

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年11月15日 (15.11.2007)

PCT

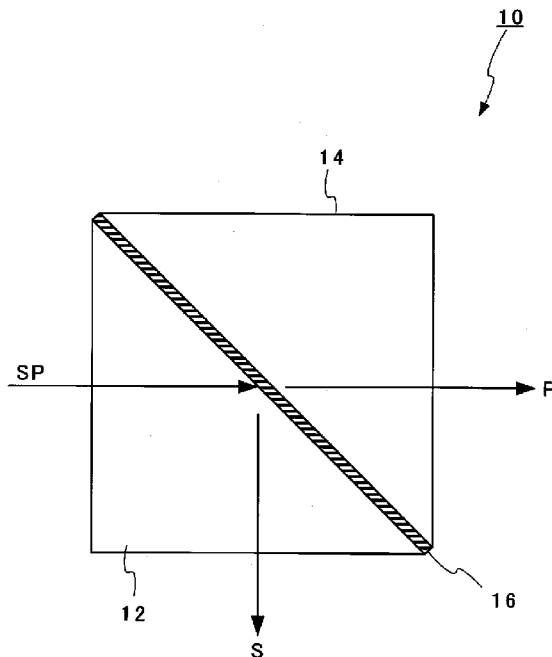
(10) 国際公開番号
WO 2007/129375 A1

- (51) 国際特許分類: *G02B 5/28* (2006.01) *G02B 5/30* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/308726
- (22) 国際出願日: 2006年4月26日 (26.04.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 岡本硝子株式会社 (OKAMOTO GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2770872 千葉県柏市十倉二丁目3番8号 Chiba (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 陳路 (CHEN, Lu) [CN/JP]; 〒3410003 埼玉県三郷市彦成3-9-2 Saitama (JP). 西村啓道 (NISHIMURA, Hiromichi) [JP/JP]; 〒2260002 神奈川県横浜市緑区東本郷1-4-2 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 飯塚雄二 (IIZUKA, Yuji); 〒3550061 埼玉県東松山市葛袋1-3-35 Saitama (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL DEVICE COMPONENT

(54) 発明の名称: 光学素子コンポーネント



(57) Abstract: An optical multilayer film device obtained by superimposing at least two types of materials with different refractive indexes one upon another so that the materials of any adjacent layers are different from each other, which optical multilayer film device is provided on at least its one surface with a first multilayer film having a SiO₂ layer and an optically transparent substratum. The SiO₂ layer of first multilayer film and the optically transparent substratum are bonded together by chemical bond through reaction with a chemical containing hydrofluoric acid. Accordingly, not only can any intermediate junction layer of adhesive be avoided but also any loss or attenuation by light absorption and scattering at the adhesive junction layer can be reduced. The dimensional accuracy of junction is strikingly high. Further, as multilayer films, or multilayer film and glass substratum, or glass substrata can be bonded together without any intermediate junction layer, there can be realized enhanced durability at use in high temperature/strong ultraviolet environment as compared with, for example, those of optical multilayer devices making use of resin adhesive

layers.

(57) 要約: 本発明に係る光学多層膜素子は、少なくとも2種の屈折率の異なる材料を隣接する層の材料が異なるように積層して形成され、少なくとも一方の表面にSiO₂層を有する第1の多層膜と;

[続葉有]

WO 2007/129375 A1



LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

光学透明基板とを備える。そして、前記第1の多層膜のSiO₂層と、前記光学透明基板とを、フッ化水素酸を含む薬液で反応させ、化学接合により貼り合わせている。本発明によれば、接着剤の中間接合層を省略することができ、接着接合層における光の吸収散乱による減衰や損失を減らすことができる。接合の寸法精度は極めて高い。また、多層膜同士、多層膜とガラス基板あるいはガラス基板同士を中間接合層なしで貼り合わせることができるので、例えば、樹脂系接着層を用いた光学多層素子に比べて、高温、強紫外線環境中で使用したときに、より高い耐久性が得られる。

明 細 書

光学素子コンポーネント

技術分野

[0001] 本発明は、屈折率の異なる材料を積層して成形される光学多層膜を用いた光学素子コンポーネントに関する。

背景技術

[0002] 図10には、光学フィルタなどに使用される多層膜を有する光学ガラス基板素子を示す。図に示すように、光学ガラス基板素子7は、ガラス基板7bの表面に、例えば、酸化珪素L層7aと酸化タンタルH層7cの二種類の低・高屈折率の誘電体膜が、交互に成膜されて成形される。製造工程では、膜厚及び膜質をできるだけ安定に均質化する必要がある。

[0003] 光学ガラス基板は、成膜時に膜に蓄積される内部応力や材料間の膨張率差等により基板に変形が生じ易い。これを避けるために、基板の両面に成膜する、あるいは、多層膜素子の上に基板と同じ材料を樹脂系の接着剤により貼り合わせるといった方法が採られてきた。

[0004] 特許文献1:特開平07-209516

特許文献2:特開2000-206326

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記多層膜は、酸化珪素L層と酸化タンタルH層の二種類の材料により構成され、最後のL層7aが空気と接する。成膜工程では、真空中で膜厚を監視しながら所定の膜厚に堆積させる必要がある。その際、膜厚・膜質をできる限り安定化・均質化するために、モニタ精度を上げ、温度分布を均一化させ、更には蒸発源の安定化をさせるなどの厳しい成膜条件が要求される。

[0006] 成膜条件が不安定であると、膜厚誤差やパーティクル異常成長などが多発し、製品の光学特性が低下することがある。また、光学多層膜素子の積層数が多くなるほど成膜プロセスが長くなるため、良好な成膜が困難となる。更に、多層化による応力に

起因して、多層膜光学素子自体に形状変化が生じ、素子の有効エリアの面積を減少させる。

[0007] 上記のような多層膜素子を用いた光学コンポーネントでは、多層膜が有機高分子類接着剤を用いてレンズ、ファイバーや導波路などの光学素子コンポーネント中の所定の位置に接合される。接着剤としては、UV硬化接着剤あるいは、熱硬化樹脂接着剤が用いられる。プロジェクターの照明光学系に用いられる光学部品であるPBS偏光素子は、前述のような接着剤を用い、多層膜フィルタガラス基板を交互に接着・積層したものを切断して製造される。

[0008] 接着剤を使用した場合、光が光路上の接合層を通過する際に、光の損失減衰が発生する。特に、樹脂系接着剤を用いた場合には、光源としてハイパワーレーザを使用した時、あるいは装置自体が高温環境に曝された時に、樹脂自体の特性により、素子の耐熱劣化や紫外線劣化等を生じる場合がある。

[0009] 本発明は上記のような状況に鑑みてなされたものであり、耐久性と光学信頼性に優れた光学素子コンポーネントを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために、本発明に係る光学多層膜素子は、少なくとも2種の屈折率の異なる材料を隣接する層の材料が異なるように積層して形成され、少なくとも一方の表面に SiO_2 層を有する第1の多層膜と;光学透明基板とを備える。そして、前記第1の多層膜の SiO_2 層と、前記光学透明基板とを、フッ化水素酸を含む薬液で反応させ、化学的接合により貼り合わせている。

[0011] 本発明の多層膜を形成する積層材料としては、酸化珪素、フッ化マグネシウム、フッ化アルミニウム、フッ化カルシウム、フッ化ランタン、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム、酸化チタニウム、酸化ハフニウム、酸化セリウム、酸化亜鉛、シリコン、銀などを使用することができる。

[0012] 例えば、2種以上の屈折率の異なる材料を、隣接する層の材料が異なるように積層して形成させ、最外層に SiO_2 層を形成させた石英ガラスあるいはケイ酸塩系ガラス基板を用意する。また、同様に最外層に SiO_2 を有する多層膜ガラス基板、あるいは多層膜を有しない石英ガラス基板あるいは各種のシリコン系透明ガラス基板を用意

する。そして、これらをフッ化水素酸を含む薬液で反応させ、化学接合を形成させることにより貼り合わせる。

[0013] なお、ガラス基板同士の接合も可能である。また、目的機能に応じて貼り合せ操作を必要回数繰り返して構成することもできる。

[0014] フッ化水素酸を含む薬液で反応させる際には、例えば、当該フッ素水素酸で処理された表面同士を、圧力をかけて100℃～450℃に加熱する。

[0015] 上記多層膜を接合し、当該多層膜の境界面が入射光に対して傾斜あるいは垂直に配置する複合光学素子コンポーネントは、合分波プリズムと偏光ビームスプリッタなどとすることができる。

発明の効果

[0016] 上記のような本発明によれば、接着剤の中間接合層を省略することができ、接着接合層における光の吸収散乱による減衰や損失を減らすことができる。接合の寸法精度は極めて高い。また、多層膜同士、多層膜とガラス基板あるいはガラス基板同士を中間接合層なしで貼り合わせることができるので、例えば、樹脂系接着層を用いた光学多層素子に比べて、高温、強紫外線環境中で使用したときに、より高い耐久性が得られる。

[0017] 接合界面でフッ化水素酸による結合破壊と再組織化によるフッ素と関与している強い化学結合が形成されるので、いわゆる物理的なオプティカルコンタクト法による接合に比べて低い接合温度でも強い接合強度が得られ、高温加熱が好ましくない光学素子の作製に対応できる。また、予め光学設計された多層膜を積層することによって、所定の光学特性を有する光学機能性素子を容易に作成することができる。

発明を実施するための最良の形態

[0018] 本発明の実施形態について、実施例1～実施例4を参照しつつ詳細に説明する。

実施例 1

[0019] 図1は、本発明の第1実施例に係る偏光ビームスプリッタの構造を示す説明図である。図2は、図1に示す偏光ビームスプリッタの製造工程を示す工程図である。また、図3は、図1に示す偏光ビームスプリッタに使用される多層膜を示す説明図である。

- [0020] 本実施例に係る偏光ビームスプリッタ10は、直角プリズム状に成形されたガラス基板12に多層膜16を蒸着したものと直角プリズムガラス部材14(ガラス基板12と同じ)とを備え、ガラス基板12とガラス部材14で多層膜16を挟んだ格好となる。
- [0021] 偏光ビームスプリッタ10の製造に際しては、図2に示すように、ガラス基板12に多層膜16の成膜を行う。図3に示すように、ガラス基板12上の多層膜16は、高屈折率の Ta_2O_5 と低屈折率の SiO_2 材料の交互蒸着により成膜される。ここで、ガラス基板12の上に形成された多層膜16の最上層は、 SiO_2 層にしておく。
- [0022] 次に、成膜した多層膜16の最上層の SiO_2 層を、濃度が0.5vol%以上のフッ化水素酸水溶液を用いて表面処理する。そして、多層膜16の最上層の SiO_2 層を、ガラス部材16と貼り合わせ、圧力をかけて100°C~450°Cで熱処理を行い、化学的接合によって接合する。
- [0023] なお、図1に示すように、各多層膜の境界面は、入射光SPに対して45度を傾いて配置されている。図中、「S」はS偏光波を示し、「P」はP偏光波を示す。

実施例 2

- [0024] 図4は、本発明の第2実施例に係るレーザあるいは高輝度LEDビームスプリッタ(以降、「レーザビームスプリッタ」と称する)の構造を示す説明図である。図5及び図6は、図4に示すレーザビームスプリッタの製造工程を示す工程図である。
- [0025] 本実施例に係るレーザビームスプリッタ20は、 SiO_2 を含む屈折率の異なる誘電体材料が積層され、所定の1つの波長の光を反射させる多層膜ミラー22, 24, 26と、ガラス基板28, 30, 32, 34とを備えている。
- [0026] レーザビームスプリッタ20の製造に際しては、多層膜ミラー22, 24, 26を各々ガラス基板28, 30, 32の上に形成し、最上部にガラス基板34を接合して、図6に示すようなガラスブロック36を成形する。次に、図の中の点線のように切り出し、研磨してレーザビームスプリッタ20を完成させる。なお、多層膜の形成方法・接合方法は上述した第1実施例と同様であるため、重複した説明は省略する。
- [0027] このような構造のレーザビームスプリッタ20においては、図4で示すように入射したレーザビーム200は、均等な強度で3分割され、3本の平行なビーム210, 220, 230として出射される。

実施例 3

[0028] 図7は、本発明の第3実施例に係る色分解/合成プリズムの構造を示す説明図である。本実施例に係る色分解/合成プリズム30は、 SiO_2 を含む屈折率の異なる誘電体材料が積層されたダイクロイック膜42, 44, 46と、4枚のガラス基板とを備えている。本実施例に係る色分解/合成プリズム30は、実施例2での多層膜ミラーをダイクロイック膜に換えることによって成形することができる。なお、多層膜の形成方法・接合方法は上述した第1実施例と同様であるため、重複した説明は省略する。

[0029] ダイクロイック膜42, 44, 46は赤, 緑, 青の3つ波長域の光を選択的に反射および透過する多層膜である。図7で示すように、入射した白色光400が赤R, 緑G, 青Bの光に分解される。また、逆にR, G, Bの光を入射して、白色光に合成することもできる。製造方法は、実施例2と実質的に同じであるため、説明については省略する。

実施例 4

[0030] 図8は、本発明の第4実施例に係るクロスダイクロイックプリズムの構造を示す説明図である。図9は、図8に示すクロスダイクロイックプリズムの製造工程を示す工程図である。

[0031] 本実施例に係るクロスダイクロイックプリズム(Xキューブ)50は、4個のプリズム52, 54, 56, 58と、ダイクロイック多層膜62, 64, 66, 68とを備えている。本実施例においては、液晶プロジェクターの最後に結像させる合成プリズムであるクロスダイクロイックプリズム(Xキューブ)を高信頼性で製造可能である。

[0032] 本実施例に係るクロスダイクロイックプリズム(Xキューブ)50の製造に際しては、図9に示すように、4個のプリズム52, 54, 56, 58の上に SiO_2 を含む屈折率の異なる誘電体材料からなる、ダイクロイック多層膜62, 64, 66, 68を蒸着し、互いに接合して、色合成光学プリズムを作製する。なお、多層膜の形成方法・接合方法は上述した第1実施例と同様であるため、重複した説明は省略する。

[0033] 本実施例に係るクロスダイクロイックプリズム(Xキューブ)50によれば、図8で示すように、R, G, Bの光510, 520, 530を合成させ、光500として出射させることができる。

産業上の利用可能性

[0034] 本発明品には、多層膜の種類が特に限定されたものではなく、上述した偏光分離膜、ダイクロイック多層膜、その他の反射防止膜等の場合にも本発明に適用される。予めの多層膜光学設計することができ、又、接合する部材の形を変えられるので、各波長の合分波素子、偏光制御素子などの光学的な機能性素子に適用できる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]図1は、本発明の第1実施例に係る偏光ビームスプリッタの構造を示す説明図である。

[図2]図2は、図1に示す偏光ビームスプリッタの製造工程を示し、(A)は多層膜の成膜工程を示す。

[図3]図3は、図1に示す偏光ビームスプリッタに使用される多層膜を示す説明図である。

[図4]図4は、本発明の第2実施例に係るレーザビームスプリッタの構造を示す説明図である。

[図5]図5は、図4に示すレーザビームスプリッタの製造工程を示す工程図である。

[図6]図6は、図4に示すレーザビームスプリッタの製造工程を示す工程図である。

[図7]図7は、本発明の第3実施例に係る色分解/合成プリズムの構造を示す説明図である。

[図8]図8は、本発明の第4実施例に係るクロスダイクロイックプリズムの構造を示す説明図である。

[図9]図9は、図8に示すクロスダイクロイックプリズムの製造工程を示す工程図である。

[図10]図10は、従来例を説明するための説明図である。

符号の説明

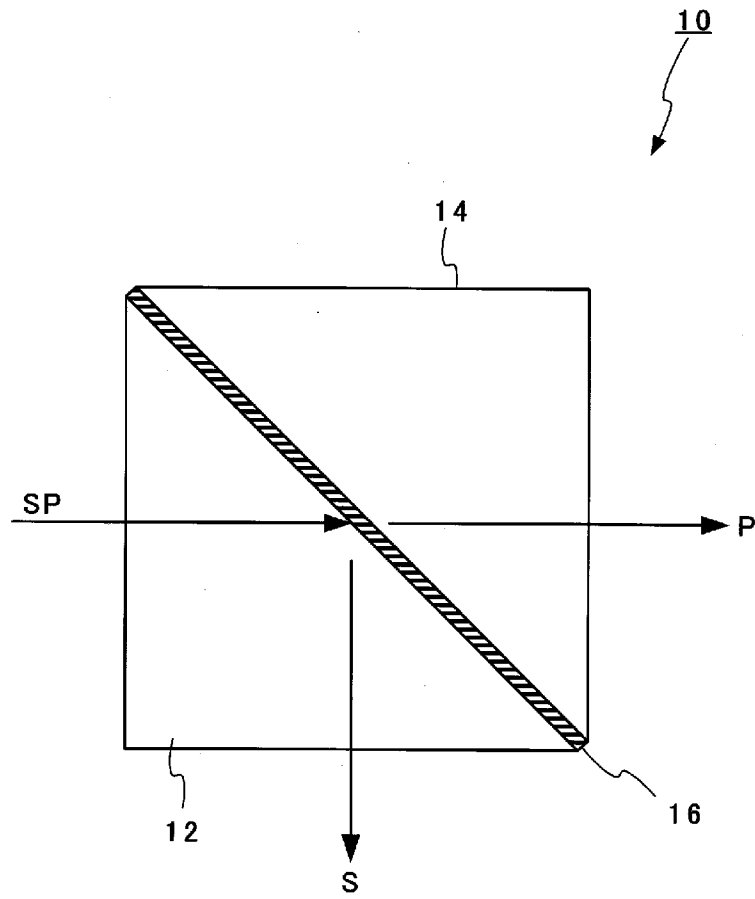
- [0036] 10 偏光ビームスプリッタ
12 ガラス基板
14 ガラス部材
16, 22, 24, 26, 42, 44, 46, 62, 64, 66, 68 多層膜
20 レーザビームスプリッタ

- 30 色分解/合成プリズム
- 50 クロスダイクロイックプリズム(Xキューブ)

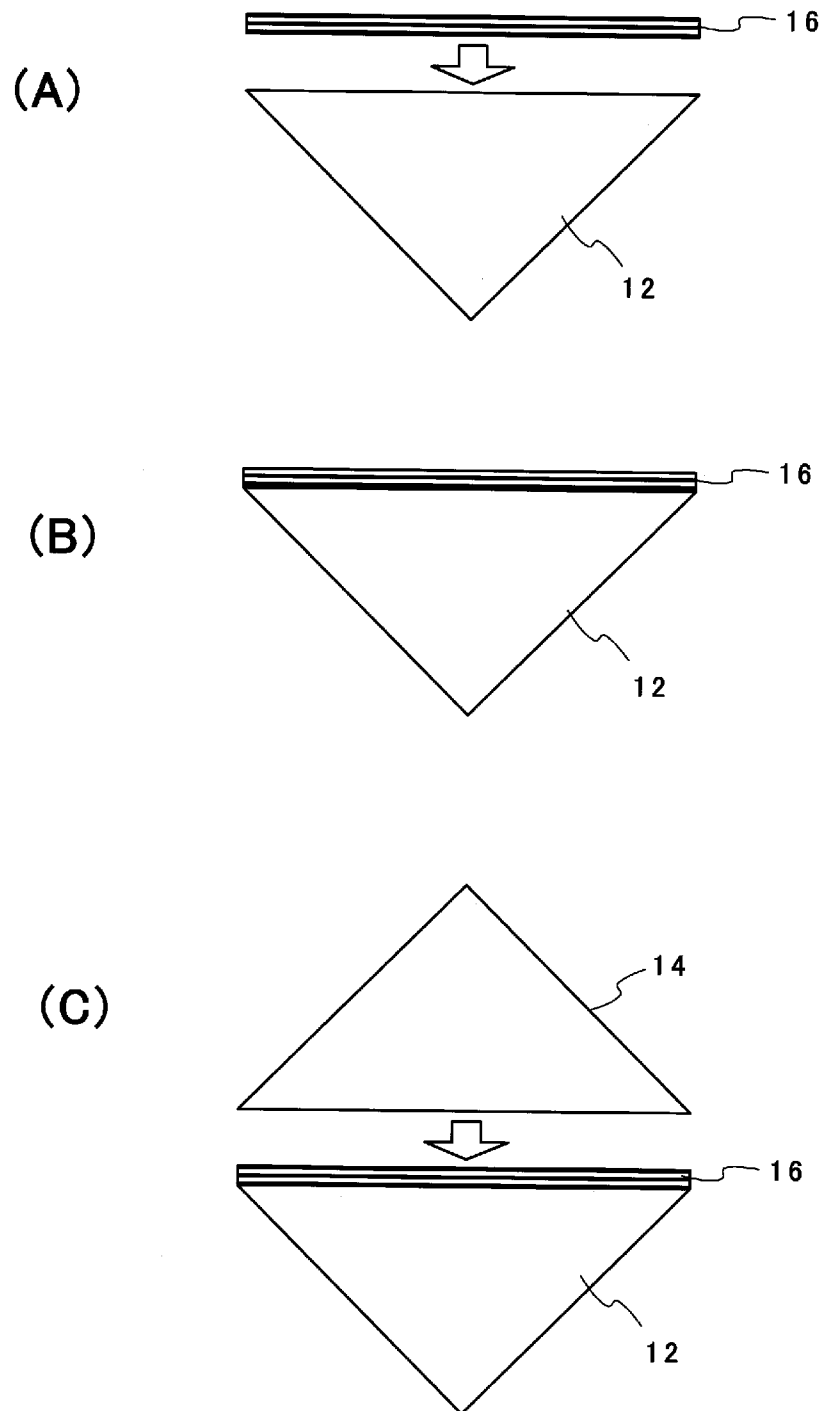
請求の範囲

- [1] 少なくとも2種の屈折率の異なる材料を隣接する層の材料が異なるように積層して形成され、少なくとも一方の表面に SiO_2 層を有する第1の多層膜と；
光学透明基板とを備え、
前記第1の多層膜の SiO_2 層と、前記光学透明基板とを、フッ化水素酸を含む薬液で反応させ、化学的接合により貼り合わせたことを特徴とする光学素子コンポーネント。
- [2] 前記光学透明基板は、ガラス基板であることを特徴とする請求項1に記載の光学素子コンポーネント。
- [3] 前記光学透明基板は、プリズムであることを特徴とする請求項1に記載の光学素子コンポーネント。
- [4] 前記多層膜の境界面が入射光に対して傾斜あるいは垂直に配置されることを特徴とする請求項1, 2又は3に記載の光学多層膜素子コンポーネント。
- [5] 前記光学多層膜素子コンポーネントは、偏光ビームスプリッタであることを特徴とする請求項1, 2, 3又は4に記載の光学多層膜素子コンポーネント。
- [6] 前記光学多層膜素子コンポーネントは、レーザあるいは高輝度LEDビームスプリッタであることを特徴とする請求項1, 2, 3又は4に記載の光学多層膜素子コンポーネント。
- [7] 前記光学多層膜素子コンポーネントは、色分解/合成プリズムであることを特徴とする請求項1, 2, 3又は4に記載の光学多層膜素子コンポーネント。
- [8] 前記光学多層膜素子コンポーネントは、クロスダイクロイックプリズム(Xキューブ)であることを特徴とする請求項1, 2, 3又は4に記載の光学多層膜素子コンポーネント。

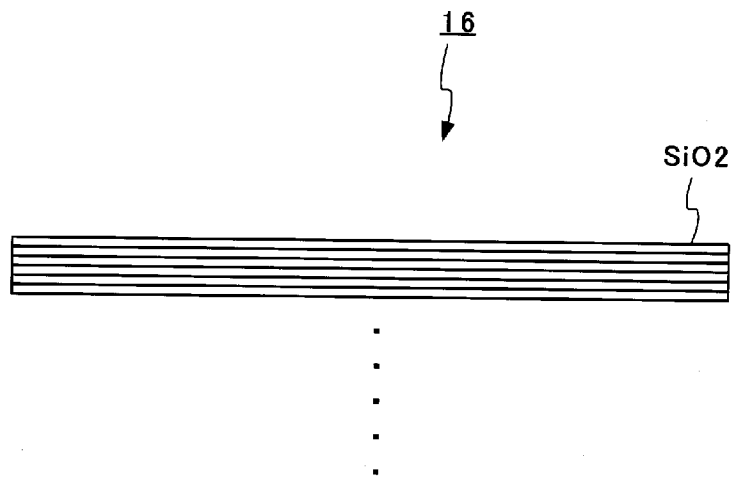
[図1]



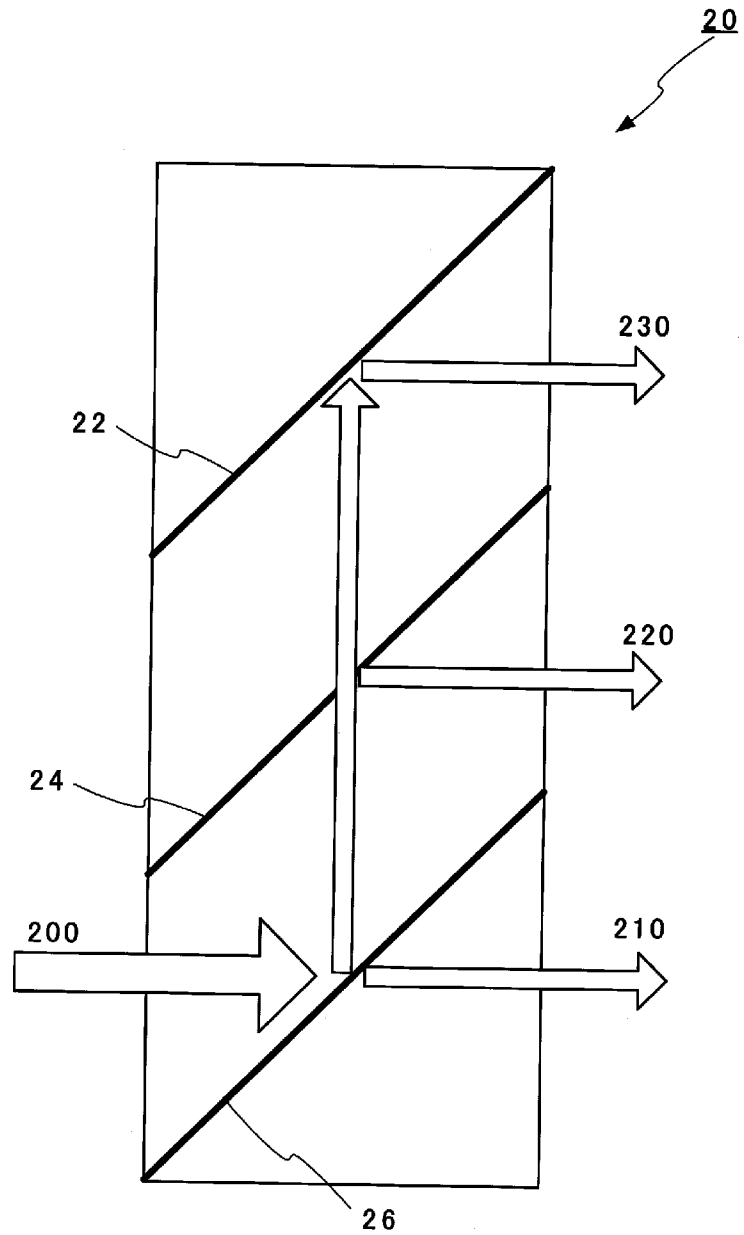
[図2]



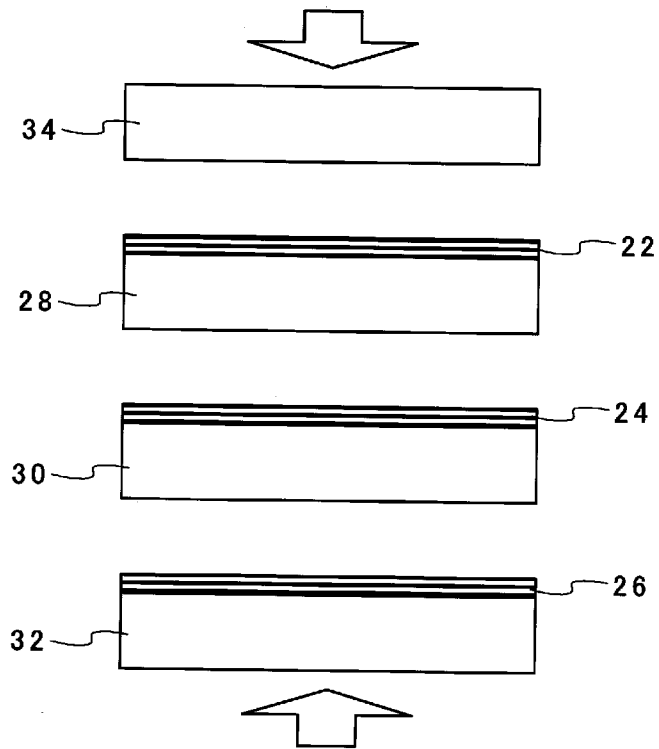
[図3]



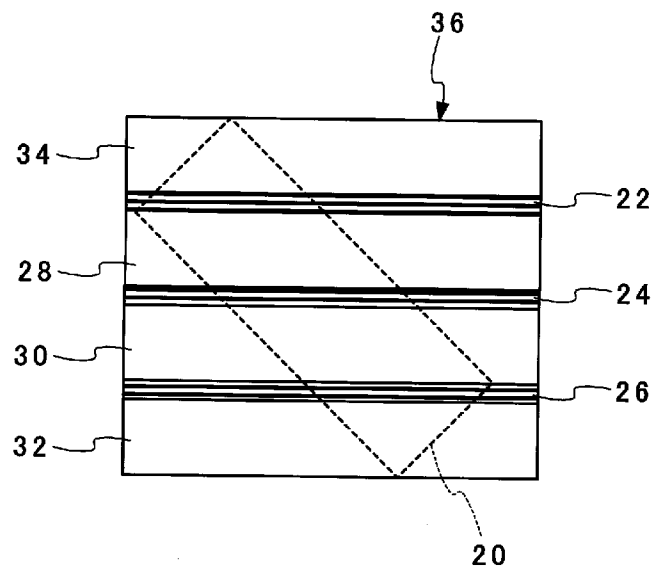
[図4]



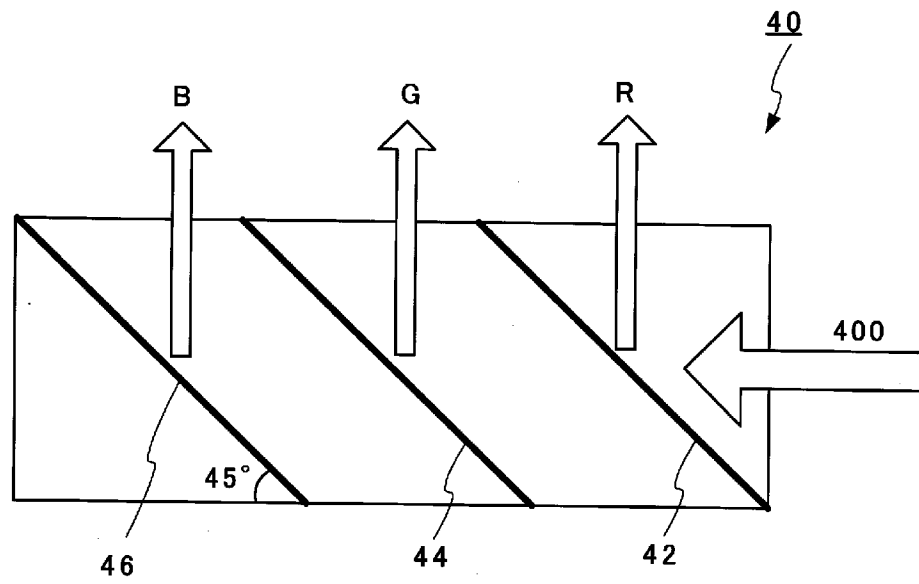
[図5]



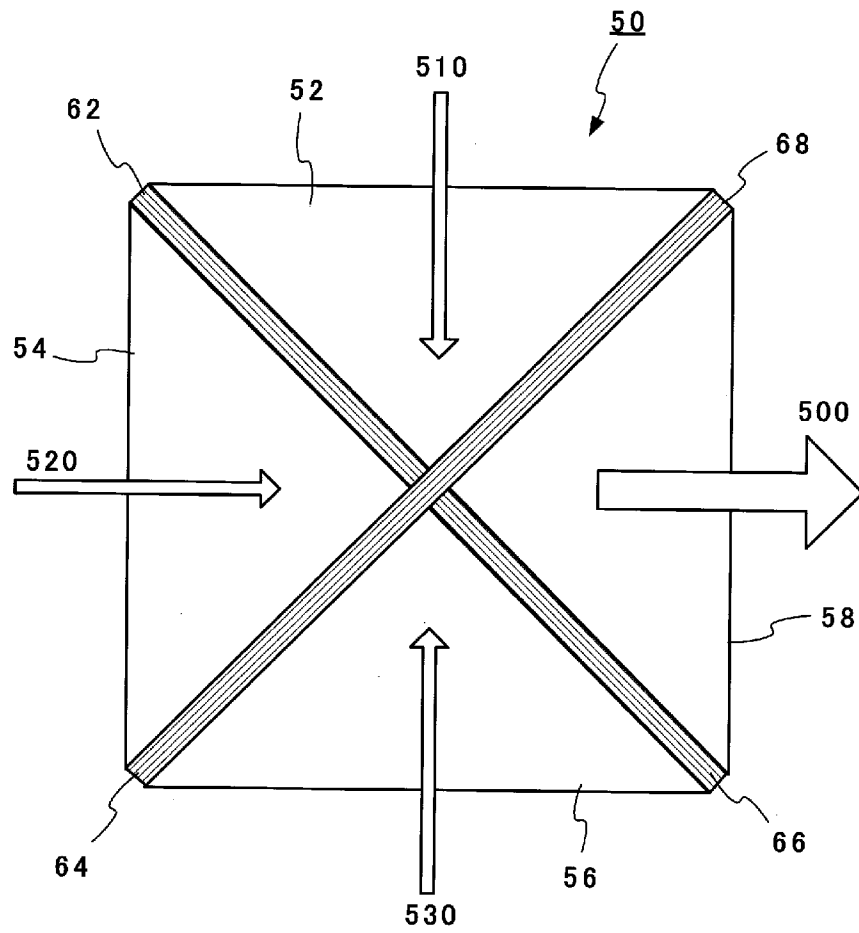
[図6]



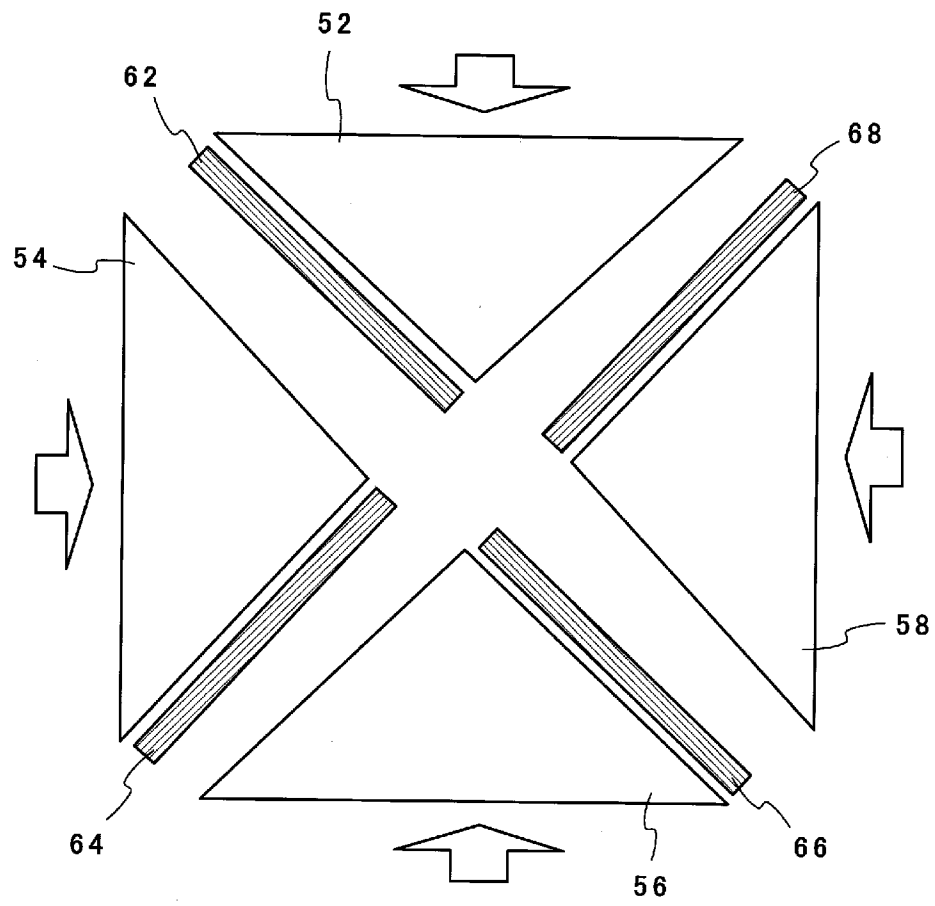
[図7]



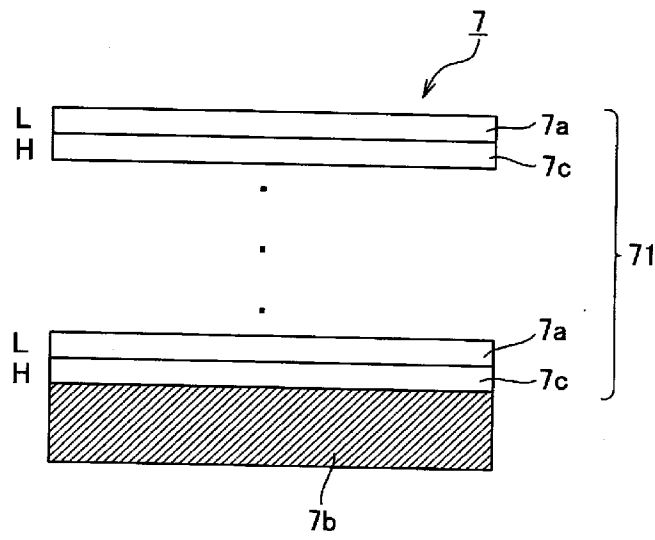
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/308726

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/28(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B5/28, G02B5/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Chen Ru et al., 'Hydrofluoric Acid Chokusetsu Setsugo o Mochiita Tasomaku Kogaku Soshi no Sakusei', NEW GLASS, 2006 Nen 3 Gatsu, pages 48 to 52	1-8
E, X	JP 2006-195029 A (Okamoto Glass Co., Ltd., National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 27 July, 2006 (27.07.06), Full text; all drawings (Family: none)	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 January, 2007 (10.01.07)

Date of mailing of the international search report
16 January, 2007 (16.01.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B5/28(2006.01)i, G02B5/30(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B5/28, G02B5/30		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国实用新案公報 1922-1996年 日本国公開实用新案公報 1971-2007年 日本国实用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録实用新案公報 1994-2007年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	陳路, 外 3 名, 「フッ酸直接接合を用いた多層膜光学素子の作製」、N E W G L A S S、2006年3月、p 4 8 - p 5 2	1-8
E, X	JP 2006-195029 A (岡本硝子株式会社、独立行政法人産業技術総合研究所) 2006.07.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 10.01.2007	国際調査報告の発送日 16.01.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 山村 浩 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	20 9219