

(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
2017年1月26日(26.01.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/014221 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/08 (2006.01) G02B 27/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/071171
- (22) 国際出願日: 2016年7月19日(19.07.2016)
- (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 2015-145080 2015年7月22日(22.07.2015) 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). 有限会社オプトセラミックス(OPTCERAMICS LIMITED) [JP/JP]; 〒6101123 京都府京都市西京区大原野上里南ノ町5 1 9番地の1 エルパーク西京大原野4 0 5号 Kyoto (JP). 泉陽光学株式会社(SENJO OPTICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5918025 大阪府堺市北区長曾根町3 0 2 6番地5 Osaka (JP). 三国製鏡株式会社(MIKUNI SEIKYO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5440022 大阪府大阪市生野区舍利寺一丁目5番2 6号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 藤井 雄一(FUJII Yuiti); 〒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). 大西 康司(ONISHI

Yasushi); 〒6101123 京都府京都市西京区大原野上里南ノ町5 1 9番地の1 エルパーク西京大原野4 0 5号 有限会社オプトセラミックス内 Kyoto (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).

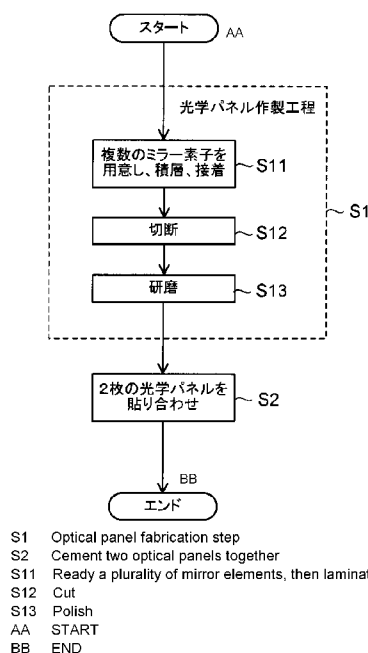
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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), ユーロパ(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),

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL PANEL, METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL PANEL, IN-AIR VIDEO DISPLAY DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING IN-AIR VIDEO DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 光学パネル、光学パネルの製造方法、空中映像表示デバイスおよび空中映像表示デバイスの製造方法



(57) Abstract: In the present invention, a method for manufacturing an optical panel has a lamination and bonding step. In the lamination and bonding step, a reflective film is formed on at least one of two facing surfaces of transparent substrates, and a plurality of mirror elements are used on the one surface among the two surfaces indicated above, a matrix of discrete spacers being formed in advance on said element. The plurality of mirror elements are laminated and bonded using an adhesive so that the spacers are positioned between the transparent substrates.

(57) 要約: 光学パネルの製造方法は、積層接着工程を有する。この積層接着工程では、透明基板の対向する2面のうちの少なくとも一方の面に反射膜が形成され、上記2面のうちの一方の面にスペーサが予めマトリクス状に離散的に形成されたミラー素子を複数用いる。そして、各透明基板の間に上記スペーサが位置するように、上記複数のミラー素子を積層して接着剤で接着する。

WO 2017/014221 A1

WO 2017/014221 A1



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：

光学パネル、光学パネルの製造方法、空中映像表示デバイスおよび空中映像表示デバイスの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、空中に映像を表示する空中映像表示デバイスに用いられる光学パネルと、その光学パネルの製造方法と、上記空中映像表示デバイスと、上記空中映像表示デバイスの製造方法とに関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、被観察物の実像（映像）を空中に表示する空中映像表示デバイスが種々提案されている。例えば特許文献1では、2枚の光学パネルを用いた空中映像表示デバイスが開示されている。各光学パネルは、片面に反射膜が形成された複数の透明基板を積層し接着して得られる積層体を、反射膜が形成された面（反射面）に垂直に、かつ、等間隔で切断することによって形成されている。各光学パネルの反射面が平面視で直交するように、各光学パネルを貼り合わせることで、上記空中映像表示デバイスが構成されている。このように2枚の光学パネルを貼り合わせた空中映像表示デバイスは、例えば特許文献2および3でも同様に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許5318242号公報（請求項1、段落〔0017〕～〔0022〕、図5等参照）

特許文献2：特許5085767号公報（請求項1、段落〔0035〕、〔0036〕、図4、図5等参照）

特許文献3：特許5437436号公報（請求項1、段落〔0035〕、〔0036〕、図4、図5等参照）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0004] ところで、各光学パネルにおいて、複数の透明基板の積層により、各透明基板の反射面は、積層方向に所定の間隔で並ぶ。このとき、積層方向に隣り合う反射面の角度ズレは、空中映像の歪みに直結するため、隣り合う反射面の平行度（配列精度）を良好に確保することが重要となる。例えば、厚さ0.5 mmの透明基板を100枚以上積層する場合、積層方向に隣り合う反射面の角度ズレは、0.025度以下に抑えることが必要である。
- [0005] また、反射面の平行度は、透明基板の厚さおよび接着剤の厚さ（接着厚み、接着ギャップ）で決まるため、これらを精度よく管理することも重要となる。例えば、数百枚の透明基板を積層する場合において、透明基板の厚さを均一とした場合、角度ズレを上記範囲に抑えるためには、接着厚みのばらつきは、透明基板の厚さ方向に垂直な方向に1 mmあたり、1.3 μ m以下とする必要がある。
- [0006] さらに、光学パネルを用いて構成される空中映像表示デバイスの光入射面および光出射面の面積の大小は、空中に結像する映像の大きさの大小と比例する。このため、空中映像表示デバイスの大判化は、大きな映像を空中に表示できる点で、付加価値が高い。しかし、一般的に、空中映像表示デバイスが大判になればなるほど、透明基板の積層枚数が多くなる。さらに透明基板の厚さおよび接着厚みを均一にすることは困難であり、各反射面の平行度を確保することが困難となる。
- [0007] この点、上述した特許文献1～3では、接着剤を用いて複数の透明基板を積層接着するにあたって、各反射面の平行度を良好に確保するための手法については全く開示がない。このため、高精細で大型の空中映像表示デバイスを実現することが困難となる。また、各反射面の平行度を確保するにあたって、複雑な方法を採用すると、光学パネルの生産性が低下する。したがって、簡単な方法で各反射面の平行度を良好に確保することが望まれる。
- [0008] 本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、反射膜を形成した複数の透明基板を積層接着した光学パネルを製造するにあ

たって、簡単な方法で各反射面の平行度を良好に確保することができ、これによって、光学パネルの生産性を向上させることができるとともに、高精細で大型の空中映像表示デバイスを実現することができる光学パネルの製造方法と、その光学パネルと、その光学パネルを備えた空中映像表示デバイスと、その空中映像表示デバイスの製造方法とを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明の一側面に係る光学パネルの製造方法は、透明基板の対向する2面のうちの少なくとも一方の面に反射膜が形成され、前記対向する2面のうちの一方の面側にスペーサが予めマトリクス状に離散的に形成されたミラー素子を複数用い、各透明基板の間に前記スペーサが位置するように、前記複数のミラー素子を積層して接着剤で接着する工程を有している。
- [0010] 本発明の他の側面に係る空中映像表示デバイスの製造方法は、上述した光学パネルの製造方法を含む、空中映像表示デバイスの製造方法であって、前記光学パネルの製造方法によって作製された2枚の光学パネルのうち、一方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面と、他方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面とが平面視で直交するように、前記2枚の光学パネルを貼り合わせる工程を有している。
- [0011] 本発明のさらに他の側面に係る光学パネルは、空中映像を表示する空中映像表示デバイスに用いられる光学パネルであって、透明基板の対向する2面のうちの少なくとも一方の面に反射膜が形成され、前記対向する2面のうちの一方の面側にスペーサが予めマトリクス状に離散的に形成されたミラー素子を複数備え、前記複数のミラー素子は、各透明基板の間に前記スペーサが位置するように積層されて、接着剤で接着されている。
- [0012] 本発明のさらに他の側面に係る空中映像表示デバイスは、上述した光学パネルを2枚備え、一方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面と、他方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面とが平面視で直交するように、前記2枚の光学パネルが貼り合わされている。

発明の効果

[0013] 透明基板と反射膜とスペーサとを予め一体的に形成したミラー素子を複数用い、これらのミラー素子を積層して接着剤で接着することにより、簡単な方法で、各反射面の平行度を良好に確保することができる。これにより、光学パネルの生産性を向上させることができるとともに、高精細で大型の空中映像表示デバイスを実現することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の実施の一形態に係る空中映像表示デバイスの側面図である。
- [図2]上記空中映像表示デバイスの概略の構成を模式的に示す斜視図である。
- [図3]上記空中映像表示デバイスを構成する2つの光学パネルのうち、一方の光学パネルに用いられる透明基板の斜視図である。
- [図4]上記2つの光学パネルのうち、他方の光学パネルに用いられる透明基板の斜視図である。
- [図5]2次元での実像の結像原理を示す説明図である。
- [図6]3次元空間での光線の反射を模式的に示す説明図である。
- [図7]3次元空間において、複数の光線が別々の反射面を介して1点に集光する様子を模式的に示す説明図である。
- [図8]上記空中映像表示デバイスの製造工程を示すフローチャートである。
- [図9]複数のミラー素子を積層して接着剤で接着した積層構造体の斜視図である。
- [図10]上記積層構造体を切断して得られる光学パネルの斜視図である。
- [図11A]上記ミラー素子の構成を示す平面図である。
- [図11B]図11AにおけるA-A'線矢視断面図である。
- [図12]上記ミラー素子の他の構成を示す断面図である。
- [図13]上記ミラー素子のさらに他の構成を示す断面図である。
- [図14]図11Aおよび図11Bで示したミラー素子を積層した積層構造体の断面図である。
- [図15]積層方向に並ぶ4つのミラー素子の各スペーサの配置位置を模式的に示す平面図である。

[図16]上記スペーサの他の配置例を示す平面図である。

[図17]上記スペーサを、透明基板の表面の窪み量または上記透明基板の厚さに応じた高さで形成したときのミラー素子の断面図である。

[図18]上記スペーサをインクジェット印刷によって形成する一例を模式的に示す説明図である。

[図19]ミラー素子の製造工程の一例を示す断面図である。

[図20]上記ミラー素子の製造工程の他の例を示す断面図である。

[図21]上記ミラー素子の製造工程のさらに他の例を示す断面図である。

[図22]複数のミラー素子を積層して接着する手法の一例を示す断面図である。

[図23]上記手法の他の例を示す断面図である。

[図24]複数のミラー素子を積層して配置した積層体の x y 面に沿った断面図である。

[図25]上記積層体を x 方向から見た側面図である。

[図26]上記光学パネルの製造方法の一例を具体的に示す説明図である。

[図27]上記光学パネルの製造方法の他の例を具体的に示すものであって、その一工程を示す説明図である。

[図28]上記一工程に続く工程を示す説明図である。

[図29]図28の工程で得られた複数のミラー素子を積層接着した積層構造体の断面図である。

[図30]上記積層構造体を切断して個々の光学パネルとする様子を模式的に示す断面図である。

[図31]上記光学パネルの製造方法の他の例を具体的に示すものであって、その一工程を示す説明図である。

[図32]上記一工程に続く工程を示す説明図である。

[図33]図32の工程で得られた複数のミラー素子を積層接着した積層構造体の断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明の実施の一形態について、図面に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、本明細書において、数値範囲を $a \sim b$ と表記した場合、その数値範囲に下限 a および上限 b の値は含まれるものとする。また、本発明は、以下の内容に限定されるものではない。

[0016] 〔空中映像表示デバイスについて〕

図 1 は、本実施形態の空中映像表示デバイス 1 の側面図である。空中映像表示デバイス 1 は、被対象物 O B からの光を反射させて、空中映像表示デバイス 1 に対して被対象物 O B とは反対側の空中に集めて、上記空中に被対象物 O B の実像 R（映像）を結像させるものである。なお、被対象物 O B は、2 次元の画像であってもよいし、3 次元の物体であってもよい。また、被対象物 O B からの光とは、被対象物 O B そのものが発光する光であってもよいし、被対象物 O B に光が当たったときに周囲に散乱される光（散乱光）であってもよい。

[0017] 図 2 は、空中映像表示デバイス 1 の概略の構成を模式的に示す斜視図である。空中映像表示デバイス 1 は、2 枚の光学パネル 20・30 を貼り合わせて構成されている。一方の光学パネル 20 は、光学パネル 20・30 の積層方向（例えば Z 方向）に垂直な面内で互いに垂直な 2 方向のうちの一方向（例えば X 方向）に、複数のミラー素子 21 を並べて接着剤で接着することによって形成されている。他方の光学パネル 30 は、上記 2 方向のうち他の方向（例えば Y 方向）に、複数のミラー素子 31 を並べて接着剤で接着することによって形成されている。

[0018] 図 3 は、1 つのミラー素子 21 の斜視図である。ミラー素子 21 は、直方体状の透明基板 21 a を有している。透明基板 21 a は、Y 方向に延びており、対向する 2 面（例えば Y Z 面に沿った 2 面）のうち一方の面に、反射膜 21 b が蒸着によって形成されている。なお、反射膜 21 b は、透明基板 21 a の対向する 2 面の両面に形成されていてもよい。

[0019] 図 4 は、1 つのミラー素子 31 の斜視図である。ミラー素子 31 は、直方体状の透明基板 31 a を有している。透明基板 31 a は、X 方向に延びてお

り、対向する2面（例えばZ X面に沿った2面）のうちの一方の面に、反射膜3 1 bが蒸着によって形成されている。なお、反射膜3 1 bは、透明基板3 1 aの対向する2面の両面に形成されていてもよい。

[0020] Y方向に延びる複数のミラー素子2 1をX方向に隣接して並べることにより、複数の反射膜2 1 bが、ミラー素子2 1のX方向の幅に応じた間隔でX方向に並んで位置する。同様に、X方向に延びる複数のミラー素子3 1をY方向に隣接して並べることにより、複数の反射膜3 1 bが、ミラー素子3 1のY方向の幅に応じた間隔でY方向に並んで位置する。このような複数のミラー素子2 1・3 1の配置により、各ミラー素子2 1の反射膜2 1 b（反射面）と各ミラー素子3 1の反射膜3 1 b（反射面）とは、平面視で（Z軸方向から見て）互いに直交する位置関係となる。

[0021] なお、本実施形態では、各ミラー素子2 1・3 1に、接着厚みを均一にするためのスペーサが一体的に形成されているが、この点については後述する。

[0022] 上記構成の空中映像表示デバイス1を用いることにより、空中に映像を結像させることができる。以下、その結像原理について説明する。

[0023] 図5は、2次元（Z X平面内）での実像の結像原理を示している。点光源Pから発せられた複数の光線は、Z軸に平行な反射面（反射膜2 1 b）でそれぞれ反射され、X軸に対して点光源Pとは反対側の位置P'（点光源PとX軸に対して対称な位置）に集光する。これにより、位置P'にて、点光源Pの実像が結像される。

[0024] 図6は、3次元空間（X Y Z座標系）での光線の反射を模式的に示している。3次元空間では、点光源Oから発せられた光線Aを、Z X平面内の光線a 1と、Y Z平面内の光線a 2とに分解し、図5に倣って、それぞれの光線a 1・a 2のZ X平面内またはY Z平面内での反射を考えることで、光線AのZ軸との交点を求めることができる。つまり、Z X平面内の光線a 1は、Y Z面に平行な反射面（反射膜2 1 b）で反射された後、Z軸に向かい、Y Z平面内の光線a 2は、Z X面に平行な反射面（反射膜3 1 b）で反射され

た後、Z軸に向かう。これらの光線 $a_1 \cdot a_2$ は、Z軸上の1点、つまり、点 O' で交わる。したがって、光線Aは、反射膜21bおよび反射膜31bにて計2回反射した後、Z軸上の点 O' に向かうことになる。

[0025] 図7は、3次元空間において、点光源Oから発せられた複数の光線が、別々の反射面を介して1点に集光する様子を模式的に示している。点光源Oから発せられた複数の光線は、図6と同様にして、YZ面に平行な反射面（反射膜21b）およびZX面に平行な反射面（反射膜31b）で反射され、Z軸上の同じ点 O' に集光する。これにより、点 O' にて、点光源Oの実像が結像される。

[0026] なお、実際には、各反射面の高さ方向（Z軸方向）における光線の入射位置のずれや、各反射面の配置精度などにより、集光状態にずれが生じるが、このずれは実像の観察において無視できるほど小さいものとする。また、光線の中には、各反射面で3回以上反射するような複雑な経路を辿る光線も存在するが、そのような光線も無視できるものとする。

[0027] [空中映像表示デバイスの製造方法について]

次に、上述した光学パネル20・30の製造方法を含む、空中映像表示デバイス1の製造方法について説明する。なお、以下では、光学パネル20・30を総称して、光学パネル40と記載する場合がある。

[0028] 図8は、空中映像表示デバイス1の製造工程を示すフローチャートである。空中映像表示デバイス1は、2枚の光学パネル20・30を製造する作製工程（S1）と、2枚の光学パネル20・30を貼り合わせる貼合工程（S2）とを有している。S2の貼合工程では、S1で作製した一方の光学パネル20の透明基板21aの反射面（反射膜21bが形成された面）と、他方の光学パネル30の透明基板31aの反射面（反射膜31bが形成された面）とが平面視で直交するように、2枚の光学パネル20・30を貼り合わせる（図2～図4参照）。

[0029] S1の作製工程は、さらに、積層接着工程（S11）と、切断工程（S12）と、研磨工程（S13）とを含む。

[0030] S 1 1 の積層接着工程では、光学パネル 4 0 の作製に必要な、後述のミラー素子 4 1（図 9 参照）を予め複数用意する。このとき、事前に製造したミラー素子 4 1 を用意してもよいし、その場でミラー素子 4 1 を製造して用意してもよい。そして、図 9 に示すように、予め用意した複数のミラー素子 4 1 を積層して接着剤 4 2 で接着し、積層構造体 4 0 a を得る。S 1 2 の切断工程では、図 1 0 に示すように、上記の積層構造体 4 0 a をワイヤーソーなどによって等間隔で切断する。なお、図 1 0 では、切断線を破線で示している。S 1 3 の研磨工程では、切断して得られる各構造体の切断面を研磨する。これにより、複数の光学パネル 4 0 が得られる。

[0031] なお、図 1 0 で示した光学パネル 4 0 の形状と一致する形状で、積層構造体 4 0 a を形成してもよい。この場合は、積層構造体 4 0 a を形成した時点で同時に光学パネル 4 0 が完成するため、上記の切断工程や研磨工程は不要となる。

[0032] （ミラー素子について）

以下、上記のミラー素子 4 1 について、まず説明する。図 1 1 A は、1 つのミラー素子 4 1 の平面図であり、図 1 1 B は、図 1 1 A における A - A' 線矢視断面図である。ミラー素子 4 1 は、透明基板 4 1 a と、反射膜 4 1 b と、スペーサ 4 1 c とが一体的に形成された構造体である。

[0033] 透明基板 4 1 a は、透明なガラスまたは樹脂からなる。透明基板 4 1 a の厚みは、解像力を考慮して通常、0. 1 mm から 1 mm とされる。例えば、透明基板 4 1 a をガラスで構成した場合、その厚さは 0. 5 mm 程度であり、透明基板 4 1 a を樹脂で構成した場合、その厚さは 0. 2 mm 程度である。

[0034] 反射膜 4 1 b は、アルミニウムのような単体の金属からなる単層膜や、金属や誘電体を含む多層膜で構成されており、入射光が全て反射するように膜厚が適切に制御されている。この反射膜 4 1 b は、透明基板 4 1 a の対向する 2 面のうちの少なくとも一方の面に形成されている。つまり、反射膜 4 1 b は、図 1 1 B のように、透明基板 4 1 a の両面に形成されていてもよいし

、図12および図13に示すように、透明基板41aの片面にのみ形成されていてもよい。反射膜41bをアルミニウムのスパッタ膜で形成した場合、その厚みは例えば100nm程度である。

[0035] スペース41cは、透明基板41aからその厚み方向に突出する突出部（突起部）であり、独立した島形状に形成されている。ここで言う「スペース」とは、突出高さを有する部分（形状、構造）を指し、スペースとスペースとの間の平坦な部分を含まない。スペース41cは、図10で示した接着剤42の厚み（接着厚み）を均一にしたり、透明基板41aの厚みと接着厚みとの和を均一にするために、透明基板41aの上記対向する2面のうちの一方の面側に予め離散的に形成されている。スペース41cは、図11Bおよび図13のように、透明基板41a上に反射膜41bを介して形成されていてもよいし、図12のように、透明基板41a上に直接形成されていてもよい。

[0036] スペース41cは、平面視でマトリクス状に配置されており、行方向の配列ピッチP1および列方向の配列ピッチP2は、例えば1mmに設定されている。また、全てのスペース41cについて、その高さTは、例えば $20\mu\text{m} \pm 1\mu\text{m}$ の範囲内に設定されている。このように、スペース41cは、透明基板41aに対して所定の位置に、予め決められた高さで形成されている。

[0037] （複数のミラー素子の積層接着について）

S11の積層接着工程では、例えば図11Aおよび図11Bで示したミラー素子41を複数用意し、図14に示すように、各透明基板41aの間にスペース41cが位置するように、複数のミラー素子41を積層して接着剤42で接着する。すなわち、積層接着工程は、複数のミラー素子41を予め用意する準備工程と、用意した複数のミラー素子41を積層して接着剤42で接着する接着工程とを含む。

[0038] 上記のように、透明基板41aと、反射膜41bと、スペース41cとが一体的に形成されたミラー素子41を予め複数用意し、各透明基板41aの

間にスペーサ41cが位置するように、複数のミラー素子41を積層して接着剤42で接着することにより、積層方向に隣り合う一方のミラー素子41のスペーサ41cを、他方のミラー素子41（透明基板41aまたは反射膜41b）に当接させて、全面を均一に押しながら、各ミラー素子41を接着することができる。この場合、接着剤42の厚みは、スペーサ41cの高さで規定されることになり、接着剤42の厚みのばらつきが生じにくくなる。また、透明基板41aの厚みにばらつきがあっても、スペーサ41cの高さを調節することにより、透明基板41aの厚さとスペーサ41cの高さ（接着剤42の厚み）との和を、基板厚さに垂直な方向で一定にすることも可能となる（詳細については後述する）。これにより、各透明基板41aの反射面（反射膜41bが形成された面）の平行度を良好に確保することができる。例えば、各反射面の角度ズレを0.025度以下に抑えることができる。しかも、スペーサ41cを一体化したミラー素子41を複数用いてこれらを積層するという簡単な方法で、各反射面の平行度を確保できるという上記の効果が容易に得られる。その結果、光学パネル40の生産性を向上させることができる。つまり、本実施形態の製法によれば、各反射面の配置精度と生産性とを両立させることができる。

[0039] また、空中映像表示デバイス1を大型化すべく、大型の光学パネル40を製造する場合でも、上記したスペーサ構造を採用することによって、透明基板41aおよび接着剤42の厚みのばらつきを低減して、各反射面の平行度を確保することができる。したがって、光学パネル40ひいては空中映像表示装置1の大型化が可能となる。しかも、各反射面の平行度の確保によって高精細な映像（歪みを低減した映像）を空中に表示することも可能となり、大型で高精細な映像を表示する空中映像表示デバイス1を実現することが可能となる。

[0040] また、積層方向に隣り合う一方のミラー素子41のスペーサ41cは、他方のミラー素子41と当接しているため、接着剤42の厚みを、スペーサ41cによって一定に保つことができる。これにより、各透明基板41aの厚

さが一定の場合には、各透明基板 4 1 a の反射面の平行度を確実に良好に確保することができる。

[0041] (スペーサのマトリクス配置について)

上述のように、スペーサ 4 1 c が平面視でマトリクス状に配置されていることにより、各透明基板 4 1 a の間に接着剤 4 2 を充填する際に、隣り合うスペーサ 4 1 c ・ 4 1 c の間を接着剤 4 2 が均一に広がる。また、隣り合うスペーサ 4 1 c ・ 4 1 c の間では、接着剤 4 2 が透明基板 4 1 a または反射膜 4 1 b と直接接触する。したがって、スペーサ 4 1 c のマトリクス配置は、接着剤 4 2 の流路と接着面積とを確保するのに適している。

[0042] スペーサ 4 1 c のマトリクス配置において、積層方向に隣り合う一方のミラー素子 4 1 のスペーサ 4 1 c は、他方のミラー素子 4 1 のスペーサ 4 1 c に対して、積層方向と垂直な方向にずれて位置していることが望ましい。図 1 5 は、積層方向に並ぶ 4 つのミラー素子 4 1 の各スペーサ 4 1 c の配置位置を示したものである。ここで、積層方向の一方の側から 1 枚目（1 層目）、2 枚目（2 層目）、3 枚目（3 層目）、4 枚目（4 層目）のミラー素子 4 1 の各スペーサ 4 1 c を、それぞれ、スペーサ 4 1 c₁、4 1 c₂、4 1 c₃、4 1 c₄とする。スペーサ 4 1 c₂は、スペーサ 4 1 c₁に対して行方向に半ピッチ（例えば 0.5 mm）ずれて配置されており、スペーサ 4 1 c₃は、スペーサ 4 1 c₂に対して列方向に半ピッチ（例えば 0.5 mm）ずれて配置されており、スペーサ 4 1 c₄は、スペーサ 4 1 c₃に対して行方向に半ピッチ（例えば 0.5 mm）ずれ、かつ、スペーサ 4 1 c₁に対して列方向に半ピッチ（例えば 0.5 mm）ずれて配置されている。

[0043] スペーサ 4 1 c（4 1 c₁～4 1 c₄）が平面視で（積層方向から見て）同じ位置に配置されていると、スペーサ 4 1 c が存在しない位置、つまり、接着剤 4 2 が充填される位置も平面視で同じ位置となる。この場合、各透明基板 4 1 a において、接着剤 4 2 の硬化収縮の影響を受ける領域が積層方向に揃うため、その影響によって各透明基板 4 1 a に凹凸が生じやすくなる。しかし、上記のように積層方向に隣り合う一方のミラー素子 4 1 のスペーサ 4 1

cを、他方のミラー素子41のスペーサ41cに対して、積層方向と垂直な方向（上記の行方向および列方向に対応）にずらして配置することにより、各透明基板41aにおいて、接着剤42の硬化収縮の影響を、積層方向と垂直な方向に分散させることができる。これにより、接着剤42の硬化収縮の影響によって各透明基板41aに凹凸が生じるのを低減することができ、各透明基板41aの反射面の平行度を確実に確保することが可能となる。

[0044] （スペーサの他の配置例について）

図16は、スペーサ41cの他の配置例を示している。スペーサ41cは、透明基板41aの一方の面側に千鳥状に配置されていてもよい。千鳥状の配置とは、隣接する行同士で、スペーサ41cが列方向に半ピッチずれて配置されたり、隣接する列同士で、スペーサ41cが行方向に半ピッチずれて配置される形態を指す。なお、スペーサ41cが千鳥状に配置される場合でも、ミラー素子41を平面視で45度回転させると、スペーサ41cはマトリックス状の配置になっていることがわかる。つまり、千鳥状の配置もマトリックス状の配置の一種である。この場合でも、接着剤42の流路と接着面積とを確保することができる。また、千鳥配置の場合でも、積層方向に隣り合う一方のミラー素子41のスペーサ41cを、他方のミラー素子41のスペーサ41cに対して、積層方向と垂直な方向にずらして配置して、接着剤42の硬化収縮に起因する各透明基板41aの凹凸を低減するようにしてもよい。その他、スペーサ41cの配置は、ランダムな配置であってもよい。

[0045] （スペーサによる反射膜の保護について）

図11Bおよび図13のように、スペーサ41cが反射膜41b上に形成されている場合、ミラー素子41の輸送時や積層作業時に、反射膜41bに他の部材が直接接触しにくくなる（他の部材が先にスペーサ41cに接触するため）。したがって、スペーサ41cが反射膜41b上に形成される構成は、スペーサ41cが透明基板41a上に直接形成される構成（図12参照）に比べて、反射膜41bが損傷しにくくなる点で有利である。

[0046] （スペーサを構成する樹脂等について）

スペーサ４１ｃは、エネルギー硬化性樹脂、顔料系の樹脂（樹脂、顔料、溶剤を含むもの）、室温での化学反応によって硬化する樹脂（例えばエポキシ系樹脂）などで形成可能であるが、特にエネルギー硬化性樹脂で形成されていることが望ましい。エネルギー硬化性樹脂は、熱硬化性樹脂や光硬化性樹脂など、外部から熱や光などのエネルギーを与えることによって硬化する樹脂である。エネルギー硬化性樹脂は、硬化時に体積変化がほとんどなく、化学的に安定しているため、所定の位置に所定の高さでスペーサ４１ｃを効率よく形成することができ、スペーサ形成用の樹脂として好適である。

[0047] スペーサ４１ｃおよび接着剤４２は、透明であり、かつ、透明基板４１ａと屈折率が略同じであることが望ましい。この場合、スペーサ４１ｃ、接着剤４２、透明基板４１ａのいずれか２者の界面での光の散乱や迷光の反射を低減することができ、散乱光や迷光による空中映像の劣化を防止することができる。例えば、透明基板４１ａとして、屈折率１．５２～１．５３のガラスを用いる場合、スペーサ４１ｃとして、屈折率１．５３の透明な紫外線（ＵＶ）硬化性樹脂を用い、接着剤４２として、屈折率１．５２８の透明なエポキシ系接着剤を用いることにより、上記の効果を得ることができる。なお、透明基板４１ａ、スペーサ４１ｃ、接着剤４２の間での屈折率差は、±０．０１の範囲内であることが望ましい。

[0048] また、スペーサ４１ｃの素材（材質）は液体状であり、スペーサ４１ｃの形状は、積層方向から見て円形であることが望ましい。つまり、スペーサ４１ｃは、硬化前の状態で流動性を有する材料で構成されて、平面視で円形であることが望ましい。上記流動性を有する材料としては、上述したエネルギー硬化性樹脂や顔料系の樹脂のほか、後述するインクなどを用いることができる。スペーサが平面視で角のある形状であったり、線状のスペーサである場合、スペーサとなる液滴が基板に付着された後、硬化するまでの間に、表面張力等の影響で液滴の形状が変化する。このとき、スペーサに角があると、形状のばらつきが大きくなる。また、スペーサが線状であると、一平面内の液量や基板との接触面積が大きくなる分、形状誤差が増える。これに対し

て、スペーサ 4 1 c の形状が円形であると、高さおよび形状が揃ったスペーサが得られやすくなる。

[0049] (インクジェット印刷について)

上記したスペーサ 4 1 c は、インクジェット印刷によって形成されていることが望ましい。インクジェット印刷では、インク滴を所望の位置に精度よく着弾させることができ、また、同じ位置に着弾させるインク滴の数を制御することによって、着弾したインクの高さを調整することが容易である。このため、インクジェット印刷によってスペーサ 4 1 c を形成することにより、スペーサ 4 1 c を所定の位置に所定の高さで高精度に、かつ、効率よく形成することができる。

[0050] なお、インクジェット印刷に用いるインクとしては、上述したスペーサ 4 1 c を形成する材料を含むインクを用いることができる。このうち、スペーサ 4 1 c を高く形成する場合は、揮発成分を含まないインク（例えばエネルギー硬化性樹脂からなるインク）が適しており、スペーサ 4 1 c を低く形成する場合は、揮発成分を含むインク（例えば顔料系インク）が適している。顔料系インクを用いた場合、インクを着弾後に乾燥させることにより、インクに含まれる溶剤が揮発する分、インクの高さが乾燥前に比べて低くなる。また、スペーサ（インク）の高さを揃えるためには、スペーサを形成したときに、隣り合うスペーサ同士をつなげたりせずに、各スペーサを独立したドットとして形成するのが望ましい。

[0051] インクジェット印刷でスペーサ 4 1 c を形成する場合、スペーサ 4 1 c は、透明基板 4 1 a の表面の窪み量または透明基板 4 1 a の厚さに応じた高さで形成されていることが望ましい。なお、上記窪み量および上記厚さは、インクを吐出する直前の測定によって得られるものであってもよいし、予め取得された値（例えば透明基板 4 1 a の製造時に測定された値）であってもよい。

[0052] 上記のようにスペーサ 4 1 c を形成することにより、透明基板 4 1 a の表面の窪み量や厚さのばらつきを、スペーサ 4 1 c で補正することができる。

具体的には、図 17 に示すように、1つの透明基板 41a において表面の窪み量（図中Cで示す量）や厚さ（図中Dで示す量）にばらつきがあっても、透明基板 41a の厚さとスペーサ 41c の高さとの和Wを、透明基板 41a の厚み方向に垂直な方向に略一定にすることができる。また、複数の透明基板 41a 間で表面の窪み量や厚さがばらついている場合でも、透明基板 41a の厚みとスペーサ 41c の高さとの和を、複数のミラー素子 41 間で略一定にすることができる。なお、図 17 では、便宜的に、透明基板 41a の表裏に形成された反射膜 41b の図示を省略している。

[0053] このように、透明基板 41a の表面の窪み量や厚さのばらつきを、スペーサ 41c で補正することができるので、各透明基板 41a の反射面の平行度を確実に良好にすることができる。その結果、光学パネル 40 を用いて構成される空中映像表示デバイス 1 において、歪みの小さい高品質の映像を空中に表示させることができる。

[0054] 図 18 は、スペーサ 41c をインクジェット印刷によって形成する一例を模式的に示している。まず、インクジェットヘッド 51 によるインクの吐出前に、透明基板 41a の表面の窪み量を、変位計 52 を用いて測定する。変位計 52 は、例えば、透明基板 41a の表面までの距離を測定する測距センサで構成される。測定開始位置（例えば基板端部）での変位計－透明基板間の距離を基準とし、この距離と、基板厚み方向に垂直な方向の各位置で測定した変位計－透明基板間の距離との差を求めることにより、各測定位置ごとに透明基板 41a の表面の窪み量を求めることができる。なお、インク吐出前に透明基板 41a の表面の窪み量が予めわかっている場合には、変位計 52 による測定は不要である（変位計 52 は設置されていなくてもよい）。また、上記窪み量を測定する代わりに、透明基板 41a の各位置ごとに厚さを測定するようにしてもよい。

[0055] 次に、透明基板 41a の表面の窪み量に応じた高さでスペーサ 41c が形成されるように、インクジェットヘッド 51 からインク（例えばUV硬化性樹脂）を透明基板 41a 上の所定位置に吐出させる。なお、同一位置でのイ

ンク滴の吐出回数は、スぺーサ41cが所望の高さで形成される回数であればよく、1回であってもよいし、複数回であってもよい。そして、インク吐出後は、UV光源53からのUV照射によってインクを硬化させる。これによって、スぺーサ41cが所定の位置に所望の高さで形成される。

[0056] インクジェット印刷において、スぺーサ41cは、1滴のインクの吐出によって形成されていることが望ましい（同一位置での吐出回数は1回であることが望ましい）。これは、スぺーサ41cを複数回のインク吐出によって形成すると、吐出ずれ（印刷位置ずれ）が生じたときに高さにばらつきが生じるおそれがあるためである。つまり、スぺーサ41cが1滴のインクの吐出によって形成されることにより、高さ精度に優れたスぺーサ41cを形成することができる。

[0057] なお、インクジェットヘッド51では、例えば、圧電体（圧電薄膜でもよい）を挟む上部電極および下部電極に電位差（駆動信号）を与えて圧電体を伸縮させ、圧力室内のインクに圧力を付与することによってインク吐出を行う。この構成では、上記駆動信号の駆動波形（駆動電圧、電圧印加時間など）を調整することにより、1回のインク吐出量を変えることができる。したがって、上記駆動波形を調整することにより、1滴のインク吐出によって形成されるスぺーサ41cの高さを調整することができる。

[0058] （スぺーサの他の形成方法等について）

スぺーサ41cは、スクリーン印刷によって形成されていてもよい。スクリーン印刷を用いる場合でも、スぺーサ41cを所定の位置に所定の高さで高精度に、かつ、効率よく形成することができる。

[0059] また、スぺーサ41cは、黒色であってもよい。例えばスぺーサ41cを構成する樹脂に、黒色顔料やカーボンブラックを含有させることにより、黒色のスぺーサ41cを実現することができる。スぺーサ41cが黒色であると、スぺーサ41cに入射する光がそこで吸収されるため、スぺーサ41cの表面での光の散乱や迷光の反射が生じない。したがって、散乱光や迷光に起因する空中映像の劣化を低減することができる。

[0060] また、スペーサ41cは、透明基板41aと同一材料で形成されていてもよい。例えば、スペーサ41cおよび透明基板41aは、両方ともガラスで形成されていてもよく、樹脂で形成されていてもよい。この場合、透明基板41aに対して型を押し当ててスペーサ41cを形成したり、射出成形によってスペーサ41cと透明基板41aとを一体的に形成したり、透明基板41aの表面をエッチングしてスペーサ41cを形成するなど、種々の方法でスペーサ41cを形成することが可能となる。

[0061] 図19は、ミラー素子41の製造工程の一例を示す断面図である。スペーサ41cおよび透明基板41aが両方ともガラスで形成されたり、両方とも樹脂で形成される場合、スペーサ41cは、スペーサ41cの形状を反転したネガ型54を、（硬化前の）透明基板41aに押し当て、上記形状を透明基板41aに転写することによって透明基板41aと一体的に形成されてもよい。この場合、透明基板41aの所定位置に、高さ精度に優れたスペーサ41cを形成することができる。また、スペーサ41cおよび透明基板41aが両方とも樹脂で形成される場合は、これらを射出成形によって一体的に形成してもよく、この場合でも、上記と同様の効果を得ることができる。スペーサ41cの形成後は、例えば透明基板41aの裏面（スペーサ41cの形成側とは反対側の面）に反射膜41bを形成することで、ミラー素子41が完成する。

[0062] 図20は、ミラー素子41の製造工程の他の例を示す断面図である。透明基板41aは、ガラスからなり、スペーサ41cは、透明基板41aをエッチングすることによって形成されていてもよい。例えば、透明基板41a上に、レジストやフィルムからなるマスク55を形成し、透明基板41aにおいてマスクされていない部分をエッチングで掘り下げることにより、エッチングされていない部分がスペーサ41cとして残る。したがって、この場合でも、透明基板41aの所定位置にスペーサ41cを形成できるとともに、エッチング量を管理することによって、高さ精度に優れたスペーサ41cを形成することができる。また、この方法では、反射面の平行度が、元の透明

基板 4 1 a の厚さ精度のみで決まるため、透明基板 4 1 a の厚さを精度よく管理することで、反射面の平行度を確保することができる。

[0063] 図 2 1 は、ミラー素子 4 1 の製造工程のさらに他の例を示す断面図である。スペーサ 4 1 c は、例えばガラスからなる透明基板 4 1 a 上にエネルギー硬化性樹脂 5 6 a を塗布し、スペーサ 4 1 c の形状を反転したネガ型 5 7 を押し当てた状態でエネルギー硬化性樹脂 5 6 a を硬化させて硬化膜 5 6 を形成し、離型することによって形成されていてもよい。この場合、硬化膜 5 6 において突出高さを有する部分がスペーサ 4 1 c となる。このように、透明基板 4 1 a とスペーサ 4 1 c とで材質が異なる場合でも、その透明基板 4 1 a 上の所定位置に、スペーサ 4 1 c を高さ精度よく形成することができる。

[0064] スペーサ 4 1 c の高さは、 $1\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ であることが望ましい。スペーサ 4 1 c の高さが $1\ \mu\text{m}$ 以上であることにより、接着剤 4 2 の厚さを $1\ \mu\text{m}$ 以上確保することができる。これにより、積層方向に並ぶ透明基板 4 1 a ・ 4 1 a 間で接着剤 4 2 を十分に行き渡らせることができ、接着強度を十分に確保することができる。また、複数のミラー素子 4 1 c の積層時に、スペーサ 4 1 c を透明基板 4 1 a に確実に当接させて、各反射面の平行度を確実に確保することができる。一方、スペーサ 4 1 c の高さが $100\ \mu\text{m}$ 以下であることにより、接着剤 4 2 の充填時に泡を巻き込みにくくなり、接着剤 4 2 における光の散乱も生じにくくなる。また、接着剤 4 2 の硬化収縮による透明基板 4 1 a の歪みや反りも生じにくくなり、各反射面の平行度の確保に寄与できる。

[0065] なお、図 1 1 A および図 1 1 B において、スペーサ 4 1 c の直径を L (μm)、高さを T (μm) としたとき、直径 L は $1 \sim 1000\ \mu\text{m}$ であることが望ましく、アスペクト比 (T/L) は、 $1 \sim 1/300$ であることが望ましい。また、スペーサ 4 1 c の総面積は、透明基板 4 1 a における反射面（反射膜 4 1 b が形成される面）の面積の 10% 以下であることが望ましい。なお、スペーサ 4 1 c の総面積は、 $\pi (L/2)^2 \times$ (1 個のミラー素子に含まれるスペーサ数) で表される。

[0066] (積層接着の手法について)

図22は、複数のミラー素子41を積層して接着する手法の一例を示している。この工程では、(1)ミラー素子41上に接着剤42を塗布する工程と、(2)上記のミラー素子41上に他のミラー素子41を、上記の接着剤42を介して積層する工程と、を繰り返してもよい。つまり、ミラー素子41上に接着剤42を供給し、ミラー素子41(透明基板41a)を順次積層して接着してもよい。

[0067] このようにすることで、積層方向に隣り合う一方のミラー素子41のスペーサ41cを他方のミラー素子41に当接させて、各ミラー素子41を積層し、接着することができる。この場合、接着剤42の厚みを、スペーサ41cの高さによって規定することができ、接着剤42の厚みのばらつきの少ない積層構造体40aを得ることができる。

[0068] また、図23は、積層接着の手法の他の例を示しており、図24のB-B'線矢視断面図に相当している。複数のミラー素子41を積層して接着する工程では、複数のミラー素子41を積層配置し、積層方向に隣り合う透明基板41aの全ての隙間に接着剤42を同時に注入して接着してもよい。

[0069] 例えば、複数のミラー素子41の積層方向をz方向とし、z方向に垂直な面内で互いに垂直な2方向をx方向およびy方向とする。なお、x y zの各方向は、図2等で示したX Y Zの各方向とは異なるものとする。図24および図25に示すように、各透明基板41aの間にスペーサ41cが位置するように複数のミラー素子41を積層配置した積層体40bにおいて、x方向において対向する2面に、各面を覆うように粘着性フィルム40cを貼り付ける。これにより、積層体40bの各透明基板41a・41a間の隙間は、y方向以外において封止されることになる。そして、図23に示すように、この積層体40bのy方向の一端側を、パッキン61を介して吸込ノズル62に固定し、他端側が、容器63に入れた接着剤42につかるように、積層体40bを配置する。

[0070] この状態で、吸込ノズル62と接続された真空ポンプ(図示せず)により

、吸引（排気）を開始すると、各透明基板 4 1 a ・ 4 1 a 間において、y 方向に圧力差が生じ、容器 6 3 内の接着剤 4 2 が吸込ノズル 6 2 側に移動し（吸い上げられ）、隣り合う透明基板 4 1 a の全ての隙間に接着剤 4 2 が同時に注入される。注入後に（例えば加熱によって）接着剤 4 2 を硬化させることにより、積層構造体 4 0 a が得られる。

[0071] なお、接着剤 4 2 の粘度は、1 0 0 0 m P a ・ s 以下であることが好ましく、2 0 0 m P a ・ s 以下であることがより好ましい。これにより、積層体 4 0 b の各透明基板 4 1 a ・ 4 1 a 間の隙間に円滑に接着剤 4 2 を充填することができる。

[0072] また、真空ポンプによる吸引時に、隙間内の真空度が 0 . 0 5 M P a 以下であることが好ましく、0 . 0 1 M P a であることがより好ましい。これにより、各透明基板 4 1 a ・ 4 1 a 間の隙間に接着剤 4 2 を一層円滑に充填することができる。

[0073] このように、差圧によって接着剤 4 2 を注入し、複数のミラー素子 4 1 を接着することによっても、積層方向に隣り合う一方のミラー素子 4 1 のスペーサ 4 1 c を他方のミラー素子 4 1 に当接させた状態で、各ミラー素子 4 1 を接着することができる。したがって、接着剤 4 2 の厚みを、スペーサ 4 1 c の高さによって規定することができ、接着剤 4 2 の厚みのばらつきの少ない積層構造体 4 0 a を得ることができる。

[0074] （接着剤について）

上述した各ミラー素子 4 1 の接着に用いる接着剤 4 2 は、エポキシ系の接着剤であってもよい。例えばエポキシ系樹脂からなる主剤と、硬化剤とを混ぜて使用する 2 液混合型のエポキシ系の接着剤は、硬化収縮が小さいため、透明基板 4 1 a の歪みが小さく、反射面の平行度を確保しやすい点で有利である。また、上記接着剤の硬化後の硬度が高いため（硬いため）、その後の基板や構造体の切断等の加工がしやすいといった利点もある。

[0075] 接着剤 4 2 は、熱硬化性の接着剤であってもよい。熱硬化性の接着剤は、反射膜 4 1 b を備えた透明基板 4 1 a を、1 ~ 1 0 0 μ m の接着厚で精度よ

く積層接着するために好適である。

[0076] また、接着剤42は、嫌気性の接着剤であってもよい。嫌気性の接着剤とは、空気（酸素）の遮断によってはじめて硬化する接着剤のことである。このように、接着剤42として、嫌気性の接着剤を用いても、反射膜41bを備えた透明基板41aを、1～100 μ mの接着厚で精度よく積層接着することができる。

[0077] 嫌気性の接着剤42を用いる場合、反射膜41bの最表層は、金属であることが望ましい。例えば、反射膜41bは、単層膜の場合はアルミニウムなどの金属であればよく、多層膜の場合は、その最表層がアルミニウムなどの金属であればよい。嫌気性の接着剤42は、空気を遮断するとともに金属と反応して硬化するため、反射膜41bの最表層が金属であれば、嫌気性の接着剤42を使用して、反射膜41b付きの透明基板41aを積層接着することができる。

[0078] 接着剤の硬化時間は24時間以上であることが好ましい。硬化時間の長い接着剤を用いることで、硬化収縮による歪みが小さくなり、精度の高い接着ができる。なお、ここでの接着剤の硬化時間は、23℃においてシングルオーバーラップの引張せん断接着強度（接着面：12.5mm×25mm）が10N/mm²以上に達する時間である。

[0079] なお、基材の両面に粘着層を有する粘着（接着）テープを用い、上記粘着層を接着剤42として活用してもよい。また、接着剤42として、光硬化性の接着剤（例えばUV接着剤）を用いてもよい。

[0080] （切断工程、研磨工程について）

積層構造体40aが、平板状の透明基板41aを有するミラー素子41を積層して接着されたものである場合、本実施形態の光学パネル40の製造方法は、切断工程を有してもよい。切断工程では、積層構造体40aを、反射膜41bが形成された面に垂直に切断する（図30参照）。このような切断工程により、1つの積層構造体40aから、複数の光学パネル40が得られるため、光学パネル40の生産性を確実に向上させることができる。切断後

は、切断面が粗れているため、研磨しておくことが望ましい（研磨工程）。

[0081] 〔製造方法の具体例について〕

次に、本実施形態の光学パネル４０の製造方法の具体例について説明する。

[0082] （具体例１）

まず、ミラー素子４１を作製する。すなわち、図２６に示すように、溶融させた材料を基板に成形し、切断して、透明基板４１ａを得る。ガラス材料の場合は、フュージョン法を用いることにより、また、樹脂材料の場合は、押出し成形により、透明基板４１ａを作製できる。続いて、透明基板４１ａの両面に金属材料（例えばアルミニウム）をスパッタ成膜し、反射膜４１ｂを形成する。その後、インクジェットヘッド５１により、ＵＶインクを反射膜４１ｂ上に吐出し、ＵＶ光源５３により、ＵＶ光を照射して硬化させ、スペーサ４１ｃを形成する。このとき、スペーサ４１ｃは、透明基板４１ａの厚さばらつきを補正できる高さで形成される。これにより、透明基板４１ａ、反射膜４１ｂ、スペーサ４１ｃを一体化したミラー素子４１が得られる。この工程を繰り返すことにより、複数のミラー素子４１を作製する。

[0083] 次に、図２２で示したように、ミラー素子４１に接着剤４２を塗布して他のミラー素子４１を積層接着し、この工程を繰り返して積層構造体４０ａを得る。これにより、各ミラー素子４１ｃの反射膜４１ｂは、積層方向において周期的に現れる（積層方向に所定間隔で並列に並ぶ）。その後、積層構造体４０ａを反射面（反射膜４１ｂ）に垂直な面で等間隔に切断する。切断後は、切断面を研磨して光学パネル４０（図１０参照）を得る。

[0084] 最後に、２枚の光学パネル４０を貼り合わせて、空中映像表示デバイスを得る。このとき、一方の光学パネル４０の透明基板４１ａにおける反射膜４１ｂが形成された面と、他方の光学パネル４０の透明基板４１ａにおける反射膜４１ｂが形成された面とが平面視で直交するように、２枚の光学パネル４０を貼り合わせる。一方の光学パネル４０は、図２の光学パネル２０に対応し、その光学パネル４０の反射膜４１ｂは、図３の反射膜２１ｂに対応す

る。また、他方の光学パネル40は、図2の光学パネル30に対応し、その光学パネル40の反射膜41bは、図4の反射膜31bに対応する。このため、上記のようにして2枚の光学パネル40を貼り合わせるにより、図1および図2で示した空中映像表示デバイス1を得ることができる。

[0085] 具体例1に沿って、実際に、以下のようにして空中映像表示デバイスを作製した。すなわち、透明基板41aとして、縦250mm、横400mm、厚さ0.5mmのガラス基板を用い、その両面にアルミコート（厚さ100nm）によって反射膜41bを形成し、上記透明基板41aの一方の面側に、UVインクを用いて直径0.1mm、高さ20 μ m $\pm$ 1 μ mのドット（スペーサ41c）を縦横1mmピッチで印刷し、ミラー素子41を作製した。このとき、ドットの位置を基板面内で縦方向および横方向に0.5mmずつずらしたものの4種類を準備した。つまり、ドットの縦方向のずらし量をM（mm）とし、横方向のずらし量をN（mm）としたとき、ドットのずらし量（M, N）は、（0, 0）、（0.5, 0）、（0.5, 0.5）、（0, 0.5）の4通りである。このような4通りのずらし量でドットを形成したミラー素子41を、合計500枚準備した。

[0086] 次に、2液混合型のエポキシ系の接着剤42を用い、各ミラー素子41を、ずらし量（M, N）が、（0, 0）、（0.5, 0）、（0.5, 0.5）、（0, 0.5）の順番となるように、接着剤42を介して積層し、接着剤42を硬化させた。これにより、接着厚みが20 μ m $\pm$ 1 μ mに均一にそろった積層構造体40aを得ることができた。

[0087] その後、得られた積層構造体40aをワイヤスライサーで幅2mmに切断した後、幅1.5mmまで研磨加工を行った。これにより、接着厚みが20 μ m $\pm$ 1 μ mに均一にそろった光学パネル40を得ることができた。

[0088] そして、得られた光学パネル40を2枚用い、各光学パネル40の反射面が互いに直交するように2枚の光学パネル40を貼り合わせた。その結果、結像品質に優れた空中映像表示デバイス1を得ることができた。

[0089] （具体例2）

まず、複数のミラー素子 4 1 を以下のようにして作製する。図 2 7 に示すように、ロール状に巻かれた透明な P E T（ポリエチレンテレフタレート）フィルムを用意し、これを透明基板 4 1 a として用いる。そして、ロールから繰り出された P E T フィルムの一方の面側に、アルミニウムをスパッタ成膜し、透明基板 4 1 a 上に反射膜 4 1 b を成膜する。反射膜 4 1 b が成膜された P E T フィルムは、ロール状に巻き取ってもよいし、巻き取らずにそのまま次工程に導入してもよい。

[0090] 次に、図 2 8 に示すように、透明基板 4 1 a の反射膜 4 1 b 上に、インクジェットヘッド 5 1 を用いたインクジェット印刷によってスペーサ 4 1 c を形成する。一方、透明基板 4 1 a の裏面、つまり、反射膜 4 1 b の形成側とは反対側の面に、コーター 5 9 a により、嫌気性の接着剤 4 2 を塗布し、その後、所定の長さごとに透明基板 4 1 a を切断する。これにより、接着剤 4 2 付きのミラー素子 4 1 が複数得られる。

[0091] 続いて、図 2 9 に示すように、複数のミラー素子 4 1 を、各透明基板 4 1 a の間にスペーサ 4 1 c が位置するように接着剤 4 2 を介して積層する。嫌気性の接着剤 4 2 が、金属からなる反射膜 4 1 b と接触することにより、積層と同時に接着剤 4 2 の硬化が始まり、強固な接着が行える。なお、接着剤 4 2 の周囲の空間を減圧するようにしてもよい。このような減圧により、接着剤 4 2 が硬化しにくい場合でも、接着剤全体を均一に硬化させることができる。このようにして、積層構造体 4 0 a が得られる。

[0092] その後、図 3 0 に示すように、積層構造体 4 0 a を、反射膜 4 1 b が形成された面に垂直に（図中の破線に沿って）切断する。これにより、複数の光学パネル 4 0 が得られる。最後に、具体例 1 と同様にして、2 枚の光学パネル 4 0 を貼り合わせるにより、空中映像表示デバイス 1 が得られる。

[0093] 具体例 2 に沿って、実際に、以下のようにして空中映像表示デバイスを作製した。すなわち、透明基板 4 1 a として、厚さ 0. 2 mm、幅 2 5 0 mm の透明 P E T フィルムを準備し、ロールから順次フィルムを送り出して、その片面にアルミニウムをスパッタし、厚さ 1 0 0 nm の反射膜 4 1 b を成膜

した。そして、反射膜41b上に、インクジェット印刷によって高さ10 μ mのスペーサ41cを形成した。続いて、透明基材41aの反射膜41bを形成した面とは反対側に、嫌気性接着剤（東亜合成株式会社製 アロンタイトUL）を10 μ mの厚さで塗布し、長さ400mmごとに切断した。これにより、縦250mm、横400mm、厚さ0.2mmの透明基板41aの片面に、反射膜41bとスペーサ41cとを形成し、もう片面に接着剤42を塗布した、接着剤付きのミラー素子41を得ることができた。

[0094] そして、得られたミラー素子41を順次積層した。この積層により、接着剤42が反射膜41bとの接触によって硬化し、積層構造体40aが得られた。その後、得られた積層構造体40aを、具体例1と同様にして切断し、研磨することにより、光学パネル40を得ることができた。

[0095] 得られた光学パネル40を2枚用い、各光学パネル40の反射面が互いに直交するように2枚の光学パネル40を貼り合わせるにより、結像品質に優れた空中映像表示デバイス1を得ることができた。

[0096] [光学パネルおよび空中映像表示装置]

以上で説明した製造方法によって製造される光学パネル40（図30等参照）は、以下のように表現することができる。すなわち、本実施形態の光学パネル40は、空中映像を表示する空中映像表示デバイス1に用いられる光学パネル40であって、ミラー素子41を複数備えている。ミラー素子41は、透明基板41aの対向する2面のうちの少なくとも一方の面に反射膜41bが形成され、上記2面のうちの一方の面側にスペーサ41cが予め離散的に形成されたものである。そして、複数のミラー素子41は、各透明基板41aの間にスペーサ41cが位置するように積層されて、接着剤42で接着されている。

[0097] 上記構成の光学パネル40においては、各透明基板41a・41a間の接着剤42の厚みは、スペーサ41cの高さで規定されることになり、接着剤42の厚みのばらつきが生じにくくなる。これにより、各透明基板41aの反射面の平行度を良好に確保することができる。しかも、スペーサ41cを

一体化したミラー素子 4 1 を複数積層した構成とすることで、各反射面の平行度を容易に確保することができる。その結果、光学パネル 4 0 の生産性を向上させることができる。また、スペーサ構造を採用することにより、上述のように各反射面の平行度を確保できるため、光学パネル 4 0 ひいては空中映像表示装置 1 の大型化が可能となり、大型で高精細な映像を表示する空中映像表示デバイス 1（図 1、図 2 参照）を実現することが可能となる。

[0098] このとき、積層方向に隣り合う一方のミラー素子 4 1 のスペーサ 4 1 c は、他方のミラー素子 4 1 と当接していることが望ましい。この場合、接着剤 4 2 の厚みを、スペーサ 4 1 c によって一定に保つことができるため、各透明基板 4 1 a の反射面の平行度を確実に確保することができる。

[0099] 本実施形態の空中映像表示デバイス 1 は、上記の光学パネル 4 0 を 2 枚備えている。そして、一方の光学パネル 4 0 の透明基板 4 1 a の反射面（反射膜 4 1 b が形成された面）と、他方の光学パネル 4 0 の透明基板 4 1 a の反射面（反射膜 4 1 b が形成された面）とが平面視で直交するように、2 枚の光学パネル 4 0 ・ 4 0 が貼り合わされている。各光学パネル 4 0 において、積層方向に並ぶ各反射面の平行度を良好に確保することができるため、これらの光学パネル 4 0 ・ 4 0 を貼り合わせて構成される空中映像表示デバイス 1 において、高精細な映像（歪みを低減した映像）を表示することができる。

[0100] [その他]

本実施形態の光学パネル 4 0 は、以下のようにして製造することもできる。図 3 1 に示すように、ロール状に巻かれた透明な PET フィルムを用意し、これを透明基板 4 1 a として用いる。そして、ロールから繰り出された PET フィルムの一方の面（裏面）側に、アルミニウムをスパッタ成膜し、透明基板 4 1 a の裏面に反射膜 4 1 b を成膜する。反射膜 4 1 b が成膜された PET フィルムは、ロール状に巻き取ってもよいし、巻き取らずにそのまま次工程に導入してもよい。

[0101] 次に、図 3 2 に示すように、透明基板 4 1 a の表面（反射膜 4 1 b の形成

側とは反対側の面)に、コーター59bにより、エネルギー硬化性樹脂56aとしてのUV硬化性樹脂をコーティングする。その後、スペーサ41cの形状を反転したネガ型57(ここではネガ形状を有するローラ)で押し当てながら、UV光源53からUV光を照射し、エネルギー硬化性樹脂56aを硬化させた後、離型する。これにより、表面から突出したスペーサ41cを持つ硬化膜56(コート層)が得られる。

[0102] なお、上記のネガ型57としては、石英等の透明なモールドを用いることが望ましい。この場合、ネガ型57を介して、エネルギー硬化性樹脂56aにUV光を照射して硬化させることができる。なお、硬化膜56(スペーサ41c)を形成する材料は特に限定されず、熱硬化性樹脂を用いてもよい。また、硬化膜56の成形方法も上記の方法に限定されるわけではない。

[0103] 続いて、透明基板41aの反射膜41b上に、基材の両面に接着剤が付いた接着テープ60を貼り付け、所定の長さごとに透明基板41aを切断する。これにより、透明基板41aの一方の面に、スペーサ41cを有する硬化膜56が形成され、他方の面に接着剤42(接着テープ60の接着剤)が設けられた、接着剤付きのミラー素子41cが得られる。

[0104] そして、図33に示すように、複数のミラー素子41を、各透明基板41aの間にスペーサ41cが位置するように接着テープ60を介して積層する。これにより、複数のミラー素子41を積層接着した積層構造体40aが得られる。このとき、スペーサ41cは、接着テープ60の表面の接着剤に入り込み、接着テープ60の基材に当接する。その後は、上述した具体例2と同様にして、積層構造体40aを、反射膜41bが形成された面に垂直に切断することで、複数の光学パネル40が得られる。そして、2枚の光学パネル40を貼り合わせるにより、空中映像表示デバイス1が得られる。

[0105] (その他)

以上で説明した本実施形態の光学パネル、光学パネルの製造方法、空中映像表示デバイスおよび空中映像表示デバイスの製造方法は、以下のように表現されてもよい。

- [0106] 本実施形態の光学パネルの製造方法は、透明基板の対向する2面のうちの少なくとも一方の面に反射膜が形成され、前記対向する2面のうちの一方の面側にスペーサが予めマトリクス状に離散的に形成されたミラー素子を複数用い、各透明基板の間に前記スペーサが位置するように、前記複数のミラー素子を積層して接着剤で接着する工程を有している。
- [0107] 上記の製造方法において、積層方向に隣り合う一方のミラー素子のスペーサは、他方のミラー素子と当接していることが望ましい。
- [0108] 上記の製造方法において、前記スペーサは、前記反射膜上に形成されていてもよい。
- [0109] 上記の製造方法において、前記スペーサは、エネルギー硬化性樹脂で形成されていてもよい。
- [0110] 上記の製造方法において、積層方向に隣り合う一方のミラー素子のスペーサは、他方のミラー素子のスペーサに対して、前記積層方向と垂直な方向にずれて位置していることが望ましい。
- [0111] 前記スペーサの素材は液体状であり、前記スペーサの形状は、積層方向から見て円形であることが望ましい。
- [0112] 上記の製造方法において、前記スペーサおよび前記接着剤は、透明であり、かつ、前記透明基板と屈折率が略同じであってもよい。
- [0113] 上記の製造方法において、前記スペーサは、インクジェット印刷によって形成されていることが望ましい。
- [0114] 上記の製造方法において、前記スペーサは、前記透明基板の表面の窪み量または前記透明基板の厚さに応じた高さで形成されていてもよい。
- [0115] 上記の製造方法において、前記スペーサは、前記透明基板の厚みと前記スペーサの高さとの和が、前記透明基板の厚み方向に垂直な方向において略一定となるように形成されていることが望ましい。
- [0116] 上記の製造方法において、前記スペーサは、1滴のインクの吐出によって形成されていることが望ましい。
- [0117] 上記の製造方法において、前記スペーサは、スクリーン印刷によって形成

されていてもよい。

[0118] 上記の製造方法において、前記スペーサは、黒色であってもよい。

[0119] 上記の製造方法において、前記スペーサは、前記透明基板と同一材料で形成されていてもよい。

[0120] 上記の製造方法において、前記スペーサは、該スペーサの形状を反転したネガ型を前記透明基板に押し当て、前記形状を前記透明基板に転写することによって形成されていてもよい。

[0121] 上記の製造方法において、前記スペーサは、前記透明基板とともに樹脂からなり、射出成形によって形成されていてもよい。

[0122] 上記の製造方法において、前記透明基板は、ガラスからなり、前記スペーサは、前記透明基板をエッチングすることによって形成されていてもよい。

[0123] 上記の製造方法において、前記スペーサは、前記透明基板上に前記エネルギー硬化性樹脂を塗布し、前記スペーサの形状を反転したネガ型を押し当てた状態で前記エネルギー硬化性樹脂を硬化させ、離型することによって形成されていてもよい。

[0124] 上記の製造方法において、前記スペーサの高さは、 $1\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ であることが望ましい。

[0125] 上記の製造方法において、前記複数のミラー素子を積層して接着する工程では、前記ミラー素子上に前記接着剤を塗布する工程と、前記ミラー素子上に他のミラー素子を、前記接着剤を介して積層する工程とを繰り返してもよい。

[0126] 上記の製造方法において、前記複数のミラー素子を積層して接着する工程では、前記複数のミラー素子を積層配置し、積層方向に隣り合う透明基板の全ての隙間に前記接着剤を同時に注入して接着してもよい。

[0127] 上記の製造方法において、前記接着剤は、エポキシ系の接着剤であってもよい。

[0128] 上記の製造方法において、前記接着剤は、熱硬化性の接着剤であってもよい。

[0129] 上記の製造方法において、前記接着剤は、嫌気性の接着剤であってもよい。

[0130] 上記の製造方法において、前記反射膜の最表層は、金属であることが望ましい。

[0131] 上記の製造方法は、前記複数のミラー素子を積層して接着剤で接着した積層構造体を、前記反射膜が形成された面に垂直に切断する工程をさらに有していてもよい。

[0132] 本実施形態の空中映像表示デバイスの製造方法は、上述した光学パネルの製造方法を含む、空中映像表示デバイスの製造方法であって、前記光学パネルの製造方法によって作製された2枚の光学パネルのうち、一方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面と、他方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面とが平面視で直交するように、前記2枚の光学パネルを貼り合わせる工程を有している。

[0133] 本実施形態の光学パネルは、空中映像を表示する空中映像表示デバイスに用いられる光学パネルであって、透明基板の対向する2面のうちの少なくとも一方の面に反射膜が形成され、前記対向する2面のうちの一方の面側にスペーサが予めマトリクス状に離散的に形成されたミラー素子を複数備え、前記複数のミラー素子は、各透明基板の間に前記スペーサが位置するように積層されて、接着剤で接着されている。

[0134] 上記光学パネルにおいて、積層方向に隣り合う一方のミラー素子のスペーサは、他方のミラー素子と当接していることが望ましい。

[0135] 本実施形態の空中映像表示デバイスは、上述した光学パネルを2枚備え、一方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面と、他方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面とが平面視で直交するように、前記2枚の光学パネルが貼り合わされている。

産業上の利用可能性

[0136] 本発明の光学パネルの製造方法は、例えば空中映像表示デバイスを構成する光学パネルの製造に利用可能である。

符号の説明

[0137]	1	空中映像表示デバイス
	2 0	光学パネル
	3 0	光学パネル
	4 0	光学パネル
	4 0 a	積層構造体
	4 1	ミラー素子
	4 1 a	透明基板
	4 1 b	反射膜
	4 1 c	スペーサ
	4 2	接着剤
	5 4	ネガ型
	5 7	ネガ型

請求の範囲

- [請求項1] 透明基板の対向する2面のうちの少なくとも一方の面に反射膜が形成され、前記対向する2面のうちの一方の面側にスペーサが予めマトリクス状に離散的に形成されたミラー素子を複数用い、各透明基板の間に前記スペーサが位置するように、前記複数のミラー素子を積層して接着剤で接着する工程を有している、光学パネルの製造方法。
- [請求項2] 積層方向に隣り合う一方のミラー素子のスペーサは、他方のミラー素子と当接している、請求項1に記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項3] 前記スペーサは、前記反射膜上に形成されている、請求項1または2に記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項4] 前記スペーサは、エネルギー硬化性樹脂で形成されている、請求項1から3のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項5] 積層方向に隣り合う一方のミラー素子のスペーサは、他方のミラー素子のスペーサに対して、前記積層方向と垂直な方向にずれて位置している、請求項1から4のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項6] 前記スペーサの素材は液体状であり、前記スペーサの形状は、積層方向から見て円形である、請求項1から5のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項7] 前記スペーサおよび前記接着剤は、透明であり、かつ、前記透明基板と屈折率が略同じである、請求項1から6のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項8] 前記スペーサは、インクジェット印刷によって形成されている、請求項1から7のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項9] 前記スペーサは、前記透明基板の表面の窪み量または前記透明基板の厚さに応じた高さで形成されている、請求項8に記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項10] 前記スペーサは、前記透明基板の厚みと前記スペーサの高さとの和が、前記透明基板の厚み方向に垂直な方向において略一定となるよう

に形成されている、請求項 8 または 9 に記載の光学パネルの製造方法。

[請求項11] 前記スペーサは、1 滴のインクの吐出によって形成されている、請求項 8 から 10 のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。

[請求項12] 前記スペーサは、スクリーン印刷によって形成されている、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。

[請求項13] 前記スペーサは、黒色である、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。

[請求項14] 前記スペーサは、前記透明基板と同一材料で形成されている、請求項 1 または 2 に記載の光学パネルの製造方法。

[請求項15] 前記スペーサは、該スペーサの形状を反転したネガ型を前記透明基板に押し当て、前記形状を前記透明基板に転写することによって形成されている、請求項 14 に記載の光学パネルの製造方法。

[請求項16] 前記スペーサは、前記透明基板とともに樹脂からなり、射出成形によって形成されている、請求項 14 に記載の光学パネルの製造方法。

[請求項17] 前記透明基板は、ガラスからなり、
前記スペーサは、前記透明基板をエッチングすることによって形成されている、請求項 14 に記載の光学パネルの製造方法。

[請求項18] 前記スペーサは、前記透明基板上に前記エネルギー硬化性樹脂を塗布し、前記スペーサの形状を反転したネガ型を押し当てた状態で前記エネルギー硬化性樹脂を硬化させ、離型することによって形成されている、請求項 4 に記載の光学パネルの製造方法。

[請求項19] 前記スペーサの高さは、 $1\ \mu\text{m}$ ～ $100\ \mu\text{m}$ である、請求項 1 から 18 のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。

[請求項20] 前記複数のミラー素子を積層して接着する工程では、
前記ミラー素子上に前記接着剤を塗布する工程と、
前記ミラー素子上に他のミラー素子を、前記接着剤を介して積層する工程とを繰り返す、請求項 1 から 19 のいずれかに記載の光学パネ

ルの製造方法。

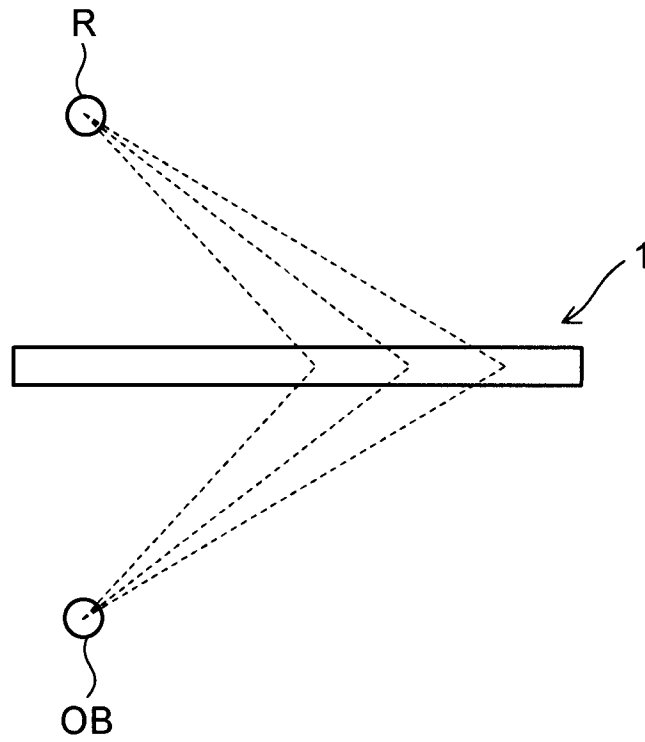
- [請求項21] 前記複数のミラー素子を積層して接着する工程では、
前記複数のミラー素子を積層配置し、積層方向に隣り合う透明基板の全ての隙間に前記接着剤を同時に注入して接着する、請求項1から19のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項22] 前記接着剤は、エポキシ系の接着剤である、請求項1から21のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項23] 前記接着剤は、熱硬化性の接着剤である、請求項1から21のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項24] 前記接着剤は、嫌気性の接着剤である、請求項1から21のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項25] 前記反射膜の最表層は、金属である、請求項24に記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項26] 前記複数のミラー素子を積層して接着剤で接着した積層構造体を、前記反射膜が形成された面に垂直に切断する工程をさらに有している、請求項1から25のいずれかに記載の光学パネルの製造方法。
- [請求項27] 請求項1から26のいずれかに記載の光学パネルの製造方法を含む、空中映像表示デバイスの製造方法であって、
前記光学パネルの製造方法によって作製された2枚の光学パネルのうち、一方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面と、他方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面とが平面視で直交するように、前記2枚の光学パネルを貼り合わせる工程を有している、空中映像表示デバイスの製造方法。
- [請求項28] 空中映像を表示する空中映像表示デバイスに用いられる光学パネルであって、
透明基板の対向する2面のうちの少なくとも一方の面に反射膜が形成され、前記対向する2面のうちの一方の面側にスペーサが予めマトリクス状に離散的に形成されたミラー素子を複数備え、

前記複数のミラー素子は、各透明基板の間に前記スペーサが位置するように積層されて、接着剤で接着されている、光学パネル。

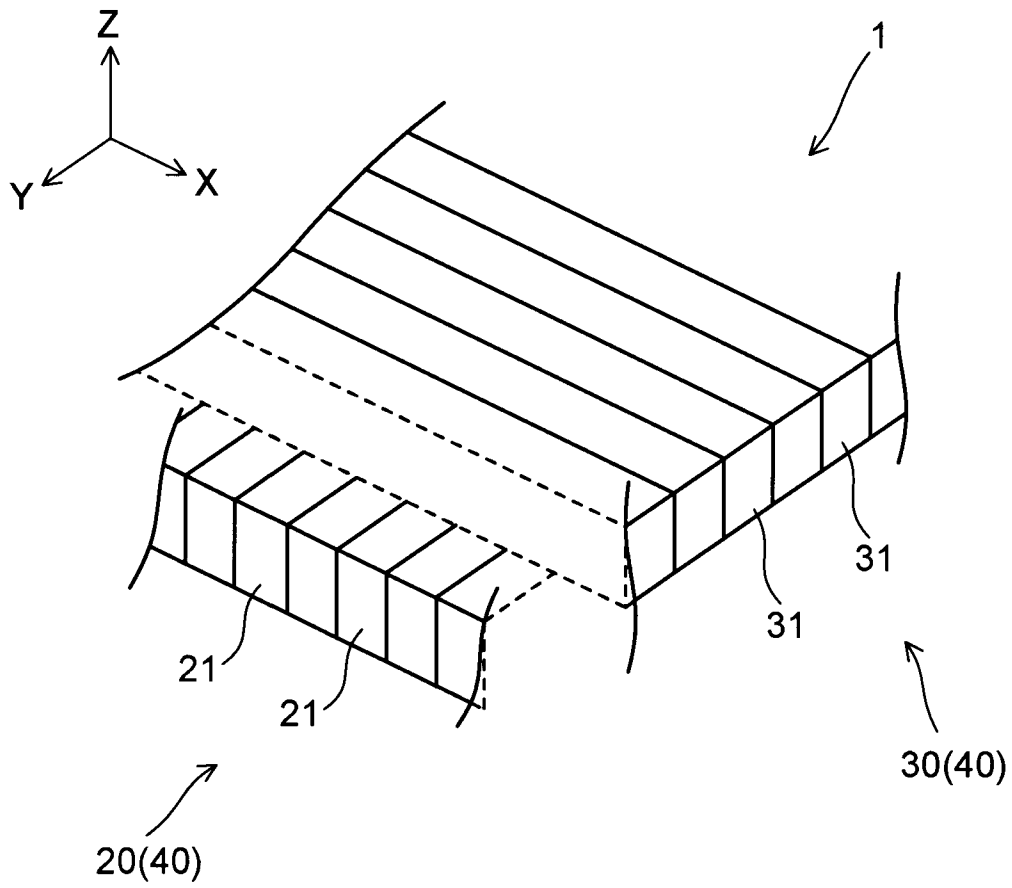
[請求項29] 積層方向に隣り合う一方のミラー素子のスペーサは、他方のミラー素子と当接している、請求項28に記載の光学パネル。

[請求項30] 請求項28または29に記載の光学パネルを2枚備え、
一方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面と、他方の光学パネルの透明基板における反射膜が形成された面とが平面視で直交するように、前記2枚の光学パネルが貼り合わされている、空中映像表示デバイス。

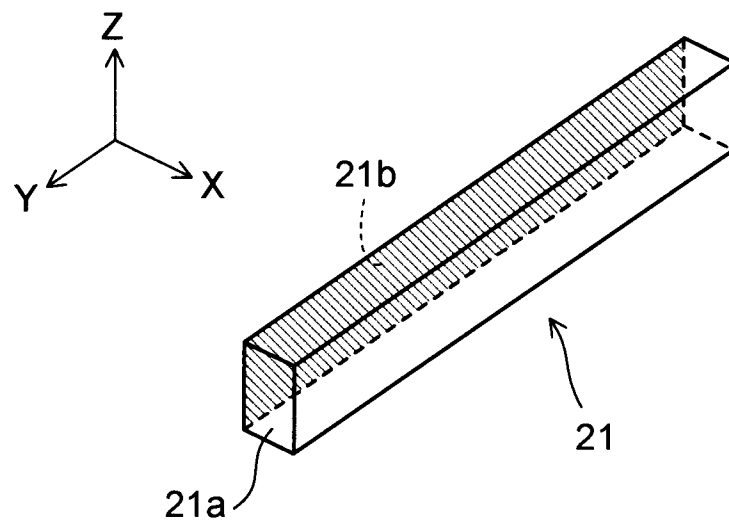
[図1]



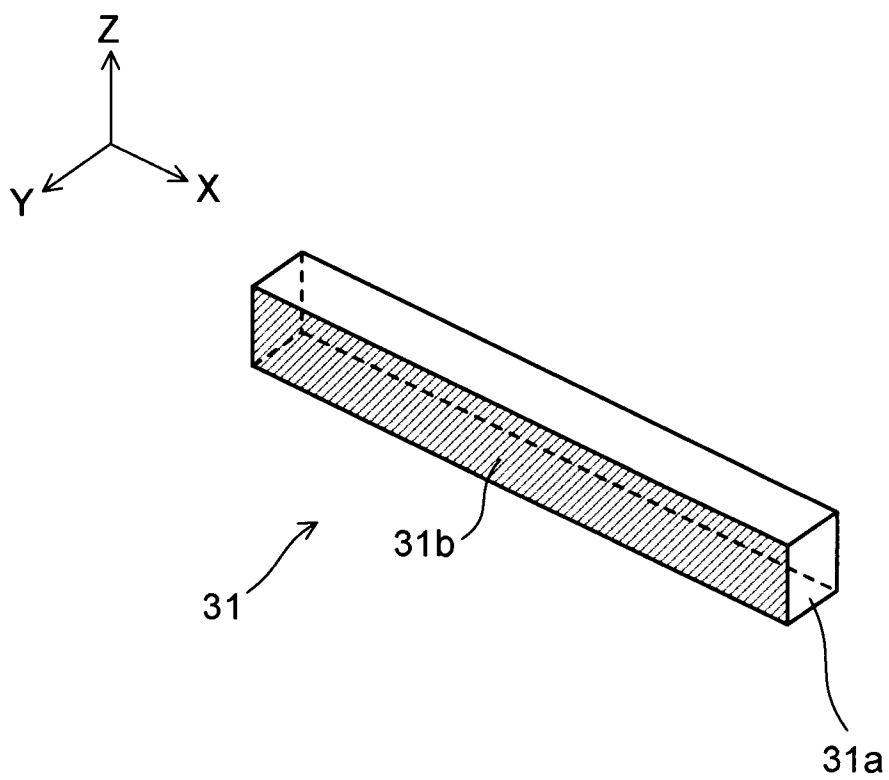
[図2]



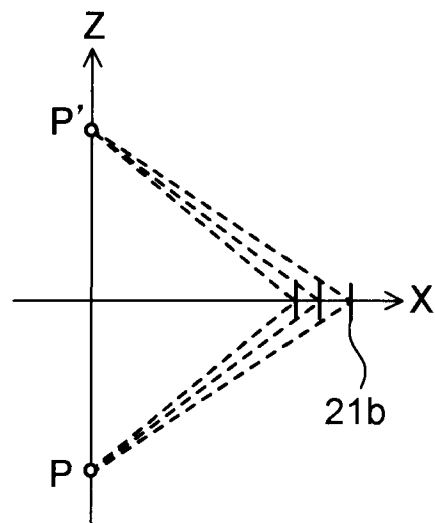
[図3]



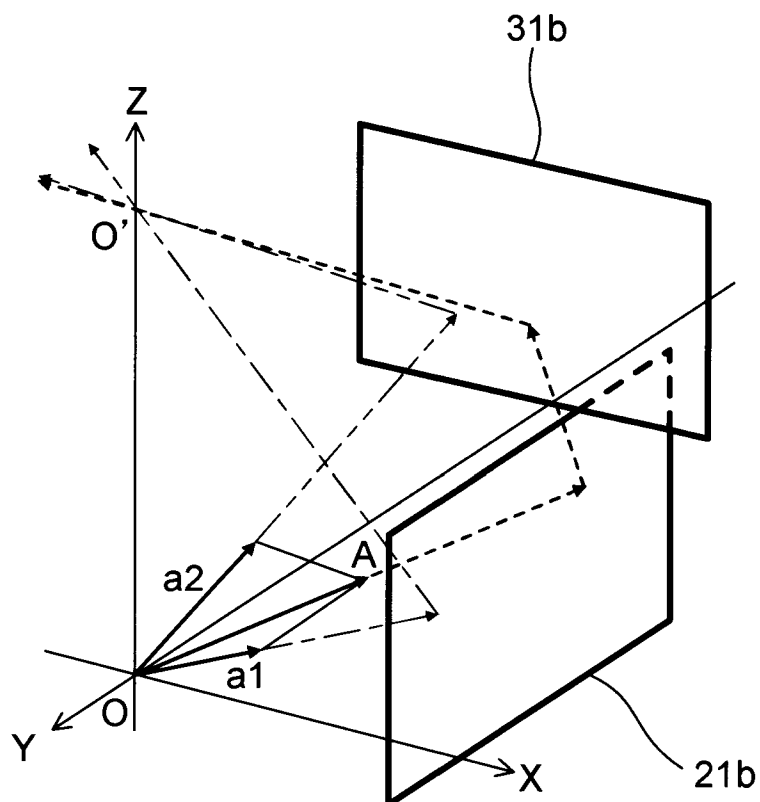
[図4]



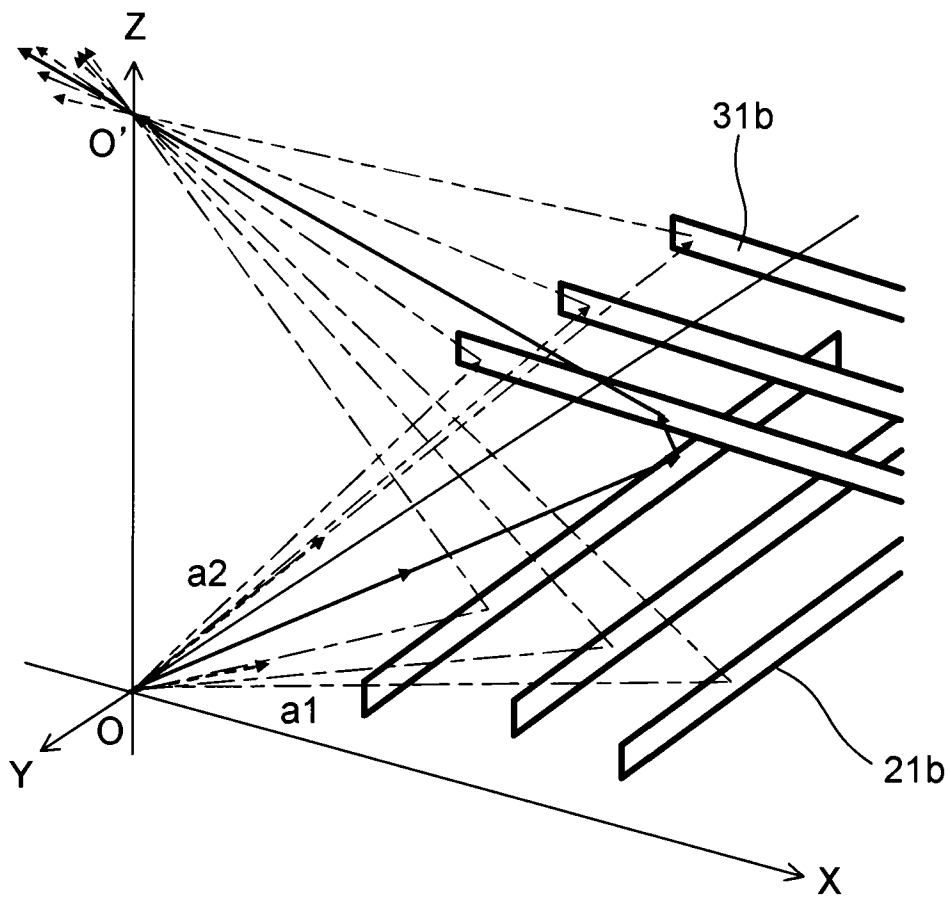
[図5]



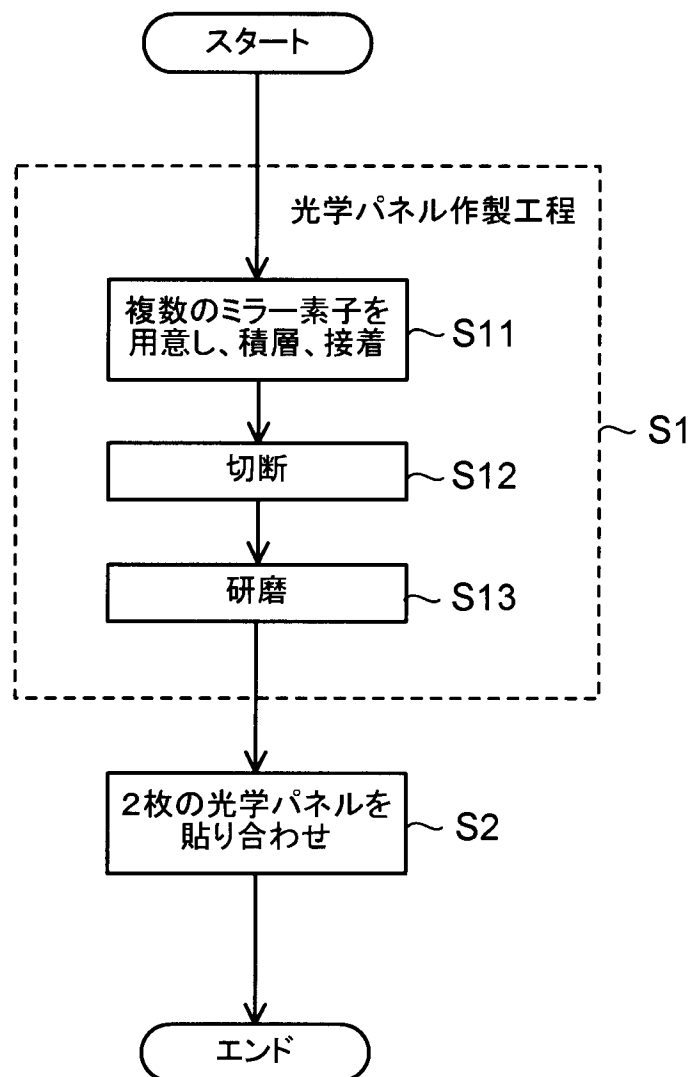
[図6]



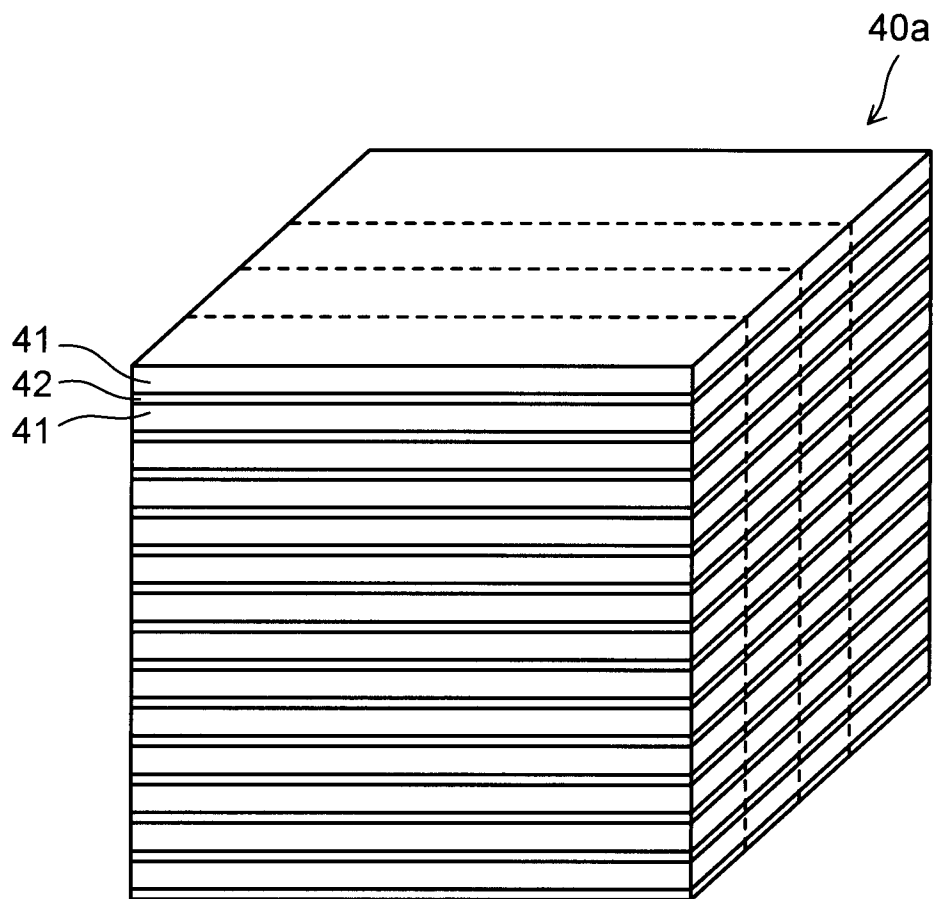
[図7]



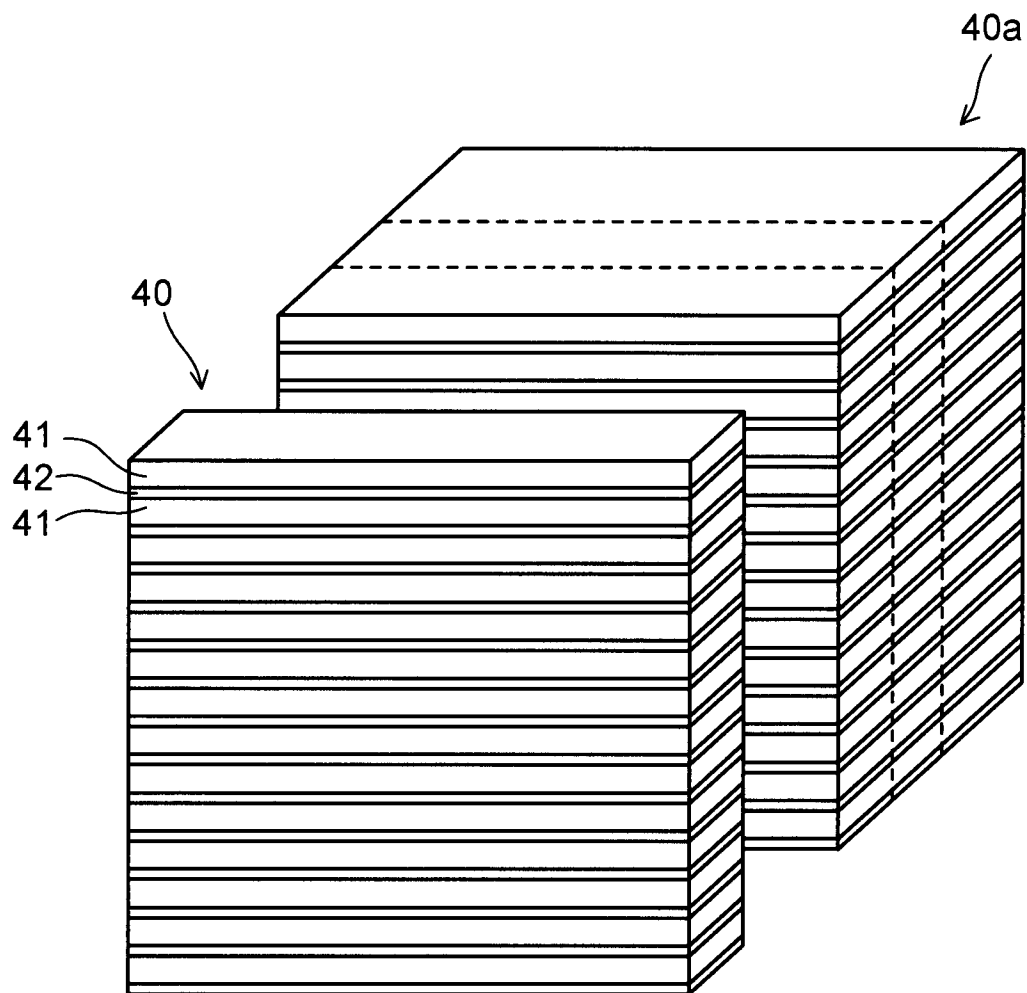
[図8]



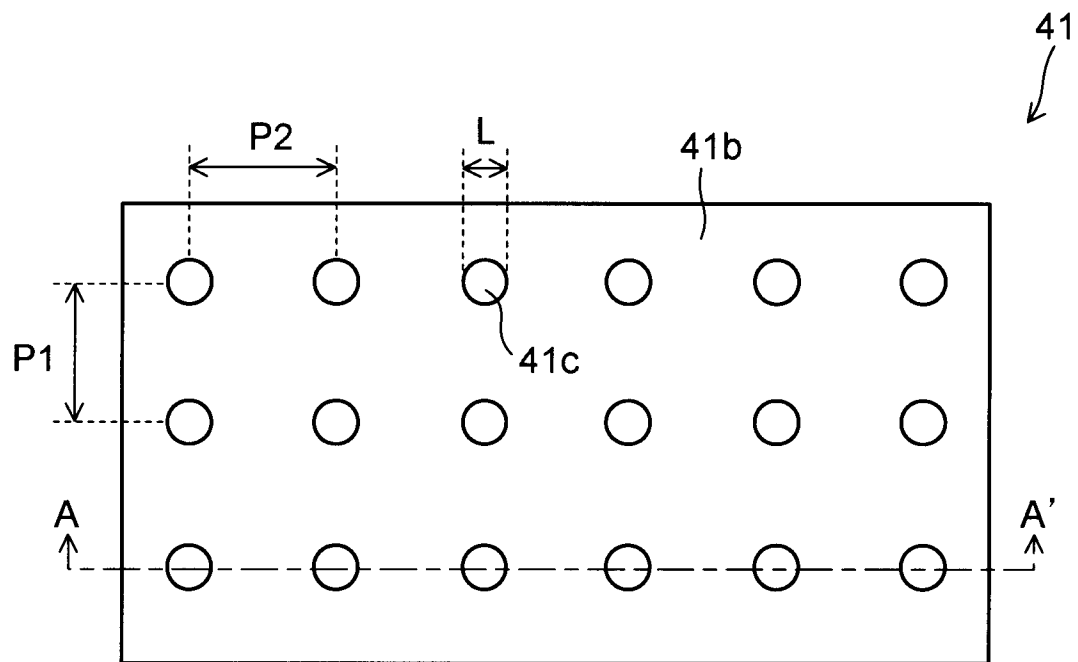
[図9]



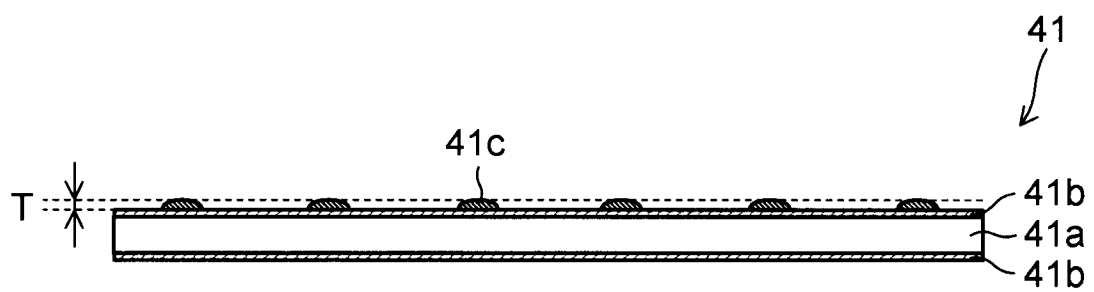
[図10]



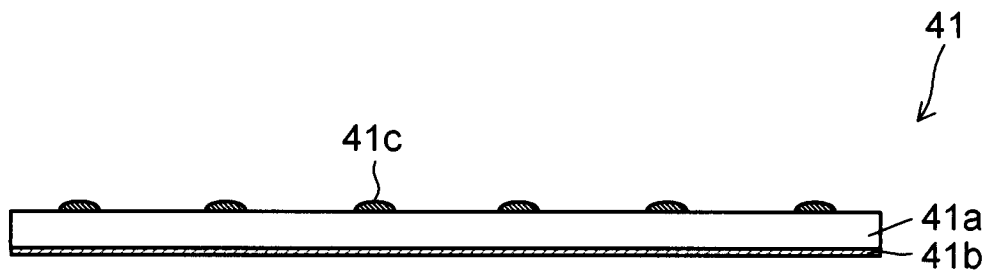
[図11A]



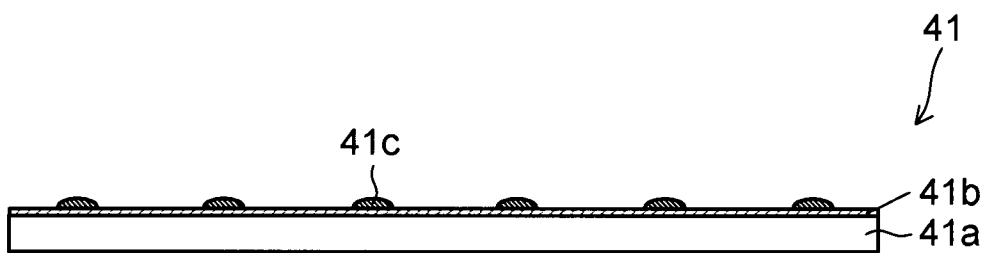
[図11B]



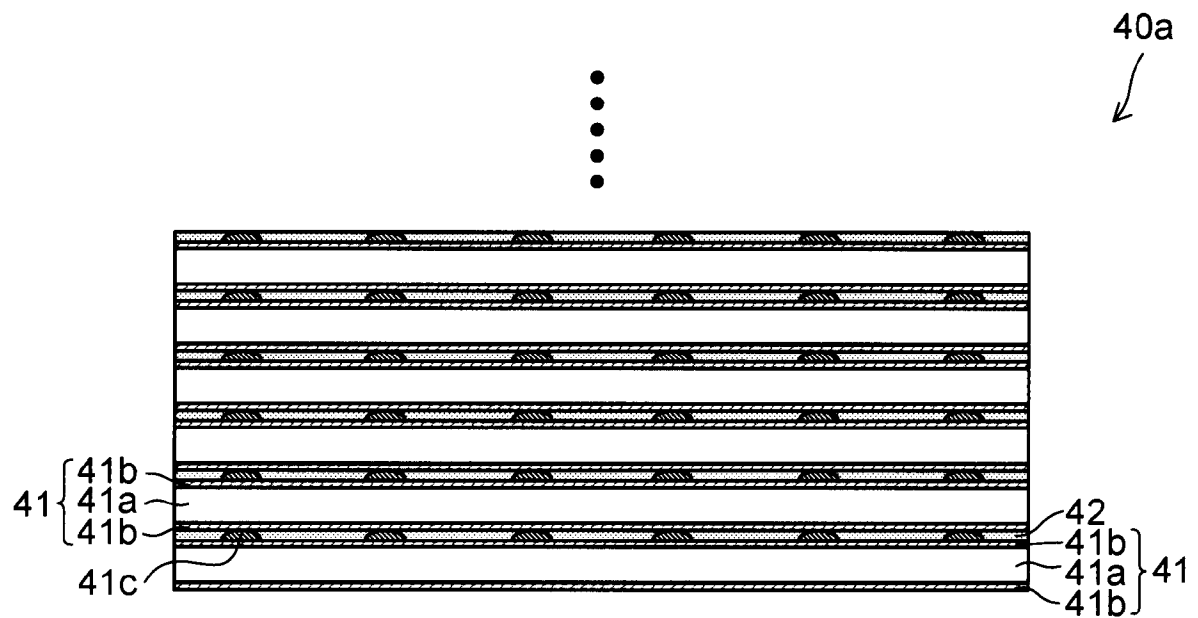
[図12]



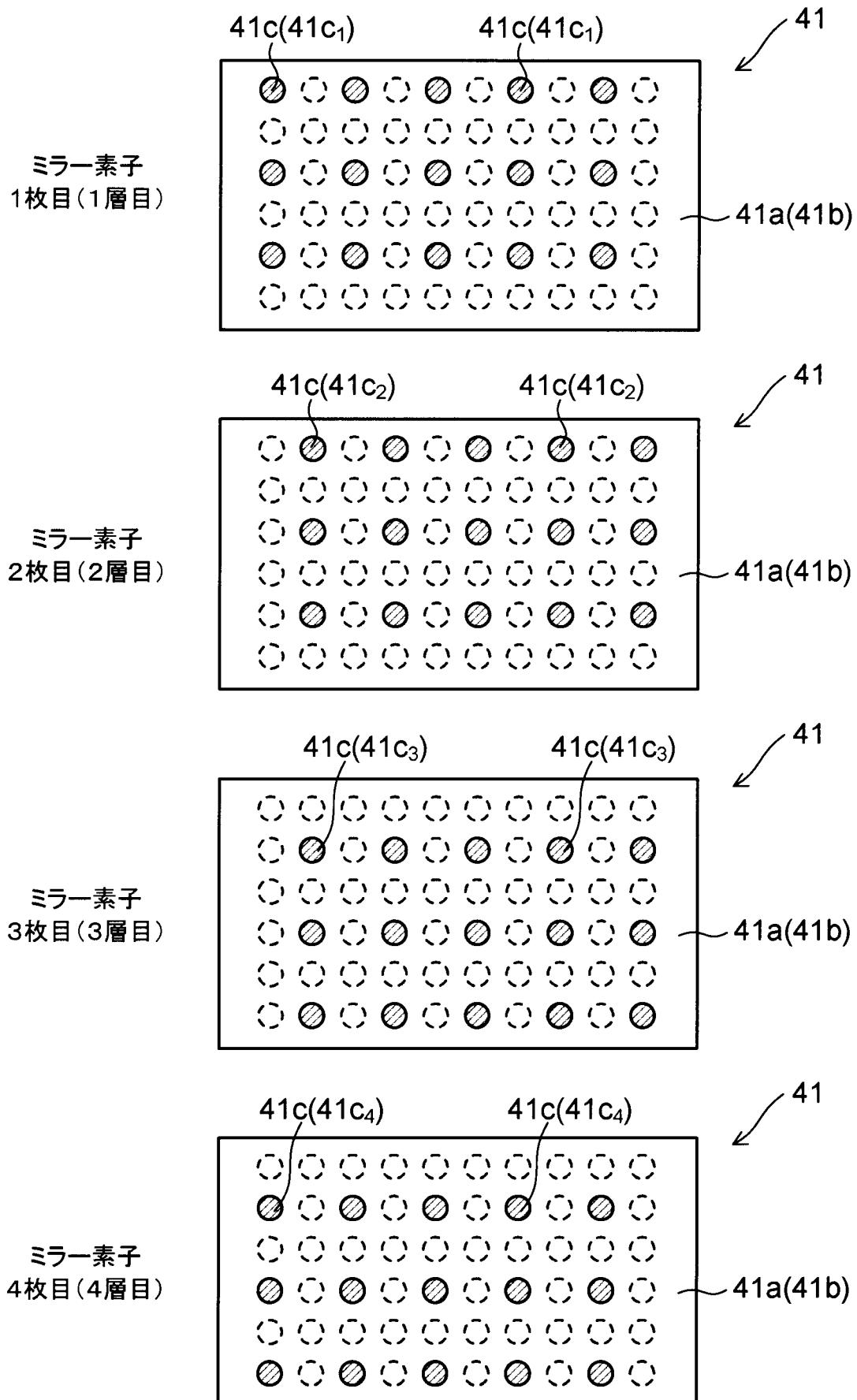
[図13]



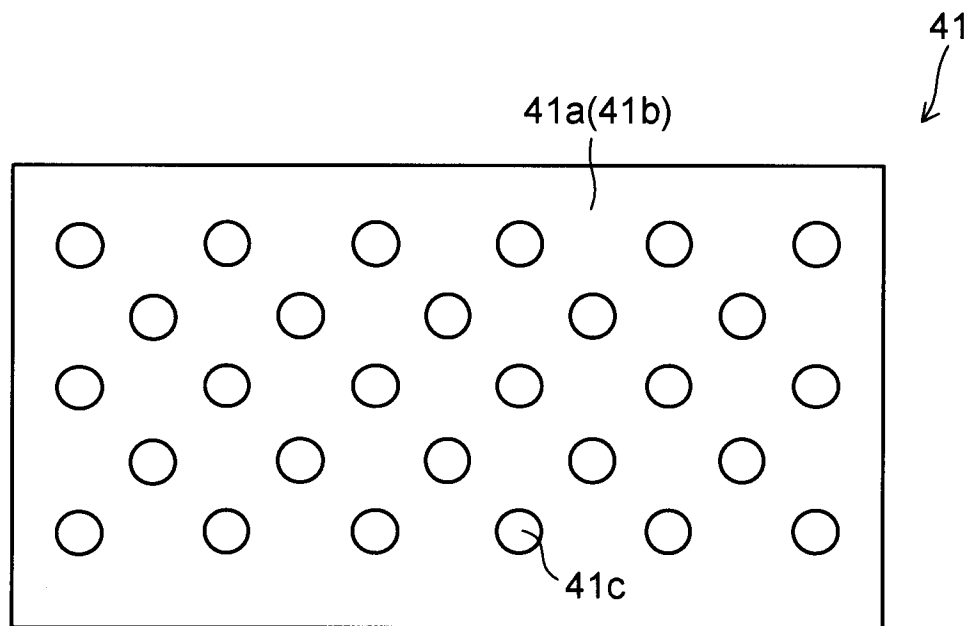
[図14]



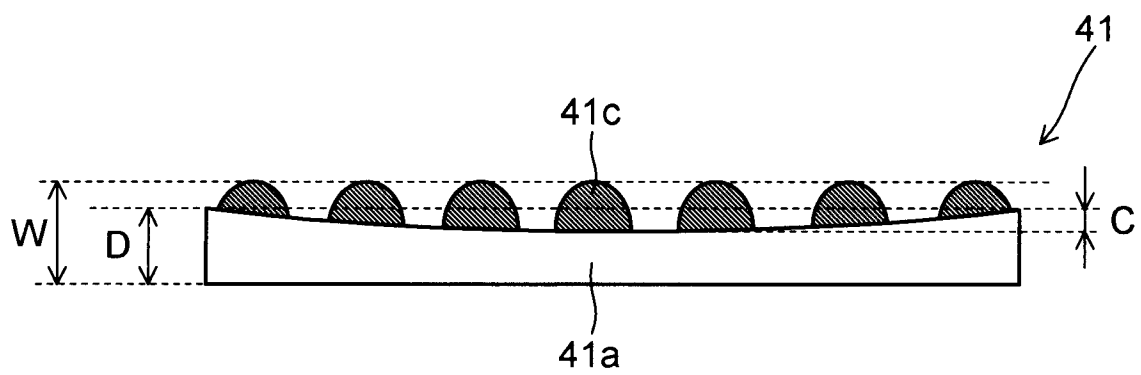
[図15]



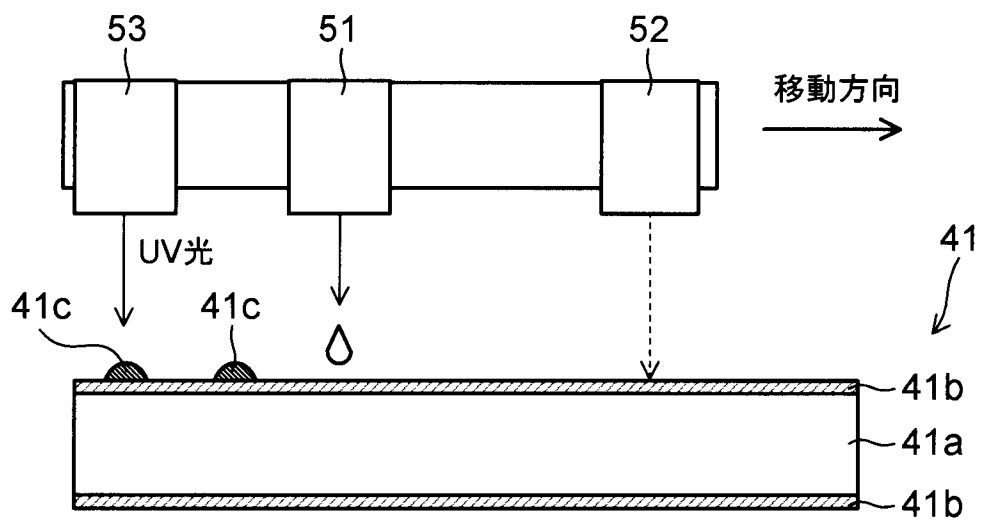
[図16]



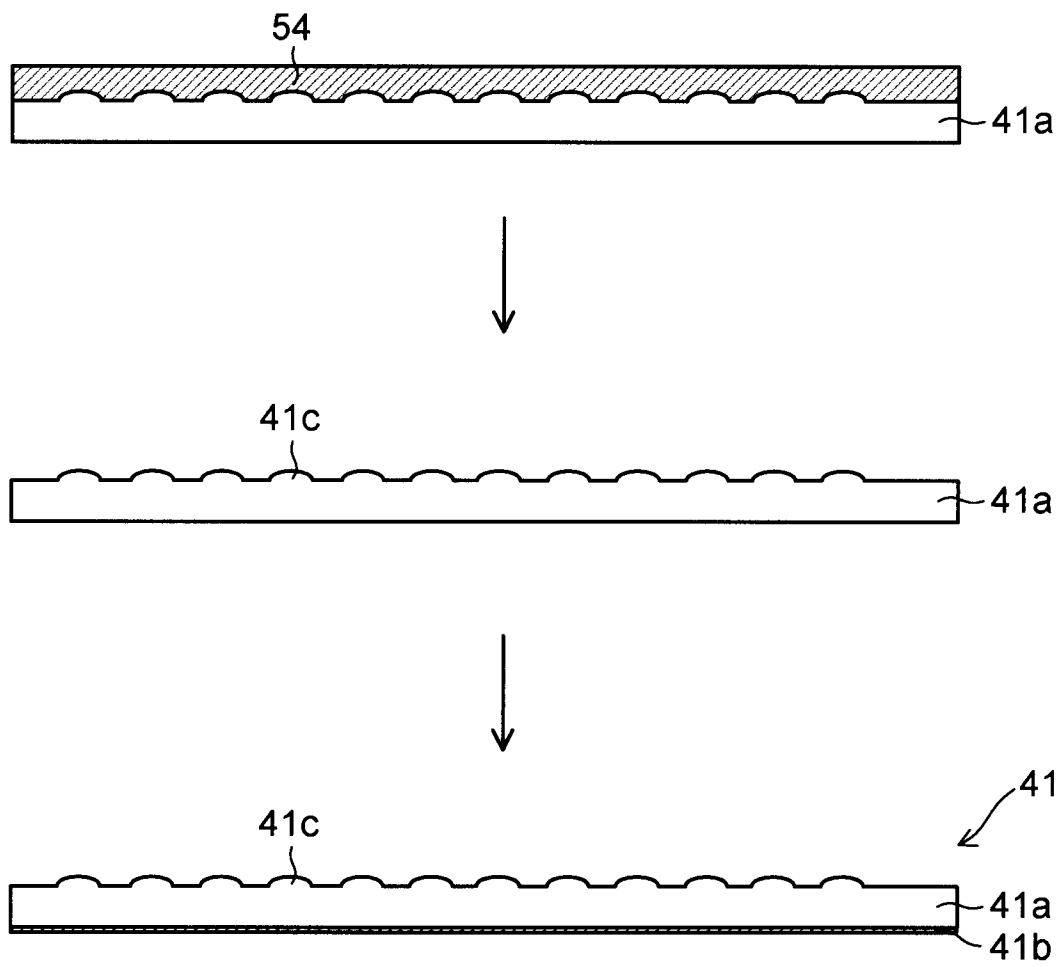
[図17]



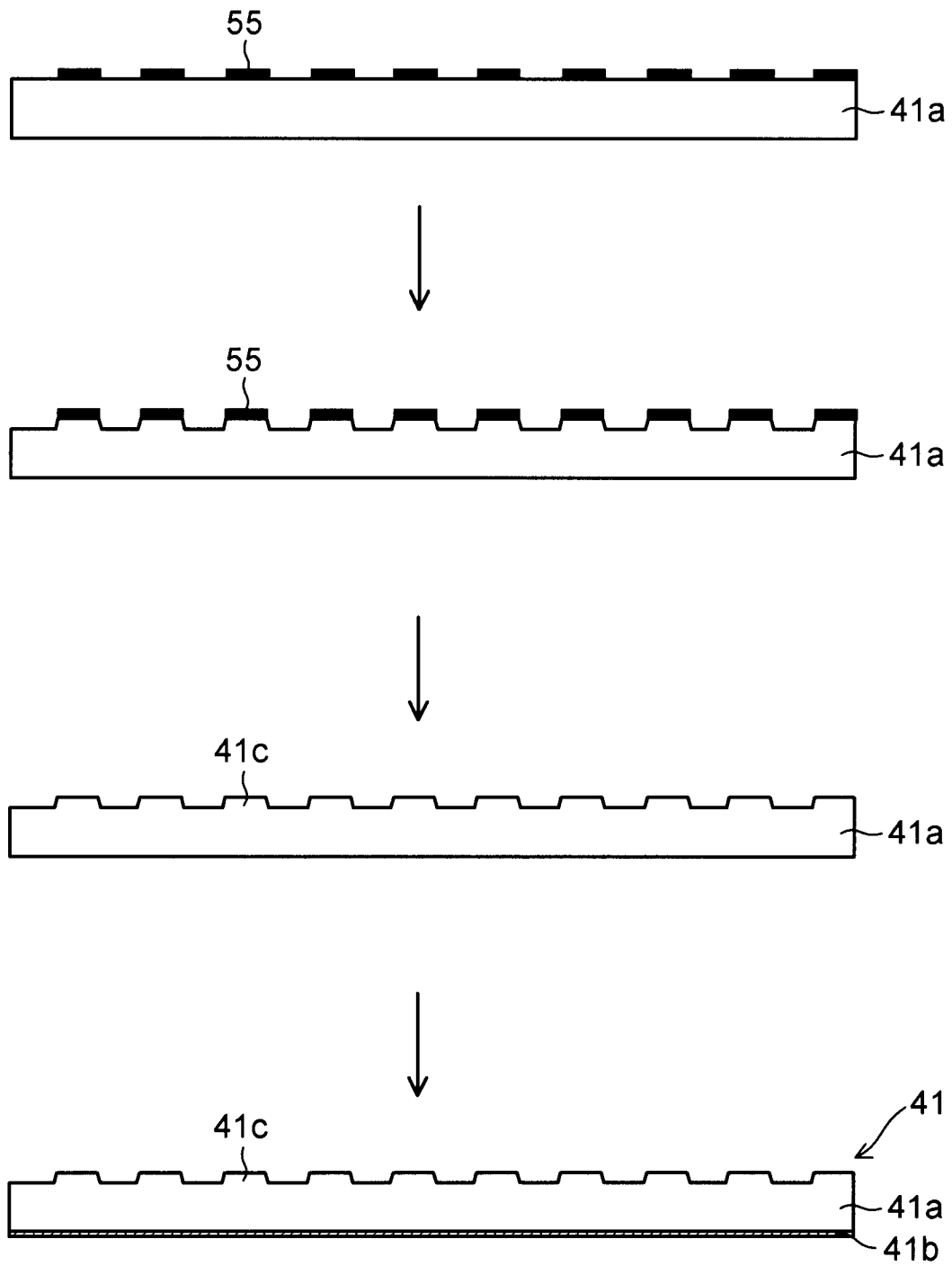
[図18]



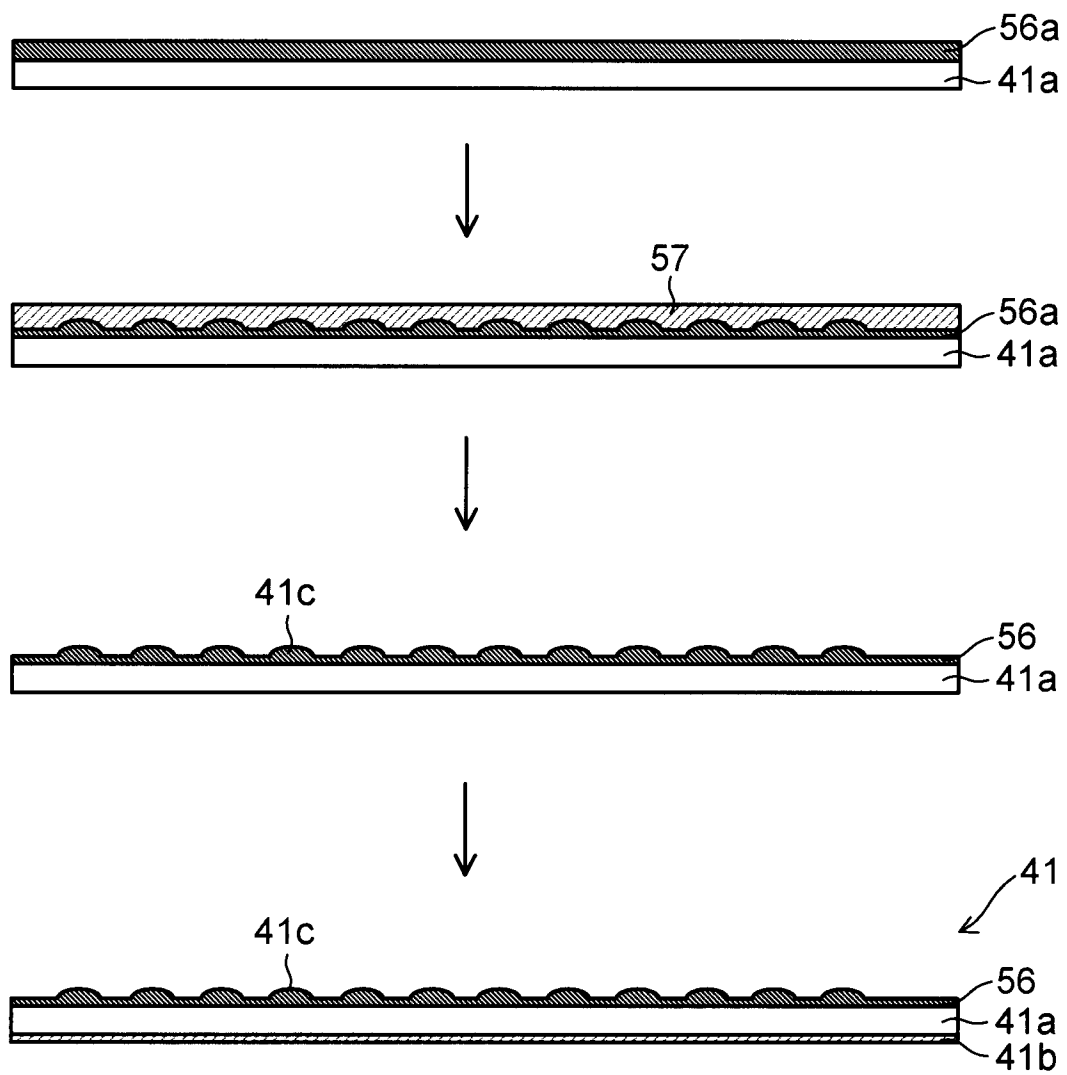
[図19]



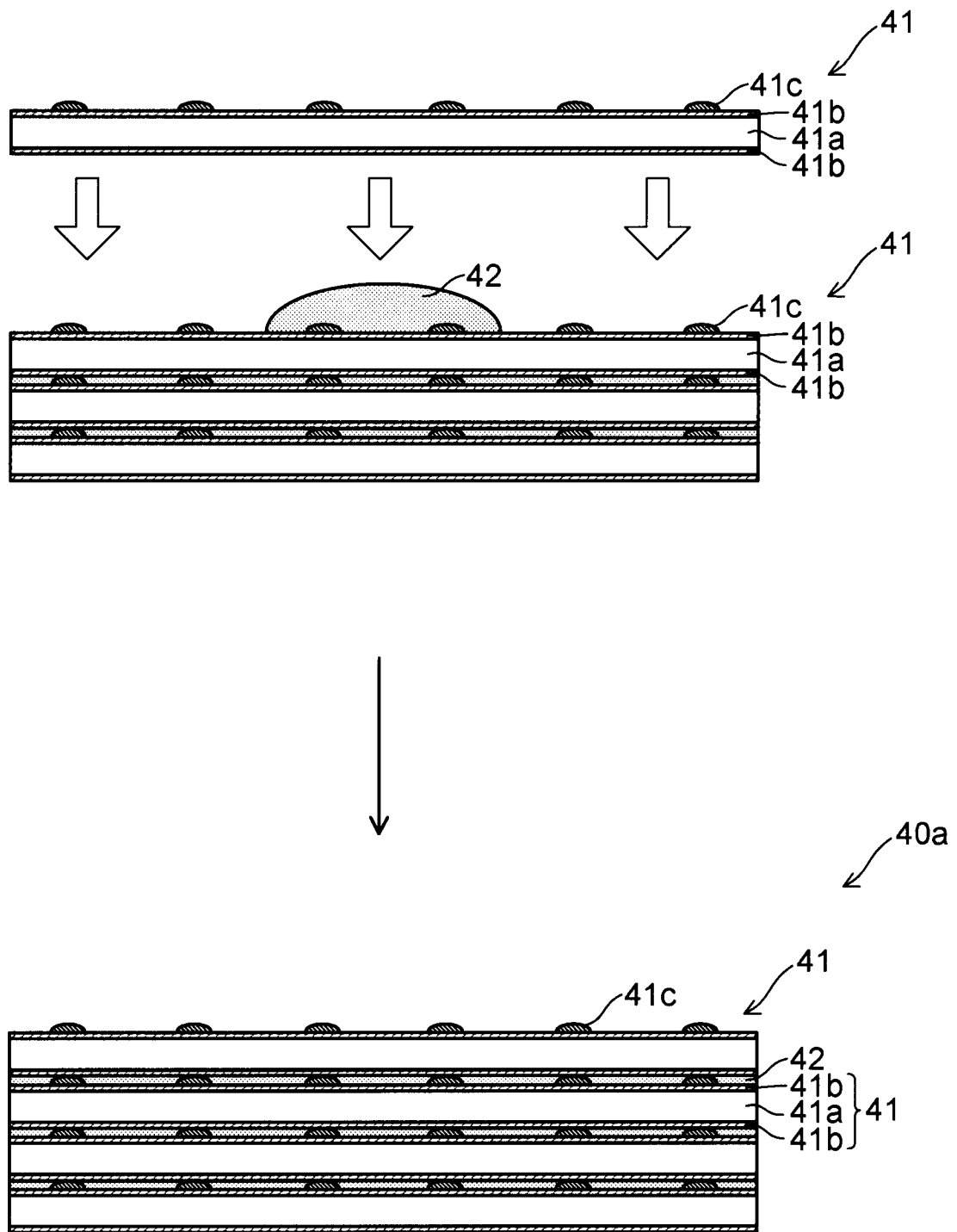
[図20]



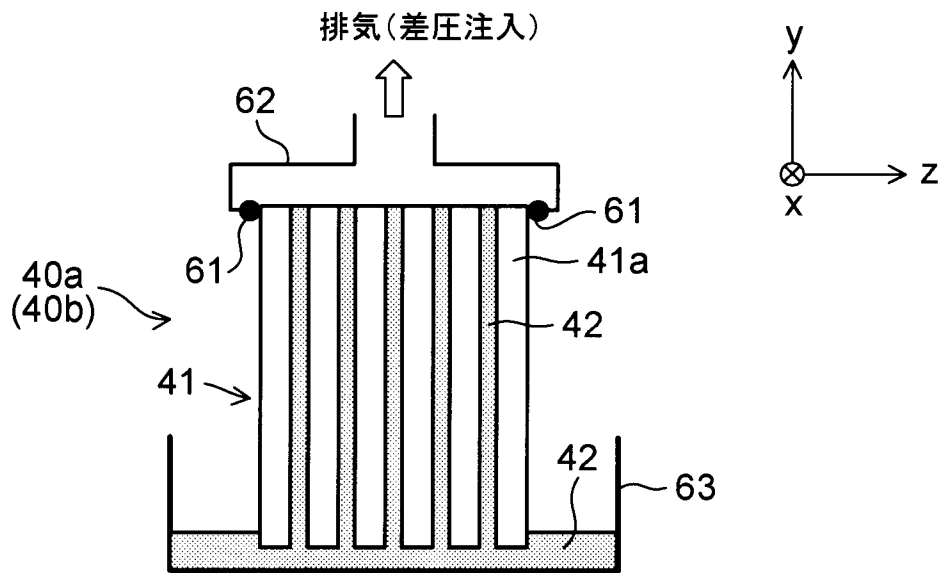
[図21]



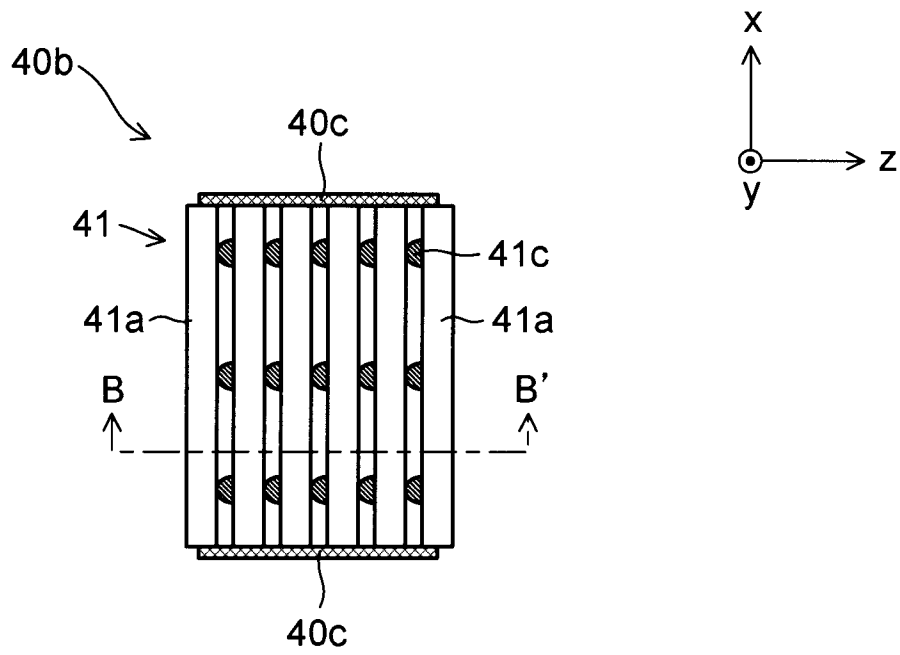
[図22]



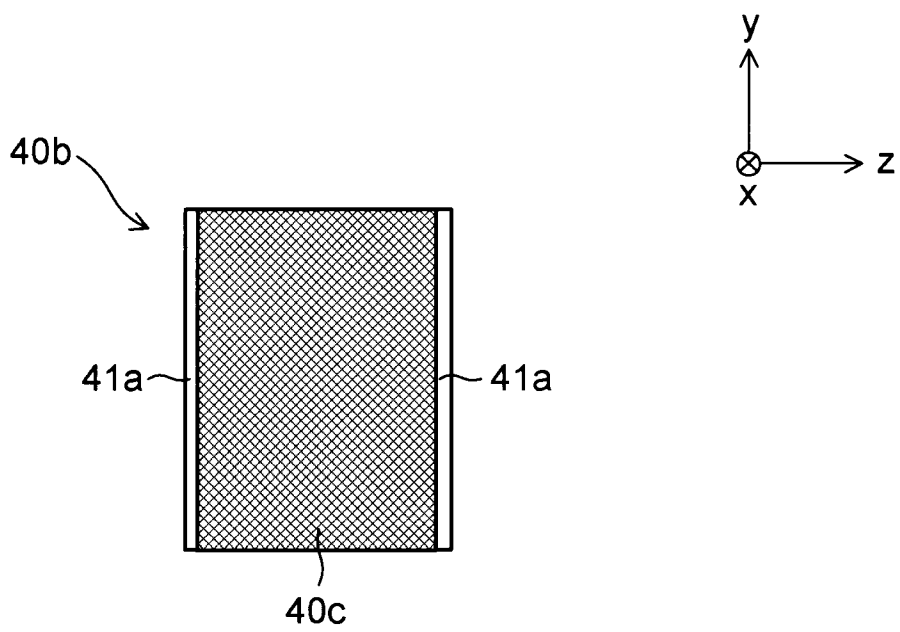
[図23]



[図24]

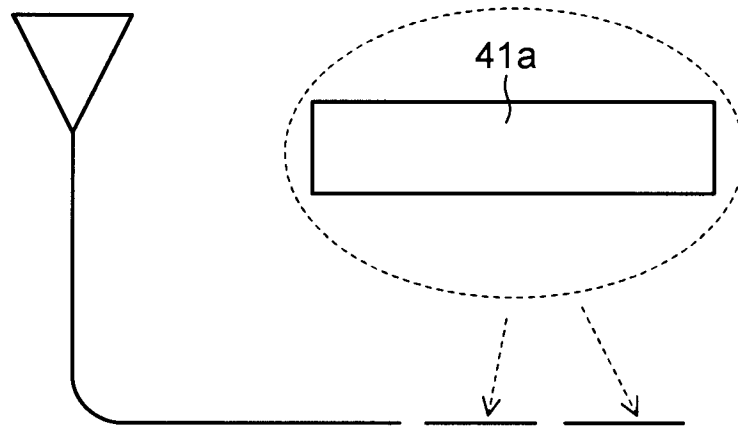


[図25]

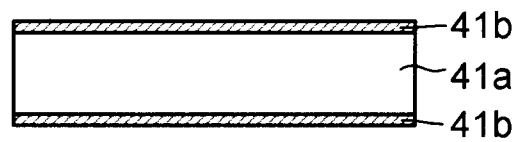


[図26]

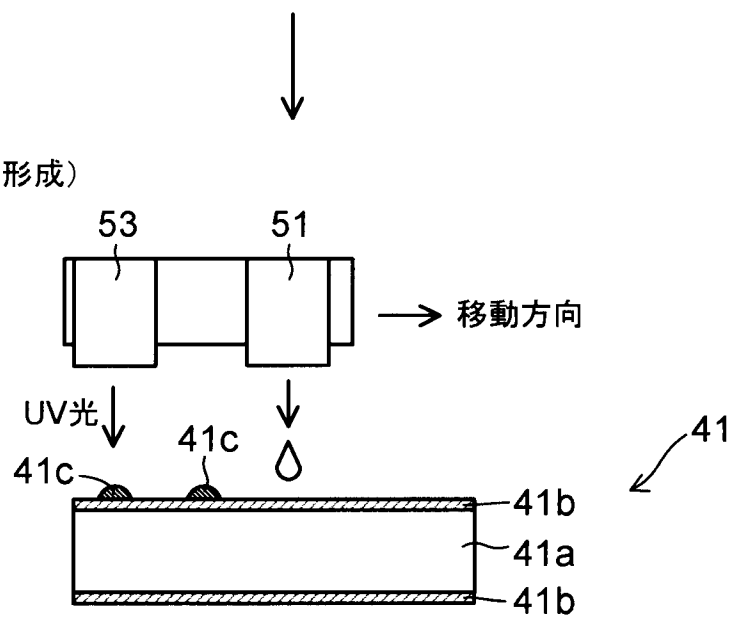
(基板材料の成形、切断)



(反射膜形成)

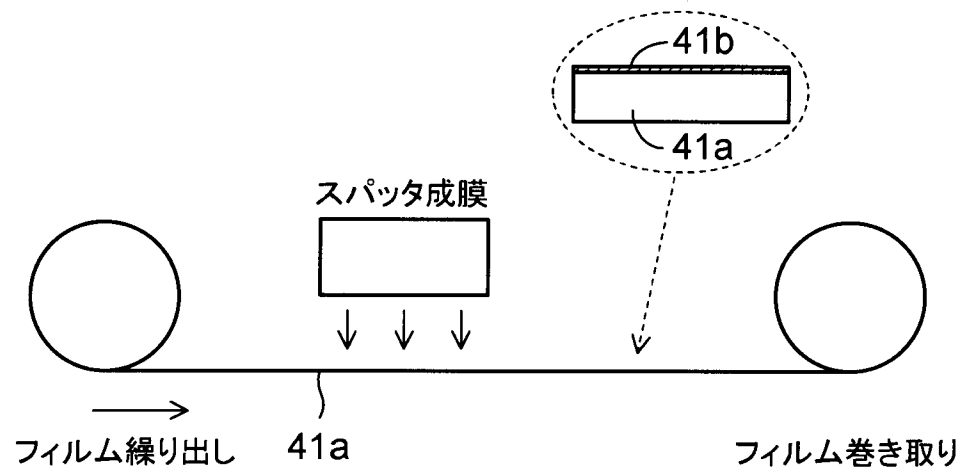


(スペーサ形成)

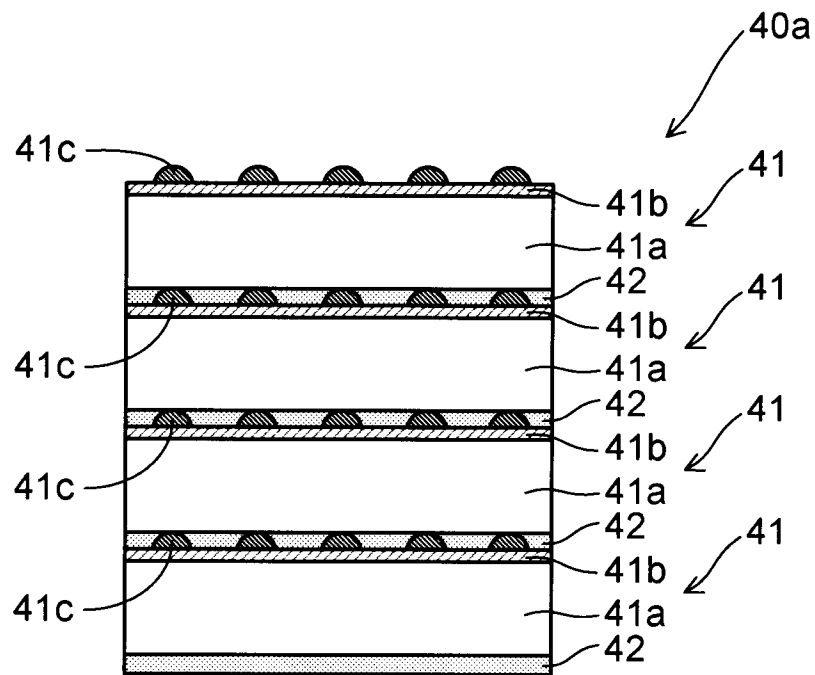


[図27]

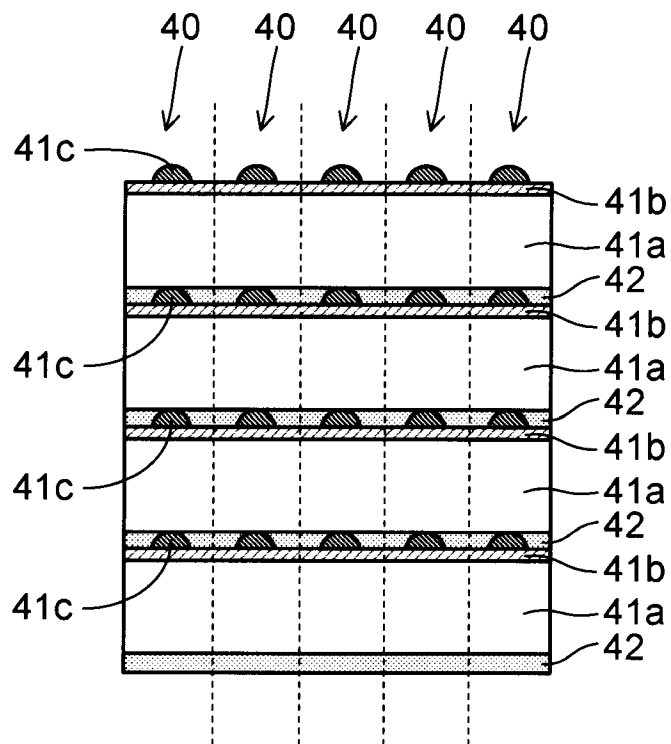
(反射膜形成)



[図29]

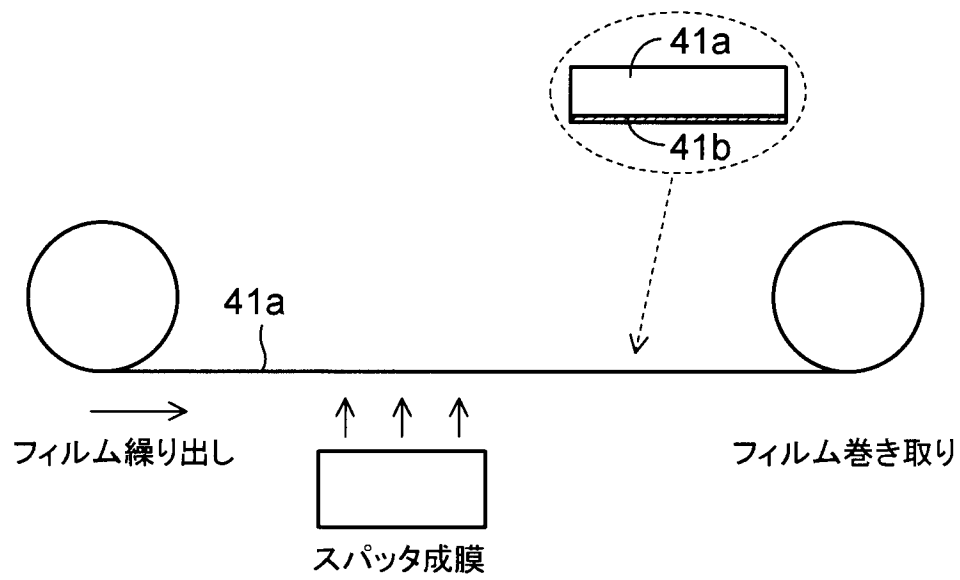


[図30]

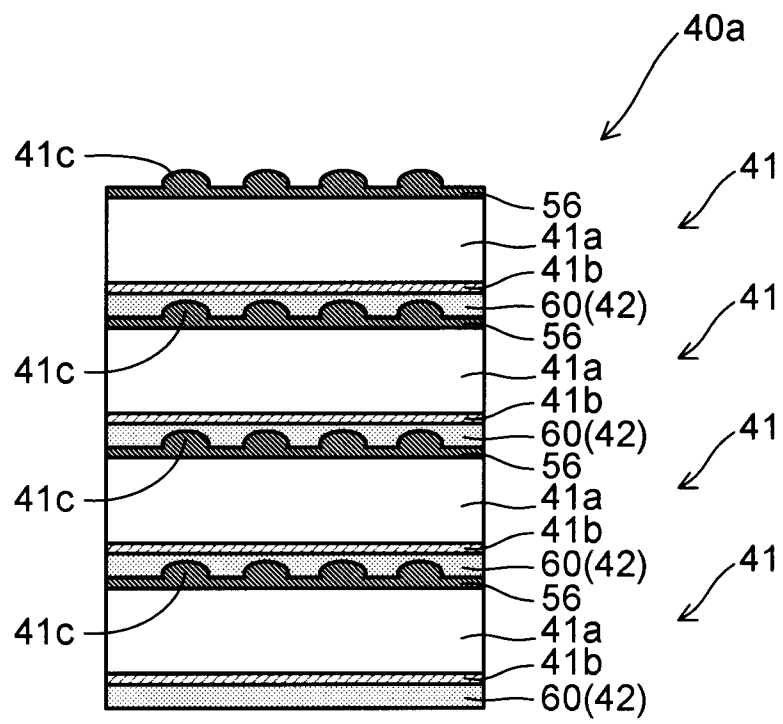


[図31]

(反射膜形成)



[図33]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071171

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/08(2006.01)i, G02B27/22(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)

G02B5/08, G02B27/22

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	WO 2012/133403 A1 (Sharp Corp.), 04 October 2012 (04.10.2012), claims; paragraphs [0030], [0038] to [0040], [0074], [0076] to [0078], [0081]; fig. 7 (Family: none)	1-7, 13-14, 18-20, 23, 26-30
Y		8-12, 15-17, 21-22, 24-25
Y	JP 2012-252293 A (Japan Display East Inc.), 20 December 2012 (20.12.2012), paragraph [0052] & US 2012/0314144 A1 paragraph [0082] & CN 102819147 A & KR 10-2012-0135876 A & TW 201300842 A	8-12

☒ 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
12 October 2016 (12.10.16)

Date of mailing of the international search report
25 October 2016 (25.10.16)

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/JP2016/071171

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 2006-318515 A (Ricoh Co., Ltd.), 24 November 2006 (24.11.2006), paragraph [0099] & US 2006/0055993 A1 paragraphs [0305], [0306] & EP 1635231 A2	15-17
Y	JP 2002-296543 A (Namiki Precision Jewel Co., Ltd.), 09 October 2002 (09.10.2002), claims (Family: none)	21
Y	WO 2014/199906 A1 (Konica Minolta, Inc.), 18 December 2014 (18.12.2014), paragraph [0056] & JP 2016-148689 A	22, 24-25

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B5/08(2006.01)i, G02B27/22(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. G02B5/08, G02B27/22

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X	WO 2012/133403 A1（シャープ株式会社）2012.10.04, 請求の範囲、 段落 [0030] [0038] ~ [0040] [0074] [0076]	1-7, 13-14, 18
Y	~ [0078] [0081]、図7（ファミリーなし）	-20, 23, 26-30
Y	JP 2012-252293 A（株式会社ジャパンディスプレイイースト） 2012.12.20, 段落 [0052] & US 2012/0314144 A1, 段落 [0082] & CN 102819147 A & KR 10-2012-0135876 A & TW 201300842 A	8-12, 15-17, 21-22, 24-25
		8-12

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

12.10.2016

国際調査報告の発送日

25.10.2016

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）

藤岡 善行

20

9225

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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 2006-318515 A (株式会社リコー) 2006. 11. 24, 段落 [0 0 9 9] & US 2006/0055993 A1, 段落 [0 3 0 5] [0 3 0 6] & EP 1635231 A2	15-17
Y	JP 2002-296543 A (並木精密宝石株式会社) 2002. 10. 09, 特許請求 の範囲 (ファミリーなし)	21
Y	WO 2014/199906 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2014. 12. 18, 段落 [0 0 5 6] & JP 2016-148689 A	22, 24-25