

(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
2019年6月6日(06.06.2019)



(10) 国際公開番号

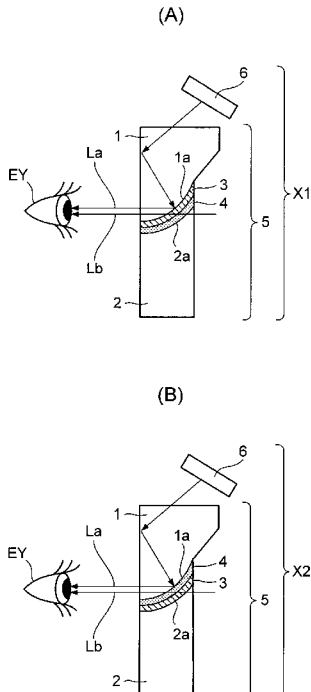
WO 2019/106969 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 27/02 (2006.01) G02B 5/28 (2006.01)
G02B 5/04 (2006.01) G02B 17/08 (2006.01)
G02B 5/08 (2006.01) H04N 5/64 (2006.01)
G02B 5/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/037793
- (22) 国際出願日: 2018年10月10日(10.10.2018)
- (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 2017-227979 2017年11月28日(28.11.2017) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社 (KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 金野 賢治 (KONNO Kenji); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 佐野特許事務所 (SANO PATENT OFFICE); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町2-6 天満橋八千代ビル別館5F Osaka (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: IMAGE DISPLAY DEVICE AND OPTICAL SEE-THROUGH DISPLAY

(54) 発明の名称: 画像表示装置と光学シースルーディスプレイ

[図1]



(57) Abstract: This image display device comprises: a combiner that guides video light from a display element and external light from an external landscape to a viewer's eyes at the same time; and a resin prism that supports the combiner 3 with the bonding surface thereof and that is bonded so as to act as a parallel planar plate with respect to the external light. The bonding surface is composed of a prism convex surface and a prism concave surface, and the combiner is composed of a dielectric multilayer film that has characteristics for selectively reflecting only light of at least one specific wavelength. The dielectric multilayer film is formed by vapor deposition on the prism convex surface so as to act as a concave reflection surface for the video light and has compression stress as residual stress, or the dielectric multilayer film is formed by vapor deposition on the prism concave surface so as to act as a concave reflection surface for the video light and has tensile stress as residual stress.

(57) 要約: 画像表示装置は、表示素子からの映像光と外界風景からの外界光とを同時に観察者眼に導くコンバイナーと、外界光に対して平行平面板として作用するように接合されると共に、その接合面でコンバイナー3を支持する樹脂プリズムと、を有する。接合面はプリズム凸面とプリズム凹面とからなり、コンバイナーは少なくとも1つの特定波長の光のみを選択的に反射する特性を有する誘電体多層膜からなる。誘電体多層膜は、映像光に対して凹面反射面として作用するようにプリズム凸面に蒸着により形成され、かつ、残留応力として圧縮応力を有するか、又は、誘電体多層膜が、映像光に対して凹面反射面として作用するようにプリズム凹面に蒸着により形成され、かつ、残留応力として引っ張り応力を有する。

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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, 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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 画像表示装置と光学シースルーディスプレイ

技術分野

[0001] 本発明は画像表示装置と光学シースルーディスプレイに関するものであり、例えば、液晶表示素子の２次元映像をコンバイナーで観察者眼に投影表示する光学シースルー型の画像表示装置と、その画像表示装置を備えた光学シースルーディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ等）に関するものである。

背景技術

[0002] 映像のシースルー表示を行うためにコンバイナーを搭載した光学シースルー型の画像表示装置が従来より知られている。例えば特許文献１に記載の画像表示装置では、レリーフ型ホログラムの格子面にコートされたノッチフィルターで所定波長の光を反射させるコンバイナーが搭載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１３－１２７４８９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許文献１に記載の画像表示装置では、レリーフ型ホログラムとノッチフィルターとの組み合わせがコンバイナーの軽量・薄型化を困難にしている。また、温度・湿度によるホログラム構造の変形がノッチフィルターに与える影響、ノッチフィルターの残留応力による膜剥がれ等が考慮されておらず、画像表示の明るさと外界のシースルー性との両立に関しても考慮されていない。

[0005] 本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、軽量・コンパクトでありながら、透過率の高いシースルー性を有するとともに明るく良好な画像表示を安定的に得ることが可能な画像表示装置と、それを

備えた光学シースルーディスプレイを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記目的を達成するために、本発明の画像表示装置は、映像を外界風景に重ねて観察者眼に投影表示する光学シースルー型の画像表示装置であって、
- 前記映像を表示する表示素子と、前記表示素子からの映像光と前記外界風景からの外界光とを同時に観察者眼に導くコンバイナーと、前記外界光に対して平行平板として作用するように接合されると共に、その接合面で前記コンバイナーを支持する2枚の樹脂プリズムと、を有し、
- 前記接合面が、プリズム凸面とプリズム凹面とからなり、
- 前記コンバイナーが、少なくとも1つの特定波長の光のみを選択的に反射する特性を有する誘電体多層膜からなり、
- 前記誘電体多層膜が、前記映像光に対して凹面反射面として作用するように前記プリズム凸面に蒸着により形成され、かつ、残留応力として圧縮応力を有するか、又は、
- 前記誘電体多層膜が、前記映像光に対して凹面反射面として作用するように前記プリズム凹面に蒸着により形成され、かつ、残留応力として引っ張り応力を有することを特徴とする。

- [0007] 本発明の光学シースルーディスプレイは、本発明の画像表示装置を搭載することにより、前記コンバイナーで前記映像を観察者眼にシースルーで投影表示する機能を備えたことを特徴とする。

発明の効果

- [0008] 本発明によれば、軽量・コンパクトでありながら、透過率の高いシースルー性を有するとともに明るく良好な画像表示を安定的に得ることが可能な画像表示装置と、それを備えた光学シースルーディスプレイを実現することができる。例えば、残留応力による誘電体多層膜の曲がり方向と、樹脂プリズムの接合面の曲がり方向と、が一致するように揃えられているため、膜剥がれが抑制されて、表示画像観察と外界シースルー観察を良好かつ安定的に行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]画像表示装置の第1, 第2の実施の形態を示す概略構成図。

[図2]図1の画像表示装置を備えた眼鏡型のヘッドマウントディスプレイを示す正面図。

[図3]図2のV-V'線断面図。

[図4]誘電体多層膜の設計例の分光透過率を示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明を実施した画像表示装置、光学シースルーディスプレイ等を、図面を参照しつつ説明する。なお、各実施の形態等の相互で同一の部分や相当する部分には同一の符号を付して重複説明を適宜省略する。

[0011] 図1(A)に第1の実施の形態に係る画像表示装置X1の概略構成を要部の縦断面で示し、図1(B)に第2の実施の形態に係る画像表示装置X2の概略構成を要部の縦断面で示す。画像表示装置X1, X2は、映像光L_a及び外界光L_bの各光路から分かるように、表示素子6の映像を外界風景に重ねて観察者眼E_Yに投影表示する光学シースルー型の画像表示装置であって、光学デバイス5と表示素子6を有している。

[0012] 表示素子6は、可視光からなる映像光L_aの発光により映像を表示する光学装置であり、その具体例としては、例えば、反射型又は透過型の液晶表示素子(LCD: liquid crystal display), デジタル・マイクロミラー・デバイス(digital micromirror device), 有機EL(organic electro-luminescence)ディスプレイ等を含むものが挙げられる。さらに、表示素子6を照明するための照明装置を配置してもよい。照明装置としては、LED(light emitting diode)等の光源、集光用光学素子(レンズ, ミラー等)で構成された照明光学系等を備えたものが挙げられる。

[0013] 光学デバイス5は、表示素子6からの映像光L_aと外界風景からの外界光L_bとを同時に観察者眼E_Yに導くコンバイナー3と、外界光L_bに対して平行平板として作用するように接合されると共に、その接合面でコンバイナー3を支持する樹脂プリズム1, 2と、を有している。2枚の透明な樹脂

プリズム 1, 2 は、アクリル系樹脂、ポリカーボネート (PC), シクロオレフィン樹脂等の樹脂材料で構成された透明な光学部材である。コンバイナー 3 は、少なくとも 1 つの特定波長の光のみを選択的に反射する特性を有する誘電体多層膜からなっている。この誘電体多層膜は、低屈折率層 (例えば SiO_2) と高屈折率層 (例えば TiO_2) との交互層からなり、その総膜層数は 40 層以上である。また、誘電体多層膜の形成方法には、電子線ビーム蒸着、抵抗加熱蒸着、イオンプレーティング、スパッタリング等が含まれる。

[0014] 光学デバイス 5 は、非軸対称 (非回転対称) な正の光学的パワーをコンバイナー 3 に有しており、それによって表示素子 6 からの映像光 L_a を観察者眼 E_Y に導くための接眼光学系として機能する。その結果、コンバイナー 3 を介して表示素子 6 の映像が外界像に重なるように、その表示映像が拡大虚像として観察者眼 E_Y にシースルーで投影表示される。コンバイナー 3 の光学的パワーは、画像表示装置 X_1 では樹脂プリズム 1 のプリズム凸面 1 a に誘電体多層膜を蒸着させることにより実現可能であり、画像表示装置 X_2 では樹脂プリズム 2 のプリズム凹面 2 a に誘電体多層膜を蒸着させることにより実現可能である。コンバイナー 3 の光学的パワーを曲面で構成することにより、レンズ等の光学素子を別途配置する必要がなくなるので、画像表示装置 X_1 , X_2 の小型化が可能になる。なお、接合面を構成するプリズム凸面 1 a とプリズム凹面 2 a の具体例としては、例えば円錐面等の曲面が挙げられる。

[0015] 2 枚の樹脂プリズム 1, 2 は、いずれか一方に蒸着された誘電体多層膜からなるコンバイナー 3 を、プリズム凸面 1 a とプリズム凹面 2 a とで挟むようにして接着剤 4 で接合されて、前記平行平板を形成している。したがって、プリズム凸面 1 a とプリズム凹面 2 a とは同一形状又は略同一形状を有することが好ましく、接着剤 4 の層の厚さが均一になる形状を有することが好ましい。樹脂プリズム 1 は、表示素子 6 から入射してくる映像光 L_a を全反射により内部で導光する一方、外界像の光 (外界光 L_b) を透過させるように作用する。その際、樹脂プリズム 1, 2 の接合面上にコンバイナー 3 が

設けられているため、接合面を介した外界像のシースルー性（コンバイナー機能）が確保される。

[0016] 外界光 L_b に対して平行平板板として作用するように、樹脂プリズム2が樹脂プリズム1に接合されているため、外界光 L_b が樹脂プリズム1の下端部（略楔状に傾斜した曲面を形成している部分）を透過するときの屈折がプリズム2でキャンセルされて、観察される外界像に歪みが生じるのを防止することができる（シースルー性の向上）。また、コンバイナー3を構成している誘電体多層膜は、プリズム凸面1aとプリズム凹面2aとで挟まれることによって、直接空気に触れない状態にあるため、急激に湿度が変動しても、その影響は樹脂プリズム1、2で大幅に緩和される。その結果、湿度変動による膜割れが低減又は防止される。

[0017] 樹脂プリズム1、2の吸水率は、0.2%以下であることが好ましく、0.1%以下であることが更に好ましい。樹脂材料は吸水により変形（膨潤）して、膜割れを生じさせることがある。樹脂プリズム1、2の吸水率が小さいほど、誘電体多層膜を環境変化から守ることができるため、湿度変動による膜割れを効果的に抑制することができる。例えば、ポリカーボネート、シクロオレフィン樹脂等の低吸水性樹脂材料は、アクリル系樹脂に比べて吸水率が小さい（吸水率：0.2%以下）ため、樹脂プリズム1、2の材料として好ましい。前述したように、プリズム凸面1aとプリズム凹面2aとが同一形状又は略同一形状を有する場合、湿度変動の影響をより一層小さくすることができるので、環境変化に強くなる。

[0018] コンバイナー3を構成している誘電体多層膜は、カラー化のために3原色RGBの3波長に反射帯域を有するノッチフィルター（阻止帯域が狭いバンドストップフィルター）である。したがって、コンバイナー3に入射した映像光 L_a の一部として、RGBの反射帯域の映像光 L_a が反射される。コンバイナー3で反射した映像光 L_a は、コンバイナー3を透過した外界光 L_b と共に、観察者眼EYに入射することになるので、観察者は表示映像と共に外界像（高透過率）も良好に観察することができる。また、透明基材である

樹脂プリズム 1 は、表示素子 6 からの映像光 L a を内部で全反射させてコンバイナー 3 に導光する構成になっているため、表示素子 6 から発光した映像光 L a を無駄なく利用して、観察者に明るい映像を提供することができる。

[0019] 上述したように、プリズム凸面 1 a 又はプリズム凹面 2 a 上に誘電体多層膜を形成することにより、正パワーの凹面反射面を構成するコンバイナー 3 を得ることができる。これと同一形状のコンバイナーをハーフミラーで構成しようとする、視感度透過率が低くなって、良好なシースルー性を得ることが困難になる。したがって、ハーフミラーと比較した場合、誘電体多層膜を用いると、外界光 L b の高視感度透過率と映像光 L a（表示画像）の明るさをバランス良く両立させることが可能になる。

[0020] 誘電体多層膜では、ホログラム光学素子と比較した場合、屈折率差を大きくとることができるので、入射角度による波長変動（すなわち角度依存性）を小さくすることができ、しかも薄く構成できるので、接合の稜線が細くなって高いシースルー性が得られる。また、誘電体多層膜はホログラム光学素子よりも波長幅が大きいので、反射率（表示効率）は高くなる。波長幅が小さいとシースルー性は高くなるが、波長幅が小さすぎると表示効率が低下する。逆に表示効率を向上させようとする、ハーフミラーと同様、シースルー性（見え方や見られ方）が低下してしまう。

[0021] コンバイナー 3 では、誘電体多層膜で前記ノッチフィルタを構成しているが、ホログラム光学素子と同様の特性を誘電体多層膜で実現しようとするれば、誘電体多層膜の層数が多くなって応力が残りやすくなる。低屈折率層と高屈折率層との組み合わせにより応力をキャンセルしようとしても、誘電体多層膜には応力が残留する。その残留応力は膜はがれの原因となる。特に樹脂製のプリズム面の上に誘電体多層膜が形成される場合、温度変動や湿度変動が誘電体多層膜に影響するため、誘電体多層膜の安定化を図るうえで、誘電体多層膜の残留応力は小さいことが望まれる。しかし、残留応力を完全に消すことは難しく、層数が多いほど残留量も大きくなる。

[0022] 応力には引っ張り応力と圧縮応力があるが、画像表示装置 X 1, X 2 のコ

ンバイナー 3 では、膜はがれを防止するため、残留応力による誘電体多層膜の曲がり方向と、樹脂プリズム 1, 2 の接合面の曲がり方向と、が一致するように揃えられている。つまり、画像表示装置 X 1 に用いられている誘電体多層膜は、映像光 L a に対して凹面反射面として作用するようにプリズム凸面 1 a に蒸着により形成され、かつ、残留応力として圧縮応力を有する構成になっている。また、画像表示装置 X 2 に用いられている誘電体多層膜は、映像光 L a に対して凹面反射面として作用するようにプリズム凹面 2 a に蒸着により形成され、かつ、残留応力として引っ張り応力を有する構成になっている。

[0023] 上記のように、残留応力による誘電体多層膜の曲がり方向と、樹脂プリズム 1, 2 の接合面の曲がり方向と、が一致すると、プリズム凸面 1 a 又はプリズム凹面 2 a へのコーティングが安定化し、膜はがれの発生が抑制される。例えば画像表示装置 X 1 のように、残留応力として圧縮応力を有する誘電体多層膜をプリズム凸面 1 a に形成した場合、誘電体多層膜がプリズム凸面 1 a に引っ付こうとする方向（貼り付く方向）に圧縮応力が作用する。また画像表示装置 X 2 のように、残留応力として引っ張り応力を有する誘電体多層膜をプリズム凹面 2 a に形成した場合、誘電体多層膜がプリズム凹面 2 a に引っ付こうとする方向（貼り付く方向）に引っ張り応力が作用する。したがって、いずれの場合も残留応力は誘電体多層膜が剥離しない方向に作用することになる。

[0024] 誘電体多層膜の残留応力は膜密度により変化するため、その大きさは制御可能である。また、残留応力の発生方向も制御可能であり、例えば、低屈折率材料である SiO_2 での残留応力は圧縮応力（負応力）であり、高屈折率材料である TiO_2 での残留応力は製膜条件により圧縮応力（負応力）から引っ張り応力（正応力）まで制御可能である。

[0025] 誘電体多層膜は、低屈折率層と高屈折率層との交互層からなり、総膜層数が 40 層以上であることが好ましい。誘電体多層膜の設計上、3 原色 RGB に対応した 3 波長に反射帯域を有するノッチフィルタを設計するには、あ

る程度の層数が必要である。層数が少ないと、透過部分の透過率が下がったり（シースルー性）、反射部分の帯域が狭くなったり（シースルー性）、反射部分の反射率（明るさ）が低くなったりする、という不具合があるので、総膜層数が40層以上であることが好ましい。

[0026] 低屈折率層と高屈折率層との屈折率差は、0.8以上であることが好ましく、1.0以上であることが更に好ましい。上記総膜層数とも関係するが、低屈折率層と高屈折率層との屈折率差が小さいと、層数が増えるため残留応力が大きくなり、層数が同じであれば透過率の低下や反射率の低下等が発生する。そのため、屈折率の差は大きい方が好ましく、屈折率差を大きくすることにより、入射角度による波長変動（すなわち角度依存性）を小さくすることができる。

[0027] 誘電体多層膜は、前述したように、3原色RGBに対応した3波長に反射帯域を有するノッチフィルターであることが好ましい。ノッチフィルターは、単一波長の光のみを所定の反射率で反射させ、残りの光は透過させる光学フィルターであり、ハーフミラーと比較すると、LED等の光源との相性、波長幅、波長変動等に関して効率が良い。

[0028] ノッチフィルターの反射帯域は、半値全幅（FWHM：Full Width at Half Maximum）で10nm以上50nm以下であることが好ましい。反射帯域が50nmを上回るとシースルー性が低下し、反射帯域が10nmを下回るとLED等の光源の光利用効率が低下して暗くなる。

[0029] 誘電体多層膜（ノッチフィルター）の設計例と、膜材料であるSiO₂、TiO₂の波長ごとの屈折率と、を以下に示す。この誘電体多層膜は、SiO₂からなる低屈折率層と、TiO₂からなる高屈折率層と、の交互層（SiO₂/TiO₂）で構成されており、層番号は樹脂プリズム1側から順に付してある。樹脂プリズム1の材料はシクロオレフィン樹脂であり、具体的には日本ゼオン（株）製 ZEONEX（登録商標） E48R（吸水率：0.01%未満）である。また、低屈折率層と高屈折率層との屈折率差は0.83～1.2である。

[0030] 図4のグラフに、この誘電体多層膜の入射角度 30° での分光透過率(%)を示す。図4のグラフにおいて、縦軸は透過率 T (%)であり、横軸は波長 λ (nm)である。ノッチフィルターの反射帯域(FWHM)は、 $B: 17.5\text{ nm}$, $G: 21.2\text{ nm}$, $R: 39.4\text{ nm}$ であり、図4中に両矢印で示す。

[0031] 各材料における膜の残留応力は製膜条件によって変動するので、製膜時の条件調整が重要である。通常、 SiO_2 での残留応力は圧縮応力(負応力)であり、 TiO_2 も残留応力は圧縮応力(負応力)である。したがって、圧縮応力がたまっていくので、誘電体多層膜はプリズム凸面1aに形成する。 TiO_2 での残留応力は製膜条件によっては引っ張り応力(正応力)になるので、うまく打ち消せると全体的に引っ張り応力が残ることもある。その場合、誘電体多層膜はプリズム凹面2aに形成する。

[0032] この設計例では $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ であるが、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Ti}_2\text{O}_5$ や3つ以上の材料の組み合わせでも構わない。また、アクリル系樹脂であるPMMA(polymethyl methacrylate)の吸水率は、 0.3% (JIS K7209)である。PC(polycarbonate)の吸水率に関しては、相対湿度 52% の雰囲気中の最大吸湿量が僅かに 0.16% である。

[0033] 誘電体多層膜(ノッチフィルター)の設計例

層番号	材料	膜厚(nm)
1	TiO2	23.79
2	SiO2	21.84
3	TiO2	79.42
4	SiO2	25.87
5	TiO2	31.39
6	SiO2	44.78
7	TiO2	118.68
8	SiO2	67.37
9	TiO2	26.08

10	SiO ₂	42.75
11	TiO ₂	128.37
12	SiO ₂	32.01
13	TiO ₂	53.55
14	SiO ₂	18.49
15	TiO ₂	64.17
16	SiO ₂	48.29
17	TiO ₂	23.02
18	SiO ₂	41.02
19	TiO ₂	69.03
20	SiO ₂	39.24
21	TiO ₂	26.46
22	SiO ₂	49.87
23	TiO ₂	64.57
24	SiO ₂	22.28
25	TiO ₂	46.51
26	SiO ₂	37.70
27	TiO ₂	41.96
28	SiO ₂	24.62
29	TiO ₂	60.11
30	SiO ₂	37.98
31	TiO ₂	44.50
32	SiO ₂	34.81
33	TiO ₂	121.52
34	SiO ₂	40.38
35	TiO ₂	126.77
36	SiO ₂	74.95
37	TiO ₂	20.22

38	SiO ₂	35.28
39	TiO ₂	64.18
40	SiO ₂	49.27
41	TiO ₂	18.58
42	SiO ₂	64.47
43	TiO ₂	59.00
44	SiO ₂	15.46
45	TiO ₂	48.83
46	SiO ₂	166.89
47	TiO ₂	135.17
48	SiO ₂	11.82
49	TiO ₂	97.53
50	SiO ₂	59.85
51	TiO ₂	20.19
52	SiO ₂	36.30
53	TiO ₂	67.45
54	SiO ₂	34.92
55	TiO ₂	25.86
56	SiO ₂	61.02
57	TiO ₂	40.96
58	SiO ₂	18.28
59	TiO ₂	60.68
60	SiO ₂	181.94
61	TiO ₂	97.49
62	SiO ₂	37.02

[0034] SiO₂の波長ごとの屈折率（吸収係数は全て0.0である。）

波長(nm)	屈折率
386.41	1.48465

447.05	1.47953
516.07	1.47515
626.05	1.47006
770.22	1.46561

[0035] TiO₂の波長ごとの屈折率（吸収係数は全て0.0である。）

波長(nm)	屈折率
392.86	2.64429
427.41	2.55972
473.15	2.48053
540.08	2.41239
633.47	2.35690
782.20	2.29537

[0036] 以上説明した画像表示装置X1, X2によれば、軽量・コンパクトでありながら、透過率の高いシースルー性を有するとともに明るく良好な画像表示を安定的に得ることが可能である。例えば、残留応力による誘電体多層膜の曲がり方向と、樹脂プリズム1, 2の接合面の曲がり方向と、が一致するように揃えられているため、膜剥がれが抑制されて、表示画像観察と外界シースルー観察を良好かつ安定的に行うことが可能となる。

[0037] 前述したように、コンバイナー3は表示素子6に表示される映像と外界像とを同時に観察者眼EYに導くので、観察者はコンバイナー3を介して表示素子6から提供される映像と外界像とを同時に観察することができる。したがって、上述した画像表示装置X1又はX2を搭載することにより、光学デバイス5で映像を観察者眼EYにシースルーで投影表示する機能を備えた光学シースルーディスプレイを構成することができる。

[0038] 上記のように、光学シースルーディスプレイにおいて画像表示装置X1又はX2を搭載することにより、コンバイナー3で映像を観察者眼EYにシースルーで投影表示する機能を備えることが望ましい。また、その光学シースルーディスプレイは、コンバイナー3が観察者眼EYの前方に位置するよう

に画像表示装置X1を支持する（つまり、観察者の眼前で支持する）支持部材を備えたヘッドマウントディスプレイであることが望ましい。画像表示装置X1、X2はシースルー性が高いため、観察者の眼前で映像を表示する配置にすれば、高い映像表示効果を得ることができる。

[0039] 光学シースルーディスプレイとしては、ヘッドマウントディスプレイ（HMD）、ヘッドアップディスプレイ（HUD）等が挙げられる。また、ヘッドマウントディスプレイの形態としては眼鏡型、ヘルメット型等が挙げられ、ヘッドアップディスプレイの用途としては自動車の運転用、飛行機の操縦用等が挙げられる。樹脂プリズム1、2はガラスプリズムに比べて軽量であることから、ウェアラブルディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ等）用として好適である。そこで、前記画像表示装置X1、X2の代表例として画像表示装置X0を想定し、画像表示装置X0を備えた眼鏡型のヘッドマウントディスプレイを例示して以下に説明する。

[0040] 図2に、画像表示装置X0を備えた眼鏡型のヘッドマウントディスプレイ10の概略構成を示し、図3にそのV-V'線断面構造を示す。ヘッドマウントディスプレイ10は、上述した画像表示装置X0と、フレーム（支持部材）11と、レンズ12a、12bと、筐体13と、を備えた構成になっている。レンズ12a、12bと筐体13は、フレーム11で支持されている。画像表示装置X0の表示素子6や照明装置（不図示）等は、筐体13内に收容されており、接眼光学系である光学デバイス5の上端部も筐体13内に位置している。したがって、筐体13がフレーム11で支持されることにより、光学デバイス5の本体部分は右眼用のレンズ12aの前方（外界側）に位置することになる（図3）。なお、レンズ12a、12bは眼鏡用レンズでもよく、平行平板からなるダミーレンズでもよい。

[0041] 筐体13内の表示素子6、光源（不図示）等は、筐体13を貫通して設けられるケーブル（不図示）を介して、回路基板（不図示）と接続されており、回路基板から表示素子6、光源等に駆動電力や映像信号が供給される。なお、画像表示装置X0は、静止画や動画を撮影する撮像装置、マイク、スピ

ーカー、イヤホン等をさらに備え、外部のサーバーや端末とインターネット等の通信回線を介して、撮像画像及び表示画像の情報や音声情報をやりとり（送受信）する構成であってもよい。

[0042] ヘッドマウントディスプレイ 10 を観察者の頭部に装着し、表示素子 6（図 1）に映像を表示すると、その映像光 L_a が光学デバイス 5 を介して観察者眼 E_Y に導かれて、観察者は、画像表示装置 X_0 の表示映像の拡大虚像を観察することができる。また、これと同時に、観察者は光学デバイス 5 を介して、外界像をシースルーで観察することができる。画像表示装置 X_0 がフレーム 11 で支持されることにより、観察者は画像表示装置 X_0 から提供される表示映像と外界像とを同時にハンズフリーで長時間安定して観察することができ、空いた手で所望の作業を行うことができる。なお、画像表示装置 X_0 を 2 つ用いて両眼で映像を観察できるようにしてもよい。

[0043] 以上の説明から分かるように、上述した実施の形態には以下の特徴的な構成（# 1）～（# 9）等が含まれている。

[0044] （# 1）：映像を外界風景に重ねて観察者眼に投影表示する光学シースルー型の画像表示装置であって、

前記映像を表示する表示素子と、前記表示素子からの映像光と前記外界風景からの外界光とを同時に観察者眼に導くコンバイナーと、前記外界光に対して平行平板として作用するように接合されると共に、その接合面で前記コンバイナーを支持する 2 枚の樹脂プリズムと、を有し、

前記接合面が、プリズム凸面とプリズム凹面とからなり、

前記コンバイナーが、少なくとも 1 つの特定波長の光のみを選択的に反射する特性を有する誘電体多層膜からなり、

前記誘電体多層膜が、前記映像光に対して凹面反射面として作用するように前記プリズム凸面に蒸着により形成され、かつ、残留応力として圧縮応力を有するか、又は、

前記誘電体多層膜が、前記映像光に対して凹面反射面として作用するように前記プリズム凹面に蒸着により形成され、かつ、残留応力として引っ張り

応力を有することを特徴とする画像表示装置。

- [0045] (# 2) : 前記誘電体多層膜が、低屈折率層と高屈折率層との交互層からなり、総膜層数が40層以上であることを特徴とする(# 1)記載の画像表示装置。
- [0046] (# 3) : 前記低屈折率層と前記高屈折率層との屈折率差が0.8以上であることを特徴とする(# 2)記載の画像表示装置。
- [0047] (# 4) : 前記低屈折率層が SiO_2 であり、前記高屈折率層が TiO_2 であることを特徴とする(# 2)又は(# 3)記載の画像表示装置。
- [0048] (# 5) : 前記2枚の樹脂プリズムの吸水率が0.2%以下であることを特徴とする(# 1)～(# 4)のいずれか1項に記載の画像表示装置。
- [0049] (# 6) : 前記誘電体多層膜が、3原色RGBに対応した3波長に反射帯域を有するノッチフィルターであることを特徴とする(# 1)～(# 5)のいずれか1項に記載の画像表示装置。
- [0050] (# 7) : 前記ノッチフィルターの反射帯域が半値全幅で10nm以上50nm以下であることを特徴とする(# 6)記載の画像表示装置。
- [0051] (# 8) : (# 1)～(# 7)のいずれか1項に記載の画像表示装置を搭載することにより、前記コンバイナーで前記映像を観察者眼にシースルーで投影表示する機能を備えたことを特徴とする光学シースルーディスプレイ。
- [0052] (# 9) : 前記コンバイナーが観察者眼の前方に位置するように前記画像表示装置を支持する支持部材を備えたことを特徴とする(# 8)記載の光学シースルーディスプレイ。

符号の説明

- [0053] X0, X1, X2 画像表示装置
- 1, 2 樹脂プリズム
- 1a プリズム凸面(接合面)
- 2a プリズム凹面(接合面)
- 3 コンバイナー(誘電体多層膜)
- 4 接着剤

5 光学デバイス

6 表示素子

1 0 ヘッドマウントディスプレイ（光学シースルーディスプレイ）

1 1 フレーム（支持部材）

1 2 a, 1 2 b レンズ

1 3 筐体

L a 映像光

L b 外界光

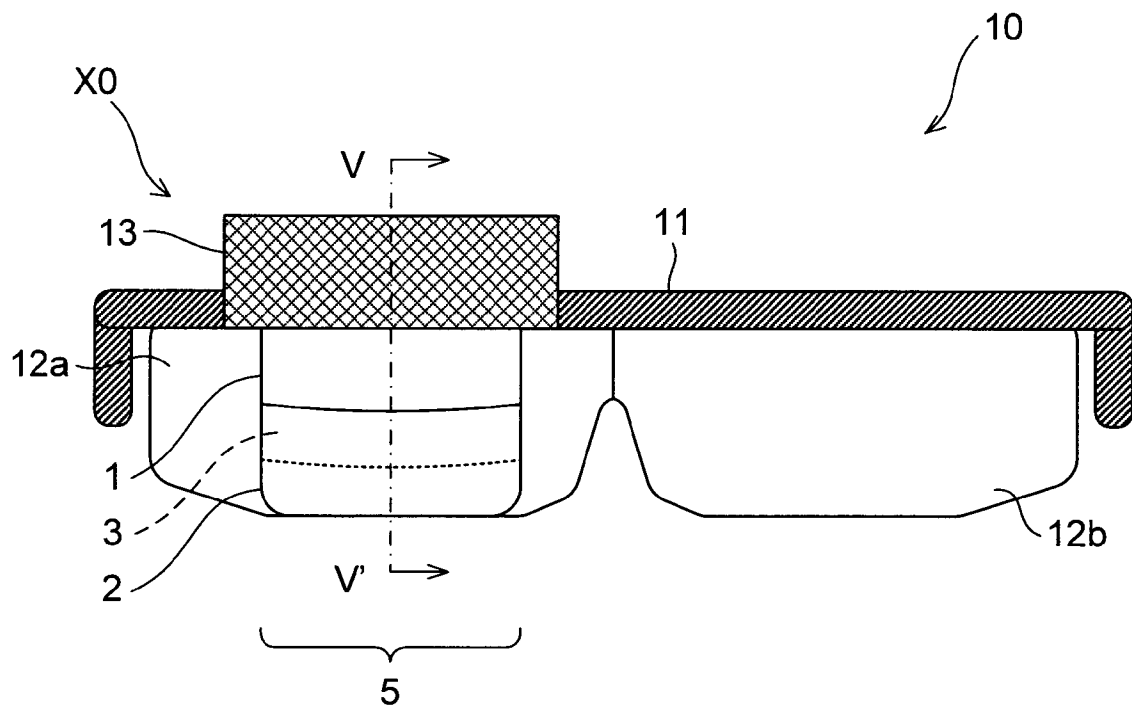
E Y 観察者眼

請求の範囲

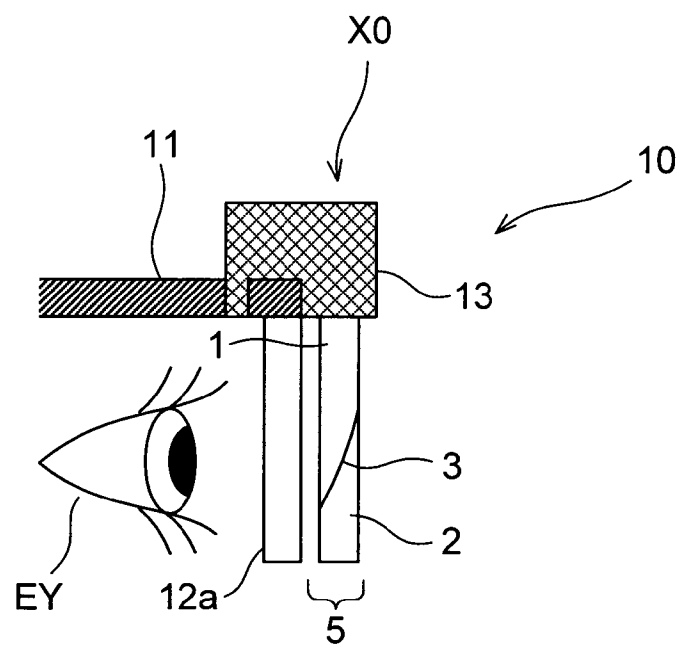
- [請求項1] 映像を外界風景に重ねて観察者眼に投影表示する光学シースルー型の画像表示装置であって、
- 前記映像を表示する表示素子と、前記表示素子からの映像光と前記外界風景からの外界光とを同時に観察者眼に導くコンバイナーと、前記外界光に対して平行平板として作用するように接合されると共に、その接合面で前記コンバイナーを支持する2枚の樹脂プリズムと、を有し、
- 前記接合面が、プリズム凸面とプリズム凹面とからなり、
- 前記コンバイナーが、少なくとも1つの特定波長の光のみを選択的に反射する特性を有する誘電体多層膜からなり、
- 前記誘電体多層膜が、前記映像光に対して凹面反射面として作用するように前記プリズム凸面に蒸着により形成され、かつ、残留応力として圧縮応力を有するか、又は、
- 前記誘電体多層膜が、前記映像光に対して凹面反射面として作用するように前記プリズム凹面に蒸着により形成され、かつ、残留応力として引っ張り応力を有する画像表示装置。
- [請求項2] 前記誘電体多層膜が、低屈折率層と高屈折率層との交互層からなり、総膜層数が40層以上である請求項1記載の画像表示装置。
- [請求項3] 前記低屈折率層と前記高屈折率層との屈折率差が0.8以上である請求項2記載の画像表示装置。
- [請求項4] 前記低屈折率層が SiO_2 であり、前記高屈折率層が TiO_2 である請求項2又は3記載の画像表示装置。
- [請求項5] 前記2枚の樹脂プリズムの吸水率が0.2%以下である請求項1～4のいずれか1項に記載の画像表示装置。
- [請求項6] 前記誘電体多層膜が、3原色RGBに対応した3波長に反射帯域を有するノッチフィルターである請求項1～5のいずれか1項に記載の画像表示装置。

- [請求項7] 前記ノッチフィルターの反射帯域が半値全幅で10nm以上50nm以下である請求項6記載の画像表示装置。
- [請求項8] 請求項1～7のいずれか1項に記載の画像表示装置を搭載することにより、前記コンバイナーで前記映像を観察者眼にシースルーで投影表示する機能を備えた光学シースルーディスプレイ。
- [請求項9] 前記コンバイナーが観察者眼の前方に位置するように前記画像表示装置を支持する支持部材を備えた請求項8記載の光学シースルーディスプレイ。

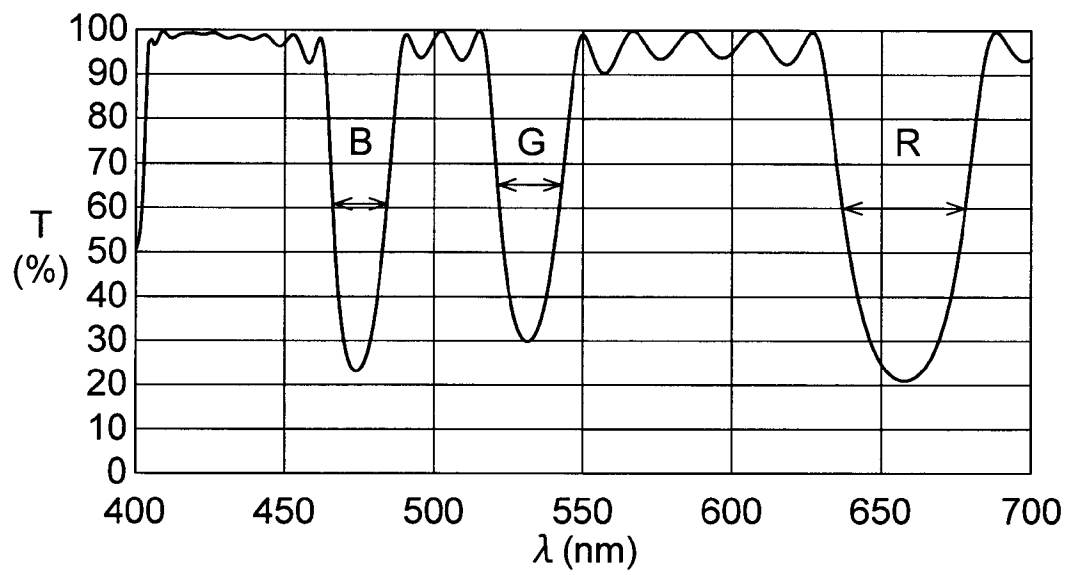
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/037793

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B27/02 (2006.01) i, G02B5/04 (2006.01) i, G02B5/08 (2006.01) i, G02B5/26 (2006.01) i, G02B5/28 (2006.01) i, G02B17/08 (2006.01) i, H04N5/64 (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)

Int.Cl. G02B27/02, G02B5/04, G02B5/08, G02B5/26, G02B5/28, G02B17/08, H04N5/64

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2016-180938 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 13 October 2016, paragraphs [0031]-[0039], [0050]-[0062], [0076]-[0081], fig. 2, 5-11 & US 2016/0282623 A1, paragraphs [0043]-[0051], [0062]-[0074], [0087]-[0094], fig. 2, 5-11	1-9
Y	JP 62-502150 A (HUGHES AIRCRAFT COMPANY) 20 August 1987, page 3, lower right column, line 15 to page 4, upper left column, line 22, page 12, upper right column, line 17 to page 12, lower left column, line 13 & US 4968117 A, column 1, line 49 to column 2, line 20, column 17, lines 39-68 & WO 1987/001211 A2	1-9



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
27.11.2018

Date of mailing of the international search report
11.12.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/037793

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 2006-3872 A (NIKON CORPORATION) 05 January 2006, paragraphs [0046], [0047], [0062]-[0081] & US 2007/0070859 A1, paragraphs [0123], [0124], [0147]-[0166] & WO 2005/111669 A1 & EP 1748305 A1 & CN 1957269 A	2-4
Y	JP 2013-127489 A (PANASONIC CORPORATION) 27 June 2013, paragraphs [0040], [0050]-[0060], fig. 7-9 & WO 2011/121949 A1	6-7
A	JP 8-307008 A (HEWLETT PACKARD CO.) 22 November 1996, entire text, all drawings & US 5729567 A & EP 740377 A1	1-9
A	US 5734359 A (B. V. OPTISCHE INDUSTRIE "DE OUDE DELFT") 31 March 1998, entire text, all drawings & WO 1996/001439 A1 & NL 9401109 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B27/02(2006.01)i, G02B5/04(2006.01)i, G02B5/08(2006.01)i, G02B5/26(2006.01)i,
G02B5/28(2006.01)i, G02B17/08(2006.01)i, H04N5/64(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. G02B27/02, G02B5/04, G02B5/08, G02B5/26, G02B5/28, G02B17/08, H04N5/64

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2016-180938 A (セイコーエプソン株式会社) 2016.10.13, [0031]-[0039], [0050]-[0062], [0076]-[0081], 図 2, 5-11 & US 2016/0282623 A1, [0043]-[0051], [0062]-[0074], [0087]-[0094], 図 2, 5-11	1-9
Y	JP 62-502150 A (ヒューズ・エアクラフト・カンパニー) 1987.08.20, 3 頁右下欄 15 行-4 頁左上欄 22 行, 12 頁右上欄 17 行-12 頁左下欄 13 行 & US 4968117 A, 1 欄 49 行-2 欄 20 行, 17 欄 39-68 行 & WO 1987/001211 A2	1-9

☑ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

27.11.2018

国際調査報告の発送日

11.12.2018

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)

右田 昌士

2 L

9513

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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 2006-3872 A (株式会社ニコン) 2006. 01. 05, [0046]-[0047], [0062]-[0081] & US 2007/0070859 A1, [0123]-[0124], [0147]-[0166] & WO 2005/111669 A1 & EP 1748305 A1 & CN 1957269 A	2 - 4
Y	JP 2013-127489 A (パナソニック株式会社) 2013. 06. 27, [0040], [0050]-[0060], 図 7-9 & WO 2011/121949 A1	6 - 7
A	JP 8-307008 A (ヒューレット・パッカー・カンパニー) 1996. 11. 22, 全文, 全図 & US 5729567 A & EP 740377 A1	1 - 9
A	US 5734359 A (B. V. OPTISCHE INDUSTRIE "DE OUDE DELFT") 1998. 03. 31, 全文, 全図 & WO 1996/001439 A1 & NL 9401109 A	1 - 9