

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5406134号
(P5406134)

(45) 発行日 平成26年2月5日(2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月8日(2013.11.8)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B	7/24038	(2013.01)	G 11 B	7/24	5 2 2 P
G 11 B	7/244	(2006.01)	G 11 B	7/24	5 1 6
G 11 B	7/241	(2006.01)	G 11 B	7/24	5 3 3 A
G 11 B	7/24035	(2013.01)	G 11 B	7/24	5 2 2 A
G 11 B	7/24	(2013.01)	G 11 B	7/24	5 3 5 C

請求項の数 8 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2010-158585 (P2010-158585)

(22) 出願日

平成22年7月13日(2010.7.13)

(65) 公開番号

特開2012-22738 (P2012-22738A)

(43) 公開日

平成24年2月2日(2012.2.2)

審査請求日

平成24年12月12日(2012.12.12)

(73) 特許権者 306037311

富士フィルム株式会社

東京都港区西麻布2丁目26番30号

(74) 代理人 100116034

弁理士 小川 啓輔

(74) 代理人 100144624

弁理士 稲垣 達也

(72) 発明者 北原 淑行

神奈川県小田原市扇町2丁目12番1号

富士フィルム株式会社内

審査官 中野 和彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光情報記録媒体およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

記録光の照射により屈折率が変化する複数の記録層と、当該複数の記録層の間に設けられる中間層とを備えた光情報記録媒体であつて、

前記中間層は、

前記記録層に対し記録光が入射される側とは反対側で隣接する第1中間層と、

前記記録層に対し記録光が入射される側で隣接する第2中間層とを備え、

前記第1中間層は、前記記録層と異なる屈折率を有し、

前記第2中間層は、前記記録層と略同一の屈折率を有し、

前記第1中間層と前記第2中間層との界面は、前記第1中間層と前記第2中間層が混じり合うことで当該界面における記録再生光の反射が生じない程度に徐々に屈折率が変化していることを特徴とする光情報記録媒体。 10

【請求項 2】

前記記録層は、色素を含有する樹脂からなり、

前記第1中間層および前記第2中間層は、前記記録光に対し透明な樹脂からなることを特徴とする請求項1に記載の光情報記録媒体。

【請求項 3】

前記記録層の屈折率をn1、前記第1中間層の屈折率をn2として、

$$0.001 < ((n_2 - n_1) / (n_2 + n_1))^2 < 0.04$$

を満たすことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光情報記録媒体。 20

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の光情報記録媒体の製造方法であって、記録層形成面に対し、記録層の材料を塗布する第 1 工程と、前記記録層を硬化させる第 2 工程と、前記記録層の上に、第 2 中間層の材料を塗布する第 3 工程と、前の工程で塗布した第 2 中間層を硬化させる前または一部硬化させた後に第 1 中間層の材料を塗布する第 4 工程と、前記第 1 中間層および前記第 2 中間層を硬化させる第 5 工程とを有し、前記各工程を繰り返し行うことを特徴とする、光情報記録媒体の製造方法。

【請求項 5】

10

前記第 3 工程と前記第 4 工程の間に、前記第 2 中間層を硬化させる第 6 工程と、前記第 2 中間層の上に第 2 中間層の材料を塗布する第 7 工程とを有することを特徴とする請求項 4 に記載の光情報記録媒体の製造方法。

【請求項 6】

前記記録層の塗布、前記第 1 中間層の塗布および前記第 2 中間層の塗布は、スピンドルにより行うことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の光情報記録媒体の製造方法。

【請求項 7】

20

前記記録層の材料、前記第 1 中間層の材料および前記第 2 中間層の材料として光硬化性樹脂を含み、前記第 2 工程および前記第 5 工程においては、光を照射することで前記記録層の材料、前記第 1 中間層の材料および前記第 2 中間層の材料を硬化させることを特徴とする請求項 4 に記載の光情報記録媒体の製造方法。

【請求項 8】

前記記録層の材料、前記第 1 中間層の材料および前記第 2 中間層の材料として光硬化性樹脂を含み、前記第 2 工程、前記第 6 工程および前記第 5 工程においては、光を照射することで前記記録層の材料、前記第 1 中間層の材料および前記第 2 中間層の材料を硬化させることを特徴とする請求項 5 に記載の光情報記録媒体の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0001】

本発明は、光情報記録媒体およびその製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、光情報記録媒体に多層に情報を記録するため、2 光子吸収などの多光子吸収反応を用いて光情報記録媒体中の記録材料に光学的变化を起こさせる方法が研究されている（例えば、特許文献 1）。多光子吸収反応を用いた光情報記録媒体は、従来から広く用いられている単層の光情報記録媒体と同様に、情報の再生時に記録層の上下の両界面で反射した反射光同士が干渉すること（干渉効果という）を考慮し、記録部分と未記録部分の反射率（記録層の上下の両界面での反射光同士が干渉後、光ピックアップへ戻ってくる光の割合）の差が大きくなるように、記録部分の記録材料の屈折率変化と記録層の厚さが設定されている。特許文献 1 の情報記録媒体においても、同文献の図 2 に示すように膜厚と反射率の関係が考慮され、再生光波長を λ 、記録層の屈折率を n として、記録層厚さを $d = \lambda / 4n$ 程度や、より薄い $15 \sim 50 \text{ nm}$ 程度にするとよいとされている（段落 0062）。

40

【0003】

また、このように干渉効果を利用しない場合として、特許文献 2 に開示されたように、記録層の下に蛍光発光層を設け、この蛍光発光層で発した光を、記録層を通して検出することで、情報を読み取る構成とするものも知られている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

50

【0004】

【特許文献1】特許第4290650号公報

【特許文献2】特開2001-325745号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献1のように、再生時に記録層の両界面での反射光の干渉効果を利用する場合、記録層が設計値通りの膜厚に製造されないと良好な変調度が得られないので、膜厚の精度が要求され、光情報記録媒体の製造コストが嵩むという問題がある。

【0006】

また、特許文献2のように、蛍光発光をベース光として、このベース光がどれだけ光検出器に戻ってくるかの強弱で変調を得ようとすると、蛍光発光自体が非常に微弱であるため、良好な再生出力が得にくいという問題がある。

【0007】

そこで、本発明は、記録層の膜厚に関して高い精度が要求されず、かつ、良好な再生出力を得ることができる光情報記録媒体およびその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記した課題を解決するため、本発明は、記録光の照射により屈折率が変化する複数の記録層と、当該複数の記録層の間に設けられる中間層とを備えた光情報記録媒体であって、前記中間層は、前記記録層に対し記録光が入射される側とは反対側で隣接する第1中間層と、前記記録層に対し記録光が入射される側で隣接する第2中間層とを備え、前記第1中間層は、前記記録層と異なる屈折率を有し、前記第2中間層は、前記記録層と略同一の屈折率を有し、前記第1中間層と前記第2中間層との界面は、前記第1中間層と前記第2中間層が混じり合うことで当該界面における記録再生光の反射が生じない程度に徐々に屈折率が変化していることを特徴とする。

【0009】

このような光情報記録媒体によれば、記録層に光を照射して、後述するように記録層にレンズ効果を持たせるように屈折率を変化させると、再生時において、読出光（再生時に照射する光）の照射側から見て、記録層と当該記録層の奥側に隣接する第1中間層との界面（本明細書において「奥側界面」という。）においては読出光が反射するが、記録層と当該記録層の手前側に隣接する第2中間層との界面（本明細書において「前側界面」という。）においては読出光が反射しない。また、第1中間層と第2中間層との界面（本明細書において「中間界面」という。）においても読出光は反射しない。このため、前側界面や中間界面における反射が、奥側界面による反射光の検出を阻害しないので、高いS/N比で情報を読み取ることが可能となる。

【0010】

前記した光情報記録媒体において、前記記録層は、色素を含有する樹脂からなり、前記第1中間層および前記第2中間層は、前記記録光に対し透明な樹脂からなる構成とすることができる。

【0011】

また、光情報記録媒体は、前記記録層の屈折率をn₁、前記第1中間層の屈折率をn₂として、 $0.001 < ((n_2 - n_1) / (n_2 + n_1))^2 < 0.04$ を満たすことが望ましい。

【0012】

このように、 $((n_2 - n_1) / (n_2 + n_1))^2$ つまり、反射率が0.001より大きいことで、奥側界面での反射光強度を確保して、情報の再生を可能にするとともに、反射率が0.04より小さいことで、奥側界面での反射光強度を適度に小さくして、より奥側の記録層に記録光および読出光を到達させることを可能にし、記録層を多数設けて高容量化を図ることができる。

10

20

30

40

50

【0013】

また、本発明の光情報記録媒体では、前側界面や中間界面での反射が実質的に無いことで、前側界面の反射、奥側界面の反射および中間界面の反射を合わせた反射率を一定とする条件の下では、前側界面や中間界面での反射が起こる場合に比較して、奥側界面の反射率を大きめに設定することができ、情報の再生時に高いS/N比を確保することができる。

【0014】

前記した各光情報記録媒体の製造方法は、記録層形成面に対し、記録層の材料を塗布する第1工程と、前記記録層を硬化させる第2工程と、前記記録層の上に、第2中間層の材料を塗布する第3工程と、前の工程で塗布した第2中間層を硬化させる前または一部硬化させた後に第1中間層の材料を塗布する第4工程と、前記第1中間層および前記第2中間層を硬化させる第5工程とを有し、前記各工程を繰り返し行うことを特徴とする。10

【0015】

このように記録層を硬化させた後に、記録層の上に第2中間層の材料を塗布するので、前側界面は記録層と第2中間層がはっきりとした界面となるが、記録層と第2中間層の屈折率は略同一なので、前側界面における反射を抑えることができる。また、塗布した第2中間層を硬化させる前または一部硬化させた後に、第1中間層の材料を塗布することで、第2中間層の材料と第1中間層の材料とが、拡散して僅かに混ざり合う。そして、この混じり合った状態で第1中間層と第2中間層を同時に硬化させることで、中間界面において第2中間層と第1中間層が混じり合った状態を形成することができる。これにより、中間界面における反射を抑えることができる。さらに、前記各工程を繰り返し行うので、既に硬化した第1中間層の上に記録層が塗布され、奥側界面は第1中間層と記録層が混じり合わず、はっきりとした界面となる。これにより、奥側界面における反射を発生させることができる。20

【0016】

前記した製造方法は、前記第3工程と前記第4工程の間に、前記第2中間層を硬化させる第6工程と、前記第2中間層の上に第2中間層の材料を塗布する第7工程とを有してもよい。

【0017】

前記した製造方法においては、前記記録層の塗布、前記第1中間層の塗布および前記第2中間層の塗布は、スピンドルコートにより行うことができる。30

【0018】

前記した製造方法においては、前記記録層の材料、前記第1中間層の材料および前記第2中間層の材料として光硬化性樹脂を含み、前記第2工程および前記第5工程においては、光を照射することで前記記録層の材料、前記第1中間層の材料および前記第2中間層の材料を硬化させることができる。同様に、前記第6工程においても、光を照射することで前記第2中間層の材料を硬化させることができる。

【発明の効果】**【0019】**

本発明によれば、前側界面や中間界面における反射を実質的に無くして、高いS/N比で情報を再生することができる。40

【図面の簡単な説明】**【0020】**

【図1】多層光情報記録媒体の断面図である。

【図2】記録層の厚さと変調度の関係を示すグラフである。

【図3】記録スポットの平面的な図である。

【図4】d / λ と変調度の関係を示すグラフである。

【図5】記録時の焦点位置と記録スポットの形成を説明する図である。

【図6】再生時の焦点位置と記録スポットにおけるレンズ効果を説明する図である。

【図7】再生時の焦点位置と非記録位置における読み出光の反射を説明する図である。50

【図8】光情報記録媒体の製造方法を説明する図(a)～(c)である。

【図9】光情報記録媒体の製造方法を説明する図(a)および(b)である。

【図10】光情報記録媒体の製造方法を説明する図(a)および(b)である。

【図11】変形例における再生時のレンズ効果を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

次に、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

本発明の一実施形態に係る光情報記録媒体10は、図1に示すように、基板11と、サーボ信号層12と、複数の記録層14と、複数の中間層15と、カバー層16とを備えてなる。

10

【0022】

基板11は、記録層14などを支持するための支持体であり、一例としてポリカーボネートの円板などからなる。基板11の材質や厚さは特に限定されない。

【0023】

サーボ信号層12は、記録層14および中間層15を基板11に保持させるための粘着性または接着性の樹脂材料からなり、基板11側の面に予め凹凸または屈折率の変化によりサーボ信号が記録された層である。ここでのサーボ信号は、記録時および再生時のフォーカスの基準面であることを記録再生装置が認識できるように予め設定された信号である。所定の記録層14に焦点を合わせる場合には、この基準面からの距離や、界面の数を考慮して焦点を制御する。また、記録時および再生時に円周方向に並んだ記録スポットのトラックに正確にレーザ光を照射できるようにトラッキング用のサーボ信号または溝を設けておくとよい。なお、サーボ信号層12の有無は任意である。

20

【0024】

記録層14は、情報が光学的に記録される感光材料からなる層であり、記録光(記録用の照射光)の照射により屈折率が変化するものを用いる。屈折率の変化は、記録光の照射により、屈折率が小さい状態から大きい状態になるのでもよいし、逆に大きい状態から小さい状態になるのでもよい。ここでは、記録層14は、一例として、記録光の照射により屈折率が小さくなる記録材料を用いることとする。記録層14の材料としては、記録層14に適度な厚みを持たせ、また、色素が光を吸収した結果発生した熱により屈折率を変化させるため、記録光を1光子吸収または多光子吸収する色素を含有する樹脂からなることが望ましい。このような色素を含有する樹脂としては、例えば、色素を高分子バインダーに分散させたものを用いることができる。高分子バインダーとしては、ポリ酢酸ビニル(PVAc)、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、ポリカーボネート(PC)、ポリスチレン(PS)、ポリビニルアルコール(PVA)などを用いることができる。また、本実施形態では、記録層14の材料として、高分子バインダーの一部に光(紫外線)の照射により硬化する光硬化性樹脂(UV硬化樹脂)を含んでいる。

30

【0025】

上記記録光を吸収する色素としては、例えば、ヒートモード型記録材料として従来用いられていた色素を用いることができる。例えば、フタロシアニン系化合物、アゾ化合物、アゾ金属錯体化合物、メチン色素(シアニン系化合物、オキソノール系化合物、スチリル色素、メロシアニン色素)を用いることができる。また、多層の記録層を有する記録媒体において記録再生時における隣接記録層への影響を最小限にするためには、前記記録光を吸収する色素として、多光子吸収色素を用いることが望ましく、多光子吸収色素は、例えば、読出光の波長に線形吸収帯を持たない2光子吸収化合物であることが好ましい。

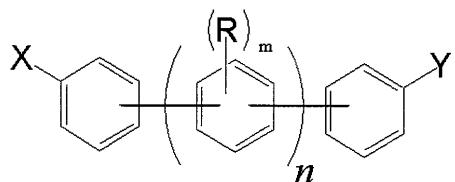
40

【0026】

2光子吸収化合物としては、読出光の波長に線形吸収帯を持たないものであれば、特に限定されないが、例えば、下記一般式(1)で表される構造を有する化合物が挙げられる。

【化1】

一般式(1)



【0027】

10

(一般式(1)中、XおよびYはハメットのシグマパラ値(p 値)が共にゼロ以上の値を有する置換基を表し、同一でもそれぞれ異なってもよく、nは1~4の整数を表し、Rは置換基を表し、同一でもそれぞれ異なってもよく、mは0~4の整数を表す。)

【0028】

一般式(1)中、XおよびYはハメット式における p 値が正の値を取るもの、所謂電子吸引性の基を指し、好ましくは例えばトリフルオロメチル基、ヘテロ環基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、スルファモイル基、カルバモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アルコキシカルボニル基、などが挙げられ、より好ましくはトリフルオロメチル基、シアノ基、アシル基、アシルオキシ基、またはアルコキシカルボニル基であり、最も好ましくはシアノ基、ベンゾイル基である。これらの置換基のうち、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、スルファモイル基、カルバモイル基、アシル基、アシルオキシ基、およびアルコキシカルボニル基は、溶媒への溶解性の付与等の他、様々な目的で、更に置換基を有してもよく、置換基としては、好ましくは、アルキル基、アルコキシ基、アルコキシアルキル基、アリールオキシ基、などが挙げられる。

20

【0029】

nは1以上4以下の整数を表し、より好ましくは2または3であり、最も好ましくは2である。nが5以上になるほど、線形吸収が長波長側に出てくるようになり、700 nmよりも短波長の領域の記録光を用いての非共鳴2光子吸収記録ができなくなる。

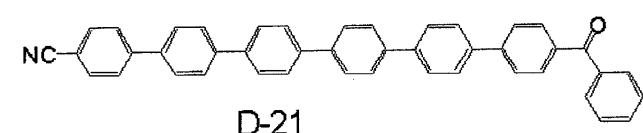
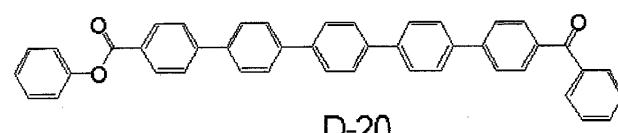
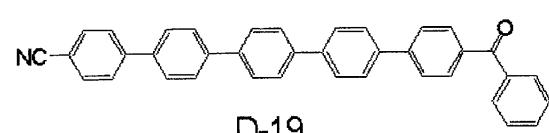
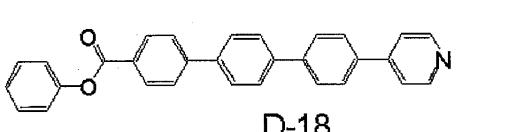
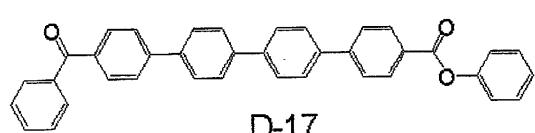
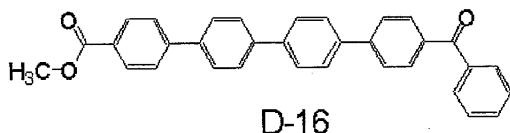
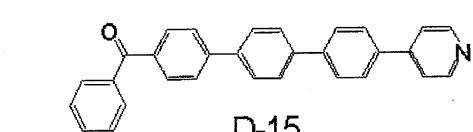
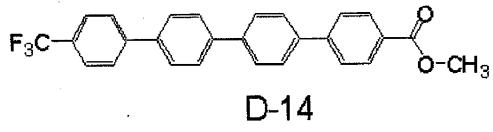
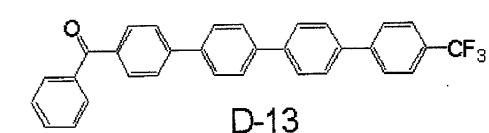
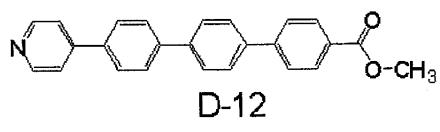
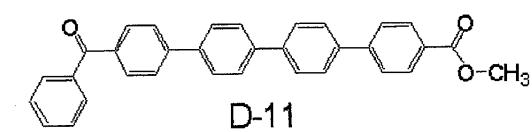
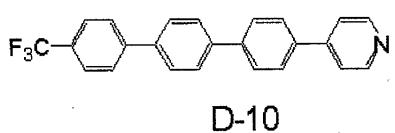
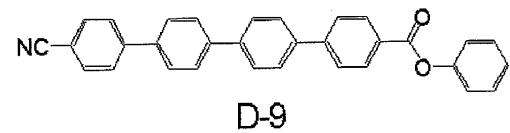
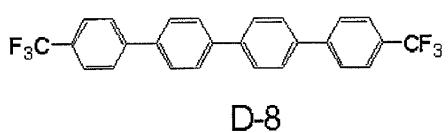
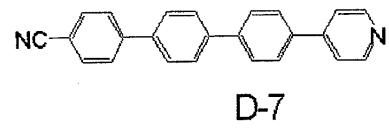
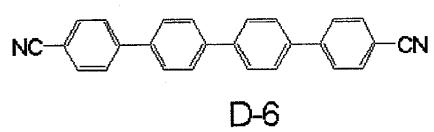
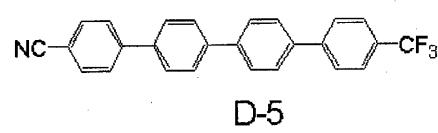
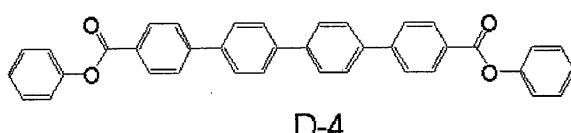
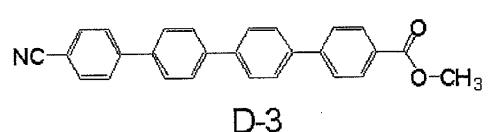
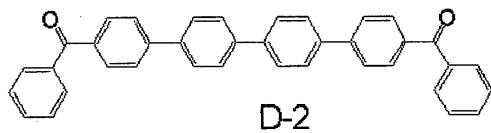
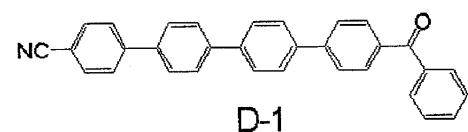
Rは置換基を表し、置換基としては、特に限定されず、具体的には、アルキル基、アルコキシ基、アルコキシアルキル基、アリールオキシ基、などが挙げられる。mは0以上4以下の整数を表す。

30

【0030】

一般式(1)で表される構造を有する化合物の具体例としては、特に限定されないが、下記の化学構造式D-1~D-21の化合物を使用することができる。

【化2】



【0031】

記録層14は、記録後において形成される屈折率分布がレンズ効果を奏するように、十分な厚さを有している。具体的には、記録層14は、記録光の波長を λ 、記録層14の屈折率をnとして $n\lambda / D$ 以上の厚さを有している。図2に示すように、 $n\lambda / D$ (Dは記

10

20

30

40

50

録層の厚さ)と変調度(検出光強度の(最大値 - 最小値)/最大値で求まる値)の関係を計算すると、 n_D / n が2以上で変調度が0.1以上となり、良好な変調度が得られることが分かる。このことから、厚さDは $2 / n$ 以上であるのがよい。

【0032】

一例として、記録光の波長を522nm、記録層14の屈折率を1.40とすれば、記録層14の厚さは745nm以上である。この厚さは、従来の干渉効果を利用した光情報記録媒体に比較して数倍の厚さであり、これにより、記録層14に記録スポットが形成されると、記録スポットにレンズ効果を持たせることができる。

【0033】

記録層14の厚さの上限は特に限定されないが、記録層14の層数をなるべく多くするため、5μm以下であるのが望ましい。一例として、本実施形態では、記録層14の厚さは1μmである。記録層14は、例えば、2~100層程度設けられる。光情報記録媒体10の記憶容量を大きくするため、記録層14は多い方が望ましく、例えば10層以上であるのが望ましい。10

【0034】

中間層15は、図1に示すように、複数の記録層14の間、言い換えると、各記録層14の上下に隣接して設けられている。中間層15は、複数の記録層14の間で層間クロストーク(隣接する記録層14間の信号の混じり合い)が生じないように、記録層14同士の間隔を所定量空けるために設けられている。このため、中間層15の厚さは、3μm以上であり、一例として、本実施形態では10μmである。20

【0035】

1つ(1層)の中間層15は、第1中間層15Aと、当該第1中間層15Aの下側に隣接する第2中間層15Bとを備えている。第1中間層15Aは、中間層15の上側の記録層14に隣接し、第2中間層15Bは、中間層15の下側の記録層14に隣接している。逆に、1つの記録層14に着目すれば、第1中間層15Aは、記録層14に対し記録光が入射される側とは反対側で隣接し、第2中間層15Bは、記録層14に対し記録光が入射される側で隣接している。

【0036】

第1中間層15Aおよび第2中間層15Bは、記録時および再生時のレーザ光の照射により変化しない材料が用いられる。また、第1中間層15Aおよび第2中間層15Bは、記録光や読出光、再生光(読出光の照射により発生する光)の損失を最小限にするため、記録光や読出光、再生光に対し、透明な樹脂からなることが望ましい。ここでの透明とは、第1中間層15Aの吸収率と第2中間層15Bの吸収率を合わせた吸収率が1%以下であることをいう。さらに、本実施形態では、第1中間層15Aおよび第2中間層15Bは、記録層14と同様に、その材料としてUV硬化樹脂を含んでいる。30

【0037】

第1中間層15Aは、記録光などの照射側(図1における上)から見て記録層14の下側(奥側)に隣接して設けられ、記録層14と異なる屈折率を有している。これにより、記録層14と第1中間層15Aとの界面(奥側界面18)においては、屈折率の急変による読出光の反射が可能となっている。第1中間層15Aは、記録層14と屈折率の差が適度に設けられているのがよい。具体的には、記録層14の屈折率をn1、第1中間層15Aの屈折率をn2として、40

$$0.001 < ((n_2 - n_1) / (n_2 + n_1))^2 < 0.04$$

を満たすのが望ましい。

【0038】

$((n_2 - n_1) / (n_2 + n_1))^2$ が0.001より大きいことで、奥側界面18での反射光量を大きくして、情報の再生時に、S/N比を大きくすることができる。また、 $((n_2 - n_1) / (n_2 + n_1))^2$ が0.04より小さいことで、奥側界面18での反射光量を適度な大きさに抑えて、記録時および再生時において記録再生光(本明細書において、記録光、読出光および再生光を指す。)が大きな減衰を受けることなく深い記50

録層 1 4 に到達するのを可能にする。

【 0 0 3 9 】

第 1 中間層 1 5 A の屈折率 n_2 は、一例としては、1 . 6 1 である。記録層 1 4 の屈折率 n_1 が 1 . 4 0 であるとすると、 $((n_2 - n_1) / (n_2 + n_1))^2$ は、0 . 0 0 4 9 であり、前記した不等式を満たす。

【 0 0 4 0 】

第 2 中間層 1 5 B は、記録光などの照射側から見て記録層 1 4 の上側（手前側）に隣接して設けられ、記録層 1 4 と略同一の屈折率を有している。ここで、本発明において、記録層 1 4 と第 2 中間層 1 5 B との界面（前側界面 1 9）での反射率は、奥側界面 1 8 での反射率よりも十分に小さいことが望ましい。10 前側界面 1 9 からの反射光と奥側界面 1 8 からの反射光が干渉すると、記録層 1 4 の厚みの変化により再生出力が大きくなったり小さくなったりするが、このような再生出力の変動は、再生光の波長の数分の一以下という非常に小さな記録層 1 4 の厚みの誤差を許容しないことを意味する。そして、実際の媒体においては、例えば、厚さ 1 μm の記録層 1 4 を、上記したような再生出力の変動を生じない精度に均一に製造することは非常に困難である。このような点からも、前側界面 1 9 での反射率を奥側界面 1 8 での反射率よりも十分に小さくすることは重要である。

【 0 0 4 1 】

以上より、本発明において、前側界面 1 9 での反射率は、奥側界面 1 8 での反射率の 1 / 5 以下であることが好ましく、1 / 1 0 以下であることがより好ましく、0 であることが最も好ましい。そして、これを満たすために、記録層 1 4 の屈折率と第 2 中間層 1 5 B の屈折率とは略同一であることが必要となる。具体的には、本明細書において屈折率が略同一とは、記録層 1 4 の屈折率と第 2 中間層 1 5 B の屈折率との差が 0 . 0 5 以下の場合をいい、好ましくは 0 . 0 3 以下、より好ましくは 0 . 0 1 以下、最も好ましくは 0 の場合をいう。これにより、前側界面 1 9 においては、屈折率の急変による反射が起こらず、記録再生光を反射することなく透過させることができる。20

【 0 0 4 2 】

記録層 1 4 の屈折率と第 2 中間層 1 5 B の屈折率との差を小さくし、望ましくは 0 にするためには、記録層 1 4 および第 2 中間層 1 5 B に用いる材料の配合を調整するとよい。具体的には、記録層 1 4 の材料には、2 光子吸収化合物などの色素が高分子バインダー中に混入されているので、色素または高分子バインダーの屈折率を適切に選択し、それぞれの配合比率を変更することによって屈折率を任意に調整することができる。また、高分子バインダーは、類似の基本構造を有していても重合度が異なると屈折率も変化するため、重合度が異なる高分子バインダーを用いたり、高分子バインダーの重合度を調整したりすることでも屈折率の調整が可能である。さらに、複数の高分子バインダーを配合することで調整することも可能である。また、屈折率調整剤（無機微粒子等）を添加して屈折率を調整することも可能である。30

【 0 0 4 3 】

第 2 中間層 1 5 B の屈折率を調整する場合、第 2 中間層 1 5 B の材料として用いることができる樹脂などのポリマー材料の重合度を調整することで、屈折率を調整することができる。また、中間層 1 5 として使用可能な材料を任意に配合して屈折率を調整したり、屈折率調整剤（無機微粒子等）を添加して調整したりすることも可能である。40

【 0 0 4 4 】

1 つの中間層 1 5 を構成する第 1 中間層 1 5 A と第 2 中間層 1 5 B との界面（中間界面 2 0）は、第 1 中間層 1 5 A と第 2 中間層 1 5 B が混じり合うことで徐々に屈折率が変化している。すなわち、中間界面 2 0 では、界面が明確には形成されていない。これにより、中間界面 2 0 においては、屈折率の急変による反射が起こらず、記録再生光を反射することなく透過させることができる。

【 0 0 4 5 】

カバー層 1 6 は、記録層 1 4 および中間層 1 5 （第 1 中間層 1 5 A および第 2 中間層 1 5 B）を保護するために設けられる層であり、記録再生光が透過可能な材料からなる。力50

バー層 16 は、数十 μm ~ 数 mm の適宜な厚さで設けられる。

【0046】

以上のような光情報記録媒体 10 に、情報を記録・再生する方法について説明する。

所望の記録層 14 に情報を記録するとき、その記録層 14 に、記録すべき情報に応じて出力が変調されたレーザ光（記録光 R B）を照射する。記録層 14 が、多光子吸収化合物を主たる記録色素として有する場合、このレーザ光には、ピークパワーを大きくできるパルスレーザ光を用いるとよい。そして、記録光 R B の焦点の位置は、図 5 に示すように、レーザ光の奥側界面 18 から記録光 R B の入射側に $0 < d < 3$ μm を満たすオフセット量 d だけずらすのがよい。ここでの r_0 は、図 3 に示した記録スポット M の半径である。
この半径 r_0 は、図 3 の左の記録スポット M のように記録光 R B と光情報記録媒体 10 を相対的に移動させていないときの円形状のスポットの半径であり、図 3 の中央および右の 10
2つの記録スポット M のように、記録光 R B と光情報記録媒体 10 を互いに相対的に移動させた結果細長い形状となった場合には、記録スポット M の幅の半分として測定することができる。

【0047】

ここで、オフセット量 d の範囲について説明する。まず、レーザ光で形成しうる微細なスポット径は $r_0 = 0.1 \sim 0.3 \mu\text{m}$ の範囲を想定している。記録するスポットの半径

r_0 は、使用する記録光の波長と対物レンズの開口数 N A とで決まる回折限界によって決定される。半径 r_0 は、記録層 14 の 1 層あたりの面記録密度および使用する記録用レーザの波長から、 $0.1 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 程度であることが望ましいといえる。ここで、図 4 に示すように、オフセット量 d と半径 r_0 の比 d / r_0 と変調度の関係を計算すると、 $r_0 = 0.15 \sim 0.3 \mu\text{m}$ の範囲では、 d / r_0 の値が 1 ~ 3 の間で変調度が良好となるので、オフセット量 d としては、 $0 < d < 3 r_0$ の範囲が良好であるといえる。なお、この計算においては、記録層 14 の厚さは $1 \mu\text{m}$ としている。
20

【0048】

上記のようにして記録光 R B を照射すると、図 5 に模式的に示したように、光の強度に応じて（2 光子吸収反応であれば光の強度の 2 乗に比例して）、光の強度が高い焦点付近ほど光の吸収反応が多く起こり、この反応に応じて屈折率が小さくなる。このため、 $1 \mu\text{m}$ の厚みがある記録層 14 には、屈折率の分布ができる。この屈折率の分布を有する記録 30
スポット M が読出光にとってレンズとして作用する。

【0049】

所望の記録層 14 から情報を再生するとき、その記録層 14 に CW レーザ光（読出光 O B）を照射する。このとき、図 6 に示すように、読出光 O B は、記録層 14 と中間層 15（第 1 中間層 15 A）の奥側界面 18 を目標にして焦点位置を調整する。すると、読出光 O B は、記録スポット M に入った後、記録スポット M のレンズ効果により記録スポット M から逸れるように進行する。このため、記録スポット M の位置においては、奥側界面 18 で反射する光がほとんど無い。一方、図 7 に示すように、記録層 14 における未記録部分、つまり、記録スポット M 以外の位置においては、読出光 O B は奥側界面 18 で反射するため、記録部分と未記録部分における反射光の強度の違いが得られることで、情報を再生することができる。
40

【0050】

以上のように、本実施形態の光情報記録媒体 10 においては、記録部分と未記録部分の奥側界面 18 における反射率の違いを利用して、情報の記録・再生が可能となっている。そして、従来の記録方式においては、奥側界面 18 の反射と前側界面 19 の反射の干渉効果を用いて情報の再生をしていたので、前側界面 19 の反射が必須であったが、本実施形態の記録方式においては、前側界面 19 の反射は必要ではなく、むしろノイズとなる。

【0051】

そこで、本実施形態のように、前側界面 19 において記録層 14 と隣接する第 2 中間層 15 B の屈折率を記録層 14 の屈折率と略同一にすることで、前側界面 19 における記録再生光の反射を無くすことができる。また、第 2 中間層 15 B と、記録層 14 と異なる屈 50

折率を有する第1中間層15Aとの界面(中間界面20)において第1中間層15Aと第2中間層15Bの屈折率を徐々に変化させることで、中間界面20における記録再生光の反射も無くすことができる。これらにより、再生光のS/N比を向上させることができるので、良好な再生出力を得ることができる。

【0052】

また、本実施形態の光情報記録媒体10によれば、干渉効果を用いずに、記録層14に形成された記録スポットMのレンズ効果を利用して、記録部分と未記録部分における再生出力(反射光強度)の変調を得ることができるので、記録層14の膜厚の精度はそれほど高く要求されず、製造コストを抑えることができる。また、再生時には奥側界面18における読出光の反射を利用しているので、蛍光を利用する場合に比較して、高い再生出力を得ることができる。10

【0053】

次に、光情報記録媒体10の製造方法について説明する。

まず、図8(a)に示すように、基板11の上にサーボ信号層12を設けたワークに対し、中間層15を形成する。これにより、中間層15の表面が、後に記録層14が形成される記録層形成面Fとなる。なお、中間層15の具体的な形成方法については後述するので、ここでは詳細な説明を省略する。また、サーボ信号層12が記録層14と異なる屈折率を有する場合には、サーボ信号層12の表面を記録層形成面Fとし、サーボ信号層12の上に記録層14を形成してもよい。

【0054】

次に、図8(b)に示すように、記録層形成面Fに対し、スピンドルコートにより記録層14の材料を塗布する(第1工程)。その後、紫外線(光)を照射することで、記録層14の材料を完全に硬化させる(第2工程)。20

【0055】

そして、図8(c)に示すように、記録層14の上に、スピンドルコートにより第2中間層15Bの材料を塗布する(第3工程)。この第3工程において、第2中間層15Bの材料は、第2中間層15Bの最終的な層厚よりも薄くなるように塗布する。その後、紫外線を照射することで、第2中間層15Bの材料を完全に硬化させる(第6工程)。

【0056】

次いで、図9(a)に示すように、完全に硬化させた第2中間層15Bの上に、スピンドルコートにより再び第2中間層15Bの材料を塗布する(第7工程)。当該工程において、第2中間層15Bの材料は、硬化時の収縮などを考慮した上で、先に形成した第2中間層15Bの層厚と合わせ、最終的な第2中間層15Bの層厚となるように塗布する。30

【0057】

そして、前の工程(第7工程)で塗布した第2中間層15Bの材料を硬化させる前、または、僅かな紫外線の照射などにより一部硬化させた後に、図9(b)に示すように、スピンドルコートにより第1中間層15Aの材料を塗布する(第4工程)。この第4工程を行うと、完全には硬化していない第2中間層15Bに、液状の第1中間層15Aの材料が付着するので、両者の間で材料の拡散が僅かに起こり、第2中間層15Bと第1中間層15Aの材料が混じり合う。40

【0058】

その後、図10(a)に示すように、紫外線を照射することで、第2中間層15Bおよび第1中間層15Aの材料を完全に硬化させる(第5工程)。第2中間層15Bと第1中間層15Aとが硬化すると、第1中間層15Aと第2中間層15Bが適度に混じり合った状態で両者が固定され、1つの中間層15となる。そして、以後は両者の拡散が起こらなくなる。このようにして、記録層14および中間層15(第1中間層15Aと第2中間層15B)の1組の層(複合層)が形成される。

【0059】

その後は、上記の各工程を繰り返し行う。すなわち、図10(b)に示すように、最も上の中間層15(記録層形成面F)に対し、スピンドルコートにより記録層14の材料を塗布50

する（第1工程）。このとき、最も上の中間層15（第1中間層15A）は完全に硬化しているので、記録層14の材料を塗布しても、記録層14と中間層15（第1中間層15A）とは混じり合わず、界面（奥側界面18）が明確に形成される。

【0060】

そして、図8(c)～図10(a)に示す、第2工程、第3工程、第6工程、第7工程、第4工程および第5工程をこの順に行うことで、2つ目の複合層が形成される。以後、以上の各工程を複数回繰り返し、最後に中間層15の上にカバー層16を形成することで光情報記録媒体10が製造できる。

【0061】

以上のようにして、本実施形態の光情報記録媒体10の製造方法によれば、スピニコータ上で、塗布と硬化を繰り返すことで光情報記録媒体10を製造することができる。すなわち、従来用いられているスピニコータの設備を利用して、安価に製造が可能である。

10

【0062】

また、記録層14の材料、第1中間層15Aの材料および第2中間層15Bの材料がUV硬化樹脂を含むので、図8(b)に示す第2工程、図8(c)に示す第6工程および図10(a)に示す第5工程において、紫外線を照射することで、記録層14、第1中間層15Aおよび第2中間層15Bを簡単かつ迅速に硬化可能である。

【0063】

なお、本発明では、選択する第1中間層15Aの材料の特性や第2中間層15Bの材料の特性によっては、前記した第6工程および第7工程を省略することができる。この場合は、第1工程および第2工程を行うことで形成された記録層14の上に、第2中間層15Bの材料を塗布する（第3工程）。このとき、第2中間層15Bの材料は、硬化時の収縮などを考慮した上で、第2中間層15Bの最終的な層厚を形成するのに必要な量を全量塗布する。そして、前の工程（第3工程）で塗布した第2中間層15Bを硬化させる前または一部硬化させた後に第1中間層15Aの材料を塗布し（第4工程）、第1中間層15Aおよび第2中間層15Bを硬化させる（第5工程）。

20

【0064】

以上に本発明の実施形態について説明したが、本発明は、前記した実施形態に限定されることなく適宜変形して実施することが可能である。

例えば、前記実施形態においては、記録層14は、記録光の照射により屈折率が小さくなるものを例示したが、記録光の照射により屈折率が大きくなるような記録材料を用いてもよい。この場合には、図11に示すように、記録スポットMが読出光OBを集めるように作用するので、記録部分において未記録部分よりも高い反射率で読出光OBを反射し、記録部分と未記録部分の反射光強度の変調が発生する。もっとも、変調度を高くして再生出力において高いS/N比を得るためにには、記録層14においては、前記した実施形態のように、記録光の照射により屈折率が小さくなる記録材料を用いるのが望ましい。

30

【0065】

また、前記実施形態においては、記録層14の材料、第1中間層15Aの材料および第2中間層15Bの材料は、スピニコートにより塗布したが、所望の厚さで良好な塗膜が得られる限り、塗布方法は、スピニコートに限られない。

40

【0066】

また、前記実施形態においては、記録層14の材料、第1中間層15Aの材料および第2中間層15Bの材料は、UV硬化樹脂（光硬化性樹脂）を含んでいたが、これに限定されず、光硬化性樹脂を含まないものであってもよい。

【0067】

また、前記実施形態においては、中間層15の上にカバー層16を形成したが、これに限定されず、記録層14の上にカバー層16を形成してもよい。

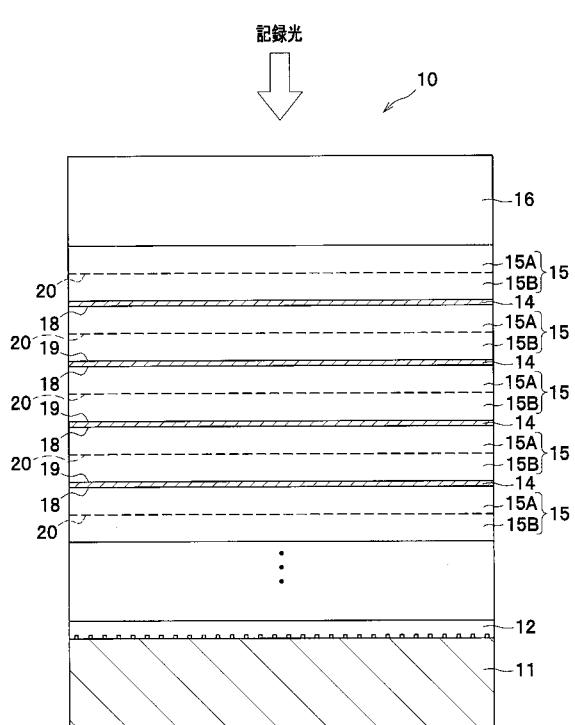
【符号の説明】

【0068】

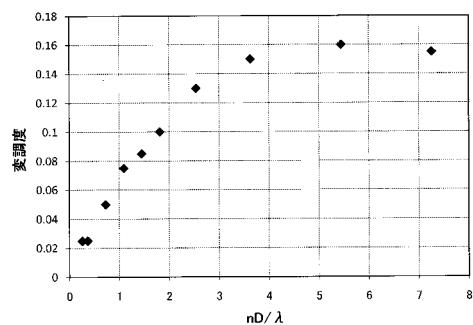
1 1	基板
1 4	記録層
1 5	中間層
1 5 A	第 1 中間層
1 5 B	第 2 中間層
1 6	カバー層
1 8	奥側界面
1 9	前側界面
2 0	中間界面
F	記録層形成面
M	記録スポット
O B	読出光
R B	記録光

10

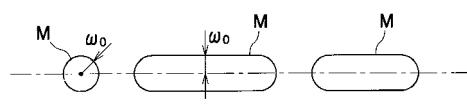
【図 1】



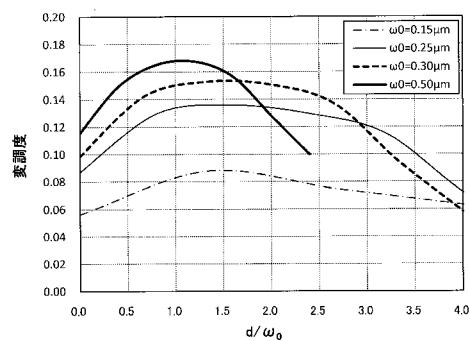
【図 2】



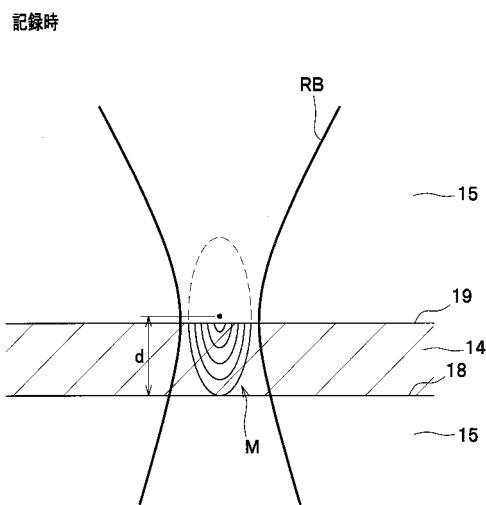
【図 3】



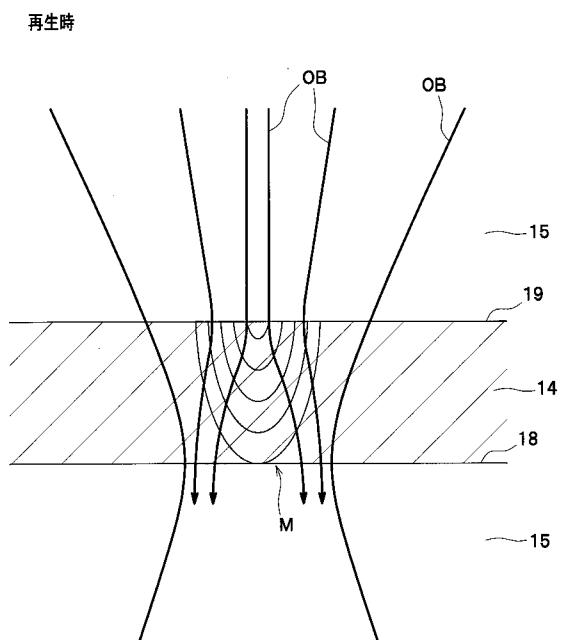
【図4】



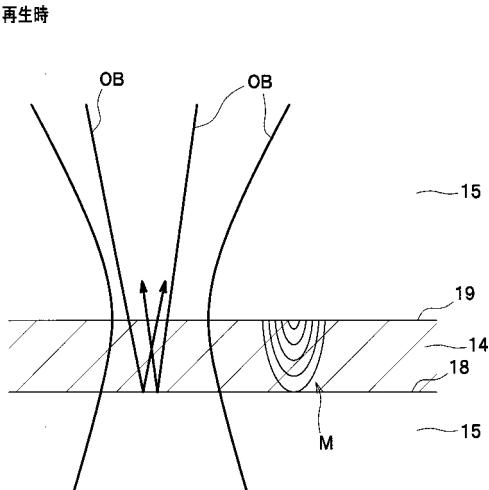
【図5】



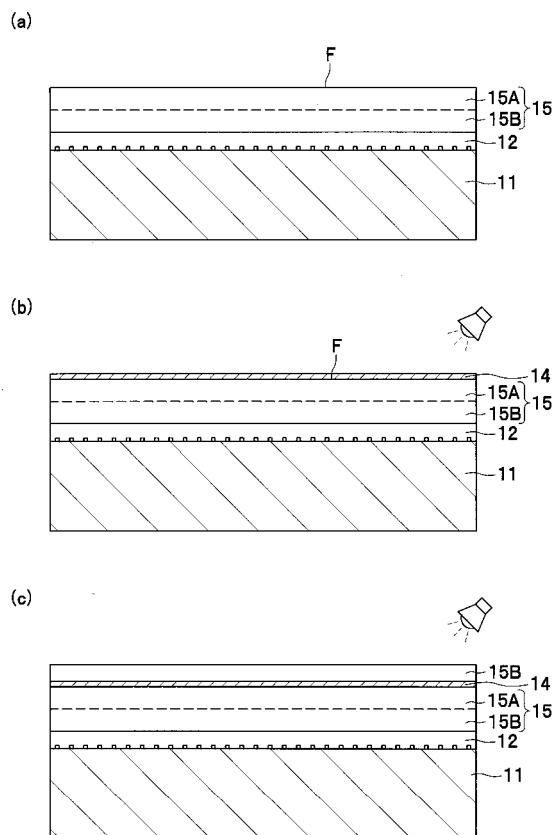
【図6】



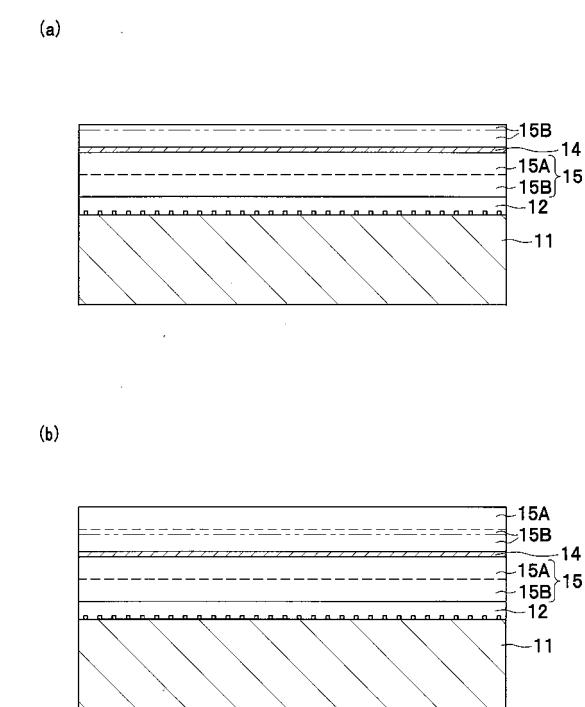
【図7】



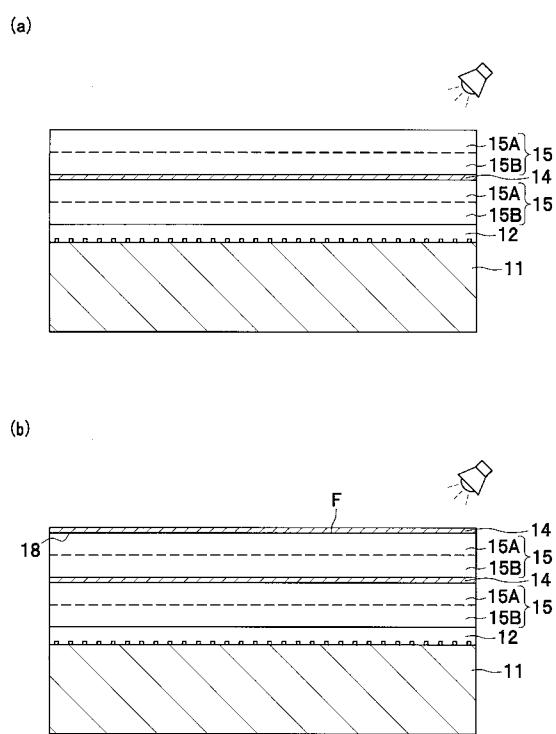
【図 8】



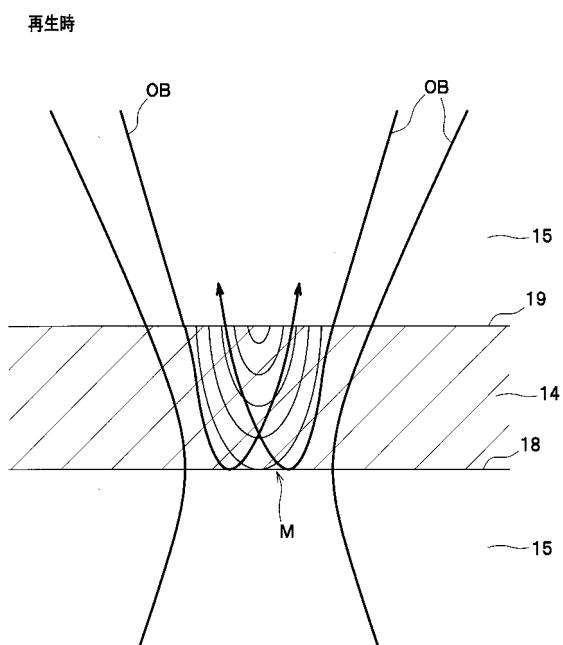
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 11 B 7/26 (2006.01) G 11 B 7/26 531

(56)参考文献 特開2007-294076 (JP, A)
特開2004-319046 (JP, A)
特開2009-277271 (JP, A)
特開2010-086568 (JP, A)
特開2009-087522 (JP, A)
国際公開第2007/055249 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B 7 / 24038
G 11 B 7 / 24
G 11 B 7 / 24035
G 11 B 7 / 241
G 11 B 7 / 244
G 11 B 7 / 26