

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報(A)**

(11) 特許出願公開番号

特開2008-216644

(P2008-21664A)

(43) 公開日 平成20年9月18日(2008.9.18)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 5/30 (2006.01)	G 0 2 B 5/30	2 H 0 4 9
G 1 1 B 7/135 (2006.01)	G 1 1 B 7/135 A	5 D 7 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-54114 (P2007-54114)
(22) 出願日 平成19年3月5日 (2007.3.5)

(71) 出願人 000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区有楽町一丁目12番1号

(72) 発明者 宮坂 浩司
福島県郡山市待池台1-8 郡山西部第二
工業団地 AGCエレクトロニクス株式会
社内

(72) 発明者 佐藤 弘昌
福島県郡山市待池台1-8 郡山西部第二
工業団地 AGCエレクトロニクス株式会
社内

Fターム(参考) 2H049 BA06 BA42 BC01 BC09 BC21
5D789 AA40 JA32

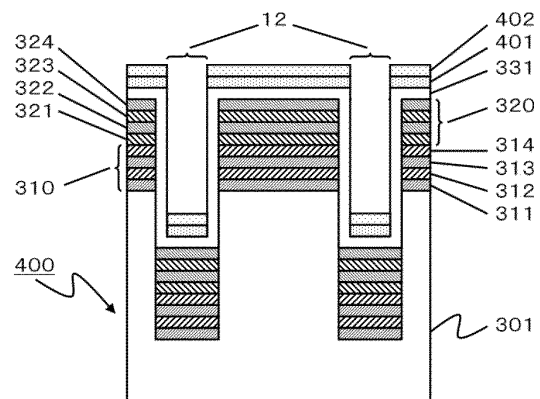
(54) 【発明の名称】 複屈折板および光ヘッド装置

(57) 【要約】

【課題】特定の波長帯域のレーザー光を変調させる複屈折板において、適切なリタデーションを有するとともに反射防止機能を有し、複屈折板を構成する斜方蒸着多層膜の上面および側面を保護する機能を備えた複屈折板を提供する。

【解決手段】多層膜の厚さに比べて十分に深い溝を加工した透明基板上に、斜方蒸着層の屈折率異方性 n が高い材料と斜方蒸着層の屈折率が低い材料により構成される多層膜を、基板と多層膜との光学アドミッタンス、および複屈折板と接する媒質と多層膜との光学アドミッタンスが実質的に等しくなるとともに、特定の波長帯域のレーザー光に対して適切なりタデーションとなるように各層の厚さを調整させた複屈折板。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透明基板と、前記透明基板の上に設けられた少なくとも 2 種類の光学材料により形成された多層膜と、前記多層膜の上面に形成された保護膜とを備えた複屈折板であって、前記多層膜は、基板表面の法線に対して斜めとなる第 1 の方向からの斜方蒸着層と前記第 1 の方向と互いに逆となる前記法線に対して斜めとなる第 2 の方向からの斜方蒸着層とを含む少なくとも 2 層以上で構成されており、前記斜方蒸着層が屈折率異方性 n を有する第 1 の光学材料で形成された高 n 層と前記高 n 層よりも屈折率が低い第 2 の光学材料で形成された低屈折率層を交互に積層した部分を含むことを特徴とする複屈折板。

【請求項 2】

前記高 n 層の屈折率異方性 n が 0.07 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の複屈折板。

【請求項 3】

前記斜方蒸着層において前記高 n 層を形成する光学材料が Ta_2O_5 であり、前記低屈折率層を形成する光学材料が SiO_2 である請求項 1 または請求項 2 に記載の複屈折板。

【請求項 4】

前記斜方蒸着層は、前記第 1 の方向から斜方蒸着される前記高 n 層の厚さの合計と前記第 2 の方向から斜方蒸着される前記高 n 層の厚さの合計が実質的に等しいことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 いずれか一項に記載の複屈折板。

【請求項 5】

前記多層膜の側面と上面とに保護膜が形成されており、前記保護膜は前記多層膜の側面に設けられた部分と前記多層膜の上面に設けられた部分とが一体化されている請求項 1 ~ 請求項 4 いずれか一項に記載の複屈折板。

【請求項 6】

所定の波長帯域の光に対して、前記保護膜と、前記透明基板と前記多層膜を含む層との光学アドミッタンスが実質的に等しいことを特徴とする請求項 1 ~ 5 に記載の複屈折板。

【請求項 7】

前記保護膜の屈折率を n_1 とし、前記透明基板と前記多層膜を含む層の光学アドミッタンスを $(a_1 + i b_1)$ とし、395 ~ 415 nm の波長の光が基板に対して垂直に入射したときに、 a_1 、 b_1 が次の不等式を満たすことを特徴とする請求項 6 に記載の複屈折板 (i は虚数単位を示す)。

$$(a_1 - 1.02 n_1)^2 + b_1^2 < 0.04 n_1^2$$

【請求項 8】

所定の波長帯域の光に対して、前記多層膜上の保護膜の上面と接する媒質と、前記透明基板と前記多層膜と前記保護膜を含む層との光学アドミッタンスが実質的に等しいことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 6 いずれか一項に記載の複屈折板。

【請求項 9】

前記多層膜上の保護膜の上面と接する媒質の屈折率を n_2 とし、前記透明基板と前記多層膜と前記保護膜を含む層の光学アドミッタンスを $(a_2 + i b_2)$ とし、395 ~ 415 nm の少なくとも一部の波長の光が基板に対して垂直に入射したときに、 a_2 、 b_2 が次の不等式を満たすことを特徴とする請求項 8 に記載の複屈折板 (i は虚数単位を示す)。

$$(a_2 - 1.02 n_2)^2 + b_2^2 < 0.04 n_2^2$$

【請求項 10】

前記多層膜上面の保護膜の上に少なくとも 2 種類の光学材料によって形成された反射防止膜が積層された請求項 1 ~ 請求項 9 いずれか一項に記載の複屈折板。

【請求項 11】

前記反射防止膜を形成する光学材料が、 Ta_2O_5 と SiO_2 とで形成された請求項 10 に記載の複屈折板。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

所定の波長帯域の光に対して前記反射防止膜の上面と接する媒質と、前記透明基板と前記多層膜と前記保護膜と前記反射防止膜を含む層との光学アドミッタンスが実質的に等しいことを特徴とする請求項 1 0 または請求項 1 1 に記載の複屈折板。

【請求項 1 3】

前記反射防止膜の上面と接する媒質の屈折率を n_3 とし、前記透明基板と前記多層膜と前記保護膜と前記反射防止膜を含む層の光学アドミッタンスを $(a_3 + i b_3)$ とし、 $395 \sim 415 \text{ nm}$ の少なくとも一部の波長の光が基板に対して垂直に入射したときに、 a_3 、 b_3 が次の不等式を満たすことを特徴とする請求項 1 2 に記載の複屈折板 (i : 虚数単位)。

$$(a_3 - 1.02 n_3)^2 + b_3^2 < 0.04 n_3^2$$

【請求項 1 4】

特定の波長の直線偏光を出射する光源と、直線偏光を出射する光を光記録媒体に集光する対物レンズと、光記録媒体からの反射光を検出する光検出器とを備えた、光記録媒体の情報の記録・再生を行う光ヘッド装置であって、前記光源と前記対物レンズとの間の光路中、または前記対物レンズと前記光検出器との間の光路中に、請求項 1 ~ 請求項 1 3 のいずれか一項に記載の複屈折板が設置されている光ヘッド装置。

【請求項 1 5】

透明基板の表面に積層する膜の厚さに対して十分に深い加工溝を形成する工程後に、斜方蒸着膜を積層させ、前記斜方蒸着膜上に CVD により多層膜の側面に保護膜を蒸着させる工程と、前記斜方蒸着膜の側面に保護膜を有する基板表面の前記加工溝に沿って所定の形状にダイシングされることを特徴とする複屈折板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光を回折する回折素子およびこの回折素子を備えて CD、DVD などの光記録媒体 (以下「光ディスク」という。) に対して光学的情報を書き込んだり、光学的情報を読み込むための光ヘッド装置に使われる複屈折板および複屈折板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光ヘッド装置においてレーザー光の光学特性を変調するために複屈折板が用いられ、発振されるレーザー光の波長に合わせてリタデーションを調整し、 $1/4$ 波長位相差板や $1/2$ 波長位相差板などとして使用されている。この複屈折板の材料としては、高分子液晶材料や LiNbO_3 のような複屈折性を有する結晶材料などが使用されている。

【0003】

このような材料の複屈折板を波長が 405 nm 程度のレーザー光を用いる高密度光ディスク (Blu-ray、HD-DVD) の光ヘッド装置に適用する場合、高分子液晶材料では光劣化による信頼性に課題があり、また LiNbO_3 のような複屈折性を有する結晶材料では加工性やコスト面に課題がある。

【0004】

このほかには、斜方蒸着膜が複屈折板として利用することができる。斜方蒸着膜は蒸着する材料や蒸着する角度によって屈折率異方性 n を設定することができる。とくに無機材料であれば、波長が 405 nm 程度の青色光による劣化もなく、 LiNbO_3 のような複屈折性を有する結晶材料に比べても設計自由度も高く、低コストで製造できる。

【0005】

斜方蒸着膜の屈折率異方性 n が高い特性を有する材料としては、 Ta_2O_5 、 SiO_2 、 CeO_2 、 HfO_2 、 SnO_2 などがある。とくに、より高 n の特性を有する材料を選択することで斜方蒸着膜の厚さを増大させることなく適正なリタデーションを得ることができる。上記材料では Ta_2O_5 がとくに高 n の特性を有するため、複屈折板に使用される例が多い。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

複屈折板を斜方蒸着により形成するには、真空装置において透明基板面の法線に対して斜め方向に蒸着源を配し、基板面に蒸着させる方法が用いられる。斜方蒸着膜は1つの蒸着角度の1層のみで形成すると基板面内において蒸着角度がばらつき、同時に基板面内の各点でリタレーション軸にも大きなばらつきが生じてしまう。そのため基板をダイシングして複数の複屈折板としたときに各複屈折板の光学特性にもばらつきが生じ、均一な特性を得ることが困難となる。このばらつきを抑えるために、ダイシング前の基板上に斜方蒸着膜を形成し（以下、第1工程）、その上面に、基板面の法線方向を基準に第1の工程と反対側の角度より斜方蒸着膜を重ねること（以下、第2工程）で、基板面内の光学特性の均一性を改善させることができる。

10

【 0 0 0 7 】

以上のことから、斜方蒸着膜で形成される複屈折板は、第1工程と第2工程により少なくとも2層以上の斜方蒸着膜から構成されることが好ましい。特許文献1および特許文献2には蒸着角度が異なる2層の斜方蒸着膜が重ねられた複屈折板が提案され、付加機能として基板からのレーザー光の反射を抑えるため、別途反射防止膜を形成することで、高い光の透過率を実現している。

【 0 0 0 8 】

斜方蒸着膜は微視的に空隙があるためそのままでは機械的耐久性に課題はあるが、斜方蒸着膜上に SiO_2 などの無機酸化物による保護膜を形成することによって複屈折板の信頼性を向上させることができる。特許文献1には、切断後の複屈折板の斜方蒸着側面部をエポキシ樹脂で保護する方法が提案されている。また、特許文献3および特許文献4のように斜方蒸着膜の柱状組織内に含浸液としてエポキシ樹脂や有機材料を用いて硬化させる方法も提案されている。

20

【 0 0 0 9 】

【特許文献1】特開平10-255313号公報

【特許文献2】特開2000-47033号公報

【特許文献3】特公平7-7130号公報

【特許文献4】特開2000-356711号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【 0 0 1 0 】

しかし、従来の複屈折板に含まれる反射防止膜は斜方蒸着ではなく通常の基板正面への蒸着方法により形成されている。さらに、反射防止機能を透過率、波長依存性について完全なものにするためには透明基板上に反射防止膜の下地層を形成し、その上に第1の斜方蒸着工程、第2の斜方蒸着工程により斜方蒸着膜を形成し、さらにその上に反射防止膜を形成するという非常に煩雑な工程を要していた。

【 0 0 1 1 】

また、基板を一定の形状にダイシングして複屈折板としたときに、斜方蒸着膜の側面部を保護するためには別途保護膜を形成する工程が必要となるため、製造コストが高くなるだけでなく信頼性にも課題があった。

40

【 0 0 1 2 】

本発明は、従来の課題を解決するためになされたものであり、製造コストの増大や光の利用効率の低下を招くことなく、光の良好な変調を実現できる信頼性が高い複屈折板および光ヘッド装置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】

【 0 0 1 3 】

本発明は、透明基板と、前記透明基板の上に設けられた少なくとも2種類の光学材料により形成された多層膜と、前記多層膜の上面に形成された保護膜とを備えた複屈折板であって、前記多層膜は、基板表面の法線に対して斜めとなる第1の方向からの斜方蒸着層と前記第1の方向と互いに逆となる前記法線に対して斜めとなる第2の方向からの斜方蒸着

50

層とを含む少なくとも２層以上で構成されており、前記斜方蒸着層が屈折率異方性 n を有する第１の光学材料で形成された高 n 層と前記高 n 層よりも屈折率が低い第２の光学材料で形成された低屈折率層を交互に積層した部分を含むことを特徴とする複屈折板を提供する。

【００１４】

また、本発明は前記高 n 層の屈折率異方性 n が ０．０７以上であることを特徴とする上記に記載の複屈折板を提供する。また、前記斜方蒸着層において前記高 n 層を形成する光学材料が Ta_2O_5 であり、前記低屈折率層を形成する光学材料が SiO_2 である上記に記載の複屈折板を提供する。

【００１５】

また、前記斜方蒸着層は、前記第１の方向から斜方蒸着される前記高 n 層の厚さの合計と前記第２の方向から斜方蒸着される前記高 n 層の厚さの合計が実質的に等しいことを特徴とする上記に記載の複屈折板を提供する。

【００１６】

また、前記多層膜の側面と上面に一体化された保護膜が形成されたことを特徴とする上記に記載の複屈折板を提供する。また、前記多層膜の側面と上面とに保護膜が形成されており、前記保護膜は前記多層膜の側面に設けられた部分と前記多層膜の上面に設けられた部分とが一体化されている上記に記載の複屈折板を提供する。

【００１７】

また、前記保護膜の屈折率を n_1 とし、前記透明基板と前記多層膜を含む層の光学アドミッタンスを $(a_1 + i b_1)$ とし、 $395 \sim 415 \text{ nm}$ の波長の光が基板に対して垂直に入射したときに、 a_1 、 b_1 が次の不等式を満たすことを特徴とする上記に記載の複屈折板（ i は虚数単位を示す）を提供する。

$$(a_1 - 1.02n_1)^2 + b_1^2 < 0.04n_1^2$$

【００１８】

また、所定の波長帯域の光に対して、前記多層膜上の保護膜の上面と接する媒質と、前記透明基板と前記多層膜と前記保護膜を含む層との光学アドミッタンスが実質的に等しいことを特徴とする上記に記載の複屈折板を提供する。

【００１９】

また、前記多層膜上の保護膜の上面と接する媒質の屈折率を n_2 とし、前記透明基板と前記多層膜と前記保護膜を含む層の光学アドミッタンスを $(a_2 + i b_2)$ とし、 $395 \sim 415 \text{ nm}$ の少なくとも一部の波長の光が基板に対して垂直に入射したときに、 a_2 、 b_2 が次の不等式を満たすことを特徴とする上記に記載の複屈折板（ i は虚数単位を示す）を提供する。

$$(a_2 - 1.02n_2)^2 + b_2^2 < 0.04n_2^2$$

【００２０】

また、前記多層膜の上面に形成された前記保護膜の上に少なくとも２種類の光学材料によって形成された反射防止膜が積層された上記に記載の複屈折板を提供する。また、前記反射防止膜を形成する光学材料が、 Ta_2O_5 と SiO_2 とで形成された上記に記載の複屈折板を提供する。

【００２１】

また、所定の波長帯域の光に対して前記反射防止膜の上面と接する媒質と、前記透明基板と前記多層膜と前記保護膜と前記反射防止膜を含む層との光学アドミッタンスが実質的に等しいことを特徴とする上記に記載の複屈折板を提供する。

【００２２】

また、前記反射防止膜の上面と接する媒質の屈折率を n_3 とし、前記透明基板と前記多層膜と前記保護膜と前記反射防止膜を含む層の光学アドミッタンスを $(a_3 + i b_3)$ とし、 $395 \sim 415 \text{ nm}$ の少なくとも一部の波長の光が基板に対して垂直に入射したときに、 a_3 、 b_3 が次の不等式を満たすことを特徴とする上記に記載の複屈折板（ i は虚数単位を示す）を提供する。

10

20

30

40

50

$$(a_3 - 1.02n_3)^2 + b_3^2 < 0.04n_3^2$$

【0023】

また、特定の波長の直線偏光を出射する光源と、直線偏光を出射する光を光記録媒体に集光する対物レンズと、光記録媒体からの反射光を検出する光検出器とを備えた、光記録媒体の情報の記録・再生を行う光ヘッド装置であって、前記光源と前記対物レンズとの間の光路中、または前記対物レンズと前記光検出器との間の光路中に、上記に記載の複屈折板が設置されている光ヘッド装置を提供する。

を提供する。

【0024】

さらに、透明基板の表面に積層する膜の厚さに対して十分に深い加工溝を形成する工程後に、斜方蒸着膜を積層させ、前記斜方蒸着膜上にCVDにより多層膜の側面に保護膜を蒸着させる工程と、前記斜方蒸着膜の側面に保護膜を有する基板表面の前記加工溝に沿って所定の形状にダイシングされることを特徴とする複屈折板の製造方法を提供する。

【発明の効果】

【0025】

本発明では、斜方蒸着膜により特定のレーザー光の波長に対して適正なリタデーションを実現しかつ、合わせて反射防止機能も有する構成とすることで、製造工程が簡易化され低コスト化が期待でき、生産性も向上する。また、蒸着前の基板表面にダイシングのラインに沿って一定の深さの溝を加工することで斜方蒸着膜の側面に容易に保護膜を形成できる。この方法を用いることにより、簡易でかつ信頼性の高い保護膜を形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

本発明の複屈折板を実現するために、使用する材料の斜方蒸着膜の特性を測定した。B270（商品名：SCHOTT社）ガラス基板に蒸着源が基板法線方向から70度傾斜させた方向となるように治具を固定してTa₂O₅およびSiO₂単層の斜方蒸着膜を形成し、それぞれの屈折率を測定したところTa₂O₅の平均屈折率が1.84、SiO₂の屈折率が1.34であった。また、Ta₂O₅の屈折率異方性nは、0.078であり、SiO₂のnはほぼ0であった。使用する透明基板の材料としては、ガラスのほか、ポリカーボネート系樹脂、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、塩化ビニル系樹脂などが使用できるが、耐久性などの点からガラスの基板が好ましい。

【0027】

複屈折板としては、単一の波長の光に対して適切なリタデーションにするため高い屈折率異方性nを有するTa₂O₅の厚さを調整し、所望の位相差板を実現する。多層膜を構成する斜方蒸着材料としては、高nであるTa₂O₅に限らないが、nが低い材料ではリタデーションを調整するために膜厚が増大してしまうため比較的高いnを使用することが好ましい。屈折率が低い材料もSiO₂の斜方蒸着膜に限らず、2種類以上の透明材料であっても良いし、通常の蒸着方法で形成される膜であっても良いが、Ta₂O₅と同じ蒸着角度であれば製造工程が短縮され生産性が向上するため、斜方蒸着膜で構成するのが好ましい。

【0028】

本実施例では、基板の蒸着面の法線方向を基準として第1工程の斜方蒸着の方向をプラス（+）とし、第2工程の方向をマイナス（-）と便宜的に決める。斜方蒸着により形成する膜厚は、基板面のリタデーション軸のばらつきを抑えるため第1工程と第2工程とで実質的に等しくなることがより好ましい。以下、図面を参照して説明するが、共通する部分には同一の符号を付してある。斜方蒸着膜は微視的に柱状の組織で緻密性が低い構造であり、蒸着する下地基板に対して斜め方向から蒸着されることで実現できる。蒸着角度を適切な値に設定することで高い蒸着レートで大きいnが実現できるので、生産性の点で好ましい。

【0029】

10

20

30

40

50

図 1 に反射防止機能について説明するための多層膜の概念的断面図を示す。多層膜を構成する第 1 層 11 の複素屈折率を N_1 とし、第 1 層 11 に波長 λ のレーザー光 16 の方向と多層膜基板表面の法線とがなす角度を θ とし、第 1 層 11 の厚さを d_1 とすると、第 1 層 11 の位相厚さ δ_1 は (1) 式で表される。また、求める多層膜の光学アドミッタンスは真空中の光学アドミッタンスで規格化されたものである。

【 0 0 3 0 】

【 数 1 】

$$\delta_1 = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot N_1 \cdot d_1 \cdot \cos \theta \quad \cdots \cdots (1)$$

10

【 0 0 3 1 】

入射媒質 14 と第 1 層 11 との境界の電場を E_a 、磁場を H_a とする。一方、第 $q - 1$ 層 13 と基板 (第 q 層) 14 との界面の電場を E_s 、磁場を H_s とする。このとき、(2) 式に特性マトリクスの関係を示す。ここで η_r は第 r 層の光学アドミッタンス、 δ_r は第 r 層の位相厚さである。

【 0 0 3 2 】

【 数 2 】

$$\begin{bmatrix} E_a \\ H_a \end{bmatrix} = \prod_{r=1}^q \begin{bmatrix} \cos \delta_r & \frac{i \sin \delta_r}{\eta_r} \\ i \eta_r \sin \delta_r & \cos \delta_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_s \\ H_s \end{bmatrix} \quad \cdots \cdots (2)$$

20

【 0 0 3 3 】

(2) 式を E_s で割って (3) に示す式に変換する。ここで η_s は基板 14 の光学アドミッタンスである。

【 0 0 3 4 】

【 数 3 】

$$\begin{bmatrix} B \\ C \end{bmatrix} = \prod_{r=1}^q \begin{bmatrix} \cos \delta_r & \frac{i \sin \delta_r}{\eta_r} \\ i \eta_r \sin \delta_r & \cos \delta_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \eta_s \end{bmatrix} \quad \cdots \cdots (3)$$

30

【 0 0 3 5 】

(3) 式より、多層膜 10 の光学アドミッタンス Y は (4) で示される。

【 0 0 3 6 】

【 数 4 】

$$Y = \frac{C}{B} \quad \cdots \cdots (4)$$

【 0 0 3 7 】

40

本発明では特定の波長帯 (395 ~ 415 nm) の光が基板表面に垂直となる方向から入射した場合において、基板と多層膜との光学アドミッタンス、そして多層膜と入射媒質との光学アドミッタンスを実質的に等しくさせるように層を構成することで反射防止膜機能を実現させている。さらに、上記のように同波長帯において 1 / 4 波長板として機能させるような層の構成としている。

【 0 0 3 8 】

(実施例 1)

図 2 に本発明の実施例 1 に係る複屈折板の模式的断面図を示す。B270 ガラス基板 101 を洗浄し、十分に乾燥させた後、斜方蒸着膜成膜治具を有する真空蒸着装置にガラス基板を装着しチャンバー内を真空状態とした。蒸着源が基板法線方向から +70 度傾斜さ

50

せた方向となるように治具を固定し、第1工程としてガラス基板上に Ta_2O_5 層111(226nm)、 SiO_2 層112(318nm)、 Ta_2O_5 層113(140nm)、 SiO_2 層114(10nm)、 Ta_2O_5 層115(289nm)の順に斜方蒸着多層膜を形成した。その後第1工程で斜方蒸着させた基板を取り出し、第2工程として蒸着方向が-70度傾斜させた方向となるように基板を装着し、さらに Ta_2O_5 層121(140nm)、 SiO_2 層122(160nm)、 Ta_2O_5 層123(45nm)、 SiO_2 層124(160nm)、 Ta_2O_5 層125(430nm)、 SiO_2 層126(161nm)、 Ta_2O_5 層127(40nm)、 SiO_2 層128(236nm)の順に斜方蒸着多層膜を形成した。

【0039】

以上の第1工程における Ta_2O_5 の斜方蒸着多層膜の合計の厚さは655nm、第2工程における Ta_2O_5 の斜方蒸着多層膜の合計の厚さは655nmであり、第1、2工程における Ta_2O_5 の合計の厚さは等しいものとした。実施例1における複屈折板と接する空気の屈折率は1であり、405nmの波長の光を入射したときの複屈折板の光学アドミッタンスは $1.06 - i0.06$ (i :虚数単位)である。また、波長405nmのレーザー光を多層膜上面から照射して透過率を測定したところ、干渉の影響がなく、適正なりタデーションを有するとともに反射防止膜としての機能も同時に有することが確認された。

【0040】

(実施例2)

図3に本発明の実施例2に係る複屈折板の模式的断面図を示す。実施例1で作成した斜方蒸着多層膜に波長405nmにおいて光学膜厚が $\lambda/2$ となるように蒸着源の鉛直方向と基板面の法線方向が一致するように SiO_2 を正面より蒸着させた膜を形成した。作製した複屈折板をダイシングによって4mm×5mmに切断し60%湿度90%の環境下に500時間保管したところ蒸着多層膜の剥離が無いことが確認され、また、 SiO_2 膜により斜方蒸着多層膜表面の保護効果が確認された。

【0041】

(実施例3)

図5に本発明の実施例3に係る複屈折板の模式的断面図を示す。最初に、図4の概念図に示すように、基板をダイシング装置により幅0.6mm、深さ0.4mm加工溝22を形成した後に洗浄し、十分に乾燥させた。その後、斜方蒸着膜成膜治具を有する真空蒸着装置にガラス基板301を装着しチャンバー内を真空状態とした。蒸着源が基板法線方向から+70度傾斜させた方向となるように治具を固定し、第1工程としてガラス基板上に SiO_2 層311(14nm)、 Ta_2O_5 層312(26nm)、 SiO_2 層313(15nm)、 Ta_2O_5 層314(650nm)の順に斜方蒸着多層膜を形成した。その後第1工程で斜方蒸着させた基板を取り出し、第2工程として蒸着方向が-70度傾斜させた方向となるように基板を装着し、さらに Ta_2O_5 層321(650nm)、 SiO_2 層322(16nm)、 Ta_2O_5 層323(21nm)、 SiO_2 層324(155nm)の順に斜方蒸着多層膜を形成した。

【0042】

斜方蒸着膜を上記のような厚さに設定することによって、上記多層斜方蒸着膜の光学アドミッタンスは405nmの波長帯において SiO_2 とほぼ等しいものになるため、多層斜方蒸着膜により界面との内部干渉によって生じる反射を低減することでリップルも抑制することができた。以上の斜方蒸着多層膜にCVD装置を用いて厚さ約2 μ mの SiO_2 層331を成膜した。成膜後ダイシング装置により加工溝22に沿って幅0.2mmのブレードにより切断した。以上のような工程により斜方蒸着多層膜表面だけではなく斜方蒸着多層膜側面にも SiO_2 の保護膜をつけることができた。具体的に、保護膜である SiO_2 の屈折率は1.48であり、405nmの波長の光を入射したときのガラス基板と斜方蒸着多層膜からなる層の光学アドミッタンスは $1.54 - i0.04$ (i :虚数単位)である。また、85%湿度の環境下に500時間保管して波長405nmのレーザー光を多層

10

20

30

40

50

膜上面から照射して透過率を測定したところ透過率、リタデーション特性が良好で高耐久性、高信頼性の複屈折板 300 を得ることができた。

【0043】

(実施例 4)

図 6 に本発明の実施例 4 に係る複屈折板の模式的断面図を示す。実施例 3 で CVD により作成した最表層である SiO_2 層 331 の上にさらに Ta_2O_5 層 401 を 14 nm、 SiO_2 層 402 を 92 nm の順に蒸着源の鉛直方向と基板面の法線方向が一致するように正面より蒸着させて反射防止膜を形成した。実施例 4 における複屈折板と接する空気の屈折率は 1 であり、405 nm の波長の光を入射したときの複屈折板の光学アドミッタンスは $1.06 + i0.04$ (i : 虚数単位) である。この反射防止膜により、実施例 3 の構成における 405 nm の波長帯において SiO_2 層 331 と空気との界面で発生する光の反射を低減させることができ、さらに高透過率の複屈折板 400 を得ることができた。

【0044】

(比較例 1)

図 7 に本発明の比較例 1 に係る複屈折板の模式的断面図を示す。B270 ガラス基板 501 を洗浄し、十分に乾燥させた後、斜方蒸着膜成膜治具を有する真空蒸着装置にガラス基板を装着しチャンバー内を真空状態とした。蒸着源が基板法線方向から +70 度傾斜させるように治具を固定し、 Ta_2O_5 層 502 を 650 nm の厚さとなるように斜方蒸着多層膜を形成した。その後、第 1 工程で斜方蒸着させた基板を取り出し、第 2 工程として蒸着方向が -70 度傾斜させるように基板を装着し、さらに Ta_2O_5 層 503 を 650 nm の厚さとなるように斜方蒸着多層膜を形成した。

【0045】

2 層の斜方蒸着多層膜が形成された基板の透過率を測定したところ波長 405 nm の波長帯において Ta_2O_5 多層膜内の干渉による反射率の増大が確認された。

【0046】

(比較例 2)

図 8 に本発明の比較例 2 に係る複屈折板の模式的断面図を示す。比較例 1 で作成した斜方蒸着多層膜に波長 405 nm において光学膜厚が $\lambda/2$ となるように蒸着源の鉛直方向と基板面の法線方向が一致するように SiO_2 膜 601 を正面より蒸着させた膜を形成した。 SiO_2 膜により表面の保護効果が向上したものの Ta_2O_5 多層膜内の干渉による反射率の増大が確認された。

【産業上の利用可能性】

【0047】

本発明によれば、複数層の斜方蒸着膜を形成することによって特定の波長帯に対して良好な $1/4$ 波長位相差板となるとともに、複数層の斜方蒸着膜が反射防止膜機能も有する。また、斜方蒸着膜の側面に対して安定した保護膜を形成することが可能となる。したがって、光ヘッド装置などの偏光変換素子等に用いられる複屈折板として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図 1】多層膜の概念的断面図

【図 2】本発明の実施例 1 に係る複屈折板の模式的断面図

【図 3】本発明の実施例 2 に係る複屈折板の模式的断面図

【図 4】溝加工を施した基板表面の概念図

【図 5】本発明の実施例 3 に係る複屈折板の模式的断面図

【図 6】本発明の実施例 4 に係る複屈折板の模式的断面図

【図 7】本発明の比較例 1 に係る複屈折板の模式的断面図

【図 8】本発明の比較例 2 に係る複屈折板の模式的断面図

【符号の説明】

【0049】

10 多層膜

10

20

30

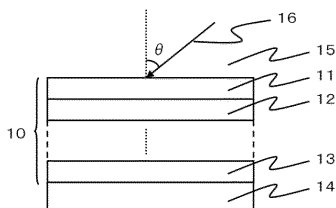
40

50

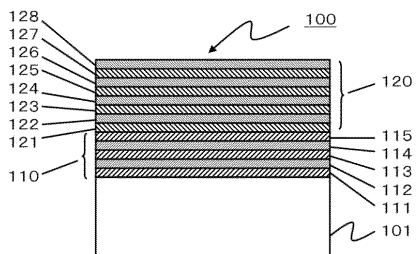
- 1 1 多層膜の第 1 層
 1 2 多層膜の第 2 層
 1 3 多層膜の第 $q - 1$ 層
 1 4 基板
 1 5 入射媒体
 1 6 レーザー光入射方向
 1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、6 0 0 複屈折板
 2 1、1 0 1、3 0 1、5 0 1 ガラス基板
 1 1 0、3 1 0 第 1 工程により形成された斜方蒸着膜層
 1 2 0、3 2 0 第 2 工程により形成された斜方蒸着膜層
 1 1 1、1 1 3、1 1 4、1 1 5、1 2 1、1 2 3、1 2 5、1 2 7、3 1 2、3 1 4、
 3 2 1、3 2 3、5 0 2、5 0 3 Ta_2O_5 斜方蒸着層
 1 1 2、1 1 4、1 2 2、1 2 4、1 2 6、1 2 8、3 1 1、3 1 3、3 2 2、3 2 4
 SiO_2 斜方蒸着膜
 2 0 1、4 0 2、3 1 1、6 0 1 SiO_2 蒸着層
 4 0 1 Ta_2O_5 蒸着層
 2 2 加工溝

10

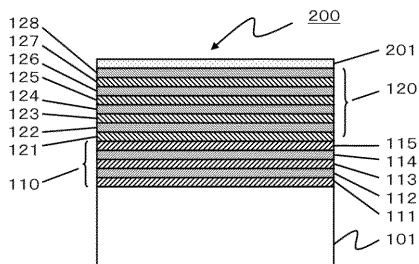
【図 1】



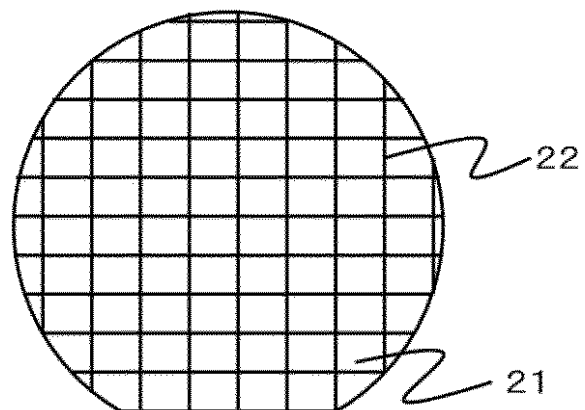
【図 2】



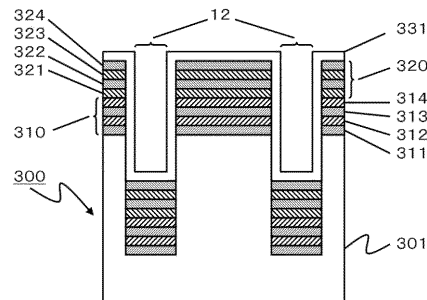
【図 3】



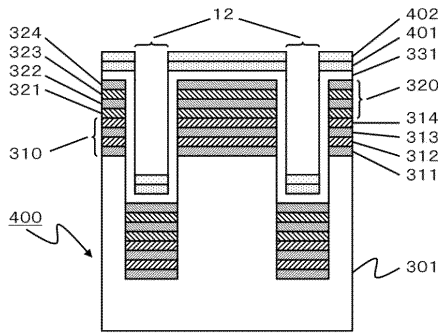
【図 4】



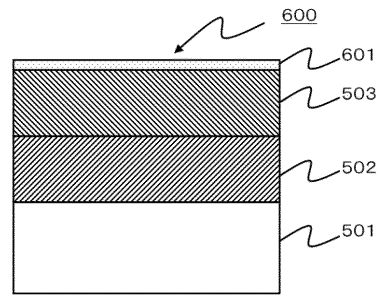
【図 5】



【図 6】



【図 8】



【図 7】

