(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
2018年8月2日(02.08.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/139280 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 7/02 (2006.01)　*G03B 11/00* (2006.01)
G02B 3/14 (2006.01)　*H04N 5/225* (2006.01)
G02B 13/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/001089

(22) 国際出願日：　2018年1月17日(17.01.2018)

(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 2017-014313　2017年1月30日(30.01.2017)　JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(**SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION**) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 小笠原 隆行(**OGASAHARA Takayuki**); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

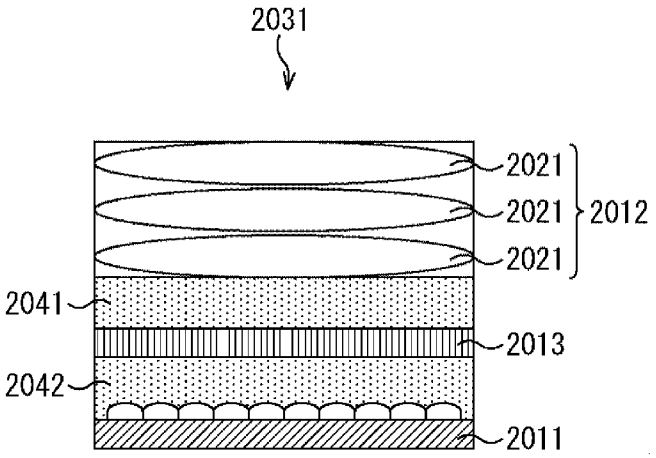
(74) 代理人: 西川 孝, 外 (**NISHIKAWA Takashi** et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目5番25号 西新宿プライムスクエア9階 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) **Title:** CAMERA MODULE, METHOD FOR MANUFACTURING SAME, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称： カメラモジュールおよびその製造方法、並びに電子機器

FIG. 82



(57) **Abstract:** The present technology relates to a camera module, a manufacturing method for the same, and an electronic device such that occurrences of ghosting and flaring can be suppressed. The camera module is provided with an image sensor, a lens unit provided on a light receiving surface of the image sensor, and at least one refractive index adjusting layer formed between the image sensor and the lens unit. This technology is applicable to, for example, a camera module provided with a CMOS image sensor.

(57) 要約：本技術は、ゴーストやフレアの発生を抑えることができるようにするカメラモジュールおよびその製造方法、並びに電子機器に関する。 カメラモジュールは、イメージセンサと、イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットと、イメージセンサとレンズユニットとの間に形成された少なくとも1の屈折率調整層とを備える。本技術は、例えばCMOSイメージセンサを備えるカメラモジュールに適用することができる。

WO 2018/139280 A1

[続葉有]

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 ：

カメラモジュールおよびその製造方法、並びに電子機器

技術分野

[0001] 本技術は、カメラモジュールおよびその製造方法、並びに電子機器に関し、特に、ゴーストやフレアの発生を抑えるようにするカメラモジュールおよびその製造方法、並びに電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、カメラモジュールの小型化を実現するために、低コストの耐熱レンズや貫通電極、ウエハレベル実装の技術を利用して、イメージセンサおよびレンズを含むカメラモジュールの製造工程全てをウエハレベルで行う技術開発が進められている。

[0003] 例えば、特許文献１には、ウエハレベルレンズを備えるカメラモジュールの製造方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００９－１４１４０６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、ＡＦ（オートフォーカス）機能を有するカメラモジュールは、レンズバレル（レンズ）をその光軸に沿って移動させるための駆動部を備えており、レンズとＩＲＣＦ（赤外光カットフィルタ）とが接触しないように、レンズとＩＲＣＦとの間には空気層が設けられている。

[0006] しかしながら、空気層とＩＲＣＦとの間の屈折率の差により、レンズを通った光がＩＲＣＦ表面上で反射することで、ゴーストやフレアが発生してしまう。

[0007] 本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、ゴーストやフレ

アの発生を抑えるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 本技術のカメラモジュールは、イメージセンサと、前記イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットと、前記イメージセンサと前記レンズユニットとの間に形成された少なくとも１の屈折率調整層とを備える。

[0009] 前記レンズユニットは、複数枚のレンズが積層されてなる積層レンズ構造体であるようにすることができる。

[0010] 前記イメージセンサと前記レンズユニットとの間にＩＲＣＦが設けられ、前記屈折率調整層は、前記ＩＲＣＦと前記レンズユニットとの間に隙間なく形成されるようにすることができる。

[0011] 前記レンズユニットは、可変フォーカスレンズを有するようにすることができる。

[0012] 前記レンズユニットは、インナーフォーカス式レンズであるようにすることができる。

[0013] 前記レンズユニットは、アポダイズドフィルタを有するようにすることができる。

[0014] 本技術のカメラモジュールの製造方法は、イメージセンサと、前記イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットとの間に少なくとも１の屈折率調整層を形成するステップを含む。

[0015] 本技術の電子機器は、イメージセンサと、前記イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットと、前記イメージセンサと前記レンズユニットとの間に形成された少なくとも１の屈折率調整層とを有するカメラモジュールを備える。

[0016] 本技術においては、イメージセンサと、前記イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットとの間に少なくとも１の屈折率調整層が形成される。

発明の効果

[0017] 本技術によれば、ゴーストやフレアの発生を抑えることが可能となる。な

お、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第１の実施の形態を示す図である。

[図2]特許文献１に開示された積層レンズ構造体の断面構造図である。

[図3]図１のカメラモジュールの積層レンズ構造体の断面構造図である。

[図4]レンズ付き基板の直接接合を説明する図である。

[図5]図１のカメラモジュールを形成する工程を示す図である。

[図6]図１のカメラモジュールを形成する工程を示す図である。

[図7]図１のカメラモジュールを形成する別の工程を示す図である。

[図8]レンズ付き基板の構成を説明する図である。

[図9]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第２の実施の形態を示す図である。

[図10]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第３の実施の形態を示す図である。

[図11]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第４の実施の形態を示す図である。

[図12]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第５の実施の形態を示す図である。

[図13]第４の実施の形態に係るカメラモジュールの詳細構成を説明する図である。

[図14]担体基板とレンズ樹脂部の平面図と断面図である。

[図15]積層レンズ構造体と絞り板を示す断面図である。

[図16]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第６の実施の形態を示す図である。

[図17]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第７の実施の形態を示す図である。

[図18]レンズ付き基板の詳細構成を示す断面図である。

[図19]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図20]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図21]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図22]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図23]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図24]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図25]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図26]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図27]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図28]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図29]レンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図30]基板状態のレンズ付き基板どうしの接合を説明する図である。

[図31]基板状態のレンズ付き基板どうしの接合を説明する図である。

[図32]５枚のレンズ付き基板を基板状態で積層する第１の積層方法を説明する図である。

[図33]５枚のレンズ付き基板を基板状態で積層する第２の積層方法を説明する図である。

[図34]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第８の実施の形態を示す図である。

[図35]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第９の実施の形態を示す図である。

[図36]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第１０の実施の形態を示す図である。

[図37]本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第１１の実施の形態を示す図である。

[図38]比較構造例１としてのウエハレベル積層構造の断面図である。

[図39]比較構造例２としてのレンズアレイ基板の断面図である。

[図40]図３９のレンズアレイ基板の製造方法を説明する図である。

[図41]比較構造例３としてのレンズアレイ基板の断面図である。

[図42]図４１のレンズアレイ基板の製造方法を説明する図である。

[図43]比較構造例４としてのレンズアレイ基板の断面図である。

[図44]図４３のレンズアレイ基板の製造方法を説明する図である。

[図45]比較構造例５としてのレンズアレイ基板の断面図である。

[図46]レンズとなる樹脂がもたらす作用を説明する図である。

[図47]レンズとなる樹脂がもたらす作用を説明する図である。

[図48]比較構造例６としてのレンズアレイ基板を模式的に表した図である。

[図49]比較構造例７としての積層レンズ構造体の断面図である。

[図50]図４９の積層レンズ構造体がもたらす作用を説明する図である。

[図51]比較構造例８としての積層レンズ構造体の断面図である。

[図52]図５１の積層レンズ構造体がもたらす作用を説明する図である。

[図53]本構造を採用した積層レンズ構造体の断面図である。

[図54]図５３の積層レンズ構造体を模式的に表した図である。

[図55]カバーガラスに絞りを追加した第１の構成例を示す図である。

[図56]図５５のカバーガラスの製造方法を説明する図である。

[図57]カバーガラスに絞りを追加した第２の構成例を示す図である。

[図58]カバーガラスに絞りを追加した第３の構成例を示す図である。

[図59]貫通孔の開口自体を絞り機構とする構成例を示す図である。

[図60]金属接合を用いたウエハレベルでの貼り合わせを説明する図である。

[図61]高濃度ドープ基板を用いたレンズ付き基板の例を示す図である。

[図62]図６１のAのレンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図63]図６１のBのレンズ付き基板の製造方法を説明する図である。

[図64]カメラモジュールに備わる絞り板の平面形状の例を表す図である。

[図65]カメラモジュールの受光領域の構成を説明する図である。

[図66]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第１の例を示す図である。

[図67]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第２の例を示す図である。

[図68]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第３の例を示す図である。

[図69]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第４の例を示す図である。

[図70]図６６に示した画素配列の変形例を示す図である。

[図71]図６８の画素配列の変形例を示す図である。

[図72]図６９の画素配列の変形例を示す図である。

[図73]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第５の例を示す図である。

[図74]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第６の例を示す図である。

[図75]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第７の例を示す図である。

[図76]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第８の例を示す図である。

[図77]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第９の例を示す図である。

[図78]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第１０の例を示す図である。

[図79]カメラモジュールの受光領域の画素配列の第１１の例を示す図である。

[図80]ＡＦ機能を有する従来のカメラモジュールの構成例を示す図である。

[図81]従来のカメラモジュールの問題点について説明する図である。

[図82]本技術を適用したカメラモジュールの第１の構成例を示す図である。

[図83]屈折率調整層の透過率特性について説明する図である。

[図84]本技術を適用したカメラモジュールによる改善点について説明する図である。

[図85]図８２のカメラモジュールを形成する工程を示す図である。

[図86]本技術を適用したカメラモジュールの第２の構成例を示す図である。

[図87]本技術を適用したカメラモジュールの第３の構成例を示す図である。

[図88]本技術を適用したカメラモジュールの第４の構成例を示す図である。

[図89]本技術を適用したカメラモジュールの第５の構成例を示す図である。

[図90]従来の光学絞りの透過率について説明する図である。

[図91]アポダイズドフィルタの透過率について説明する図である。

[図92]本技術を適用したカメラモジュールの第６の構成例を示す図である。

[図93]本技術を適用したカメラモジュールの第７の構成例を示す図である。

[図94]アポダイズドフィルタを形成する工程を示す図である。

[図95]本技術を適用したカメラモジュールの第８の構成例を示す図である。

[図96]本技術を適用した電子機器としての撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図97]イメージセンサの使用例を説明する図である。

[図98]体内情報取得システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図99]内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[図100]カメラヘッド及びＣＣＵの機能構成の一例を示すブロック図である。

[図101]車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図102]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態という）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

１．カメラモジュールの第１の実施の形態

２．カメラモジュールの第２の実施の形態

３．カメラモジュールの第３の実施の形態

４．カメラモジュールの第４の実施の形態

５．カメラモジュールの第５の実施の形態

６．第４の実施の形態のカメラモジュールの詳細構成

７．カメラモジュールの第６の実施の形態

８．カメラモジュールの第７の実施の形態

９．レンズ付き基板の詳細構成

１０．レンズ付き基板の製造方法

１１．レンズ付き基板どうしの接合

１２．カメラモジュールの第８及び第９の実施の形態

１３．カメラモジュールの第１０の実施の形態

１４．カメラモジュールの第１１の実施の形態
１５．他の構造と比較した本構造の効果
１６．各種の変形例
１７．受光素子の画素配列と絞り板の構造と用途説明
１８．ＡＦ機能を有する従来のカメラモジュールの構成
１９．本技術を適用したカメラモジュールの第１の構成例
２０．本技術を適用したカメラモジュールの第２の構成例
２１．本技術を適用したカメラモジュールの第３の構成例
２２．本技術を適用したカメラモジュールの第４の構成例
２３．本技術を適用したカメラモジュールの第５の構成例
２４．本技術を適用したカメラモジュールの第６の構成例
２５．本技術を適用したカメラモジュールの第７の構成例
２６．本技術を適用したカメラモジュールの第８の構成例
２７．電子機器への適用例
２８．カメラモジュールの使用例
２９．体内情報取得システムへの応用例
３０．内視鏡手術システムへの応用例
３１．移動体への応用例

[0020] ＜１．カメラモジュールの第１の実施の形態＞

図１は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第１の実施の形態を示す図である。

[0021] 図１のAは、カメラモジュール１の第１の実施の形態としてのカメラモジュール１Aの構成を示す模式図である。図１のBは、カメラモジュール１Aの概略断面図である。

[0022] カメラモジュール１Aは、積層レンズ構造体１１と受光素子１２とを備える。積層レンズ構造体１１は、縦横それぞれ５個ずつ、合計２５個の光学ユニット１３を備える。光学ユニット１３は、１本の光軸方向に複数枚のレンズ２１を含んで構成される。カメラモジュール１Aは、光学ユニット１３を複数

個備えた複眼カメラモジュールである。

[0023] カメラモジュール１Aが備える複数個の光学ユニット１３の光軸は、図１のBに示されるように、モジュールの外側に向かって広がるように配置され、これにより広角の画像の撮影が可能とされている。

[0024] なお、図１のBでは、簡単のため、積層レンズ構造体１１はレンズ２１を３層だけ積層した構造になっているが、より多くのレンズ２１を積層して良いことは言うまでもない。

[0025] 図１のカメラモジュール１Aは、複数個の光学ユニット１３を介して撮影した複数枚の画像をつなぎ合わせて、１枚の広角画像を作り出すことができる。複数枚の画像をつなぎ合わせるため、各画像を撮影する各光学ユニット１３の形成および配置には、高い精度が要求される。また、特に広角側の光学ユニット１３は、レンズ２１への光の入射角度が小さいため、光学ユニット１３の内での各レンズ２１の位置関係と配置にも、高い精度が要求される。

[0026] 図２は、特許文献１が開示する、樹脂による固着技術を用いた積層レンズ構造体の断面構造図である。

[0027] 図２に示される積層レンズ構造体５００においては、レンズ５１１を備えた基板５１２どうしを固着する手段として、樹脂５１３が用いられている。樹脂５１３は、ＵＶ硬化性などのエネルギー硬化性樹脂である。

[0028] 基板５１２どうしを貼り合わせる前に、基板５１２表面全面に樹脂５１３の層が形成される。その後、基板５１２どうしが貼り合わされ、さらに、樹脂５１３が硬化される。これにより、貼り合わせた基板５１２どうしが固着される。

[0029] しかし、樹脂５１３を硬化させた際に、樹脂５１３は硬化収縮する。図２に示される構造の場合、基板５１２全体に樹脂５１３の層を形成した後、樹脂５１３を硬化させるため、樹脂５１３の変位量が大きくなってしまう。

[0030] また、基板５１２どうしを貼り合わせて形成した積層レンズ構造体５００を個片化し、撮像素子を組み合わせてカメラモジュールを形成した後も、カメラモジュールに備わる積層レンズ構造体５００は、図２に示されるように

、レンズ５１１を備えた基板５１２間全体に、樹脂５１３が存在している。このため、カメラモジュールをカメラの筐体内に搭載し、実使用した際に、機器の発熱による温度上昇により、積層レンズ構造体５００の基板間の樹脂が熱膨張する懸念がある。

[0031] 図３は、図１のカメラモジュール１Aの積層レンズ構造体１１のみを示した断面構造図である。

[0032] カメラモジュール１Aの積層レンズ構造体１１も、レンズ２１を備えたレンズ付き基板４１を複数枚積層して形成されている。

[0033] カメラモジュール１Aの積層レンズ構造体１１では、レンズ２１を備えたレンズ付き基板４１どうしを固定する手段として、図２の積層レンズ構造体５００やその他の先行技術文献に示されるものとは全く異なる固定手段が用いられている。

[0034] すなわち、積層される２枚のレンズ付き基板４１は、一方の基板表面に形成した酸化物や窒化物による表面層と、他方の基板表面に形成した酸化物や窒化物による表面層と、の間の共有結合によって、直接接合される。具体例として、図４に示されるように、積層する２枚のレンズ付き基板４１それぞれの表面に、表面層としてシリコン酸化膜もしくはシリコン窒化膜が形成され、これに水酸基を結合させた後、２枚のレンズ付き基板４１どうしが貼り合わされ、昇温されて脱水縮合される。その結果、２枚のレンズ付き基板４１の表面層の間で、シリコン－酸素共有結合が形成される。これにより２枚のレンズ付き基板４１が直接接合される。なお、縮合の結果、２枚の表面層に含まれる元素同士が直接共有結合を形成することも起こり得る。

[0035] 本明細書では、このように、２枚のレンズ付き基板４１の間に配置した無機物の層を介して２枚のレンズ付き基板４１を固定すること、あるいは、２枚のレンズ付き基板４１の表面にそれぞれ配置した無機物の層どうしを化学結合させることで２枚のレンズ付き基板４１を固定すること、あるいは、２枚のレンズ付き基板４１の表面にそれぞれ配置した無機物の層の間に脱水縮合による結合を形成することで２枚のレンズ付き基板４１を固定すること、

あるいは、２枚のレンズ付き基板４１の表面にそれぞれ配置した無機物の層の間に、酸素を介した共有結合あるいは互いの無機物の層に含まれる元素どうしの共有結合を形成することで２枚のレンズ付き基板４１を固定すること、あるいは、２枚のレンズ付き基板４１の表面にそれぞれ配置したシリコン酸化物層もしくはシリコン窒化物層の間に、シリコン一酸素共有結合あるいはシリコン一シリコン共有結合を形成することで２枚のレンズ付き基板４１を固定すること、を直接接合と呼ぶ。

[0036] この貼り合わせと昇温による脱水縮合を行うため、本実施の形態では、半導体装置やフラットディスプレイ装置の製造分野で使用される基板を用いて、基板状態でレンズが形成され、基板状態で貼り合わせおよび昇温による脱水縮合が行われ、基板状態で共有結合による接合が行われる。２枚のレンズ付き基板４１の表面に形成した無機物の層の間を、共有結合によって接合させた構造は、特許文献１が開示する図２で説明した技術を用いた場合に懸念される、基板全体に渡る樹脂５１３の硬化収縮による変形や、実使用時の樹脂５１３の熱膨張による変形を抑える、という作用または効果をもたらす。

[0037] 図５及び図６は、積層レンズ構造体１１と受光素子１２を組み合わせた図１のカメラモジュール１Aを形成する工程を示す図である。

[0038] まず、図５に示されるように、各レンズ２１（不図示）が平面方向に複数形成されたレンズ付き基板４１Wが複数枚用意され、これらが積層される。これにより、基板状態のレンズ付き基板４１Wが複数枚積層された、基板状態の積層レンズ構造体１１Wが得られる。

[0039] 次に、図６に示されるように、受光素子１２が平面方向に複数形成された基板状態のセンサ基板４３Wが、図５に示した基板状態の積層レンズ構造体１１Wとは別に作製され、用意される。

[0040] そして、基板状態のセンサ基板４３Wと、基板状態の積層レンズ構造体１１Wが、積層され、貼り合わせた基板のモジュール毎に外部端子を着けることで、基板状態のカメラモジュール４４Wが得られる。

[0041] 最後に、基板状態のカメラモジュール４４Wが、モジュール単位またはチッ

プ単位に個片化される。個片化されたカメラモジュール４４が、別途用意された筐体（不図示）に封入されることで、最終的なカメラモジュール４４が得られる。

[0042] なお、本明細書及び図面においては、例えば、レンズ付き基板４１Wのように、符号に“W”が付加された部品は、それが基板状態（ウエハ状態）であることを表し、レンズ付き基板４１のように“W”が付されていないものは、モジュール単位またはチップ単位に個片化された状態であることを表す。その他、センサ基板４３W、カメラモジュール４４Wなどについても同様である。

[0043] 図７は、積層レンズ構造体１１と受光素子１２を組み合わせた図１のカメラモジュール１Aを形成する別の工程を示す図である。

[0044] まず、上述した工程と同様に、基板状態のレンズ付き基板４１Wが複数枚積層された、基板状態の積層レンズ構造体１１Wが製造される。

[0045] 次に、基板状態の積層レンズ構造体１１Wが、個片化される。

[0046] また、基板状態の積層レンズ構造体１１Wとは別に、基板状態のセンサ基板４３Wが作製され、用意される。

[0047] そして、基板状態のセンサ基板４３Wの各受光素子１２の上に、個片化された積層レンズ構造体１１が１個ずつマウントされる。

[0048] 最後に、個片化された積層レンズ構造体１１がマウントされた、基板状態のセンサ基板４３Wがモジュール単位またはチップ単位に個片化される。積層レンズ構造体１１がマウントされ、個片化されたセンサ基板４３が、別途用意された筐体（不図示）に封入され、さらに外部端子が着けられることで、最終的なカメラモジュール４４が得られる。

[0049] さらに、積層レンズ構造体１１と受光素子１２を組み合わせた図１のカメラモジュール１Aを形成する別の工程の例として、図７に示した基板状態のセンサ基板４３Wを個片化し、その結果得られた個々の受光素子１２へ、個片化後の積層レンズ構造体１１をそれぞれマウントして、個片化されたカメラモジュール４４を得ても良い。

[0050] 図８は、カメラモジュール１Aにおけるレンズ付き基板４１の構成を説明す

る図である。

[0051] 図８のAは、図１のAと同様の、カメラモジュール１Aの構成を示す模式図である。

[0052] 図８のBは、図１のBと同様の、カメラモジュール１Aの概略断面図である。

[0053] カメラモジュール１Aは、図８のBに示されるように、複数枚のレンズ２１を組み合わせて形成し、１本の光軸を備えた光学ユニット１３を、複数個備えた複眼カメラモジュールである。積層レンズ構造体１１は、縦横それぞれ５個ずつ、合計２５個の光学ユニット１３を備える。

[0054] カメラモジュール１Aでは、複数個の光学ユニット１３の光軸が、モジュールの外側に向かって広がるように配置され、これにより、広角の画像の撮影が可能とされている。図８のBでは、簡単のため、積層レンズ構造体１１は、レンズ付き基板４１を３層だけ積層した構造になっているが、より多くのレンズ付き基板４１を積層して良いことは言うまでもない。

[0055] 図８のC乃至Eは、積層レンズ構造体１１を構成する３層のレンズ付き基板４１それぞれの平面形状を示す図である。

[0056] 図８のCは、３層のうちの最上層のレンズ付き基板４１の平面図であり、図８のDは、中層のレンズ付き基板４１の平面図であり、図８のDは、最下層のレンズ付き基板４１の平面図である。カメラモジュール１は、複眼広角カメラモジュールであるため、上層になるに従って、レンズ２１の径が大きくなると共に、レンズ間のピッチが広がっている。

[0057] 図８のF乃至Hは、図８のC乃至Eに示したレンズ付き基板４１を得るための、基板状態のレンズ付き基板４１Wの平面図である。

[0058] 図８のFに示されるレンズ付き基板４１Wは、図８のCのレンズ付き基板４１に対応する基板状態を示し、図８のGに示されるレンズ付き基板４１Wは、図８のDのレンズ付き基板４１に対応する基板状態を示し、図８のHに示されるレンズ付き基板４１Wは、図８のEのレンズ付き基板４１に対応する基板状態を示している。

[0059] 図８のF乃至Hに示される基板状態のレンズ付き基板４１Wは、図８のAに示

したカメラモジュール１Aを、基板１枚につき８個得られる構成とされている。

[0060] 図８のF乃至Hの各レンズ付き基板４１Wの間で、モジュール単位のレンズ付き基板４１内のレンズ間のピッチは、上層のレンズ付き基板４１Wと下層のレンズ付き基板４１Wとで異なる一方、各レンズ付き基板４１Wにおいて、モジュール単位のレンズ付き基板４１を配置するピッチは、上層のレンズ付き基板４１Wから下層のレンズ付き基板４１Wまで、一定となっていることがわかる。

[0061] ＜２．カメラモジュールの第２の実施の形態＞

図９は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第２の実施の形態を示す図である。

[0062] 図９のAは、カメラモジュール１の第２の実施の形態としてのカメラモジュール１Bの外観を示す模式図である。図９のBは、カメラモジュール１Bの概略断面図である。

[0063] カメラモジュール１Bは、２個の光学ユニット１３を備える。２個の光学ユニット１３は、積層レンズ構造体１１の最上層に、絞り板５１を備える。絞り板５１には、開口部５２が設けられている。

[0064] カメラモジュール１Bは２個の光学ユニット１３を備えるが、これら２つの光学ユニット１３の光学パラメータは異なる。すなわち、カメラモジュール１Bは、光学性能が異なる２種類の光学ユニット１３を備える。２種類の光学ユニット１３は、例えば、近景を撮影するための焦点距離が短い光学ユニット１３と、遠景を撮影するために焦点距離が長い光学ユニット１３とすることができる。

[0065] カメラモジュール１Bでは、２つの光学ユニット１３の光学パラメータが異なるため、例えば、図９のBに示されように、２つの光学ユニット１３のレンズ２１の枚数が異なる。また、２つの光学ユニット１３が備える積層レンズ構造体１１の同じ層のレンズ２１において、径、厚さ、表面形状、体積、または、隣接するレンズとの距離、のいずれかが異なる構成が可能となってい

る。このため、カメラモジュール１Ｂにおけるレンズ２１の平面形状は、例えば、図９のCに示されるように、２つの光学ユニット１３が同じ径のレンズ２１を備えていても良いし、図９のDに示すように、 異なる形状のレンズ２１を備えていても良いし、図９のEに示すように、一方がレンズ２１を備えない空洞２１Ｘとなった構造でも良い。

[0066] 図９のF乃至Hは、図９のC乃至Eに示したレンズ付き基板４１を得るための、基板状態のレンズ付き基板４１Ｗの平面図である。

[0067] 図９のFに示されるレンズ付き基板４１Ｗは、図９のCのレンズ付き基板４１に対応する基板状態を示し、図９のGに示されるレンズ付き基板４１Ｗは、図９のDのレンズ付き基板４１に対応する基板状態を示し、図９のHに示されるレンズ付き基板４１Ｗは、図９のEのレンズ付き基板４１に対応する基板状態を示している。

[0068] 図９のF乃至Hに示される基板状態のレンズ付き基板４１Ｗは、図９のAに示したカメラモジュール１Ｂを、基板１枚につき１６個得られる構成とされている。

[0069] 図９のF乃至Hに示されるように、カメラモジュール１Ｂを形成するために、基板状態のレンズ付き基板４１Ｗの基板全面に同じ形状のレンズを形成することや、異なる形状のレンズを形成することや、レンズを形成したり形成しなかったりすることが可能である。

[0070] ＜３．カメラモジュールの第３の実施の形態＞

図１０は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第３の実施の形態を示す図である。

[0071] 図１０のAは、カメラモジュール１の第３の実施の形態としてのカメラモジュール１Ｃの外観を示す模式図である。図１０のBは、カメラモジュール１Ｃの概略断面図である。

[0072] カメラモジュール１Ｃは、光の入射面上に、縦横２個ずつ、合計４個の光学ユニット１３を備える。４個の光学ユニット１３どうしでは、レンズ２１の形状は同じになっている。

[0073] ４個の光学ユニット１３は、積層レンズ構造体１１の最上層に、絞り板５１を備えるが、その絞り板５１の開口部５２の大きさが、４個の光学ユニット１３の間で異なる。これにより、カメラモジュール１Cは、例えば、以下のようなカメラモジュール１Cを実現することができる。すなわち、例えば防犯用の監視カメラにおいて、昼間のカラー画像監視用に、ＲＧＢ３種類のカラーフィルタを備えてＲＧＢ３種の光を受光する受光画素と、夜間の白黒画像監視用に、ＲＧＢ用のカラーフィルタを備えない受光画素と、を備えた受光素子１２を用いたカメラモジュール１Cにおいて、照度が低い夜間の白黒画像を撮影するための画素だけ絞りの開口の大きさを大きくすることが可能となる。このため、１個のカメラモジュール１Cにおけるレンズ２１の平面形状は、例えば図１０のCに示されるように、４つの光学ユニット１３が備えるレンズ２１の径は同じであって、かつ、図１０のDに示されるように、絞り板５１の開口部５２の大きさは、光学ユニット１３によっては異なる。

[0074] 図１０のEは、図１０のCに示したレンズ付き基板４１を得るための、基板状態のレンズ付き基板４１Wの平面図である。図１０のFは、図１０のDに示した絞り板５１を得るための、基板状態での絞り板５１Wを示す平面図である。

[0075] 図１０のEの基板状態のレンズ付き基板４１W、及び、図１０のFの基板状態の絞り板５１Wでは、図１０のAに示したカメラモジュール１Cを、基板１枚につき８個得られる構成とされている。

[0076] 図１０のFに示されるように、基板状態での絞り板５１Wでは、カメラモジュール１Cを形成するために、カメラモジュール１Cが備える光学ユニット１３毎に、異なる開口部５２の大きさを設定することができる。

[0077] ＜４．カメラモジュールの第４の実施の形態＞

図１１は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第４の実施の形態を示す図である。

[0078] 図１１のAは、カメラモジュール１の第４の実施の形態としてのカメラモジュール１Dの外観を示す模式図である。図１１のBは、カメラモジュール１Dの概略断面図である。

[0079] カメラモジュール１Ｄは、カメラモジュール１Ｃと同様に、光の入射面上に、縦横２個ずつ、合計４個の光学ユニット１３を備える。４個の光学ユニット１３どうしでは、レンズ２１の形状と絞り板５１の開口部５２の大きさは同じになっている。

[0080] カメラモジュール１Ｄは、光の入射面の縦方向と横方向のそれぞれについて２個ずつ配置した光学ユニット１３に備わる光軸が、同じ方向に延びている。図１１のBに示される１点鎖線は、光学ユニット１３それぞれの光軸を表している。この様な構造のカメラモジュール１Ｄは、超解像技術を利用して、１個の光学ユニット１３で撮影するよりも、解像度が高い画像を撮影することに適している。

[0081] カメラモジュール１Ｄでは、縦方向と横方向のそれぞれについて、光軸が同じ方向を向きながら、異なる位置に配置された複数個の受光素子１２で画像を撮影することにより、あるいは１個の受光素子１２の中の異なる領域の受光画素で画像を撮影することにより、光軸が同じ方向を向きながら、必ずしも同一ではない複数枚の画像を得ることができる。これら同一ではない複数枚の画像が持っている場所毎の画像データを合わせることで、解像度が高い画像を得ることができる。このため、１個カメラモジュール１Ｄにおけるレンズ２１の平面形状は、図１１のCに示されるように、４つの光学ユニット１３で同じになっていることが望ましい。

[0082] 図１１のDは、図１１のCに示したレンズ付き基板４１を得るための、基板状態のレンズ付き基板４１Ｗの平面図である。基板状態のレンズ付き基板４１Ｗは、図１１のAに示したカメラモジュール１Ｄを、基板１枚につき８個得られる構成とされている。

[0083] 図１１のDに示されるように、基板状態のレンズ付き基板４１Ｗでは、カメラモジュール１Ｄを形成するために、カメラモジュール１Ｄが複数個のレンズ２１を備え、この１個のモジュール用のレンズ群が、基板上に一定のピッチで複数個配置されている。

[0084] ＜５．カメラモジュールの第５の実施の形態＞

図１２は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第５の実施の形態を示す図である。

[0085] 図１２のAは、カメラモジュール１の第５の実施の形態としてのカメラモジュール１Eの外観を示す模式図である。図１２のBは、カメラモジュール１Eの概略断面図である。

[0086] カメラモジュール１Eは、１本の光軸を有する光学ユニット１３をカメラモジュール１E内に１個備える、単眼のカメラモジュールである。

[0087] 図１２のCは、カメラモジュール１Eにおけるレンズ２１の平面形状を示すレンズ付き基板４１の平面図である。カメラモジュール１Eは、１個の光学ユニット１３を備える。

[0088] 図１２のDは、図１２のCに示したレンズ付き基板４１を得るための、基板状態のレンズ付き基板４１Wの平面図である。基板状態のレンズ付き基板４１Wは、図１２のAに示したカメラモジュール１Eを、基板１枚につき３２個得られる構成とされている。

[0089] 図１２のDに示されるように、基板状態のレンズ付き基板４１Wでは、カメラモジュール１E用のレンズ２１が、基板上に一定のピッチで複数個配置されている。

[0090] ＜６．第４の実施の形態のカメラモジュールの詳細構成＞

次に、図１３を参照して、図１１に示した第４の実施の形態に係るカメラモジュール１Dの詳細構成について説明する。

[0091] 図１３は、図１１のBに示したカメラモジュール１Dの断面図である。

[0092] カメラモジュール１Dは、複数のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅが積層された積層レンズ構造体１１と、受光素子１２を含んで構成される。積層レンズ構造体１１は、複数個の光学ユニット１３を備える。１点鎖線８４は、それぞれの光学ユニット１３の光軸を表す。受光素子１２は、積層レンズ構造体１１の下側に配置されている。カメラモジュール１Dにおいて、上方からカメラモジュール１D内へと入射した光は、積層レンズ構造体１１を透過し、積層レンズ構造体１１の下側に配置された受光素子１２で受光される。

[0093] 積層レンズ構造体１１は、積層された５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅを備える。５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅを特に区別しない場合には、単に、レンズ付き基板４１と記述して説明する。

[0094] 積層レンズ構造体１１を構成する各レンズ付き基板４１の貫通孔８３の断面形状は、下側(受光素子１２を配置する側)に向かって開口幅が小さくなる、いわゆる下すぼみの形状となっている。

[0095] 積層レンズ構造体１１の上には、絞り板５１が配置されている。絞り板５１は、例えば、光吸収性もしくは遮光性を有する材料で形成された層を備える。絞り板５１には、開口部５２が設けられている。

[0096] 受光素子１２は、例えば、表面照射型または裏面照射型のCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサで構成される。受光素子１２の積層レンズ構造体１１側となる上側の面には、オンチップレンズ７１が形成されており、受光素子１２の下側の面には、信号を入出力する外部端子７２が形成されている。

[0097] 積層レンズ構造体１１、受光素子１２、絞り板５１などは、レンズバレル７４に収納されている。

[0098] 受光素子１２の上側には、構造材７３が配置されている。その構造材７３を介して、積層レンズ構造体１１と受光素子１２とが固定されている。構造材７３は、例えばエポキシ系の樹脂である。

[0099] 本実施の形態では、積層レンズ構造体１１は、積層された５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅを備えるが、レンズ付き基板４１の積層枚数は２枚以上であれば特に限定されない。

[0100] 積層レンズ構造体１１を構成するそれぞれのレンズ付き基板４１は、担体基板８１にレンズ樹脂部８２が追加された構成である。担体基板８１は貫通孔８３を有し、貫通孔８３の内側に、レンズ樹脂部８２が形成されている。レンズ樹脂部８２は、上述したレンズ２１を含み、担体基板８１まで延在してレンズ２１を担持する部位も併せて、レンズ２１を構成する材料によって一体となった部分を表す。

[0101] なお、レンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅそれぞれの担体基板８１、レンズ樹脂部８２、または、貫通孔８３を区別する場合には、図１３に示されるように、レンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅに対応して、担体基板８１ａ乃至８１ｅ、レンズ樹脂部８２ａ乃至８２ｅ、または、貫通孔８３ａ乃至８３ｅのように記述して説明する。

[0102] ＜レンズ樹脂部の詳細説明＞

次に、レンズ付き基板４１ａのレンズ樹脂部８２ａを例に、レンズ樹脂部８２の形状について説明する。

[0103] 図１４は、レンズ付き基板４１ａを構成する担体基板８１ａとレンズ樹脂部８２ａの平面図と断面図である。

[0104] 図１４に示される担体基板８１ａとレンズ樹脂部８２ａの断面図は、平面図に示されているB－B’線とC－C’線の断面図である。

[0105] レンズ樹脂部８２ａは、レンズ２１を構成する材料によって一体となって形成した部位であり、レンズ部９１と担持部９２を備える。上述した説明において、レンズ２１とは、レンズ部９１またはレンズ樹脂部８２ａ全体に相当する。

[0106] レンズ部９１は、レンズとしての性能を有する部位、言い換えれば、「光を屈折させて集束もしくは発散させる部位」、あるいは、「凸面や凹面や非球面などの曲面を備えた部位、もしくはフレネルレンズや回折格子を利用したレンズで用いる複数個の多角形を連続して配置した部位」である。

[0107] 担持部９２は、レンズ部９１から担体基板８１ａまで延在してレンズ部９１を担持する部位である。担持部９２は、腕部１０１と脚部１０２で構成され、レンズ部９１の外周に位置する。

[0108] 腕部１０１は、レンズ部９１の外側に、レンズ部９１に接して配置し、レンズ部９１から外側方向へ一定の膜厚で延在する部位である。脚部１０２は、担持部９２のなかで腕部１０１以外の部分で、かつ貫通孔８３ａの側壁に接する部分を含む部位である。脚部１０２は、腕部１０１よりも樹脂の膜厚が厚いことが好ましい。

[0109] 担体基板８１ａに形成された貫通孔８３ａの平面形状は円形であり、その断面形状は当然直径の方向によらず同じである。レンズ形成時に上型と下型の形によって決まる形状であるレンズ樹脂部８２ａの形状も、その断面形状が直径の方向によらず同じとなるように形成されている。

[0110] 図１５は、図１３のカメラモジュール１Dの一部である積層レンズ構造体１１と絞り板５１を示す断面図である。

[0111] カメラモジュール１Dでは、モジュールに入射される光が絞り板５１で絞られた後、積層レンズ構造体１１の内部で広げられて、積層レンズ構造体１１の下方に配置された受光素子１２（図１５では不図示）へと入射される。すなわち、積層レンズ構造体１１全体について概観すると、モジュールに入射された光は、絞り板５１の開口部５２から下側に向かって、ほぼ末広がりに広がって進行する。このため、積層レンズ構造体１１に備わるレンズ樹脂部８２の大きさの一例として、図１５の積層レンズ構造体１１においては、絞り板５１の直下に配置されたレンズ付き基板４１ａに備わるレンズ樹脂部８２ａが最も小さく、積層レンズ構造体１１の最下層に配置されたレンズ付き基板４１ｅに備わるレンズ樹脂部８２ｅが最も大きくなっている。

[0112] 仮にレンズ付き基板４１のレンズ樹脂部８２の厚さを一定にした場合、大きさが小さなレンズよりも大きなレンズを作る方が難しい。それは例えば、レンズを製造する際にレンズに加わる荷重によってレンズが変形しやすい、大きさが大きいゆえに強度を保つのが難しい、との理由による。このため、大きさが大きなレンズは、大きさが小さなレンズよりも、厚さを厚くすることが好ましい。このため、図１５の積層レンズ構造体１１においては、レンズ樹脂部８２の厚さは、最下層に配置したレンズ付き基板４１ｅに備わるレンズ樹脂部８２ｅが最も厚くなっている。

[0113] 図１５の積層レンズ構造体１１は、レンズ設計の自由度を高めるために、さらに以下の特徴の少なくとも一つを備える。

（１） 担体基板８１の厚さが、積層レンズ構造体１１を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板４１の間で異なる。例えば、担体基板８１の厚さ

が、下層のレンズ付き基板４１の方が厚い。

（２）　レンズ付き基板４１に備わる貫通孔８３の開口幅が、積層レンズ構造体１１を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板４１の間で異なる。例えば、貫通孔８３の開口幅が、下層のレンズ付き基板４１の方が大きい。

（３）　レンズ付き基板４１に備わるレンズ部９１の直径が、積層レンズ構造体１１を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板４１の間で異なる。例えば、レンズ部９１の直径が、下層のレンズ付き基板４１のレンズ部９１の方が大きい。

（４）　レンズ付き基板４１に備わるレンズ部９１の厚さが、積層レンズ構造体１１を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板４１の間で異なる。例えば、レンズ部９１の厚さが、下層のレンズ付き基板４１のレンズ部９１の方が厚い。

（５）　レンズ付き基板４１に備わるレンズ間の距離が、積層レンズ構造体１１を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板４１の間で異なる。

（６）　レンズ付き基板４１に備わるレンズ樹脂部８２の体積が、積層レンズ構造体１１を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板４１の間で、異なる。例えば、レンズ樹脂部８２の体積が、下層のレンズ付き基板４１のレンズ樹脂部８２の方が大きい。

（７）　レンズ付き基板４１に備わるレンズ樹脂部８２の材料が、積層レンズ構造体１１を構成する少なくとも複数枚のレンズ付き基板４１の間で異なる。

[0114]　一般的に、カメラモジュールに入射される入射光は、垂直入射光と射入射光とを併せて含んでいる。射入射光の多くは絞り板５１に当たり、そこで吸収もしくはカメラモジュール１Dの外側へ反射される。絞り板５１によって絞りきれなかった射入射光は、その入射角度によっては貫通孔８３の側壁に当たってしまい、そこで反射される可能性がある。

[0115]　射入射光の反射光が進行する方向は、図１３において示される、射入射光８５の入射角度と、貫通孔８３の側壁の角度とによって決まる。貫通孔８３

の開口幅が、入射側から受光素子１２側へ向かって大きくなる、いわゆる、末広がりの形状の場合、絞り板５１によって絞りきれなかった特定の入射角度の射入射光８５が、貫通孔８３の側壁に当たってしまった際には、それが受光素子１２方向へと反射されてしまい、これが迷光あるいはノイズ光となる可能性がある。

[0116] しかしながら、図１３に示した積層レンズ構造体１１においては、図１５に示されるように、貫通孔８３は、下側(受光素子１２を配置する側)に向かって開口幅が小さくなる、いわゆる下すぼみの形状となっている。この形状の場合、貫通孔８３の側壁に当たった射入射光８５は、下側方向いわゆる受光素子１２の方向ではなく、上側方向、いわゆる入射側方向へと反射される。これにより、迷光あるいはノイズ光の発生を抑えるという作用または効果が得られる。

[0117] レンズ付き基板４１の貫通孔８３は、その側壁に当たって反射される光を低減するために、光吸収性の材料を側壁に配置するとなお良い。

[0118] 一例として、カメラモジュール１Dをカメラとして使用する際に受光したい波長の光（例えば可視光）を、第１の光とし、その第１の光とは波長が異なる光（例えばＵＶ光）を、第２の光とした場合、第２の光（ＵＶ光）によって硬化する樹脂に、第１の光（可視光）の吸収材料としてカーボン粒子を分散させたものを、担体基板８１の表面に塗布または噴射し、貫通孔８３の側壁部の樹脂のみに第２の光（ＵＶ光）を照射して硬化させ、これ以外の領域の樹脂を除去することで、貫通孔８３の側壁に、第１の光（可視光）に対する光吸収性を有する材料の層を形成して良い。

[0119] 図１５に示した積層レンズ構造体１１は、積層した複数枚のレンズ付き基板４１の一番上に、絞り板５１を配置した構造の例である。絞り板５１は、積層した複数枚のレンズ付き基板４１の一番上ではなく、中間のレンズ付き基板４１のどこかに挿入して配置しても良い。

[0120] さらに別の例として、板状の絞り板５１をレンズ付き基板４１と別に備えるのではなく、レンズ付き基板４１の表面に、光吸収性を有する材料の層を

形成して、これを絞りとして機能させても良い。例えば、上記第２の光（ＵＶ光）によって硬化する樹脂に、上記第１の光（可視光）の吸収材料としてカーボン粒子を分散させたものを、レンズ付き基板４１の表面に塗布または噴射し、絞りとして機能させる際に光を透過させたい領域を除いて、それ以外の領域の樹脂へ第２の光（ＵＶ光）を照射して、上記樹脂を硬化させて残し、硬化させなかった領域、すなわち絞りとして機能させる際に光を透過させたい領域、の樹脂を除去することで、レンズ付き基板４１の表面に絞りを形成しても良い。

[0121] なお、上記表面に絞りを形成するレンズ付き基板４１は、積層レンズ構造体１１の最上層に配置されたレンズ付き基板４１であって良いし、あるいは、積層レンズ構造体１１の内層となるレンズ付き基板４１であっても良い。

[0122] 図１５に示した積層レンズ構造体１１は、レンズ付き基板４１を積層した構造を備える。

[0123] 別の実施形態として、積層レンズ構造体１１は、レンズ付き基板４１を複数枚と、レンズ樹脂部８２を備えない担体基板８１を少なくも１枚、併せて備えた構造であっても良い。この構造において、レンズ樹脂部８２を備えない担体基板８１は、積層レンズ構造体１１の最下層もしくは最上層に配置しても良いし、積層レンズ構造体１１における内側の層として配置しても良い。この構造は、例えば、積層レンズ構造体１１が備える複数枚のレンズ間の距離や、積層レンズ構造体１１の最下層のレンズ樹脂部８２と積層レンズ構造体１１の下側に配置される受光素子１２との距離を、任意に設定し得る、と言う作用または効果をもたらす。

[0124] あるいはまた、この構造は、レンズ樹脂部８２を備えない担体基板８１の開口幅を適切に設定し、かつ、開口部を除いた領域に光吸収性を有する材料を配置することによって、これを絞り板として機能させ得る、と言う作用または効果をもたらす。

[0125] ＜７．カメラモジュールの第６の実施の形態＞

図１６は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュール

の第６の実施の形態を示す図である。

[0126] 図１６において、図１３に示した第４の実施の形態と対応する部分については同一の符号を付してあり、図１３のカメラモジュール１Ｄと異なる部分に注目して説明する。

[0127] 図１６に示されるカメラモジュール１Ｆにおいても、図１３に示したカメラモジュール１Ｄと同様に、入射した光が、絞り板５１で絞られた後、積層レンズ構造体１１の内部で広がり、積層レンズ構造体１１の下方に配置された受光素子１２へと入射される。すなわち、積層レンズ構造体１１全体について概観すると、光は、絞り板５１の開口部５２から下側に向かって、末広がりに広がって進行する。

[0128] 図１６のカメラモジュール１Ｆは、積層レンズ構造体１１を構成する各レンズ付き基板４１の貫通孔８３の断面形状が、下側(受光素子１２を配置する側)に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広がりの形状となっている点が、図１３に示したカメラモジュール１Ｄと異なる。

[0129] カメラモジュール１Ｆの積層レンズ構造体１１は、入射した光が、絞り板５１の開口部５２から下側に向かって末広がりに広がって進行する構造であるため、貫通孔８３の開口幅が下側向かって大きくなる末広がり形状は、貫通孔８３の開口幅が下側に向かって小さくなる下すぼみ形状よりも、例えば、担体基板８１が光路の邪魔になりにくい。これにより、レンズ設計の自由度が高いという作用をもたらす。

[0130] また、担持部９２を含めたレンズ樹脂部８２の基板平面方向の断面積は、貫通孔８３の開口幅が下側に向かって小さくなる下すぼみ形状の場合、レンズ樹脂部８２の下面においては、レンズ２１に入射した光線を透過させるために特定の大きさとなり、かつ、レンズ樹脂部８２の下面から上面に向かって、その断面積が大きくなって行く。

[0131] これに対して、貫通孔８３の開口幅が下側向かって大きくなる末広がり形状の場合、レンズ樹脂部８２の下面における断面積は、下すぼみ形状の場合と概ね同じとなるが、レンズ樹脂部８２の下面から上面に向かって、その断

面積が小さくなって行く。

[0132] これにより、貫通孔８３の開口幅が下側に向かって大きくなる構造は、担持部９２を含めたレンズ樹脂部８２の大きさを、小さく抑えることができるという作用または効果をもたらす。また、これにより、先に述べたレンズが大きい場合に生じるレンズ形成の難しさを、低減できるという作用または効果をもたらす。

[0133] ＜８．カメラモジュールの第７の実施の形態＞

図１７は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第７の実施の形態を示す図である。

[0134] 図１７においても、図１３と対応する部分については同一の符号を付してあり、図１３に示したカメラモジュール１Dと異なる部分に注目して説明する。

[0135] 図１７のカメラモジュール１Gは、やはり、積層レンズ構造体１１を構成する各レンズ付き基板４１のレンズ樹脂部８２と貫通孔８３の形状が、図１３に示したカメラモジュール１Dと異なる。

[0136] カメラモジュール１Gの積層レンズ構造体１１は、貫通孔８３の形状が、下側(受光素子１２を配置する側)に向かって開口幅が小さくなる、いわゆる下すぼみの形状となったレンズ付き基板４１と、貫通孔８３の形状が、下側に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広がりの形状となったレンズ付き基板４１と、の双方を備える。

[0137] 貫通孔８３が、下側に向かって開口幅が小さくなる、いわゆる下すぼみの形状となったレンズ付き基板４１は、先に述べたように、貫通孔８３の側壁に当たった射入射光８５が、上側方向いわゆる入射側方向へと反射され、これにより迷光あるいはノイズ光の発生を抑える、という作用または効果をもたらす。

[0138] そこで、図１７の積層レンズ構造体１１においては、積層レンズ構造体１１を構成する複数枚のレンズ付き基板４１のうち、特に上側（入射側）の複数枚において、貫通孔８３が、下側に向かって開口幅が小さくなる、いわゆ

る下すぼみの形状となったレンズ付き基板４１が用いられている。

[0139] 貫通孔８３が、下側に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広がりの形状となったレンズ付き基板４１は、先に述べたように、レンズ付き基板４１に備わる担体基板８１が光路の邪魔となりにくく、これによって、レンズ設計の自由度が増す、あるいは、レンズ付き基板４１に備わる担持部９２を含めたレンズ樹脂部８２の大きさを小さく抑える、という作用または効果をもたらす。

[0140] 図１７の積層レンズ構造体１１においては、光は絞りから下側に向かって、末広がりに広がって進行するため、積層レンズ構造体１１を構成する複数枚のレンズ付き基板４１のうち、下側に配置した何枚かのレンズ付き基板４１に備わるレンズ樹脂部８２の大きさが大きい。このような大きいレンズ樹脂部８２において、末広がりの形状の貫通孔８３を用いると、レンズ樹脂部８２の大きさを抑制する作用が大きく現れる。

[0141] そこで、図１７の積層レンズ構造体１１においては、積層レンズ構造体１１を構成する複数枚のレンズ付き基板４１のうち、特に下側の複数枚において、貫通孔８３が、下側に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広がりの形状となったレンズ付き基板４１を用いている。

[0142] ＜９．レンズ付き基板の詳細構成＞

次に、レンズ付き基板４１の詳細構成について説明する。

[0143] 図１８は、レンズ付き基板４１の詳細構成を示す断面図である。

[0144] なお、図１８では、５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅのうちの、最上層のレンズ付き基板４１ａが図示されているが、その他のレンズ付き基板４１も同様に構成されている。

[0145] レンズ付き基板４１の構成としては、図１８のA乃至Cのいずれかの構成をとることができる。

[0146] 図１８のAに示されるレンズ付き基板４１には、担体基板８１に設けられた貫通孔８３に対して、上面からみて貫通孔８３を塞ぐようにレンズ樹脂部８２が形成されている。レンズ樹脂部８２は、図１４を参照して説明したよう

に、中央部のレンズ部９１（不図示）と、その周辺部の担持部９２（不図示）で構成される。

[0147] レンズ付き基板４１の貫通孔８３となる側壁には、光反射を起因とするゴーストやフレアを防止するために光吸収性もしくは遮光性を有する膜１２１が成膜されている。これらの膜１２１を便宜的に遮光膜１２１と呼ぶ。

[0148] 担体基板８１とレンズ樹脂部８２の上側表面には、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む上側表面層１２２が形成されており 、担体基板８１とレンズ樹脂部８２の下側表面には、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む下側表面層１２３が形成されている。

[0149] 上側表面層１２２は、一例として、低屈折膜と高屈折膜を交互に複数層積層した反射防止膜を構成している。反射防止膜は、例えば、低屈折膜と高屈折膜を交互に合計４層積層して構成することができる。低屈折膜は、例えば、SiOx（１≦x≦２）、SiOC、SiOFなどの酸化膜、高屈折膜は、例えば、TiO、TaO、Nb2O5などの金属酸化膜で構成される。

[0150] なお、上側表面層１２２の構成は、例えば、光学シミュレーションを用いて所望の反射防止性能が得られるように設計されていればよく、低屈折膜及び高屈折膜の材料、膜厚、積層数などは特に限定されない。本実施の形態では、上側表面層１２２の最表面は、低屈折膜となっており、その膜厚は、例えば２０乃至１０００nm、密度は、例えば２．２乃至２．５ｇ／cm3、平坦度が、例えば１nm以下程度の二乗平均粗さRq（RMS）となっている。また、詳細は後述するが、この上側表面層１２２は、他のレンズ付き基板４１と接合される際の接合膜にもなっている。

[0151] 上側表面層１２２は、一例として、低屈折膜と高屈折膜を交互に複数層積層した反射防止膜であって良く、そのなかでも無機物の反射防止膜であって良い。上側表面層１２２は、別の例として、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む単層膜であっても良く、そのなかでも無機物の膜であっても良い。

[0152] 下側表面層１２３も、一例として、低屈折膜と高屈折膜を交互に複数層積

層した反射防止膜であって良く、そのなかでも無機物の反射防止膜であって良い。下側表面層１２３は、別の例として、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む単層膜であっても良く、そのなかでも無機物の膜であっても良い。

[0153] 図１８のB及びCのレンズ付き基板４１については、図１８のAに示したレンズ付き基板４１と異なる部分についてのみ説明する。

[0154] 図１８のBに示されるレンズ付き基板４１においては、担体基板８１とレンズ樹脂部８２の下側表面に形成されている膜が、図１８のAに示したレンズ付き基板４１と異なる。

[0155] 図１８のBのレンズ付き基板４１では、担体基板８１の下側表面には、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む下側表面層１２４が形成されている一方、レンズ樹脂部８２の下側表面には、下側表面層１２４が形成されていない。下側表面層１２４は、上側表面層１２２と同一材料でもよいし、異なる材料でもよい。

[0156] このような構造は、例えば、レンズ樹脂部８２を形成する前に、担体基板８１の下側表面に下側表面層１２４を形成しておき、その後、レンズ樹脂部８２を形成する製法により、形成し得る。あるいは、レンズ樹脂部８２を形成した後に、レンズ樹脂部８２にマスクを形成し、担体基板８１上にはマスクを形成しない状態で、下側表面層１２４を構成する膜を、例えばＰＶＤにより、担体基板８１の下側表面に堆積させることで、形成し得る。

[0157] 図１８のCのレンズ付き基板４１においては、担体基板８１の上側表面に、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む上側表面層１２５が形成されている一方、レンズ樹脂部８２の上側表面には、上側表面層１２５が形成されていない。

[0158] 同様に、レンズ付き基板４１の下側表面においても、担体基板８１の下側表面に、酸化物もしくは窒化物あるいはその他の絶縁物を含む下側表面層１２４が形成されている一方、レンズ樹脂部８２の下側表面には、下側表面層１２４が形成されていない。

[0159] このような構造は、例えば、レンズ樹脂部８２が形成される前に、担体基板８１に上側表面層１２５と下側表面層１２４を形成しておき、その後、レンズ樹脂部８２を形成する製法により、形成し得る。あるいは、レンズ樹脂部８２を形成した後に、レンズ樹脂部８２にマスクを形成し、担体基板８１上にはマスクを形成しない状態で、上側表面層１２５および下側表面層１２４を構成する膜を、例えばＰＶＤにより、担体基板８１の表面に堆積させることで、形成し得る。下側表面層１２４と上側表面層１２５は、同一材料でもよいし、異なる材料でもよい。

[0160] レンズ付き基板４１は、以上のように構成することができる。

[0161] ＜１０．レンズ付き基板の製造方法＞

次に、図１９乃至図２９を参照して、レンズ付き基板４１の製造方法を説明する。

[0162] 初めに、複数の貫通孔８３が形成された基板状態の担体基板８１Wが用意される。担体基板８１Wは、例えば、通常の半導体装置に用いる、シリコンの基板を用いることができる。担体基板８１Wの形状は、例えば図１９のAに示されるような円形で、その直径は、例えば200ｍｍや300mmなどとされる。担体基板８１Wは、シリコンの基板ではなく、例えば、ガラスの基板、樹脂の基板、あるいは金属の基板であっても良い。

[0163] また、貫通孔８３の平面形状は、本実施の形態では、図１９のAに示されるように円形であるとするが、図１９のBに示されるように、貫通孔８３の平面形状は、例えば四角形などの多角形であっても良い。

[0164] 貫通孔８３の開口幅は、例えば、100μm程度から20mm程度まで採り得る。この場合、担体基板８１Wには、例えば100個程度から500万個程度まで配置し得る。

[0165] 本明細書においては、レンズ付き基板４１の平面方向における貫通孔８３の大きさを、開口幅と呼ぶ。開口幅は、特に断り書きがが無い限り、貫通孔８３の平面形状が四角形である場合は一辺の長さ、貫通孔８３の平面形状が円形である場合は直径を意味する。

[0166] 貫通孔８３は、図２０に示されるように、担体基板８１Wの第１の表面における第１の開口幅１３１よりも、第１の表面と対向する第２の表面における第２の開口幅１３２の方が、小さくなっている。

[0167] 第１の開口幅１３１よりも第２の開口幅１３２の方が小さい貫通孔８３の３次元形状の例として、貫通孔８３は、図２０のAに示される円錐台の形状であって良いし、多角形の角錐台の形状であっても良い。貫通孔８３の側壁の断面形状は、図２０のAに示されるような直線であって良いし、図２０のBに示されるような曲線であってもよい。あるいはまた、図２０のCに示されるように、段差があっても良い。

[0168] 第１の開口幅１３１よりも第２の開口幅１３２の方が小さい形状である貫通孔８３は、貫通孔８３内に樹脂を供給し、この樹脂を、第１と第２の表面のそれぞれから対向する方向へ型部材で押すことでレンズ樹脂部８２を形成する際に、レンズ樹脂部８２となる樹脂が、対向する２つの型部材からの力を受けて、貫通孔８３の側壁に押し付けられる。これにより、レンズ樹脂部８２となる樹脂と担体基板との密着強度が高くなるという作用をもたらし得る。

[0169] なお、貫通孔８３の他の実施の形態として、第１の開口幅１３１と第２の開口幅１３２が等しい形状、すなわち貫通孔８３の側壁の断面形状が垂直となる形状であっても良い。

[0170] ＜ウェットエッチングを用いた貫通孔の形成方法＞

担体基板８１Wの貫通孔８３は、担体基板８１Wをウェットエッチングにより、エッチングすることによって形成することができる。具体的には、担体基板８１Wをエッチングする前に、担体基板８１Wの非開口領域がエッチングされることを防ぐためのエッチングマスクが、担体基板８１Wの表面に形成される。エッチングマスクの材料には、例えばシリコン酸化膜あるいはシリコン窒化膜などの絶縁膜が用いられる。エッチングマスクは、エッチングマスク材料の層を担体基板８１Wの表面に形成し、この層に貫通孔８３の平面形状となるパターンを開口することで、形成される。エッチングマスクが形成さ

れた後、担体基板８１Ｗをエッチングすることにより、担体基板８１Ｗに貫通孔８３が形成される。

[0171] 担体基板８１Ｗとして、例えば、基板表面方位が(100)の単結晶シリコンを使用する場合、貫通孔８３を形成するためには、KOHなどのアルカリ性の溶液を用いた結晶異方性ウェットエッチングを採用することができる。

[0172] 基板表面方位が(100)の単結晶シリコンである担体基板８１Ｗに、KOHなどのアルカリ性の溶液を用いた結晶異方性ウェットエッチングを行うと、開口側壁に(111)面が現れるようにエッチングが進行する。その結果、エッチングマスクの開口部の平面形状が円形もしくは四角形のどちらであっても、平面形状が四角形であって、貫通孔８３の開口幅は第１の開口幅１３１よりも第２の開口幅１３２の方が小さく、貫通孔８３の３次元形状が角錐台もしくはこれに類似の形状となる貫通孔８３が得られる。角錐台となる貫通孔８３の側壁の角度は、基板平面に対して、約５５°の角度となる。

[0173] 貫通孔形成のためのエッチングは、別の実施の例として、国際公開第２０１１/０１０７３９号などに開示された、結晶方位の制約を受けずに任意の形状にシリコンをエッチング可能な薬液を用いたウェットエッチングによって行っても良い。この薬液としては、例えば、TMAH（水酸化テトラメチルアンモニウム）水溶液に、界面活性剤であるポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル、ポリオキシアルキレンアルキルエーテル、ポリエチレングリコールの少なくとも１つを加えた薬液、もしくは、KOH水溶液にイソプロピルアルコールを加えた薬液、などを採用することができる。

[0174] 基板表面方位が(100)の単結晶シリコンである担体基板８１Ｗに、上述したいずれかの薬液を用いて貫通孔８３形成のためのエッチングを行うと、エッチングマスクの開口部の平面形状が円形である場合は、平面形状が円形であって、第１の開口幅１３１よりも第２の開口幅１３２の方が小さく、３次元形状が円錐台もしくはこれに類似の形状、となる貫通孔８３が得られる。

[0175] エッチングマスクの開口部の平面形状が四角形である場合には、平面形状が四角形であって、開口幅は第１の開口幅１３１よりも第２の開口幅１３２

の方が小さく、３次元形状が角錐台もしくはこれに類似の形状、となる貫通孔８３が得られる。上記円錐台もしくは角錐台となる貫通孔８３の側壁の角度は、基板平面に対して、約４５°の角度となる。

[0176] ＜ドライエッチングを用いた貫通孔の形成方法＞

また、貫通孔８３形成のエッチングには、上述したウェットエッチングではなく、ドライエッチングを用いることも可能である。

[0177] 図２１を参照して、ドライエッチングを用いた貫通孔８３の形成方法について説明する。

[0178] 図２１のAに示されるように、担体基板８１Wの一方の表面に、エッチングマスク１４１が形成される。エッチングマスク１４１は、貫通孔８３を形成する部分が開口されたマスクパターンとなっている。

[0179] 次に、図２１のBに示されるように、エッチングマスク１４１の側壁を保護するための保護膜１４２が形成された後、図２１のCに示されるように、ドライエッチングにより担体基板８１Wが所定の深さでエッチングされる。ドライエッチング工程により、担体基板８１W表面とエッチングマスク１４１表面の保護膜１４２は除去されるが、エッチングマスク１４１側面の保護膜１４２は残存し、エッチングマスク１４１の側壁は保護される。エッチング後、図２１のDに示されるように、側壁の保護膜１４２が除去され、エッチングマスク１４１が、開口パターンのパターンサイズを大きくする方向に後退される。

[0180] そして、再び、図２１のB乃至Dの保護膜形成工程、ドライエッチング工程、エッチングマスク後退工程が、複数回繰り返し行われる。これにより、図２１のEに示されるように、担体基板８１Wは、周期性のある段差を持つ階段形状（凹凸形状）となるようにエッチングされる。

[0181] 最後に、エッチングマスク１４１が除去されると、図２１のFに示されるように、階段形状の側壁をもつ貫通孔８３が、担体基板８１Wに形成される。貫通孔８３の階段形状の平面方向の幅（１段の幅）は、例えば、４００nm乃至１μｍ程度とされる。

[0182] 以上のようにドライエッチングを用いて貫通孔８３を形成する場合には、保護膜形成工程、ドライエッチング工程、エッチングマスク後退工程が繰り返し実行される。

[0183] 貫通孔８３の側壁が周期性のある階段形状（凹凸形状）であることにより、入射光の反射を抑制することができる。また、仮に、貫通孔８３の側壁がランダムな大きさの凹凸形状である場合には、貫通孔８３内に形成されるレンズと側壁との間の密着層にボイド（空隙）が発生し、そのボイドが原因でレンズとの密着性が低下する場合がある。しかしながら、上述した形成方法によれば、貫通孔８３の側壁は周期性のある凹凸形状となるので、密着性が向上し、レンズ位置ずれによる光学特性の変化を抑制することができる。

[0184] 各工程で使用される材料の一例としては、例えば、担体基板８１Wは単結晶シリコン、エッチングマスク１４１はフォトレジスト、保護膜１４２は、C4F8やCHF3などのガスプラズマを用いて形成するフロカーボンポリマー、エッチング処理は、SF6/O2、C4F8/SF6などFを含むガスを用いたプラズマエッチング、マスク後退工程は、O2ガス、CF4/O2などO2を含むプラズマエッチングとすることができる。

[0185] あるいはまた、担体基板８１Wは単結晶シリコン、エッチングマスク１４１はSiO2、エッチングは、Cl2を含むプラズマ、保護膜１４２は、O2プラズマを用いてエッチング対象材を酸化させた酸化膜、エッチング処理は、Cl2を含むガスを用いたプラズマエッチングマスク後退工程は、CF4/O2などFを含むガスを用いたプラズマエッチングとすることができる。

[0186] 以上のように、ウェットエッチング、または、ドライエッチングにより、担体基板８１Wに、複数の貫通孔８３を同時形成することができるが、担体基板８１Wには、図２２のAに示されるように、貫通孔８３を形成していない領域に貫通溝１５１を形成しても良い。

[0187] 図２２のAは、貫通孔８３に加えて貫通溝１５１を形成した担体基板８１Wの平面図である。

[0188] 貫通溝１５１は、例えば、図２２のAに示されるように、行列状に配置され

た複数個の貫通孔８３を避けて、行方向と列方向のそれぞれの貫通孔８３の間の一部にだけ配置される。

[0189] また、担体基板８１Wの貫通溝１５１は、積層レンズ構造体１１を構成する各レンズ付き基板４１どうしで、同一の位置に配置することができる。この場合には、積層レンズ構造体１１として複数枚の担体基板８１Wが積層された状態では、図２２のBの断面図のように、複数枚の担体基板８１Wの貫通溝１５１が、複数枚の担体基板８１Wの間で貫通した構造となる。

[0190] レンズ付き基板４１の一部としての担体基板８１Wの貫通溝１５１は、例えば、レンズ付き基板４１を変形させる応力がレンズ付き基板４１の外部から働く場合に、応力によるレンズ付き基板４１の変形を緩和する作用または効果をもたらし得る。

[0191] あるいは、貫通溝１５１は、例えば、レンズ付き基板４１を変形させる応力がレンズ付き基板４１の内部から発生する場合に、応力によるレンズ付き基板４１の変形を緩和する作用または効果をもたらし得る。

[0192] ＜レンズ付き基板の製造方法＞

次に、図２３を参照して、基板状態のレンズ付き基板４１Wの製造方法について説明する。

[0193] 初めに、図２３のAに示されるように、貫通孔８３が複数形成された担体基板８１Wが用意される。貫通孔８３の側壁には遮光膜１２１が成膜されている。図２３では、紙面の制約上、２個の貫通孔８３のみが示されているが、実際には、図１９で示したように、担体基板８１Wの平面方向に、多数の貫通孔８３が形成されている。また、担体基板８１Wの外周に近い領域には、位置合わせのためのアライメントマーク（不図示）が形成されている。

[0194] 担体基板８１W上側の表側平坦部１７１と、下側の裏側平坦部１７２は、後の工程で行われるプラズマ接合が可能な程度に平坦に形成された平坦面となっている。担体基板８１Wの厚みは、最終的にレンズ付き基板４１として個片化され、他のレンズ付き基板４１と重ねられた際に、レンズ間距離を決定するスペーサとしての役割も担っている。

[0195] 担体基板８１Ｗには、熱膨張係数が１０ppm／℃以下の低熱膨張係数の基材を用いるのが好ましい。

[0196] 次に、図２３のBに示されるように、凹形状の光学転写面１８２が一定の間隔で複数配置された下型１８１の上に、担体基板８１Ｗが配置される。より詳しくは、凹形状の光学転写面１８２が担体基板８１Ｗの貫通孔８３の内側に位置するように、担体基板８１Ｗの裏側平坦部１７２と下型１８１の平坦面１８３とが重ね合わされる。下型１８１の光学転写面１８２は、担体基板８１Ｗの貫通孔８３と１対１に対応するように形成されており、対応する光学転写面１８２と貫通孔８３の中心が光軸方向で一致するように、担体基板８１Ｗと下型１８１の平面方向の位置が調整される。下型１８１は、硬質の型部材で形成されており、例えば、金属やシリコン、石英、ガラスで構成される。

[0197] 次に、図２３のCに示されるように、重ね合わされた下型１８１と担体基板８１Ｗの貫通孔８３の内側に、エネルギー硬化性樹脂１９１が充填（滴下）される。レンズ樹脂部８２は、このエネルギー硬化性樹脂１９１を用いて形成される。そのため、エネルギー硬化性樹脂１９１は、気泡を含まないようにあらかじめ脱泡処理されていることが好ましい。脱泡処理としては、真空脱泡処理、または、遠心力による脱泡処理であることが好ましい。また、真空脱泡処理は充填後に行うことが好ましい。脱泡処理を行うことにより、気泡を抱き込むことなく、レンズ樹脂部８２の成形が可能となる。

[0198] 次に、図２３のDに示されるように、重ね合わされた下型１８１と担体基板８１Ｗの上に、上型２０１が配置される。上型２０１には、凹形状の光学転写面２０２が一定の間隔で複数配置されており、下型１８１を配置したときと同様に、貫通孔８３の中心と光学転写面２０２の中心が光軸方向で一致するように、精度良く位置決めされた上で、上型２０１が配置される。

[0199] 紙面上の縦方向となる高さ方向については、上型２０１と下型１８１との間隔を制御する制御装置により、上型２０１と下型１８１との間隔が予め定めた距離となるように、上型２０１の位置が固定される。このとき、上型２０１の光学転写面２０２と下型１８１の光学転写面１８２とで挟まれる空間

は、光学設計によって計算されたレンズ樹脂部８２（レンズ２１）の厚みと等しくなる。

[0200] あるいはまた、図２３のEに示されるように、下型１８１を配置したときと同様に、上型２０１の平坦面２０３と、担体基板８１Wの表側平坦部１７１とを、重ね合わせても良い。この場合、上型２０１と下型１８１との距離は、担体基板８１Wの厚みと同値となり、平面方向及び高さ方向の高精度な位置合わせが可能となる。

[0201] 上型２０１と下型１８１との間隔が予め設定した距離となるように制御したとき、上述した図２３のCの工程において、担体基板８１Wの貫通孔８３の内側に滴下されたエネルギー硬化性樹脂１９１の充填量は、担体基板８１Wの貫通孔８３と、その上下の上型２０１及び下型１８１とで囲まれる空間から溢れないようにコントロールされた量となっている。これにより、エネルギー硬化性樹脂１９１の材料を無駄にすることなく、製造コストを削減することができる。

[0202] 続いて、図２３のEに示される状態において、エネルギー硬化性樹脂１９１の硬化処理が行われる。エネルギー硬化性樹脂１９１は、例えば、熱またはUV光をエネルギーとして与え、所定の時間放置することで、硬化する。硬化中には、上型２０１を下方向に押し込んだり、アライメントをすることにより、エネルギー硬化性樹脂１９１の収縮による変形を最小限に抑制することができる。

[0203] エネルギー硬化性樹脂１９１の代わりに、熱可塑性樹脂を用いても良い。その場合には、図２３のEに示される状態において、上型２０１と下型１８１を昇温することでエネルギー硬化性樹脂１９１がレンズ形状に成形され、冷却することで硬化する。

[0204] 次に、図２３のFに示されるように、上型２０１と下型１８１の位置を制御する制御装置が、上型２０１を上方向、下型１８１を下方向へ移動させて、上型２０１と下型１８１を担体基板８１Wから離型する。上型２０１と下型１８１が担体基板８１Wから離型されると、担体基板８１Wの貫通孔８３の内側

に、レンズ２１を含むレンズ樹脂部８２が形成されている。

[0205] なお、担体基板８１Wと接触する上型２０１と下型１８１の表面をフッ素系またはシリコン系等の離型剤でコーティングしてもよい。そのようにすることにより、上型２０１と下型１８１から担体基板８１Wを容易に離型することができる。また、担体基板８１Wとの接触面から容易に離型する方法として、フッ素含有DLC（Diamond Like Carbon）等の各種コーティングを行ってもよい。

[0206] 次に、図２３のGに示されるように、担体基板８１Wとレンズ樹脂部８２の表面に上側表面層１２２が形成され、担体基板８１Wとレンズ樹脂部８２の裏面に、下側表面層１２３が形成される。上側表面層１２２及び下側表面層１２３の成膜前後において、必要に応じてCMP（Chemical Mechanical Polishing）等を行うことで、担体基板８１Wの表側平坦部１７１と裏側平坦部１７２を平坦化してもよい。

[0207] 以上のように、担体基板８１Wに形成された貫通孔８３に、エネルギー硬化性樹脂１９１を上型２０１と下型１８１を用いて加圧成型（インプリント）することで、レンズ樹脂部８２を形成し、レンズ付き基板４１を製造することができる。

[0208] 光学転写面１８２及び光学転写面２０２の形状は、上述した凹形状に限定されるものではなく、レンズ樹脂部８２の形状に応じて適宜決定される。図１５に示したように、レンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅのレンズ形状は、光学系設計により導出された様々な形状をとることができ、例えば、両凸形状、両凹形状、平凸形状、平凹形状、凸メニスカス形状、凹メニスカス形状、更には高次非球面形状などでもよい。

[0209] また、光学転写面１８２及び光学転写面２０２の形状は、形成後のレンズ形状がモスアイ構造となる形状とすることもできる。

[0210] 上述した製造方法によれば、エネルギー硬化性樹脂１９１の硬化収縮によるレンズ樹脂部８２どうしの平面方向の距離の変動を、担体基板８１Wの介在によって断ち切ることができるので、レンズ距離間精度を高精度に制御する

ことができる。また、強度の弱いエネルギー硬化性樹脂１９１を、強度の強い担体基板８１Wによって補強する効果がある。これにより、ハンドリング性の良いレンズを複数配置したレンズアレイ基板を提供することができるとともに、レンズアレイ基板の反りを抑制できる効果を有する。

[0211] ＜貫通孔形状が多角形の例＞

図１９のBに示したように、貫通孔８３の平面形状は、例えば四角形などの多角形であっても良い。

[0212] 図２４は、貫通孔８３の平面形状が四角形である場合の、レンズ付き基板４１ａの担体基板８１ａとレンズ樹脂部８２ａの平面図と断面図である。

[0213] 図２４におけるレンズ付き基板４１ａの断面図は、平面図のB－B’線とC－C’線における断面図を示している。

[0214] B－B’線断面図とC－C’線断面図を比較して判るように、貫通孔８３ａが四角形の場合、貫通孔８３ａの中心から貫通孔８３ａの上部外縁までの距離、および、貫通孔８３ａの中心から貫通孔８３ａの下部外縁までの距離は、四角形である貫通孔８３ａの辺方向と対角線方向とで異なり、対角線方向の方が大きい。このため、貫通孔８３ａの平面形状が四角形の場合、レンズ部９１を円形にすると、レンズ部９１外周から貫通孔８３ａ側壁までの距離、言い換えれば、担持部９２の長さを、四角形の辺方向と対角線方向とで異なる長さにする必要がある。

[0215] そこで、図２４に示されるレンズ樹脂部８２ａは、以下の構造を備える。

（１）レンズ部９１の外周に配置した腕部１０１の長さは、四角形の辺方向と対角線方向とで同じである。

（２）腕部１０１の外側に配置し、貫通孔８３ａ側壁まで延在する脚部１０２の長さは、四角形の辺方向の脚部１０２の長さよりも対角線方向の脚部１０２の長さの方を、長くしている。

[0216] 図２４に示されるように、脚部１０２は、レンズ部９１に直接は接していない一方、腕部１０１は、レンズ部９１に直接接している。

[0217] 図２４のレンズ樹脂部８２ａでは、レンズ部９１に直接接している腕部１

０１の長さと厚さを、レンズ部９１の外周全体に渡って一定にすることで、レンズ部９１全体を偏りなく一定の力で支える、という作用または効果をもたらし得る。

[0218] さらに、レンズ部９１全体を偏りなく一定の力で支えることにより、例えば、貫通孔８３ａを取り囲む担体基板８１ａから、貫通孔８３ａの外周全体に渡って応力が加わるような場合には、これをレンズ部９１全体に偏りなく伝えることで、レンズ部９１の特定の部分だけに偏って応力が伝わることを抑える、という作用または効果をもたらし得る。

[0219] 図２５は、平面形状が四角形である貫通孔８３のその他の例について示す、レンズ付き基板４１ａの担体基板８１ａとレンズ樹脂部８２ａの平面図と断面図である。

[0220] 図２５におけるレンズ付き基板４１ａの断面図は、平面図のB－B’線とC－C’線における断面図を示している。

[0221] 図２５においても、図２２と同様に、貫通孔８３ａの中心から貫通孔８３ａの上部外縁までの距離、および、貫通孔８３ａの中心から貫通孔８３ａの下部外縁までの距離は、四角形である貫通孔８３ａの辺方向と対角線方向とで異なり、対角線方向の方が大きい。このため、貫通孔８３ａの平面形状が四角形の場合、レンズ部９１を円形にすると、レンズ部９１外周から貫通孔８３ａ側壁までの距離、言い換えれば、担持部９２の長さを、四角形の辺方向と対角線方向とで異なる長さにする必要がある。

[0222] そこで、図２５に示されるレンズ樹脂部８２ａは、以下の構造を備える。

（１）レンズ部９１の外周に配置した脚部１０２の長さを、貫通孔８３ａの四角形の４つの辺に沿って、一定にしている。

（２）上記（１）の構造を実現するために、腕部１０１の長さは、四角形の辺方向の腕部の長さよりも対角線方向の腕部の長さの方を、長くしている。

[0223] 図２５に示されるように、脚部１０２は腕部１０１よりも、樹脂の膜厚が厚い。このため、レンズ付き基板４１ａの平面方向の単位面積当たりの体積も、脚部１０２は腕部１０１よりも大きい。

[0224] 図２５の実施例では、脚部１０２の体積をできるだけ小さくし、かつ、貫通孔８３ａの四角形の４辺に沿って一定にすることで、例えば樹脂の膨潤のような変形が発生するような場合には、これによる体積変化をできるだけ抑え、かつ体積変化がレンズ部９１の外周全体に渡ってできるだけ偏らないようにする、という作用または効果をもたらし得る。

[0225] 図２６は、レンズ付き基板４１のレンズ樹脂部８２と貫通孔８３の他の実施形態を示す断面図である。

[0226] 図２６に示されるレンズ樹脂部８２と貫通孔８３は、以下の構造を備える。

（１）貫通孔８３の側壁は、段付き部２２１を備える段付き形状である。

（２）レンズ樹脂部８２の担持部９２の脚部１０２が、貫通孔８３の側壁上方に配置されるだけでなく、貫通孔８３に備わる段付き部２２１の上にも、レンズ付き基板４１の平面方向に延在している。

[0227] 図２７を参照して、図２６に示した段付き形状の貫通孔８３の形成方法について説明する。

[0228] 初めに、図２７のAに示されるように、担体基板８１Wの一方の面に、貫通孔開口の際のウェットエッチングに対する耐性を有するエッチングストップ膜２４１が形成される。エッチングストップ膜２４１は、例えば、シリコン窒化膜とすることができる。

[0229] 次いで、担体基板８１Wのもう一方の面に、貫通孔開口の際のウェットエッチングに対する耐性を有するハードマスク２４２が形成される。ハードマスク２４２も、例えばシリコン窒化膜とすることができる。

[0230] 次に、図２７のBに示されるように、ハードマスク２４２の所定の領域が、１回目のエッチングのために開口される。１回目のエッチングでは、貫通孔８３の段付き部２２１の上段となる部分がエッチングされる。このため、１回目のエッチングのためのハードマスク２４２の開口部は、図２６に記載のレンズ付き基板４１の上側基板表面における開口に対応した領域となる。

[0231] 次に、図２７のCに示されるように、ウェットエッチングにより、ハードマ

スク２４２の開口部に応じて、担体基板８１Wが所定の深さ分だけエッチングされる。

[0232] 次に、図２７のDに示されるように、エッチング後の担体基板８１Wの表面に、ハードマスク２４３が改めて形成され、貫通孔８３の段付き部２２１の下側となる部分に対応してハードマスク２４３が開口される。２回目のハードマスク２４３も、例えばシリコン窒化膜を採用することができる。

[0233] 次に、図２７のEに示されるように、ウェットエッチングにより、ハードマスク２４３の開口部に応じて、エッチングストップ膜２４１に到達するまで担体基板８１Wがエッチングされる。

[0234] 最後に、図２７のFに示されるように、担体基板８１Wの上側表面のハードマスク２４３と、下側表面のエッチングストップ膜２４１が除去される。

[0235] 以上のように、ウェットエッチングによる貫通孔形成のための担体基板８１Wのエッチングを２回に分けて行うことで、図２６に示した段付き形状の貫通孔８３が得られる。

[0236] 図２８は、貫通孔８３ａが段付き部２２１を有し、かつ、貫通孔８３ａの平面形状が円形である場合の、レンズ付き基板４１ａの担体基板８１ａとレンズ樹脂部８２ａの平面図と断面図である。

[0237] 図２８におけるレンズ付き基板４１ａの断面図は、平面図のB－B’線とC－C’線における断面図を示している。

[0238] 貫通孔８３ａの平面形状が円形である場合、貫通孔８３ａの断面形状は当然直径の方向によらず同じである。これに加えて、レンズ樹脂部８２ａの外縁、腕部１０１、及び脚部１０２の断面形状も、直径の方向によらず同じとなるように形成されている。

[0239] 図２８の段付き形状を有する貫通孔８３ａは、貫通孔８３ａ内に段付き部２２１を備えない図１４の貫通孔８３ａと比較して、レンズ樹脂部８２の担持部９２の脚部１０２が、貫通孔８３ａの側壁と接触する面積を大きくできる、という作用または効果をもたらす。また、これにより、レンズ樹脂部８２と貫通孔８３ａの側壁との密着強度、言い換えれば、レンズ樹脂部８２ａ

と担体基板８１Ｗとの密着強度を増加させる、という作用または効果をもたらす。

[0240] 図２９は、貫通孔８３ａが段付き部２２１を有し、かつ、貫通孔８３ａの平面形状が四角形である場合の、レンズ付き基板４１ａの担体基板８１ａとレンズ樹脂部８２ａの平面図と断面図である。

[0241] 図２９におけるレンズ付き基板４１ａの断面図は、平面図のB－B’線とC－C’線における断面図を示している。

[0242] 図２９に示されるレンズ樹脂部８２と貫通孔８３は、以下の構造を備える。

（１）レンズ部９１の外周に配置した腕部１０１の長さは、四角形の辺方向と対角線方向とで同じである。

（２）腕部１０１の外側に配置し、貫通孔８３ａの側壁まで延在する脚部１０２の長さは、四角形の辺方向の脚部１０２の長さよりも、対角線方向の脚部１０２の長さが長い。

[0243] 図２９に示されるように、脚部１０２は、レンズ部９１に直接は接していない一方、腕部１０１は、レンズ部９１に直接接している。

[0244] 図２９のレンズ樹脂部８２ａでは、図２４に記載のレンズ樹脂部８２ａと同様に、レンズ部９１に直接接している腕部１０１の長さと厚さを、レンズ部９１の外周全体に渡って一定にすることで、レンズ部９１全体を偏りなく一定の力で支える、という作用または効果をもたらし得る。

[0245] さらに、レンズ部９１全体を偏りなく一定の力で支えることにより、例えば、貫通孔８３ａを取り囲む担体基板８１ａから、貫通孔８３ａの外周全体に渡って応力が加わるような場合には、これをレンズ部９１全体に偏りなく伝えることで、レンズ部９１の特定の部分だけに偏って応力が伝わることを抑える、という作用または効果をもたらし得る。

[0246] さらに、図２９の貫通孔８３ａの構造は、貫通孔８３ａ内に段付き部２２１を備えない図２４等の貫通孔８３ａと比較して、レンズ樹脂部８２ａの担持部９２の脚部１０２が、貫通孔８３ａの側壁と接触する面積を大きくでき

る、という作用または効果をもたらす。これにより、レンズ樹脂部８２ａと貫通孔８３ａの側壁部との密着強度、言い換えれば、レンズ樹脂部８２ａと担体基板８１ａとの密着強度が増加する、という作用または効果をもたらす。

[0247] ＜１１．レンズ付き基板どうしの直接接合＞

次に、複数のレンズ付き基板４１が形成された基板状態のレンズ付き基板４１Wどうしの直接接合について説明する。

[0248] 以下の説明では、図３０に示されるように、複数のレンズ付き基板４１ａが形成された基板状態のレンズ付き基板４１Wを、レンズ付き基板４１W－ａと記述し、複数のレンズ付き基板４１ｂが形成された基板状態のレンズ付き基板４１Wを、レンズ付き基板４１W－ｂと記述する。その他のレンズ付き基板４１ｃ乃至４１ｅについても同様に表す。

[0249] 図３１を参照して、基板状態のレンズ付き基板４１W－ａと、基板状態のレンズ付き基板４１W－ｂとの直接接合について説明する。

[0250] なお、図３１では、レンズ付き基板４１W－ａの各部と対応するレンズ付き基板４１W－ｂの部分には、レンズ付き基板４１W－ａと同じ符号を付して説明する。

[0251] レンズ付き基板４１W－ａとレンズ付き基板４１W－ｂの上側表面には、上側表面層１２２または１２５が形成されている。レンズ付き基板４１W－ａとレンズ付き基板４１W－ｂの下側表面には、下側表面層１２３または１２４が形成されている。そして、図３１のAに示されるように、レンズ付き基板４１W－ａと４１W－ａの接合される面となる、レンズ付き基板４１W－ａの裏側平坦部１７２を含む下側表面全体、及び、レンズ付き基板４１W－ｂの表側平坦部１７１を含む上側表面全体に、プラズマ活性処理が施される。プラズマ活性処理に使用されるガスは、O2、N2、He、Ar、H2などプラズマ処理可能なガスであれば何でもよい。ただし、プラズマ活性処理に使用されるガスとして、上側表面層１２２及び下側表面層１２３の構成元素と同じガスを使用すると、上側表面層１２２及び下側表面層１２３の膜自体の変質を抑制すること

ができるので、好ましい。

[0252] そして、図３１のBに示されるように、活性化された表面状態のレンズ付き基板４１Ｗ－ａの裏側平坦部１７２と、レンズ付き基板４１Ｗ－ｂの表側平坦部１７１とを貼り合わせる。

[0253] このレンズ付き基板どうしの貼り合わせ処理により、レンズ付き基板４１Ｗ－ａの下側表面層１２３または１２４の表面のOH基の水素とレンズ付き基板４１Ｗ－ｂの上側表面層１２２または１２５の表面のOH基の水素との間に水素結合が生じる。これにより、レンズ付き基板４１Ｗ－ａとレンズ付き基板４１Ｗ－ｂとが固定される。このレンズ付き基板どうしの貼り合わせ処理は、大気圧の条件下で行い得る。

[0254] 上記貼り合わせ処理を行ったレンズ付き基板４１Ｗ－ａとレンズ付き基板４１Ｗ－ｂに、アニール処理を加える。これによりOH基どうしが水素結合した状態から脱水縮合が起きて、レンズ付き基板４１Ｗ－ａの下側表面層１２３または１２４と、レンズ付き基板４１Ｗ－ｂの上側表面層１２２または１２５との間に、酸素を介した共有結合が形成される。あるいは、レンズ付き基板４１Ｗ－ａの下側表面層１２３または１２４に含まれる元素と、レンズ付き基板４１Ｗ－ｂの上側表面層１２２または１２５に含まれる元素とが共有結合する。これらの結合により、２枚のレンズ付き基板が強固に固定される。このように、上側に配置したレンズ付き基板４１Ｗの下側表面層１２３または１２４と、下側に配置したレンズ付き基板４１Ｗの上側表面層１２２または１２５との間に共有結合が形成され、これによって２枚のレンズ付き基板４１Ｗが固定されることを、本明細書では直接接合と呼ぶ。特許文献１が開示する複数枚のレンズ付き基板を基板全面に渡って樹脂によって固着する方法は、樹脂の硬化収縮や熱膨張とこれによるレンズの変形の懸念がある。これに対して、本技術の直接接合は、複数枚のレンズ付き基板４１Ｗを固定する際に樹脂を用いないため、これによる硬化収縮や熱膨張を起こすことなく、複数枚のレンズ付き基板４１Ｗを固定することができる、という作用または効果をもたらす。

[0255] 上記アニール処理も、大気圧の条件下で行い得る。このアニール処理は、

脱水縮合を行うため、１００℃以上または１５０℃以上もしくは２００℃以上で行い得る。一方、このアニール処理は、レンズ樹脂部８２を形成するためのエネルギー性硬化樹脂１９１を熱から保護する観点やエネルギー性硬化樹脂１９１からの脱ガスを抑える観点から、４００℃以下または３５０℃以下もしくは３００℃以下で行い得る。

[0256] 上記レンズ付き基板４１Ｗどうしの貼り合わせ処理あるいは上記レンズ付き基板４１Ｗどうしの直接接合処理を、仮に大気圧以外の条件下で行った場合には、接合されたレンズ付き基板４１Ｗ－ａとレンズ付き基板４１Ｗ－ｂを大気圧の環境に戻すと、接合されたレンズ樹脂部８２とレンズ樹脂部８２との間の空間と、レンズ樹脂部８２の外部との圧力差が生じてしまう。この圧力差により、レンズ樹脂部８２に圧力が加わり、レンズ樹脂部８２が変形してしまう懸念がある。

[0257] 上記レンズ付き基板４１Ｗどうしの貼り合わせ処理あるいは上記レンズ付き基板どうしの直接接合処理の双方を、大気圧の条件下で行うことは、接合を大気圧以外の条件下で行った場合に懸念されるレンズ樹脂部８２の変形を回避することができる、という作用または効果をもたらす。

[0258] プラズマ活性処理を施した基板を直接接合する、言い換えればプラズマ接合することで、例えば、接着剤として樹脂を用いた場合のような流動性、熱膨張を抑制することができるので、レンズ付き基板４１Ｗ－ａとレンズ付き基板４１Ｗ－ｂを接合する際の位置精度を向上させることができる。

[0259] レンズ付き基板４１Ｗ－ａの裏側平坦部１７２と、レンズ付き基板４１Ｗ－ｂの表側平坦部１７１には、上述したように、上側表面層１２２または下側表面層１２３が成膜されている。この上側表面層１２２及び下側表面層１２３は、先に行ったプラズマ活性処理により、ダングリングボンドが形成されやすくなっている。即ち、レンズ付き基板４１Ｗ－ａの裏側平坦部１７２に成膜した下側表面層１２３と、レンズ付き基板４１Ｗ－ｂの表側平坦部１７１に成膜した上側表面層１２２は、接合強度を増加させる役割も有している。

[0260] また、上側表面層１２２または下側表面層１２３が酸化膜で構成されてい

る場合には、プラズマ（02）による膜質変化の影響を受けないため、レンズ樹脂部８２に対しては、プラズマによる腐食を抑制する効果も有する。

[0261] 以上のように、複数のレンズ付き基板４１ａが形成された基板状態のレンズ付き基板４１W－ａと、複数のレンズ付き基板４１ｂが形成された基板状態のレンズ付き基板４１W－が、プラズマによる表面活性化処理を施したうえで直接接合される、言い換えれば、プラズマ接合を用いて接合される。

[0262] 図３２は、図３１を参照して説明した基板状態のレンズ付き基板４１Wどうしの接合方法を用いて、図１３の積層レンズ構造体１１に対応する５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅを基板状態で積層する第１の積層方法を示している。

[0263] 最初に、図３２のAに示されるように、積層レンズ構造体１１において最下層に位置する基板状態のレンズ付き基板４１W－ｅが用意される。

[0264] 次に、図３２のBに示されるように、積層レンズ構造体１１において下から２層目に位置する基板状態のレンズ付き基板４１W－ｄが、基板状態のレンズ付き基板４１W－ｅの上に接合される。

[0265] 次に、図３２のCに示されるように、積層レンズ構造体１１において下から３層目に位置する基板状態のレンズ付き基板４１W－ｃが、基板状態のレンズ付き基板４１W－ｄの上に接合される。

[0266] 次に、図３２のDに示されるように、積層レンズ構造体１１において下から４層目に位置する基板状態のレンズ付き基板４１W－ｂが、基板状態のレンズ付き基板４１W－ｃの上に接合させる。

[0267] 次に、図３２のEに示されるように、積層レンズ構造体１１において下から５層目に位置する基板状態のレンズ付き基板４１W－ａが、基板状態のレンズ付き基板４１W－ｂの上に接合される。

[0268] 最後に、図３２のFに示されるように、積層レンズ構造体１１においてレンズ付き基板４１ａの上層に位置する絞り板５１Wが、基板状態のレンズ付き基板４１W－ａの上に接合される。

[0269] 以上のように、基板状態の５枚のレンズ付き基板４１W-ａ乃至４１W-ｅを

、積層レンズ構造体１１における下層のレンズ付き基板４１Wから、上層のレンズ付き基板４１Wへと、１枚ずつ順番に積層していくことで、基板状態の積層レンズ構造体１１Wが得られる。

[0270] 図３３は、図３１を参照して説明した基板状態のレンズ付き基板４１Wどうしの接合方法を用いて、図１３の積層レンズ構造体１１に対応する５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅを基板状態で積層する第２の積層方法を示している。

[0271] 最初に、図３３のAに示されるように、積層レンズ構造体１１においてレンズ付き基板４１ａの上層に位置する絞り板５１Wが用意される。

[0272] 次に、図３３のBに示されるように、積層レンズ構造体１１において最上層に位置する基板状態のレンズ付き基板４１W－ａが、上下を反転させたうえで、絞り板５１Wの上に接合される。

[0273] 次に、図３３のCに示されるように、積層レンズ構造体１１において上から２層目に位置する基板状態のレンズ付き基板４１W－ｂが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板４１W－ａの上に接合される。

[0274] 次に、図３３のDに示されるように、積層レンズ構造体１１において上から３層目に位置する基板状態のレンズ付き基板４１W－ｃが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板４１W－ｂの上に接合される。

[0275] 次に、図３３のEに示されるように、積層レンズ構造体１１において上から４層目に位置する基板状態のレンズ付き基板４１W－ｄが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板４１W－ｃの上に接合される。

[0276] 最後に、図３３のFに示されるように、積層レンズ構造体１１において上から５層目に位置する基板状態のレンズ付き基板４１W－eが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板４１W－ｄの上に接合される。

[0277] 以上のように、基板状態の５枚のレンズ付き基板４１W-ａ乃至４１W-ｅを、積層レンズ構造体１１における上層のレンズ付き基板４１Wから、下層のレンズ付き基板４１Wへと、１枚ずつ順番に積層していくことで、基板状態の積層レンズ構造体１１Wが得られる。

[0278] 図３２または図３３で説明した積層方法により積層した基板状態の５枚のレンズ付き基板４１W-ａ乃至４１W-ｅは、ブレード若しくはレーザなどを用いてモジュール単位またはチップ単位に個片化されることで、５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅが積層された積層レンズ構造体１１となる。

[0279] ＜１２．カメラモジュールの第８及び第９の実施の形態＞

図３４は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第８の実施の形態を示す図である。

[0280] 図３５は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第９の実施の形態を示す図である。

[0281] 図３４及び図３５の説明では、図１３に示したカメラモジュールEと異なる部分についてのみ説明する。

[0282] 図３４のカメラモジュール１Hと図３５のカメラモジュール１Jは、図１３に示したカメラモジュールEにおける構造材７３の部分が異なる構造に置き換えられている。

[0283] 図３４のカメラモジュール１Hでは、カメラモジュール１Jにおける構造材７３の部分が、構造材３０１ａ及び３０１ｂと、光透過性基板３０２に置き換えられている。

[0284] 具体的には、受光素子１２の上側の一部に、構造材３０１ａが配置されている。その構造材３０１ａを介して、受光素子１２と光透過性基板３０２が固定されている。構造材３０１ａは、例えばエポキシ系の樹脂である。

[0285] 光透過性基板３０２の上側には、構造材３０１ｂが配置されている。その構造材３０１ｂを介して、光透過性基板３０２と積層レンズ構造体１１が固定されている。構造材３０１ｂは、例えばエポキシ系の樹脂である。

[0286] これに対して、図３５のカメラモジュール１Jでは、図３４のカメラモジュール１Hの構造材３０１ａの部分が、光透過性を有する樹脂層３１１に置き換えられている。

[0287] 樹脂層３１１は、受光素子１２の上側全面に配置されている。その樹脂層３１１を介して、受光素子１２と光透過性基板３０２が固定されている。受

光素子１２の上側全面に配置された樹脂層３１１は、光透過性基板３０２の上方から光透過性基板３０２に応力が加わった場合に、これが受光素子１２の一部の領域に集中して印加されることを防ぎ、受光素子１２全面に応力を分散させて受け止める作用または効果をもたらす。

[0288] 光透過性基板３０２の上側には、構造材３０１ｂが配置されている。その構造材３０１ｂを介して、光透過性基板３０２と積層レンズ構造体１１が固定されている。

[0289] 図３４のカメラモジュール１Hと図３５のカメラモジュール１Jは、受光素子１２の上側に光透過性基板３０２を備える。光透過性基板３０２は、例えば、カメラモジュール１Hまたは１Jを製造する途中で、受光素子１２に傷が着くことを抑える、という作用または効果をもたらす。

[0290] ＜１３．カメラモジュールの第１０の実施の形態＞

図３６は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第１０の実施の形態を示す図である。

[0291] 図３６に示されるカメラモジュール１Jにおいて、積層レンズ構造体１１は、レンズバレル７４に収納されている。レンズバレル７４は、シャフト３３１に沿って移動する移動部材３３２と、固定部材３３３で固定されている。レンズバレル７４が不図示の駆動モータによってシャフト３３１の軸方向に移動されることにより、積層レンズ構造体１１から受光素子１２の撮像面までの距離が調整される。

[0292] レンズバレル７４、シャフト３３１、移動部材３３２、及び、固定部材３３３は、ハウジング３３４に収納されている。受光素子１２の上部には保護基板３３５が配置され、保護基板３３５とハウジング３３４が、接着剤３３６により接続されている。

[0293] 上記の積層レンズ構造体１１を移動させる機構は、カメラモジュール１Jを用いたカメラが、画像を撮影する際に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。

[0294] ＜１４．カメラモジュールの第１１の実施の形態＞

図３７は、本技術を適用した積層レンズ構造体を用いたカメラモジュールの第１１の実施の形態を示す図である。

[0295] 図３７のカメラモジュール１Ｌは、圧電素子による焦点調節機構を追加したカメラモジュールである。

[0296] 即ち、カメラモジュール１Ｌでは、図３４のカメラモジュール１Ｈと同様に、受光素子１２の上側の一部に、構造材３０１ａが配置されている。その構造材３０１ａを介して、受光素子１２と光透過性基板３０２が固定されている。構造材３０１ａは、例えばエポキシ系の樹脂である。

[0297] 光透過性基板３０２の上側には、圧電素子３５１が配置されている。その圧電素子３５１を介して、光透過性基板３０２と積層レンズ構造体１１が固定されている。

[0298] カメラモジュール１Ｌでは、積層レンズ構造体１１の下側に配置した圧電素子３５１へ電圧を印加および遮断することで、積層レンズ構造体１１を上下方向に移動させることができる。積層レンズ構造体１１を移動する手段としては、圧電素子３５１に限らず、電圧の印加および遮断によって形状が変化する他のデバイスを用いることができる。例えばＭＥＭＳデバイスを用いることができる。

[0299] 上記の積層レンズ構造体１１を移動させる機構は、カメラモジュール１Ｌを用いたカメラが、画像を撮影する際に、オートフォーカス動作を行うことを可能にする、という作用または効果をもたらす。

[0300] ＜１５．他の構造と比較した本構造の効果＞

積層レンズ構造体１１は、レンズ付き基板４１どうしを直接接合により固着させた構造（以下、本構造という。）である。本構造の作用及び効果について、レンズが形成されたレンズ付き基板のその他の構造と比較して説明する。

[0301] ＜比較構造例１＞

図３８は、本構造と比較するための第１の基板構造（以下、比較構造例１という。）であって、特開２０１１－１３８０８９号公報（以下、比較文献

１という。）において図１４（ｂ）として開示されたウエハレベル積層構造の断面図である。

[0302] 図３８に示されるウエハレベル積層構造１０００は、ウエハ基板１０１０上にイメージセンサ１０１１が複数配列されているセンサアレイ基板１０１２の上に、２枚のレンズアレイ基板１０２１が、柱状のスペーサ１０２２を介して積層された構造を有する。各レンズアレイ基板１０２１は、レンズ付き基板１０３１と、そのレンズ付き基板１０３１に複数形成された貫通孔部分に形成されているレンズ１０３２とで構成される。

[0303] ＜比較構造例２＞

図３９は、本構造と比較するための第２の基板構造（以下、比較構造例２という。）であって、特開２００９－２７９７９０号公報（以下、比較文献２という。）において図５（ａ）として開示されたレンズアレイ基板の断面図である。

[0304] 図３９に示されるレンズアレイ基板１０４１では、板状の基板１０５１に設けられた複数の貫通孔１０５２それぞれに、レンズ１０５３が設けられている。各レンズ１０５３は、樹脂（エネルギー硬化性樹脂）１０５４で形成されており、その樹脂１０５４は、基板１０５１の上面にも形成されている。

[0305] 図４０を参照して、図３９のレンズアレイ基板１０４１の製造方法について簡単に説明する。

[0306] 図４０のAは、複数個の貫通孔１０５２が形成された基板１０５１が、下型１０６１の上に置かれた状態を示している。下型１０６１は、この後の工程で、樹脂１０５４を下方から上方へ押す金型である。

[0307] 図４０のBは、複数個の貫通孔１０５２内部と基板１０５１上面に樹脂１０５４を塗布した後、上型１０６２を基板１０５１の上に配置し、上型１０６２と下型１０６１を用いて、加圧成型している状態を示している。上型１０６２は、樹脂１０５４を上方から下方へ押す金型である。図４０のBに示される状態で、樹脂１０５４の硬化が行われる。

[0308] 図４０のCは、樹脂１０５４が硬化した後、上型１０６２と下型１０６１を離形させ、レンズアレイ基板１０４１が完成した状態を示している。

[0309] このレンズアレイ基板１０４１は、（１）基板１０５１の貫通孔１０５２の位置に形成された樹脂１０５４がレンズ１０５３となり、このレンズ１０５３が基板１０５１に複数個形成され、かつ、（２）これら複数個のレンズ１０５３の間に位置する基板１０５１の上側表面全体に、樹脂１０５４の薄い層が形成されている、ことが特徴である。

[0310] このレンズアレイ基板１０４１を複数積層した構造体を形成する場合、基板１０５１の上側表面全体に形成された樹脂１０５４の薄い層が、基板どうしを接着する接着剤としての作用または効果をもたらす。

[0311] また、レンズアレイ基板１０４１を複数積層した構造体を形成する場合、比較構造例１として示した図３８のウエハレベル積層構造１０００と比較して、基板どうしを接着する面積を大きくすることができるので、基板どうしをより強い力で接着することができる。

[0312] ＜比較構造例２において樹脂がもたらす作用＞

比較構造例２である図３９のレンズアレイ基板１０４１が開示されている比較文献２では、レンズ１０５３となる樹脂１０５４の作用として、以下のことが開示されている。

[0313] 比較構造例２では、樹脂１０５４としてエネルギー硬化性樹脂が使用されている。そして、エネルギー硬化性樹脂の一例として、光硬化性樹脂が使用されている。エネルギー硬化性樹脂として光硬化性樹脂を使用した場合、ＵＶ光が樹脂１０５４に照射されると、樹脂１０５４が硬化する。この硬化により、樹脂１０５４では、硬化収縮が起きる。

[0314] しかし、図３９のレンズアレイ基板１０４１の構造によれば、樹脂１０５４の硬化収縮が起きても、複数個あるレンズ１０５３の間には基板１０５１が介在するので、樹脂１０５４の硬化収縮によるレンズ１０５３間の距離の変動を断ち切ることができ、これにより、複数個のレンズ１０５３を配置したレンズアレイ基板１０４１の反りを抑制することができるとしている。

[0315] ＜比較構造例３＞

図４１は、本構造と比較するための第３の基板構造（以下、比較構造例３という。）であって、特開２０１０－２５６５６３号公報（以下、比較文献３という。）において図１として開示されたレンズアレイ基板の断面図である。

[0316] 図４１に示されるレンズアレイ基板１０８１では、板状の基板１０９１に設けられた複数の貫通孔１０９２それぞれに、レンズ１０９３が設けられている。各レンズ１０９３は樹脂（エネルギー硬化性樹脂）１０９４で形成されており、その樹脂１０９４は、貫通孔１０９２が設けられていない基板１０９１の上面にも形成されている。

[0317] 図４２を参照して、図４１のレンズアレイ基板１０８１の製造方法について簡単に説明する。

[0318] 図４２のAは、複数個の貫通孔１０９２が形成された基板１０９１が、下型１１０１の上に置かれた状態を示している。下型１１０１は、この後の工程で、樹脂１０９４を下方から上方へ押す金型である。

[0319] 図４２のBは、複数個の貫通孔１０９２内部と基板１０９１上面に樹脂１０９４を塗布した後、上型１１０２を基板１０９１の上に配置し、上型１１０２と下型１１０１を用いて、加圧成型している状態を示している。上型１１０２は、樹脂１０９４を上方から下方へ押す金型である。図４２のBに示される状態で、樹脂１０９４の硬化が行われる。

[0320] 図４２のCは、樹脂１０９４が硬化した後、上型１１０２と下型１１０１を離形させ、レンズアレイ基板１０８１が完成した状態を示している。

[0321] このレンズアレイ基板１０８１は、（１）基板１０９１の貫通孔１０９２の位置に形成された樹脂１０９４がレンズ１０９３となり、このレンズ１０９３が基板１０９１に複数個形成され、かつ、（２）これら複数個のレンズ１０９３の間に位置する基板１０９１の上側表面全体に、樹脂１０９４の薄い層が形成されている、ことが特徴である。

[0322] ＜比較構造例３において樹脂がもたらす作用＞

比較構造例３である図４１のレンズアレイ基板１０８１が開示されている比較文献３では、レンズ１０９３となる樹脂１０９４の作用として、以下のことが開示されている。

[0323] 比較構造例３では、樹脂１０９４としてエネルギー硬化性樹脂が使用されている。そして、エネルギー硬化性樹脂の一例として、光硬化性樹脂が使用されている。エネルギー硬化性樹脂として光硬化性樹脂を使用した場合、ＵＶ光が樹脂１０９４に照射されると、樹脂１０９４が硬化する。この硬化により、樹脂１０９４では、硬化収縮が起きる。

[0324] しかし、図４１のレンズアレイ基板１０８１の構造によれば、樹脂１０９４の硬化収縮が起きても、複数個あるレンズ１０９３の間には基板１０９１が介在するので、樹脂１０９４の硬化収縮によるレンズ１０９３間の距離の変動を断ち切ることができ、これにより、複数個のレンズ１０９３を配置したレンズアレイ基板１０８１の反りを抑制することができるとしている。

[0325] 以上のように、比較文献２及び３では、光硬化性樹脂が硬化する際、硬化収縮が起きることが開示されている。なお、光硬化性樹脂が硬化する際、硬化収縮が起きることは、比較文献２及び３以外にも、例えば、特開２０１３－１０９１号公報などでも開示されている。

[0326] また、樹脂をレンズの形状に成型し、成型後の樹脂を硬化させると、樹脂に硬化収縮が起きて問題となるのは、光硬化性樹脂に限ったことではない。例えば、光硬化性樹脂と同様にエネルギー硬化性樹脂の一種である熱硬化性樹脂においても、硬化の際に硬化収縮が起きることが問題となる。このことは、例えば、比較文献１や３、特開２０１０－２０４６３１号公報などにおいても開示されている。

[0327] ＜比較構造例４＞

図４３は、本構造と比較するための第４の基板構造（以下、比較構造例４という。）であって、上述した比較文献２において図６として開示されたレンズアレイ基板の断面図である。

[0328] 図４３のレンズアレイ基板１１２１は、図３９に示したレンズアレイ基板

１０４１と比較すると、貫通孔１０４２部分以外の基板１１４１の形状が、上側だけでなく下側にも突出した形状となっている点、及び、基板１１４１の下側表面の一部にも、樹脂１１４４が形成されている点が異なる。レンズアレイ基板１１２１のその他の構成は、図３９に示したレンズアレイ基板１０４１と同様である。

[0329] 図４４は、図４３のレンズアレイ基板１１２１の製造方法を説明する図であって、図４０のＢに対応する図である。

[0330] 図４４は、複数個の貫通孔１１４２内部と基板１１４１上面に樹脂１１４４を塗布した後、上型１１５２と下型１１５１を用いて、加圧成型している状態を示している。樹脂１１４４は、基板１１４１下面と下型１１５１との間にも注入されている。図４４に示される状態で、樹脂１１４４の硬化が行われる。

[0331] このレンズアレイ基板１１２１は、（１）基板１１４１の貫通孔１１４２の位置に形成された樹脂１１４４がレンズ１１４３となり、このレンズ１１４３が基板１１４１に複数個形成され、かつ、（２）これら複数個のレンズ１１４３の間に位置する基板１１４１の上側表面全体に、樹脂１１４４の薄い層が形成されているだけでなく、基板１１４１の下側表面の一部にも、樹脂１１４４の薄い層が形成されている、ことが特徴である。

[0332] ＜比較構造例４において樹脂がもたらす作用＞

比較構造例４である図４３のレンズアレイ基板１１２１が開示されている比較文献２では、レンズ１１４３となる樹脂１１４４の作用として、以下のことが開示されている。

[0333] 比較構造例４である図４３のレンズアレイ基板１１２１においても、樹脂１１４４として、エネルギー硬化性樹脂の一例である光硬化性樹脂が使用されている。そして、ＵＶ光が樹脂１１４４に照射されると、樹脂１１４４が硬化する。この硬化により、比較構造例２および３と同様に、樹脂１１４４では、硬化収縮が起きる。

[0334] しかし、比較構造例４のレンズアレイ基板１１２１では、複数個のレンズ

１１４３の間に位置する基板１１４１の上側表面全体だけでなく、基板１１４１の下側表面の一定の領域にも、樹脂１１４４の薄い層が形成されている。

[0335] このように、基板１１４１の上側表面と下側表面の双方に樹脂１１４４を形成した構造とすることにより、レンズアレイ基板１１２１全体の反りの方向を相殺することができる。

[0336] これに対して、比較構造例２として図３９に示したレンズアレイ基板１０４１では、複数個のレンズ１０５３の間に位置する基板１０５１の上側表面全体には樹脂１０５４の薄い層が形成されているが、基板１０５１の下側表面には、樹脂１０５４の薄い層が一切形成されていない。

[0337] 従って、図４３のレンズアレイ基板１１２１では、図３９のレンズアレイ基板１０４１と比較して、反り量をより小さくしたレンズアレイ基板を提供することができる。

[0338] ＜比較構造例５＞

図４５は、本構造と比較するための第５の基板構造（以下、比較構造例５という。）であって、上述した比較文献２において図９として開示されたレンズアレイ基板の断面図である。

[0339] 図４５のレンズアレイ基板１１６１は、図３９に示したレンズアレイ基板１０４１と比較すると、基板１１７１に形成された貫通孔１１７２近傍の基板裏面に、樹脂はみだし領域１１７５を有している点が異なる。レンズアレイ基板１１６１のその他の構成は、図３９に示したレンズアレイ基板１０４１と同様である。

[0340] なお、図４５のレンズアレイ基板１１６１は、個片化された後の状態を示している。

[0341] このレンズアレイ基板１１６１は、（１）基板１１７１の貫通孔１１７２の位置に形成された樹脂１１７４がレンズ１１７３となり、このレンズ１１７３が基板１１７１に複数個形成され、かつ、（２）これら複数個のレンズ１１７３の間に位置する基板１１７１の上側表面全体に、樹脂１１７４の薄

い層が形成されているだけでなく、基板１１７１の下側表面の一部にも、樹脂１１７４の薄い層が形成されている、ことが特徴である。

[0342] ＜比較構造例５において樹脂がもたらす作用＞

比較構造例５である図４５のレンズアレイ基板１１６１が開示されている比較文献２では、レンズ１１７３となる樹脂１１７４の作用として、以下のことが開示されている。

[0343] 比較構造例５である図４５のレンズアレイ基板１１６１においても、樹脂１１７４として、エネルギー硬化性樹脂の一例である光硬化性樹脂が使用されている。そして、ＵＶ光が樹脂１１７４に照射されると、樹脂１１７４が硬化する。この硬化により、比較構造例２および３と同様に、樹脂１１７４では、硬化収縮が起きる。

[0344] しかし、比較構造例５のレンズアレイ基板１１７１では、複数個のレンズ１１７３の間に位置する基板１１７１の上側表面全体だけでなく、基板１１７１の下側表面の一定の領域にも、樹脂１１７４の薄い層（樹脂はみだし領域１１７５）が形成されている。これにより、レンズアレイ基板１１７１全体の反りの方向を相殺し、反り量をより小さくしたレンズアレイ基板を提供することができる。

[0345] ＜比較構造例２乃至５において樹脂がもたらす作用の比較＞

比較構造例２乃至５において樹脂がもたらす作用についてまとめると、次のようになる。

[0346] （１）比較構造例２及び３のように、レンズアレイ基板の上面全体に樹脂の層を配置した構造の場合、複数個のレンズを配置した基板に、反りが発生してしまう。

[0347] 図４６は、比較構造例２及び３のように、レンズアレイ基板の上面全体に樹脂の層を配置した構造を模式的に表した図であり、レンズとなる樹脂がもたらす作用を説明する図である。

[0348] 図４６のA及びBに示されるように、レンズアレイ基板１２１１（レンズ及び貫通孔の図示は省略）の上面に配置された光硬化性樹脂１２１２の層では

、硬化のためのＵＶ光の照射により、硬化収縮が生じる。これにより、光硬化性樹脂１２１２の層内では、光硬化性樹脂１２１２に起因した収縮方向の力が発生する。

[0349] 一方、レンズアレイ基板１２１１自体は、ＵＶ光を照射しても、収縮も膨張もしない。すなわち、レンズアレイ基板１２１１自体には、基板に起因した力は発生しない。その結果、レンズアレイ基板１２１１は、図４６のCに示されるように、下に凸の形状に反ってしまう。

[0350] （２）しかし、比較構造例４および５のように、レンズアレイ基板の上面と下面の双方に樹脂の層を配置した構造の場合、レンズアレイ基板の反りの方向が相殺されるので、比較構造例２及び３よりも、レンズアレイ基板の反り量を小さくすることができる。

[0351] 図４７は、比較構造例４及び５のように、レンズアレイ基板の上面と下面の双方に樹脂の層を配置した構造を模式的に表した図であり、レンズとなる樹脂がもたらす作用を説明する図である。

[0352] 図４７のA及びBに示されるように、レンズアレイ基板１２１１の上面に配置した光硬化性樹脂１２１２の層では、硬化のためのＵＶ光の照射により、硬化収縮が生じる。これにより、レンズアレイ基板１２１１の上面に配置した光硬化性樹脂１２１２の層内では、光硬化性樹脂１２１２に起因した収縮方向の力が発生する。このため、レンズアレイ基板１２１１の上面側では、レンズアレイ基板１２１１を下に凸の形状に反らせようとする力が働く。

[0353] これに対して、レンズアレイ基板１２１１自体は、ＵＶ光を照射しても、収縮も膨張もしない。すなわち、レンズアレイ基板１２１１自体には、基板に起因した力は発生しない。

[0354] 一方、レンズアレイ基板１２１１の下面に配置した光硬化性樹脂１２１２の層では、硬化のためのＵＶ光の照射により、硬化収縮が生じる。これにより、レンズアレイ基板１２１１の下面に配置した光硬化性樹脂１２１２の層内では、光硬化性樹脂１２１２に起因した収縮方向の力が発生する。このため、レンズアレイ基板１２１１の下面側では、レンズアレイ基板１２１１を

上に凸の形状に反らせようとする力が働く。

[0355] レンズアレイ基板１２１１の上面側における、レンズアレイ基板１２１１を下に凸の形状に反らせようとする力と、レンズアレイ基板１２１１の下面側における、レンズアレイ基板１２１１を上に凸の形状に反らせようとする力は、相殺されるように働く。

[0356] その結果、図４７のCに示されるように、比較構造例４及び５におけるレンズアレイ基板１２１１の反り量は、図４６のCに示した比較構造例２及び３における反り量よりも低減される。

[0357] 以上のように、レンズアレイ基板を反らせる力およびレンズアレイ基板の反り量は、

（１）当該レンズアレイ基板の上面において当該レンズアレイ基板に作用する力の方向および大きさと、

（２）当該レンズアレイ基板の下面において当該レンズアレイ基板に作用する力の方向および大きさと、

の相対関係の影響を受ける。

[0358] ＜比較構造例６＞

そこで、例えば、図４８のAに示されるように、レンズアレイ基板１２１１の上面に配置する光硬化性樹脂１２１２の層及び面積と、レンズアレイ基板１２１１の下面に配置する光硬化性樹脂１２１２の層及び面積とを、同一にするレンズアレイ基板構造が考えられる。このレンズアレイ基板構造を、本構造と比較するための第６の基板構造（以下、比較構造例６という。）と呼ぶ。

[0359] 比較構造例６では、レンズアレイ基板１２１１の上面に配置された光硬化性樹脂１２１２の層では、光硬化性樹脂１２１２に起因した収縮方向の力が発生する。レンズアレイ基板１２１１自体は、基板に起因した力が発生しない。このため、レンズアレイ基板１２１１の上面側では、レンズアレイ基板１２１１を下に凸の形状に反らせようとする力が働く。

[0360] 一方、レンズアレイ基板１２１１の下面に配置された光硬化性樹脂１２１

２の層では、光硬化性樹脂１２１２に起因した収縮方向の力が発生する。レンズアレイ基板１２１１自体は、基板に起因した力が発生しない。このため、レンズアレイ基板１２１１の下面側では、レンズアレイ基板１２１１を上に凸の形状に反らせようとする力が働く。

[0361] レンズアレイ基板１２１１を反らせようとする上記２つの力が、図４７のAに示した構造よりもさらに相殺する方向に働く。その結果、レンズアレイ基板１２１１を反らせる力およびレンズアレイ基板１２１１の反り量は、比較構造例４および５よりもさらに低減される。

[0362] ＜比較構造例７＞

ところで、実際には、カメラモジュールに組み込まれる積層レンズ構造体を構成するレンズ付き基板の形状は全て同じではない。より具体的には、積層レンズ構造体を構成する複数のレンズ付き基板どうしは、例えば、レンズ付き基板の厚さや貫通孔の大きさが異なっていたり、貫通孔に形成されるレンズの厚みや形状、体積などが異なる場合がある。さらに言えば、レンズ付き基板の上面及び下面に形成される光硬化性樹脂の膜厚なども、各レンズ付き基板で異なる場合もある。

[0363] 図４９は、第７の基板構造（以下、比較構造例７という。）としての、３枚のレンズ付き基板の積層で構成される積層レンズ構造体の断面図である。この積層レンズ構造体では、図４８で示した比較構造例６と同様に、各レンズ付き基板の上面及び下面に配置された光硬化性樹脂の層及び面積が同一に形成されているものとする。

[0364] 図４９に示される積層レンズ構造体１３１１は、３枚のレンズ付き基板１３２１乃至１３２３で構成される。

[0365] 以下では、３枚のレンズ付き基板１３２１乃至１３２３のうち、真ん中のレンズ付き基板１３２１を、第１のレンズ付き基板１３２１、最上層のレンズ付き基板１３２２を、第２のレンズ付き基板１３２２、最下層のレンズ付き基板１３２３を、第３のレンズ付き基板１３２３という。

[0366] 最上層に配置された第２のレンズ付き基板１３２２と、最下層に配置され

た第３のレンズ付き基板１３２３は、基板の厚さ、及び、レンズの厚さが異なる。

[0367] より具体的には、レンズの厚さが、第２のレンズ付き基板１３２２よりも第３のレンズ付き基板１３２３の方が厚く形成されており、それに伴い、基板の厚さも、第２のレンズ付き基板１３２２よりも第３のレンズ付き基板１３２３の方が厚く形成されている。

[0368] 第１のレンズ付き基板１３２１と第２のレンズ付き基板１３２２との接触面、及び、第１のレンズ付き基板１３２１と第３のレンズ付き基板１３２３との接触面には、樹脂１３４１が全面に渡って形成されている。

[0369] ３枚のレンズ付き基板１３２１乃至１３２３の貫通孔の断面形状は、基板上面よりも基板下面の方が広い、いわゆる末広がり形状である。

[0370] 図５０を参照して、形状の異なる３枚のレンズ付き基板１３２１乃至１３２３がもたらす作用について説明する。

[0371] 図５０のA乃至Cは、図４９に示した積層レンズ構造体１３１１を模式的に表した図である。

[0372] この積層レンズ構造体１３１１のように、第１のレンズ付き基板１３２１の上面と下面に、基板の厚さが異なる第２のレンズ付き基板１３２２と第３のレンズ付き基板１３２３を配置した場合、３枚のレンズ付き基板１３２１乃至１３２３の接触面全面に渡って存在する樹脂１３４１の層が、積層レンズ構造体１３１１の厚さ方向のどの位置に存在するかによって、この積層レンズ構造体１３１１を反らせる力、及び、積層レンズ構造体１３１１の反る量が、変わる。

[0373] ３枚のレンズ付き基板１３２１乃至１３２３の接触面全面に渡って存在する樹脂１３４１の層が、積層レンズ構造体１３１１の中心線、即ち、積層レンズ構造体１３１１の厚さ方向の中点を通って、基板平面方向に走る線に対して対称に配置されていないと、第１のレンズ付き基板１３２１の上面と下面に配置された樹脂１３４１の硬化収縮によって発生する力の作用を、図４８のCに示したように、完全に相殺することはできない。その結果、積層レン

ズ構造体１３１１はどちらかの方向へ反ってしまう。

[0374] 例えば、第１のレンズ付き基板１３２１の上面と下面の２層の樹脂１３４１が、積層レンズ構造体１３１１の厚さ方向の中心線よりも上側方向にずれて配置される場合、２層の樹脂１３４１が硬化収縮を起こすと、積層レンズ構造体１３１１は、図５０のCに示されるように、下に凸の形状に反ってしまう。

[0375] さらに、第２のレンズ付き基板１３２２と第３のレンズ付き基板１３２３のうち、厚さが薄い方の基板の貫通孔の断面形状が、第１のレンズ付き基板１３２１の方向に向かって大きくなる形状である場合には、レンズの欠損あるいは破損、となる懸念が増加する。

[0376] 図４９に示した例では、第２のレンズ付き基板１３２２と第３のレンズ付き基板１３２３のうち、厚さが薄い方の第２のレンズ付き基板１３２２の貫通孔の断面形状が、第１のレンズ付き基板１３２１の方向に向かって大きくなる末広がり形状である。このような形状において、第１のレンズ付き基板１３２１の上面と下面の２層の樹脂１３４１が硬化収縮した際には、積層レンズ構造体１３１１には、図５０のCに示したように下に凸の形状に反る力が作用し、この力は、図５０のDに示されるように、第２のレンズ付き基板１３２２において、レンズと基板が離間する方向の力として作用する。この作用により、第２のレンズ付き基板１３２２のレンズ１３３２が、欠損あるいは破損、となる懸念が増加する。

[0377] 次に、樹脂が熱膨張する場合について考える。

[0378] ＜比較構造例８＞

図５１は、第８の基板構造（以下、比較構造例８という。）としての、３枚のレンズ付き基板の積層で構成される積層レンズ構造体の断面図である。この積層レンズ構造体では、図４８で示した比較構造例６と同様に、各レンズ付き基板の上面及び下面に配置された光硬化性樹脂の層及び面積が同一に形成されているものとする。

[0379] 図５１の比較構造例８は、３枚のレンズ付き基板１３２１乃至１３２３の

貫通孔の断面形状が、基板上面よりも基板下面の方が狭い、いわゆる下すぼみ形状である点のみが、図４９の比較構造例７と異なる。

[0380] 図５２のA乃至Cは、図５１に示した積層レンズ構造体１３１１を模式的に表した図である。

[0381] ユーザがカメラモジュールを実使用する際、動作に伴う消費電力の増大によりカメラの筐体内の温度が上昇し、カメラモジュールの温度も上昇する。この温度上昇により、図５１の積層レンズ構造体１３１１において、第１のレンズ付き基板１３２１の上面と下面に配置された樹脂１３４１が熱膨張する。

[0382] 第１のレンズ付き基板１３２１の上面と下面に配置する樹脂１３４１の面積と厚さを、図４８のAのように同一にしたとしても、３枚のレンズ付き基板１３２１乃至１３２３の接触面全面に渡って存在する樹脂１３４１の層が、積層レンズ構造体１３１１の中心線、即ち、積層レンズ構造体１３１１の厚さ方向の中点を通って、基板平面方向に走る線に対して対称に配置されていないと、第１のレンズ付き基板１３２１の上面と下面に配置された樹脂１３４１の熱膨張によって発生する発生する力の作用を、図４８のCに示したように、完全に相殺することはできない。その結果、積層レンズ構造体１３１１はどちらかの方向へ反ってしまう。

[0383] 例えば、第１のレンズ付き基板１３２１の上面と下面の２層の樹脂１３４１が、積層レンズ構造体１３１１の厚さ方向の中心線よりも上側方向にずれて配置される場合、２層の樹脂１３４１が熱膨張を起こすと、積層レンズ構造体１３１１は、図５２のCに示されるように、上に凸の形状に反ってしまう。

[0384] さらに、図５１に示した例では、第２のレンズ付き基板１３２２と第３のレンズ付き基板１３２３のうち、厚さが薄い方の第２のレンズ付き基板１３２２の貫通孔の断面形状が、第１のレンズ付き基板１３２１の方向に向かって小さくなる下すぼみ形状である。このような形状において、第１のレンズ付き基板１３２１の上面と下面の２層の樹脂１３４１が熱膨張した際には、

積層レンズ構造体１３１１には、上に凸の形状に反る力が作用し、この力は、図５２のDに示されるように、第２のレンズ付き基板１３２２において、レンズと基板が離間する方向の力として作用する。この作用により、第２のレンズ付き基板１３２２のレンズ１３３２が、欠損あるいは破損、となる懸念が増加する。

[0385] ＜本構造＞

図５３は、本構造を採用した３枚のレンズ付き基板１３６１乃至１３６３からなる積層レンズ構造体１３７１を示す図である。

[0386] 図５３のAは、図４９の積層レンズ構造体１３１１に対応した構造であり、貫通孔の断面形状が、いわゆる末広がり形状の構造である。一方、図５３のBは、図５１の積層レンズ構造体１３１１に対応した構造であり、貫通孔の断面形状が、いわゆる下すぼみ形状の構造である。

[0387] 図５４は、本構造がもたらす作用を説明するため、図５３の積層レンズ構造体１３７１を模式的に示した図である。

[0388] 積層レンズ構造体１３７１は、真ん中の第１のレンズ付き基板１３６１の上方に第２のレンズ付き基板１３６２を配置し、第１のレンズ付き基板１３６１の下方に第３のレンズ付き基板１３６３を配置した構造である。

[0389] 最上層に配置された第２のレンズ付き基板１３６２と、最下層に配置された第３のレンズ付き基板１３６３は、基板の厚さ、及び、レンズの厚さが異なる。より具体的には、レンズの厚さが、第２のレンズ付き基板１３６２よりも第３のレンズ付き基板１３６３の方が厚く形成されており、それに伴い、基板の厚さも、第２のレンズ付き基板１３６２よりも第３のレンズ付き基板１３６３の方が厚く形成されている。

[0390] 本構造の積層レンズ構造体１３７１では、レンズ付き基板どうしを固着する手段として、基板どうしの直接接合が用いられる。言い換えれば、固着させるレンズ付き基板へプラズマ活性処理が施され、固着させる２つのレンズ付き基板がプラズマ接合される。さらに言い換えれば、積層する２枚のレンズ付き基板それぞれの表面に、シリコン酸化膜を形成し、これに水酸基を結

合させた後、２枚のレンズ付き基板どうしを貼り合わせ、これを昇温して脱水縮合させる。こうして、２枚のレンズ付き基板が、シリコン－酸素共有結合により、直接接合されている。

[0391] したがって、本構造の積層レンズ構造体１３７１においては、レンズ付き基板どうしを固着する手段として、樹脂による接着は用いられていない。このため、レンズ付き基板とレンズ付き基板との間に、レンズ形成用の樹脂もしくは基板を接着するための樹脂が配置されない。また、レンズ付き基板の上面や下面に樹脂が配置されないため、レンズ付き基板の上面や下面において、樹脂が熱膨張したり、硬化収縮することはない。

[0392] 従って、積層レンズ構造体１３７１では、第１のレンズ付き基板１３５１の上層及び下層に、レンズの厚さ、及び、基板の厚さが異なる第２のレンズ付き基板１３６２と第３のレンズ付き基板１３６３が配置されても、上述した各比較構造例１乃至８のような、硬化収縮に起因した基板の反り、及び、熱膨張に起因した基板の反りは発生しない。

[0393] 即ち、レンズ付き基板どうしを直接接合により固着させた本構造は、上方と下方に、レンズの厚さ、及び、基板の厚さが異なるレンズ付き基板を積層した場合でも、上述した各比較構造例１乃至８よりも、基板の反りを大きく抑制することができる、という作用及び効果をもたらす。

[0394] ＜１６．各種の変形例＞

上述した各実施の形態のその他の変形例について、以下説明する。

[0395] ＜１６．１　光学絞り付きカバーガラス＞

積層レンズ構造体１１の上部には、積層レンズ構造体１１のレンズ２１の表面を保護するため、カバーガラスを設ける場合がある。この場合、カバーガラスに、光学絞りの機能を持たせるようにすることができる。

[0396] 図５５は、カバーガラスが光学絞りの機能を備える第１の構成を示す図である。

[0397] 図５５に示されるカバーガラスが光学絞りの機能を備える第１の構成例では、積層レンズ構造体１１の上部にカバーガラス１５０１がさらに積層され

ている。そして、積層レンズ構造体１１とカバーガラス１５０１の外側に、レンズバレル７４が配置されている。

[0398] カバーガラス１５０１のレンズ付き基板４１ａ側の面（図中、カバーガラス１５０１の下面）に、遮光膜１５０２が形成されている。ここで、各レンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅのレンズ中心（光学中心）から所定の範囲は、遮光膜１５０２が形成されていない開口部１５０３となっており、開口部１５０３は、光学絞りとして機能する。これにより、例えば、図１３のカメラモジュール１D等で構成されていた絞り板５１が省略されている。

[0399] 図５６は、遮光膜１５０２が形成されたカバーガラス１５０１の製造方法を説明する図である。

[0400] 初めに、図５６のAに示されるように、例えば、ウエハもしくはパネルの形態のカバーガラス（ガラス基板）１５０１Wの一方の面全体に、光吸収材料がスピンコート塗布されることにより、遮光膜１５０２が形成される。遮光膜１５０２となる光吸収材料としては、例えば、カーボンブラック顔料や、チタンブラック顔料を内添した光吸収性を有する樹脂が用いられる。

[0401] 次に、遮光膜１５０２の所定の領域がリソグラフィ技術またはエッチング処理によって除去されることにより、図５６のBに示されるように、開口部１５０３が所定の間隔で複数形成される。開口部１５０３の配置は、図２３の担体基板８１Wの貫通孔８３の配置と１対１に対応する。なお、遮光膜１５０２と開孔部１５０３の別の形成方法の例として、開口部１５０３を除いた領域へインクジェットによって遮光膜１５０２となる光吸収材料噴射するという方法を用いることもできる。

[0402] 以上のようにして製造された基板状態のカバーガラス１５０１Wと、同じく基板状態の複数枚のレンズ付き基板４１Wとが、貼り合わされた後、ブレードもしくはレーザなどを活用したダイシング等により個片化される。これにより、図５５に示した、絞り機能を備えるカバーガラス１５０１が積層された積層レンズ構造体１１が完成する。

[0403] このように、半導体プロセスの一工程として、カバーガラス１５０１を形

成することにより、別の組み立て工程でカバーガラスを形成する場合に懸念されるゴミ欠陥の発生を抑制することができる。

[0404] 図５５に示した第１の構成例によれば、塗布により光学絞りを形成するので、遮光膜１５０２は１μｍ程度の薄い膜厚で形成することができ、絞り機構が所定の厚みを有することにより入射光が遮蔽されることに起因する光学性能の劣化（周辺部の減光）を抑えることができる。

[0405] なお、上述した例では、カバーガラス１５０１Wの個片化を、複数枚のレンズ付き基板４１Wと接合した後に行ったが、接合前に行っても良い。換言すれば、遮光膜１５０２を備えたカバーガラス１５０１と５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅとの接合は、ウエハレベルで行っても良いし、チップレベルで行っても良い。

[0406] 遮光膜１５０２の表面は粗くしてもよい。この場合、遮光膜１５０２を形成したカバーガラス１５０１表面の表面反射を減らすとともに、遮光膜１５０２の表面積を増大させることができるので、カバーガラス１５０１とレンズ付き基板４１との接合強度を向上させることができる。

[0407] 遮光膜１５０２の表面を粗面にする方法としては、例えば、遮光膜１５０２となる光吸収材料を塗布後、エッチングなどにより粗面に加工する方法、光吸収材料を塗布前のカバーガラス１５０１を粗面に形成後、光吸収材料を塗布する方法、凝集する光吸収材料により成膜後に表面に凹凸が生じるようにする方法、固形分を含んだ光吸収材料により成膜後に表面に凹凸が生じるようにする方法、などがある。

[0408] また、遮光膜１５０２とカバーガラス１５０１との間に、反射防止膜を形成してもよい。

[0409] カバーガラス１５０１が絞りの支持基板を兼用することにより、カメラモジュール１のサイズを小型化することができる。

[0410] 図５７は、カバーガラスが光学絞りの機能を備える第２の構成を示す図である。

[0411] 図５７に示されるカバーガラスが光学絞りの機能を備える第２の構成例で

は、カバーガラス１５０１が、レンズバレル７４の開口部の位置に配置されている。その他の構成は、図５５に示した第１の構成例と同じである。

[0412] 図５８は、カバーガラスが光学絞りの機能を備える第３の構成を示す図である。

[0413] 図５８に示されるカバーガラスが光学絞りの機能を備える第３の構成例では、遮光膜１５０２が、カバーガラス１５０１の上面、換言すれば、レンズ付き基板４１ａと反対側に形成されている。その他の構成は、図５５に示した第１の構成例と同じである。

[0414] なお、図５７に示した、レンズバレル７４の開口部にカバーガラス１５０１を配置した構成においても、遮光膜１５０２を、カバーガラス１５０１の上面に形成してもよい。

[0415] ＜１６．２ 貫通孔による絞り形成＞

次に、上述した絞り板５１やカバーガラス１５０１を用いた絞りに代えて、レンズ付き基板４１の貫通孔８３の開口自体を絞り機構とする例について説明する。

[0416] 図５９のAは、貫通孔８３の開口自体を絞り機構とする第１の構成例を示す図である。

[0417] なお、図５９の説明においては、図５８に示した積層レンズ構造体１１と異なる部分についてのみ説明し、同一部分の説明は適宜省略する。また、図５９では、図が煩雑になるのを避けるため、説明に必要となる符号のみ図示されている。

[0418] 図５９のAに示される積層レンズ構造体１１ｆは、図５８に示した積層レンズ構造体１１を構成する５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅのうち、光入射側に最も近く、受光素子１２から最も遠い位置にあるレンズ付き基板４１ａが、レンズ付き基板４１ｆに置き換えられた構成とされている。

[0419] レンズ付き基板４１ｆを図５８のレンズ付き基板４１ａと比較すると、図５８のレンズ付き基板４１ａでは、上面の穴径が下面の穴径よりも大きくなっているのに対して、図５９のレンズ付き基板４１ｆでは、上面の穴径D１が

下面の穴径D２よりも小さくなっている。すなわち、レンズ付き基板４１ｆの貫通孔８３の断面形状は、いわゆる末広がり形状となっている。

[0420] レンズ付き基板４１ｆの貫通孔８３に形成されているレンズ２１の最表面の高さ位置は、図５９のAにおいて一点鎖線で示される、レンズ付き基板４１ｆの最上面の位置よりも低くなっている。

[0421] 積層レンズ構造体１１ｆでは、複数枚のレンズ付き基板４１のうち、最上層のレンズ付き基板４１ｆの貫通孔８３の光入射側の穴径が最も小さくなることにより、この貫通孔８３の穴径の最も小さい部分（穴径D１の部分）が、入射光の光線を制限する光学絞りとして機能する。

[0422] 図５９のBは、貫通孔８３の開口自体を絞り機構とする第２の構成例を示す図である。

[0423] 図５９のBに示される積層レンズ構造体１１ｇは、図５８に示した積層レンズ構造体１１を構成する５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅのうち、やはり、最上層のレンズ付き基板４１ａが、レンズ付き基板４１ｇに置き換えられた構成とされている。そして、レンズ付き基板４１ｇのさらに上に、基板１５１１が積層された構成とされている。

[0424] レンズ付き基板４１ｇの貫通孔８３の穴径は、図５９のAに示したレンズ付き基板４１ｆと同様、光入射側の方が小さい末広がり形状になっている。基板１５１１は、貫通孔８３を有するが、レンズ２１を保持していない基板である。レンズ付き基板４１ｇと基板１５１１の貫通孔８３の断面形状は、いずれも、いわゆる末広がり形状となっている。

[0425] レンズ付き基板４１ｇの上に基板１５１１が積層されることにより、入射光が入射される平面領域が、図５９のAのレンズ付き基板４１ｆよりもさらに狭められている。基板１５１１の上面の穴径D３は、レンズ２１の曲面部分（レンズ部９１）の直径D４よりも小さく構成されている。これにより、基板１５１１の貫通孔８３の穴径の最も小さい部分（穴径D３の部分）が、入射光の光線を制限する光学絞りとして機能する。

[0426] 光学絞りの位置は、積層レンズ構造体１１ｇのなかの最上面のレンズ２１

からできるだけ離れた位置にある方が、射出瞳位置を離し、シェーディングを抑えることができる。

[0427] 図５９のBに示されるように、５枚のレンズ付き基板４１ｂ乃至４１ｅ及び４１ｇのさらに上に基板１５１１を積層することにより、光学絞りの位置を、積層レンズ構造体１１ｇのなかで最上面のレンズ２１となる、レンズ付き基板４１ｇのレンズ２１から、光入射方向の反対方向に大きく離れた位置とすることができ、シェーディングを抑えることができる。

[0428] 図５９のCは、貫通孔８３の開口自体を絞り機構とする第３の構成例を示す図である。

[0429] 図５９のCに示される積層レンズ構造体１１ｈは、図５８に示した積層レンズ構造体１１を構成する５枚のレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｆのうちのレンズ付き基板４１ａのさらに上に、基板１５１２が積層された構成とされている。

[0430] 基板１５１２は、貫通孔８３を有するが、レンズ２１を保持していない基板である。基板１５１２の貫通孔８３は、穴径が基板１５１２の最上面と最下面で異なり、上面の穴径D５が下面の穴径D５よりも小さい、いわゆる末広がり形状である。また、基板１５１２の最上面の穴径D５は、レンズ２１の曲面部分（レンズ部９１）の直径よりも小さく構成されている。これにより、この貫通孔８３の穴径の最も小さい部分（穴径D５の部分）が、入射光の光線を制限する光学絞りとして機能する。なお、基板１５１２の形状の別の例として、上面の穴径D５が下面の穴径D５よりも大きい、いわゆる下すぼみの形状であっても良い。

[0431] なお、図５９のA乃至Cの例は、いずれも、積層レンズ構造体１１を構成する複数枚のレンズ付き基板４１のなかで、最上面（受光素子１２から最も離れた位置）のレンズ付き基板４１ｆの貫通孔８３の穴径を、光学絞りとして構成したり、最上層に配置した基板１５１１若しくは１５１２の貫通孔８３の穴径を、光学絞りとして構成する例である。

[0432] しかしながら、積層レンズ構造体１１を構成する複数枚のレンズ付き基板

４１のなかの、最上面以外のレンズ付き基板４１ｂ乃至４１ｅいずれかの貫通孔８３の穴径を、上述したレンズ付き基板４１ｆまたは基板１５１１若しくは１５１２のように構成し、光学絞りとして機能させてもよい。

[0433] ただし、シェーディングを抑える観点では、図５９のA乃至Cに示したように、光学絞りの機能を有するレンズ付き基板４１は、最上層、または、可能な限り上方（受光素子１２から最も遠い位置）に配置した方がよい。

[0434] 以上のように、積層レンズ構造体１１を構成する複数枚のレンズ付き基板４１のなかの所定の１枚のレンズ付き基板４１、または、レンズ２１を保持していない基板１５１１若しくは１５１２が、光学絞りの機能を兼ね備えることで、積層レンズ構造体１１及びカメラモジュール１としてのサイズを小型化することができる。

[0435] 光学絞りが、レンズ２１を保持するレンズ付き基板４１と一体とすることで、結像性能に影響を与える絞りに最も近いレンズ曲面と光学絞りの位置精度が向上し、結像性能を向上させることができる。

[0436] ＜１６．３　金属接合によるウエハレベル接合＞

上述した実施の形態では、貫通孔８３にレンズ２１が形成されたレンズ付き基板４１Wどうしを、プラズマ接合により貼り合わせるようにしたが、金属接合を用いて貼り合わせるようにすることもできる。

[0437] 図６０は、金属接合を用いたウエハレベルでの貼り合わせを説明する図である。

[0438] 初めに、図６０のAに示されるように、複数形成された貫通孔１５３２のそれぞれにレンズ１５３３が形成された基板状態のレンズ付き基板１５３１W-ａが用意され、そのレンズ付き基板１５３１W-ａの上側表面と下側表面に、反射防止膜１５３５が成膜される。

[0439] このレンズ付き基板１５３１Wは、上述した基板状態のレンズ付き基板４１Wに対応するものである。また、反射防止膜１５３５は、上述した上側表面層１２２と下側表面層１２３に対応する。

[0440] ここで、レンズ付き基板１５３１W-ａの上側表面に形成された反射防止膜

１５３５の一部に、異物１５３６が混入された状態を想定する。レンズ付き基板１５３１W-ａの上側表面は、後述する図６０のDの工程において、レンズ付き基板１５３１W-ｂと接合される面である。

[0441] 次に、図６０のBに示されるように、金属膜１５４２が、レンズ付き基板１５３１W-ｂとの接合面となるレンズ付き基板１５３１W-ａの上側表面に形成される。このとき、レンズ１５３３が形成されている貫通孔１５３２の部分は、金属膜１５４２が形成されないように、メタルマスク１５４１を用いてマスクされる。

[0442] 金属膜１５４２の材料としては、例えば、金属接合としてよく使用されるCuを用いることができる。金属膜１５４２の成膜方法としては、低温で形成が可能な蒸着法やスパッタ法、イオンプレーティング法などのPVD法を用いることができる。

[0443] なお、金属膜１５４２の材料としては、Cu以外に、Ni、Co、Mn、Al、Sn、In、Ag、Zn等や、これら２種以上の合金材料を用いても良い。また、塑性変形し易い金属材料であれば、例示した以外の材料でもよい。

[0444] 金属膜１５４２の成膜法として、PVD法とメタルマスクによる形成以外にも、例えば、銀粒子などの金属ナノ粒子を用いたインクジェット法を用いてもよい。

[0445] 次に、図６０のCに示されるように、接合前の前処理として、大気に開放した際に金属膜１５４２の表面に形成される酸化被膜を、ギ酸、水素ガス、水素ラジカルなどの還元性ガスを用いて除去することにより、金属膜１５４２の表面が清浄化される。

[0446] 金属膜１５４２の表面の清浄化の方法として、還元ガス以外にも、プラズマ中のArイオンを金属表面に入射させてスパッタ作用により物理的に酸化被膜を除去しても良い。

[0447] 上述した図６０のA乃至Cと同様の工程によって、接合するもう一方の基板状態のレンズ付き基板１５３１Wであるレンズ付き基板１５３１W-ｂが用意される。

[0448] そして、図６０のDに示されるように、レンズ付き基板１５３１W-ｂの接合面と、レンズ付き基板１５３１W-ａの接合面とが向き合うように配置され、位置合わせが行われた後、適切な圧力が加えられると、レンズ付き基板１５３１W-ａの金属膜１５４２とレンズ付き基板１５３１W-ｂの金属膜１５４２が、金属接合により接合される。

[0449] ここで、レンズ付き基板１５３１W-ｂの接合面となるレンズ付き基板１５３１W-ｂの下側表面にも、例えば、異物１５４３が混入されているとする。しかしながら、異物１５３６や異物１５４３があっても、金属膜１５４２として、塑性変形し易い金属材料を用いているので、金属膜１５４２は変形し、レンズ付き基板１５３１W-ａとレンズ付き基板１５３１W-ｂとが接合される。

[0450] 最後に、図６０のEに示されるように、熱処理を加えることにより、金属の原子間接合、結晶化を促し、接合強度が高められる。なお、この熱処理工程は省略することもできる。

[0451] 以上のようにして、複数の貫通孔１５３２のそれぞれにレンズ１５３３が形成されたレンズ付き基板１５３１Wどうしを、金属接合を用いて貼り合わせることができる。

[0452] なお、レンズ付き基板１５３１W-ａと金属膜１５４２の接合を得るために、密着層となる膜を、レンズ付き基板１５３１W-ａと金属膜１５４２との間に形成することも可能である。この場合、密着層は、反射防止膜１５３５の上側（外側）、換言すれば、反射防止膜１５３５と金属膜１５４２の間に形成される。密着層としては、例えば、Ti、Ta、または、Wなどを用いることができる。または、Ti、Ta、Wなどの窒化物若しくは酸化物、または、窒化物と酸化物との積層構造を用いても良い。レンズ付き基板１５３１W-ｂと金属膜１５４２との接合についても同様である。

[0453] また、レンズ付き基板１５３１W-ａに成膜する金属膜１５４２の材料と、レンズ付き基板１５３１W-ｂに成膜する金属膜１５４２の材料は、異なる金属材料としてもよい。

[0454] 基板状態のレンズ付き基板１５３１Wどうしを、ヤング率が低く塑性変形し易い金属接合を用いて貼り合わせることで、接合面に異物が存在する場合であっても押し当て圧により変形することで接触面積が得られる。

[0455] 金属接合を用いて貼り合わせた複数のレンズ付き基板１５３１Wを個片化して積層レンズ構造体１１とし、上述したカメラモジュール１に組み込んだ場合、金属膜１５４２は、封止性に優れ、側面からの光や水分の流入を防止することができるので、信頼性の高い積層レンズ構造体１１及びカメラモジュール１を作製することができる。

[0456] ＜１６．４　高濃度ドープ基板を用いたレンズ付き基板＞

図６１は、上述したレンズ付き基板４１ａの変形例であるレンズ付き基板４１ａ’－１と４１ａ’－２の断面図である。

[0457] 図６１のレンズ付き基板４１ａ’－１と４１ａ’－２の説明では、上述したレンズ付き基板４１ａと同一の部分の説明は省略し、異なる部分についてのみ説明する。

[0458] 図６１のAに示されるレンズ付き基板４１ａ’－１は、シリコン基板に、B（ボロン）が高濃度に拡散（イオン注入）された高濃度ドープ基板である。レンズ付き基板４１ａ’－１の不純物濃度は、例えば、$1\times10^{19}cm^{-3}$程度の濃度であり、レンズ付き基板４１ａ’－１は、広い範囲の波長の光を効率よく吸収することができる。

[0459] レンズ付き基板４１ａ’－１のその他の構成は、上述したレンズ付き基板４１ａと同様である。

[0460] 一方、図６１のBに示されるレンズ付き基板４１ａ’－２では、シリコン基板の領域が、不純物濃度が異なる２つの領域、即ち、第１の領域１５５１と第２の領域１５５２に分けられる。

[0461] 第１の領域１５５１は、光が入射される側の基板表面から所定の深さ（例えば、３μm程度）に形成されている。第１の領域１５５１の不純物濃度は、例えば、$1\times10^{16}cm^{-3}$程度の高濃度である。第２の領域１５５２は、その不純物濃度が、例えば、$1\times10^{10}cm^{-3}$程度とされ、第１の濃度よりも低い濃度

にされている。第１の領域１５５１及び第２の領域１５５２に拡散（イオン注入）されたイオンは、例えば、レンズ付き基板４１ａ’－１と同様に、Ｂ（ボロン）である。

[0462] レンズ付き基板４１ａ’－２の光入射側となる第１の領域１５５１の不純物濃度は、１×１０^{16}cm^{-3}程度であり、レンズ付き基板４１ａ’－１の不純物濃度（例えば、１×１０^{19}cm^{-3}）よりも低い。そこで、レンズ付き基板４１ａ’－２では、貫通孔８３の側壁に形成される遮光膜１２１’の膜厚が、図６１のAのレンズ付き基板４１ａ’－１の遮光膜１２１よりも厚く形成されている。例えば、レンズ付き基板４１ａ’－１の遮光膜１２１の膜厚が２μｍであるとすると、レンズ付き基板４１ａ’－２の遮光膜１２１’の膜厚は、５μmに形成されている。

[0463] レンズ付き基板４１ａ’－２のその他の構成は、上述したレンズ付き基板４１ａと同様である。

[0464] 以上のように、レンズ付き基板４１ａ’－１及び４１ａ’－２として、高濃度ドープ基板を採用することにより、遮光膜１２１や上側表面層１２２を透過して基板に到達した光を基材そのもので吸収することができるので、反射光を抑制することができる。ドーピング量は、基板に到達した光を吸収できればよいため、基板に到達してくる光量や、遮光膜１２１や上側表面層１２２の膜厚によって、適宜設定することができる。

[0465] また、レンズ付き基板４１ａ’－１及び４１ａ’－２として、取扱い容易なシリコン基板を用いるので、ハンドリングが容易である。遮光膜１２１や上側表面層１２２を透過して基板に到達した光を基材そのもので吸収することができるので、遮光膜１２１や上側表面層１２２、積層される基板自体の厚み等を薄くすることもでき、薄膜化、構造の簡便化が可能である。

[0466] なお、レンズ付き基板４１ａ’－１及び４１ａ’－２において、シリコン基板にドープされるイオンは、Ｂ（ボロン）に限られず、その他、例えば、リン（Ｐ）、ヒ素（As）、またはアンチモン（Sb）などでもよく、さらに言えば、光吸収量が増加するバンド構造をとることができる元素であればよい。

[0467] また、積層レンズ構造体１１を構成するその他のレンズ付き基板４１ｂ乃至４１ｅについても、レンズ付き基板４１ａ’－１及び４１ａ’－２と同様の構成とすることができる。

[0468] ＜製造方法＞

図６２を参照して、図６１のAに示したレンズ付き基板４１ａ’－１の製造方法について説明する。

[0469] 初めに、図６２のAに示されるように、B（ボロン）が高濃度に拡散（イオン注入）された基板状態の高濃度ドープ基板１５６１Wが用意される。高濃度ドープ基板１５６１Wの不純物濃度は、例えば、１×１０^{19}cm^{-3}程度である。

[0470] 次に、図６２のBに示されるように、高濃度ドープ基板１５６１Wの所定の位置に、エッチングにより、貫通孔８３が形成される。図６２では、紙面の制約上、２個の貫通孔８３のみが示されているが、実際には、高濃度ドープ基板１５６１Wの平面方向に、多数の貫通孔８３が形成されている。

[0471] 次に、図６２のCに示されるように、貫通孔８３の側壁に、黒色のレジスト材料をスプレーコートによって塗布することにより、遮光膜１２１が成膜される。

[0472] そして、図６２のDに示されるように、レンズ２１を含むレンズ樹脂部８２が、図２３を参照して説明した上型２０１と下型１８１を用いた加圧成型により、貫通孔８３の内側に形成される。

[0473] その後、図示は省略するが、高濃度ドープ基板１５６１Wとレンズ樹脂部８２の上側表面に上側表面層１２２が成膜され、高濃度ドープ基板１５６１Wとレンズ樹脂部８２の下側表面に下側表面層１２３が成膜され、個片化される。これにより、図６１のAに示したレンズ付き基板４１ａ’－１が完成する。

[0474] 次に、図６３を参照して、図６１のBに示したレンズ付き基板４１ａ’－２の製造方法について説明する。

[0475] 初めに、図６３のAに示されるように、B（ボロン）が所定の濃度で拡散（イオン注入）された基板状態のドープ基板１５７１Wが用意される。ドープ基板１５７１Wの不純物濃度は、例えば、１×１０^{10}cm^{-3}程度である。

[0476] 次に、図６３のBに示されるように、ドープ基板１５７１Wの所定の位置に、エッチングにより、貫通孔８３が形成される。図６３では、紙面の制約上、２個の貫通孔８３のみが示されているが、実際には、ドープ基板１５７１Wの平面方向に、多数の貫通孔８３が形成されている。

[0477] 次に、図６３のCに示されるように、ドープ基板１５７１Wの光入射面側の基板表面から所定の深さ（例えば、３μm程度）まで、B（ボロン）がイオン注入された後、９００℃で熱処理が施される。その結果、図６３のDに示されるように、不純物濃度が高濃度である第１の領域１５５１と、それよりも低濃度である第２の領域１５５２が形成される。

[0478] そして、図６３のEに示されるように、貫通孔８３の側壁に、黒色のレジスト材料をスプレーコートによって塗布することにより、遮光膜１２１が成膜される。

[0479] また、図６３のFに示されるように、レンズ２１を含むレンズ樹脂部８２が、図２３を参照して説明した上型２０１と下型１８１を用いた加圧成型により、貫通孔８３の内側に形成される。

[0480] その後、図示は省略するが、ドープ基板１５７１Wとレンズ樹脂部８２の上側表面に上側表面層１２２が成膜され、ドープ基板１５７１Wとレンズ樹脂部８２の下側表面に下側表面層１２３が成膜され、個片化される。これにより、図６１のBに示したレンズ付き基板４１ａ’－２が完成する。

[0481] 図１に示した積層レンズ構造体１１を構成するレンズ付き基板４１ａ乃至４１ｅのそれぞれを、図６１に示したような高濃度ドープ基板とすることができる。これにより、基板自体の光吸収量を上げることができる。

[0482] ＜１７．受光素子の画素配列と絞り板の構造と用途説明＞

次に、図１０と図１１で示したカメラモジュール１が備える受光素子１２の画素配列と絞り板５１の構成についてさらに説明する。

[0483] 図６４は、図１０と図１１で示したカメラモジュール１に備わる絞り板５１の平面形状の例を表す図である。

[0484] 絞り板５１は、光を吸収もしくは反射することで入射を防ぐ遮蔽領域５１

ａと、光を透過させる開口領域５１ｂとを備える。

[0485] 図１０と図１１で示したカメラモジュール１に備わる４個の光学ユニット１３は、絞り板５１の開口領域５１ｂの開口径が、図６４のA乃至Dに示されるように、４個とも同じ大きさであっても良いし、異なる大きさであっても良い。図６４の図中の「L」、「M」、「S」は、開口領域５１ｂの開口径が「大」、「中」、「小」であることを表す。

[0486] 図６４のAに記載の絞り板５１は、４個の開口領域５１ｂの開口径が同じである。

[0487] 図６４のBに記載の絞り板５１は、２個の開口領域５１ｂの開口径の大きさが「中」つまり、標準的な絞りの開口である。これは例えば図１３に記載したように、絞り板５１が、レンズ付き基板４１のレンズ２１にやや重畳していて良い、言い換えれば、レンズ２１の直径よりも絞り板５１の開口領域５１ｂの方がやや小さくて良い。そして、図６４のBに記載の絞り板５１の残りの２個の開口領域５１ｂは、開口径の大きさが「大」つまり、先に述べた開口径の大きさが「中」のものよりも、開口径が大きい。この大きな開口領域５１ｂは、例えば被写体の照度が低い場合に、より多くの光をカメラモジュール１に備わる受光素子１２へ入射させるという作用をもたらす。

[0488] 図６４のCに記載の絞り板５１は、２個の開口領域５１ｂの開口径の大きさが「中」つまり、標準的な絞りの開口である。そして、図６４のCに記載の絞り板５１の残りの２個の開口領域５１ｂは、開口径の大きさが「小」つまり、先に述べた開口径の大きさが「中」のものよりも、開口径が小さい。この小さな開口領域５１ｂは、例えば被写体の照度が高く、ここからの光を開口径の大きさが「中」である開口領域５１ｂを通してカメラモジュール１に備わる受光素子１２へ入射させると受光素子１２に備わる光電変換部で発生する電荷が光電変換部の飽和電荷量を越えてしまうような場合に、受光素子１２へ入射する光量を減らすという作用をもたらす。

[0489] 図６４のDに記載の絞り板５１は、２個の開口領域５１ｂの開口径の大きさが「中」つまり、標準的な絞りの開口である。そして、図６４のDに記載の絞

り板５１の残りの２個の開口領域５１ｂは、開口径の大きさが１個が「大」、１個が「小」である。これらの開口領域５１ｂは、図６４のBと図６４のCで述べた開口径の大きさが「大」および「小」の開口領域５１ｂと同様の作用をもたらす。

[0490] 図６５は、図１０と図１１で示したカメラモジュール１の受光領域の構成を示している。

[0491] カメラモジュール１は、図６５に示されるように、４個の光学ユニット１３（不図示）を備える。そして、これら４個の光学ユニット１３へ入射した光を、それぞれの光学ユニット１３に対応した受光手段でそれぞれ受光する。そのために、図１０と図１１で示したカメラモジュール１は、受光素子１２が、４個の受光領域１６０１ａ１乃至１６０１ａ４を備える。

[0492] なお受光手段に関わる別の実施の形態として、カメラモジュール１に備わる１個の光学ユニット１３へ入射した光を受光する受光領域１６０１ａを、受光素子１２が１個備え、カメラモジュール１がこのような受光素子１２を、カメラモジュール１に備わる光学ユニット１３の個数分、例えば図１０と図１１に記載のカメラモジュール１の場合は４個、備える構成であっても良い。

[0493] 受光領域１６０１ａ１乃至１６０１ａ４は、それぞれに光を受光する画素をアレイ状に配列した画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４を備える。

[0494] なお、図６５では、簡単のため、画素アレイに備わる画素を駆動するための回路や画素を読み出すための回路を省略し、受光領域１６０１ａ１乃至１６０１ａ４と、画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４とを同じ大きさで表している。

[0495] 受光領域１６０１ａ１乃至１６０１ａ４に備わる画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４は、複数の画素からなる画素の繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４を備え、これら繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４を縦方向と横方向との双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで、画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４が構成されている。

[0496] 受光素子１２に備わる４個の受光領域１６０１ａ１乃至１６０１ａ４上には、それぞれに光学ユニット１３が配置される。４個の光学ユニット１３は、その一部として絞り板５１を備える。図６５では、絞り板５１の４個の開口領域５１ｂの開口径の一例として、図６４のDに示した絞り板５１の開口領域５１ｂが破線で示されている。

[0497] 画像の信号処理の分野では、原画像に対して適応してすることでより解像度が高い画像を得る技術として、超解像技術が知られている。その一例は、例えば特開２０１５－１０２７９４に開示されている。

[0498] 図１０と図１１に記載のカメラモジュール１は、断面構造として、図１３、図１６、図１７や、図３４、図３５、図３７、図５５に記載の構造を取り得る。

[0499] これらのカメラモジュール１は、光の入射面となるモジュール１の表面の縦方向と横方向のそれぞれについて２個ずつ配置した光学ユニット１３に備わる光軸が、同じ方向に延びている。これにより、光軸が同じ方向を向きながら、異なる受光領域を用いて、必ずしも同一ではない複数枚の画像を得ることができる。

[0500] この様な構造のカメラモジュール１は、得られた複数枚の原画像を基に、これらへ超解像技術を利用して、１個の光学ユニット１３から得られる１枚の画像よりも、解像度が高い画像を得ることに適している。

[0501] 図６６乃至図６９は、図１０と図１１で示したカメラモジュール１の受光領域の画素の構成例を示している。

[0502] なお、図６６乃至図６９において、Gの画素は、緑色波長の光を受光する画素を表し、Rの画素は、赤色波長の光を受光する画素を表し、Bの画素は、青色波長の光を受光する画素を表す。Cの画素は、可視光の全波長領域の光を受光する画素を表す。

[0503] 図６６は、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第１の例を示している。

[0504] ４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４では、それぞれ、繰り返

し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４が行方向及び列方向に繰り返し配列されている。図６６の繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４それぞれは、R,G,B,Gの画素で構成されている。

[0505] 図６６の画素配列は、可視光が照射された被写体からの入射光を赤色（Ｒ）・緑色（Ｇ）・青色（Ｂ）に分光してＲＧＢ３色からなる画像を得ることに適する、という作用をもたらす。

[0506] 図６７は、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第２の例を示している。

[0507] 図６７の画素配列は、図６６の画素配列とは、繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４を構成する各画素が受光する光の波長（色）の組合せが異なる。図６７では、繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４それぞれは、R,G,B,Cの画素で構成されている。

[0508] 図６７の画素配列は、上述のようにR,G,Bに分光しないで可視光の全波長領域の光を受光するCの画素を備える。Cの画素は分光した一部の光を受光するR,G,Bの画素よりも受光する光量が多い。このためこの構成は、例えば被写体の照度が低い場合であっても、この受光量の多いCの画素で得られる情報、例えば被写体の輝度情報を用いて、明度がより高い画像あるいは輝度についての階調性がより多い画像を得ることができる、という作用をもたらす。

[0509] 図６８は、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第３の例を示している。

[0510] 図６８では、繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４それぞれは、R,C,B,Cの画素で構成されている。

[0511] 図６８に記載の画素の繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４は、Gの画素を備えない。Gの画素に相当する情報は、C、R、及びBの画素からの情報を演算処理することによって得る。例えば、Cの画素の出力値から、Ｒの画素とＢの画素の出力値を減じることによって得る。

[0512] 図６８に記載の画素の繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４は、全波長領域の光を受光するCの画素を、図６７に記載の繰り返し単位１６０２ｃ

１乃至１６０２ｃ４の２倍となる２個備える。また、図６８に備わる画素アレイ１６０１ｂにおけるCの画素のピッチが、画素アレイ１６０１ｂの縦方向と横方向の双方において、図６７に備わる画素アレイ１６０１ｂにおけるCの画素のピッチの２倍となるように、図６８に記載の画素の繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４は、２個のCの画素を繰り返し単位１６０２ｃの外形線の対角線方向に配置している。

[0513] このため図６８に記載の構成は、例えば被写体の照度が低い場合に、受光量の多いCの画素から得る情報、例えば輝度情報を、図６７に記載の構成と比較して、２倍の解像度で得ることが可能となり、これにより解像度が２倍高くて鮮明な画像を得ることができる、という作用をもたらす。

[0514] 図６９は、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第４の例を示している。

[0515] 図６９では、繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４それぞれは、R,C,C,Cの画素で構成されている。

[0516] 例えば、自動車に搭載して前方を撮影するカメラ用途の場合、カラー画像は必ずしも必要とされない場合が多々ある。前方を走行する自動車の赤色のブレーキランプと道路に設置された信号機の赤信号を認識できて、かつ、その他の被写体の形状を認識できることを要求される場合が多い。

[0517] このため図６９に記載の構成は、Ｒの画素を備えることで自動車の赤色のブレーキランプと道路に設置された信号機の赤信号を認識し、かつ、受光量の多いCの画素を図６８に記載の画素の繰り返し単位１６０２ｃよりもさらに数多く備えることで、例えば被写体の照度が低い場合にも、より解像度が高くて鮮明な画像を得ることができる、という作用をもたらす。

[0518] なお、図６６乃至６９に示した受光素子１２を備えるカメラモジュール１は、そのいずれもが、絞り板５１の形状として、図６４のA乃至Dに記載のいずれを用いても良い。

[0519] 図６６乃至６９に示した受光素子１２のいずれかと、図６４のA乃至Dいずれかの絞り板５１を備えた、図１０と図１１に記載のカメラモジュール１は

、光の入射面となるカメラモジュール１の表面の縦方向と横方向のそれぞれについて２個ずつ配置した光学ユニット１３に備わる光軸が、同じ方向に延びている。

[0520] このような構造のカメラモジュール１は、得られた複数枚の原画像へ超解像技術を適応して、より解像度が高い画像を得ることができる、という作用をもたらす。

[0521] 図７０は、図６６に示した画素配列の変形例を示している。

[0522] 図６６の繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４は、R,G,B,Gの画素で構成され、同色の２つのGの画素の構造が同一であるのに対して、図７０では、繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４は、R,G1,B,G2の画素で構成され、同色の２つのGの画素、即ち、G1の画素とG2の画素で、画素の構造が異なる。

[0523] G1の画素とG2の画素は、画素に備わる信号生成手段（例えばフォトダイオード）として、G1の画素よりもG2の画素の方が、その適正な動作限界が高いもの（例えば飽和電荷量が大きいもの）を備える。かつ、画素に備わる生成信号の変換手段（例えば電荷電圧変換容量）の大きさも、G1の画素よりもG2の画素の方が大きいものを備える。

[0524] これらの構成により、G2の画素は、単位時間当たりに一定量の信号（例えば電荷）が生成した場合の出力信号がG1の画素よりも小さく抑えられ、かつ飽和電荷量が大きいために、例えば、被写体の照度が高い場合にも、画素が動作限界には至らず、これにより高い階調性を有する画像を得られる、という作用をもたらす。

[0525] 一方、G1の画素は、単位時間当たりに一定量の信号（例えば電荷）が生成した場合に、G2の画素よりも大きな出力信号が得られるため、例えば、被写体の照度が低い場合にも、高い階調性を有する画像を得られる、という作用をもたらす。

[0526] 図７０に記載の受光素子１２は、このようなG1の画素とG2の画素とを備えるため、広い照度範囲において高い階調性を有する画像を得られる、いわゆ

るダイナミックレンジの広い画像を得られる、という作用をもたらす。

[0527] 図７１は、図６８の画素配列の変形例を示している。

[0528] 図６８の繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４は、R,C,B,Cの画素で構成され、同色の２つのCの画素の構造が同一であるのに対して、図７１では、繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４は、R,C1,B,C2の画素で構成され、同色の２つのCの画素、即ち、C1の画素とC2の画素で、画素の構造が異なる。

[0529] C1の画素とC2の画素も、画素に備わる信号生成手段（例えばフォトダイオード）として、C1の画素よりもC2の画素の方が、その動作限界が高いもの（例えば飽和電荷量が大きいもの）を備える。かつ、画素に備わる生成信号の変換手段（例えば電荷電圧変換容量）の大きさも、C1の画素よりもC2の画素の方が大きいものを備える。

[0530] 図７２は、図６９の画素配列の変形例を示している。

[0531] 図６９の繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４は、R,C,C,Cの画素で構成され、同色の３つのCの画素の構造が同一であるのに対して、図７２では、繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４は、R,C1,C2,C3の画素で構成され、同色の３つのCの画素、即ち、C1乃至C3の画素で、画素の構造が異なる。

[0532] 例えば、C1乃至C3の画素も、画素に備わる信号生成手段（例えばフォトダイオード）として、C1の画素よりもC2の画素、C2の画素よりもC3の画素の方が、その動作限界が高いもの（例えば飽和電荷量が大きいもの）を備える。また、画素に備わる生成信号の変換手段（例えば電荷電圧変換容量）の大きさも、C1の画素よりもC2の画素、C2の画素よりもC3の画素の方が大きいものを備える。

[0533] 図７１及び図７２に記載の受光素子１２は、上記の構成を備えるため、図７０に記載の受光素子１２と同様、広い照度範囲において高い階調性を有する画像を得られる、いわゆるダイナミックレンジの広い画像を得られる、という作用をもたらす。

[0534] 図７０乃至図７２に記載の受光素子１２を備えるカメラモジュール１の絞り板５１の構成としては、図６４のA乃至Dに示した各種の絞り板５１の構成や、それらの変形例を採用することができる。

[0535] 図７０乃至図７２に示した受光素子１２のいずれかと、図６４のA乃至Dいずれかの絞り板５１を備えた、図１０と図１１に記載のカメラモジュール１は、光の入射面となるカメラモジュール１の表面の縦方向と横方向のそれぞれについて２個ずつ配置した光学ユニット１３に備わる光軸が、同じ方向に延びている。

[0536] このような構造のカメラモジュール１は、得られた複数枚の原画像へ超解像技術を適応して、より解像度が高い画像を得ることができる、という作用をもたらす。

[0537] 図７３のAは、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第５の例を示している。

[0538] 受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４は、上述したように必ずしも同一の構造ではなく、図７３のAに示されるように、異なる構造であっても良い。

[0539] 図７３のAに示される受光素子１２においては、画素アレイ１６０１ｂ１と画素アレイ１６０１ｂ４の構造が同じであり、画素アレイ１６０１ｂ１と１６０１ｂ４を構成する繰り返し単位１６０２ｃ１と１６０２ｃ４の構造も同じである。

[0540] これに対して、画素アレイ１６０１ｂ２と画素アレイ１６０１ｂ３の構造は、画素アレイ１６０１ｂ１と画素アレイ１６０１ｂ４の構造と異なる。具体的には、画素アレイ１６０１ｂ２と画素アレイ１６０１ｂ３の繰り返し単位１６０２ｃ２と１６０２ｃ３に含まれる画素サイズが、画素アレイ１６０１ｂ１と画素アレイ１６０１ｂ４の繰り返し単位１６０２ｃ１と１６０２ｃ４の画素サイズより大きい。さらに言えば、画素に含まれる光電変換部の大きさが大きい。画素サイズが大きいため、繰り返し単位１６０２ｃ２と１６０２ｃ３の領域サイズも、繰り返し単位１６０２ｃ１と１６０２ｃ４の領域

サイズよりも大きい。このため、画素アレイ１６０１ｂ２と画素アレイ１６０１ｂ３は、画素アレイ１６０１ｂ１と画素アレイ１６０１ｂ４と比較して、同じ面積ではあるが、少ない画素数で構成されている。

[0541] 図７３のAの受光素子１２を備えるカメラモジュール１の絞り板５１の構成としては、図６４のA乃至Cに示した各種の絞り板５１の構成、もしくは、図７３のB乃至Dに示される絞り板５１の構成、または、それらの変形例を採用することができる。

[0542] 一般的に、大きな画素を用いる受光素子は、小さな画素を用いる受光素子よりも、信号ノイズ比（Ｓ／Ｎ比）の良い画像を得られる、という作用をもたらす。

[0543] 例えば信号の読み出し回路や読み出した信号を増幅する回路でのノイズの大きさは、大きな画素を用いる受光素子と小さな画素を用いる受光素子とでほぼ同じであるのに対して、画素に備わる信号生成部で生成する信号の大きさは、画素が大きいほど大きくなる。

[0544] このため、大きな画素を用いる受光素子は、小さな画素を用いる受光素子よりも、信号ノイズ比（Ｓ／Ｎ比）の良い画像を得られる、という作用をもたらす。

[0545] 一方、画素アレイの大きさが同じであるならば、小さな画素を用いる受光素子は、大きな画素を用いる受光素子よりも、解像度が高くなる。

[0546] このため、小さな画素を用いる受光素子は、大きな画素を用いる受光素子よりも、解像度の高い画像を得られる、という作用をもたらす。

[0547] 図７３のAに記載の受光素子１２に備わる上記の構成は、例えば、被写体の照度が高くそれゆえ受光素子１２において大きな信号が得られる場合には、画素サイズが小さく解像度が高い受光領域１６０１ａ１と１６０１ａ４を用いて、解像度の高い画像を得ることが可能となり、さらにこれら２枚の画像へ超解像技術を適応してより解像度の高い画像をも得る、という作用をもたらす。

[0548] また、被写体の照度が低くそれゆえ受光素子１２において大きな信号が得

られないために、画像のＳ／Ｎ比が低下する懸念がある場合には、Ｓ／Ｎ比の高い画像が得られる受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３を用いて、Ｓ／Ｎ比の高い画像を得ることが可能となり、さらにこれら２枚の画像へ超解像技術を適応してより解像度の高い画像をも得る、という作用をもたらす。

[0549] この場合、図７３のAに示した受光素子１２を備えるカメラモジュール１は、絞り板５１の形状として、図７３のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、例えば、図７３のBに記載の絞り板５１の形状を用いて良い。

[0550] 図７３のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、例えば、図７３のCの絞り板５１は、大きな画素を用いた受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３と組み合わせて用いる絞り板５１の開口領域５１ｂが、他の受光領域と組み合わせて用いる絞り板５１の開口領域５１ｂよりも大きい。

[0551] このため、図７３のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７３のCの絞り板５１を、図７３のAに示した受光素子１２と組み合わせて用いるカメラモジュール１は、図７３のBの絞り板５１を、図７３のAに示した受光素子１２と組み合わせて用いるカメラモジュール１よりも、例えば、被写体の照度が低くそれゆえ受光素子１２において大きな信号が得られない場合に、受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３とにおいて、よりＳ／Ｎ比の高い画像を得ることが可能になる、という作用をもたらす。

[0552] 図７３のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、例えば、図７３のDの絞り板５１は、大きな画素を用いた受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３と組み合わせて用いる絞り板５１の開口領域５１ｂが、他の受光領域と組み合わせて用いる絞り板５１の開口領域５１ｂよりも小さい。

[0553] このため、図７３のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７３のDの絞り板５１を、図７３のAに示した受光素子１２と組み合わせて用いるカメラモジュール１は、図７３のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７３のBの絞り板５１を、図７３のAに示した受光素子１２と組み合わせて用いるカメラモジュール１よりも、例えば、被写

体の照度が高くそれゆえ受光素子１２において大きな信号が得られる場合に、受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３へ入射する光の量を抑える、という作用をもたらす。

[0554] これにより、受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３に備わる画素へ過大な光が入射してしまい、これにより受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３に備わる画素の適正な動作限界を超えてしまう（例えば飽和電荷量を越えてしまう）という事態の発生を抑える、という作用をもたらす。

[0555] 図７４のAは、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第６の例を示している。

[0556] 図７４のAに示される受光素子１２においては、画素アレイ１６０１ｂ１の繰り返し単位１６０２ｃ１の領域サイズが、画素アレイ１６０１ｂ２及び１６０１ｂ３の繰り返し単位１６０２ｃ１及び１６０２ｃ２の領域サイズよりも小さい。画素アレイ１６０１ｂ４の繰り返し単位１６０２ｃ４の領域サイズは、画素アレイ１６０１ｂ２及び１６０１ｂ３の繰り返し単位１６０２ｃ１及び１６０２ｃ２の領域サイズよりも大きい。

[0557] 即ち、繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４の領域サイズには、繰り返し単位１６０２ｃ１＜（繰り返し単位１６０２ｃ２＝繰り返し単位１６０２ｃ３）＜繰り返し単位１６０２ｃ４、という関係がある。

[0558] 繰り返し単位１６０２ｃ１乃至１６０２ｃ４の領域サイズが大きいほど、画素サイズも大きく、光電変換部のサイズも大きい。

[0559] 図７４のAの受光素子１２を備えるカメラモジュール１の絞り板５１の構成としては、図６４のA乃至Cに示した各種の絞り板５１の構成、もしくは、図７４のB乃至Dに示される絞り板５１の構成、または、それらの変形例を採用することができる。

[0560] 図７４のAに記載の受光素子１２に備わる上記の構成は、例えば、被写体の照度が高くそれゆえ受光素子１２において大きな信号が得られる場合には、画素サイズが小さく解像度が高い受光領域１６０１ａ１を用いて、解像度の高い画像を得ることが可能となる、という作用をもたらす。

[0561] また、被写体の照度が低くそれゆえ受光素子１２において大きな信号が得られないために、画像のＳ／Ｎ比が低下する懸念がある場合には、Ｓ／Ｎ比の高い画像が得られる受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３を用いて、Ｓ／Ｎ比の高い画像を得ることが可能となり、さらにこれら２枚の画像へ超解像技術を適応してより解像度の高い画像をも得る、という作用をもたらす。

[0562] 被写体の照度がさらに低くそれゆえ受光素子１２において画像のＳ／Ｎ比がさらに低下する懸念がある場合には、Ｓ／Ｎ比のさらに高い画像が得られる受光領域１６０１ａ４を用いて、Ｓ／Ｎ比のさらに高い画像を得ることが可能となり、という作用をもたらす。

[0563] この場合、図７４のAに示した受光素子１２を備えるカメラモジュール１は、絞り板５１の形状として、図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、例えば、図７４のBに記載の絞り板５１の形状を用いて良い。

[0564] 図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、例えば、図７４のCの絞り板５１は、大きな画素を用いた受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３と組み合わせて用いる絞り板５１の開口領域５１ｂが、小さな画像を用いた受光領域１６０１ａ１と組み合わせて用いる絞り板５１の開口領域５１ｂよりも大きい。また、さらに大きな画素を用いた受光領域１６０１ａ４と組み合わせて用いる絞り板５１の開口領域５１ｂは、さらに大きい。

[0565] このため、図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７４のCの絞り板５１を、図７４のAに示した受光素子１２と組み合わせて用いるカメラモジュール１は、図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７４のBの絞り板５１を、図７４のAに示した受光素子１２と組み合わせて用いるカメラモジュール１よりも、例えば、被写体の照度が低くそれゆえ受光素子１２において大きな信号が得られない場合に、受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３とにおいて、よりＳ／Ｎ比の高い画像を得ることが可能になると共に、被写体の照度がさらに低い場合に、受光領域１６０１ａ４において、さらにＳ／Ｎ比の高い画像を得ることが可能

になる、という作用をもたらす。

[0566] 図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、例えば、図７４のDの絞り板５１は、大きな画素を用いた受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３と組み合わせて用いる絞り板５１の開口領域５１ｂが、小さな画像を用いた受光領域１６０１ａ１と組み合わせて用いる絞り板５１の開口領域５１ｂよりも小さい。また、さらに大きな画素を用いた受光領域１６０１ａ４と組み合わせて用いる絞り板５１の開口領域５１ｂは、さらに小さい。

[0567] このため、図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７４のDの絞り板５１を、図７４のAに示した受光素子１２と組み合わせて用いるカメラモジュール１は、図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７４のBの絞り板５１を、図７４のAに示した受光素子１２と組み合わせて用いるカメラモジュール１よりも、例えば、被写体の照度が高くそれゆえ受光素子１２において大きな信号が得られる場合に、受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３へ入射する光の量を抑える、という作用をもたらす。

[0568] これにより、受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３に備わる画素へ過大な光が入射してしまい、これにより受光領域１６０１ａ２と１６０１ａ３に備わる画素の適正な動作限界を超えてしまう（例えば飽和電荷量を越えてしまう）という事態の発生を抑える、という作用をもたらす。

[0569] また、受光領域１６０１ａ４へ入射する光の量をさらに抑え、これにより、受光領域１６０１ａ４に備わる画素へ過大な光が入射してしまい、これにより受光領域１６０１ａ４に備わる画素の適正な動作限界を超えてしまう（例えば飽和電荷量を越えてしまう）という事態の発生をも抑える、という作用をもたらす。

[0570] なお、別の実施形態として、例えば一般的なカメラで用いられるように、複数枚の板を組み合わせ、その位置関係を変えることで開口の大きさを変える絞りと同様の構造を用いて、開口領域５１ｂが可変となる絞り板５１をカメラモジュールが備え、被写体の照度に応じて絞りの開口の大きさを変える

構造としても良い。

[0571] 例えば、図７３のAと図７４のAに記載の受光素子１２を用いる場合に、被写体の照度が低い場合には、図７３のB乃至Dと図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７３のCと図７４のCの形状を用いて、これよりも被写体の照度が高い場合には、図７３のBと図７４のBの形状を用いて、これよりもさらに被写体の照度が高い場合には、図７３のDと図７４のDの形状を用いる、という構造としても良い。

[0572] 図７５は、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第７の例を示している。

[0573] 図７５に示される受光素子１２では、画素アレイ１６０１ｂ１の全画素は、緑色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ２の全画素は、青色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ３の全画素は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ４の全画素は、緑色の波長の光を受光する画素で構成されている。

[0574] 図７６は、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第８の例を示している。

[0575] 図７６に示される受光素子１２では、画素アレイ１６０１ｂ１の全画素は、緑色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ２の全画素は、青色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ３の全画素は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ４の全画素は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成されている。

[0576] 図７７は、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第９の例を示している。

[0577] 図７７に示される受光素子１２では、画素アレイ１６０１ｂ１の全画素は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ２の全画素は、青色の波長の光を受光する画素で構成されてい

る。画素アレイ１６０１ｂ３の全画素は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ４の全画素は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成されている。

[0578] 図７８は、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第１０の例を示している。

[0579] 図７８に示される受光素子１２では、画素アレイ１６０１ｂ１の全画素は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ２の全画素は、可視光全体の領域の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ３の全画素は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。画素アレイ１６０１ｂ４の全画素は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成されている。

[0580] 図７５乃至図７８に示したように、受光素子１２の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４は、画素アレイ単位で同一帯域の波長の光を受光するように構成することができる。

[0581] 従来から知られるＲＧＢ３板式の固体撮像装置は、受光素子を３個備えそれぞれの受光素子が、Ｒ画像のみ、Ｇ画像のみ、Ｂ画像のみ、を撮影する。従来から知られるＲＧＢ３板式の固体撮像装置は、１個の光学ユニットへ入射した光を、プリズムによって３方向へ分光した後、３個の受光素子を用いて受光している。このため、３個の受光素子へ入射する被写体画像の位置は、３個の間で同一である。このためこれら３個の画像へ超解像技術を適用して、感度の高い画像を得ることは難しい。

[0582] これに対して、図７５乃至図７８に記載の受光素子１２いずれかを用いる、図１０と図１１に記載のカメラモジュール１は、光の入射面となるカメラモジュール１の表面において、その面内の縦方向と横方向のそれぞれに２個ずつ光学ユニット１３が配置され、かつこれら４個の光学ユニット１３に備わる光軸が、平行となって同じ方向に延びている。これにより、光軸が同じ方向を向きながら、受光素子１２が備える４個の異なる受光領域１６０１ａ１乃至１６０１ａ４を用いて、必ずしも同一ではない複数枚の画像を得るこ

とができる。

[0583] この様な構造のカメラモジュール１は、上記の配置の４個の光学ユニット１３から得られた複数枚の画像を基に、これらへ超解像技術を利用して、１個の光学ユニット１３から得られる１枚の画像よりも、解像度が高い画像を得ることができる、という作用をもたらす。

[0584] なお、図７５に記載の受光素子１２によって、Ｇ、Ｒ、Ｇ、Ｂ、４枚の画像を得る構成は、図６６に記載の受光素子１２において、Ｇ、Ｒ、Ｇ、Ｂ、４個の画素を繰り返し単位とする構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

[0585] 図７６に記載の受光素子１２において、Ｒ、Ｇ、Ｂ、Ｃ、４枚の画像を得る構成は、図６７に記載の受光素子１２において、Ｒ、Ｇ、Ｂ、Ｃ、４個の画素を繰り返し単位とする構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

[0586] 図７７に記載の受光素子１２において、Ｒ、Ｃ、Ｂ、Ｃ、４枚の画像を得る構成は、図６８に記載の受光素子１２において、Ｒ、Ｃ、Ｂ、Ｃ、４個の画素を繰り返し単位とする構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

[0587] 図７８に記載の受光素子１２において、Ｒ、Ｃ、Ｃ、Ｃ、４枚の画像を得る構成は、図６９に記載の受光素子１２において、Ｒ、Ｃ、Ｃ、Ｃ、４個の画素を繰り返し単位とする構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

[0588] 図７５乃至図７８に示した受光素子１２いずれかを備えるカメラモジュール１の絞り板５１の構成としては、図６４のA乃至Dに示した各種の絞り板５１の構成や、それらの変形例を採用することができる。

[0589] 図７９のAは、カメラモジュール１の受光素子１２に備わる４個の画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４の画素配列の第１１の例を示している。

[0590] 図７９のAに示される受光素子１２においては、画素アレイ１６０１ｂ１乃至１６０１ｂ４それぞれで、１画素の画素サイズ、または、各画素が受光す

る光の波長が異なる。

[0591] 画素サイズについては、画素アレイ１６０１ｂ１が最も小さく、画素アレイ１６０１ｂ２と１６０１ｂ３が同サイズで、画素アレイ１６０１ｂ１よりも大きく、画素アレイ１６０１ｂ４が、画素アレイ１６０１ｂ２と１６０１ｂ３よりも、さらに大きく構成されている。画素サイズの大きさは、各画素が備える光電変換部の大きさと比例する。

[0592] 各画素が受光する光の波長については、画素アレイ１６０１ｂ１、１６０１ｂ２、及び１６０１ｂ４は、可視光全体の領域の波長の光を受光する画素で構成され、画素アレイ１６０１ｂ３は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。

[0593] 図７９のAに記載の受光素子１２に備わる上記の構成は、例えば、被写体の照度が高くそれゆえ受光素子１２において大きな信号が得られる場合には、画素サイズが小さく解像度が高い受光領域１６０１ａ１を用いて、解像度の高い画像を得ることが可能となる、という作用をもたらす。

[0594] また、被写体の照度が低くそれゆえ受光素子１２において大きな信号が得られないために、画像のＳ／Ｎ比が低下する懸念がある場合には、Ｓ／Ｎ比の高い画像が得られる受光領域１６０１ａ２を用いて、Ｓ／Ｎ比の高い画像を得ることが可能となる、という作用をもたらす。

[0595] 被写体の照度がさらに低くそれゆえ受光素子１２において画像のＳ／Ｎ比がさらに低下する懸念がある場合には、Ｓ／Ｎ比のさらに高い画像が得られる受光領域１６０１ａ４を用いて、Ｓ／Ｎ比のさらに高い画像を得ることが可能となり、という作用をもたらす。

[0596] なお、図７９のAに記載の受光素子１２へ、図７９のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７９のBの絞り板５１を組み合わせて用いる構成は、図７４のAに記載の受光素子１２へ、図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７４のBの絞り板５１を組み合わせて用いる構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

[0597] また、図７９のAに記載の受光素子１２へ、図７９のB乃至Dに記載した絞り

板５１の形状に関わる３枚のうち、図７９のCの絞り板５１を組み合わせて用いる構成は、図７４のAに記載の受光素子１２へ、図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７４のCの絞り板５１を組み合わせて用いる構成によってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

[0598] また、図７９のAに記載の受光素子１２へ、図７９のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７９のDの絞り板５１を組み合わせて用いる構成は、図７４のAに記載の受光素子１２へ、図７４のB乃至Dに記載した絞り板５１の形状に関わる３枚のうち、図７４のDの絞り板５１を組み合わせて用いることによってもたらされる作用と、同様の作用をもたらす。

[0599] 図７９のAの受光素子１２を備えるカメラモジュール１には、図６４のA若しくはDに示した絞り板５１の構成、若しくは、図７９のB乃至Dに示される絞り板５１の構成、または、それらの変形例を採用することができる。

[0600] ＜１８．ＡＦ機能を有する従来のカメラモジュールの構成＞

ところで、近年、カメラモジュールの小型化に伴い、レンズの低Ｆ値化による感度向上や解像度向上が図られている。しかしながら、低Ｆ値化、すなわちレンズの大口径化により、被写界深度が狭くなり、焦点を合わせ難くなるため、ＡＦ機能を備える必要が生じる。

[0601] 図８０は、ＡＦ機能を有する従来のカメラモジュールの構成例を示す図である。

[0602] 図８０に示されるカメラモジュール２００１は、イメージセンサ２０１１、レンズ２０２１が３層に積層されたレンズユニット２０１２、ＩＲＣＦ２０１３、レンズ駆動部２０１４を備えている。

[0603] レンズユニット２０１２は、図示せぬレンズバレルに３層に積層されたレンズ２０２１が収納されて構成される。レンズ駆動部２０１４は、例えば、ＶＣＭ（Voice Coil Motor）方式により、レンズユニット２０１２をその光軸に沿って移動させる。

[0604] このような構造のため、レンズユニット２０１２とＩＲＣＦ２０１３とが接触しないように、レンズユニット２０１２とＩＲＣＦ２０１３との間には

空気層が設けられている。さらに、図８０の例では、ＩＲＣＦ２０１３とイメージセンサ２０１１との間にも空気層が設けられている。

[0605] しかしながら、空気層（屈折率ｎ＝１．０）とＩＲＣＦ（ｎ＝１．５）との間の屈折率の差により、図８１左側に示されるように、レンズを通った光Ｌ１１がＩＲＣＦ２０１３に入射する際、光Ｌ１１がＩＲＣＦ２０１３表面上で大きく反射することで、ゴーストやフレアが発生してしまう。

[0606] また、上述した屈折率の差と、近年のレンズの大口径化とにより、図８１右側に示されるように、斜め光Ｌ１２が、高像高でイメージセンサ２０１１の受光面に入射する際、その入射角度が大きくなってしまう。これにより、隣接画素との混色が発生し、感度が低下したり、色再現性が悪化してしまう。

[0607] そこで、以下においては、ゴーストやフレアの発生を抑え、隣接画素との混色を防ぐカメラモジュールの構成について説明する。

[0608] ＜１９．本技術を適用したカメラモジュールの第１の構成例＞

図８２は、本技術を適用したカメラモジュールの第１の構成例を示す図である。

[0609] 図８２に示されるカメラモジュール２０３１は、イメージセンサ２０１１、レンズユニット２０１２、およびＩＲＣＦ２０１３に加え、屈折率調整層２０４１，２０４２を備えている。

[0610] カメラモジュール２０３１は、レンズ駆動部を備えず、レンズユニット２０１２は固定焦点レンズとして構成される。なお、レンズユニット２０１２は、３枚のレンズ２０２１が積層されてなる積層レンズ構造体として構成されるが、４枚以上のレンズ２０２１が積層されて構成されるようにしてもよい。レンズユニット２０１２のＦ値は、例えば、Ｆ２．０以下とされる。

[0611] 屈折率調整層２０４１は、レンズユニット２０１２とＩＲＣＦ２０１３との間に隙間なく形成される。また、屈折率調整層２０４２は、ＩＲＣＦ２０１３とイメージセンサ２０１１との間に隙間なく形成される。

[0612] 屈折率調整層２０４１，２０４２は、屈折率が１．２乃至１．７の樹脂、

液体、または固体を材料として形成される。

[0613] 屈折率調整層２０４１，２０４２の透過率は、およそ可視光線の波長域である４００ｎｍ乃至７００ｎｍの波長域で８０％以上とされる。

[0614] また、屈折率調整層２０４１，２０４２の透過率は、４００ｎｍ乃至７００ｎｍの波長域で色付けがなくほぼフラットな特性を示す。具体的には、図８３に示されるように、屈折率調整層２０４１，２０４２の透過率は、４００ｎｍ乃至７００ｎｍの波長域において、変化点が緩やかなカーブを描き、変動幅が２０％以内に収まるような特性を示す。

[0615] このような構成により、屈折率調整層２０４１とＩＲＣＦ２０１３との間の屈折率の差が小さくなり、図８４左側に示されるように、レンズを通った光Ｌ１１がＩＲＣＦ２０１３に入射する際、ＩＲＣＦ２０１３表面上での反射を低減することができ、ゴーストやフレアの発生を抑えることが可能となる。

[0616] また、ＩＲＣＦ２０１３と屈折率調整層２０４２との間の屈折率の差も小さくなることにより、図８４右側に示されるように、斜め光Ｌ１２が、高像高でイメージセンサ２０１１の受光面に入射する際の入射角度を抑えることができる。これにより、隣接画素との混色を防ぎ、感度の向上、色再現性の改善を実現することが可能となる。

[0617] 図８５は、図８２のカメラモジュール２０３１を形成する工程を示す図である。

[0618] まず、各レンズ２０２１が平面方向に複数形成されたレンズ付き基板２０２１Ｗが複数枚用意され、これらが積層されることで、基板状態の積層レンズ構造体２０１２Ｗが得られる。

[0619] 次に、イメージセンサ２０１１が平面方向に複数形成された基板状態のセンサ基板２０１１Ｗが、基板状態の積層レンズ構造体２０１２Ｗとは別に作製され、用意される。

[0620] そして、それぞれ基板状態のセンサ基板２０１１Ｗ、屈折率調整層２０４２Ｗ、ＩＲＣＦ２０１３Ｗ、屈折率調整層２０４１Ｗ、および積層レンズ構造体２

０１２Wが積層され、貼り合わせた基板のモジュール毎に外部端子を着けることで、基板状態のカメラモジュール２０３１Wが得られる。

[0621] 最後に、基板状態のカメラモジュール２０３１Wが、モジュール単位またはチップ単位に個片化される。個片化されたカメラモジュール２０３１が、別途用意された筐体（不図示）に封入されることで、最終的なカメラモジュール２０３１が得られる。

[0622] ＜２０．本技術を適用したカメラモジュールの第２の構成例＞

図８６は、本技術を適用したカメラモジュールの第２の構成例を示す図である。

[0623] 図８６に示されるカメラモジュール２０３１Aは、イメージセンサ２０１１、レンズユニット２０１２、ＩＲＣＦ２０１３、および屈折率調整層２０４１に加え、カバーガラス２０５１、および屈折率調整層２０５２，２０５３を備えている。

[0624] カバーガラス２０５１は、イメージセンサ２０１１とＩＲＣＦ２０１３との間に設けられる。

[0625] そして、屈折率調整層２０５２は、ＩＲＣＦ２０１３とカバーガラス２０５１との間に隙間なく形成され、屈折率調整層２０５２は、カバーガラス２０５１とイメージセンサ２０１１との間に隙間なく形成される。

[0626] このような構成においても、第１の構成例と同様、ゴーストやフレアの発生を抑えつつ、隣接画素との混色を防ぎ、感度の向上、色再現性の改善を実現することが可能となる。なお、図８６の例では、ＩＲＣＦ２０１３とカバーガラス２０５１との間に、屈折率調整層２０５２が隙間なく形成されるものとしたが、カバーガラス２０５１の上にＩＲＣＦ２０１３が直接（隙間なく）形成されるようにしてもよい。

[0627] ＜２１．本技術を適用したカメラモジュールの第３の構成例＞

図８７は、本技術を適用したカメラモジュールの第３の構成例を示す図である。

[0628] 図８７に示されるカメラモジュール２０３１Bは、図８２のカメラモジュー

ル２０３１のレンズユニット２０１２に代えて、レンズユニット２０１２Bを備えている。

[0629] レンズユニット２０１２Bは、３層に積層されたレンズ２０２１の上に、可変フォーカスレンズ２０６１を有している。

[0630] 可変フォーカスレンズ２０６１は、液晶レンズ、液体レンズ、またはＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical Systems）レンズで構成され、電気的に焦点距離が調整可能に構成されている。例えば、可変フォーカスレンズ２０６１が液晶レンズで構成される場合、電気信号により液晶分子の配向を制御して屈折率を変えることで、焦点距離が調整される。また、可変フォーカスレンズ２０６１が液体レンズで構成される場合、電気信号により液体の形状を変形させて屈折率を変えることで、焦点距離が調整される。さらに、可変フォーカスレンズ２０６１がＭＥＭＳレンズで構成される場合、圧電素子により物体（ゲル）の形状を変形させて屈折率を変えることで、焦点距離が調整される。

[0631] レンズユニット２０１２Bにより、レンズ駆動部を備えることなく、ＡＦ機能を有するカメラモジュールを構成することができる。

[0632] そして、このような構成においても、第１の構成例と同様、ゴーストやフレアの発生を抑えつつ、隣接画素との混色を防ぎ、感度の向上、色再現性の改善を実現することが可能となる。

[0633] ＜２２．本技術を適用したカメラモジュールの第４の構成例＞

図８８は、本技術を適用したカメラモジュールの第４の構成例を示す図である。

[0634] 図８８に示されるカメラモジュール２０３１Cは、図８２のカメラモジュール２０３１のレンズユニット２０１２に代えて、レンズユニット２０１２Cを備えている。

[0635] レンズユニット２０１２Cは、インナーフォーカス式レンズとして構成され、レンズ２０８１乃至２０８３、およびレンズ駆動部２０８４を有している。

[0636] レンズユニット２０１２Cにおいては、レンズ２０８１，２０８３を固定した状態で、レンズ駆動部２０８４が、例えばＶＣＭ方式によりレンズ２０８２を移動させることで、焦点距離が調整される。

[0637] レンズユニット２０１２Cにより、ＡＦ機能を有するカメラモジュールを構成することができる。

[0638] そして、このような構成においても、第１の構成例と同様、ゴーストやフレアの発生を抑えつつ、隣接画素との混色を防ぎ、感度の向上、色再現性の改善を実現することが可能となる。

[0639] ＜２３．本技術を適用したカメラモジュールの第５の構成例＞

図８９は、本技術を適用したカメラモジュールの第５の構成例を示す図である。

[0640] 図８９に示されるカメラモジュール２０３１Dは、図８２のカメラモジュール２０３１のレンズユニット２０１２に代えて、レンズユニット２０１２Dを備えている。

[0641] レンズユニット２０１２Dは、３層に積層されたレンズ２０２１の上に、アポダイズドフィルタ２０９１を有している。

[0642] アポダイズドフィルタ２０９１は、光学絞りの1つである。

[0643] 図９０は、従来の光学絞りの透過率について説明する図である。

[0644] 図９０に示されるように、従来の光学絞り２０９２の透過率は、その開口部で均一な値をとり、その周囲では０となる。しかしながら、このような透過率特性を有する光学絞り２０９２では、開口部の周囲において発生する光の回折により解像度が低下するおそれがあった。

[0645] 一方、図９１に示されるように、アポダイズドフィルタ２０９１の透過率は、中心部分より周辺部分に向かって徐々に低くなるような特性を有している。具体的には、アポダイズドフィルタ２０９１の透過率は、例えば、４００乃至７００ｎｍの波長域で、光学中心において８０％以上とされ、端部において０．０１％とされる。また、アポダイズドフィルタ２０９１の透過率は、４００乃至７００ｎｍの波長域で色付けがなくほぼフラットな特性を示

すものとする。

[0646] 特に、レンズの大口径化により被写界深度が狭くなると、焦点を合わせ難くなるが、レンズユニット２０１２Dにアポダイズドフィルタ２０９１を設けることで、光の回折の発生を抑制することができ、解像度の低下を防ぐことが可能となる。

[0647] そして、このような構成においても、第１の構成例と同様、ゴーストやフレアの発生を抑えつつ、隣接画素との混色を防ぎ、感度の向上、色再現性の改善を実現することが可能となる。

[0648] ＜２４．本技術を適用したカメラモジュールの第６の構成例＞

図９２は、本技術を適用したカメラモジュールの第６の構成例を示す図である。

[0649] 図９２に示されるカメラモジュール２０３１Eは、図８２のカメラモジュール２０３１のレンズユニット２０１２に代えて、レンズユニット２０１２Eを備えている。

[0650] レンズユニット２０１２Eは、２層に積層されたレンズ２０２１の上に、アポダイズドフィルタ２０９１と可変フォーカスレンズ２０６１とを有している。

[0651] レンズユニット２０１２Eによれば、ＡＦ機能を有し、さらに解像度の低下を防ぐことのできるカメラモジュールを構成することができる。

[0652] ＜２５．本技術を適用したカメラモジュールの第７の構成例＞

図９３は、本技術を適用したカメラモジュールの第７の構成例を示す図である。

[0653] 図９３に示されるカメラモジュール２０３１Fは、図８２のカメラモジュール２０３１のレンズユニット２０１２に代えて、レンズユニット２０１２Fを備えている。

[0654] レンズユニット２０１２Fは、インナーフォーカス式レンズとして構成され、レンズ２０８１乃至２０８３、レンズ駆動部２０８４、およびアポダイズドフィルタ２０９１を有している。

[0655] レンズユニット２０１２Fによれば、ＡＦ機能を有し、さらに解像度の低下を防ぐことのできるカメラモジュールを構成することができる。

[0656] ここで、図９４を参照して、上述した構成例において採用されているアポダイズドフィルタ２０９１を形成するナノインプリントの工程について説明する。

[0657] まず、工程Ａに示されるように、ガラス基板２１１１と金型２１１２とが用意される。

[0658] 次に、工程Ｂに示されるように、ガラス基板２１１１上に、光硬化性樹脂２１２１を形成する。光硬化性樹脂２１２１には、チタンブラックやチタンカーボンなどの黒色樹脂が添加されている。

[0659] そして、工程Ｃに示されるように、金型２１１２により加圧し、さらに、ＵＶ光を照射する。

[0660] その後、工程Ｄに示されるように、金型２１１２を離型することで、基板状態のアポダイズドフィルタ２０９１Wが製造される。

[0661] 以上のようにして形成されたアポダイズドフィルタ２０９１は、上述で説明したウエハレベルで、レンズ２０２１との接合が行われるようにすることができる。

[0662] なお、上述した構成例のうち、アポダイズドフィルタ２０９１がレンズ２０２１の前（被写体側）に設けられる構成（いわゆる前絞りの構成）において、アポダイズドフィルタ２０９１が、機械的に絞りが調整可能に構成されるようにすることもできる。

[0663] 具体的には、Ｆ値が異なる複数のアポダイズドフィルタを用意し、メカニカルシャッタ機構を用いて、これらを機械的に切り替えるようにする。例えば、暗時ではＦ１．４、中間時ではＦ１．８、明時ではＦ２．８となるように、アポダイズドフィルタを切り替える。

[0664] このような構成により、絞り値を調整することが可能となる。

[0665] さらに、電気的に絞りが調整可能なアポダイズドフィルタが用いられるようにしてもよい。

[0666] ＜２６．本技術を適用したカメラモジュールの第８の構成例＞

図９５は、本技術を適用したカメラモジュールの第８の構成例を示す図である。

[0667] 図９５に示されるカメラモジュール２０３１Gは、図８２のカメラモジュール２０３１のレンズユニット２０１２に代えて、レンズユニット２０１２Gを備えている。

[0668] レンズユニット２０１２Gは、２層に積層されたレンズ２０２１の上で、かつ、１層のレンズ２０２１の下に、アポダイズドフィルタ２１３１を有している。

[0669] アポダイズドフィルタ２１３１は、電気的に絞りが調整可能に構成されている。

[0670] 具体的には、アポダイズドフィルタ２１３１は、電気的に状態を変化させることのできる液晶材料またはエレクトロクロミック材料を含んでいる。液晶材料が用いられる場合、電気信号により液晶分子の配向を制御して透過率を変えることで、絞り径が変更される。エレクトロクロミック材料が用いられる場合、電気信号により着色状態を制御して透過率を変えることで、絞り径が変更される。

[0671] 例えば、暗時では、図９５左側に示されるように、Ｆ１．４となるように絞り径が変更され、明時では、図９５右側に示されるように、Ｆ２．８となるように絞り径が変更される。

[0672] このような構成により、絞り値を調整することが可能となる。

[0673] なお、上述した第３乃至第８の構成例において、第２の構成例に設けられるカバーガラス２０５１、および屈折率調整層２０５２，２０５３が組み合わされるようにしてもよい。

[0674] ＜２７．電子機器への適用例＞

上述したカメラモジュール２０３１は、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置や、撮像機能を有する携帯端末装置や、画像読取部に固体撮像装置を用いる複写機など、画像取込部（光電変換部）に固体撮像装置を

用いる電子機器に組み込んだ形で使用することが可能である。

[0675] 図９６は、本技術を適用した電子機器としての、撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[0676] 図９６の撮像装置３０００は、カメラモジュール３００２、およびカメラ信号処理回路であるDSP(Digital Signal Processor)回路３００３を備える。また、撮像装置３０００は、フレームメモリ３００４、表示部３００５、記録部３００６、操作部３００７、および電源部３００８も備える。DSP回路３００３、フレームメモリ３００４、表示部３００５、記録部３００６、操作部３００７および電源部３００８は、バスライン３００９を介して相互に接続されている。

[0677] カメラモジュール３００２内のイメージセンサ３００１は、被写体からの入射光（像光）を取り込んで撮像面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として出力する。このカメラモジュール３００２として、上述したカメラモジュール２０３１が採用されており、イメージセンサ３００１は、上述したイメージセンサ２０１１に対応する。

[0678] 表示部３００５は、例えば、液晶パネルや有機EL(Electro Luminescence)パネル等のパネル型表示装置からなり、イメージセンサ３００１で撮像された動画または静止画を表示する。記録部３００６は、イメージセンサ３００１で撮像された動画または静止画を、ハードディスクや半導体メモリ等の記録媒体に記録する。

[0679] 操作部３００７は、ユーザによる操作の下に、撮像装置３０００が持つ様々な機能について操作指令を発する。電源部３００８は、DSP回路３００３、フレームメモリ３００４、表示部３００５、記録部３００６および操作部３００７の動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。

[0680] 上述したように、カメラモジュール３００２として、イメージセンサ２０１１とレンズユニット２０１２との間に形成された少なくとも１の屈折率調整層を備えるカメラモジュール２０３１を用いることで、ゴーストやフレア

の発生を抑えつつ、隣接画素との混色を防ぎ、感度の向上、色再現性の改善を実現することができる。したがって、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ、さらには携帯電話機等のモバイル機器向けカメラモジュールなどの撮像装置３０００においても、ゴーストやフレアの発生を抑えつつ、隣接画素との混色を防ぎ、感度の向上、色再現性の改善を実現することができる。

[0681] ＜２８．カメラモジュールの使用例＞

図９７は、カメラモジュール２０３１を使用する使用例を示す図である。

[0682] カメラモジュール２０３１は、例えば、以下のように、可視光や、赤外光、紫外光、X線等の光をセンシングする様々なケースに使用することができる。

[0683] ・ディジタルカメラや、カメラ機能付きの携帯機器等の、鑑賞の用に供される画像を撮影する装置

・自動停止等の安全運転や、運転者の状態の認識等のために、自動車の前方や後方、周囲、車内等を撮影する車載用センサ、走行車両や道路を監視する監視カメラ、車両間等の測距を行う測距センサ等の、交通の用に供される装置

・ユーザのジェスチャを撮影して、そのジェスチャに従った機器操作を行うために、TVや、冷蔵庫、エアーコンディショナ等の家電に供される装置

・内視鏡や、赤外光の受光による血管撮影を行う装置等の、医療やヘルスケアの用に供される装置

・防犯用途の監視カメラや、人物認証用途のカメラ等の、セキュリティの用に供される装置

・肌を撮影する肌測定器や、頭皮を撮影するマイクロスコープ等の、美容の用に供される装置

・スポーツ用途等向けのアクションカメラやウェアラブルカメラ等の、スポーツの用に供される装置

・畑や作物の状態を監視するためのカメラ等の、農業の用に供される装置

[0684] ＜２９．体内情報取得システムへの応用例＞

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

[0685] 図９８は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る、カプセル型内視鏡を用いた患者の体内情報取得システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[0686] 体内情報取得システム１０００１は、カプセル型内視鏡１０１００と、外部制御装置１０２００とから構成される。

[0687] カプセル型内視鏡１０１００は、検査時に、患者によって飲み込まれる。カプセル型内視鏡１０１００は、撮像機能及び無線通信機能を有し、患者から自然排出されるまでの間、胃や腸等の臓器の内部を蠕動運動等によって移動しつつ、当該臓器の内部の画像（以下、体内画像ともいう）を所定の間隔で順次撮像し、その体内画像についての情報を体外の外部制御装置１０２００に順次無線送信する。

[0688] 外部制御装置１０２００は、体内情報取得システム１０００１の動作を統括的に制御する。また、外部制御装置１０２００は、カプセル型内視鏡１０１００から送信されてくる体内画像についての情報を受信し、受信した体内画像についての情報に基づいて、表示装置（図示せず）に当該体内画像を表示するための画像データを生成する。

[0689] 体内情報取得システム１０００１では、このようにして、カプセル型内視鏡１０１００が飲み込まれてから排出されるまでの間、患者の体内の様子を撮像した体内画像を随時得ることができる。

[0690] カプセル型内視鏡１０１００と外部制御装置１０２００の構成及び機能についてより詳細に説明する。

[0691] カプセル型内視鏡１０１００は、カプセル型の筐体１０１０１を有し、その筐体１０１０１内には、光源部１０１１１、撮像部１０１１２、画像処理部１０１１３、無線通信部１０１１４、給電部１０１１５、電源部１０１１６、及び制御部１０１１７が収納されている。

[0692] 光源部１０１１１は、例えばＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄ

ｉｏｄｅ）等の光源から構成され、撮像部１０１１２の撮像視野に対して光を照射する。

[0693] 撮像部１０１１２は、撮像素子、及び当該撮像素子の前段に設けられる複数のレンズからなる光学系から構成される。観察対象である体組織に照射された光の反射光（以下、観察光という）は、当該光学系によって集光され、当該撮像素子に入射する。撮像部１０１１２では、撮像素子において、そこに入射した観察光が光電変換され、その観察光に対応する画像信号が生成される。撮像部１０１１２によって生成された画像信号は、画像処理部１０１１３に提供される。

[0694] 画像処理部１０１１３は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）やＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）等のプロセッサによって構成され、撮像部１０１１２によって生成された画像信号に対して各種の信号処理を行う。画像処理部１０１１３は、信号処理を施した画像信号を、ＲＡＷデータとして無線通信部１０１１４に提供する。

[0695] 無線通信部１０１１４は、画像処理部１０１１３によって信号処理が施された画像信号に対して変調処理等の所定の処理を行い、その画像信号を、アンテナ１０１１４Ａを介して外部制御装置１０２００に送信する。また、無線通信部１０１１４は、外部制御装置１０２００から、カプセル型内視鏡１０１００の駆動制御に関する制御信号を、アンテナ１０１１４Ａを介して受信する。無線通信部１０１１４は、外部制御装置１０２００から受信した制御信号を制御部１０１１７に提供する。

[0696] 給電部１０１１５は、受電用のアンテナコイル、当該アンテナコイルに発生した電流から電力を再生する電力再生回路、及び昇圧回路等から構成される。給電部１０１１５では、いわゆる非接触充電の原理を用いて電力が生成される。

[0697] 電源部１０１１６は、二次電池によって構成され、給電部１０１１５によって生成された電力を蓄電する。図９８では、図面が煩雑になることを避け

るために、電源部１０１１６からの電力の供給先を示す矢印等の図示を省略しているが、電源部１０１１６に蓄電された電力は、光源部１０１１１、撮像部１０１１２、画像処理部１０１１３、無線通信部１０１１４、及び制御部１０１１７に供給され、これらの駆動に用いられ得る。

[0698] 制御部１０１１７は、ＣＰＵ等のプロセッサによって構成され、光源部１０１１１、撮像部１０１１２、画像処理部１０１１３、無線通信部１０１１４、及び、給電部１０１１５の駆動を、外部制御装置１０２００から送信される制御信号に従って適宜制御する。

[0699] 外部制御装置１０２００は、ＣＰＵ，ＧＰＵ等のプロセッサ、又はプロセッサとメモリ等の記憶素子が混載されたマイクロコンピュータ若しくは制御基板等で構成される。外部制御装置１０２００は、カプセル型内視鏡１０１００の制御部１０１１７に対して制御信号を、アンテナ１０２００Ａを介して送信することにより、カプセル型内視鏡１０１００の動作を制御する。カプセル型内視鏡１０１００では、例えば、外部制御装置１０２００からの制御信号により、光源部１０１１１における観察対象に対する光の照射条件が変更され得る。また、外部制御装置１０２００からの制御信号により、撮像条件（例えば、撮像部１０１１２におけるフレームレート、露出値等）が変更され得る。また、外部制御装置１０２００からの制御信号により、画像処理部１０１１３における処理の内容や、無線通信部１０１１４が画像信号を送信する条件（例えば、送信間隔、送信画像数等）が変更されてもよい。

[0700] また、外部制御装置１０２００は、カプセル型内視鏡１０１００から送信される画像信号に対して、各種の画像処理を施し、撮像された体内画像を表示装置に表示するための画像データを生成する。当該画像処理としては、例えば現像処理（デモザイク処理）、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、ＮＲ（Ｎｏｉｓｅ　ｒｅｄｕｃｔｉｏｎ）処理及び／若しくは手ブレ補正処理等）、並びに／又は拡大処理（電子ズーム処理）等、各種の信号処理を行うことができる。外部制御装置１０２００は、表示装置の駆動を制御して、生成した画像データに基づいて撮像された体内画像を表示させる。ある

いは、外部制御装置１０２００は、生成した画像データを記録装置（図示せず）に記録させたり、印刷装置（図示せず）に印刷出力させてもよい。

[0701] 以上、本開示に係る技術が適用され得る体内情報取得システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部１０１１２に適用され得る。具体的には、図８２のカメラモジュール２０３１は、撮像部１０１１２に適用することができる。撮像部１０１１２に本開示に係る技術を適用することにより、より鮮明な術部画像を得ることができるため、検査の精度を向上させることができる。

[0702] ＜３０．内視鏡手術システムへの応用例＞

また、本開示に係る技術は、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

[0703] 図９９は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[0704] 図９９では、術者（医師）１１１３１が、内視鏡手術システム１１０００を用いて、患者ベッド１１１３３上の患者１１１３２に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム１１０００は、内視鏡１１１００と、気腹チューブ１１１１１やエネルギー処置具１１１１２等の、その他の術具１１１１０と、内視鏡１１１００を支持する支持アーム装置１１１２０と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート１１２００と、から構成される。

[0705] 内視鏡１１１００は、先端から所定の長さの領域が患者１１１３２の体腔内に挿入される鏡筒１１１０１と、鏡筒１１１０１の基端に接続されるカメラヘッド１１１０２と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒１１１０１を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡１１１００を図示しているが、内視鏡１１１００は、軟性の鏡筒を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

[0706] 鏡筒１１１０１の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡１１１００には光源装置１１２０３が接続されており、当該光源装置１１２０３によって生成された光が、鏡筒１１１０１の内部に延設

されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者１１１３２の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡１１１００は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0707] カメラヘッド１１１０２の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、ＲＡＷデータとしてカメラコントロールユニット（ＣＣＵ： Ｃａｍｅｒａ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｕｎｉｔ）１１２０１に送信される。

[0708] ＣＣＵ１１２０１は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）やＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）等によって構成され、内視鏡１１１００及び表示装置１１２０２の動作を統括的に制御する。さらに、ＣＣＵ１１２０１は、カメラヘッド１１１０２から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。

[0709] 表示装置１１２０２は、ＣＣＵ１１２０１からの制御により、当該ＣＣＵ１１２０１によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。

[0710] 光源装置１１２０３は、例えばＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅ）等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡１１１００に供給する。

[0711] 入力装置１１２０４は、内視鏡手術システム１１０００に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置１１２０４を介して、内視鏡手術システム１１０００に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、内視鏡１１１００による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示等を入力する。

[0712] 処置具制御装置１１２０５は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のため

のエネルギー処置具１１１１２の駆動を制御する。気腹装置１１２０６は、内視鏡１１１００による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者１１１３２の体腔を膨らめるために、気腹チューブ１１１１１を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ１１２０７は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ１１２０８は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0713] なお、内視鏡１１１００に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置１１２０３は、例えばＬＥＤ、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成することができる。ＲＧＢレーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置１１２０３において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、ＲＧＢレーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド１１１０２の撮像素子の駆動を制御することにより、ＲＧＢそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0714] また、光源装置１１２０３は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド１１１０２の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

[0715] また、光源装置１１２０３は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Ｎａｒｒｏｗ　Ｂａｎｄ　Ｉｍａｇｉｎｇ）が行われる。あるいは、特殊光観察では

、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察すること（自家蛍光観察）、又はインドシアニングリーン（ＩＣＧ）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得ること等を行うことができる。光源装置１１２０３は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0716] 図１００は、図９９に示すカメラヘッド１１１０２及びＣＣＵ１１２０１の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0717] カメラヘッド１１１０２は、レンズユニット１１４０１と、撮像部１１４０２と、駆動部１１４０３と、通信部１１４０４と、カメラヘッド制御部１１４０５と、を有する。ＣＣＵ１１２０１は、通信部１１４１１と、画像処理部１１４１２と、制御部１１４１３と、を有する。カメラヘッド１１１０２とＣＣＵ１１２０１とは、伝送ケーブル１１４００によって互いに通信可能に接続されている。

[0718] レンズユニット１１４０１は、鏡筒１１１０１との接続部に設けられる光学系である。鏡筒１１１０１の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド１１１０２まで導光され、当該レンズユニット１１４０１に入射する。レンズユニット１１４０１は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。

[0719] 撮像部１１４０２は、撮像素子で構成される。撮像部１１４０２を構成する撮像素子は、１つ（いわゆる単板式）であってもよいし、複数（いわゆる多板式）であってもよい。撮像部１１４０２が多板式で構成される場合には、例えば各撮像素子によってＲＧＢそれぞれに対応する画像信号が生成され、それらが合成されることによりカラー画像が得られてもよい。あるいは、撮像部１１４０２は、３Ｄ（Ｄｉｍｅｎｓｉｏｎａｌ）表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための１対の撮像素子を有するように構成されてもよい。３Ｄ表示が行われることにより、術者１１１３１

は術部における生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部１１４０２が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット１１４０１も複数系統設けられ得る。

[0720] また、撮像部１１４０２は、必ずしもカメラヘッド１１１０２に設けられなくてもよい。例えば、撮像部１１４０２は、鏡筒１１１０１の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

[0721] 駆動部１１４０３は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部１１４０５からの制御により、レンズユニット１１４０１のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部１１４０２による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

[0722] 通信部１１４０４は、ＣＣＵ１１２０１との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部１１４０４は、撮像部１１４０２から得た画像信号をＲＡＷデータとして伝送ケーブル１１４００を介してＣＣＵ１１２０１に送信する。

[0723] また、通信部１１４０４は、ＣＣＵ１１２０１から、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を受信し、カメラヘッド制御部１１４０５に供給する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。

[0724] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、ユーザによって適宜指定されてもよいし、取得された画像信号に基づいてＣＣＵ１１２０１の制御部１１４１３によって自動的に設定されてもよい。後者の場合には、いわゆるＡＥ（Ａｕｔｏ　Ｅｘｐｏｓｕｒｅ）機能、ＡＦ（Ａｕｔｏ　Ｆｏｃｕｓ）機能及びＡＷＢ（Ａｕｔｏ　Ｗｈｉｔｅ　Ｂａｌａｎｃｅ）機能が内視鏡１１１００に搭載されていることになる。

[0725] カメラヘッド制御部１１４０５は、通信部１１４０４を介して受信したＣ

ＣＵ１１２０１からの制御信号に基づいて、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御する。

[0726] 通信部１１４１１は、カメラヘッド１１１０２との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部１１４１１は、カメラヘッド１１１０２から、伝送ケーブル１１４００を介して送信される画像信号を受信する。

[0727] また、通信部１１４１１は、カメラヘッド１１１０２に対して、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を送信する。画像信号や制御信号は、電気通信や光通信等によって送信することができる。

[0728] 画像処理部１１４１２は、カメラヘッド１１１０２から送信されたＲＡＷデータである画像信号に対して各種の画像処理を施す。

[0729] 制御部１１４１３は、内視鏡１１１００による術部等の撮像、及び、術部等の撮像により得られる撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部１１４１３は、カメラヘッド１１１０２の駆動を制御するための制御信号を生成する。

[0730] また、制御部１１４１３は、画像処理部１１４１２によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部等が映った撮像画像を表示装置１１２０２に表示させる。この際、制御部１１４１３は、各種の画像認識技術を用いて撮像画像内における各種の物体を認識してもよい。例えば、制御部１１４１３は、撮像画像に含まれる物体のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具１１１１２の使用時のミスト等を認識することができる。制御部１１４１３は、表示装置１１２０２に撮像画像を表示させる際に、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させてもよい。手術支援情報が重畳表示され、術者１１１３１に提示されることにより、術者１１１３１の負担を軽減することや、術者１１１３１が確実に手術を進めることが可能になる。

[0731] カメラヘッド１１１０２及びＣＣＵ１１２０１を接続する伝送ケーブル１１４００は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応し

た光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0732] ここで、図示する例では、伝送ケーブル１１４００を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド１１１０２とＣＣＵ１１２０１との間の通信は無線で行われてもよい。

[0733] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、レンズユニット１１４０１および撮像部１１４０２に適用され得る。具体的には、図８２のカメラモジュール２０３１は、レンズユニット１１４０１および撮像部１１４０２に適用することができる。レンズユニット１１４０１および撮像部１１４０２に本開示に係る技術を適用することにより、より鮮明な術部画像を得ることができるため、術者が術部を確実に確認することが可能になる。

[0734] なお、ここでは、一例として内視鏡手術システムについて説明したが、本開示に係る技術は、その他、例えば、顕微鏡手術システム等に適用されてもよい。

[0735] ＜３１．移動体への応用例＞

さらに、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

[0736] 図１０１は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[0737] 車両制御システム１２０００は、通信ネットワーク１２００１を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図１０１に示した例では、車両制御システム１２０００は、駆動系制御ユニット１２０１０、ボディ系制御ユニット１２０２０、車外情報検出ユニット１２０３０、車内情報検出ユニット１２０４０、及び統合制御ユニット１２０５０を備える。また、統合制御ユニット１２０５０の機能構成として、マイクロコンピュータ１２０５１、音声画像出力部１２０５２、及び車載ネットワークＩ／Ｆ（ｉｎｔｅｒｆ

ａｃｅ）１２０５３が図示されている。

[0738] 駆動系制御ユニット１２０１０は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット１２０１０は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

[0739] ボディ系制御ユニット１２０２０は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット１２０２０は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット１２０２０には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット１２０２０は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0740] 車外情報検出ユニット１２０３０は、車両制御システム１２０００を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット１２０３０には、撮像部１２０３１が接続される。車外情報検出ユニット１２０３０は、撮像部１２０３１に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット１２０３０は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

[0741] 撮像部１２０３１は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部１２０３１は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部１２０３１が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0742] 車内情報検出ユニット１２０４０は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット１２０４０には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部１２０４１が接続される。運転者状態検出部１２０４１は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット１２０４０は、運転者状態検出部１２０４１から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

[0743] マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット１２０１０に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むＡＤＡＳ（Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｄｒｉｖｅｒ　Ａｓｓｉｓｔａｎｃｅ　Ｓｙｓｔｅｍ）の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0744] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0745] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット１２０２０に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0746] 音声画像出力部１２０５２は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又

は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図１０１の例では、出力装置として、オーディオスピーカ１２０６１、表示部１２０６２及びインストルメントパネル１２０６３が例示されている。表示部１２０６２は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0747] 図１０２は、撮像部１２０３１の設置位置の例を示す図である。

[0748] 図１０２では、車両１２１００は、撮像部１２０３１として、撮像部１２１０１，１２１０２，１２１０３，１２１０４，１２１０５を有する。

[0749] 撮像部１２１０１，１２１０２，１２１０３，１２１０４，１２１０５は、例えば、車両１２１００のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部１２１０１及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部１２１０５は、主として車両１２１００の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部１２１０２，１２１０３は、主として車両１２１００の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部１２１０４は、主として車両１２１００の後方の画像を取得する。撮像部１２１０１及び１２１０５で取得される前方の画像は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0750] なお、図１０２には、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲１２１１１は、フロントノーズに設けられた撮像部１２１０１の撮像範囲を示し、撮像範囲１２１１２，１２１１３は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部１２１０２，１２１０３の撮像範囲を示し、撮像範囲１２１１４は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部１２１０４の撮像範囲を示す。例えば、撮像部１２１０１ないし１２１０４で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両１２１００を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0751] 撮像部１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0752] 例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４から得られた距離情報を基に、撮像範囲１２１１１ないし１２１１４内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両１２１００に対する相対速度）を求めることにより、特に車両１２１００の進行路上にある最も近い立体物で、車両１２１００と略同じ方向に所定の速度（例えば、０ｋｍ／ｈ以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ１２０５１は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0753] 例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、撮像部１２１０１ないし１２１０４から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、２輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、車両１２１００の周辺の障害物を、車両１２１００のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ１２０５１は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ１２０６１や表示部１２０６２を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット１２０１０を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0754] 撮像部１２１０１ないし１２１０４の少なくとも１つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１

は、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮像画像中に歩行者が存在するか否かを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ１２０５１が、撮像部１２１０１ないし１２１０４の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部１２０５２は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部１２０６２を制御する。また、音声画像出力部１２０５２は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部１２０６２を制御してもよい。

[0755] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、撮像部１２０３１に適用され得る。具体的には、図８２のカメラモジュール２０３１は、撮像部１２０３１に適用することができる。撮像部１２０３１に本開示に係る技術を適用することにより、より見やすい撮影画像を得ることができるため、ドライバの疲労を軽減することが可能になる。

[0756] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0757] さらに、本技術は以下のような構成をとることができる。

（１）

イメージセンサと、

前記イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットと、

前記イメージセンサと前記レンズユニットとの間に形成された少なくとも１の屈折率調整層と

を備えるカメラモジュール。

（２）

前記レンズユニットは、複数枚のレンズが積層されてなる積層レンズ構造

体である

（１）に記載のカメラモジュール。

（３）

前記積層レンズ構造体は、３枚以上の前記レンズが積層されてなる

（２）に記載のカメラモジュール。

（４）

前記イメージセンサと前記レンズユニットとの間にＩＲＣＦ（赤外光カットフィルタ）が設けられ、

前記屈折率調整層は、前記ＩＲＣＦと前記レンズユニットとの間に隙間なく形成される

（１）乃至（３）のいずれかに記載のカメラモジュール。

（５）

前記屈折率調整層は、さらに、前記イメージセンサと前記ＩＲＣＦとの間に隙間なく形成される

（４）に記載のカメラモジュール。

（６）

前記イメージセンサと前記ＩＲＣＦ部との間にカバーガラスがさらに設けられ、

前記屈折率調整層は、さらに、前記イメージセンサと前記カバーガラスとの間、および、前記カバーガラスと前記ＩＲＣＦとの間に隙間なく形成される

（４）に記載のカメラモジュール。

（７）

前記屈折率調整層は、屈折率が１．２乃至１．７の樹脂、液体、または固体を材料として形成される

（４）乃至（６）のいずれかに記載のカメラモジュール。

（８）

前記屈折率調整層の透過率は、４００乃至７００ｎｍの波長域で８０％以

上とされる

（４）乃至（７）のいずれかに記載のカメラモジュール。

（９）

前記屈折率調整層の透過率は、４００乃至７００ｎｍの波長域で色付けがなくほぼフラットな特性を示す

（８）に記載のカメラモジュール。

（１０）

前記レンズユニットは、可変フォーカスレンズを有する

（４）乃至（９）のいずれかに記載のカメラモジュール。

（１１）

前記可変フォーカスレンズは、液晶レンズ、液体レンズ、またはＭＥＭＳ(Micro Electro Mechanical Systems)レンズで構成される

（１０）に記載のカメラモジュール。

（１２）

前記レンズユニットは、インナーフォーカス式レンズである

（４）乃至（９）のいずれかに記載のカメラモジュール。

（１３）

前記レンズユニットは、アポダイズドフィルタを有する

（４）乃至（１２）のいずれかに記載のカメラモジュール。

（１４）

前記アポダイズドフィルタは、機械的に絞りが調整可能に構成される

（１３）に記載のカメラモジュール。

（１５）

前記アポダイズドフィルタは、電気的に絞りが調整可能に構成される

（１３）に記載のカメラモジュール。

（１６）

前記アポダイズドフィルタの透過率は、４００乃至７００ｎｍの波長域で、光学中心において８０％以上とされ、端部において０．０１％とされる

（１３）乃至（１５）のいずれかに記載のカメラモジュール。

（１７）

前記アポダイズドフィルタの透過率は、４００乃至７００ｎｍの波長域で色付けがなくほぼフラットな特性を示す

（１６）に記載のカメラモジュール。

（１８）

前記レンズユニットのF値は、Ｆ２．０以下とされる

（１）乃至（１７）のいずれかに記載のカメラモジュール。

（１９）

イメージセンサと、前記イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットとの間に少なくとも１の屈折率調整層を形成する

ステップを含むカメラモジュールの製造方法。

（２０）

イメージセンサと、

前記イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットと、

前記イメージセンサと前記レンズユニットとの間に形成された少なくとも１の屈折率調整層とを有するカメラモジュール

を備える電子機器。

符号の説明

[0758] ２０１１　イメージセンサ，　２０１２　レンズユニット，　２０１３　ＩＲＣＦ，　２０２１　レンズ，　２０３１　カメラモジュール，　２０４１，２０４２　屈折率調整層，　２０５１　カバーガラス，　２０５２，２０５３　屈折率調整層，　２０６１　可変フォーカスレンズ，　２０８４　レンズ駆動部，　２０９１　アポダイズドフィルタ，　２１３１　アポダイズドフィルタ，　３０００　撮像装置，　３００１　イメージセンサ，　３００２　カメラモジュール

請求の範囲

[請求項1] イメージセンサと、

前記イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットと、

前記イメージセンサと前記レンズユニットとの間に形成された少なくとも１の屈折率調整層と

を備えるカメラモジュール。

[請求項2] 前記レンズユニットは、複数枚のレンズが積層されてなる積層レンズ構造体である

請求項１に記載のカメラモジュール。

[請求項3] 前記積層レンズ構造体は、３枚以上の前記レンズが積層されてなる

請求項２に記載のカメラモジュール。

[請求項4] 前記イメージセンサと前記レンズユニットとの間にＩＲＣＦ（赤外光カットフィルタ）が設けられ、

前記屈折率調整層は、前記ＩＲＣＦと前記レンズユニットとの間に隙間なく形成される

請求項３に記載のカメラモジュール。

[請求項5] 前記屈折率調整層は、さらに、前記イメージセンサと前記ＩＲＣＦとの間に隙間なく形成される

請求項４に記載のカメラモジュール。

[請求項6] 前記イメージセンサと前記ＩＲＣＦ部との間にカバーガラスがさらに設けられ、

前記屈折率調整層は、さらに、前記イメージセンサと前記カバーガラスとの間、および、前記カバーガラスと前記ＩＲＣＦとの間に隙間なく形成される

請求項４に記載のカメラモジュール。

[請求項7] 前記屈折率調整層は、屈折率が１．２乃至１．７の樹脂、液体、または固体を材料として形成される

請求項４に記載のカメラモジュール。

[請求項8] 前記屈折率調整層の透過率は、４００乃至７００ｎｍの波長域で８０％以上とされる

請求項４に記載のカメラモジュール。

[請求項9] 前記屈折率調整層の透過率は、４００乃至７００ｎｍの波長域で色付けがなくほぼフラットな特性を示す

請求項８に記載のカメラモジュール。

[請求項10] 前記レンズユニットは、可変フォーカスレンズを有する

請求項４に記載のカメラモジュール。

[請求項11] 前記可変フォーカスレンズは、液晶レンズ、液体レンズ、またはＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical Systems）レンズで構成される

請求項１０に記載のカメラモジュール。

[請求項12] 前記レンズユニットは、インナーフォーカス式レンズである

請求項４に記載のカメラモジュール。

[請求項13] 前記レンズユニットは、アポダイズドフィルタを有する

請求項４に記載のカメラモジュール。

[請求項14] 前記アポダイズドフィルタは、機械的に絞りが調整可能に構成される

請求項１３に記載のカメラモジュール。

[請求項15] 前記アポダイズドフィルタは、電気的に絞りが調整可能に構成される

請求項１３に記載のカメラモジュール。

[請求項16] 前記アポダイズドフィルタの透過率は、４００乃至７００ｎｍの波長域で、光学中心において８０％以上とされ、端部において０．０１％とされる

請求項１３に記載のカメラモジュール。

[請求項17] 前記アポダイズドフィルタの透過率は、４００乃至７００ｎｍの波長域で色付けがなくほぼフラットな特性を示す

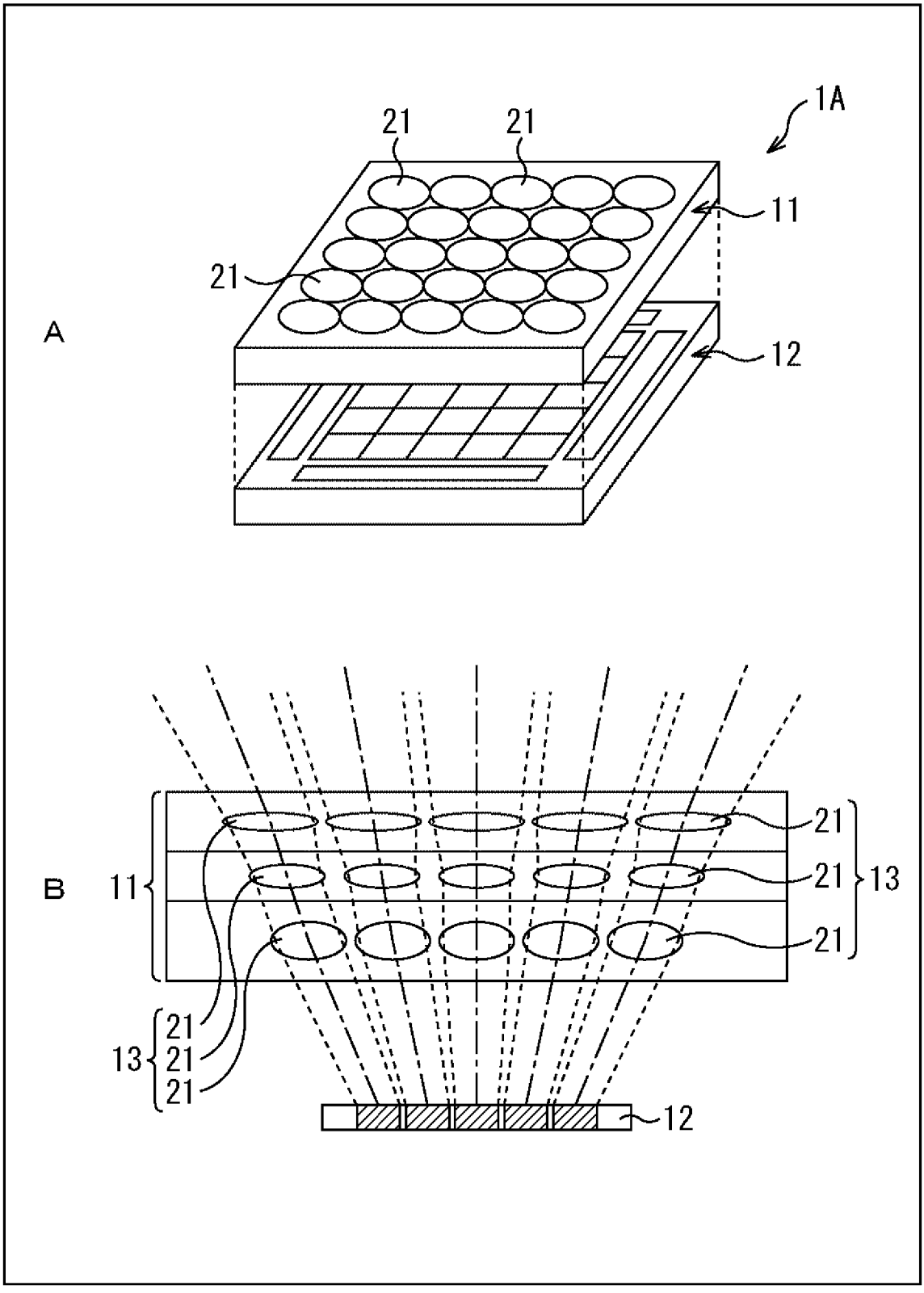
請求項１６に記載のカメラモジュール。

[請求項18] 前記レンズユニットのF値は、Ｆ２．０以下とされる
請求項１に記載のカメラモジュール。

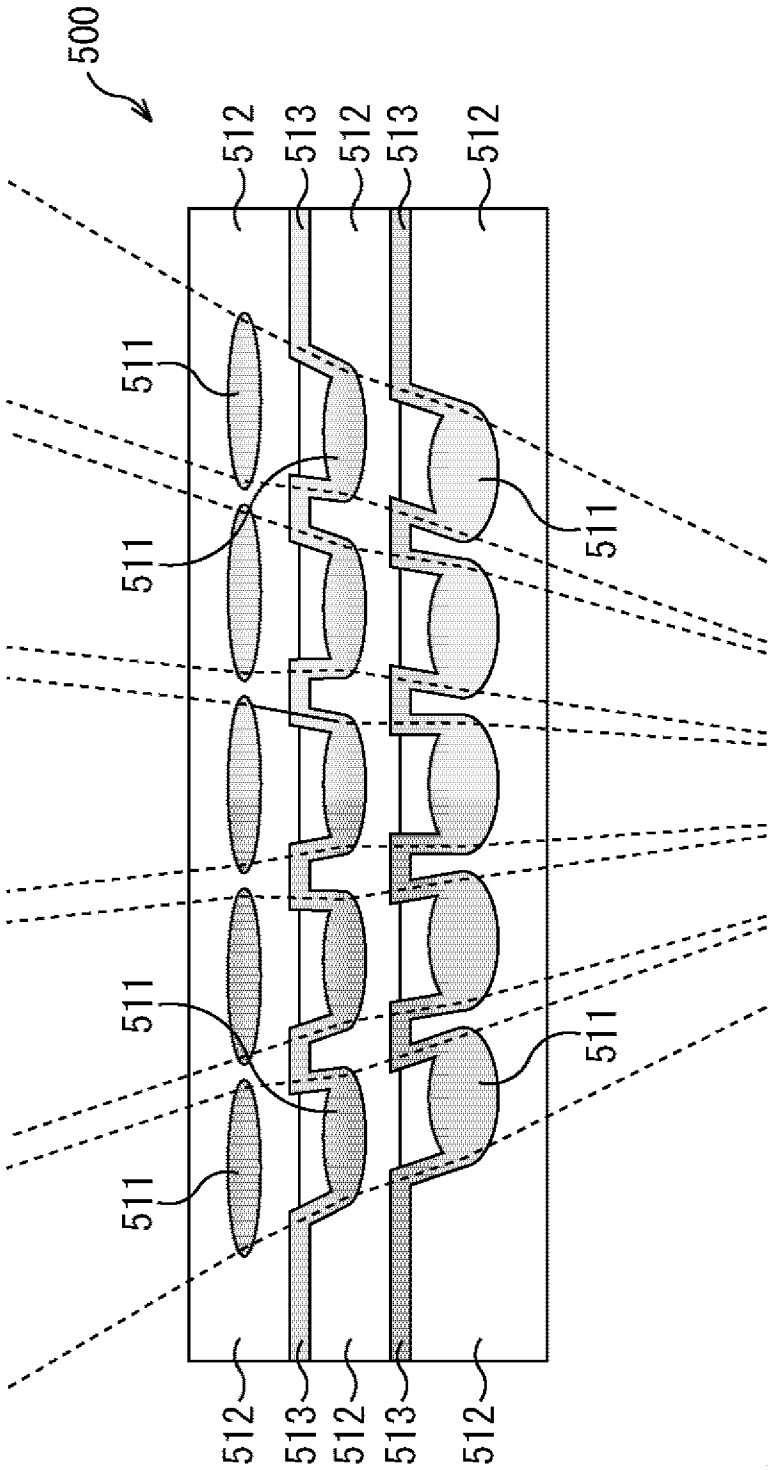
[請求項19] イメージセンサと、前記イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットとの間に少なくとも１の屈折率調整層を形成する
ステップを含むカメラモジュールの製造方法。

[請求項20] イメージセンサと、
前記イメージセンサの受光面上に設けられるレンズユニットと、
前記イメージセンサと前記レンズユニットとの間に形成された少なくとも１の屈折率調整層とを有するカメラモジュール
を備える電子機器。

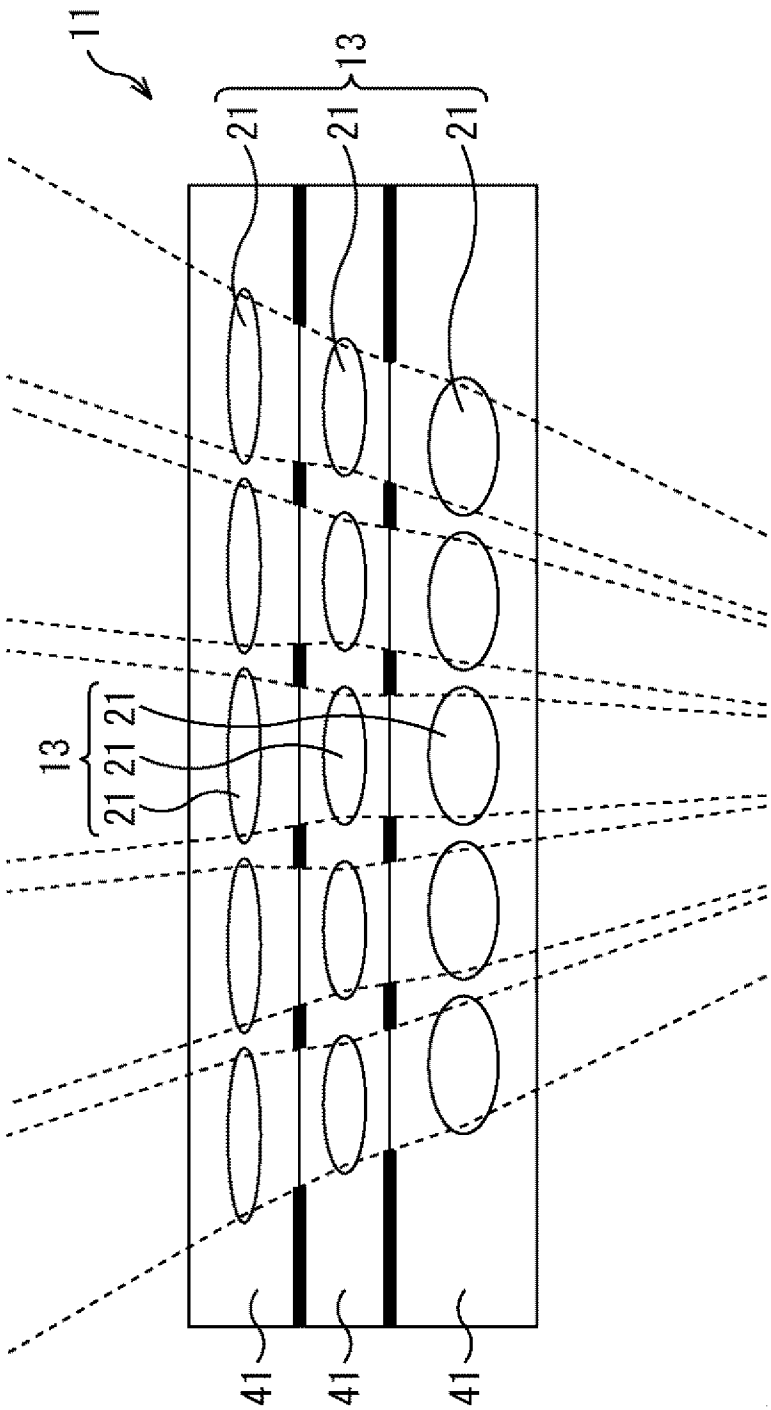
[図1]
FIG. 1



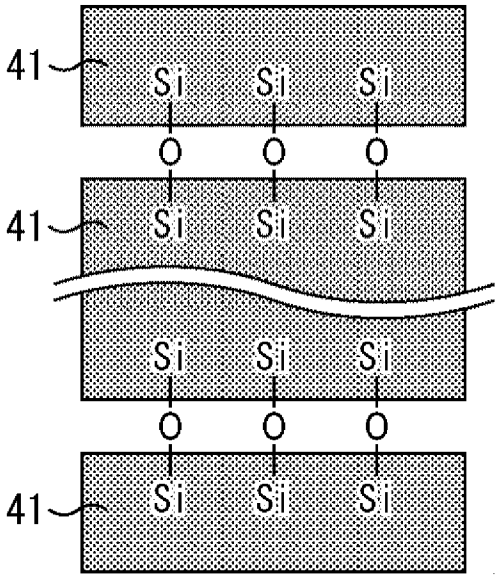
[図2]
FIG. 2



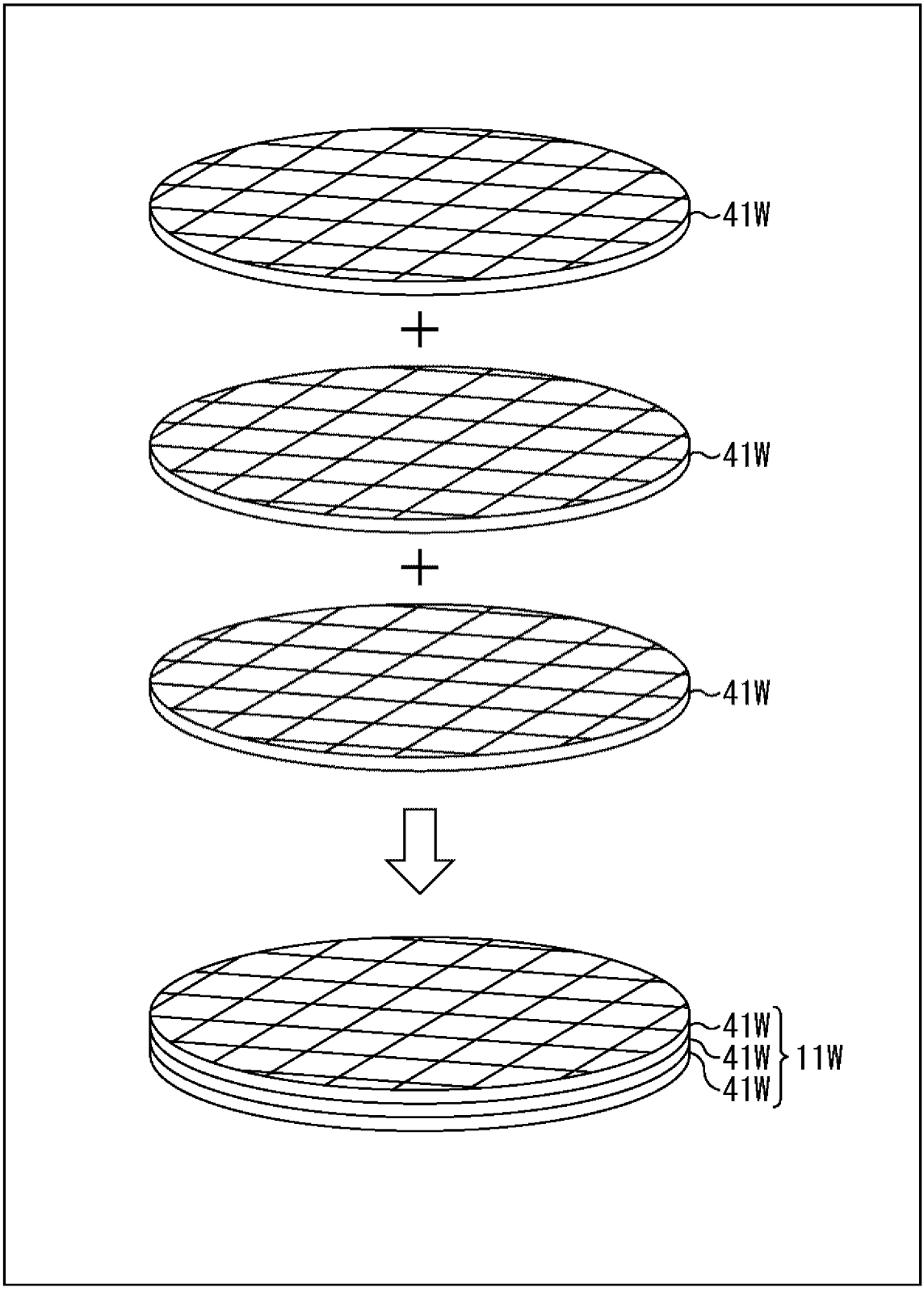
[図3]
FIG. 3



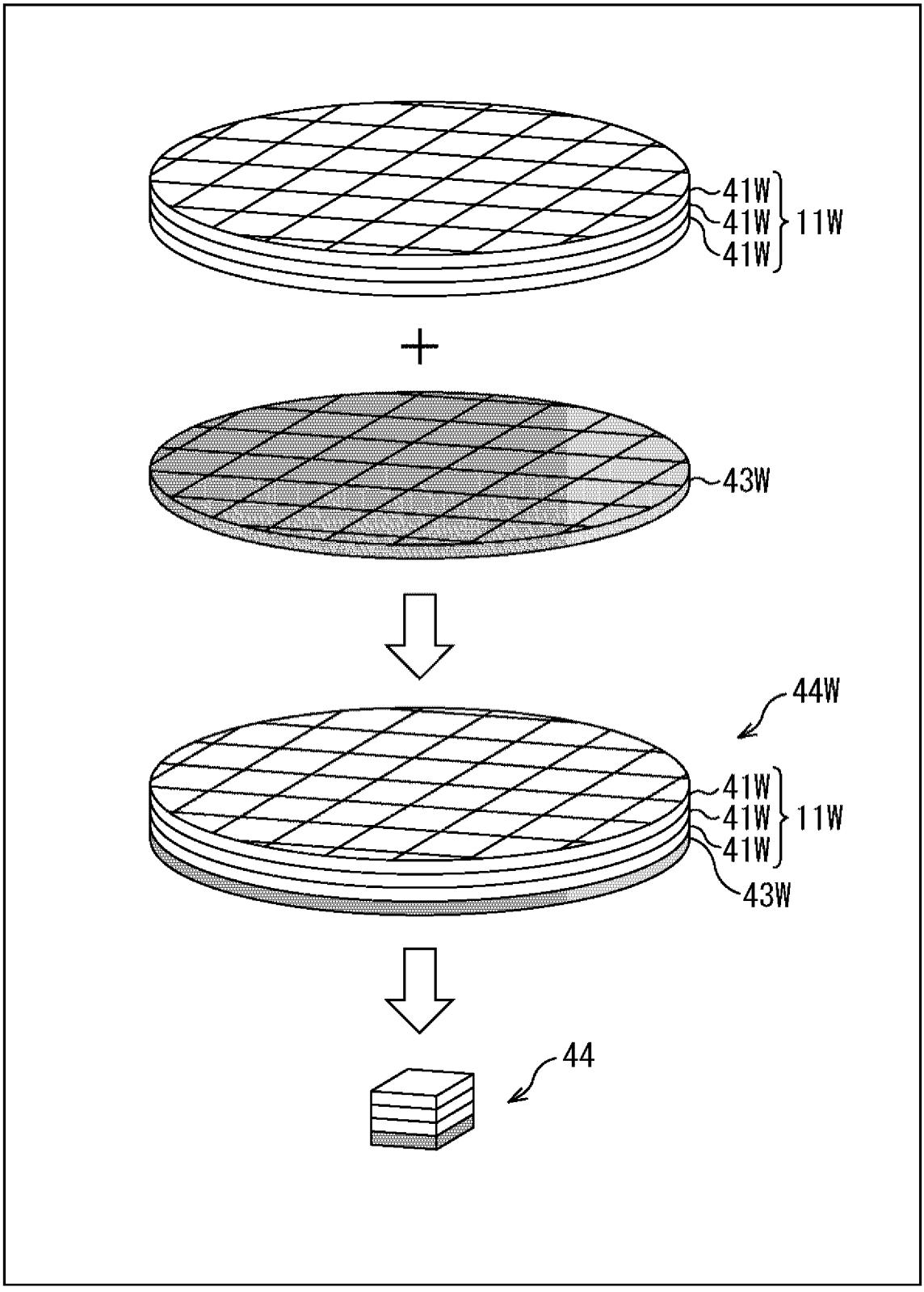
[図4]
FIG. 4



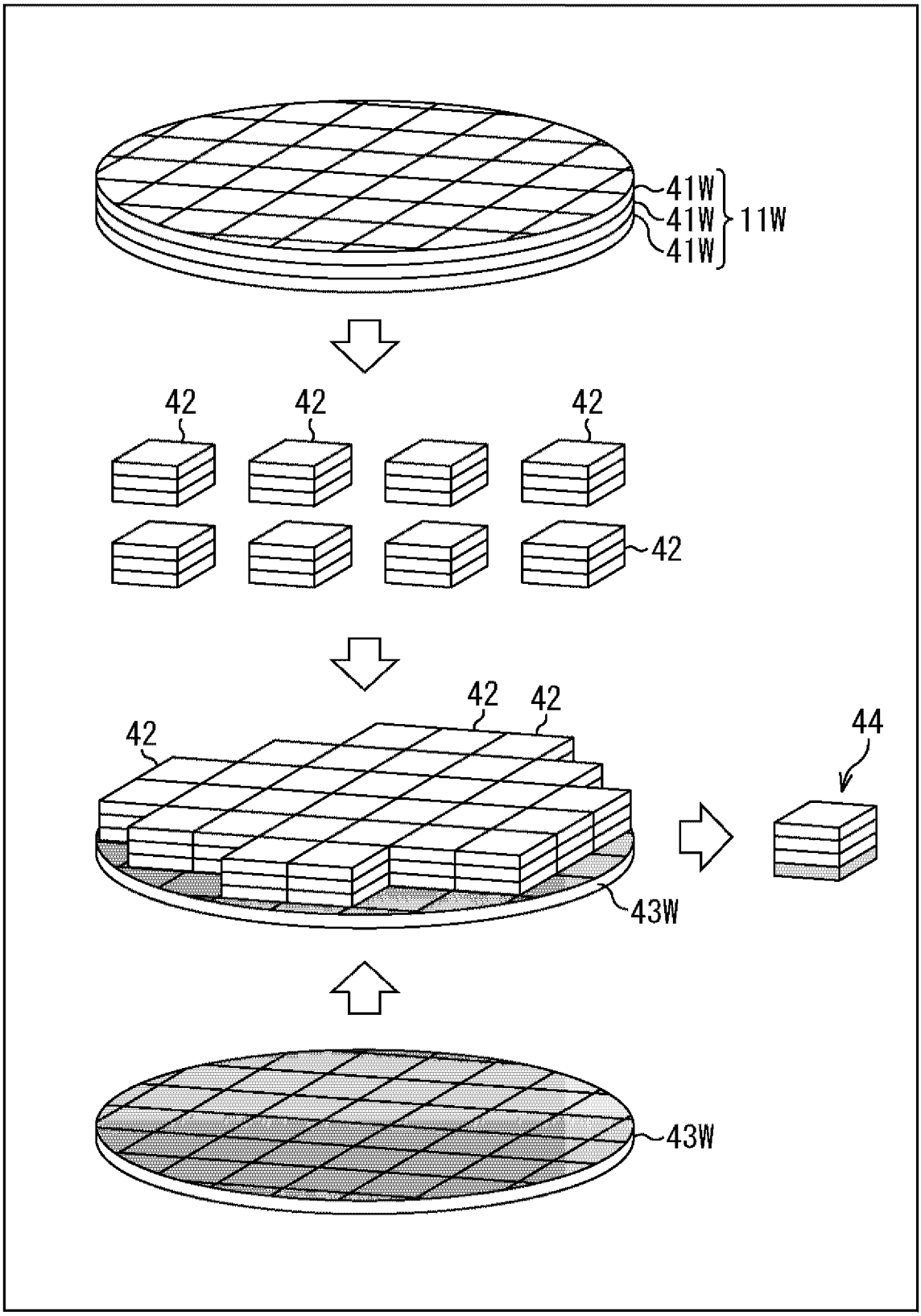
[図5]
FIG. 5



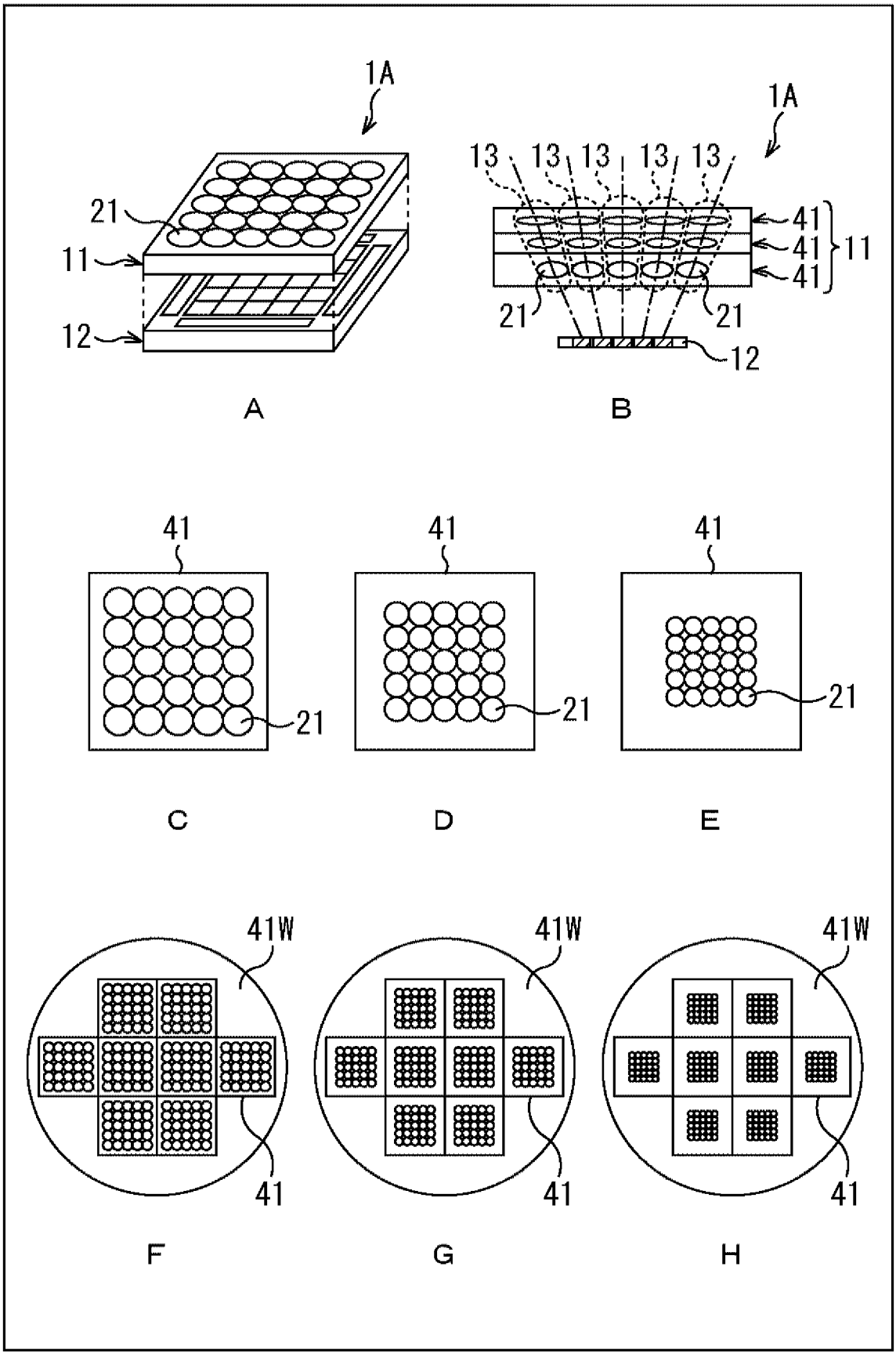
[図6]
FIG. 6



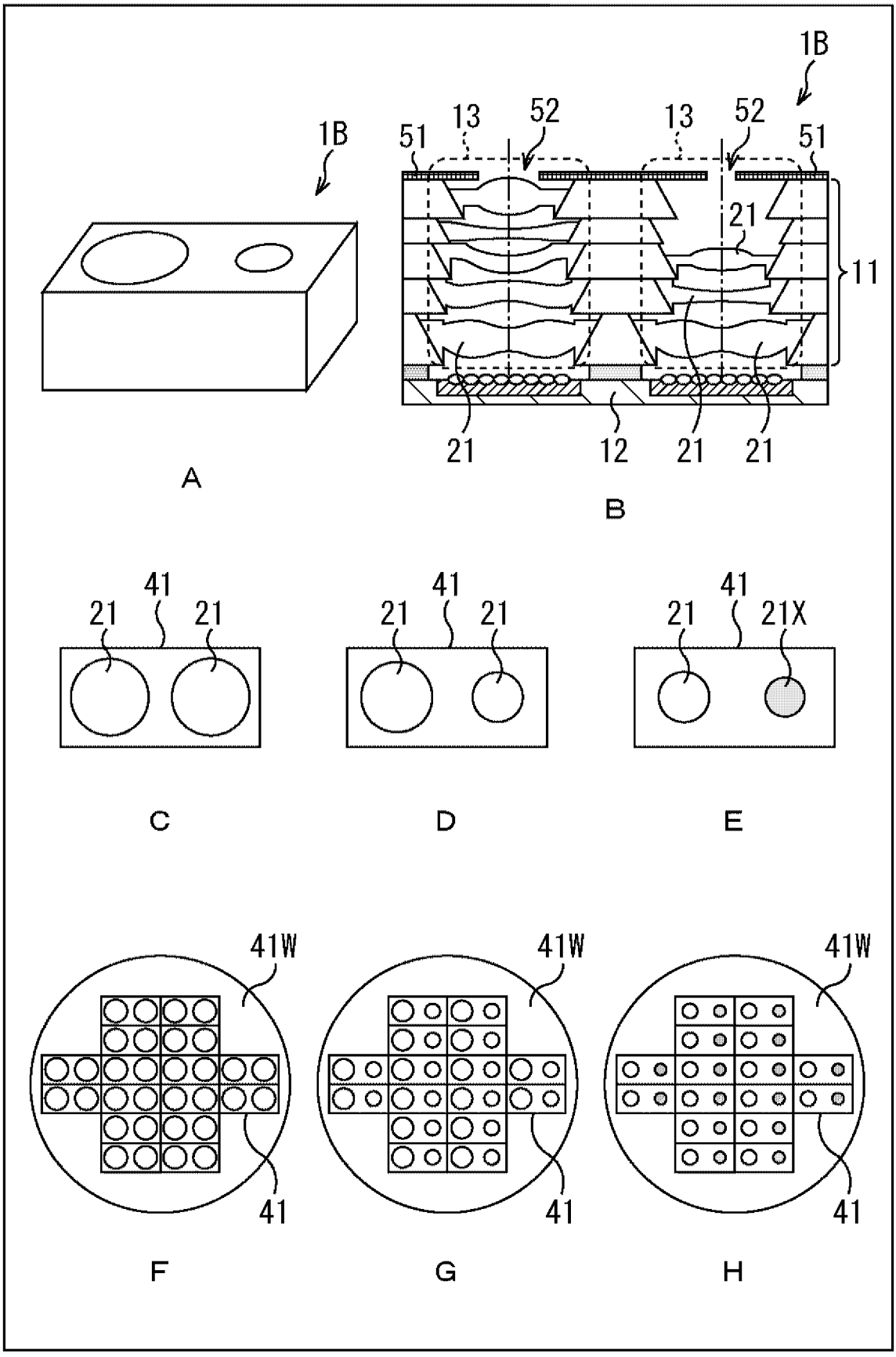
[図7]
FIG. 7



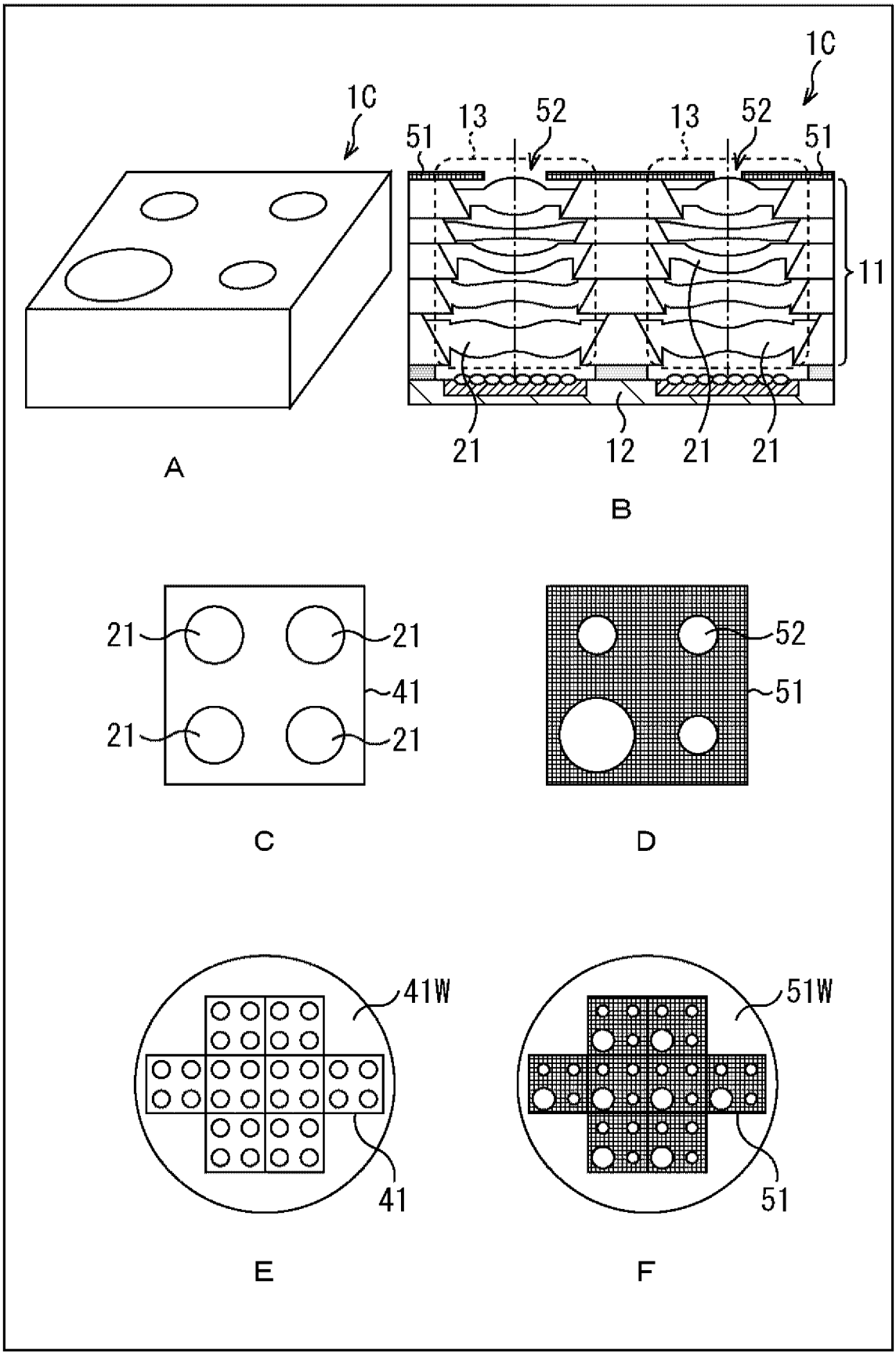
[図8]
FIG. 8


1A
21
11
12
A
1A
13
13
13
13
13
41
41
41
11
21
21
12
B
41
21
C
41
21
D
41
21
E
41W
41
F
41W
41
G
41W
41
H

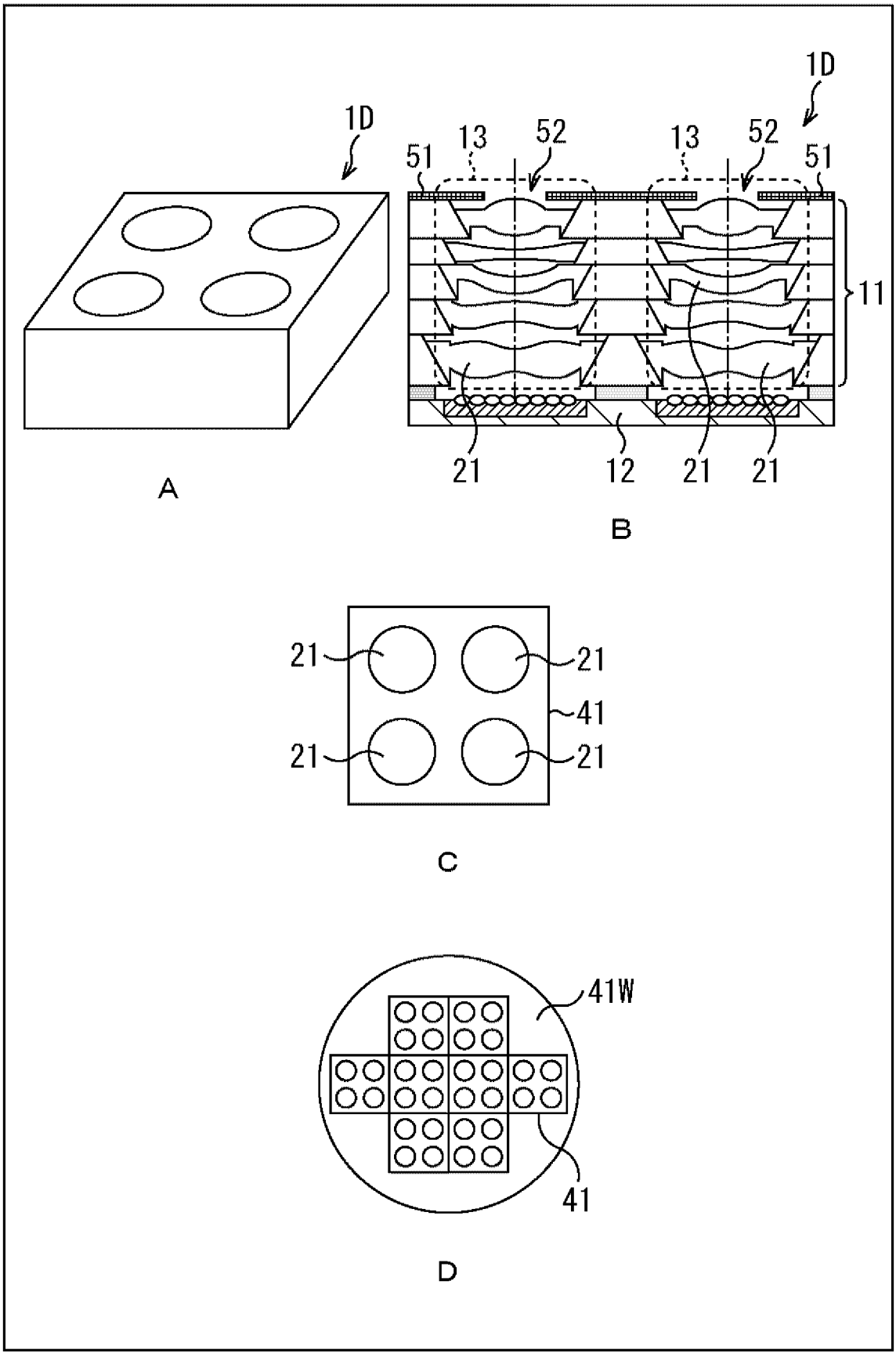
[図9]
FIG. 9


1B
A
1B
51
13
52
13
52
51
21
11
21
12
21
21
B
41
21
21
C
41
21
21
D
41
21
21X
E
41W
41
F
41W
41
G
41W
41
H

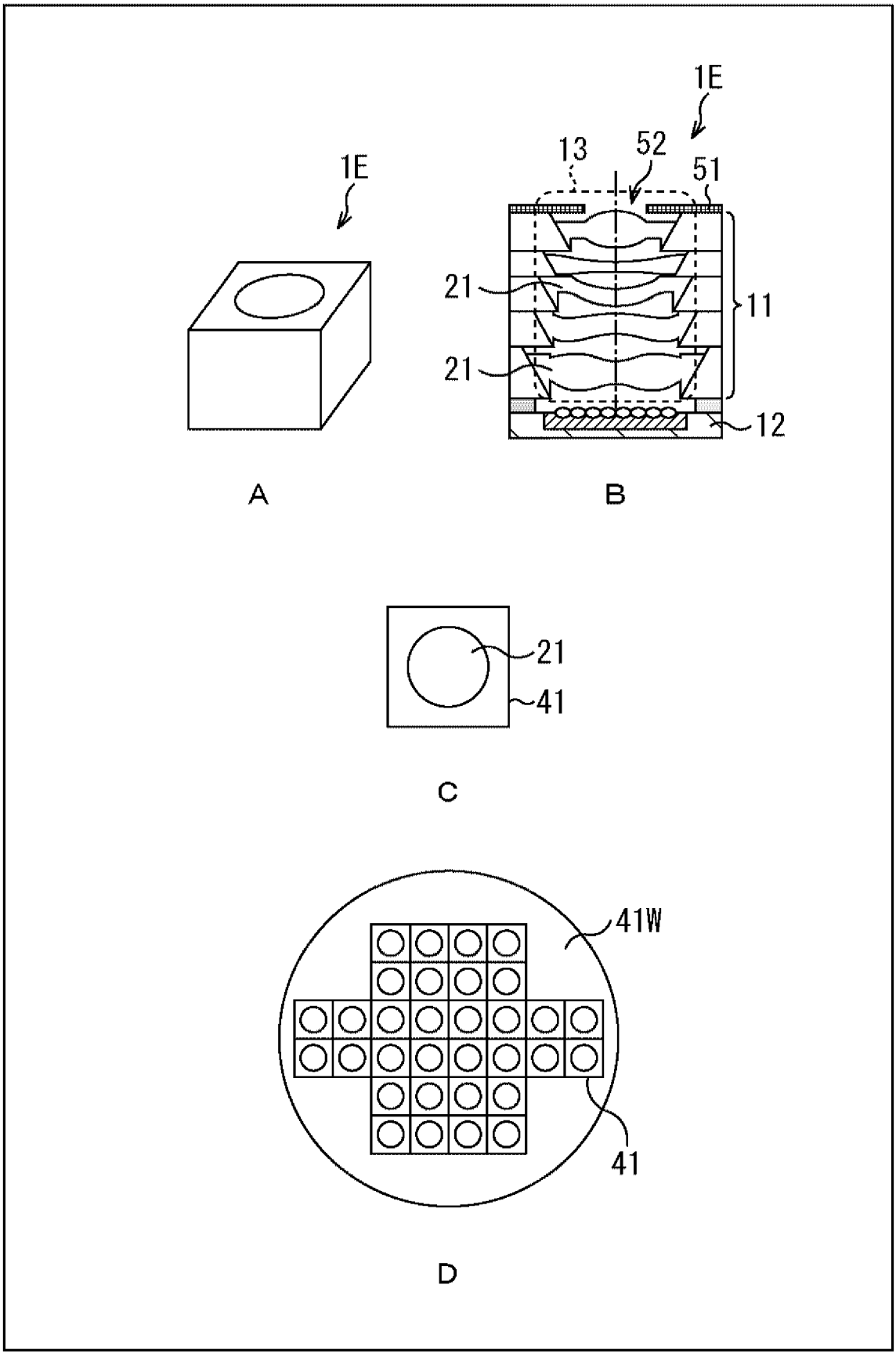
[図10]
FIG. 10


1C
1C
13
52
13
52
51
51
11
21
12
21
21
A
B
21
21
41
21
21
52
51
C
D
41W
51W
41
51
E
F

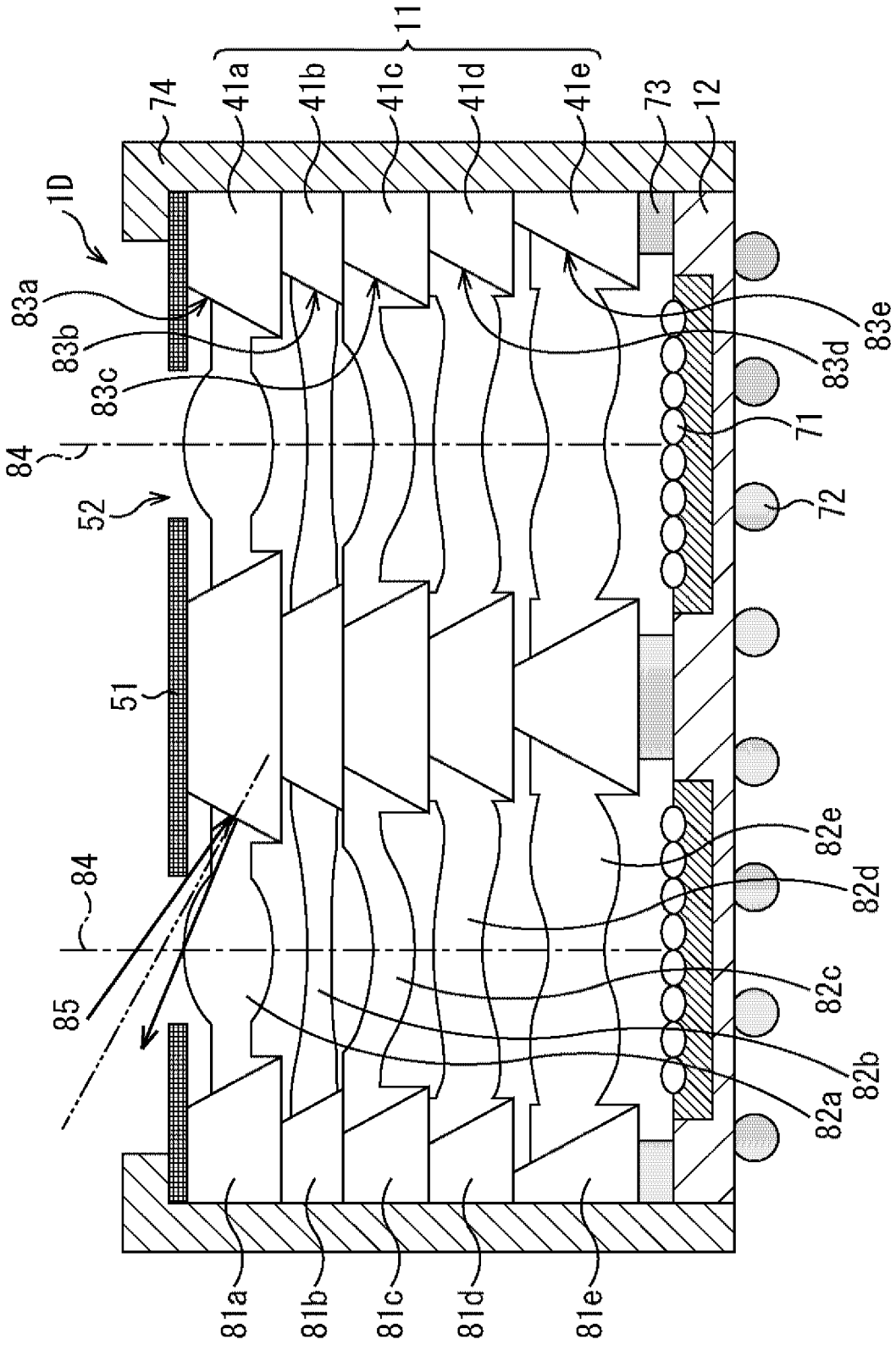
[図11]
FIG. 11



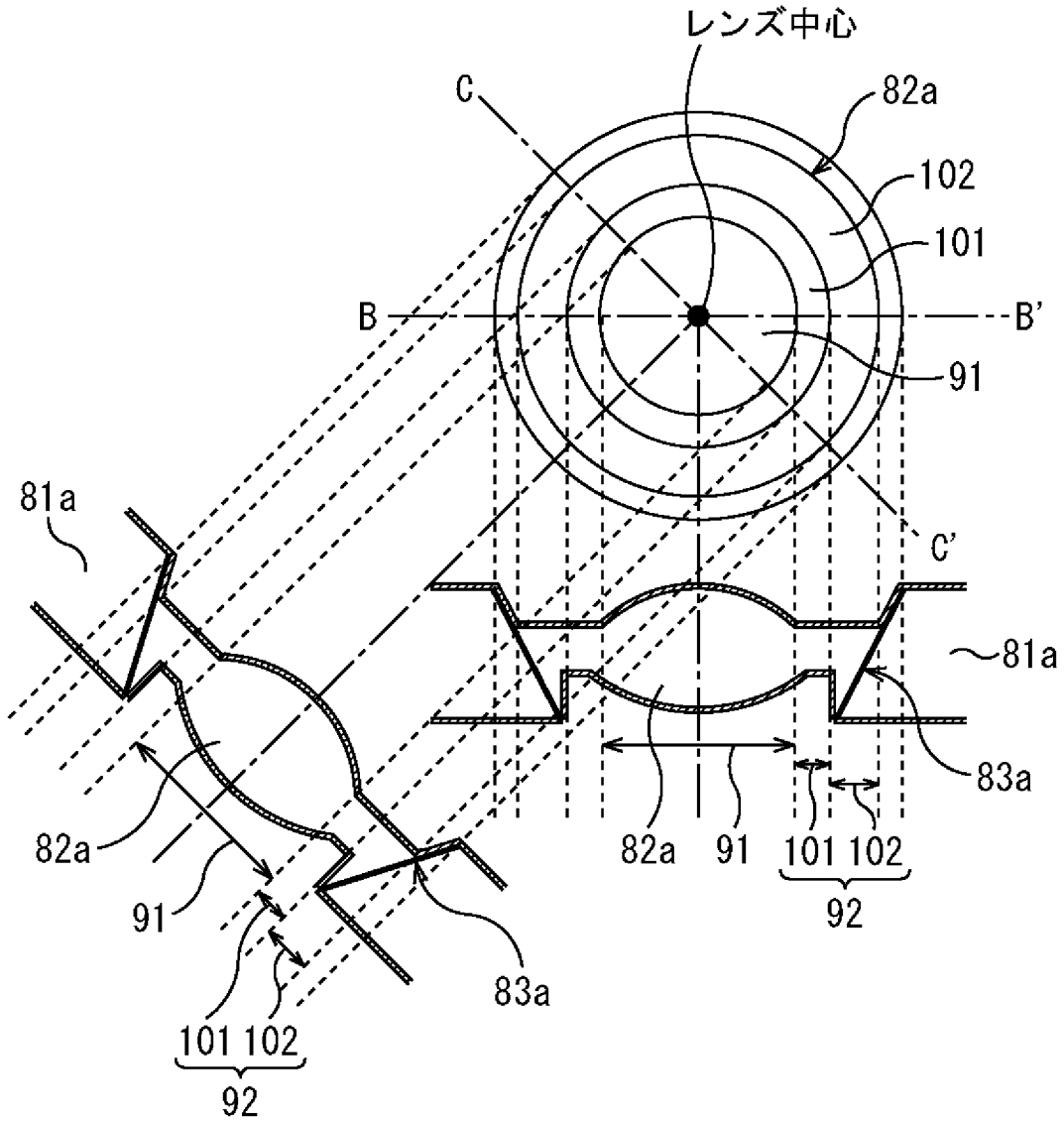
[図12]
FIG. 12



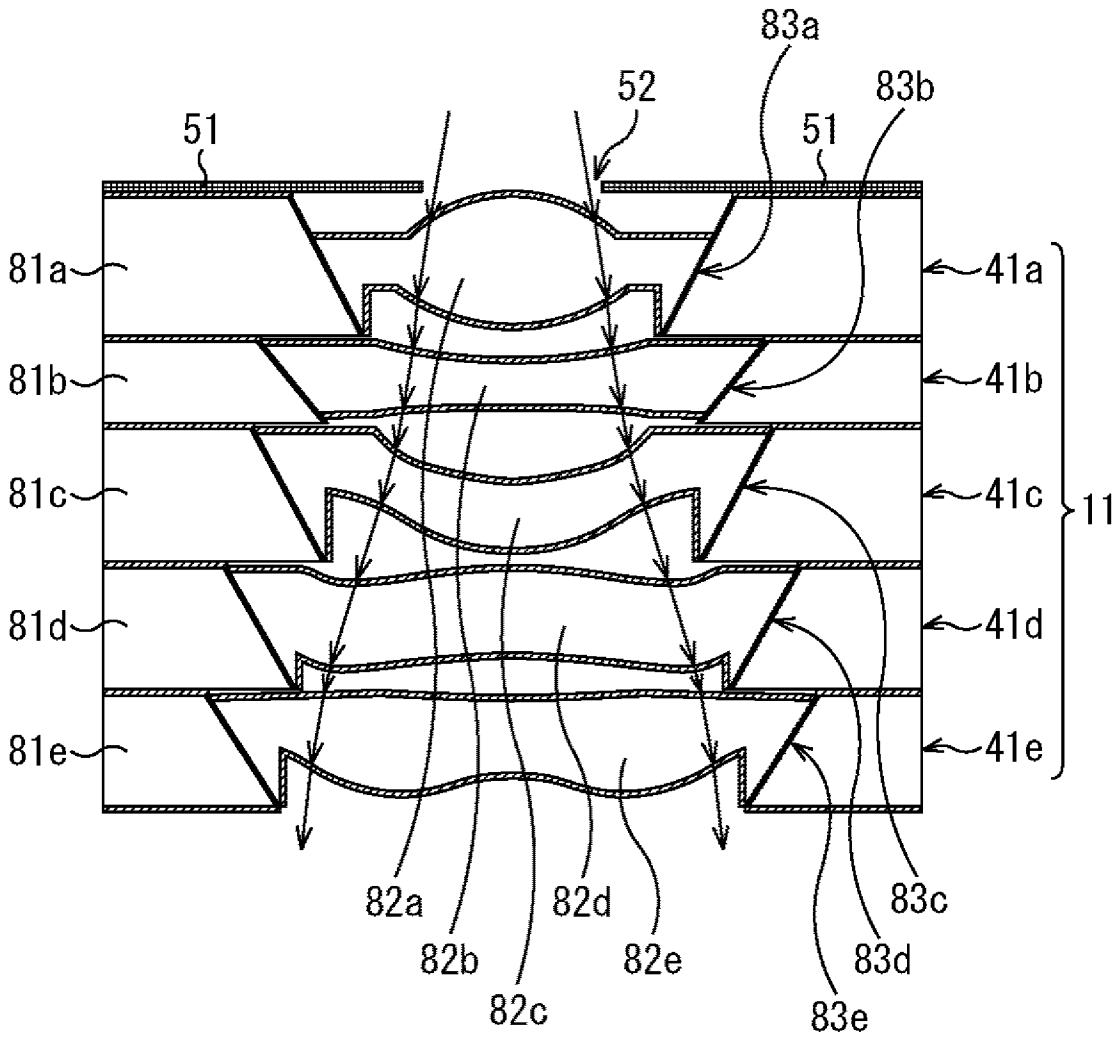
[図13]
FIG. 13


11
74
41a
41b
41c
41d
41e
73
12
1D
83a
83b
83c
83d
83e
84
71
72
52
51
84
85
82e
82d
82c
82b
82a
81a
81b
81c
81d
81e

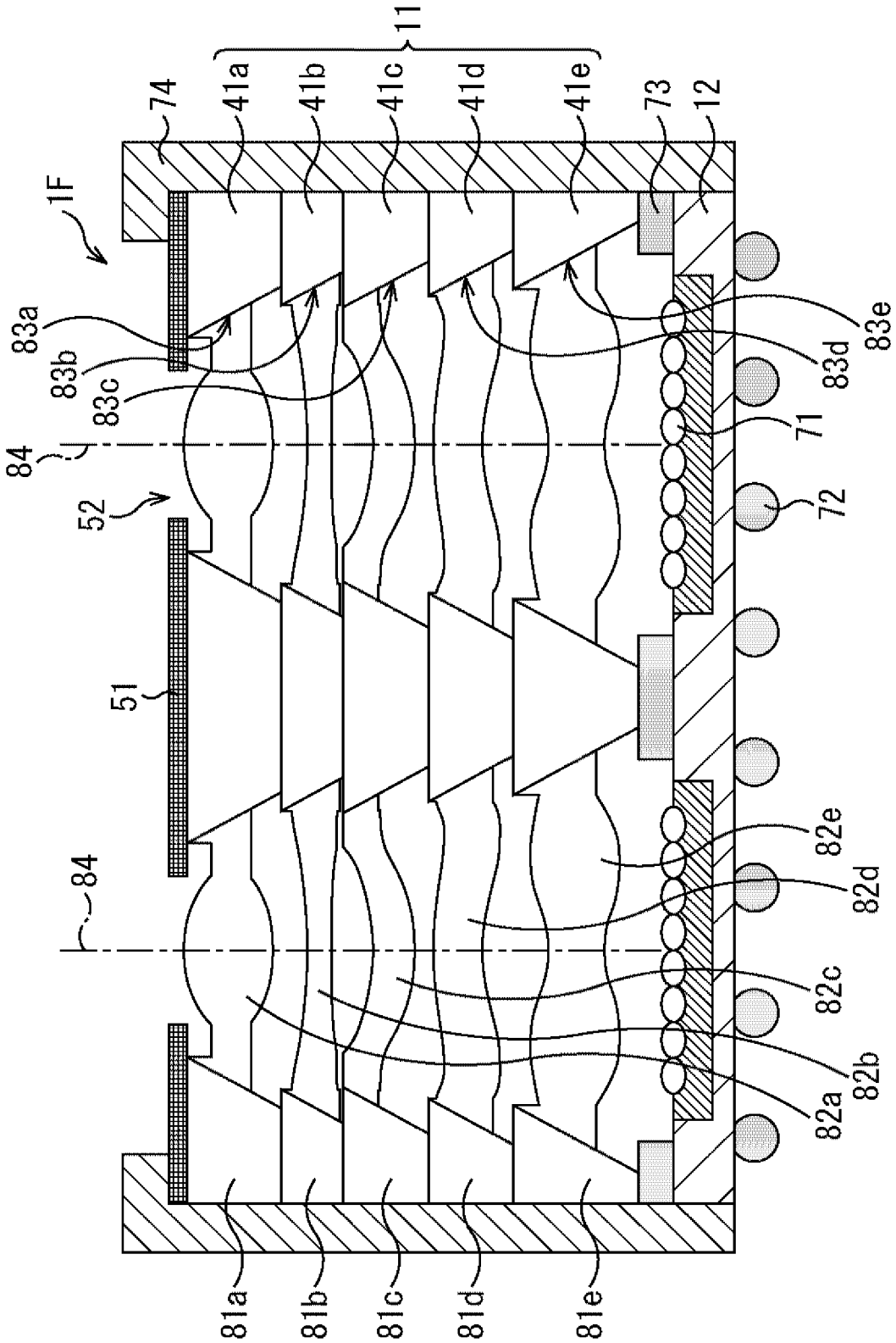
[図14]
FIG. 14


レンズ中心
C
82a
102
101
B
B'
91
81a
C'
81a
83a
82a
91
101 102
92
82a
91
101 102
92
83a

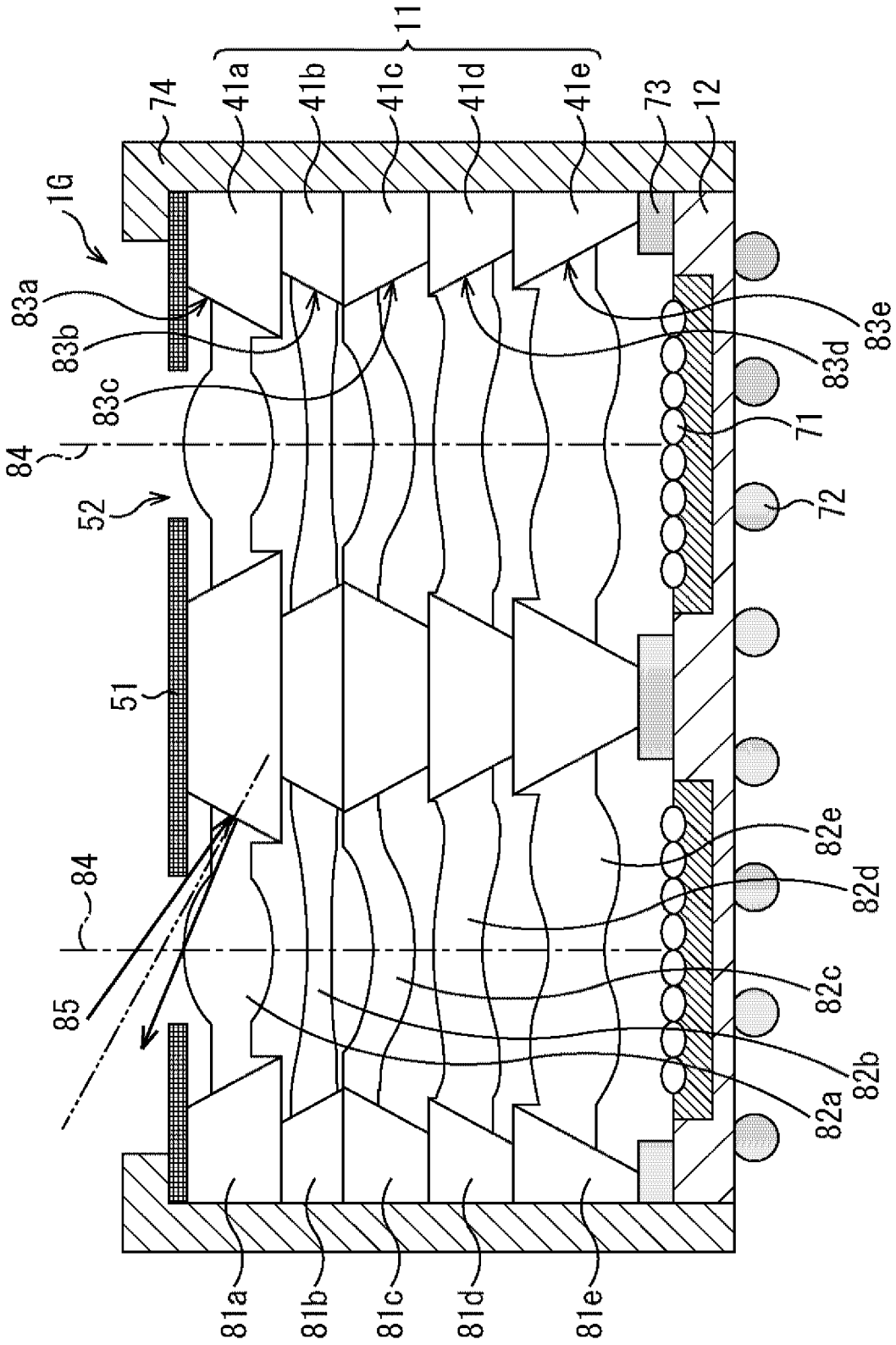
[図15]
FIG. 15


83a
52
83b
51
51
81a
81b
81c
81d
81e
41a
41b
41c
41d
41e
11
82a
82b
82c
82d
82e
83c
83d
83e

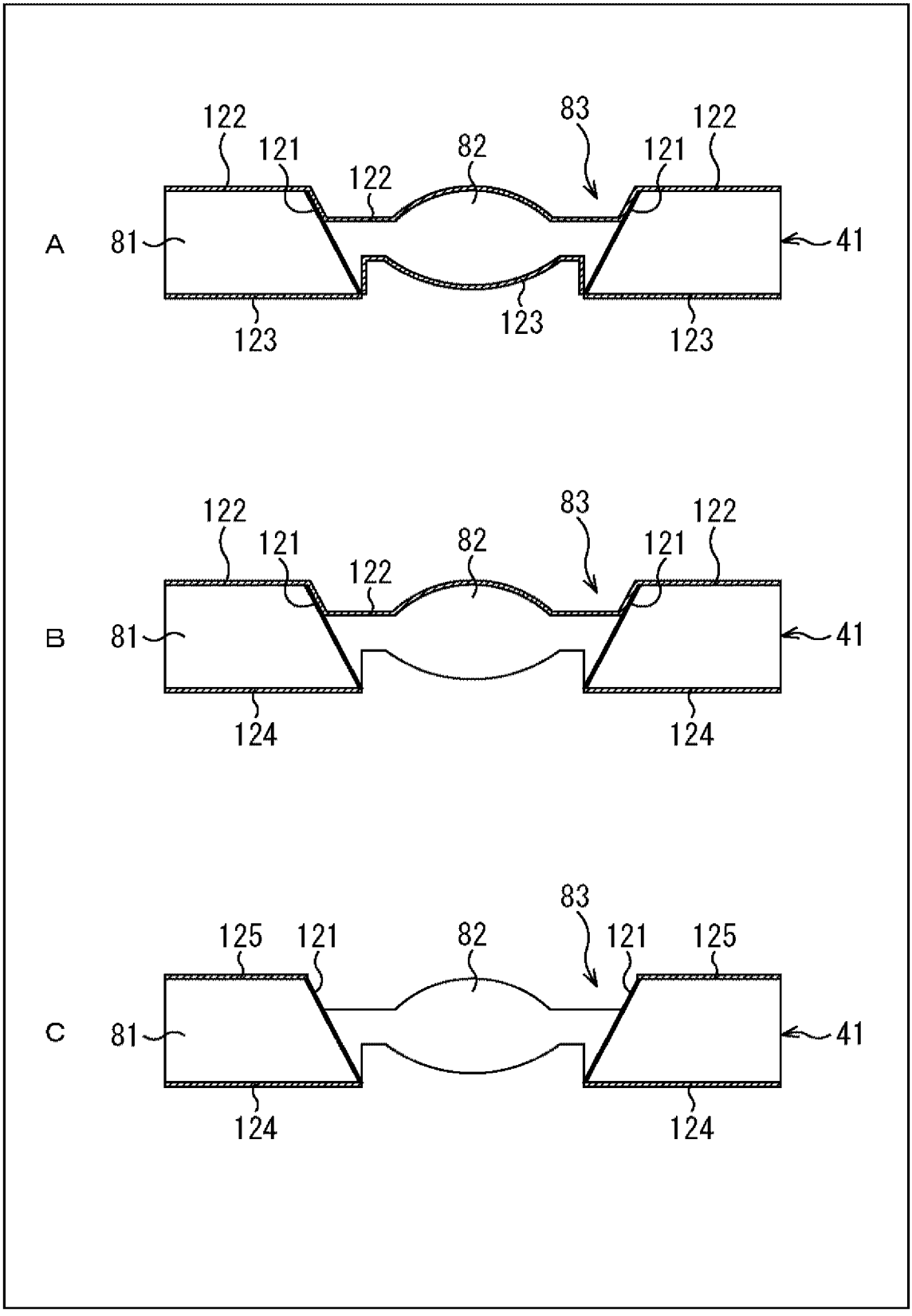
[図16]
FIG. 16


11
74
41a
41b
41c
41d
41e
73
12
1F
83a
83b
83c
83d
83e
84
71
72
52
51
84
82e
82d
82c
82b
82a
81a
81b
81c
81d
81e

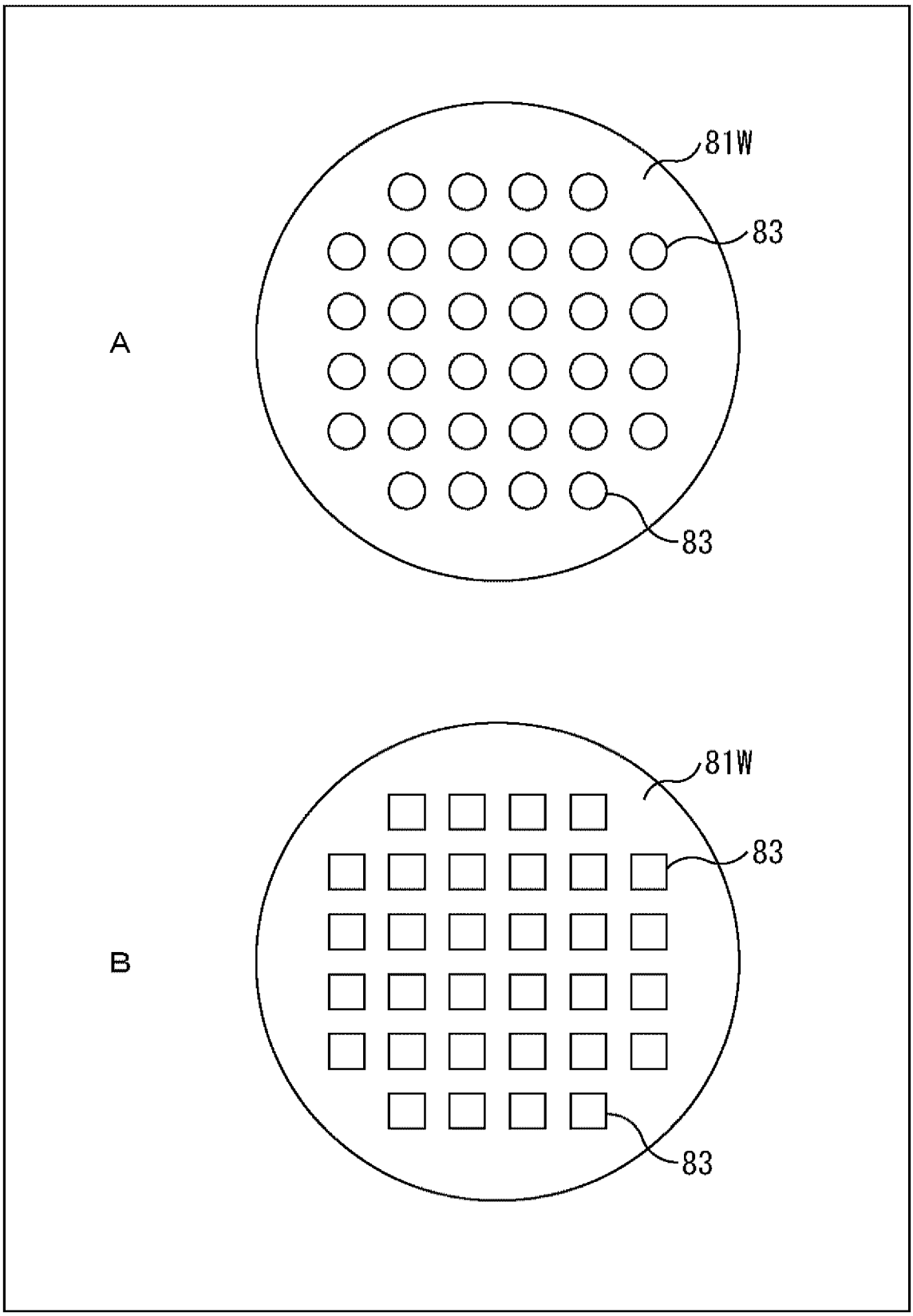
[図17]
FIG. 17


11
74
41a
41b
41c
41d
41e
73
12
1G
83a
83b
83c
83d
83e
84
71
72
52
51
84
85
82e
82d
82c
82b
82a
81a
81b
81c
81d
81e

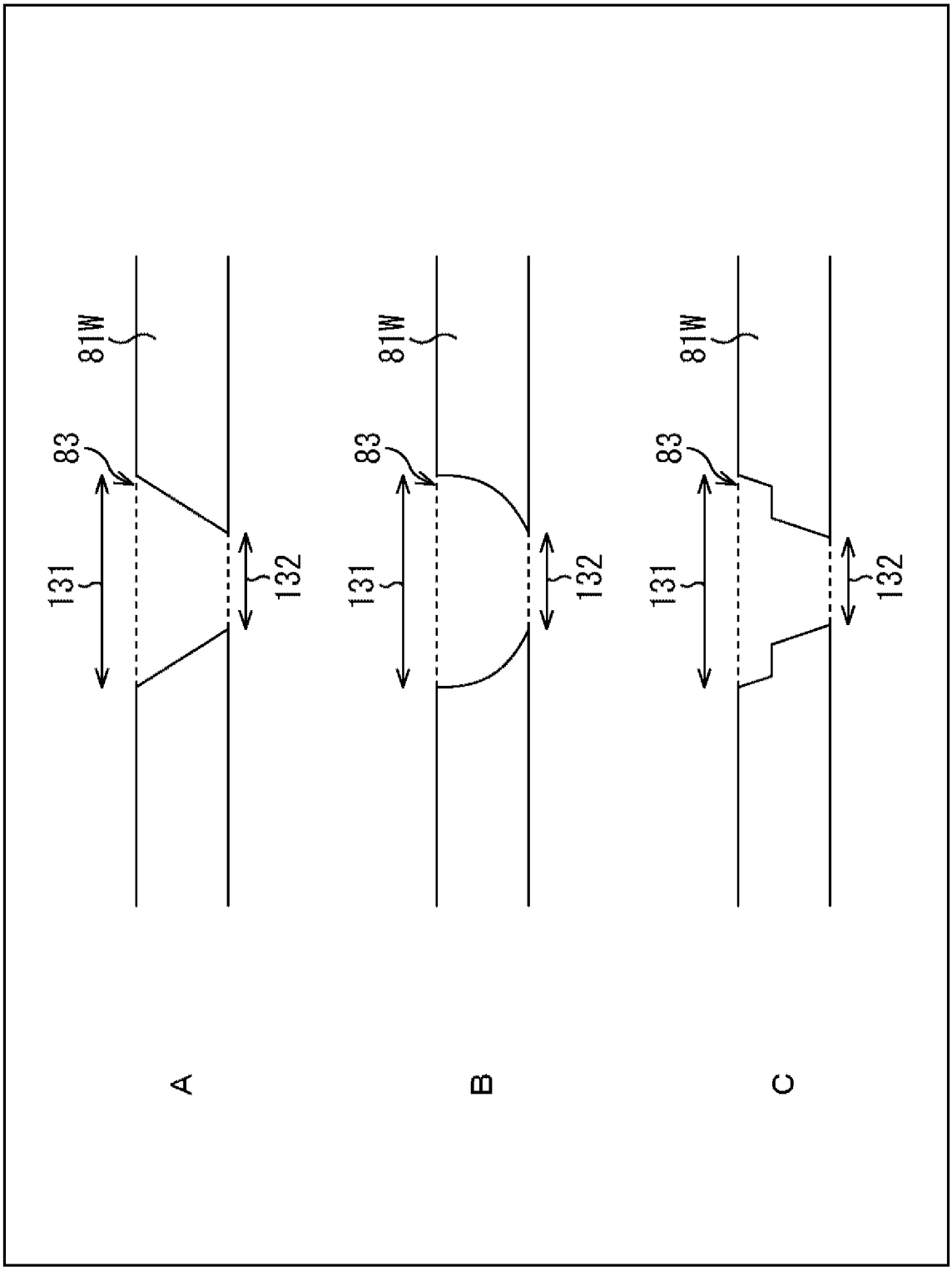
[図18]
FIG. 18



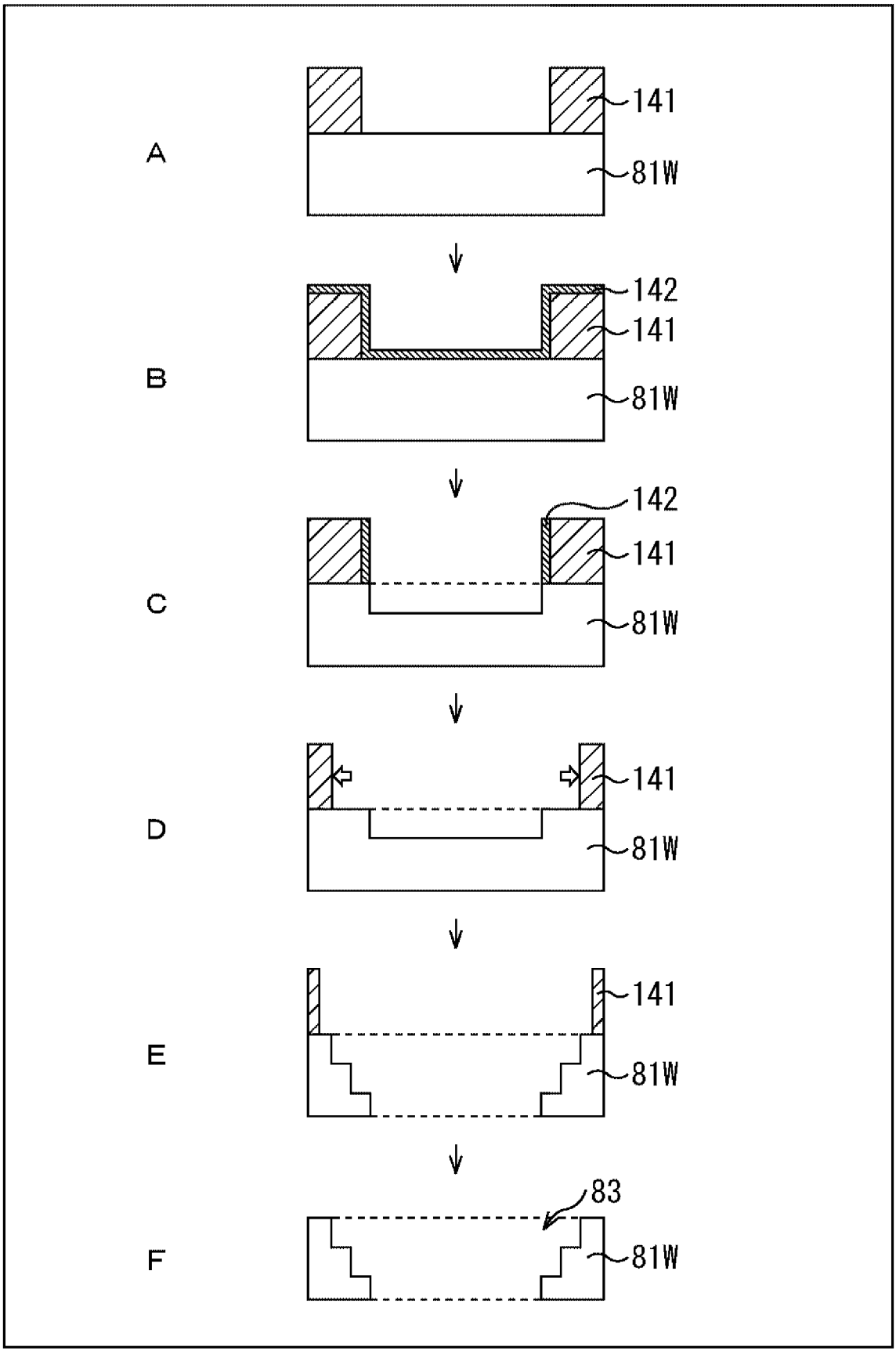
[図19]
FIG. 19



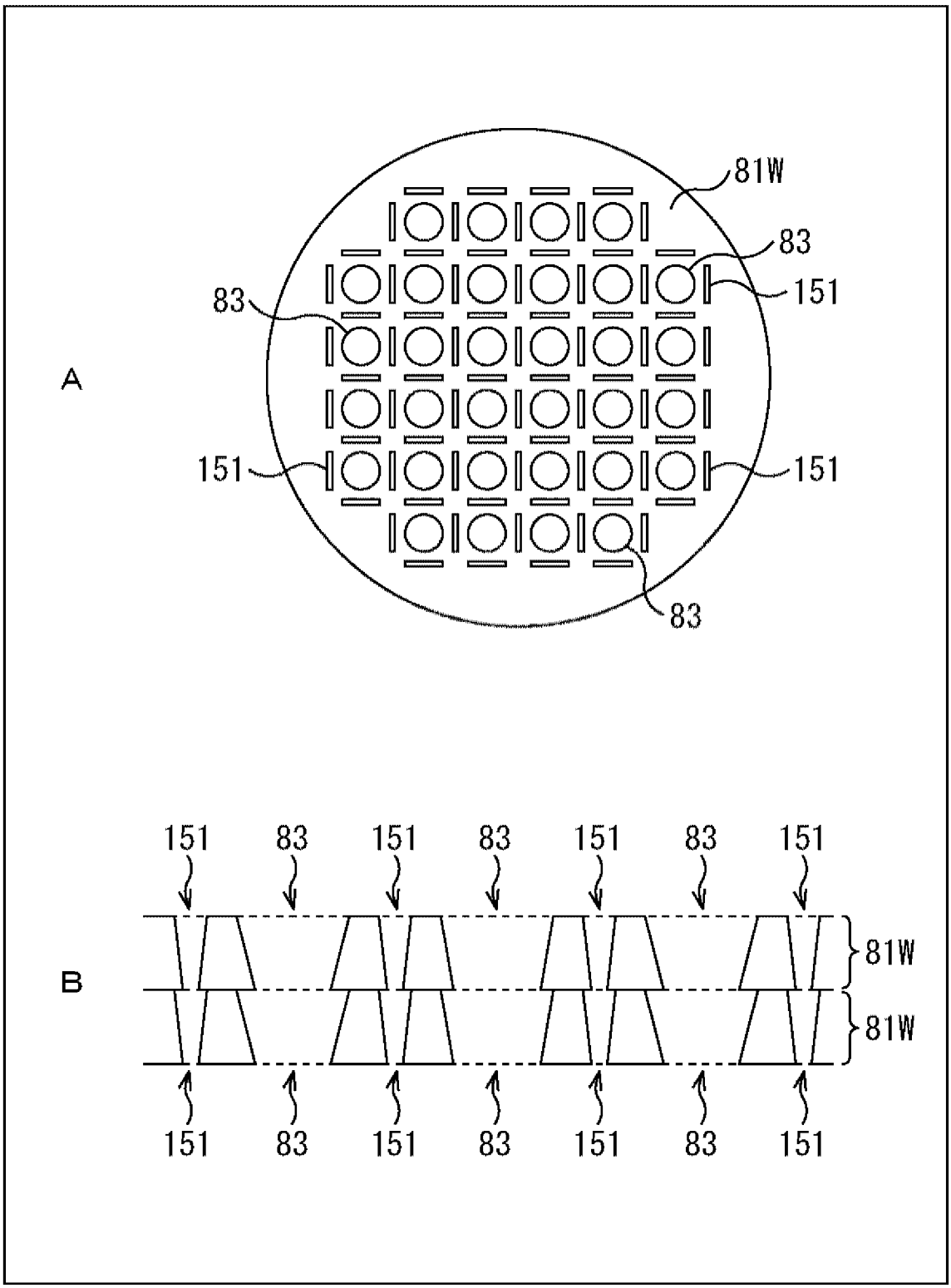
[図20]
FIG. 20



[図21]
FIG. 21

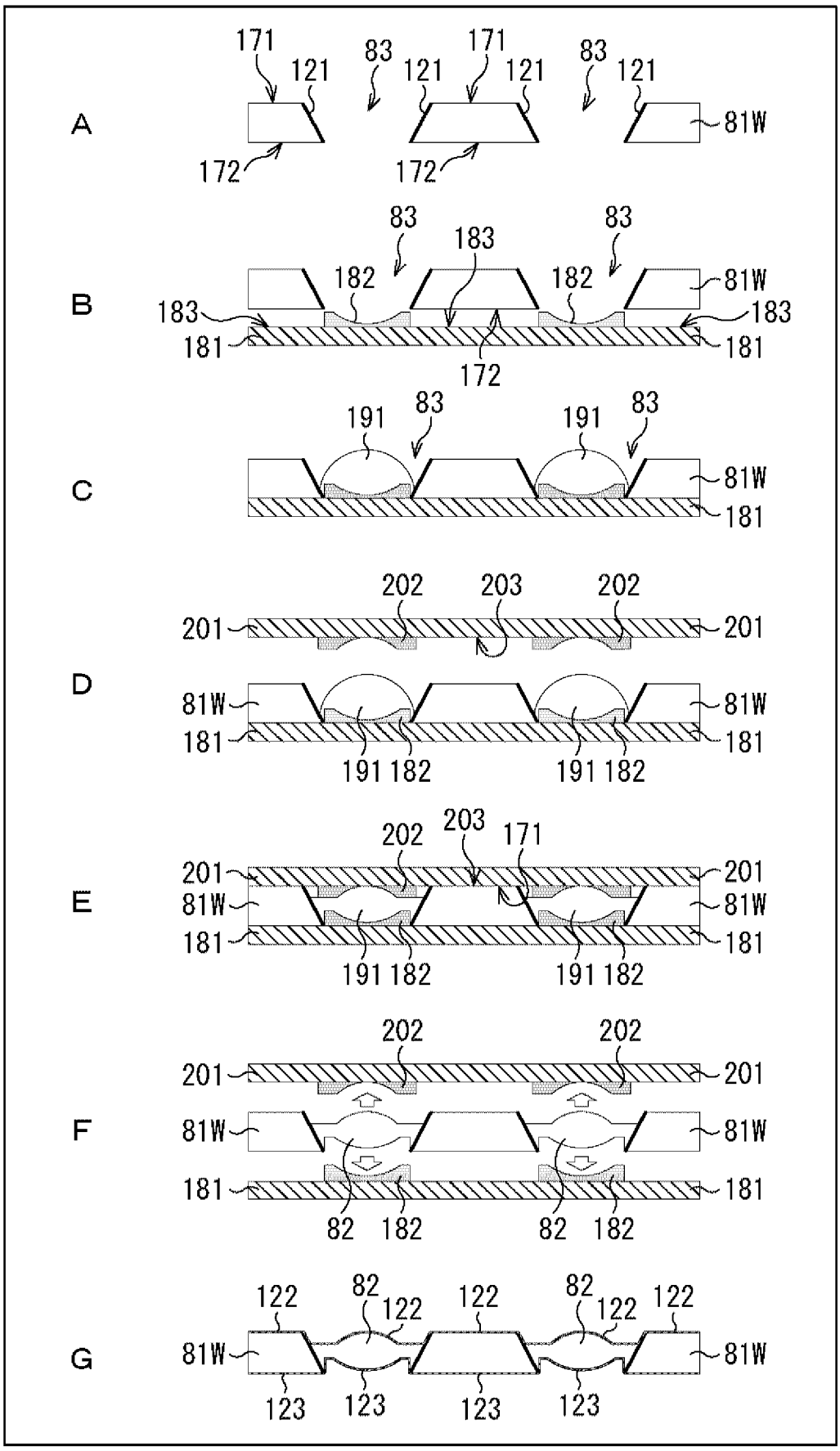


[図22]
FIG. 22

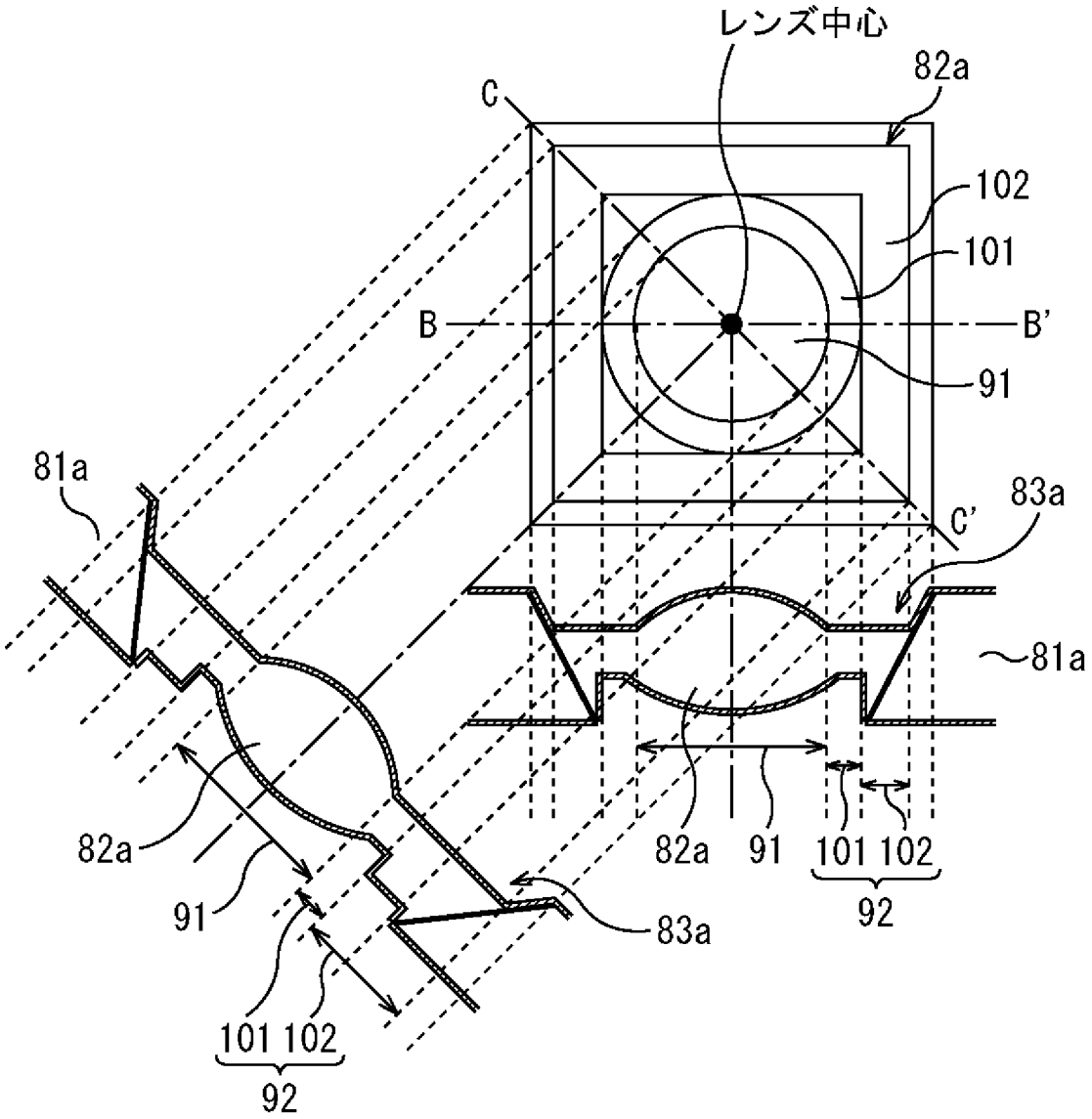

A
81W
83
151
83
151
151
83
B
151
83
151
83
151
83
151
81W
81W
151
83
151
83
151
83
151

[図23]

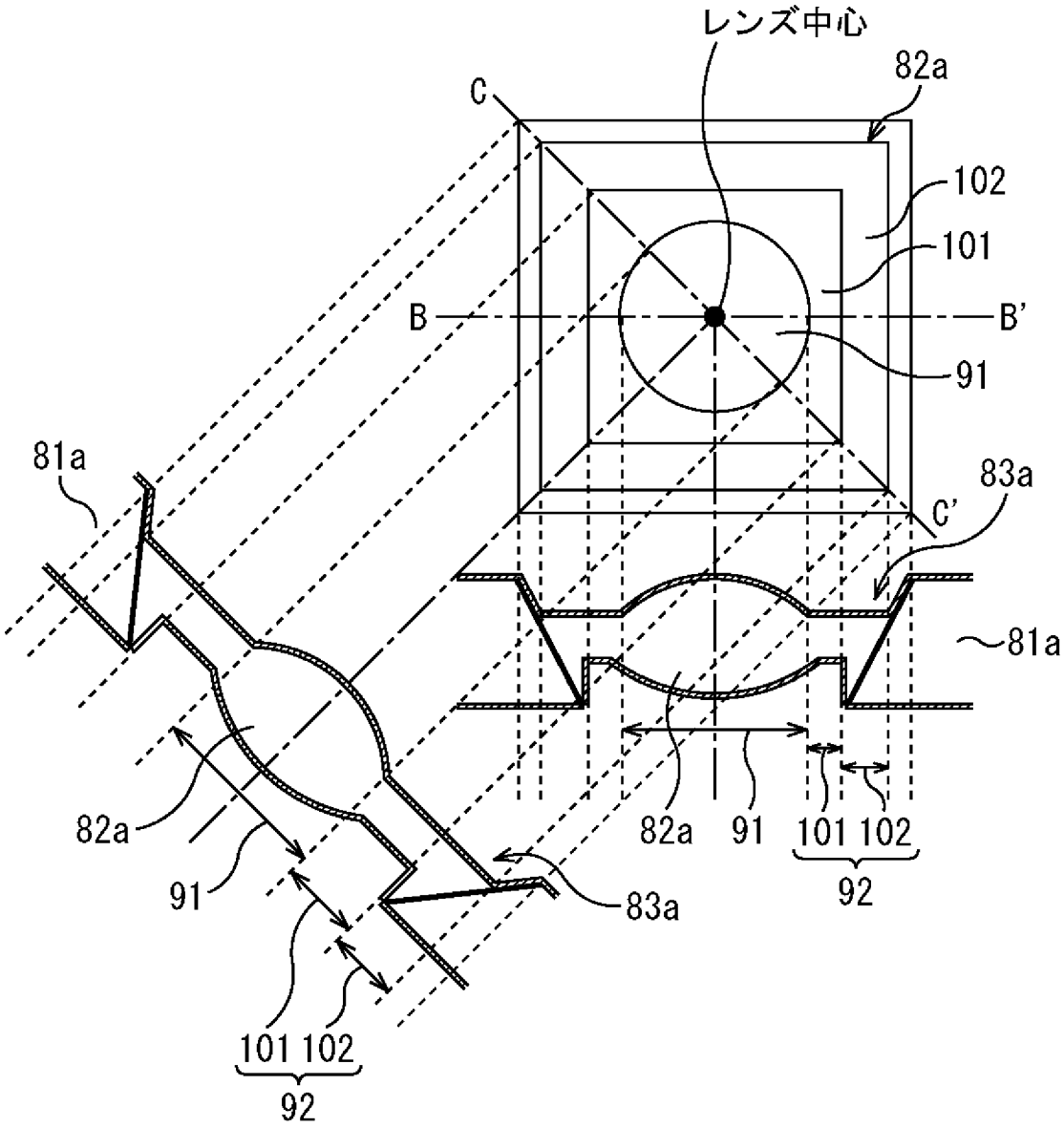
FIG. 23


A
171
121
83
121
171
121
83
121
81W
172
172
B
83
183
83
182
182
81W
183
183
181
181
172
C
191
83
191
83
81W
181
D
202
203
202
201
201
81W
81W
181
181
191
182
191
182
E
202
203
171
201
201
81W
81W
181
181
191
182
191
182
F
202
202
201
201
81W
81W
181
181
82
182
82
182
G
122
82
122
122
82
122
122
81W
81W
123
123
123
123

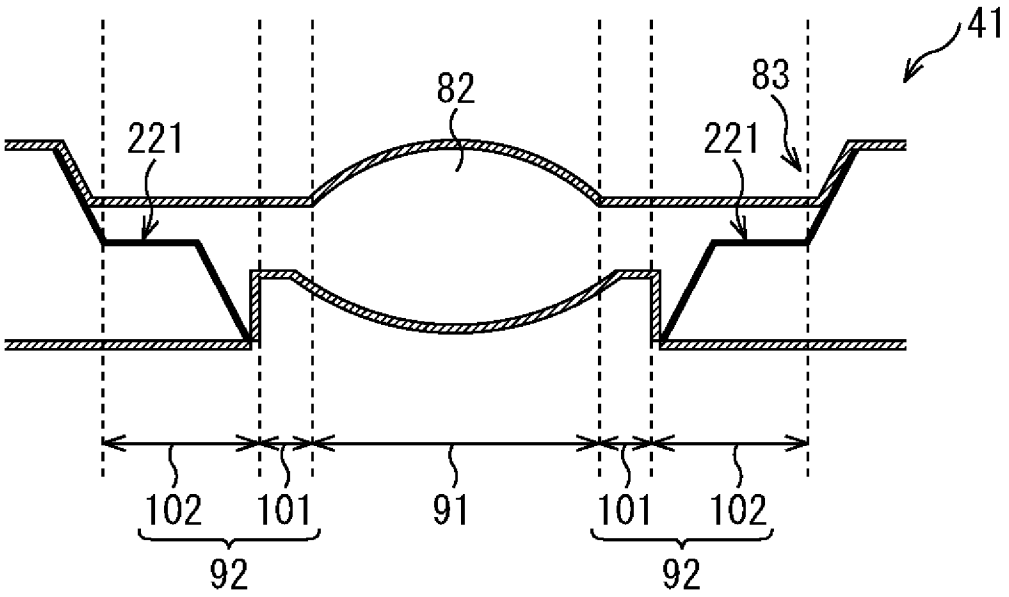
[図24]
FIG. 24


レンズ中心
82a
C
102
101
B
B'
91
81a
83a
C'
81a
82a
91
82a
91
101 102
92
83a
101 102
92

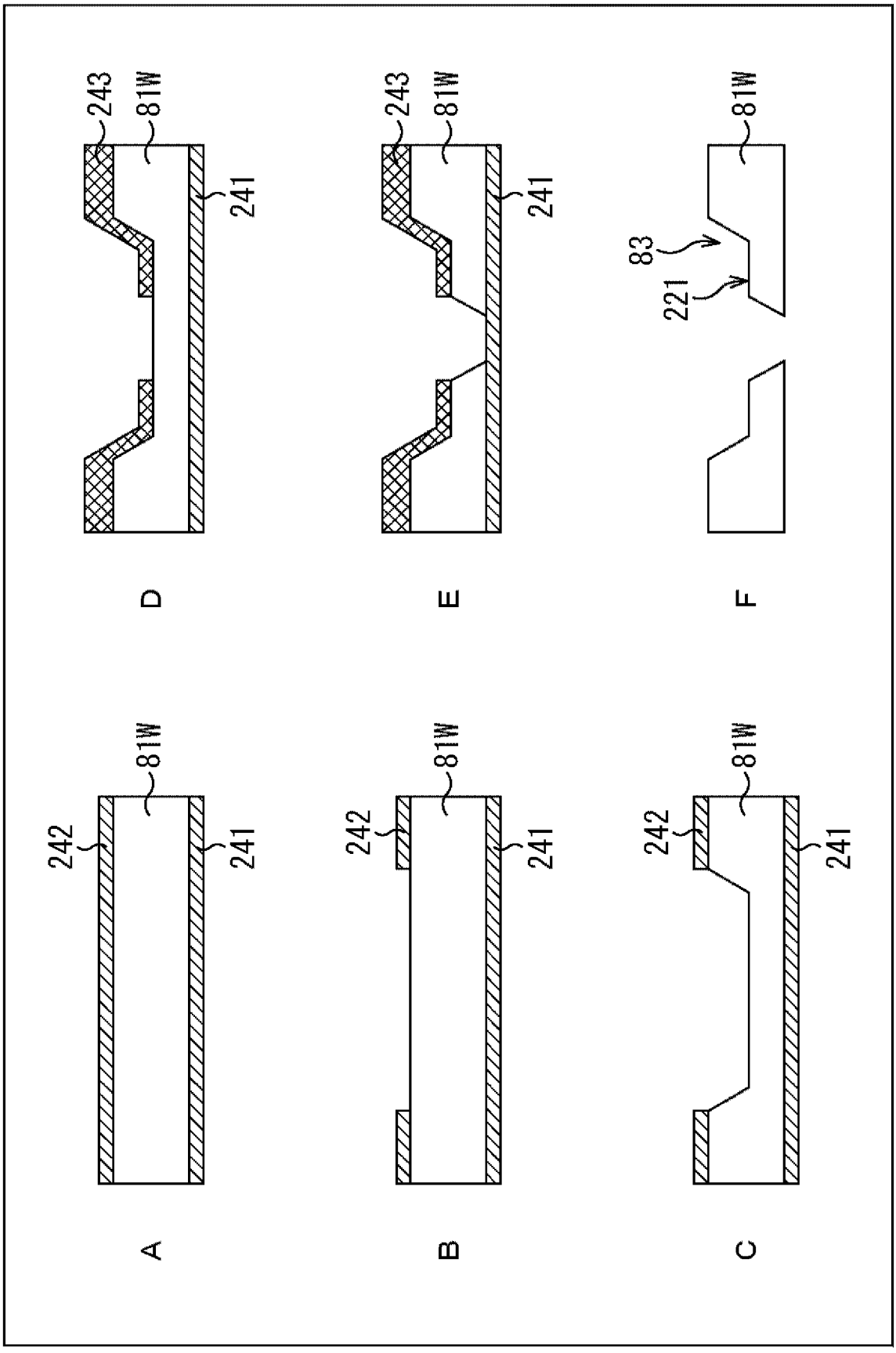
[図25]
FIG. 25


レンズ中心
82a
C
102
101
B
B'
91
81a
83a
C'
81a
82a
91
82a
91
101 102
92
83a
101 102
92

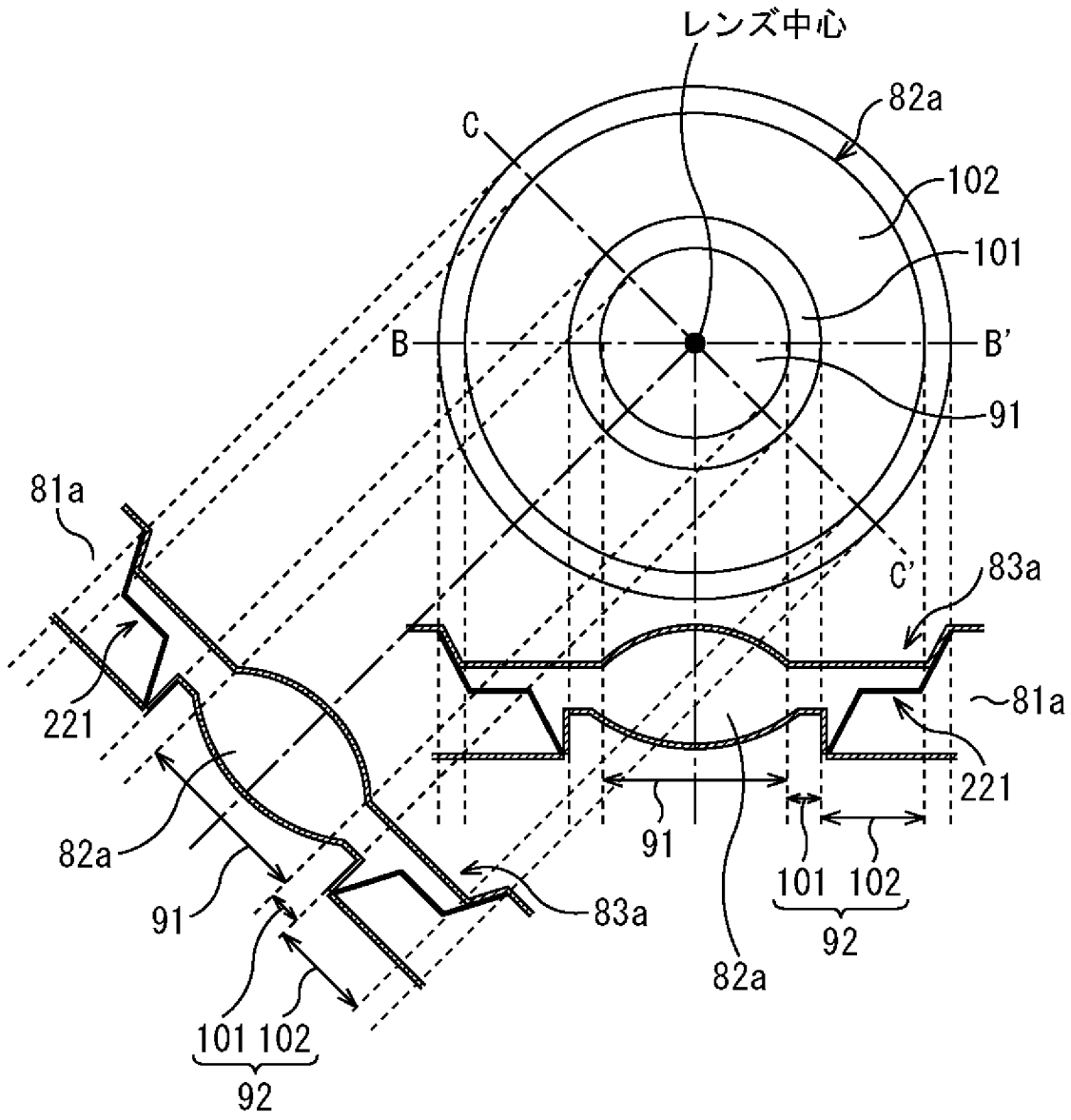
[図26]
FIG. 26



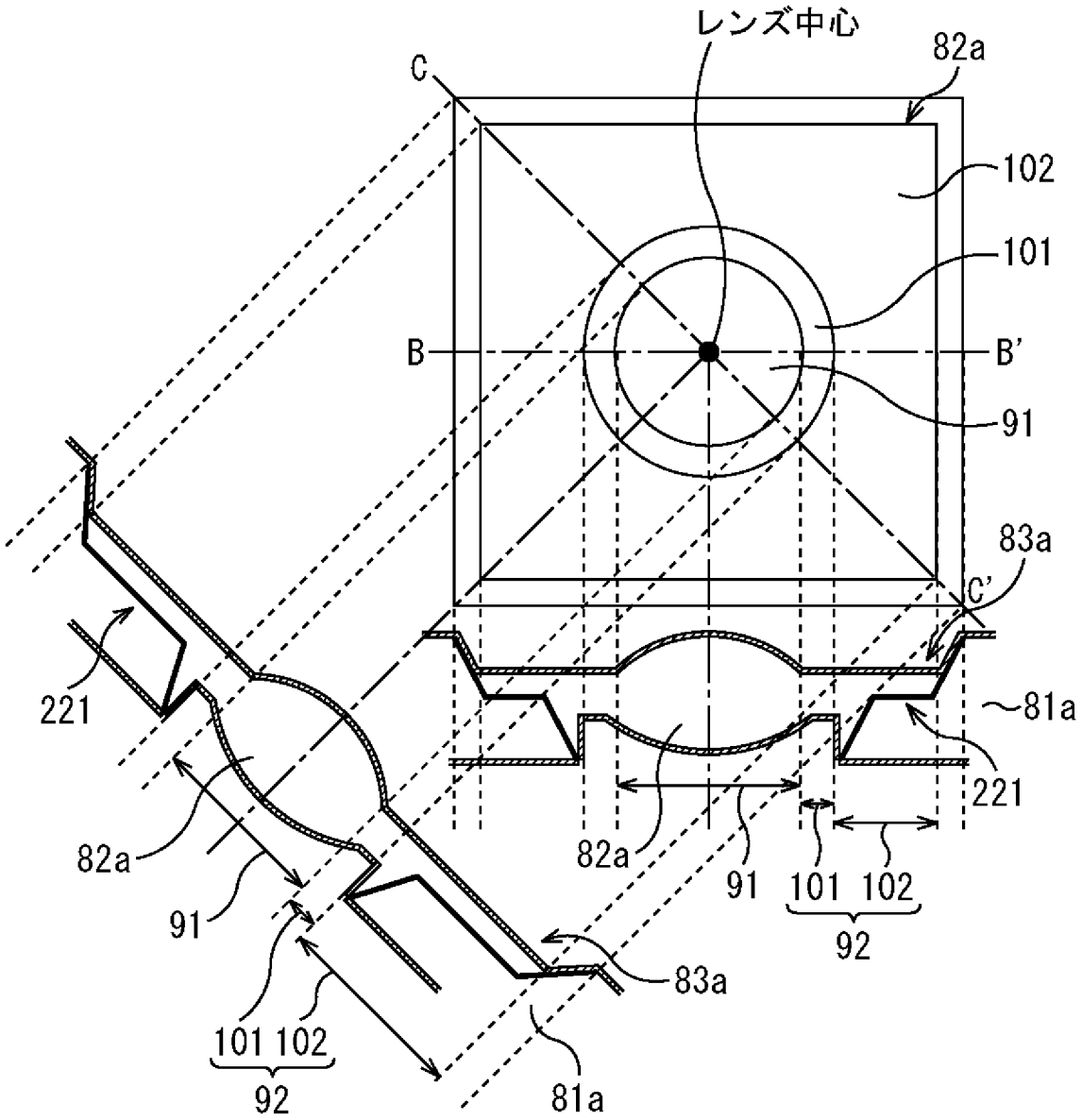
[図27]
FIG. 27


243
81W
241
D
243
81W
241
E
81W
83
221
F
81W
242
241
A
81W
242
241
B
81W
242
241
C

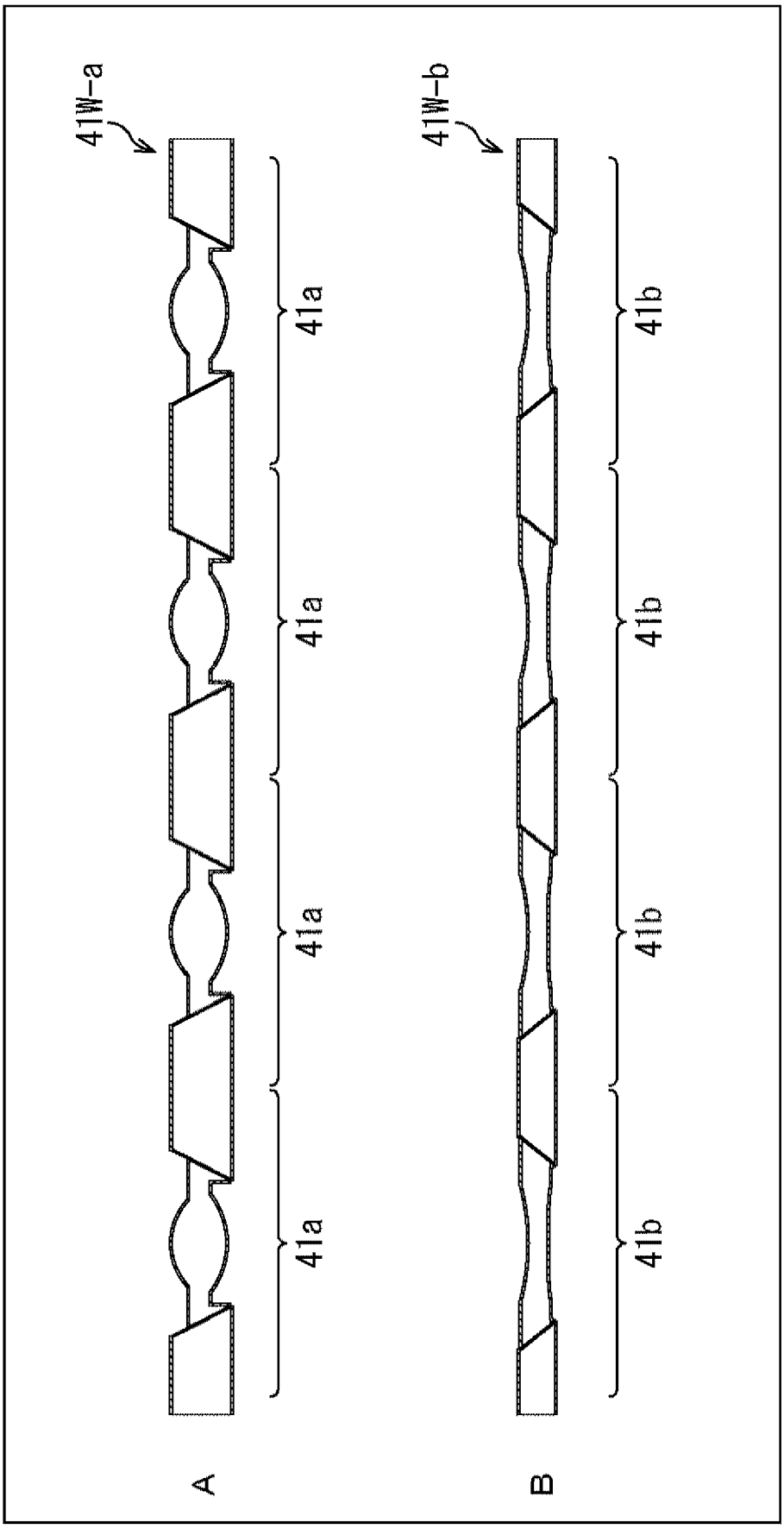
[図28]
FIG. 28


レンズ中心
82a
C
102
101
B
B'
91
81a
C'
83a
221
81a
221
82a
91
91
101 102
92
83a
82a
101 102
92

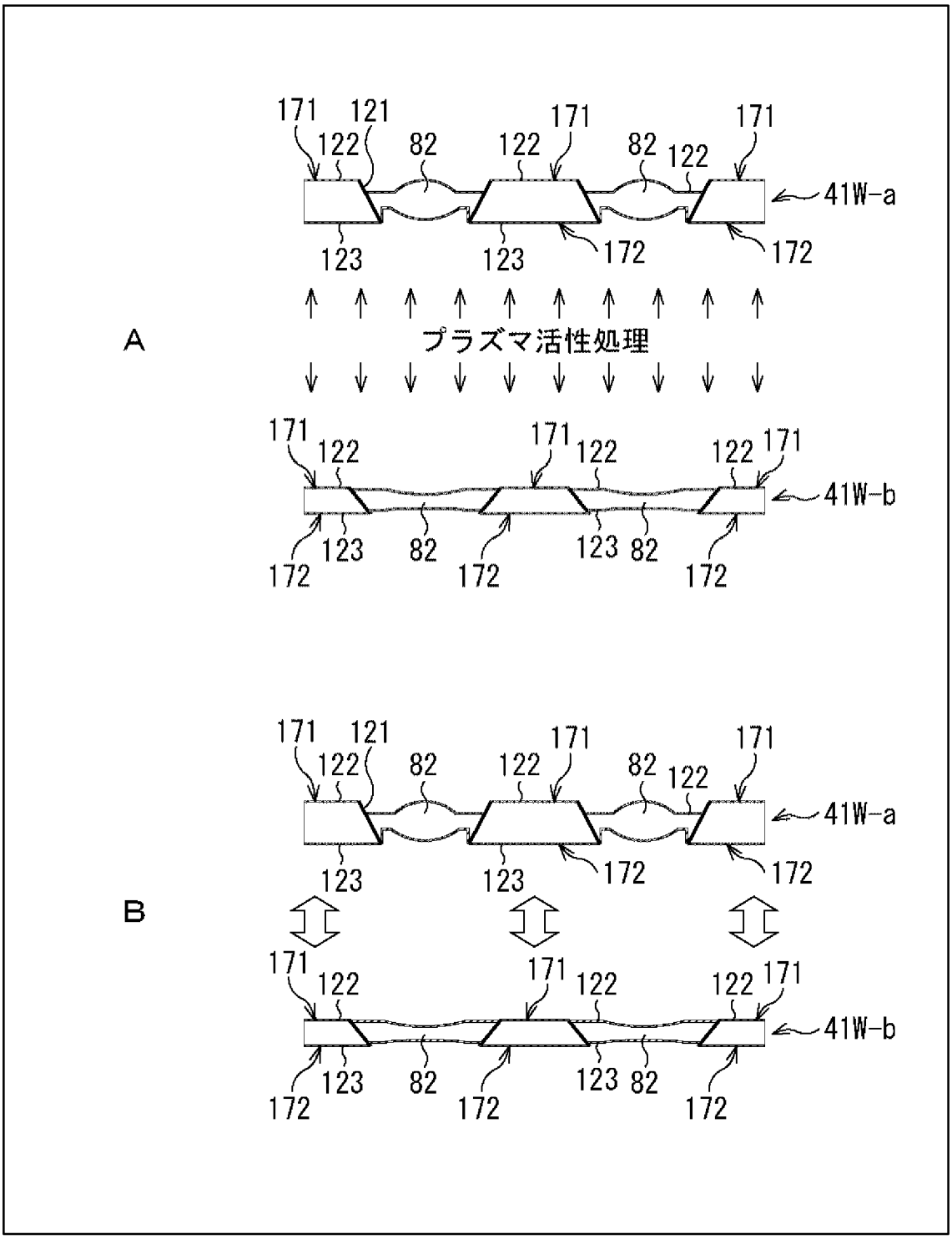
[図29]
FIG. 29


レンズ中心
82a
C
102
101
B
B'
91
83a
C'
221
81a
221
82a
82a
91
91
101 102
92
83a
101 102
92
81a

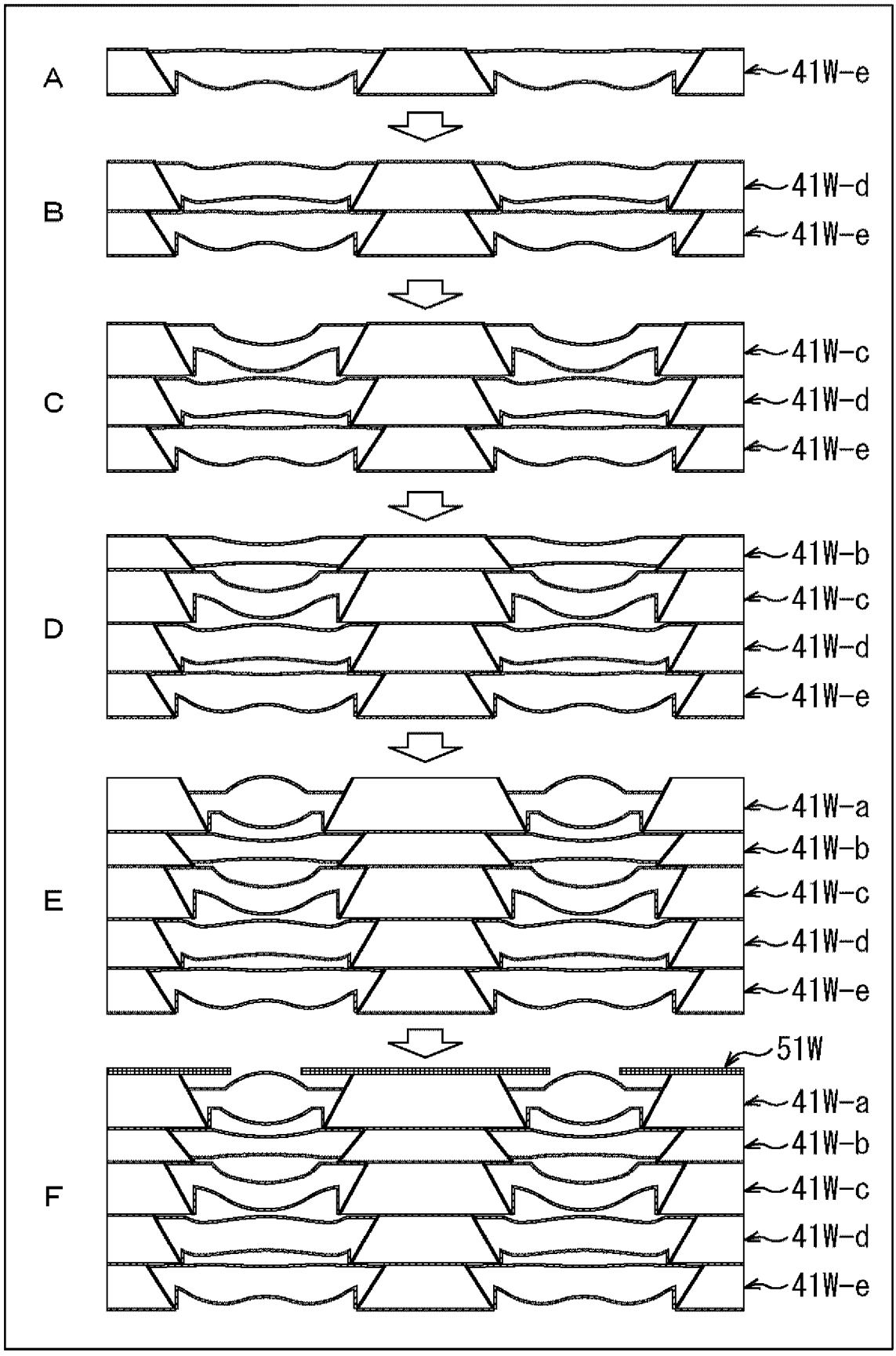
[図30]
FIG. 30



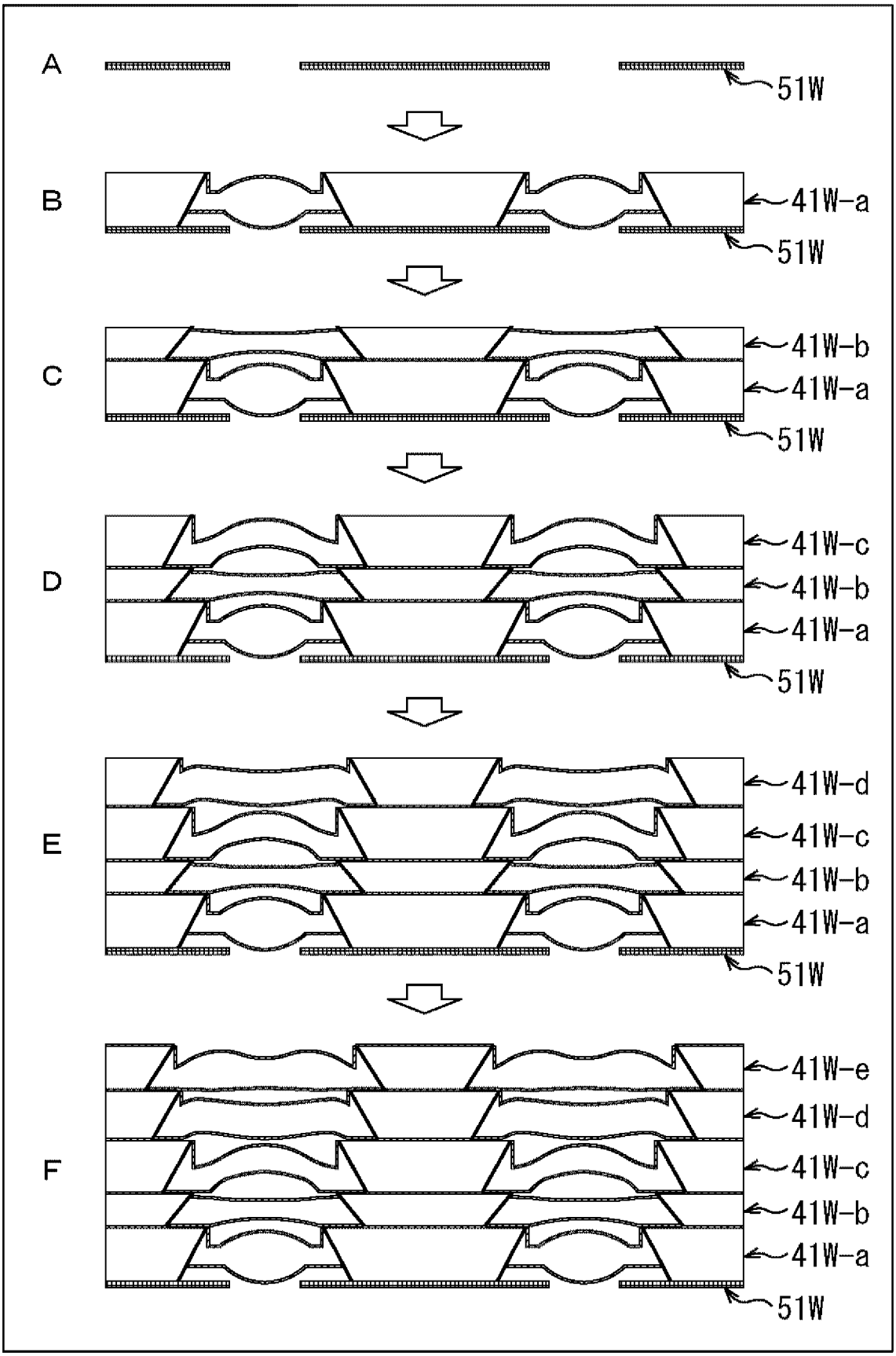
[図31]
FIG. 31



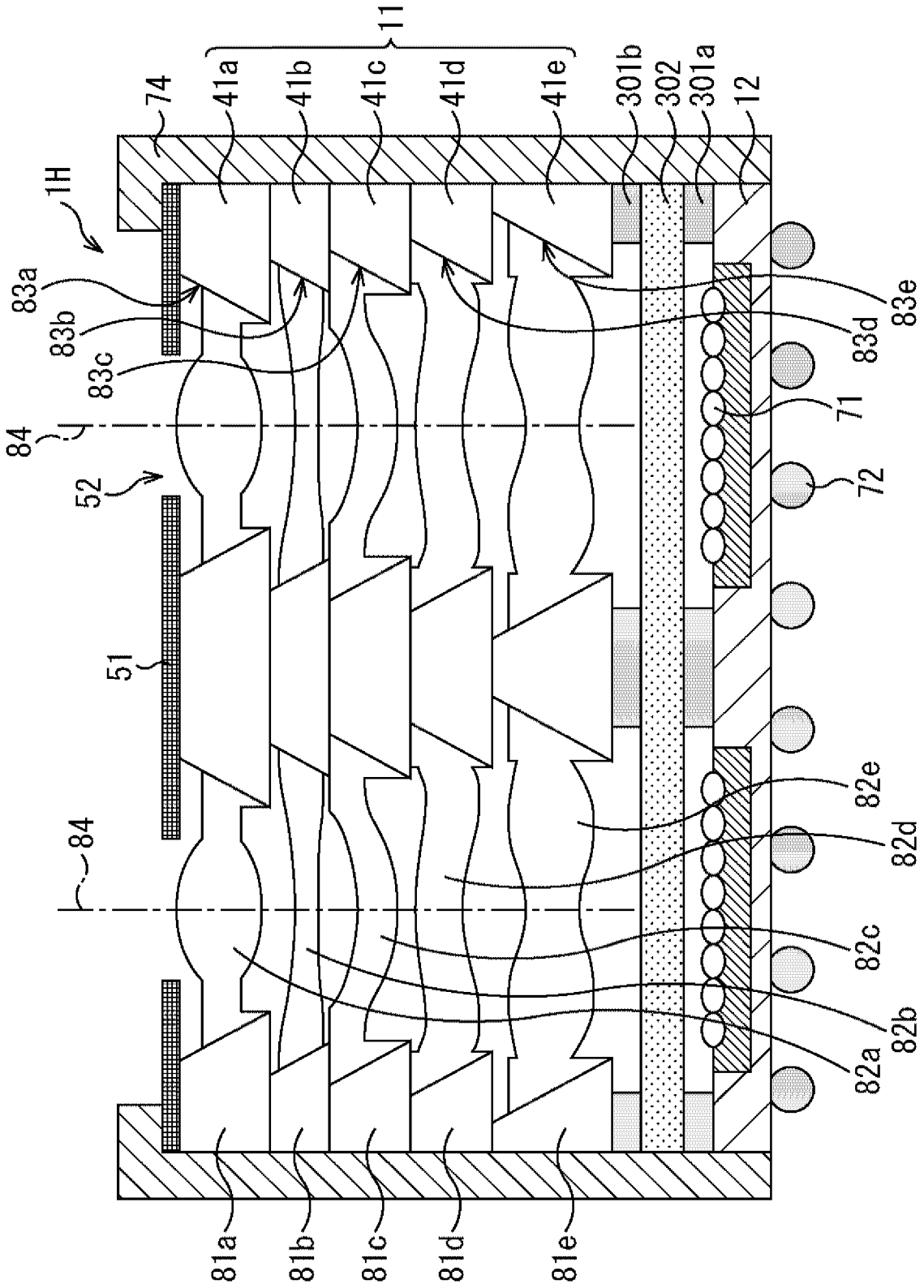
[図32]
FIG. 32


A
41W-e
B
41W-d
41W-e
C
41W-c
41W-d
41W-e
D
41W-b
41W-c
41W-d
41W-e
E
41W-a
41W-b
41W-c
41W-d
41W-e
51W
F
41W-a
41W-b
41W-c
41W-d
41W-e

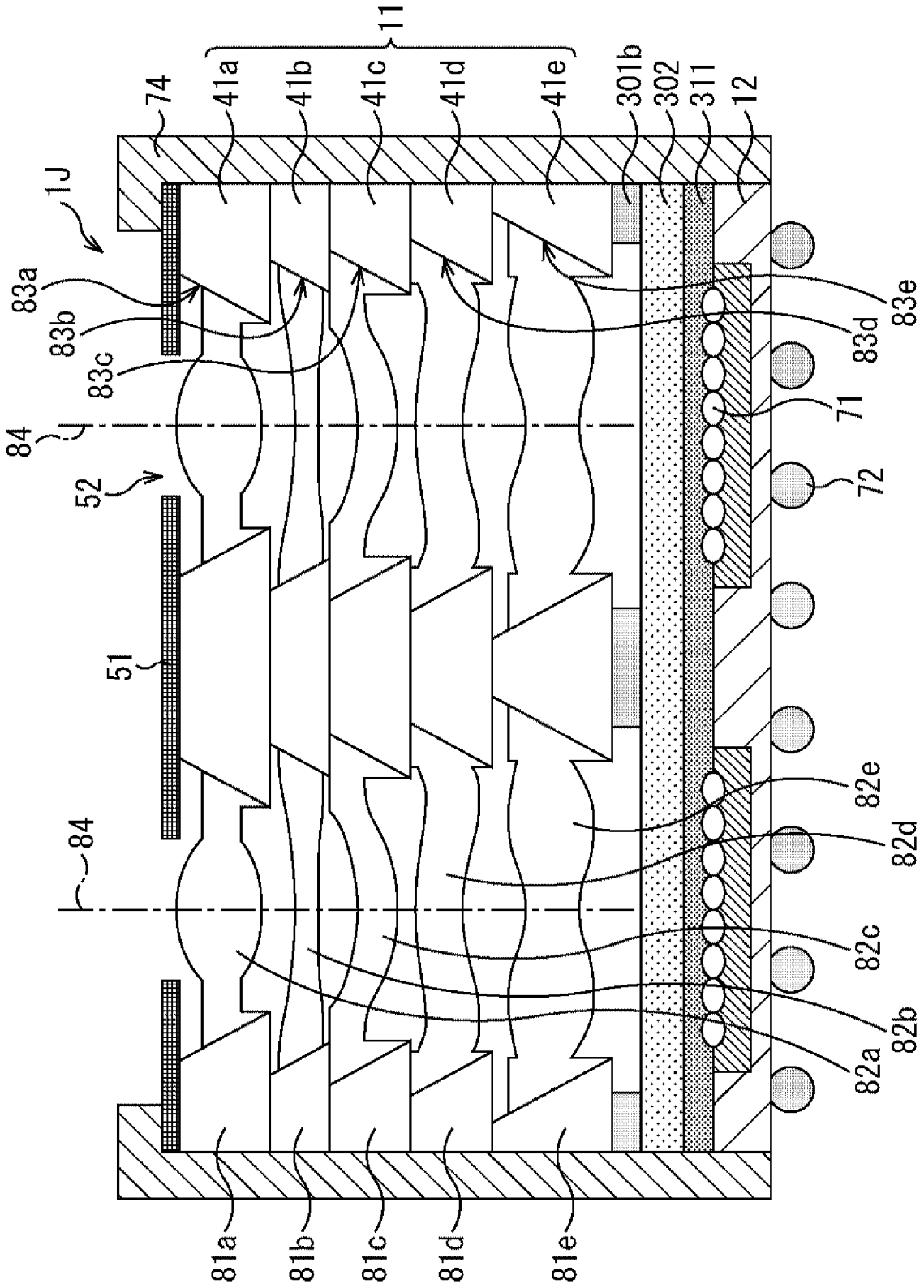
[図33]
FIG. 33


A
51W
B
41W-a
51W
C
41W-b
41W-a
51W
D
41W-c
41W-b
41W-a
51W
E
41W-d
41W-c
41W-b
41W-a
51W
F
41W-e
41W-d
41W-c
41W-b
41W-a
51W

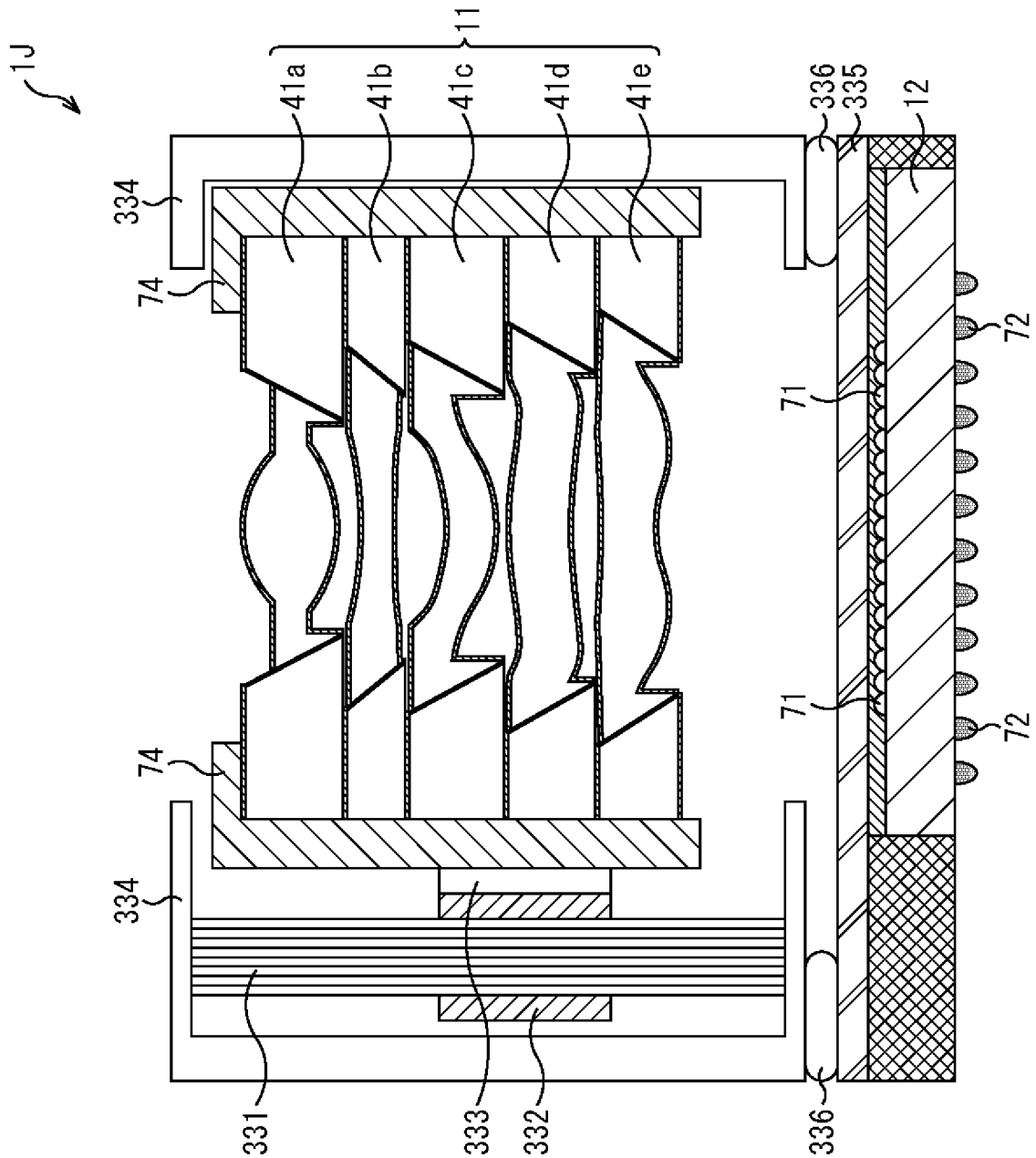
[図34]
FIG. 34


11
74
41a
41b
41c
41d
41e
301b
302
301a
12
1H
83a
83b
83c
83d
83e
84
52
71
72
51
84
82e
82d
82c
82b
82a
81a
81b
81c
81d
81e

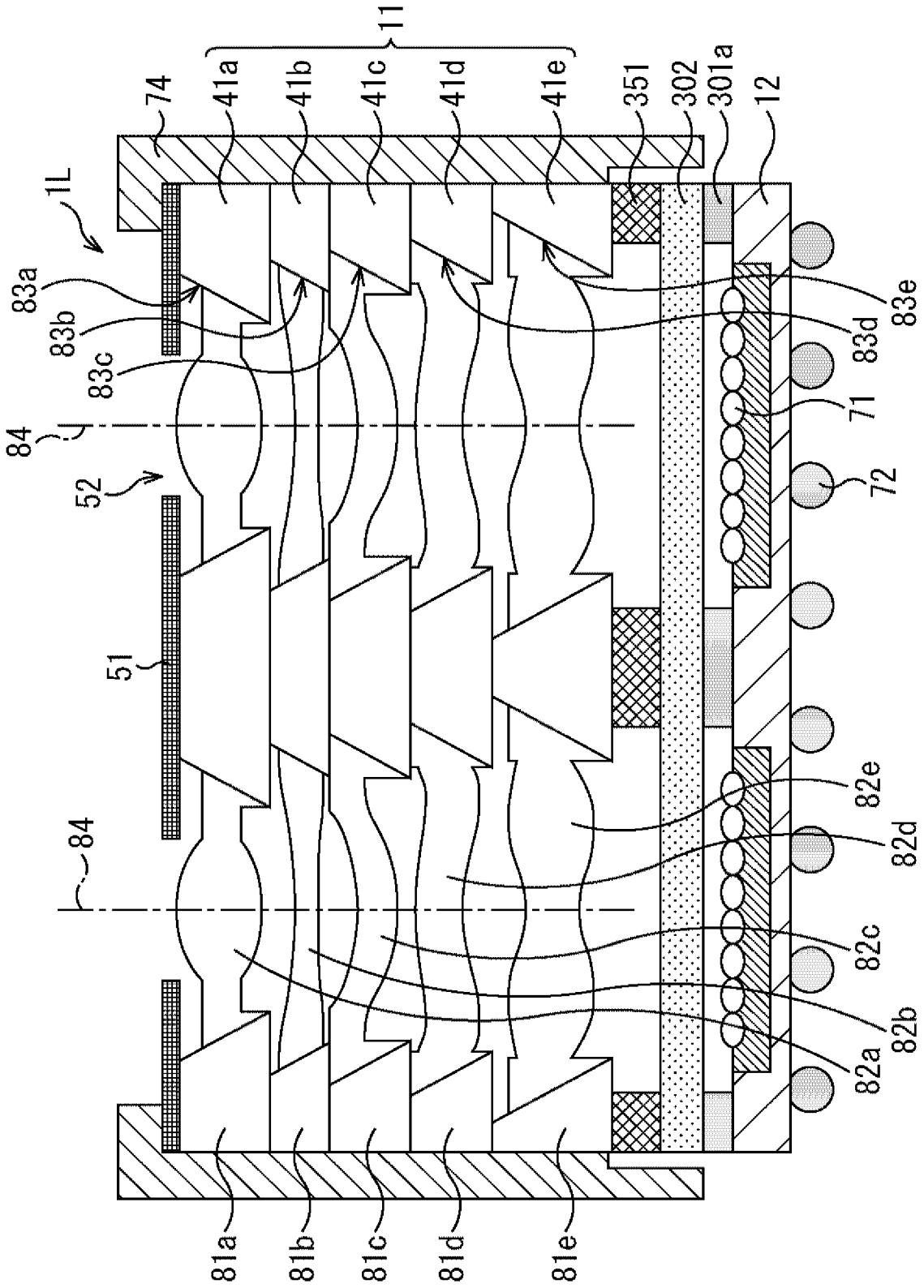
[図35]
FIG. 35


11
74
41a
41b
41c
41d
41e
301b
302
311
12
1J
83a
83b
83c
83d
83e
84
52
71
72
51
84
82e
82d
82c
82b
82a
81a
81b
81c
81d
81e

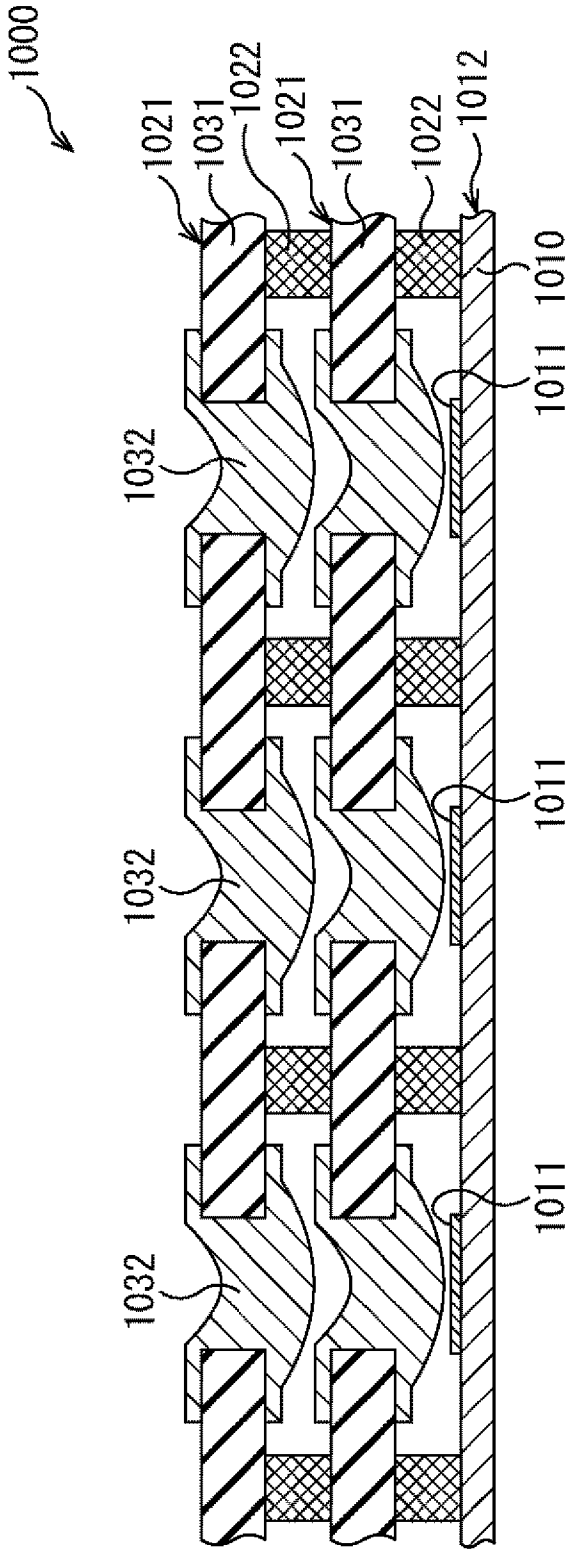
[図36]
FIG. 36


1J
11
41a
41b
41c
41d
41e
336
335
12
334
74
72
71
71
72
74
334
331
333
332
336

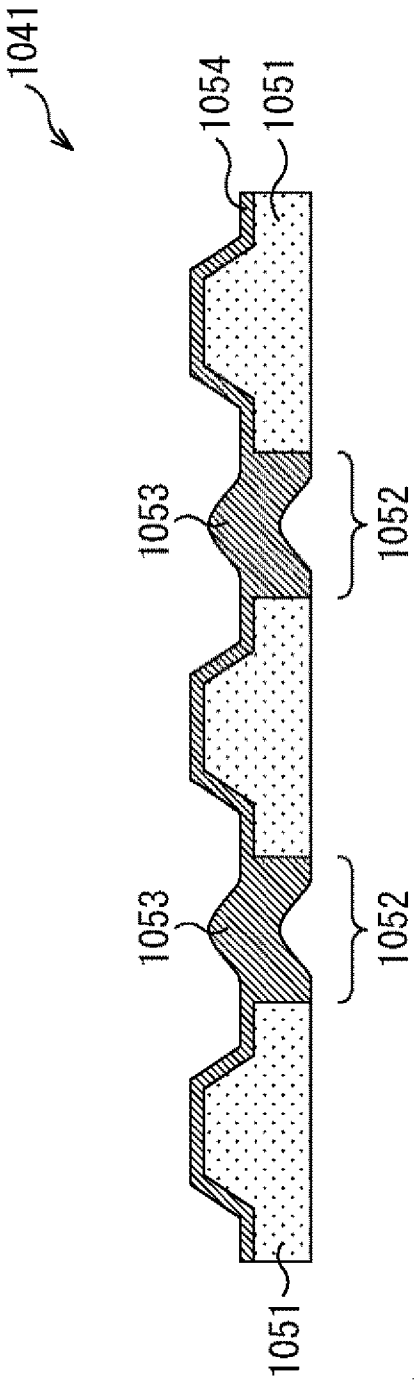
[図37]
FIG. 37


11
74
41a
41b
41c
41d
41e
351
302
301a
12
1L
83a
83b
83c
83d
83e
84
52
71
72
51
84
82e
82d
82c
82b
82a
81a
81b
81c
81d
81e

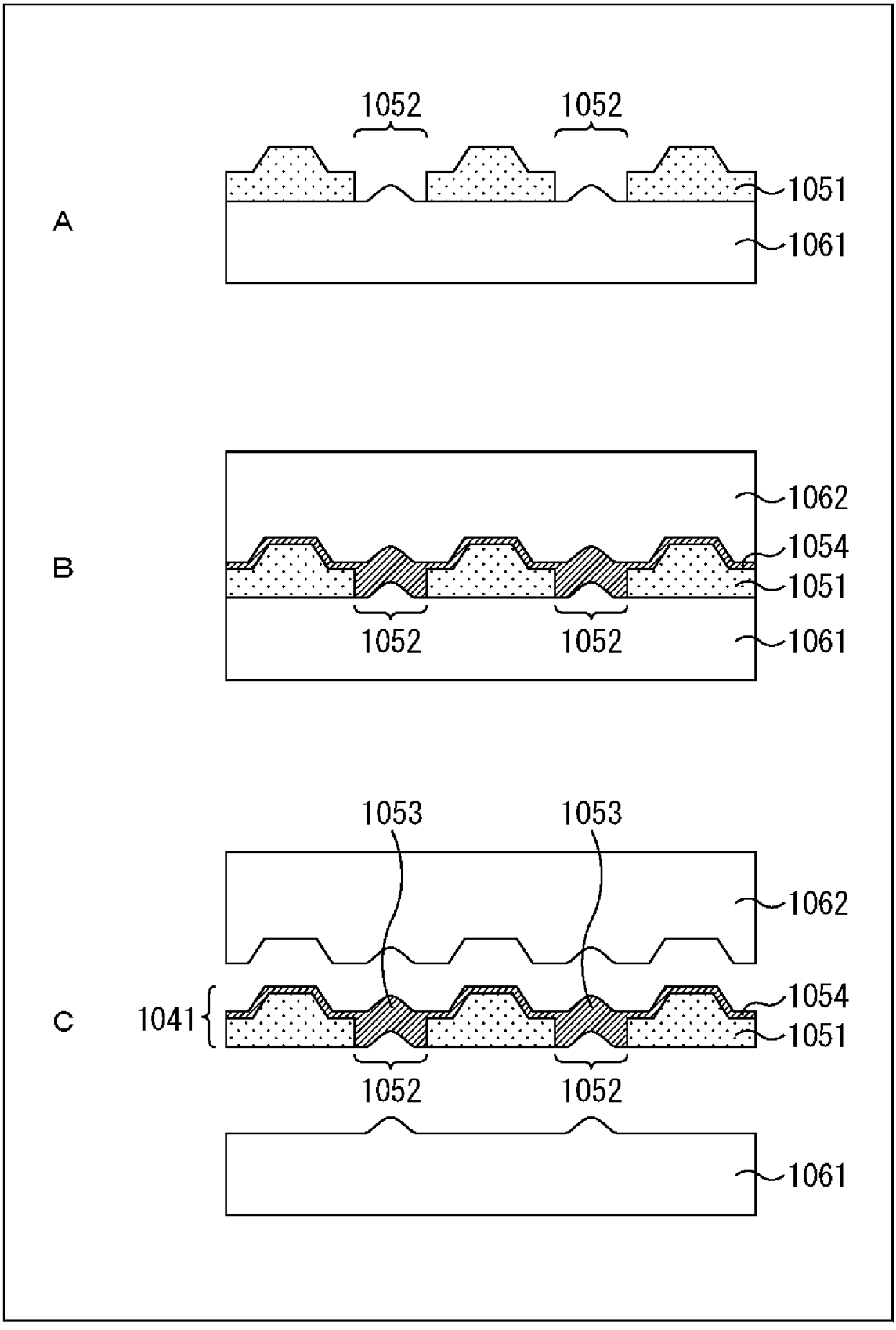
[図38]
FIG. 38


1000
1021
1031
1022
1021
1031
1022
1012
1010
1011
1032
1011
1032
1011
1032

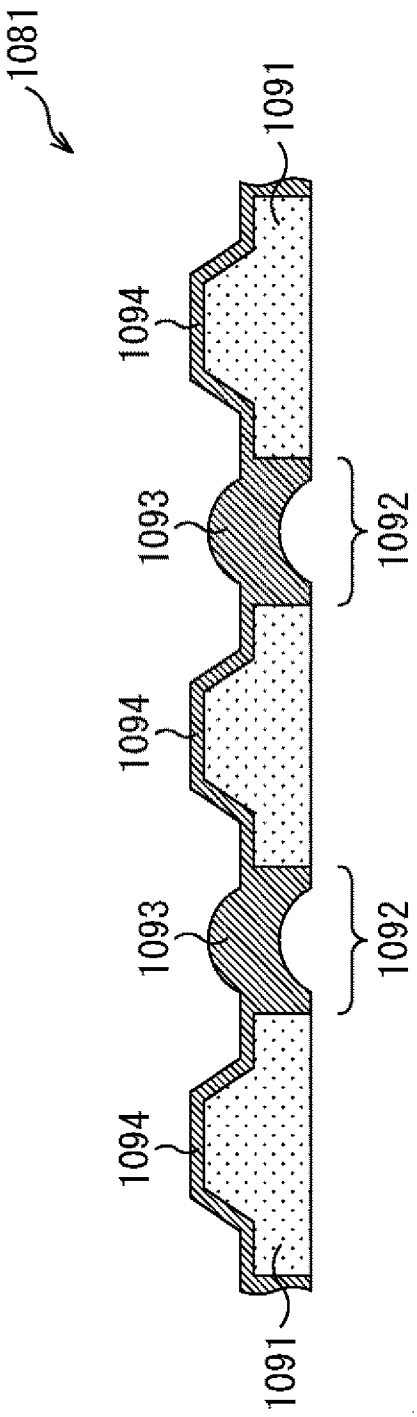
[図39]
FIG. 39



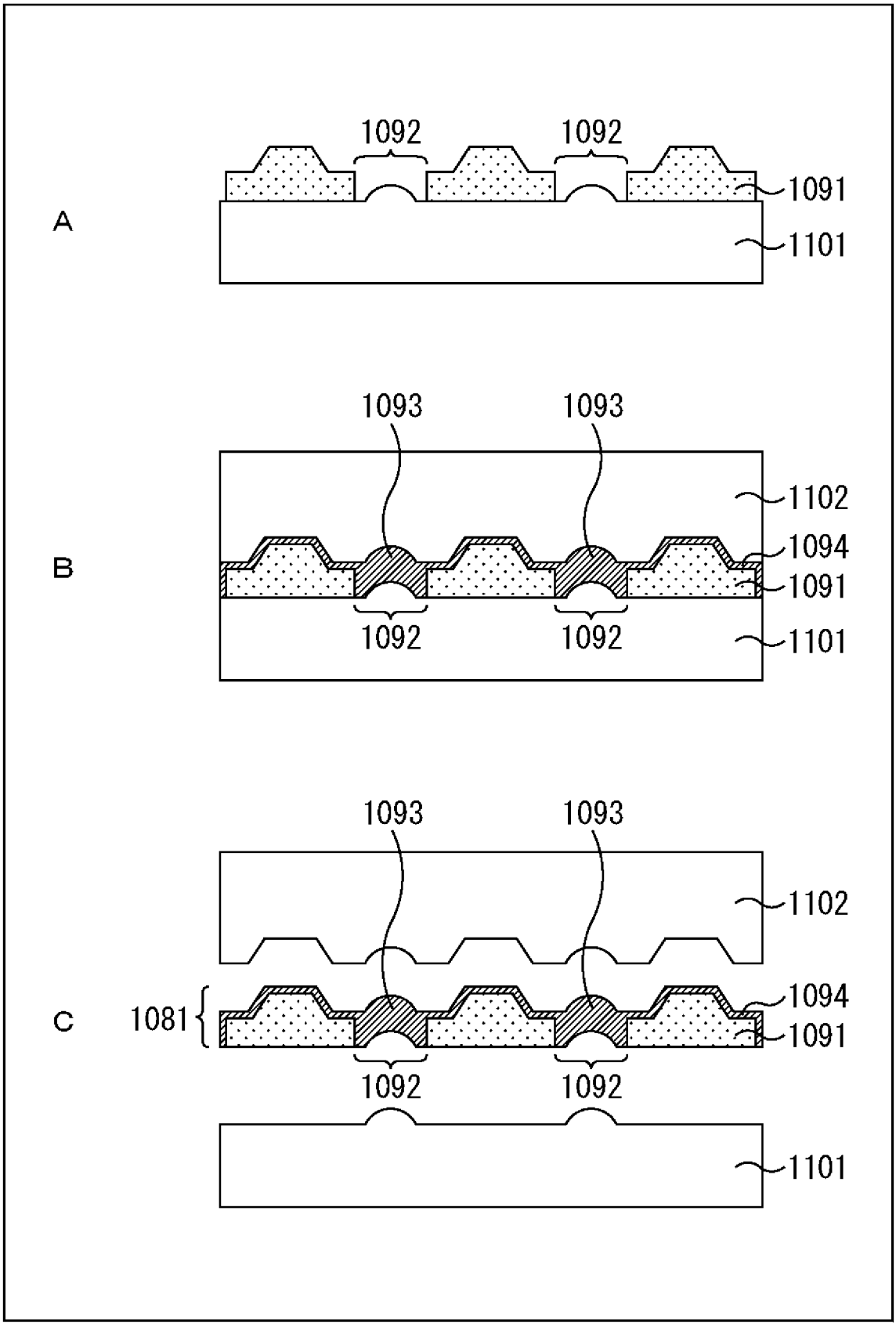
[図40]
FIG. 40


A
1052
1052
1051
1061
B
1062
1054
1051
1052
1052
1061
C
1053
1053
1062
1041
1054
1051
1052
1052
1061

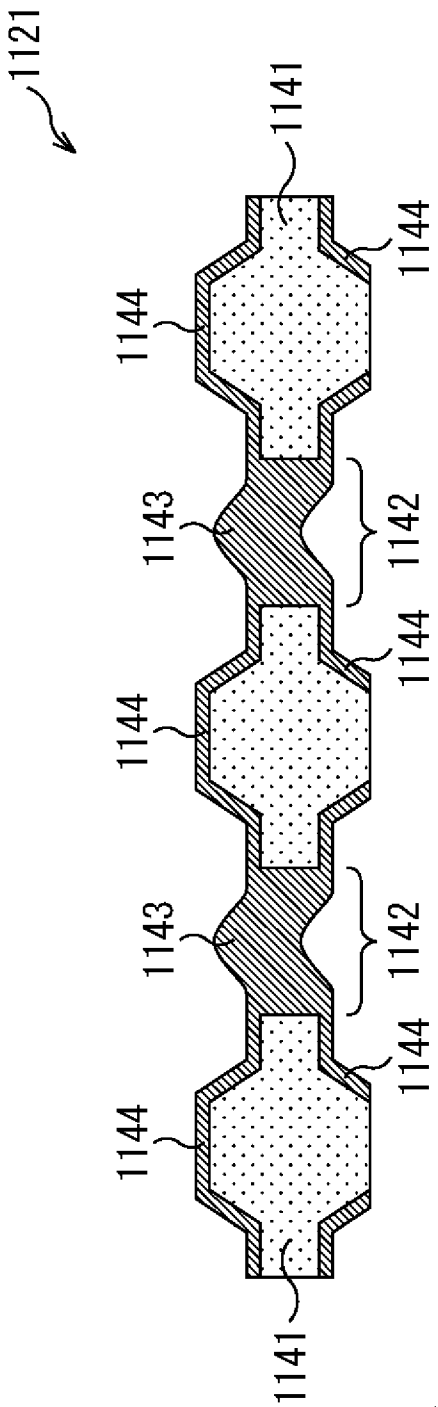
[図41]
FIG. 41



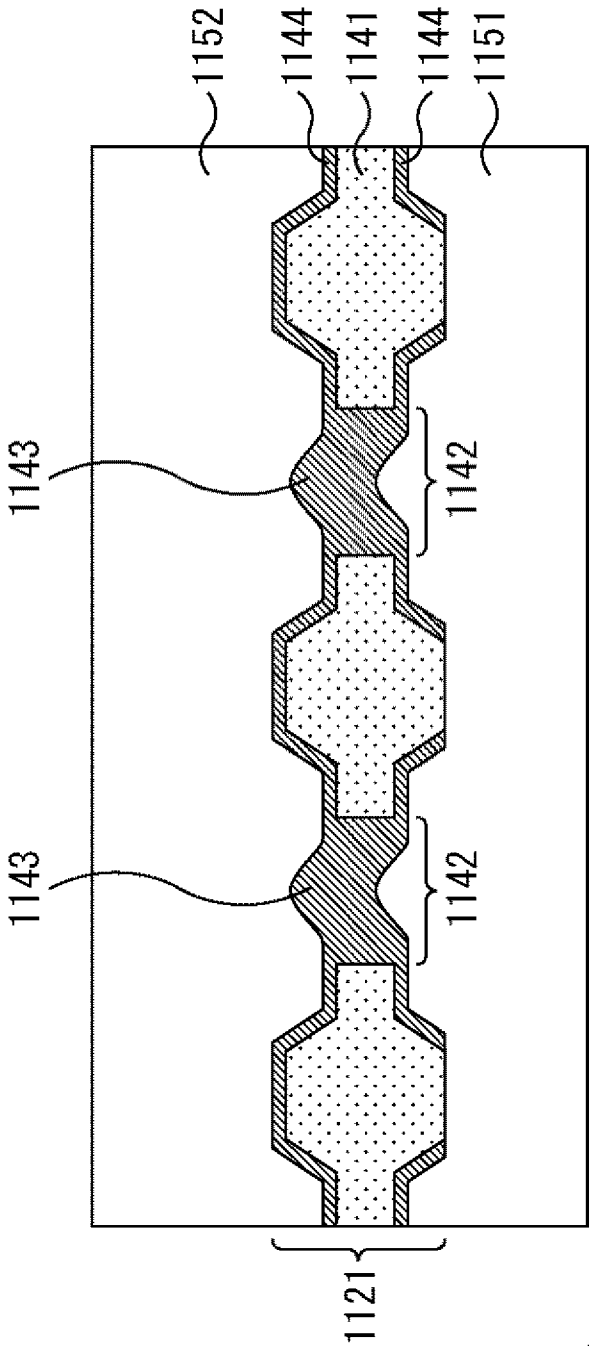
[図42]
FIG. 42


A
1092
1092
1091
1101
B
1093
1093
1102
1094
1091
1092
1092
1101
C
1081
1093
1093
1102
1094
1091
1092
1092
1101

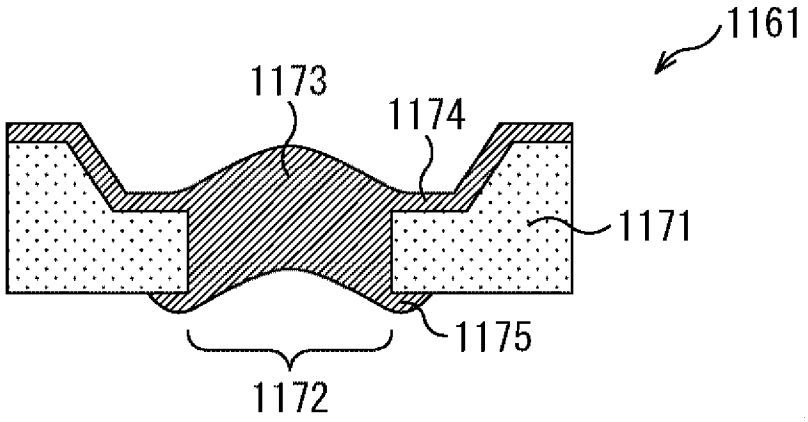
[図43]
FIG. 43


1121
1141
1144
1144
1143
1142
1144
1144
1143
1142
1144
1144
1141

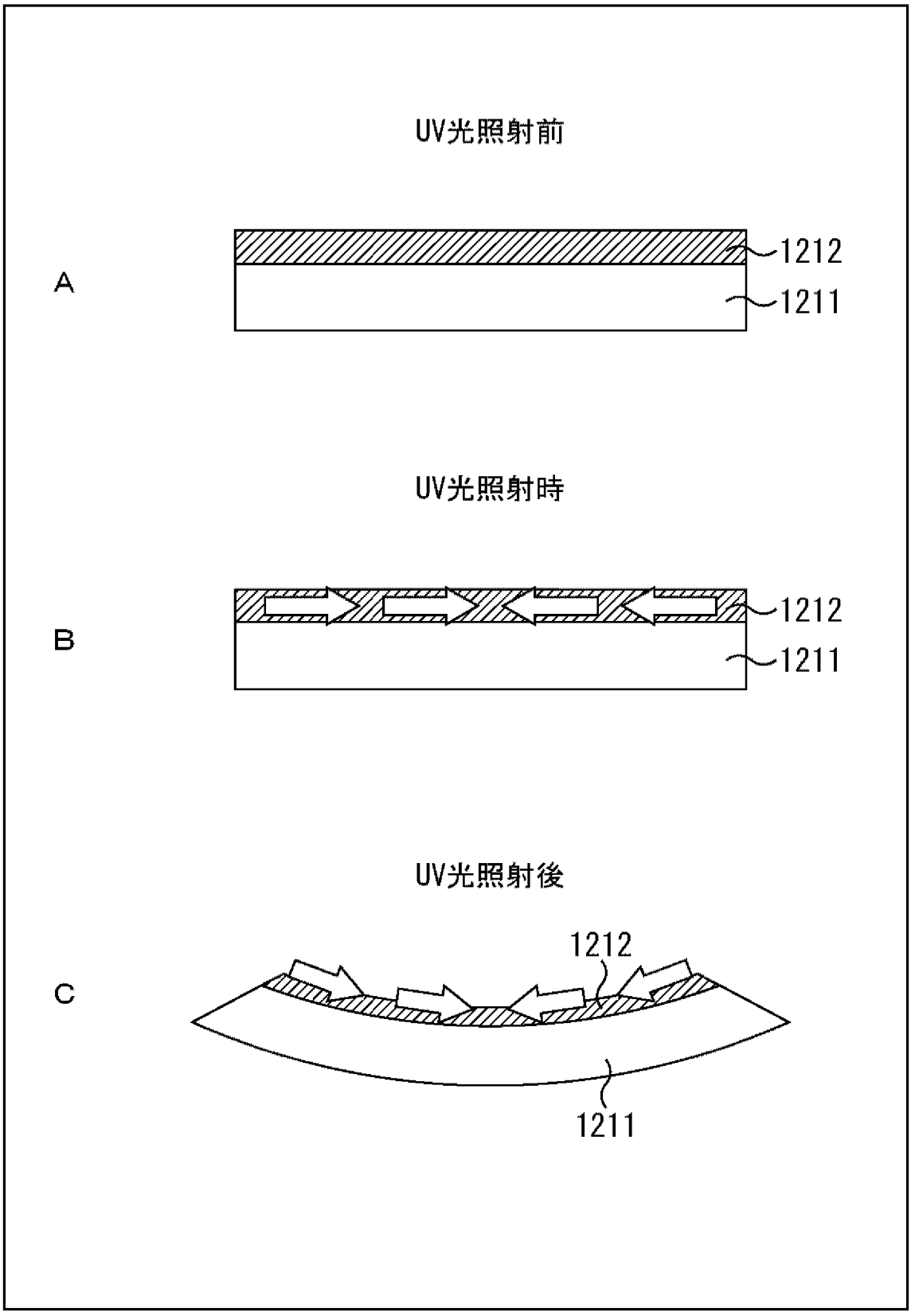
[図44]
FIG. 44



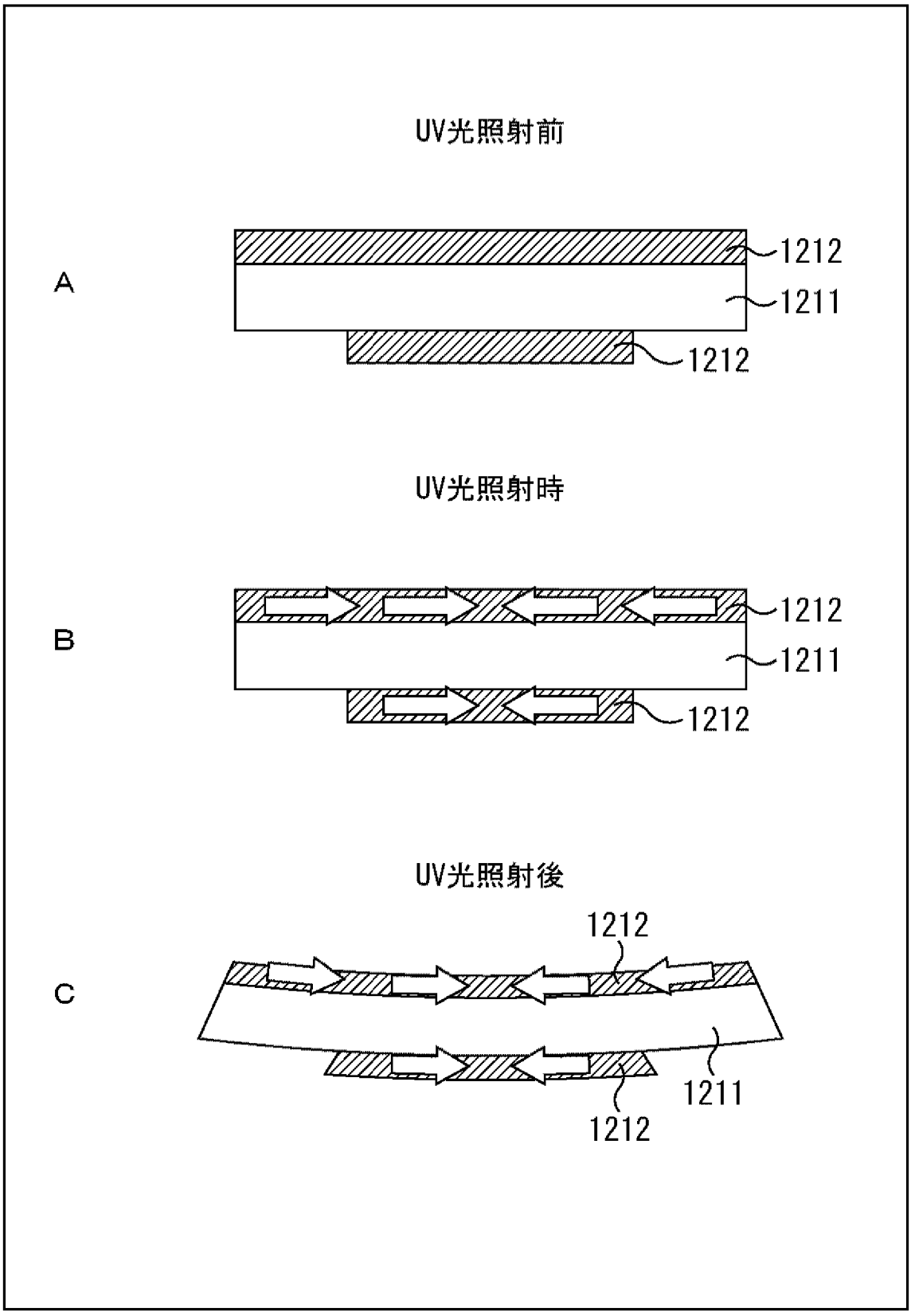
[図45]
FIG. 45



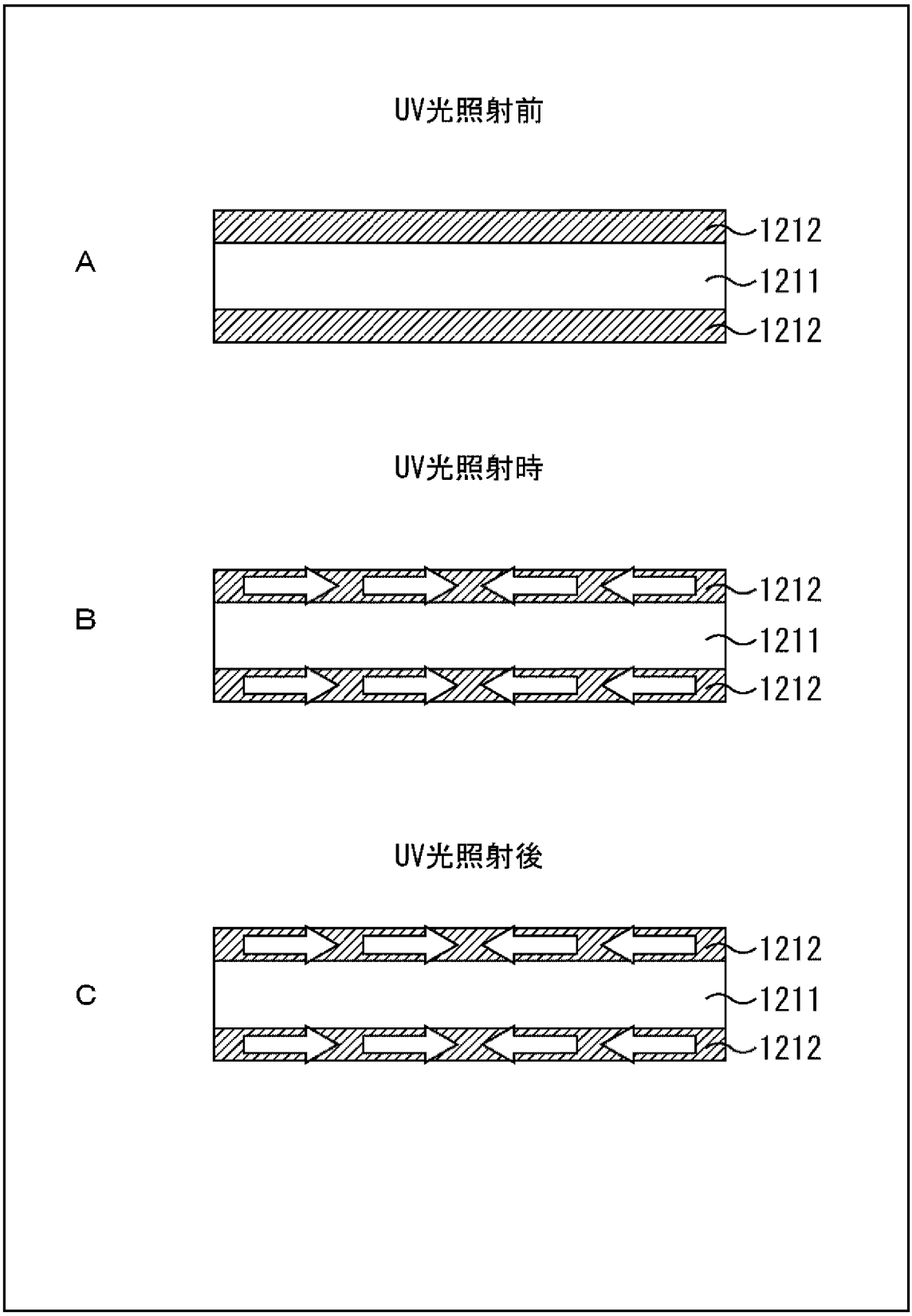
[図46]
FIG. 46



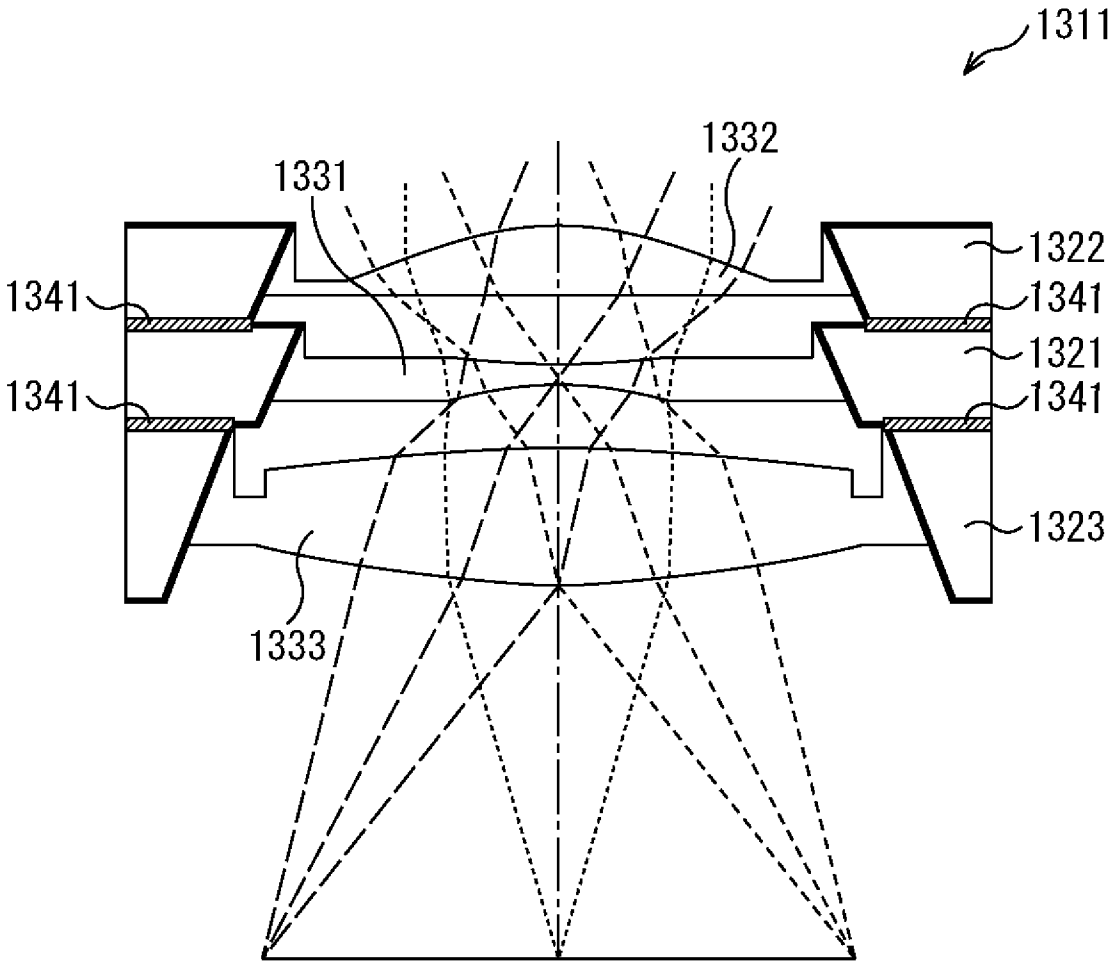
[図47]
FIG. 47


UV光照射前
A
1212
1211
1212
UV光照射時
B
1212
1211
1212
UV光照射後
C
1212
1211
1212

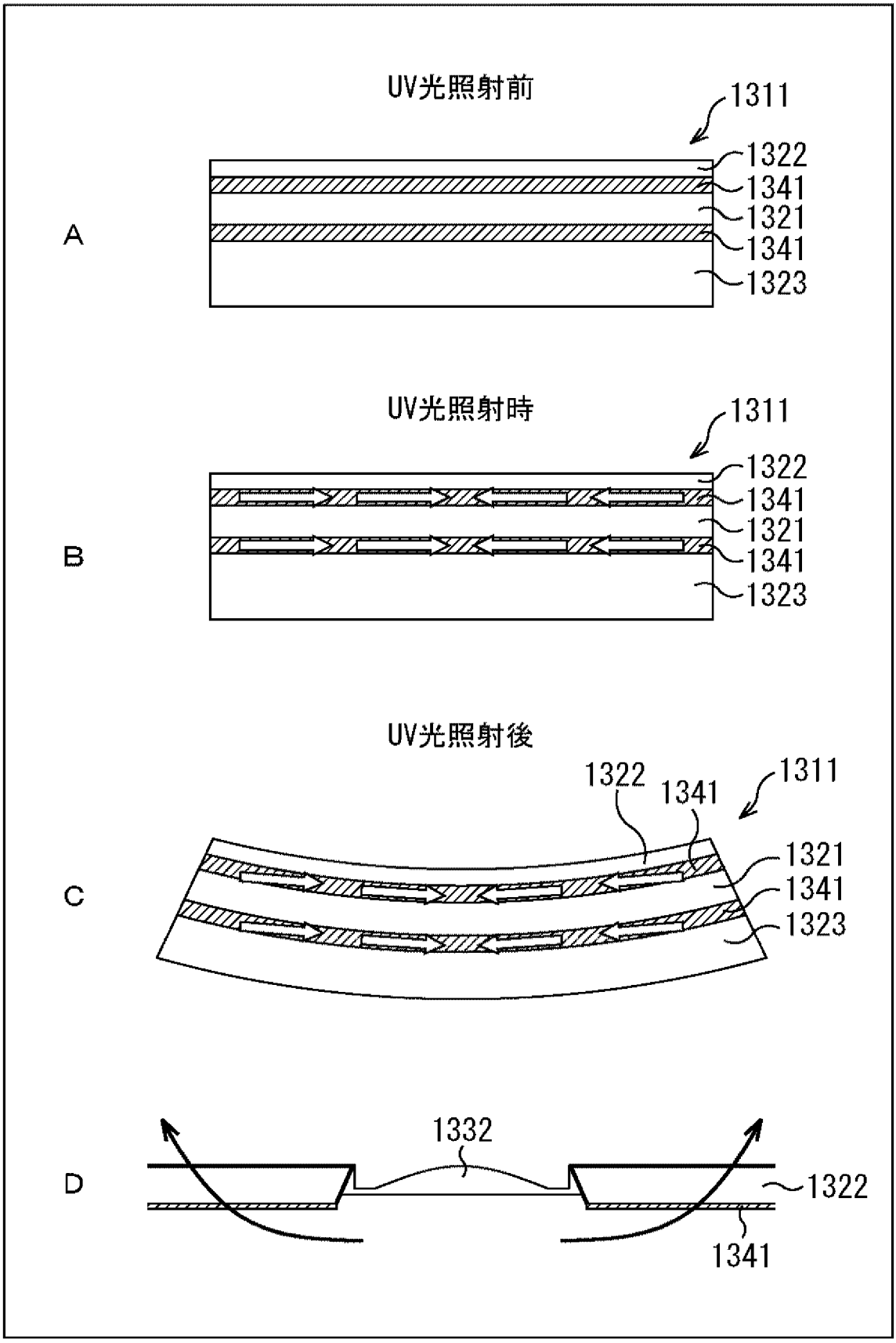
[図48]
FIG. 48


UV光照射前
A
1212
1211
1212
UV光照射時
B
1212
1211
1212
UV光照射後
C
1212
1211
1212

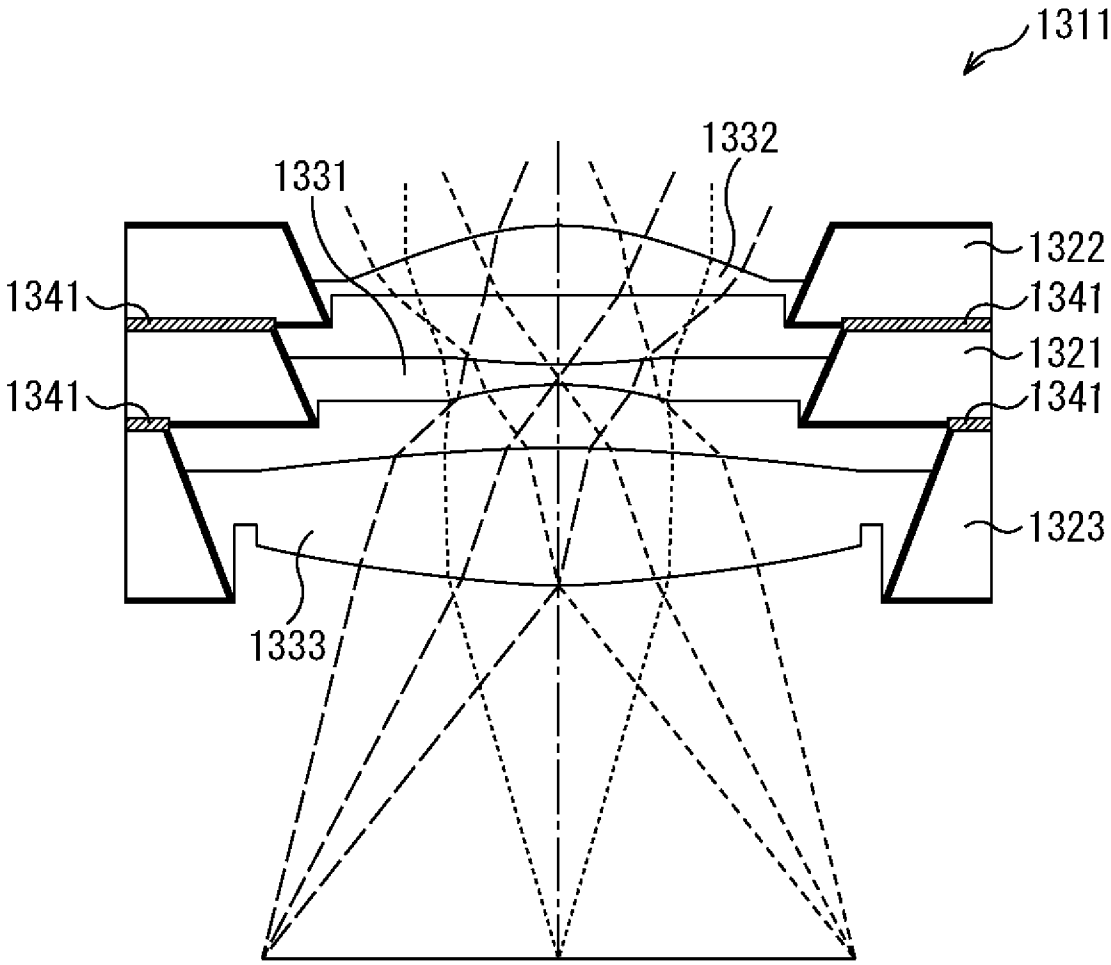
[図49]
FIG. 49



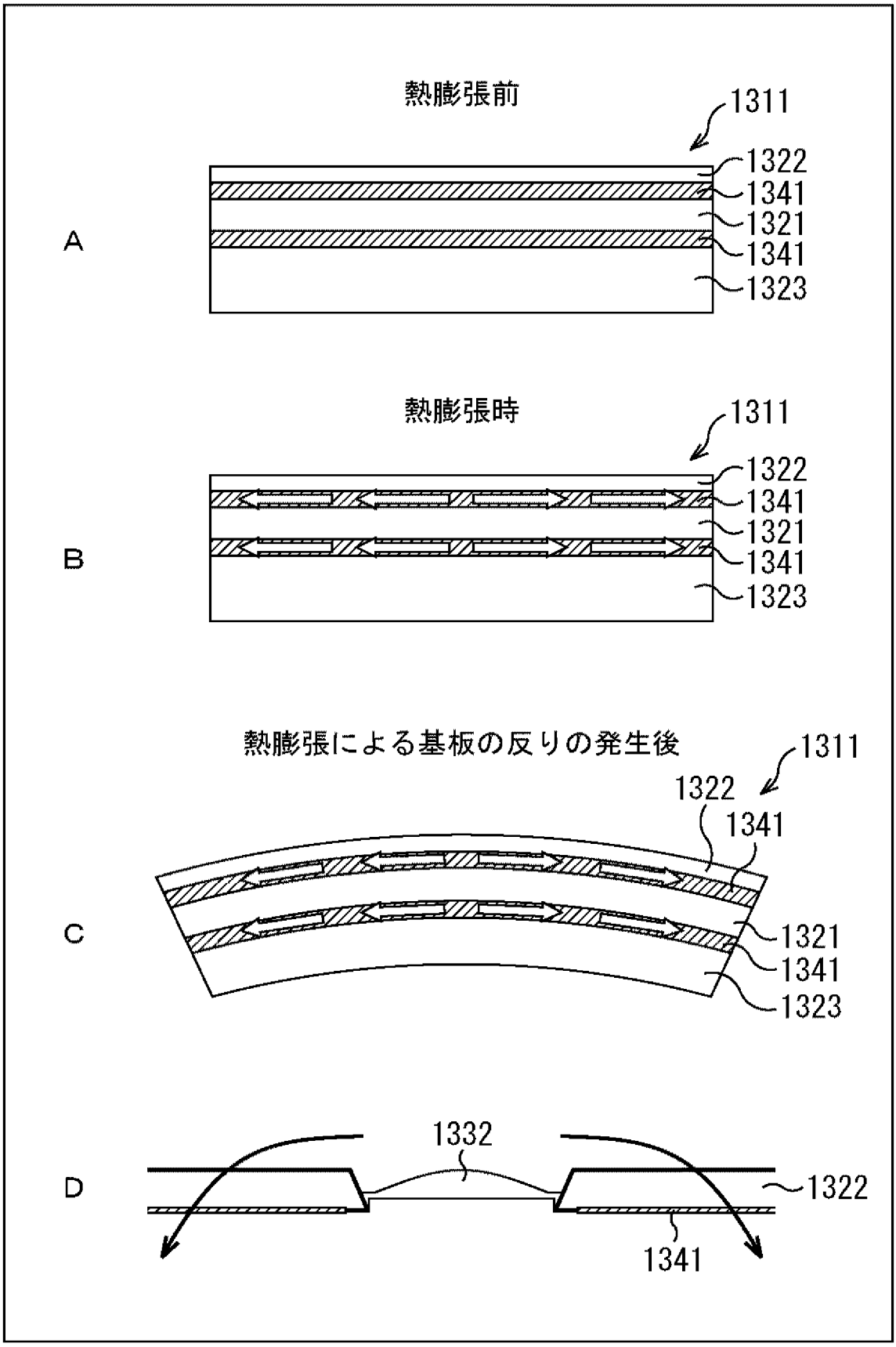
[図50]
FIG. 50


UV光照射前
1311
1322
1341
1321
1341
1323
A
UV光照射時
1311
1322
1341
1321
1341
1323
B
UV光照射後
1322
1341
1311
1321
1341
1323
C
1332
1322
1341
D

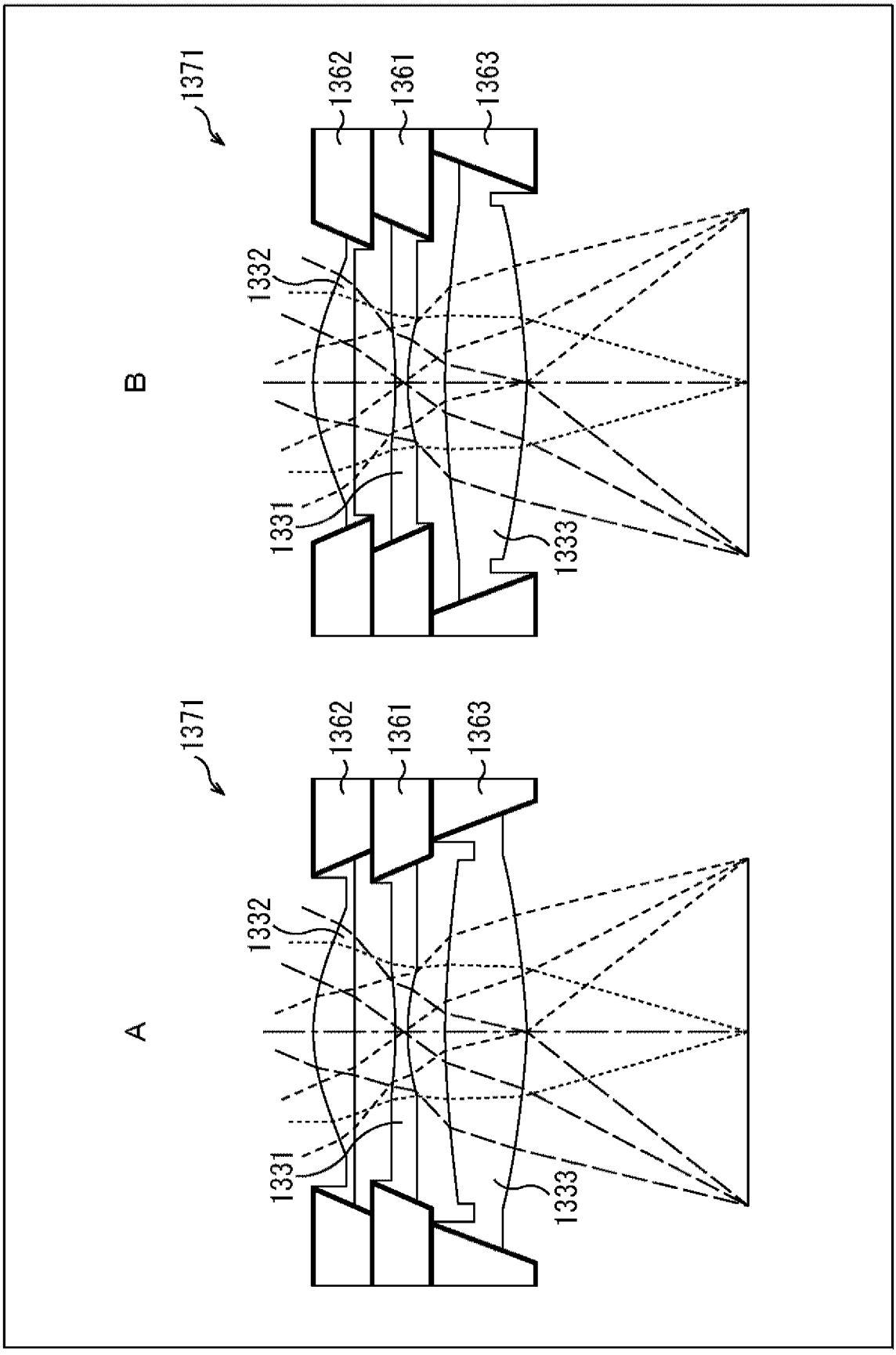
[図51]
FIG. 51



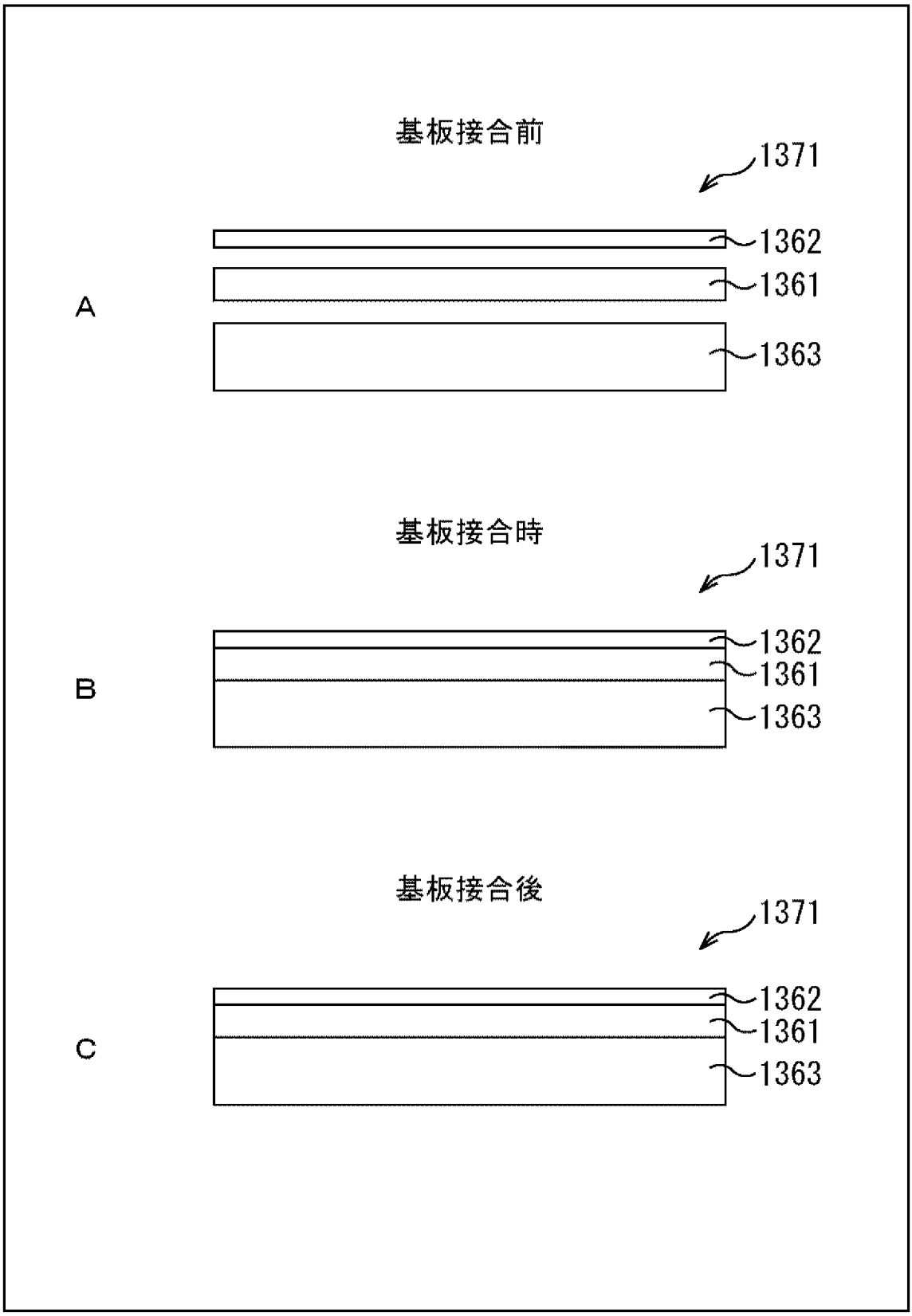
[図52]
FIG. 52


熱膨張前
1311
1322
1341
1321
1341
1323
A
熱膨張時
1311
1322
1341
1321
1341
1323
B
熱膨張による基板の反りの発生後
1311
1322
1341
1321
1341
1323
C
1332
1322
1341
D

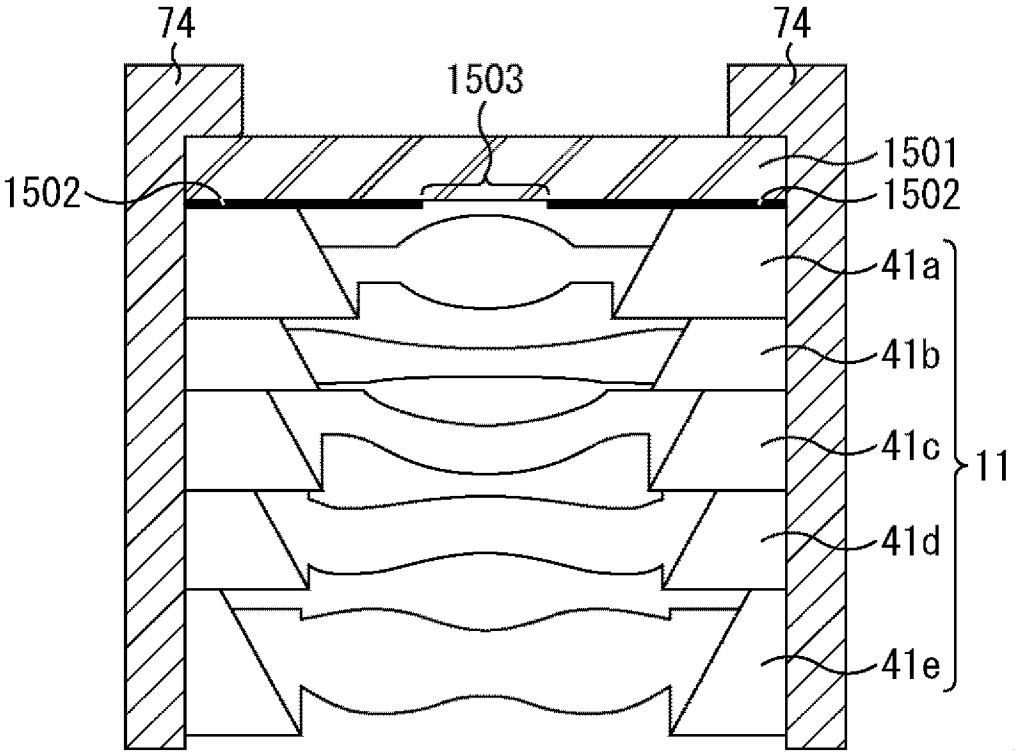
[図53]
FIG. 53


B
1371
1362
1361
1363
1332
1331
1333
A
1371
1362
1361
1363
1332
1331
1333

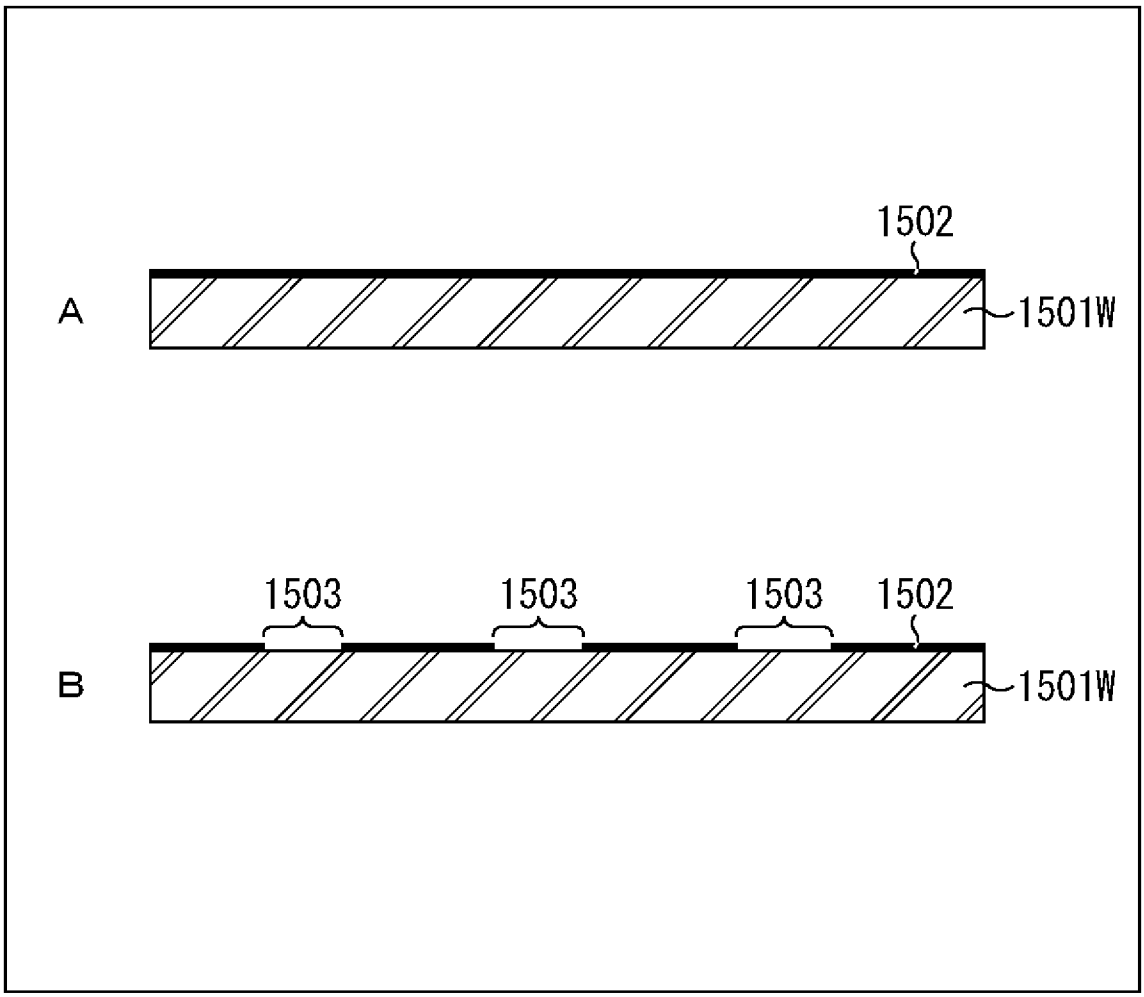
[図54]
FIG. 54


基板接合前
1371
1362
1361
A
1363
基板接合時
1371
1362
1361
B
1363
基板接合後
1371
1362
1361
C
1363

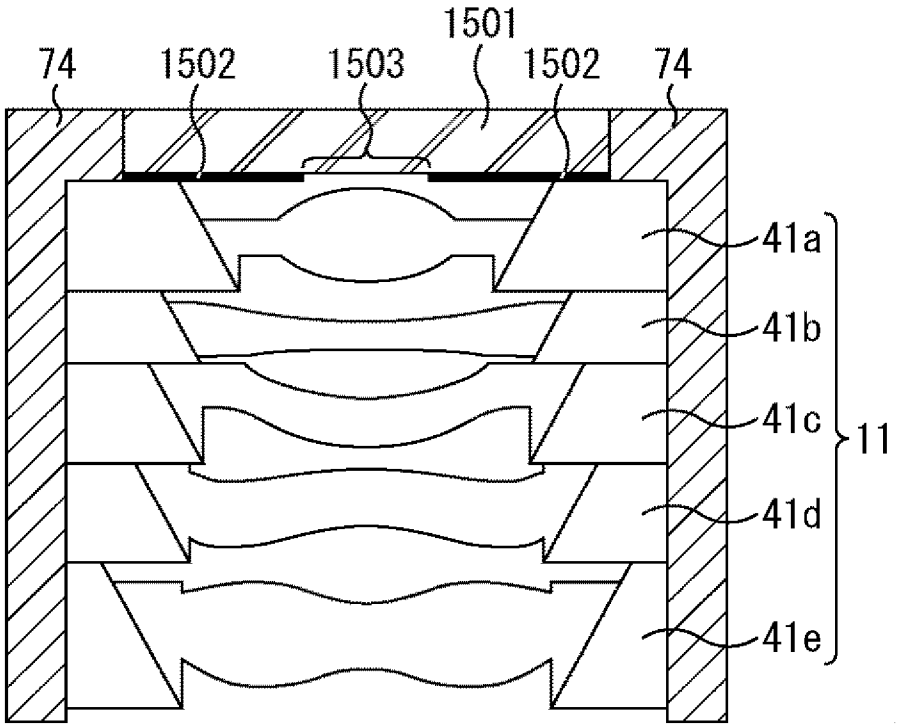
[図55]
FIG. 55



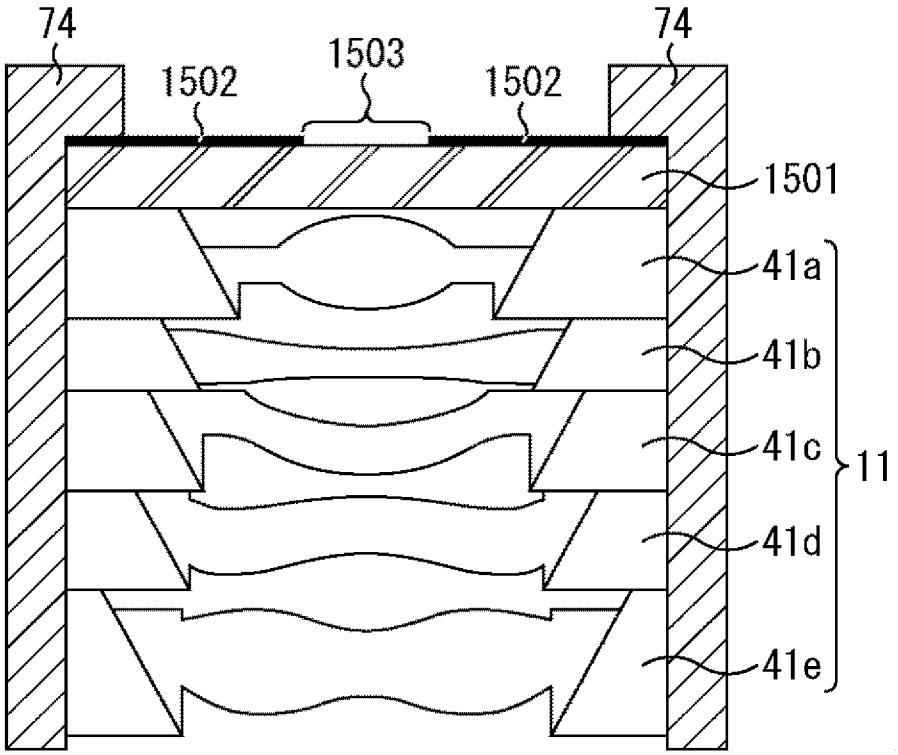
[図56]
FIG. 56



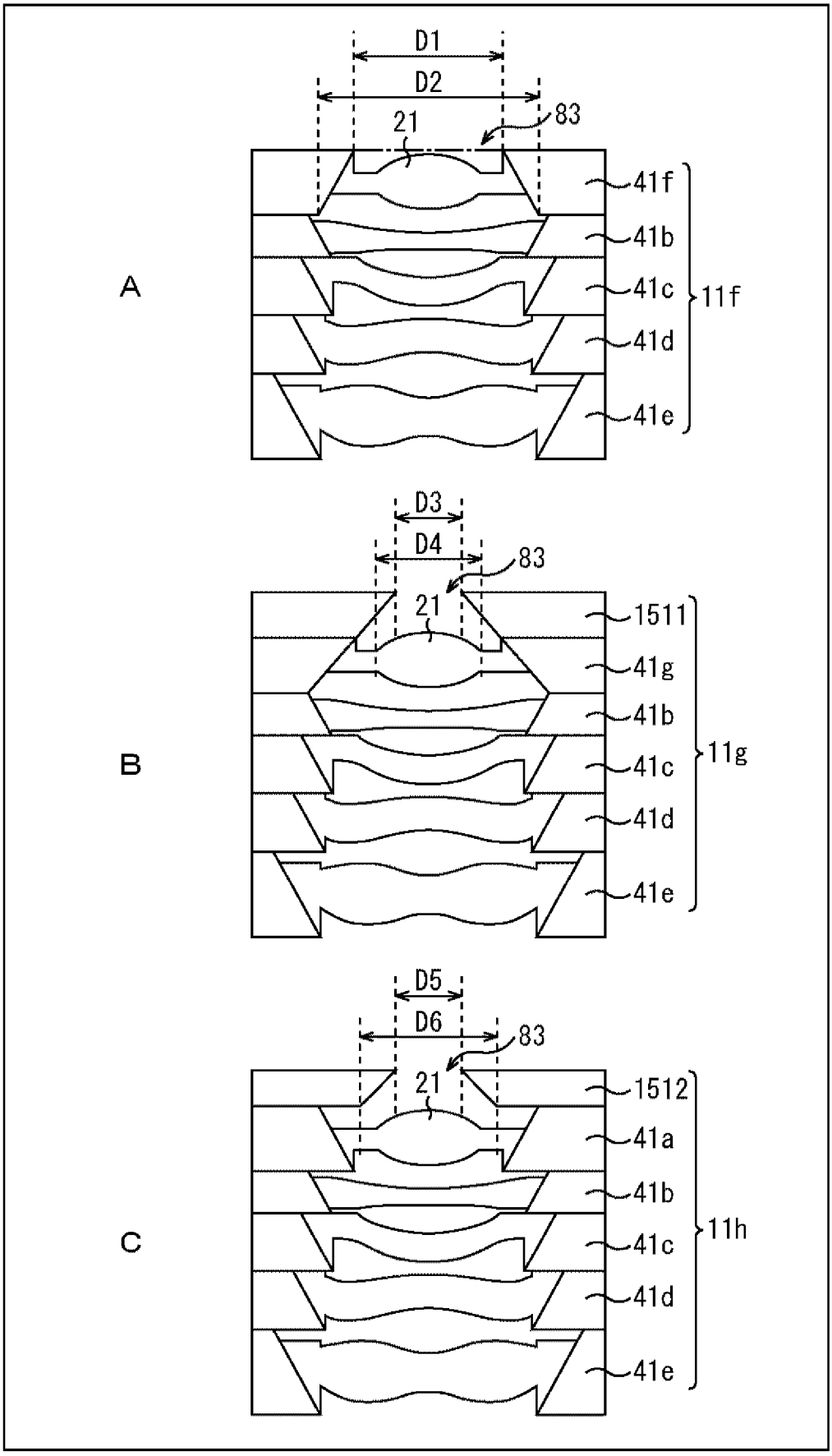
[図57]
FIG. 57



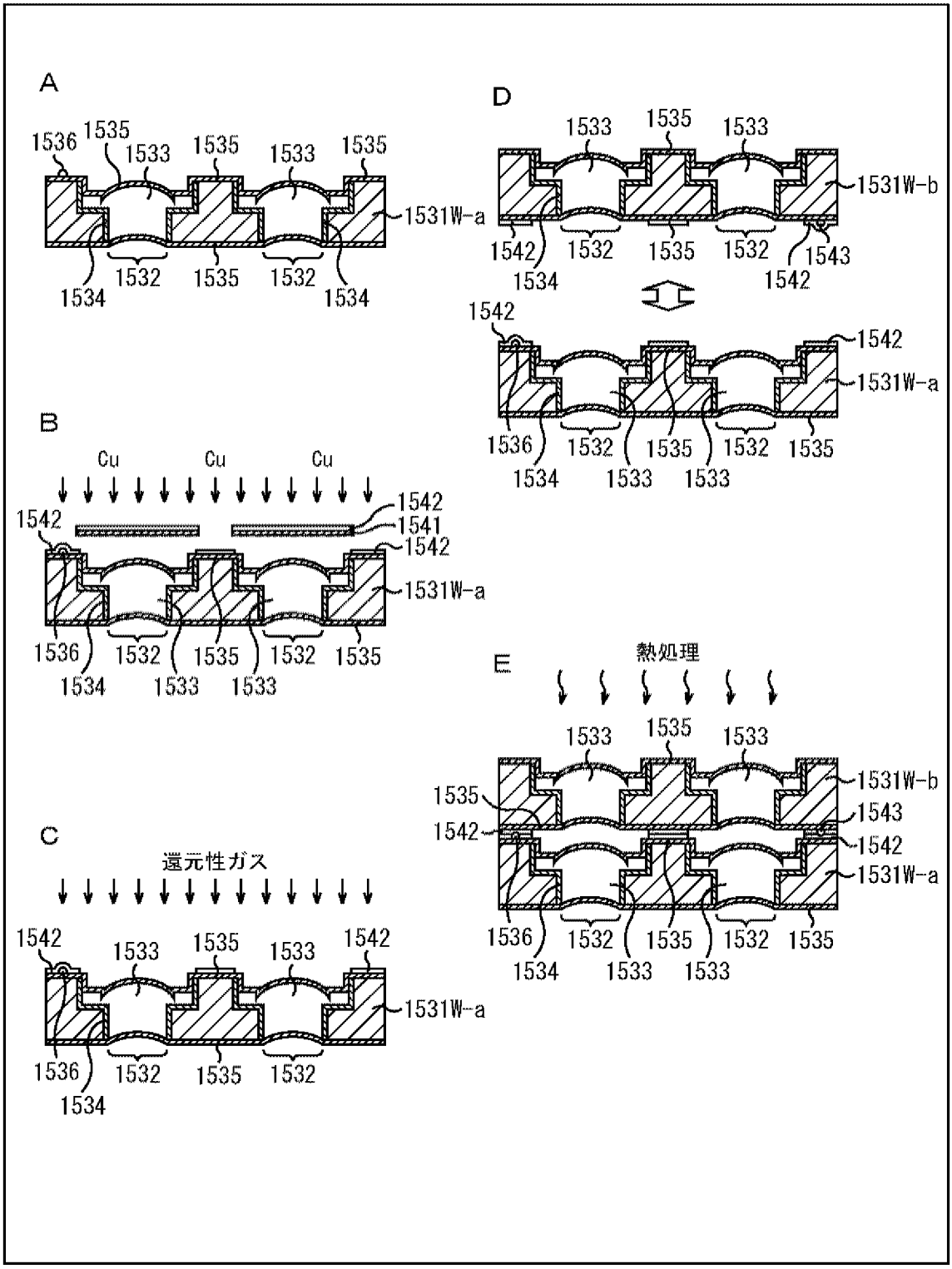
[図58]
FIG. 58



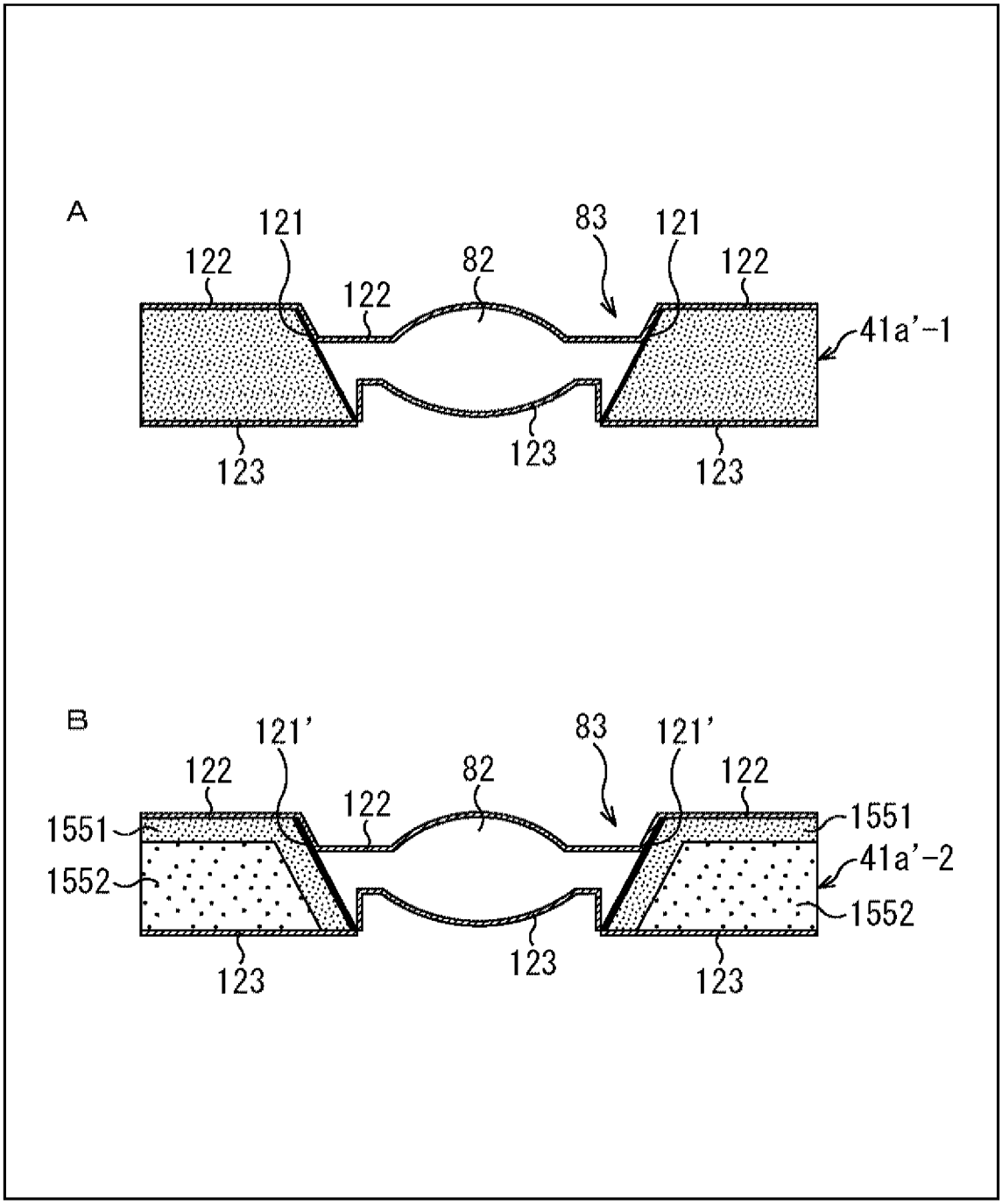
[図59]
FIG. 59


A
D1
D2
21
83
41f
41b
41c
41d
41e
11f
B
D3
D4
83
21
1511
41g
41b
41c
41d
41e
11g
C
D5
D6
83
21
1512
41a
41b
41c
41d
41e
11h

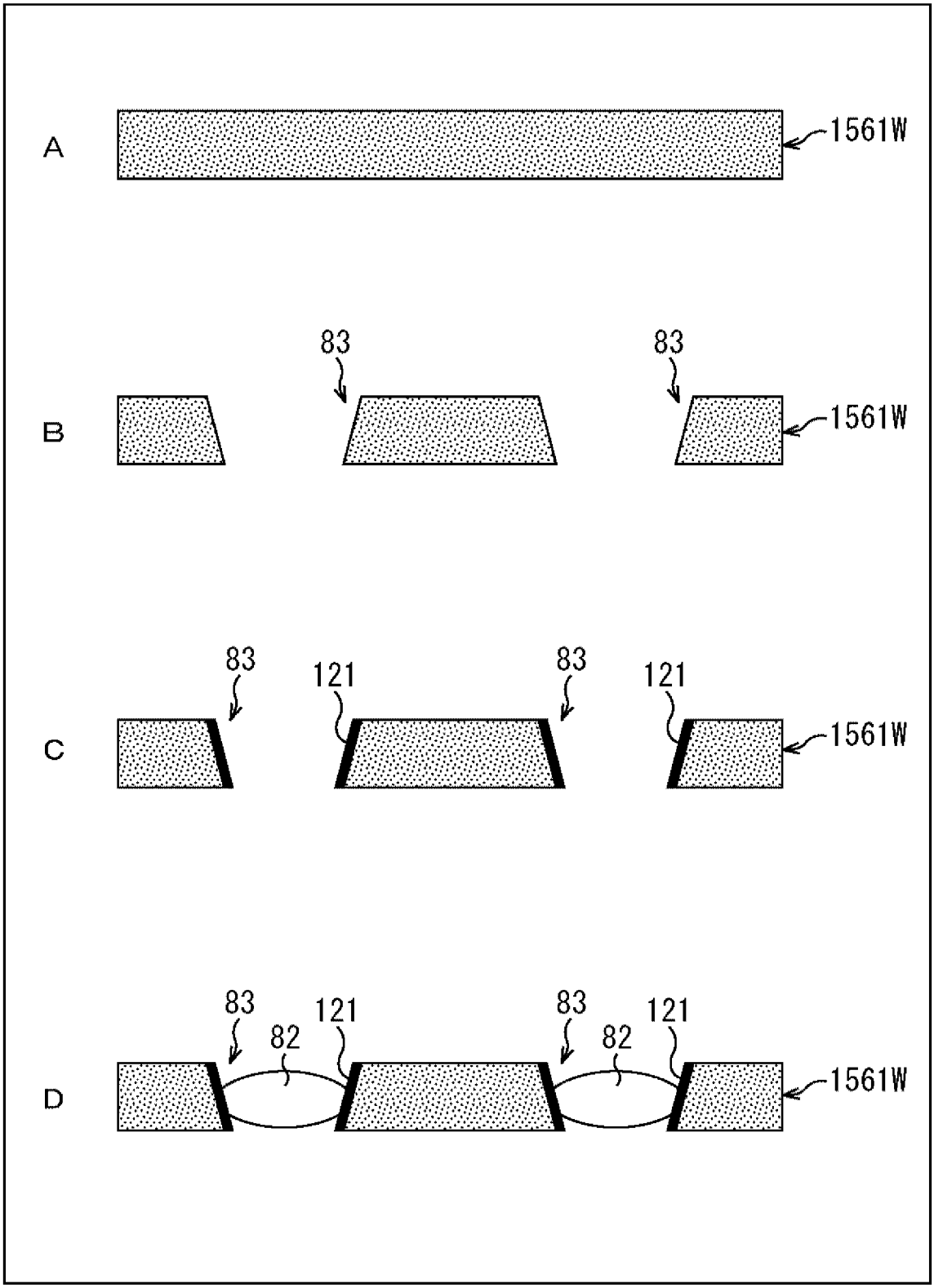
[図60]
FIG. 60


A
1536
1535
1533
1535
1533
1535
1531W-a
1534
1532
1535
1532
1534
B
Cu
Cu
Cu
1542
1542
1541
1542
1531W-a
1536
1532
1535
1532
1535
1534
1533
1533
C
還元性ガス
1542
1533
1535
1533
1542
1531W-a
1536
1532
1535
1532
1534
D
1533
1535
1533
1531W-b
1542
1532
1535
1532
1543
1534
1542
1542
1542
1531W-a
1536
1532
1535
1532
1535
1534
1533
1533
E
熱処理
1533
1535
1533
1531W-b
1535
1543
1542
1542
1531W-a
1536
1532
1535
1532
1535
1534
1533
1533

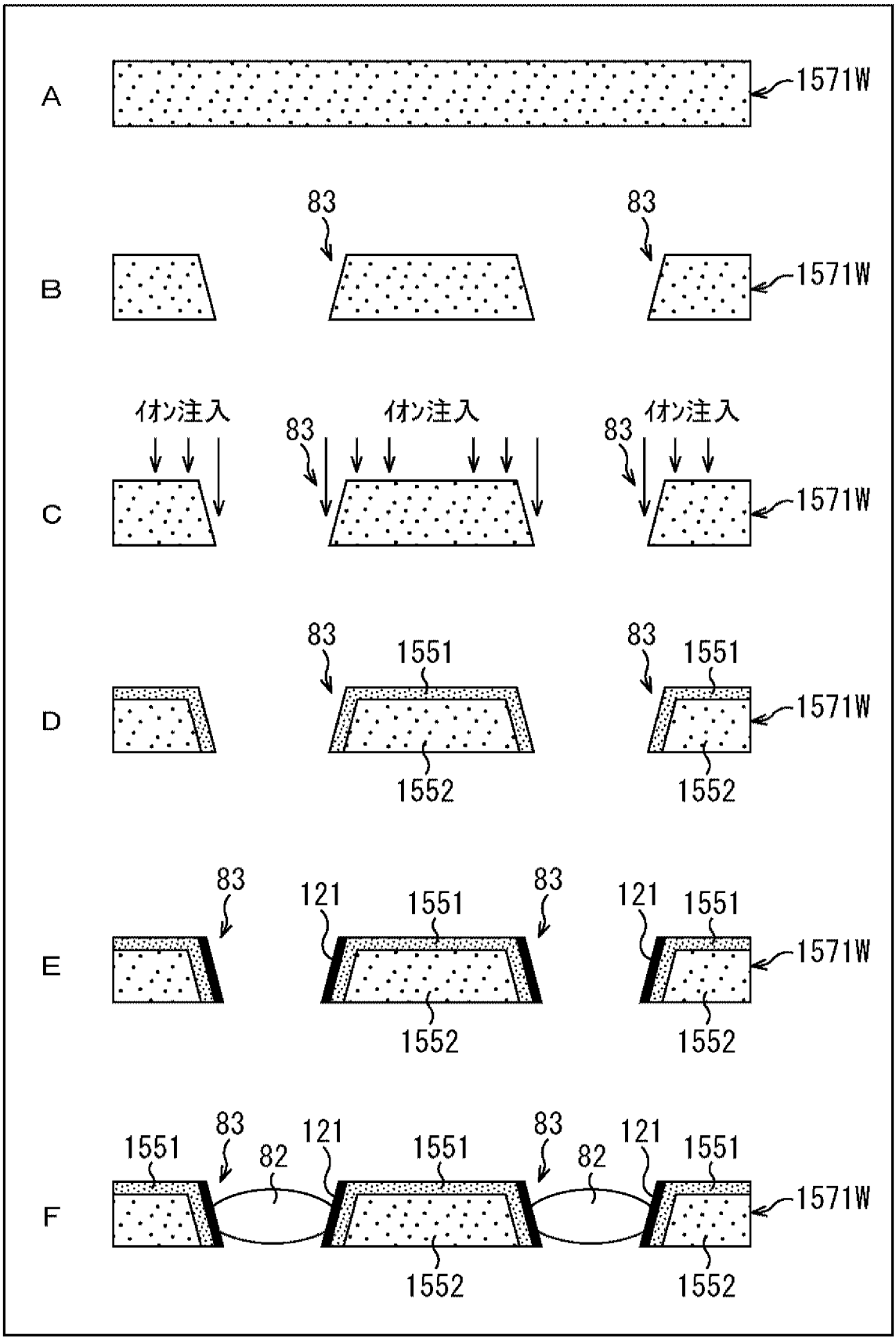
[図61]
FIG. 61


A
121
83
121
122
82
122
122
41a'-1
123
123
123
B
121'
83
121'
122
82
122
122
1551
1551
41a'-2
1552
1552
123
123
123

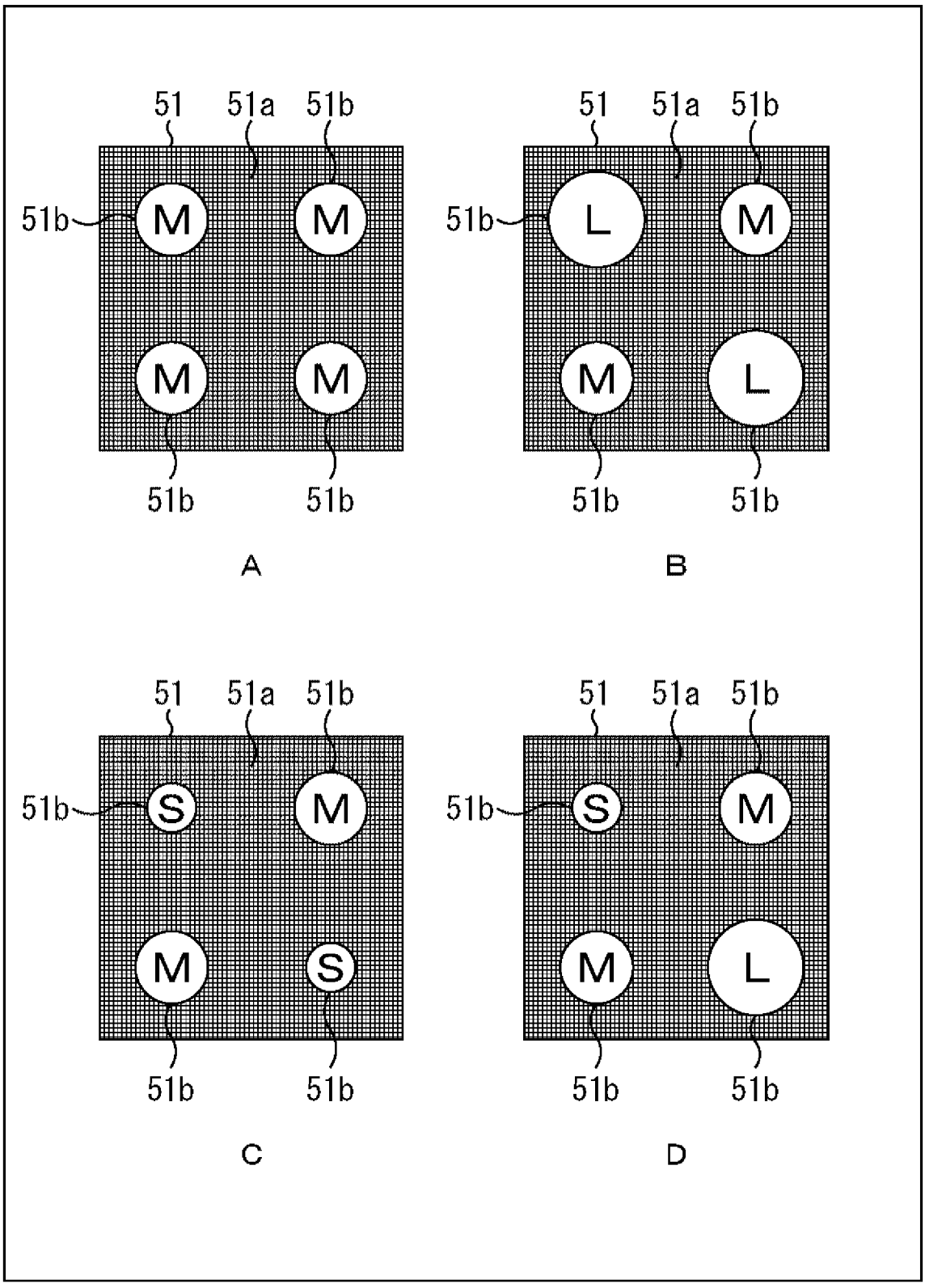
[図62]
FIG. 62


A
1561W
B
83
83
1561W
C
83
121
83
121
1561W
D
83
82
121
83
82
121
1561W

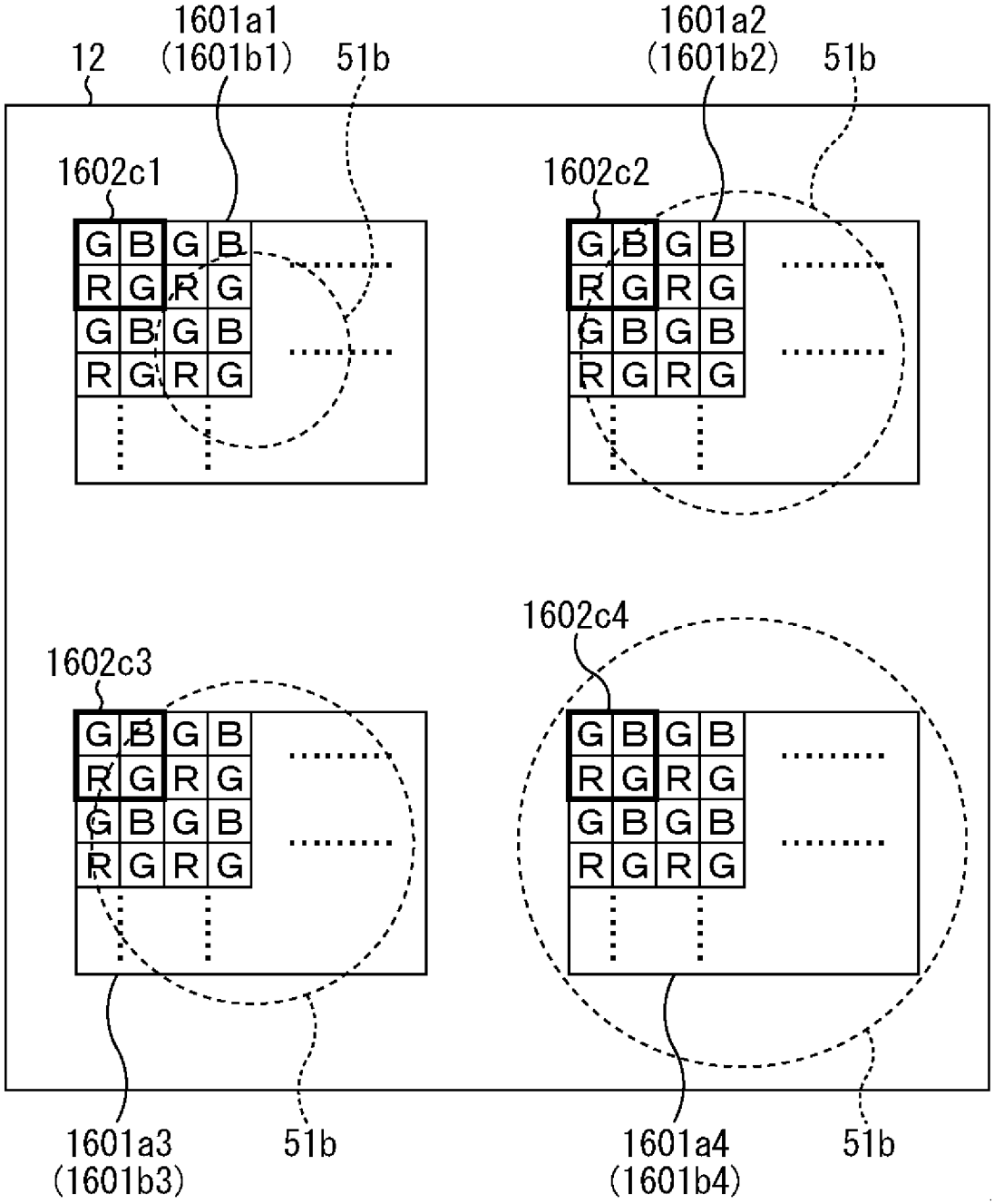
[図63]
FIG. 63


A
1571W
B
83
83
1571W
C
イオン注入
イオン注入
イオン注入
83
83
1571W
D
83
1551
83
1551
1571W
1552
1552
E
83
121
1551
83
121
1551
1571W
1552
1552
F
1551
83
82
121
1551
83
82
121
1551
1571W
1552
1552

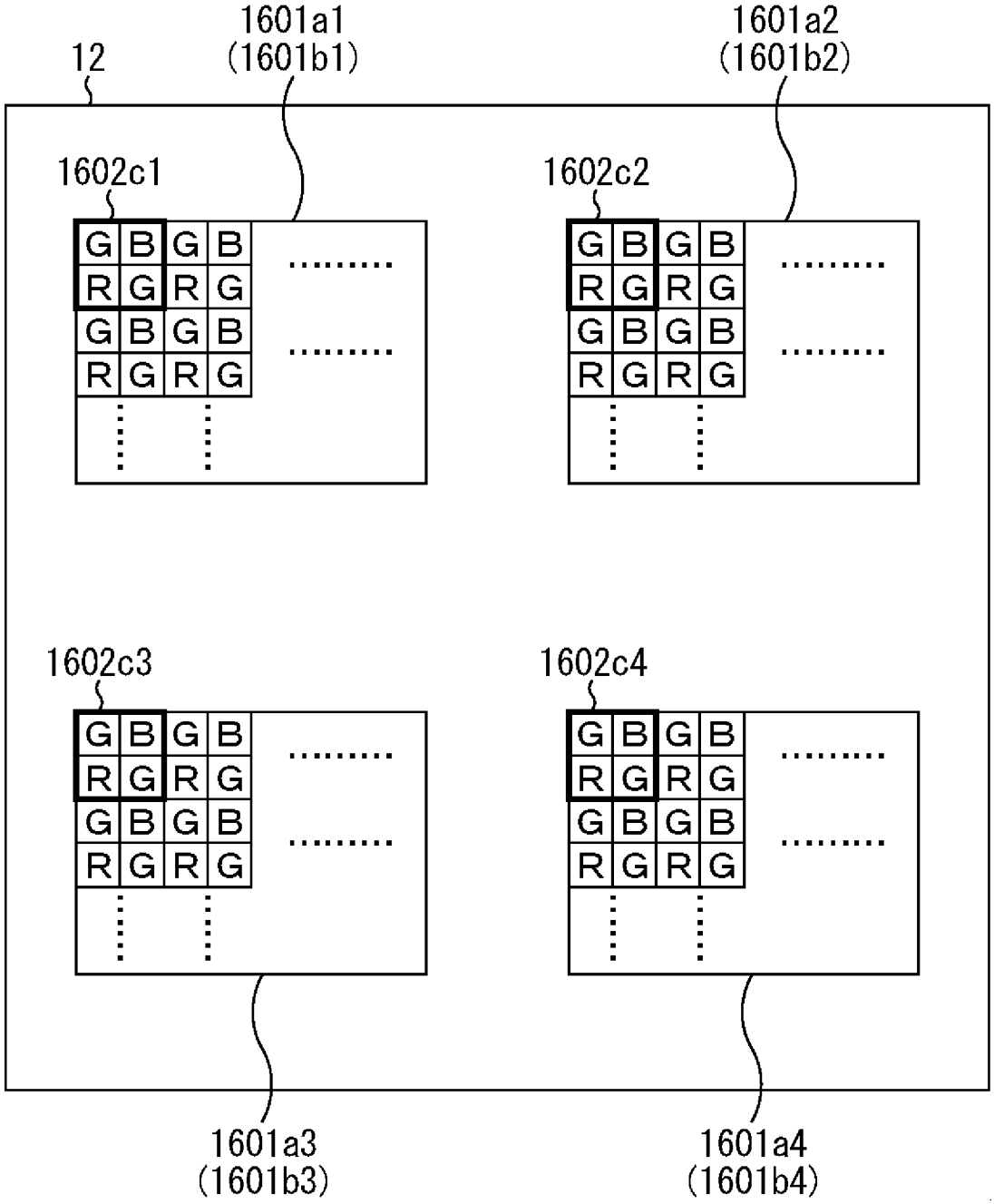
[図64]
FIG. 64


51
51a
51b
51b
M
M
M
M
51b
51b
A
51
51a
51b
51b
L
M
M
L
51b
51b
B
51
51a
51b
51b
S
M
M
S
51b
51b
C
51
51a
51b
51b
S
M
M
L
51b
51b
D

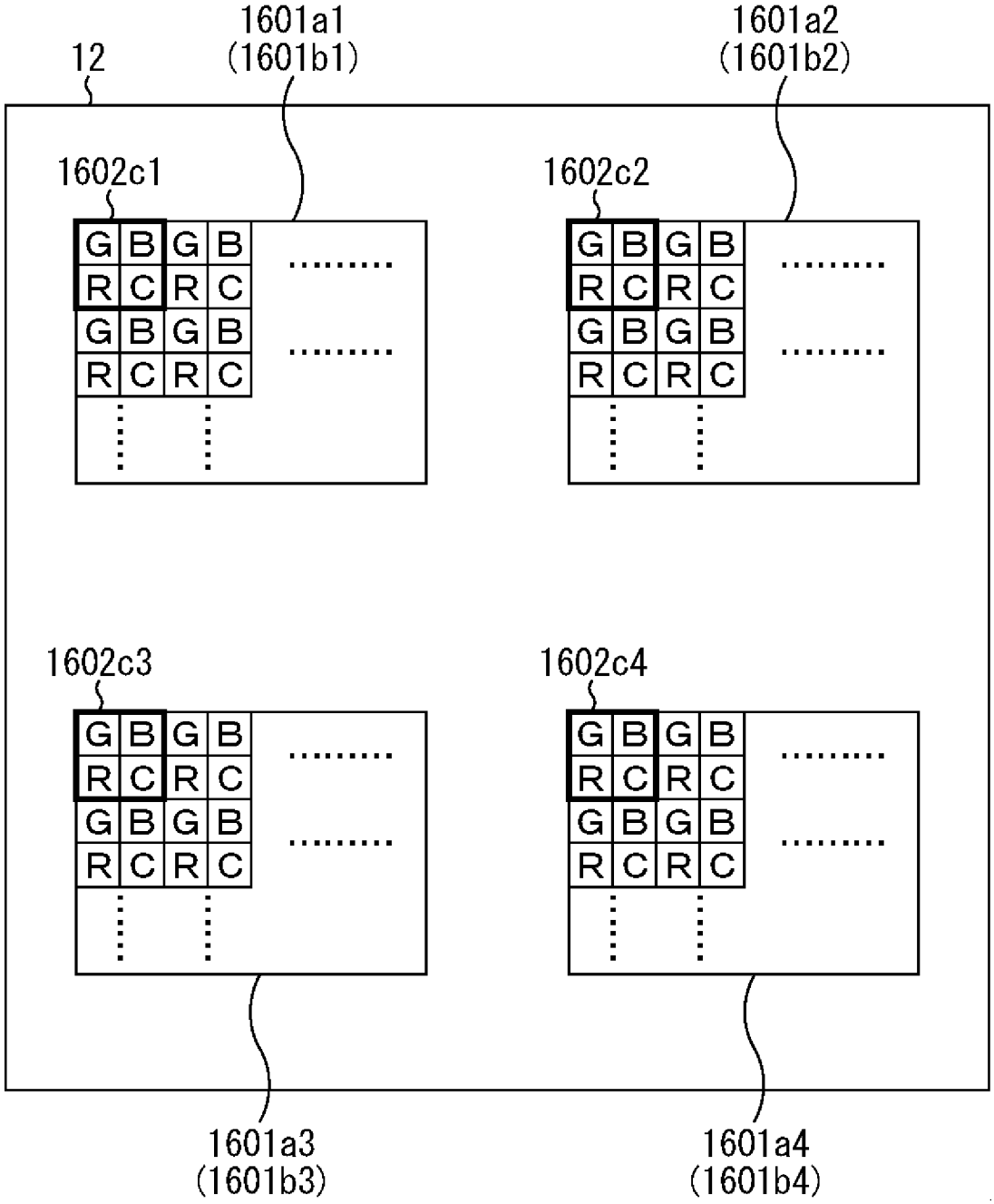
[図65]
FIG. 65


12
1601a1
(1601b1)
51b
1601a2
(1601b2)
51b
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
G B G B
R G R G
1601a3
(1601b3)
51b
1601a4
(1601b4)
51b

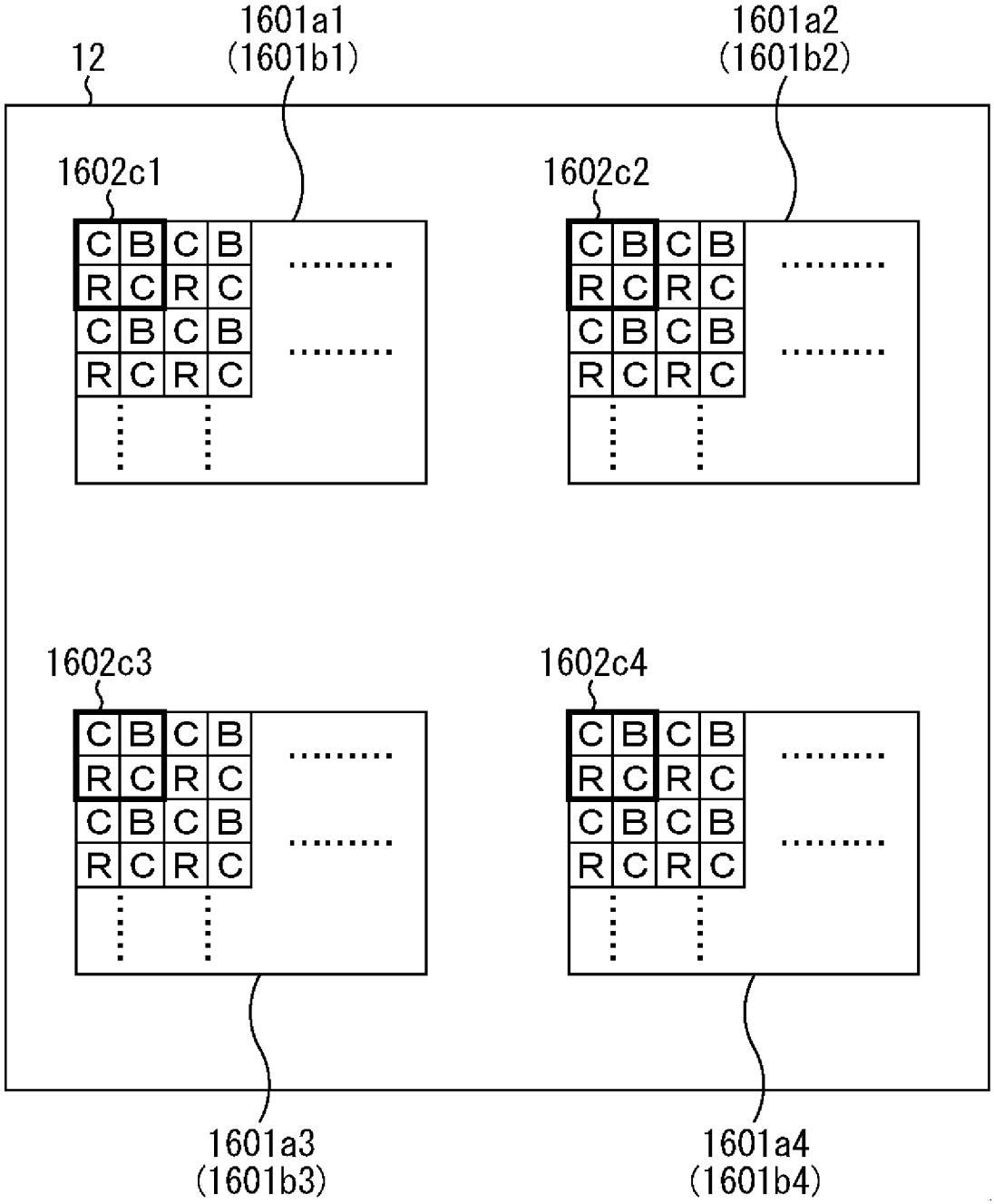
[図66]
FIG. 66


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
G B G B
R G R G
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

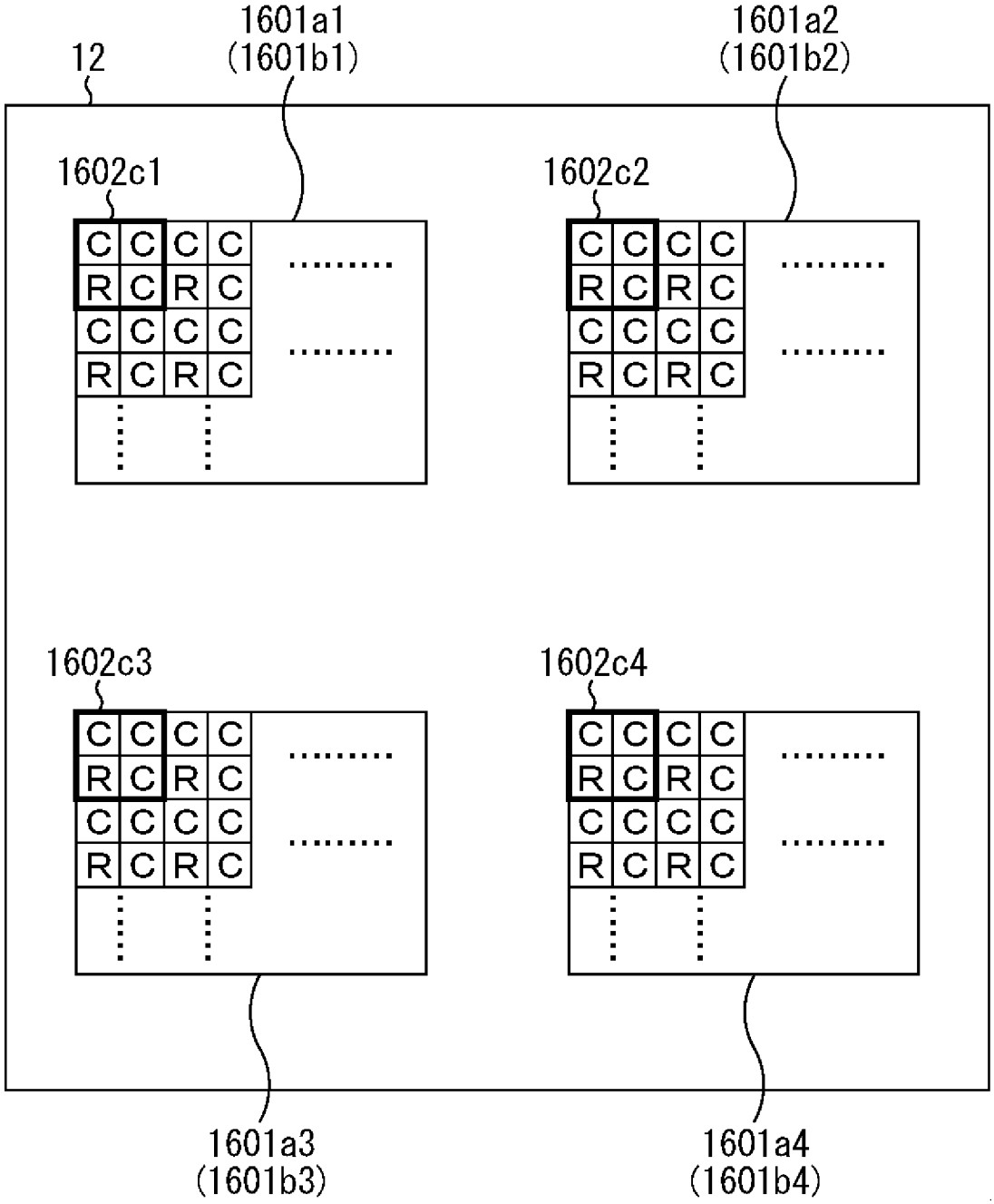
[図67]
FIG. 67


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
G B G B
R C R C
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

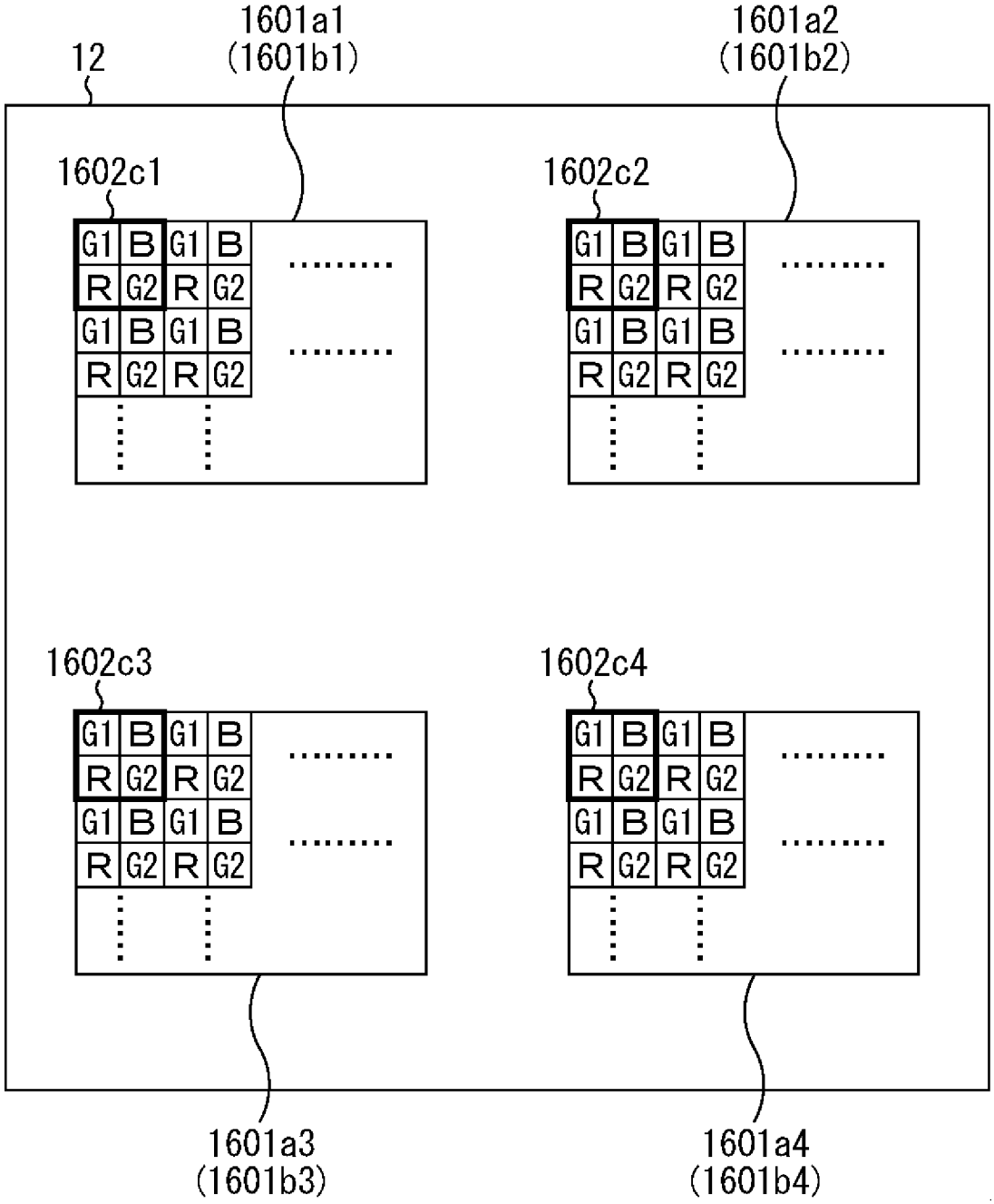
[図68]
FIG. 68


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
C B C B
R C R C
C B C B
R C R C
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

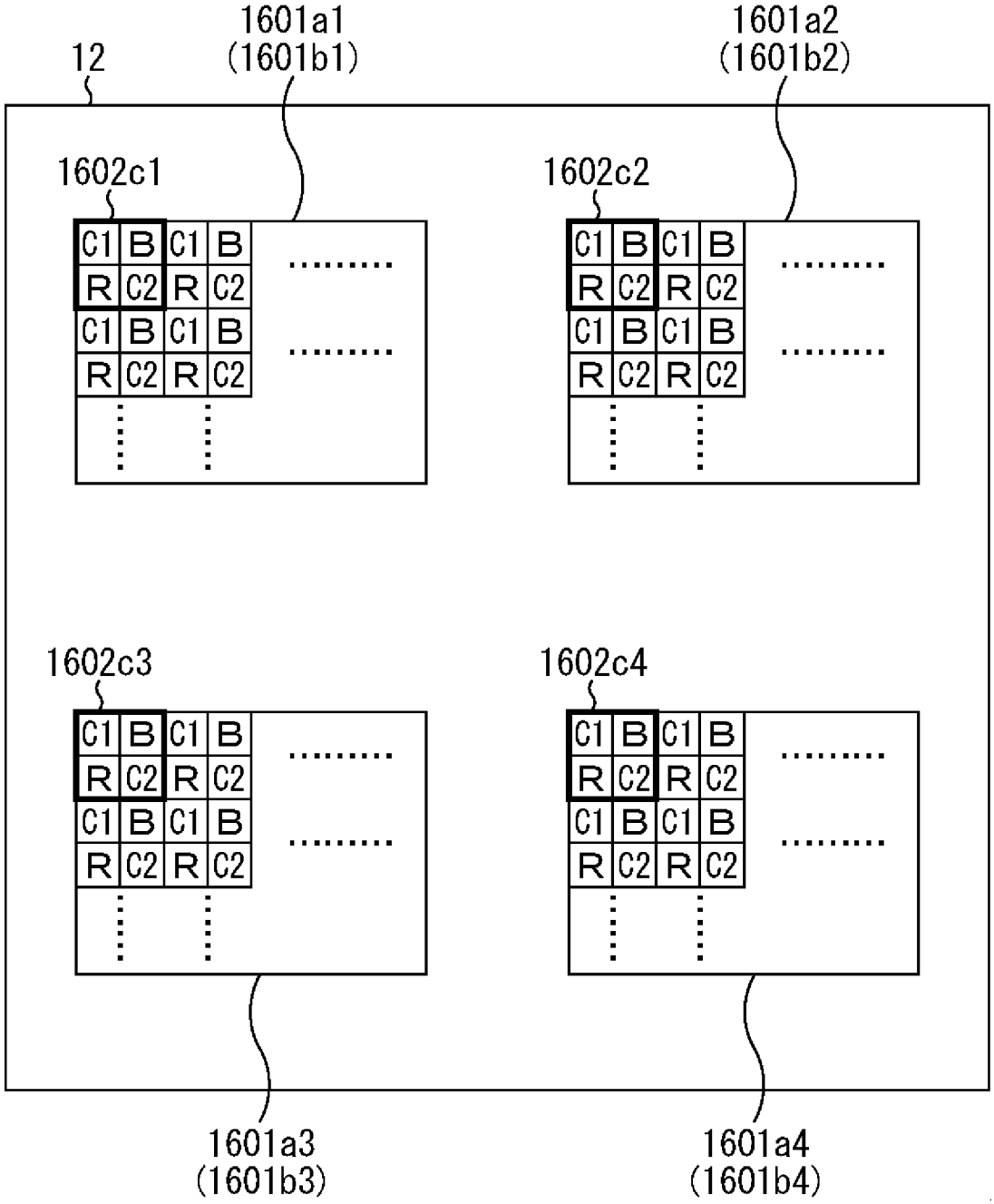
[図69]
FIG. 69


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
C C C C
R C R C
C C C C
R C R C
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

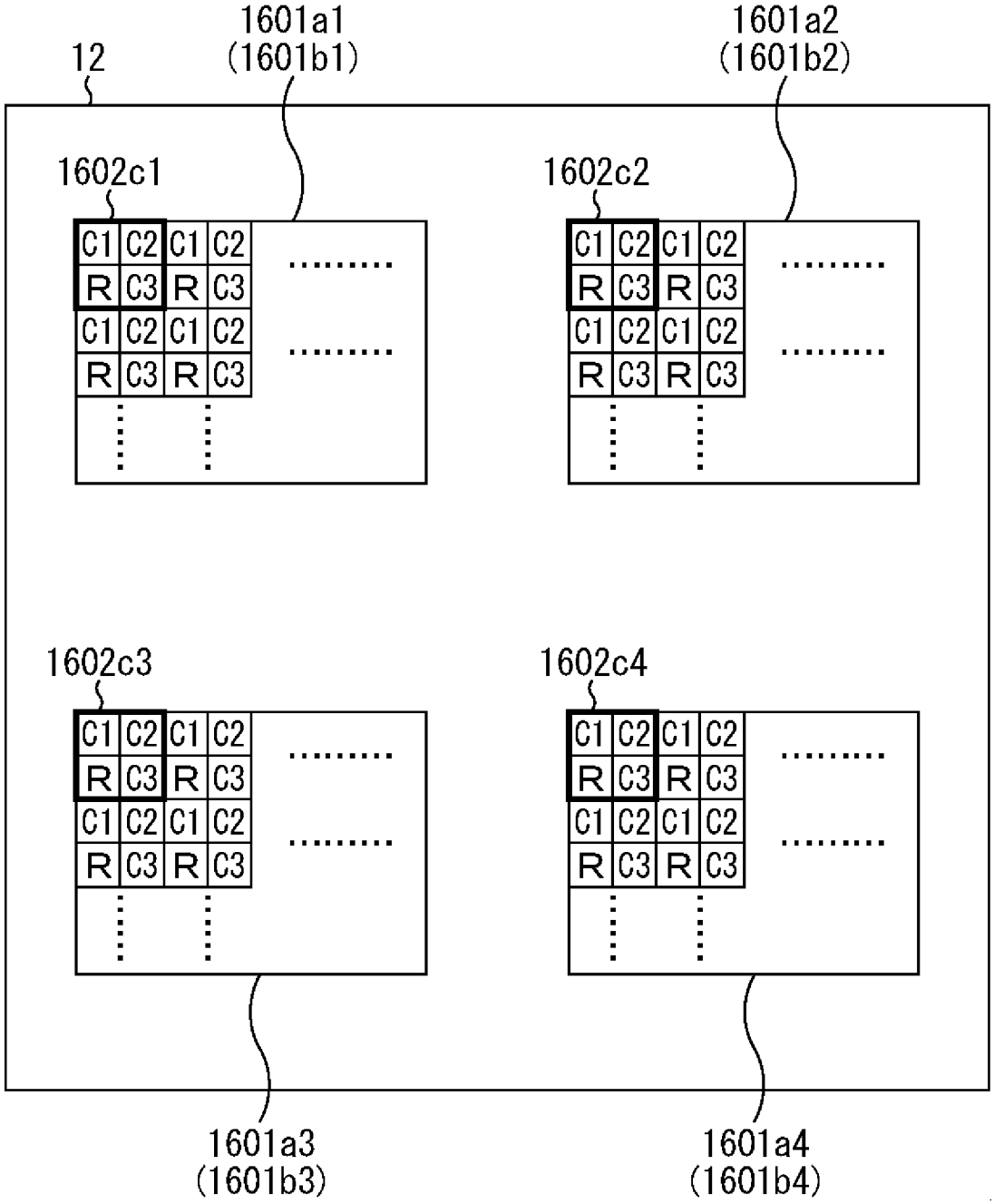
[図70]
FIG. 70


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
G1 B G1 B
R G2 R G2
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

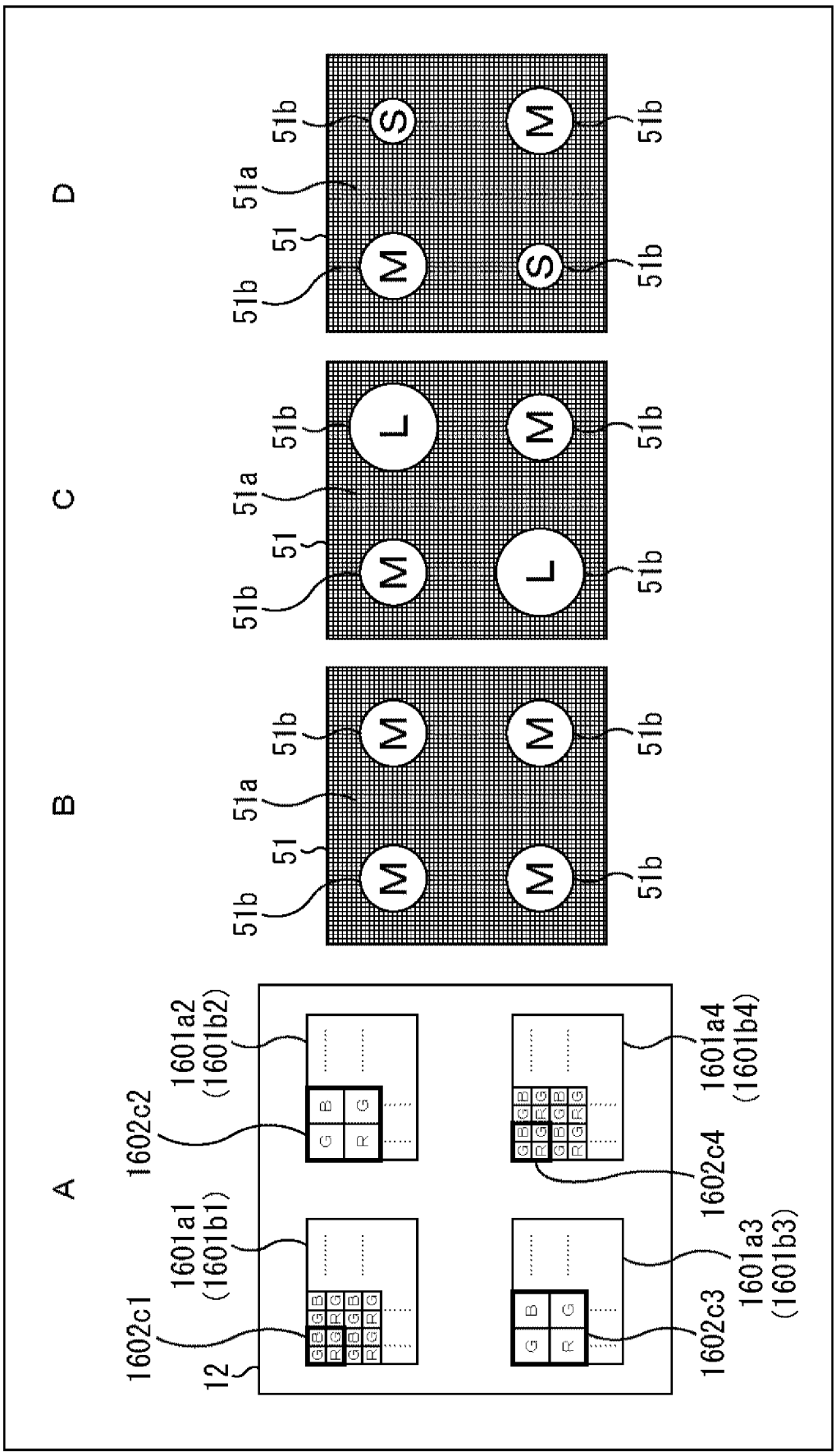
[図71]
FIG. 71


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
C1 B C1 B
R C2 R C2
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

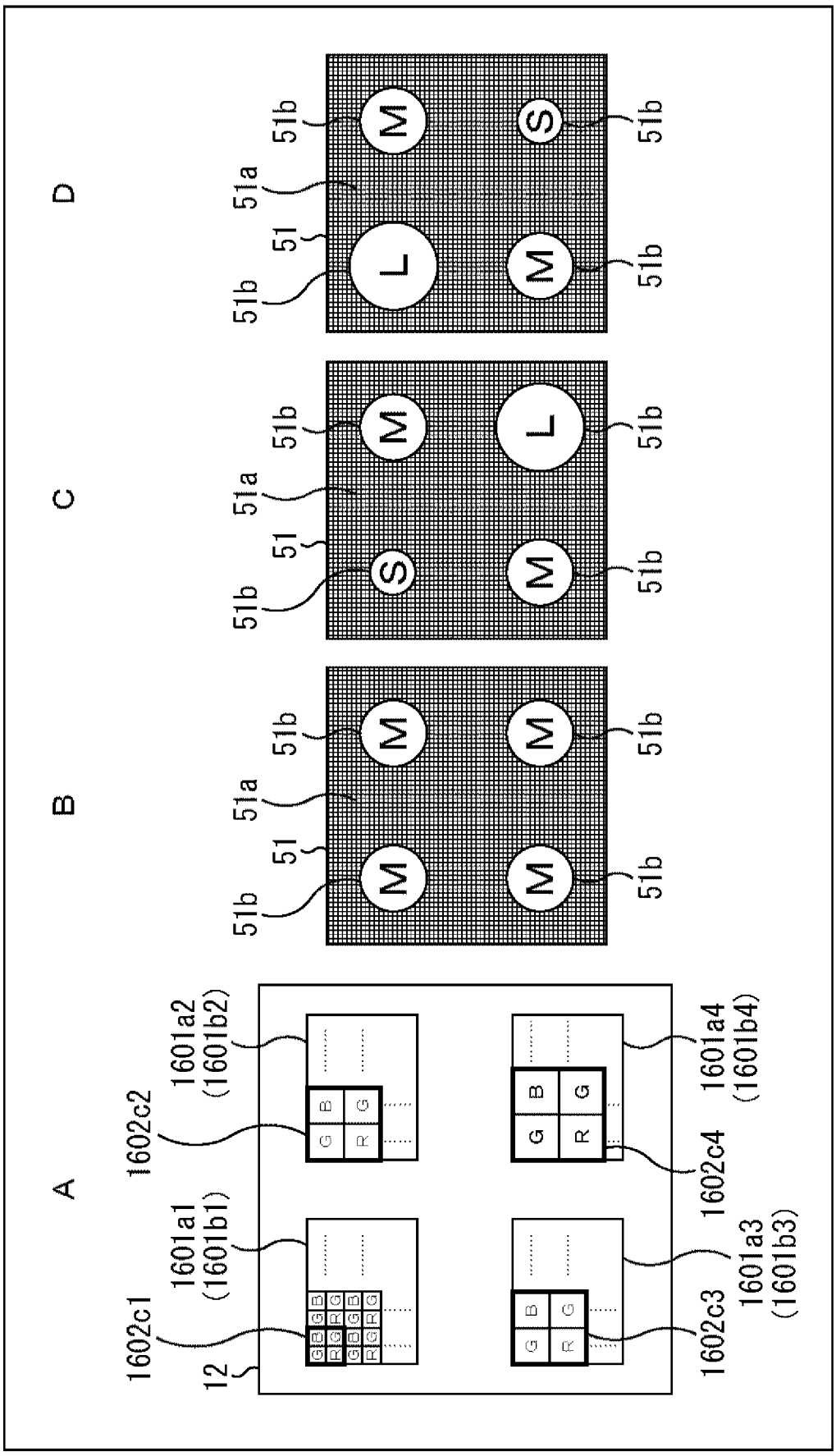
[図72]
FIG. 72


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
C1 C2 C1 C2
R C3 R C3
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

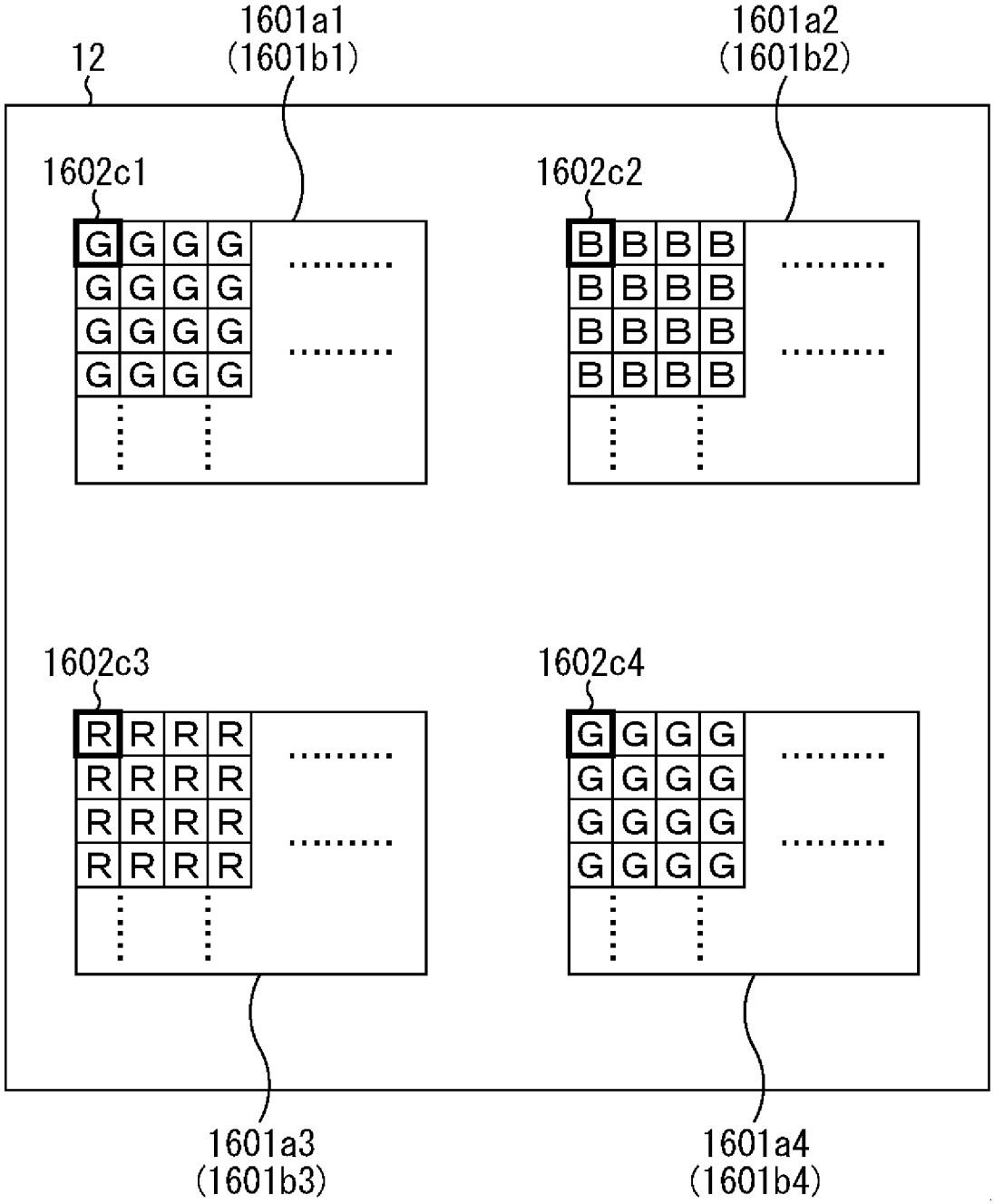
[図73]
FIG. 73


A
B
C
D
12
1601a1 (1601b1)
1601a2 (1601b2)
1601a3 (1601b3)
1601a4 (1601b4)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
51
51a
51b
S
M
L
G
B
R

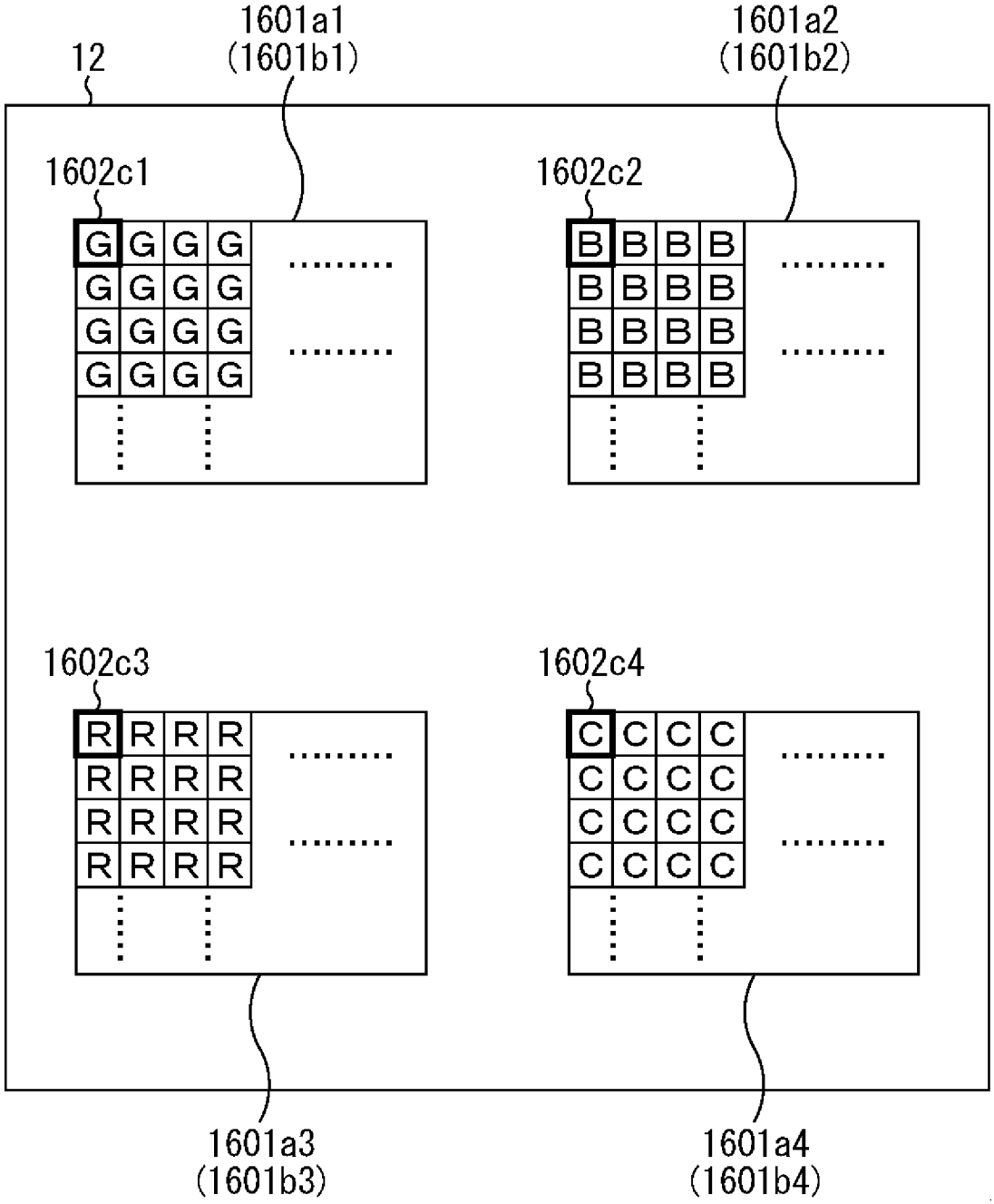
[図74]
FIG. 74


A
B
C
D
12
1601a1 (1601b1)
1601a2 (1601b2)
1601a3 (1601b3)
1601a4 (1601b4)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
51
51a
51b
L
M
S
G
B
R

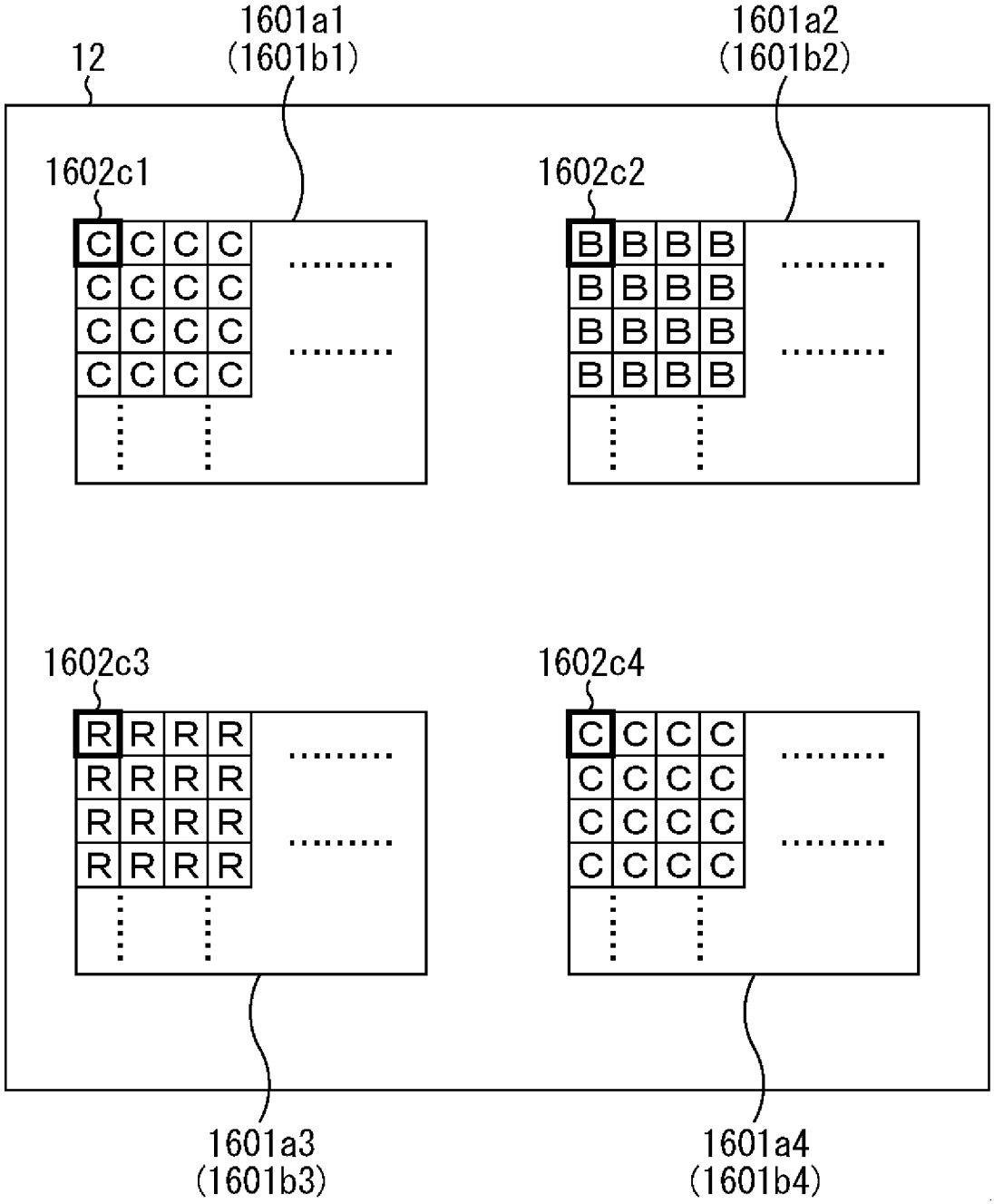
[図75]
FIG. 75


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

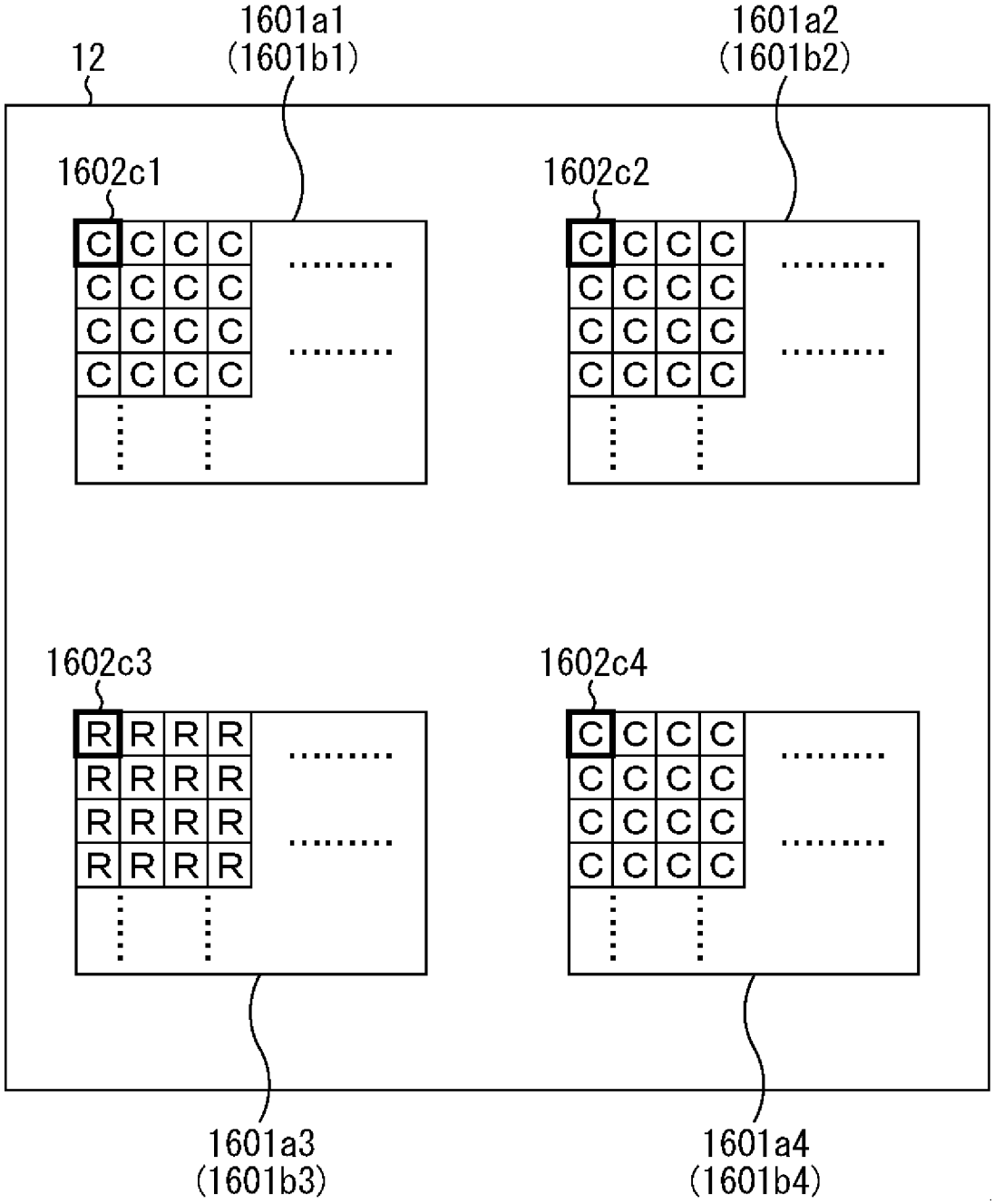
[図76]
FIG. 76


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

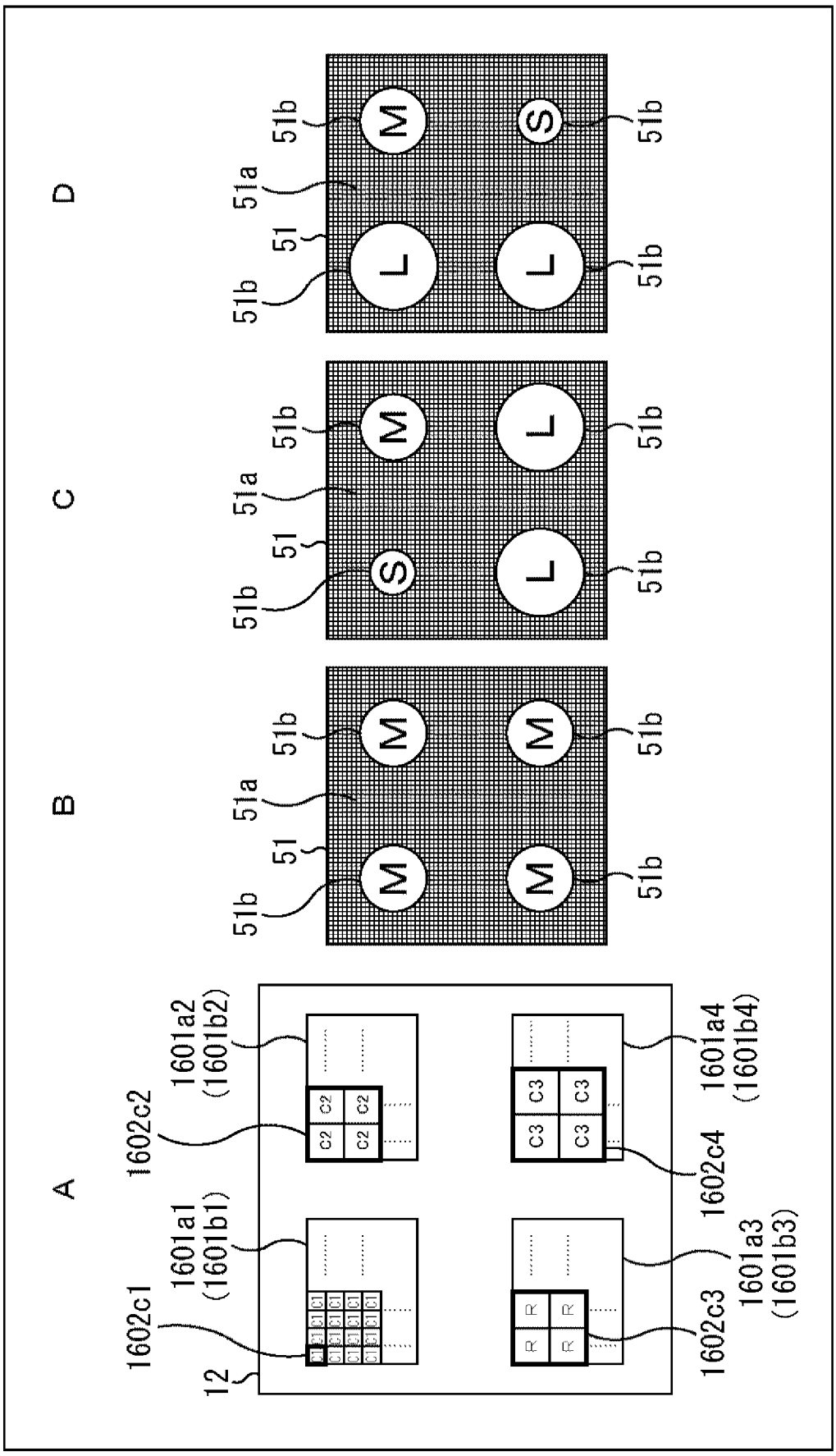
[図77]
FIG. 77


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

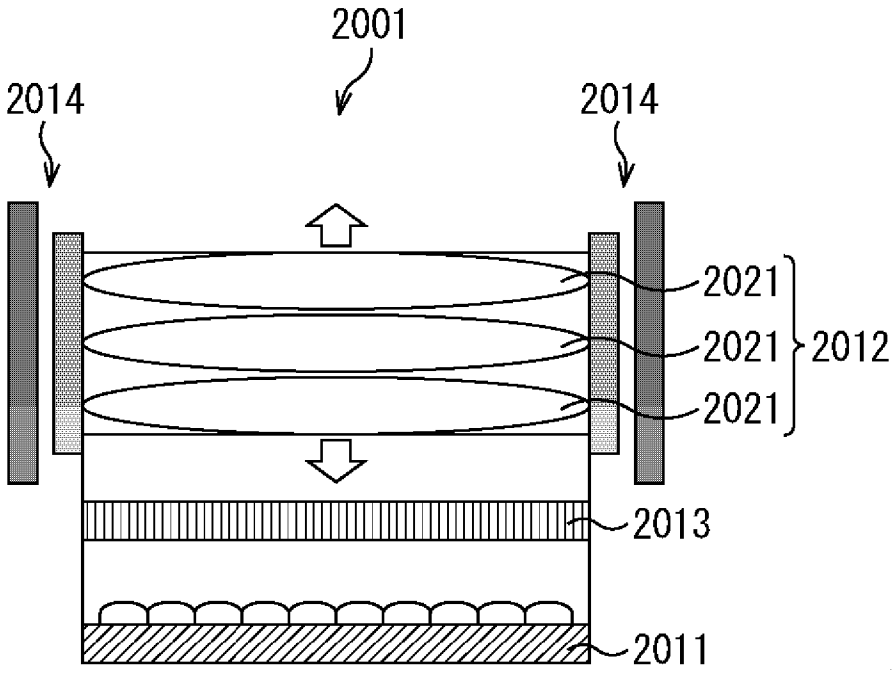
[図78]
FIG. 78


12
1601a1
(1601b1)
1601a2
(1601b2)
1602c1
1602c2
1602c3
1602c4
1601a3
(1601b3)
1601a4
(1601b4)

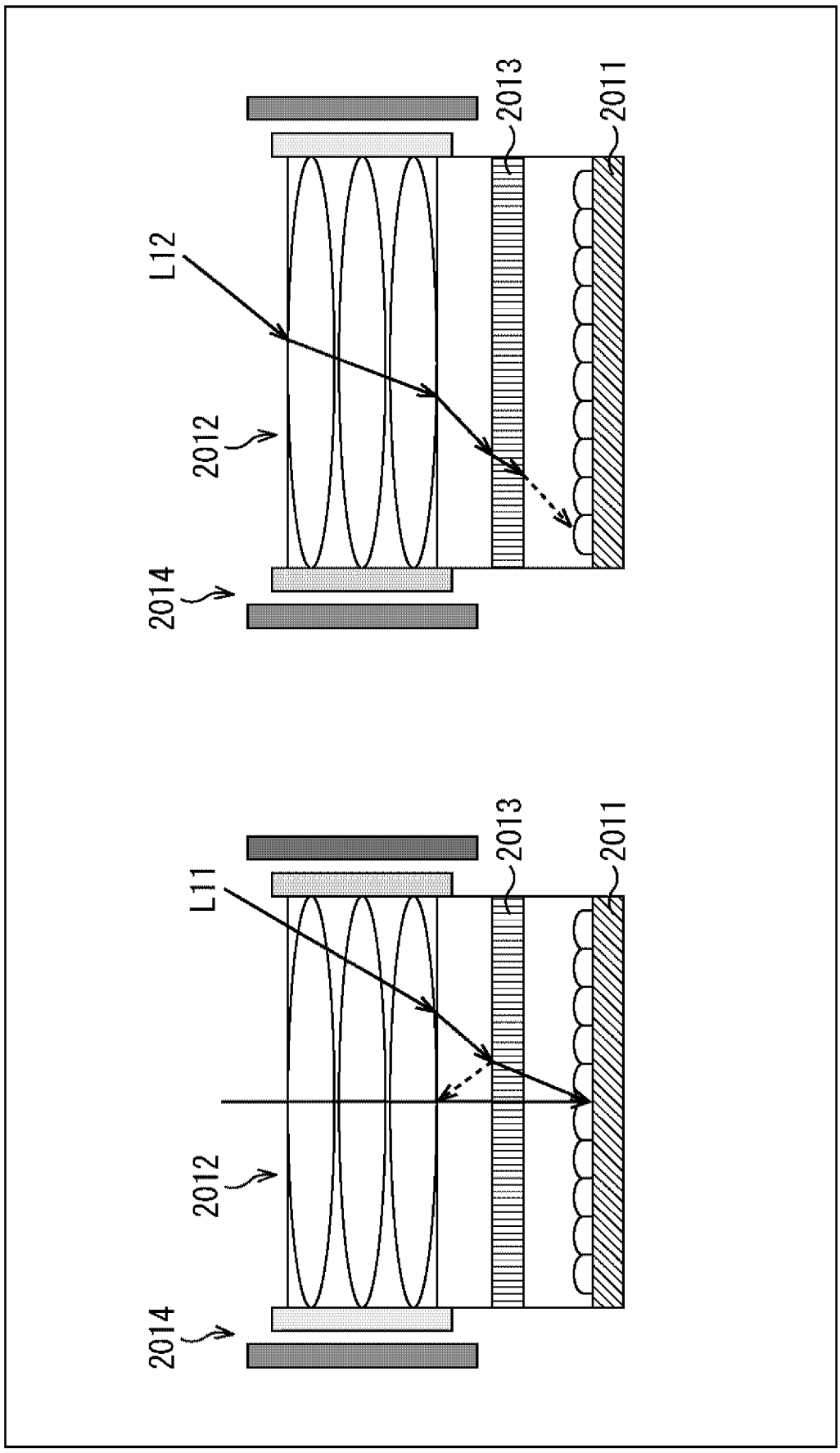
[図79]
FIG. 79


A
B
C
D
12
1602c1
1601a1
(1601b1)
1602c2
1601a2
(1601b2)
1602c3
1601a3
(1601b3)
1602c4
1601a4
(1601b4)
C1
C2
C3
R
51
51a
51b
L
M
S

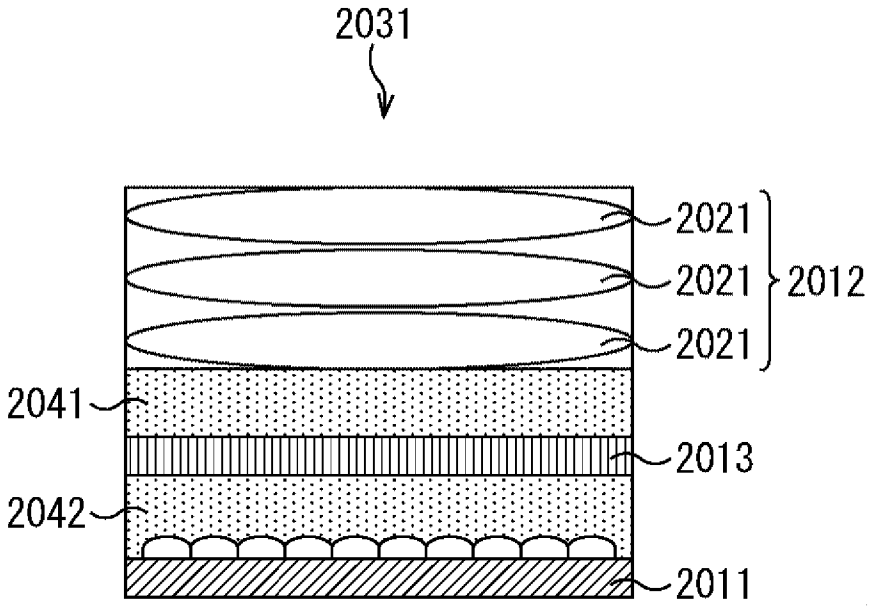
[図80]
FIG. 80



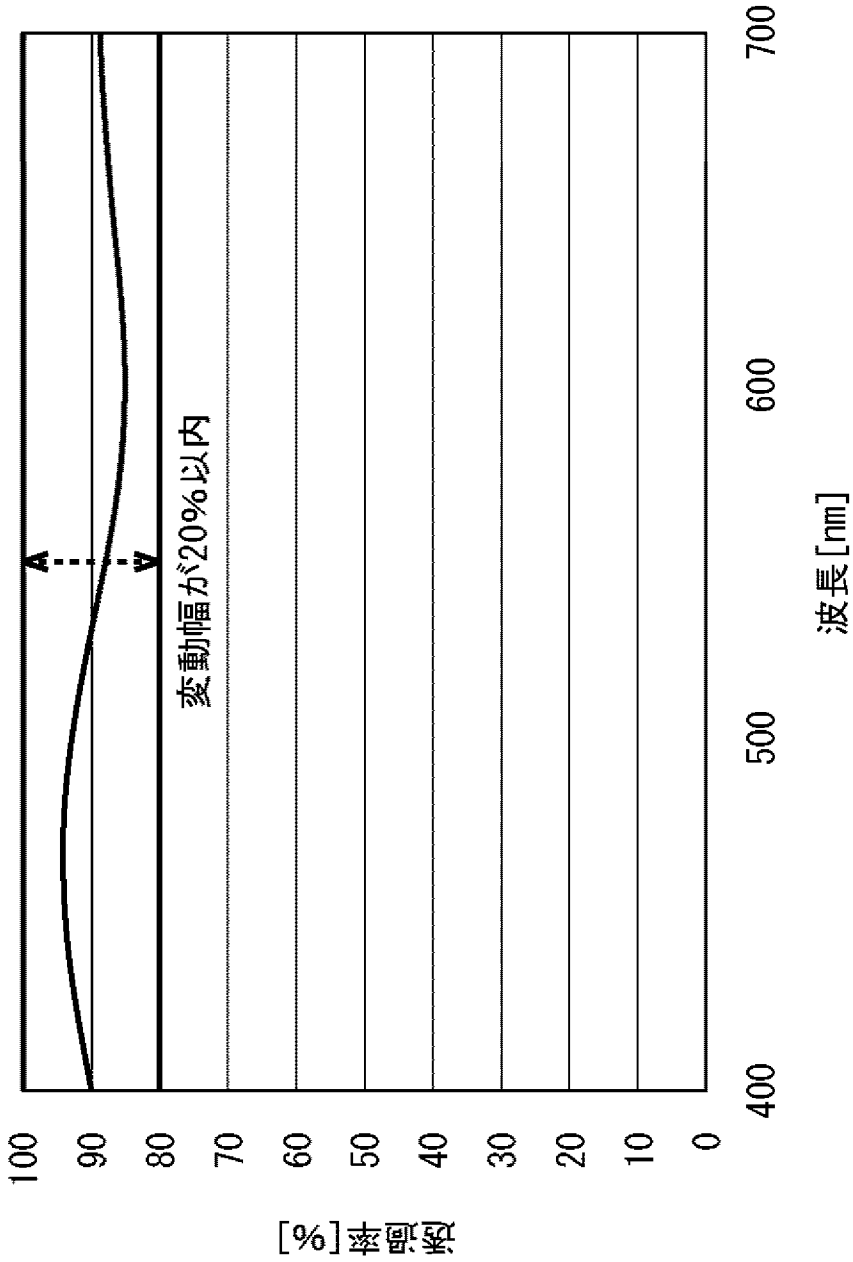
[図81]
FIG. 81



[図82]
FIG. 82

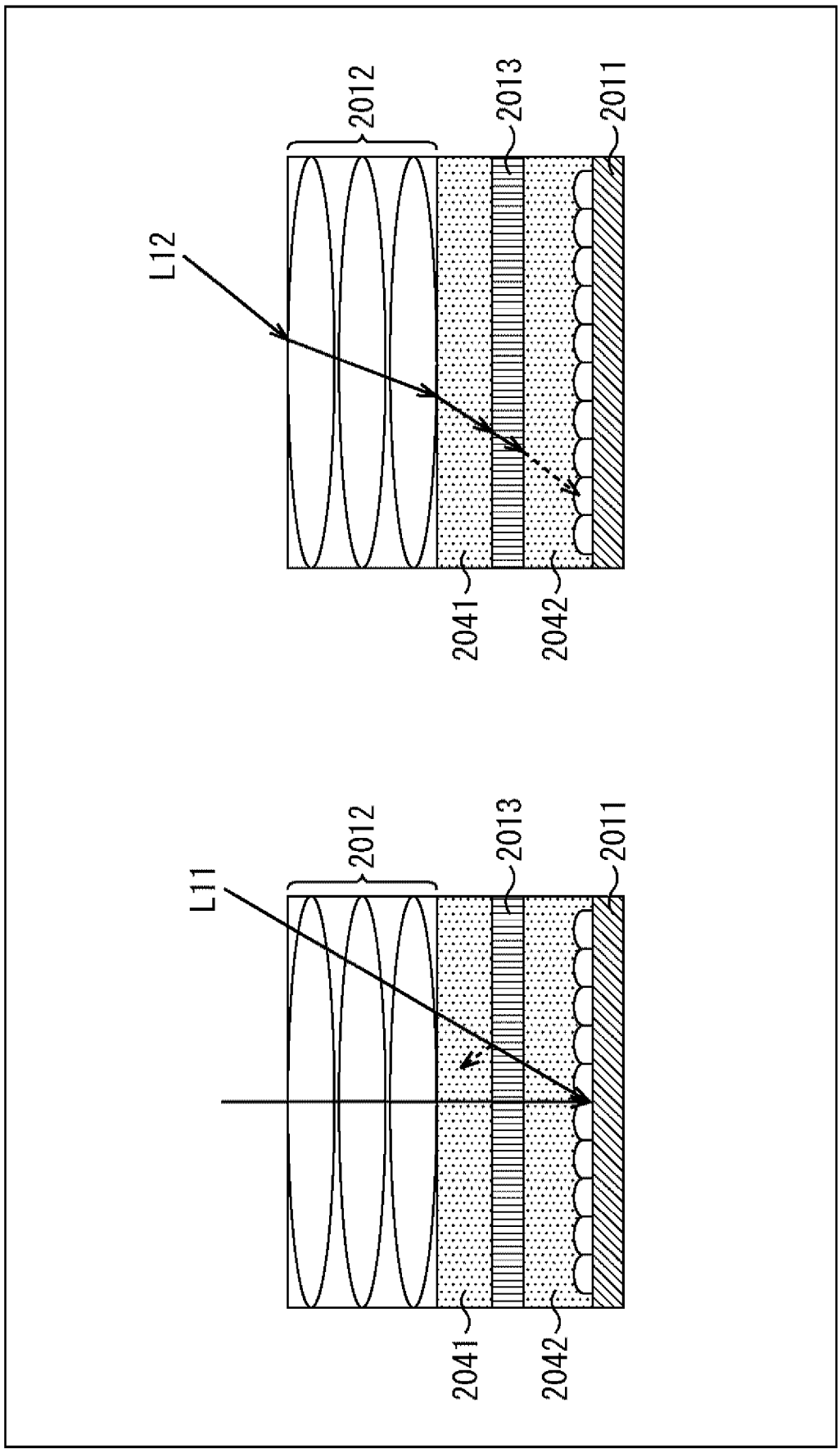


[図83]
FIG. 83


変動幅が20%以内
A
A
透過率[%]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
400
500
600
700
波長[nm]

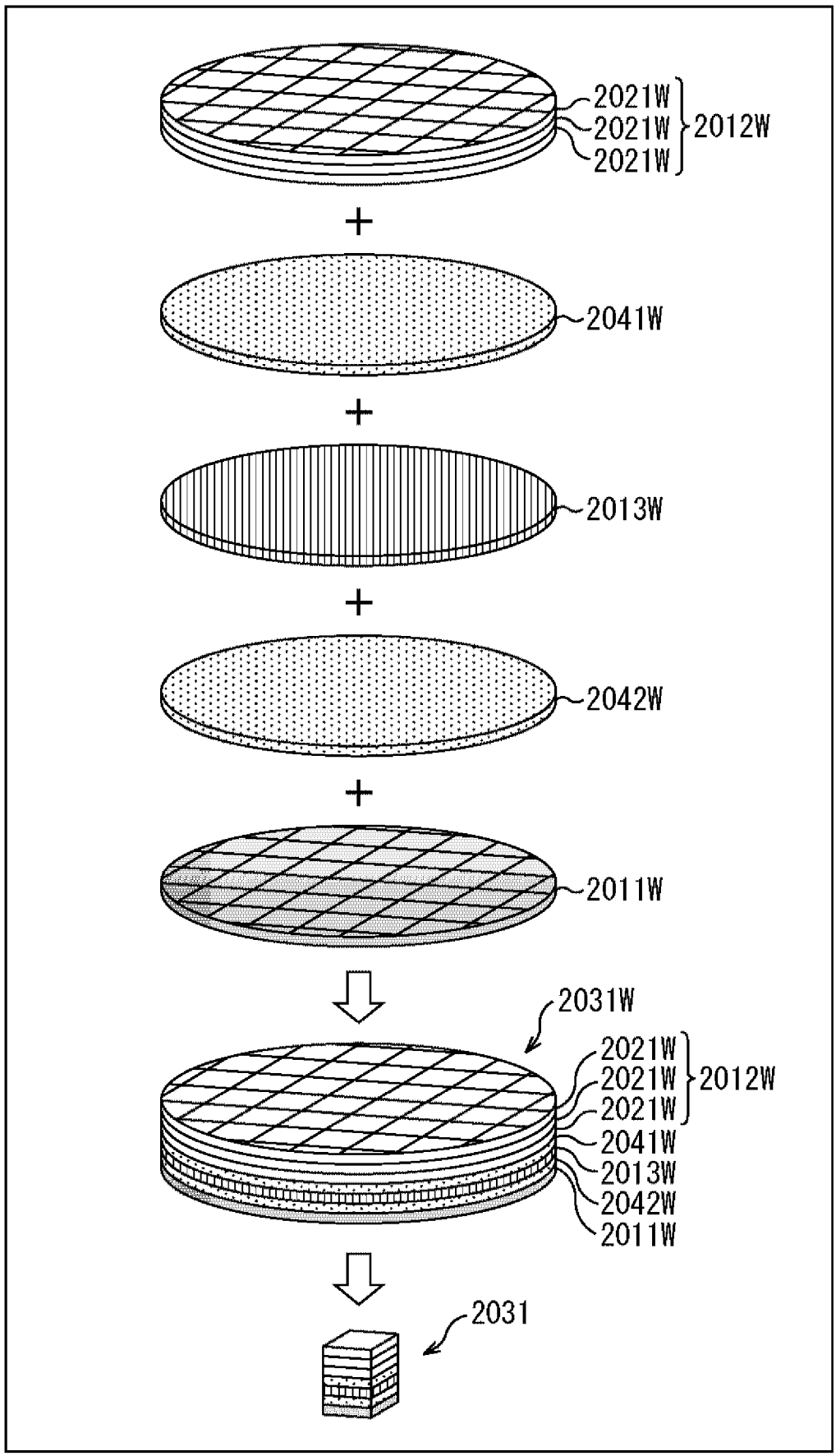
[図84]

FIG. 84

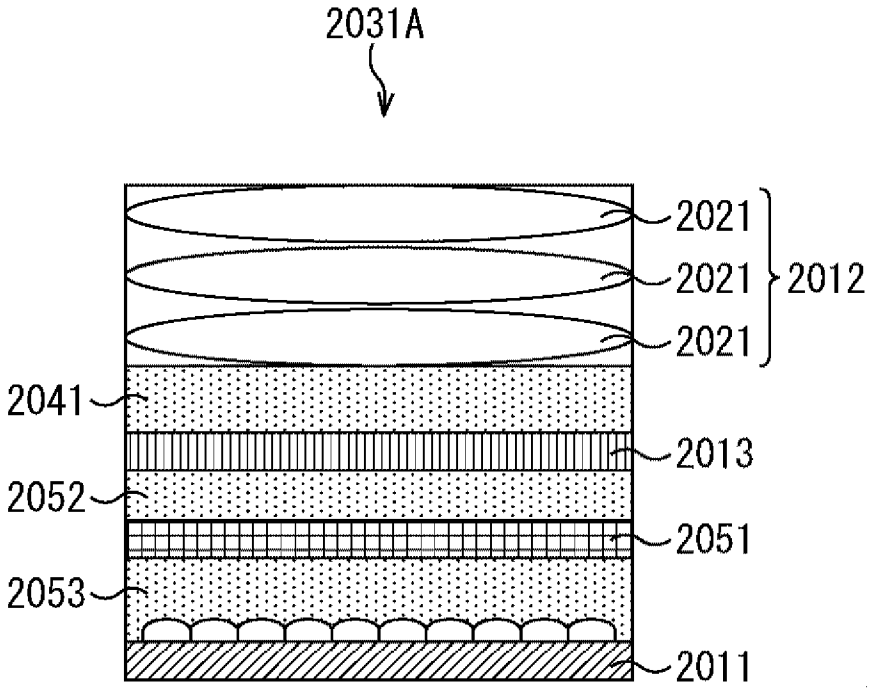


[図85]

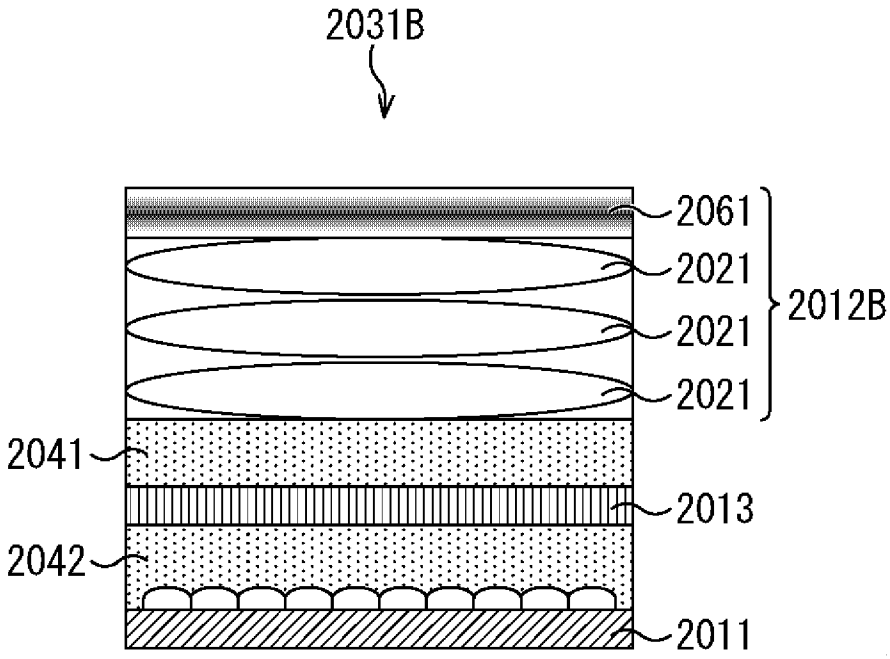
FIG. 85


2021W
2021W
2021W
2012W
2041W
2013W
2042W
2011W
2031W
2021W
2021W
2021W
2012W
2041W
2013W
2042W
2011W
2031

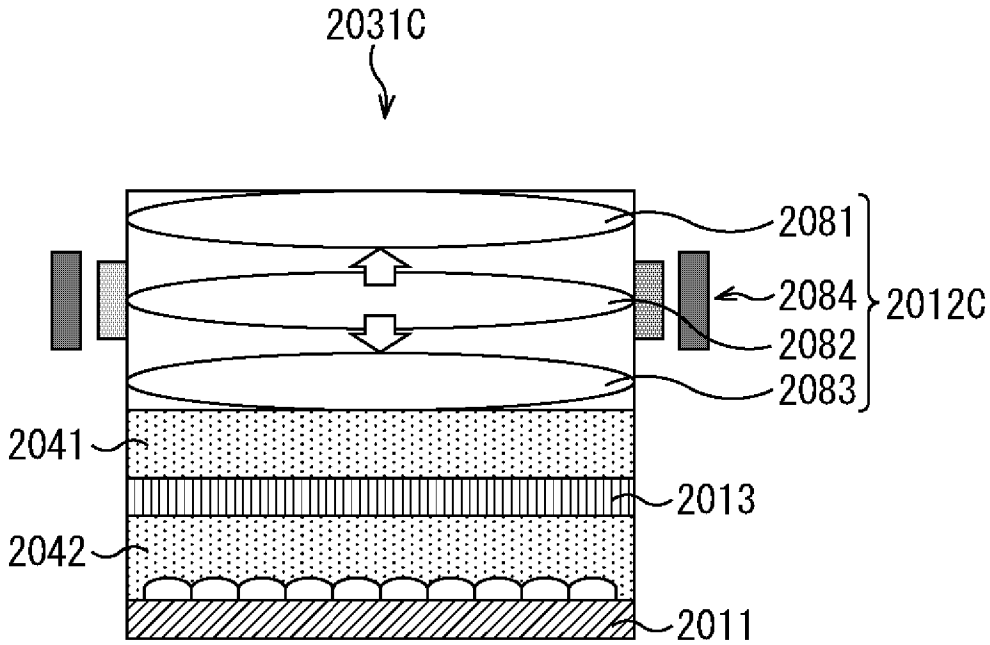
[図86]
FIG. 86



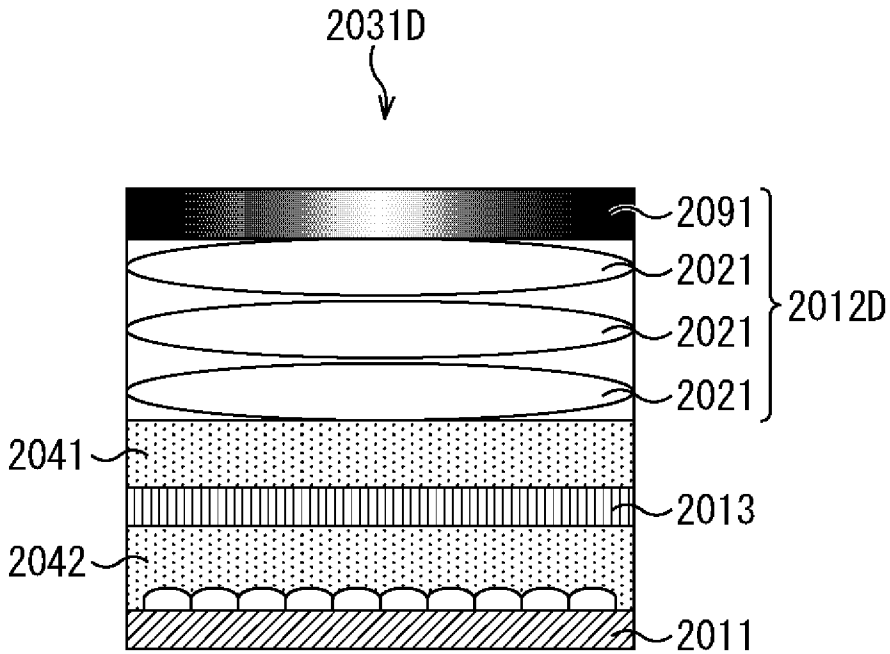
[図87]
FIG. 87



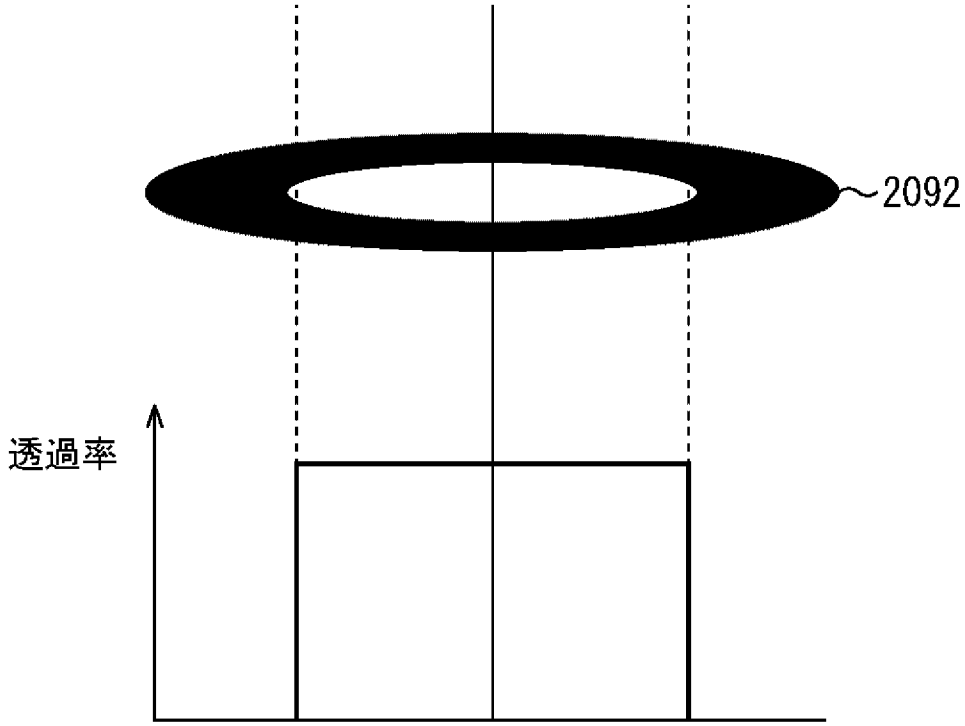
[図88]
FIG. 88



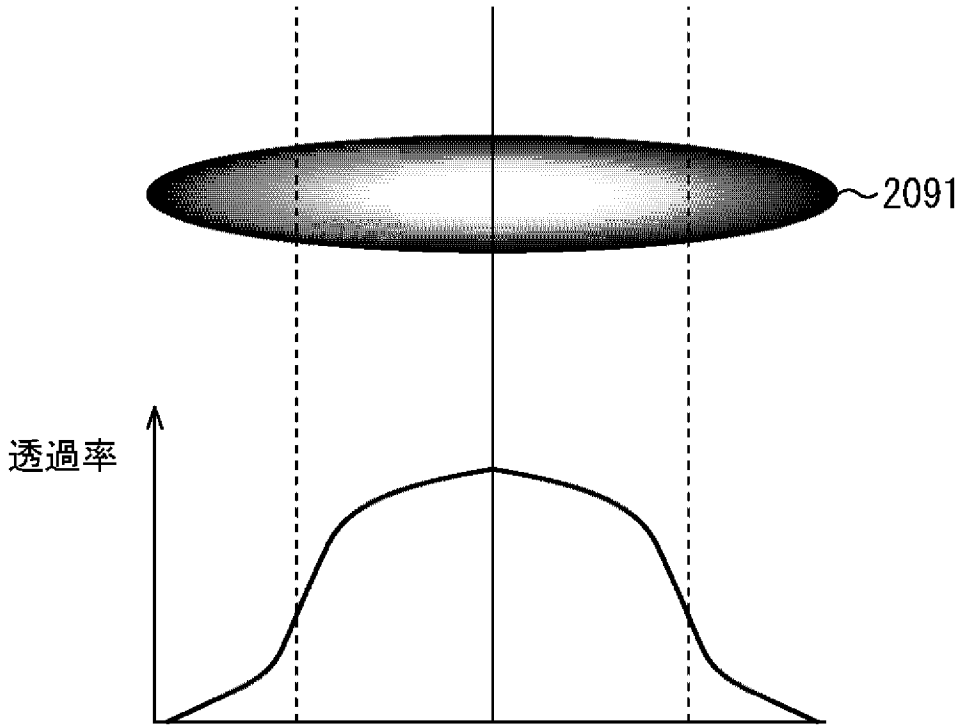
[図89]
FIG. 89



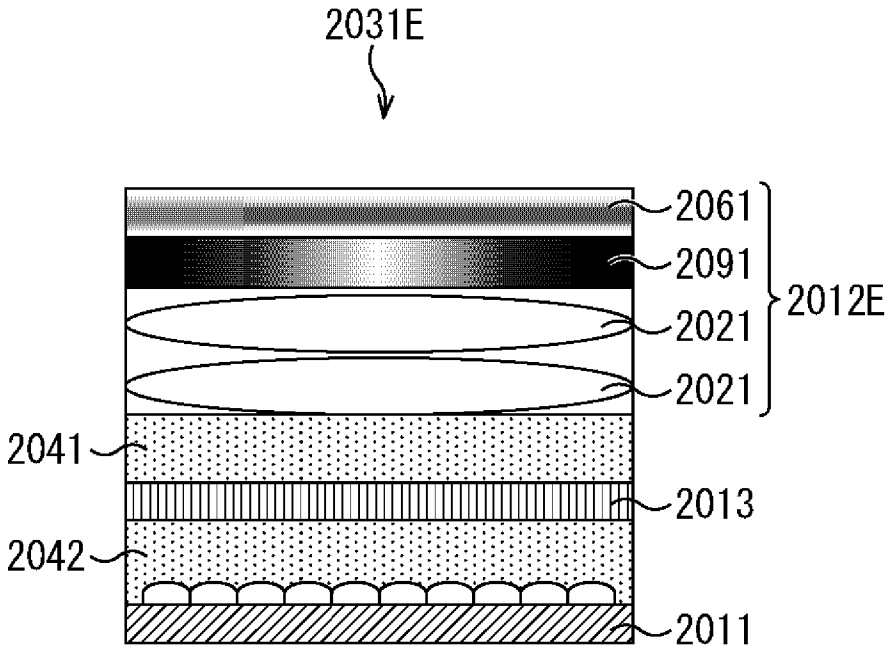
[図90]
FIG. 90



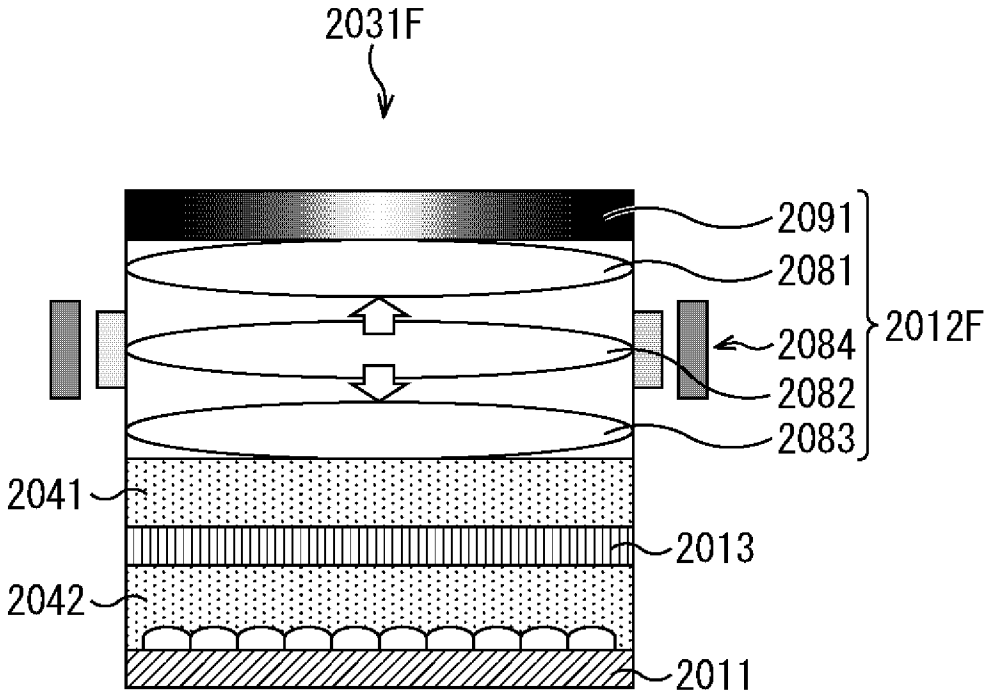
[図91]
FIG. 91



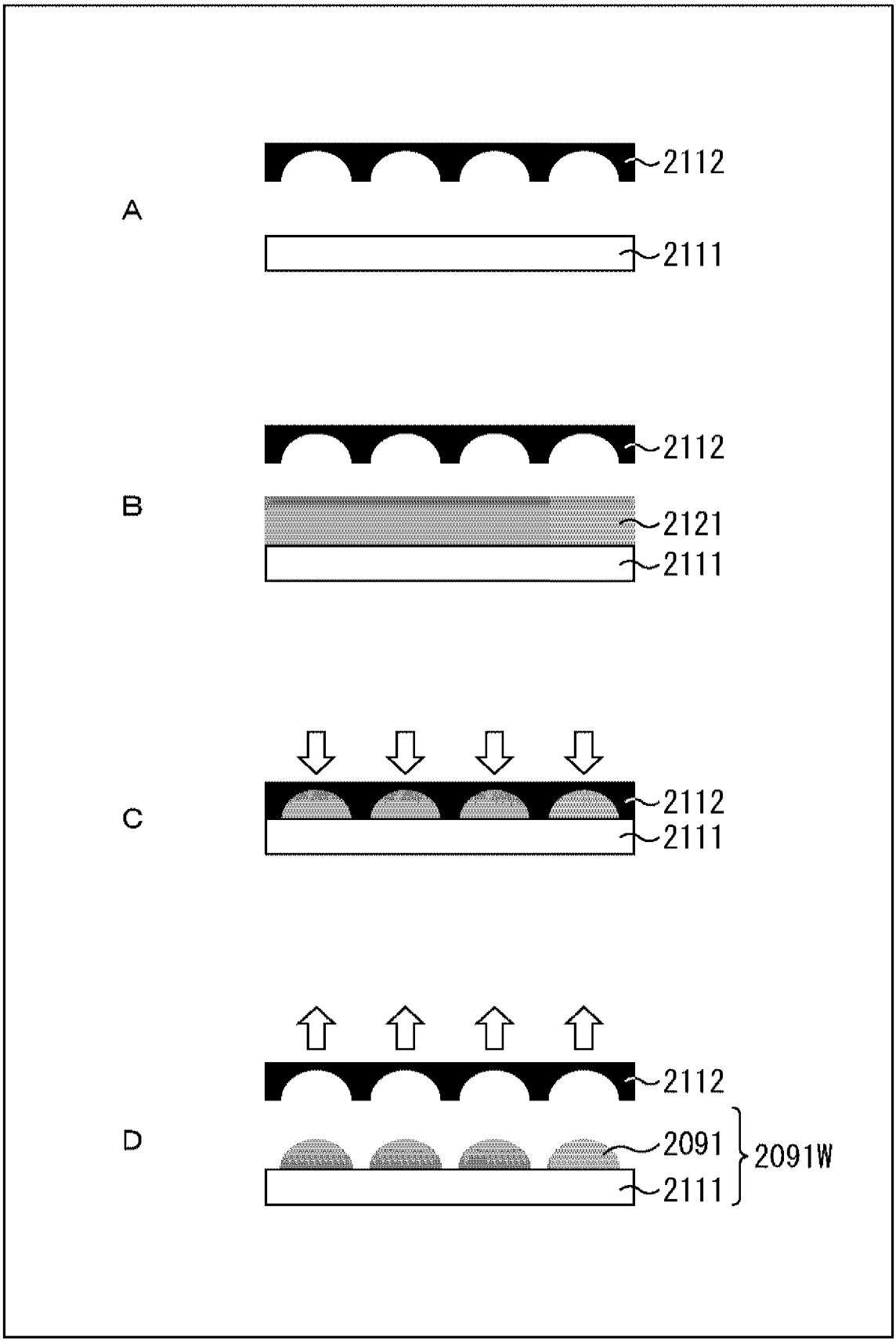
[図92]
FIG. 92



[図93]
FIG. 93

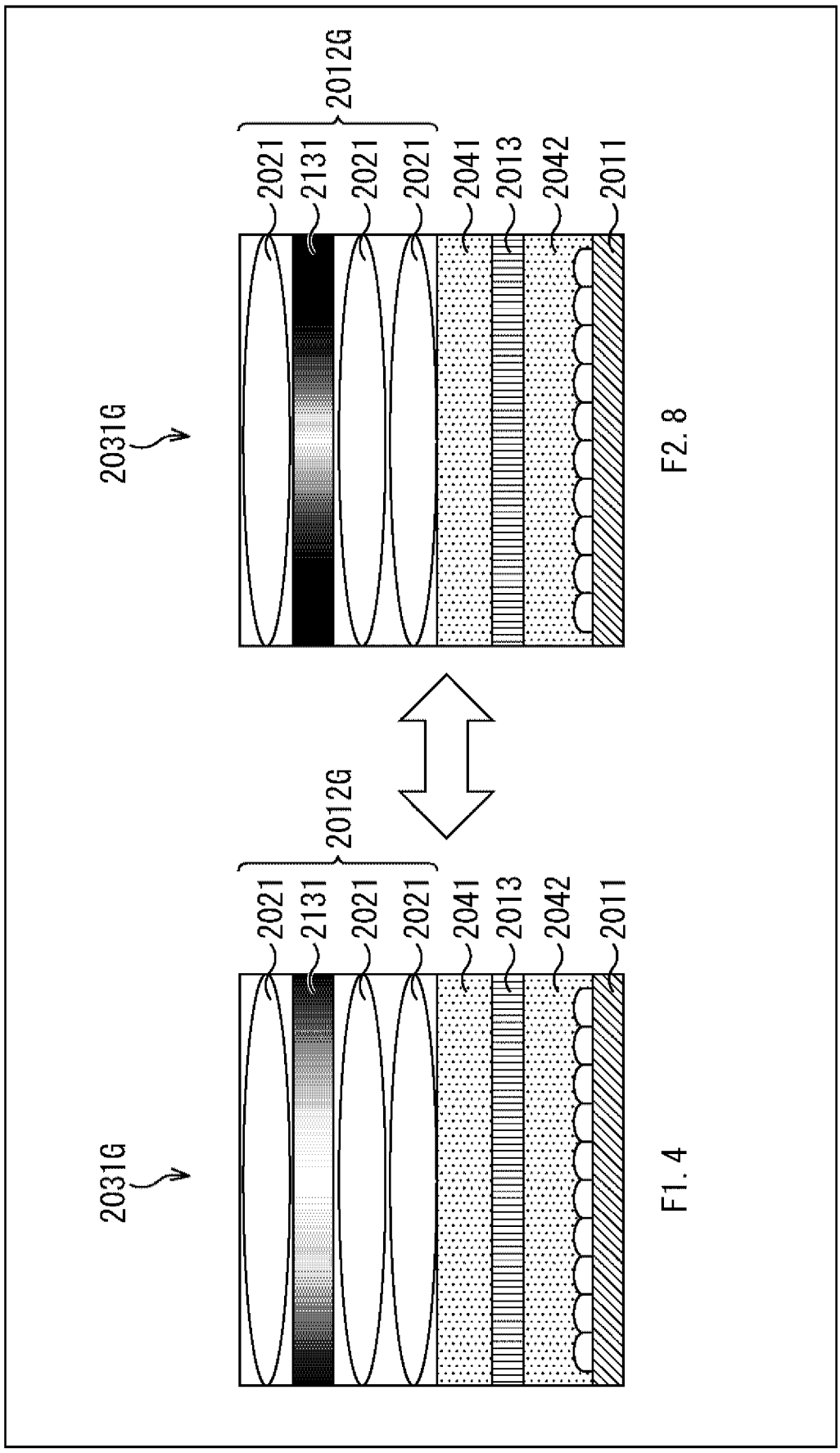


[図94]
FIG. 94

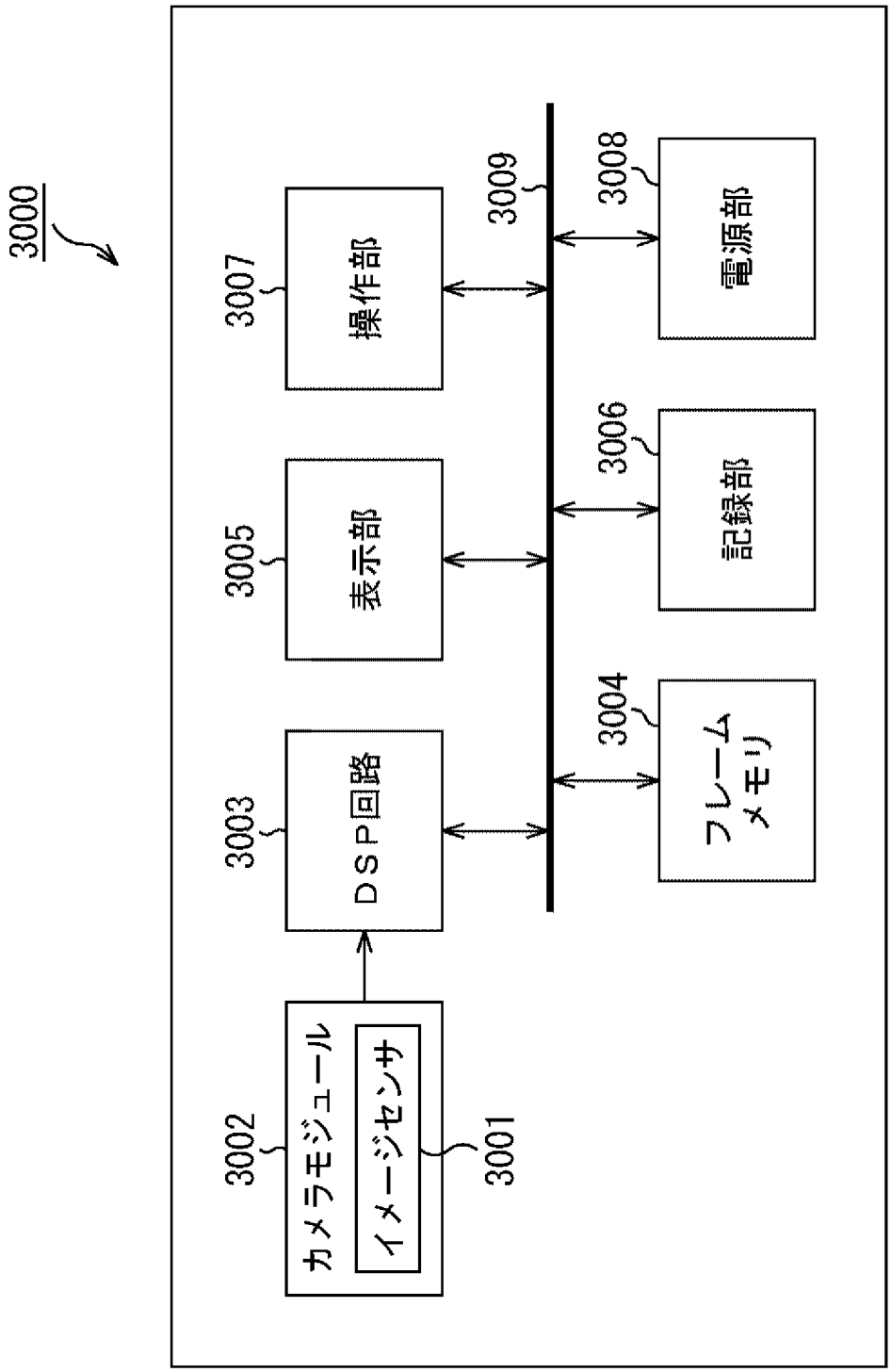


[図95]

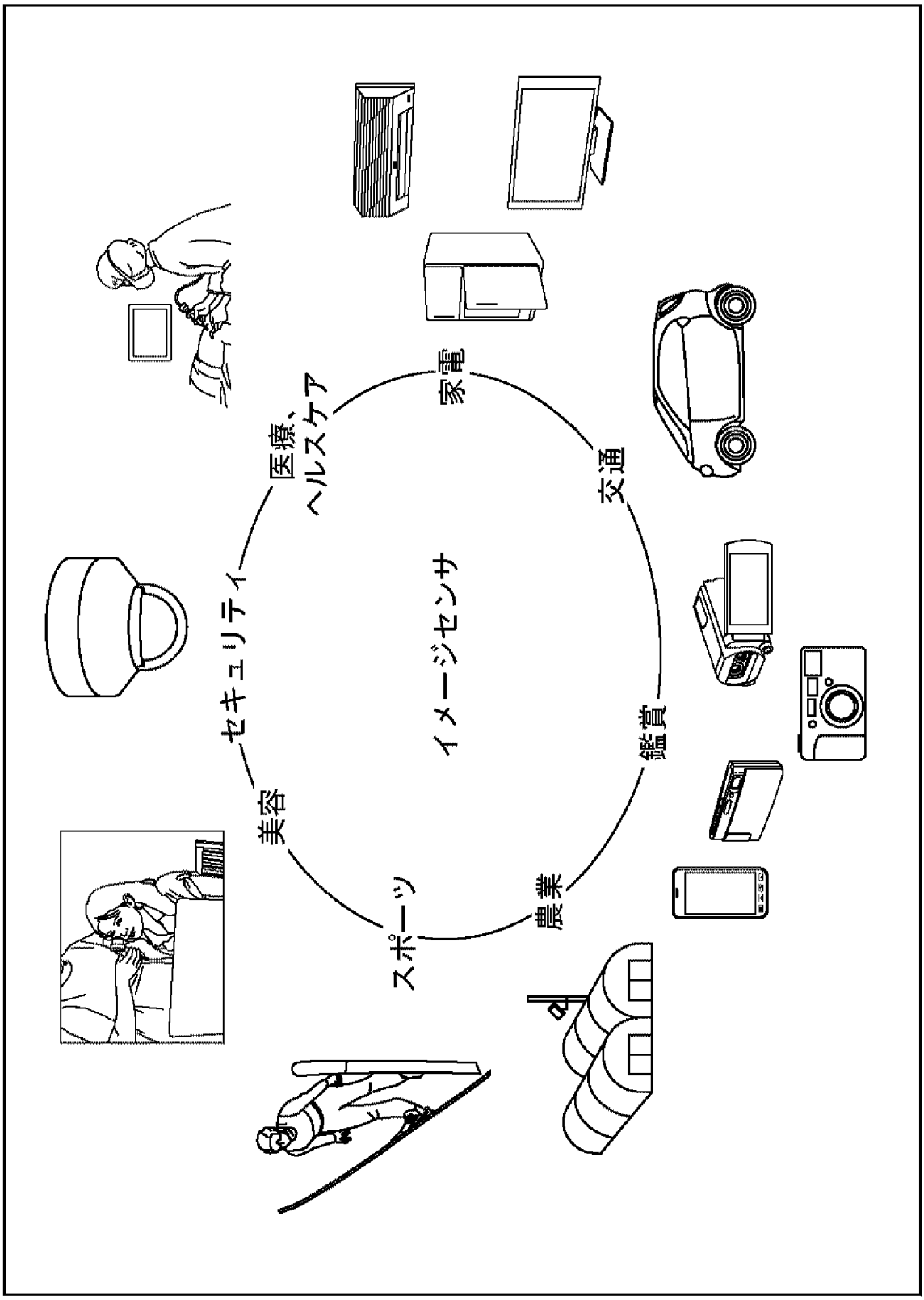
FIG. 95


2012G
2021
2131
2021
2021
2041
2013
2042
2011
2031G
F2.8
2012G
2021
2131
2021
2021
2041
2013
2042
2011
2031G
F1.4

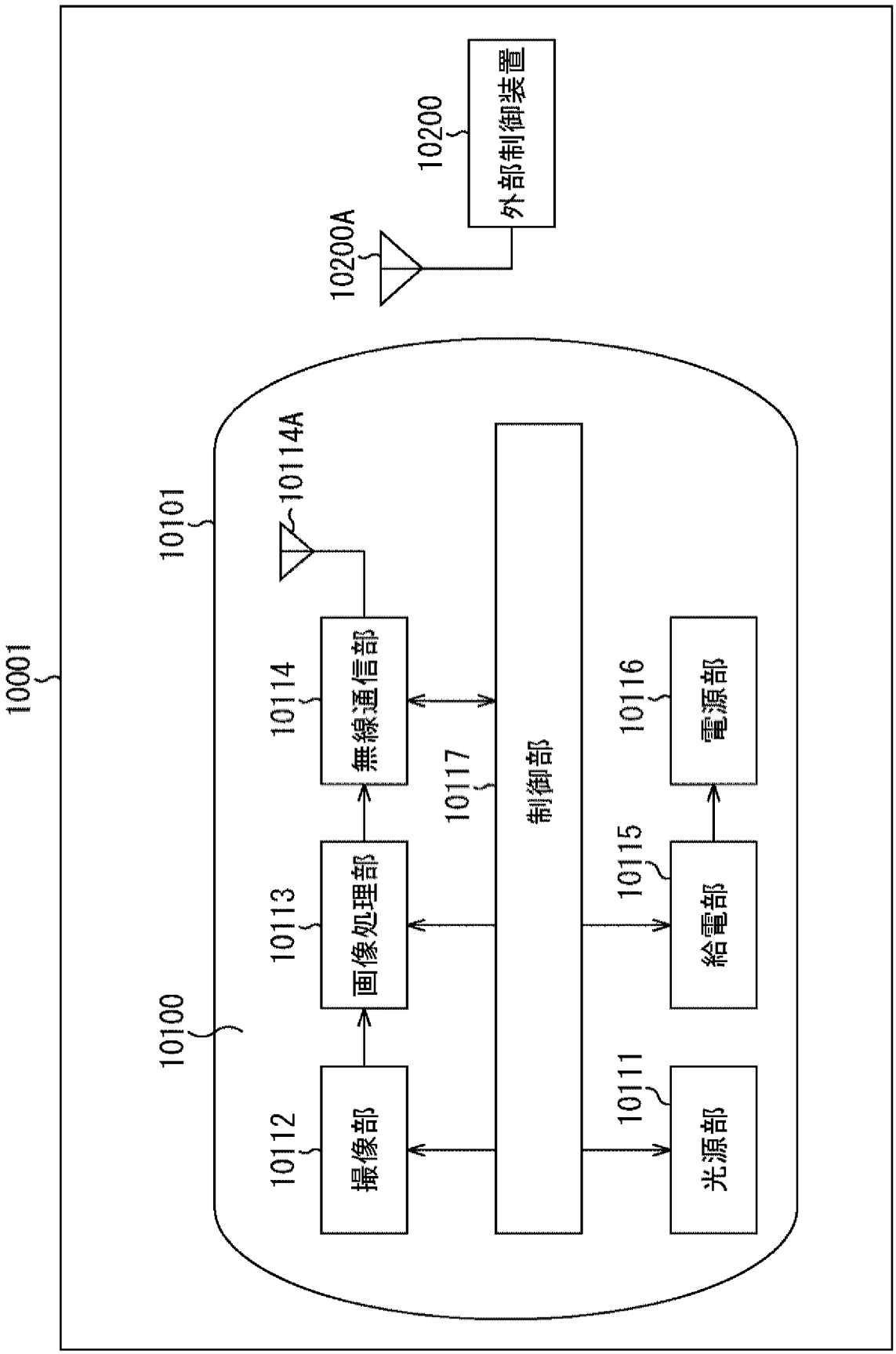
[図96]
FIG. 96


3000
3001
3002
カメラモジュール
イメージセンサ
3003
DSP回路
3004
フレーム
メモリ
3005
表示部
3006
記録部
3007
操作部
3008
電源部
3009

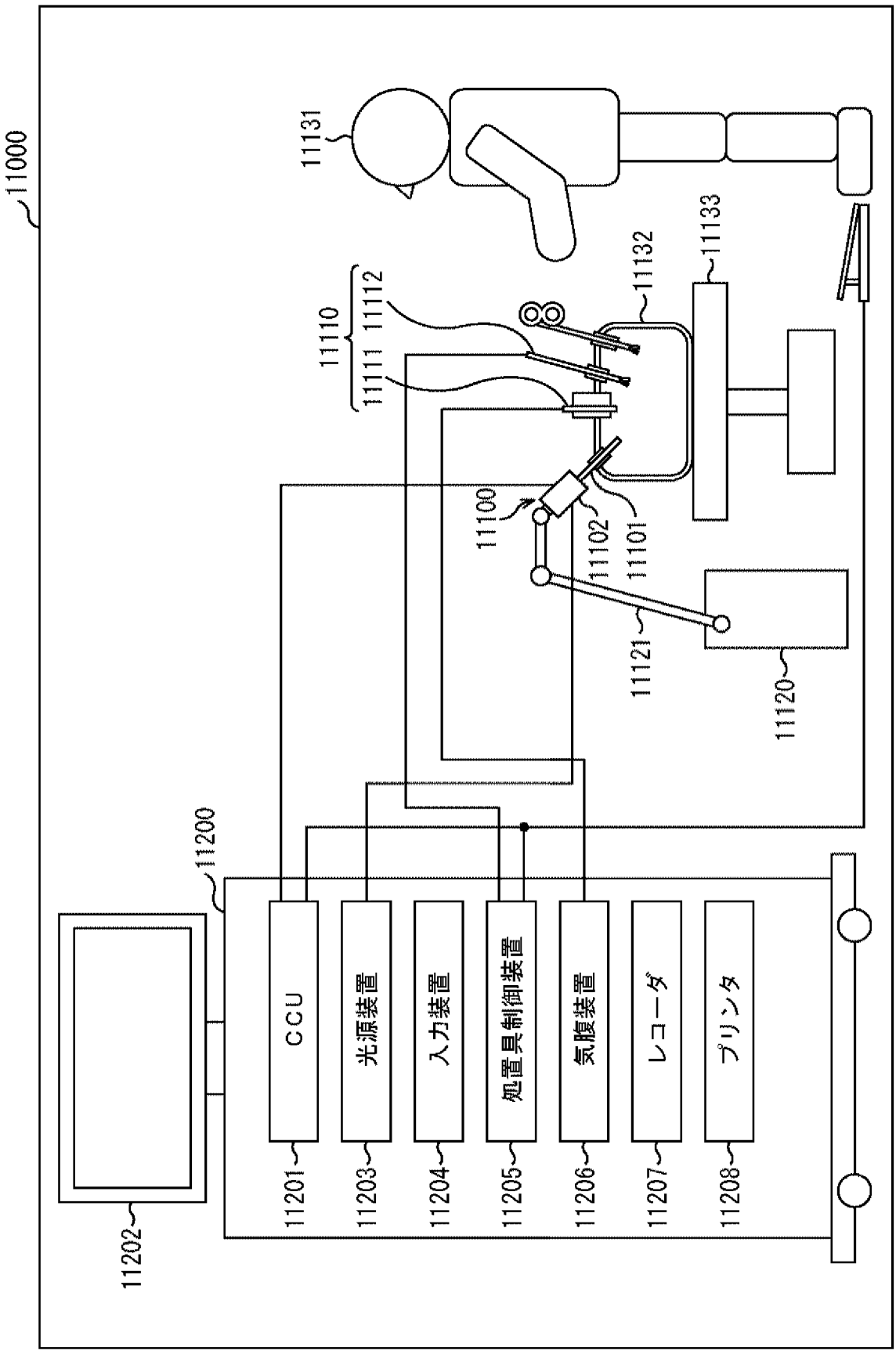
[図97]
FIG. 97



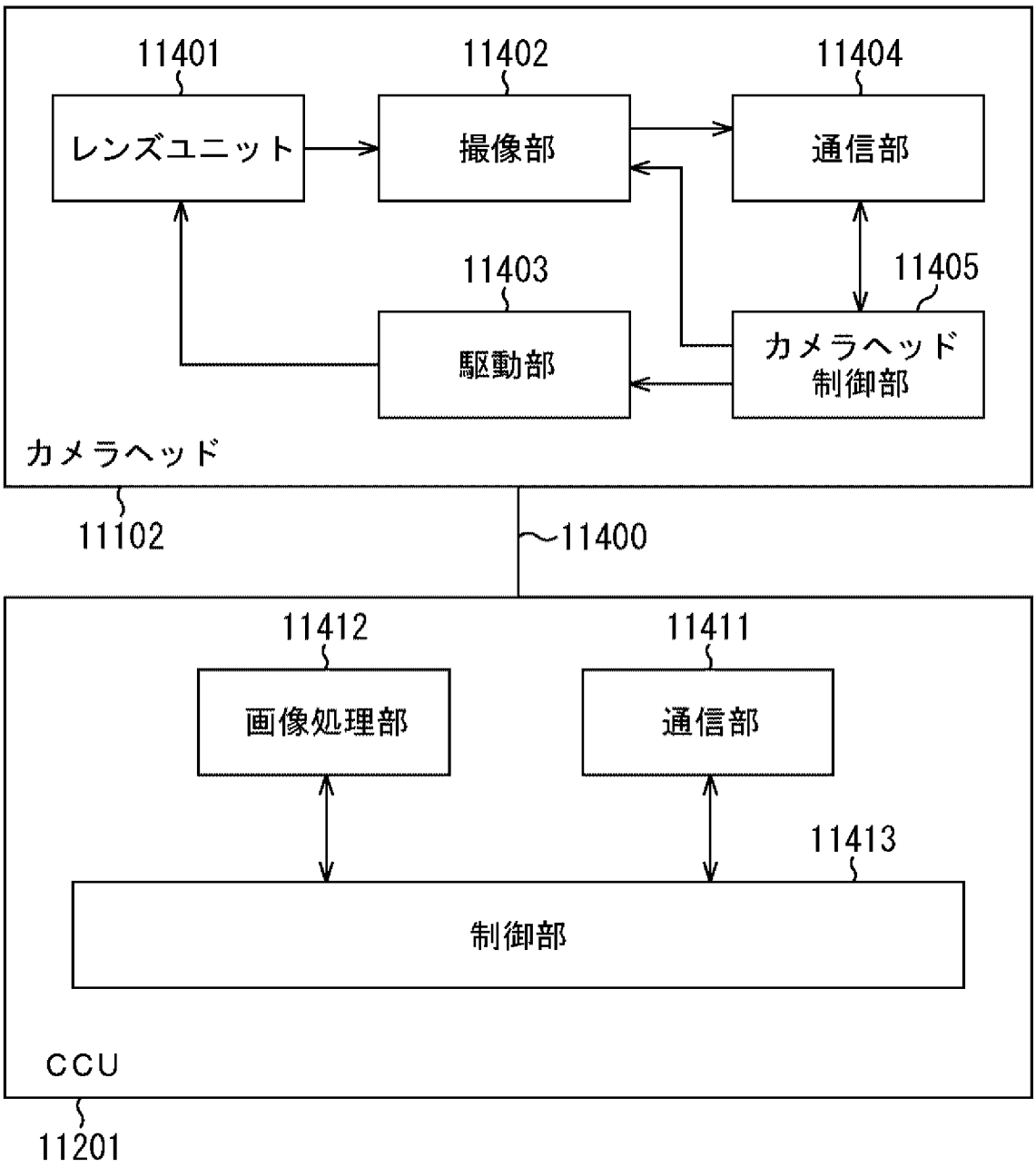
[図98]


10001
10100
10101
10200
外部制御装置
10200A
10114A
10112
撮像部
10113
画像処理部
10114
無線通信部
10117
制御部
10111
光源部
10115
給電部
10116
電源部

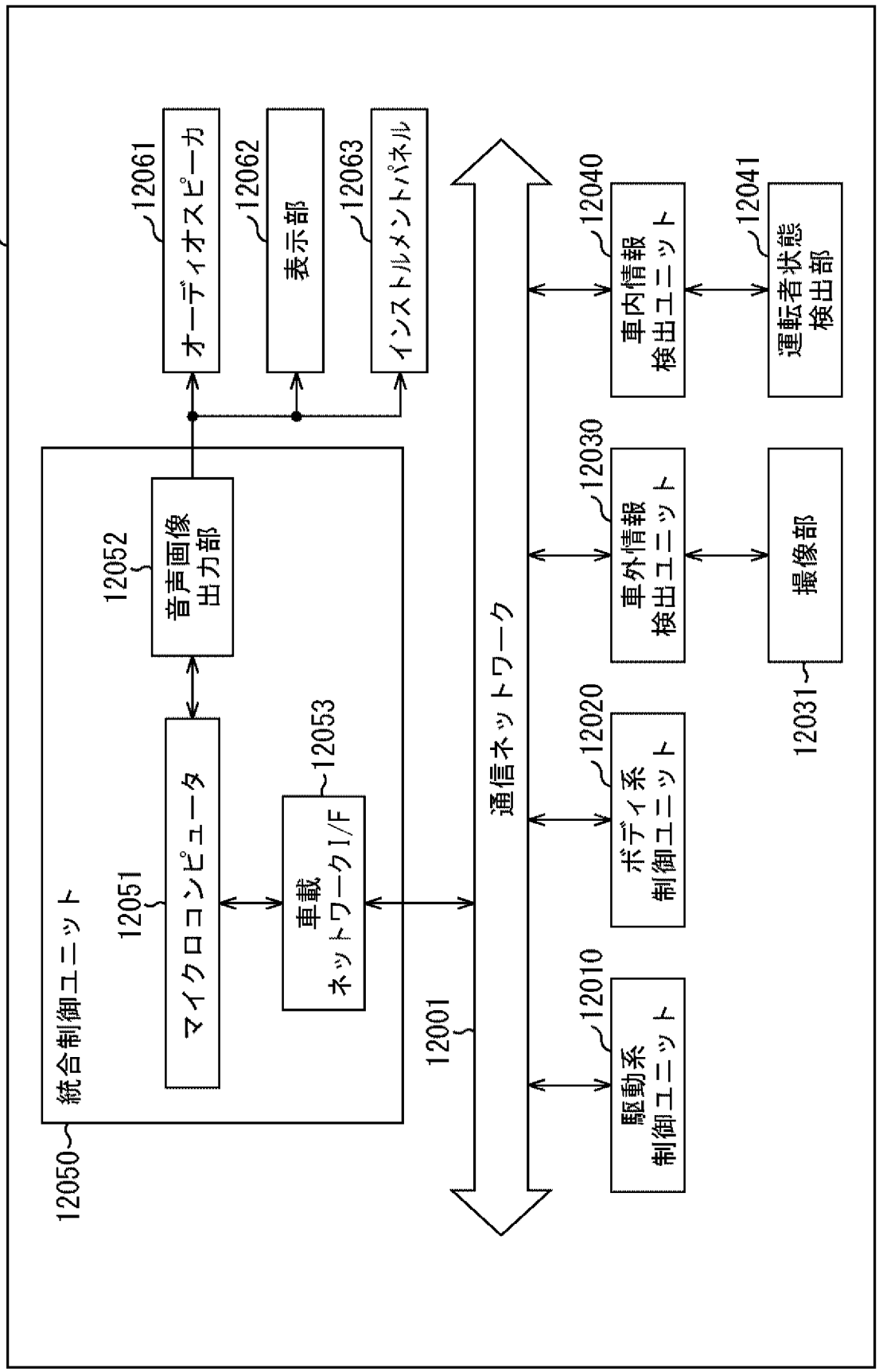
[図99]


11000
11131
11132
11133
11110
11111
11112
11100
11102
11101
11121
11120
11200
11202
CCU
光源装置
入力装置
処置具制御装置
気腹装置
レコーダ
プリンタ
11201
11203
11204
11205
11206
11207
11208

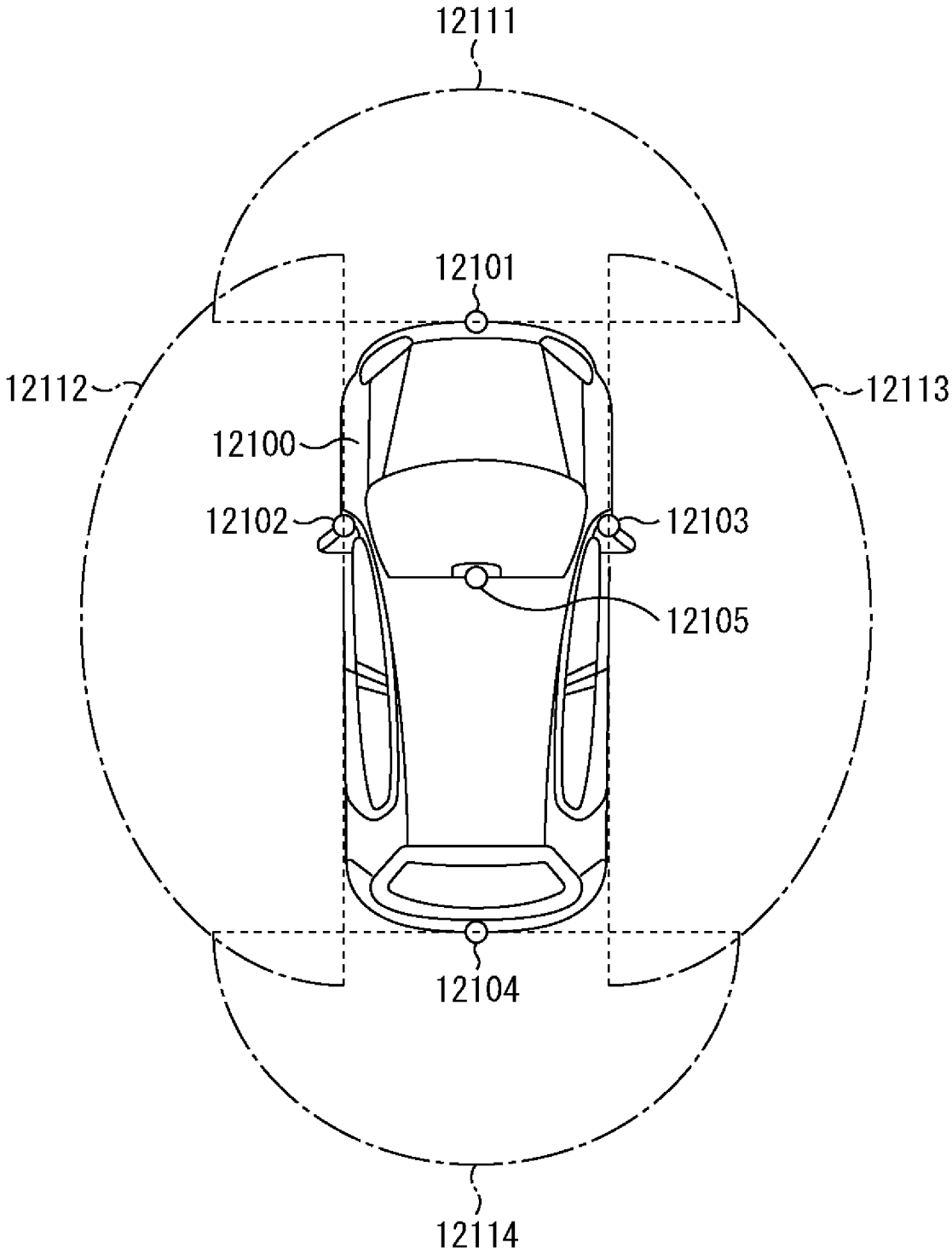
[図100]


11401
11402
11404
レンズユニット
撮像部
通信部
11403
11405
駆動部
カメラヘッド
制御部
カメラヘッド
11102
11400
11412
11411
画像処理部
通信部
11413
制御部
CCU
11201

[図101]


12000
12061
オーディオスピーカ
12062
表示部
12063
インストルメントパネル
12040
車内情報
検出ユニット
12041
運転者状態
検出部
12052
音声画像
出力部
12030
車外情報
検出ユニット
撮像部
12031
12051
マイクロコンピュータ
12053
車載
ネットワークI/F
通信ネットワーク
12020
ボディ系
制御ユニット
12001
12010
駆動系
制御ユニット
統合制御ユニット
12050

[図102]


12111
12101
12112
12113
12100
12102
12103
12105
12104
12114

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/001089

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G02B7/02(2006.01)i, G02B3/14(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i, G03B11/00(2006.01)i, H04N5/225(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. G02B7/02, G02B3/14, G02B13/00, G03B11/00, H04N5/225

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.
X Y	JP 2010-206009 A (TOSHIBA CORP.) 16 September 2010, claim 1, paragraphs [0020], [0022], fig. 1 & US 2010/0224760 A1, claim 1, paragraphs [0029], [0031], fig. 1	1-2, 18-20 3-17
X Y	US 2015/0070568 A1 (SK HYNIX INC.) 12 March 2015, paragraphs [0034]-[0035], fig. 2 & KR 10-2015-0029330 A	1-2, 18-20 5, 6
X Y	WO 2013/076350 A1 (NOKIA CORPORATION) 30 May 2013, paragraphs [0022], [0032], fig. 3 & US 2014/0340537 A1 & EP 2783254 A1 & CN 103988115 A	1-3, 18-20 4-17

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 10 April 2018 (10.04.2018)	Date of mailing of the international search report 17 April 2018 (17.04.2018)
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/JP2018/001089

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 2015-125405 A (KONICA MINOLTA, INC.) 06 July 2015, paragraph [0038], fig. 2 (Family: none)	6
Y	WO 2015/115553 A1 (HITACHI CHEMICAL CO., LTD.) 06 August 2015, paragraphs [0120]-[0122], fig. 3 & US 2016/0340561 A1 paragraphs [0165]-[0168], fig. 3 & TW 201538655 A & CN 105934478 A & KR 10-2016-0113584 A	6
Y	JP 2006-309011 A (CITIZEN WATCH CO., LTD.) 09 November 2006, claim 1 (Family: none)	10-11
Y	WO 2016/063849 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.) 28 April 2016, paragraphs [0004], [0006], [0117]-[0121], fig. 7 & US 2017/0219901 A1, paragraphs [0005], [0007], [0140]-[0145], fig. 7	13-17

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００１０８９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B7/02(2006.01)i, G02B3/14(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i, G03B11/00(2006.01)i, H04N5/225(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.　G02B7/02, G02B3/14, G02B13/00, G03B11/00, H04N5/225

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
X Y	JP 2010-206009 A (株式会社東芝) 2010.09.16, 請求項１、段落【００２０】、【００２２】、図１ & US 2010/0224760 A1, claim 1, paragraphs [0029], [0031], figure 1	1-2, 18-20 3-17
X Y	US 2015/0070568 A1 (SK HYNIX INC.) 2015.03.12, ［００３４］－［００３５］、図２ & KR 10-2015-0029330 A	1-2, 18-20 5, 6
X Y	WO 2013/076350 A1 (NOKIA CORPORATION) 2013.05.30, 段落［００２２］、［００３２］、図３ & US 2014/0340537 A1 & EP 2783254 A1 &	1-3, 18-20 4-17

☑　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	国際調査報告の発送日
１０．０４．２０１８	１７．０４．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｖ　３６１３
井亀　諭
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
	CN 103988115 A	
Y	JP 2015-125405 A (コニカミノルタ株式会社) 2015.07.06, 段落【００３８】、図２ (ファミリーなし)	6
Y	WO 2015/115553 A1 (日立化成株式会社) 2015.08.06, 段落［０１２０］－［０１２２］、図３ & US 2016/0340561 A1 paragpraphs [0165]-[0168], figure 3 & TW 201538655 A & CN 105934478 A & KR 10-2016-0113584 A	6
Y	JP 2006-309011 A (シチズン時計株式会社) 2006.11.09, 請求項１ (ファミリーなし)	10-11
Y	WO 2016/063849 A1 (旭硝子株式会社) 2016.04.28, 段落［０００４］、［０００６］、［０１１７］－［０１２１］、図７ & US 2017/0219901 A1, paragraphs [0005], [0007], [0140]-[0145], figure 7	13-17