

(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
2010年6月17日(17.06.2010)

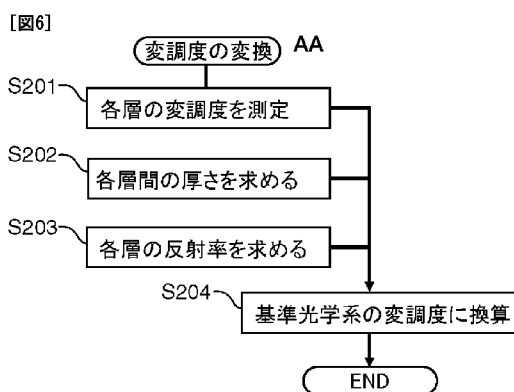
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/067490 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 7/26 (2006.01) G11B 7/24 (2006.01)
G11B 7/005 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/004562
 - (22) 国際出願日: 2009年9月14日(14.09.2009)
 - (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:
61/120,691 2008年12月8日(08.12.2008) US
 - (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1006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): 佐野晃正 (SANO, Kousei). 金馬慶明 (KOMMA, Yoshiaki). 日野泰守 (HINO, Yasumori).
 - (74) 代理人: 小谷悦司, 外 (KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号 大阪中之島ビル2階 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, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (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, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, 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))

(54) Title: OPTICAL INFORMATION MEDIUM MEASURING METHOD, OPTICAL INFORMATION MEDIUM, RECORDING DEVICE AND REPRODUCING DEVICE

(54) 発明の名称: 光情報媒体測定方法、光情報媒体、記録装置及び再生装置



- AA CONVERSION OF MODULATION DEGREE
- S201 MEASURE MODULATION DEGREE OF EACH LAYER
- S202 OBTAIN INTERLAYER THICKNESSES BETWEEN LAYERS
- S203 OBTAIN REFLECTANCE OF EACH LAYER
- S204 CONVERT INTO MODULATION DEGREE IN REFERENCE OPTICAL SYSTEM

(57) Abstract: Provided is an optical information medium measuring method wherein the modulation degree of an optical information medium which has a multilayer structure having a plurality of information layers is measured. The method includes: a first step wherein the modulation degree of each layer of the optical information medium is measured by means of a measuring optical system; a second step wherein the interlayer thicknesses of the optical information medium are obtained; a third step wherein the reflectance of each layer of the optical information medium is obtained; and a fourth step wherein the modulation degree of each layer measured in the first step is converted into a modulation degree in the reference optical system, which is different from the measuring optical system, by using the interlayer thicknesses obtained in the second step and the reflectance value of each layer obtained in the third step.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/067490 A1

本発明の光情報媒体測定方法は、複数の情報層を有する多層構造の光情報媒体の変調度を測定する光情報媒体測定方法であって、測定光学系により前記光情報媒体の各層の変調度を測定する第1のステップと、前記光情報媒体の各層間の厚さを求める第2のステップと、前記光情報媒体の各層の反射率を求める第3のステップと、前記第1のステップで測定した各層の変調度を、前記第2のステップで求めた各層間の厚さと、前記第3のステップで求めた各層の反射率の値とを用いて、前記測定光学系とは異なる基準光学系における変調度に換算する第4のステップと、を含んでいる。

明 細 書

発明の名称：

光情報媒体測定方法、光情報媒体、記録装置及び再生装置

技術分野

[0001] 本発明は、光ディスク等の光情報媒体の測定方法に関するものである。

背景技術

[0002] 高密度・大容量の情報記憶媒体として光ディスクを用いる光メモリ技術は、デジタルオーディオディスク、ビデオディスク、文書ファイルディスク、更にはデータファイル等、その応用が拡大しつつある。この光メモリ技術では、情報は光ディスク上の微小なピットや記録マークとして記録され、微小に絞られた光ビームを介して高い精度と信頼性を持って記録・再生される。

[0003] 例えば、光ディスクの規格の1つであるBlu-rayディスク（BD）では、波長400nm～410nm、具体的には波長405nmのレーザ光を、NA（Numerical Aperture）が0.84～0.86、具体的にはNA=0.85の対物レンズで集光することで、微小スポットを形成している。

[0004] 光ビームでこれらのピットや記録マークを再生した際に得られる再生信号には、異なる装置でも安定な再生ができるよう、所定の特性を持つことが必要とされている。図8Aに再生信号の例を示す。再生信号の特性を測る指標として、再生された信号のAC成分の振幅 I_{pp} と信号最大値 I_{top} の比である変調度 m ($m = I_{pp} / I_{top}$) が用いられており、光ディスクに対する装置間の互換性を補償するためには、この変調度 m が特定の値以上であることが必要とされている。よって、光ディスク評価装置（測定光学系）によって変調度を測定して光ディスクの適否を評価することで、光ディスクの装置間の互換性を確保することができる。

[0005] 変調度 m の値は、複数の記録層を有する光ディスクにおいて、再生対象の層とは異なる他層からの反射光（迷光）による影響を受ける。すなわち、図

8 Aに示す他層迷光の影響がない場合の信号最大値 $I_{t.o.p}$ に比して、再生信号に他層からの迷光が含まれると、図 8 Bに示すように、迷光の分だけ信号最大値 $I_{t.o.p}'$ が大きくなる。よって、他層迷光の影響を受けた場合の変調度 m_2 は、 $m_2 = I_{p.p} / I_{t.o.p}'$ となって、他層迷光の影響がない場合の変調度 m よりも小さくなってしまふ。

[0006] しかし、従来の2層ディスクのように、測定光学系における受光部の面積と検出系の倍率及び層間厚で決まる、受光部に入る迷光の光量がある程度小さければ、受光部の面積や検出系の倍率等の条件を意識することなく、変調度 m を所定の値以上と規定することで、装置間の互換性を確保する上で大きな問題を起こさなかつた。

[0007] また、異なる装置でも安定な再生ができるよう、多層ディスクの各層間の反射率差について所定の値の間にあることも必要とされている。

[0008] これは、光ビームを層間で移動させたときの急激な信号振幅の変化を抑えるためや、他層からの迷光の影響を限定するためである。もし各層間の反射率差が大きいと、反射率の低い層では反射率の高い層からの迷光が大きくなり、信号の変調度に大きな影響を与える。しかし、従来の2層ディスクのように、受光部の面積と検出系の倍率及び層間厚で決まる、受光部に入る迷光の光量がある程度小さければ、受光部の面積や検出系の倍率等の条件を意識することなく、反射率差を所定の値の間と規定することで、装置間の互換性を確保する上で大きな問題を起こさなかつた。

[0009] 近年、光ディスクの記録容量を更に増加させるために、記録層が2層より多い、3層や4層の光ディスクの実用化が検討されている。記録層を3層や4層有する光ディスクでは、各層間の厚さを2層ディスクの場合に比べて、狭くする必要が生じる。ところが、各層間の厚さが狭くなると、受光部に入る迷光の光量は2層ディスクの場合に比べて増加してしまうため、変調度 m の値や反射率差の値は、受光部の面積や検出系の倍率等の光学系に大きく依存してしまう。したがって、従来のように様々な測定光学系で変調度 m の値、又は反射率差の値を規定すると、装置間の互換性を確保できない場合があ

る。

[0010] 対策として、変調度 m や反射率差を測定する光学系の条件を規定し、一定の条件下で変調度 m や反射率差を測定することが考えられるが、現在全世界に既に存在する測定機の光学系をすべて置き換えることになり、現実的ではない。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：WO 2007/108507号公報

発明の概要

[0012] 本発明の目的は、特別な測定光学系を用意することなく、如何なる測定光学系で光情報媒体の測定をしようとも、正確に変調度や反射率差の比較を可能とする光情報媒体測定方法を提供することである。

[0013] 本発明の一局面に係る光情報媒体測定方法は、複数の情報層を有する多層構造の光情報媒体の変調度を測定する光情報媒体測定方法であって、測定光学系により前記光情報媒体の各層の変調度を測定する第1のステップと、前記光情報媒体の各層間の厚さを求める第2のステップと、前記光情報媒体の各層の反射率を求める第3のステップと、前記第1のステップで測定した各層の変調度を、前記第2のステップで求めた各層間の厚さと、前記第3のステップで求めた各層の反射率の値とを用いて、前記測定光学系とは異なる基準光学系における変調度に換算する第4のステップとを含んでいる。

[0014] これにより、特別な測定光学系を用意することなく、如何なる測定光学系で光情報媒体の測定をしようとも、正確に変調度の比較が可能となる。

[0015] 本発明の他の局面に係る光情報媒体測定方法は、複数の情報層を有する多層構造の光情報媒体の反射率差を測定する光情報媒体測定方法であって、測定光学系により前記光情報媒体の各層を再生した際に得られる信号光量と入射光量の比である見かけの反射率を求める第5のステップと、前記光情報媒体の各層間の厚さを求める第2のステップと、前記光情報媒体の各層の反射率を求める第3のステップと、前記第5のステップで測定した見かけの反射

率と、前記第2のステップで求めた各層間の厚さと、前記第3のステップで求めた各層の反射率の値とを用いて、前記測定光学系とは異なる基準光学系における反射率差を換算する第6のステップとを含んでいる。

[0016] これにより、特別な測定光学系を用意することなく、如何なる測定光学系で光情報媒体の測定をしようとも、正確に反射率差の比較が可能となる。

[0017] 本発明のさらに他の目的、特徴、及び優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利点は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1Aは、本発明の実施の形態1における、測定光学系と光情報媒体による迷光との関係を示す説明図である。図1Bは、測定光学系の光検出器と迷光との関係を示す説明図である。

[図2]本発明の実施の形態1における、3層の光情報媒体と光の経路を示す概念図である。

[図3]本発明の実施の形態1における、4層の光情報媒体と光の経路を示す概念図である。

[図4]本発明の実施の形態1における、測定された再生信号パターンの例を示す波形図である。

[図5]本発明の実施の形態1における、基準光学系での変調度に換算された再生信号パターンの例を示す波形図である。

[図6]本発明の実施の形態1における、変調度の換算方法を示す概念図である。

[図7]本発明の実施の形態2における、反射率差の計算方法を示す概念図である。

[図8]図8Aは、他層迷光がない場合の再生信号のパターン例を示す波形図である。図8Bは、他層迷光がある場合の再生信号のパターン例を示す波形図である。

[図9]本発明の実施の形態1における、3層の光情報媒体の構造の具体例を示

す概念図である。

[図10]本発明の実施の形態に係る光情報媒体を示す説明図である。

[図11]本発明の実施の形態に係る記録装置を示す説明図である。

[図12]本発明の実施の形態に係る再生装置を示す説明図である。

[図13]本発明の実施の形態 1 における、変調度の換算方法の一例を示す概念図である。

[図14]本発明の実施の形態 1 における、変調度の換算方法のその他の例を示す概念図である。

[図15]本発明の実施の形態 1 における、変調度の換算方法のその他の例を示す概念図である。

[図16]本発明の実施の形態 1 における、変調度の換算方法のその他の例を示す概念図である。

[図17]本発明の実施の形態 1 における、変調度の換算方法のその他の例を示す概念図である。

[図18]本発明の実施の形態 2 における、反射率差の計算方法の一例を示す概念図である。

[図19]本発明の実施の形態 2 における、反射率差の計算方法のその他の例を示す概念図である。

[図20]本発明の実施の形態 2 における、反射率差の計算方法のその他の例を示す概念図である。

[図21]本発明の実施の形態 3 における、反射率差の計算方法の一例を示す概念図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下に、本発明の実施の例を、図面を参照して説明する。

[0020] (実施の形態 1)

本発明の実施の形態 1 として、任意の測定光学系（光情報媒体評価装置）にて測定した多層光ディスク（光情報媒体）の各層の変調度を、基準光学系での各層の変調度に換算する方法を図 6 に示す。変調度の換算は S 2 0 1、

S 2 0 2、S 2 0 3、S 2 0 4の4つのステップからなる。以下、各ステップについて説明する。ここでは、3層構造の光ディスクを例示して説明する。

[0021] (S 2 0 1 : 各層の変調度を測定するステップ)

このS 2 0 1では、測定光学系により光ディスクの各層の変調度を測定する。すなわち、光ディスクの各層（第1層～第3層）に記録されている情報を再生して得られる再生信号に基づいて、測定光学系により各層の変調度を測定する。

[0022] ここで、測定光学系における再生信号の例を図4に示す。変調度は、再生信号のAC成分の振幅 I_{pp} と信号最大値 I_{top} との比（ I_{pp}/I_{top} ）として求められる。なお、測定対象の層を再生して得られる再生信号の中には、その他の層で反射された迷光の成分が含まれている。よって、測定光学系による各層の変調度の測定値には、当該測定光学系で発生する固有の他層迷光が含まれたものとなっている。このように他層迷光の影響を受けた変調度の測定値のことを、以下、「見かけの変調度」と称する。

[0023] 測定光学系で測定された、第1層の見かけの変調度を md_1 、第2層の見かけの変調度を md_2 、第3層の見かけの変調度を md_3 とする。

[0024] (S 2 0 2 : 各層間の厚さを求めるステップ)

このS 2 0 2では、光ディスクの各層間の厚さを求める。光ディスクの各層間の厚さは、測定対象の光ディスクを用いて測定機で実際に測定しても良い。また、層間厚さの値として、設計値（光ディスク作製時のねらい値）、光ディスク量産時のばらつきの平均値（光情報媒体を複数作製した場合の平均値）を用いても良い。或いは、層間厚さの値として、光ディスク規格等で規定された標準値を用いても良い。

[0025] (S 2 0 3 : 各層の反射率を求めるステップ)

このS 2 0 3では、光ディスクの各層の反射率を求める。ここで、本ステップS 2 0 3を説明するために、図1Aに、測定光学系の概略構成を示している。測定光学系は、光源101、対物レンズ102、検出レンズ104お

よび光検出器 105 等を具備する。同図を参照しながら、他層からの迷光がある場合における、測定光学系の受光部と他層迷光との関係を以下に説明する。

[0026] 光源 101 から出射された光ビームは対物レンズ 102 で集光され、光情報媒体としての光ディスク 103 上の特定の情報層（測定対象の層）に焦点が合わせられる。光ディスク 103 で反射した光は、再び対物レンズ 102 を通り、検出レンズ 104 により集光されて、光検出器 105 に入射し、光量に応じた電気信号に変換される。図 1 B に示すように、光検出器 105 は受光部 105 a を有する。また、測定光学系における検出系の倍率 M は、通常、検出レンズ 104 と対物レンズ 102 の焦点距離の比で与えられる。なお、図 1 A および図 1 B において、測定対象の層とは異なる他の層で反射した迷光を、便宜上、破線で示している。

[0027] 受光部 105 a 上における他層迷光の広がり面積と受光部の面積との面積比は、測定光学系の検出倍率 M 、受光部の面積 S_{pd} 、測定対象の層から他層までの層間 d 、情報層同士の間形成された中間層の屈折率 n 、測定光学系の NA により決まる。

[0028] 他層で反射した迷光の、焦点を合わせている自層上での半径 R_{disc} は、近似的には、下式 (1-1) で表される。

$$[0029] \quad R_{disc} \doteq NA \cdot 2 \cdot d / n \cdots (1-1)$$

[0030] より正確には、 θ を $\sin \theta = NA / n$ を満たす θ ($0 < \theta < \pi / 2$) とし、 R_{disc} は、

$$R_{disc} = 2 \cdot d \cdot \tan \theta \cdots (1-2)$$

と表される。この迷光は、受光部 105 a 上では検出系の倍率 M がかかる。

よって、受光部 105 a 上における迷光の半径 R_{pd} は、

$$R_{pd} = M \cdot R_{disc} \cdots (1-3)$$

と表される。したがって、受光部 105 a 上における迷光の広がり面積 S_{st} は、

$$S_{st} = \pi \cdot R_{pd}^2 \cdots (1-4)$$

と表される。

- [0031] 迷光の広がり面積 S_{st} と受光部の面積 S_{pd} との比が、迷光のもれこみ率 (S_{pd}/S_{st}) となる。迷光のもれこみ率 (S_{pd}/S_{st}) は、上式 (1-1) を用いて、

$$S_{pd}/S_{st} \doteq S_{pd}/\{\pi \cdot (M \cdot NA \cdot 2 \cdot d/n)^2\} \dots (1-5)$$

もしくは、上式 (1-2) 式を用いて、

$$S_{pd}/S_{st} = S_{pd}/\{\pi \cdot (M \cdot 2 \cdot d \cdot \tan \theta)^2\} \dots (1-6)$$

と表される。

- [0032] ここで、 d および n は光ディスク 103 に依存するパラメータであり、 NA は測定光学系の集光系に関連するパラメータである。残りの S_{pd}/M^2 は測定光学系の検出系により決まるパラメータとなる。この S_{pd}/M^2 は、受光部 105a の面積 S_{pd} を検出系の倍率 M の 2 乗で除するものであり、受光部サイズをディスク上の尺度に換算することを意味し、これを規格化受光部サイズと呼ぶ。

- [0033] 次に、多層ディスクの各層の反射率の求め方を示す。反射率とは、光ディスク (光情報媒体) のある特定層に対物レンズからの光ビームの焦点を合わせたときに、光情報媒体に入射する光量に対する、特定層のみで反射して光情報媒体を出てくる光量の比である。

- [0034] ここでは、図 2 を用いて、3 層を例として説明する。光ディスクにおいて、第 1 層の反射率を R_1 、第 2 層の反射率を R_2 、第 3 層の反射率を R_3 とする。第 1 層と第 2 層との層間を d_{12} 、第 1 層と第 3 層の層間を d_{13} 、第 2 層と第 3 層の層間を d_{23} とし、中間層の屈折率を n とし、測定光学系の開口数を NA とし、 $\sin \theta = NA/n$ とする。更に、測定光学系における検出系の規格化受光部サイズを S_d とする。

- [0035] 測定光学系により光ディスクの第 i 層を再生した際に測定できる再生信号 (迷光を含む) の光量を入射光量で規格化した量である見かけの反射率を S_i

とする。第1層の見かけの反射率 S_1 は、自層の反射率 R_1 と、第2層からの迷光の反射率換算値および第3層からの迷光の反射率換算値との和として表される。

[0036] 第2層からの迷光の光量 ($S t_2$) は、入射光の光量を I とすると、式 (1-6) を利用して、

$$S t_2 = I \times R_2 \times S_{p,d} / \{ \pi \cdot (M \cdot 2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2 \} \dots (1-7)$$

となる。測定光学系における検出系の規格化受光部サイズ $S_{p,d} / M^2$ は S_d と書けることを利用すると、上式 (1-7) は、

$$S t_2 = I \times R_2 \times S_d / \{ \pi \cdot (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2 \} \dots (1-8)$$

となる。第2層からの迷光の反射率換算値としては $S t_2 / I$ を求めれば良いので、

$$S t_2 / I = S_d \times R_2 / \{ \pi \cdot (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2 \} \dots (1-9)$$

と表される。第3層からの迷光の反射率換算値としては、同様に、 $S t_3 / I$ を求めれば良いので、

$$S t_3 / I = S_d \times R_3 / \{ \pi \cdot (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2 \} \dots (1-10)$$

となる。式 (1-9) と式 (1-10) より、第1層の見かけの反射率 S_1 は、

$$S_1 = R_1 + S_d \cdot [R_2 / \{ \pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2 \} + R_3 / \{ \pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2 \}] \dots (1-11)$$

となる。同様に、第2層の見かけの反射率 S_2 、第3層の見かけの反射率 S_3 は、

$$S_2 = R_2 + S_d \cdot [R_1 / \{ \pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2 \} + R_3 / \{ \pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2 \}] \dots (1-12)$$

$$S_3 = R_3 + S_d \cdot [R_1 / \{ \pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2 \} + R_2 / \{ \pi ($$

$$2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2] \cdots (1-13)$$

と表される。

- [0037] 一般的には、 N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクを考えると、第 i 層の見かけの反射率 S_i は、

$$S_i = R_i + S_d \cdot [\sum R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (1-14)$$

(\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算)

($1 \leq i \leq N$, i は整数)

($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数)

と表される。

- [0038] ここで、 $S_1 \sim S_3$ は測定光学系において実際に測定される量である。また、 NA 、 S_d は測定光学系で決まる既知の量である。また、 d_{12} 、 d_{13} 、 d_{23} 、および n は光ディスクのパラメータとして、別に求めることができる量である。したがって、未知の量は $R_1 \sim R_3$ のみであり、この3つの方程式 (式 (1-11) ~ (1-13)) を、 $R_1 \sim R_3$ について解くことで、迷光の影響を含まない各層の反射率 $R_1 \sim R_3$ を求めることができる。方程式が3個で未知数が3個であるのでこの方程式は解くことができる。

- [0039] 光ディスクの各層間の厚さには、前述の (S202: 各層間の厚さを求めるステップ) にて求めた値を用いる。S202としては、図13のS202a、図14のS202b、図15のS202c等を選択できる。図13のS202aは、光ディスクの各層間の厚さを実際に測定することにより、各層間の厚さを求めるステップである。また、図14のS202bは、光ディスクの各層間の厚さとして設計値 (ディスク作成時のねらい値) または規格等で規定された標準値を用いることにより、各層間の厚さを求めるステップである。また、図15のS202cは、光ディスクの各層間の厚さとして量産時のばらつきの平均値を用いることにより、各層間の厚さを求めるステップである。

- [0040] 光ディスクの各層間 d_{12} 等の値として実際に測定した測定値を用いれば (

S 2 0 2 a)、各層の反射率 $R_1 \sim R_3$ について厳密な値を求めることができる。また、層間の値として設計値（ディスク作成時のねらい値）を用いる（S 2 0 2 b）又は量産時のばらつきの平均値を用いれば（S 2 0 2 c）、各層の反射率 $R_1 \sim R_3$ について誤差を含んだ値となるが、ディスクの層間の測定の手間が省けるので、簡単に値を得ることができる。また、この層間の値として、規格等で規定された標準値を用いても良い（S 2 0 2 b）。

[0041] 更に、具体的な数値の例を示す。NA=0. 85、屈折率 $n=1. 60$ 、 $d_{12}=25 \mu m$ 、 $d_{23}=15 \mu m$ の例を考える（図9）。検出器のサイズを $120 \mu m \times 120 \mu m$ の正方形とし、検出系の倍率Mを20倍と仮定すると、測定光学系の規格化受光部サイズSdは $36 \mu m^2$ となる。このとき、 $\sin \theta = NA/n = 0. 531$ 、 $\theta = 32. 09$ 度、 $\tan \theta = 0. 627$ となる。したがって、式（1-11）～（1-13）の3つの方程式は、

$$\begin{aligned} S_1 &= R_1 + 0. 01166 \cdot R_2 + 0. 00455 \cdot R_3 \\ S_2 &= 0. 01166 \cdot R_1 + R_2 + 0. 03238 \cdot R_3 \\ S_3 &= 0. 00455 \cdot R_1 + 0. 03238 \cdot R_2 + R_3 \\ &\dots (1-15) \end{aligned}$$

となる。

[0042] これを、 R_i について解くと、

$$\begin{aligned} R_1 &= 1. 00015 \cdot S_1 - 0. 01152 \cdot S_2 - 0. 00418 \cdot S_3 \\ R_2 &= -0. 01152 \cdot S_1 + 1. 00118 \cdot S_2 - 0. 03237 \cdot S_3 \\ R_3 &= -0. 00418 \cdot S_1 - 0. 03237 \cdot S_2 + 1. 00107 \cdot S_3 \\ &\dots (1-16) \end{aligned}$$

となる。この式（1-16）を使えば、測定光学系で測定した第i層の見かけの反射率 S_i から、第i層の実際の反射率 R_i を求めることができる。層間厚として規格の標準値を用いる場合、規格化受光部サイズが同じであれば、

上で求めた式（1-16）の係数は変わらない。したがって、同じ測定系を使う限り、同じ変換式で、測定値（見かけの反射率 S_i ）から反射率 R_i を計算することができる。

[0043] また、ここでは3層の例を示したが、これが3層以上の何層であろうと（図3に4層の場合を図示）、方程式の数と未知数の数は同じであり、当該方程式を解くことができるので各層の反射率を求めることができる。

[0044] すなわち、 N 層（ $2 \leq N$ 、 N は整数）の多層ディスクを考えると、第 i 層（ $1 \leq i \leq N$ 、 i は整数）の見かけの反射率 S_i は、式（1-14）として一般化でき、反射率 R_i を未知数とする N 個の連立方程式をたてることができる。よって、（S203：各層の反射率を求めるステップ）は、図13～図16に示すように、光ディスクにおける各層の反射信号を測定光学系で測定するステップ（S203a）と、各層の反射率 R_i について連立方程式（1-14）を立てるステップ（S203b）と、当該連立方程式（1-14）を解いて各層の反射率 R_i を求めるステップ（S203c）として実現することができる。

[0045] 更に、（S203：各層の反射率を求めるステップ）についての別の方法として、上記の連立方程式について、隣接層のみの影響として近似式を立てても良い。例えば3層の場合、第1層再生時における第3層からの影響は、第2層に比べて層間距離が長くなるため無視できると考える。迷光の影響は距離の2乗で小さくなるので、第3層からの影響は第2層からの影響に比べて通常 $1/4$ 程度は小さくなると考えられる。このため隣接層の影響だけを考えても、反射率を近似的に求めることができる。その場合、次のような3つの連立方程式が立てられる。

[0046]
$$S_1 = R_1 + S d \cdot R_2 / \{ \pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2 \} \cdots (1-17)$$

$$S_2 = R_2 + S d \cdot [R_1 / \{ \pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2 \} + R_3 / \{ \pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2 \}] \cdots (1-18)$$

$$S_3 = R_3 + S d \cdot R_2 / \{ \pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2 \} \cdots (1-19)$$

)

[0047] 一般的には、 N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクを考えると、第 i 層の隣接層を第 j 層および第 k 層としたとき、第 i 層の見かけの反射率 S_i は

$$S_i = R_i + S_d \cdot [R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} + R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (1-20)$$

($1 \leq i \leq N$, i は整数)

($j = i - 1$, $k = i + 1$)

(但し、 $i = 1$ のとき、 $R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$

$i = N$ のとき、 $R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$)

と表される。

[0048] N 層の場合では上記連立方程式 (1-20) における項の数を N^2 から $3N - 2$ に減らすことができるので、3層の場合は顕著ではないが、4層やそれ以上の更に多層になった場合には、計算量を大幅に削減でき、簡単に各層の反射率 R_i を求めることができる。

[0049] この場合も、先ほどの具体例と同様に、 $NA = 0.85$ 、屈折率 $n = 1.60$ 、 $d_{12} = 25 \mu\text{m}$ 、 $d_{23} = 15 \mu\text{m}$ 、検出器のサイズを $120 \mu\text{m} \times 120 \mu\text{m}$ の正方形とし、検出系の倍率 M を 20 倍と仮定する。このとき、規格化受光部サイズは $36 \mu\text{m}^2$ となり、 $\sin \theta = NA / n = 0.531$ 、 $\theta = 32.09$ 度、 $\tan \theta = 0.627$ となる。

[0050] よって、この場合の式 (1-17) ~ (1-19) の3つの方程式は、

$$S_1 = R_1 + 0.01166 \cdot R_2$$

$$S_2 = 0.01166 \cdot R_1 + R_2 + 0.03238 \cdot R_3$$

$$S_3 = 0.03238 \cdot R_2 + R_3$$

$\cdots (1-21)$

となる。

[0051] これを R_i について解くと、

$$R_1 = 1.00014 \cdot S_1 - 0.01167 \cdot S_2 - 0.00378 \cdot S_3$$

3

$$R_2 = -0.01167 \cdot S_1 + 1.00118 \cdot S_2 - 0.03242 \cdot S_3$$

3

$$R_3 = -0.00378 \cdot S_1 - 0.03242 \cdot S_2 + 1.00105 \cdot S_3$$

3

・・・ (1-22)

となる。

[0052] このように、(S203：各層の反射率を求めるステップ)は、図17に示すように、光ディスクにおける各層の反射信号を測定光学系で測定するステップ(S203a)と、各層の反射率 R_i について連立方程式(当該連立方程式は(1-14)または(1-20)の何れであってもよい)を立てるステップ(S203d)と、当該連立方程式を解いて各層の反射率 R_i を求めるステップ(S203e)として実現することができる。

[0053] (S204：基準光学系の変調度に変換するステップ)

このS204では、測定光学系で測定された見かけの変調度を、基準光学系の変調度に変換する。ここでは、3層の場合を例に挙げて、当該変調度の変換について説明する。前述の(201：各層の変調度を測定するステップ)にて、ある測定光学系で測定された第1層の見かけの変調度を md_1 、第2層の見かけの変調度を md_2 、第3層の見かけの変調度を md_3 とする。図4に、測定光学系で測定された第1層の再生信号の例を示す。前述のように、測定光学系で測定された第 i 層の見かけの変調度 md_i は、当該測定光学系での固有の他層迷光が含まれた測定値となっている。

[0054] 中間層の屈折率を n 、測定光学系の開口数を NA とする。更に測定光学系における検出系の規格化受光部サイズを S_d とする。それぞれの他層迷光の自層光に対する比は、上に求めた迷光の面積比(式(1-6))とそれぞれの層の反射率比との積により求めることができる。したがって、第1層での、他層迷光量 SS_1 は自層からの光量による信号を1として、

$$SS_1 = S_d \cdot [R_2 / \{\pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2\} + R_3 / \{\pi (2 \cdot$$

$$d_{23} \cdot \tan \theta)^2] / R_1 \cdots (1-23)$$

と表される。第2層における他層迷光量 SS_2 、第3層における他層迷光量 SS_3 も同様に、

$$SS_2 = Sd \cdot [R_1 / \{\pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2\} + R_3 / \{\pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_2 \cdots (1-24)$$

$$SS_3 = Sd \cdot [R_1 / \{\pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2\} + R_2 / \{\pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_3 \cdots (1-25)$$

と表される。一般的には、 N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクを考えると、測定光学系における第 i 層での他層迷光量 SS_i は、

$$SS_i = Sd \cdot [\sum R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_i \cdots (1-26)$$

(\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算)

($1 \leq i \leq N$, i は整数)

($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数)

と表される。

[0055] また、基準光学系の変調度 (他層迷光の影響を含む見かけの変調度) を考えた場合にも、やはり他層迷光を考慮する必要がある。そこで、基準光学系における受光部の面積を $S_{n_{pd}}$ とし、前記基準光学系における検出系の倍率を M_n とし、前記基準光学系における規格化受光部サイズを S_{dn} ($S_{dn} = S_{n_{pd}} / M_n^2$) とすると、基準光学系における第1層での他層迷光量 SS_{n_1} は、自層からの信号を1として、

$$SS_{n_1} = S_{dn} \cdot [R_2 / \{\pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2\} + R_3 / \{\pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_1 \cdots (1-27)$$

と表される。基準光学系における第2層での他層迷光量 SS_{n_2} 、基準光学系における第3層での他層迷光量 SS_{n_3} も同様に、

$$SS_{n_2} = S_{dn} \cdot [R_1 / \{\pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2\} + R_3 / \{\pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_2 \cdots (1-28)$$

$$SS_{n_3} = S_{dn} \cdot [R_1 / \{\pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2\} + R_2 / \{\pi ($$

$$2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2] / R_3 \cdots (1-29)$$

と表される。

[0056] 一般的には、 N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクを考えると、基準光学系における第 i 層での他層迷光量 SS_{n_i} は、

$$SS_{n_i} = S d_n \cdot [\sum R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_i \cdots (1-30)$$

(\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算)

($1 \leq i \leq N$, i は整数)

($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数)

と表される。

[0057] 図5に、このときの基準光学系として得られる第1層の再生信号の例を示す。これらの式を用いて測定光学系で測定された見かけの変調度 $md_1 \sim md_3$ を基準光学系での変調度 $mn_1 \sim mn_3$ に換算するためには、例えば測定光学系での第1層の変調度 md_1 を図4の I_{pp} / I_{top} とし、基準光学系での第1層の変調度 mn_1 を図5の I_{pp} / I_{top}' とすると、

$$mn_1 = I_{pp} / I_{top}' = I_{pp} / I_{top} \cdot I_{top} / I_{top}' = md_1 \cdot I_{top} / I_{top}' \cdots (1-31)$$

となる。 I_{top} は式 (1-23) の SS_1 を使って、

$$I_{top} \propto 1 + SS_1 \cdots (1-32)$$

と表され、 I_{top}' は式 1-27 の SS_{n_1} を使って、

$$I_{top}' \propto 1 + SS_{n_1} \cdots (1-33)$$

と表されることから、式 (1-31) は、

$$mn_1 = md_1 \cdot (1 + SS_1) / (1 + SS_{n_1}) \cdots (1-34)$$

と変形できる。同様に、基準光学系での第2層の変調度 mn_2 および第3層の変調度 mn_3 についても、

$$mn_2 = md_2 \cdot (1 + SS_2) / (1 + SS_{n_2}) \cdots (1-35)$$

$$mn_3 = md_3 \cdot (1 + SS_3) / (1 + SS_{n_3}) \cdots (1-36)$$

となる。

[0058] 一般的には、 N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクを考えると、基準光学系における第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の変調度 $m n_i$ は、

$$m n_i = m d_i \cdot (1 + S S_i) / (1 + S S_{n_i}) \cdots (1 - 37)$$

と表される。

[0059] 以上のように、(S 204 : 基準光学系の変調度に換算するステップ) は、図 13 ~ 図 16 に示すように、測定光学系における第 i 層での他層迷光量 $S S_i$ を式 (1-26) にて計算すると共に、基準光学系における第 i 層での他層迷光量 $S S_{n_i}$ を式 (1-30) にて計算するステップ (S 204 a) と、基準光学系の変調度を式 (1-37) にて変換するステップ (S 204 b) として実現することができる。

[0060] 更に、S 204 を実現する別の方法として、測定光学系における第 i 層での他層迷光量 $S S_i$ および基準光学系における第 i 層での他層迷光量 $S S_{n_i}$ について、隣接層のみを考慮した近似式を立てても良い。

[0061] すなわち、 N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクを考えると、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の隣接層を第 j 層 ($j = i - 1$) および第 k 層 ($k = i + 1$) としたとき、測定光学系における第 i 層での他層迷光量 $S S_i$ は、

$$S S_i = S d \cdot [R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} + R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_i \cdots (1-26-2)$$

$$(但し、i = 1 のとき、R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$$

$$i = N のとき、R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\} = 0)$$

と表すことができる。また、基準光学系における第 i 層での他層迷光量 $S S_{n_i}$ は、

$$S S_{n_i} = S d_n \cdot [R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} + R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_i \cdots (1-30-2)$$

$$(但し、i = 1 のとき、R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$$

$$i = N のとき、R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\} = 0)$$

と表すことができる。

- [0062] そして、上記の式（1-26-2）および式（1-30-2）を用いて S_{i_1} および S_{i_2} を計算し、基準光学系の変調度を式（1-37）にて変換することができる。この場合には、計算量を大幅に削減でき、簡単に基準光学系の変調度を求めることができる。
- [0063] このように、（S204：基準光学系の変調度に換算するステップ）は、図17に示すように、測定光学系における迷光量 S_{i_1} および基準光学系における迷光量 S_{i_2} を計算する（用いる計算式は（1-26）、（1-30）または（1-26-2）、（1-30-2）の何れであってもよい）ステップ（S204c）と、基準光学系の変調度を式（1-37）にて変換するステップ（S204b）として実現することができる。
- [0064] なお、変調度の換算に各層の反射率（ $R_1 \sim R_3$ 等）を使用しているが、迷光を含む測定値 $S_1 \sim S_3$ を使用して近似することもできる。これは、変調度の換算には各層の反射率の比のみがあらわれるため、迷光の影響は限定的であるからである。この場合、隣接層との層間厚の狭い層の反射率を大きめに見積もることになる。
- [0065] 以上が、本発明の実施の形態1である、測定光学系にて測定した各層の変調度を、基準光学系での各層の変調度に換算する方法である。
- [0066] このように、異なった如何なる測定光学系で変調度を測定した場合でも、本実施の形態で述べたような方法により、基準光学系で変調度を測定したときと同じ統一的な変調度を得ることができる。これにより各光ディスク（光情報媒体）の特性を決まった光学系で測定したのと同じ結果が得られるので、光ディスクの特性値の測定装置間ばらつきを減らすことができ、光ディスクドライブ間の互換性が向上する。
- [0067] （実施の形態2）
- 本発明の実施の形態2として、測定光学系にて測定した多層ディスクの層間の反射率差を、基準光学系での反射率差に換算する方法を図7に示す。ここで、反射率差は再生信号の最大レベル $I_{t.o.p}$ の層間の違いから計算され、第1層の再生信号の最大レベルを $I_{t.o.p1}$ 、第2層の再生信号の最大レベルを $I_{t.o.p2}$

o_{p2} として、

$$\alpha = (I_{top1} - I_{top2}) / (I_{top1} + I_{top2}) \cdots (2-1)$$

で求めることができる。しかしながら、実施の形態1と同様に、 I_{top} には他層からの迷光の成分が含まれるため、測定する光学系が異なると、 α の値も異なる。このため、測定光学系の値を基準光学系の値に換算する必要がある。反射率差の換算はS301、S202、S203、S302の4つのステップからなる。以下、各ステップについて説明する。

[0068] (S301：各層の再生信号と入射光量の比を測定するステップ)

このS301では、光ディスクの各層の再生信号と入射光量との比を測定する。ここでは、実施の形態1と同様に、3層ディスクの例で説明する。測定光学系において、第*i*層を再生した際に測定できる信号光量と入射光量との比である見かけの反射率を S_i とすると、実施の形態1と同様の考え方で、

$$S_1 = R_1 + Sd \cdot [R_2 / \{\pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2\} + R_3 / \{\pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (2-2)$$

$$S_2 = R_2 + Sd \cdot [R_1 / \{\pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2\} + R_3 / \{\pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (2-3)$$

$$S_3 = R_3 + Sd \cdot [R_1 / \{\pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2\} + R_2 / \{\pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (2-4)$$

となる。各層の信号光量と入射光量の比 S_1 から S_3 は、測定光学系にて測定することができる。

[0069] (S202：各層間の厚さを求めるステップ)

実施の形態1と同様に、光ディスクの各層間の厚さは実際に測定しても良い(図18のS202a)。また、層間厚さの値として設計値(光ディスク作製時のねらい値)、量産時のばらつきの平均値(光情報媒体を複数作成した場合の平均値)を用いても良い。また層間厚さの値として、規格等で規定された標準値を用いても良い。

[0070] (S203：各層の反射率を求めるステップ)

前述の3つの方程式(式(2-2)から(2-4))を、 $R_1 \sim R_3$ につい

て解くことで各層の反射率 $R_1 \sim R_3$ を求めることができる。

[0071] なお、 $S_1 \sim S_3$ は前述の（S301：各層の再生信号と入射光量の比を測定するステップ）にて求めた値を用いる。 NA 、 Sd は測定光学系で決まる既知の量である。 n は光ディスクのパラメータとして、別に求めることができる。 θ は $\sin \theta = NA/n$ を満たす。ディスクの各層間 d_{12} 等は、前述の（S202：各層間の厚さを求めるステップ）にて求めた値を用いる。

[0072] また、S203は、図18に示すように、各層の反射率 R_i について連立方程式（1-20）を立てるステップ（S203f）と、当該連立方程式を解いて各層の反射率 R_i を求めるステップ（S203g）として実現することができる。さらに、S203は、図19に示すように、前述のS203dおよびS203eとしてもよい。

[0073] （S302：基準光学系の反射率差を計算するステップ）

前述の（203：各層の反射率を求めるステップ）にて求めた反射率 $R_1 \sim R_3$ を用いて、基準光学系で第 i 層を再生した際に測定できる信号光量と入射光量との比である見かけの反射率 S_{n_i} を、下式（2-5）～（2-7）にて計算する。

[0074]
$$S_{n_1} = R_1 + Sdn \cdot [R_2 / \{\pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2\} + R_3 / \{\pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (2-5)$$

$$S_{n_2} = R_2 + Sdn \cdot [R_1 / \{\pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2\} + R_3 / \{\pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (2-6)$$

$$S_{n_3} = R_3 + Sdn \cdot [R_1 / \{\pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2\} + R_2 / \{\pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (2-7)$$

より、一般的には、 N 層（ $2 \leq N$ 、 N は整数）の多層ディスクを考えると、

$$S_{n_i} = R_i + Sdn \cdot [\sum R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (2-8)$$

（ \sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算）

（ $1 \leq i \leq N$ 、 i は整数）

（ $1 \leq j \leq N$ 、 $i \neq j$ 、 j は整数）

と表される。

[0075] この基準光学系における見かけの反射率 S_{n_i} を使い、例えば第 1 層と第 2 層の反射率差は、式 (2-1) と同様に、

$$\alpha_{n_{12}} = (S_{n_1} - S_{n_2}) / (S_{n_1} + S_{n_2}) \cdots (2-9)$$

と与えられる。

[0076] より一般的には、 N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクについて、第 i 層と第 j 層の反射率差 $\alpha_{n_{ij}}$ は、

$$\alpha_{n_{ij}} = (S_{n_i} - S_{n_j}) / (S_{n_i} + S_{n_j}) \cdots (2-10)$$

$$(1 \leq i \leq N, \quad i \text{ は整数})$$

$$(1 \leq j \leq N, \quad i \neq j, \quad j \text{ は整数})$$

として、基準光学系での任意の層間の反射率差を得ることができる。

[0077] 以上のように、(S302: 基準光学系の反射率差を計算するステップ) は、図 18 に示すように、基準光学系の見かけの反射率 S_{n_i} を式 (2-8) にて計算するステップ (S302a) と、基準光学系の反射率差 $\alpha_{n_{ij}}$ を式 (2-10) にて計算するステップ (S302b) として実現することができる。

[0078] ここでは、各層の反射率 R_i を求めるのにすべての層からの迷光を考慮したが、実施の形態 1 と同様に、隣接層のみを考慮しても良い。その場合、誤差は増えるが、演算すべき項の数が減り、より簡単に値を求めることができる。

[0079] また、基準光学系で第 i 層を再生した際に測定できる信号光量と入射光量との比 S_{n_i} を求めるのにすべての層からの迷光を考慮したが、この際にも隣接層のみを考慮しても良い。

[0080] 即ち、 N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクの一般式は、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の隣接層を第 j 層 ($j = i - 1$) および第 k 層 ($k = i + 1$) としたとき、

$$S_{n_i} = R_i + S_{dn} \cdot [R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} + R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (2-11)$$

$$\begin{aligned} & (\text{但し、} i = 1 \text{ のとき、} R_j / \{ \pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2 \} = 0 \\ & \quad i = N \text{ のとき、} R_k / \{ \pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2 \} = 0) \end{aligned}$$

と表される。この場合も誤差は増えるが、演算すべき項の数を減らすことができ、より簡単に値を求めることができる。

[0081] また、更に別の近似として、測定光学系により光ディスクの第 i 層を再生した際に測定できる再生信号（迷光を含む）の光量を入射光量で規格化した量である見かけの反射率 S_i を、反射率 R_i の代わりに用いる例を示す。

[0082] この場合、基準光学系での S_{ni} は、一般式で、

$$S_{ni} = S_i + S_{dn} \cdot [\sum S_j / \{ \pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2 \}] \cdot \dots \quad (2-12)$$

（ \sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算）

と表される。

[0083] この場合、測定値である反射率 S_i を各層の反射率としてセットするため（図 20 の S 203h）、反射率 R_i について方程式を解く必要がなくなり、計算は非常に簡単に行うことができる。

[0084] また、反射率 R_i の代わりに上記 S_i を用いる場合に、隣接層のみを考慮して S_{ni} を計算しても良い。

[0085] この場合、 N 層（ $2 \leq N$ 、 N は整数）の多層ディスクの一般式は、第 i 層（ $1 \leq i \leq N$ 、 i は整数）の隣接層を第 j 層（ $j = i - 1$ ）および第 k 層（ $k = i + 1$ ）としたとき、

$$S_{ni} = S_i + S_{dn} \cdot [S_j / \{ \pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2 \} + S_k / \{ \pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2 \}] \cdot \dots \quad (2-13)$$

（但し、 $i = 1$ のとき、 $R_j / \{ \pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2 \} = 0$

$i = N$ のとき、 $R_k / \{ \pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2 \} = 0$ ）

と表せる。この場合、更に演算すべき項の数を減らすことができる。

[0086] 以上のように、（S 302：基準光学系の反射率差を計算するステップ）は、図 19～図 21 に示すように、基準光学系の見かけの反射率 S_{ni} を上記のような何れかの計算式にて計算するステップ（S 302c）と、当該 S_{ni}

を用いて基準光学系の反射率差 αn_{ij} を計算するステップ (S302d) として実現することができる。

[0087] 以上が、本発明の実施の形態2である、測定光学系にて測定した各層間の反射率差を、基準光学系での各層間の反射率差に換算する方法である。

[0088] このように、異なる光学系で反射率差を測定した場合でも、本実施の形態で述べたような方法により、基準光学系で反射率差を測定したときと同じ値を得ることができる。これにより各光ディスク（光情報媒体）の特性を決まった光学系で測定したのと同じ結果が得られるので、光ディスクの特性値の測定装置間ばらつきを減らすことができ、光ディスクドライブ間の互換性が向上する。

[0089] （実施の形態3）

本発明の実施の形態3として、前述の実施の形態1、実施の形態2における (S203：各層の反射率を求めるステップ) の別の方法を示す。

[0090] 迷光を含む各層の反射率の測定値を $S_1 \sim S_3$ とする。本実施の形態では、各層の反射率比が1のときに各層の測定値に含まれる迷光含有量を計算して換算係数を求め、実際に測定した反射率を、この換算係数で除した値を各層の反射率として近似する。この場合、実際の迷光含有量は反射率比により影響を受ける点を無視しているが、標準的な迷光量を近似してその影響を除くことができる。

[0091] ここでは、3層ディスクを例として説明する。第1層の反射率を R_1 、第2層の反射率を R_2 、第3層の反射率を R_3 とする。第1層と第2層の層間を d_{12} 、第1層と第3層の層間を d_{13} 、第2層と第3層の層間を d_{23} とし、中間層の屈折率を n 、光学系の開口数を NA とし、 $\sin \theta = NA/n$ とする。更に測定光学系における検出系の規格化受光部サイズを S_d とする。

[0092] 第 i 層を再生した際に測定できる信号を入射光量で規格化した量を S_i とし、各層の反射率が同じ、すなわち、

$$R_1 = R_2 = R_3 = R \cdots (3-1)$$

とすると、各層の換算係数 a_i は、下式 (3-2) ~ (3-4) で表される。

[0093] $a_1 = S_1 / R = 1 + S d \cdot [1 / \{\pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2\} + 1 / \{\pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (3-2)$

$$a_2 = S_2 / R = 1 + S d \cdot [1 / \{\pi (2 \cdot d_{12} \cdot \tan \theta)^2\} + 1 / \{\pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (3-3)$$

$$a_3 = S_3 / R = 1 + S d \cdot [1 / \{\pi (2 \cdot d_{13} \cdot \tan \theta)^2\} + 1 / \{\pi (2 \cdot d_{23} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (3-4)$$

[0094] 一般的にはN層 ($2 \leq N$, Nは整数) の多層ディスクを考えると、第i層の換算係数 a_i は、

$$a_i = S_i / R = 1 + S d \cdot [\sum 1 / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}] \cdots (3-5)$$

(\sum はjについて、 $j \neq i$ の1~Nまでの整数の加算)

($1 \leq i \leq N$, iは整数)

($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, jは整数)

と表される。この換算係数 a_i を用いて、各層の反射率 R_i を、

$$R_i = S_i / a_i \cdots (3-6)$$

として求める。

[0095] 以上のように、(S203:各層の反射率を求めるステップ)は、図21に示すように、光ディスクの各層の換算係数 a_i を式(3-5)により求めるステップ(S203i)と、各層の反射率 R_i を式(3-6)により求めるステップ(S203j)として実現することができる。

[0096] 具体例として、 $NA = 0.85$ 、屈折率 $n = 1.60$ 、3層ディスクを想定し、その第1層と第2層の間隔 $d_{12} = 25 \mu m$ 、第2層と第3層の間隔 $d_{23} = 15 \mu m$ とする。検出器の受光部のサイズを $120 \mu m \times 120 \mu m$ の正方形とし、検出系の倍率Mを20倍と仮定する。この場合、測定光学系の規格化受光部サイズ $S d$ は $36 \mu m^2$ となり、 $\sin \theta = NA / n = 0.531$ 、 $\theta = 32.09$ 度、 $\tan \theta = 0.627$ となる。よって、各層の換算係数 a_i は、

$$a_1 = S_1 / R = 1.0162$$

$$a_2 = S_2 / R = 1.0440$$

$$a_3 = S_3 / R = 1.0369$$

... (3-7)

となる。この数値を使い、

$$R_1 = S_1 / 1.0162$$

$$R_2 = S_2 / 1.044$$

$$R_3 = S_3 / 1.0369$$

... (3-8)

として R_i を求めることができる。

[0097] この後、変調度を求める方法や、反射率差を求める方法は、実施の形態 1、2 で示した方法と共通である。

[0098] 本実施の形態の方法によれば、迷光の影響を受けない反射率をより簡単に計算することができる。

[0099] このように、異なる光学系で反射率を測定した場合でも、本実施の形態で述べたような方法により、迷光の影響を受けない媒体の反射率を計算することができる。これにより各光ディスク（光情報媒体）の特性を決まった光学系で測定したのと同じ結果が得られるので、光ディスクの特性値の測定装置間ばらつきを減らすことができ、光ディスクドライブ間の互換性が向上する。

[0100] ここで、上記実施の形態 1 ないし 3 に記載の光情報媒体測定方法により測定される光情報媒体について、以下に説明する。図 10 は、情報層を 4 層備えた多層ディスク 1001（光情報媒体）の概略構成図である。この多層ディスク 1001 は、ディスク基板 1002 と、当該ディスク基板 1002 上に形成された情報層 1003 とを備える。情報層 1003 は、再生用または記録用の光ビームが照射される側から遠い順に（つまり基板 1002 側から順に）形成された、記録層 L0、記録層 L1、記録層 L2 および記録層 L3 を含む。

[0101] 次に、多層ディスク 1001 の製造方法について、以下に簡単に説明する

。まず、表面にアドレス信号やコントロールデータに応じた、情報信号を記録するためのトラックが設けられたディスク基板1002を形成する。次に、ディスク基板1002上に情報層1003を形成する。すなわち、ディスク基板1002上に、記録層L0、記録層L1、記録層L2および記録層L3をこの順に形成する。なお、記録層同士の間には、中間層などを含んでも良い。また、情報層1003を形成した後、その上にカバー層を形成してもよい。

[0102] なお、上記では4層構造の情報層を備えた多層ディスク1001について説明したが、これに限定されるものではなく、複数の情報層を有する光情報媒体であればよい。

[0103] 次に、図11に、上記の光情報媒体に情報を記録する情報記録装置1101（記録装置）の概略構成を示す。情報記録装置1101は、記録信号処理回路1102、光ヘッド1103および対物レンズ1104などを備える。記録信号処理回路1102は、記録データに応じた記録信号を生成する。光ヘッド1103は、記録信号に応じて、多層ディスク1001の記録面に光ビームを照射して情報を書き込む。光ビームは、対物レンズ1104により、多層ディスク1001における情報層1003の特定の記録層に集光される。

[0104] 次に、図12に、上記の光情報媒体から情報を再生する情報再生装置1201（再生装置）の概略構成を示す。情報再生装置1201は、再生信号処理回路1202、光ヘッド1103、対物レンズ1104を備える。光ヘッド1103は、多層ディスク1001の記録面に光ビームを照射して、ディスク1001の記録面からの反射光を検出して情報を読み込む。光ビームは、対物レンズ1104により、多層ディスク1001における情報層1003の特定の記録層に集光される。再生信号処理回路1202は、多層ディスク1001の記録面からの反射光を電気的に検出した再生信号を受け取り、多層ディスク1001に記録された信号成分を分離して復調し、必要な情報を再生する。

[0105] 本発明の一局面に係る光情報媒体測定方法は、複数の情報層を有する多層構造の光情報媒体の変調度を測定する光情報媒体測定方法であって、測定光学系により前記光情報媒体の各層の変調度を測定する第1のステップと、前記光情報媒体の各層間の厚さを求める第2のステップと、前記光情報媒体の各層の反射率を求める第3のステップと、前記第1のステップで測定した各層の変調度を、前記第2のステップで求めた各層間の厚さと、前記第3のステップで求めた各層の反射率の値とを用いて、前記測定光学系とは異なる基準光学系における変調度に換算する第4のステップと、を含んでいる。

[0106] これにより、基準光学系とは異なる如何なる測定光学系を用いて光情報媒体の変調度を測定しても、統一的な基準光学系での変調度に変換できる。このため、特別な測定光学系を用意することなく、如何なる測定光学系で光情報媒体の測定をしようとも、正確に変調度の比較ができる。そして、基準光学系での変調度に変換された測定値で光情報媒体を評価することにより、光情報媒体の装置間の互換性を確保することができるという効果を奏する。

[0107] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、前記第1のステップで測定された第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の変調度を m_{d_i} とし、前記測定光学系での第 i 層の他層迷光量を SS_i とし、前記基準光学系での第 i 層の他層迷光量を SS_{n_i} としたとき、前記第4のステップは、前記基準光学系での第 i 層の変調度 m_{n_i} を、 $m_{n_i} = m_{d_i} \cdot (1 + SS_i) / (1 + SS_{n_i})$ として換算することが好ましい。

[0108] これにより、測定光学系における他層迷光量 SS_i と基準光学系における他層迷光量 SS_{n_i} とに基づいて、容易かつ正確に基準光学系における変調度 m_{n_i} に換算することができる。

[0109] 前記測定光学系における受光部の面積を S_{p_d} とし、前記測定光学系における検出系の倍率を M とし、前記測定光学系における規格化受光部サイズを S_d ($S_d = S_{p_d} / M^2$) とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、前記第2のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを $d_{i,j}$ とし、当該層間の屈折率を n とし、前記第3のステ

ップで得られる第 i 層の反射率を R_i とし、 θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、前記測定光学系での第 i 層の他層迷光量 SS_i は、 $SS_i = S_d \cdot [\sum R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_i$ (\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算) であることが好ましい。

[0110] このように上記の計算式を適用することにより、測定光学系における他層迷光量 SS_i を、容易かつ正確に求めることができる。

[0111] 前記基準光学系における受光部の面積を $S_{n_p d}$ とし、前記基準光学系における検出系の倍率を M_n とし、前記基準光学系における規格化受光部サイズを $S_{d n}$ ($S_{d n} = S_{n_p d} / M_n^2$) とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを d_{ij} とし、当該層間の屈折率を n とし、前記第 3 のステップで得られる第 i 層の反射率を R_i とし、 θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、前記基準光学系での第 i 層の他層迷光量 SS_{n_i} は、 $SS_{n_i} = S_{d n} \cdot [\sum R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_i$ (\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算) であることが好ましい。

[0112] このように上記の計算式を適用することにより、基準光学系における他層迷光量 SS_{n_i} を、容易かつ正確に求めることができる。

[0113] 前記測定光学系における受光部の面積を S_{p_d} とし、前記測定光学系における検出系の倍率を M とし、前記測定光学系における規格化受光部サイズを S_d ($S_d = S_{p_d} / M^2$) とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の隣接層を第 j 層 ($j = i - 1$) および第 k 層 ($k = i + 1$) とし、前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層との層間の厚さを d_{ij} とし、第 i 層と第 k 層との層間の厚さを d_{ik} とし、当該層間の屈折率を n とし、前記第 3 のステップで得られる第 i 層の反射率を R_i とし、 θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、前記測定光学系での第 i 層の他層迷光量 SS_i は、 $SS_i = S_d \cdot [R_j$

$$\left[\frac{R_j}{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2} + \frac{R_k}{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2} \right] / R_i$$
 (但し、 $i=1$ のとき、 $R_j / \pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2 = 0$ 、 $i=N$ のとき、 $R_k / \pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2 = 0$) であることが好ましい。

[0114] このように、他層迷光の影響を隣接層のみに限定した上記の計算式を適用することにより、計算量を大幅に削減でき、測定光学系における他層迷光量 SS_i を、より簡単に求めることができる。

[0115] 前記基準光学系における受光部の面積を $S_{n_p d}$ とし、前記基準光学系における検出系の倍率を M_n とし、前記基準光学系における規格化受光部サイズを $S_{d n}$ ($S_{d n} = S_{n_p d} / M_n^2$) とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の隣接層を第 j 層 ($j = i - 1$) および第 k 層 ($k = i + 1$) とし、前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層との層間の厚さを d_{ij} とし、第 i 層と第 k 層との層間の厚さを d_{ik} とし、当該層間の屈折率を n とし、前記第 3 のステップで得られる第 i 層の反射率を R_i とし、 θ を、 $\sin \theta = NA / n$ の条件を満たす 0 から $\pi / 2$ の間の値としたとき、前記基準光学系での第 i 層の他層迷光量 SS_{n_i} は、 $SS_{n_i} = S_{d n} \cdot \left[\frac{R_j}{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2} + \frac{R_k}{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2} \right] / R_i$ (但し、 $i=1$ のとき、 $R_j / \pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2 = 0$ 、 $i=N$ のとき、 $R_k / \pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2 = 0$) であることが好ましい。

[0116] このように、他層迷光の影響を隣接層のみに限定した上記の計算式を適用することにより、計算量を大幅に削減でき、基準光学系における他層迷光量 SS_{n_i} を、より簡単に求めることができる。

[0117] 前記第 2 のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、測定機で測定してもよい。

[0118] このように、第 2 のステップで、実際に測定した層間の厚さを用いれば、第 3 のステップで各層の反射率について厳密な値を求めることができる。よって、より正確に基準光学系の変調度 m_{n_i} へ換算することができる。

- [0119] 前記第2のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、前記光情報媒体を作製する際の設計値とすることが好ましい。
- [0120] これにより、光情報媒体の層間を測定する手間が省け、層間の厚さの値を簡単に得ることができる。
- [0121] 前記第2のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、前記光情報媒体を複数作製した際の平均値とすることが好ましい。
- [0122] これにより、層間の厚さの値を簡単に得ることができる。
- [0123] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、前記第2のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを d_{ij} とし、当該層間の屈折率を n とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、 θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、前記第3のステップでは、 $S_i = R_i + S d \cdot [\sum R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}]$ (\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算) となる N 個の方程式を立て、前記 S_i についての N 個の方程式を R_i について解くことにより、反射率 R_i を求めることが好ましい。
- [0124] このように上記 N 個の連立方程式を適用することにより、反射率 R_i を、容易かつ正確に求めることができる。
- [0125] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の隣接層を第 j 層 ($j = i - 1$) および第 k 層 ($k = i + 1$) とし、前記第2のステップで得られる第 i 層と第 j 層との層間の厚さを d_{ij} とし、第 i 層と第 k 層との層間の厚さを d_{ik} とし、当該層間の屈折率を n とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、 θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値とし

たとき、前記第3のステップでは、 $S_i = R_i + S_d \cdot [R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} + R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\}]$ (但し、 $i = 1$ のとき、 $R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$ 、 $i = N$ のとき、 $R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$) となる N 個の式を立て、前記 S_i についての N 個の方程式を R_i について解くことにより反射率 R_i を求めることが好ましい。

[0126] このように、他層迷光の影響を隣接層のみに限定した上記 N 個の連立方程式を適用することにより、計算量を大幅に削減でき、反射率 R_i を、より簡単に求めることができる。

[0127] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i としたとき、前記第3のステップでは、 $R_i = S_i$ と近似することが好ましい。

[0128] このように、測定光学系にて測定して得られる S_i を R_i として近似することにより、計算量を大幅に削減でき、反射率 R_i を、より簡単に求めることができる。

[0129] 本発明の他の局面に係る光情報媒体測定方法は、複数の情報層を有する多層構造の光情報媒体の反射率差を測定する光情報媒体測定方法であって、測定光学系により前記光情報媒体の各層を再生した際に得られる信号光量と入射光量の比である見かけの反射率を求める第5のステップと、前記光情報媒体の各層間の厚さを求める第2のステップと、前記光情報媒体の各層の反射率を求める第3のステップと、前記第5のステップで測定した見かけの反射率と、前記第2のステップで求めた各層間の厚さと、前記第3のステップで求めた各層の反射率の値とを用いて、前記測定光学系とは異なる基準光学系における反射率差を換算する第6のステップと、を含んでいる。

[0130] これにより、基準光学系とは異なる如何なる測定光学系を用いて光情報媒体の反射率差を測定しても、統一的な基準光学系での反射率差に変換できる

。このため、特別な測定光学系を用意することなく、如何なる測定光学系で光情報媒体の測定をしようとも、正確に反射率差の比較ができる。そして、基準光学系での反射率差に変換された測定値で光情報媒体を評価することにより、光情報媒体の装置間の互換性を確保することができるという効果を奏する。

[0131] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、前記基準光学系での第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_{n_i} とし、前記第6のステップでは、第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) との反射率差 $\alpha_{n_{ij}}$ を、 $\alpha_{n_{ij}} = (S_{n_i} - S_{n_j}) / (S_{n_i} + S_{n_j})$ として換算することが好ましい。

[0132] これにより、 S_{n_i} に基づいて、容易かつ正確に基準光学系における反射率差 $\alpha_{n_{ij}}$ に換算することができる。

[0133] 前記第2のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、測定機で測定してもよい。

[0134] このように、第2のステップで、実際に測定した層間の厚さをを用いれば、第3のステップで各層の反射率について厳密な値を求めることができる。よって、より正確に基準光学系の変調度 m_{n_i} へ換算することができる。

[0135] 前記第2のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、前記光情報媒体を作製する際の設計値とすることが好ましい。

[0136] これにより、光情報媒体の層間を測定する手間が省け、層間の厚さの値を簡単に得ることができる。

[0137] 前記第2のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、前記光情報媒体を複数作製した際の平均値とすることが好ましい。

[0138] これにより、層間の厚さの値を簡単に得ることができる。

[0139] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、前記第2のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを d_{ij}

とし、当該層間の屈折率を n とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、 θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、前記第 3 のステップでは、 $S_i = R_i + S_d \cdot [\sum R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}]$ (\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算) となる N 個の方程式を立て、前記 S_i についての N 個の方程式を R_i について解くことにより、反射率 R_i を求めることが好ましい。

[0140] このように上記 N 個の連立方程式を適用することにより、反射率 R_i を、容易かつ正確に求めることができる。

[0141] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の隣接層を第 j 層 ($j = i - 1$) および第 k 層 ($k = i + 1$) とし、前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層との層間の厚さを d_{ij} とし、第 i 層と第 k 層との層間の厚さを d_{ik} とし、当該層間の屈折率を n とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、 θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、前記第 3 のステップでは、 $S_i = R_i + S_d \cdot [R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} + R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\}]$ (但し、 $i = 1$ のとき、 $R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$ 、 $i = N$ のとき、 $R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$) となる N 個の式を立て、前記 S_i についての N 個の方程式を R_i について解くことにより反射率 R_i を求めることが好ましい。

[0142] このように、他層迷光の影響を隣接層のみに限定した上記 N 個の連立方程式を適用することにより、計算量を大幅に削減でき、反射率 R_i を、より簡単に求めることができる。

[0143] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、第 i

層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i としたとき、前記第 3 のステップでは、 $R_i = S_i$ と近似することが好ましい。

[0144] このように、測定光学系にて測定して得られる S_i を R_i として近似することにより、計算量を大幅に削減でき、反射率 R_i を、より簡単に求めることができる。

[0145] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを d_{ij} とし、当該層間の屈折率を n とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、 θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、前記第 3 のステップでは、換算係数 a_i を、 $a_i = 1 + S d \cdot [\sum 1 / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}]$ (\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算) として、 $R_i = S_i / a_i$ と近似することが好ましい。

[0146] これにより、迷光の影響を受けない反射率 R_i をより簡単に計算することができる。

[0147] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを d_{ij} とし、当該層間の屈折率を n とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、 θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、前記第 3 のステップでは、換算係数 a_i を、 $a_i = 1 + S d \cdot [\sum 1 / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}]$ (\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算) として、 $R_i = S_i / a_i$

と近似することが好ましい。

[0148] これにより、迷光の影響を受けない反射率 R_i をより簡単に計算することができる。

[0149] 本発明の一局面に係る光情報媒体は、複数の情報層を有する多層構造の光情報媒体であって、測定光学系により前記光情報媒体の各層の変調度を測定する第1のステップと、前記光情報媒体の各層間の厚さを求める第2のステップと、前記光情報媒体の各層の反射率を求める第3のステップと、前記第1のステップで測定した各層の変調度を、前記第2のステップで求めた各層間の厚さと、前記第3のステップで求めた各層の反射率の値とを用いて、前記測定光学系とは異なる基準光学系における変調度に換算する第4のステップとを含む光情報媒体測定方法により測定されることを特徴とする。

[0150] 本発明の他の局面に係る記録装置は、上記光情報媒体に情報を記録する記録装置であって、前記光情報媒体に光ビームを照射することにより情報を記録することを特徴としている。

[0151] 本発明の他の局面に係る再生装置は、上記光情報媒体から情報を再生する再生装置であって、前記光情報媒体に光ビームを照射することにより情報を再生することを特徴としている。

産業上の利用可能性

[0152] 本発明は、基準光学系とは異なる測定光学系で変調度を測定しても、基準光学系での変調度に変換できるという特有の効果をもつ光情報媒体測定方法であって、多層ディスクの測定方法として有効である。

請求の範囲

[請求項1] 複数の情報層を有する多層構造の光情報媒体の変調度を測定する光情報媒体測定方法であって、
 測定光学系により前記光情報媒体の各層の変調度を測定する第1のステップと、
 前記光情報媒体の各層間の厚さを求める第2のステップと、
 前記光情報媒体の各層の反射率を求める第3のステップと、
 前記第1のステップで測定した各層の変調度を、前記第2のステップで求めた各層間の厚さと、前記第3のステップで求めた各層の反射率の値とを用いて、前記測定光学系とは異なる基準光学系における変調度に換算する第4のステップと、を含むことを特徴とする光情報媒体測定方法。

[請求項2] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、
 前記第1のステップで測定された第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の変調度を $m d_i$ とし、前記測定光学系での第 i 層の他層迷光量を $S S_i$ とし、
 前記基準光学系での第 i 層の他層迷光量を $S S n_i$ としたとき、
 前記第4のステップは、前記基準光学系での第 i 層の変調度 $m n_i$ を、

$$m n_i = m d_i \cdot (1 + S S_i) / (1 + S S n_i)$$
 として換算することを特徴とする請求項1記載の光情報媒体測定方法。

[請求項3] 前記測定光学系における受光部の面積を $S_{p,d}$ とし、前記測定光学系における検出系の倍率を M とし、前記測定光学系における規格化受光部サイズを S_d ($S_d = S_{p,d} / M^2$) とし、前記測定光学系における開口数を NA とし、
 前記第2のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$)

j , j は整数) の層間の厚さを d_{ij} とし、当該層間の屈折率を n とし、

前記第 3 のステップで得られる第 i 層の反射率を R_i とし、

θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、

前記測定光学系での第 i 層の他層迷光量 SS_i は、

$$SS_i = S_d \cdot \left[\sum R_j / \left\{ \pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2 \right\} \right] / R_i$$

(\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算)

であることを特徴とする請求項 2 記載の光情報媒体測定方法。

[請求項 4]

前記基準光学系における受光部の面積を $S_{n_{pd}}$ とし、前記基準光学系における検出系の倍率を M_n とし、前記基準光学系における規格化受光部サイズを S_{dn} ($S_{dn} = S_{n_{pd}} / M_n^2$) とし、

前記測定光学系における開口数を NA とし、

前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを d_{ij} とし、当該層間の屈折率を n とし、

前記第 3 のステップで得られる第 i 層の反射率を R_i とし、

θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、

前記基準光学系での第 i 層の他層迷光量 SS_{ni} は、

$$SS_{ni} = S_{dn} \cdot \left[\sum R_j / \left\{ \pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2 \right\} \right] / R_i$$

(\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算)

であることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の光情報媒体測定方法。

[請求項 5]

前記測定光学系における受光部の面積を S_{pd} とし、前記測定光学系における検出系の倍率を M とし、前記測定光学系における規格化受光部サイズを S_d ($S_d = S_{pd} / M^2$) とし、前記測定光学系におけ

る開口数をNAとし、

第*i*層 ($1 \leq i \leq N$, *i*は整数)の隣接層を第*j*層 ($j = i - 1$)
および第*k*層 ($k = i + 1$)とし、

前記第2のステップで得られる第*i*層と第*j*層との層間の厚さを d_{ij} とし、第*i*層と第*k*層との層間の厚さを d_{ik} とし、当該層間の屈折率を*n*とし、

前記第3のステップで得られる第*i*層の反射率を R_i とし、

θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす0から $\pi/2$ の間の値としたとき、

前記測定光学系での第*i*層の他層迷光量 SS_i は、

$$SS_i = S_d \cdot [R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} + R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_i$$

(但し、 $i = 1$ のとき、 $R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$

$i = N$ のとき、 $R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$

)

であることを特徴とする請求項2記載の光情報媒体測定方法。

[請求項6]

前記基準光学系における受光部の面積を $S_{n_{pd}}$ とし、前記基準光学系における検出系の倍率を*Mn*とし、前記基準光学系における規格化受光部サイズを S_{dn} ($S_{dn} = S_{n_{pd}} / Mn^2$)とし、

前記測定光学系における開口数をNAとし、

第*i*層 ($1 \leq i \leq N$, *i*は整数)の隣接層を第*j*層 ($j = i - 1$)
および第*k*層 ($k = i + 1$)とし、

前記第2のステップで得られる第*i*層と第*j*層との層間の厚さを d_{ij} とし、第*i*層と第*k*層との層間の厚さを d_{ik} とし、当該層間の屈折率を*n*とし、

前記第3のステップで得られる第*i*層の反射率を R_i とし、

θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす0から $\pi/2$ の間の値としたとき、

前記基準光学系での第 i 層の他層迷光量 SSn_i は、

$$SSn_i = Sdn \cdot [R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} + R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\}] / R_i$$

(但し、 $i = 1$ のとき、 $R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$

$i = N$ のとき、 $R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$

)

であることを特徴とする請求項 2 または 5 記載の光情報媒体測定方法。

[請求項 7] 前記第 2 のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、測定機で測定することを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れか 1 項に記載の光情報媒体測定方法。

[請求項 8] 前記第 2 のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、前記光情報媒体を作製する際の設計値とすることを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れか 1 項に記載の光情報媒体測定方法。

[請求項 9] 前記第 2 のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、前記光情報媒体を複数作製した際の平均値とすることを特徴とする請求項 1 ないし 6 の何れか 1 項に記載の光情報媒体測定方法。

[請求項 10] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、

第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、

前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを d_{ij} とし、当該層間の屈折率を n とし、

前記測定光学系における開口数を NA とし、

前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、

θ を、 $\sin \theta = NA / n$ の条件を満たす 0 から $\pi / 2$ の間の値としたとき、

前記第3のステップでは、

$$S_i = R_i + S d \cdot [\Sigma R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}]$$

(Σ はjについて、 $j \neq i$ の1~Nまでの整数の加算)

となるN個の方程式を立て、

前記 S_i についてのN個の方程式を R_i について解くことにより、反射率 R_i を求めることを特徴とする請求項1ないし9の何れか1項に記載の光情報媒体測定方法。

[請求項11]

前記光情報媒体はN層 ($2 \leq N$, Nは整数) の多層ディスクであり、

、

第i層 ($1 \leq i \leq N$, iは整数) の反射率を R_i とし、

第i層 ($1 \leq i \leq N$, iは整数) の隣接層を第j層 ($j = i - 1$)

および第k層 ($k = i + 1$) とし、

前記第2のステップで得られる第i層と第j層との層間の厚さを d_{ij} とし、第i層と第k層との層間の厚さを d_{ik} とし、当該層間の屈折率をnとし、

前記測定光学系における開口数をNAとし、

前記測定光学系で第i層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、

θ を、 $\sin \theta = NA / n$ の条件を満たす0から $\pi / 2$ の間の値としたとき、

前記第3のステップでは、

$$S_i = R_i + S d \cdot [R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} + R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\}]$$

(但し、 $i = 1$ のとき、 $R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$

$i = N$ のとき、 $R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$

)

となるN個の式を立て、

前記 S_i についてのN個の方程式を R_i について解くことにより反

射率 R_i を求めることを特徴とする請求項 1 ないし 9 の何れか 1 項に記載の光情報媒体測定方法。

- [請求項12] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、
- 第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、
- 前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i としたとき、
- 前記第 3 のステップでは、 $R_i = S_i$ と近似することを特徴とする請求項 1 ないし 9 の何れか 1 項に記載の光情報媒体測定方法。

- [請求項13] 複数の情報層を有する多層構造の光情報媒体の反射率差を測定する光情報媒体測定方法であって、
- 測定光学系により前記光情報媒体の各層を再生した際に得られる信号光量と入射光量の比である見かけの反射率を求める第 5 のステップと、
- 前記光情報媒体の各層間の厚さを求める第 2 のステップと、
- 前記光情報媒体の各層の反射率を求める第 3 のステップと、
- 前記第 5 のステップで測定した見かけの反射率と、前記第 2 のステップで求めた各層間の厚さと、前記第 3 のステップで求めた各層の反射率の値とを用いて、前記測定光学系とは異なる基準光学系における反射率差を換算する第 6 のステップと、を含むことを特徴とする光情報媒体測定方法。

- [請求項14] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、
- 前記基準光学系での第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_{n_i} とし、
- 前記第 6 のステップでは、第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) との反射率差 $\alpha_{n_{ij}}$ を、

$$\alpha n_{ij} = (S_{ni} - S_{nj}) / (S_{ni} + S_{nj})$$

として換算することを特徴とする請求項 13 記載の光情報媒体測定方法。

[請求項15] 前記第 2 のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、測定機で測定することを特徴とする請求項 13 または 14 記載の光情報媒体測定方法。

[請求項16] 前記第 2 のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、前記光情報媒体を作製する際の設計値とすることを特徴とする請求項 13 または 14 記載の光情報媒体測定方法。

[請求項17] 前記第 2 のステップで、前記光情報媒体の層間の厚さを、前記光情報媒体を複数作製した際の平均値とすることを特徴とする請求項 13 または 14 記載の光情報媒体測定方法。

[請求項18] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、

第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、

前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを d_{ij} とし、当該層間の屈折率を n とし、

前記測定光学系における開口数を NA とし、

前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、

θ を、 $\sin \theta = NA / n$ の条件を満たす 0 から $\pi / 2$ の間の値としたとき、

前記第 3 のステップでは、

$$S_i = R_i + S_d \cdot [\sum R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\}]$$

(\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算)

となる N 個の方程式を立て、

前記 S_i についての N 個の方程式を R_i について解くことにより、

反射率 R_i を求めることを特徴とする請求項13ないし17の何れか1項記載の光情報媒体測定方法。

[請求項19] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、

第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、

第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の隣接層を第 j 層 ($j = i - 1$) および第 k 層 ($k = i + 1$) とし、

前記第2のステップで得られる第 i 層と第 j 層との層間の厚さを d_{ij} とし、第 i 層と第 k 層との層間の厚さを d_{ik} とし、当該層間の屈折率を n とし、

前記測定光学系における開口数を NA とし、

前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、

θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、

前記第3のステップでは、

$$S_i = R_i + S_d \cdot [R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} + R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\}]$$

(但し、 $i = 1$ のとき、 $R_j / \{\pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$

$i = N$ のとき、 $R_k / \{\pi (2 \cdot d_{ik} \cdot \tan \theta)^2\} = 0$

)

となる N 個の式を立て、

前記 S_i についての N 個の方程式を R_i について解くことにより反射率 R_i を求めることを特徴とする請求項13ないし17の何れか1項に記載の光情報媒体測定方法。

[請求項20] 前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、

第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、

前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i としたとき、

前記第 3 のステップでは、 $R_i = S_i$ と近似することを特徴とする請求項 13 ないし 17 の何れか 1 項に記載の光情報媒体測定方法。

[請求項 21]

前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、

、

第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、

前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを d_{ij} とし、当該層間の屈折率を n とし、

前記測定光学系における開口数を NA とし、

前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、

θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、

前記第 3 のステップでは、換算係数 a_i を、

$$a_i = 1 + S d \cdot \left[\sum 1 / \{ \pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2 \} \right]$$

(\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算)

として、 $R_i = S_i / a_i$ と近似することを特徴とする請求項 1 記載の光情報媒体測定方法。

[請求項 22]

前記光情報媒体は N 層 ($2 \leq N$, N は整数) の多層ディスクであり、

、

第 i 層 ($1 \leq i \leq N$, i は整数) の反射率を R_i とし、

前記第 2 のステップで得られる第 i 層と第 j 層 ($1 \leq j \leq N$, $i \neq j$, j は整数) の層間の厚さを d_{ij} とし、当該層間の屈折率を n とし、

前記測定光学系における開口数を NA とし、

前記測定光学系で第 i 層に焦点を合わせたときの入射光量に対する

反射光量の比率である見かけの反射率を S_i とし、

θ を、 $\sin \theta = NA/n$ の条件を満たす 0 から $\pi/2$ の間の値としたとき、

前記第 3 のステップでは、換算係数 a_i を、

$$a_i = 1 + S_d \cdot \left[\sum 1 / \{ \pi (2 \cdot d_{ij} \cdot \tan \theta)^2 \} \right]$$

(\sum は j について、 $j \neq i$ の $1 \sim N$ までの整数の加算)

として、 $R_i = S_i / a_i$ と近似することを特徴とする請求項 13 記載の光情報媒体測定方法。

[請求項 23]

複数の情報層を有する多層構造の光情報媒体であって、

測定光学系により前記光情報媒体の各層の変調度を測定する第 1 のステップと、

前記光情報媒体の各層間の厚さを求める第 2 のステップと、

前記光情報媒体の各層の反射率を求める第 3 のステップと、

前記第 1 のステップで測定した各層の変調度を、前記第 2 のステップで求めた各層間の厚さと、前記第 3 のステップで求めた各層の反射率の値とを用いて、前記測定光学系とは異なる基準光学系における変調度に換算する第 4 のステップとを含む光情報媒体測定方法により測定される光情報媒体。

[請求項 24]

請求項 23 記載の光情報媒体に情報を記録する記録装置であって、

前記光情報媒体に光ビームを照射することにより情報を記録する記録装置。

[請求項 25]

請求項 23 記載の光情報媒体から情報を再生する再生装置であって、

、

前記光情報媒体に光ビームを照射することにより情報を再生する再生装置。

[図1]

図 1A

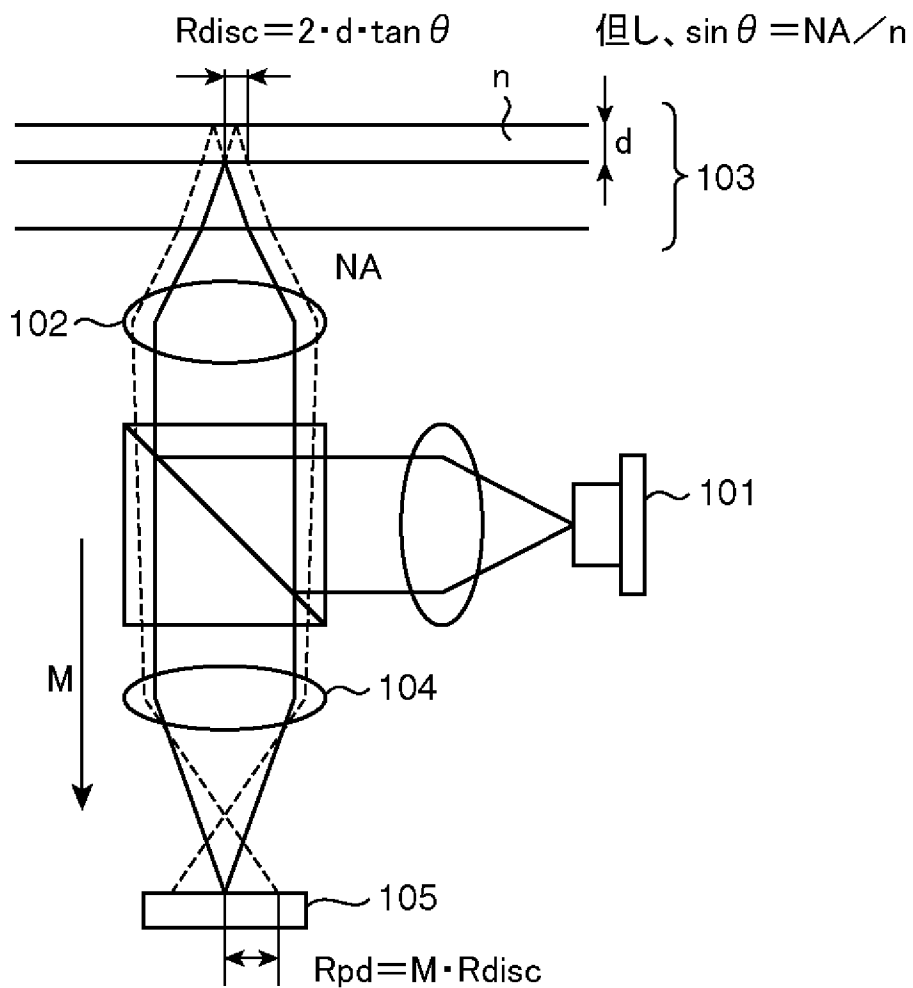
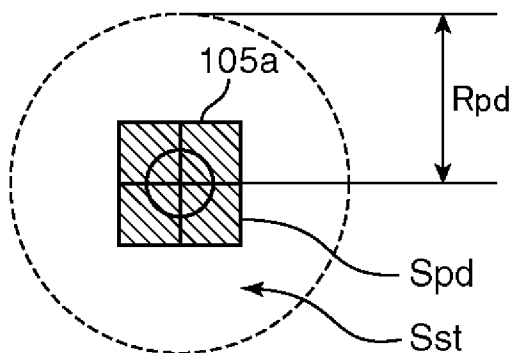
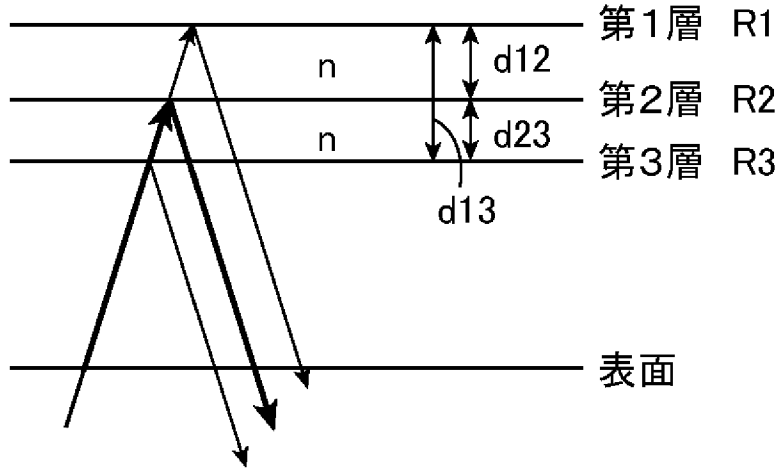


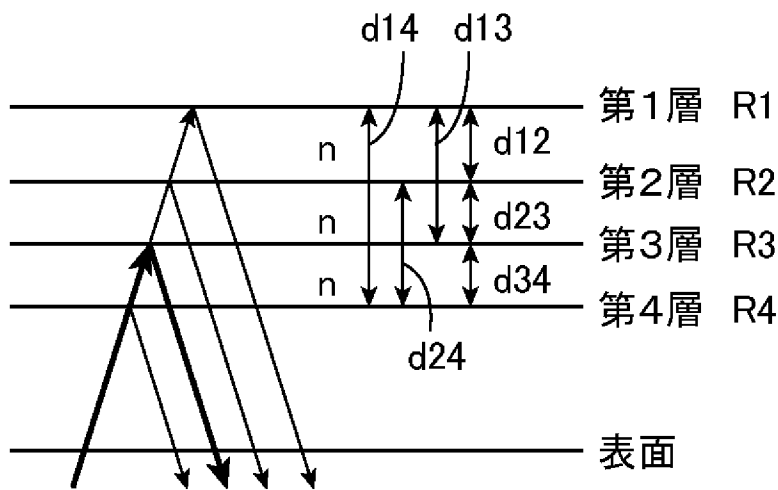
図 1B



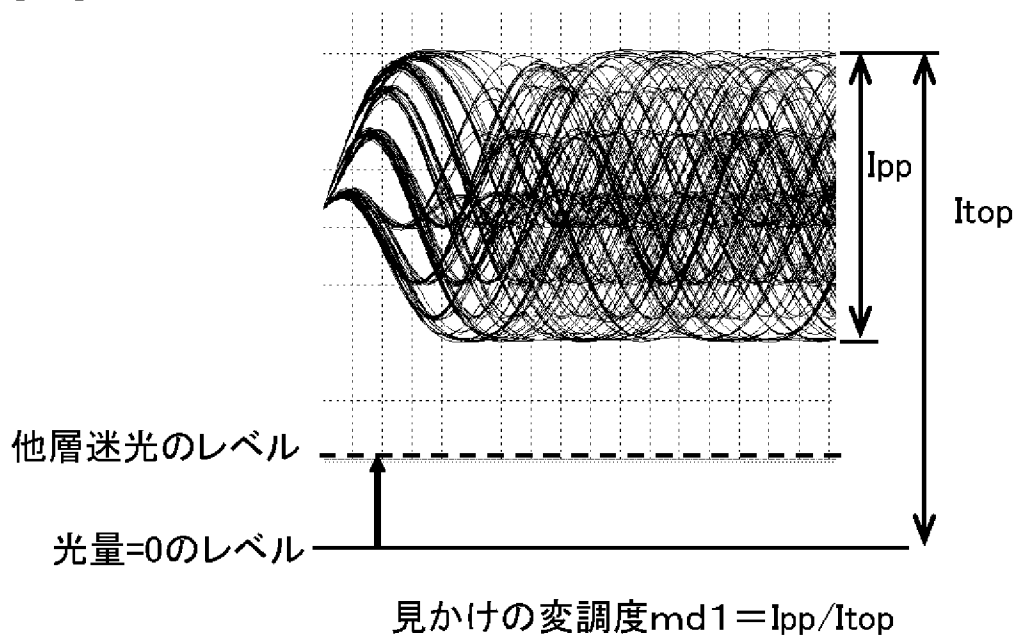
[図2]



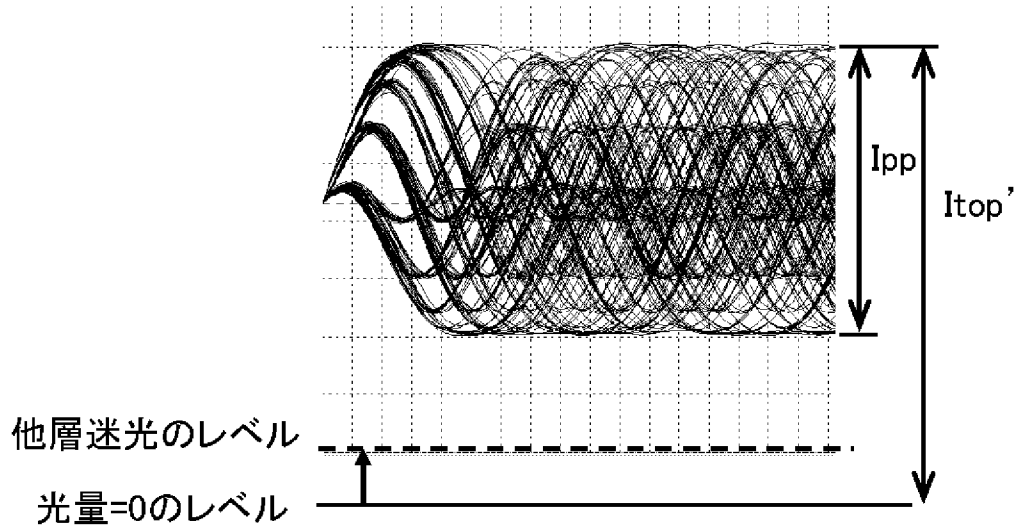
[図3]



[図4]

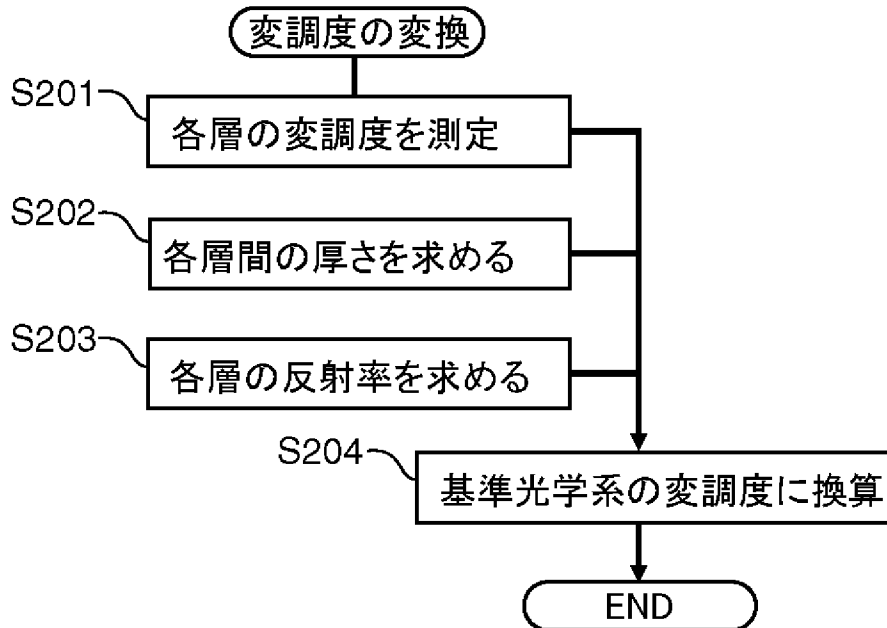


[図5]

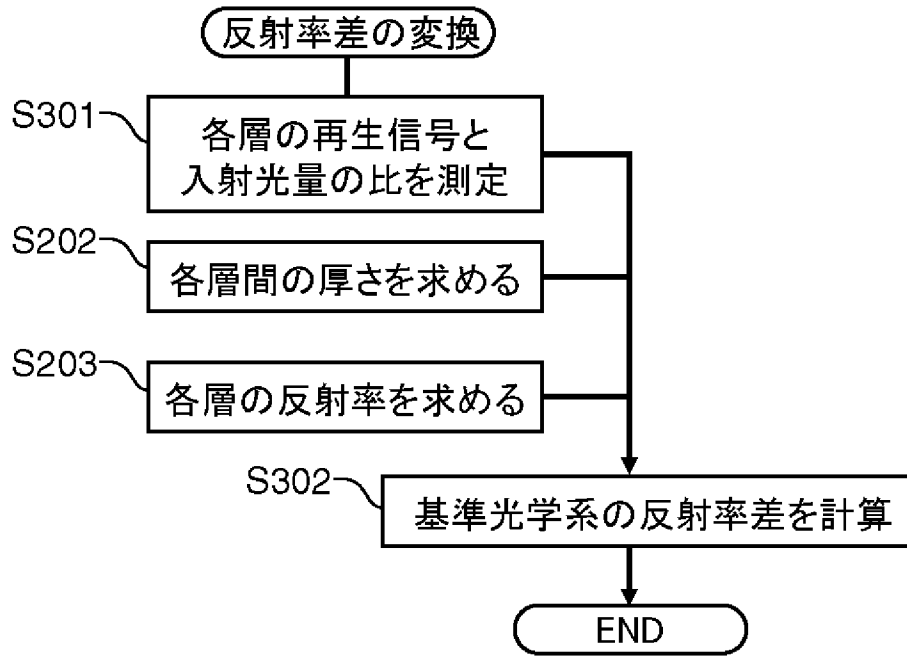


見かけの変調度 $mn1 = I_{pp}/I_{top}'$

[図6]



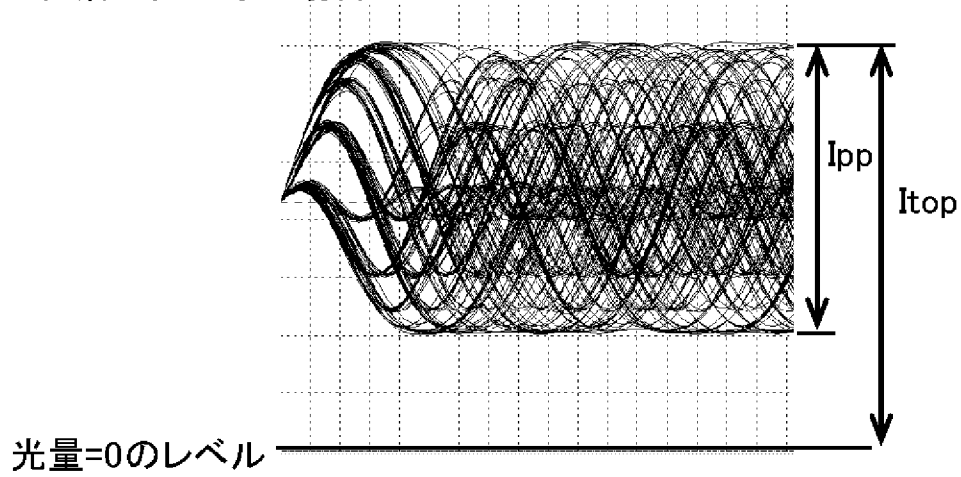
[図7]



[図8]

図 8A

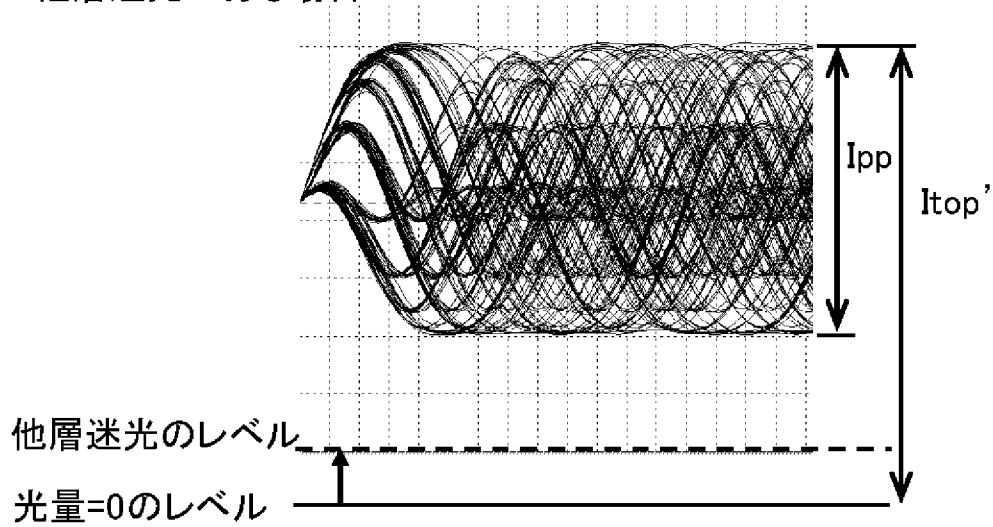
他層迷光がない場合



$$\text{変調度 } m = I_{pp} / I_{top}$$

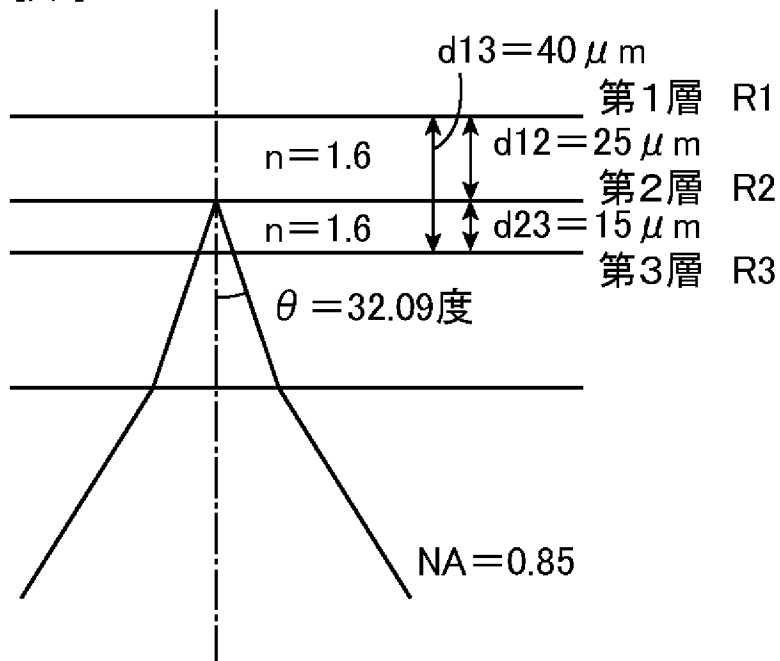
図 8B

他層迷光がある場合

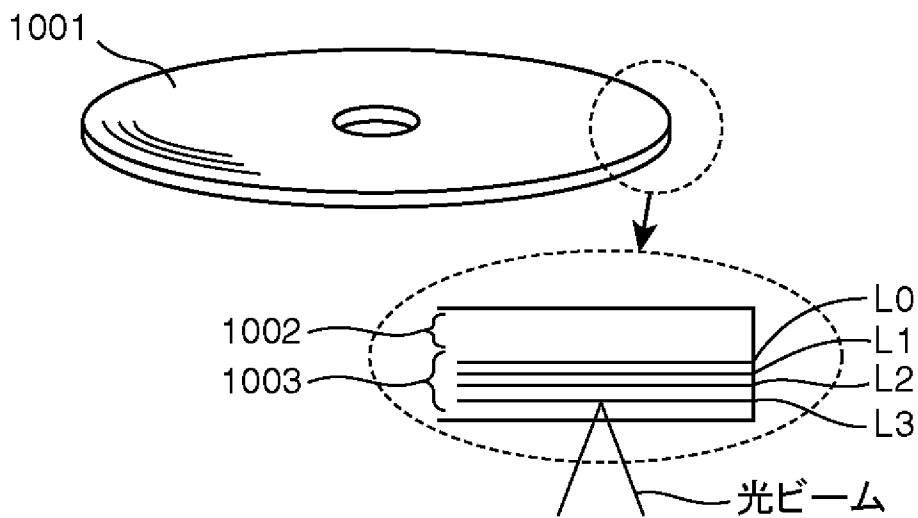


$$\text{見かけの変調度 } m_2 = I_{pp} / I_{top}' < m$$

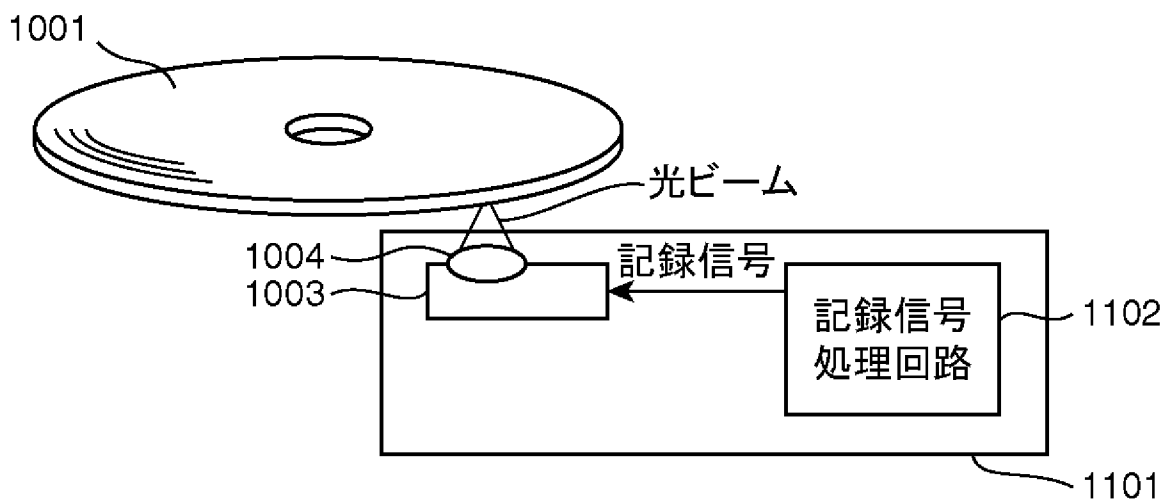
[図9]



[図10]

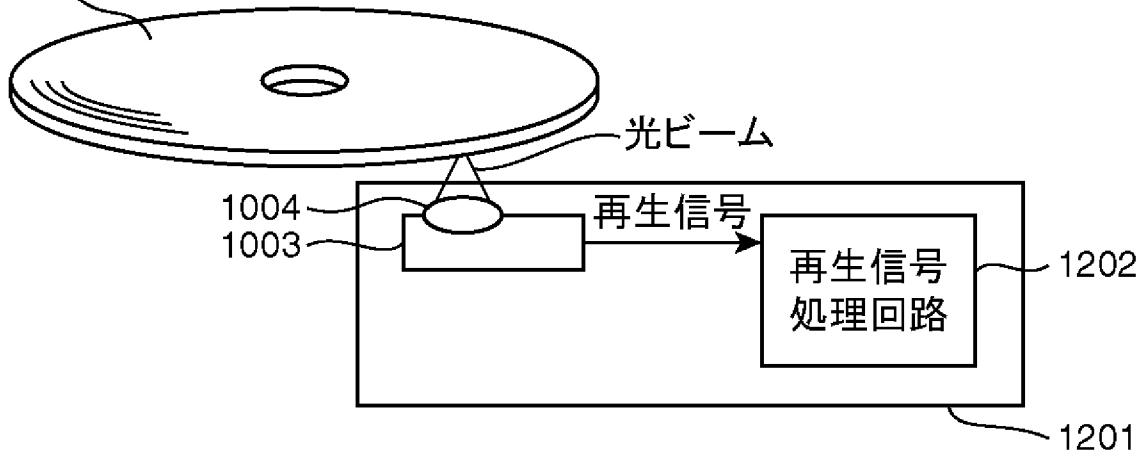


[図11]

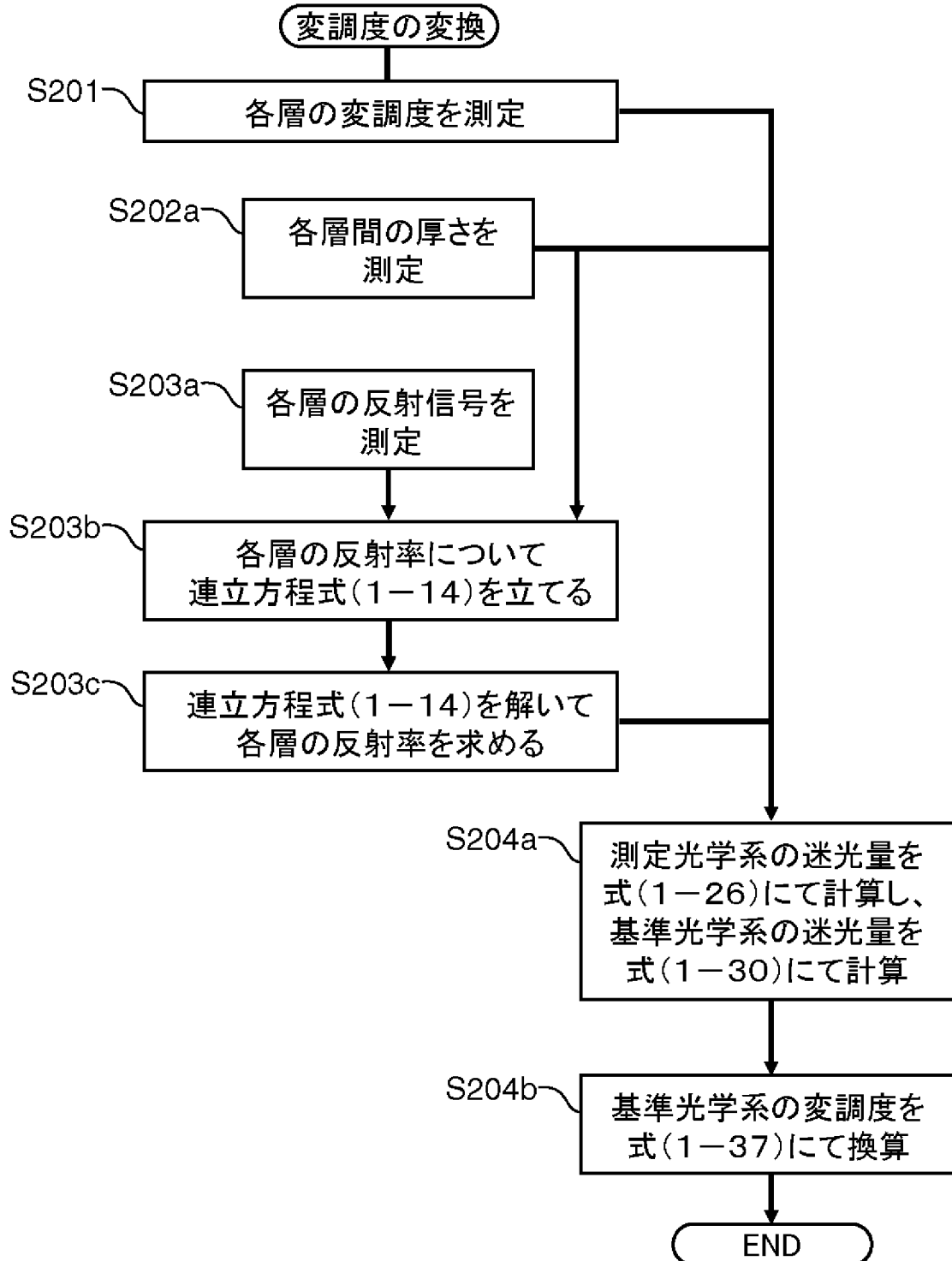


[図12]

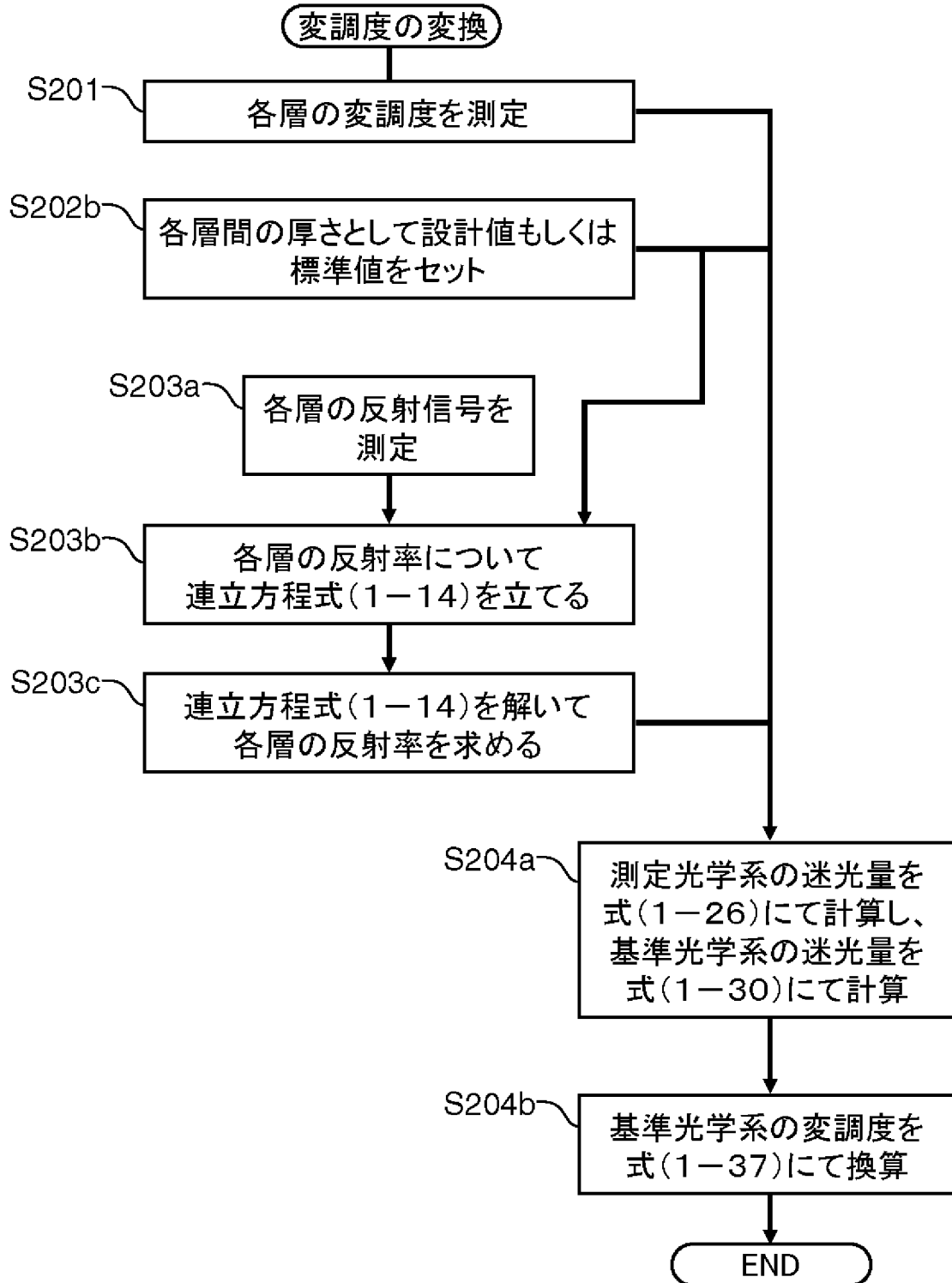
1001



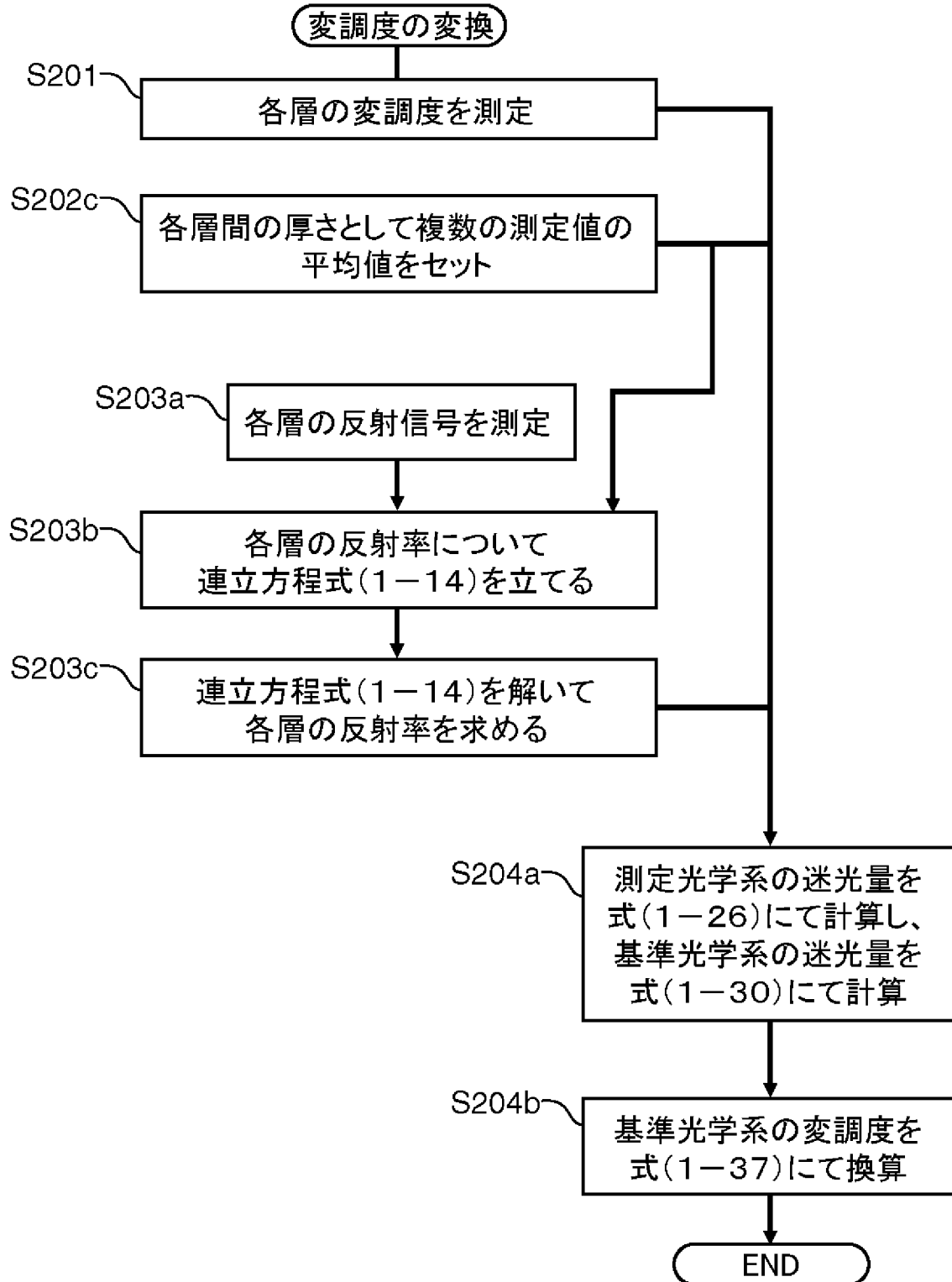
[図13]



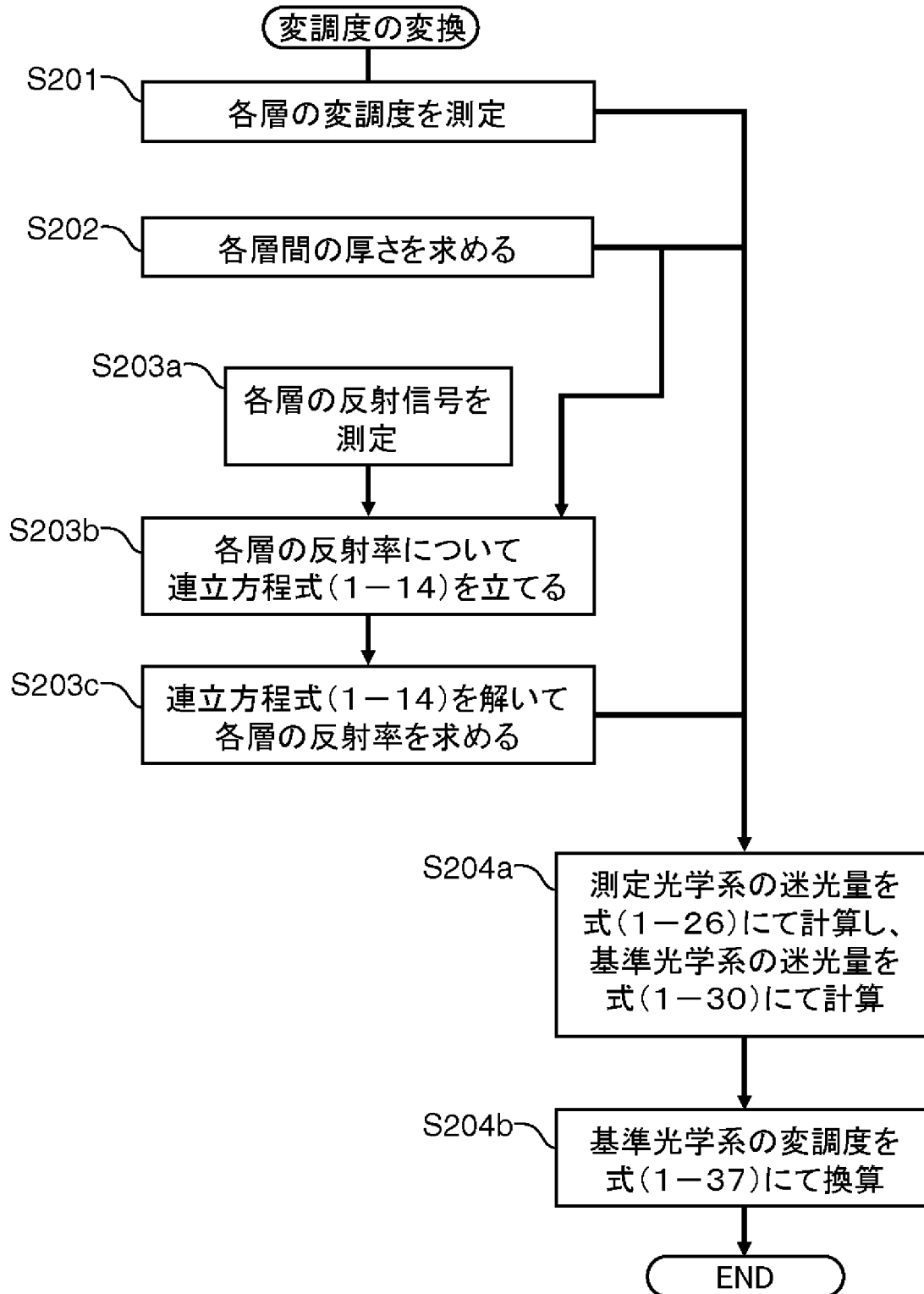
[図14]



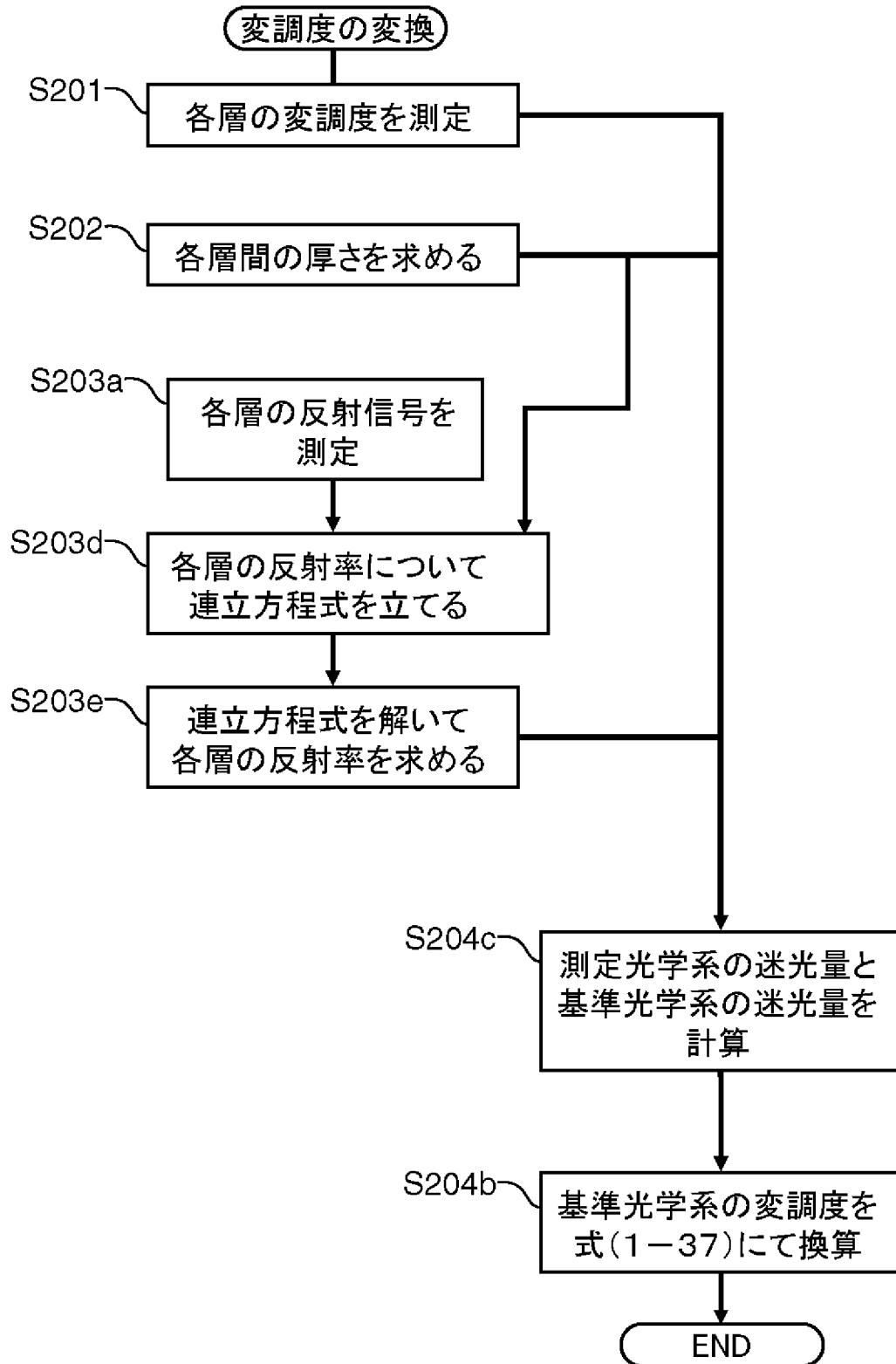
[図15]



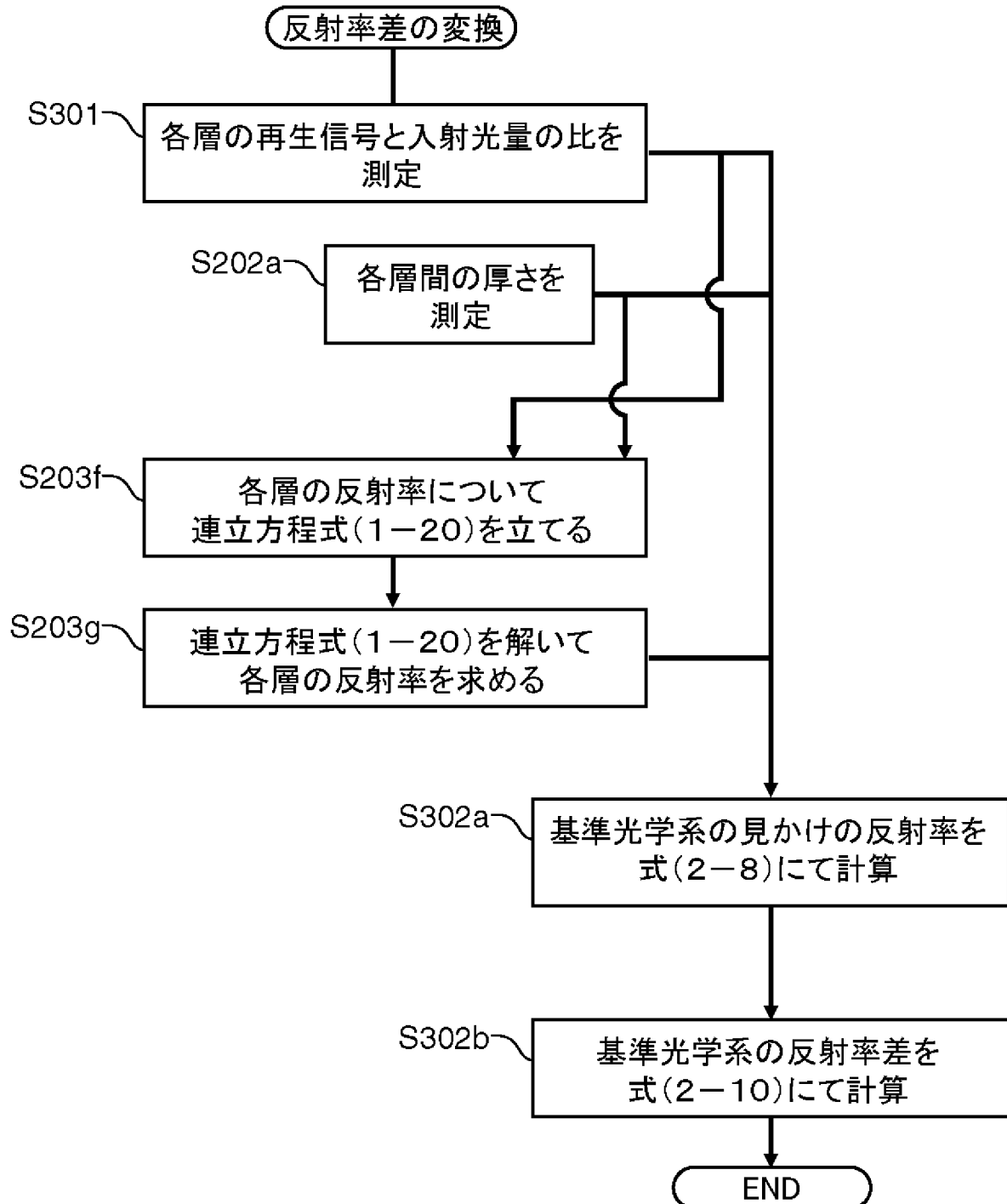
[図16]



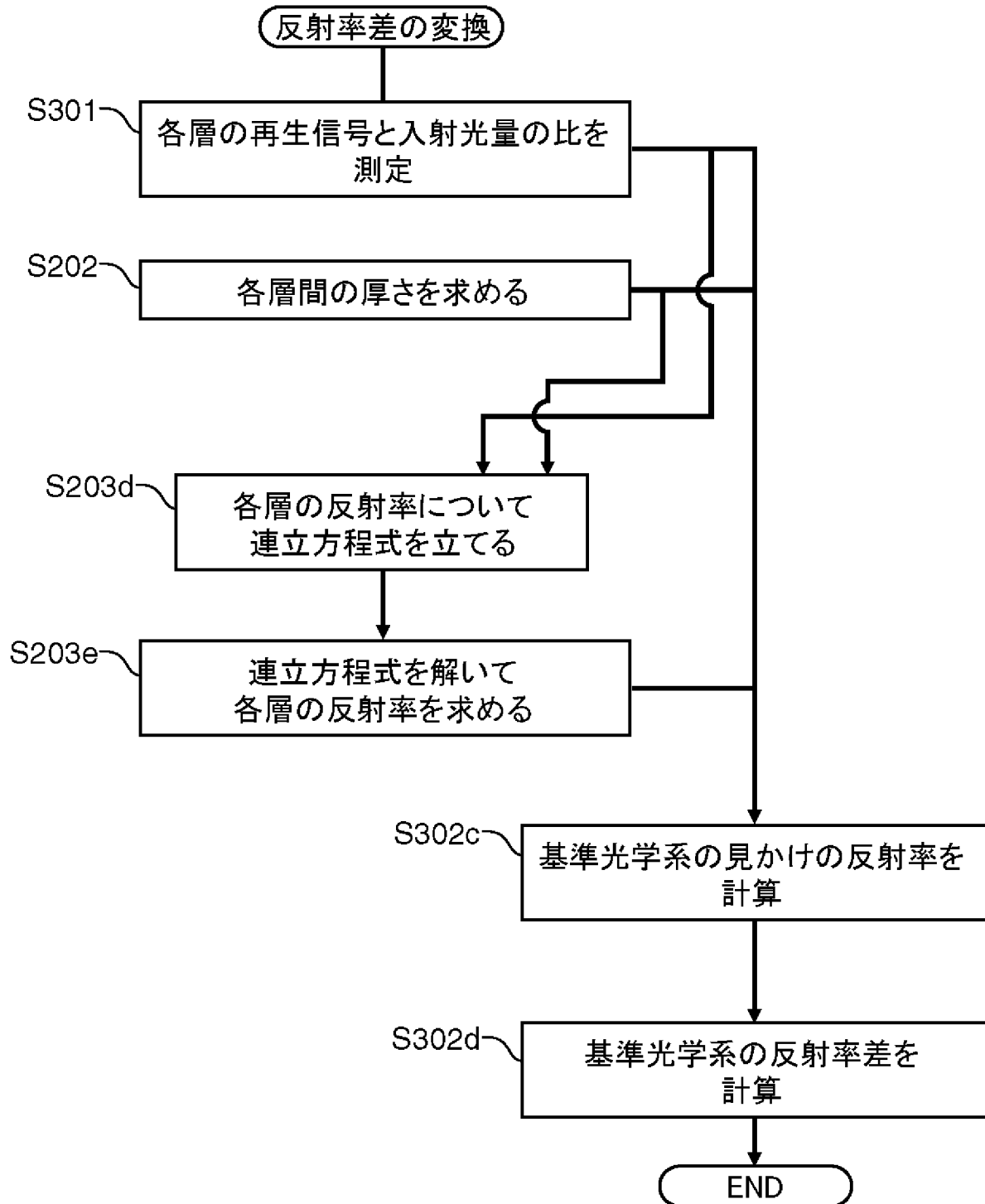
[図17]



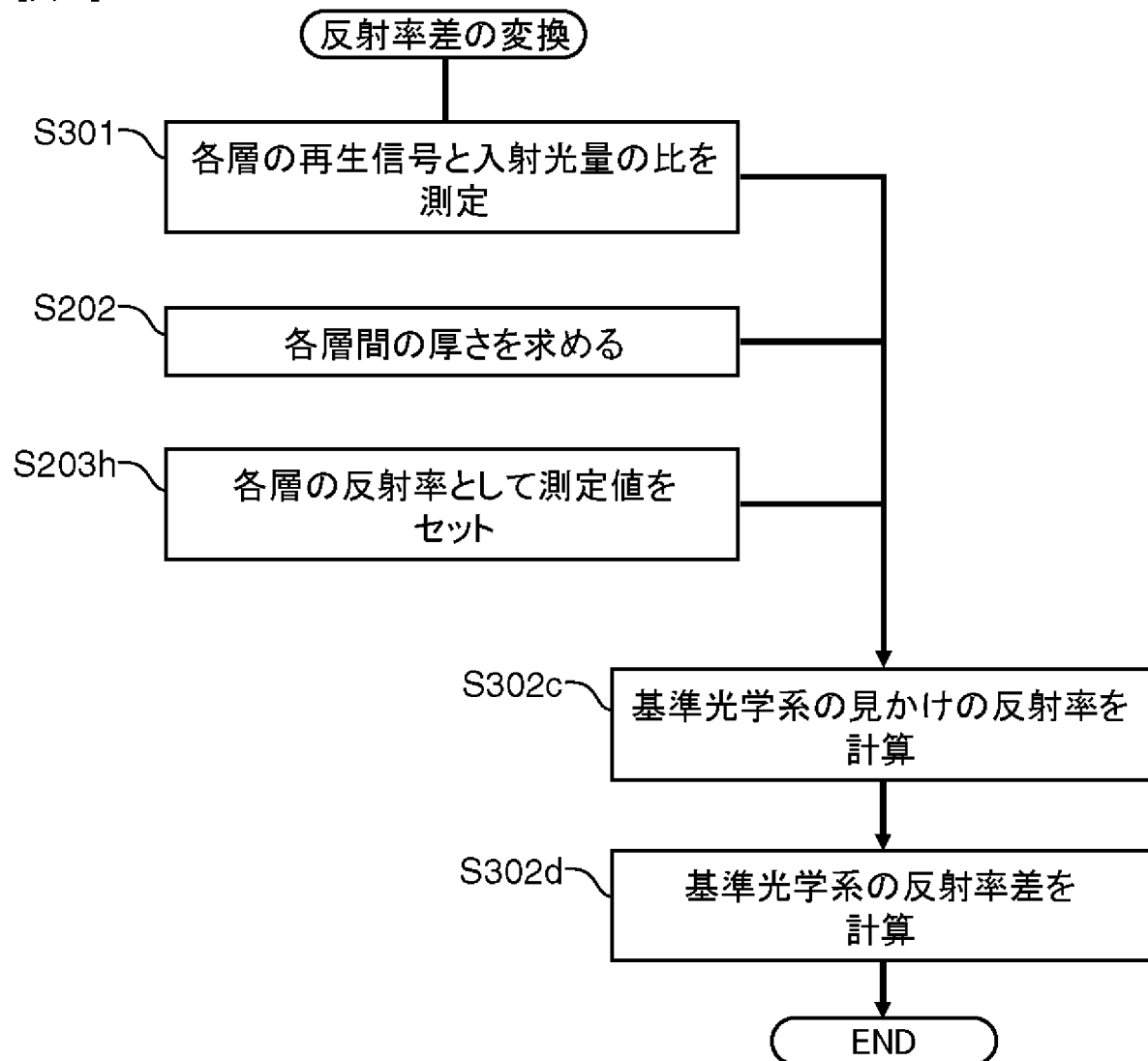
[図18]



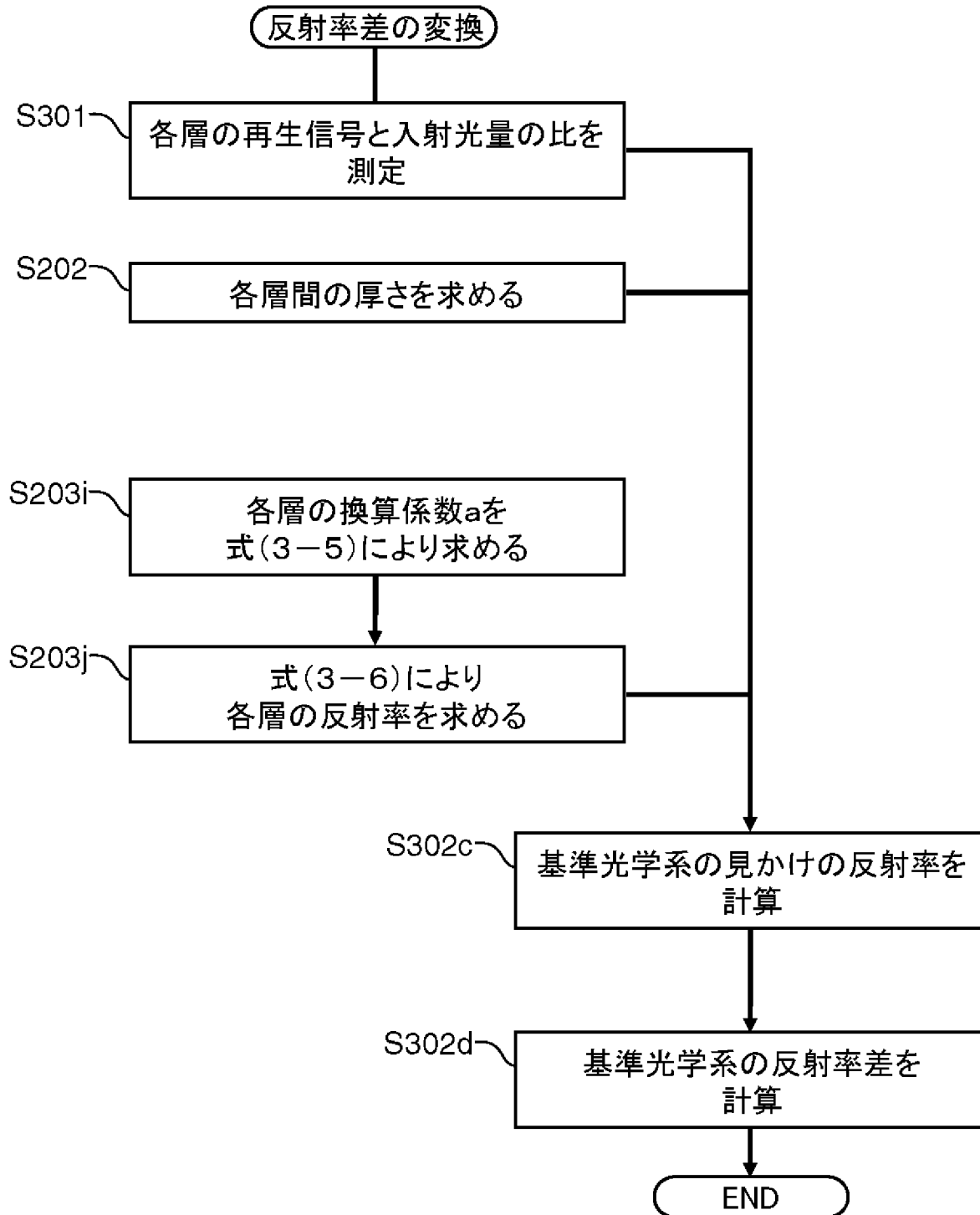
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/004562

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B7/26(2006.01) i, G11B7/005(2006.01) i, G11B7/24(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)

G11B7/26, G11B7/005, G11B7/24

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2007-272992 A (Toshiba Corp.), 18 October 2007 (18.10.2007), entire text; all drawings & US 2007/0097808 A1 & EP 1785988 A2 & KR 10-2007-0047728 A	1-25
A	JP 2007-305292 A (Hitachi, Ltd.), 22 November 2007 (22.11.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2006-127636 A (TDK Corp.), 18 May 2006 (18.05.2006), entire text; all drawings & US 2006/0092821 A1 & EP 1653454 A2 & DE 602005007988 D & CN 1783239 A & AT 400873 T	1-25

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
11 November, 2009 (11.11.09)

Date of mailing of the international search report
24 November, 2009 (24.11.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/004562

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 2006-40342 A (Ricoh Co., Ltd.), 09 February 2006 (09.02.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2008-27481 A (Toshiba Corp.), 07 February 2008 (07.02.2008), entire text; all drawings & US 2008/0019261 A1 & CN 101110239 A	1-25
A	JP 2008-287847 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 27 November 2008 (27.11.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2007-257759 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 October 2007 (04.10.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G11B7/26(2006.01)i, G11B7/005(2006.01)i, G11B7/24(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. G11B7/26, G11B7/005, G11B7/24

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 1971-2009年
 日本国実用新案登録公報 1996-2009年
 日本国登録実用新案公報 1994-2009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
A	JP 2007-272992 A (株式会社東芝) 2007. 10. 18, 全文, 全図 & US 2007/0097808 A1 & EP 1785988 A2 & KR 10-2007-0047728 A	1-25
A	JP 2007-305292 A (株式会社日立製作所) 2007. 11. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2006-127636 A (TDK株式会社) 2006. 05. 18, 全文, 全図 & US 2006/0092821 A1 & EP 1653454 A2 & DE 602005007988 D & CN 1783239 A & AT 400873 T	1-25

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。

<p>* 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</p>	<p>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</p>
---	---

国際調査を完了した日 11. 11. 2009	国際調査報告の発送日 24. 11. 2009
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) 中野 和彦 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 請求項の番号
A	JP 2006-40342 A (株式会社リコー) 2006.02.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2008-27481 A (株式会社東芝) 2008.02.07, 全文, 全図 & US 2008/0019261 A1 & CN 101110239 A	1-25
A	JP 2008-287847 A (日立マクセル株式会社) 2008.11.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2007-257759 A (松下電器産業株式会社) 2007.10.04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25