



(10) **DE 10 2007 051 537 B4** 2010.08.26

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 051 537.7**
(22) Anmeldetag: **29.10.2007**
(43) Offenlegungstag: **29.05.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.08.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01B 9/02** (2006.01)
G02B 5/08 (2006.01)
G02B 26/02 (2006.01)
G02B 1/06 (2006.01)
G02B 5/28 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2006-319779 28.11.2006 JP

(73) Patentinhaber:
DENSO CORPORATION, Kariya-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

(72) Erfinder:
**Suzuki, Megumi, Kariya, Aichi, JP; Wado,
Hiroyuki, Kariya, Aichi, JP; Yoshida, Takahiko,
Kariya, Aichi, JP**

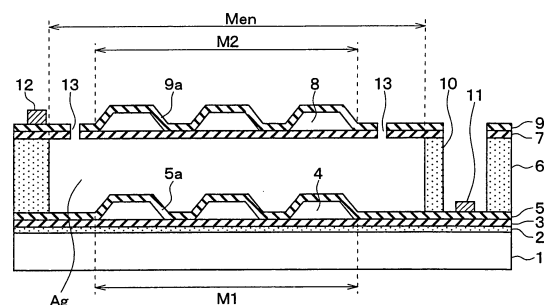
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

US	65 90 710	B2
US	57 39 945	A
JP	03-4 57 373	B2

(54) Bezeichnung: **Optischer Mehrschichtspiegel und Fabry-Perot-Interferometer, das diesen enthält**

(57) Hauptanspruch: Optischer Mehrschichtspiegel mit einem unteren Spiegel (M1) und einem oberen Spiegel (M2), wobei der untere Spiegel über einem Substrat (1) und der obere Spiegel durch einen Spalt (Ag) getrennt gegenüber dem unteren Spiegel angeordnet ist, wobei der untere Spiegel (M1) umfasst:

- eine erste hoch brechende Schicht (3), die über dem Substrat angeordnet ist und einen ersten Brechungsindex besitzt;
- eine erste niedrig brechende Schicht (4), die gegenüber der ersten hoch brechenden Schicht angeordnet ist und einen zweiten Brechungsindex besitzt, der kleiner als der erste Brechungsindex ist;
- eine zweite hoch brechende Schicht (5), die die erste niedrig brechende Schicht überdeckt; und
- einen ersten Verstärkungsabschnitt (5a, 30), der einen Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht stützt, der eine obere Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht überdeckt und sich über die...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen optischen Mehrschichtspiegel mit einem breiten stark reflektierenden Band und ein Fabry-Perot-Interferometer, das diesen enthält.

[0002] Ein Fabry-Perot-Interferometer mit einem stark reflektierenden Spiegel, d. h. einem Spiegel mit einem hohen Reflexionsgrad, der mehrere optische Schichten umfasst, ist in der JP-3457373 B2 offenbart. Das Fabry-Perot-Interferometer umfasst einen oberen und einen unteren Spiegel, die einander gegenüberliegend angeordnet sind, wobei sich in dem Spalt zwischen ihnen Luft befindet. Gemäß dieser Druckschrift ist der untere Spiegel dadurch gebildet, dass eine Siliziumdioxidschicht und eine polykristalline Siliziumschicht abwechselnd auf einem Substrat angeordnet sind. Der obere Spiegel ist dadurch gebildet, dass eine Siliziumschicht und eine Siliziumdioxidschicht abwechseln übereinander angeordnet sind. Die optische Mehrschicht, d. h. eine aus mehreren Schichten aufgebaute Schicht, wird verwendet, um den stark reflektierenden Spiegel zu bilden.

[0003] Die optische Mehrschicht hängt jedoch erheblich von der Wellenlänge ab und schmälert das stark reflektierende Band des Spiegels. Das spektroskopische Band des Fabry-Perot-Interferometers entspricht dem stark reflektierenden Band des Spiegels. Das Fabry-Perot-Interferometer, das den Spiegel mit dem schmalen Band verwendet, engt dadurch das spektroskopische Band ein.

[0004] Die DE 602 05 666 T2 offenbart einen Spiegel gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1, 5 bzw. 8. Relevant für das Verständnis der vorliegenden Erfindung sind ferner die US 6,590,710 B2 und die US 5,739,945 A.

[0005] Die vorliegende Erfindung ist angesichts der oben beschriebenen Umstände und Nachteile gemacht worden. Es ist daher ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen optischen Mehrschichtspiegel bereitzustellen, der ein breites stark reflektierendes Band aufweist, sowie ein Fabry-Perot-Interferometer, das diesen Mehrschichtspiegel enthält.

[0006] Dieses Ziel wird durch die Ansprüche 1, 5, 8 bzw. 18 erreicht.

[0007] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung, die unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung gemacht wurde, deutlicher ersichtlich. In den Zeichnungen sind:

[0008] [Fig. 1](#) eine Schnittansicht eines Fabry-Perot-Interferometers mit einem optischen Mehrschichtspiegel gemäß einer ersten Ausführungsform der

vorliegenden Erfindung;

[0009] [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) eine Draufsicht (Struktur) einer oberen Oberfläche eines optischen Mehrschichtspiegels für das Fabry-Perot-Interferometer von [Fig. 1](#);

[0010] [Fig. 3](#) eine vergrößerte, schematische Schnittansicht des optischen Mehrschichtspiegels in den [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#);

[0011] [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) ein Herstellungsprozess für das Fabry-Perot-Interferometer von [Fig. 1](#);

[0012] [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5C](#) ein Herstellungsprozess anschließend an den der [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) für das Fabry-Perot-Interferometer;

[0013] [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) eine Draufsicht (Struktur) einer oberen Oberfläche eines optischen Mehrschichtspiegels für ein Fabry-Perot-Interferometer gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0014] [Fig. 7](#) eine vergrößerte, schematische Schnittansicht des optischen Mehrschichtspiegels der [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#);

[0015] [Fig. 8](#) eine Schnittansicht eines Fabry-Perot-Interferometers mit einem optischen Mehrschichtspiegel gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0016] [Fig. 9](#) eine Schnittansicht eines Fabry-Perot-Interferometers mit einem optischen Mehrschichtspiegel gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0017] [Fig. 10](#) eine Draufsicht (Struktur) einer oberen Oberfläche eines Fabry-Perot-Interferometers mit einem optischen Mehrschichtspiegel gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0018] [Fig. 11](#) eine Schnittansicht eines Fabry-Perot-Interferometers mit einem Verstärkungsabschnitt aus einem Material, das von dem verschieden ist, das für eine zweite und vierte hoch brechende Schicht verwendet wird, gemäß den weiteren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;

[0019] [Fig. 12A](#) ein charakteristisches Schaubild, das eine Beziehung zwischen einer Wellenlänge und einen FP(Fabry-Perot)-Transmissionsgrad zeigt;

[0020] [Fig. 12B](#) ein charakteristisches Schaubild, das eine Abhängigkeit des Reflexionsgrades von der Wellenlänge zeigt; und

[0021] [Fig. 13](#) eine Kennlinie, die eine Brechungs-

dexverhältnisabhängigkeit in einem hoch brechenden Band für den optischen Mehrschichtspiegel zeigt.

[0022] Nachstehend sind die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ausführlich erläutert. Einander entsprechende Elemente sind in den folgenden Ausführungsformen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Erste Ausführungsform

[0023] Nachfolgend ist mit Bezug auf die Zeichnungen eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht eines Fabry-Perot-Interferometers mit einem optischen Mehrschichtspiegel gemäß der ersten Ausführungsform. Wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, umfasst das Fabry-Perot-Interferometer einen in Schichten aufgebauten optischen Spiegel in der Mitte einer Membran. Der in Schichten aufgebaute optische Spiegel umfasst einen unteren Spiegel M1 und einen oberen Spiegel M2, wobei sich zwischen den Spiegeln M1 und M2 ein Luftspalt Ag befindet.

[0024] In [Fig. 1](#) ist eine Isolierungsschicht 2 aus zum Beispiel Siliziumdioxid über der gesamten Oberfläche eines Halbleitersubstrats 1, das zum Beispiel aus Silizium hergestellt ist, ausgebildet. Eine erste hoch brechende Schicht 3 zum Beispiel aus polykristallinem Silizium ist für einen ersten Brechungsindex über der gesamten Oberfläche des Halbleitersubstrats 1 mit der Isolierungsschicht 2 dazwischen angeordnet.

[0025] Die erste hoch brechende Schicht 3 umfasst eine erste niedrig brechende Schicht 4 zum Beispiel aus einer Luftschicht, die dem in Schichten aufgebauten optischen Spiegel entspricht. Die erste niedrig brechende Schicht 4 besitzt einen zweiten Brechungsindex, der niedriger als der erste Brechungsindex ist. Eine zweite hoch brechende Schicht 5 ist über einer Oberfläche der ersten hoch brechenden Schicht 3 angeordnet, einschließlich der Oberseite der ersten niedrig brechenden Schicht 4. Die zweite hoch brechende Schicht 5 ist zum Beispiel aus polykristallinem Silizium gebildet und besitzt den ersten Brechungsindex. Die erste niedrig brechende Schicht 4 ist zwischen der ersten hoch brechenden Schicht 3 und der zweiten hoch brechenden Schicht 5 angeordnet.

[0026] Die zweite hoch brechende Schicht 5 überdeckt die obere Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht und umgibt ihre Seiten. Ein Abschnitt 5a der zweiten hoch brechenden Schicht 5 umgibt die Seiten der ersten niedrig brechenden Schicht 4 und dient als Verstärkungsabschnitt der ersten niedrig brechenden Schicht 4. Der Abschnitt

5a hilft, eine Verformung der ersten niedrig brechenden Schicht 4 zu verhindern, die keine mechanische Festigkeit aufweist. Gemäß der Ausführungsform ist die erste niedrig brechende Schicht 4 in mehrere Abschnitte segmentiert. Wie es in [Fig. 2A](#) gezeigt ist, ist jeder segmentierte Abschnitt oben hexagonal. Die segmentierten Abschnitte der ersten niedrig brechenden Schicht 4 sind bienenwabenartig zusammengefügt. Das heißt, durch die Abschnitte 5a der zweiten hoch brechenden Schicht 5, die die obere Oberfläche und die Seiten der ersten niedrig brechenden Schicht 4 und der ersten hoch brechenden Schicht 3 umgeben bzw. überdecken, wird eine Mehrzahl von sechsseitigen Pyramidenstumpfräumen gebildet. Das Innere aller Räume dient als die erste niedrig brechende Schicht 4.

[0027] Ein jeweiliger Abschnitt 5a der zweiten hoch brechenden Schicht 5 bildet eine Seite eines jeweiligen sechsseitigen Pyramidenstumpfes und dient als ein Verstärkungsabschnitt der ersten niedrig brechenden Schicht 4. Wie in der Schnittansicht von [Fig. 3](#) zu sehen ist, die den Schnittansichten entlang den Linien A-A und B-B der [Fig. 2A](#) bzw. [Fig. 2B](#) entspricht, ist der Verstärkungsabschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht 5 gegenüber der ersten hoch brechenden Schicht 3 um einen Winkel von 45° geneigt. Auf den Verstärkungsabschnitt wird eine mechanische Spannung ausgeübt. Die mechanische Spannung resultiert zum Beispiel von einem Leerge wicht der zweiten hoch brechenden Schicht 5 auf der Oberseite des sechsseitigen Pyramidenstumpfes. Eine Neigung des Verstärkungsabschnitts verringert die Spannung und kann helfen, zu verhindern, dass sich die zweite hoch brechende Schicht 5 biegt. Bei einem Winkel von 45° ist der Effekt optimal.

[0028] Die erste und zweite hoch brechende Schicht 3 bzw. 5 und die niedrig brechende Schicht 4 bilden den unteren Spiegel M1. Der untere Spiegel M1 lässt das Licht an Stellen der zweiten hoch brechenden Schicht 5 hindurch, die der Oberseite der ersten niedrig brechenden Schicht 4 entsprechen. Der untere Spiegel M1 lässt kein (oder nur wenig) Licht an dem Abschnitt 5a der zweiten hoch brechenden Schicht 5 hindurch, der den Seiten der ersten niedrig brechenden Schicht 4 entspricht. Ein Teil des unteren Spiegels M1, der das Licht hindurchlässt, dient als Spiegeleinheit M1a. Das heißt, der untere Spiegel M1 umfasst eine Vereinigung der Spiegeleinheiten M1a, die von der ersten segmentierten niedrig brechenden Schicht 4 gebildet sind.

[0029] Wie es in [Fig. 2A](#) gezeigt ist, bezeichnet L1 die Länge einer Diagonalen zwischen zwei entgegengesetzten Winkeln des Hexagons, das jede Spiegeleinheit M1a bildet, d. h. des Hexagons, das auf der oberen Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht 4 gebildet ist. L2 bezeichnet einen Abstand zwischen benachbarten Spiegeleinheiten M1a, d. h.

eine Breite (von oben betrachtet) des Abschnitts **5a** der zweiten hoch brechenden Schicht **5**, die als der Verstärkungsabschnitt dient. In diesem Fall ist L1 größer als L2. Nicht nur die Diagonale zwischen den Winkeln, sondern auch der Abstand zwischen entgegengesetzten Seiten des Hexagons, das jede Spiegeleinheit M1a bildet, ist größer als der Abstand L2.

[0030] Wie es in [Fig. 2A](#) gezeigt ist, bilden drei benachbarte Spiegeleinheiten M1a eine Gruppe. In jeder Gruppe ist ein Loch M1b ausgebildet. Das Loch M1b befindet sich bei einem Punkt V1, an dem Scheitel- bzw. Eckpunkte von drei Winkeln der Hexagone zusammentreffen, die eine Gruppe von Spiegeleinheiten M1a bilden. Das Loch ist dadurch gebildet, dass die zweite hoch brechende Schicht **5** teilweise entfernt ist, wie es in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Das Loch M1b verbindet den Raum zur Bereitstellung der ersten niedrig brechenden Schicht **4** mit dem Luftspalt Ag. Diese Anordnung kann die Anzahl der Löcher M1b verringern, die mit allen ersten niedrig brechenden Schichten **4** verbunden sind. Ferner ist in [Fig. 2A](#) L1a den Abstand von dem Punkt V1 zu dem angrenzenden Winkel jeden Hexagons. Hier ist der Durchmesser des Lochs M1b größer als L1a. Daher kann sich das Loch M1b von dem Punkt V1 bis zu der hexagonalen oberen Oberfläche M1a der ersten niedrig brechenden Schicht **4** erstrecken, ohne dass der Verstärkungsabschnitt **5a** dazwischenliegt, wie es in [Fig. 2A](#) gezeigt ist.

[0031] Obgleich es nicht gezeigt ist, umfassen die zweite hoch brechende Schicht **5** und die erste hoch brechende Schicht **3** jeweils eine Verdrahtungsschicht aus einer mit Verunreinigungen dotierten Diffusionsschicht. Die Verdrahtungsschicht legt eine Spannung an eine Elektrode (im Folgenden als „untere Elektrode“ bezeichnet) **11** für die untere Schicht M1 an. Die Verdrahtungsschicht kann Potentiale der zweiten hoch brechenden Schicht **5** und der ersten hoch brechenden Schicht **3** einstellen.

[0032] Eine Isolierungsschicht **6** zum Beispiel aus einer Siliziumdioxidschicht ist auf der oberen Oberfläche der zweiten hoch brechenden Schicht **5** derart ausgebildet, dass sie den unteren Spiegel M1 und dessen Umgebung vermeidet. Eine dritte hoch brechende Schicht **7** und eine vierte hoch brechende Schicht **9** mit dem ersten Brechungsindex sind über nahezu der gesamten Oberfläche der Isolierungsschicht **6** und um dem unteren Spiegel M1 herum und gegenüber diesem angeordnet. Eine zweite niedrig brechende Schicht **8** mit dem zweiten Brechungsindex ist in der Mitte der dritten und vierten hoch brechenden Schicht **7** bzw. **9** angeordnet. Die Membran M entspricht einem Bereich außer der Oberfläche der Isolierungsschicht **6**, d. h. einer Position in der Nähe von und gegenüber dem unteren Spiegel M1. Die Membran M ist tatsächlich breiter als es in der Schnittansicht in [Fig. 1](#) gezeigt ist. Der optische Mehr-

schichtspiegel umfasst den unteren Spiegel M1 und den oberen Spiegel M2 und ist nur auf einem Teil der Membran M ausgebildet. In [Fig. 1](#) ist der Übersichtlichkeit der Maßstab geändert.

[0033] Insbesondere entspricht die zweite niedrig brechende Schicht **8**, die als Luftschicht ausgebildet ist, einem Bereich in der dritten hoch brechenden Schicht **7** des in Schichten aufgebauten Spiegels. Die vierte hoch brechende Schicht **9**, die zum Beispiel aus polykristallinem Silizium gebildet ist, ist über die Oberfläche der dritten hoch brechenden Schicht **7** geschichtet, einschließlich des Teils über der zweiten niedrig brechenden Schicht **8**. Das heißt, die zweite niedrig brechende Schicht **8** ist zwischen der dritten hoch brechenden Schicht **7** und der vierten hoch brechenden Schicht **9** angeordnet.

[0034] Die vierte hoch brechende Schicht **8** überdeckt die obere Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht **8** und umgibt deren Seiten. Ein Abschnitt **9a** der vierten hoch brechenden Schicht **9** umgibt Seiten der zweiten niedrig brechenden Schicht **8** und dient als ein Verstärkungsabschnitt der zweiten niedrig brechenden Schicht **8**. Der Abschnitt **9a** verhindert eine Verformung der zweiten niedrig brechenden Schicht **8**, die keine mechanische Festigkeit besitzt. Gemäß der Ausführungsform ist die zweite niedrig brechende Schicht **8** in mehrere Abschnitte segmentiert. Wie es in [Fig. 2B](#) gezeigt ist, ist jeder der segmentierten Abschnitte oben hexagonal ausgebildet. Die segmentierten Abschnitte der zweiten niedrig brechenden Schicht **8** sind bienenwabenartig aneinandergesetzt. Das heißt, ein Raum in Form eines sechsseitigen Pyramidenstumpfes ist durch die Abschnitte **9a** der vierten hoch brechenden Schicht **9** gebildet, die die obere Oberfläche und Seiten der zweiten niedrig brechenden Schicht **8** und der dritten hoch brechenden Schicht **7** umgeben. Das Innere des Raums dient als die zweite niedrig brechende Schicht **8**.

[0035] Jeder der Abschnitte **9a** der vierten hoch brechenden Schicht **9** bildet eine Seite von einem der sechsseitigen Pyramidenstumpfe und dient als Verstärkungsabschnitt für die zweite niedrig brechende Schicht **8**. Wie es in [Fig. 3](#) zu erkennen ist, ist der Verstärkungsabschnitt der vierten hoch brechenden Schicht **9** gegenüber der dritten hoch brechenden Schicht **7** um einen Winkel von 45° geneigt. Auf den Verstärkungsabschnitt wird eine Spannung ausgeübt. Die Spannung stammt zum Beispiel von einem Leergewicht der vierten hoch brechenden Schicht **9** auf der Oberseite des sechsseitigen Pyramidenstumpfes. Die Neigung des Verstärkungsabschnitts verringert die Spannung und hilft, zu verhindern, dass sich die vierte hoch brechende Schicht **9** biegt. Ein optimaler Effekt wird bei einem Winkel von 45° erreicht.

[0036] Die dritte und vierte hoch brechende Schicht **7** bzw. **9** und die zweite niedrig brechende Schicht **8** bilden den oberen Spiegel M2. Der obere Spiegel M2 lässt das Licht an Stellen der vierten hoch brechenden Schicht **9** hindurch, die der oberen Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht **8** entsprechen. Der obere Spiegel M2 lässt kein (oder wenig) Licht an dem Abschnitt **9a** der vierten hoch brechenden Schicht **9** hindurch, der der Seite der zweiten niedrig brechenden Schicht **8** entspricht. Ein Teil des oberen Spiegels M2, der Licht hindurchlässt, dient als Spiegeleinheit M2a. Das heißt, der obere Spiegel M2 umfasst eine Gruppe der Spiegeleinheiten M2a, die durch die segmentierte zweite niedrig brechende Schichten **8a** gebildet ist.

[0037] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration ist der gleiche Aufbau der oberen Oberfläche für den oberen Spiegel M2 und den unteren Spiegel M1 verwendet. Wie es in den [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) gezeigt ist, ist der honigwabenartige Aufbau der oberen Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht **8** und der vierten hoch brechenden Schicht **9** ähnlich desjenigen der ersten niedrig brechenden Schicht **4** und der zweiten hoch brechenden Schicht **5**. Gemäß dieser Konfiguration kann das Licht durch einen Abschnitt hindurchtreten, der als Spiegel des oberen Spiegels M2 fungiert, und kann wirksam auf einen Abschnitt auftreffen, der als Spiegel des unteren Spiegels M1 fungiert.

[0038] Wie es in [Fig. 2B](#) gezeigt ist, bezeichnet L3 die Länge einer Diagonalen zwischen zwei gegenüberliegenden Winkeln des Hexagons, das jede Spiegeleinheit M2a bildet, d. h. des Hexagons, das auf der oberen Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht **8** gebildet ist. L4 bezeichnet einen Abstand zwischen benachbarten Spiegeleinheiten M2a, wobei eine Breite (von oben betrachtet) des Abschnitts **9a** der vierten hoch brechenden Schicht **9** als der Verstärkungsabschnitt dient. In diesem Fall ist L3 größer als L4. Nicht nur die Diagonale zwischen den Winkeln, sondern auch der Abstand zwischen gegenüberliegenden Seiten des Hexagons, das jede Spiegeleinheit M2a bildet, ist größer als der Abstand L4. Wenn ein zu großer Bereich für den Verstärkungsabschnitt vorgesehen ist, wird der Flächenwirkungsgrad, d. h. ein Bereich für den Abschnitt, der als Spiegel in dem Bereich für den optischen Mehrschichtspiegel fungiert, verschlechtert. Die Konfiguration kann dieses Problem lösen.

[0039] Wie es in [Fig. 2B](#) gezeigt ist, bilden drei benachbarte Spiegeleinheiten M2a eine Gruppe. In jeder Gruppe ist ein Loch M2b ausgebildet. Insbesondere ist ein Loch M2b in jeder Gruppe dreier benachbarter Spiegeleinheiten M2a ausgebildet. Das Loch M2b ist mit seiner Mitte an einem mittleren Punkt V2 angeordnet, an dem drei Scheitelpunkte von drei Winkeln des Hexagons zusammentreffen, die eine

Gruppe von Spiegeleinheiten M2a bilden. Das Loch ist gebildet, indem die dritte und vierte hoch brechende Schicht **7** bzw. **9** teilweise entfernt sind. Das Loch M2b verbindet den Raum zur Bereitstellung der zweiten niedrig brechenden Schicht **8**, den Raum über dem oberen Spiegel M2 und den Luftspalt Ag miteinander. Diese Anordnung kann die Anzahl von Löchern M2b verringern, die mit all den zweiten niedrig brechenden Schichten **8** verbunden sind. Das Loch M2b ist in dem oberen Spiegel M2 so ausgebildet, dass es mit dem Loch M1b in dem unteren Spiegel M1 übereinstimmt, wie es in den [Fig. 2B](#) und [Fig. 3](#) gezeigt ist. Ferner ist L3a in [Fig. 2B](#) die Länge von dem Punkt V2 zu dem benachbarten Winkel jedes Hexagons. Hier ist ein Durchmesser des Lochs M2b größer als L3a. Daher kann sich das Loch M2b von dem Punkt V2 bis zu der hexagonalen oberen Oberfläche M2a der zweiten niedrig brechenden Schicht **8** erstrecken, ohne dass der Verstärkungsabschnitt **9a** dazwischenliegt, wie es in [Fig. 2B](#) gezeigt ist.

[0040] Obwohl es nicht gezeigt ist, sind die vierte hoch brechende Schicht **9** und die dritte hoch brechende Schicht **7** mit einer Verdrahtungsschicht versehen, die aus einer mit Verunreinigungen dotierten Diffusionsschicht gebildet ist. Die Verdrahtungsschicht legt eine Spannung an eine Elektrode (im Folgenden als „obere Elektrode“ bezeichnet) **12** für den oberen Spiegel M2 an. Die Verdrahtungsschicht kann Potentiale der vierten hoch brechenden Schicht **9** und der dritten hoch brechenden Schicht **7** einstellen.

[0041] Eine Öffnung **10** ist in der dritten und vierten hoch brechenden Schicht **7** bzw. **9** und der Isolierungsschicht **6** entlang einer Umfangsaußenseite der Membran Men gebildet. Die Öffnung **10** erstreckt sich bis zu der zweiten hoch brechenden Schicht **5**. Eine untere Elektrode **11** zum Beispiel aus Au/Cr ist in der Öffnung **10** gebildet. Die untere Elektrode **11** stellt einen ohmschen Kontakt mit einem Verdrahtungsabschnitt (nicht gezeigt) her, der aus einer Diffusionsschicht gebildet ist, die Verunreinigungen enthält und für die zweite hoch brechende Schicht **5** vorgesehen ist. Entsprechend ist eine obere Elektrode **12** zum Beispiel aus Au/Cr für die Oberfläche der vierten hoch brechenden Schicht **9** entlang der Umfangsaußenseite der Membran Men vorgesehen. Die obere Elektrode **12** stellt einen ohmschen Kontakt mit einem Verdrahtungsabschnitt (nicht gezeigt) her, der aus einer Diffusionsschicht gebildet ist, die Verunreinigungen enthält und für die vierte hoch brechende Schicht **9** vorgesehen ist. Die Verdrahtungsabschnitte sind vorzugsweise für die zweite hoch brechende Schicht **5** und die vierte hoch brechende Schicht **9** durch Dotierung entlang der Umfangsaußenseite des unteren Spiegels M1 und des oberen Spiegels M2 oder nur den Verstärkungsabschnitt derselben mit Verunreinigungen gebildet, da dotierte Verunreinigungen Licht absorbieren. Es ist vorteilhaft, zu verhindern, dass Verunreinigungen in den Teil eindrin-

gen, der als Spiegel dient.

[0042] Verunreinigungen können zwar nicht in den Verdrahtungsabschnitt, jedoch in den Teil der ersten hoch brechenden Schicht **3** dotiert werden, der dem Loch M1b entspricht, das mit der ersten niedrig brechenden Schicht **4** verbunden ist. Der Zweck besteht darin, zu verhindern, dass unnötiges Licht an diesem Teil hindurchtritt.

[0043] Ein Loch **13** ist in der Membran Men ausgebildet, das die dritte und vierte hoch brechende Schicht **7** bzw. **9** durchdringt und den Luftspalt Ag mit dem Außenbereich verbindet.

[0044] Das Fabry-Perot-Interferometer gemäß der Ausführungsform ist auf der Grundlage der oben beschriebenen Struktur gebildet. Nachfolgend ist ein Herstellungsprozess des Fabry-Perot-Interferometers mit Bezug auf die [Fig. 4A](#) bis [Fig. 4C](#) und [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5C](#) gebildet.

Prozess in [Fig. 4A](#)

[0045] Es ist ein Halbleitersubstrat **1** aus Silizium bereitgestellt. Auf der gesamten Oberfläche des Halbleitersubstrats **1** wird die Isolierungsschicht **2** zum Beispiel aus einer Siliziumdioxidschicht und die erste hoch brechende Schicht **3** aus polykristallinem Silizium abgeschieden. Auf der gesamten Oberfläche der ersten hoch brechenden Schicht **3** wird eine Schutzschicht **20** abgeschieden, die zum Beispiel aus einer Siliziumoxidschicht gebildet ist, d. h. einem Material, das im Verhältnis zu der ersten und zweiten hoch brechenden Schicht **3** bzw. **5** eine hohe Ätzselektivität aufweist. Die Dicke der Schutzschicht **20** ist gleich der der oben erwähnten ersten niedrig brechenden Schicht **4**. Auf der Oberfläche der Schutzschicht **20** wird anschließend ein Fotolack (Resist) **21** abgeschieden. Eine Öffnung **21a** wird ausgebildet, so dass nur ein Teil des Fotolacks **21**, entsprechend einer Position, die vorgesehen ist, um die erste niedrig brechende Schicht **4** zu bilden, übrig bleibt. In diesem Zustand werden ein Nassätzvorgang (isotropes Ätzen) und gegebenenfalls ein Trockenätzvorgang (anisotropes Ätzen) ausgeführt, um die Schutzschicht **20** zu einer Mehrzahl von sechsseitigen Pyramidenstümpfen auszubilden. Anschließend wird der Fotolack **21** entfernt.

Prozess in [Fig. 4B](#)

[0046] Die zweite hoch brechende Schicht **5**, die aus polykristallinem Silizium hergestellt ist, wird auf der gesamten Oberfläche der Schutzschicht **20** und einem Teil der ersten hoch brechenden Schicht **3**, die von der Schutzschicht **20** nicht überdeckt ist, abgeschieden. Da die Schutzschicht **20** in Form einer Mehrzahl von sechsseitigen Pyramidenstümpfen ausgebildet ist, wird die Form auf einen Teil der zwei-

ten hoch brechenden Schicht **5**, die sich über der Schutzschicht **20** befindet, ausgebildet. Dieser Teil ist ebenfalls in Form von einer Mehrzahl von sechsseitigen Pyramidenstümpfen ausgebildet.

[0047] Ein Fotolack **22** wird auf die Oberfläche der zweiten hoch brechenden Schicht **5** aufgebracht. In einer anderen Schnittansicht als [Fig. 4B](#) wird eine Öffnung **22a** in einem Teil des Fotolacks **22** entsprechend dem Loch M1b des unteren Spiegels M1 ausgebildet. Der Fotolack **22** wird als eine Maske zum Trockenätzen (anisotropen Ätzen) verwendet, um das Loch M1b zu öffnen. Die zweite hoch brechende Schicht **5** wird in Form von einer Mehrzahl von sechsseitigen Pyramidenstümpfen ausgebildet. Wenn das Loch M1b ausgebildet ist, verbleibt ein kleiner Rest in der Umgebung einer Grenze zwischen der ersten hoch brechenden Schicht **3** und der Schutzschicht **20**.

[0048] Nachdem der Fotolack **22** entfernt ist, werden unter Verwendung einer Maske (nicht gezeigt), die eine Öffnung für einen Verdrahtungsabschnitt-Bildungsbereich besitzt, Verunreinigungen ionenimplantiert.

Prozess in [Fig. 4C](#)

[0049] Die Isolierungsschicht **6**, die zum Beispiel aus einer Siliziumdioxidschicht gebildet wird, wird auf der gesamten Oberfläche der zweiten hoch brechenden Schicht **5** abgeschieden. Die Dicke der Isolierungsschicht **6** ist gleich der Größe des Luftspalts Ag, d. h. dem Abstand zwischen dem unteren Spiegel M1 und dem oberen Spiegel M2. In Abhängigkeit von der Dicke der Isolierungsschicht **6** kann ihre Oberfläche durch die Form der zweiten hoch brechenden Schicht **5** eingedellt gemustert sein, was unproblematisch ist.

Prozess in [Fig. 5A](#)

[0050] Auf der gesamten Oberfläche der Isolierungsschicht **6** wird die dritte hoch brechende Schicht **7**, die zum Beispiel aus polykristallinem Silizium gebildet ist, abgeschieden. Auf der gesamten Oberfläche der zweiten hoch brechenden Schicht **7** wird eine Schutzschicht **23** zum Beispiel aus einer Siliziumschicht abgeschieden, d. h. einem Material, das im Verhältnis zu der dritten und vierten hoch brechenden Schicht **7** bzw. **9** eine hohe Ätzselektivität aufweist. Die Dicke der Schutzschicht **23** ist gleich derjenigen der oben erwähnten zweiten niedrig brechenden Schicht **8**. Auf der Oberfläche der Schutzschicht **23** wird dann ein Fotolack **24** abgeschieden. Eine Öffnung **24a** wird so gebildet, dass nur ein Teil des Fotolacks **24**, der einer Position entspricht, die vorgesehen ist, um die zweite niedrig brechende Schicht **8** zu bilden, zurückbleibt. In diesem Zustand wird ein Nassätzvorgang (isotropes Ätzen) und gegebenenfalls ein Trockenätzvorgang (anisotropes Ätzen) ausge-

führt, um die Schutzschicht **23** in einer Mehrzahl von sechsseitigen Pyramidenstümpfen zu formen. Anschließend wird der Fotolack entfernt.

Prozess in [Fig. 5B](#)

[0051] Die vierte hoch brechende Schicht **9**, die zum Beispiel aus polykristallinem Silizium gebildet ist, wird auf der gesamten Oberfläche der Schutzschicht **23** und einem Teil der dritten hoch brechenden Schicht **7**, der nicht von der Schutzschicht **23** überdeckt ist, abgeschieden. Da die Schutzschicht **23** in Form von einer Mehrzahl von sechsseitigen Pyramidenstümpfen ausgebildet ist, wird die Form auf einen Teil der vierten hoch brechenden Schicht **9** über der Schutzschicht **23** übertragen. Dieser Teil wird ebenfalls in Form von mehreren sechsseitigen Pyramidenstümpfen ausgebildet.

[0052] Verunreinigungen werden unter Verwendung einer Maske (nicht gezeigt), die eine Öffnung für einen Verdrahtungsabschnitt-Bildungsbereich aufweist, ionenimplantiert. Anschließend wird die Maske entfernt.

[0053] Auf der Oberfläche der vierten hoch brechenden Schicht **9** wird ein Fotolack **25** abgeschieden. Eine Öffnung **25a** (eine andere Schnittansicht als [Fig. 5B](#)) ist für einen Teil des Fotolacks **25** vorgesehen, der dem Loch M2b des oberen Spiegels M2 entspricht. Eine Öffnung **25b** wird für einen Abschnitt vorgesehen, der der Öffnung **10** oder dem Loch **13** entspricht. Der Fotolack **25** wird als eine Maske zum Trockenätzen (anisotropen Ätzen) verwendet, um die Löcher M2b und **13** zu öffnen und einen Teil der Öffnung **10** zu bilden.

Prozess in [Fig. 5C](#)

[0054] Nachdem der Fotolack **25** entfernt ist, wird die vierte hoch brechende Schicht **9** als eine Maske zum anisotropen Ätzen verwendet. Die Isolierungsschicht **6** wird teilweise entfernt, um die Öffnung **10** zu bilden. Anisotropes Ätzen kann ausgeführt werden, indem die Maske auf den Teil der vierten hoch brechenden Schicht **9** angewendet wird, der der Membran Men entspricht. Dies kann verhindern, dass die Isolierungsschicht **6** durch das Loch M2b oder **13** entfernt wird. Jedoch erleichtert die Entfernung der Isolierungsschicht **6** die Entfernung der Isolierungsschicht **6** unter der Membran **6**, um sie zu bilden.

[0055] Die Maske, die zur Abdeckung der Öffnung **10** verwendet wird, wird entfernt. Eine Metallmaske wird verwendet, um Au/Cr abzuscheiden. Die untere Elektrode **11** wird in der Öffnung **10** ausgebildet. Die obere Elektrode **12** wird entlang der Umfangsaußen-seite der Membran Men gebildet. Diese Elektroden werden gegebenenfalls geschliffen und poliert. Die

Schutzschichten **20** und **23** werden von den Räumen für die Isolierungsschicht **6** und die erste und zweite niedrig brechende Schicht **4** bzw. **8** durch das Loch M2b des oberen Spiegels M2, das Loch **13** außerhalb davon und das Loch M1b des unteren Spiegels M1 geätzt. Wenn erforderlich, kann eine Maske (nicht gezeigt) verwendet werden, um die Öffnung **10** zu überdecken, so dass die Isolierungsschicht **6**, die von der Öffnung **10** offenliegt, nicht entfernt wird. Der Ätzvorgang entfernt den Teil der Isolierungsschicht **6** unter der Membran Men, so dass der Luftspalt Ag gebildet wird und die erste und die zweite niedrig brechende Schicht **4** bzw. **8** konfiguriert werden.

[0056] Das Verfahren gemäß der Erfindung zur Herstellung des Fabry-Perot-Interferometers wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, das den optischen Mehrfachspiegel enthält, ist damit abgeschlossen.

[0057] In dem Fabry-Perot-Interferometer mit dem optischen Mehrschichtspiegel verändert eine Veränderung einer an die untere Elektrode **11** und die obere Elektrode **12** angelegte Spannung eine elektrostatische Anziehung zwischen dem unteren Spiegel M1 und dem oberen Spiegel M2. Die Höhe des Luftspalts Ag zwischen ihnen variiert. Die Einstellung des Luftspalts zwischen dem unteren Spiegel M1 und dem oberen Spiegel M2 ermöglicht spektroskopische Untersuchungen auf der Grundlage eines breiten Bandes starker Reflexion.

[0058] Wie es oben erwähnt ist, umfasst das Fabry-Perot-Interferometer mit dem optischen Mehrschichtspiegel gemäß der Ausführungsform den Verstärkungsabschnitt. Der Verstärkungsabschnitt ist bei allen Seitenwänden der zweiten und vierten hoch brechenden Schichten **5** bzw. **9** identisch. Das heißt, der Verstärkungsabschnitt kreuzt die erste und zweite niedrig brechende Schicht **4** bzw. **8** und stützt den Teil der zweiten und vierten hoch brechenden Schicht **5** bzw. **9**, die die zweite und vierte niedrig brechende Schicht **4** bzw. **8** von oben bedecken. Selbst wenn die erste und zweite niedrig brechende Schicht **4** bzw. **8** keine mechanische Festigkeit aufweisen, kann der Verstärkungsabschnitt helfen, zu verhindern, dass die zweite und vierte hoch brechende Schicht **5** bzw. **9** gebogen werden. Die erste bis vierte hoch brechende Schicht **3**, **5**, **7** und **9** können aus einem hoch brechenden Material wie zum Beispiel Ge (Brechungsindex 4) und Si (Brechungsindex 3,45) gebildet sein, das für ein Wellenlängenband von 3 µm bis 9 µm transparent ist. Die erste und zweite niedrig brechende Schicht **4** bzw. **8** können aus einem Material wie zum Beispiel Luft (Brechungsindex 1) und Vakuum mit einem kleineren Brechungsindex als SiO₂ (Brechungsindex 1,44) gebildet sein. Selbst wenn das n-Verhältnis hoch ist (z. B. 3,4 oder mehr), werden die zweite und vierte hoch brechende Schicht **5** bzw. **9** nicht gebogen. Das Fabry-Perot-Interferometer kann mit dem optischen Mehrschichtspiegel ausge-

stattet sein, der ein breites stark reflektierendes Band besitzt.

[0059] Das Fabry-Perot-Interferometer gemäß der Ausführungsform ist wie folgt konfiguriert. Bei dem unteren Spiegel M1 erstreckt sich die zweite hoch brechende Schicht **5** durch die erste niedrig brechende Schicht **4** bis zu der ersten hoch brechenden Schicht **3**. Der Abschnitt **5a** der zweiten hoch brechenden Schicht **5** bildet den Verstärkungsabschnitt. Der Abschnitt **5a** erstreckt sich von dem Teil der ersten niedrig brechenden Schicht **4**, der seiner Oberseite entspricht, bis zu der ersten hoch brechenden Schicht **3**. Entsprechend erstreckt sich bei dem oberen Spiegel M2 die vierte hoch brechende Schicht **9** durch die zweite niedrig brechende Schicht **8** bis zu der dritten hoch brechenden Schicht **7**. Der Abschnitt **9a** der vierten hoch brechenden Schicht **9** bildet den Verstärkungsabschnitt. Der Abschnitt **9a** erstreckt sich von dem Teil der zweiten niedrig brechenden Schicht **8**, der seiner Oberseite entspricht, bis zu der dritten hoch brechenden Schicht **7**. Diese Konfiguration kann die Struktur des optischen Mehrschichtspiegels vereinfachen. Es ist möglich, einen Prozess nicht auszuführen, der zur Bildung von nur dem Verstärkungsabschnitt bei der Herstellung des optischen Mehrschichtspiegels notwendig ist.

[0060] Bei dem oben beschriebenen Fabry-Perot-Interferometer gemäß der JP-3457373 muss ein Wellenlängenband von 3 µm bis 9 µm durch Teilung des Bandes gemessen werden. Die Anzahl an Interferometern, die erforderlich sind, entspricht der Anzahl geteilter Bänder, was die Vorrichtung vergrößert. Die Auslegung und der Betrieb des Interferometers müssen für jedes Teilungsband optimiert werden, was die Kosten für Steuerungsprozesse und Betrieb erhöht. Demgegenüber kann das Fabry-Perot-Interferometer gemäß der Ausführungsform das stark reflektierende Band verbreitern und frei von diesen Problemen sein.

[0061] Ein stark reflektierender Film wird im Allgemeinen dadurch gebildet, dass eine Metallschicht abgeschieden wird. Jedoch erhöht das Metall den Absorptionskoeffizienten in einem Infrarotbereich größer als oder gleich groß wie 1 µm. Dieses Verfahren ist auf eine Transmissionsvorrichtung anwendbar, die für ein Band von drei bis zehn Mikrometer verwendet wird. Andererseits kann die Ausführungsform einen stark reflektierenden Film bilden (unterer Spiegel M1 und oberer Spiegel M2), ohne das Metall zu verwenden. Die Ausführungsform ist in geeigneter Form auf eine Vorrichtung vom Transmissionstyp anwendbar.

Zweite Ausführungsform

[0062] Nachfolgend ist eine zweite Ausführungsform beschrieben. Bei dem Fabry-Perot-Interferometer gemäß der zweiten Ausführungsform ist die Kon-

figuration der Löcher M1b und M2b gegenüber derjenigen der ersten Ausführungsform geändert. Die weiteren Teile der Konfiguration sind die gleichen wie jene der ersten Ausführungsform. Es sind nachfolgend nur die Unterschiede beschrieben.

[0063] Die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) zeigen einen Aufbau bzw. eine Gestalt einer oberen Oberfläche eines optischen Mehrfachspiegels für ein Fabry-Perot-Interferometer gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. [Fig. 7](#) ist eine schematische, vergrößerte Schnittansicht des optischen Mehrschichtspiegels, der gemäß der Ausführungsform für das Fabry-Perot-Interferometer vorgesehen ist, und entspricht den Schnittansichten entlang der Linien C-C und D-D in den [Fig. 6A](#) bzw. [Fig. 6B](#).

[0064] Wie es aus den Zeichnungen ersichtlich ist, weicht gemäß der Ausführungsform die Position des Lochs M2b in dem oberen Spiegel M2 von derjenigen des Lochs M1b in dem unteren Spiegel ab.

[0065] Gemäß der ersten Ausführungsform kann Licht durch die Löcher M1b und M2b eintreten, wenn das Loch M2b in dem oberen Spiegel M2 so ausgebildet ist, dass es dem Loch M1b in dem unteren Spiegel M1 entspricht.

[0066] Gemäß der zweiten Ausführungsform ist das Loch M2b in dem oberen Spiegel M2 so ausgebildet, das dessen Position von der des Lochs M1b in dem unteren Spiegel M1 abweicht. Ein Teil des unteren Spiegels M1, der nicht als Spiegel fungiert, kann durch das Loch M2b eintretendes Licht blockieren und streuen. Dadurch kann ein hochpräzises Fabry-Perot-Interferometer bereitgestellt werden.

Dritte Ausführungsform

[0067] Eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist nachstehend beschrieben. In dem Fabry-Perot-Interferometer gemäß der dritten Ausführungsform ist die räumliche Beziehung zwischen der ersten und zweiten hoch brechenden Schicht **3** bzw. **5** gegenüber derjenigen der ersten Ausführungsform geändert. Die weiteren Teile der Konfiguration sind die gleichen wie jene der ersten Ausführungsform. Es sind nachstehend nur die Unterschiede beschrieben.

[0068] [Fig. 8](#) ist eine Schnittansicht eines Fabry-Perot-Interferometers gemäß der Ausführungsform. Wie es in [Fig. 8](#) gezeigt ist, enthält das Fabry-Perot-Interferometer die Schutzschicht **20**, die zwischen der ersten und zweiten hoch brechenden Schicht **3** bzw. **5** in Bereichen verbleibt, in denen sich der untere Spiegel M1 nicht befindet. Die erste und zweite hoch brechende Schicht **3** bzw. **5** unter der Membran Men haben nur einen geringen Einfluss auf die Funktion des Fabry-Perot-Interferometers in den anderen

Bereichen des unteren Spiegels M1. In solchen Bereichen kann die Schutzschicht **20** zwischen der ersten und zweiten Schicht **3** bzw. **5** verbleiben.

Vierte Ausführungsform

[0069] Eine vierte Ausführungsform der Erfindung ist nachfolgende erläutert. In dem Fabry-Perot-Interferometer gemäß der vierten Ausführungsform ist die Form des unteren Spiegels M1 und des oberen Spiegels M2 gegenüber derjenigen der ersten Ausführungsform geändert. Die weiteren Teile der Konfiguration sind die gleichen wie jene der ersten Ausführungsform. Es sind nachstehend nur die Unterschiede beschrieben.

[0070] [Fig. 9](#) ist eine Schnittansicht eines Fabry-Perot-Interferometers gemäß der vierten Ausführungsform. Wie es in [Fig. 9](#) gezeigt ist, verwendet das Fabry-Perot-Interferometer die erste und zweite niedrig brechende Schicht **4** bzw. **8**, die jeweils in Form einer hexagonalen Säule ausgebildet sind. Die zweite und vierte hoch brechende Schicht **5** bzw. **9** sind entsprechend ausgebildet. Derartige Formen können einen Verstärkungsabschnitt entsprechend jedes Teils der zweiten und vierten hoch brechenden Schicht **5** bzw. **9** auf jeder Seite der ersten und zweiten niedrig brechenden Schicht **4** und **8** bilden. Das Fabry-Perot-Interferometer kann mit dem optischen Mehrschichtspiegel ausgestattet sein, der ein breites stark reflektierendes Band aufweist.

[0071] Im Hinblick auf eine auf den Verstärkungsabschnitt ausgeübte Spannung und einen Rest aufgrund der Bildung des Lochs M1b in dem unteren Spiegel M1 durch das Ätzen ist es vorteilhaft, die erste und zweite niedrig brechende Schicht **4** bzw. **8** in Form eines sechsseitigen Pyramidenstumpfes auszubilden.

Fünfte Ausführungsform

[0072] Nachfolgend ist eine fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. In dem Fabry-Perot-Interferometer gemäß der Ausführungsform wird die Anordnung des Lochs **13**, das in der dritten und vierten hoch brechenden Schicht **7** bzw. **9** jeweils entlang der Umfangsaußenseite des oberen Spiegels M2 ausgebildet ist, gegenüber der Anordnung gemäß der ersten Ausführungsform modifiziert. Die weiteren Teile der Konfiguration sind die gleichen wie jene der ersten Ausführungsform. Es sind nachfolgend nur die Unterschiede beschrieben.

[0073] [Fig. 10](#) zeigt eine Struktur einer oberen Oberfläche eines Fabry-Perot-Interferometers gemäß der fünften Ausführungsform. Wie es in [Fig. 10](#) gezeigt ist, sind Löcher **13** gleicher Größe in der dritten und vierten hoch brechenden Schicht **7** bzw. **9** entlang der Außenumfangsseite des oberen Spiegels

M2 ausgebildet. Die Löcher **13** sind äquidistant entlang konzentrischer Kreise um den oberen Spiegel M2 herum angeordnet. Der Abstand zwischen den benachbarten Löchern **13** eines Kreises und der kleinste Abstand zwischen den Löchern **13** entlang der benachbarten Kreise sind gleich dem Abstand zwischen den Löchern M2b, die in dem oberen Spiegel M2 ausgebildet sind.

[0074] Diese Konfiguration kann in kurzer Zeit die Isolierungsschicht **6** durch das Loch **13** oder M2b zu dem Ende der Membran Men ätzen. Eine großflächige Membran Men kann konfiguriert werden, ohne dass dafür eine lange Ätzzeit erforderlich ist. Die Membran Men kann effizient hergestellt werden, da ein gleichmäßiger Ätzbetrag durch die Löcher **13** und M2b durchgeführt werden kann.

Weitere Ausführungsformen

[0075] Die erste und zweite niedrig brechende Schicht **4** bzw. **8** sind gemäß der ersten bis dritten Ausführungsform in Form eines sechsseitigen Pyramidenstumpfes und gemäß der vierten Ausführungsform in Form von hexagonalen Säulen ausgebildet. Dies sind nur Beispiele. Die Schichten können in anderen Typen von Pyramidenstümpfen oder Säulen ausgebildet sein. Jedoch ist der sechsseitige Pyramidenstumpf oder die hexagonale Säule vorteilhafter als die weiteren Typen aufgrund des hervorragenden Flächenwirkungsgrades, d. h. einem Verhältnis zwischen einer Fläche, die als Spiegel dient, gegenüber einer zu dem optischen Mehrschichtspiegel äquivalenten Fläche.

[0076] Gemäß der vierten Ausführungsform sind die erste und zweite niedrig brechende Schicht **4** bzw. **8** in mehrere Abschnitte segmentiert. In dem Bereich, der als der optische Mehrschichtspiegel dient, ist es möglich, dass nur eine erste niedrig brechende Schicht **4** zwischen der ersten und zweiten hoch brechenden Schicht **3** bzw. **5** vorgesehen ist. Entsprechend ist es möglich, dass nur eine zweite niedrig brechende Schicht **8** zwischen der dritten und vierten hoch brechenden Schicht **7** bzw. **9** vorgesehen ist. Der Verstärkungsabschnitt kann so vorgesehen sein, dass er die erste und zweite niedrig brechende Schicht **4** und **8** kreuzt.

[0077] In den oben genannten Ausführungsformen ist das Konfigurationsbeispiel des Verstärkungsabschnitts unter Verwendung der zweiten und vierten hoch brechenden Schicht **4** bzw. **8** beschrieben. Der Verstärkungsabschnitt kann aus einem Material gebildet sein, das von dem der zweiten und vierten hoch brechenden Schicht **5** bzw. **9** verschieden ist. [Fig. 11](#) zeigt ein Konfigurationsbeispiel des Verstärkungsabschnitts unter Verwendung eines Materials, das von dem der zweiten und vierten hoch brechenden Schicht **5** bzw. **9** verschieden ist. Wie es in [Fig. 11](#)

gezeigt ist, bilden Metallschichten **30** und **31** Verstärkungsabschnitte für den unteren Spiegel M1 und den oberen Spiegel M2. Die Höhe der Metallschichten **30** und **31** ist gleich derjenigen der ersten und zweiten niedrig brechenden Schicht **4** bzw. **8**. Die zweite und vierte hoch brechende **5** bzw. **9** überdecken die Oberseiten der ersten und zweiten niedrig brechenden Schicht **4** bzw. **8** und der Metallschichten **30** und **31**. Auf diese Weise kann der Verstärkungsabschnitt unter Verwendung eines Materials konfiguriert sein, das von dem der zweiten und vierten hoch brechenden Schicht **5** bzw. **9** verschieden ist.

[0078] Diese Struktur kann wie folgt gebildet werden. Nach den Prozessen wie sie in den [Fig. 4A](#) und [Fig. 5A](#) gezeigt sind, wird ein Metallfilm zum Konfigurieren der Metallschichten **30** und **31** auf die Oberflächen der Schutzschichten **20** und **23** und der ersten und zweiten hoch brechenden Schicht **3** bzw. **7** aufgebracht. Der Metallfilm wird geebnet, um die Metallschichten **30** und **31** so zu bilden, dass sie die gleiche Höhe wie die Schutzschichten **20** und **23** haben. Anschließend wird der Prozess wie er in der ersten Ausführungsform beschrieben ist ausgeführt.

[0079] In der ersten bis fünften Ausführungsform ist das Beispiel zur Konfiguration der ersten und zweiten Schicht **4** bzw. **8** unter Verwendung von Luftschichten beschrieben. Die Schichten können mit Vakuum oder einem Material, dessen Brechungsindex kleiner als 1,44 ist, gebildet sein. Zum Beispiel können die erste und zweite niedrig brechenden Schichten **4** bzw. **8** aus Vakuum gebildet werden, indem der Prozess in [Fig. 5C](#) ausgeführt und anschließend das Fabry-Perot-Interferometer in eine Vakuumeinrichtung eingeführt wird, um zu einem hermetisch dichten Behälter zusammengefügt zu werden. Die Schichten können aus einem Material hergestellt sein, dessen Brechungsindex kleiner als 1,44 ist, indem die Schichten nach dem Prozess in [Fig. 5C](#) durch das Loch M1b, M2b oder **13** mit dem Material gefüllt werden, das als Flüssigkeit, Gas, Sol oder Gel vorliegt. In diesem Fall wird der Luftspalt Ag gemäß der ersten Ausführungsform oder anderswo mit dem Material gefüllt, dessen Brechungsindex kleiner als 1,44 ist. Selbst wenn die Flüssigkeit, das Gas, das Sol oder Gel eingefüllt ist, kann der Spalt zwischen dem unteren Spiegel M1 und dem oberen Spiegel M2 durch eine an die untere Elektrode **11** und die obere Elektrode **12** angelegte Spannung eingestellt werden. Das Fabry-Perot-Interferometer kann dadurch für spektroskopische Untersuchungen verwendet werden.

[0080] In den oben genannten Ausführungsformen ist das Beispiel des optischen Mehrschichtspiegels mit dem unteren Spiegel und dem oberen Spiegel beschrieben. Der optische Mehrschichtspiegel kann wenigstens einen Spiegel enthalten, der umfasst: Eine erste hoch brechende Schicht mit einem ersten Brechungsindex, eine erste niedrig brechende

Schicht, die auf einem Teil der ersten hoch brechenden Schicht angeordnet ist, als der Spiegel dient und einen zweiten Brechungsindex besitzt, der kleiner als der erste Brechungsindex ist, und eine zweite hoch brechende Schicht, die so ausgebildet ist, dass sie die erste niedrig brechende Schicht überdeckt. In diesem Fall kreuzt der Verstärkungsabschnitt die erste niedrig brechende Schicht und erstreckt sich bis zu der ersten hoch brechenden Schicht, um einen Teil der zweiten hoch brechenden Schicht zu stützen, die die Oberseite der ersten niedrig brechenden Schicht überdeckt.

[0081] Im Übrigen ist nachfolgend ein Grund dafür erläutert, anzunehmen, dass die Verwendung eines niedrig brechenden Materials, das einen Brechungsindex hat, der kleiner als der von SiO₂ (Brechungsindex 1,44), ein großes n-Verhältnis (z. B. 3,4) erreichen und einen optischen Mehrschichtspiegel mit einem stark reflektierenden Band bilden kann.

[0082] [Fig. 12B](#) ist ein charakteristisches Schaubild, das eine Abhängigkeit des Reflexionsgrades von der Wellenlänge zeigt, wenn die optische Mehrschicht verwendet wird, um den stark reflektierenden Spiegel, d. h. den Spiegel mit hohem Reflexionsgrad zu bilden. Wie es jedoch in [Fig. 12B](#) zu sehen ist, hängt die optische Mehrschicht größtenteils von der Wellenlänge ab und engt das stark reflektierende Band des Spiegels ein. [Fig. 12A](#) zeigt eine Beziehung zwischen der Wellenlänge und dem FP(Fabry-Perot)-Transmissionsgrad. Wie es in [Fig. 12A](#) zu sehen ist, entspricht das spektroskopische Band des Fabry-Perot-Interferometers dem Band starker Reflexion des Spiegels. Das Fabry-Perot-Interferometer, das den Spiegel mit einem schmalen Band starker Reflexion verwendet, engt das spektroskopische Band ein.

[0083] Ein optischer Mehrschichtspiegel ist aus einer optischen Mehrschicht gebildet, die eine Schicht aus hoch brechenden und niedrig brechenden Filmen umfasst. In einem solchen optischen Mehrschichtspiegel hängt ein Band starker Reflexion von einem Brechungsindexverhältnis (n-Verhältnis) zwischen einem hohen Brechungsindex n_H und einem niedrigen Brechungsindex n_L ab. [Fig. 13](#) zeigt eine Brechungsindexverhältnisabhängigkeit, d. h. ein Band ΔW in Relation zu dem n-Verhältnis (n_H/n_L) in einem Band mit hohem Brechungsindex für den optischen Mehrschichtspiegel. Eine Erhöhung des n-Verhältnisses verbreitert das Band ΔW . Es sei angenommen, dass das Band starker Reflexion des Spiegels einen Wellenlängenbereich von 3 μm bis 9 μm umfasst, wie es in [Fig. 12B](#) gezeigt ist. Das Band ΔW beträgt 6 μm oder mehr. Das n-Verhältnis muss in etwa 3,3 oder mehr betragen.

[0084] Materialien wie etwa Ge (Brechungsindex 4) und Si (Brechungsindex 3,45) können für einen Halb-

leiterprozess verwendet werden und für eine Wellenlänge von 3 μm bis 9 μm transparent sein. Materialien wie etwa SiO_2 (Brechungsindex von 1,44) und SiN (Brechungsindex von 2) haben einen niedrigen Brechungsindex. Jedoch kann eine Kombination dieser hoch brechenden und niedrig brechenden Materialien kein hohes n-Verhältnis liefern.

[0085] Zum Beispiel kann Luft (Brechungsindex 1) oder Vakuum als ein niedrig brechendes Material mit einem Brechungsindex kleiner als der von SiO_2 (1,44) verwendet werden. Somit ist es vorgesehen, dass die Verwendung eines derartigen Materials ein großes n-Verhältnis (z. B. 3,4 oder mehr) erreichen und einen optischen Mehrschichtspiegel bereitstellen kann, der ein Band starker Reflexion aufweist.

[0086] Hier, wenn das niedrig brechende Material wie etwa Luft und Vakuum als Teil des geschichteten Films verwendet wird, fehlt jedoch einer Schicht, die aus dem Material mit dem niedrigen Brechungsindex gebildet ist, die mechanische Festigkeit. Ein über dem niedrig brechenden Material ausgebildeter Film kann zum Beispiel gebogen werden. Die oben beschriebenen Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung sind im Hinblick darauf entwickelt worden.

[0087] Weitere Aspekte des hierin beschriebenen Gegenstandes sind im Folgenden ausgeführt.

[0088] Als ein Aspekt ist ein optischer Mehrschichtspiegel wie folgt bereitgestellt. Der optische Mehrschichtspiegel umfasst einen unteren Spiegel und einen oberen Spiegel. Der untere Spiegel ist über einem Substrat angeordnet, während der obere Spiegel dem unteren Spiegel durch einen Spalt getrennt gegenüber angeordnet ist. Der untere Spiegel umfasst eine erste hoch brechende Schicht, die über dem Substrat angeordnet ist und einen ersten Brechungsindex aufweist, eine erste niedrig brechende Schicht, die gegenüber der ersten hoch brechenden Schicht angeordnet ist und einen zweiten Brechungsindex aufweist, der kleiner als der erste Brechungsindex ist, eine zweite hoch brechende Schicht, die die erste niedrig brechende Schicht überdeckt, und einen ersten Verstärkungsabschnitt, der einen Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht stützt, der eine obere Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht überdeckt und sich über die erste niedrig brechende Schicht bis zu der ersten hoch brechenden Schicht erstreckt. Der obere Spiegel umfasst eine dritte hoch brechende Schicht, die über dem Substrat angeordnet ist und den ersten Brechungsindex besitzt, eine zweite niedrig brechende Schicht, die gegenüber der dritten hoch brechenden Schicht angeordnet ist, und den zweiten Brechungsindex besitzt, eine vierte hoch brechende Schicht, die die zweite niedrig brechende Schicht überdeckt, und einen zweiten Verstärkungsabschnitt, der einen Ab-

schnitt der vierten hoch brechenden Schicht stützt, der eine obere Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht überdeckt und sich über die zweite niedrig brechende Schicht bis zu der dritten hoch brechenden Schicht erstreckt.

[0089] Der untere Spiegel umfasst den ersten Verstärkungsabschnitt, der den Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht stützt, der die obere Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht überdeckt. Der obere Spiegel umfasst den zweiten Verstärkungsabschnitt, der den Abschnitt der vierten hoch brechenden Schicht stützt, der die obere Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht überdeckt. Selbst wenn die erste und zweite niedrig brechende Schicht keine mechanische Festigkeit besitzt, kann jeder Verstärkungsabschnitt helfen, zu verhindern, dass sich die zweite und vierte hoch brechende Schicht biegt. Wenn ein großes n-Verhältnis dadurch erreicht wird, dass ein Material für die erste bis vierte hoch brechende Schicht oder die erste und zweite niedrig brechende Schicht gewählt wird, ist es möglich, dass die zweite und vierte hoch brechende Schicht nicht gebogen werden. Das Fabry-Perot-Interferometer kann mit dem optischen Mehrschichtspiegel ausgestattet sein, der ein breites Band mit hohem Reflexionsgrad aufweist.

[0090] Gemäß der Konfiguration sind die erste und zweite niedrig brechende Schicht entweder aus Glas, einer Flüssigkeit, einem Sol oder einem Gel gemacht. Beispielsweise kann die erste und zweite niedrig brechende Schicht aus Luft gebildet sein.

[0091] Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration ist es möglich, dass der erste Verstärkungsabschnitt, der in dem unteren Spiegel enthalten ist, einem ersten Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht entspricht. Hier liegt der erste Abschnitt zwischen einem der oberen Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht gegenüberliegenden Abschnitt und einem Abschnitt, der sich durch Kreuzen der ersten niedrig brechenden Schicht bis zu der ersten hoch brechenden Schicht erstreckt. Entsprechend kann es sein, dass der zweite Verstärkungsabschnitt, der in dem oberen Spiegel enthalten ist, einem zweiten Abschnitt der vierten hoch brechenden Schicht entspricht. Hier liegt der zweite Abschnitt zwischen einem der oberen Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht gegenüberliegenden Abschnitt und einem Abschnitt, der sich bis zu der dritten hoch brechenden Schicht erstreckt, und einem Abschnitt, der sich durch Kreuzen der zweiten niedrig brechenden Schicht bis zu der dritten hoch brechenden Schicht erstreckt.

[0092] Die Struktur kann dadurch vereinfacht werden, dass der Verstärkungsabschnitt aus einem Teil der zweiten oder vierten hoch brechenden Schicht gebildet wird. Beispielsweise ist es möglich, auf einen

Prozess zu verzichten, der zur Bildung von nur dem Verstärkungsabschnitt bei der Herstellung des optischen Mehrschichtspiegels notwendig ist.

[0093] In diesem Fall kann die erste niedrig brechende Schicht in mehrere Abschnitte unterteilt sein, und der erste Verstärkungsabschnitt kann als ein Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht gegenüber einer Seite von jedem der segmentierten Abschnitte ausgebildet sein. Entsprechend kann die zweite niedrig brechende Schicht in mehrere Abschnitte unterteilt sein, und der zweite Verstärkungsabschnitt kann als ein Abschnitt der vierten hoch brechenden Schicht gegenüber einer Seite von jedem der segmentierten Abschnitte konfiguriert sein.

[0094] Andererseits kann der erste Verstärkungsabschnitt als eine erste Metallschicht konfiguriert sein, die die erste niedrig brechende Schicht kreuzt und zwischen der zweiten hoch brechenden Schicht und der ersten hoch brechenden Schicht liegt. Entsprechend kann der zweite Verstärkungsabschnitt als eine zweite Metallschicht konfiguriert sein, die die zweite niedrig brechende Schicht kreuzt und zwischen der vierten hoch brechenden Schicht und der dritten hoch brechenden Schicht liegt.

[0095] In diesem Fall kann die erste niedrig brechende Schicht in mehrere Abschnitte unterteilt sein, und die erste Metallschicht kann einer Seite von jedem der segmentierten Abschnitte gegenüberliegen. Entsprechend kann die zweite niedrig brechende Schicht in mehrere Abschnitte unterteilt sein, und die zweite Metallschicht kann einer Seite von jedem der segmentierten Abschnitte gegenüberliegen.

[0096] Diese Strukturen gewährleisten vorzugsweise eine Übereinstimmung zwischen Draufsichten der Layouts bzw. Ausbildungen der Verstärkungsabschnitte für den unteren und oberen Spiegel. Wenn die Draufsichten der Ausbildungen übereinstimmen, kann das Licht, das durch einen Teil des oberen Spiegels tritt, der als eine Spiegeleinheit fungiert, wirksam auf einem Teil des unteren Spiegels auftreffen, der als eine Spiegeleinheit fungiert.

[0097] In dem unteren Spiegel beispielsweise kann die erste niedrig brechende Schicht in Abschnitte unterteilt sein, und eine obere Oberfläche von jedem der segmentierten Abschnitte kann eine identische polygonale Form besitzen. Entsprechend kann in dem oberen Spiegel die zweite niedrig brechende Schicht in Abschnitte unterteilt sein, und eine obere Oberfläche von jedem der segmentierten Abschnitte kann eine identische polygonale Form aufweisen. Es ist möglich, eine Übereinstimmung zwischen Draufsichten der Ausbildungen der Verstärkungsabschnitte für den unteren und den oberen Spiegel zu gewährleisten.

[0098] In diesem Fall können die erste und zweite niedrig brechende Schicht zum Beispiel zu einem mehrseitigen Pyramidenstumpf geformt sein. Wenn die erste und zweite niedrig brechende Schicht zu einem mehrseitigen Pyramidenstumpf geformt sind, kann ein Teil der zweiten hoch brechenden Schicht, der der Seite der ersten niedrig brechenden Schicht entspricht, mit einer Neigung gegenüber der ersten hoch brechenden Schicht ausgebildet sein. Die Form kann eine auf den Verstärkungsabschnitt ausgeübte Spannung verringern und verhindern, dass die zweite und vierte hoch brechende Schicht gebogen werden. Der Teil der zweiten hoch brechenden Schicht, der der Seite der ersten niedrig brechenden Schicht entspricht, neigt sich gegenüber der ersten hoch brechenden Schicht in einem gegebenen Winkel. Durch den Winkel von 45° kann ein optimaler Effekt erzielt werden. Entsprechend können die erste und zweite niedrig brechende Schicht in einer mehrseitigen Säule ausgebildet sein.

[0099] Es ist vorteilhaft, die erste und zweite niedrig brechende Schicht zu unterteilen, so dass jede der unterteilten oberen Oberflächen hexagonal wird. Die unterteilte erste und zweite niedrig brechende Schicht kann eine Bienenwabenstruktur aufweisen. Die Bienenwabenstruktur bietet einen ausgezeichneten Flächenwirkungsgrad. Die Bienenwabenstruktur ist vorteilhafter als die anderen mehrseitigen Pyramidenstümpfe und Säulen.

[0100] Hier kann der untere Spiegel einen Satz von drei benachbarten unterteilten ersten niedrig brechenden Schichten umfassen. Es ist möglich, dass nur ein Loch an einem Punkt gebildet ist, an dem die Scheitel von drei Winkeln des Hexagons zusammentreffen, die den Satz von ersten niedrig brechenden Schichten bilden. Das Loch ist mit der ersten niedrig brechenden Schicht durch die zweite hoch brechende Schicht gekoppelt. Der obere Spiegel kann auch einen Satz von drei benachbarten unterteilten zweiten niedrig brechenden Schichten umfassen. Es ist möglich, dass nur ein Loch an einem Punkt gebildet ist, an dem die Scheitel von drei Winkeln des Hexagons zusammentreffen, die den Satz von zweiten niedrig brechenden Schichten bilden. Das Loch ist mit der zweiten niedrig brechenden Schicht durch die vierte und dritte hoch brechende Schicht verbunden. Diese Struktur kann die Anzahl von Löchern verringern, die mit all den ersten und zweiten niedrig brechenden Schichten verbunden sind.

[0101] Von oben betrachtet ist die Struktur vorzugsweise so in dem unteren Spiegel ausgebildet, dass sie von der Struktur des Lochs des oberen Spiegels abweicht. Ein Teil des unteren Spiegels, der nicht als eine Spiegeleinheit fungiert, kann das Licht, das von dem Loch in den oberen Spiegel eintritt, blockieren und streuen.

[0102] Die Löcher in dem unteren und oberen Spiegel können kreisförmig sein (d. h. in Form zylindrischer Säulen). Die Radien der Löcher in dem unteren und oberen Spiegel sind vorzugsweise so ausgelegt, dass sie sich von den Punkten direkt bis zu den hexagonalen oberen Oberflächen der ersten und zweiten niedrig brechenden Schicht erstrecken, an denen die Scheitel der drei Winkel von drei benachbarten hexagonalen segmentierten Abschnitten zusammenreffen, ohne dass der erste bzw. zweite Verstärkungsabschnitt dazwischen liegt. Somit kann jedes Loch ausreichend mit der ersten und zweiten niedrig brechenden Schicht verbunden sein.

[0103] Die erste bis vierte hoch brechende Schicht und die erste und zweite niedrig brechende Schicht sind aus einem Material mit einem ersten Brechungsindex und einem weiteren Material mit einem zweiten Brechungsindex, der kleiner als der erste Brechungsindex gebildet. Wenn die oben genannte Struktur ein großes n-Verhältnis, d. h. 3,4 oder mehr, als ein Verhältnis zwischen dem ersten und zweiten Brechungsindex verwendet, besitzt der optische Mehrschichtspiegel einen viel höheren Reflexionsgrad. Beispielsweise kann die erste bis vierte hoch brechende Schicht aus Ge oder S1 gebildet sein. Die erste und zweite niedrig brechende Schicht kann aus Luft gebildet sein, wie es oben erwähnt ist.

[0104] Ferner ist als weiterer Aspekt ein Fabry-Perot-Interferometer wie folgt bereitgestellt. Das Fabry-Perot-Interferometer umfasst den optischen Mehrschichtspiegel mit den oben aufgeführten Merkmalen. Die erste und zweite hoch brechende Schicht sind außerhalb eines Bereichs für den unteren Spiegel ausgebildet. Die dritte und vierte hoch brechende Schicht sind auch außerhalb eines Bereichs für den oberen Spiegel ausgebildet, um eine Membran zu bilden. Das Fabry-Perot-Interferometer umfasst ferner eine erste Elektrode zum Anlegen einer Spannung an die zweite hoch brechende Schicht, die in dem unteren Spiegel vorgesehen ist, und eine zweite Elektrode zum Anlegen einer Spannung an die vierte hoch brechende Schicht, die in dem oberen Spiegel vorgesehen ist. Eine elektrostatische Anziehung wird auf der Grundlage von Potentialen an der ersten und zweiten Elektrode erzeugt und variiert einen Abstand zwischen dem oberen und dem unteren Spiegel.

[0105] Folgende Vorteile ergeben sich. Ein Verdrahtungsabschnitt wird durch Dotieren mit Verunreinigungen des Bereichs außerhalb des Teils der zweiten hoch brechenden Schicht, die als der untere Spiegel dient, und des Bereichs, der dem ersten Verstärkungsabschnitt für den unteren Spiegel entspricht, gebildet. Der Verdrahtungsabschnitt ist mit der ersten Elektrode verbunden. Ein Verdrahtungsabschnitt wird durch Dotieren mit Verunreinigungen des Bereichs außerhalb des Teils der vierten hoch brechenden Schicht, die als der obere Spiegel dient, und des

Bereichs, der dem zweiten Verstärkungsabschnitt für den oberen Spiegel entspricht, konfiguriert. Der Grund hierfür liegt in der Absorption von Licht durch die dotierten Verunreinigungen. Es ist vorteilhaft, zu verhindern, dass Verunreinigungen in den Teil eingebracht werden, der als Spiegeleinheit dient. Obwohl nicht der Verdrahtungsabschnitt, so kann ein Teil der ersten hoch brechenden Schicht mit Verunreinigungen dotiert werden, der dem Loch entspricht, das mit der ersten niedrig brechenden Schicht verbunden ist. Das Ziel besteht darin, zu verhindern, dass unnötiges Licht durch diesen Teil hindurchtritt.

[0106] Ein Loch kann so konfiguriert sein, dass es die dritte und vierte hoch brechende Schicht kreuzt, die sich außerhalb des oberen Spiegels erstrecken, um dadurch mit dem Spalt zwischen dem unteren Spiegel und dem oberen Spiegel verbunden zu sein. Das Loch kann zum Ätzen des Spalts verwendet werden.

[0107] Es ist vorteilhaft, mehrere Löcher in der dritten und vierten hoch brechenden Schicht, außerhalb des oberen Spiegels zu bilden und den gleichen Abstand zwischen den benachbarten Löchern zu gewährleisten. Die Membran kann wirksam hergestellt werden, da der Ätzzvorgang gleichmäßig ausgeführt werden kann. Es ist vorteilhaft, Löcher in der dritten und vierten hoch brechenden Schicht, außerhalb des oberen Spiegels, entlang konzentrischer Kreise äquidistant um den optischen Mehrschichtspiegel zu bilden. Außer ein Loch außerhalb des oberen Spiegels auszubilden, kann ein Loch auch innerhalb von diesem ausgebildet sein, um so eine Verbindung mit der zweiten niedrig brechenden Schicht herzustellen. Ein Abstand zwischen diesen Löchern ist vorzugsweise gleich wie derjenige zwischen den außerhalb des oberen Spiegels gebildeten Löchern.

[0108] Ferner ist gemäß einem weiteren Aspekt ein optischer Mehrschichtspiegel mit mehreren Spiegeleinheiten mit wenigstens einem Spiegel bereitgestellt. Dieser optische Mehrschichtspiegel umfasst eine erste hoch brechende Schicht mit einem ersten Brechungsindex, eine niedrig brechende Schicht, die gegenüber einem Abschnitt der ersten hoch brechenden Schicht angeordnet ist und einen zweiten Brechungsindex besitzt, der kleiner als der erste Brechungsindex ist, wobei der Abschnitt den einzelnen Spiegeleinheiten entspricht, eine zweite hoch brechende Schicht, die die niedrig brechende Schicht überdeckt, und einen Verstärkungsabschnitt, der einen Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht stützt, der eine obere Oberfläche der niedrig brechenden Schicht überdeckt und sich über die niedrig brechende Schicht bis zu der ersten hoch brechenden Schicht erstreckt.

[0109] Ferner ist als noch ein weiterer Aspekt ein optischer Mehrschichtspiegel wie folgt bereitgestellt.

Der optische Mehrschichtspiegel umfasst einen unteren Spiegel und einen oberen Spiegel. Der untere Spiegel ist über einem Substrat angeordnet, während der obere Spiegel dem unteren Spiegel durch einen Spalt getrennt gegenüber angeordnet ist. Der untere Spiegel umfasst eine erste hoch brechende Schicht, die über dem Substrat angeordnet ist und einen ersten Brechungsindex besitzt, eine erste Luftschicht, die gegenüber der ersten hoch brechenden Schicht angeordnet ist, und einen zweiten Brechungsindex besitzt, der kleiner als der erste Brechungsindex ist, und eine zweite hoch brechende Schicht, die die erste Luftschicht überdeckt. Der obere Spiegel umfasst eine dritte hoch brechende Schicht, die über dem Substrat angeordnet ist und den ersten Brechungsindex aufweist, eine zweite Luftschicht, die gegenüber der dritten hoch brechenden Schicht angeordnet ist, und den zweiten Brechungsindex besitzt, und eine vierte hoch brechende Schicht, die die zweite Luftschicht überdeckt.

[0110] Obgleich die vorliegende Erfindung bezüglich der bevorzugten Ausführungsformen offenbart worden ist, um ein besseres Verständnis von diesen zu ermöglichen, sollte wahrgenommen werden, dass die Erfindung auf verschiedene Weisen verwirklicht werden kann, ohne den Umfang der Erfindung zu verlassen. Deshalb sollte die Erfindung derart verstanden werden, dass sie alle möglichen Ausführungsformen und Ausgestaltungen zu den gezeigten Ausführungsformen beinhaltet, die realisiert werden können, ohne den Umfang der Erfindung zu verlassen, wie er in den beigefügten Ansprüchen dargelegt ist.

Patentansprüche

1. Optischer Mehrschichtspiegel mit einem unteren Spiegel (M1) und einem oberen Spiegel (M2), wobei der untere Spiegel über einem Substrat (1) und der obere Spiegel durch einen Spalt (Ag) getrennt gegenüber dem unteren Spiegel angeordnet ist, wobei der untere Spiegel (M1) umfasst:

- eine erste hoch brechende Schicht (3), die über dem Substrat angeordnet ist und einen ersten Brechungsindex besitzt;
- eine erste niedrig brechende Schicht (4), die gegenüber der ersten hoch brechenden Schicht angeordnet ist und einen zweiten Brechungsindex besitzt, der kleiner als der erste Brechungsindex ist;
- eine zweite hoch brechende Schicht (5), die die erste niedrig brechende Schicht überdeckt; und
- einen ersten Verstärkungsabschnitt (5a, 30), der einen Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht stützt, der eine obere Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht überdeckt und sich über die erste niedrig brechende Schicht bis zu der ersten hoch brechenden Schicht erstreckt;

wobei der obere Spiegel (M2) umfasst:

- eine dritte hoch brechende Schicht (7), die über

dem Substrat angeordnet ist und den ersten Brechungsindex besitzt;

- eine zweite niedrig brechende Schicht (8), die gegenüber der dritten hoch brechenden Schicht angeordnet ist und den zweiten Brechungsindex besitzt;
- eine vierte hoch brechende Schicht (9), die die zweite niedrig brechende Schicht überdeckt; und
- einen zweiten Verstärkungsabschnitt (9a, 31), der einen Abschnitt der vierten hoch brechenden Schicht stützt, der eine obere Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht überdeckt und sich über die zweite niedrig brechende Schicht bis zu der dritten hoch brechenden Schicht erstreckt;

dadurch gekennzeichnet, dass

- der erste Verstärkungsabschnitt, der in dem unteren Spiegel enthalten ist, einem ersten Abschnitt (5a) der zweiten hoch brechenden Schicht entspricht, wobei der erste Abschnitt in einem Bereich zwischen einem der oberen Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht gegenüber angeordneten Abschnitt und einem Abschnitt, der sich durch Kreuzen der ersten niedrig brechenden Schicht bis zu der ersten hoch brechenden Schicht erstreckt, liegt; und
- der zweite Verstärkungsabschnitt, der in dem oberen Spiegel enthalten ist, einem zweiten Abschnitt (9a) der vierten hoch brechenden Schicht entspricht, wobei der zweite Abschnitt zwischen einem der oberen Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht gegenüber angeordneten Abschnitt und einem Abschnitt, der sich durch Kreuzen der zweiten niedrig brechenden Schicht bis zu der dritten hoch brechenden Schicht erstreckt, liegt.

2. Spiegel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite niedrig brechende Schicht entweder aus einem Gas, einer Flüssigkeit, einem Sol oder einem Gel gebildet sind.

3. Spiegel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite niedrig brechende Schicht aus Luft gebildet sind.

4. Spiegel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass:

- die erste niedrig brechende Schicht in mehrere segmentierte Abschnitte unterteilt ist und der erste Verstärkungsabschnitt als ein Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht gegenüber einer Seite von jedem der segmentierten Abschnitte konfiguriert ist; und
- die zweite niedrig brechende Schicht in mehrere segmentierte Abschnitte unterteilt ist und der zweite Verstärkungsabschnitt als ein Abschnitt der vierten hoch brechenden Schicht gegenüber einer Seite von jedem der segmentierten Abschnitte konfiguriert ist.

5. Optischer Mehrschichtspiegel mit einem unteren Spiegel (M1) und einem oberen Spiegel (M2), wobei der untere Spiegel über einem Substrat (1) und der obere Spiegel durch einen Spalt (Ag) getrennt ge-

genüber dem unteren Spiegel angeordnet ist, wobei der untere Spiegel (M1) umfasst:

- eine erste hoch brechende Schicht (3), die über dem Substrat angeordnet ist und einen ersten Brechungsindex besitzt;
 - eine erste niedrig brechende Schicht (4), die gegenüber der ersten hoch brechenden Schicht angeordnet ist und einen zweiten Brechungsindex besitzt, der kleiner als der erste Brechungsindex ist;
 - eine zweite hoch brechende Schicht (5), die die erste niedrig brechende Schicht überdeckt; und
 - einen ersten Verstärkungsabschnitt (5a, 30), der einen Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht stützt, der eine obere Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht überdeckt und sich über die erste niedrig brechende Schicht bis zu der ersten hoch brechenden Schicht erstreckt;
- wobei der obere Spiegel (M2) umfasst;
- eine dritte hoch brechende Schicht (7), die über dem Substrat angeordnet ist und den ersten Brechungsindex besitzt;
 - eine zweite niedrig brechende Schicht (8), die gegenüber der dritten hoch brechenden Schicht angeordnet ist und den zweiten Brechungsindex besitzt;
 - eine vierte hoch brechende Schicht (9), die die zweite niedrig brechende Schicht überdeckt; und
 - einen zweiten Verstärkungsabschnitt (9a, 31), der einen Abschnitt der vierten hoch brechenden Schicht stützt, der eine obere Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht überdeckt und sich über die zweite niedrig brechende Schicht bis zu der dritten hoch brechenden Schicht erstreckt;
- dadurch gekennzeichnet:
- der erste Verstärkungsabschnitt als eine erste Metallschicht (30) konfiguriert ist, die die erste niedrig brechende Schicht kreuzt und zwischen der zweiten hoch brechenden Schicht und der ersten hoch brechenden Schicht liegt; und
 - der zweite Verstärkungsabschnitt als eine zweite Metallschicht (31) konfiguriert ist, die die zweite niedrig brechende Schicht kreuzt und zwischen der vierten hoch brechenden Schicht und der dritten hoch brechenden Schicht liegt.

6. Spiegel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass:

- die erste niedrig brechende Schicht in mehrere segmentierte Abschnitte unterteilt und die erste Metallschicht gegenüber einer Seite von jedem der segmentierten Abschnitte angeordnet ist; und
- die zweite niedrig brechende Schicht in mehrere segmentierte Abschnitte unterteilt und die zweite Metallschicht gegenüber einer Seite von jedem der segmentierten Abschnitte angeordnet ist.

7. Spiegel nach Anspruch 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass von oben betrachtet die Strukturen des ersten und zweiten Verstärkungsabschnitts für den unteren bzw. oberen Spiegel miteinander übereinstimmen.

8. Optischer Mehrschichtspiegel mit einem unteren Spiegel (M1) und einem oberen Spiegel (M2), wobei der untere Spiegel über einem Substrat (1) und der obere Spiegel durch einen Spalt (Ag) getrennt gegenüber dem unteren Spiegel angeordnet ist, wobei der untere Spiegel (M1) umfasst:

- eine erste hoch brechende Schicht (3), die über dem Substrat angeordnet ist und einen ersten Brechungsindex besitzt;
 - eine erste niedrig brechende Schicht (4), die gegenüber der ersten hoch brechenden Schicht angeordnet ist und einen zweiten Brechungsindex besitzt, der kleiner als der erste Brechungsindex ist;
 - eine zweite hoch brechende Schicht (5), die die erste niedrig brechende Schicht überdeckt; und
 - einen ersten Verstärkungsabschnitt (5a, 30), der einen Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht stützt, der eine obere Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht überdeckt und sich über die erste niedrig brechende Schicht bis zu der ersten hoch brechenden Schicht erstreckt;
- wobei der obere Spiegel (M2) umfasst;
- eine dritte hoch brechende Schicht (7), die über dem Substrat angeordnet ist und den ersten Brechungsindex besitzt;
 - eine zweite niedrig brechende Schicht (8), die gegenüber der dritten hoch brechenden Schicht angeordnet ist und den zweiten Brechungsindex besitzt;
 - eine vierte hoch brechende Schicht (9), die die zweite niedrig brechende Schicht überdeckt; und
 - einen zweiten Verstärkungsabschnitt (9a, 31), der einen Abschnitt der vierten hoch brechenden Schicht stützt, der eine obere Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht überdeckt und sich über die zweite niedrig brechende Schicht bis zu der dritten hoch brechenden Schicht erstreckt;
- dadurch gekennzeichnet, dass:
- in dem unteren Spiegel die erste niedrig brechende Schicht in segmentierte Abschnitte unterteilt ist und eine obere Oberfläche von jedem der segmentierten Abschnitte eine identische polygonale Form aufweist; und
 - in dem oberen Spiegel die zweite niedrig brechende Schicht in segmentierte Abschnitte unterteilt ist und eine obere Oberfläche von jedem der segmentierten Abschnitte eine identische polygonale Form aufweist.

9. Spiegel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeder segmentierte Abschnitt der ersten und zweiten niedrig brechenden Schicht in Form einer mehrseitigen Pyramidenstumpfes ausgebildet ist.

10. Spiegel nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass:

- ein Abschnitt der zweiten hoch brechenden Schicht einer Seite jedes segmentierten Abschnitts der ersten niedrig brechenden Schicht gegenüber angeordnet und bezüglich dieser um 45° geneigt ist; und
- ein Abschnitt der vierten hoch brechenden Schicht

einer Seite jedes segmentierten Abschnitts der zweiten niedrig brechenden Schicht gegenüber angeordnet und bezüglich dieser um 45° geneigt ist.

11. Spiegel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jeder segmentierte Abschnitt der ersten und zweiten niedrig brechenden Schicht in Form einer mehrseitigen Säule ausgebildet ist.

12. Spiegel nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass obere Oberflächen der ersten und zweiten niedrig brechenden Schicht in mehrere hexagonale segmentierte Abschnitte unterteilt sind, die bienenwabenartig ausgebildet sind.

13. Spiegel nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass:

- der untere Spiegel ein erstes Loch (M1b) an einem Punkt (V1) aufweist, an dem Scheitel dreier Winkel eines Satzes von drei benachbarten, hexagonalen, segmentierten Abschnitten der ersten niedrig brechenden Schicht zusammentreffen, wobei das erste Loch mit der ersten niedrig brechenden Schicht gekoppelt ist und die zweite hoch brechende Schicht kreuzt; und

- der obere Spiegel ein zweites Loch (Mb2) an einem Punkt (V2) aufweist, an dem Scheitel dreier Winkel eines Satzes von drei benachbarten, hexagonalen, segmentierten Abschnitten der zweiten niedrig brechenden Schicht zusammentreffen, wobei das zweite Loch mit der zweiten niedrig brechenden Schicht gekoppelt ist und die dritte und vierte hoch brechende Schicht kreuzt.

14. Spiegel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass von oben betrachtet Strukturen des ersten und zweiten Lochs voneinander abweichen.

15. Spiegel nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass:

- von oben betrachtet das erste Loch in den unteren Spiegeln kreisförmig ist, und der Radius des ersten Lochs so ausgelegt ist, dass es sich von dem Punkt, an dem die Scheitel dreier Winkel eines Satzes von drei benachbarten, hexagonalen, segmentierten Abschnitten zusammentreffen, bis zu der hexagonalen, oberen Oberfläche der ersten niedrig brechenden Schicht direkt erstreckt, ohne dass der erste Verstärkungsabschnitt dazwischenliegt; und

- von oben betrachtet das zweite Loch in den unteren Spiegeln kreisförmig ist, und der Radius des ersten Lochs so ausgelegt ist, dass es sich von dem Punkt, an dem die Scheitel dreier Winkel eines Satzes von drei benachbarten, hexagonalen, segmentierten Abschnitten zusammentreffen, bis zu der hexagonalen, oberen Oberfläche der zweiten niedrig brechenden Schicht direkt erstreckt, ohne dass der zweite Verstärkungsabschnitt dazwischenliegt.

16. Spiegel nach einem der Ansprüche 1 bis 15,

dadurch gekennzeichnet, dass ein Verhältnis des ersten Brechungsindex zu dem zweiten Brechungsindex mindestens 3,4 beträgt.

17. Spiegel nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die erste bis vierte hoch brechende Schicht aus Ge und Si gebildet sind.

18. Fabry-Perot-Interferometer, das mit dem optischen Mehrschichtspiegel nach einem der Ansprüche 1, 5 oder 8 ausgestattet ist, wobei

- sich die erste und zweite hoch brechende Schicht über einen Bereich für den unteren Spiegel hinaus erstrecken;

- sich die dritte und vierte hoch brechende Schicht über einen Bereich für den oberen Spiegel hinaus erstrecken, um eine Membran (M) zu bilden;

- das Fabry-Perot-Interferometer umfasst:

- eine erste Elektrode (11) zum Anlegen einer Spannung an die zweite hoch brechende Schicht in dem unteren Spiegel; und

- eine zweite Elektrode (12) zum Anlegen einer Spannung an die vierte hoch brechende Schicht in dem oberen Spiegel;

- auf der Grundlage von Potentialen an der ersten und zweiten Elektrode eine elektrostatische Anziehung erzeugt wird, um dadurch einen Abstand zwischen dem oberen und unteren Spiegel zu verändern.

19. Fabry-Perot-Interferometer nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass:

- ein erster Verdrahtungsabschnitt durch Dotieren mit Verunreinigungen von Abschnitten der zweiten hoch brechenden Schicht gebildet ist, wobei die Abschnitte (i) einen Abschnitt außerhalb eines Abschnitts, der als der untere Spiegel fungiert, und (ii) einen Abschnitt, der dem ersten Verstärkungsabschnitt entspricht, umfassen und wobei der erste Verdrahtungsabschnitt mit der ersten Elektrode verbunden ist; und
- ein zweiter Verdrahtungsabschnitt durch Dotieren mit Verunreinigungen von Abschnitten der vierten hoch brechenden Schicht gebildet ist, wobei die Abschnitte (i) einen Abschnitt außerhalb eines Abschnitts, der als der obere Spiegel fungiert, und (ii) einen Abschnitt, der dem zweiten Verstärkungsabschnitt entspricht, umfassen und wobei der zweite Verdrahtungsabschnitt mit der zweiten Elektrode verbunden ist.

20. Fabry-Perot-Interferometer nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein Loch (13) so ausgebildet ist, dass es die dritte und vierte hoch brechenden Schicht kreuzt, die sich nach außerhalb des oberen Spiegels erstrecken, um dadurch eine Verbindung zu dem Spalt zwischen dem unteren und oberen Spiegel herzustellen.

21. Fabry-Perot-Interferometer nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere

Löcher (**13**) so ausgebildet sind, dass sie die dritte und vierte hoch brechende Schicht, die sich nach außerhalb erstrecken, kreuzen, um dadurch eine Verbindung zu dem Spalt zwischen dem unteren Spiegel und dem oberen Spiegel herzustellen, wobei zwischen den benachbarten Löchern identische Abstände vorgesehen sind.

22. Fabry-Perot-Interferometer nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Löcher (**13**) so ausgebildet sind, dass sie die dritte und vierte hoch brechende Schicht, die sich nach außerhalb erstrecken, kreuzen, um dadurch eine Verbindung zu dem Spalt zwischen dem unteren Spiegel und dem oberen Spiegel herzustellen, wobei die Löcher entlang konzentrischer Kreise um den optischen Mehrschichtspiegel angeordnet und die konzentrischen Kreise in identischen Intervallen angeordnet sind.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

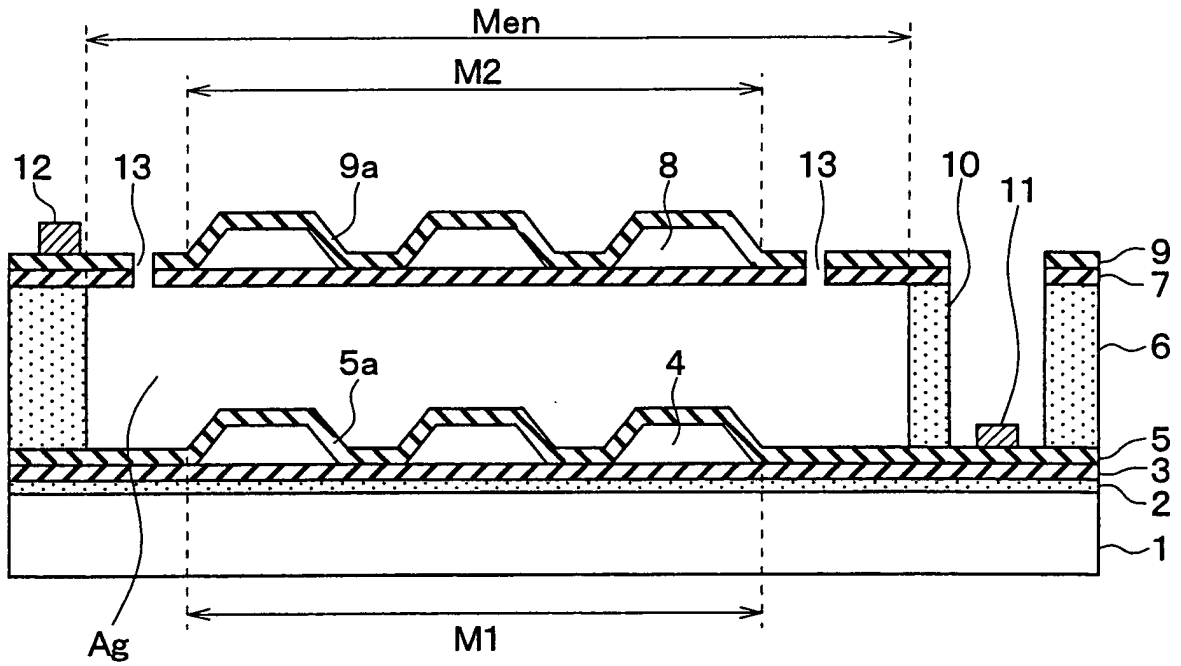


FIG. 2A

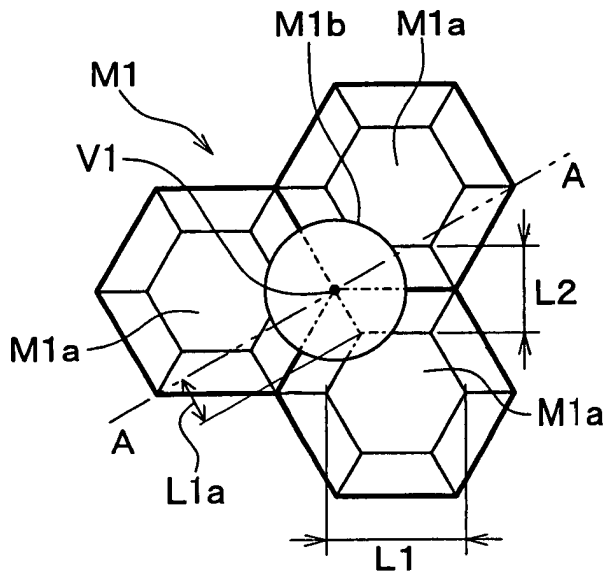


FIG. 2B

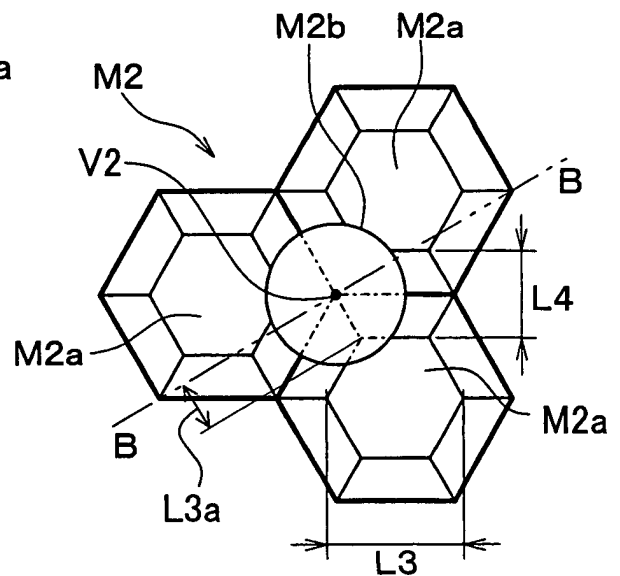


FIG. 3

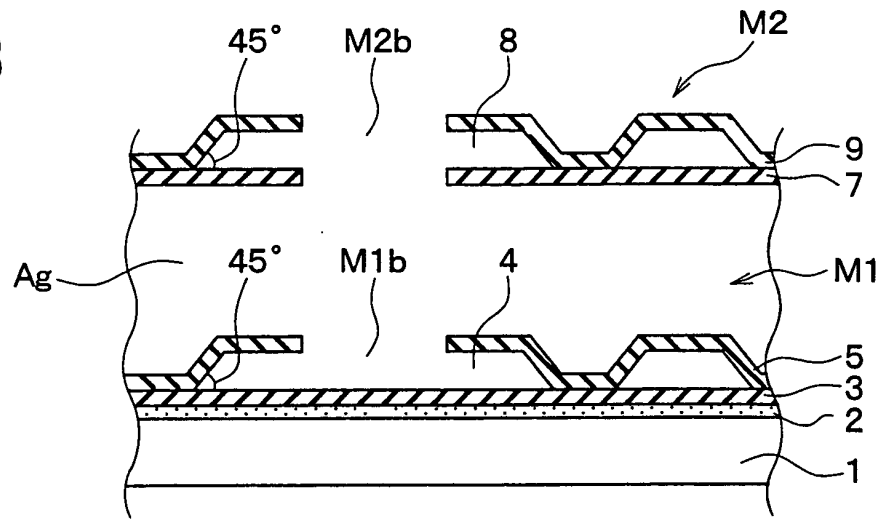


FIG. 4A

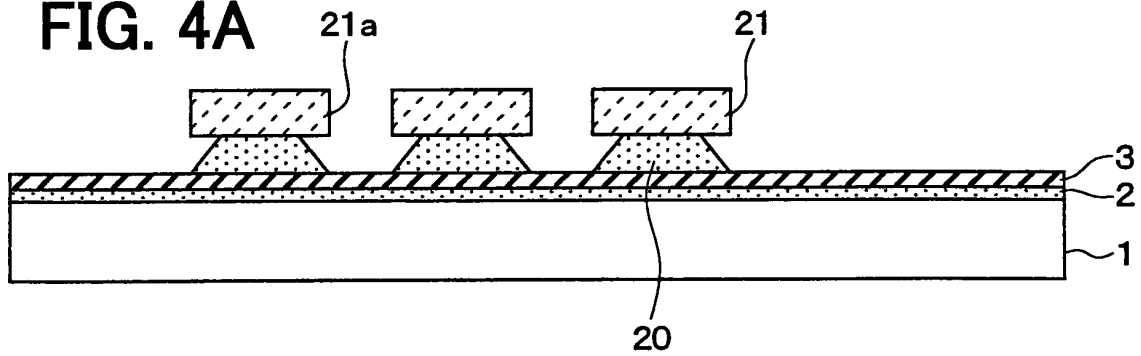


FIG. 4B

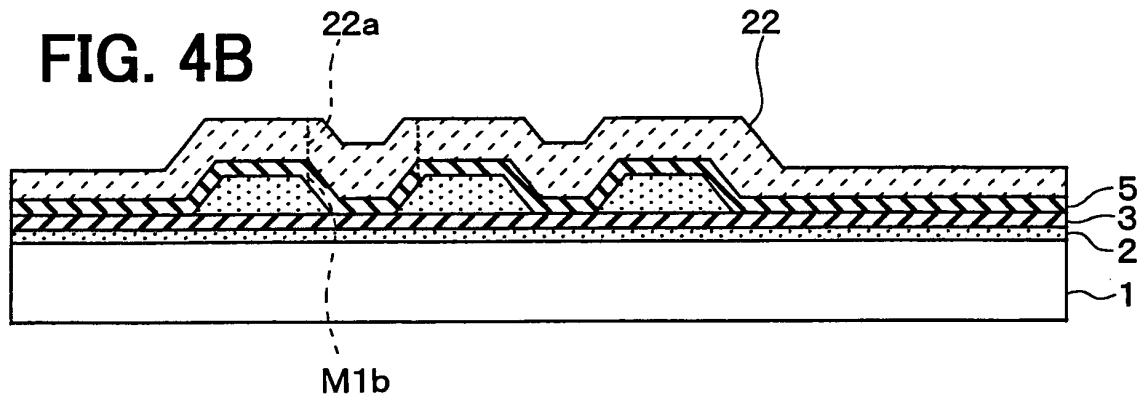


FIG. 4C

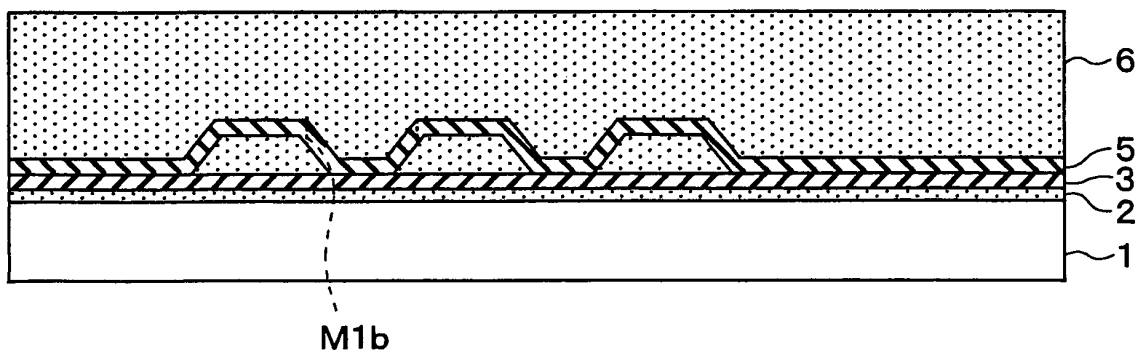


FIG. 5A

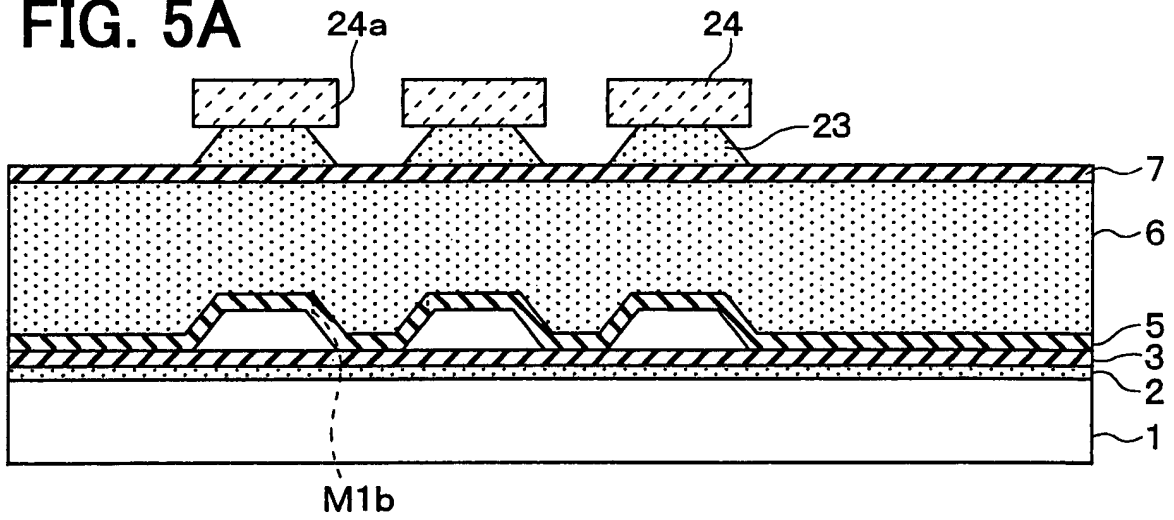


FIG. 5B

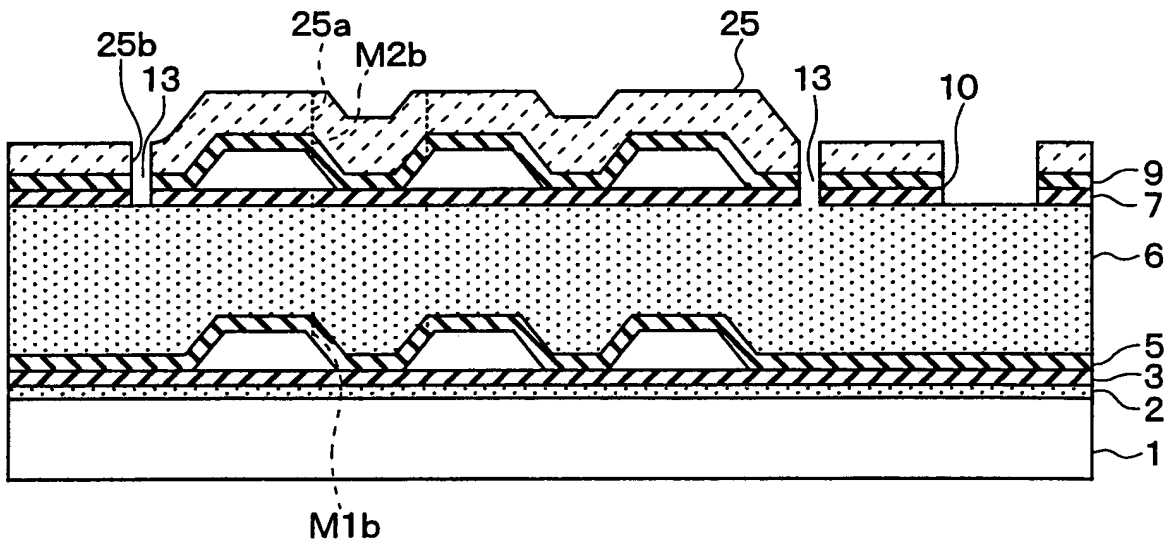


FIG. 5C

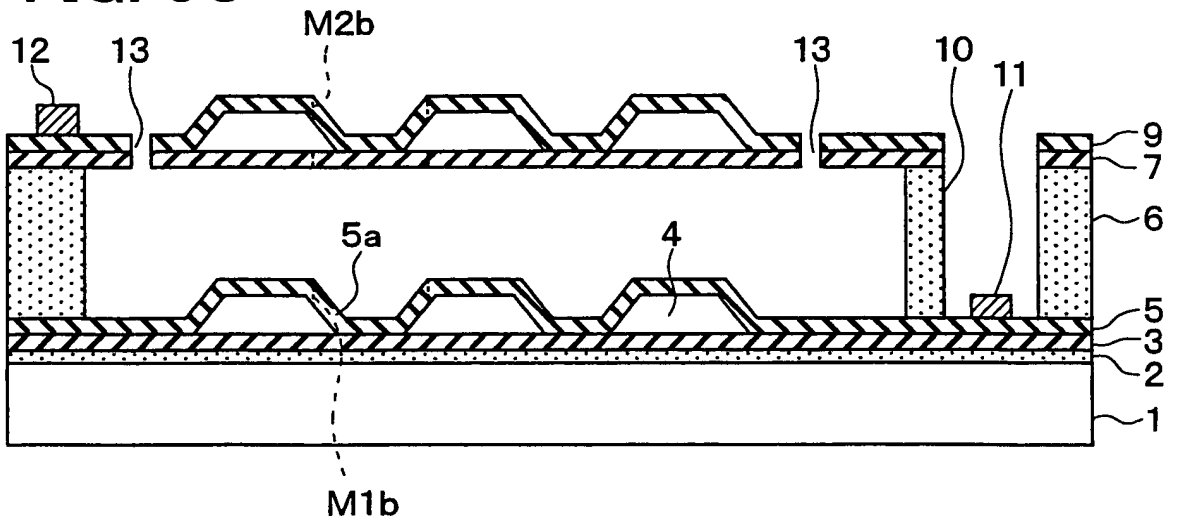


FIG. 6A

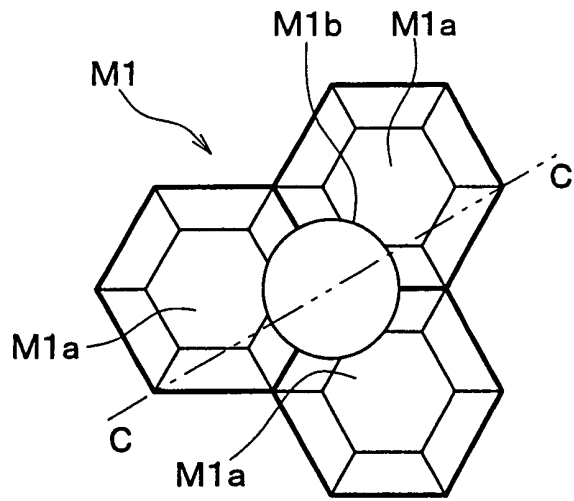


FIG. 6B

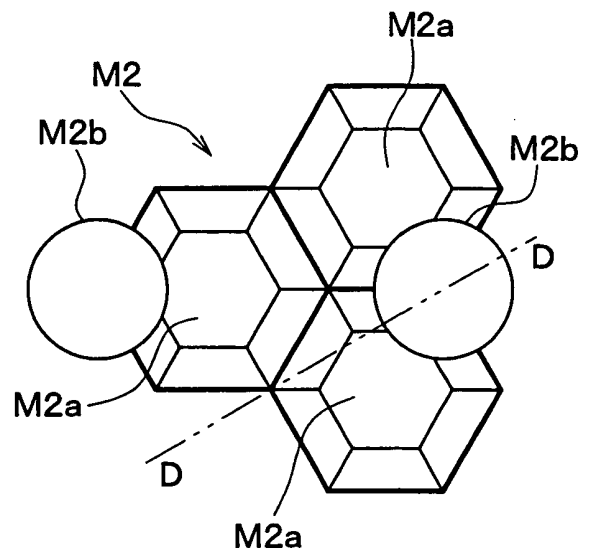


FIG. 7

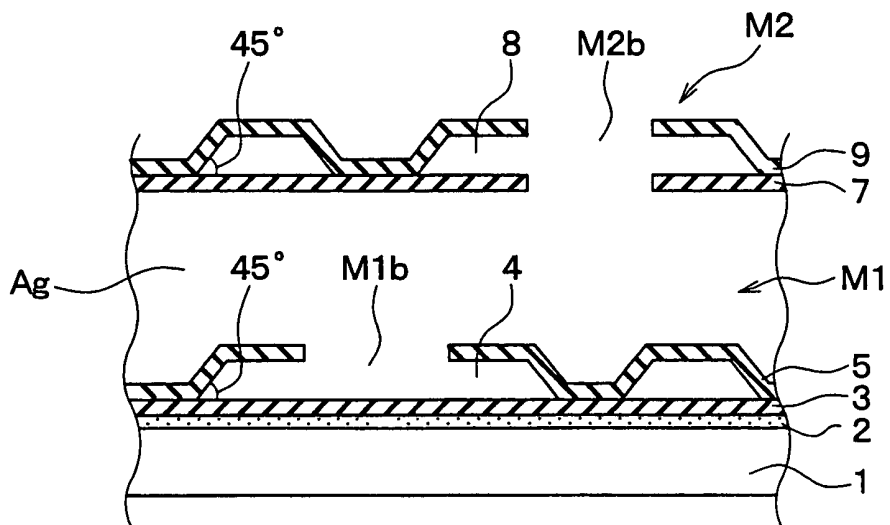


FIG. 8

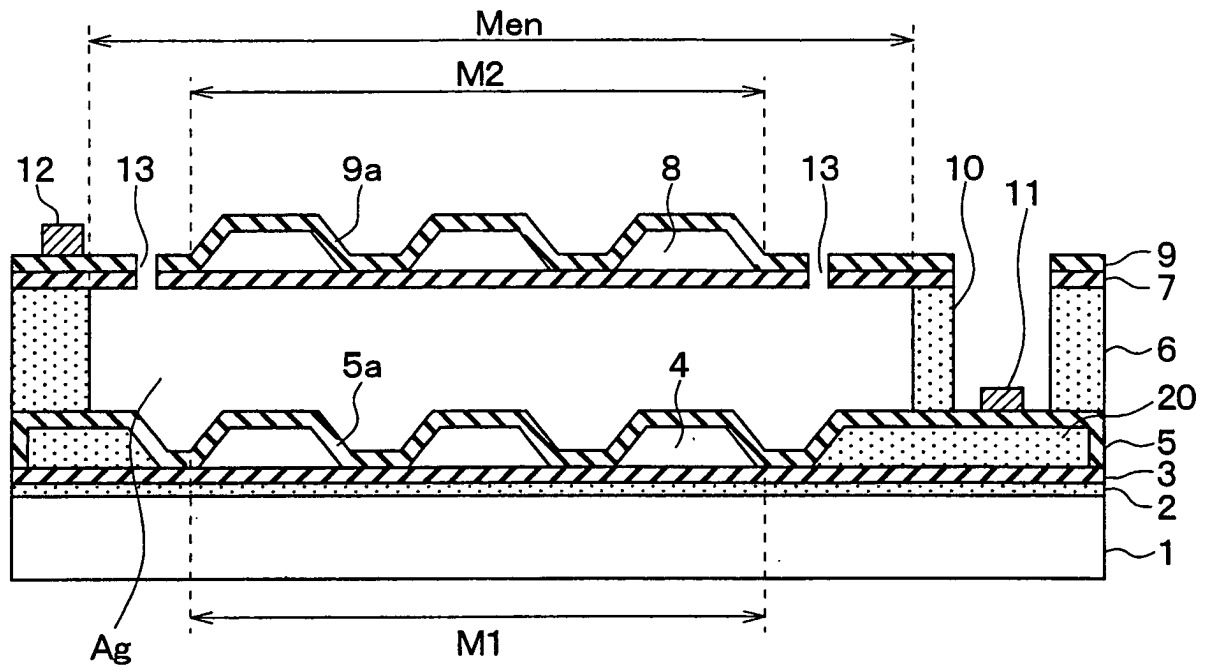


FIG. 9

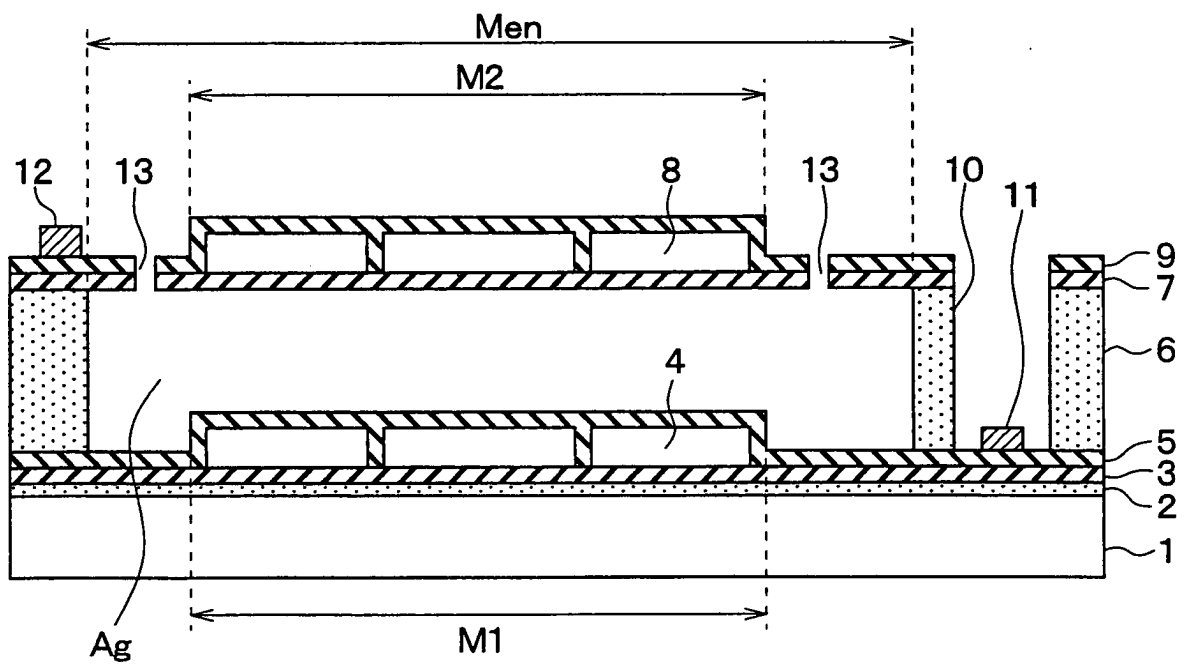


FIG. 10

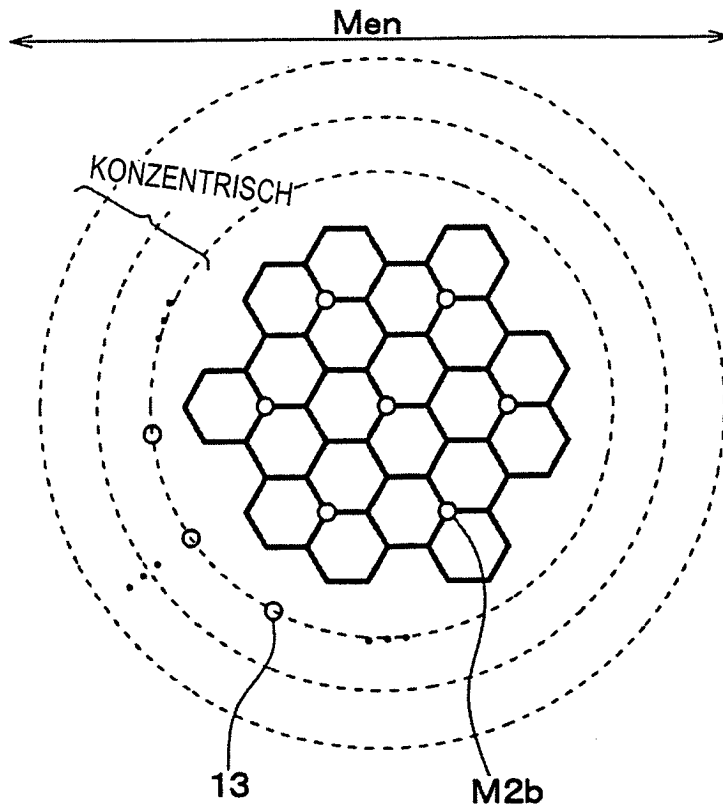


FIG. 11

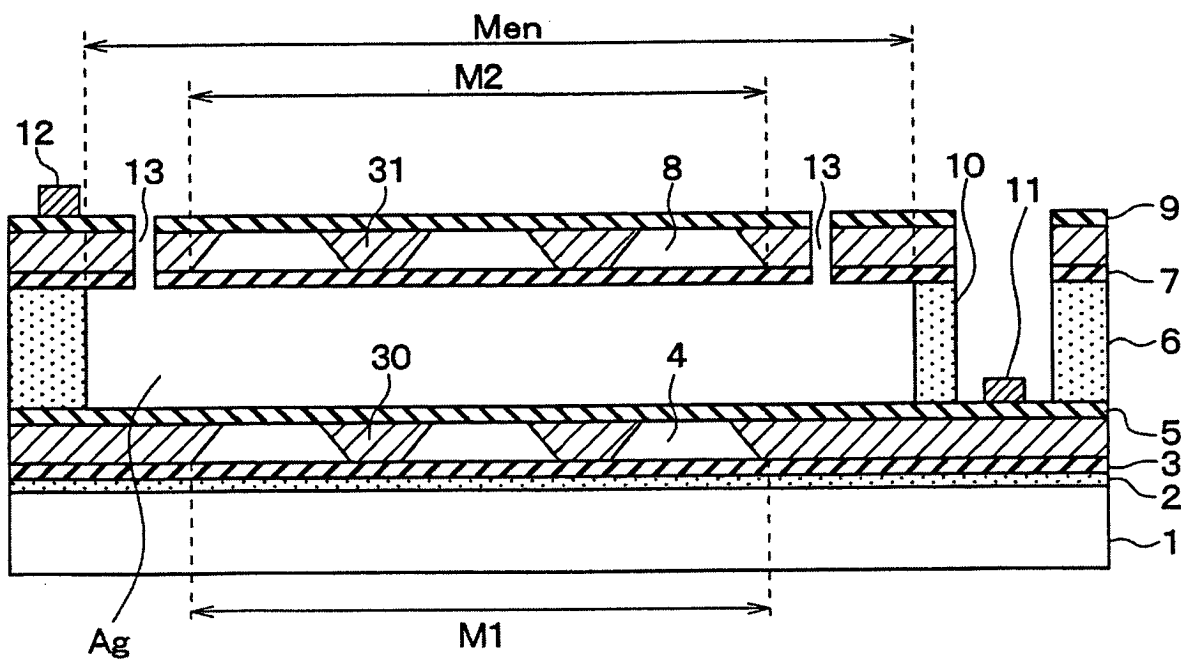


FIG. 12A

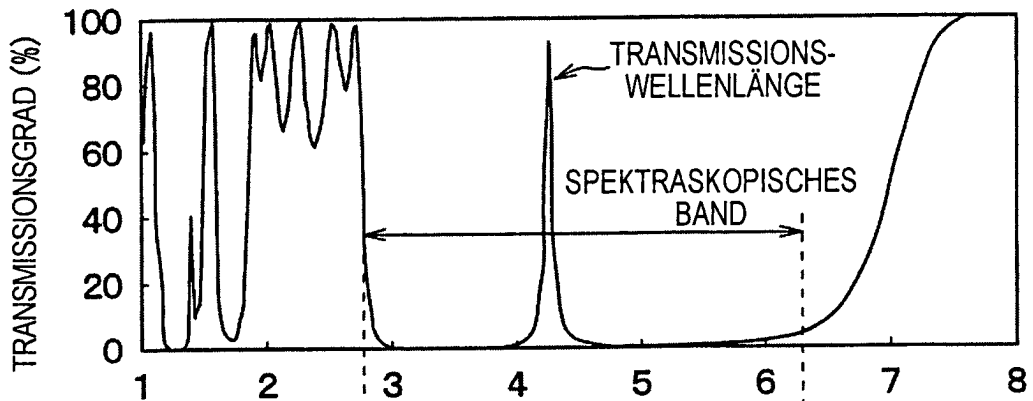


FIG. 12B

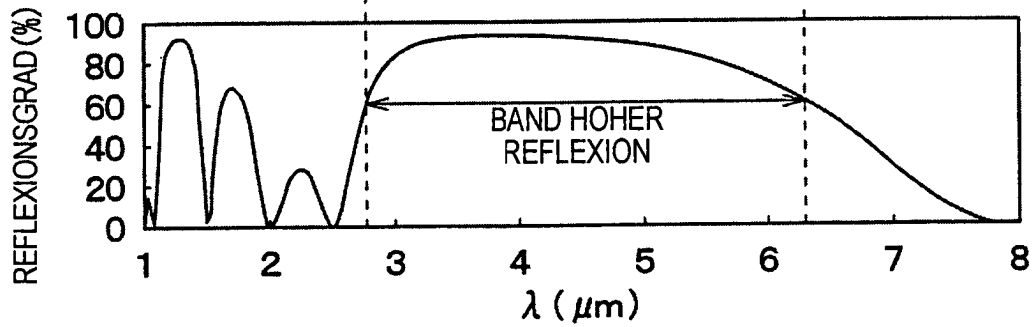


FIG. 13

