーク光の光路は、本来の信号光の光路と最終的にはほぼ一致する。又、第3情報層22にカバー層24側から入射してカバー層24側に反射され、次に第4情報層34に基板12側から入射して基板12側に反射され、更に第2情報層18にカバー層24側から入射してカバー層24側に再度反射された他の2つ目のクロストーク光の光路も、本来の信号光の光路と最終的にはほぼ一致する。

[0076] 一方、光記録媒体30は、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 、第4情報層34の反射率 R_4 が上記式(II)の関係を満たしているので、第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32の厚さが等しくても共焦点クロストークが実用上問題がないレベルに抑制される。この効果については後述する実験例で詳細に説明する。

[0077] このように第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32の厚さが等しくても共焦点クロストークを抑制できるので、従来であれば共焦点クロストークを抑制するために異なる厚とされていた第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32のいずれか一方を従来よりも薄くできる。従って、従来よりも厚さ方向の情報層の設置密度を高めることが可能である。

[0078] これにより、光入射面に最も近い情報層の設置位置及び光入射面から最も遠い情報層の設置位置が同じ場合、例えば従来は3層の情報層しか設置できなかった領域に4層の情報層を設置することが可能である。

[0079] 又、例えば、光入射面28に最も近い第4情報層34の設置位置を従来よりも光入射面28から遠い側に変更したり、光入射面28から最も遠い第1情報層14の設置位置を従来よりも光入射面28に近い側に変更することができ、光記録媒体30の傾きによるエラーや光入射面28の異物によるエラーを抑制することが可能である。

[0080] 又、第2スペーサ層20の厚さは、第1スペーサ層16の厚さ及び第3スペーサ層32の厚さよりも $3\mu\text{m}$ 以上厚いので、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 が上記式(I)の関係を満たしていなくても、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22の間のクロストークが抑制される。同様に、第2情報層18、第3情報層22及び第4情報層34の間の共焦点クロストークも抑制される。

[0081] 尚、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 が上記式(I)の関係を満足するようにし、第2スペーサ層20の厚さを、第1スペーサ層16の厚さ及び第3スペーサ層32の厚さと同じ厚さとしてもよい。このようにすることで、厚さ方向の情報層の設置密度を更に高めることが可能である。この場合、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 、第4情報層34の反射率 R_4 も上記式(I)と同様の関係、即ち

$$(R_3 \times R_4 \times R_3) / R_2 \leq 0.0032$$

を満足することが好ましい。

[0082] 次に、本発明の第3実施形態について説明する。

[0083] 前記第2実施形態に係る光記録媒体30は4層構造であるのに対し、本第3実施形

態に係る光記録媒体40は、図3に示されるように第4情報層34のカバー層24側に第4スペーサ層42及び第5情報層44を備える5層構造であることを特徴としている。

[0084] 第5情報層44は、光入射面28から厚さ方向に40 μ m以上の範囲に設置されている。即ち、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34及び第5情報層44はいずれも、光入射面28から厚さ方向に40 μ m以上の範囲に設置されている。第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34及び第5情報層44はいずれも、光入射面28から厚さ方向に50 μ m以上の範囲に設置されていることが好ましく、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34及び第5情報層44はいずれも、光入射面28から厚さ方向に60 μ m以上の範囲に設置されていることが更に好ましい。他の構成は光記録媒体30と同じであるので図2と同一符号を用いることとして説明を省略する。

[0085] 第4スペーサ層42の材料や両面の凹凸パターン形状は、第1スペーサ層16等の他のスペーサ層と同様である。

[0086] 第5情報層44は、第4スペーサ層42の凹凸パターンに倣って凹凸パターンで形成されている。第5情報層44の材料は、第1情報層14等と同様である。

[0087] 次に、光記録媒体40の作用について説明する。

[0088] 光記録媒体40も、第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32の厚さが等しいので第1情報層14のデータを再生する際に、再生対象の第1情報層14において1回だけ反射される本来の信号光の光路と他の2つの反射態様のクロストーク光の光路長とが最終的にほぼ一致する。

[0089] 一方、光記録媒体40も、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 、第4情報層34の反射率 R_4 が上記式(II)の関係を満たしているので、光記録媒体30と同様に第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32の厚さが等しくても第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34の間の共焦点クロストークが実用上問題がないレベルに抑制される。

[0090] 従って、光記録媒体30と同様に第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の厚さが等しくても共焦点クロストークを抑制でき、従来であれば共焦点クロストークを抑制するために異なる厚さとされていた第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32のいずれ

か一方を従来よりも薄くでき、従来よりも厚さ方向の情報層の設置密度を高めることができる。

- [0091] これにより、例えば、光入射面に最も近い情報層の設置位置及び光入射面から最も遠い情報層の設置位置が同じ場合、従来は4層の情報層しか設置できなかった領域に5層の情報層を設置することが可能である。
- [0092] 又、例えば、光入射面28に最も近い第5情報層44の設置位置を従来よりも光入射面28から遠い側に変更したり、光入射面28から最も遠い第1情報層14の設置位置を従来よりも光入射面28に近い側に変更することができ、光記録媒体40の傾きによるエラーや光入射面28の異物によるエラーを抑制することが可能である。
- [0093] 尚、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34、第5情報層44をそれぞれ第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34に相当する情報層とみなし、これらの反射率が上記式(II)と同様の関係を満たすようにしてもよい。即ち、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 、第4情報層34の反射率 R_4 、第5情報層44の反射率 R_5 が
- $$(R_3 \times R_4 \times R_5 \times 2) / R_2 \leq 0.0032$$
- の関係を満たすようにしてもよい。
- [0094] このようにすることで第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34、第5情報層44の間の共焦点クロストークも抑制することができ、厚さ方向の情報層の設置密度を更に高めることが可能である。
- [0095] 又、5層の情報層のうちの隣り合う3層の情報層が上記式(I)と同様の関係を満足するようにし、これら3層の間の2層の情報層の厚さを等しくしてもよい。このようにすることで厚さ方向の情報層の設置密度を更に高めることが可能である。
- [0096] 次に、本発明の第4実施形態について説明する。
- [0097] 前記第3実施形態に係る光記録媒体40は5層構造であるのに対し、本第4実施形態に係る光記録媒体50は、図4に示されるように第5情報層44のカバー層24側に第5スペーサ層52及び第6情報層54を備える6層構造であることを特徴としている。
- [0098] 第6情報層54は、光入射面28から厚さ方向に40 μ m以上の範囲に設置されている。即ち、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34、第5情報層

44及び第6情報層54はいずれも、光入射面28から厚さ方向に $40\mu\text{m}$ 以上の範囲に設置されている。第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34、第5情報層44及び第6情報層54はいずれも、光入射面28から厚さ方向に $50\mu\text{m}$ 以上の範囲に設置されていることが好ましく、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34、第5情報層44及び第6情報層54はいずれも、光入射面28から厚さ方向に $60\mu\text{m}$ 以上の範囲に設置されていることが更に好ましい。他の構成は光記録媒体40と同じであるので図3と同一符号を用いることとして説明を省略する。

[0099] 第5スペーサ層52の材料や両面の凹凸パターン形状は、第1スペーサ層16等の他のスペーサ層と同様である。

[0100] 第6情報層54は、第5スペーサ層52の凹凸パターンに倣って凹凸パターンで形成されている。第6情報層54の構造や材料は、第1情報層14等と同様である。

[0101] 次に、光記録媒体50の作用について説明する。

[0102] 光記録媒体50も、第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32の厚さが等しいので第1情報層14のデータを再生する際に、再生対象の第1情報層14において1回だけ反射される本来の信号光の光路と他の2つの反射態様のクロストーク光の光路とが最終的にほぼ一致する。

[0103] 一方、光記録媒体50も、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 、第4情報層34の反射率 R_4 が上記式(II)の関係を満たしているので、光記録媒体40と同様に第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32の厚さが等しくても第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34の間の共焦点クロストークが実用上問題がないレベルに抑制される。

[0104] 従って、光記録媒体40と同様に第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32の厚さが等しくても共焦点クロストークを抑制でき、従来であれば共焦点クロストークを抑制するために異なる厚とされていた第1スペーサ層16及び第3スペーサ層32のいずれか一方を従来よりも薄くできるので、従来よりも厚さ方向の情報層の設置密度を高めることができる。

[0105] これにより、例えば、光入射面に最も近い情報層の設置位置及び光入射面から最も遠い情報層の設置位置が同じ場合、従来は5層の情報層しか設置できなかった領

域に6層の情報層を設置することが可能である。

[0106] 又、例えば、光入射面28に最も近い第6情報層54の設置位置を従来よりも光入射面28から遠い側に変更したり、光入射面28から最も遠い第1情報層14の設置位置を従来よりも光入射面28に近い側に変更することができ、光記録媒体50の傾きによるエラーや光入射面28の異物によるエラーを抑制することができる。

[0107] 尚、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34、第5情報層44をそれぞれ第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34に相当する情報層とみなし、これらが上記式(II)の関係を満たすようにしてもよい。即ち、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 、第4情報層34の反射率 R_4 、第5情報層44の反射率 R_5 が

$$(R_3 \times R_4 \times R_5 \times 2) / R_2 \leq 0.0032$$

の関係を満たすようにしてもよい。

[0108] このようにすることで第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34、第5情報層44の間の共焦点クロストークも抑制することができ、厚さ方向の情報層の設置密度を更に高めることができる。

[0109] 又、第3情報層22、第4情報層34、第5情報層44、第6情報層54をそれぞれ第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34に相当する情報層とみなし、これらが上記式(II)の関係を満たすようにしてもよい。即ち、第3情報層22の反射率 R_3 、第4情報層34の反射率 R_4 、第5情報層44の反射率 R_5 、第6情報層54の反射率 R_6 が、

$$(R_4 \times R_5 \times R_6 \times 2) / R_3 \leq 0.0032$$

の関係を満たすようにしてもよい。

[0110] このようにすることで第3情報層22、第4情報層34、第5情報層44、第6情報層54の間の共焦点クロストークも抑制することができ、厚さ方向の情報層の設置密度を更に高めることができる。

[0111] 尚、本第4実施形態において光記録媒体50は6層構造であるが、例えば8層構造等の7層以上の多層構造の光記録媒体についても、隣合う4層の情報層が式(II)に相当する関係を満たすことで、複数のスペーサ層の厚さを等しくすることができ、厚さ

方向の情報層の設置密度を高めることができる。

- [0112] 又、6層以上の情報層のうちの隣り合う3層の情報層が上記式(I)と同様の関係を満足するようにし、これら3層の間の2層の情報層の厚さを等しくしてもよい。このようにすることで厚さ方向の情報層の設置密度を更に高めることが可能である。
- [0113] 次に、本発明の第5実施形態について説明する。
- [0114] 前記第2実施形態に係る光記録媒体30は第1スペーサ層16の厚さと第3スペーサ層32の厚さが等しい4層構造であるのに対し、図7に示されるように、本第5実施形態に係る光記録媒体60は、前記第1実施形態に係る光記録媒体10のように、第1スペーサ層16の厚さと第2スペーサ層20の厚さが等しく、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 が上記式(I)の関係を満たしていることを特徴としている。尚、第3スペーサ層32の厚さは、第1スペーサ層16の厚さ及び第2スペーサ層20の厚さと異なる。他の構成は光記録媒体30と同じであるので図2と同一符号を用いることとして説明を省略する。
- [0115] 次に、光記録媒体60の作用について説明する。
- [0116] 光記録媒体60は、第1スペーサ層16の厚さと第2スペーサ層20の厚さが等しいので、第1情報層14のデータを再生する際に、再生対象の第1情報層14において1回だけ反射される、図7中に実線で示される本来の信号光の光路と、第2情報層18にカバー層24側から入射してカバー層24側に反射され、次に第3情報層22に基板12側から入射して基板12側に反射され、更に第2情報層18にカバー層24側から入射してカバー層24側に再度反射される、図7中に二点鎖線で示されるクロストーク光の光路とが最終的にほぼ一致する。
- [0117] 一方、光記録媒体60も、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 が上記式(I)の関係を満たしているので、光記録媒体10と同様に第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の厚さが等しくても第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22の間の共焦点クロストークが実用上問題がないレベルに抑制される。
- [0118] 従って、光記録媒体10と同様に第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の厚さが等しくても共焦点クロストークを抑制でき、従来であれば共焦点クロストークを抑制す

るために異なる厚とされていた第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20のいずれか一方を従来よりも薄くでき、従来よりも厚さ方向の情報層の設置密度を高めることができる。

[0119] これにより、例えば、光入射面に最も近い情報層の設置位置及び光入射面から最も遠い情報層の設置位置が同じ場合、従来は3層の情報層しか設置できなかった領域に4層の情報層を設置することが可能である。

[0120] 又、例えば、光入射面28に最も近い第4情報層34の設置位置を従来よりも光入射面28から遠い側に変更したり、光入射面28から最も遠い第1情報層14の設置位置を従来よりも光入射面28に近い側に変更することができ、光記録媒体60の傾きによるエラーや光入射面28の異物によるエラーを抑制することが可能である。

[0121] 尚、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34をそれぞれ第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22に相当する情報層とみなし、これらの反射率が上記式(I)と同様の関係を満たすようにしてもよい。即ち、第2情報層18の反射率 R_2 、第3情報層22の反射率 R_3 、第4情報層34の反射率 R_4 が

$$(R_3 \times R_4 \times R_3) / R_2 \leq 0.0032$$

の関係を満たすようにしてもよい。

[0122] このようにすることで第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34の間の共焦点クロストークも抑制することができ、厚さ方向の情報層の設置密度を更に高めることが可能である。

[0123] 又、5層以上の多層構造の光記録媒体についても隣り合う3層の情報層が上記式(I)と同様の関係を満足するようにし、これら3層の情報層の間の2層のスペーサ層の厚さを等しくしてもよい。

[0124] 次に、本発明の第6実施形態について説明する。

[0125] 前記第3実施形態に係る光記録媒体40は1層のスペーサ層(第2スペーサ層20)を挟んで配置された第1スペーサ層16の厚さと第3スペーサ層32の厚さが等しい5層構造であるのに対し、本第6実施形態に係る光記録媒体70は、図8に示されるように、2層のスペーサ層(第2スペーサ層20及び第3スペーサ層32)を挟んで配置された第1スペーサ層16の厚さと第4スペーサ層42の厚さが等しい5層構造であり、次の

式を満足することを特徴としている。

$$[0126] \quad (R_2 \times R_4 \times R_5 \times 2) / R_1 \leq 0.0032$$

[0127] 第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第4情報層34の反射率 R_4 、第5情報層44の反射率 R_5 はいずれも0.01(1(%))以上であることが好ましい。従って、

$$0.0002 \leq (R_2 \times R_4 \times R_5 \times 2) / R_1$$

であることが好ましい。

[0128] 尚、第2スペーサ層20及び第3スペーサ層32の厚さは相互に異なる。又、第2スペーサ層20及び第3スペーサ層32の厚さは第1スペーサ層16の厚さや第4スペーサ層42の厚さとも異なる。他の構成は光記録媒体40と同じであるので図3と同一符号を用いることとして説明を省略する。

[0129] 次に、光記録媒体70の作用について説明する。

[0130] 光記録媒体70は、第1スペーサ層16の厚さと第4スペーサ層42の厚さが等しいので、第1情報層14のデータを再生する際に、他の反射態様のクロストーク光が信号光に与える影響が大きくなる可能性がある。

[0131] 具体的には、本来の信号光は、図8中に実線で示されるように、データの再生対象の第1情報層14にカバー層24側から入射してカバー層24側に1回だけ反射される。又、同図中に二点鎖線で示されるように、第2情報層18にカバー層24側から入射してカバー層24側に反射され、次に第5情報層44に基板12側から入射して基板12側に反射され、更に第4情報層34にカバー層24側から入射してカバー層24側に再度反射された1つ目のクロストーク光の光路は、本来の信号光の光路と最終的にはほぼ一致する。又、第4情報層34にカバー層24側から入射してカバー層24側に反射され、次に第5情報層44に基板12側から入射して基板12側に反射され、更に第2情報層18にカバー層24側から入射してカバー層24側に再度反射された他の2つ目のクロストーク光の光路も、本来の信号光の光路と最終的にはほぼ一致する。

[0132] 一方、光記録媒体70は、第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第4情報層34の反射率 R_4 、第5情報層44の反射率 R_5 が上記の式の関係を満たしているので、第1スペーサ層16及び第4スペーサ層44の厚さが等しくても共焦点クロス

トークが実用上問題がないレベルに抑制される。この効果については後述する実験例で詳細に説明する。

- [0133] 即ち、第1スペーサ層16の厚さと第4スペーサ層44の厚さが等しくても共焦点クロストークを抑制でき、従来であれば共焦点クロストークを抑制するために異なる厚とされていた第1スペーサ層16及び第4スペーサ層44のいずれか一方を従来よりも薄くでき、従来よりも厚さ方向の情報層の設置密度を高めることができる。
- [0134] これにより、例えば、光入射面に最も近い情報層の設置位置及び光入射面から最も遠い情報層の設置位置が同じ場合、従来は4層の情報層しか設置できなかった領域に5層の情報層を設置することが可能である。
- [0135] 又、例えば、光入射面28に最も近い第5情報層44の設置位置を従来よりも光入射面28から遠い側に変更したり、光入射面28から最も遠い第1情報層14の設置位置を従来よりも光入射面28に近い側に変更することができ、光記録媒体70の傾きによるエラーや光入射面28の異物によるエラーを抑制することが可能である。
- [0136] 尚、本第6実施形態において、光記録媒体70は、2層のスペーサ層を挟んで配置された第1スペーサ層16の厚さと第4スペーサ層42の厚さが等しい5層構造であるが、 $n+1$ 層(n は5以上の整数)以上の情報層を有する光記録媒体において、これに含まれる隣り合ういずれか n 層の情報層の最も基板側の情報層を第1情報層、最もカバー層側の情報層を第 n 情報層として、第1情報層の反射率 R_1 、第2情報層の反射率 R_2 、第 $n-1$ 情報層の反射率 R_{n-1} 、第 n 情報層の反射率 R_n が次の式(III)を満足し、

$$(R_2 \times R_{n-1} \times R_n \times 2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(III)}$$
2層以上のスペーサ層を挟んで配置された第1スペーサ層の厚さと第 $n-1$ スペーサ層の厚さが等しい構成としてもよい。第1情報層14の反射率 R_1 、第2情報層18の反射率 R_2 、第 $n-1$ 情報層の反射率 R_{n-1} 、第 n 情報層の反射率 R_n はいずれも0.01(1(%))以上であることが好ましい。従って、

$$0.0002 \leq (R_2 \times R_{n-1} \times R_n \times 2) / R_1$$
であることが好ましい。
- [0137] 尚、前記第1～第6実施形態において、R型の場合の第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34、第5情報層44、第6情報層54の記録膜の材料と

して、実質的にBi、O及びMからなる材料又は実質的にBi及びOからなる材料やSi層とCu層の積層構造が例示されているが、式(I)や式(II)、式(III)を満たすことができれば記録膜の材料として他の材料を用いてもよい。

[0138] 又、前記第1～第6実施形態において、片面のみに情報層を備える片面式の光記録媒体の例が示されているが、両面に情報層を備える両面式の光記録媒体に対しても本発明は当然適用可能である。

[0139] [実験例1]

前記第1実施形態の光記録媒体10と構成が等しい3層構造の4種類のサンプルA、B、C及びDを作製した。これらサンプルA～Dの具体的な構成を表1に示す。

[0140] [表1]

サンプル		A	B	C	D	
カバー層	厚さ(μm)	70.0	70.0	70.0	70.0	
第3情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	8.0	8.0
		記録膜(BiGeO)	49.5	47.0	51.0	53.0
		誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	8.0	8.0
	反射率R ₃	0.047	0.057	0.047	0.031	
第2スペーサ層	厚さ(μm)	15.0	15.0	15.0	15.0	
第2情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	8.0	8.0
		記録膜(BiGeO)	41.5	42.0	47.0	51.0
		誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	8.0	8.0
	反射率R ₂	0.059	0.056	0.044	0.031	
第1スペーサ層	厚さ(μm)	15.0	15.0	15.0	15.0	
第1情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	8.0	8.0
		記録膜(BiGeO)	40.0	25.0	40.0	47.0
		誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	8.0	8.0
	反射率R ₁	0.035	0.058	0.041	0.034	
反射率変動(%)		17.2	13.9	12.1	7.6	
(R ₂ × R ₃ × R ₂)/R ₁		0.00467	0.00308	0.00222	0.00088	

[0141] 尚、表1に示されるカバー層24の厚さはハードコート層の厚さを含む厚さである。又、基板12の厚さは約1.1mmである。又、サンプルA～Dはいずれも追記型であり、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22の記録膜を構成するBi、Ge、Oの原子数の比率はBi:Ge:O=21:14:65で共通である。

[0142] これら4種類のサンプルA～Dについて、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22の(未記録部の)反射率を測定した。又、これら4種類のサンプルA～Dについて、第1情報層14の反射率変動を測定した。測定結果を表1に併記する。尚、表1に示される反射率は、フォトディテクタ26で検出された反射率である。又、反射率変

動は、1周内における反射率の最大値と、最小値と、の差を反射率の最大値で除した値である。又、測定には光記録媒体評価装置ODU1000(パルステック工業株式会社製)を用いた。測定条件(再生条件)を以下に示す。

[0143] 波長 :405nm

開口数 :0.85

再生パワー:0.7mW

[0144] 又、サンプルA~Dについて $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値を算出した。算出結果を表1に併記する。更に、 $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値と第1情報層14の反射率変動との関係を図5に示す。

[0145] 表1及び図5に示されるように、 $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値が大きい程、第1情報層14の反射率変動が大きくなる傾向があることがわかる。これは図1中に実線で示される第1情報層14で1回だけ反射される本来の信号光に、同図中に二点鎖線で示される第2情報層18、第3情報層22、第2情報層18の順で反射されるクロストーク光が影響することが第1情報層14の反射率変動の主たる原因であり、 $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値が大きい程、本来の信号光の強度に対する、第2情報層18、第3情報層22、第2情報層18の順で反射されるクロストーク光の強度が大きくなるためと考えられる。

[0146] BDと称される光記録媒体では、各情報層の反射率変動を15%以内に抑制することが要求されている。表1及び図5に示されるように、 $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値が0.0032以下であれば反射率変動が最も大きくなりやすい第1情報層14の反射率変動が15%以内に抑制される。即ち、3層構造の光記録媒体は、2層のスペーサ層の厚さが等しくても、3層の情報層の反射率が上記式(I)を満足すれば各情報層の反射率変動が15%以内に抑制されることが確認された。

[0147] [実験例2]

前記第2実施形態の光記録媒体30と構成が等しい4層構造の4種類のサンプルE、F、G及びHを作製した。これらサンプルE~Hの具体的な構成を表2に示す。

[0148] [表2]

サンプル		E	F	G	H	
カバー層	厚さ(μm)	60.0	60.0	60.0	60.0	
第4情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	0.0	0.0
		記録膜(BiGeO)	56.5	51.0	0.0	0.0
		誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	12.0	14.5
	反射率R ₄	0.024	0.040	0.062	0.081	
第3スペーサ層	厚さ(μm)	15.0	15.0	15.0	15.0	
第3情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	0.0	0.0
		記録膜(BiGeO)	55.0	48.0	0.0	0.0
		誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	13.5	17.0
	反射率R ₃	0.025	0.043	0.063	0.079	
第2スペーサ層	厚さ(μm)	25.0	25.0	25.0	25.0	
第2情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	0.0	0.0
		記録膜(BiGeO)	52.5	42.0	0.0	0.0
		誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	15.5	20.5
	反射率R ₂	0.025	0.039	0.062	0.080	
第1スペーサ層	厚さ(μm)	15.0	15.0	15.0	15.0	
第1情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	0.0	0.0
		記録膜(BiGeO)	52.5	20.0	0.0	0.0
		誘電体膜(TiO ₂)	8.0	8.0	19.0	29.5
	反射率R ₁	0.025	0.042	0.061	0.084	
	反射率変動(%)	11.3	14.2	20.2	25.2	
(R ₂ × R ₃ × R ₄ × 2) / R ₁		0.00120	0.00319	0.00794	0.01219	

[0149] 尚、表2に示されるカバー層24の厚さもハードコート層の厚さを含む厚さである。又、基板12の厚さは約1.1mmである。又、サンプルE及びFは追記型であり、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22及び第4情報層34の記録膜を構成するBi、Ge、Oの原子数の比率は実験例1のサンプルA～Dと同様にBi:Ge:O=21:14:65で共通である。一方、サンプルG及びHはROM型であり、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22及び第4情報層34は誘電体膜(反射膜)のみを備え記録膜を備えていない。

[0150] これら4種類のサンプルE～Hについて、実験例1と同様に第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22及び第4情報層34の(未記録部又は記録部のスペース部分の)反射率を測定した。又、これら4種類のサンプルE～Hについて、第1情報層14の反射率変動を測定した。測定結果を表2に併記する。

[0151] 又、サンプルE～Hについて $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値を算出した。算出結果を表2に併記する。更に、 $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値と第1情報層14の反射率変動との関係を図6に示す。

[0152] 表2及び図6に示されるように、 $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値が大きい程、第1情報層

14の反射率変動が大きくなる傾向があることがわかる。これは図2中に実線で示される第1情報層14で1回だけ反射される本来の信号光に、同図中に二点鎖線で示される第2情報層18、第4情報層34、第3情報層22の順で反射されるクロストーク光及び第3情報層22、第4情報層34、第2情報層18の順で反射されるクロストーク光が影響することが第1情報層14の反射率変動の主たる原因であり、 $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値が大きい程、本来の信号光の強度に対する、第2情報層18、第4情報層34、第3情報層22の順で反射されるクロストーク光及び第3情報層22、第4情報層34、第2情報層18の順で反射されるクロストーク光の強度が大きくなるためと考えられる。

[0153] 表2及び図6に示されるように、 $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値が0.0032以下であれば反射率変動が最も大きくなりやすい第1情報層14の反射率変動が15%以内に抑制される。即ち、4層構造の光記録媒体は、2層のスペーサ層の厚さが等しくても、4層の情報層の反射率が上記式(II)を満たせば各情報層の反射率変動が15%以内に抑制されることが確認された。尚、第1スペーサ層の厚さと第3スペーサ層の厚さとが等しい4層構造の光記録媒体の場合、本来の信号光の光路と光路が最終的に一致する2つの反射態様のクロストーク光が存在するため、 $(R_2 \times R_3 \times R_4)$ の値の2倍の値が(式(I)の右辺と等しい)0.0032以下に制限されることで、3層構造の光記録媒体と同様に第1情報層14の反射率変動が15%以内に抑制されると考えられる。

[0154] [実験例3]

上記実験例2に対し、第2スペーサ層の厚さも第1スペーサ層の厚さ及び第3スペーサ層の厚さと等しい4層構造の1種類のサンプルJを作製した。サンプルJの具体的な構成を表3に示す。

[0155] [表3]

サンプル		J
カバー層	厚さ(μm)	60.0
第4情報層	厚さ(nm) 誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	18.0
	反射率R ₄	0.033
第3スペーサ層	厚さ(μm)	20.0
第3情報層	厚さ(nm) 誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	20.0
	反射率R ₃	0.039
第2スペーサ層	厚さ(μm)	20.0
第2情報層	厚さ(nm) 誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	23.0
	反射率R ₂	0.040
第1スペーサ層	厚さ(μm)	20.0
第1情報層	厚さ(nm) 誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	26.0
	反射率R ₁	0.036
	反射率変動(%)	13.0
$(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$		0.00173
$(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$		0.00286
$(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1 + (R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$		0.00459

[0156] 尚、サンプルJはサンプルG、Hと同様にROM型であり、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22及び第4情報層34は誘電体膜(反射膜)のみを備え記録膜を備えていない。誘電体膜であるZnS/SiO₂の分子数の比率はZnS:SiO₂=80:20である。サンプルJの他の構成についてはサンプルG、Hと同様であるので説明を省略する。

[0157] このサンプルJについて、サンプルG、Hと同様に第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22及び第4情報層34の(記録部のスペース部分の)反射率を測定した。又、サンプルJについて、第1情報層14の反射率変動を測定した。測定結果を表3に併記する。

[0158] 又、サンプルJについて $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値、 $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値及びこれらを合計した値を算出した。算出結果を表3に併記する。

[0159] 表3に示されるように、3層のスペーサ層の厚さが等しい4層構造のサンプルJの場合も、 $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値、及び $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値がそれぞれ0.0032以下であれば反射率変動が最も大きくなりやすい第1情報層14の反射率変動が15%以内に抑制されていた。即ち、4層構造の光記録媒体は、3層のスペーサ層の厚さが等しい場合も、4層の情報層の反射率が上記式(I)、(II)を満たせば各情報層の反射率変動が15%以内に抑制されることが確認された。尚、3層のスペーサ層の厚さが等しい4層構造のサンプルJの場合、本来の信号光の光路と光路が最終的に一致

する反射態様のクロストーク光は、第1実施形態の3層構造の場合の1種類のクロストーク光及び第2実施形態の2種類のクロストーク光の合計3種類のクロストーク光が存在するため、反射率変動が最も大きくなりやすい第1情報層14の反射率変動を15%以内に抑制するためには、理論的には $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値及び $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値を合計した値を0.0032以下に抑制する必要があるとも予想されるが、実際には、上記のように $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値、及び $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値がそれぞれ0.0032以下であれば、これらを合計した値が0.0032よりも大きくても、第1情報層14の反射率変動は15%以内に抑制されていた。その理由は必ずしも明らかではないが、概ね次のように考えられる。

[0160] 各スペーサ層の実際の厚さは設計的な厚さに対して誤差があり、又、部位により誤差の大きさにはばらつきがある。従って、設計的な厚さが等しい2層のスペーサ層でも実際には厚さが等しい部分と厚さが異なる部分とが混在しており、厚さが等しい部分が主として反射率変動の増大の原因であると考えられる。設計的な厚さが等しい2層のスペーサ層の一部分において両者の厚さが実際に等しくなる確率に対し、設計的な厚さが等しい3層のスペーサ層の一部分において3者の厚さが実際に等しくなる確率は著しく低いため、本来の信号光の光路と光路が最終的に一致する反射態様のクロストーク光が3種類同時に存在する状態は実際には殆ど発現しないと考えられる。従って、 $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値、及び $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値がそれぞれ0.0032以下であれば、これらを合計した値が0.0032よりも大きくても、反射率変動が最も大きくなりやすい第1情報層14の反射率変動が15%以内に抑制されると考えられる。

[0161] [実験例4]

前記第5実施形態の光記録媒体60と構成が等しい4層構造の1種類のサンプルKを作製した。サンプルKの具体的な構成を表4に示す。

[0162] [表4]

サンプル		K
カバー層	厚さ(μm)	60.0
第4情報層	厚さ(nm) 誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	18.0
	反射率R ₄	0.033
第3スペーサ層	厚さ(μm)	20.0
第3情報層	厚さ(nm) 誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	20.0
	反射率R ₃	0.036
第2スペーサ層	厚さ(μm)	15.0
第2情報層	厚さ(nm) 誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	23.0
	反射率R ₂	0.042
第1スペーサ層	厚さ(μm)	15.0
第1情報層	厚さ(nm) 誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	26.0
	反射率R ₁	0.039
	反射率変動(%)	9.3
$(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$		0.00163

[0163] 尚、サンプルKもサンプルJと同様にROM型であり、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22及び第4情報層34は誘電体膜(反射膜)のみを備え記録膜を備えていない。ZnS/SiO₂の分子数の比率はサンプルJと同様にZnS:SiO₂ = 80:20である。サンプルKの他の構成についてもサンプルJと同様であるので説明を省略する。

[0164] このサンプルKについて、実験例2と同様に第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22及び第4情報層34の(記録部のスペース部分の)反射率を測定した。又、サンプルKについて、第1情報層14の反射率変動を測定した。測定結果を表4に併記する。

[0165] 又、サンプルKについて $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値を算出した。算出結果を表4に併記する。

[0166] 表4に示されるように、隣合う第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の厚さが等しい4層構造のサンプルKについても、隣合う第1スペーサ層16及び第2スペーサ層20の厚さが等しい3層構造のサンプルA~Dと同様に、 $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値が0.0032以下であれば、反射率変動が最も大きくなりやすい第1情報層14の反射率変動が15%以内に抑制されていた。即ち、3層構造よりも多層構造の光記録媒体についても、隣合う2層のスペーサ層の厚さが等しい場合、これら2層のスペーサ層に隣接する3層の情報層の反射率が上記式(I)を満たせば各情報層の反射率変動が15%以内に抑制されることが確認された。

[0167] これは、3層構造の場合と同様に、本来の信号光の光路と光路が最終的に一致す

る反射態様のクロストーク光は、第2情報層18、第3情報層22、第2情報層18の順で反射される1種類のクロストーク光だけであるため、 $(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1$ の値が0.0032以下に制限されることで、3層構造の光記録媒体と同様に第1情報層14の反射率変動が15%以内に抑制されると考えられる。

[0168] [実験例5]

前記第6実施形態の光記録媒体70と構成が等しい5層構造の1種類のサンプルLを作製した。サンプルLの具体的な構成を表5に示す。

[0169] [表5]

サンプル			L
カバー層	厚さ(μm)		50.0
第5情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	13.0
	反射率R ₅		0.027
第4スペーサ層	厚さ(μm)		17.0
第4情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	14.0
	反射率R ₄		0.031
第3スペーサ層	厚さ(μm)		13.0
第3情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(TiO ₂)	14.0
		記録膜(BiGeO)	36.0
		誘電体膜(TiO ₂)	14.0
	反射率R ₃		0.066
第2スペーサ層	厚さ(μm)		20.0
第2情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(TiO ₂)	10.0
		記録膜(BiGeO)	33.0
		誘電体膜(TiO ₂)	10.0
	反射率R ₂		0.059
第1スペーサ層	厚さ(μm)		17.0
第1情報層	厚さ(nm)	誘電体膜(AlN)	10.0
		誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	20.0
		記録膜(Si)	4.5
		記録膜(Cu)	5.5
		誘電体膜(ZnS/SiO ₂)	28.0
		反射膜(AgNdCu)	80.0
	反射率R ₁		0.036
反射率変動(%)		13.3	
$(R_4 \times R_5 \times R_2 \times 2) / R_1$			0.00270

[0170] 尚、サンプルLはR型とROM型とのハイブリッド型である。具体的には、第1情報層14、第2情報層18及び第3情報層22は、R型であり記録膜を備えている。第1情報層14の記録膜はCuの膜とSiの膜との積層構造である。第1の情報層14のAgNdCuの原子数の比率はAg:Nd:Cu=98:1:1である。第1の情報層14のZnS/SiO₂の分子数の比率はZnS:SiO₂=80:20である。又、第2情報層18及び第3情報層22

の記録膜の原子数の比率は、サンプルA～Fと同様にBi:Ge:O=21:14:65で共通である。一方、第4情報層34及び第5情報層44はROM型であり誘電体膜(反射膜)のみを備え記録膜を備えていない。第4情報層34及び第5情報層44の誘電体膜であるZnS/SiO₂の分子数の比率はサンプルJ、Kと同様にZnS:SiO₂=80:20である。

- [0171] このサンプルLについて、第1情報層14、第2情報層18、第3情報層22、第4情報層34及び第5情報層44の(記録部のスペース部分又は未記録部の)反射率を測定した。又、サンプルLについて、第1情報層14の反射率変動を測定した。測定結果を表5に併記する。
- [0172] 又、サンプルLについて $(R_2 \times R_4 \times R_5 \times 2) / R_1$ の値を算出した。算出結果を表5に併記する。
- [0173] 表5に示されるように、2層のスペーサ層を挟んで配置された第1のスペーサ層16及び第4のスペーサ層42の厚さが等しい5層構造のサンプルLの場合、 $(R_2 \times R_4 \times R_5 \times 2) / R_1$ の値が0.0032以下であれば反射率変動が最も大きくなりやすい第1情報層14の反射率変動が15%以内に抑制されていた。即ち、5層構造の光記録媒体は、2層のスペーサ層を挟んで配置された両側の2層のスペーサ層の厚さが等しい場合でも、これらのスペーサ層に隣接する第1情報層14、第2情報層18、第4情報層34及び第5情報層44の反射率が式(III)の関係を満たしていれば各情報層の反射率変動が15%以内に抑制されることが確認された。
- [0174] これは、第1スペーサ層の厚さと第4スペーサ層の厚さとが等しい5層構造の光記録媒体の場合、図8中に実線で示される第1情報層14で1回だけ反射される本来の信号光に、同図中に二点鎖線で示される第2情報層18、第5情報層44、第4情報層34の順で反射されるクロストーク光、及び第4情報層34、第5情報層44、第2情報層18の順で反射されるクロストーク光が影響することが第1情報層14の反射率変動の主たる原因であり、 $(R_2 \times R_4 \times R_5 \times 2) / R_1$ の値が小さい程、本来の信号光の強度に対する、第2情報層18、第5情報層44、第4情報層34の順で反射されるクロストーク光、及び第4情報層34、第5情報層44、第2情報層18の順で反射されるクロストーク光の強度が小さくなるためと考えられる。又、本来の信号光の光路と光路が最終的に一

致する2つの反射態様のクロストーク光が存在するため、 $(R_2 \times R_4 \times R_5)$ の値の2倍の値が(式(1)の右辺と等しい)0.0032以下に制限されることで、第1情報層14の反射率変動が15%以内に抑制されると考えられる。

[0175] [計算例1]

前記第1実施形態の光記録媒体10と構成が等しい3層構造の4種類の光記録媒体の計算モデル $S_1 \sim S_4$ を想定し、 $(R_2 \times R_3 \times R_2)/R_1$ の値を算出した。

[0176] 計算モデル S_1 は R_1, R_2, R_3 がいずれも0.04(4%)で共通である。これに対し、 $S_2 \sim S_4$ は、 S_1 に対して $(R_2 \times R_3 \times R_2)/R_1$ の値が小さくなるように R_1, R_2, R_3 の値を増減したものである。具体的には、計算モデル S_2 は S_1 に対して R_1 が0.01大きい0.05(5%)である。又、計算モデル S_3 は S_1 に対して R_2 が0.01小さい0.03(3%)である。又、計算モデル S_4 は S_1 に対して R_3 が0.01小さい0.03(3%)である。想定した計算モデル $S_1 \sim S_4$ の各情報層の反射率及び $(R_2 \times R_3 \times R_2)/R_1$ の値の算出結果を表6に示す。

[0177] [表6]

計算モデル		S_1	S_2	S_3	S_4
第3情報層	反射率 R_3	0.040	0.040	0.040	0.030
第2情報層	反射率 R_2	0.040	0.040	0.030	0.040
第1情報層	反射率 R_1	0.040	0.050	0.040	0.040
$(R_2 \times R_3 \times R_2)/R_1$		0.00160	0.00128	0.00090	0.00120

[0178] 表6に示されるように、 S_1 に対して R_2 が0.01小さい S_3 は、 S_1 に対して R_1 が0.01大きい S_2 や S_1 に対して R_3 が0.01小さい S_4 と比べて、 $(R_2 \times R_3 \times R_2)/R_1$ の値の減少幅が著しく大きかった。従って、3層構造の光記録媒体の場合、 $(R_2 \times R_3 \times R_2)/R_1$ の値を小さく抑制するためには、 R_1 を R_2 よりも大きくすることが好ましく、 R_1 の値を R_2 及び R_3 のいずれの値よりも大きくすることがより好ましい。

[0179] [計算例2]

前記第2実施形態の光記録媒体30と構成が等しい4層構造の4種類の光記録媒体の計算モデル $S_5 \sim S_8$ を想定し、 $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2)/R_1$ の値を算出した。

[0180] 計算モデル S_5 は R_1, R_2, R_3, R_4 がいずれも0.04(4%)で共通である。これに対し、 $S_6 \sim S_8$ は、 S_5 に対して $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2)/R_1$ の値が小さくなるように R_1, R_2, R_3 の

値を増減したものである。具体的には、計算モデル S_6 は S_5 に対して R_1 が0.01大きい0.05(5%)である。又、計算モデル S_7 は S_5 に対して R_2 が0.01小さい0.03(3%)である。又、計算モデル S_8 は S_5 に対して R_2 及び R_3 が0.01小さい0.03(3%)である。想定した計算モデル $S_5 \sim S_8$ の各情報層の反射率及び $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値の算出結果を表7に示す。

[0181] [表7]

計算モデル		S_5	S_6	S_7	S_8
第4情報層	反射率 R_4	0.040	0.040	0.040	0.040
第3情報層	反射率 R_3	0.040	0.040	0.040	0.030
第2情報層	反射率 R_2	0.040	0.040	0.030	0.030
第1情報層	反射率 R_1	0.040	0.050	0.040	0.040
$(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$		0.00320	0.00256	0.00240	0.00180

[0182] 表7に示されるように、 S_5 に対して R_2 及び R_3 が0.01小さい S_8 は、 S_5 に対して R_1 が0.01大きい S_6 や S_5 に対して R_2 が0.01小さい S_7 と比べて、 $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値の減少幅が著しく大きかった。従って、4層構造の光記録媒体の場合、 $(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1$ の値を小さく抑制するためには、 R_1 を R_2 、 R_3 及び R_4 の少なくとも2つよりも大きくすることが好ましく、 R_2 、 R_3 及び R_4 のいずれの値よりも大きくすることがより好ましい。

産業上の利用の可能性

[0183] 本発明は、3層以上の情報層を備える光記録媒体に利用することができる。

請求の範囲

- [1] 基板と、第1情報層と、第1スペーサ層と、第2情報層と、第2スペーサ層と、第3情報層と、前記基板よりも薄いカバー層と、を有する3層以上の多層構造であり、これらの層がこの順で前記基板の上に配置され、

前記第1情報層の反射率を R_1 、前記第2情報層の反射率を R_2 、前記第3情報層の反射率を R_3 として次の式(I)を満足し、

$$(R_2 \times R_3 \times R_2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(I)}$$

前記第1スペーサ層の厚さと前記第2スペーサ層の厚さとが等しいことを特徴とする光記録媒体。

- [2] 基板と、第1情報層と、第1スペーサ層と、第2情報層と、第2スペーサ層と、第3情報層と、第3スペーサ層と、第4情報層と、前記基板よりも薄いカバー層と、を有する4層以上の多層構造であり、これらの層がこの順で前記基板の上に配置され、

前記第1情報層の反射率を R_1 、前記第2情報層の反射率を R_2 、前記第3情報層の反射率を R_3 、前記第4情報層の反射率を R_4 として次の式(II)を満足し、

$$(R_2 \times R_3 \times R_4 \times 2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(II)}$$

前記第1スペーサ層の厚さと前記第3スペーサ層の厚さとが等しいことを特徴とする光記録媒体。

- [3] 請求項2において、

前記第1スペーサ層の厚さと前記第2スペーサ層の厚さととの差が $3 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする光記録媒体。

- [4] 基板と、第1情報層と、第1スペーサ層と、第2情報層と、第 $n-1$ 情報層と、第 $n-1$ スペーサ層と、第 n 情報層と、前記基板よりも薄いカバー層と、を有する n 層以上の多層構造であり(n は5以上の整数)、これらの層がこの順で前記基板の上に配置され、

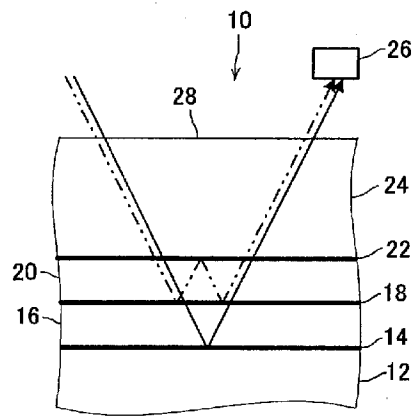
前記第1情報層の反射率を R_1 、前記第2情報層の反射率を R_2 、前記第 $n-1$ 情報層の反射率を R_{n-1} 、前記第 n 情報層の反射率を R_n として次の式(III)を満足し、

$$(R_2 \times R_{n-1} \times R_n \times 2) / R_1 \leq 0.0032 \quad \text{式(III)}$$

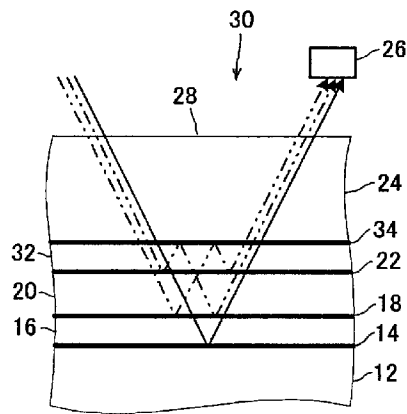
前記第1スペーサ層の厚さと前記第 $n-1$ スペーサ層の厚さとが等しいことを特徴とする光記録媒体。

- [5] 請求項1乃至4のいずれかにおいて、
光入射面から厚さ方向に50 μ m以上の範囲に総ての情報層が設置されたことを特徴とする光記録媒体。
- [6] 請求項1乃至4のいずれかにおいて、
光入射面から厚さ方向に120 μ m以下の範囲に総ての情報層が設置されたことを特徴とする光記録媒体。
- [7] 請求項1乃至4のいずれかにおいて、
前記情報層のうちの少なくとも2層の情報層の再生において異なる再生パワーの再生用レーザー光を照射することを指示する情報が記録されたことを特徴とする光記録媒体。
- [8] 請求項1乃至4に記載のいずれかの光記録媒体に含まれる前記情報層のうちの少なくとも2層の情報層の再生において異なる再生パワーの再生用レーザー光を照射して前記各情報層に記録された情報を再生することを特徴とする光記録媒体の再生方法。

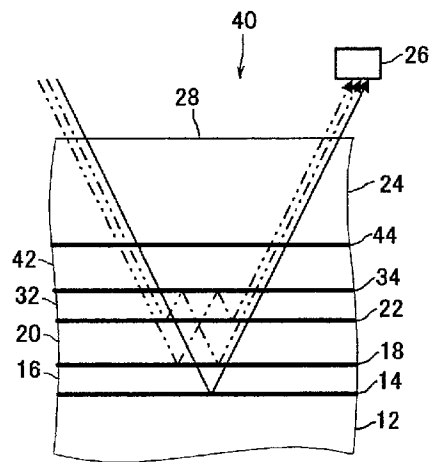
[図1]



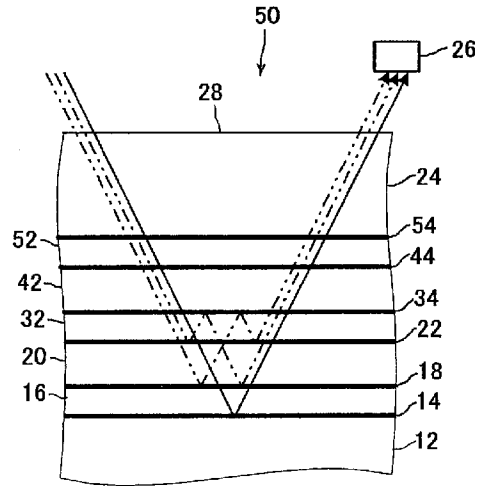
[図2]



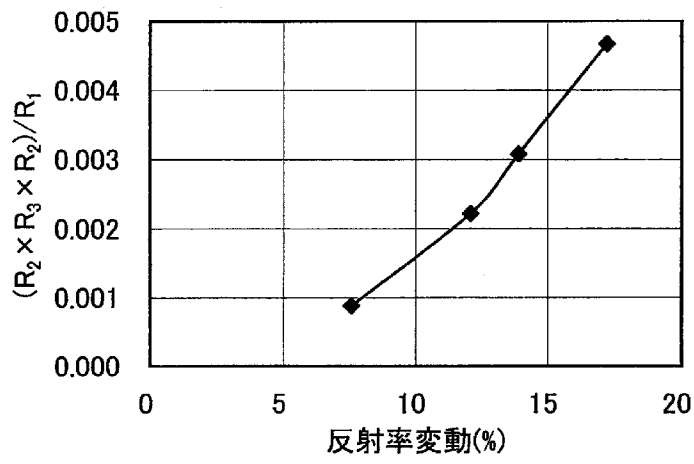
[図3]



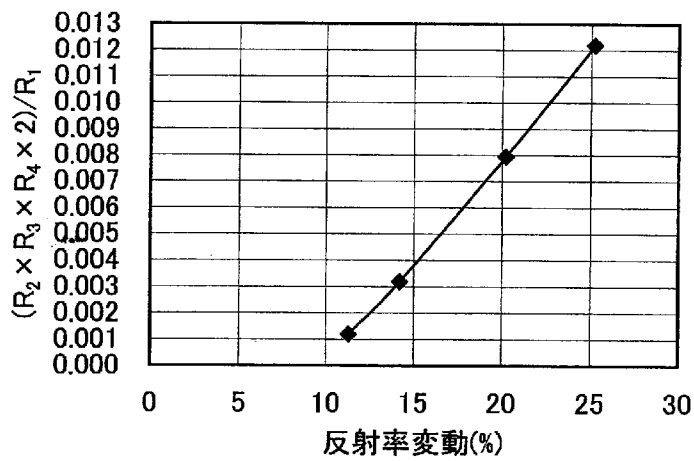
[図4]



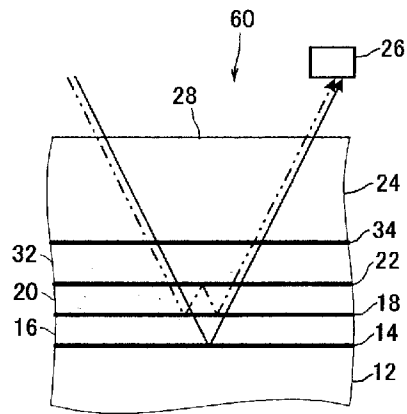
[図5]



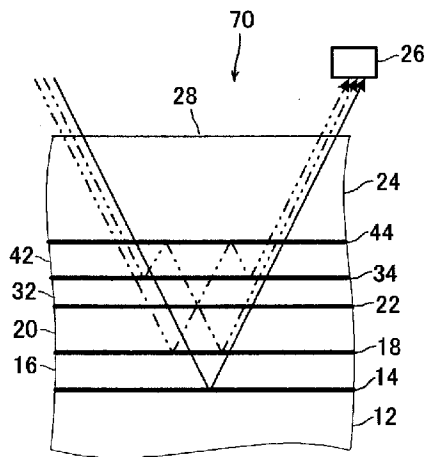
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/057422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G11B7/24(2006.01) i, G11B7/005(2006.01) i, G11B7/125(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, G11B7/005, G11B7/125

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
A	JP 2006-73053 A (TDK Corp.), 16 March, 2006 (16.03.06), Par. No. [0007]; Fig. 11 & US 2006/0062133 A1 & EP 1630793 A2 & CN 1770286 A	1-8
A	JP 2007-80303 A (Toshiba Corp.), 29 March, 2007 (29.03.07), Fig. 2 & US 2007/0058516 A1 & EP 1763023 A2 & KR 10-2007-0029557 A & CN 1929005 A	1-8
A	JP 2005-285222 A (TDK Corp.), 13 October, 2005 (13.10.05), Par. Nos. [0004] to [0005], [0029]; Fig. 7 (Family: none)	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 17 July, 2008 (17.07.08)	Date of mailing of the international search report 29 July, 2008 (29.07.08)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/057422

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 2004-213720 A (TDK Corp.), 29 July, 2004 (29.07.04), Par. No. [0030]; Fig. 2 & US 2004/0139459 A1 & CN 1553446 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G11B7/24(2006.01)i, G11B7/005(2006.01)i, G11B7/125(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 (IPC))
 Int.Cl. G11B7/24, G11B7/005, G11B7/125

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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2008年
 日本国実用新案登録公報 1996-2008年
 日本国登録実用新案公報 1994-2008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 請求の範囲の番号
A	J P 2 0 0 6 - 7 3 0 5 3 A (TDK株式会社) 2006.03.16 段落7 図11 & US 2006/0062133 A1 & EP 1630793 A2 & CN 1770286 A	1-8
A	J P 2 0 0 7 - 8 0 3 0 3 A (株式会社東芝) 2007.03.29 図2 & US 2007/0058516 A1 & EP 1763023 A2 & KR 10-2007-0029557 A & CN 1929005 A	1-8

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 17.07.2008	国際調査報告の発送日 29.07.2008
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 蔵野 雅昭 電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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 請求の範囲の番号
A	JP 2005-285222 A (TDK株式会社) 2005.10.13 段落4-5, 29 図7 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2004-213720 A (TDK株式会社) 2004.07.29 段落30 図2 & US 2004/0139459 A1 & CN 1553446 A	1-8