

(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 8 月 7 日(07.08.2014)



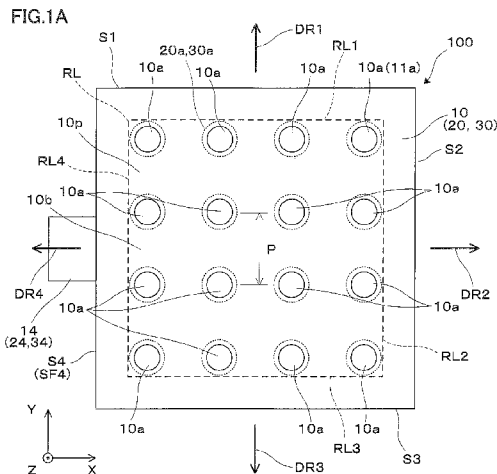
(10) 国際公開番号
WO 2014/119737 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 3/00 (2006.01) *H04N 5/232* (2006.01)
H04N 5/225 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/052284
- (22) 国際出願日: 2014 年 1 月 31 日(31.01.2014)
- (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 2013-019010 2013 年 2 月 1 日(01.02.2013) 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二丁目 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二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 下間剛(SHIMOMA, Takeshi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 福田充広(FUKUDA, Mitsuhiro); 〒1010047 東京都千代田区内神田 2 丁目 5 番 3 号 児谷ビル 1 階 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, JP, 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.

[続葉有]

(54) Title: COMPOUND EYE OPTICAL SYSTEM, IMAGE CAPTURE DEVICE, AND METHOD FOR PRODUCING COMPOUND EYE OPTICAL SYSTEM

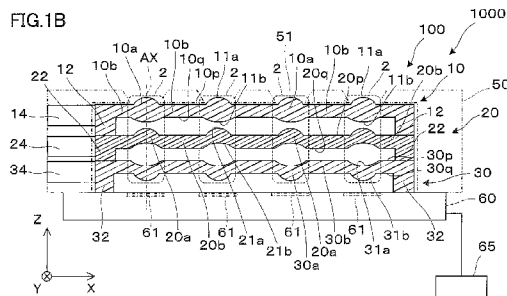
(54) 発明の名称: 複眼光学系、撮像装置、及び複眼光学系の製造方法



(57) Abstract: Provided are: a high-resolution, ultrathin compound eye optical system that is lightweight and capable of ensuring a reduction in cost due to a simple molding; and a method for producing the compound eye optical system. In the case of a side gate in which a resin injection part (14) is positioned on a side of a lens array (10), the lens array (10) sometimes warps slightly in the direction of the gate. In the case of the compound eye optical system (100), equivalent performance is demanded in lens arrays (10, 20, 30) that are substantially the same size, therefore, molding conditions etc. are similar, and the direction and magnitude of warp are similar in the plurality of lens arrays (10, 20, 30). At that time, as described above, when gates (GA), in other words, resin injection parts (14, 24, 34) are aligned in the same direction and the lens arrays (10, 20, 30) are stacked on one another, the warps of the lens arrays (10, 20, 30) align, making it difficult for problems such as interval variations and eccentricity of lens elements (10a, 20a, 30a) due to differences in the warps of the lens arrays (10, 20, 30) to occur.

(57) 要約:

[続葉有]





(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, 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))

軽量で、簡易な成形によってコストダウンを確保でき、高画質で超薄型の複眼光学系及びその製造方法を提供する。樹脂注入部 14 がレンズアレイ 10 の側方に配置されるサイドゲートの場合は、レンズアレイ 10 がゲート方向に若干反ってしまうことがあり、さらに複眼光学系 100 の場合は、略同一の大きさのレンズアレイ 10, 20, 30 で同等性能を要求するので成形の条件等も似ることになり、複数のレンズアレイ 10, 20, 30 で反りの方向や量も似てしまう。その時に、上記のようにゲート GA すなわち樹脂注入部 14, 24, 34 を同じ方向に揃えてレンズアレイ 10, 20, 30 を積み重ねると、レンズアレイ 10, 20, 30 の反りが揃うので、レンズアレイ 10, 20, 30 の反りの違いによるレンズ要素 10a, 20a, 30a の間隔変動や偏芯の発生といった問題も発生しにくい。

明 細 書

発明の名称：複眼光学系、撮像装置、及び複眼光学系の製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、レンズアレイを積み重ねて形成した複数の複合光学系を有する複眼光学系、これを組み込んだ撮像装置、及び複眼光学系の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 複数のレンズを用いて撮像素子上に複数の画像を結像し、得られた複数画像から1つの画像を再構成する複眼撮像装置に用いられる複眼光学系として、樹脂製のレンズアレイを複数光軸方向に重ねたものが知られている。例えば、特許文献1には、複眼光学系として、3種類のレンズを光軸垂直方向に隣接させ一体化させている光学アレイであって、2つの成形品を光軸方向の上下に重ねた2枚構成の光学素子が開示されている。

また、特許文献2には、複数のレンズと位置決め部とが一体成形された合成樹脂製のレンズアレイを、レンズ同士が同一光軸上に並ぶように複数重ね合わされたレンズアレイ組立品が開示されている。

しかしながら、特許文献1の複眼光学系は、光硬化性樹脂で形成されており、熱可塑性樹脂で形成されていない。光硬化性樹脂は、材料として軽量ではあるが、成形工程が比較的複雑であり、コストダウンも容易でない。また、硬化前の光硬化性樹脂は粘度が非常に低いため、金型からの漏れ出し等の問題があり、射出成形による成形が難しいという問題もある。

特許文献2のレンズアレイ組立品は、金型側方から金型内への樹脂の射出により成形されたレンズアレイを複数用いるものであるが、レンズアレイの光学性能やゲートからの距離に関連する成形体の収縮等についての記載がなく、複数のレンズアレイを積層した際の光学性能の確保について十分検討がなされていない。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 5 － 3 3 8 5 0 5 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 0 － 2 2 7 5 0 5 号公報

発明の概要

[0004] 本発明は、上記背景技術に鑑みてなされたものであり、軽量で、簡易な成形によってコストダウンを確保でき、高画質で超薄型の複眼光学系及びその製造方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、上記複眼光学系を組み込んだ小型で高性能の撮像装置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

[0005] 上記課題を解決するため、本発明に係る複眼光学系は、熱可塑性樹脂で成形され、2次元的に配列されたレンズ要素をそれぞれ有する複数のレンズアレイを重ね合わせることによって得られる複眼光学系であって、各レンズアレイには、樹脂注入部があり、各樹脂注入部は、レンズアレイの側方に配置され、レンズ要素の配列に関する同一の基準方向に対応して配置されている。

[0006] また、本発明に係る撮像装置は、上述の複眼光学系と、複数のレンズアレイに対応して設けられたセンサーアレイと、センサーアレイによって検出された画像信号に対して処理を行う画像処理部とを備える。

[0007] また、本発明に係る複眼光学系の製造方法は、2次元的に配列されたレンズ要素をそれぞれ有する複数のレンズアレイを熱可塑性樹脂の注入によって成形する工程と、複数のレンズアレイを重ね合わせることによって複眼光学系を得る工程とを備える複眼光学系の製造方法であって、レンズアレイの樹脂注入部を、レンズ要素の配列に関する同一の基準方向に対応して配置する。

発明の効果

[0008] 上記複眼光学系では、レンズアレイに形成される樹脂注入部がレンズアレ

イの側方に配置されるので、熱可塑性樹脂を樹脂注入部に対応するゲート等を介して型空間内に注入する際に、レンズアレイの薄い部分に相当する部分にも樹脂を供給しやすく、得られるレンズアレイを高精度とすることができ。また、複数のレンズアレイの樹脂注入部がレンズ要素の配列に関する同一の基準方向に対応して配置されているので、レンズアレイ又は複眼光学系をケースに収納する際に、樹脂注入部が出っ張っていてもケースの1辺だけ逃げを設けるだけで済み、レンズアレイを組み込みやすく、位置決めの精度を出しやすい。また、樹脂の収縮はゲートからの距離で異なることが知られているが、ゲートすなわち樹脂注入部を同じ方向に揃えてレンズアレイを積み重ねると、収縮の違いも同様となり全てのレンズ要素の光軸合わせを比較的精度良く行うことができる。さらに、樹脂注入部がレンズアレイの側方に配置されるサイドゲートの場合は、レンズアレイがゲート方向に沿って若干反ってしまうことがあり、さらに複眼光学系の場合は、略同一の大きさのレンズアレイで同等性能を要求するので成形の条件等も似ることになり、複数のレンズアレイで反りの方向や量も似てしまう。その時に、上記のようにゲートすなわち樹脂注入部を同じ方向に揃えてレンズアレイを積み重ねると、レンズアレイの反りが揃うので、レンズアレイの反りの違いによるレンズ要素の間隔変動や偏芯の発生といった問題も発生しにくい。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1 A及び1 Bは、第1実施形態の複眼光学系等を説明する平面図及び側方断面図である。

[図2]複眼光学系を構成する複数のレンズアレイの積み重ね方法を説明する概念的な斜視図である。

[図3]図3 A及び3 Bは、複眼光学系を構成する1つのレンズアレイを説明する平面図及び側方断面図である。

[図4]図4 A及び4 Bは、図3 A等を示すレンズアレイ用の成形金型を説明する部分拡大断面図及び断面概念図である。

[図5]レンズアレイの積み重ねに際しての収縮の効果を説明する図である。

[図6]レンズアレイの積み重ねに際しての撓みの効果を説明する図である。

[図7]第2実施形態の複眼光学系を説明する斜視図である。

[図8]第3実施形態の複眼光学系を説明する模式的な斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] 〔第1実施形態〕

図1A及び1B等に応示するように、本実施形態の複眼光学系100は、第1レンズアレイ10と第2レンズアレイ20と第3レンズアレイ30とを貼り合わせた積層体である。第1～第3レンズアレイ10、20、30は、XY面に平行に延びる平板状の部材である。これらのレンズアレイ10、20、30は、XY面に垂直なZ軸方向に積み重ねられている。

[0011] 複眼光学系100のうち+Z側（図面上側）の第1レンズアレイ10は、熱可塑性樹脂製の成形品であり、平面視において矩形（正方形を含む）の輪郭を有する。第1レンズアレイ10は、それぞれが光学素子である複数のレンズ要素10aと、複数のレンズ要素10aを周囲から支持する支持部10bとを有する。第1レンズアレイ10を構成する複数のレンズ要素10aは、XY面に平行に配列された正方の格子点（4×4の16点）上に2次元的に配列されている。つまり、レンズ要素10aは、直交する4つの基準方向DR1、DR2、DR3、DR4に沿ってマトリックス状に配置されている。レンズ要素10aの配列領域は、第1レンズアレイ10全体と同様に矩形の輪郭を有する矩形枠RLとなっている。各レンズ要素10aは、一方の主面10p側に凸の第1光学面11aを有し、他方の主面10q側に凸の第2光学面11bを有する。両光学面11a、11bは、例えば非球面となっている。

[0012] 第1レンズアレイ10は、周囲の4辺S1、S2、S3、S4に沿って主面10qから-Z方向に突出するリブ12を有する。第1レンズアレイ10のリブ12は、これに隣接する第2レンズアレイ20に対するスペーサーとして機能する。第1レンズアレイ10のうち第4基準方向DR4（図面中の-X側）にある1つの辺S4の中央からは、ブロック状の樹脂注入部14が

突出している。樹脂注入部 14 は、成形時のゲートに対応するゲート跡であり、第 1 レンズアレイ 10 の積層前に予め切除することもできるが、工程の簡素化のため残したままとしている。なお、樹脂注入部 14 を除去して 1 つの辺 S4 に対応する側面 SF4 を平坦化し若しくはこれに窪みを形成した場合も、切除跡が残り、この切除跡を樹脂注入部 14 と呼ぶものとする。ここで、樹脂注入部 14 を設けた辺 S4 は、レンズ要素 10a を配列した矩形枠 RL のうち第 4 基準方向 DR4（図面中の－X 側）にある 1 つの辺 RL4 に対向して平行に延びている。樹脂注入部 14 は、矩形枠 RL の 1 つの辺 RL4 に対向してこの辺 RL4 の中央の外側に配置されていることになる。この場合、樹脂注入部 14 をレンズ要素 10a の配列枠に対応させて配置することができ、後述する樹脂の注入工程に起因する特性劣化をレンズ要素 10a の配列枠に対応させることができる。なお、樹脂注入部 14 は、Z 方向からみて辺 S4 の中央に完全に一致している必要はない（後述する樹脂注入部 24, 34 についても同様）。例えば、各レンズアレイ 10, 20, 30 の樹脂注入部 14, 24, 34 は、辺 S4 において中心からずれて同じ側に偏って設けられていてもよい。

[0013] 第 2 レンズアレイ 20 は、熱可塑性樹脂製の成形品であり、平面視において矩形の輪郭を有する。第 2 レンズアレイ 20 は、それぞれが光学素子である複数のレンズ要素 20a と、複数のレンズ要素 20a を周囲から支持する支持部 20b とを有する。複数のレンズ要素 20a は、XY 面に平行に配列された正方の格子点（4×4 の 16 点）上に 2 次元的に配列されている。つまり、レンズ要素 20a は、直交する 4 つの基準方向 DR1, DR2, DR3, DR4 に沿ってマトリックス状に配置されている。レンズ要素 20a の配列領域は、第 2 レンズアレイ 20 全体と同様に矩形の輪郭を有する矩形枠 RL となっている。各レンズ要素 20a は、一方の主面 20p 側に凸の第 1 光学面 21a を有し、他方の主面 20q 側に凹の第 2 光学面 21b を有する。両光学面 21a, 21b は、例えば非球面となっている。

[0014] 第 2 レンズアレイ 20 は、周囲の 4 辺 S1, S2, S3, S4 に沿って主

面20qから-Z方向に突出するリブ22を有する。第2レンズアレイ20のリブ22は、これに隣接する第3レンズアレイ30に対するスペーサーとして機能する。第2レンズアレイ20のうち第4基準方向DR4（図面中の-X側）にある1つの辺S4の中央からは、ブロック状の樹脂注入部24が突出している。樹脂注入部24は、成形時のゲートに対応するゲート跡であり、第2レンズアレイ20の積層前に予め切除することもできるが、工程の簡素化のため残したままとしている。なお、樹脂注入部24を除去して側面SF4を平坦化し若しくはこれに窪みを形成した場合も、その切除跡を樹脂注入部24と呼ぶものとする。ここで、樹脂注入部24を設けた辺S4は、レンズ要素20aを配列した矩形枠RLのうち第4基準方向DR4（図面中の-X側）にある1つの辺RL4に対向して平行に延びている。樹脂注入部24は、矩形枠RLの1つの辺RL4に対向してこの辺RL4の中央の外側に配置されていることになる。

[0015] 第3レンズアレイ30は、熱可塑性樹脂製の成形品であり、平面視において矩形の輪郭を有する。第3レンズアレイ30は、それぞれが光学素子である複数のレンズ要素30aと、複数のレンズ要素30aを周囲から支持する支持部30bとを有する。複数のレンズ要素30aは、XY面に平行に配列された正方の格子点（4×4の16点）上に2次元的に配列されている。つまり、レンズ要素30aは、直交する4つの基準方向DR1，DR2，DR3，DR4に沿ってマトリックス状に配置されている。レンズ要素30aの配列領域は、第3レンズアレイ30全体と同様に矩形の輪郭を有する矩形枠RLとなっている。各レンズ要素30aは、一方の主面30p側に凹の第1光学面31aを有し、他方の主面30q側に凸の第2光学面31bを有する。両光学面31a，31bは、例えば非球面となっている。

[0016] 第3レンズアレイ30は、周囲の4辺S1，S2，S3，S4に沿って主面30qから-Z方向に突出するリブ32を有する。第3レンズアレイ30のリブ32は、これに隣接するセンサーアレイ60に対するスペーサーとして機能する。第3レンズアレイ30のうち第4基準方向DR4（図面中の-

X側)にある1つの辺S4の中央からは、ブロック状の樹脂注入部34が突出している。樹脂注入部34は、成形時のゲートに対応するゲート跡であり、第3レンズアレイ30の積層前に予め切除することもできるが、工程の簡素化のため残したままとしている。なお、樹脂注入部34を除去して側面SF4を平坦化し若しくはこれに窪みを形成した場合も、その切除跡を樹脂注入部34と呼ぶものとする。ここで、樹脂注入部34を設けた辺S4は、レンズ要素30aを配列した矩形枠RLのうち第4基準方向DR4(図面中の-X側)にある1つの辺RL4に対向して平行に延びている。樹脂注入部34は、矩形枠RLの1つの辺RL4に対向してこの辺RL4の中央の外側に配置されていることになる。

[0017] 以上において、複眼光学系100を構成する第1レンズアレイ10と第2レンズアレイ20とは、光硬化型の接着剤で接合されている。つまり、第1レンズアレイ10のリブ12の下端面が、接着剤を介して第2レンズアレイ20の上側の主面20pに接合される。また、第2レンズアレイ20と第3レンズアレイ30とは、光硬化型の接着剤で接合されている。つまり、第2レンズアレイ20のリブ22の下端面が、接着剤を介して第3レンズアレイ30の上側の主面30pに接合される。第1～第3レンズアレイ10, 20, 30を積み重ねて接合して得た複眼光学系100は、多数の個眼レンズ系である多数の複合光学系2を2次元的に配列したものとなっている。具体的には、複合光学系(個眼レンズ系)2は、XY面に平行に配列された正方の格子点(4×4の16点)上に配列されている。つまり、複合光学系2は、直交する4つの基準方向DR1, DR2, DR3, DR4に沿ってマトリックス状に配置されている。この複眼光学系100において、第1～第3レンズアレイ10, 20, 30は、矩形枠RLの4つの辺RL1～RL4のうち特定の辺RL4の中央の外側に樹脂注入部14, 24, 34が突出するものとなっている。つまり、樹脂注入部14, 24, 34は、第1～第3レンズアレイ10, 20, 30において、基準方向DR1, DR2, DR3, DR4のうち特定の基準方向DR4に揃えて配置されている。

[0018] 図1Bに示すように、複眼光学系100を組み込んだ撮像装置1000は、上述した複眼光学系100の他に、複数のレンズアレイ10、20、30に対応して設けられたセンサーアレイ60と、センサーアレイ60によって検出された画像信号に対して処理を行う画像処理部65とを備える。ここで、複眼光学系100は、センサーアレイ60に接合され、矩形枠状のケース50に収納されている。ケース50には、レンズアレイ10等のレンズ要素10a等に対応する位置に開口51が形成されている。

[0019] 複眼光学系100は、上述のようにXY面に沿って2次元的に配列された複合光学系（個眼レンズ系）2を有している。センサーアレイ60には、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）その他の固体撮像素子61が各複合光学系2に対応する2次元配列で形成されている。なお、各複眼光学系100は、3つのレンズ要素10a、20a、30aからなる。これらのレンズ要素10a、20a、30aの光学設計を適宜行うことで、複眼光学系100は、一般に（1）複数の複合光学系2によって同じ視野をそれぞれ観察する光学系と、（2）複数の複合光学系2によって別の視野をそれぞれ観察する光学系とのいずれか一方として用いられるが、本実施形態では複眼光学系100を（1）の超解像方式で用いる。この場合、各複合光学系2を構成するレンズ要素10a、20a、30aと、センサーアレイ60のうち対応する固体撮像素子61とは、互いに視野を一致させるように光軸AX上に中心を完全に一致させて配置される。

[0020] 複眼光学系100が超解像方式の画像検出に用いられる場合、複眼光学系100を構成する複合光学系2は、同時に同じ視野を観察可能にするものであり、各複合光学系2が同じ視野から画像を取り込み、各固体撮像素子61が同じ視野からの画像を電氣的な画像信号に変換する。画像処理部65は、固体撮像素子61から出力された画像信号に対して適宜画像処理を行って、同じ視野の低解像の画像から同じ視野の高解像の画像を得る。複眼光学系100を超解像方式で用いる場合、各複合光学系2が略同一の光学的な設計となる。このことは、例えば第1レンズアレイ10を構成する全レンズ要素1

0 a が略同一形状を有することを意味する。このように、超解像方式の用途では、同じ形状が揃うレンズアレイを成形することになるので、射出成形では樹脂の流れ方も同じになり、第1レンズアレイ10を構成するレンズ要素10aごとの精度が出しやすい。逆に、視野分割方式のようにレンズ要素の形状が異なる場合は、厚みの変化が大きく安定した形状を出すのが難しい。そして、超解像方式は非常に高い光学性能を要求するため、レンズの形状や偏芯の精度も非常に厳しいものとなる。そのため、樹脂注入部14, 24, 34が同じ方向に配置される効果は、視野分割より超解像の方で発揮されやすい。なお、複眼光学系100を超解像方式で用いる場合、複合光学系2ごとに色収差やピント位置を異ならせることがあるので、それに配慮して上記のように「同じ」ではなく「略同じ」と表現している。

[0021] 超解像方式で高解像を得るには、複眼光学系100を構成する個眼数すなわち複合光学系2の数が多い方がよい。たとえば 2×2 個の配列だと、4つの複合光学系2しか備えないため、最大でも4倍の画素（長さ方向では2倍）にしかない。このため、高解像化や薄型化への効果が小さく、1つのセンサーに1つのレンズを用いる単眼方式との能力差が少ない。そこで、少なくとも 3×3 個の複合光学系2を有していることが好ましい。これにより、複眼光学系100を薄くでき、個眼から全体画像を合成した際の超解像の向上度合いも大きくできる。

[0022] 複眼光学系100を構成する複合光学系2用の固体撮像素子61の画素数を N_i とし、超解像処理後の画素数を N_s とした場合、以下の条件式(3)

$$N_s / N_i > 5 \quad \dots \quad (3)$$

を満たすことが望ましい。超解像方式で解像度（画素数）を向上させるには、元々のレンズの性能がある程度高いことが要求される。つまり、個々の複合光学系2に対応して設けられた画素よりも小さな画素に回復又は向上させるためには、各複合光学系2に対して超解像後の画素数に相当する空間周波数でのレンズ性能が要求される。そのために必要なレンズ要素10a, 20a, 30aの偏芯に対する要求は、複合光学系2の画素ピッチよりも小さな

精度を要求する。つまり、レンズ要素10a, 20a, 30aの形状や偏芯に関する精度を高くして個々の複合光学系2の性能を高めやすいものとなっている複眼光学系100は、超解像方式の用途に適する。

[0023] 複眼光学系100を構成する第1～第3レンズアレイ10, 20, 30については、樹脂注入部14, 24, 34に対応するゲートGAを横断するゲート垂直方向に関するレンズ要素10a, 20a, 30aの最大間隔をPとし、センサーアレイ60において個眼の複合光学系2に対応して設けられた固体撮像素子61の個眼画素ピッチをdとして、以下の条件式(4)

$$20 > (P/d) / 1000 \quad \dots \quad (4)$$

を満たす。第1～第3レンズアレイ10, 20, 30におけるレンズ要素10a, 20a, 30aの間隔が広がると偏芯も大きくなる傾向があり、偏芯精度は画素ピッチと関連したものとなっている。特に超解像のように非常に高い性能を求められているときは、画素ピッチ程度のずれでも劣化が問題になるが、上記条件式(4)の範囲とすることで、偏芯の少ない複合光学系2によって超解像処理後の解像度向上が実効的なものとなる。

[0024] 図2は、複眼光学系100の構造及び製造方法を概念的に説明する斜視図である。複眼光学系100において、第1レンズアレイ10と第2レンズアレイ20と第3レンズアレイ30とが順次接合されているが、これらのレンズアレイ10, 20, 30は、樹脂注入部14, 24, 34を基準として、同一の回転位置で積層されている。このように、本実施形態の場合、樹脂注入部14, 24, 34の位置を基準方向DR1, DR2, DR3, DR4のいずれか1つに一致させているので、複眼光学系100からの出っ張りが1箇所集まり、ケース50への組み込みやアライメントが容易である。また、これらのレンズアレイ10, 20, 30は、熱可塑性樹脂で形成されており、熱収縮及び撓みの問題があるが、レンズアレイ10, 20, 30が樹脂注入部14, 24, 34を基準として方向を揃えている場合、熱収縮及び撓みの方向性や傾向をレンズアレイ10, 20, 30間で一致させやすく、各複合光学系2における芯出しが比較的容易になる。

[0025] 以下、樹脂注入部14, 24, 34を固定後を基準とする4辺S1, S2, S3, S4のうちいずれか1つである同一の辺に配置する理由について説明する。

[0026] 図3A及び3Bは、第1レンズアレイ10の平面図及び側方断面図である。第1レンズアレイ10の樹脂注入部14は、辺S4又は側面SF4に形成されている。これは、第1レンズアレイ10が熱可塑性樹脂をサイドゲート方式で成形することによって得られたものであることに起因している。複眼光学系100は、超解像方式等の用途において、撮像装置1000を薄型化できる観点で注目されている。これまでに、各種の複眼光学系が提案されているが、軽量でコストダウンに優れている樹脂（熱可塑性樹脂）を用いて、高画質で超薄型を達成するために必要な要件を提案しているものはなかった。本実施形態では、複眼光学系100を構成する第1レンズアレイ10だけでなく、他のレンズアレイ20, 30も熱可塑性樹脂で成形し、超薄型ながら高画質を達成することを提案する。

[0027] レンズアレイ10, 20, 30を熱可塑性樹脂で成形する場合、サイドゲート、ピンゲート等のいずれを採用するかの問題がある。ピンゲートの場合、樹脂注入部が上下方向に形成されるが、樹脂の流入方向と広がる方向とが垂直のためレンズアレイ10, 20, 30の薄い箇所に樹脂が入りにくいという不利がある。一方、サイドゲートの場合、樹脂の流入方向と広がる方向とが概ね一致するため、レンズアレイ10, 20, 30の薄い箇所にも樹脂が入り込みやすく、形状の転写精度が求められる複眼光学系100の製造方法として有利である。また、ピンゲートの場合は離型の際にゲートが自動切断されるが、ゲートが引きちぎられる形で切断されるため、レンズのゲート付近が局所的に変形し、高精度なレンズの成形には不利である。一方、サイドゲートの場合はゲートが切断されずに離型され、後工程にてゲートカット機等を用いて切断されるため、ゲート部に局所的な変形が起こりづらく、高精度なレンズの成形に有利である。

[0028] 図4Aは、第1レンズアレイ10を成形する金型を説明する図である。金

型装置 70 は、第 1 金型 71 と第 2 金型 72 とを備える。第 1 金型 71 と第 2 金型 72 とは、型合わせ面 PL で型合わせされ、金型 71, 72 間にキャビティ 70a を形成する。キャビティ 70a に臨むように、第 1 金型 71 には、第 1 レンズアレイ 10 の主面 10p 側の形状を転写するための転写面 71c が形成され、第 2 金型 72 には、第 1 レンズアレイ 10 の主面 10q 側の形状を転写するための転写面 72c が形成されている。転写面 71c, 72c は、レンズ要素 10a の光学面 11a, 11b を転写するため、その一部に 2 次元的に配列された複数の光学転写部 71g, 72g を有する。なお、第 2 金型 72 には、リブ 12 を形成するための転写面 72f も形成されている。金型装置 70 には、キャビティ 70a に連通するゲート GA が形成されている。ゲート GA は、リブ 12 の転写面 72f に隣接して設けられている。

[0029] 図 4B は、金型装置 70 の全体構造を説明する断面図である。図 4A のキャビティ 70a には、ゲート GA を介してランナー RA が連結され、ランナー RA は、樹脂供給側のスプルー SP に繋がっている。結果的に、スプルー SP からの溶融樹脂 J は、ランナー RA を充填し、ゲート GA を介してキャビティ 70a を充填する。溶融樹脂 J の冷却後に第 1 金型 71 と第 2 金型 72 とを離間させることで、スプルー SP に対応するスプルー部 81 と、ランナー RA に対応するランナー部 82 と、ゲート GA に対応するゲート部 83 と、キャビティ 70a に対応するレンズアレイ本体 84 とを備える成形品 80 が形成される。ここで、ゲート部 83 に対しては、ゲートカット処理が施され、ゲート部 83 の残りである樹脂注入部 14 と、その先のレンズアレイ本体 84 とによって、第 1 レンズアレイ 10 が得られる。以上のような成形を行う場合、ゲートカット処理後の樹脂注入部 14 に対して、ゲートカットバリを除去する等の工程が必要となる。このようなゲートカットバリの除去は、樹脂注入部 14 が周辺に形成されるサイドゲート方式では簡易なものとなるが、ピンゲート方式等では必ずしも簡易にならない。

[0030] 図 3A に戻って、第 1 レンズアレイ 10 における樹脂注入部 14 の配置や

形状について考察する。図示の例では、樹脂注入部 14 が辺 S 4 又は側面 S F 4 の中央に対応する位置に配置されている。これに対して、一点鎖線で示すように、樹脂注入部 14' を辺 S 4 又は側面 S F 4 の端部寄りに形成したり、樹脂注入部 14'' を一对の辺 S 1, S 4 の交わる隅部に形成したりすることが考えられる。しかしながら、端部寄りの樹脂注入部 14' は、最も遠いレンズ要素 10 a までの距離が中央配置の樹脂注入部 14 の場合よりも増加し、隅部の樹脂注入部 14'' は、最も遠いレンズ要素 10 a までの距離が端部寄りの樹脂注入部 14' の場合よりもさらに増加する。第 1 レンズアレイ 10 を構成するレンズ要素 10 a の面精度を高めるには、金型装置 70 のキャビティ 70 a 内のレンズ要素 10 a に対応する部分に十分な圧力をかける必要がある。このため、金型装置 70 において、いずれかのレンズ要素 10 a の転写部がゲート G A から遠くなると、圧力損失が大きくなり、レンズ要素 10 a の面精度が低下しやすくなる。したがって、レンズ要素 10 a の転写部はできるだけゲート G A に近い方が良く、レンズ要素 10 a の転写部とゲート G A の位置とを最も近くするためには、ゲート G A が第 1 レンズアレイ 10 の特定の辺 S 4 又は側面 S F 4 の中央に対応して配置されることが望ましい。結果的に、第 1 レンズアレイ 10 において樹脂注入部 14 が特定の辺 S 4 又は側面 S F 4 の中央又はその近傍に配置されることが望ましいといえる。これにより、樹脂の圧力損失を抑えることができ、各レンズ要素 10 a を比較的高品位で成形することができる。

[0031] 図 4 A に示すゲート G A の断面積は、各レンズ要素 10 a に要求される面精度を確保する観点で大きいことが望ましい。つまり、各レンズ要素 10 a を高精度に成形するためには、熔融樹脂 J の流動性が良い方が良く、図 3 A 等も参照して、ゲート G A (すなわち樹脂注入部 14) の横幅を D としゲート G A (すなわち樹脂注入部 14) の縦幅を h とした場合に、ゲート断面積 ($D \times h$) は大きい方が望ましい。ここで、ゲート G A 又は樹脂注入部 14 の横幅 (ゲート幅 D) は、広い方が流動性が良いが、広すぎるとゲートカット処理が難しくなるので、

$$1\text{ mm} \leq D \leq 10\text{ mm}$$

の範囲とする。また、ゲートGA又は樹脂注入部14の縦幅hは、大きい方が良いが、一般にフランジ高さHよりは大きくできないため、

$$0.5 \leq h/H \leq 1.0$$

の範囲とする。さらに好ましくは、

$$0.5 \leq h/H \leq 0.8$$

の範囲とする。

[0032] さらに、キャビティ70aの充填不良を生じさせないで、薄型の第1レンズアレイ10等を成形するためには、第1レンズアレイ10等の断面サイズを適正に設定する必要がある。具体的には、図3Bを参照して、各レンズアレイ10、20、30は、その最小厚みをTとし、ゲート方向すなわち±X方向に関する各レンズアレイ10、20、30の長さをLとして、以下の条件式(1)

$$1.0 < L/T < 6.0 \quad \dots \quad (1)$$

を満たす。条件式(1)は、充填を良好にし薄型の光学系にするために、レンズアレイ10、20、30のゲート方向の長さとの比を適切な範囲に設定するものである。条件式(1)の上限より小さくすることで、奥行き方向に長くなりすぎず、樹脂の流動を確保して、樹脂の充填を良好なものとする。一方、条件式(1)の下限より大きくすることで、レンズアレイ10、20、30が必要以上に厚くなりすぎず、薄型の複眼光学系100を実現することができる。これにより、各レンズアレイ10、20、30を薄型にしながら成形に際して溶融樹脂Jの流動性を確保することができる。

[0033] さらに、図3Aを参照して、各レンズアレイ10、20、30は、その樹脂注入部14、24、34に対応するゲートGAを横断するゲート垂直方向すなわち±Y方向のゲート幅をDとし、ゲート垂直方向すなわち±Y方向に関する各レンズアレイ10、20、30の長さをWとして、以下の条件式(2)

$$1.3 < W/D < 2.5 \quad \dots \quad (2)$$

を満たす。条件式（２）は、充填を良好にしゲートカット処理をやりやすくするために、ゲート垂直方向に関するレンズアレイ１０等の長さとゲート幅との比を適切な範囲に設定するものである。条件式（２）の上限より小さくすることで、ゲートＧＡのサイズを確保することができ、流動性を良好に保って充填不良の発生を抑制できる。一方、条件式（２）の下限より大きくすることで、ゲートＧＡをある程度狭くして、ゲートカット処理を容易にできる。これにより、ゲートＧＡの横幅をある程度以上大きくして溶融樹脂Ｊの流動性を保ちつつもゲートＧＡの横幅が大きくなりすぎないようにしてゲートカット処理を容易にしている。

[0034] 図４Ｂ等に応示するような金型装置７０を上記のように溶融樹脂Ｊの流動性や転写性を確保できる条件で用いても、成形後において第１レンズアレイ１０等が変形する可能性がある。すなわち、成形後のレンズアレイ本体８４又は第１レンズアレイ１０は、成形時の圧力損失が大きくなると収縮し、一般にゲートＧＡに近い部分の収縮は少なく、ゲートＧＡから離れた部分の収縮は多くなる。したがって、レンズアレイ１０、２０、３０を積層する際にゲートＧＡ又は樹脂注入部１４、２４、３４を互いに一致させると、レンズアレイ１０、２０、３０の収縮の状態又は傾向も各所において相互に一致するので、複眼光学系１００を構成する各複合光学系２においてレンズ要素１０ａ、２０ａ、３０ａ間で中心を一致させることが容易になり、少ない偏芯によって個々の複合光学系２の光学性能を可能な限り高める得ることが期待される。

[0035] 図５は、第１及び第２レンズアレイ１０、２０の収縮を誇張した概念図である。仮想線（一点鎖線）で示す矩形の輪郭１０ｍ、２０ｍは、第１及び第２レンズアレイ１０、２０が理想的に成形され収縮が生じなかった場合を示す。実際には、射出時の圧力損失によってゲートＧＡから離れるほど収縮による変位が大きくなる成形収縮が発生し、実線で示す台形状の輪郭１０ｍ、２０ｍとなる。実線で示す成形品の格子軸８ａ、８ｂは、仮想線で示す元の正確な格子軸７ａ、７ｂと比較して歪んだものとなる。しかしながら、第１

レンズアレイ 10 でも第 2 レンズアレイ 20 でも同様の傾向を示す成形収縮が生じるので、第 1 及び第 2 レンズアレイ 10, 20 を構成する各レンズ要素 10a, 20a は、互いに光軸 AX が一致した状態に維持され、各複合光学系 2 の解像度、延いては撮像装置 1000 の解像度を高くすることができる。

[0036] さらに、図 4 A に示す金型装置 70 のようにサイドゲートの場合、レンズアレイ本体 84 の非対称性（例えばリブ 12 が存在すること等）によって、レンズアレイ本体 84 又は第 1 レンズアレイ 10 はゲート方向に沿った各位置においてゲート垂直方向に若干反ってしまうことがある。超解像といった用途の複眼光学系 100 は、略同一の大きさのレンズアレイ 10, 20, 30 を備え、それぞれに同等性能が要求される。このため、成形の条件等も似ることになり、複数枚のレンズアレイ 10, 20, 30 間で反りの方向や量も似る。したがって、上記のようにレンズアレイ 10, 20, 30 を積層する際にゲート GA 又は樹脂注入部 14, 24, 34 を互いに一致させることで、3つのレンズアレイ 10, 20, 30 の反りが互いに倣い、かかる反りによる間隔変動や偏芯の発生といった問題も発生しにくくなり或いは低減される。

[0037] 図 6 は、レンズアレイ 10, 20, 30 の反りを分かりやすく誇張した概念図である。図示の例では、レンズアレイ 10, 20, 30 は、ゲート GA に対応する樹脂注入部 14, 24, 34 から離れるほど、リブ 12, 22, 32 のある下側に僅かに撓むが、これらレンズアレイ 10, 20, 30 の撓み方は略一致しており、レンズアレイ 10, 20, 30 を積層して得た複眼光学系 100 を構成する各複合光学系（個眼レンズ系）2 において、レンズ要素 10a, 20a, 30a 間の相対位置が一様に保たれている。なお、レンズアレイ 10, 20, 30 の反りは、成形時の樹脂圧力、温度、樹脂の流動配向による収縮率の違いが原因で発生すると考えられる。成形条件を最適化することにより、そりを低減させることはできるが、超解像といった用途の複眼光学系 100 に求められるマイクロメートルの精度を達成することは

容易でない。よって、レンズアレイ 10, 20, 30 の反りを残したままとし、樹脂注入部 14, 24, 34 を互いに一致させることで、簡易にレンズ要素 10a, 20a, 30a の相対的配置を正確にして複眼光学系 100 を高精度化することができる。

[0038] 以上のように、各レンズアレイ 10, 20, 30 の角度を、樹脂注入部 14, 24, 34 を基準として互いに揃えることで、樹脂注入部 14, 24, 34 に近い特定の複合光学系 2 では、複屈折の影響が出やすくなり、これが重畳することで周囲に比較して性能の劣化が大きくなりやすい。したがって、個々のレンズアレイ 10, 20, 30 が小さな複屈折量を有するようにすることが望ましい。このため、レンズアレイ 10, 20, 30 を成形する材料を選択して複屈折量を小さくすることが考えられる。一般的には、各レンズアレイ 10, 20, 30 を成形する樹脂の光弾性係数は、 50×10^{-7} (cm^2/Kgf) 以下とし、好ましくは 30×10^{-7} (cm^2/Kgf) 以下とする。これにより、レンズ要素 10a, 20a, 30a を形成する樹脂の光弾性係数を小さく抑え、レンズアレイ 10, 20, 30 単独での性能を一定レベル以上に保ち、これらを積み重ねた複合光学系 2 又は複眼光学系 100 全体としても性能を向上させることができる。

[0039] 具体的には、レンズアレイ 10, 20, 30 の材料として、ポリカーボネート系の樹脂 EP4000、EP5000（三菱瓦斯化学社）、ポリオレフィン系の樹脂 APEL（三井化学社）等を用いることができる。なお、一般的なポリカーボネートの光弾性係数は、 71×10^{-7} (cm^2/Kgf) であり、EP4000、EP5000 や APEL の光弾性係数は、 30×10^{-7} (cm^2/Kgf) 以下となる。

[0040] 上記のような複屈折に対しては、図 4A に示す金型装置 70 の転写面 71c, 72c に形成する光学転写部 71g, 72g に補正をかけて、予め複屈折の影響を低減できるようなものとすることもできる。この際、光学転写部 71g, 72g を形成するための入れ子状のコア部材 71k, 72k の加工を個別に調整する。

- [0041] 以上では、説明を省略したが、図2に示すように、レンズアレイ10、20、30には、アライメントマークMAを設けることができる。アライメントマークMAを利用してレンズアレイ10、20、30相互のXY θ を調整し、又は測定結果をフィードバックすることで、精度の良い組み込みを実現できる。この際、レンズアレイ10、20、30相互のずれを小さくできる箇所にアライメントマークMAを設けることで、調整するポイントをしっかり調整することができ、他の所も結果的に偏芯が小さくなる。
- [0042] その他、レンズアレイ10、20、30を金型装置70から取り出す際には、第1金型71と第2金型72とのうちいずれか一方に設けたエジェクターピン（不図示）によって成形品80のレンズアレイ本体84を押し出す場合がある。ここで、レンズアレイ本体84又はレンズアレイ10、20、30の4隅等をバランス良く押し出すならば、レンズアレイ本体84又はレンズアレイ10、20、30等に反りが発生することを抑制できる。
- [0043] 以上説明した複眼光学系では、レンズアレイ10、20、30に形成される樹脂注入部14、24、34がレンズアレイ10、20、30の側方に配置されるので、熱可塑性樹脂を樹脂注入部14、24、34に対応するゲートGA等を介して型空間内に注入する際に、レンズアレイ10、20、30の薄い部分に相当する部分にも樹脂を供給しやすく、得られるレンズアレイ10、20、30を高精度とすることができる。また、複数のレンズアレイ10、20、30の樹脂注入部14、24、34がレンズ要素10a、20a、30aの配列に関する同一の基準方向DR4に対応して配置されている。そのため、レンズアレイ10、20、30又は複眼光学系100をケース50に収納する際に、樹脂注入部14、24、34が出っ張っていてもケース50の1辺だけ逃げを設けるだけで済み、レンズアレイ10、20、30を組み込みやすく、位置決めの精度を出しやすい。また、樹脂の収縮はゲートGAからの距離で異なることが知られているが、ゲートGAすなわち樹脂注入部14、24、34を同じ方向に揃えてレンズアレイ10、20、30を積み重ねると、収縮の違いも同様となり全てのレンズ要素10a、20a

、30aの光軸合わせを比較的精度良く行うことができる。さらに、樹脂注入部14、24、34がレンズアレイ10、20、30の側方に配置されるサイドゲートの場合は、レンズアレイ10、20、30がゲート方向に若干反ってしまうことがあり、さらに複眼光学系100の場合は、略同一の大きさのレンズアレイ10、20、30で同等性能を要求するので成形の条件等も似ることになり、複数のレンズアレイ10、20、30で反りの方向や量も似てしまう。その時に、上記のようにゲートGAすなわち樹脂注入部14、24、34を同じ方向に揃えてレンズアレイ10、20、30を積み重ねると、レンズアレイ10、20、30の反りが揃うので、レンズアレイ10、20、30の反りの違いによるレンズ要素10a、20a、30aの間隔変動や偏芯の発生といった問題も発生しにくい。

[0044] 上述の複眼光学系100を組み込んだ撮像装置1000は、レンズ要素10a、20a、30aの形状や偏芯に関する精度を高くして個眼レンズ系である個々の複合光学系2の性能を高めやすいものとなっている。これにより、撮像装置1000は、薄型で軽量でありながら高品位なものとなる。

[0045] 以下、具体的な実施例について説明する。以下の表1は、レンズアレイ10、20、30の厚みT、長さL、ゲート幅D、長さW等のパラメータを変更しつつ成形を行った実施例を示している。

〔表1〕

	T	L	L/T	W	D	W/D
実施例1	0.4	8	20.0	8	1.5	5.3
実施例2	0.3	10	33.3	10	2	5.0
実施例3	0.8	20	25.0	25	5	5.0
実施例4	0.5	6	12.0	5	3	1.7
実施例5	1	50	50.0	30	10	3.0
実施例6	0.2	8	40.0	8	0.5	16.0

いずれの実施例1～6も高性能のレンズアレイとなり、これらのレンズアレイを組み合わせた複眼光学系100では所期の性能が得られた。

[0046] 〔第2実施形態〕

以下、第2実施形態に係る複眼光学系等について説明する。なお、第2実施形態の複眼光学系等は第1実施形態の複眼光学系等を変形したものであり

、特に説明しない事項は第1実施形態と同様である。

[0047] 図7に示すように、本実施形態の複眼光学系100は、4枚のレンズアレイ10、20、30、40を積層したものとなっている。これらのレンズアレイ10、20、30、40は、樹脂注入部14、24、34、44の位置が同一の基準方向DR4に向いたものとなっている。

[0048] [第3実施形態]

以下、第3実施形態に係る複眼光学系等について説明する。なお、第3実施形態の複眼光学系等は第1実施形態の複眼光学系等を変形したものであり、特に説明しない事項は第1実施形態と同様である。

[0049] 図8に示すように、本実施形態の複眼光学系100は、3枚のレンズアレイ10、20、30からなる複眼光学系100におけるレンズアレイ10、20、30の積層方法を説明したものである。この場合、3つのレンズアレイ10、20、30は、複数のレンズ要素10a、20a、30aを3×3の正方の格子点上に配列したものとなっている。また、3つのレンズアレイ10、20、30は、それぞれの樹脂注入部14、24、34が同じ方向に向くように積層される。

[0050] 本実施形態の複眼光学系によれば、厚みの増加を抑えつつ超解像の度合い（個眼から全体画像を得る際の解像度の向上）を大きくすることができる。

[0051] 以上では、本実施形態に即して本発明を説明したが、本発明の複眼光学系は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、また、レンズアレイ10、20、30、40の平面視の輪郭は、矩形に限らず、円形や楕円形とすることもできる。

[0052] 以上の説明では、レンズ要素10aや複合光学系2が正方格子点上に配列されているが、レンズ要素10a、20a、30aを長方形格子点、三角格子点上等に配列することも可能である。

[0053] 以上の説明では、レンズアレイ10、20、30、40を3又は4枚以上積層する場合について説明したが、レンズアレイは5枚積層するものであってもよい。なお、複眼光学系100を3枚以上のレンズアレイの積層によっ

て構成することにより、解像度向上が期待される。ただし、枚数が増えると誤差感度も厳しくなるので、レンズアレイが3枚以上だとゲートGAに対応する樹脂注入部を同じ向きにしないと、複数のレンズアレイでつじつまが合いにくくなり、樹脂注入部14, 24, 34, 44を揃えることの効果がさらに高まる。一方で、複眼光学系100を構成するレンズアレイを6枚よりも多くすると、複眼光学系100全体が厚くなったり、樹脂の温度変動の影響で常温以外での性能劣化が大きくなったりして、実用性が下がるので、レンズアレイは3～5枚が良い。

[0054] その他、レンズ要素10aや複合光学系2の配列は、マトリックス状とする場合、5×5以上とすることができる。

[0055] また、上記実施形態において、必要に応じて、複眼光学系100の前後や各レンズアレイの間に絞り部材を設けたり、各レンズアレイのうち少なくとも1つについて、少なくとも一方の主面に遮光材料を塗布して絞りを形成したりしてもよい。各レンズ要素に対応して設けられた複数の開口を有するケース50に絞りの機能を持たせるようにしてもよい。

[0056] また、上記実施形態において、レンズ要素10a, 20a, 30aのサイズや光学面形状等は、用途や機能に応じて適宜変更することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 熱可塑性樹脂で成形され、2次元的に配列されたレンズ要素をそれぞれ有する複数のレンズアレイを重ね合わせることによって得られる複眼光学系であって、
- 各レンズアレイには、樹脂注入部があり、
- 各樹脂注入部は、レンズアレイの側方に配置され、レンズ要素の配列に関する同一の基準方向に対応して配置されている複眼光学系。
- [請求項2] 各レンズアレイにおいて、前記レンズ要素は、直交する4つの基準方向に沿ってマトリックス状に配置され、前記樹脂注入部は、前記レンズ要素を配列した矩形枠を構成する辺のいずれか1つの辺に対向して配置されている、請求項1に記載の複眼光学系。
- [請求項3] 各レンズアレイは、前記矩形枠に対応する矩形輪郭を有し、前記樹脂注入部は、前記矩形輪郭のいずれかの辺の中央外側に設けられている、請求項2に記載の複眼光学系。
- [請求項4] 各レンズアレイは、当該レンズアレイの最小厚みを T とし、当該レンズアレイの樹脂注入部に対応するゲートが延びるゲート方向に関する当該レンズアレイの長さを L として、以下の条件式
- $$1.0 < L / T < 6.0$$
- を満たす、請求項1から3までのいずれか一項に記載の複眼光学系。
- [請求項5] 各レンズアレイは、当該レンズアレイの樹脂注入部に対応するゲートを横断するゲート垂直方向のゲート幅を D とし、当該レンズアレイの前記ゲート垂直方向に関する長さを W として、以下の条件式
- $$1.3 < W / D < 2.5$$
- を満たす、請求項1から4までのいずれか一項に記載の複眼光学系。
- [請求項6] 前記複数のレンズアレイを重ね合わせることで得られる2次元的に配列された複数の複合光学系は、略同一の形状を有する、請求項1から5までのいずれか一項に記載の複眼光学系。
- [請求項7] 前記複数の複合光学系は、同じ視野をそれぞれ観察する、請求項1

から6までのいずれか一項に記載の複眼光学系。

[請求項8] 前記複数の複合光学系は、 3×3 以上のアレイ数で配列されている、請求項7に記載の複眼光学系。

[請求項9] 前記複数のレンズアレイとして、3枚以上5枚以下のレンズアレイが積層されている、請求項1から8までのいずれか一項に記載の複眼光学系。

[請求項10] 請求項1から9までのいずれか一項に記載の複眼光学系と、前記複数のレンズアレイに対応して設けられたセンサーアレイと、前記センサーアレイによって検出された画像信号に対して処理を行う画像処理部と、を備える撮像装置。

[請求項11] 複数のレンズアレイを重ね合わせることで得られる2次元的に配列された複数の複合光学系は、同じ視野をそれぞれ観察するものであり、

前記画像処理部は、前記センサーアレイによって検出された画像信号の超解像処理を行う、請求項10に記載の撮像装置。

[請求項12] 前記センサーアレイにおいて各複合光学系に対応して設けられたセンサーの個眼画素数を N_i とし、超解像後の画素数を N_s として、以下の条件式

$$N_s / N_i > 5$$

を満たす、請求項11に記載の撮像装置。

[請求項13] 前記レンズアレイの樹脂注入部に対応するゲートを横断するゲート垂直方向に関するレンズアレイの最大間隔を P とし、前記センサーアレイにおいて各複合光学系に対応して設けられたセンサーの個眼画素ピッチを d として、以下の条件式

$$20 > (P / d) / 1000$$

を満たす、請求項11及び12のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項14] 2次元的に配列されたレンズ要素をそれぞれ有する複数のレンズアレイを熱可塑性樹脂の注入によって成形する工程と、

複数のレンズアレイを重ね合わせることによって複眼光学系を得る工程とを備える複眼光学系の製造方法であって、

前記レンズアレイの樹脂注入部を、レンズ要素の配列に関する同一の基準方向に対応して配置する複眼光学系の製造方法。

[図1]

FIG.1A

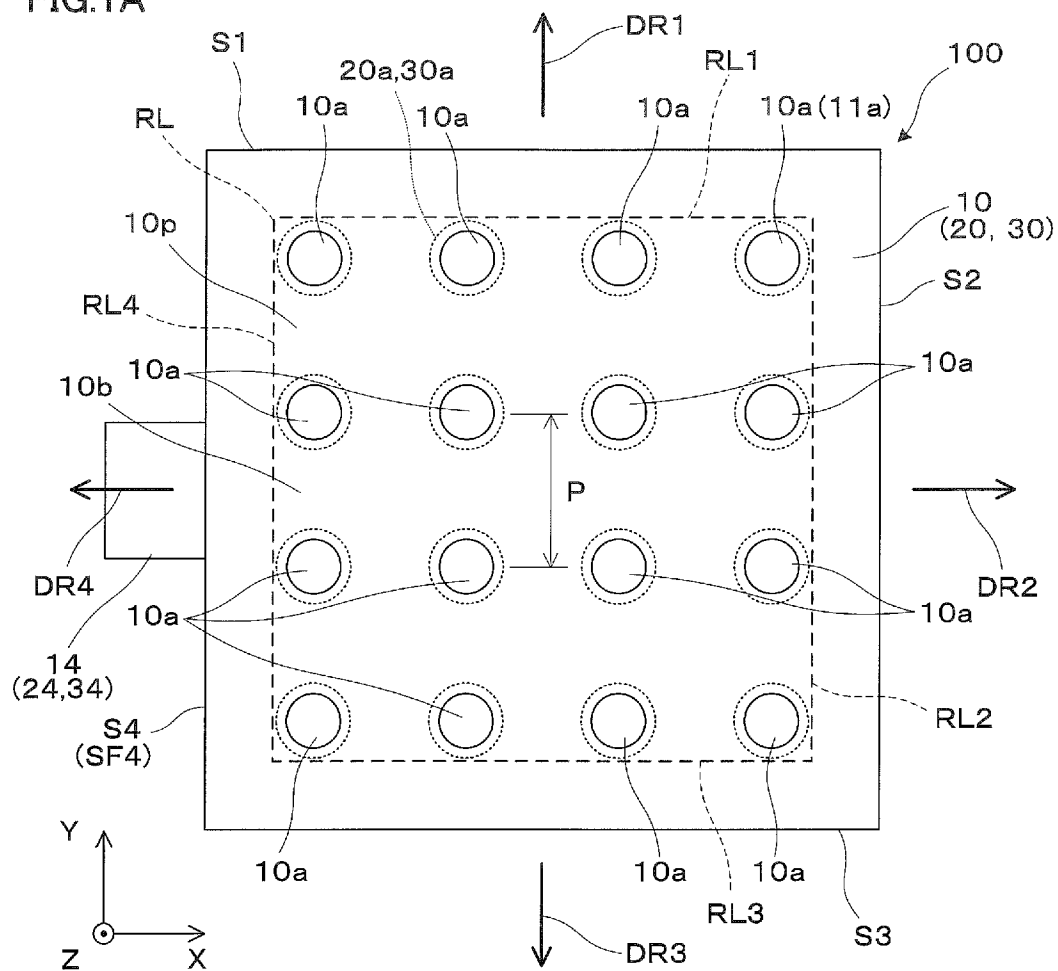
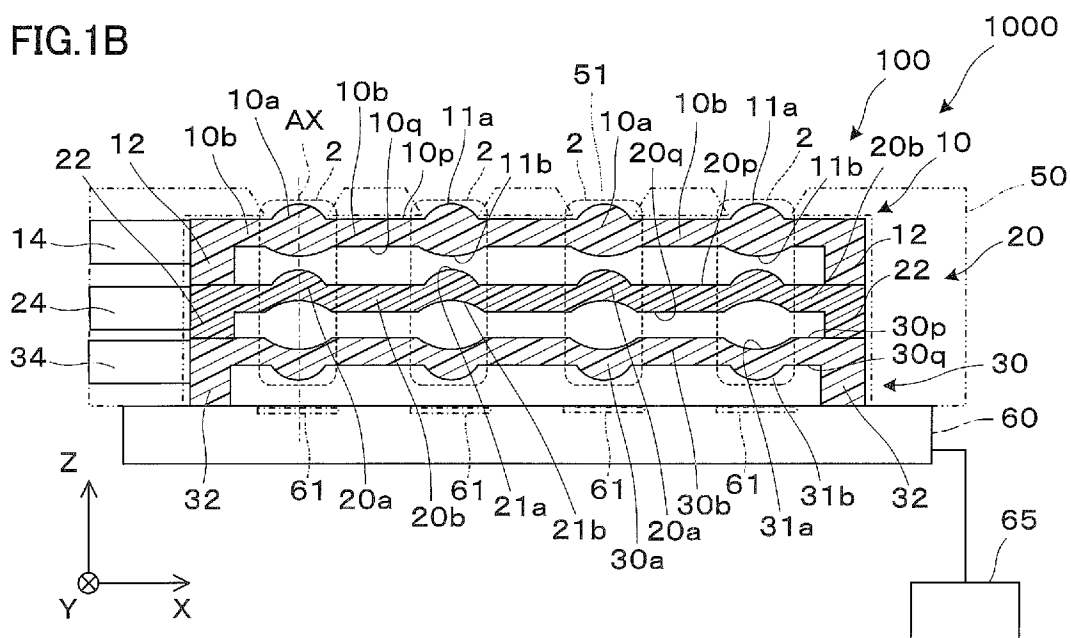
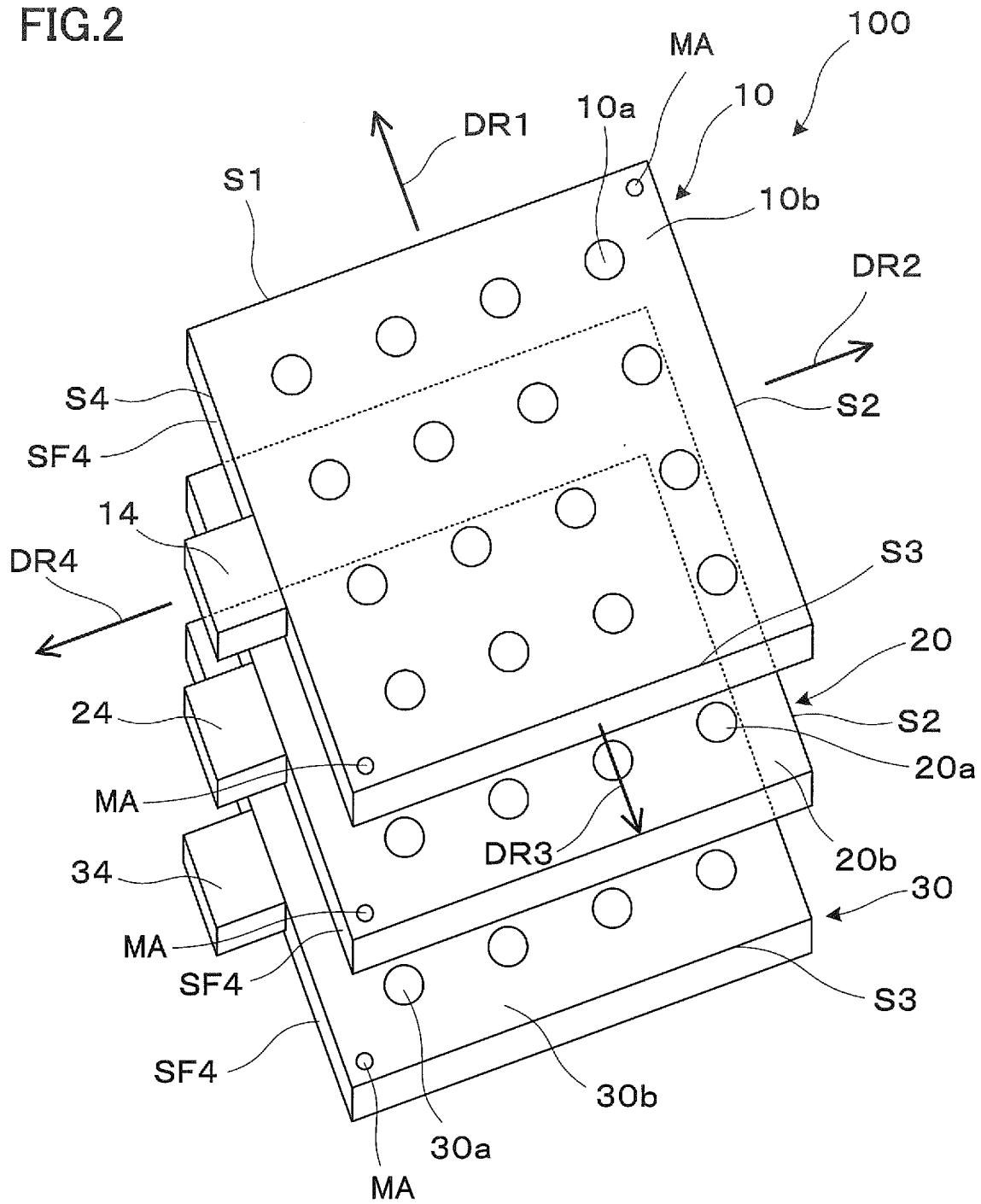


FIG.1B



[図2]

FIG.2



[図3]

FIG.3A

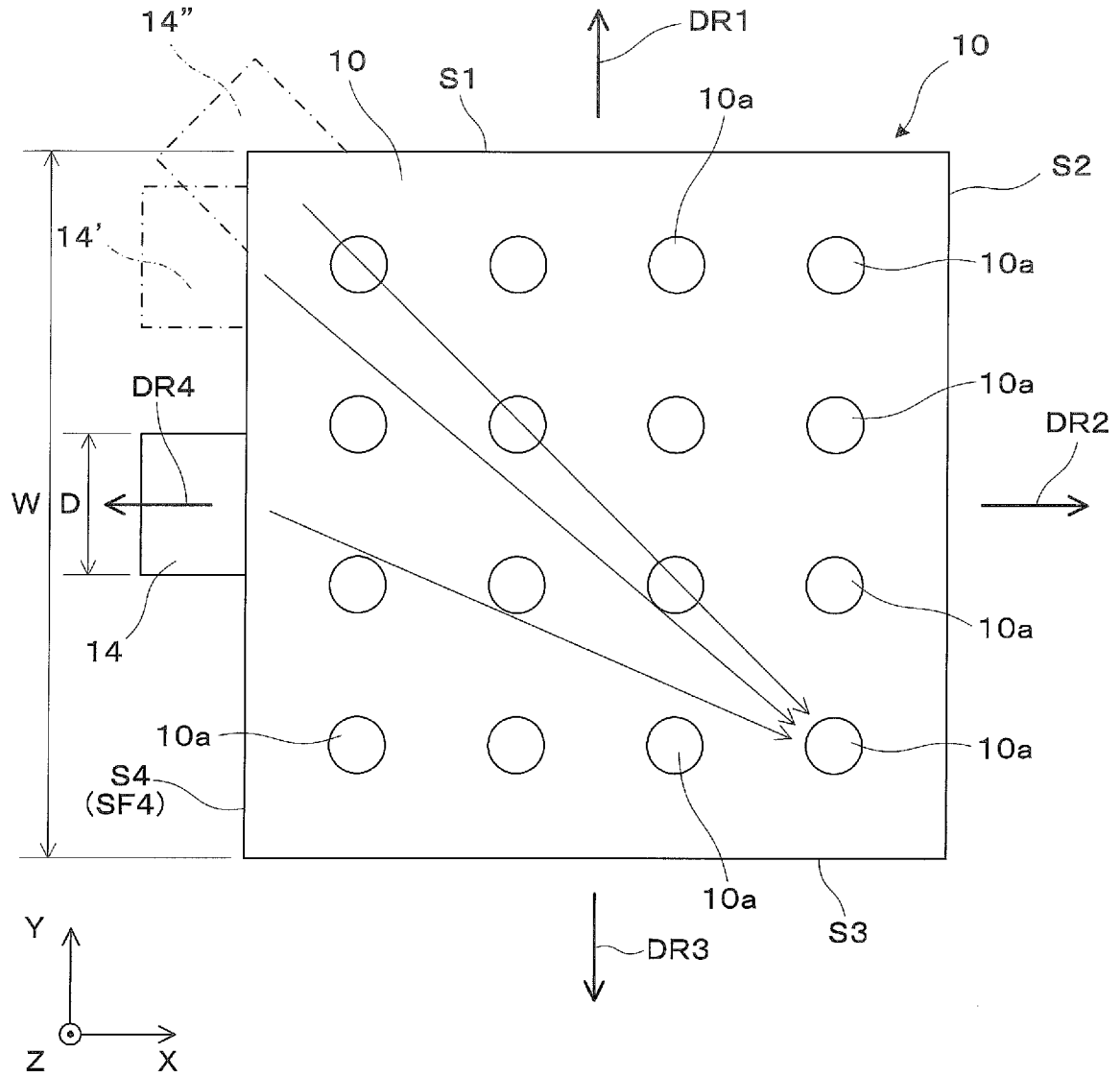
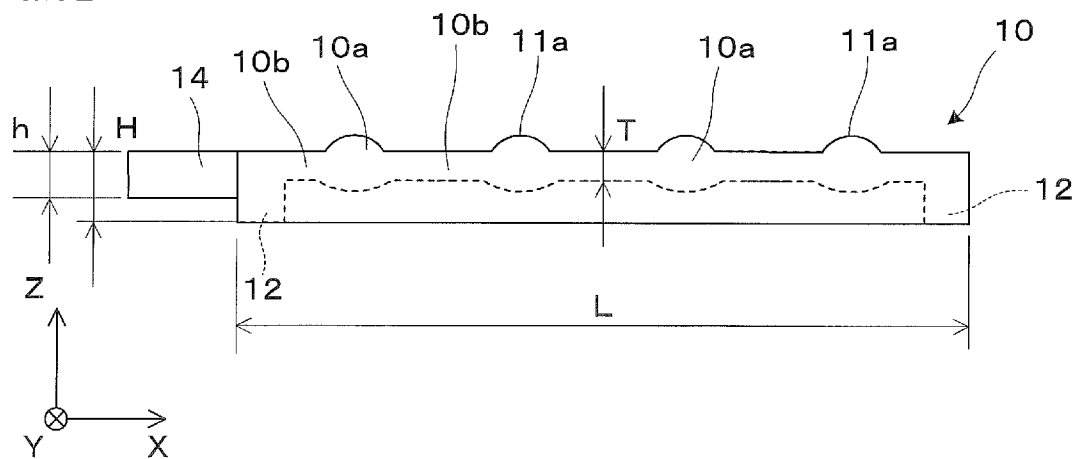
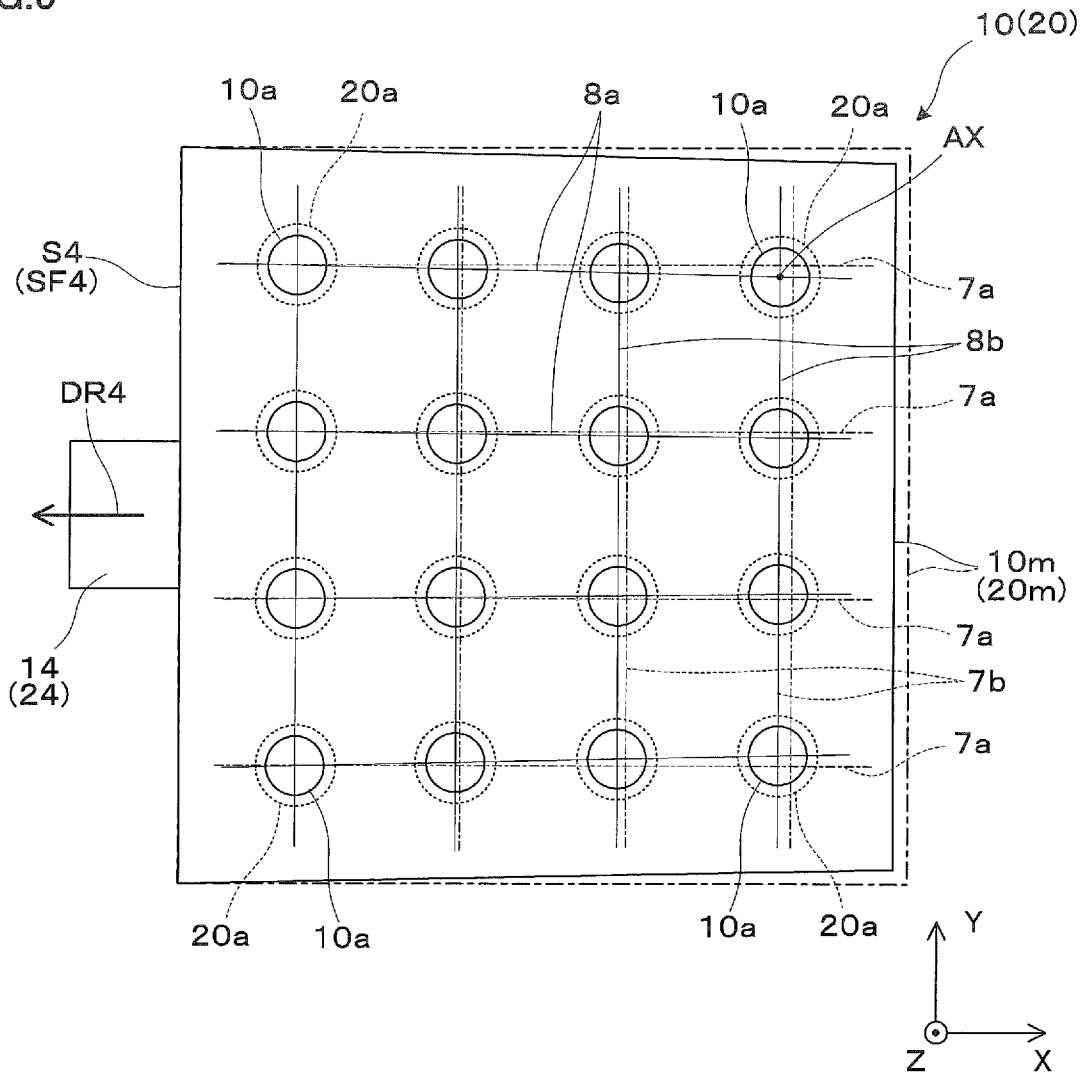


FIG.3B



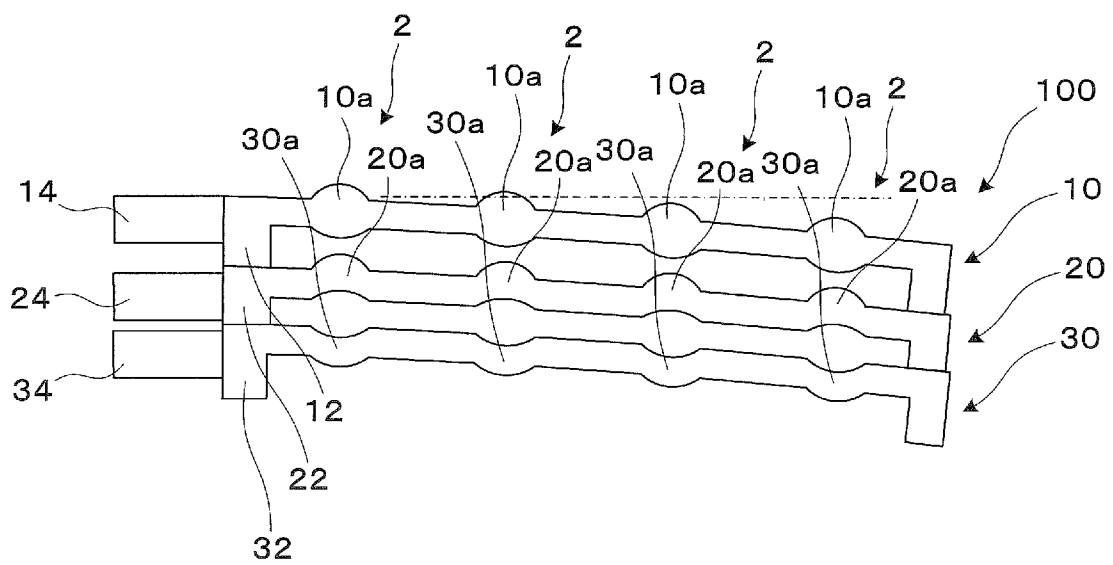
[図5]

FIG.5



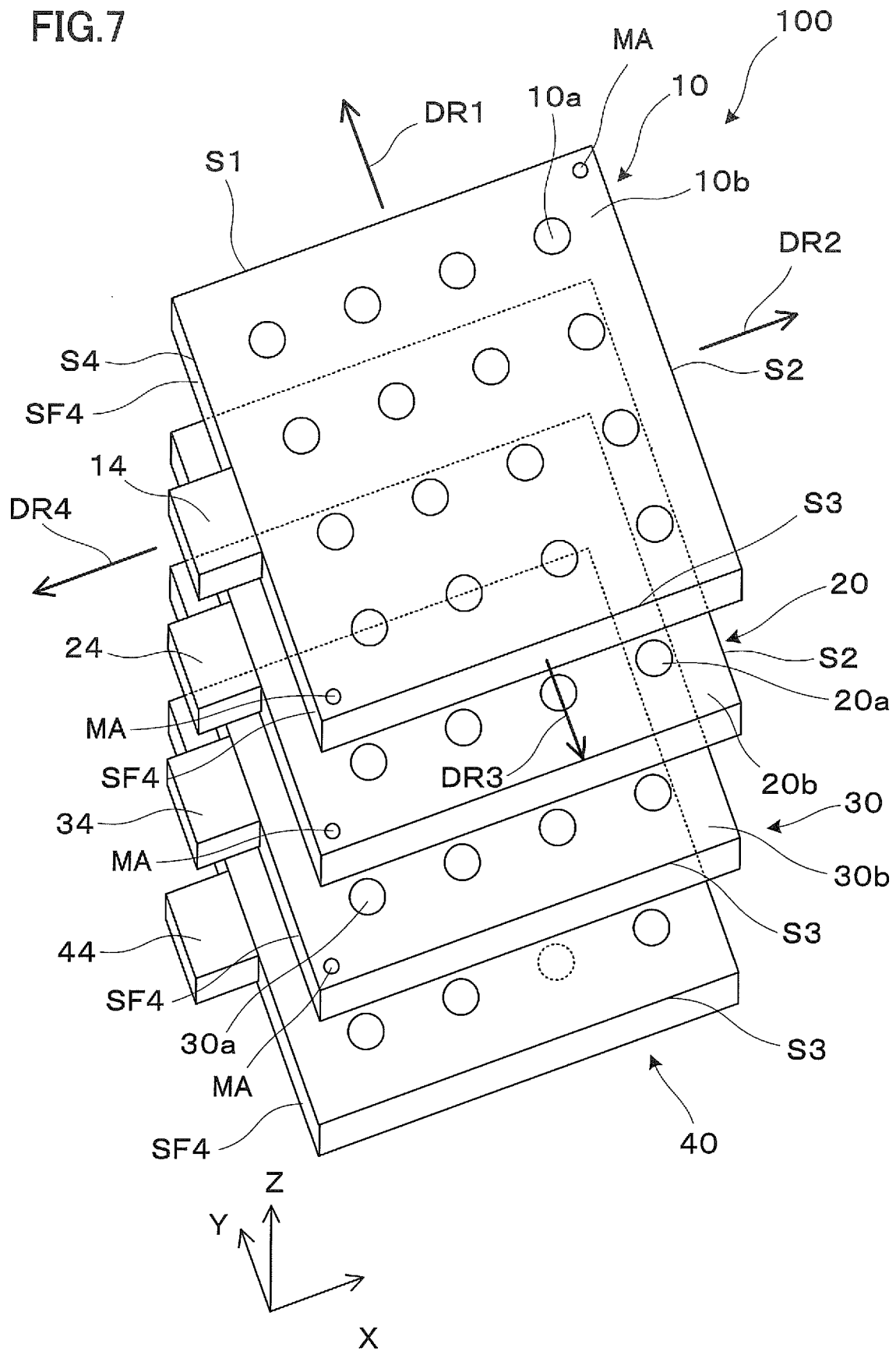
[図6]

FIG.6



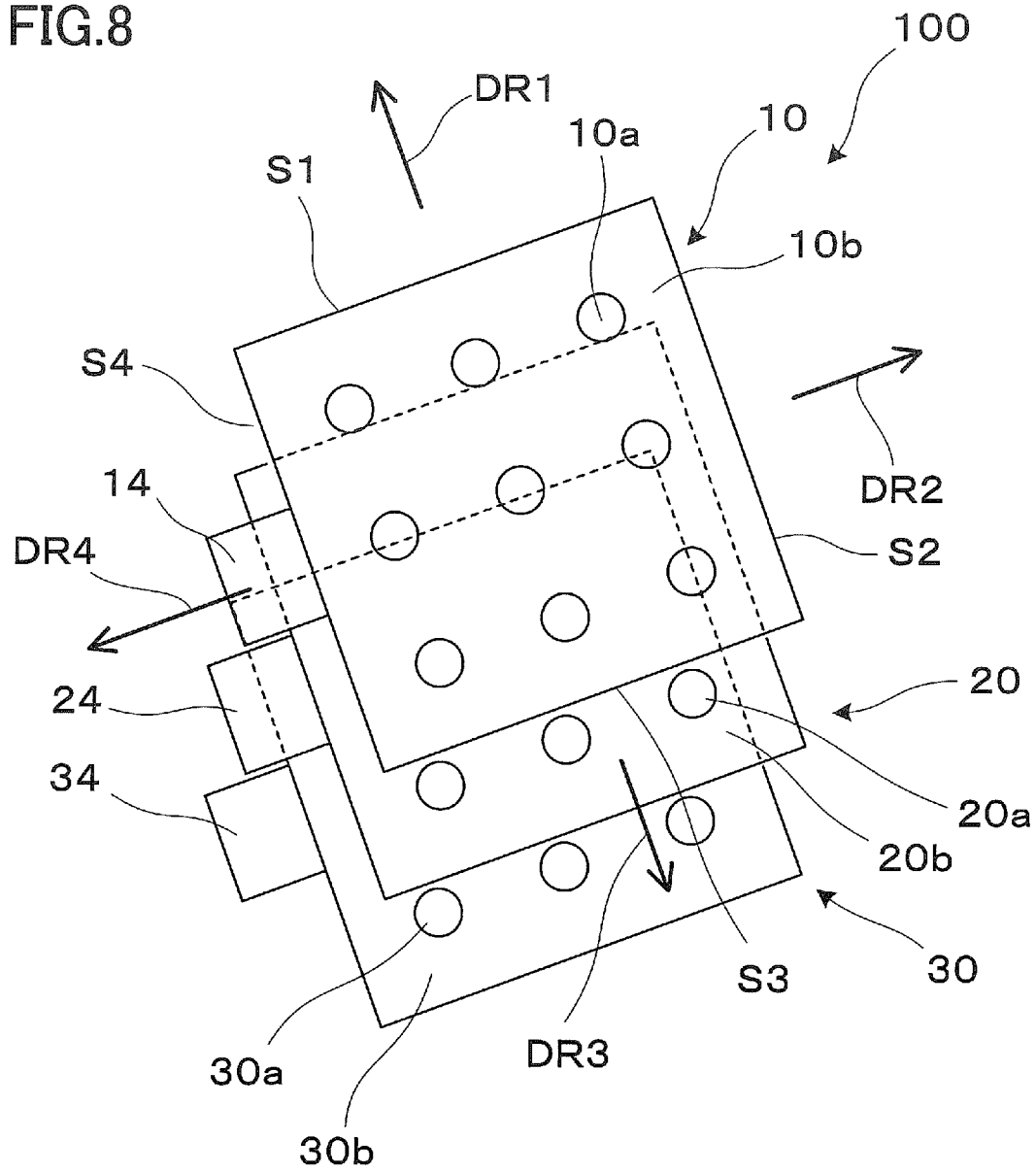
[図7]

FIG.7



[図8]

FIG.8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052284

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B3/00(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(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)

G02B3/00, H04N5/225, H04N5/232

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.
X Y	JP 2007-065685 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 15 March 2007 (15.03.2007), paragraphs [0059] to [0061]; fig. 6, 10 & US 6363603 B1 & US 2002/0124378 A1 & EP 1022108 A1 & WO 1999/033632 A1 & TW 408231 B & CN 1248936 A & CN 1387990 A	1-10, 14 11-13
X Y	JP 2003-186108 A (Hitachi, Ltd.), 03 July 2003 (03.07.2003), paragraphs [0003], [0005]; fig. 1, 7 (Family: none)	1-10, 14 11-13

☒ 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
28 February, 2014 (28.02.14)

Date of mailing of the international search report
11 March, 2014 (11.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052284

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2003-202411 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 18 July 2003 (18.07.2003), paragraphs [0027], [0058], [0059]; fig. 1, 13 & US 2003/0081312 A1 & US 2004/0160675 A1 & TW 224209 B & CN 1417596 A	1-10, 14 11-13
X Y	JP 2010-170149 A (Oki Data Corp.), 05 August 2010 (05.08.2010), paragraphs [0092] to [0096], [0102], [0108]; fig. 32 to 38 & US 2009/0067055 A1	1-7, 9-10, 14 11-13
Y	JP 2012-507250 A (Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung e.V.), 22 March 2012 (22.03.2012), paragraph [0029] & JP 2013-102534 A & US 2011/0228142 A1 & EP 2429176 A1 & EP 2428034 A & EP 2432213 A1 & WO 2011/045324 A2 & DE 102009049387 A & KR 10-2011-0074984 A	11-13
Y	JP 2009-225064 A (Ricoh Co., Ltd.), 01 October 2009 (01.10.2009), paragraph [0042] (Family: none)	11-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B3/00(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(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（I P C））

Int.Cl. G02B3/00, H04N5/225, H04N5/232

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 Y	JP 2007-065685 A（日本板硝子株式会社）2007.03.15, 【0059】乃至【0061】、図6、10 & US 6363603 B1 & US 2002/0124378 A1 & EP 1022108 A1 & WO 1999/033632 A1 & TW 408231 B & CN 1248936 A & CN 1387990 A	1-10, 14 11-13
X Y	JP 2003-186108 A（株式会社日立製作所）2003.07.03, 【0003】、【0005】、図1、7（ファミリーなし）	1-10, 14 11-13

☒ 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

「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

の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

2 8 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 1 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

吉川 陽吾

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

20

9811

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
X Y	JP 2003-202411 A (日本板硝子株式会社) 2003. 07. 18, 【0027】、【0058】、【0059】、図1、13 & US 2003/0081312 A1 & US 2004/0160675 A1 & TW 224209 B & CN 1417596 A	1-10, 14 11-13
X Y	JP 2010-170149 A (株式会社沖データ) 2010. 08. 05, 【0092】 乃至【0096】、【0102】、【0108】、図32乃至38 & US 2009/0067055 A1	1-7, 9-1 0, 14 11-13
Y	JP 2012-507250 A (フラウンホッフアーゲーゼルスシャフト ツァ ェルダールング デア アンゲヴァンテン フォアシュンク エー ファオ) 2012. 03. 22, 【0029】 & JP 2013-102534 A & US 2011/0228142 A1 & EP 2429176 A1 & EP 2428034 A & EP 2432213 A1 & WO 2011/045324 A2 & DE 102009049387 A & KR 10-2011-0074984 A	11-13
Y	JP 2009-225064 A (株式会社リコー) 2009. 10. 01, 【0042】 (ファミリーなし)	11-13