



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 35 789 T2** 2007.09.20

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 886 270 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G11B 7/24** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 35 789.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 304 761.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.06.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.12.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **06.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.09.2007**

(30) Unionspriorität:

16445797 20.06.1997 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Sony Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Aratani, Katsuhisa, Shinagawa-ku, Tokyo 141, JP

(74) Vertreter:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 80331 München**

(54) Bezeichnung: **Mehrschichtige optische Platten**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf mehrschichtige optische Platten, insbesondere auf solche optische Platten, welche durch Laminieren von zwei Schichten in eine Lage einer Platte gebildet werden.

[0002] In den letzten Jahren gab es eine Nachfrage nach Informationsaufzeichnungsmedien, um eine große und steigende Kapazität von Information zu bearbeiten, und in diesem Fall steigt auch ein Bedarf für eine optische Platte mit großer Kapazität an, um in der Lage zu sein, auf Zielinformation direkt zuzugreifen und diese reproduzieren zu können.

[0003] Als eine optische Platte, welche in der Lage ist, mit solcher Information von großer Kapazität umzugehen, ist eine mehrschichtige Platte vorgeschlagen worden oder diejenige einer optischen Platte, welche aus einer Lage einer Scheibe gebildet ist, insbesondere, in welcher zwei Informationsschichten laminiert sind.

[0004] Verschiedene Arten der mehrschichtigen Platte sind vorgeschlagen worden und für eine von ihnen gibt es einen Vorschlag einer mehrschichtigen Platte, welche aus einer ersten Informationsschicht gebildet ist, welche mit einem reflektierenden Metallfilm beschichtet ist und einer zweiten Informationsschicht, welche mit einem halbtransparenten reflektierenden Film beschichtet ist, dessen spektroskopische Eigenschaften, wie beispielsweise ein Reflexionsfaktor, ein Transmissionsfaktor und dergleichen eine Wellenlängenabhängigkeit aufweisen, und welcher hergestellt ist, um Informationen aus den ersten und zweiten Informationsschichten durch Verwenden von erstem und zweitem Reproduktionslicht mit zwei unterschiedlichen Wellenlängen auszulesen (siehe öffentliches Bulletin für die japanische offengelegte Patentveröffentlichung Nr. 2-223030 und eines für die japanische offengelegte Patentveröffentlichung Nr. 8-339574).

[0005] Bei der mehrschichtigen optischen Platte, welche die ersten und zweiten Informationsschichten zum Ausführen eines Abspielens der Information durch Verwenden des ersten und zweiten Reproduktionslichts aufweist, ist eine Struktur vorgeschlagen worden, bei welcher, obwohl die mehrschichtige optische Platte derartig strukturiert ist, dass das Abspielen durch ein Reproduktionslicht ermöglicht wird, z.B. als das erste Reproduktionslicht, welches innerhalb eines Wellenlängenbereichs in einem Wiedergabegerät für eine konventionelle Mehrzweck-Compact-Disk (CD) liegt, welche z.B. ausschließlich für die Wiedergabe gedacht ist, die Wiedergabe mit dem gleichen Wiedergabeabspielgerät einer konventionellen CD wie für die andere Informationsschicht ermöglicht wird.

[0006] Die optische Platte, welche mit den ersten und zweiten Informationsschichten laminiert ist, ist z.B., wie in einer schematischen Querschnittsansicht von einem Beispiel davon in [Fig. 1](#) gezeigt ist, derartig, dass eine erste Informationsschicht **4f**, welche aus einem ersten Informationspit **2f** gebildet ist, welches auf einer Oberfläche von z.B. einem ersten Lichttransmissionssubstrat **1f** gebildet ist, und einem reflektierenden Metallfilm **3f**, welcher darauf beschichtet und abgelagert ist, und eine zweite Informationsschicht **4s**, welche aus einem zweiten Informationspit **2s** gebildet ist, welches auf einer Oberfläche eines zweiten Lichttransmissionssubstrats **1s** und einem halbtransparenten Reflexionsfilm **3s** gebildet ist, welcher darauf beschichtet und abgelagert ist, in solch einer Weise verbunden sind, dass eine gegenüberliegende Seitenoberfläche einer Seite, wo die erste Informationsschicht **4f** des ersten Lichttransmissionssubstrats **1f** gebildet ist und eine Oberfläche auf einer Seite, wo die zweite Informationsschicht **4s** des zweiten Lichttransmissionssubstrats **1s** gebildet ist, mit einem transparenten Klebstoff **5** verbunden sind.

[0007] Dann wird als ein erstes Reproduktionslicht **Lf** ein Laserlicht mit einem Wellenlängenbereich von 770 nm–830 nm des Reproduktionslichts (im Folgenden als eine erste Wellenlänge bezeichnet) in dem Wiedergabegerät z.B. der konventionellen Mehrzweck-Compact-Disk (CD) nur für Wiedergabe, von einer Rückseite des zweiten Lichttransmissionssubstrats **1s** abgestrahlt, um die Reproduktion der Information von der ersten Informationsschicht **4f** auszuführen und als ein zweites Reproduktionslicht **Ls** wird ein Laserlicht, welches in der Wellenlänge kürzer ist als das vorhergehende und einem Wellenlängenbereich von 615 nm–655 nm eines Halbleiterlasers, welcher geeignet ist, um massenproduziert zu werden (im Folgenden als zweite Wellenlänge bezeichnet) wird abgestrahlt, um auf der zweiten Informationsschicht **4s** zu fokussieren, wodurch die Reproduktion der Information von der zweiten Informationsschicht **4s** ausgeführt wird.

[0008] Um ein Reproduktionssignal von hoher Qualität von der ersten Informationsschicht **4f** durch Verwenden einer solchen optischen Platte zu erhalten, muss

- (i) ein Reflexionsfaktor **Rf1** des reflektierenden Metallfilms **3f** gegen das erste Reproduktionslicht **Lf** durch die erste Wellenlänge hoch sein,
- (ii) ein Transmissionsfaktor **Ts1** der zweiten Informationsschicht **4s** relativ zu dem Licht mit der ersten Wel-

lenlänge so hoch wie möglich sein, d.h., ein Lichtabsorptionsfaktor As_1 relativ zu dem Licht mit der ersten Wellenlänge muss so niedrig wie möglich sein sowie sein Reflexionsfaktor Rs_1 gegen das Licht mit der ersten Wellenlänge so niedrig wie möglich sein muss.

Auch muss, um ein Reproduktionssignal von hoher Qualität von der zweiten Informationsschicht **4s** zu erhalten,

(iii) ein Reflexionsfaktor Rs_2 des halbtransparenten Films **3s** gegen das zweite Reproduktionslicht mit der zweiten Wellenlänge hoch sein.

(iv) Daher ist es aus den oben erwähnten Punkten (ii) und (iii) wünschenswert, dass der halbtransparente reflektierende Film **3s** der zweiten Informationsschicht **4s** eine Eigenschaft aufweist, so dass Rs_2-Rs_1 so groß wie möglich ist (Rs_2 ist so viel größer als Rs_1 wie möglich).

[0009] Als ein Material, um den halbtransparenten reflektierenden Film **3s** der zweiten Informationsschicht **4s** zu bilden, werden der Einsatz von Silicium (Si) und einer Mehrschichtstruktur mit einer dielektrischen Substanz vorgeschlagen.

[0010] Wie in dem oben erwähnten Punkt (ii) beschrieben, da verlangt wird, dass der Lichtabsorptionsfaktor des Lichts mit der ersten Wellenlänge so klein wie möglich ist, wenn das Silicium verwendet wird, ist es wünschenswert, dass sich das Silicium selbst in einen Film als Dünnschicht bildet, welcher eine exzellente Kristallisation aufweist, jedoch, aufgrund eines Problems der thermischen Stabilität des Kunststoffsubstrats bestehen einige Beschränkungen, das Si in dem Film zu bilden, welcher eine exzellente Filmqualität auf dem Lichttransmissionssubstrat aufweist, insbesondere auf einem Kunststoffsubstrat, welches aus Polycarbonat (PC) und dergleichen aufgebaut ist, welches hinsichtlich der Massenproduktion, Kosten und dergleichen ausgezeichnet ist.

[0011] Auch, wenn die dielektrische Substanz für die mehrschichtige Filmstruktur verwendet wird, besteht ein Problem, dass ein Prozess der Herstellung sehr kompliziert wird, verglichen mit dem Bilden eines einzelnen Schichtfilms, wodurch ein Problem hoher Kosten hervorgebracht wird.

[0012] Auch, was das Lichttransmissionssubstrat anbelangt, ist es hauptsächlich aus dem Polycarbonat (PC) hinsichtlich des Preises, der Zuverlässigkeit, der Massenerstellbarkeit und dergleichen gebildet. In dem Fall besteht jedoch ein Problem, dass die Doppelbrechung verglichen mit Glas sehr groß ist. Es ist bekannt, dass sich die Doppelbrechung hauptsächlich auf eine sehr dünne Oberflächenschicht (einem Abschnitt von ungefähr mehreren zehn μm in der Dicke) des Substrats konzentriert, jedoch nicht von der Dicke des Substrats abhängt. Daher hängt das Problem der Doppelbrechung nicht von der Dicke des Substrats ab, sondern davon, wie oft das Zielreproduktionslicht durch die Oberfläche davon hindurchgeht, und so, wenn zwei Lagen des Lichttransmissionssubstrats **1s** und **1f**, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, verwendet werden, passiert das Reproduktionslicht für die erste Informationsschicht **3f** durch die Oberflächenschichten der beiden Lagen der Lichttransmissionssubstrate **1s** und **1f** und ein Einfluss der Doppelbrechung wird zweimal so viel wie in dem Fall einer einzigen Schicht.

[0013] Nebenbei ist es wünschenswert, um ein Reproduktionssignal einer hohen Qualität in solch einer optischen Platte erhalten zu können, dass der Reflexionsfaktor gegen das Licht mit der ersten Wellenlänge größer als 60 % eingestellt wird. Dieser Wert kann als ein Index hergestellt werden, um ein hohes Reproduktionssignal durch einen genormten Wert in einer Mehrzweck-Compact-Disk CD zu erhalten. Auch ist es wünschenswert, dass der Reflexionsfaktor gegen das Licht mit der zweiten Wellenlänge 15 %–30 % beträgt. Dieser Wert kann als ein Index hergestellt werden, um das Reproduktionssignal einer hohen Qualität durch einen normierten Wert in einer Zweischichtplatte einer so genannten DVD (Digital Versatile Disk) zu erhalten.

[0014] Es ist eine Aufgabe von zumindest einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, sicherzustellen, dass eine Reproduktion von einer hohen Qualität in der oben erwähnten mehrschichtigen Platte durchgeführt werden kann, in welcher die oben erwähnten ersten und zweiten Informationsschichten laminiert sind.

[0015] EP-A-0 745 985 offenbart eine optische Platte mit ersten und zweiten Informationsschichten. Eine reflektierende Schicht auf der ersten Informationsschicht kann durch Sputtern oder Aufdampfen des Siliciums gebildet werden.

[0016] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine mehrschichtige optische Platte vorgesehen, in welcher eine erste Informationsschicht und eine zweite Informationsschicht laminiert sind, um eine Lage einer optischen Platte zu bilden, wobei die optische Platte umfasst:

einen reflektierenden Metallfilm, welcher in der ersten Informationsschicht gebildet ist und einen Reflexionsfaktor von mehr als 90 % relativ zu einem ersten Reproduktionslicht mit einem Wellenlängenbereich von 770 nm–830 nm aufweist;

und

einen halbtransparenten reflektierenden Film, welcher in der zweiten Informationsschicht gebildet ist, wobei ein Verhältnis n_{s2}/n_{s1} zwischen jeweiligen realen Zahlenteilen eines Brechungsindex n_{s1} relativ zu dem ersten Produktionslicht und einem Brechungsindex n_{s2} relativ zu einem zweiten Reproduktionslicht mit einer Wellenlänge in dem Bereich von 615 nm–655 nm mehr als 1,05 beträgt, und ein imaginärer Zahlenteil des Brechungsindex relativ zu dem ersten Reproduktionslicht weniger als 0,05 ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Filmdicke des halbtransparenten reflektierenden Films weniger als 22 nm beträgt.

[0017] Die optische Platte, welche die oben erwähnte Struktur gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist, kann eine Reproduktion von einer hohen Qualität bezüglich der ersten und zweiten Informationsschichten durch die ersten und die zweiten Reproduktionslichter ausführen und bezüglich der ersten Informationsschicht ist sie hergestellt, um in der Lage zu sein, die hohe Reproduktionsqualität auszuführen, sogar mittels eines Mehrzweck-CD-Spielers.

[0018] Die Erfindung wird nun mittels eines Beispiels mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben werden, in welchen auf gleiche Teile durch gleiche Bezugszeichen Bezug genommen wird, und in welchen:

[0019] [Fig. 1](#) eine schematische Querschnittsansicht eines Beispiels einer mehrschichtigen optischen Platte ist, welche die vorliegende Erfindung sowie eine konventionelle mehrschichtige optische Platte verkörpert;

[0020] [Fig. 2](#) ein Graph ist, welcher eine Wellenlängenabhängigkeit eines Reflexionsfaktors von amorphem SiO zeigt, welches zur Erläuterung einer Struktur eines halbtransparenten Reflexionsfilms einer mehrschichtigen optischen Platte verwendet wird, welche die vorliegende Erfindung verkörpert;

[0021] [Fig. 3](#) ein Graph ist, welcher eine Wellenlängenabhängigkeit eines Reflexionsfaktors von amorphem SiH zeigt, welches zur Erläuterung der Struktur des halbtransparenten Reflexionsfilms der mehrschichtigen optischen Platte verwendet wird, welche die vorliegende Erfindung verkörpert;

[0022] [Fig. 4](#) ein Graph ist, welcher eine Wellenlängenabhängigkeit eines Reflexionsfaktors von amorphem SiHO zeigt, welches zur Erläuterung der Struktur des halbtransparenten Reflexionsfilms der mehrschichtigen optischen Platte verwendet wird, welche die vorliegende Erfindung verkörpert;

[0023] [Fig. 5](#) ein Graph ist, welcher die Wellenlängenabhängigkeit eines Reflexionsfaktors von amorphem Si zeigt, welches zur Erläuterung der Struktur des halbtransparenten Reflexionsfilms der mehrschichtigen optischen Platte verwendet wird, welche die vorliegende Erfindung verkörpert; und

[0024] [Fig. 6](#) ein Graph ist, welcher die Wellenlängenabhängigkeit eines Reflexionsfaktors von kristallinem Si zeigt, welches zur Erläuterung der Struktur des halbtransparenten Reflexionsfilms der mehrschichtigen optischen Platte verwendet wird, welche die vorliegende Erfindung verkörpert.

[0025] Eine mehrschichtige optische Platte gemäß der vorliegenden Erfindung ist derartig strukturiert, dass eine erste Informationsschicht und eine zweite Informationsschicht aufgeschichtet sind, um eine Lage einer optischen Platte zu bilden.

[0026] Die optische Platte kann, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, so strukturiert sein, dass erste und zweite Lichttransmissionssubstrate **1f** und **1s**, auf welchen jeweils erste und zweite Informationsschichten **2f** und **2s** gebildet sind, aufgeschichtet sind und miteinander mit einem transparenten Klebstoff **5** verbunden sind.

[0027] Die ersten und zweiten Lichttransmissionssubstrate **1f** und **1s** sind jeweils durch Spritzgießen unter Verwendung von Kunststoffen wie beispielsweise Polycarbonat (PC) oder dergleichen geformt, und gleichzeitig mit dem Formen werden Informationspits **4f** und **4s** auf den ersten und den zweiten Informationsschichten **4f** und **4s** auf jeweiligen Hauptoberflächen des Substrats **1f** und **1s** transferiert und durch Stempel, z.B. Nickelstempel, geformt, welche in einem Hohlraum einer Spritzgießform angeordnet sind, und die anderen Hauptoberflächen davon werden jeweils als glatte Oberflächen gebildet.

[0028] Alternativ werden die ersten und die zweiten Transmissionssubstrate **1f** und **1s** aus Kunststoffen wie beispielsweise PC und dergleichen oder Glas als glatte Substrate gebildet und die Informationspits **2f** und **2s**

können auf deren jeweiligen Hauptoberflächen mittels Aufstreichen z.B. eines unter UV-Licht aushärtenden Harzes, Drücken der Stempel und einer Aushärtbehandlung, d.h. ein 2P-Verfahren (Photopolymerisation), gebildet werden.

[0029] Die ersten und die zweiten Lichttransmissionssubstrate **1f** und **1s** sind als Substrate, deren Doppelbrechung weniger als 50 nm beträgt, durch Auswählen einer Temperatur der Form, eines Drucks, einer Zeit zum Aufrechterhalten des Drucks und dergleichen zur Zeit des Spritzgießens strukturiert.

[0030] Dann wird die erste Informationsschicht **4f** durch Ablagerung eines reflektierenden Metallfilms **3s** mittels Aufdampfen, Sputtern und dergleichen auf der gesamten Oberfläche gebildet, auf welcher das erste Informationspit **2f** des ersten Lichttransmissionssubstrats **1f** gebildet wird. Auch wird eine Schutzschicht **6** gebildet, welche vollständig die erste Informationsschicht **4f** abdeckt.

[0031] Ein halbtransparenter reflektierender Film **3s** wird vollständig auf einer Oberfläche des zweiten Lichttransmissionssubstrats **1s** abgelagert, auf welcher das zweite Informationspit **2s** gebildet wird, wodurch die zweite Informationsschicht **4s** gebildet wird.

[0032] Die mehrschichtige optische Platte ist so strukturiert, dass die Oberfläche des ersten Lichttransmissionssubstrats **1f** gegenüberliegend einer Seite, wo die erste Informationsschicht **4f** gebildet wird, und die Oberfläche des zweiten Lichttransmissionssubstrats **1s** auf der Seite, wo die zweite Informationsschicht **4s** gebildet wird, miteinander mit einem transparenten Klebstoff **5** verbunden werden, wie beispielsweise ein mittels ultravioletter Strahlen aushärtender Harz.

[0033] In dieser Struktur wird die Summe der Dicken der ersten und zweiten Lichttransmissionssubstrate **1f** und **1s** ausgewählt, so dass sie 1,1–1,3 mm wird. Zum Beispiel ist es wünschenswert, dass die gesamte Dicke auf 1,25 mm eingestellt wird unter der Voraussetzung, dass jede der Dicken der ersten und zweiten Lichttransmissionssubstrate **1f** und **1s** hergestellt werden, um 0,6 mm zu betragen, und die Dicke des transparenten Klebstoffs **5** 0,05 mm ist.

[0034] Auslesen, d.h. das Lesen oder Reproduzieren der Informationen von der ersten Informationsschicht **4f** der mehrschichtigen optischen Platte gemäß der vorliegenden Erfindung, wird auf solch eine Weise durchgeführt, dass, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ein erstes Reproduktionslicht L_f mit einer ersten Wellenlänge, z.B. ein Halbleiterlaserlicht des Reproduktionslichts in einem z.B. Mehrzweckreproduktions-CD-Spieler, welches einen Wellenlängenbereich von 770 nm–830 nm aufweist, wird von der Rückseite des zweiten Lichttransmissionssubstrats **1s** gestrahlt und das Reflexionslicht von dem reflektierenden Metallfilm **3f** wird detektiert.

[0035] Auch wird die Reproduktion der Information von der zweiten Informationsschicht **4s** auf solch eine Weise durchgeführt, dass ein zweites Reproduktionslicht L_s mit einer zweiten Wellenlänge, d.h. ein Halbleiterlaserlicht mit einer Wellenlänge von 615 nm–655 nm in gleicher Weise auf der zweiten Informationsschicht **4s** von der Rückseite des zweiten Lichttransmissionssubstrats **1s** fokussiert wird und dessen Reflexionslicht wird ausgelöscht, um dadurch ein Reproduktionssignal zu erhalten.

[0036] Dann, insbesondere gemäß der vorliegenden Erfindung, wird der reflektierende Metallfilm **3f**, welcher die erste Informationsschicht **4f** bildet, aus einem reflektierenden Metallfilm gebildet, welcher einen Reflexionsfaktor von mehr als 60 % relativ zu dem ersten Reproduktionslicht mit dem Wellenlängenbereich von 770 nm–830 nm aufweist.

[0037] Die Metalle, welche den reflektierenden Metallfilm **3f** bilden, werden durch Aufdampfen, Sputtern und dergleichen von Metall, z.B. Au, Ag, Cu oder einer Legierung davon, gebildet. Eine Filmdicke des reflektierenden Metallfilms **3f** muss eingestellt werden, um mehr als 50 nm zu betragen, um in der Lage zu sein, sicher einen hohen Reflexionsfaktor oder vorzugsweise mehr als 70 nm zu erhalten.

[0038] Der Schutzfilm **6**, welcher auf dem reflektierenden Metallfilm **3f** gebildet ist, kann durch Aufstreichen und Aushärten des unter ultravioletter Strahlung aushärtenden Harzes strukturiert sein.

[0039] Der halbtransparente reflektierende Film **3s**, welcher die zweite Informationsschicht **4s** bildet, ist in seinem Transmissionsfaktor T_{s1} für das Licht mit der ersten Wellenlänge hoch, d.h., er ist in seinem Lichtabsorptionsfaktor A_{s1} des Lichts mit der ersten Wellenlänge gering und ist in seinem Reflexionsfaktor R_{s1} gegen das Licht mit der ersten Wellenlänge gering und macht auch einen Reflexionsfaktor R_{s2} gegen das zweite Reproduktionslicht L_s mit der zweiten Wellenlänge größer, d.h. $R_{s2} > R_{s1}$. Um noch genauer zu sein, wird in einem

dünnen Film je größer ein Refraktionsindex ist, umso größer wird der Reflexionsfaktor und je kleiner der Refraktionsindex ist, umso kleiner wird der Reflexionsfaktor. Daher, wenn die Refraktionsindizes des halbtransparenten reflektierenden Films **3s** gegen die Lichte mit den ersten und zweiten Wellenlängen auf ns_1 und ns_2 eingestellt sind, dann wird ns_2/ns_1 groß gemacht, insbesondere ein Verhältnis zwischen jeweiligen realen Zahlenteilen des Refraktionsindex ns_1 und Refraktionsindex ns_2 oder ns_2/ns_1 wird auf mehr als 1,05 eingestellt.

[0040] Auch wird der halbtransparente reflektierende Film **3s** aus einem halbtransparenten reflektierenden Filmmaterial gebildet, dessen imaginärer Zahlenteil des Refraktionsindex gegen das erste Reproduktionslicht weniger als 0,05 ist.

[0041] Der halbtransparente reflektierende Film **3s** wird als eine Einzelschichtstruktur aus einem amorphen Film gebildet, welcher aus einem einzigen Material von amorphem SiH, amorphem SiO, amorphem SiN oder einem gemischten Material von mehr als zwei von ihnen und amorphem Si aufgebaut ist, z.B. Si(HO), Si(HNO).

[0042] Auch kann der halbtransparente reflektierende Film **3s** mit einem amorphen Film gebildet werden, welcher aus Ge hergestellt ist, amorphem Ge, amorphem GeH, amorphem GeO, amorphem GeN oder einem gemischten Material von mehr als zwei von ihnen, z.B. Ge (HNO); einem amorphen Film, welcher aus amorphem SiGe, amorphem SiGeH, amorphem SiGeO, amorphem SiGeN oder gemischten Materialien von mehr als zwei von ihnen aufgebaut ist, wie beispielsweise SiGe (HON) oder einem amorphen Film, welcher aus amorphem SiC, amorphem SiCH, amorphem SiCO, amorphem SiCN oder gemischten Materialien von mehr als zwei von ihnen aufgebaut ist, wie beispielsweise SiC (HON).

[0043] Auch wird die Dicke des halbtransparenten reflektierenden Films **3s** eingestellt, um weniger als 22 nm zu betragen, d.h. vorzugsweise gebildet in einer Zone 1 auf einer Seite, wo die Dicke des Films klein ist, und wobei ein Filmdickentoleranzwert, der in der Lage ist, den erforderlichen Reflexionsfaktor zu erhalten, hinsichtlich der Filmdickenabhängigkeit einer spektralen Eigenschaft, die später beschrieben wird, erhalten werden kann.

[0044] Als nächstes wird eine Ausführungsform des halbtransparenten reflektierenden Films **3s** beschrieben werden. Der halbtransparente reflektierende Film **3s** wird als ein amorpher Si-(im Folgenden als a-Si beschrieben)-Film mittels Sputtern oder Aufdampfen im Vakuum unter Verwendung von z.B. kristallinem Silicium (Si) oder polykristallinem Silicium als Rohmaterial gebildet, und Sauerstoff oder Wasserstoff wird damit vermischt, wenn der Film gebildet wird.

[0045] Zum Beispiel wird in dem Fall des Aufdampfens unter Vakuum, nachdem ein Inneres einer Vakuumkammer, in welcher die Vakuumaufdampfung ausgeführt werden soll, eingestellt wird, um einen hohen Grad eines Vakuumzustandes in einem Ausmaß des Erreichens einer Größenordnung von z.B. 10^{-4} Pa anzunehmen, eine geringe Menge des Sauerstoffs oder Wasserstoffs oder beide von ihnen dann in die Vakuumkammer eingeführt und die Verdampfung im Vakuum wird auf einer Oberfläche des zweiten Lichttransmissionssubstrats **1s** ausgeführt, auf welchem das zweite Informationspit **2s** gebildet wird, wodurch ein halbtransparenter reflektierender Ziel-Film **3s** gebildet wird.

[0046] Auch werden in dem Fall des Sputterns in ähnlicher Weise eine geringe Menge von Sauerstoff oder Wasserstoff oder beide von ihnen, außer inerte Gase wie beispielsweise Ar und dergleichen, in das Innere der Kammer eingeführt, in welcher das Sputtern durchgeführt wird, um ein so genanntes reaktives Sputtern auszuführen, wodurch ein halbtransparenter reflektierender Ziel-Film **3s** gebildet wird.

[0047] Zwischenzeitlich ist gut bekannt, dass nachdem Si vollständig mit Sauerstoff oder Wasserstoff reagiert, SiO₂ oder SiFH₄ hergestellt wird, jedoch bei der Bildung des halbtransparenten Reflexionsfilms **3s** gemäß der vorliegenden Erfindung wird solch eine vollständige Reaktion nicht ausgeführt, sondern es wird eine Struktur vorgesehen, in welcher Sauerstoff und Wasserstoff zu einer so genannten freien Bindung verbunden werden, wobei das Si-Atom selbst nicht in einem Zustand einer kovalenten Verbindung ist, um die Absorption des Lichts zu unterdrücken und bezüglich des Zusetzens des Sauerstoffs und Wasserstoffs zu diesem Zweck wird ein Verhältnis von Sauerstoff und Wasserstoff zu dem Si-Atom ausgewählt, um soviel wie 2–30 Atomprozent zu betragen.

[0048] Die ersten und zweiten Lichttransmissionssubstrate **1f** und **1s**, in welchen die ersten und die zweiten Informationsschichten **4f** und **4s** jeweils auf diese Weise gebildet werden, werden auf solch einer Weise gebildet, dass eine Oberfläche des ersten Lichttransmissionssubstrats **1f** auf einer gegenüberliegenden Seite zu einer Seite, wo die erste Informationsschicht **4f** gebildet wird, und eine Oberfläche des zweiten Lichttransmis-

sionssubstrats auf einer Seite, wo die zweite Informationsschicht **4s** gebildet wird, mit dem transparenten Klebstoff **5** verbunden werden.

[0049] Die Verbindung mit dem transparenten Klebstoff **5** wird auf eine Weise durchgeführt, dass der transparente Klebstoff **5**, welcher aus einem flüssigen in UV-Licht aushärtendem Harz aufgebaut ist, z.B. auf den halbtransparenten Reflexionsfilm **3s** aufgestrichen wird, beide der Substrate **1f** und **1s** mit einer vorbestimmten positionellen Beziehung dazwischen laminiert werden und eine Bestrahlung mit den ultravioletten Strahlen durchgeführt wird, um den transparenten Klebstoff **5** auszuhärten, um dadurch die Substrate **1f** und **1s** zu verbinden.

[0050] Als nächstes wird eine optische Eigenschaft des halbtransparenten Reflexionsfilms **3f** betrachtet.

[0051] In diesem Fall werden auf jeweiligen Hauptoberflächen, wie eine Spiegeloberfläche mit weder konkaven noch konvexen Punkten von jeweiligen PC-Substraten, amorphes SiO (a-SiO), amorphes SiH (a-SiH), amorphes SiHO (a-SiHO) gemäß der Struktur der vorliegenden Erfindung und weiterhin amorphes Si und kristallines Si (a-Si) jeweils zu Vergleichszwecken hergestellt, um jeweils einen Film zu bilden, und jeweilige Testproben sind durch Aufstreichen einer Schutzschicht darauf, welche so dick wie 30 µm ist, aus dem in UV-Licht aushärtendem Harz, welcher zum Verbinden mit dem oben erwähnten anderen Substrat verwendet wird, hergestellt worden. Auch sind in den Testproben durch Bilden jeweiliger Filme in einem Bereich von 10 nm–100 nm Dicke Doppelbrechungsindizes in den Fällen einer Wellenlänge von 780 nm und einer Wellenlänge von 650 nm durch die Messung einer Filmbreite, eines Lichttransmissionsfaktors und eines Reflexionsfaktors davon erhalten worden. Ergebnisse davon werden in einer Tabelle 1, welche unten beschrieben wird, gezeigt werden. Zwischenzeitlich werden in der Tabelle 1, obwohl eine Darstellung des kristallinen Si als ein Beispiel zum Vergleich vorgenommen worden ist, die Werte davon von denen der Literatur zitiert. Auch werden in der Tabelle 1 die Verhältnisse n_2/n_1 zwischen realen Zahlenteilen und Refraktionsindizes von jeweiligen Testproben gemeinsam dargestellt.

[Tabelle 1]

Gebildetes Filmmaterial	Refraktionsindizes (780 nm) $n_1 + ik_1$	Refraktionsindizes (650 nm) $n_2 + ik_2$	Verhältnisse zwischen Refraktionsindizes (n_2/n_1)
a-SiO	3,55 + i0,04	3,75 + i0,15	1,056
a-SiH	4,05 + i0,05	4,43 + i0,26	1,094
a-SiHO	3,13 + i0,01	3,33 + i0,03	1,064
a-Si	3,70 + i0,08	3,86 + i0,34	1,043
KRISTALLINES Si	3,71 + i0,007	3,85 + i0,016	1,038

[0052] Durch Verwenden der Refraktionsindizes basierend auf der Tabelle 1 werden ein Reflexionsfaktor R_1 der ersten Informationsschicht relativ zu der Wellenlänge von 780 nm und ein Reflexionsfaktor R_2 der zweiten Informationsschicht relativ zu der Wellenlänge von 650 nm in dem Fall, wo die jeweiligen Film-bildenden Materialien als halbtransparenter Reflexionsfilm der zweiten Informationsschicht hergestellt werden, mittels der Berechnung erhalten. In dem Fall, unter der Annahme, dass der reflektierende Metallfilm **3f** der ersten Informationsschicht **4f** derartig strukturiert ist, um aus einem Au-Film in einer Dicke von 100 nm gebildet zu werden, wird der Reflexionsfaktor auf einer Grenzfläche zwischen dem ersten Lichttransmissionssubstrat **1f** und dem reflektierenden Metallfilm **3f** auf 95 % eingestellt. Eine Filmdickenabhängigkeit der spektroskopischen Eigenschaft durch Berechnung um jede der Proben ist jeweilig in [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#) gezeigt. Das heißt, [Fig. 2](#) ist ein Fall von a-SiO, [Fig. 3](#) ist ein Fall a-SiH, [Fig. 4](#) ist ein Fall von a-SiHO, [Fig. 5](#) ist ein Fall von a-Si, welches nicht Sauerstoff und Wasserstoff enthält, und [Fig. 6](#) ist ein Fall von kristallinem Si.

[0053] In dem Fall des kristallinen Si der [Fig. 6](#) nimmt, während die Filmdicke davon dicker als 0 wird, der Reflexionsfaktor R_1 ab, während R_2 zunimmt. Dann, in der Nähe von einer Dicke von 13 nm, wird R_1 größer als 70 % ($R_1 > 70\%$) und gleichzeitig wird R_2 größer als 18 % ($R_2 > 18\%$) (im Folgenden wird auf die Dickenzone als Zone 1 Bezug genommen), was den Index, welcher am Anfang erwähnt wurde, erfüllt, was zu einem Erlangen eines exzellenten Reproduktionssignals führt. Dann, wenn die Filmdicke weiter zunimmt, wiederum in der Nähe von 130 nm, ist die oben erwähnte Bedingung erfüllt, d.h. R_1 ist größer als 70 % und gleichzeitig ist R_2 größer als 18 % (im Folgenden wird auf die Dickenzone als Zone 2 Bezug genommen). Dann wird die Zunahme und Abnahme auf Wiederholung gehalten, jedoch ist es bevorzugt, dass eine Zone, welche dicker als die zweite Zone ist, praktisch vermieden wird wegen eines Problems, was die Herstellung begleitet. Daher wird ein Bereich zwischen der oberen Grenze und der unteren Grenze der Filmdicke, wobei der erforderliche Reflexionsfaktor oder $R_1 > 70\%$ und gleichzeitig $R_2 > 18\%$ in der Zone 1 und der Zone 2 der jeweiligen Einzelschichtmaterialien erhalten werden kann, zusammen mit einer Rate von einem Mittenwert gezeigt, welcher in einer Klammer als ein Filmdickentoleranzwert gezeigt ist [%].

[Tabelle 2]

Einzelschichtfilmmaterial	Zone 1	Zone 2
a-SiO	13,9 - 15,1 nm ($\pm 3,8\%$)	102,9 - 121,1 nm ($\pm 8,1\%$)
a-SiH	9,5 - 11,1 nm ($\pm 7,8\%$)	87,8 - 104,2 nm ($\pm 8,5\%$)
a-SiHO	18,3 - 21,8 nm ($\pm 8,7\%$)	116,7 - 144,9 nm ($\pm 10,8\%$)
a-Si	13,6 - 14,5 nm ($\pm 3,2\%$)	101,5 - 109,4 nm ($\pm 3,7\%$)
KRISTALLINES Si	12,5 - 14,0 nm ($\pm 5,7\%$)	97,1 - 118,6 nm ($\pm 10,0\%$)

[0054] In dem Fall beträgt ein gewünschter Toleranzwert von einem praktischen Gesichtspunkt aus ungefähr $\pm 5\%$, von welchem verständlich ist, dass a-SiH, a-SiHO und weiterhin das kristalline Si vorzugsweise verwendet werden. Jedoch, wie am Anfang beschrieben wurde, ist kristallines Si nicht praktisch, weil es schwierig für das kristalline Si ist, einen Film auf dem Lichttransmissionssubstrat zu bilden. Auch ist ein praktischer Toleranzwert einer Filmdicke von a-Si in [Fig. 5](#), wie ersichtlich ist, wenn mit [Fig. 6](#) verglichen, relativ klein, weil seine Lichtabsorption verglichen mit dem kristallinen Si größer wird. Im Gegensatz zu diesen, in dem Fall des a-SiO, welches mit Sauerstoff gemischt wird, wird die Lichtabsorption kleiner bei 780 nm verglichen mit a-Si und n_2/n_1 wird größer, so dass der Reflexionsfaktor R_1 in der Zone 2 größer wird und als ein Ergebnis der Toleranzwert der Filmdicke in der Zone 2 einen höheren Wert als $\pm 5\%$ kennzeichnet. Ähnlich ist in dem Fall des a-SiH, welches mit Wasserstoff gemischt wird, weil die Lichtabsorption abnimmt und n_2/n_1 größer wird verglichen mit dem Sauerstoff, welcher damit gemischt wird, ein ausreichender Filmdickentoleranzwert erhalten worden, sogar in der Zone 1. Dann macht die Tatsache, dass der ausreichende Filmdickentoleranzwert sogar in der Zone 1 erhalten wird, wobei die Filmdicke klein ist, es möglich, den halbtransparenten Reflexionsfilm **3s** in der Zone 1 von geringer Filmdicke zu bilden, mit dem Ergebnis von großen praktischen Vorzügen, welche von der Reduzierung der Zeit des Bildens des Films und dergleichen herrühren. Weiterhin gemäß dem a-SiHO, welches sowohl mit Sauerstoff und Wasserstoff gemischt wird, besteht eine weitere Abnahme in der Lichtabsorption, so dass der Filmdickentoleranzwert weiterhin in der Zone 1 sowie in der Zone 2 erweitert wird, was zur Wirtschaftlichkeit hinsichtlich der Produktion beiträgt.

[0055] Wie aus der Tabelle 1 und der Tabelle 2 erkannt werden kann, ist ein Wert des imaginären Zahlenteils des Refraktionsindex, welcher die Lichtabsorption auf dem Teil des halbtransparenten Reflexionsfilms **3s**, welcher die zweite Informationsschicht **4s** aufweist, vorzugsweise geringer als 0,05 bei 780 nm. Auch sei verstanden, dass ein Verhältnis n_2/n_1 zwischen den realen Zahlenteilen der Refraktionsindizes, d.h. ns_1/ns_2 als die zweite Informationsschicht **4s** vorzugsweise mehr als 1,05 ist.

[0056] Dann, in diesem Zusammenhang, wenn der reflektierende Metallfilm **3f** der ersten Informationsschicht **4f** aus z.B. Al wie in dem konventionellen Fall hergestellt ist, werden R_1 -Werte der Filme in den jeweiligen Materialien Werte, welche durch Multiplizieren der R_1 -Werte in [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#) erhalten werden und ein Verhältnis eines Reflexionsfaktors des Al's von 81 % gegen die Wellenlänge von 780 nm zu einem ähnlichen Reflexionsfaktor von Au von 95 %, d.h. 0,85 wird erhalten. Das heißt, in dem Fall eines Al-Reflexionsfilms kann, wenn R_1 um 15 % niedriger wird verglichen mit einem Au-Film, der Filmdickentoleranzwert nicht größer gemacht werden.

[0057] Zwischenzeitlich sind die oben erwähnten Beispiele Fälle, bei welchen der halbtransparente Reflexionsfilm **3s** der zweiten Informationsschicht **4s** aus zusammensetzenden Materialien gebildet ist, wobei Sauerstoff oder Wasserstoff oder beide von ihnen in das a-Si-System eingeführt werden, jedoch die gleichen Effekte können erhalten werden durch Bilden der gleichen solcher zusammensetzender Materialien, wobei oben erwähntes Ge, SiGe oder a-Ge-System oder ein a-SiGe-System eingeführt wird, welche ähnlich mit entweder Sauerstoff oder Wasserstoff oder den beiden eingeführt werden.

[0058] Wie oben erwähnt, gemäß der vorliegenden Erfindung, durch Spezifizieren jeweiliger optischer Charakteristika des reflektierenden Metallfilms **3f** der ersten Informationsschicht **4f** und des halbtransparenten Reflexionsfilms **3s**, welcher die zweite Informationsschicht **4s** aufbaut, wird das zweite Reproduktionslicht mit der zweiten Wellenlänge für die zweite Informationsschicht **4s** mit 18 % geleitet, was ein Index ist, so dass ein Reproduktionslicht einer exzellenten Qualität erhalten werden kann und gleichzeitig, durch Bewirken, dass das erste Reproduktionslicht mit der ersten Wellenlänge die zweite Informationsschicht **4s** ausreichend durchdringt und weiterhin durch Bewirken, dass der reflektierende Metallfilm mehr als 90 % des Reflexionsfaktors aufweist, kann das erste Reproduktionslicht, welches auf die erste Informationsschicht **4f** gerichtet ist, geleitet werden, um mit ausreichend hoher Effizienz zu reflektieren, obwohl das erste Reproduktionslicht zu einem gewissen Ausmaß in der zweiten Informationsschicht **3s** abnimmt. So kann das Reproduktionssignal, welches ausgezeichnet in der Qualität ist, gemäß der Reproduktion durch das erste Reproduktionslicht der Information von der ersten Informationsschicht **4f** erhalten werden.

[0059] Dann, während das erste Reproduktionslicht mit der ersten Wellenlänge in einem Bereich von 770 nm–830 nm in der Wellenlänge ist, kann z.B. ein Mehrzweck-CD-Spieler verwendet werden. Das heißt, die Reproduktion der ersten Informationsschicht **4f** wird ermöglicht.

[0060] Auch passiert in der Struktur der [Fig. 1](#) das erste Reproduktionslicht für die erste Informationsschicht **4f** viermal durch die Oberflächen der ersten und zweiten Lichttransmissionssubstrate **1f** und **1s**, jedoch, wie oben erwähnt, da deren Doppelbrechung eingestellt ist, um weniger als 50 nm zu betragen, kann ein gleichwertiges Reproduktionssignal, welches mit dem Doppelbrechungswert von 100 nm in der konventionellen CD und DVD vergleichbar ist, erhalten werden.

[0061] Auch ist das oben erwähnte Beispiel ein Fall, wobei zwei Lagen der Lichttransmissionssubstrate verwendet werden, jedoch gibt es einige Fälle, auf welche das Beispiel, wie in der Zeichnung gezeigt, nicht beschränkt ist, wodurch verschiedene Abänderungen der Formen möglich sind, in welchen die Pits der ersten und der zweiten Informationsschichten auf einer Platte des Lichttransmissionssubstrats mittels des zwei-p-Verfahrens gebildet sind oder das Pit von einer Informationsschicht wird gleichzeitig gebildet, wenn ein Spritzgießen des Lichttransmissionssubstrats ausgeführt wird, während das Pit der anderen Informationsschicht durch das zwei-p-Verfahren gebildet wird. Auch ist in der Struktur der [Fig. 1](#) die Aufzeichnungsdichte der zweiten Informationsschicht **4s** höher als diejenige der ersten Informationsschicht **4f**.

[0062] Wie oben erwähnt, wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch Spezifizieren der jeweiligen optischen Charakteristika des reflektierenden Metallfilms **3f** der ersten Informationsschicht **4f** und des halbtransparenten Reflexionsfilms **3s**, welcher die zweite Informationsschicht **4s** aufbaut, das zweite Reproduktionslicht mit der zweiten Wellenlänge für die zweite Informationsschicht **4s** durch einen Reflexionsfaktor geleitet, welcher als ein Index von mehr als 18 % eingestellt ist, so dass ein Reproduktionslicht einer exzellenten Qualität erhalten werden kann und gleichzeitig, durch Bewirken, dass das erste Reproduktionslicht mit der ersten Wellenlänge ausreichend die zweite Informationsschicht **4s** durchdringt und weiterhin kann durch Bewirken, dass der reflektierende Metallfilm mehr als 90 % des Reflexionsfaktors aufweist, das erste Reproduktionslicht, welches zu der ersten Informationsschicht **4f** führt, geleitet werden, um mit ausreichend hoher Effizienz zu reflektieren, obwohl das erste Reproduktionslicht zu einem gewissen Ausmaß in der zweiten Informationsschicht **3s** abnimmt. So kann das Reproduktionssignal, welches exzellent in der Qualität ist gemäß der Reproduktion durch das erste Reproduktionslicht der Information von der ersten Informationsschicht **4f** erhalten werden.

[0063] Dann kann, wenn das erste Reproduktionslicht mit der ersten Wellenlänge in einem Wellenlängenbereich von 770 nm–830 nm ist, z.B. ein Mehrzweck-CD-Spieler verwendet werden. Das heißt, dadurch wird die Reproduktion der ersten Informationsschicht **4f** ermöglicht.

[0064] Auch passiert in der Struktur der [Fig. 1](#) das erste Reproduktionslicht für die erste Informationsschicht **4f** durch die Oberflächen der ersten und zweiten Lichttransmissionssubstrate **1f** und **1s** viermal, jedoch, wie oben erwähnt, da die Doppelbrechung davon eingestellt ist, um weniger als 50 nm zu betragen, kann ein gleichwertiges Reproduktionssignal, welches vergleichbar mit dem Doppelbrechungswert von 100 nm in der

konventionellen CD und DVD ist, erhalten werden.

[0065] Auch kann in der Struktur, welche die vorliegende Erfindung verkörpert, während die zweite Informationsschicht **4s** aus einem Einzelschichtfilm hergestellt ist, verglichen mit einem Fall des Einsetzens einer Struktur, in welcher dielektrische Substanzfilme in mehreren Schichten laminiert sind, eine Vereinfachung des Designs und der Produktion der Informationsschicht und dementsprechend eine Verbesserung der Produktivität implementiert werden.

[0066] Mit den beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen sei verstanden, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die oben erwähnten Ausführungsformen beschränkt ist, und dass verschiedene Änderungen und Modifikationen daran durch einen Fachmann bewirkt werden können ohne von dem Umfang der vorliegenden Erfindung, wie in den angefügten Ansprüchen definiert, abzuweichen.

Patentansprüche

1. Mehrschichtige optische Platte, in welcher eine erste Informationsschicht (**2f**) und eine zweite Informationsschicht (**2s**) laminiert sind, um eine Lage einer optischen Platte zu bilden, wobei die optische Platte umfasst:

einen reflektierenden Metallfilm (**3f**), welcher in der ersten Informationsschicht (**2f**) gebildet ist und einen Reflexionsfaktor von mehr als 90 % relativ zu einem ersten Reproduktionslicht mit einem Wellenlängenbereich von 770 nm–830 nm aufweist; und

einen halbtransparenten reflektierenden Film (**3s**), welcher in der zweiten Informationsschicht (**2s**) gebildet ist, wobei ein Verhältnis ns_2/ns_1 zwischen jeweiligen realen Zahlenteilen eines Brechungsindex ns_1 relativ zu dem ersten Reproduktionslicht und einem Brechungsindex ns_2 relativ zu dem zweiten Reproduktionslicht mit einer Wellenlänge in dem Bereich von 615 nm–655 nm mehr als 1,05 beträgt, und ein imaginärer Zahlenteil des Brechungsindex relativ zu dem ersten Reproduktionslicht weniger als 0,05 ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filmdicke des halbtransparenten reflektierenden Films (**3s**) weniger als 22 nm beträgt.

2. Mehrschichtige optische Platte wie in Anspruch 1 beansprucht, wobei der halbtransparente reflektierende Film (**3s**) aus einem amorphen Film gebildet ist, welcher aus einem einzigen Material von amorphem SiH, amorphem SiO oder amorphem SiN, oder einem gemischten Material aus mehr als zweien der zuvor genannten Materialien plus amorphem Si hergestellt ist.

3. Mehrschichtige optische Platte wie in irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche beansprucht, wobei ein erstes Kunststoffsubstrat (**1f**), welches die erste Informationsschicht (**2f**) aufweist und ein zweites Kunststoffsubstrat (**1s**), welches die zweite Informationsschicht (**2s**) aufweist, mit einem transparenten Klebstoff (**5**) miteinander verbunden sind, und jeweilige Doppelbrechungen der ersten und zweiten Substrate (**1f**, **1s**) geringer als 50 nm gemacht werden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

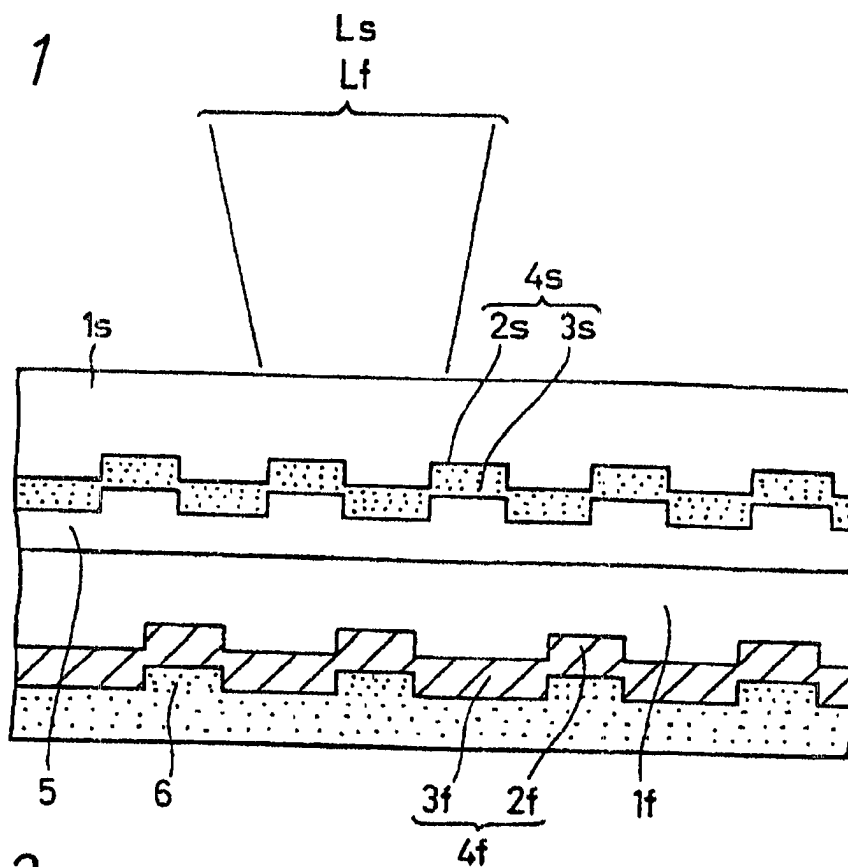


FIG. 2

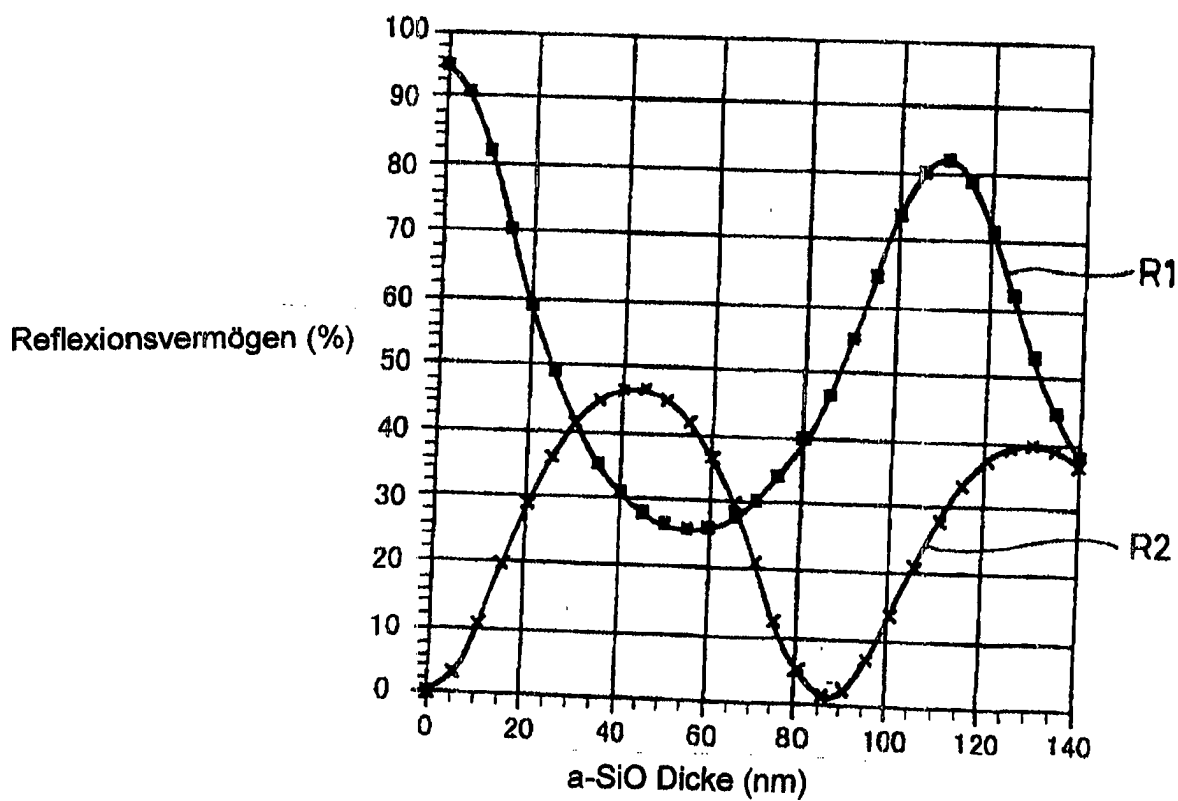


FIG. 3

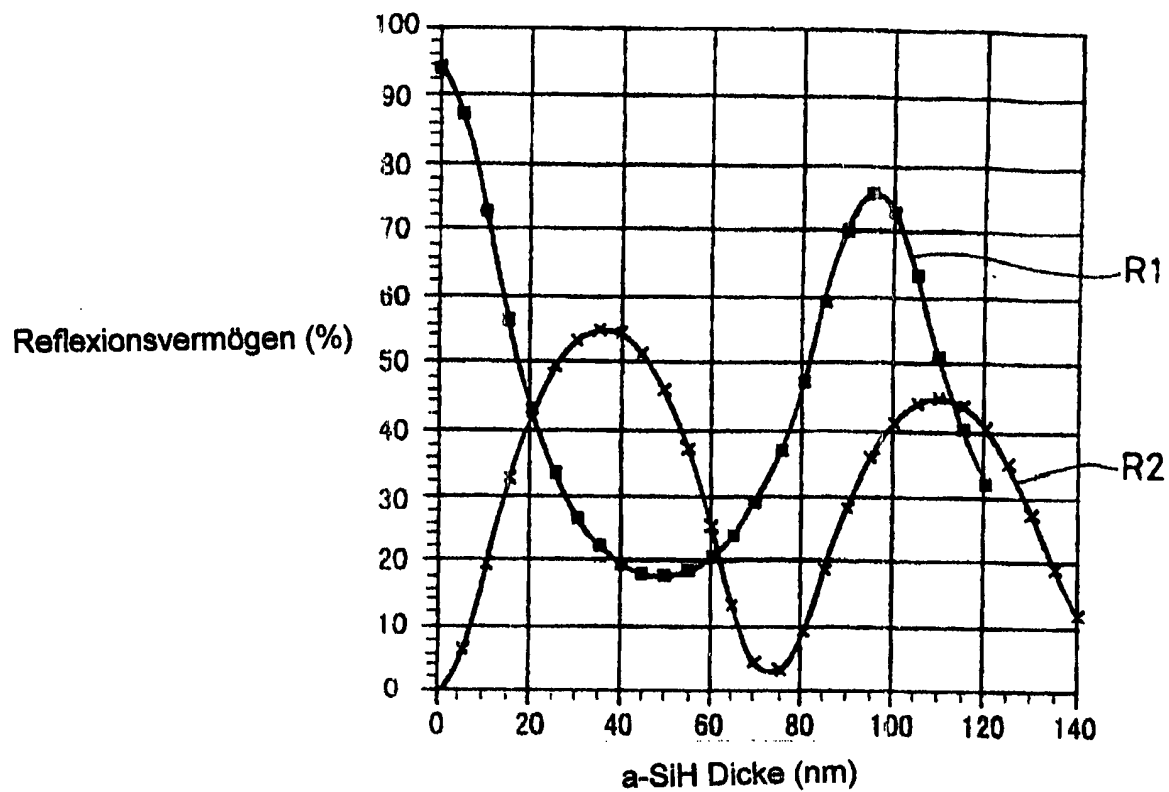


FIG. 4

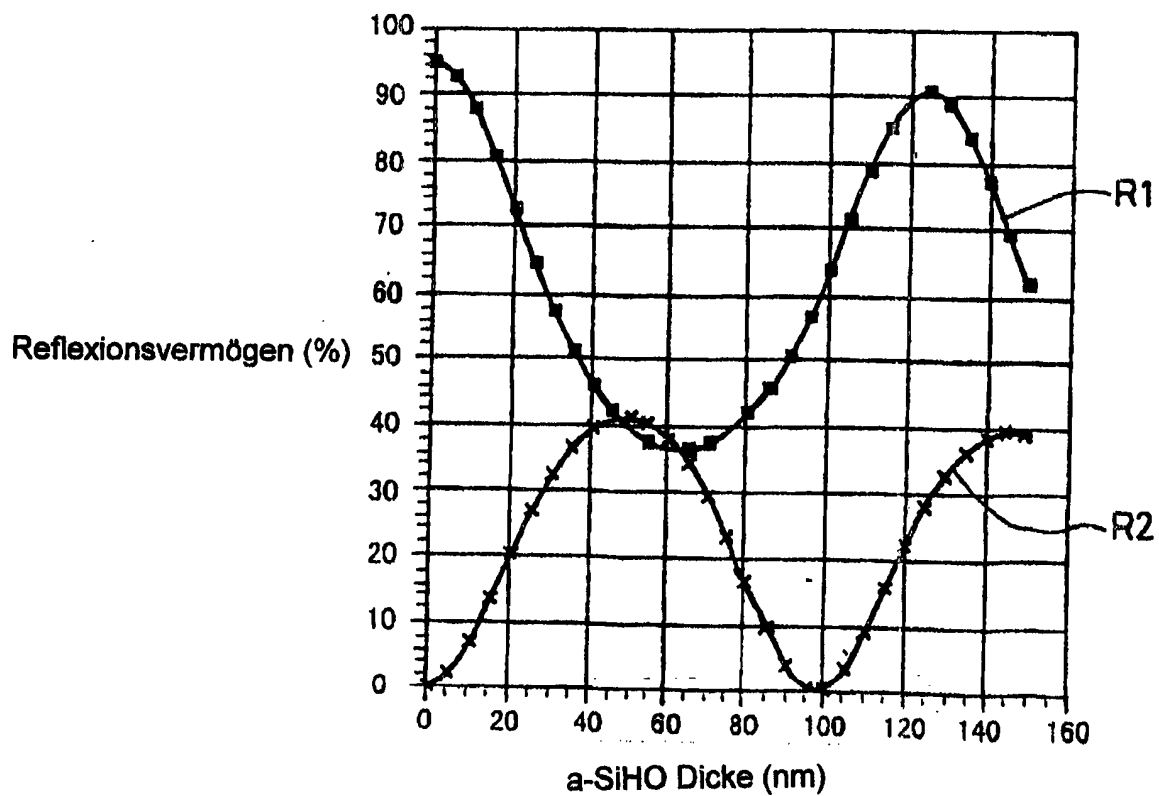


FIG. 5

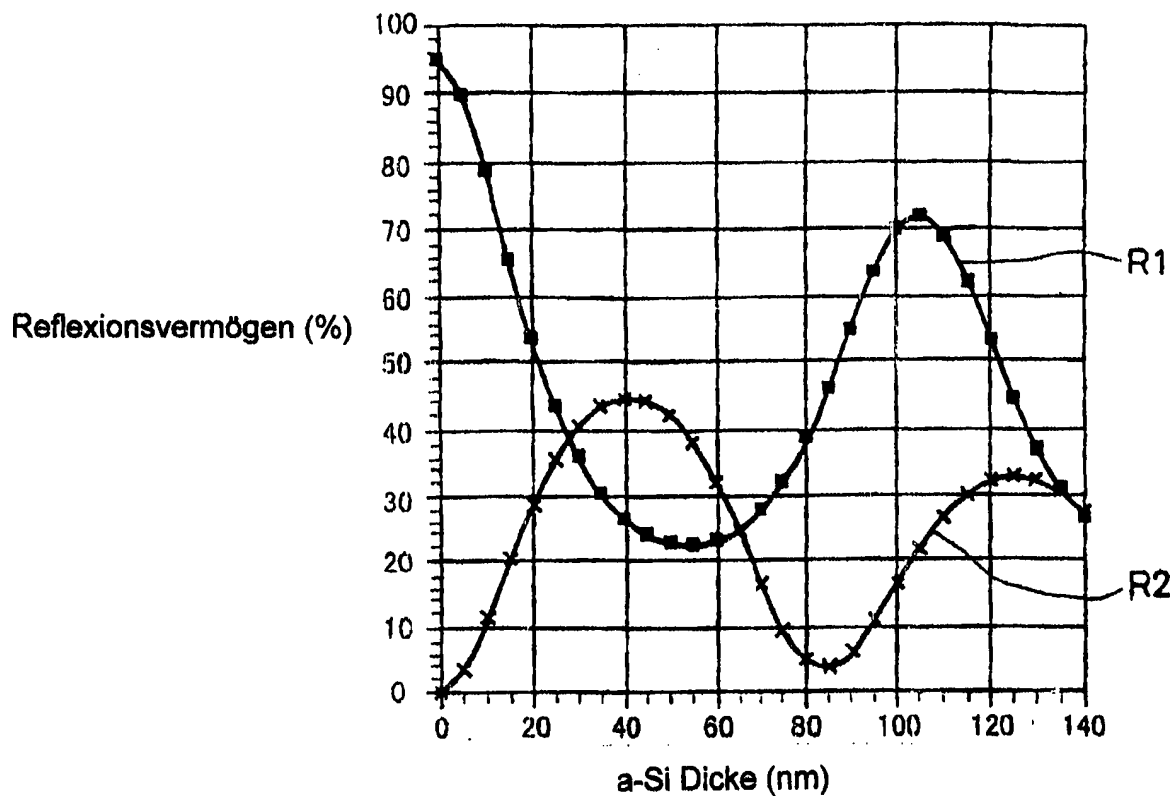


FIG. 6

