

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2014年12月31日(31.12.2014)



(10) 国際公開番号  
WO 2014/208725 A1

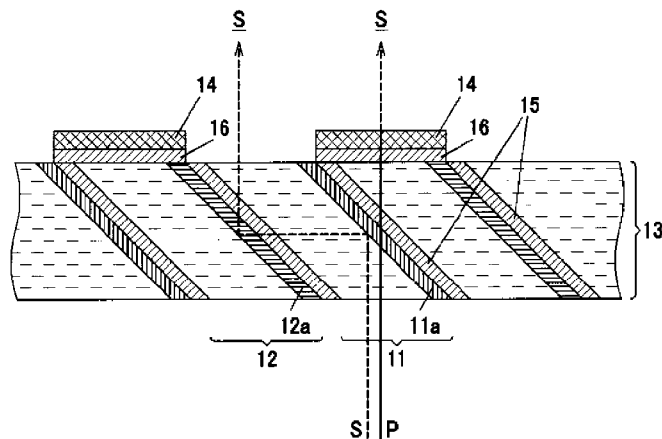
- (51) 国際特許分類:  
G02B 5/30 (2006.01) G02B 5/04 (2006.01)  
C09J 183/04 (2006.01) G02F 1/1335 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/067177
- (22) 国際出願日: 2014年6月27日(27.06.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-135060 2013年6月27日(27.06.2013) JP
- (71) 出願人: デクセリアルズ株式会社 (DEXERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 佐々木 浩司(SASAKI Koji); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木 正俊(SASAKI Masatoshi); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP). 小池伸幸(KOIKE Nobuyuki); 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階 デクセリアルズ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人信友国際特許事務所 (SHIN-YU INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1510073 東京都渋谷区笹塚2-1-6 笹塚センタービル Tokyo (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: POLARIZATION CONVERSION ELEMENT, METHOD FOR MANUFACTURING POLARIZATION CONVERSION ELEMENT, AND OPTICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 偏光変換素子、偏光変換素子の製造方法及び光学機器

FIG. 2



(57) Abstract: This invention provides a polarization conversion element that is highly resistant to the heat and light that result from increased brightness levels. In said polarization conversion element, which is provided with a polarizing beam-splitter array in which polarizing beam splitters having polarization separation layers and reflecting prisms having reflective layers are bonded together in alternation, said polarizing beam splitters and reflecting prisms are bonded together by first adhesive layers each comprising a silicone adhesive.

(57) 要約: 高輝度化に伴う熱や光に対する耐久性に優れた偏光変換素子を提供する。偏光分離層を有する偏光ビームスプリッタと、反射層を有する反射プリズムとを交互に貼り合わせた偏光ビームスプリッタアレイを備える偏光変換素子において、偏光ビームスプリッタと反射プリズムとが、シリコン系接着剤からなる第1の接着剤層を介して貼り付けられた構成とする。



WO 2014/208725 A1

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

偏光変換素子、偏光変換素子の製造方法及び光学機器

### 技術分野

[0001] 本発明は、ランダムな偏光方向を有する光を、一方向の偏光方向を有する光に変換する偏光変換素子及びその製造方法並びにこれを備える光学機器に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、液晶表示装置は、用途の拡大や高機能化に伴い、液晶表示装置を構成する個々のデバイスに対して高い信頼性、耐久性が求められている。例えば透過型液晶プロジェクターのように光量の大きな光源を使用する場合、光源から出た自然光を直線偏光に変換する偏光変換素子は、強い輻射線を受ける。このため、偏光変換素子の耐久性が低い場合、照明効率が低下してしまう。

[0003] 偏光変換素子は、一般的に、偏光分離膜を有する偏光ビームスプリッタと、反射膜を有するプリズムとを交互に貼り合わせた偏光ビームスプリッタアレイを備え、偏光ビームスプリッタの出射面に位相差板が選択的に設けられて構成される。

[0004] 従来の偏光変換素子は、偏光ビームスプリッタとプリズムとを交互に貼り合わせる光学接着剤として、UV (ultraviolet) 硬化系の接着剤が多く用いられている。また、偏光ビームスプリッタの出射面と1/2波長板との貼り付けにも、同様にUV硬化系の接着剤が、多用されている。

[0005] しかし、UV硬化系の接着剤を用いた偏光変換素子は、近年の透過型液晶プロジェクター等の高輝度化によって熱や光による劣化が早く、耐久性に問題が生じる。例えば、偏光変換素子は、UV硬化系の接着剤の劣化に伴い塗布箇所に焦げ付きが生じた場合、当該焦げ付き箇所に照射光が集光され、透過率の低下や高温による素子の破壊といった懸念が生じる。

[0006] また、従来、偏光ビームスプリッタの出射面に選択的に設けられる位相差板として、フィルム内にヨウ素系や染料系の高分子有機物を含有させた二色性位相差板が多く用いられている。二色性位相差板の一般的な製法として、ポリビニルアルコール系フィルムとヨウ素などの二色性材料で染色を行った後、架橋剤を用いて架橋を行い、一軸延伸する方法が用いられる。このような高分子延伸フィルムからなる位相差板は、熱やUV光線に対して劣化しやすく耐久性に劣る。また、延伸により作製された高分子延伸フィルムからなるため、この種の位相差板は、一般に収縮し易い。また、ポリビニルアルコール系フィルムは、親水性ポリマーを使用していることから、特に加湿条件下において非常に変形し易く、デバイスとしての機械的強度が弱い。この問題を解決するために水晶などの無機光学単結晶の位相差素子を使用する場合もあるが、大型化が困難であり、原材料費、加工コストも高いという欠点がある。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0007] 特許文献1：特開平11-14831号公報  
特許文献2：特許第3486516号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、高輝度化に伴う熱や光に対する耐久性に優れた偏光変換素子、偏光変換素子の製造方法、この偏光変換素子を備える光学機器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

[0009] 上述した課題を解決するために、本発明に係る偏光変換素子は、P波又はS波の一方を透過し他方を反射する偏光分離層を有する第1の透光部材と、前記偏光分離層によって反射されるP波又はS波の他方を反射する反射層を有する第2の透光部材とが、シリコン系接着剤からなる第1の接着剤層を

介して交互に貼り合わされてなり、入射面から入射したP波又はS波の他方が前記反射層により出射面へ反射される偏光ビームスプリッタアレイと、前記偏光ビームスプリッタアレイの前記出射面上に選択的に設けられ、誘電体からなる斜方蒸着層を有し、P波又はS波の一方を他方に変換する無機1/2波長板とを備えたことを特徴としている。

[0010] また、本発明に係る偏光変換素子の製造方法は、P波又はS波の一方を透過し他方を反射する偏光分離層を有する第1の透光部材と、P波又はS波の他方を出射面側へ反射する反射層を有する第2の透光部材とを、シリコーン系接着剤により交互に貼り合わせて偏光ビームスプリッタアレイを作成し、前記偏光ビームスプリッタアレイの出射面上に、誘電体からなる斜方蒸着層を有し、P波又はS波の一方を他方へ変換する無機1/2波長板を選択的に貼り合わせることを特徴としている。

[0011] また、本発明に係る光学機器は、上述した偏光変換素子を備えることを特徴としている。

### 発明の効果

[0012] 本発明によれば、第1の透光部材と第2の透光部材とがシリコーン系接着剤からなる第1の接着剤層を介して貼り合わされているとともに、誘電体からなる斜方蒸着層を有する無機1/2波長板が用いられるため、耐熱性及び耐光性を向上させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]偏光変換素子を示す平面図である。

[図2]偏光変換素子を示す断面図である。

[図3]シリコーン系接着剤とUV系接着剤との耐光加速試験の結果を示すグラフである。

[図4]耐光加速試験のサンプルの構成を示す断面図である。

[図5]斜方蒸着層が単層の場合のP→S変換効率のシミュレーション結果である。

[図6]斜方蒸着層が複数層の場合のP→S変換効率のシミュレーション結果で

ある。

[図7]無機1 / 2波長板の偏光ビームスプリッタアレイへの接着状態を模式的に示す断面図(その1)である。

[図8]無機1 / 2波長板の偏光ビームスプリッタアレイへの接着状態を模式的に示す断面図(その2)である。

[図9]偏光変換素子の具体例1の構成を示す断面図である。

[図10]偏光変換素子の具体例2の構成を示す断面図である。

[図11]偏光変換素子の具体例3の構成を示す断面図である。

[図12]偏光板と反射板とを交互に貼り合わせる工程を説明するための模式図である。

[図13]偏光板と反射板との積層板を切断する工程を説明するための模式図である。

[図14]偏光ビームスプリッタアレイに無機1 / 2波長板を選択的に貼り付ける工程を説明するための模式図である。

[図15]液晶プロジェクターの光学系を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明について、図面を参照しながら以下の順序にて詳細に説明する。

- 1 - 1. 偏光変換素子
- 1 - 2. 第1の接着剤層及び第2の接着剤層
- 1 - 3. 積層構造からなる斜方蒸着層
- 1 - 4. 無機1 / 2波長板の側面保護
- 1 - 5. 具体例1
- 1 - 6. 具体例2
- 1 - 7. 具体例3
2. 偏光変換素子の製造方法
3. 光学機器

[0015] なお、本発明は、以下の実施形態のみに限定されるものではなく、本発明

の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変更が可能であることは勿論である。また、図面は模式的なものであり、各寸法の比率等は現実のものとは異なることがある。具体的な寸法等は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

[0016] <1-1. 偏光変換素子>

図1及び図2は、それぞれ偏光変換素子を示す平面図及び断面図である。この偏光変換素子は、偏光分離層11aを有する偏光ビームスプリッタ11と、反射層12aを有する反射プリズム12とを交互に貼り合わせた偏光ビームスプリッタアレイ13を備える。偏光ビームスプリッタ11の出射面には、無機1/2波長板14が選択的に設けられる。

[0017] 偏光ビームスプリッタ11は、平行四辺形の断面を有する透光部材の1つの面に偏光分離層11aが形成されてなる。透光部材の基材としては、サファイアガラス、石英ガラス、ソーダガラス等が挙げられる。偏光分離層11aは、入射光のうちP波又はS波の一方を透過し他方を反射する性質を有する。このような偏光分離層11aは、例えば誘電体膜を積層することによって形成される。

[0018] 反射プリズム12は、平行四辺形の断面を有する透光部材に反射層12aが形成されてなる。透光部材の基材としては、サファイアガラス、石英ガラス、ソーダガラス等が挙げられる。反射層12aは、特定の直線偏光成分（例えばP波）に対し、高い反射率を有する。このような反射層12aは、例えば誘電体膜を積層することや、アルミニウム等の金属膜によって形成される。

[0019] 偏光ビームスプリッタアレイ13は、偏光ビームスプリッタ11の偏光分離層11aと反射プリズム12の反射層12aとは反対側の面とが貼り合わされ、また、偏光ビームスプリッタ11の偏光分離層11aとは反対側の面と反射プリズム12の反射層12aとが貼り合わされて構成される。そして、偏光ビームスプリッタアレイ13において、偏光分離層11a及び反射層

12aは、入射面に対して所定の角度を有し、平行関係にある。この偏光ビームスプリッタアレイ13は、略矩形板状をなし、出射面上に、出射面より出射される偏光状態がすべてS波（又はP波）の光束となるように無機1/2波長板14が選択的に接着される。

[0020] また、偏光ビームスプリッタアレイ13は、偏光ビームスプリッタ11と反射プリズム12とが、シリコン系接着剤からなる第1の接着剤層15を介して貼り付けられて構成される。シリコン系接着剤としては、耐熱性及び耐光性に優れるジメチルシリコン、メチルゴムなどが挙げられる。偏光ビームスプリッタ11と反射プリズム12とが、シリコン系接着剤からなる第1の接着剤層15を介して貼り付けられて構成されることにより、耐熱性及び耐光性を向上させることができる。

[0021] 無機1/2波長板14は、偏光ビームスプリッタ11の出射面上に設けられ、P波又はS波の一方を他方へ変換する。すなわち、無機1/2波長板14は、偏光分離層11aを透過した特定の直線偏光成分の偏光方向を90°回転させ、偏光ビームスプリッタ11および反射プリズム12によって反射されたP波又はS波と同一の偏光状態に変更させる。

[0022] また、無機1/2波長板14は、略矩形板状をなし、反射プリズム12の透光部材上に設けられている。この無機1/2波長板14は、単層又は複層の斜方蒸着層を有する無機位相差素子である。斜方蒸着層は、斜め蒸着法により形成された誘電体微粒子からなる。誘電体微粒子としては、 $Ta_2O_5$ 、 $TiO_2$ 、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $MgF_2$ 等を含む高屈折材料を使用することが可能である。これにより、高分子延伸フィルムを有する有機位相差素子に比べて、熱やUV光線に対して高い耐久性を得ることができる。また、水晶などの無機光学単結晶の位相差素子に比べて、大型化が容易であり、原材料費及び加工コストを低下させることができる。

[0023] 斜方蒸着層は、一般的に高い複屈折を得るためにより高多孔質構造を有する。したがって、大気中の水分が吸着し易く、透過率・位相差といった光学特性が変動しやすい。斜方蒸着層は、低密度の柱状組織であり、体積比20



～30%の空隙がある。作製直後の斜方蒸着層の空隙部は、空気（屈折率1.0）が主成分であるが、室温で大気中の水分（屈折率1.3）を取り込み光学特性が変動する。100℃以上の雰囲気にとさらすと取り込んだ水分は蒸発して再び空気が主成分となる。このように、温度によって斜方蒸着層中の水分量が変わると、空隙部の屈折率が変化し、結果として斜方蒸着層の複屈折が変わり、透過率・位相差が変動する要因となる。

[0024] このため、斜方蒸着層の側面は、シリコン接着剤からなる側面保護膜で被覆されていることが好ましい。この側面保護膜は、シリコン系接着剤が無機1/2波長板14の接着面から側面に亘ってはみ出して接着されることにより形成することができる。このように無機1/2波長板14の側面に亘って接着剤層を形成することにより、透過率・位相差の変動を減少させるとともに、無機1/2波長板14と偏光ビームスプリッタレイ13との接続強度を維持することが可能となる。

[0025] また、反射プリズム12と無機1/2波長板14とは、偏光ビームスプリッタレイ13と同様、シリコン系接着剤からなる第2の接着剤層16を介して貼り付けられていることが好ましい。これにより、耐熱性及び耐光性を向上させることができる。

[0026] また、斜方蒸着層上には、緻密性の高い保護膜が成膜されていることが好ましい。保護膜を成膜することにより、斜方蒸着層への大気中の水分の出入りを防止することができ、耐湿性を向上させることができる。

[0027] 保護膜の材料としては、湿度透過性が低い、例えば $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{LaO}$ 、 $\text{MgF}_2$ 等の無機化合物を使用することが好ましい。

保護膜の成膜方法は、このような無機化合物を高密度に形成することで低湿度透過性の保護膜を成膜することが可能な方法を採用する。このような保護膜の成膜方法としては、例えば化学蒸着（CVD: Chemical Vapor Deposition）法を挙げることができる。CVD法により保護膜を成膜する場合、大気圧～中真空（100～10<sup>-1</sup>Pa）とした容器内に複屈折層が形成された

基板を設置し、保護膜の材料であるガス状の無機化合物をこの容器内に送り込み、熱、プラズマ、光等のエネルギーを与えてガス状の無機化合物と複屈折層とを化学反応させる。このようなCVD法によれば、複屈折層上に無機化合物を高密度に形成して低湿度透過性の保護膜とすることができる。保護膜の成膜方法は、このようなCVD法に替えて、例えばプラズマアシスト蒸着法、スパッタ法等、無機化合物を高密度に形成することが可能な何れの方法を採用するようにしてもよい。

[0028] また、偏光ビームスプリッタ11の出射面上及び無機1/2波長板14の出射面上に、反射防止膜（AR膜）が形成されていることが好ましい。反射防止膜は、例えば、高屈折率膜、低屈折率膜からなる多層薄膜であり、表面反射を防ぎ、透過性を向上させることができる。

[0029] このような構成から成る偏光変換素子において、光入射面には、S波とP波とを含むランダムな偏光方向を有する光が入射される。この入射光は、まず、偏光分離層11aによってS波とP波とに分離される。S波（又はP波）は、偏光分離層11aによって反射され、偏光ビームスプリッタアレイ13の入射面にほぼ平行となり、反射層12aによってさらに反射され、偏光ビームスプリッタアレイ13の出射面にほぼ垂直に出射される。一方、P波（又はS波）は、偏光分離層11aをそのまま透過し、無機1/2波長板14によってS波（又はP波）に変換されて出射される。従って、この光学素子に入射したランダムな偏光方向を有する光束は、すべてS波（又はP波）の光束となって出射される。

[0030] <1-2. 第1の接着剤層及び第2の接着剤層>

ここで、第1の接着剤層15及び第2の接着剤層16の耐熱性及び耐光性について検証する。図3は、シリコン系接着剤とUV系接着剤との耐光加速試験の結果を示すグラフである。また、図4は、サンプルの構成を示す断面図である。サンプルは、2枚のガラス基板を接着剤にて貼り合わせて作製した。また、耐光加速試験条件は、ある高輝度プロジェクター（実機）の約40倍のパワー密度 $32\text{W}/\text{cm}^2$ とし、サンプルの基板の表面温度を $70^\circ\text{C}$

とした。すなわち、実機の40倍の加速度として実施した。

[0031] 図3に示すグラフのようにUV系接着剤A（共立化学（株）製、XLV90）を使用したサンプルは、約5000時間の実機相当時間経過後、接着剤層が黄変した。また、約6000時間の実機相当時間経過後サンプルに破壊が起こった。したがって、UV系接着剤Aを使用した偏光変換素子をプロジェクターに使用した場合、約5000時間でプロジェクターの輝度が低下してしまうため、5000時間ごとに新たな偏光変換素子に交換する必要がある。

[0032] また、UV系接着剤B（（株）アーデル製、UT20）を使用したサンプルは、約18000時間の実機相当時間経過後、接着剤層が黄変し、破壊が起こった。したがって、UV系接着剤Bを使用した偏光変換素子をプロジェクターに用いた場合も同様に、18000時間ごとに新たな偏光変換素子に交換する必要がある。

[0033] 一方、シリコン系接着剤C（ジメチルシリコン）を使用したサンプルは、55000時間の実機相当時間を経過しても、透過率の低下は見られなかった。よって、シリコン系接着剤を用いることにより、耐熱性及び耐光性が向上し、従来のUV系接着剤Aを使用した偏光変換素子に比べて約10倍以上長く使い続けることが可能となる。

[0034] <1-3. 積層構造からなる斜方蒸着層>

次に、無機1/2波長板における斜方蒸着層について説明する。本実施の形態における斜方蒸着層は、積層構造からなることが好ましい。複数層の斜方蒸着層は、原理的に膜厚を調整することによって任意の位相差を設定することが可能である。また、各層間の反射率は、各層の膜厚に比例するため、各層の膜厚は、使用波長以下であることが好ましい。

[0035] 斜方蒸着層の誘電体材料は、Ta、Zr、Ti、Si、Al、Nb、Laのいずれかの酸化物、又はそれらの組み合わせであることが好ましい。具体的な誘電体材料としては、 $Ta_2O_5$ 、 $ZrO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Ta_2O_5$ に $TiO_2$ を5~15wt%添加した材料などが挙げられる。このような誘電体材料を

用いることにより、面内直交2軸 $x$ 、 $y$ の屈折率 $n_{oblx}$ 、 $n_{obly}$  ( $n_{oblx} > n_{obly}$ )のそれぞれが1.55以上1.7以下となるような斜方蒸着層を得ることが可能となる。

[0036] 図5は、無機1/2波長板における斜方蒸着層が単層の場合の $P \rightarrow S$ 変換効率のシミュレーション結果である。斜方蒸着層は、 $Ta_2O_5$ からなる微粒子が入射光(基板法線)に対し45度軸が傾いたものとし、膜厚は、赤色波長帯域、緑色波長帯域、及び青色波長帯域でそれぞれ最適となるように設定した。図5から分かるように、斜方蒸着層が単層の場合では、広い波長帯域において高い $P \rightarrow S$ 変換効率を得ることができない。

[0037] また、図6は、無機1/2波長板における斜方蒸着層が複数層の場合の $P \rightarrow S$ 変換効率のシミュレーション結果である。斜方蒸着層は、1層目が $Ta_2O_5$ からなる微粒子が入射光(基板法線)に対し24度軸が傾いたものとし、2層目が $Ta_2O_5$ からなる微粒子が入射光(基板法線)に対し66度軸が傾いたものとした。図6から分かるように、斜方蒸着層が複数層(積層)の場合、広い波長帯域において高い $P \rightarrow S$ 変換効率を得ることができる。

[0038] <1-4. 無機1/2波長板の側面保護>

図7及び図8は、無機1/2波長板14の偏光ビームスプリッタアレイ13への接着状態を模式的に示す断面図である。図7及び図8に示すように、無機1/2波長板14の側面は、シリコン系接着剤により保護されていることが好ましい。すなわち、第2の接着剤層16が無機1/2波長板14の側面に亘って形成されていることが好ましい。この側面保護膜は、シリコン系接着剤が無機1/2波長板14の接着面から側面に亘ってはみ出して接着されることにより形成することができる。

[0039] また、図7に示すように、無機1/2波長板14の斜方蒸着層142側を接着面とすることにより、高多孔質構造を有する斜方蒸着層142内に水分が進入するのを防止することができる。また、図8に示すように、無機1/2波長板14の基板141側を接着面とした場合、斜方蒸着層142上に保護膜を形成することにより、斜方蒸着層142内に水分が進入するのを防止

することができる。

[0040] このように無機1/2波長板14の側面を保護することにより、透過率の低下を防止することができる。また、無機1/2波長板14と偏光ビームスプリッタアレイ13との接続強度を維持することができる。

[0041] <1-5. 具体例1>

図9は、偏光変換素子の具体例1の構成を示す断面図である。具体例1として示す偏光変換素子は、偏光ビームスプリッタ11の透光部材と、反射プリズム12の透光部材と、無機1/2波長板14の基板とが、屈折率 $n$ が1.46のガラス基板から構成される。

[0042] 無機1/2波長板14は、ガラス基板21と、第1の屈折率調整層22と、斜方蒸着層23と、第2の屈折率調整層24とがこの順に積層されてなる。また、無機1/2波長板14は、斜方蒸着層23側を接着面としてシリコーン系接着剤( $n$ :1.41)からなる第2の接着剤層16を介して貼り付けられている。

[0043] 具体例1として示す偏光変換素子は、偏光ビームスプリッタアレイ13の入射面と、偏光ビームスプリッタ11及び無機1/2波長板14の出射面とが、同じ屈折率のガラス基板で構成されているため、大気との界面で反射を抑えるFinal-AR膜25を全て同じ設計で成膜することができる。

また、例えば映画館などで使われるシネマ用プロジェクターに適用された場合、ポップコーンオイルと呼ばれるオイルミストが表面に付着するため、定期的に表面の払拭清掃が行われるが、蒸着面側をシリコーン接着剤で貼り付けることにより、直接蒸着面が払拭されるのを防ぐことができる。

[0044] <1-6. 具体例2>

図10は、偏光変換素子の具体例2の構成を示す断面図である。具体例2として示す偏光変換素子は、具体例1と同様、偏光ビームスプリッタ11の透光部材と、反射プリズム12の透光部材と、無機1/2波長板14の基板とが、屈折率 $n$ が1.46のガラス基板から構成される。

[0045] 無機1/2波長板14は、ガラス基板31と、屈折率調整層32と、斜方

蒸着層 33 とがこの順に積層されてなる。また、無機 1 / 2 波長板 14 は、ガラス基板 31 側を接着面としてシリコン系接着剤 (n : 1.41) からなる第 2 の接着剤層 16 を介して貼り付けられている。

[0046] 具体例 2 として示す偏光変換素子は、偏光ビームスプリッタ 11 の出射面と無機 1 / 2 波長板 14 の出射面との屈折率が異なるため、共通の AR 膜の設計をすることができない。このため、無機 1 / 2 波長板 14 表面の AR 膜 34A を成膜する場合は、偏光ビームスプリッタ 11 の出射面をマスク材によりマスキングして成膜を行い、偏光ビームスプリッタ 11 の出射面に AR 膜 34B を成膜する場合は、無機 1 / 2 波長板 14 表面をマスク材によりマスキングして成膜を行う必要がある。

[0047] 具体例 2 として示す偏光変換素子は、ガラス基板 31 側を接着面として無機 1 / 2 波長板 14 が貼り付けられるため、斜方蒸着層 33 上に屈折率調整層を成膜する必要がなく、偏光変換素子の薄型化を図ることができる。

[0048] < 1-7. 具体例 3 >

図 11 は、偏光変換素子の具体例 3 の構成を示す断面図である。具体例 3 として示す偏光変換素子は、具体例 1 と同様、偏光ビームスプリッタ 11 の透光部材と、反射プリズム 12 の透光部材と、無機 1 / 2 波長板 14 の基板とが、屈折率 n が 1.46 のガラス基板から構成される。

[0049] 無機 1 / 2 波長板 14 は、ガラス基板 41 と、屈折率調整層 42 と、斜方蒸着層 43 と、屈折率調整層 44 と、SiO<sub>2</sub>膜 45 とがこの順に積層されてなる。また、無機 1 / 2 波長板 14 は、ガラス基板 41 側を接着面としてシリコン系接着剤 (n : 1.41) からなる第 2 の接着剤層 16 を介して貼り付けられている。

[0050] 具体例 2 として示した偏光変換素子は、偏光ビームスプリッタ 11 の出射面と無機 1 / 2 波長板 14 の出射面との屈折率が異なるため、共通の AR 膜の設計をすることができなかった。これに対して、具体例 3 として示す偏光変換素子は、斜方蒸着層 43 上に屈折率調整層 44 と SiO<sub>2</sub>膜 45 とが形成されているため、Final-AR 膜 46 を全て同じ設計で成膜することが

できる。また、 $\text{SiO}_2$ 膜45が高多孔質構造を有する斜方蒸着層43上に形成されているため、斜方蒸着層43内への水分の浸入を防止し、耐湿性を向上させることができる。

[0051] <2. 偏光変換素子の製造方法>

次に、本実施の形態に係る偏光変換素子の製作方法について説明する。本実施の形態に係る偏光変換素子の製造方法は、偏光分離層が成膜された偏光板と反射層が形成された反射板とをシリコン系接着剤を介して交互に貼り合わせる工程と、貼り合わせた基板面の法線に対して所定角度で切断し、偏光ビームスプリッタアレイを得る工程と、偏光ビームスプリッタアレイに無機1/2波長板を選択的に貼り付ける工程と、最表面に反射防止膜を成膜する工程とを有する。

[0052] 先ず、図12に示すように偏光板と反射板とを一方向に所定幅ずらして交互に貼り合わせる。貼り合わせには、ジメチルシリコン、メチルゴムなどのシリコン系接着剤が用いられる。

[0053] 次の工程では、図13に示すように、所定幅ずらして積層された方向と同じ方向に切断し、偏光ビームスプリッタと反射プリズムとが平行四辺形からなる断面で交互に貼り合わされた偏光ビームスプリッタアレイを得る。切断には、ガラススクライバー等の切断装置を用いることができる。

[0054] 次に、図14に示すように、偏光ビームスプリッタアレイに無機1/2波長板14を選択的に貼り付ける。無機1/2波長板14は、ジメチルシリコン、メチルゴムなどのシリコン系接着剤により貼り付けられることが好ましい。また、無機1/2波長板14は、シリコン系接着剤が接着面から側面に亘ってはみ出して接着されることが好ましい。これにより、無機1/2波長板14の斜方蒸着層に水分が進入するのを防止することができる。また、無機1/2波長板14と偏光ビームスプリッタアレイとの接続強度を維持することができる。

[0055] また、透過率向上の目的で、スパッタにより表裏両面に反射防止膜（AR膜）を成膜することが好ましい。AR膜は一般的に用いられる高屈折膜、低

屈折膜からなる多層薄膜としても良い。

[0056] このように偏光板と反射板と貼り合わせる際、ジメチルシリコーン、メチルゴムなどを含むシリコーン系接着剤を使用することにより、優れた耐熱性及び耐光性を有する偏光変換素子を得ることができる。

[0057] <3. 光学機器>

次に、光学機器への適用例について、液晶プロジェクターを参照して説明する。図15は、液晶プロジェクターの光学系を示す図である。このプロジェクターは、光源51と、光束を略平行にするフライアイレンズ52、入射ランダム偏光を一定の偏光方向に揃える偏光変換素子53と、赤色光、緑色光、青色光に分離に分離する色分解ミラー（ダイクロイックミラー）54、55、56と、LCOS（Liquid Crystal on Silicon）と呼ばれるシリコン基板上に液晶を形成した赤色、緑色、青色表示用の反射型液晶表示パネル57、58、59と、3色の色光を合成してカラー画像を形成する色合成プリズム60と、ミラー61、62と、PBS（偏光ビームスプリッター）63、64、65とを備える。

[0058] 光源51として例えば白色ランプから出射された光束は、フライアイレンズ52でほぼ並行にされ、偏光変換素子53でランダム偏光が一定の偏光方向（P波又はS波）に揃えられる。一定の偏光方向に揃えられた光束は、色分解ミラー54、55により赤色光と緑色青色光とに分離される。緑色青色光は、ミラー62で反射されて色分解ミラー56により緑色光と青色光とに分離される。赤色光は、ミラー61で反射されてPBS63に入射し、緑色光及び青色光は、それぞれPBS64、65に入射する。

[0059] PBS63、64、65では、一つの振動方向の直線偏光のみが反射され、反射光がそれぞれ赤色、緑色、青色表示用の反射型液晶表示パネル57、58、59に入射する。各反射型液晶表示パネル57、58、59から出射した映像光は、それぞれ再びPBS63、64、65に入射して検光される。PBS63、64、65を通過した直線偏光は、色合成プリズム60で合成され、カラー画像が投射レンズによりスクリーンに投射される。



[0060] このような光学機器において、偏光変換素子53が上述した構成を有することにより、耐熱性及び耐光性が向上され、高輝度化による熱や光によっても焦げ付き等の劣化を防止することができる。また、偏光変換素子53は、ポップコーンオイルと呼ばれるオイルミストが表面に付着するため、定期的に表面の払拭清掃が行われて強い圧力が加わるが、シリコーン接着剤の接着剤層がクッション効果の働きをするため、優れた耐衝撃性を得ることができる。

### 符号の説明

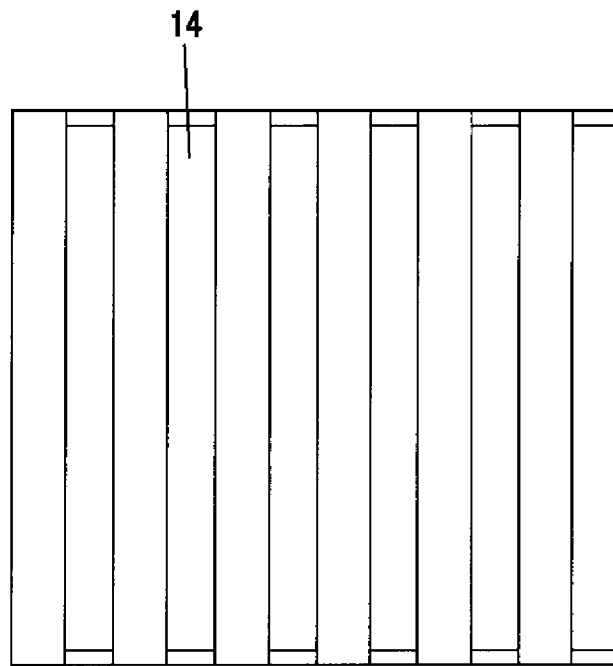
[0061] 11 偏光ビームスプリッタ、12 反射プリズム、13 偏光ビームスプリッタアレイ、14 無機1/2波長板、15 第1の接着剤層、16 第2の接着剤層、51 光源、52 フライアイレンズ、53 偏光変換素子、54, 55, 56 色分解ミラー、57, 58, 59 反射型液晶表示パネル、60 色合成プリズム、61, 62 ミラー、63, 64, 65 PBS

## 請求の範囲

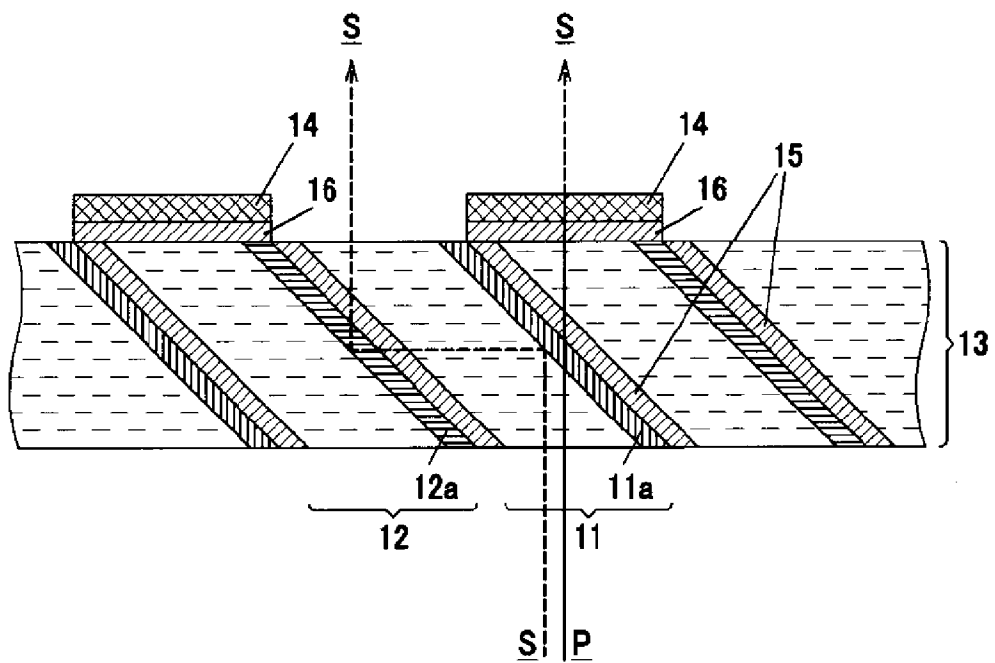
- [請求項1] P波又はS波の一方を透過し他方を反射する偏光分離層を有する第1の透光部材と、前記偏光分離層によって反射されるP波又はS波の他方を反射する反射層を有する第2の透光部材とが、シリコン系接着剤からなる第1の接着剤層を介して交互に貼り合わされてなり、入射面から入射したP波又はS波の他方が前記反射層により出射面へ反射される偏光ビームスプリッタアレイと、
- 前記偏光ビームスプリッタアレイの前記出射面上に選択的に設けられ、誘電体からなる斜方蒸着層を有し、P波又はS波の一方を他方に変換する無機1／2波長板とを備えた
- 偏光変換素子。
- [請求項2] 前記偏光ビームスプリッタアレイと前記無機1／2波長板とが、シリコン系接着剤からなる第2の接着剤層を介して貼り付けられてなる請求項1に記載の偏光変換素子。
- [請求項3] 前記シリコン系接着剤が、ジメチルシリコン又はメチルゴムを含有する請求項1又は2に記載の偏光変換素子。
- [請求項4] 前記斜方蒸着層の側面が、シリコン系接着剤からなる保護膜で被覆されてなる請求項1乃至3のいずれか1項に記載の偏光変換素子。
- [請求項5] 前記無機1／2波長板が、ガラス基板と第1の屈折率調整層と斜方蒸着層と第2の屈折率調整層とがこの順に積層されてなり、
- 前記第2の屈折率調整層と前記偏光ビームスプリッタアレイとが、前記第2の接着剤層を介して貼り付けられてなる請求項2に記載の偏光変換素子。
- [請求項6] 前記無機1／2波長板が、ガラス基板と屈折率調整層と斜方蒸着層とがこの順に積層されてなり、
- 前記ガラス基板と前記偏光ビームスプリッタアレイとが、前記第2の接着剤層を介して貼り付けられてなる請求項2に記載の偏光変換素子。

- [請求項7] 前記無機 1 / 2 波長板が、ガラス基板と第 1 の屈折率調整層と斜方蒸着層と第 2 の屈折率調整層と  $\text{SiO}_2$  層とがこの順に積層されてなり、
- 前記ガラス基板と前記偏光ビームスプリッタアレイとが、前記第 2 の接着剤層を介して貼り付けられてなる請求項 2 に記載の偏光変換素子。
- [請求項8] 最表面に反射防止膜が形成されてなる請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の偏光変換素子。
- [請求項9] P 波又は S 波の一方を透過し他方を反射する偏光分離層を有する第 1 の透光部材と、P 波又は S 波の他方を射出面側へ反射する反射層を有する第 2 の透光部材とを、シリコン系接着剤により交互に貼り合わせて偏光ビームスプリッタアレイを作成し、
- 前記偏光ビームスプリッタアレイの射出面上に、誘電体からなる斜方蒸着層を有し、P 波又は S 波の一方を他方へ変換する無機 1 / 2 波長板を選択的に貼り合わせる偏光変換素子の製造方法。
- [請求項10] 請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の偏光変換素子を備える光学機器。

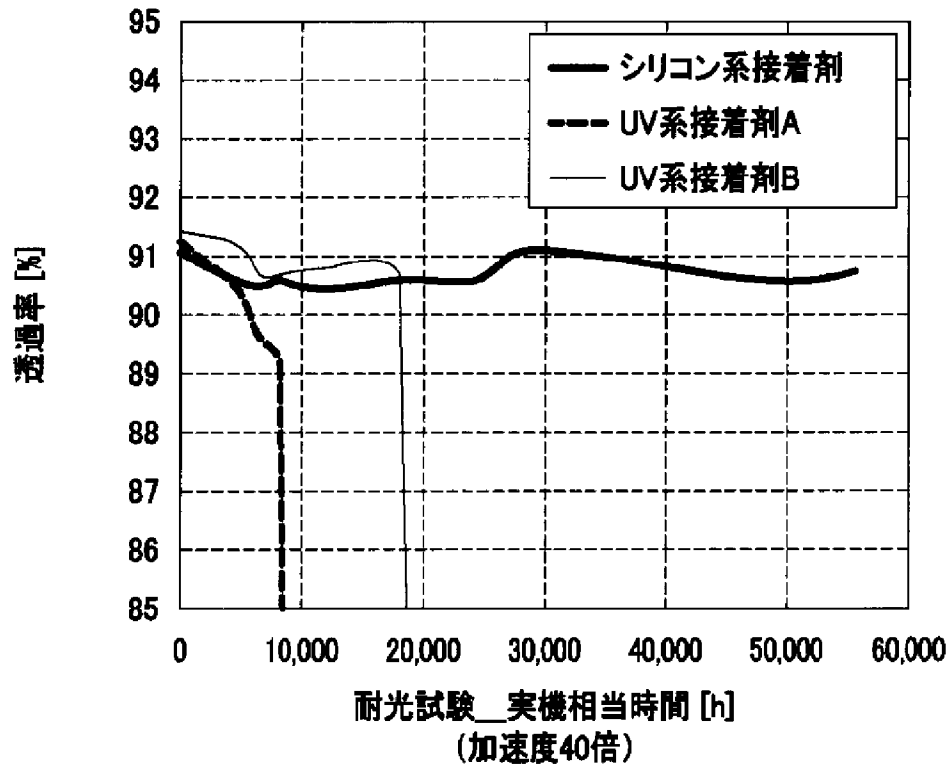
[図1]

**FIG. 1**

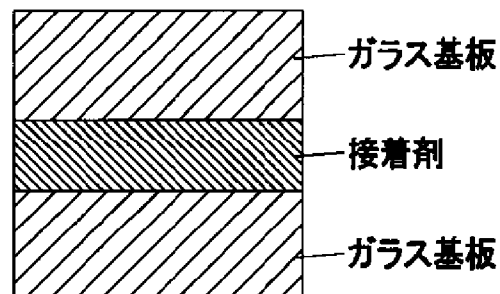
[図2]

**FIG. 2**

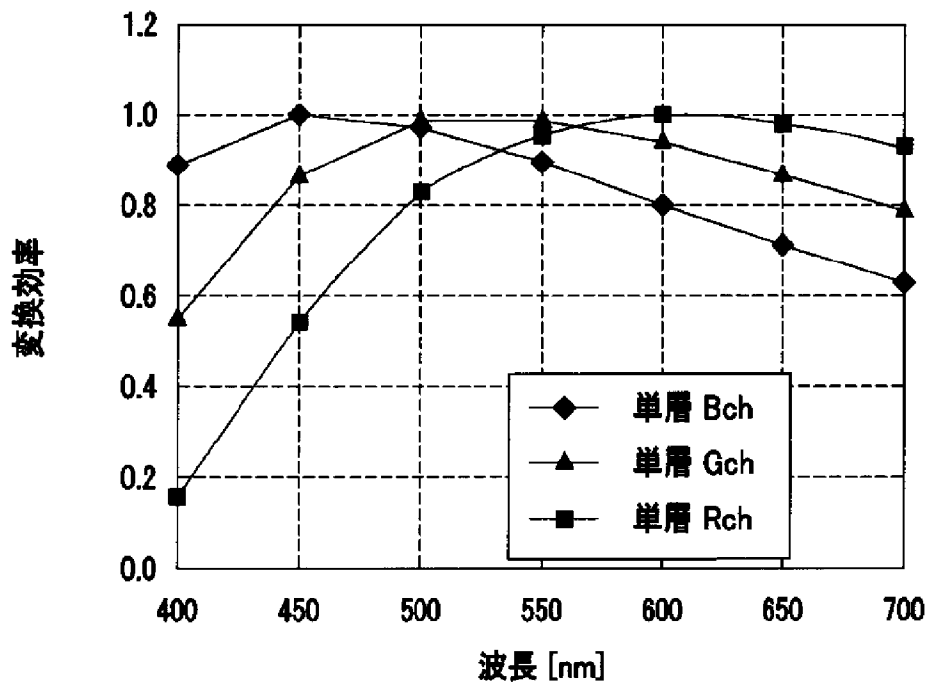
[図3]

**FIG. 3**

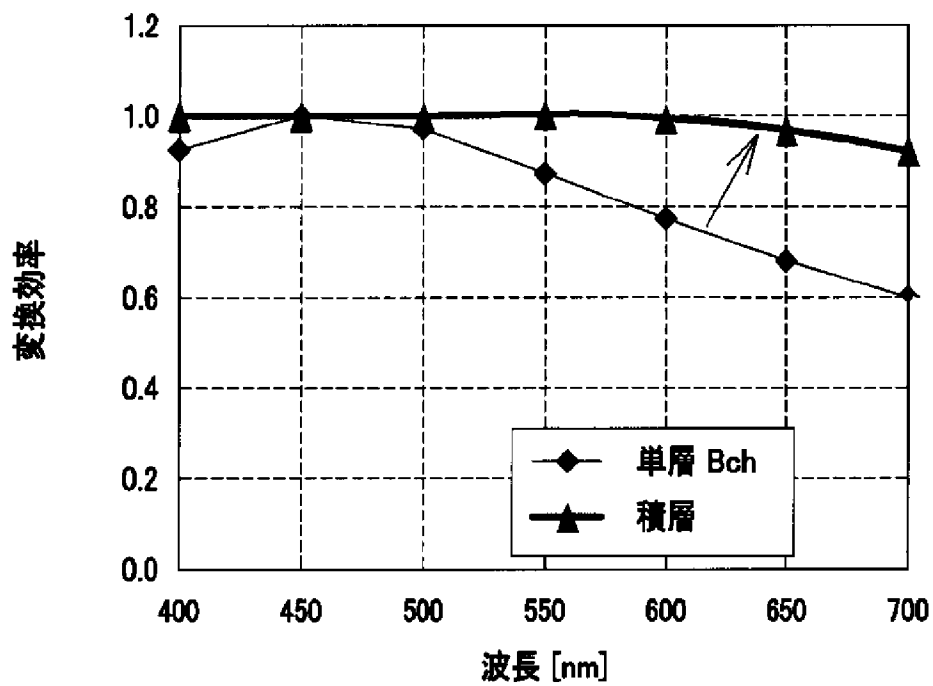
[図4]

**FIG. 4**

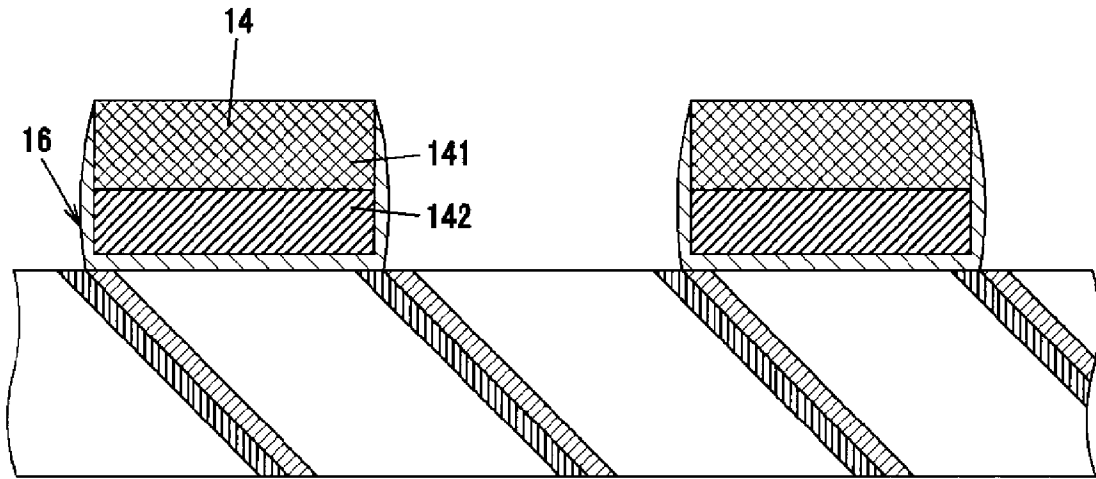
[図5]

**FIG. 5**

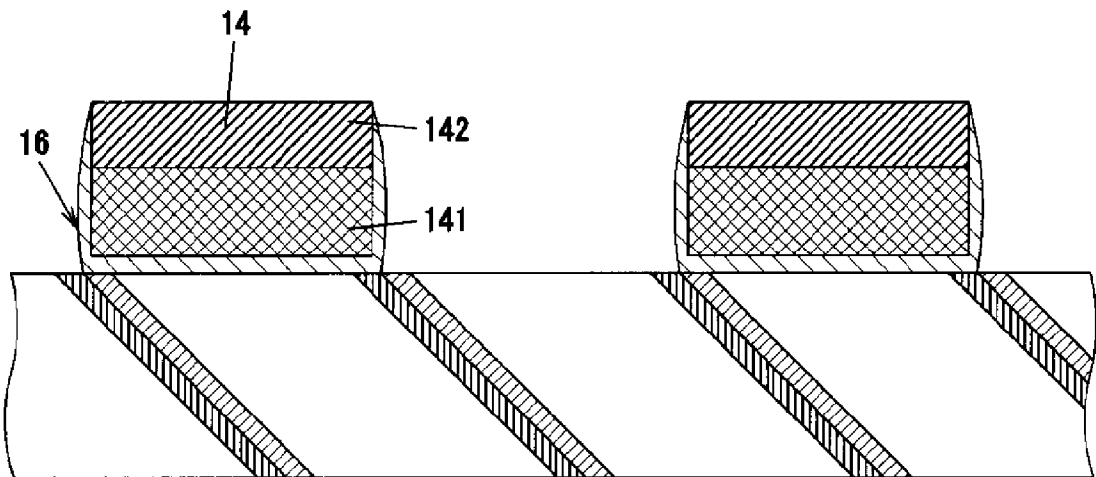
[図6]

**FIG. 6**

[図7]

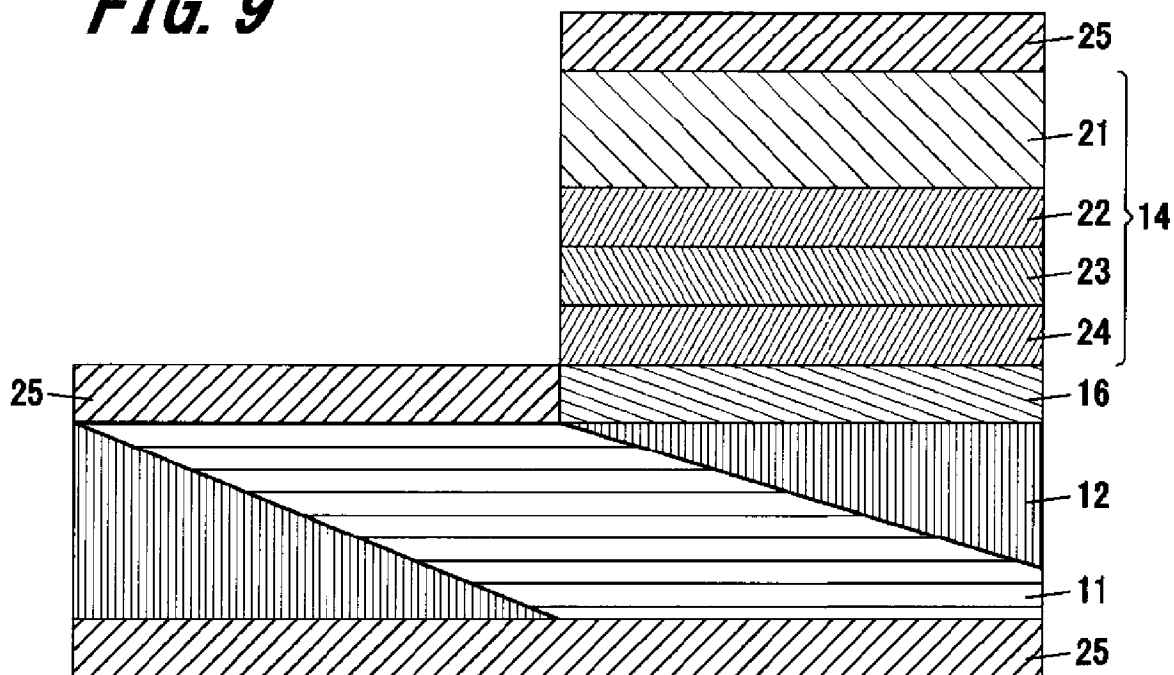
**FIG. 7**

[図8]

**FIG. 8**

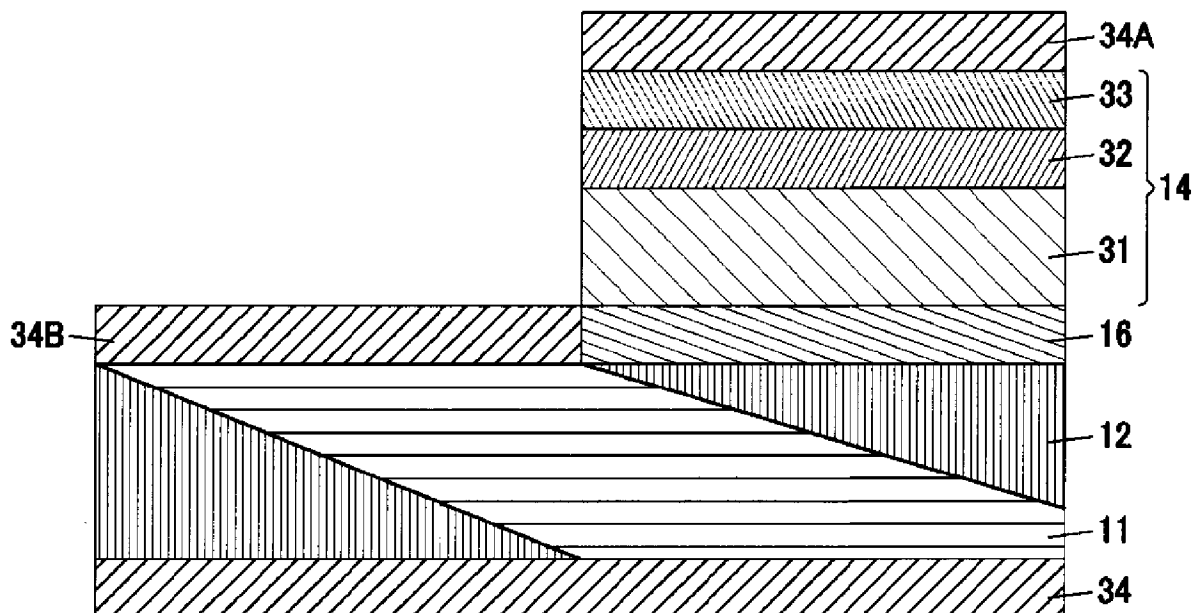
[図9]

**FIG. 9**



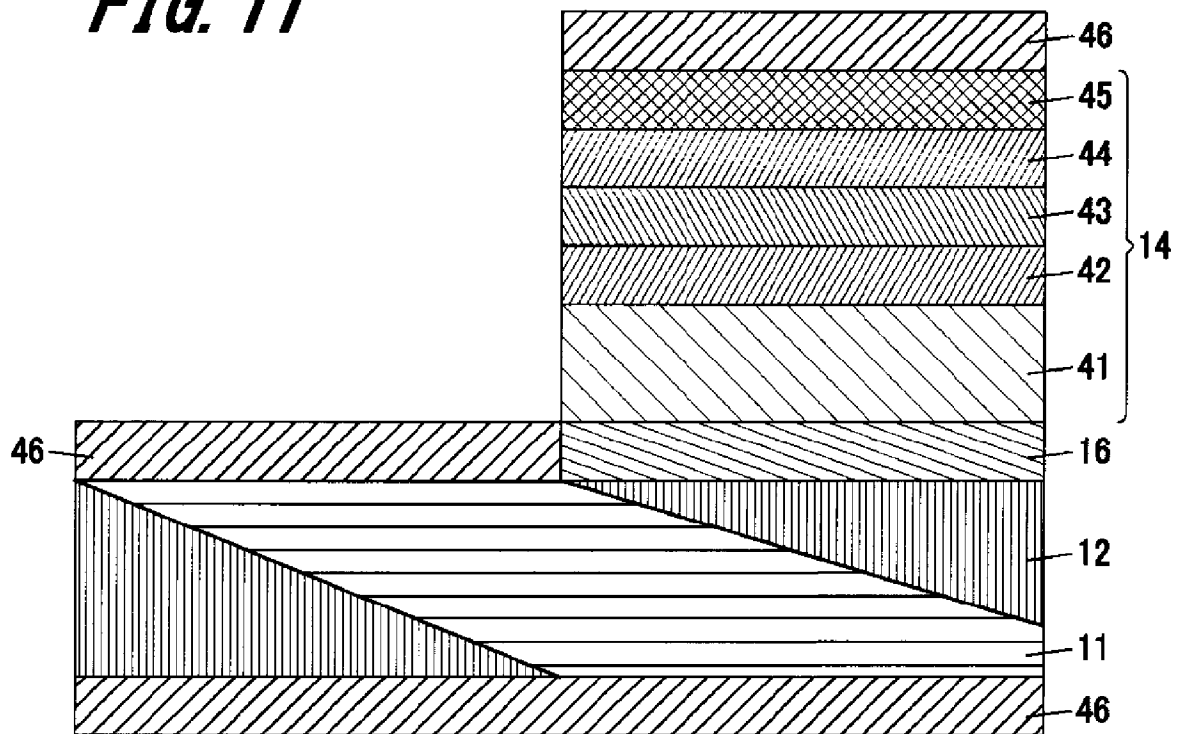
[図10]

**FIG. 10**

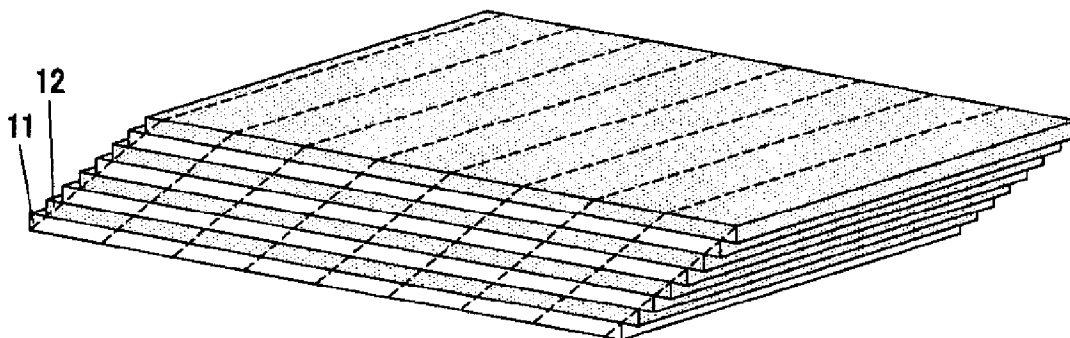




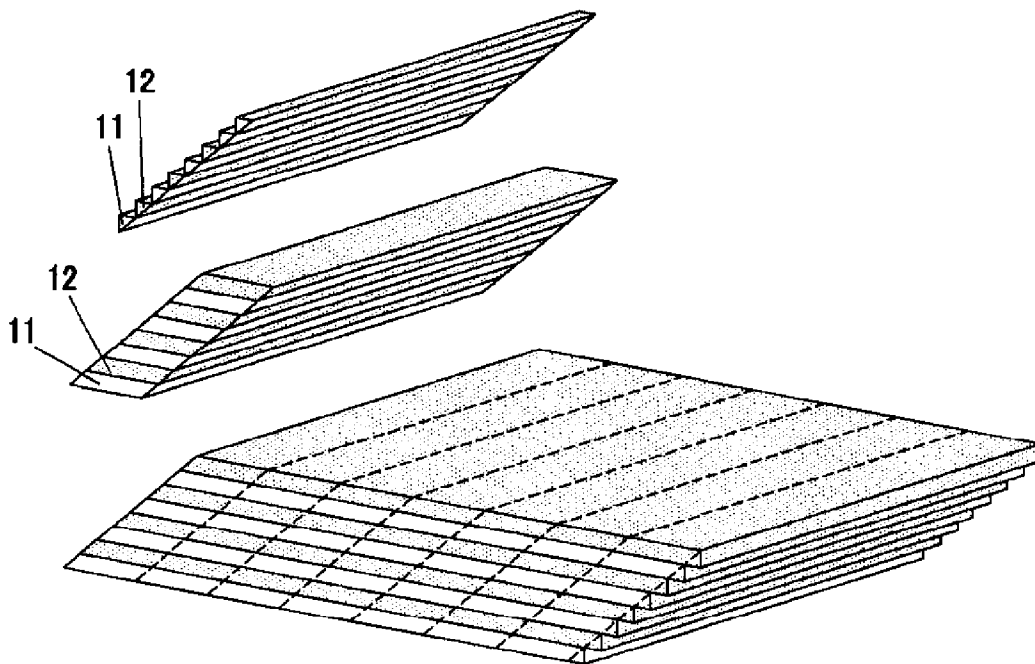
[図11]

**FIG. 11**

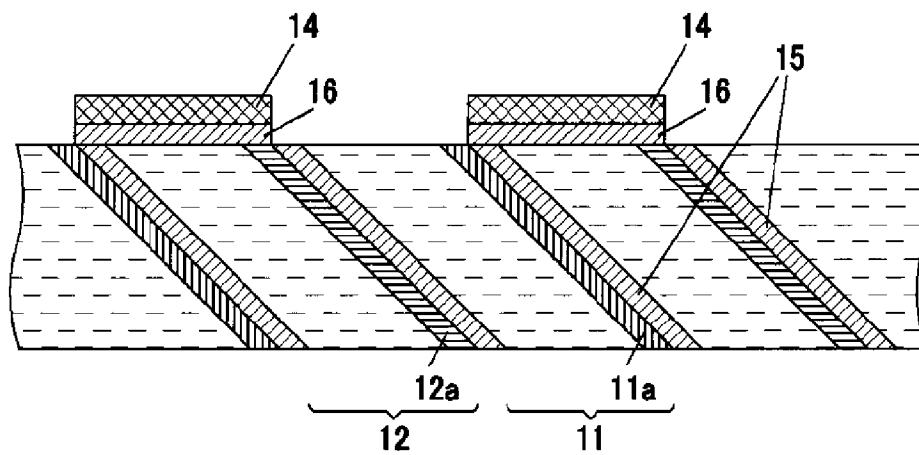
[図12]

**FIG. 12**

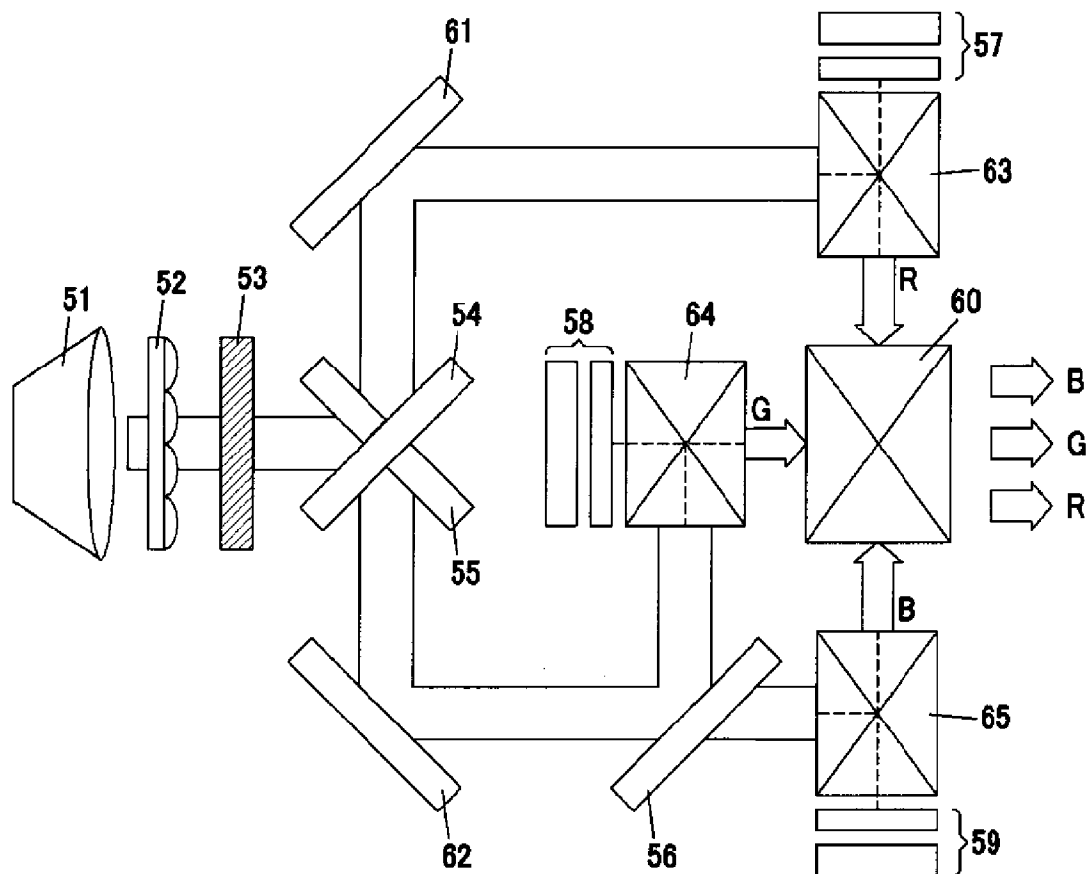
[図13]

**FIG. 13**

[図14]

**FIG. 14**

[図15]

**FIG. 15**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/067177

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G02B5/30(2006.01)i, C09J183/04(2006.01)i, G02B5/04(2006.01)i, G02F1/1335(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)  
G02B5/30, C09J183/04, G02B5/04, G02F1/1335

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y	JP 2008-129190 A (NEC Display Solutions, Ltd.), 05 June 2008 (05.06.2008), paragraphs [0013], [0035], [0045]; fig. 2, 10 (Family: none)	1-10
Y	JP 10-90520 A (Seiko Epson Corp.), 10 April 1998 (10.04.1998), paragraphs [0055] to [0056]; fig. 5(B) & US 2002/0080487 A1 & US 2002/0089746 A1 & US 6404550 B1 & EP 821258 A2 & EP 1055955 A2 & EP 1231498 A1 & EP 1231499 A2 & KR 10-0523874 B1 & CN 1172956 A	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 15 July, 2014 (15.07.14)	Date of mailing of the international search report 29 July, 2014 (29.07.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/067177

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-537163 A (3M Innovative Properties Co.), 11 September 2008 (11.09.2008), paragraphs [0004] to [0005], [0022] to [0023], [0028]; fig. 2 & US 2006/0221445 A1 & WO 2006/104734 A1 & KR 10-2008-0005383 A & CN 101156095 A	1-10
Y	JP 10-255313 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 September 1998 (25.09.1998), paragraphs [0041] to [0044]; fig. 3 (Family: none)	5-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B5/30(2006.01)i, C09J183/04(2006.01)i, G02B5/04(2006.01)i, G02F1/1335(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. G02B5/30, C09J183/04, G02B5/04, G02F1/1335		
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 請求項の番号
Y	JP 2008-129190 A (NECディスプレイソリューションズ株式会社) 2008.06.05, 段落【0013】、【0035】、【0045】、図2,10 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 10-90520 A (セイコーエプソン株式会社) 1998.04.10, 段落【0055】-【0056】、図5(B) & US 2002/0080487 A1 & US 2002/0089746 A1 & US 6404550 B1 & EP 821258 A2 & EP 1055955 A2 & EP 1231498 A1 & EP 1231499 A2 & KR 10-0523874 B1 & CN 1172956 A	1-10
<input checked="" 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、一般的な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	15.07.2014	国際調査報告の発送日
		29.07.2014
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) 加藤 昌伸 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	20 3700

C (続き) . 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 請求項の番号
Y	JP 2008-537163 A (スリーエム イノベイティブ プロパティズ カ ンパニー) 2008. 09. 11, 段落【0004】 - 【0005】 , 【0022】 - 【0023】 , 【0028】 , 図 2 & US 2006/0221445 A1 & WO 2006/104734 A1 & KR 10-2008-0005383 A & CN 101156095 A	1-10
Y	JP 10-255313 A (松下電器産業株式会社) 1998. 09. 25, 段落【0041】 - 【0044】 , 図 3 (ファミリーなし)	5-7