

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年4月4日(04.04.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/065293 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 7/02 (2006.01) *G03B 17/02* (2006.01)
G02B 5/00 (2006.01) *H01L 27/146* (2006.01)
G02B 13/00 (2006.01) *H04N 5/225* (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01) *H04N 5/335* (2011.01)
G03B 15/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/034125

(22) 国際出願日: 2018年9月14日(14.09.2018)

(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 2017-190420 2017年9月29日(29.09.2017) 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1番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 引地 邦彦 (HIKICHI Kunihiko); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1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).

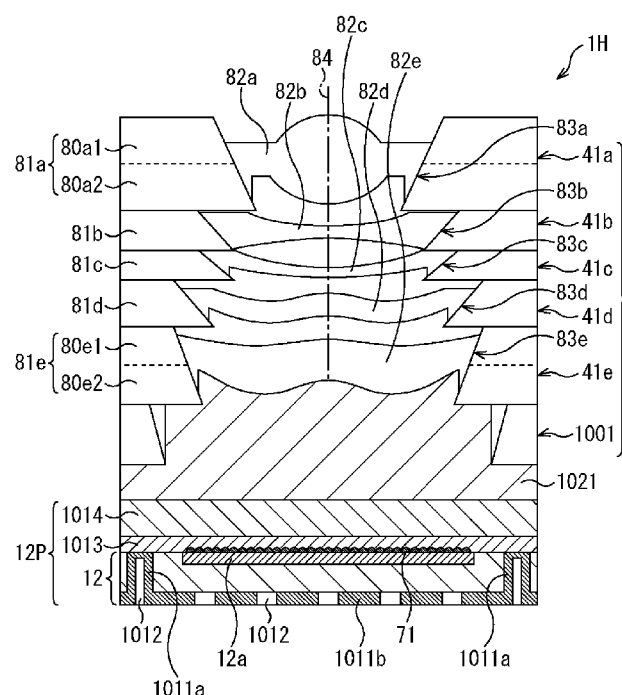
(74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目5番25号 西新宿プライムスクエア9階 Tokyo (JP).

(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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: IMAGING ELEMENT, METHOD FOR MANUFACTURING IMAGING ELEMENT, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像素子、撮像素子の製造方法、および、電子機器

FIG. 13A



(57) Abstract: The present invention relates to an imaging element that makes it possible to reduce the size of a lens module while ensuring bonding strength between an image sensor and the module, a method for manufacturing the imaging element, and an electronic device. The imaging element is provided with: a layered lens structure in which lens-provided substrates, in which a lens is disposed inside a through hole formed in the substrate, are bonded together by direct bonding and layered; an imaging part for performing photoelectric conversion of incident light collected by the lenses; a protective substrate disposed between the imaging part and the layered lens structure; and an adhesive for bonding a top surface of the protective substrate and a bottom optical surface of the lens of the lowermost layer of the layered lens structure. The present invention can be applied to a camera module or the like, for example.

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))

(57) 要約: 本技術は、イメージセンサとレンズモジュールの接合強度を確保しつつ、モジュールの小型化を可能にすることができるようにする撮像素子、撮像素子の製造方法、および、電子機器に関する。撮像素子は、基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、撮像部と積層レンズ構造体の間に配置された保護基板と、積層レンズ構造体の最下層のレンズの下面の光学面と、保護基板の上面とを接合する接着剤とを備える。本技術は、例えば、カメラモジュール等に適用できる。

明 細 書

発明の名称：撮像素子、撮像素子の製造方法、および、電子機器 技術分野

[0001] 本技術は、撮像素子、撮像素子の製造方法、および、電子機器に関し、特に、イメージセンサとレンズモジュールの接合強度を確保しつつ、モジュールの小型化を可能にした撮像素子、撮像素子の製造方法、および、電子機器に関する。

背景技術

[0002] イメージセンサとレンズモジュールを接合して一体化させたセンサモジュールが開発されている。イメージセンサとレンズモジュールを一体化させる場合には、イメージセンサとレンズモジュールを接合するための接着領域を確保する必要がある。例えば、特許文献1や特許文献2のように、レンズ部を配置した支持基板の下面や、入射光が通過するための貫通孔を形成したスペーサ基板の下面が、接着領域として、イメージセンサ上面と接着される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2005-539276号公報

特許文献2：特許第4764941号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一定程度の接合強度を確保するためには、ある程度の接着領域が必要であるが、センサモジュールの小型化にともない、接着領域も縮小し、接合強度の低下が懸念される。接合強度確保のため、接着領域を大きくすると、平面サイズが大きくなるため、理論収率が減少し、コストが増大する。

[0005] 本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、イメージセンサとレンズモジュールの接合強度を確保しつつ、モジュールの小型化を可能とするものである。

課題を解決するための手段

- [0006] 本技術の第1の側面の撮像素子は、基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、前記レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、前記撮像部と前記積層レンズ構造体の間に配置された保護基板と、前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とを接合する接着剤とを備える。
- [0007] 本技術の第2の側面の撮像素子の製造方法は、基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、前記レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、前記撮像部と前記積層レンズ構造体の間に配置される保護基板とを備える撮像素子の、前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とを接着剤で接合する。
- [0008] 本技術の第3の側面の電子機器は、基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、前記レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、前記撮像部と前記積層レンズ構造体の間に配置された保護基板と、前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とを接合する接着剤とを備える撮像素子を備える。
- [0009] 本技術の第1乃至第3の側面においては、基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、前記レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、前記撮像部と前記積層レンズ構造体の間に配置される保護基板とを備える撮像素子の、前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とが接着剤で接合される。
- [0010] 撮像素子及び電子機器は、独立した装置であっても良いし、他の装置に組み込まれるモジュールであっても良い。

発明の効果

[0011] 本技術の第1乃至第3の側面によれば、イメージセンサとレンズモジュールの接合強度を確保しつつ、モジュールの小型化を可能とする。

[0012] 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

[0013] [図1]本技術を適用したカメラモジュールの第1実施の形態を示す図である。

[図2]積層レンズ構造体の第1構成例を示す断面図である。

[図3]積層レンズ構造体と絞り板を示す断面図である。

[図4]レンズ樹脂部の構成をさらに説明する図である。

[図5]レンズ樹脂部の構成をさらに説明する図である。

[図6]積層レンズ構造体の製造方法を説明する図である。

[図7]積層レンズ構造体の製造方法を説明する図である。

[図8]積層レンズ構造体の製造方法を説明する図である。

[図9]直接接合を説明する図である。

[図10]レンズ付き積層基板の詳細構成を示す断面図である。

[図11]レンズ付き積層基板の平面図と断面図である。

[図12]レンズ付き単層基板の詳細構成を説明する図である。

[図13]レンズ付き単層基板の詳細構成を説明する図である。

[図14]レンズ付き単層基板の製造方法を説明する図である。

[図15]レンズ付き単層基板の製造方法を説明する図である。

[図16]レンズ付き単層基板の製造方法を説明する図である。

[図17]レンズ付き単層基板の製造処理を説明するフローチャートである。

[図18]レンズ付き積層基板の製造処理を説明するフローチャートである。

[図19]レンズ付き積層基板の製造方法を説明する図である。

[図20]レンズ付き基板の直接接合を説明する図である。

[図21]レンズ付き基板の直接接合を説明する図である。

[図22]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23] 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24] 積層レンズ構造体の第2構成例を示す断面図である。

[図25] 積層レンズ構造体の第3構成例を示す断面図である。

[図26] 積層レンズ構造体の第4構成例を示す断面図である。

[図27] 積層レンズ構造体の第5構成例を示す断面図である。

[図28] 飛び出しレンズ付き基板のレンズ樹脂部の形状を説明する図である。

[図29] 積層レンズ構造体の第6構成例を示す断面図である。

[図30] 積層レンズ構造体の第7構成例を示す断面図である。

[図31] 積層レンズ構造体の第8構成例を示す断面図である。

[図32] 積層レンズ構造体の第9構成例を示す断面図である。

[図33] 積層レンズ構造体の第10構成例を示す断面図である。

[図34] 積層レンズ構造体の第11構成例を示す断面図である。

[図35] 積層レンズ構造体の第12構成例を示す断面図である。

[図36] 積層レンズ構造体の第13構成例を示す断面図である。

[図37] 積層レンズ構造体の第13構成例と第10構成例とを比較する断面図である。

[図38] 平面形状が四角形の貫通孔を形成した例を示す図である。

[図39] 貫通孔の断面形状の例を示す図である。

[図40] ドライエッチングを用いた貫通孔の形成方法を説明する図である。

[図41] 貫通孔に加えて貫通溝を形成した担体基板の平面図である。

[図42] レンズ付き積層基板の製造方法を説明する図である。

[図43] レンズ付き積層基板の製造処理を説明するフローチャートである。

[図44] レンズ付き積層基板の製造処理を説明する図である。

[図45] レンズ付き単層基板の変形例を説明する図である。

[図46] レンズ付き積層基板の変形例を説明する図である。

[図47] レンズ付き単層基板のレンズ樹脂部と貫通孔の第1変形例を説明する図である。

[図48]レンズ付き単層基板のレンズ樹脂部と貫通孔の第2変形例を説明する図である。

[図49]レンズ樹脂部と貫通孔の他の構成例を示す断面図である。

[図50]段付き形状の貫通孔の形成方法を説明する図である。

[図51]レンズ付き単層基板のレンズ樹脂部と貫通孔の第3変形例を説明する図である。

[図52]レンズ付き単層基板のレンズ樹脂部と貫通孔の第4変形例を説明する図である。

[図53]レンズ付き積層基板のレンズ樹脂部と貫通孔の第1変形例を説明する図である。

[図54]レンズ付き積層基板のレンズ樹脂部と貫通孔の第2変形例を説明する図である。

[図55]レンズ付き積層基板のレンズ樹脂部と貫通孔の第3変形例を説明する図である。

[図56]レンズ付き積層基板のレンズ樹脂部と貫通孔の第4変形例を説明する図である。

[図57]レンズ付き積層基板のレンズ樹脂部と貫通孔の第5変形例を説明する図である。

[図58]レンズ付き積層基板のレンズ樹脂部と貫通孔の第6変形例を説明する図である。

[図59]レンズ付き積層基板のさらなる変形例を用いた積層レンズ構造体の断面図である。

[図60]図59のレンズ付き基板の第1の製造方法を説明する図である。

[図61]図59のレンズ付き基板の第2の製造方法を説明する図である。

[図62]図61のAに示した担体構成基板の形成方法を説明する図である。

[図63]図59のレンズ付き基板の第3の製造方法を説明する図である。

[図64]溝部の変形例を示す断面図である。

[図65]溝部の変形例を示す断面図である。

[図66]溝部の平面方向の形状を説明する図である。

[図67]溝部の平面方向の形状を説明する図である。

[図68]積層レンズ構造体の第1変形例を示す断面図である。

[図69]積層レンズ構造体の第2変形例を示す断面図である。

[図70]積層レンズ構造体の第3変形例を示す断面図である。

[図71]積層レンズ構造体の第4変形例を示す断面図である。

[図72]積層レンズ構造体の第5変形例を示す断面図である。

[図73]積層レンズ構造体の第6変形例を示す断面図である。

[図74]絞り板の第1変形例を示す断面図である。

[図75]絞り板の第2変形例を示す断面図である。

[図76]絞り板の第3変形例を示す断面図である。

[図77]本技術を適用したカメラモジュールの第2実施の形態を示す図である

。

[図78]本技術を適用したカメラモジュールの第3実施の形態を示す図である

。

[図79]サスペンションの平面形状を説明する図である。

[図80]本技術を適用したカメラモジュールの第3実施の形態の第1変形例を示す図である。

[図81]本技術を適用したカメラモジュールの第3実施の形態の第2変形例を示す図である。

[図82]本技術を適用したカメラモジュールの第4実施の形態を示す図である

。

[図83]本技術を適用したカメラモジュールの第5実施の形態を示す図である

。

[図84]本技術を適用したカメラモジュールの第6実施の形態を示す図である

。

[図85]本技術を適用したカメラモジュールの第7実施の形態を示す図である

。

[図86]本技術を適用したカメラモジュールの第8実施の形態を示す図である。
。

[図87]本技術を適用したカメラモジュールの第9実施の形態を示す図である。
。

[図88]本技術を適用したカメラモジュールの第10実施の形態を示す図である。
。

[図89]本技術を適用したカメラモジュールの第11実施の形態を示す図である。
。

[図90]本技術を適用したカメラモジュールの第12実施の形態を示す図である。
。

[図91]本技術を適用したカメラモジュールの第13実施の形態を示す図である。
。

[図92]本技術を適用したカメラモジュールの第14実施の形態を示す図である。
。

[図93]本技術を適用したカメラモジュールの第15実施の形態を示す図である。
。

[図94]本技術を適用したカメラモジュールの第16実施の形態を示す図である。
。

[図95]本技術を適用したカメラモジュールの第16実施の形態を示す図である。
。

[図96]本技術を適用したカメラモジュールの第16実施の形態を示す図である。
。

[図97]本技術を適用したカメラモジュールの第16実施の形態を示す図である。
。

[図98]本技術を適用したカメラモジュールの第17実施の形態を示す図である。
。

[図99]本技術を適用したカメラモジュールの第18実施の形態を示す図である。
。

[図100]本技術を適用したカメラモジュールの第19実施の形態を示す図である。

[図101]本技術を適用したカメラモジュールの第20実施の形態を示す図である。

[図102]本技術を適用したカメラモジュールの第21実施の形態を示す図である。

[図103]本技術を適用したカメラモジュールの第22実施の形態を示す図である。

[図104]本技術を適用したカメラモジュールの第23実施の形態を示す図である。

[図105]本技術を適用したカメラモジュールの第24実施の形態を示す図である。

[図106]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107]カメラモジュールの撮像部の構成を説明する図である。

[図108]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109]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110]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111]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112]図108に示した画素配列の変形例を示す図である。

[図113]図110の画素配列の変形例を示す図である。

[図114]図111の画素配列の変形例を示す図である。

[図115]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116]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117]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118]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119]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120]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121]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122]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25実施の形態を示す図である。

[図123]第25実施の形態における撮像部の構造を説明する図である。

[図124]第25実施の形態における撮像部の構造を説明する図である。

[図125]第25実施の形態における撮像部の構造を説明する図である。

[図126]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26実施の形態を示す図である。

[図127]第26実施の形態における撮像部の基板構成例を示す図である。

[図128]第26実施の形態における撮像部の処理例を説明する図である。

[図129]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27実施の形態を示す図である。

[図130]第27実施の形態における撮像部の駆動方法を説明する図である。

[図131]第27実施の形態における撮像部の基板構成例を示す図である。

[図132]撮像部の第1変形例を示す断面図である。

[図133]撮像部の第2変形例を示す断面図である。

[図134]本技術を適用したカメラモジュールの第28実施の形態を示す図である。

[図135]第28実施の形態の作用効果を説明する図である。

[図136]図135のカメラモジュールの製造方法を説明する図である。

[図137]図135のカメラモジュールの製造方法を説明する図である。

[図138]図135のカメラモジュールの製造方法を説明する図である。

[図139]図135のカメラモジュールの製造方法を説明する図である。

[図140]図135のカメラモジュールの製造方法を説明する図である。

[図141]図135のカメラモジュールの製造方法を説明する図である。

[図142]本技術を適用したカメラモジュールの第29実施の形態を示す図である。

[図143]図142のカメラモジュールの製造方法を説明する図である。

[図144]第29実施の形態に係るカメラモジュールの第1変形例を示す図である。

[図145]図144のスペース基板を説明する図である。

[図146]第29実施の形態に係るカメラモジュールの第2変形例を示す図である。

[図147]第29実施の形態に係るカメラモジュールの第3変形例を示す図である。

[図148]本技術を適用したカメラモジュールの第30実施の形態を示す図である。

[図149]図148のカメラモジュールの製造方法を説明する図である。

[図150]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151]カメラモジュールの使用例を説明する図である。

[図152]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153]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154]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155]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156]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

[0014] 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1の第1実施の形態
2. 積層レンズ構造体11の第1構成例
3. 積層レンズ構造体11の製造方法
4. 直接接合の説明
5. レンズ付き積層基板41の詳細構成

6. レンズ付き単層基板 4 1 の詳細構成
7. レンズ付き単層基板 4 1 の製造方法
8. レンズ付き積層基板 4 1 の製造方法
9. レンズ付き基板どうしの直接接合
10. 積層レンズ構造体 1 1 の第 2 構成例
11. 積層レンズ構造体 1 1 の第 3 構成例
12. 積層レンズ構造体 1 1 の第 4 構成例
13. 積層レンズ構造体 1 1 の第 5 構成例
14. 積層レンズ構造体 1 1 の第 6 構成例
15. 積層レンズ構造体 1 1 の第 7 構成例
16. 積層レンズ構造体 1 1 の第 8 構成例
17. 積層レンズ構造体 1 1 の第 9 構成例
18. 積層レンズ構造体 1 1 の第 10 構成例
19. 積層レンズ構造体 1 1 の第 11 構成例
20. 積層レンズ構造体 1 1 の第 12 構成例
21. 積層レンズ構造体 1 1 の第 13 構成例
22. レンズ付き単層基板 4 1 のその他の製造方法
23. レンズ付き積層基板 4 1 のその他の製造方法
24. レンズ付き単層基板 4 1 の変形例
25. レンズ付き積層基板 4 1 の変形例
26. レンズ付き単層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 の変形例
27. レンズ付き積層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 の変形例
28. レンズ付き積層基板 4 1 のさらなる変形例
29. 積層レンズ構造体 1 1 の変形例
30. 絞り板 5 1 の変形例
31. カメラモジュール 1 の第 2 実施の形態
32. カメラモジュール 1 の第 3 実施の形態
33. カメラモジュール 1 の第 3 実施の形態の変形例

- 34. カメラモジュール1の第4実施の形態
- 35. カメラモジュール1の第5実施の形態
- 36. カメラモジュール1の第6実施の形態
- 37. カメラモジュール1の第7実施の形態
- 38. カメラモジュール1の第8実施の形態
- 39. カメラモジュール1の第9実施の形態
- 40. カメラモジュール1の第10実施の形態
- 41. カメラモジュール1の第11実施の形態
- 42. カメラモジュール1の第12実施の形態
- 43. カメラモジュール1の第13実施の形態
- 44. カメラモジュール1の第14実施の形態
- 45. カメラモジュール1の第15実施の形態
- 46. カメラモジュール1の第16実施の形態
- 47. カメラモジュール1の第17実施の形態
- 48. カメラモジュール1の第18実施の形態
- 49. カメラモジュール1の第19実施の形態
- 50. カメラモジュール1の第20実施の形態
- 51. カメラモジュール1の第21実施の形態
- 52. カメラモジュール1の第22実施の形態
- 53. カメラモジュール1の第23実施の形態
- 54. カメラモジュール1の第24実施の形態
- 55. 撮像部12の画素配列と絞り板の構造と用途説明
- 56. カメラモジュール1の第25実施の形態
- 57. カメラモジュール1の第26実施の形態
- 58. カメラモジュール1の第27実施の形態
- 59. 撮像部12の第1変形例
- 60. 撮像部12の第2変形例
- 61. カメラモジュール1の第28実施の形態

62. カメラモジュール1の第29実施の形態

63. カメラモジュール1の第30実施の形態

64. 電子機器への適用例

65. 体内情報取得システムへの応用例

66. 内視鏡手術システムへの応用例

67. 移動体への応用例

[0015] <1. カメラモジュール1の第1実施の形態>

図1は、本技術を適用したカメラモジュールの第1実施の形態を示す図である。

[0016] 図1のAは、カメラモジュール1の第1実施の形態であるカメラモジュール1aの平面図であり、図1のBは、カメラモジュール1aの断面図である。

[0017] 図1のAは、図1のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図1のBは、図1のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

[0018] カメラモジュール1aは、積層レンズ構造体11と撮像部12とを備える。積層レンズ構造体11は、複数のレンズを積層して構成され、入射光を撮像部12の受光領域12aに集光させる。撮像部12は、光電変換素子とトランジスタとを備えた半導体のチップまたは半導体のダイである。撮像部12は、受光領域12aに入射した光を光電変換することにより撮像信号（画素信号）を生成し、出力する。受光領域12aには、フォトダイオード等の光電変換素子と、複数の画素トランジスタ等を備える画素が行列状に2次元配置された画素アレイが形成されている。積層レンズ構造体11と撮像部12とを少なくとも含んで固体撮像素子が構成される。積層レンズ構造体11の詳細な構造については、図2を参照して後述する。

[0019] 積層レンズ構造体11は、絞り板51とともに、レンズバレル（レンズホルダ）101に収納されている。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、入射光を通過させる開口部52が形成されている。レンズバレル101は、樹脂または金属の材料を用いて形成されている。レンズバレル101の内周側には、積

層レンズ構造体 11 が接着されて固定されており、外周側には、AF（オートフォーカス）用コイル 102 が接着されて固定されている。

[0020] レンズバレル 101 は、図 1 の B に示されるように、撮像部 12 から最も遠い上面において内周側に張り出した逆 L 字状の断面形状を有している。積層レンズ構造体 11 をレンズバレル 101 に接着固定する際、積層レンズ構造体 11 は、絞り板 51 とともに、逆 L 字状の内周側に張り出した張り出し部に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。AF 用コイル 102 は、レンズバレル 101 の外周にらせん状に巻き付けられて、接着固定されている。

[0021] レンズバレル 101 は、その外側に配置された第 1 固定支持部 104 とサスペンション 103a 及び 103b で接続され、積層レンズ構造体 11 及び AF 用コイル 102 と一体となって光軸方向に移動可能となっている。

[0022] 第 1 固定支持部 104 は、上部においてサスペンション 103a を固定し、下部においてサスペンション 103b を固定し、下面において第 2 固定支持部 106 と固定されている。サスペンション 103a 及び 103b は、例えば、両端の一方を接着剤等によりレンズバレル 101 と固定された後、他方を接着剤等により第 1 固定支持部 104 と固定される。

[0023] 第 1 固定支持部 104 は、四角形の筒状で、内部が空洞となっており、内周側の 4 面それぞれの側壁の AF 用コイル 102 と対向する位置に、AF 用の永久磁石である AF 用マグネット 105 が固定されている。AF 用コイル 102 と AF 用マグネット 105 は、電磁式の AF 駆動部 108 を構成し、AF 用コイル 102 に電流が流れることにより積層レンズ構造体 11 を光軸方向に移動させて、積層レンズ構造体 11 と撮像部 12 との間の距離を調整する。積層レンズ構造体 11 によって集光された光の焦点距離を調節する AF モジュール 109 は、積層レンズ構造体 11 と AF 駆動部 108 とを少なくとも含む。

[0024] モジュール基板 111 は、第 2 固定支持部 106 を接着によって固定し、第 2 固定支持部 106 に固定されているサスペンション 103b 及び第 1 固

定支持部 104 を介して、積層レンズ構造体 11 を間接的に固定する。また、モジュール基板 111 は、第 1 固定支持部 104 及び第 2 固定支持部 106 の外側を覆うカバー部材 112 も固定する。カバー部材 112 は、ノイズ対策のため、導電性の金属材料等で形成される。

[0025] モジュール基板 111 は、接続端子 70 により、撮像部 12 と電氣的に接続されている。撮像部 12 は、生成した撮像信号を、接続端子 70 を介してモジュール基板 111 に出力したり、接続端子 70 を介して電源をモジュール基板 111 から受け取る。撮像部 12 からモジュール基板 111 へ出力された撮像信号は、モジュール基板 111 の外部端子 72 から、外部の回路基板に出力される。

[0026] 第 2 固定支持部 106 は、積層レンズ構造体 11 と撮像部 12 との間に配置された IR カットフィルタ 107 を固定する。IR カットフィルタ 107 は、積層レンズ構造体 11 を通過してきた入射光のうち、赤外光を遮断し、R、G、B に対応する波長の光のみを通過させる。なお、IR カットフィルタ 107 は、撮像部 12 の最上面に配置してもよい。

[0027] カバー部材 112 の上面は、絞り板 51 の開口部 52 に入射される光を遮蔽しないように、円状または矩形状に開口されている。

[0028] 以上のように構成されるカメラモジュール 1a は、撮像部 12 が画像の撮影を行う際、AF 駆動部 108 によって積層レンズ構造体 11 と撮像部 12 との間の距離を変更することができ、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。

[0029] また、光軸方向に複数枚のレンズを積層する積層レンズの構成として、積層レンズ構造体 11 を採用しない場合には、カメラモジュールが備えるレンズの枚数分だけ、レンズ付き基板を 1 枚ずつレンズバレル内へ装填する工程が必要となる。

[0030] これに対して、光軸方向に複数枚のレンズを積層する積層レンズの構成として、積層レンズ構造体 11 を採用した場合には、複数枚のレンズ付き基板が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体 11 を、レンズバレル 101 内

に1回装填するだけで、積層レンズとレンズバレルの組立てが終了する。従って、カメラモジュール1aは、モジュールの組み立てが容易である、という作用効果をもたらす。

[0031] <2. 積層レンズ構造体11の第1構成例>

次に、図2を参照して、図1に示した積層レンズ構造体11の構成について説明する。

[0032] なお、図2に示す積層レンズ構造体11は、カメラモジュール1に組み込み可能な複数の積層レンズ構造体11の第1構成例を示している。

[0033] <2. 1. 積層レンズ構造体11を構成するレンズ付き基板>

図2に示される第1構成例の積層レンズ構造体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。また、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eを、上から順に、第1層または最上層のレンズ付き基板41a、第2層のレンズ付き基板41b、第3層のレンズ付き基板41c、第4層のレンズ付き基板41d、第5層または最下層のレンズ付き基板41eと称する場合がある。

[0034] なお、本実施の形態では、積層レンズ構造体11は、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。

[0035] 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。したがって、レンズ付き基板41は、担体基板81とレンズ樹脂部82とを含む。レンズ樹脂部82は、レンズとしての機能を有する領域と、担体基板81と接続する領域とを含む。積層レンズ構造体11のレンズ樹脂部82の光軸84が、1点鎖線で示されている。

[0036] 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(撮像部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。

[0037] なお、レンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e それぞれの担体基板 8 1、レンズ樹脂部 8 2、または、貫通孔 8 3 を区別する場合には、図 2 に示されるように、レンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e に対応して、担体基板 8 1 a 乃至 8 1 e、レンズ樹脂部 8 2 a 乃至 8 2 e、または、貫通孔 8 3 a 乃至 8 3 e のように記述して説明する。

[0038] 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のうち、最上層のレンズ付き基板 4 1 a と、最下層のレンズ付き基板 4 1 e は、担体基板 8 1 自体が、複数枚の基板（以下、担体構成基板という。）8 0 を貼り合わせた構造となっている。この例では、2 枚の担体構成基板 8 0 を貼り合わせた構造を採用しているが、3 枚以上の貼り合わせ構造でもよい。

[0039] 具体的には、担体基板 8 1 a は、担体構成基板 8 0 a 1 と 8 0 a 2 とを貼り合わせて構成され、担体基板 8 1 e は、担体構成基板 8 0 e 1 と 8 0 e 2 とを貼り合わせて構成されている。図 2 において、レンズ付き基板 4 1 a および 4 1 e それぞれの担体基板 8 1 a および 8 1 e 内に示される破線は、2 枚の担体構成基板 8 0 の貼り合わせ面を表している。

[0040] これに対して、5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のうち、レンズ付き基板 4 1 b 乃至 4 1 d は、1 枚の担体基板 8 1 で構成されている。すなわち、1 枚の担体基板 8 1 は、1 枚の担体構成基板 8 0 を用いて構成されている。

[0041] 図 2 に示す積層レンズ構造体 1 1 の第 1 構成例において、最上層のレンズ付き基板 4 1 a の貫通孔 8 3 a の内側に形成されたレンズ樹脂部 8 2 a は、担体基板 8 1 a の上面と下面との間に収まるように形成されている。換言すれば、レンズ樹脂部 8 2 a は、担体基板 8 1 a の上面および下面から飛び出さない厚みおよび形状となっている。その他の 4 枚のレンズ付き基板 4 1 b 乃至 4 1 e についても同様に、それぞれ、レンズ樹脂部 8 2 b 乃至 8 2 e の厚みおよび形状が、担体基板 8 1 b 乃至 8 1 e の上面および下面から飛び出さない厚みおよび形状となっている。

[0042] 以下では、複数枚の担体構成基板 8 0 の貼り合わせ構造で構成される担体基板 8 1 を、積層構造の担体基板 8 1、または、積層担体基板 8 1 と称し、この積層担体基板 8 1 を備えるレンズ付き基板 4 1 を、レンズ付き積層基板 4 1（第 1 のレンズ付き基板）と称する。

[0043] 一方、上記の積層担体基板 8 1 のような貼り合わせ構造を持たない、基板 1 枚で構成された担体基板 8 1 を、単層構造の担体基板 8 1、または、単層担体基板 8 1 と称し、この単層担体基板 8 1 を備えるレンズ付き基板 4 1 を、レンズ付き単層基板 4 1（第 2 のレンズ付き基板）と称する。レンズ付き基板 4 1 は、レンズ付き単層基板 4 1 とレンズ付き積層基板 4 1 の両方を含む上位概念である。また、担体基板 8 1 は、単層担体基板 8 1 と積層担体基板 8 1 の両方を含む上位概念である。

[0044] < 2. 2. 積層レンズ構造体 1 1 における光の進行方向 >

図 3 は、図 1 に示した積層レンズ構造体 1 1 と絞り板 5 1 を備えた構成において、積層レンズ構造体 1 1 へ入射した光の進行方向を示す断面図である。

[0045] カメラモジュール 1 a では、カメラモジュール 1 a に入射される光が絞り板 5 1 で絞られた後、積層レンズ構造体 1 1 の内部で広げられて、積層レンズ構造体 1 1 の下方に配置された撮像部 1 2（図 3 では不図示）へと入射される。すなわち、積層レンズ構造体 1 1 全体について概観すると、カメラモジュール 1 a に入射された光は、絞り板 5 1 の開口部 5 2 から下側に向かって、ほぼ末広がりになって広がって進行する。

[0046] < 2. 3. レンズ樹脂部 8 2 の構成 >

図 4 および図 5 を参照して、レンズ樹脂部 8 2 の構成についてさらに説明する。

[0047] 図 4 は、レンズ樹脂部 8 2 が、レンズ部 9 1 と担持部 9 2 を備える例を示している。

[0048] レンズ部 9 1 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。

[0049] 担持部 9 2 は、レンズ部 9 1 から担体基板 8 1 まで延在してレンズ部 9 1 を担持する部位である。担持部 9 2 は、レンズ部 9 1 の外周に配置され、レンズ樹脂部 8 2 の上面または下面が、水平方向において、曲面ではなく、平面（水平）に形成されている。

[0050] 図 4 の A および B は、レンズ部 9 1 の上面と下面が凸レンズで形成されているレンズ樹脂部 8 2 の例を示している。

[0051] 図 4 の C は、レンズ部 9 1 の上面が凹レンズで下面が凸レンズで形成されているレンズ樹脂部 8 2 の例を示している。

[0052] 図 4 の D は、レンズ部 9 1 の上面と下面が非球面レンズで形成されているレンズ樹脂部 8 2 の例を示している。

[0053] 図 4 の A 乃至 D には、各レンズ樹脂部 8 2 の形状における、上面側のレンズ領域 A2、下面側のレンズ領域 A1、レンズ部 9 1 の厚さ T1、および、レンズ樹脂部 8 2 の厚さ T2 が、図示されている。

[0054] レンズ部 9 1 の上面側のレンズ領域 A2 は、レンズ樹脂部 8 2 の上面側において、水平に形成されている担持部 9 2 の内側の領域となり、レンズ部 9 1 の下面側のレンズ領域 A1 は、レンズ樹脂部 8 2 の下面側において、水平に形成されている担持部 9 2 の内側の領域となる。

[0055] なお、レンズ樹脂部 8 2 の形状によっては、レンズ樹脂部 8 2 の上面または下面が、水平に形成された領域が存在しない場合もある。

[0056] 図 5 の A 乃至 D は、レンズ樹脂部 8 2 の上面または下面のいずれか一方に水平に形成された領域が存在しないレンズ樹脂部 8 2 の形状の例を示している。

[0057] 図 5 の A および B は、レンズ部 9 1 の上面と下面が凸レンズで形成されているレンズ樹脂部 8 2 において、下面に水平に形成された領域が存在しない例を示している。

[0058] 図 5 の C は、レンズ部 9 1 の上面が凹レンズで下面が凸レンズで形成されて

いるレンズ樹脂部 8 2 において、下面に水平に形成された領域が存在しない例を示している。

[0059] 図 5 の D は、レンズ部 9 1 の上面と下面が非球面レンズで形成されているレンズ樹脂部 8 2 において、上面に水平に形成された領域が存在しない例を示している。

[0060] 図 4 および図 5 において、レンズ部 9 1 の厚さ T1 は、上面側のレンズ領域 A2 のレンズ樹脂部 8 2 の最上部から、下面側のレンズ領域 A1 のレンズ樹脂部 8 2 の最下部までの光軸方向の厚さを表す。

[0061] また、図 4 および図 5 において、レンズ樹脂部 8 2 の厚さ T2 は、上面側のレンズ領域 A2 と、下面側のレンズ領域 A1 との間のレンズ樹脂部 8 2 の光軸方向の厚さを表す。

[0062] < 2. 4. 担体基板 8 1 およびレンズ部 9 1 の厚さ >

図 2 の積層レンズ構造体 1 1 は、レンズ付き単層基板 4 1 とレンズ付き積層基板 4 1 のそれぞれを 1 枚以上含み、レンズ付き単層基板 4 1 は、単層構造の担体基板 8 1 で構成され、レンズ付き積層基板 4 1 は、積層構造の担体基板 8 1 で構成される。積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 のうち、最も光の入射面に近い側に配置されたレンズ付き基板 4 1 a と、最も撮像部 1 2 に近い側に配置されたレンズ付き基板 4 1 e との双方がレンズ付き積層基板 4 1 となっている。レンズ付き基板 4 1 a と 4 1 e に、積層担体基板 8 1 a と 8 1 e を用いることにより、レンズ付き積層基板 4 1 a と 4 1 e に備わる担体基板 8 1 a と 8 1 e の厚さを、レンズ付き基板 4 1 b 乃至 4 1 d に備わる担体基板 8 1 b 乃至 8 1 d の厚さよりも、厚くすることが可能になる。

[0063] レンズ部 9 1 の厚さ T1 に関しては、レンズ付き基板 4 1 a と 4 1 e に、積層担体基板 8 1 a と 8 1 d を備えたレンズ付き積層基板 4 1 a と 4 1 e を用いることにより、レンズ付き積層基板 4 1 a と 4 1 e に備わるレンズ部 9 1 の厚さ T1 を、レンズ付き単層基板 4 1 b 乃至 4 1 d に備わるレンズ部 9 1 の厚さ T1 よりも、厚くすることが可能になる。

- [0064] レンズ付き基板 4 1 の、レンズ樹脂部 8 2 と担体基板 8 1 とが接触する領域において、レンズ付き基板 4 1 の平面方向と直交する方向のレンズ樹脂部 8 2 の厚さに関しては、レンズ付き積層基板 4 1 a と 4 1 e に係る厚さを、レンズ付き単層基板 4 1 b 乃至 4 1 d に係る厚さよりも、厚くすることが可能になる。
- [0065] レンズ樹脂部 8 2 の径方向における中心部（光軸 8 4 の位置）のレンズ樹脂部 8 2 の厚さに関しては、レンズ付き積層基板 4 1 a と 4 1 e に係る厚さを、レンズ付き単層基板 4 1 b 乃至 4 1 d に係る厚さよりも、厚くすることが可能になる。
- [0066] ここで、電子機器や電子デバイスの製造に使用される半導体基板の厚さは、一般的に、SEMI規格に則っている。例えば、直径300mmのシリコン基板の場合、その厚さは $775 \pm 20 \mu\text{m}$ と定められている。
- [0067] このため、図 2 の積層レンズ構造体 1 1 においては、最上層のレンズ付き基板 4 1 a の担体基板 8 1 a と、最下層のレンズ付き基板 4 1 e の担体基板 8 1 e の厚さは、それぞれ、 $775 \mu\text{m}$ 以上となり得る。
- [0068] また、2 枚の担体構成基板 8 0 を貼り合わせ構造で構成される担体基板 8 1 a と 8 1 e の厚さは、それぞれ、 $1550 \mu\text{m}$ ($775 \times 2 \mu\text{m}$) 以下となる。この場合、レンズ付き積層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 と担体基板 8 1 とが接触する領域（貫通孔 8 3 の側壁）の、レンズ付き積層基板 4 1 と直交する方向（厚み方向）のレンズ樹脂部 8 2 の厚さも、 $775 \mu\text{m}$ 以上、かつ、 $1550 \mu\text{m}$ 以下となる。レンズ付き積層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 の中心部（径方向の中心）の厚さも、 $775 \mu\text{m}$ 以上、かつ、 $1550 \mu\text{m}$ 以下となる。
- [0069] なお、担体基板 8 1 は、3 枚以上の担体構成基板 8 0 の貼り合わせ構造で構成してもよく、例えば、3 枚の担体構成基板 8 0 を貼り合わせ構造で構成した場合、担体基板 8 1 の厚さは $2325 \mu\text{m}$ ($775 \times 3 \mu\text{m}$) 以下となる。この場合、レンズ付き積層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 と担体基板 8 1 とが接触する領域（貫通孔 8 3 の側壁）の、レンズ付き積層基板 4 1 と直交する方向（厚み方向）のレンズ樹脂部 8 2 の厚さも、 $775 \mu\text{m}$ 以上、かつ、 $2325 \mu\text{m}$ 以下となる。

レンズ付き積層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 の中心部（径方向の中心）の厚さも、775um以上、かつ、2325um以下となる。

[0070] 一方、最下層および最上層以外のレンズ付き基板 4 1 b 乃至 4 1 d の担体基板 8 1 b 乃至 8 1 d の厚さは、775um未満となっており、一定の機械強度を確保するためには、50um以上、100um以上、または、200um以上となっていることが好ましい。

[0071] レンズ付き単層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 と担体基板 8 1 とが接触する領域（貫通孔 8 3 の側壁）の、レンズ付き単層基板 4 1 と直交する方向（厚み方向）のレンズ樹脂部 8 2 の厚さも、50um以上、100um以上、または、200um以上となり、かつ、775um未満となる。レンズ付き単層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 の中心部（径方向の中心）の厚さも、50um以上、100um以上、または、200um以上となり、かつ、775um未満となる。

[0072] レンズに関しては、先に説明したように、図 2 に示す積層レンズ構造体 1 1 の第 1 構成例においては、レンズ樹脂部 8 2 a 乃至 8 2 e の厚みおよび形状が、担体基板 8 1 a 乃至 8 1 e の上面および下面から飛び出さない厚みおよび形状となっている。このため、2 枚の担体構成基板 8 0 を貼り合わせたレンズ付き積層基板 4 1 のレンズ部 9 1 の厚さ T1 は、775um以上、かつ、1550um以下となる。3 枚の担体構成基板 8 0 を貼り合わせたレンズ付き積層基板 4 1 のレンズ部 9 1 の厚さ T1 は、775um以上、かつ、2325um以下となる。

[0073] レンズ付き単層基板 4 1 のレンズ部 9 1 の厚さ T1 は、50um以上、100um以上、または、200um以上となり、かつ、775um未満となる。

[0074] 単層担体基板 8 1 b 乃至 4 1 d よりも厚い積層担体基板 8 1 a と 8 1 e を得る第 1 の手段として、積層担体基板 8 1 a を構成する担体構成基板 8 0 a 1 と 8 0 a 2 および積層担体基板 8 1 e を構成する担体構成基板 8 0 e 1 と 8 0 e 2 に、単層担体基板 8 1 b 乃至 4 1 d の少なくとも 1 つよりも厚い基板を用いて、単層担体基板 8 1 b 乃至 4 1 d よりも厚い積層担体基板 8 1 a と 8 1 e を得ることができる。

[0075] 単層担体基板 8 1 b 乃至 4 1 d よりも厚い積層担体基板 8 1 a と 8 1 e を

得る第2の手段として、積層担体基板81aを構成する担体構成基板80a1と80a2および積層担体基板81eを構成する担体構成基板80e1と80e2に、単層担体基板81b乃至41dよりも厚さの薄い基板を用いて、かつ、積層後の担体基板81の厚さは、単層担体基板81b乃至41dよりも厚い積層担体基板81aと81eを得ることもできる。

[0076] 単層担体基板81b乃至41dよりも厚い積層担体基板81aと81eを得る第3の手段として、積層担体基板81aを構成する担体構成基板80a1と80a2および積層担体基板81eを構成する担体構成基板80e1と80e2のいずれかに、単層担体基板81b乃至41dの少なくとも1つよりも厚い基板を用い、積層担体基板81aおよび81eを構成するその他の担体構成基板80には、単層担体基板81b乃至41dよりも厚さの薄い基板を用いて、かつ、積層後の担体基板81の厚さは、単層担体基板81b乃至41dよりも厚い積層担体基板81aと81eを得ることもできる。

[0077] なお、単層担体基板81と積層担体基板81のどちらも、後述するように、基板を薄肉化する処理を必要に応じて行うことができる。これにより、単層担体基板81と積層担体基板81のどちらも、上記に示した厚さの範囲内で、任意の厚さ（所望の厚さ）を取り得る。これに応じて、図2に示した積層レンズ構造体11の第1構成例においては、レンズ部91の厚さも、上記に示した厚さの範囲内で、任意の厚さ（所望の厚さ）を取り得る。

[0078] <2. 5. 積層レンズ構造体11がもたらす作用効果>

図2に示した積層レンズ構造体11の構造と、その構造がもたらす作用効果について説明する。

[0079] 積層レンズ構造体11では、5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、最上層のレンズ付き基板41aの担体基板81aの厚さと、最下層のレンズ付き基板41eの担体基板81eの厚さが、その他の3枚のレンズ付き基板41b乃至41dの担体基板81b乃至81dの厚さよりも厚い構造となっている。

[0080] また、最上層のレンズ付き基板41aと、最下層のレンズ付き基板41e

は、レンズ付き積層基板 4 1 で構成され、その他の 3 枚のレンズ付き基板 4 1 b 乃至 4 1 d は、レンズ付き単層基板 4 1 で構成されている。

[0081] 言い換えれば、最上層のレンズ付き基板 4 1 a の担体基板 8 1 a と、最下層のレンズ付き基板 4 1 e の担体基板 8 1 e は、それぞれが、複数枚の担体構成基板 8 0 を貼り合わせた積層構造となっており、その他の 3 枚のレンズ付き基板 4 1 b 乃至 4 1 d の担体基板 8 1 b 乃至 8 1 d は、担体構成基板 8 0 を貼り合わせ構造を持たない 1 枚の基板で構成された構造となっている。

[0082] 以上のように、少なくとも 1 枚の積層担体基板 8 1 を備える積層レンズ構造体 1 1 は、積層担体基板 8 1 を備えない積層レンズ構造体と比較して、厚さの厚いレンズを用いることが可能となる。これにより、積層レンズ構造体 1 1 において、製造し得るレンズの厚さについての選択の範囲が広がる。また、積層レンズ構造体 1 1 のレンズの設計の自由度と、これを用いるカメラモジュールの設計の自由度が高くなる。

[0083] 例えば、スマートフォンに用いるカメラモジュールの場合、機器の小さな筐体内にカメラモジュールを収容するため、カメラモジュールの容積を小さくすることと、容積が小さなカメラモジュールでありながら高画質の画像を撮影できることの双方を、高いレベルで両立させることが望まれている。このため、この種の用途のカメラモジュールに用いられるレンズ群は、一般的に、最上層のレンズにおいて光を絞リ、これよりも下層のレンズ群において絞った光を撮像素子の撮像面の大きさに広げ、撮像素子の撮像面の大きさに広げた光を、最も撮像素子に近いレンズにおいて、撮像素子に対してできるだけ垂直に入射するように光の入射角度を整えて撮像素子へ入射する構成となっている。図 3 を参照して説明したように、図 1 乃至図 3 に記載のカメラモジュール 1 a と積層レンズ構造体 1 1 も、同様の構成となっている。

[0084] このような構成のレンズ群においては、最も撮像素子に近いレンズは、撮像素子に対してできるだけ垂直に光を入射させるために、レンズの上面（第 1 の面）と下面（第 2 の面）との間の距離が大きい、言い換えれば厚さの厚いレンズを用いることが望まれる。このため、積層レンズ構造体 1 1 の構成

を備えると、この構造を備えない積層レンズ構造体と比較して、厚さの厚いレンズを用いることが可能となり、これにより、撮像素子に対して、より垂直に近い角度で光を入射させることが可能になる、という作用効果がもたらされる。

[0085] また、積層レンズ構造体 1 1 のような構成のレンズ群において、レンズ群がどれだけの光を取り込むことができるかは、最上層のレンズの形状が大きく影響する。積層レンズ構造体 1 1 では、積層担体基板 8 1 を備えない積層レンズ構造体と比較して、厚さの厚いレンズを用いることが可能となる。これにより、例えば、最上層のレンズにおいて、より曲率半径の大きなレンズを用いることが可能となり、これにより、より多くの光を取り込むことが可能となる、という作用効果がもたらされる。

[0086] また、厚さの厚いレンズを必ずしも必要としないレンズについては、単層担体基板 8 1 を用いて担体基板 8 1 の厚さを薄くすることで、積層レンズ構造体 1 1 に備わる全てのレンズに積層担体基板 8 1 を用いた構成よりも、積層レンズ構造体 1 1 および、それを用いたカメラモジュール 1 の高さを小さくすることができる、という作用効果がもたらされる。

[0087] 以上のように、本開示の積層レンズ構造体 1 1 によれば、多様な光学パラメータに対応可能な積層レンズ構造体を提供することができる。

[0088] < 3. 積層レンズ構造体 1 1 の製造方法 >

次に、図 6 乃至図 8 を参照して、積層レンズ構造体 1 1 の製造方法について説明する。

[0089] 積層レンズ構造体 1 1 は、それを構成するレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e それぞれが、基板状態（ウエハ状態）で製造された後、積層されて、チップ単位に個片化されることにより、製造される。

[0090] 本明細書および図面では、レンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e が、それぞれ、チップ単位に個片化される前の基板状態（ウエハ状態）を、レンズ付き基板 4 1 Wa 乃至 4 1 We のように、符号に “W” を付加して表すこととする。担体基板 8 1 などについても同様である。

- [0091] 初めに、図6を参照して、5枚のレンズ付き基板41a乃至41eで構成される積層レンズ構造体11のうち、レンズ付き基板41bを例に、レンズ付き単層基板41の製造方法について説明する。
- [0092] 初めに、図6に示されるように、基板状態の担体基板81Wbが用意される。基板状態の担体基板81Wbは、必要に応じて所望の厚さに調整されたものが用意される。
- [0093] そして、基板状態の担体基板81Wbに対して、個片化する際のチップ領域単位に、貫通孔83bが形成される。
- [0094] その後、チップ領域単位に貫通孔83bが形成された基板状態の担体基板81Wbに対して、各貫通孔83bの内側にレンズ樹脂部82bが形成される。これにより、基板状態のレンズ付き単層基板41Wbが完成する。
- [0095] その他の基板状態のレンズ付き単層基板41Wcおよび41Wdについても同様に製造される。
- [0096] 次に、図7を参照して、5枚のレンズ付き基板41a乃至41eで構成される積層レンズ構造体11のうち、レンズ付き基板41aを例に、レンズ付き積層基板41の製造方法について説明する。
- [0097] 初めに、図7に示されるように、基板状態の担体構成基板80Wa1と、基板状態の担体構成基板80Wa2が用意される。基板状態の担体構成基板80Wa1および80Wa2は、必要に応じて所望の厚さに調整されたものが用意される。
- [0098] そして、基板状態の担体構成基板80Wa1と、基板状態の担体構成基板80Wa2が、直接接合されることにより、基板状態の担体基板81Waが製造される。
- [0099] 次に、基板状態の担体基板81Waに対して、個片化する際のチップ領域単位に、貫通孔83aが形成される。
- [0100] その後、チップ領域単位に貫通孔83aが形成された基板状態の担体基板81Waに対して、各貫通孔83aの内側にレンズ樹脂部82aが形成される。これにより、基板状態のレンズ付き積層基板41Waが完成する。
- [0101] その他の基板状態のレンズ付き積層基板41Weについても同様に製造され

る。

[0102] 図8は、基板状態のレンズ付き単層基板41Wb乃至41Wdと、基板状態のレンズ付き積層基板41Waおよび41Weとを用いて、積層レンズ構造体11の製造方法を説明する図である。

[0103] 初めに、図6および図7を参照した製造方法により製造された、5枚の基板状態のレンズ付き基板41Wa乃至41Weが、上下に接する基板状態のレンズ付き基板41Wどうしが直接接合されることにより、積層される。そして、積層された5枚の基板状態のレンズ付き基板41Wa乃至41Weがモジュール単位またはチップ単位に個片化されることにより、カメラモジュール1に組み込まれる単位としての積層レンズ構造体11が完成する。

[0104] <4. 直接接合の説明>

図9は、2枚の基板状態のレンズ付き基板41Wどうしの貼り合わせ、および、2枚の基板状態の担体構成基板80Wどうしの貼り合わせに採用される、直接接合を説明する図である。

[0105] 積層される2枚のレンズ付き基板41W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9に示されるように、積層する2枚のレンズ付き基板41W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41W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41W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41W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どうしが直接共有結合を形成することも起こり得る。

[0106] 本明細書では、このように、2枚のレンズ付き基板41W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41Wを固定すること、あるいは、2枚のレンズ付き基板41W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41Wを固定すること、あるいは、2

枚のレンズ付き基板 4 1 W 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 4 1 W を固定すること、あるいは、2 枚のレンズ付き基板 4 1 W 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 4 1 W を固定すること、あるいは、2 枚のレンズ付き基板 4 1 W 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、シリコンー酸素共有結合あるいはシリコンー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 4 1 W を固定すること、を直接接合と呼ぶ。

[0107] 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 4 1 W 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、基板どうしを接着樹脂で接合させた場合に発生する、基板全体に渡る樹脂の硬化収縮による変形や、実使用時の樹脂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。

[0108] 2 枚の基板状態の担体構成基板 8 0 W 怎么の貼り合わせについても同様である。また、基板状態の貼り合わせではなく、個片化した後での 2 枚のレンズ付き基板 4 1 怎么の貼り合わせ、および、2 枚の担体構成基板 8 0 怎么の貼り合わせについても同様である。

[0109] < 5. レンズ付き積層基板 4 1 の詳細構成 >

次に、レンズ付き積層基板 4 1 の詳細構成について説明する。

[0110] 図 1 0 は、レンズ付き積層基板 4 1 a の詳細構成を示す断面図である。

[0111] なお、図 1 0 では、レンズ付き積層基板 4 1 a および 4 1 e のうちの、最上層のレンズ付き積層基板 4 1 a が図示されているが、その他のレンズ付き積層基板 4 1 e も同様に構成されている。

[0112] 図 1 0 に示されるレンズ付き積層基板 4 1 a には、担体基板 8 1 a に設けら

れた貫通孔 8 3 a に対して、上面からみて貫通孔 8 3 a を塞ぐようにレンズ樹脂部 8 2 a が形成されている。レンズ樹脂部 8 2 a は、図 4 を参照して説明したように、中央部のレンズ部 9 1（不図示）と、その周辺部の担持部 9 2（不図示）で構成される。

[0113] レンズ付き積層基板 4 1 a の貫通孔 8 3 a 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 1 2 1 が成膜されている。これらの膜 1 2 1 を便宜的に遮光膜 1 2 1 と呼ぶ。

[0114] 担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a 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 1 2 2 が形成されており、担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a 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 1 2 3 が形成されている。

[0115] 上側表面層 1 2 2 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、 SiO_x ($1 \leq x \leq 2$)、 SiO_2 、 SiOF などの酸化膜、高屈折膜は、例えば、 TiO_2 、 Ta_2O_5 などの金属酸化膜で構成される。

[0116] なお、上側表面層 1 2 2 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 1 2 2 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 1000 nm、密度は、例えば 2.2 乃至 2.5 g/cm³、平坦度が、例えば 1 nm 以下程度の二乗平均粗さ R_q (RMS) となっている。また、詳細は後述するが、この上側表面層 1 2 2 は、他のレンズ付き基板 4 1 と接合される際の接合膜にもなっている。

[0117] 上側表面層 1 2 2 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 1 2 2 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。

[0118] 下側表面層 1 2 3 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 1 2 3 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。

[0119] 遮光膜 1 2 1 の構造と成膜方法について説明を加える。

[0120] 遮光膜 1 2 1 は、光を吸収し、遮光性を有し、光の反射を抑制する性質の材料からなる薄膜である。遮光膜 1 2 1 の膜厚は任意であるが、例えば、1 μm 程度としてもよい。例えば、遮光膜 1 2 1 は、黑色材料により構成される。この黑色材料は、任意であるが、例えば、カーボンブラックやチタンブラック等の顔料であってもよい。また、遮光膜 1 2 1 は、例えば、金属により構成される金属膜としてもよい。この金属は、任意であるが、例えば、タングステン (W) やクロム (Cr) 等であってもよい。さらに、遮光膜 1 2 1 は、CVD (Chemical Vapor Deposition: 化学気相成長) により成膜される CVD 膜であってもよい。例えば、カーボンナノチューブ等を用いた CVD 膜であってもよい。また、複数の材料を積層するようにしてもよい。

[0121] 遮光膜 1 2 1 の成膜方法は任意である。例えば、黑色の顔料等の黑色材料を遮光膜 1 2 1 の材料として用いる場合、スピンやスプレー塗布等により成膜するようにしてもよい。さらに、必要に応じてパターニングして除去する等のリソグラフィを行うようにしてもよい。また、インクジェットにより遮光膜 1 2 1 を成膜するようにしてもよい。また、例えば、遮光膜 1 2 1 の材料としてタングステン (W) やクロム (Cr) 等といった金属を用いる場合、PVD (Physical Vapor Deposition: 物理気相成長法) により成膜し、表面を研磨加工するようにしてもよい。さらに、例えば、遮光膜 1 2 1 の材料としてカーボンナノチューブ等を用いる場合、CVD により成膜し、表面を研磨加工するようにしてもよい。

[0122] 貫通孔 8 3 a の側壁にこのような遮光膜 1 2 1 を成膜することにより、側壁における光の反射や透過を抑制することができ、ゴーストやフレアの発生を抑制することができる。つまり、レンズ付き積層基板 4 1 a（積層レンズ構造体 1 1）による画質の低減を抑制することができる。

[0123] また、この遮光膜 1 2 1 に、側壁とレンズ樹脂部 8 2 a との接触性を向上させる密着助剤が添加されているようにしてもよい。この密着助剤の材料は、任意である。例えばレンズ樹脂部 8 2 a の材料（の特性）に応じた材料が用いられるようにしてもよい。例えばレンズ樹脂部 8 2 a が親水性の材料（例えば OH 基を多く有する材料）よりなる場合、添加する密着助剤にも親水性の材料が用いられるようにしてもよい。また、例えばレンズ樹脂部 8 2 a が疎水性の材料よりなる場合、添加する密着助剤にも疎水性の材料が用いられるようにしてもよい。例えば、シランカップリング剤が密着助剤として用いられるようにしてもよい。

[0124] このように、遮光膜 1 2 1 の材料に密着助剤が添加されるようにすることにより、側壁とレンズ樹脂部 8 2 a との接触性を向上させることができる。これによりレンズ樹脂部 8 2 a の保持安定性が向上するため、側壁とレンズ樹脂部 8 2 a との接触面積が小さくても十分な安定性を得ることができる。

[0125] なお、上述したように密着助剤の材料は、レンズ樹脂部 8 2 a の材料に応じたものを用いるようにすることができるので、より多様な材料のレンズ樹脂部 8 2 a に対して接触性を向上させることができる。したがって、レンズ樹脂部 8 2 a の材料によって担体基板 8 1 の材料の選択肢が限定されることを抑制することができる。

[0126] <レンズ樹脂部の詳細説明>

次に、レンズ付き積層基板 4 1 a のレンズ樹脂部 8 2 a を例に、レンズ樹脂部 8 2 の形状について説明する。

[0127] 図 1 1 は、レンズ付き積層基板 4 1 a を構成する担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a の平面図と断面図である。

[0128] 図 1 1 に示される担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a 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。

[0129] レンズ樹脂部82aは、上述したようにレンズ部91と担持部92を備える。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113と脚部114で構成され、レンズ部91の外周に位置する。

[0130] 腕部113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114は、担持部92のなかで腕部113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114は、腕部113よりも樹脂の膜厚が厚いことが好ましい。

[0131] 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。

[0132] <6. レンズ付き単層基板41の詳細構成>

次に、レンズ付き単層基板41の詳細構成について説明する。

[0133] 図12および図13は、レンズ樹脂部82の形状を統一して説明するため、図10および図11のレンズ付き積層基板41aを、レンズ付き単層基板41aに変更した形を示している。

[0134] 図12および図13に示されるように、レンズ付き単層基板41aにおいても、遮光膜121、上側表面層122、及び、下側表面層123が、同様に形成される。また、レンズ樹脂部82aは、レンズ部91と担持部92を有し、担持部92は、腕部113と脚部114で構成され、レンズ部91の外周に位置する。

[0135] <7. レンズ付き単層基板41の製造方法>

次に、図14乃至図17を参照して、レンズ付き単層基板41の製造方法について説明する。

[0136] なお、図14乃至図17においても、レンズ樹脂部82の形状を統一して

説明するため、レンズ付き積層基板 4 1 a を、レンズ付き単層基板 4 1 a に変更した形を用いて説明する。

[0137] 初めに、複数の貫通孔 8 3 が形成された基板状態の担体基板 8 1 W が用意される。担体基板 8 1 W 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 8 1 W の形状は、例えば図 1 4 に示されるような円形で、その直径は、例えば 200 mm や 300 mm などとされる。担体基板 8 1 W 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。

[0138] また、貫通孔 8 3 の平面形状は、図 1 4 に示されるように円形であるとする。

[0139] 貫通孔 8 3 の開口幅は、例えば、100 μ m 程度から 20 mm 程度まで採り得る。この場合、担体基板 8 1 W には、例えば 100 個程度から 500 万個程度まで配置し得る。

[0140] 貫通孔 8 3 は、図 1 5 に示されるように、担体基板 8 1 W の第 1 の表面における第 1 の開口幅 1 3 1 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 1 3 2 の方が、小さくなっている。

[0141] 担体基板 8 1 W の貫通孔 8 3 は、担体基板 8 1 W 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。例えば、国際公開第 2 0 1 1 / 0 1 0 7 3 9 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うことができる。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。

[0142] 基板表面方位が (100) の単結晶シリコンである担体基板 8 1 W に、上述したいずれかの薬液を用いて貫通孔 8 3 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、一定角度の傾斜を持った貫通孔83が形成される。形成された貫通孔83の3次元形状は、円錐台もしくはこれに類似の形状となる。

[0143] <レンズ付き基板の製造方法>

次に、図16を参照して、基板状態のレンズ付き基板41Waの製造方法について説明する。

[0144] 初めに、図16のAに示されるように、貫通孔83aが複数形成された担体基板81Waが用意される。貫通孔83aの側壁には遮光膜121が成膜されている。図16では、紙面の制約上、2個の貫通孔83aのみが示されているが、実際には、図14で示したように、担体基板81Waの平面方向に、多数の貫通孔83aが形成されている。また、担体基板81Wa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。

[0145] 担体基板81Wa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81Waの厚みは、最終的にレンズ付き基板41aとして個片化され、他のレンズ付き基板41a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。

[0146] 担体基板81Waには、熱膨張係数が10ppm/°C以下の低熱膨張係数の基材を用いるのが好ましい。

[0147] 次に、図16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81Wa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81Waの貫通孔83aの内側に位置するように、担体基板81Wa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81Waの貫通孔83a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83aの中心が光軸方向で一致するように、担体基板81Wa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。

[0148] 次に、図16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81Waの貫通孔83a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82a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82aの成形が可能となる。

[0149] 次に、図16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81Wa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83a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。

[0150] 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82aの厚みと等しくなる。

[0151] あるいはまた、図16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81Wa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81Wa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。

[0152] 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16のCの工程において、担体基板81Waの貫通孔83a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

aの貫通孔83a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。

[0153] 続いて、図16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。

[0154] 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16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。

[0155] 次に、図16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81Waから離型する。上型201と下型181が担体基板81Waから離型されると、担体基板81Waの貫通孔83aの内側に、レンズ樹脂部82aが形成されている。

[0156] なお、担体基板81Wa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81Waを容易に離型することができる。また、担体基板81Wa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。

[0157] 次に、図16のGに示されるように、担体基板81Waとレンズ樹脂部82aの表面に上側表面層122が形成され、担体基板81Waとレンズ樹脂部82a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 1 2 3 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 8 1 Wa の表側平坦部 1 7 1 と裏側平坦部 1 7 2 を平坦化してもよい。

[0158] 以上のように、担体基板 8 1 Wa に形成された貫通孔 8 3 a に、エネルギー硬化性樹脂 1 9 1 を上型 2 0 1 と下型 1 8 1 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 8 2 a を形成し、レンズ付き基板 4 1 a を製造することができる。

[0159] 光学転写面 1 8 2 及び光学転写面 2 0 2 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 8 2 a の形状に応じて適宜決定される。図 3 を参照して説明したように、レンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e 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。

[0160] また、光学転写面 1 8 2 及び光学転写面 2 0 2 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。

[0161] 上述した製造方法によれば、エネルギー硬化性樹脂 1 9 1 の硬化収縮によるレンズ樹脂部 8 2 a どちらの平面方向の距離の変動を、担体基板 8 1 Wa 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 1 9 1 を、強度の強い担体基板 8 1 Wa 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。

[0162] 次に、図 1 7 のフローチャートを参照して、レンズ付き単層基板 4 1 の製造処理について説明する。

[0163] 初めに、ステップ S 1 1 において、必要となる担体基板 8 1 W の厚さに応じて、単層担体基板 8 1 W が薄肉化される。薄肉化の必要が無い場合は、このステップは省略することができる。

[0164] ステップ S 1 2 において、担体基板 8 1 W (単層担体基板 8 1 W) に貫通孔

８３が形成される。

[0165] ステップＳ１３において、下型１８１の上に担体基板８１Ｗが配置される。ステップＳ１４において、担体基板８１Ｗの貫通孔８３にエネルギー硬化性樹脂１９１が充填される。

[0166] ステップＳ１５において、担体基板８１Ｗの上に上型２０１が配置される。ステップＳ１６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。ステップＳ１７において、上型２０１と下型１８１が担体基板８１Ｗから離型される。これらの処理により、図１６のＦに示したように、担体基板８１Ｗの貫通孔８３にレンズ樹脂部８２が形成される。

[0167] ステップＳ１８において、担体基板８１Ｗとレンズ樹脂部８２Ｗの光入射側表面に上側表面層１２２が成膜され、光出射側表面に下側表面層１２３が成膜される。

[0168] ステップＳ１９において、積層レンズ構造体１１において最も光入射側に積層されるレンズ付き基板４１Ｗを製造する場合、レンズ樹脂部８２Ｗの担持部９２の光入射側表面に、遮光膜１２１が成膜される。積層レンズ構造体１１のその他の層として用いられるレンズ付き基板４１Ｗを製造する場合、この処理は省略することができる。

[0169] 以上により、レンズ付き単層基板４１が完成する。

[0170] ＜８．レンズ付き積層基板４１の製造方法＞

次に、図１８のフローチャートを参照して、レンズ付き積層基板４１の製造処理について説明する。

[0171] なお、図１８の説明に際しては、必要に応じて図１９を参照して説明する。図１９は、個片化された状態のレンズ付き積層基板４１の製造工程を示す図であるが、基板状態のレンズ付き積層基板４１Ｗであっても同様である。

[0172] 初めに、ステップＳ４１において、担体基板８１ａ（積層担体基板８１ａ）を構成する複数枚の担体構成基板８０ａが、所望の厚さに薄肉化される。薄肉化の必要が無い担体構成基板８０ａについては、このステップは省略することができる。

- [0173] ステップS 4 2において、複数枚の担体構成基板8 0どうしが接合される。例えば、図1 9のAおよびBに示されるように、2枚の担体構成基板8 0 a 1および担体構成基板8 0 a 2が、直接接合により貼り合わされる。貼り合わされた基板が、担体基板8 1 a（積層担体基板8 1 a）となる。
- [0174] なお、ステップS 4 1とステップS 4 2の処理は入れ替えてもよい。すなわち、複数枚の担体構成基板8 0どうしを接合した後、所望の厚さに薄肉化する工程を実施してもよい。
- [0175] ステップS 4 3において、図1 9のCに示されるように、担体基板8 1 aに貫通孔8 3 aが形成される。
- [0176] ステップS 4 4において、下型1 8 1の上に担体基板8 1 aが配置される。ステップS 4 5において、担体基板8 1 aの貫通孔8 3 aにエネルギー硬化性樹脂1 9 1が充填される。
- [0177] ステップS 4 6において、担体基板8 1 aの上に上型2 0 1が配置される。ステップS 4 7において、エネルギー硬化性樹脂1 9 1の硬化処理が行われる。ステップS 4 8において、上型2 0 1と下型1 8 1が担体基板8 1 aから離型される。これらの処理により、図1 9のDに示されるように、担体基板8 1 aの貫通孔8 3 aにレンズ樹脂部8 2 aが形成される。
- [0178] ステップS 4 9において、担体基板8 1 aとレンズ樹脂部8 2 aの光入射側表面に上側表面層1 2 2が成膜され、光出射側表面に下側表面層1 2 3が成膜される。
- [0179] ステップS 5 0において、積層レンズ構造体1 1において最も光入射側に積層されるレンズ付き基板4 1 aを製造する場合、レンズ樹脂部8 2 aの担持部9 2の光入射側表面に、遮光膜1 2 1が成膜される。積層レンズ構造体1 1のその他の層として用いられるレンズ付き基板4 1 Wを製造する場合、この処理は省略することができる。
- [0180] 以上により、レンズ付き積層基板4 1が完成する。
- [0181] <9. 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4 1が形成された基板状態のレンズ付き基板

4 1 Wどうしの直接接合について説明する。

[0182] 具体的には、図20のAに示される、複数のレンズ付き基板4 1 aが形成された基板状態のレンズ付き基板4 1 Waと、図20のBに示される、複数のレンズ付き基板4 1 bが形成された基板状態のレンズ付き基板4 1 Wbとの直接接合について説明する。

[0183] なお、図20および図21の基板状態のレンズ付き基板4 1 Waでは、担体構成基板80の貼り合わせ面を示す破線が図示されていないが、レンズ付き基板4 1 Waは、複数枚の担体構成基板80を貼り合わせた積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板4 1 Waである。

[0184] 図21は、基板状態のレンズ付き基板4 1 Waと、基板状態のレンズ付き基板4 1 Wbとの直接接合を説明する図である。

[0185] なお、図21では、レンズ付き基板4 1 Waの各部と対応するレンズ付き基板4 1 Wbの部分には、レンズ付き基板4 1 Waと同じ符号を付して説明する。

[0186] レンズ付き基板4 1 Waとレンズ付き基板4 1 Wbの上側表面には、上側表面層1 2 2が形成されている。レンズ付き基板4 1 Waとレンズ付き基板4 1 Wbの下側表面には、下側表面層1 2 3が形成されている。そして、図21のAに示されるように、レンズ付き基板4 1 Waと4 1 Wbの接合される面となる、レンズ付き基板4 1 Waの裏側平坦部1 7 2を含む下側表面全体、及び、レンズ付き基板4 1 Wbの表側平坦部1 7 1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1 2 2及び下側表面層1 2 3の構成元素と同じガスを使用すると、上側表面層1 2 2及び下側表面層1 2 3の膜自体の変質を抑制することができるので、好ましい。

[0187] そして、図21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4 1 Waの裏側平坦部1 7 2と、レンズ付き基板4 1 Wbの表側平坦部1 7 1とが貼り合わされる。

[0188] 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4 1 W

aの下側表面層123の表面のOH基の水素とレンズ付き基板41Wbの上側表面層122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41Waとレンズ付き基板41Wb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。

[0189] 上記貼り合わせ処理を行ったレンズ付き基板41Waとレンズ付き基板41Wb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41Waの下側表面層123と、レンズ付き基板41Wbの上側表面層122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41Waの下側表面層123に含まれる元素と、レンズ付き基板41Wbの上側表面層122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41W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と、下側に配置したレンズ付き基板41Wの上側表面層122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。例えば、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では、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。

[0190] 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硬化性樹脂191を熱から保護する観点やエネルギー硬化性樹脂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。

[0191] 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 4 1 Wa とレンズ付き基板 4 1 Wb を大気圧の環境に戻すと、接合されたレンズ樹脂部 8 2 とレンズ樹脂部 8 2 との間の空間と、レンズ樹脂部 8 2 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 8 2 に圧力が加わり、レンズ樹脂部 8 2 が変形してしまう懸念がある。

[0192] 上記レンズ付き基板 4 1 W どちらの貼り合わせ処理あるいは上記レンズ付き基板 4 1 W どちら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 8 2 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。

[0193] 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 4 1 Wa とレンズ付き基板 4 1 Wb を接合する際の位置精度を向上させることができる。

[0194] レンズ付き基板 4 1 Wa の裏側平坦部 1 7 2 と、レンズ付き基板 4 1 Wb の表側平坦部 1 7 1 には、上述したように、上側表面層 1 2 2 または下側表面層 1 2 3 が成膜されている。この上側表面層 1 2 2 及び下側表面層 1 2 3 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 4 1 Wa の裏側平坦部 1 7 2 に成膜した下側表面層 1 2 3 と、レンズ付き基板 4 1 Wb の表側平坦部 1 7 1 に成膜した上側表面層 1 2 2 は、接合強度を増加させる役割も有している。

[0195] また、上側表面層 1 2 2 または下側表面層 1 2 3 が酸化膜で構成されている場合には、プラズマ (O₂) による膜質変化の影響を受けないため、レンズ樹脂部 8 2 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。

[0196] 以上のように、複数のレンズ付き基板 4 1 a が形成された基板状態のレンズ付き基板 4 1 Wa と、複数のレンズ付き基板 4 1 b が形成された基板状態のレンズ付き基板 4 1 Wb 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。

[0197] 図 2 2 は、図 2 1 を参照して説明した基板状態のレンズ付き基板 4 1 W どちら

しの接合方法を用いて、図2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。

[0198] 最初に、図22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41Weが用意される。

[0199] 次に、図22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41Wdが、基板状態のレンズ付き基板41Weの上に接合される。

[0200] 次に、図22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41Wcが、基板状態のレンズ付き基板41Wdの上に接合される。

[0201] 次に、図22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41Wbが、基板状態のレンズ付き基板41Wcの上に接合させる。

[0202] 次に、図22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41Waが、基板状態のレンズ付き基板41Wbの上に接合される。

[0203] 最後に、図22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41Waの上に接合される。

[0204] 以上のように、基板状態の5枚のレンズ付き基板41Wa乃至41We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。

[0205] 図23は、図21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2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。

- [0206] 最初に、図23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。
- [0207] 次に、図23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41Waが、上下を反転させたうえで、絞り板51Wの上に接合される。
- [0208] 次に、図23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41Wbが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板41Waの上に接合される。
- [0209] 次に、図23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41Wcが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板41Wbの上に接合される。
- [0210] 次に、図23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41Wdが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板41Wcの上に接合される。
- [0211] 最後に、図23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41Weが、上下を反転させたうえで、基板状態のレンズ付き基板41Wdの上に接合される。
- [0212] 以上のように、基板状態の5枚のレンズ付き基板41Wa乃至41We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。
- [0213] 図22または図23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41Wa乃至41We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。
- [0214] <10. 積層レンズ構造体11の第2構成例>
- 次に、カメラモジュール1に組み込み可能な、積層レンズ構造体11のその他の構成例について説明する。

[0215] 図24は、積層レンズ構造体11の第2構成例を示す断面図である。

[0216] 第2構成例では、上述した第1構成例と比較して異なる部分について、例えば、レンズ付き積層基板41aを、レンズ付き積層基板41a'のように、符号にダッシュ（'）を付加して表す。後述する第3構成例以降についても同様である。

[0217] 図2に示した第1構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、最上層のレンズ付き基板41aと、最下層のレンズ付き基板41eが、積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41で構成されていた。

[0218] これに対して、図24の第2構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a'乃至41eのうち、最下層のレンズ付き基板41eのみが、積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41で構成されており、他の4枚のレンズ付き基板41a'乃至41dは、単層担体基板81を用いたレンズ付き単層基板41で構成されている。

[0219] 換言すれば、第1構成例における最上層の積層担体基板81aを用いたレンズ付き積層基板41aが、第2構成例では、単層担体基板81a'を用いたレンズ付き単層基板41a'に変更されている。

[0220] 第2構成例のその他の構造は、第1構成例に係る積層レンズ構造体11と同様である。

[0221] 以上のように、第2構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1は、最下層のレンズ付き基板41eに関して、第1構成例と同様の構造を備えている。これにより、第1構成例において最下層のレンズ付き基板41eに起因してもたらされる作用効果と同様の作用効果が、第2構成例においてももたらされる。

[0222] <11. 積層レンズ構造体11の第3構成例>

図25は、積層レンズ構造体11の第3構成例を示す断面図である。

[0223] 図2に示した第1構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、最上層のレンズ付き基板41

aと、最下層のレンズ付き基板41eが、積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41で構成されていた。

[0224] これに対して、図25の第3構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41e'のうち、最上層のレンズ付き基板41aのみが、積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41で構成されており、他の4枚のレンズ付き基板41b乃至41e'は、単層担体基板81を用いたレンズ付き単層基板41で構成されている。

[0225] 換言すれば、第1構成例における最下層の積層担体基板81eを用いたレンズ付き積層基板41eが、第3構成例では、単層担体基板81e'を用いたレンズ付き単層基板41e'に変更されている。

[0226] 第3構成例のその他の構造は、第1構成例に係る積層レンズ構造体11と同様である。

[0227] 以上のように、第3構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1は、最上層のレンズ付き基板41aに関して、第1構成例と同様の構造を備えている。これにより、第1構成例において最上層のレンズ付き基板41aに起因してもたらされる作用効果と同様の作用効果が、第3構成例においてももたらされる。

[0228] <12. 積層レンズ構造体11の第4構成例>

図26は、積層レンズ構造体11の第4構成例を示す断面図である。

[0229] 図2に示した第1構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、最上層のレンズ付き基板41aと、最下層のレンズ付き基板41eが、積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41で構成されていた。

[0230] これに対して、図26の第4構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a'乃至41e'のうち、中間層の1つである第4層のレンズ付き基板41d'のみが、積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41で構成されており、他の4枚のレンズ付き基板41a'乃至41cおよび41e'は、単層担体基板81を用いたレンズ付き単

層基板 4 1 で構成されている。

[0231] 換言すれば、第 1 構成例における最上層の積層担体基板 8 1 a を用いたレンズ付き積層基板 4 1 a と、最下層の積層担体基板 8 1 e を用いたレンズ付き積層基板 4 1 e が、第 3 構成例では、単層担体基板 8 1 a' を用いたレンズ付き単層基板 4 1 a' と、単層担体基板 8 1 e' を用いたレンズ付き単層基板 4 1 e' に変更されている。

[0232] また、第 1 構成例における第 4 層の単層担体基板 8 1 d を用いたレンズ付き単層基板 4 1 d が、第 4 構成例では、積層担体基板 8 1 d' を用いたレンズ付き積層基板 4 1 d' に変更されている。積層担体基板 8 1 d' は、2 枚の担体構成基板 8 0 d 1 および 8 0 d 2 の貼り合わせで構成されている。

[0233] 第 4 構成例のその他の構造は、第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 と同様である。

[0234] 第 4 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 は、積層担体基板 8 1 d' を用いたレンズ付き積層基板 4 1 d' を備えることにより、積層担体基板 8 1 およびレンズ付き積層基板 4 1 を備えない積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 と比較して、より厚さの厚いレンズを用いることができる、という作用効果がもたらされる。

[0235] さらに、第 4 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 は、厚さの厚いレンズを必ずしも必要としないレンズについては、単層担体基板 8 1 を用いて担体基板 8 1 の厚さを薄くすることで、レンズ付き基板 4 1 として全て積層担体基板 8 1 を用いた積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 と比較して、積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 の高さを小さくすることができる、という作用効果がもたらされる。

[0236] 以上のように、第 4 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 によれば、多様な光学パラメータに対応可能な積層レンズ構造体を提供することができる。

[0237] < 1 3. 積層レンズ構造体 1 1 の第 5 構成例 >

図27のAは、積層レンズ構造体11の第5構成例を示す断面図である。

[0238] 図2に示した第1構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、最上層のレンズ付き基板41aと、最下層のレンズ付き基板41eが、積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41で構成されていた。

[0239] また、レンズ付き基板41a乃至41eにおいて、レンズ樹脂部82a乃至82eの厚みおよび形状が、対応する担体基板81a乃至81eの上面および下面から飛び出さない厚みおよび形状となっていた。

[0240] これに対して、図27のAの第5構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、中間層の1つである第3層のレンズ付き基板41c'のレンズ樹脂部82c'の厚みおよび形状が、対応する担体基板81cの下面から飛び出した厚みおよび形状となっている。

[0241] 言い換えれば、レンズ樹脂部82c'は、担体基板81cの下面内側から下面外側へと、延在している。このように、レンズ付き基板41c'に備わるレンズ樹脂部82c'の下面が、レンズ樹脂部82c'を担持する担体基板81cの下面よりも下側に延在しているレンズを、飛び出しレンズと称する。また、飛び出しレンズを備えるレンズ付き基板41を、飛び出しレンズ付き基板41とも称する。

[0242] なお、飛び出しレンズは、以下の(a)、(b)、または(c)のいずれかの延在構造を備えるものをいう。

(a)レンズ付き基板41c'に備わるレンズ樹脂部82c'の下面が、レンズ樹脂部82c'を担持する担体基板81cの下面よりも下側に延在しているレンズ、

(b)レンズ付き基板41c'に備わるレンズ樹脂部82c'の上面が、レンズ樹脂部82c'を担持する担体基板81cの上面よりも上側に延在しているレンズ、

(c)レンズ付き基板41c'に備わるレンズ樹脂部82'cが、担体基板81

cの厚みより上下方向へと延在しているレンズ

- [0243] 第5構成例に係る積層レンズ構造体11は、飛び出しレンズ付き基板41c'から飛び出たレンズ樹脂部82c'の一部を、飛び出しレンズ付き基板41c'に隣接して配置されたレンズ付き基板41dの貫通孔83内へ配置した構造であって、隣接して配置されたレンズ付き基板41dは、単層担体基板81を用いたレンズ付き単層基板41で構成される構造を有する。
- [0244] 第5構成例に係る積層レンズ構造体11は、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、中間層の1つであるレンズ付き基板41c'が飛び出しレンズを備える飛び出しレンズ付き基板41であることを、第1の特徴とする。
- [0245] 第5構成例に係る積層レンズ構造体11は、飛び出しレンズ付き基板41（前者）と、その下方に隣接して配置した別のレンズ付き基板41（後者）とを備え、前者に備わる飛び出しレンズのレンズ樹脂部82が、前者の貫通孔83の内部から延在し、後者の貫通孔83内にも存在することを、第2の特徴とする。
- [0246] 以下、1枚の飛び出しレンズ付き基板41ともう1枚のレンズ付き基板41とを備えた構造において、下方のレンズ付き基板41に備わる貫通孔83内に、上方の飛び出しレンズ付き基板41に備わるレンズ樹脂部82の一部が存在している構造を、上方の飛び出しレンズを下方のレンズ付き基板41で受ける構造、あるいは、上方の飛び出しレンズ付き基板41を下方のレンズ付き基板41で受ける構造、と称する。
- [0247] 飛び出しレンズ付き基板41c'のレンズ樹脂部82c'のレンズ部91の厚さT1は、飛び出しレンズを備えない単層担体基板81を用いた他のレンズ付き単層基板41のレンズ樹脂部82のレンズ部91の厚さT1よりも、厚くすることができる。なお、レンズ部91の厚さT1の定義は、先に図4および図5を参照して説明したとおりである。
- [0248] 具体的には、図27のBに示されるように、飛び出しレンズ付き基板41c'のレンズ樹脂部82c'のレンズ部91の厚さT1cは、飛び出しレンズを備

えない単層担体基板 8 1 を用いた他のレンズ付き単層基板 4 1 b および 4 1 d のレンズ樹脂部 8 2 b および 8 2 d のレンズ部 9 1 の厚さ $T1b$ および $T1d$ のいずれか一方あるいは両方よりも、厚くすることができる。

[0249] 第 5 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 は、上記の構造を備えることにより、飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 c' の一部が配置されるレンズ付き基板 4 1 d の貫通孔 8 3 内に存在するレンズ樹脂部 8 2 の厚さ $T2$ の合計は、他のレンズ付き単層基板 4 1 の貫通孔 8 3 内に存在するレンズ樹脂部 8 2 の厚さ $T2$ よりも厚くなり得る。

[0250] 図 2 7 の C を参照して具体的に説明する。飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板 4 1 d の貫通孔 8 3 d 内には、飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 c' の一部と、レンズ付き基板 4 1 d が備えるレンズ樹脂部 8 2 d とが、存在する。この構造において、貫通孔 8 3 d 内に存在するレンズ樹脂部 8 2 d の厚さは、飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' の下面から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 c' の厚さ $T2c2$ とレンズ樹脂部 8 2 d の厚さ $T2d$ の合計 ($T2c2 + T2d$) となる。これによって定義される貫通孔 8 3 d 内に存在するレンズ樹脂部 8 2 d の厚さは、他のレンズ付き単層基板 4 1 b および 4 1 c の貫通孔 8 3 内に存在するレンズ樹脂部 8 2 の厚さ $T2b$ および $T2c1$ のいずれか一方あるいは両方よりも、厚くなり得る。

[0251] 第 5 構成例のその他の構造は、第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 と同様である。

[0252] 第 5 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 で採用された飛び出しレンズ付き基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 c' の形状は、図 2 7 に示した形状以外にも、様々な形状を採用することができる。

[0253] 第 5 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 によれば、飛び出しレンズ付き基板 4 1 とこれを受けるレンズ付き基板 4 1 との双方を備えることにより、この構造を備えない積層レンズ構造体 1 1 (例えば第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1) およびこれを用いたカメラモジュール 1 と比較して、同じ高さの積層レンズ構造体 1 1 および同

じ高さのカメラモジュール1において、より厚さの厚いレンズを用いることができる、という作用効果がもたらされる。

[0254] 一般的に、レンズはその直径を大きくするほど、レンズの厚さは厚くする必要がある。第5構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1は、この構造を備えない積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1と比較して、同じ高さの積層レンズ構造体11および同じ高さのカメラモジュール1において、より厚さの厚いレンズを用いることを可能にすることで、より直径の大きなレンズを用いることを可能にする、という作用効果ももたらされる。

[0255] あるいはまた、第5構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1は、この構造を備えない積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1と比較して、カメラモジュール1に備わるレンズを、その下方に隣接するレンズへより近い距離に配置することができる、という作用効果がもたらされる。例えば、先行技術文献として提示した特許文献1の図2に記載のように、大きく凸上に湾曲したレンズを、隣接するレンズと近接させるレンズ配置を、担体基板81中の貫通孔83にレンズ樹脂部82を形成した積層レンズ構造体11においても実現し得る、という作用効果がもたらされる。

[0256] 以上のように、本開示の積層レンズ構造体11によれば、多様な光学パラメータに対応可能な積層レンズ構造体を提供することができる。

[0257] 図28を参照して、飛び出しレンズ付き基板41のレンズ樹脂部82c'の形状とそれによってもたらされる作用効果について、さらに説明する。

[0258] なお、図28では、比較を簡単にするため、3枚のレンズ付き基板41x乃至41zの積層構造を有する積層レンズ構造体11を用いて説明する。

[0259] 図28の上段(図28のA乃至C)の積層レンズ構造体11は、中間層のレンズ付き基板41yが、両面が凸面形状のレンズ樹脂部82yを備える構造である。

[0260] 図28の上段の3つの積層レンズ構造体11のうち、左側に配置された図

図28のAの積層レンズ構造体11は、中間層のレンズ付き基板41yが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板41の例である。中央および右側に配置された図28のBおよびCの積層レンズ構造体11は、図28のAの中間層のレンズ付き基板41yを、飛び出しレンズ付き基板41に変更した例である。

[0261] 図28の中段（図28のD乃至F）の積層レンズ構造体11は、中間層のレンズ付き基板41yが、一方の面が凸面形状、もう一方の面が凹面形状のレンズ樹脂部82yを備える構造である。

[0262] 図28の中段の3つの積層レンズ構造体11のうち、左側に配置された図28のDの積層レンズ構造体11は、中間層のレンズ付き基板41yが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板41の例である。中央および右側に配置された図28のEおよびFの積層レンズ構造体11は、図28のDの中間層のレンズ付き基板41yを、飛び出しレンズ付き基板41に変更した例である。

[0263] 図28の下段（図28のGおよびH）の積層レンズ構造体11は、真ん中のレンズ付き基板41yが、非球面形状のレンズ樹脂部82yを備える構造である。

[0264] 図28の下段の2つの積層レンズ構造体11のうち、左側に配置された図28のGの積層レンズ構造体11は、中間層のレンズ付き基板41yが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板41の例である。中央に配置された図28のHの積層レンズ構造体11は、図28のGの中間層のレンズ付き基板41yを、飛び出しレンズ付き基板41に変更した例である。

[0265] 図28のAとBに示すレンズ樹脂部82y、図28のDとEに示すレンズ樹脂部82y、あるいは、図28のGとHに示すレンズ樹脂部82yを比較すると分かるように、複数枚のレンズ付き基板41の少なくとも1枚に飛び出しレンズ付き基板41を用いた積層レンズ構造体11は、飛び出しレンズ付き基板41を用いない場合と比較して、レンズ部91の厚さT1（図4、図5）を大きくしたり、レンズ樹脂部82の厚さT2（図4、図5）を大きくしたり、

レンズ部 9 1 の曲率を大きくしたりすることができる。

[0266] また、図 2 8 の A と C に示すレンズ樹脂部 8 2 y、あるいは、図 2 8 の D と F に示すレンズ樹脂部 8 2 y を比較すると分かるように、複数枚のレンズ付き基板 4 1 の少なくとも 1 枚に飛び出しレンズ付き基板 4 1 を用いた積層レンズ構造体 1 1 は、飛び出しレンズ付き基板 4 1 を用いない場合と比較して、レンズ付き基板 4 1 に備わる担体基板 8 1 y の厚さとレンズ部 9 1 の曲率を変えることなく、レンズ部 9 1 の曲率半径を大きくしたりすることができる。

[0267] さらに、隣接するレンズ付き基板 4 1 のレンズ間隔を小さくすることができる、これにより、カメラモジュール 1 の高さ方向の大きさを小さくすることができる。

[0268] また、図 2 8 の D と E の積層レンズ構造体 1 1 を比較して分かるように、隣接するレンズ樹脂部 8 2 の間隔を小さくすることで、レンズ部 9 1 の曲率を大きくすることができる、という 1 次的な作用効果がもたらされ、曲率の大きなレンズが使用できるようになることで、例えば、カメラモジュール 1 の高さ方向の大きさを小さくできる可能性が高まる、という 2 次的な作用効果がもたらされる。

[0269] < 1 4. 積層レンズ構造体 1 1 の第 6 構成例 >

図 2 9 は、積層レンズ構造体 1 1 の第 6 構成例を示す断面図である。

[0270] 図 2 に示した第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のそれぞれが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板 4 1 で構成されていた。

[0271] これに対して、図 2 9 の第 6 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のうち、中間層の 2 枚のレンズ付き基板 4 1 c' および 4 1 d' が、飛び出しレンズ付き基板 4 1 となっている。より具体的には、レンズ付き基板 4 1 c' は、単層担体基板 8 1 c に、飛び出しレンズであるレンズ樹脂部 8 2 c' を備える。レンズ付き基板 4 1 d' は、単層担体基板 8 1 d に、飛び出しレンズであるレンズ樹脂部

8 2 d' を備える。そして、飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 c' の一部が、飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' に隣接して配置されたレンズ付き積層基板 4 1 d の貫通孔 8 3 d 内へ配置されている。

[0272] 第 6 構成例のその他の構造は、第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 と同様である。

[0273] したがって、図 2 9 の積層レンズ構造体 1 1 は、単層担体基板 8 1 c に飛び出しレンズを備える飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' を、単層担体基板 8 1 d に飛び出しレンズを備える飛び出しレンズ付き基板 4 1 d' で受ける構造となっている。

[0274] 上側に配置された飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 c' を、下側に配置されたレンズ付き基板 4 1 d' が受ける構造に関して、第 5 構成例に係る図 2 7 では、飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 c' を、レンズ付き単層基板 4 1 d で受ける構造を例示した。これに対して、図 2 9 に示す第 6 構成例では、飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 c' を、飛び出しレンズ付き単層基板 4 1 d' で受ける構造となっている。

[0275] 第 6 構成例のように、飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板 4 1 d' も飛び出しレンズを備えると、この構造を備えない積層レンズ構造体 1 1、例えば第 5 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 と比較して、レンズ付き基板 4 1 d' に備わるレンズを、より下方に配置することができる。飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板 4 1 d' に備わるレンズを、より下方に配置できると、上側に配置された飛び出る側のレンズ付き基板 4 1 c' に備わるレンズ樹脂部 8 2 c' は、より大きく飛び出ることが可能となる。言い換えると、飛び出る側のレンズ付き基板 4 1 c' に備わるレンズ樹脂部 8 2 c' のレンズ部 9 1 の厚さ T1 を、より大きくすることができる。

[0276] このように、第 6 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 は、第 5 構成例と同様に飛び出しレンズを備え、なおか

つ飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板 4 1 d' も飛び出しレンズを備えることにより、第 5 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 においてもたらされる作用効果を、より大きくもたらすことができる。

[0277] なお、図 2 9 に示した第 6 構成例において、飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板 4 1 d' に備わるレンズの上面形状（飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' 側の表面形状）が、凸レンズである場合と、凹レンズまたは非球面レンズである場合とを比較すると、後者の方がレンズの上端を下方に配置することができる。

[0278] このため、第 6 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 がもたらす上述の作用効果は、飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板 4 1 d' に備わるレンズの上面形状（飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' 側の表面形状）が、凸レンズである場合よりも、凹レンズまたは非球面レンズである場合において、より大きくもたらされる。

[0279] < 1 5. 積層レンズ構造体 1 1 の第 7 構成例 >

図 3 0 は、積層レンズ構造体 1 1 の第 7 構成例を示す断面図である。

[0280] 図 2 に示した第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のそれぞれが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板 4 1 で構成されていた。

[0281] これに対して、図 3 0 の第 7 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のうち、第 4 層のレンズ付き基板 4 1 d' が飛び出しレンズ付き基板 4 1 となっている。そして、飛び出しレンズ付き基板 4 1 d' から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 d' の一部が、飛び出しレンズ付き基板 4 1 d' に隣接して配置された最下層のレンズ付き積層基板 4 1 e の貫通孔 8 3 e 内へ配置されている。

[0282] 第 7 構成例のその他の構造は、第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 と同様である。

[0283] したがって、図 3 0 の積層レンズ構造体 1 1 は、単層担体基板 8 1 d に飛

び出しレンズを備える第4層の飛び出しレンズ付き基板41d'を、積層担体基板81eを用いた最下層のレンズ付き基板41eで受ける構造となっている。

[0284] 飛び出しレンズ付き基板41d'のレンズ樹脂部82d'のレンズ部91の厚さT1が、飛び出しレンズを備えない単層担体基板81を用いた他のレンズ付き単層基板41bおよび41cのレンズ樹脂部82のレンズ部91の厚さT1よりも厚い点は、図27と同様である。

[0285] 第1構成例の積層レンズ構造体11がもたらす作用効果として図3を参照して説明したように、積層レンズ構造体11に備わる複数枚のレンズ付き基板41の中でも、最下層のレンズ付き基板41eは、厚さの厚い担体基板81を備えることが望ましい。最下層のレンズ付き基板41eが、厚さの厚い担体基板81を備えると、それに備わる貫通孔83の深さも深くなる。

[0286] 上側に配置された飛び出しレンズ付き基板41から飛び出たレンズ樹脂部82を、下側に配置されたレンズ付き基板41が受ける構造に関して、レンズを受ける側となるレンズ付き基板41が、最下層のレンズ付き基板41eである図30の第7構成例と、最下層以外のレンズ付き基板41（具体的には、第3層のレンズ付き基板41c'）である図27の第5構成例とを比較すると、飛び出しレンズを受ける基板が、深い貫通孔83を備えた最下層のレンズ付き基板41eとなる第7構成例の方が、これよりも浅い貫通孔83を備えた最下層以外のレンズ付き基板41となる第5構成例よりも、上側に配置した飛び出しレンズ付き基板41から飛び出すレンズ樹脂部82の大きさを大きくし得る、という作用効果がもたらされる。

[0287] このように、第7構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1は、第5構成例と同様に飛び出しレンズを備え、さらに、飛び出しレンズを最下層のレンズ付き基板41eで受けることにより、第5構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1においてもたらされる作用効果を、より大きくもたらすことができる。

[0288] なお、図30に示した第7構成例において、最下層のレンズ付き基板41

eに備わるレンズの上面形状（飛び出しレンズ付き基板41d'側の表面形状）が、凸レンズである場合と、凹レンズまたは非球面レンズである場合とを比較すると、後者の方がレンズの上端を下方に配置することができる。

[0289] このため、第7構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1がもたらす上述の作用効果は、最下層のレンズ付き基板41eに備わるレンズの上面形状（飛び出しレンズ付き基板41d'側の表面形状）が、凸レンズである場合よりも、凹レンズまたは非球面レンズである場合において、より大きくもたらされる。

[0290] <16. 積層レンズ構造体11の第8構成例>

図31は、積層レンズ構造体11の第8構成例を示す断面図である。

[0291] 図2に示した第1構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、最上層のレンズ付き基板41aと、最下層のレンズ付き基板41eが、積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41で構成されていた。

[0292] また、第1構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのそれぞれが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板41で構成されていた。

[0293] これに対して、図31の第8構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、第3層のレンズ付き基板41c'が飛び出しレンズ付き基板41となっている。すなわち、レンズ付き基板41c'のレンズ樹脂部82c'の一部が、隣接して配置されたレンズ付き積層基板41d'の貫通孔83d内へ配置されている。また、第4層のレンズ付き基板41d'が積層担体基板81d'を用いたレンズ付き積層基板41となっている。

[0294] 第8構成例のその他の構造は、第1構成例に係る積層レンズ構造体11と同様である。

[0295] したがって、図31の積層レンズ構造体11は、単層担体基板81cに飛び出しレンズを備える第3層の飛び出しレンズ付き基板41c'を、積層担

体基板 8 1 d' を用いた第 4 層のレンズ付き基板 4 1 d' で受ける構造となっている。

[0296] 第 1 構成例として図 2 を参照して説明したように、積層レンズ構造体 1 1 において、レンズ付き積層基板 4 1 に備わる積層担体基板 8 1 は、レンズ付き単層基板 4 1 に備わる単層担体基板 8 1 よりも、担体基板 8 1 の厚さを厚く、かつ、担体基板 8 1 に備わる貫通孔 8 3 の深さを深くすることができる。

[0297] 上側に配置された飛び出しレンズ付き基板 4 1 から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 を、下側に配置されたレンズ付き基板 4 1 が受ける構造に関して、レンズを受ける側となるレンズ付き基板 4 1 が、レンズ付き積層基板 4 1 (4 1 c') である図 3 1 の第 8 構成例と、レンズ付き単層基板 4 1 (4 1 c') である図 2 7 の第 5 構成例とを比較すると、飛び出しレンズを受ける基板が、深い貫通孔 8 3 を備えたレンズ付き積層基板 4 1 となる第 8 構成例の方が、これよりも浅い貫通孔 8 3 を備えたレンズ付き単層基板 4 1 となる第 5 構成例よりも、上側に配置した飛び出しレンズ付き基板 4 1 から飛び出すレンズ樹脂部 8 2 の大きさを大きくし得る、という作用効果がもたらされる。

[0298] このように、第 8 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 は、第 5 構成例と同様に飛び出しレンズを備え、さらに、飛び出しレンズをレンズ付き積層基板 4 1 で受けることにより、第 5 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 においてもたらされる作用効果を、より大きくもたらすことができる。

[0299] なお、図 3 1 に示した第 8 構成例において、レンズを受ける側となるレンズ付き積層基板 4 1 d' に備わるレンズの上面形状（飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' 側の表面形状）が、凸レンズである場合と、凹レンズまたは非球面レンズである場合とを比較すると、後者の方がレンズの上端を下方に配置することができる。

[0300] このため、第 8 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 がもたらす上述の作用効果は、レンズを受ける側となるレ

ンズ付き積層基板 4 1 d' に備わるレンズの上面形状（飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' 側の表面形状）が、凸レンズである場合よりも、凹レンズまたは非球面レンズである場合において、より大きくもたらされる。

[0301] < 1 7. 積層レンズ構造体 1 1 の第 9 構成例 >

図 3 2 は、積層レンズ構造体 1 1 の第 9 構成例を示す断面図である。

[0302] 図 2 に示した第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のうち、最上層のレンズ付き基板 4 1 a と、最下層のレンズ付き基板 4 1 e が、積層担体基板 8 1 を用いたレンズ付き積層基板 4 1 で構成されていた。

[0303] また、第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のそれぞれが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板 4 1 で構成されていた。

[0304] これに対して、図 3 2 の第 9 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のうち、第 3 層のレンズ付き基板 4 1 c' が飛び出しレンズ付き基板 4 1 となり、かつ、積層担体基板 8 1 c' を用いたレンズ付き積層基板 4 1 となっている。そして、飛び出しレンズ付き積層基板 4 1 c' から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 c' の一部が、飛び出しレンズ付き積層基板 4 1 c' に隣接して配置されたレンズ付き積層基板 4 1 d の貫通孔 8 3 d 内へ配置されている。積層担体基板 8 1 c' は、2 枚の担体構成基板 8 0 c 1 および 8 0 c 2 の貼り合わせで構成されている。

[0305] 第 9 構成例のその他の構造は、第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 と同様である。

[0306] したがって、図 3 2 の積層レンズ構造体 1 1 は、積層担体基板 8 1 c' に飛び出しレンズを備える第 3 層の飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' を、飛び出しレンズではない、単層担体基板 8 1 d を用いた第 4 層のレンズ付き基板 4 1 d で受ける構造となっている。

[0307] 第 1 構成例として図 2 を参照して説明したように、積層レンズ構造体 1 1

において、レンズ付き積層基板 4 1 に備わる積層担体基板 8 1 は、レンズ付き単層基板 4 1 に備わる単層担体基板 8 1 よりも、担体基板 8 1 の厚さを厚くすることができる。

[0308] 上側に配置された飛び出しレンズ付き基板 4 1 から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 を、下側に配置されたレンズ付き基板 4 1 が受ける構造に関して、レンズが飛び出す側となるレンズ付き基板 4 1 が、レンズ付き積層基板 4 1 (4 1 c') である図 3 2 の第 9 構成例と、レンズ付き単層基板 4 1 (4 1 c') である図 2 7 の第 5 構成例とを比較すると、レンズが飛び出す側となるレンズ付き基板 4 1 が、積層担体基板 8 1 を備えた第 9 構成例の方が、これよりも厚さの薄い単層担体基板 8 1 を備えた第 5 構成例よりも、飛び出しレンズ付き基板 4 1 に備わるレンズ部 9 1 の厚さ T1 を厚くすることができる、という作用効果がもたらされる。

[0309] このように、第 9 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 は、第 5 構成例と同様に飛び出しレンズを備え、さらに、レンズが飛び出す側となるレンズ付き基板 4 1 が積層担体基板 8 1 を備えることにより、第 5 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 においてもたらされる作用効果を、より大きくもたらすことができる。

[0310] なお、図 3 2 に示した第 9 構成例において、レンズを受ける側となるレンズ付き積層基板 4 1 d に備わるレンズの上面形状 (飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' 側の表面形状) が、凸レンズである場合と、凹レンズまたは非球面レンズである場合とを比較すると、後者の方がレンズの上端を下方に配置することができる。

[0311] このため、第 9 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 およびこれを用いたカメラモジュール 1 がもたらす上述の作用効果は、レンズを受ける側となるレンズ付き積層基板 4 1 d に備わるレンズの上面形状 (飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' 側の表面形状) が、凸レンズである場合よりも、凹レンズまたは非球面レンズである場合において、より大きくもたらされる。

[0312] < 18. 積層レンズ構造体 11 の第 10 構成例 >

図 33 は、積層レンズ構造体 11 の第 10 構成例を示す断面図である。

[0313] 図 2 に示した第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 11 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 41 a 乃至 41 e のうち、最上層のレンズ付き基板 41 a と、最下層のレンズ付き基板 41 e が、積層担体基板 81 を用いたレンズ付き積層基板 41 で構成されていた。

[0314] また、第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 11 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 41 a 乃至 41 e のそれぞれが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板 41 で構成されていた。

[0315] これに対して、図 33 の第 10 構成例に係る積層レンズ構造体 11 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 41 a 乃至 41 e のうち、第 3 層のレンズ付き基板 41 c' が飛び出しレンズ付き基板 41 となり、かつ、積層担体基板 81 c' を用いたレンズ付き積層基板 41 となっている。また、第 4 層のレンズ付き基板 41 d' が飛び出しレンズを用いた飛び出しレンズ付き基板 41 となっている。そして、飛び出しレンズ付き基板 41 c' から飛び出たレンズ樹脂部 82 c' の一部が、飛び出しレンズ付き基板 41 c' に隣接して配置されたレンズ付き積層基板 41 d' の貫通孔 83 d 内へ配置されている。

[0316] 第 10 構成例のその他の構造は、第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 11 と同様である。

[0317] したがって、図 33 の積層レンズ構造体 11 は、積層担体基板 81 c' に飛び出しレンズを備える第 3 層の飛び出しレンズ付き基板 41 c' を、単層担体基板 81 d を用いた第 4 層の飛び出しレンズ付き基板 41 d' で受ける構造となっている。

[0318] 上側に配置された飛び出しレンズ付き基板 41 c' から飛び出たレンズ樹脂部 82 c' を、下側に配置されたレンズ付き基板 41 d' が受ける構造に関して、第 9 構成例に係る図 32 では、飛び出しレンズ付き基板 41 c' から飛び出たレンズ樹脂部 82 c' を、レンズ付き単層基板 41 d で受ける構

造を例示していた。これに対して、図33に示す第10構成例では、飛び出しレンズ付き基板41c'から飛び出たレンズ樹脂部82c'を、飛び出しレンズ付き単層基板41d'で受ける構造となっている。

[0319] 第10構成例のように、飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板41d'も飛び出しレンズを備えると、この構造を備えない積層レンズ構造体11、例えば第9構成例に係る積層レンズ構造体11と比較して、レンズ付き基板41d'に備わるレンズを、より下方に配置することができる。飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板41d'に備わるレンズを、より下方に配置できると、上側に配置された飛び出る側のレンズ付き基板41c'に備わるレンズ樹脂部82c'は、より大きく飛び出ることが可能となる。言い換えると、飛び出る側のレンズ付き基板41c'に備わるレンズ樹脂部82c'のレンズ部91の厚さT1を、より大きくすることができる。

[0320] このように、第10構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1は、第9構成例と同様に飛び出しレンズと積層担体基板81とを備え、さらに、飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板41d'も飛び出しレンズを備えることにより、第9構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1においてもたらされる作用効果を、より大きくもたらすことができる。

[0321] なお、図33に示した第10構成例において、飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板41d'に備わるレンズの上面形状（飛び出しレンズ付き基板41c'側の表面形状）が、凸レンズである場合と、凹レンズまたは非球面レンズである場合とを比較すると、後者の方がレンズの上端を下方に配置することができる。

[0322] このため、第10構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1がもたらす上述の作用効果は、飛び出しレンズを受ける側となるレンズ付き基板41d'に備わるレンズの上面形状（飛び出しレンズ付き基板41c'側の表面形状）が、凸レンズである場合よりも、凹レンズまたは非球面レンズである場合において、より大きくもたらされる。

[0323] < 1 9. 積層レンズ構造体 1 1 の第 1 1 構成例 >

図 3 4 は、積層レンズ構造体 1 1 の第 1 1 構成例を示す断面図である。

[0324] 図 2 に示した第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のうち、最上層のレンズ付き基板 4 1 a と、最下層のレンズ付き基板 4 1 e が、積層担体基板 8 1 を用いたレンズ付き積層基板 4 1 で構成されていた。

[0325] また、第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のそれぞれが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板 4 1 で構成されていた。

[0326] これに対して、図 3 4 の第 1 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のうち、第 4 層のレンズ付き基板 4 1 d' が飛び出しレンズ付き基板 4 1 となり、かつ、積層担体基板 8 1 d' を用いたレンズ付き積層基板 4 1 d となっている。そして、飛び出しレンズ付き基板 4 1 d' から飛び出たレンズ樹脂部 8 2 d' の一部が、飛び出しレンズ付き基板 4 1 d' に隣接して配置された最下層のレンズ付き積層基板 4 1 e の貫通孔 8 3 e 内へ配置されている。

[0327] 第 1 1 構成例のその他の構造は、第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 と同様である。

[0328] したがって、図 3 4 の積層レンズ構造体 1 1 は、積層担体基板 8 1 d' に飛び出しレンズを備える第 4 層の飛び出しレンズ付き基板 4 1 d' を、積層担体基板 8 1 e を用いた最下層のレンズ付き基板 4 1 e で受ける構造となっている。

[0329] 第 1 構成例の積層レンズ構造体 1 1 がもたらす作用効果として図 3 を参照して説明したように、積層レンズ構造体 1 1 に備わる複数枚のレンズ付き基板 4 1 の中でも、最下層のレンズ付き基板 4 1 e は、厚さの厚い担体基板 8 1 を備えることが望ましい。最下層のレンズ付き基板 4 1 e が、厚さの厚い担体基板 8 1 を備えると、それに備わる貫通孔 8 3 の深さも深くなる。

[0330] 上側に配置された飛び出しレンズ付き基板 4 1 から飛び出たレンズ樹脂部

82を、下側に配置されたレンズ付き基板41が受ける構造に関して、レンズを受ける側となるレンズ付き基板41が、最下層のレンズ付き基板41eである図34の第11構成例と、最下層以外のレンズ付き基板41(41d)である図32の第9構成例とを比較すると、飛び出しレンズを受ける基板が、深い貫通孔83を備えた最下層のレンズ付き基板41eとなる第11構成例の方が、これよりも浅い貫通孔83を備えた最下層以外のレンズ付き基板41となる第9構成例よりも、上側に配置した飛び出しレンズ付き基板41から飛び出すレンズ樹脂部82の大きさを大きくし得る、という作用効果がもたらされる。

[0331] このように、第11構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1は、第9構成例と同様に飛び出しレンズと積層担体基板81とを備え、さらに、飛び出しレンズを最下層のレンズ付き基板41eで受けることにより、第9構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1においてもたらされる作用効果を、より大きくもたらすことができる。

[0332] なお、図34に示した第11構成例において、最下層のレンズ付き基板41eに備わるレンズの上面形状(飛び出しレンズ付き基板41d'側の表面形状)が、凸レンズである場合と、凹レンズまたは非球面レンズである場合とを比較すると、後者の方がレンズの上端を下方に配置することができる。

[0333] このため、第11構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1がもたらす上述の作用効果は、最下層のレンズ付き基板41eに備わるレンズの上面形状(飛び出しレンズ付き基板41d'側の表面形状)が、凸レンズである場合よりも、凹レンズまたは非球面レンズである場合において、より大きくもたらされる。

[0334] <20. 積層レンズ構造体11の第12構成例>

図35は、積層レンズ構造体11の第12構成例を示す断面図である。

[0335] 図2に示した第1構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、最上層のレンズ付き基板41

aと、最下層のレンズ付き基板41eが、積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41で構成されていた。

[0336] また、第1構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのそれぞれが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板41で構成されていた。

[0337] これに対して、図35の第12構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、第3層のレンズ付き基板41c'が飛び出しレンズ付き基板41となり、かつ、積層担体基板81c'を用いたレンズ付き積層基板41となっている。また、第4層のレンズ付き基板41d'が、積層担体基板81d'を用いたレンズ付き積層基板41となっている。そして、飛び出しレンズ付き基板41c'から飛び出たレンズ樹脂部82c'の一部が、飛び出しレンズ付き基板41c'に隣接して配置されたレンズ付き積層基板41d'の貫通孔83d内へ配置されている。

[0338] 第12構成例のその他の構造は、第1構成例に係る積層レンズ構造体11と同様である。

[0339] したがって、図35の積層レンズ構造体11は、積層担体基板81c'に飛び出しレンズを備える第3層の飛び出しレンズ付き基板41c'を、積層担体基板81d'を用いた第4層のレンズ付き積層基板41d'で受ける構造となっている。

[0340] 第1構成例として図2を参照して説明したように、積層レンズ構造体11において、レンズ付き積層基板41に備わる積層担体基板81は、レンズ付き単層基板41に備わる単層担体基板81よりも、担体基板81の厚さを厚く、かつ、担体基板81に備わる貫通孔83の深さを深くすることができる。

[0341] 上側に配置された飛び出しレンズ付き基板41から飛び出たレンズ樹脂部82を、下側に配置されたレンズ付き基板41が受ける構造に関して、レンズを受ける側となるレンズ付き基板が、レンズ付き積層基板41d'である

図35の第12構成例と、レンズ付き単層基板41dである図32の第9構成例とを比較すると、飛び出しレンズを受ける基板が、深い貫通孔83を備えたレンズ付き積層基板41となる第12構成例の方が、これよりも浅い貫通孔83を備えたレンズ付き単層基板41となる第9構成例よりも、上側に配置した飛び出しレンズ付き基板41から飛び出すレンズ樹脂部82の大きさを大きくし得る、という作用効果がもたらされる。

[0342] このように、第12構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1は、第9構成例と同様に飛び出しレンズと積層担体基板81とを備え、さらに、飛び出しレンズをレンズ付き積層基板41で受けることにより、第9構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1においてもたらされる作用効果を、より大きくもたらすことができる。

[0343] なお、図35に示した第12構成例において、レンズを受ける側となるレンズ付き積層基板41dに備わるレンズの上面形状（飛び出しレンズ付き基板41c'側の表面形状）が、凸レンズである場合と、凹レンズまたは非球面レンズである場合とを比較すると、後者の方がレンズの上端を下方に配置することができる。

[0344] このため、第12構成例に係る積層レンズ構造体11およびこれを用いたカメラモジュール1がもたらす上述の作用効果は、レンズを受ける側となるレンズ付き積層基板41dに備わるレンズの上面形状（飛び出しレンズ付き基板41c'側の表面形状）が、凸レンズである場合よりも、凹レンズまたは非球面レンズである場合において、より大きくもたらされる。

[0345] <21. 積層レンズ構造体11の第13構成例>

図36は、積層レンズ構造体11の第13構成例を示す断面図である。

[0346] 図2に示した第1構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、最上層のレンズ付き基板41aと、最下層のレンズ付き基板41eが、積層担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41で構成されていた。

- [0347] また、第1構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのそれぞれが、飛び出しレンズではないレンズ付き基板41で構成されていた。
- [0348] これに対して、図36の第13構成例に係る積層レンズ構造体11では、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうち、第3層のレンズ付き基板41c'が飛び出しレンズ付き基板41となっている。また、第3層のレンズ付き基板41c'と第4層のレンズ付き基板41d'との間に、スペーサ基板42が挿入されている。ここで、スペーサ基板42は、レンズ付き基板41と同様に、担体基板81fに貫通孔83fが形成された構造を有するが、貫通孔83fの内側にレンズ樹脂部82が配置されない構成である。図36の例では、スペーサ基板42の担体基板81fは、単層構造の担体基板81であるが、積層構造の担体基板81であってもよい。また、第4層のレンズ付き基板41d'が飛び出しレンズを用いた飛び出しレンズ付き基板41となっている。
- [0349] 第13構成例のその他の構造は、第1構成例に係る積層レンズ構造体11と同様である。
- [0350] したがって、図36の積層レンズ構造体11は、単層担体基板81cに飛び出しレンズを備える第3層の飛び出しレンズ付き基板41c'を、レンズ樹脂部82がないスペーサ基板42で受ける構造となっている。
- [0351] 図37は、図36の第13構成例と、図33に示した第10構成例とを比較する断面図である。
- [0352] 図36の第13構成例と図33の第10構成例は、第3層の飛び出しレンズ付き基板41c'において、同一形状のレンズ樹脂部82cを備える。
- [0353] しかしながら、図33の第10構成例の第3層の飛び出しレンズ付き基板41c'の担体基板81c'は、積層担体基板81c'である。一方、図36の第13構成例の第3層の飛び出しレンズ付き基板41c'の担体基板81cは単層担体基板81cであり、スペーサ基板42によって、図33の第10構成例の積層担体基板81c'と同じ厚みとなっている。

- [0354] 図37では、図33の第10構成例の第3層の飛び出しレンズ付き基板41c'の担体基板81cの形状の相違部分が、スペーサ基板42の内側に、破線で示されている。
- [0355] 第3層の飛び出しレンズ付き基板41c'の担体基板81cに形成された貫通孔83cの上面側の径は、図33の第10構成例と、図36の第13構成例とで同一である。
- [0356] 一方、スペーサ基板42の貫通孔83fの下面側の径と、破線で示された図33の第10構成例の担体基板81cの貫通孔83cの下面側の径とを比較すると、スペーサ基板42の貫通孔83fの方が径が大きい。このように、スペーサ基板42を用いることにより、同じ厚みの担体基板81を用いる場合よりも、入射光の通り道となる開孔径を大きくすることができる。
- [0357] これにより、図36の第13構成例に係る積層レンズ構造体11によれば、最上層のレンズ樹脂部82aで光を絞った後、絞った光をレンズ樹脂部82aよりも下層のレンズ群で撮像部12の受光領域12aへと広げて撮像部12へ入射させる構成において、レンズ樹脂部82aで広げた光が担体基板81cに当たってしまい光路が狭くなることを、低減できるという、作用効果をもたらす。
- [0358] 図36の第13構成例に係る積層レンズ構造体11は、飛び出しレンズ付き基板41c'と、その下面と接合されたスペーサ基板42とを備え、飛び出しレンズ付き基板41c'の貫通孔83cの側壁と飛び出しレンズ付き基板41c'の下側表面とがなす角度を保ったまま、貫通孔83cの側壁を下側へ延在させて、延在させた貫通孔83cの側壁がスペーサ基板42の下側表面の延長面と交差する面において、延在させた貫通孔83cの側壁により形成される開孔径よりも、スペーサ基板42の貫通孔83fの下側表面における開孔径が大きい、構造を有する。
- [0359] なお、スペーサ基板42の貫通孔83fの上側表面における光を通過するための開孔径が、飛び出しレンズ付き基板41c'の貫通孔83cの下側表面における開孔径よりも、大きくてもよい。

- [0360] さらに、スペーサ基板 4 2 の貫通孔 8 3 f の下側表面における開孔径が、飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' の貫通孔 8 3 c の上側表面における開孔径よりも、大きくてもよい。
- [0361] また、スペーサ基板 4 2 の貫通孔 8 3 f の上側表面における開孔径が、飛び出しレンズ付き基板 4 1 c' の貫通孔 8 3 c の上側表面における開孔径よりも、大きくてもよい。
- [0362] < 2 2. レンズ付き単層基板 4 1 のその他の製造方法 >
次に、レンズ付き単層基板 4 1 のその他の製造方法について説明する。
- [0363] 図 1 4 を参照して説明したように、レンズ付き単層基板 4 1 の貫通孔 8 3 の平面形状は、円形で形成することができる他、図 3 8 に示されるように、四角形のような多角形でもよい。
- [0364] 図 3 8 は、基板状態の担体基板 8 1 W に、平面形状が四角形の貫通孔 8 3 を形成した例を示している。
- [0365] 図 1 5 で説明したウェットエッチングの方法を用いて、エッチングマスクの開口部の平面形状を四角形とすると、平面形状が四角形であって、開口幅は第 1 の開口幅 1 3 1 よりも第 2 の開口幅 1 3 2 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 8 3 が得られる。貫通孔 8 3 の側壁の角度は、基板平面に対して、約 4 5° の角度となる。
- [0366] 担体基板 8 1 W の平面方向における貫通孔 8 3 の大きさを、開口幅と呼ぶ。開口幅は、特に断り書きが無い限り、貫通孔 8 3 の平面形状が四角形である場合は一辺の長さ、貫通孔 8 3 の平面形状が円形である場合は直径を意味する。
- [0367] 貫通孔 8 3 は、図 1 5 で説明したように、上面の第 1 の開口幅 1 3 1 よりも下面の第 2 の開口幅 1 3 2 の方が小さい 3 次元形状となるが、図 3 9 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 8 3 の側壁の断面形状は、図 3 9 の A に示されるような直線であって良いし、図 3 9 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 3 9 の C に示されるように、段差があっても良い。

[0368] 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の表面と第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。

[0369] 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。

[0370] <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。

[0371] 図40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。

[0372] 図40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。

[0373] 次に、図40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40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40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。

[0374] そして、再び、図40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、複数回繰り返される。これにより、図40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。

[0375] 最後に、エッチングマスク141が除去されると、図40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1 μ m程度とされる。

[0376] 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て実行される。

[0377] 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。

[0378] 各工程で使用す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はフォトリソ、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。

[0379] 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。

[0380] 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 8 1 W に、複数の貫通孔 8 3 を同時形成することができるが、担体基板 8 1 W には、図 4 1 の A に示されるように、貫通孔 8 3 を形成していない領域に貫通溝 1 5 1 を形成しても良い。

[0381] 図 4 1 の A は、貫通孔 8 3 に加えて貫通溝 1 5 1 を形成した担体基板 8 1 W の平面図である。

[0382] 貫通溝 1 5 1 は、例えば、図 4 1 の A に示されるように、行列状に配置された複数の貫通孔 8 3 を避けて、行方向と列方向のそれぞれの貫通孔 8 3 の間の一部にだけ配置される。

[0383] また、担体基板 8 1 W の貫通溝 1 5 1 は、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 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 1 1 として複数枚の担体基板 8 1 W が積層された状態では、図 4 1 の B の断面図のように、複数枚の担体基板 8 1 W の貫通溝 1 5 1 が、複数枚の担体基板 8 1 W の間で貫通した構造となる。

[0384] レンズ付き基板 4 1 の一部としての担体基板 8 1 W の貫通溝 1 5 1 は、例えば、レンズ付き基板 4 1 を変形させる応力がレンズ付き基板 4 1 の外部から働く場合に、応力によるレンズ付き基板 4 1 の変形を緩和する作用または効果をもたらし得る。

[0385] あるいは、貫通溝 1 5 1 は、例えば、レンズ付き基板 4 1 を変形させる応力がレンズ付き基板 4 1 の内部から発生する場合に、応力によるレンズ付き基板 4 1 の変形を緩和する作用または効果をもたらし得る。

[0386] < 2 3. レンズ付き積層基板 4 1 のその他の製造方法 >

次に、レンズ付き積層基板 4 1 のその他の製造方法について説明する。

[0387] 次に、図 4 2 を参照して、レンズ付き積層基板 4 1 a を例に、レンズ付き積層基板 4 1 の製造方法について説明する。

[0388] 初めに、図 4 2 に示されるように、複数の貫通孔 8 3 a 1 が形成された基板状態の担体構成基板 8 0 Wa1 と、複数の貫通孔 8 3 a 2 が形成された基板状態の担体構成基板 8 0 Wa2 が用意される。基板状態の担体構成基板 8 0 Wa1 お

よび80Wa2は、必要に応じて所望の厚さに調整されたものが用意される。

[0389] そして、基板状態の担体構成基板80Wa1と、基板状態の担体構成基板80Wa2が、直接接合されることにより、貫通孔83aが形成された基板状態の担体基板81Waが製造される。

[0390] その後、貫通孔83aが形成された基板状態の担体基板81Waに対して、各貫通孔83aの内側にレンズ樹脂部82aが形成される。これにより、基板状態のレンズ付き積層基板41Waが完成する。

[0391] その他の基板状態のレンズ付き積層基板41Weについても同様に製造することができる。

[0392] 図43のフローチャートを参照して、図42で説明した製造方法によるレンズ付き積層基板41の製造処理について説明する。

[0393] なお、図43の説明に際しては、必要に応じて図44を参照して説明する。図44は、個片化された状態のレンズ付き積層基板41の製造工程を示す図であるが、基板状態のレンズ付き積層基板41Wであっても同様である。

[0394] 初めに、ステップS71において、担体基板81a（積層担体基板81a）を構成する複数枚の担体構成基板80aが、所望の厚さに薄肉化される。薄肉化の必要が無い場合は、このステップは省略することができる。

[0395] ステップS72において、図44のAに示されるように、複数枚の担体構成基板80aそれぞれに貫通孔83aが形成される。図44のAでは、担体構成基板80a1に貫通孔83a1が形成され、担体構成基板80a2に貫通孔83a2が形成されている。

[0396] ステップS73において、複数枚の担体構成基板80どうしが接合される。例えば、図44のBに示されるように、貫通孔83a1が形成された担体構成基板80a1と、貫通孔83a2が形成された担体構成基板80a2が、直接接合により貼り合わされる。貼り合わされた基板が、担体基板81a（積層担体基板81a）となる。

[0397] ステップS74乃至S80の処理は、図18のステップS44乃至S50の処理と、それぞれ同様であるので、その説明は省略する。これらの処理に

より、図44のCに示されるように、担体基板81aの貫通孔83aにレンズ樹脂部82aが形成される。

[0398] 以上により、レンズ付き積層基板41が完成する。

[0399] <24. レンズ付き単層基板41の変形例>

次に、レンズ付き単層基板41の変形例について説明する。

[0400] 図45のAは、図12で示したレンズ付き単層基板41aの構成例を示す断面図であり、図45のBおよびCは、図12のレンズ付き単層基板41aの変形例を示す断面図である。

[0401] したがって、図45のB及びCのレンズ付き単層基板41aについては、図45のAに示したレンズ付き単層基板41aと異なる部分についてのみ説明する。

[0402] 図45のBに示されるレンズ付き単層基板41aにおいては、担体基板81aとレンズ樹脂部82aの下側表面に形成されている膜が、図45のAに示したレンズ付き単層基板41aと異なる。

[0403] 図45のBのレンズ付き単層基板41aでは、担体基板81a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82a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。

[0404] このような構造は、例えば、レンズ樹脂部82aを形成する前に、担体基板81a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82a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82aを形成した後に、レンズ樹脂部82aにマスクを形成し、担体基板81a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81aの下側表面に堆積させることで、形成し得る。

[0405] 図45のCのレンズ付き単層基板41aにおいては、担体基板81a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82aの上側表面には、上側表面

層 1 2 5 が形成されていない。

[0406] 同様に、レンズ付き単層基板 4 1 a の下側表面においても、担体基板 8 1 a 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 1 2 4 が形成されている一方、レンズ樹脂部 8 2 a の下側表面には、下側表面層 1 2 4 が形成されていない。

[0407] このような構造は、例えば、レンズ樹脂部 8 2 a が形成される前に、担体基板 8 1 a に上側表面層 1 2 5 と下側表面層 1 2 4 を形成しておき、その後、レンズ樹脂部 8 2 a 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 8 2 a を形成した後に、レンズ樹脂部 8 2 a にマスクを形成し、担体基板 8 1 a 上にはマスクを形成しない状態で、上側表面層 1 2 5 および下側表面層 1 2 4 を構成する膜を、例えばPVDにより担体基板 8 1 a の表面に堆積させることで、形成し得る。下側表面層 1 2 4 と上側表面層 1 2 5 は、同一材料でもよいし、異なる材料でもよい。

[0408] レンズ付き単層基板 4 1 a は、以上のように構成することができる。

[0409] < 2 5. レンズ付き積層基板 4 1 の変形例 >

次に、レンズ付き積層基板 4 1 の変形例について説明する。

[0410] 図 4 6 の A は、図 1 0 で示したレンズ付き積層基板 4 1 a の構成例を示す断面図であり、図 4 6 の B および C は、図 1 0 のレンズ付き積層基板 4 1 a の変形例を示す断面図である。

[0411] したがって、図 4 6 の B 及び C のレンズ付き積層基板 4 1 a については、図 4 6 の A に示したレンズ付き積層基板 4 1 a と異なる部分についてのみ説明する。

[0412] 図 4 6 の B 及び C のレンズ付き積層基板 4 1 a においては、図 4 5 の B 及び C のレンズ付き単層基板 4 1 a と比較して、担体基板 8 1 が、単層構造の担体基板 8 1 であるか、または、積層構造の担体基板 8 1 であるかのみが異なり、下側表面層 1 2 4 および上側表面層 1 2 5 の構成については同様である。

[0413] < 2 6. レンズ付き単層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 の変形例 >

次に、図 4 7 乃至図 5 2 を参照して、レンズ付き単層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 の変形例について説明する。

[0414] なお、図 4 7 乃至図 5 2 では、図 1 2 および図 1 3 での説明と同様に、レンズ付き積層基板 4 1 a を、レンズ付き単層基板 4 1 a に置き換えて説明する。

[0415] 図 3 8 を参照して説明したように、貫通孔 8 3 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。

[0416] 図 4 7 は、貫通孔 8 3 の平面形状が四角形である場合の、レンズ付き単層基板 4 1 a の担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a の平面図と断面図である。

[0417] 図 4 7 におけるレンズ付き単層基板 4 1 a 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。

[0418] B - B' 線断面図と C - C' 線断面図を比較して分かるように、貫通孔 8 3 a が四角形の場合、貫通孔 8 3 a の中心から貫通孔 8 3 a の上部外縁までの距離、および、貫通孔 8 3 a の中心から貫通孔 8 3 a の下部外縁までの距離は、四角形である貫通孔 8 3 a 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 8 3 a の平面形状が四角形の場合、レンズ部 9 1 を円形にすると、レンズ部 9 1 外周から貫通孔 8 3 a 側壁までの距離、言い換えれば、担持部 9 2 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。

[0419] そこで、図 4 7 に示されるレンズ樹脂部 8 2 a は、以下の構造を備える。

(1) レンズ部 9 1 の外周に配置した腕部 1 1 3 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 1 1 3 の外側に配置し、貫通孔 8 3 a 側壁まで延在する脚部 1 1 4 の長さは、四角形の辺方向の脚部 1 1 4 の長さよりも対角線方向の脚部 1 1 4 の長さの方を、長くしている。

[0420] 図 4 7 に示されるように、脚部 1 1 4 は、レンズ部 9 1 に直接は接していない一方、腕部 1 1 3 は、レンズ部 9 1 に直接接している。

- [0421] 図47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113の長さ、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。
- [0422] 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。
- [0423] 図48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、レンズ付き単層基板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。
- [0424] 図48におけるレンズ付き単層基板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。
- [0425] 図48においても、図47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。
- [0426] そこで、図48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114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113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。
- [0427] 図48に示されるように、脚部114は腕部113よりも、樹脂の膜厚が厚い。このため、レンズ付き単層基板41aの平面方向の単位面積当たりの

体積も、脚部 1 1 4 は腕部 1 1 3 よりも大きい。

[0428] 図 4 8 の実施例では、脚部 1 1 4 の体積をできるだけ小さくし、かつ、貫通孔 8 3 a 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 9 1 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。

[0429] 図 4 9 は、レンズ付き単層基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 の他の構成例を示す断面図である。

[0430] 図 4 9 に示されるレンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 は、以下の構造を備える。

(1) 貫通孔 8 3 の側壁は、段付き部 2 2 1 を備える段付き形状である。

(2) レンズ樹脂部 8 2 の担持部 9 2 の脚部 1 1 4 が、貫通孔 8 3 の側壁上方に配置されるだけでなく、貫通孔 8 3 に備わる段付き部 2 2 1 の上にも、レンズ付き単層基板 4 1 の平面方向に延在している。

[0431] 図 5 0 を参照して、図 4 9 に示した段付き形状の貫通孔 8 3 の形成方法について説明する。

[0432] 初めに、図 5 0 の A に示されるように、担体基板 8 1 W 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 2 4 1 が形成される。エッチングストップ膜 2 4 1 は、例えば、シリコン窒化膜とすることができる。

[0433] 次に、担体基板 8 1 W 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 2 4 2 が形成される。ハードマスク 2 4 2 も、例えばシリコン窒化膜とすることができる。

[0434] 次に、図 5 0 の B に示されるように、ハードマスク 2 4 2 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 8 3 の段付き部 2 2 1 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 2 4 2 の開口部は、図 4 9 に記載のレンズ付き単層基板 4 1 の上側基板表面における開口に対応した領域となる

。

[0435] 次に、図50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。

[0436] 次に、図50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。

[0437] 次に、図50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。

[0438] 最後に、図50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。

[0439] 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49に示した段付き形状の貫通孔83が得られる。

[0440] 図51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、レンズ付き単層基板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。

[0441] 図51におけるレンズ付き単層基板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。

[0442] 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113、及び脚部114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。

[0443] 図51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13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114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 8 2 と貫通孔 8 3 a の側壁との密着強度、言い換えれば、レンズ樹脂部 8 2 a と担体基板 8 1 W 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。

[0444] 図 5 2 は、貫通孔 8 3 a が段付き部 2 2 1 を有し、かつ、貫通孔 8 3 a の平面形状が四角形である場合の、レンズ付き単層基板 4 1 a の担体基板 8 1 a とレンズ樹脂部 8 2 a の平面図と断面図である。

[0445] 図 5 2 におけるレンズ付き単層基板 4 1 a 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。

[0446] 図 5 2 に示されるレンズ樹脂部 8 2 と貫通孔 8 3 は、以下の構造を備える。

(1) レンズ部 9 1 の外周に配置した腕部 1 1 3 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 1 1 3 の外側に配置し、貫通孔 8 3 a の側壁まで延在する脚部 1 1 4 の長さは、四角形の辺方向の脚部 1 1 4 の長さよりも、対角線方向の脚部 1 1 4 の長さが長い。

[0447] 図 5 2 に示されるように、脚部 1 1 4 は、レンズ部 9 1 に直接は接していない一方、腕部 1 1 3 は、レンズ部 9 1 に直接接している。

[0448] 図 5 2 のレンズ樹脂部 8 2 a では、図 4 7 に記載のレンズ樹脂部 8 2 a と同様に、レンズ部 9 1 に直接接している腕部 1 1 3 の長さと厚さを、レンズ部 9 1 の外周全体に渡って一定にすることで、レンズ部 9 1 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す得る。

[0449] さらに、レンズ部 9 1 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 8 3 a を取り囲む担体基板 8 1 a から、貫通孔 8 3 a 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 9 1 全体に偏りなく伝えることで、レンズ部 9 1 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す得る。

[0450] さらに、図 5 2 の貫通孔 8 3 a の構造は、貫通孔 8 3 a 内に段付き部 2 2

1を備えない図47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114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。

[0451] <27. レンズ付き積層基板41のレンズ樹脂部82と貫通孔83の変形例>

次に、図53乃至図58を参照して、レンズ付き積層基板41のレンズ樹脂部82と貫通孔83の変形例について説明する。

[0452] なお、図53乃至図58では、図47乃至図52で説明したレンズ付き単層基板41aと比較して、レンズ付き積層基板41aのレンズ樹脂部82と貫通孔83の変形例について説明する。

[0453] 図53は、図47で説明したレンズ付き単層基板41aと同様に、貫通孔83の平面形状が四角形である場合の、レンズ付き積層基板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。

[0454] 図53のレンズ付き積層基板41aは、担体基板81aが2枚の担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせで構成される点を除いて、図47で説明したレンズ付き単層基板41aと同様である。

[0455] 図54は、図48で説明したレンズ付き単層基板41aと同様に、貫通孔83の平面形状が四角形である場合の、レンズ付き積層基板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。

[0456] 図54のレンズ付き積層基板41aは、担体基板81aが2枚の担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせで構成される点を除いて、図48で説明したレンズ付き単層基板41aと同様である。

[0457] 図55は、図51で説明したレンズ付き単層基板41aと同様に、貫通孔83aが段付き部221を有し、かつ、貫通孔83の平面形状が円形である場合の、レンズ付き積層基板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。

[0458] 図55のレンズ付き積層基板41aは、担体基板81aが2枚の担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせで構成される点を除いて、図51で説明したレンズ付き単層基板41aと同様である。

[0459] 担体基板81aにおいて、2枚の担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせ面は、貫通孔83aの段付き部221と同じ面となっている。

[0460] 図56は、図51で説明したレンズ付き単層基板41aと同様に、貫通孔83aが段付き部221を有し、かつ、貫通孔83の平面形状が円形である場合の、レンズ付き積層基板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。

[0461] 図56のレンズ付き積層基板41aは、担体基板81aが2枚の担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせで構成される点を除いて、図51で説明したレンズ付き単層基板41aと同様である。

[0462] 担体基板81aにおいて、2枚の担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせ面は、貫通孔83aの段付き部221と異なる面となっている。

[0463] したがって、図55のレンズ付き積層基板41aと、図56のレンズ付き積層基板41aとの相違点は、2枚の担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせ面の厚み方向の位置である。

[0464] 図57は、図52で説明したレンズ付き単層基板41aと同様に、貫通孔83aが段付き部221を有し、かつ、貫通孔83の平面形状が四角形である場合の、レンズ付き積層基板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。

[0465] 図57のレンズ付き積層基板41aは、担体基板81aが2枚の担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせで構成される点を除いて、図52で説明したレンズ付き単層基板41aと同様である。

[0466] 担体基板81aにおいて、2枚の担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせ面は、貫通孔83aの段付き部221と同じ面となっている。

[0467] 図58は、図52で説明したレンズ付き単層基板41aと同様に、貫通孔

８３ａが段付き部２２１を有し、かつ、貫通孔８３の平面形状が四角形である場合の、レンズ付き積層基板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。

[0468] 図５８のレンズ付き積層基板４１ａは、担体基板８１ａが２枚の担体構成基板８０ａ１と８０ａ２の貼り合わせで構成される点を除いて、図５２で説明したレンズ付き単層基板４１ａと同様である。

[0469] 担体基板８１ａにおいて、２枚の担体構成基板８０ａ１と８０ａ２の貼り合わせ面は、貫通孔８３ａの段付き部２２１と異なる面となっている。

[0470] したがって、図５７のレンズ付き積層基板４１ａと、図５８のレンズ付き積層基板４１ａとの相違点は、２枚の担体構成基板８０ａ１と８０ａ２の貼り合わせ面の厚み方向の位置である。

[0471] 以上のように、積層レンズ構造体１１に用いられるレンズ付き基板４１は、レンズ付き単層基板４１およびレンズ付き積層基板４１のいずれの場合であっても、レンズ樹脂部８２と貫通孔８３の形状として、様々な形状を取り得る。

[0472] ＜２８．レンズ付き積層基板４１のさらなる変形例＞

次に、図５９乃至図６７を参照して、レンズ付き積層基板４１のさらなる変形例について説明する。

[0473] 図５９は、レンズ付き積層基板４１のさらなる変形例を用いた積層レンズ構造体１１の断面図である。

[0474] 図５９では、上述した第２構成例乃至第１３構成例と同様に、第１構成例と比較して異なる部分について符号にダッシュ（'）を付加して表す。

[0475] 図５９の積層レンズ構造体１１は、図２に示した第１構成例に係る積層レンズ構造体１１と比較すると、最上層のレンズ付き基板４１ａ'と、最下層のレンズ付き基板４１e'が異なる。

[0476] より具体的には、最上層のレンズ付き基板４１ａ'では、第１構成例に係る最上層のレンズ付き基板４１ａと比較すると、貫通孔８３ａの側壁に、溝部８５ａが新たに追加されている。溝部８５ａには、レンズ樹脂部８２ａが

埋め込まれている。

[0477] 最下層のレンズ付き基板 4 1 e' についても同様に、第 1 構成例に係る最上層のレンズ付き基板 4 1 a と比較すると、貫通孔 8 3 e の側壁に、溝部 8 5 e が新たに追加されている。溝部 8 5 e には、レンズ樹脂部 8 2 e が埋め込まれている。

[0478] レンズ樹脂部 8 2 は、図 1 6 を参照して説明したように、下型 1 8 1 上にエネルギー硬化性樹脂 1 9 1 を滴下し、滴下したエネルギー硬化性樹脂 1 9 1 を上型 2 0 1 と下型 1 8 1 とで間隔を制御して挟み込んで硬化させることで形成される。この際、エネルギー硬化性樹脂 1 9 1 の滴下量の制御性や最適化が重要となる。すなわち、滴下量が少ないとレンズ部 9 1 に凹み等が発生し、所望の光学特性が得られない。また、滴下量が多い場合には、上型 2 0 1 と下型 1 8 1 との空間からエネルギー硬化性樹脂 1 9 1 が溢れ、基板接合面を汚染させる心配がある。また、エネルギー硬化性樹脂 1 9 1 を硬化したとき、樹脂体積が減少（収縮）することもある。

[0479] そこで、図 5 9 のレンズ付き基板 4 1 a' のように、余分なエネルギー硬化性樹脂 1 9 1 を退避させるための溝部 8 5 a を形成することにより、エネルギー硬化性樹脂 1 9 1 を多めに充填したとしても、溝部 8 5 a に収納でき、上型 2 0 1 と下型 1 8 1 との空間からエネルギー硬化性樹脂 1 9 1 が溢れることを防止することができる。また、エネルギー硬化性樹脂 1 9 1 が硬化収縮する際には、溝部 8 5 a に収納されたエネルギー硬化性樹脂 1 9 1 が貫通孔 8 3 中央部に引き戻され、供給されるので、上型 2 0 1 と下型 1 8 1 の間にボイドが発生しない。すなわち、溝部 8 5 a を設けることにより、滴下量のばらつきを許容することができる。

[0480] また、溝部 8 5 a 内で硬化したエネルギー硬化性樹脂 1 9 1 は、レンズ樹脂部 8 2 a の上下方向（光軸方向）の移動を固定するロック機構としても機能し、レンズ付き基板 4 1 a' において、担体基板 8 1 a の貫通孔 8 3 a の側壁との保持強度が向上する。特に、積層構造の担体基板 8 1 を用いた、レンズ樹脂部 8 2 の体積が大きいレンズ付き基板 4 1 ほど、貫通孔 8 3 の側壁

との強度確保の必要性が高い。

[0481] なお、図59の例では、溝部85（85aおよび85e）が、積層構造の担体基板81を構成する2枚の担体構成基板80のうち、下側（撮像部12に近い側）の担体構成基板80の上面に形成されているが、上側（撮像部12に遠い側）の担体構成基板80の下面に形成してもよい。

[0482] 図60を参照して、図59のレンズ付き基板41a'の第1の製造方法について説明する。

[0483] 図60のAに示されるように、2枚の担体構成基板80a1および担体構成基板80a2が用意される。各担体構成基板80aは、必要に応じて所望の厚さに薄肉化される。また、貼り合わせて担体基板81aとしたときに下側となる担体構成基板80a2には、光軸（不図示）に対して対称な領域に、基板厚を所定の厚さだけ薄くした凹部261が形成されている。凹部261は、上述したウェットエッチングやドライエッチングにより形成することができる。

[0484] 次に、図60のBに示されるように、担体構成基板80a1と、凹部261が形成された担体構成基板80a2が、直接接合により貼り合わされる。貼り合わされた基板が、担体基板81aとなる。

[0485] 次に、図60のCに示されるように、担体基板81aに、貫通孔83aが形成される。ここで、破線で示される担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせ面における貫通孔83aの径は、凹部261の平面領域よりも小さく、貫通孔83aが形成された後、凹部261の残された部分が、溝部85aとなる。

[0486] 最後に、図60のDに示されるように、担体基板81aの貫通孔83aにレンズ樹脂部82aが形成される。レンズ樹脂部82aの形成方法は、図16を参照して説明した方法と同様である。充填（滴下）されたエネルギー硬化性樹脂191（図16）は、溝部85aにも入り込んだ状態となって硬化する。

[0487] なお、エネルギー硬化性樹脂191は、必ずしも溝部85aの内部全体に

入り込む必要はなく、図60のDにおいて灰色を付した領域のように、貫通孔83aの側壁から最も遠い部分には、空間（エアギャップ）が形成されてもよい。溝部85aの内部の一部に空間が形成されるか否かは、滴下されるエネルギー硬化性樹脂191の滴下量や硬化時の収縮などに依存する。

[0488] 以上のようにして、溝部85aを備えるレンズ付き基板41a'を形成することができる。なお、溝部85aを、2枚の担体構成基板80のうちの、上側の担体構成基板80a1に形成する場合には、図60のAに示した工程において、上側の担体構成基板80a1の下面に凹部261を形成すればよい。

[0489] 次に、図61を参照して、図59のレンズ付き基板41a'の第2の製造方法について説明する。

[0490] 図61のAに示されるように、2枚の担体構成基板80a1および担体構成基板80a2が用意される。担体構成基板80a1には、貫通孔83a1が形成されており、担体構成基板80a2には、貫通孔83a2が形成されている。また、貼り合わせて担体基板81aとしたときに下側となる担体構成基板80a2には、溝部85aとなる凹部261も既に形成されている。各担体構成基板80aは、必要に応じて所望の厚さに薄肉化される。このような貫通孔83a2および凹部261を有する担体構成基板80a2の形成方法については図62を参照して後述する。

[0491] 次に、図61のBに示されるように、貫通孔83a1が形成された担体構成基板80a1と、貫通孔83a2および凹部261が形成された担体構成基板80a2が、直接接合により貼り合わされる。貼り合わされた基板が担体基板81aとなり、貼り合わされた状態の貫通孔83a1と83a2が、一つの貫通孔83aを形成する。また、貼り合わせによって、凹部261の上方が担体構成基板80a1で覆われる状態となり、溝部85aが形成される。

[0492] 最後に、図61のCに示されるように、担体基板81aの貫通孔83aにレンズ樹脂部82aが形成される。レンズ樹脂部82aの形成方法は、図16

を参照して説明した方法と同様である。充填されたエネルギー硬化性樹脂 191（図16）は、溝部85aにも入り込んだ状態となって硬化する。なお、エネルギー硬化性樹脂191は、必ずしも溝部85aの内部全体に入り込む必要はない点は、上述した第1の製造方法と同様である。

[0493] 以上のようにして、溝部85aを備えるレンズ付き基板41a'を形成することができる。なお、溝部85aを、2枚の担体構成基板80のうちの、上側の担体構成基板80a1に形成する場合には、図61のAに示した工程において、上側の担体構成基板80a1の下面に凹部261を形成すればよい。

[0494] 図62を参照して、図61のAに示した貫通孔83a1および凹部261が形成された担体構成基板80a2の形成方法について説明する。

[0495] 初めに、図62のAに示されるように、担体構成基板80a2の一方の面（下面）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264が形成される。エッチングストップ膜264は、例えば、シリコン窒化膜とすることができる。

[0496] 次に、担体構成基板80a2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第1ハードマスク262および第2ハードマスク263が、貫通孔83a2の平面形状に合わせて形成される。第1ハードマスク262および第2ハードマスク263も、例えばシリコン窒化膜とすることができる。第1ハードマスク262と第2ハードマスク263は、エッチングレートが異なる。

[0497] 次に、図62のBに示されるように、ウェットエッチングにより、第2ハードマスク263の開口部に応じて、担体構成基板80a2が所定の深さ分だけエッチングされる。

[0498] 次に、図62のCに示されるように、第2ハードマスク263が除去された後、図62のDに示されるように、第1ハードマスク262の開口部に応じて、2回目のウェットエッチングにより、エッチングストップ膜264に到達するまで担体構成基板80a2がエッチングされる。

- [0499] 最後に、図62のEに示されるように、担体構成基板80a2の上面の第1ハードマスク262と、下面のエッチングストップ膜264が除去される。
- [0500] 以上のように、第1ハードマスク262および第2ハードマスク263を形成して、担体構成基板80a2のエッチングを2回に分けて行うことで、図61のAに示した担体構成基板80a2が得られる。
- [0501] なお、図50を参照して説明した段付き形状の貫通孔83の形成方法を用いて、図61のAに示した担体構成基板80a2を形成することもできる。
- [0502] 次に、図63を参照して、図59のレンズ付き基板41a'の第3の製造方法について説明する。
- [0503] 図63のAに示されるように、2枚の担体構成基板80a1および担体構成基板80a2が用意される。担体構成基板80a2には、図60の凹部261と同様の領域に、ボロン等のP型イオンをイオン注入してアニールした拡散領域265が形成されている。
- [0504] 次に、図63のBに示されるように、担体構成基板80a1と、拡散領域265が形成された担体構成基板80a2が、直接接合により貼り合わされる。貼り合わされた基板が、担体基板81aとなる。
- [0505] 次に、図63のCに示されるように、ウェットエッチングにより、担体基板81aに貫通孔83aが形成される。このとき、P型イオンをイオン注入してアニールした拡散領域265のエッチングレートが高いので、貫通孔83aと同時に、溝部85aも形成される。
- [0506] 最後に、図63のDに示されるように、担体基板81aの貫通孔83aにレンズ樹脂部82aが形成される。レンズ樹脂部82aの形成方法は、図16を参照して説明した方法と同様である。なお、エネルギー硬化性樹脂191は、必ずしも溝部85aの内部全体に入り込む必要はない点は、上述した第1の製造方法と同様である。
- [0507] 以上のようにして、溝部85aを備えるレンズ付き基板41a'を形成することができる。なお、溝部85aを、2枚の担体構成基板80のうちの、上側の担体構成基板80a1に形成する場合には、図63のAに示した工程に

において、上側の担体構成基板 80a1 の下面に拡散領域 265 を形成すればよい。

[0508] なお、上述した第1乃至第3の製造方法以外の方法で、レンズ付き基板 41a' を形成してもよい。例えば、2枚の担体構成基板 80a1 および担体構成基板 80a2 を貼り合わせた後に、貫通孔 83a を形成し、その後、溝部 85a を形成してもよい。貼り合わせ後の溝部 85a の形成には、貫通孔 83a の側壁の一部をマスクしてドライエッチングを行うドライプロセスや、レーザ加工、切削加工などを採用することができる。

[0509] ドライプロセスや、レーザ加工、切削加工などによって溝部 85a を形成する方法は、単層構造の担体基板 81 に溝部 85a を形成する場合にも適用できる。

[0510] (溝部 85a の変形例)

図 64 及び図 65 を参照して、溝部 85a の変形例について説明する。

[0511] 溝部 85a は、図 64 の A に示されるように、基板状態において、隣接する担体基板 81a と貫通するように横方向（水平方向）に貫通する構造でもよい。

[0512] 溝部 85a は、図 64 の B に示されるように、縦方向（基板深さ方向）に形成された構造でもよい。

[0513] 溝部 85a は、図 64 の C に示されるように、縦方向（基板深さ方向）に担体構成基板 80a2 を貫通する構造でもよい。

[0514] また、溝部 85a は、水平方向または垂直方向に限らず、所定の角度を持った斜め方向でもよく、貫通しても、しなくてもよい。

[0515] さらに、溝部 85a は、図 65 の A 乃至 C に示されるように、横方向（基板深さ方向）と縦方向（基板深さ方向）の 2 方向を含む構造でもよい。横方向と縦方向を組み合わせることにより、レンズ樹脂部 82a の担体基板 81a への固定強度が向上する。

[0516] 図 65 の A は、横方向と下方向を組み合わせた溝部 85a の例を示している。

- [0517] 図65のBは、横方向、上方向、および下方向を組み合わせた溝部85aの例を示している。
- [0518] 図65のCは、横方向、上方向、および下方向を組み合わせて、かつ、上方向に担体構成基板80a1を貫通している溝部85aの例を示している。担体構成基板80a1を貫通することで、エネルギー硬化性樹脂191を充填する際の空気の逃げ道が確保される。図示は省略するが、反対に、横方向、上方向、および下方向を組み合わせて、かつ、下方向に担体構成基板80a2を貫通している溝部85aとしてもよい。
- [0519] 図65のDは、溝部85aを担体構成基板80a2の上側表面と下側表面の両面に形成した例を示している。上側表面と下側表面の2箇所に溝部85aを設けることで、担体構成基板80a1とレンズ樹脂部82aの接触面積が広がるので、固定強度が向上する。
- [0520] 次に、図66及び図67を参照して、溝部85aの平面方向の形状について説明する。
- [0521] 図66のA乃至E、および、図67のA乃至Cは、担体構成基板80a1と80a2の貼り合わせ面の平面図であり、斜線を付した領域が溝部85aの平面領域を示している。
- [0522] 図66のAは、溝部85aを四角形の貫通孔83aの全周（周囲）に形成した例を示している。
- [0523] 図66のBは、溝部85aを四角形の貫通孔83aの四隅に形成した例を示している。
- [0524] 図66のCは、溝部85aを正方形の貫通孔83aの各辺の中央部に形成した例を示している。
- [0525] 図66のDおよびEは、溝部85aを長方形の貫通孔83aの各辺の中央部に形成し、かつ、長辺の溝体積が短辺の溝体積よりも大きくなるように形成した例を示している。
- [0526] 図66のDは、同じ形状の溝部85aを四角形の貫通孔83aの短辺と長辺で配置する個数を変えることにより、長辺の溝体積が短辺の溝体積よりも大

きくなるように形成した例を示している。

[0527] 図66のEは、四角形の貫通孔83aの短辺と長辺で溝部85aの形状（体積）を変えることにより、長辺の溝体積が短辺の溝体積よりも大きくなるように形成した例を示している。

[0528] 一般に、エネルギー硬化性樹脂191は貫通孔83aの中心から滴下される。貫通孔83aの形状が四角形である場合、各辺までの距離が短い各辺の中央部に、エネルギー硬化性樹脂191が先に到達するので、図66のC乃至Eのように、各辺の中央部に溝部85aを形成することで、樹脂の溢れをより防止することができる。

[0529] 図67は、貫通孔83aの形状違いに対応した溝部85aの例を示している。

[0530] 貫通孔83aの平面形状が、図67のAのような正方形、図67のBのような長方形、図67のCのような円形のいずれの場合であっても、溝部85aの形成が可能である。なお、溝部85aの形状および配置は、図67の例に限られず、貫通孔83aの形状に関わらず、任意の形状および配置が可能である。

[0531] 以上のように、レンズ付き基板41の貫通孔83の側壁に、レンズ樹脂部82の材料であるエネルギー硬化性樹脂191が入り込む溝部85を形成することにより、エネルギー硬化性樹脂191の滴下量の制御が容易となり、レンズ付き基板41の形成が容易となる。また、エネルギー硬化性樹脂191が硬化した後、レンズ樹脂部82の担体基板81との保持強度が増し、信頼性が向上する。

[0532] なお、上述したように、溝部85は、担体基板81が積層構造の担体基板81で有る場合に形成が容易であるが、単層構造の担体基板81であっても、ドライプロセスや、レーザ加工、切削加工などを用いて形成することができる。したがって、溝部85は、積層担体基板81を用いたレンズ付き基板41に限らず、単層担体基板81を用いたレンズ付き基板41にも適用できる。

[0533] < 2 9. 積層レンズ構造体 1 1 の変形例 >

次に、図 6 8 乃至図 7 3 を参照して、積層レンズ構造体 1 1 の変形例について説明する。

[0534] 図 6 8 は、積層レンズ構造体 1 1 の第 1 変形例を示す断面図である。

[0535] 図 6 8 乃至図 7 3 の各変形例では、図 2 に示した第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 と比較して異なる部分に注目して説明し、同じ部分についての説明は省略する。

[0536] 図 2 に示した第 1 構成例に係る積層レンズ構造体 1 1 では、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の断面形状が、下側（撮像部 1 2 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た。

[0537] これに対して、図 6 8 の積層レンズ構造体 1 1 の第 1 変形例では、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の断面形状が、下側に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広がり形状となっている。また、貫通孔 8 3 の断面形状に応じて、レンズ樹脂部 8 2 の貫通孔 8 3 との接続部分の形状が異なる。

[0538] カメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 1 1 は、図 3 に示したように、入射した光が、絞り板 5 1 の開口部 5 2 から下側に向かって末広がりになって広がって進行する構造であるため、貫通孔 8 3 の開口幅が下側に向かって大きくなる末広がり形状は、貫通孔 8 3 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 8 1 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。

[0539] また、担持部 9 2 を含めたレンズ樹脂部 8 2 の基板平面方向の断面積は、貫通孔 8 3 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 8 2 の下面においては、レンズ樹脂部 8 2 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 8 2 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。

[0540] これに対して、貫通孔 8 3 の開口幅が下側に向かって大きくなる末広がり形

状の場合、レンズ樹脂部 8 2 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 8 2 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。

[0541] これにより、貫通孔 8 3 の開口幅が下側に向かって大きくなる構造は、担持部 9 2 を含めたレンズ樹脂部 8 2 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。

[0542] 図 6 9 は、積層レンズ構造体 1 1 の第 2 変形例を示す断面図である。

[0543] 図 6 9 の積層レンズ構造体 1 1 の第 2 変形例においても、図 2 の第 1 構成例と比較して、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の断面形状と、レンズ樹脂部 8 2 の貫通孔 8 3 との接続部分の形状が異なる。

[0544] 図 6 9 の積層レンズ構造体 1 1 は、貫通孔 8 3 の断面形状が、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 4 1 と、貫通孔 8 3 の断面形状が、下側に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広りの形状となったレンズ付き基板 4 1 と、の双方を備える。

[0545] 貫通孔 8 3 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 4 1 は、貫通孔 8 3 の側壁に当たった射入射光が、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。

[0546] そこで、図 6 9 の積層レンズ構造体 1 1 においては、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 のうち、特に上側（入射側）の複数枚において、貫通孔 8 3 の断面形状が、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 4 1 が用いられている。

[0547] 貫通孔 8 3 の断面形状が、下側に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広りの形状となったレンズ付き基板 4 1 は、レンズ付き基板 4 1 に備わ

る担体基板 8 1 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 4 1 に備わる担持部 9 2 を含めたレンズ樹脂部 8 2 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。

[0548] 図 6 9 の積層レンズ構造体 1 1 においては、光は絞りから下側に向かって、末広がりになって進行するため、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 のうち、下側に配置した何枚かのレンズ付き基板 4 1 に備わるレンズ樹脂部 8 2 の大きさが大きい。このような大きいレンズ樹脂部 8 2 において、末広がり形状の貫通孔 8 3 を用いると、レンズ樹脂部 8 2 の大きさを抑制する作用が大きく現れる。

[0549] そのため、図 6 9 の積層レンズ構造体 1 1 においては、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 のうち、特に下側の複数枚において、貫通孔 8 3 の断面形状が、下側に向かって開口幅が大きくなる、いわゆる末広がり形状となったレンズ付き基板 4 1 を用いている。

[0550] 図 7 0 は、積層レンズ構造体 1 1 の第 3 変形例を示す断面図である。

[0551] 図 7 0 の積層レンズ構造体 1 1 の第 3 変形例においても、図 2 の第 1 構成例と比較して、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の断面形状と、レンズ樹脂部 8 2 の貫通孔 8 3 との接続部分の形状が異なる。

[0552] 図 7 0 の積層レンズ構造体 1 1 では、各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の断面形状が、光出射側から光入射側まで垂直な垂直形状となっている。

[0553] 図 7 1 は、積層レンズ構造体 1 1 の第 4 変形例を示す断面図である。

[0554] 図 7 1 の積層レンズ構造体 1 1 の第 4 変形例においても、図 2 の第 1 構成例と比較して、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の断面形状と、レンズ樹脂部 8 2 の貫通孔 8 3 との接続部分の形状が異なる。

[0555] 図 7 1 の積層レンズ構造体 1 1 では、各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の側壁が、貫通孔 8 3 の中央部から光出射側と光入射側との両方に向かって

広がるような両テーパ形状に形成されている。このように貫通孔 8 3 の側壁の形状を両テーパ形状にすることにより、遮光膜 1 2 1（図 1 0）をより容易に成膜することができるようになる。また、この場合、貫通孔 8 3 の側壁のレンズ樹脂部 8 2 との接触部分が突起形状となるので、レンズ樹脂部 8 2 の保持安定性を向上させることができる。また、この場合、担体基板 8 1 の両面からエッチングを行って貫通孔 8 3 を形成するので、他の形状の場合よりも、貫通孔 8 3 の側壁のエッチングの処理時間を短くすることができる。

[0556] なお、図 7 1 の積層担体基板 8 1 を用いたレンズ付き積層基板 4 1 a および 4 1 e において、破線で示される担体構成基板 8 0 の貼り合わせ面が、貫通孔 8 3 の側壁の形状の切り替わり部分と一致しているが、必ずしも一致させる必要はない。

[0557] 図 7 2 は、積層レンズ構造体 1 1 の第 5 変形例を示す断面図である。

[0558] 図 7 2 の積層レンズ構造体 1 1 の第 5 変形例においても、図 2 の第 1 構成例と比較して、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の断面形状と、レンズ樹脂部 8 2 の貫通孔 8 3 との接続部分の形状が異なる。

[0559] 図 7 2 の積層レンズ構造体 1 1 では、各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の側壁が、貫通孔 8 3 の途中で段差が形成されるような段差形状に形成されている。また、各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の断面形状が、光出射側から光入射側まで垂直な垂直形状となっている。

[0560] なお、図 7 2 の積層担体基板 8 1 を用いたレンズ付き積層基板 4 1 a および 4 1 e において、破線で示される担体構成基板 8 0 の貼り合わせ面が、貫通孔 8 3 の側壁の段差部分と一致しているが、必ずしも一致させる必要はない。

[0561] 図 7 3 は、積層レンズ構造体 1 1 の第 6 変形例を示す断面図である。

[0562] 図 7 3 の積層レンズ構造体 1 1 の第 6 変形例においても、図 2 の第 1 構成例と比較して、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の貫

通孔 8 3 の断面形状と、レンズ樹脂部 8 2 の貫通孔 8 3 との接続部分の形状が異なる。

[0563] 図 7 3 の積層レンズ構造体 1 1 では、各レンズ付き基板 4 1 の貫通孔 8 3 の側壁が、貫通孔 8 3 の途中で段差が形成されるような段差形状に形成されている。また、貫通孔 8 3 の段差形状の側壁の開口幅が大きい上側の断面形状が垂直形状となっている。

[0564] 図 7 3 の積層担体基板 8 1 を用いたレンズ付き積層基板 4 1 a および 4 1 e において、破線で示される担体構成基板 8 0 の貼り合わせ面が、貫通孔 8 3 の側壁の段差部分と一致せず、開口幅が小さい下すばみの形状の側壁の所定の位置となっている。

[0565] また、レンズ付き積層基板 4 1 a では、レンズ樹脂部 8 2 a の上面の平面が、貫通孔 8 3 a の側壁の段差部分と一致しているのに対して、レンズ付き積層基板 4 1 b では、レンズ樹脂部 8 2 b の平面が、担体基板 8 1 b の上面と一致している。これにより、レンズ付き積層基板 4 1 b では、レンズ樹脂部 8 2 b が、貫通孔 8 3 a の段差部分上にも形成されている。

[0566] また、レンズ付き積層基板 4 1 c では、貫通孔 8 3 c の側壁が段差形状に形成された上、段差形状の上段部分に、垂直方向に掘り込まれた溝 2 7 0 が形成されている。この溝 2 7 0 は、図 5 9 等で説明した溝部 8 5 と同様の作用効果を奏する。すなわち、エネルギー硬化性樹脂 1 9 1 を滴下した際の、余分なエネルギー硬化性樹脂 1 9 1 の退避場所となり得るスペースとなるとともに、担体基板 8 1 c の貫通孔 8 3 c の側壁に対するレンズ樹脂部 8 2 c の保持強度を向上させる。

[0567] 貫通孔 8 3 の側壁の形状は、図 6 8 乃至図 7 3 を参照して説明した形状の他、任意の形状を採用し得る。

[0568] 以上、説明した積層レンズ構造体 1 1 の第 2 乃至第 1 3 構成例および各変形例は、図 1 のカメラモジュール 1 に組み込まれた積層レンズ構造体 1 1 の第 1 構成例と任意に置き換えることができる。

[0569] < 3 0. 絞り板 5 1 の変形例 >

次に、図 7 4 乃至図 7 6 を参照して、絞り板 5 1 の変形例について説明する。

[0570] 積層レンズ構造体 1 1 の上部には、積層レンズ構造体 1 1 のレンズ樹脂部 8 2 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、絞り板 5 1 と同じ光学絞りの機能を持たせるようにすることができる。

[0571] 図 7 4 は、カバーガラスが光学絞りの機能を備える第 1 構成例を示す図である。

[0572] 図 7 4 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 構成例では、積層レンズ構造体 1 1 の上部にカバーガラス 2 7 1 がさらに積層されている。そして、積層レンズ構造体 1 1 とカバーガラス 2 7 1 の外側に、レンズバレル 1 0 1 が配置されている。

[0573] カバーガラス 2 7 1 のレンズ付き基板 4 1 a 側の面（図中、カバーガラス 2 7 1 の下面）に、遮光膜 2 7 2 が形成されている。ここで、各レンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e のレンズ中心（光学中心）から所定の範囲は、遮光膜 2 7 2 が形成されていない開口部 2 7 3 となっており、開口部 2 7 3 は、光学絞りとして機能する。これにより、例えば、図 1 のカメラモジュール 1 a で構成されていた絞り板 5 1 が省略されている。

[0574] 図 7 4 に示したカバーガラスを用いた光学絞り機能の第 1 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 2 7 2 は $1\ \mu\text{m}$ 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。

[0575] 遮光膜 2 7 2 の表面は粗くしてもよい。この場合、遮光膜 2 7 2 を形成したカバーガラス 2 7 1 表面の表面反射を減らすとともに、遮光膜 2 7 2 の表面積を増大させることができるので、カバーガラス 2 7 1 とレンズ付き基板 4 1 との接合強度を向上させることができる。

[0576] 遮光膜 2 7 2 の表面を粗面にする方法としては、例えば、遮光膜 2 7 2 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 271 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。

[0577] また、遮光膜 272 とカバーガラス 271 との間に、反射防止膜を形成してもよい。

[0578] カバーガラス 271 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。

[0579] 図 7 5 は、カバーガラスが光学絞りの機能を備える第 2 構成例を示す図である。

[0580] 図 7 5 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 構成例では、カバーガラス 271 が、レンズバレル 101 の開口部の位置に配置されている。その他の構成は、図 7 4 に示した第 1 構成例と同じである。

[0581] 図 7 6 は、カバーガラスが光学絞りの機能を備える第 3 構成例を示す図である。

[0582] 図 7 6 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 構成例では、遮光膜 272 が、カバーガラス 271 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 7 4 に示した第 1 構成例と同じである。

[0583] なお、図 7 5 に示した、レンズバレル 101 の開口部にカバーガラス 271 を配置した構成においても、遮光膜 272 を、カバーガラス 271 の上面に形成してもよい。

[0584] <31. カメラモジュール 1 の第 2 実施の形態>

カメラモジュール 1 は、積層レンズ構造体 11 によって集光された入射光の焦点距離を調節する機構を備えるが、焦点調節機構は、図 1 で示した構成以外も採用し得る。

[0585] そこで、以下では、その他の焦点調節機構を採用したカメラモジュール 1

のその他の実施の形態について説明する。

[0586] 初めに、カメラモジュールの第2実施の形態について説明する。

[0587] また、以下で説明するカメラモジュール1の第2実施の形態以降の各実施の形態についても、基本的には、積層レンズ構造体11としては、図2に示した第1構成例を組み込んだ構成例を用いて説明するが、上述した第2乃至第13構成例および各変形例に係る積層レンズ構造体11を組み込むことも可能である。

[0588] 言い換えれば、本開示のカメラモジュール1において、積層レンズ構造体11の各構成例と、それを組み込むカメラモジュールに実装される焦点調節機構、光学絞りの機能、単眼構造または複眼構造など、任意の組み合わせで構成した構造が可能である。

[0589] 図77は、本技術を適用したカメラモジュールの第2実施の形態を示す図である。

[0590] 図77のAは、カメラモジュール1の第2実施の形態としてのカメラモジュール1bの平面図であり、図77のBは、カメラモジュール1bの断面図である。

[0591] 図77のAは、図77のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図77のBは、図77のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

[0592] 図77では、図1に示したカメラモジュール1aと対応する部分については同一の符号を付してあり、その部分の説明は適宜省略し、異なる部分を重点的に説明する。図78以降で説明するその他の実施の形態においても、既に説明した部分については同様に適宜省略する。

[0593] 図77に示されるカメラモジュール1bは、図1に示したカメラモジュール1aと同様に、AF駆動部108を構成するAF用コイル102とAF用マグネット105を備え、積層レンズ構造体11と撮像部12との間の距離を調整する焦点調節機構を備えたカメラモジュールである。

[0594] 図77のカメラモジュール1bが図1のカメラモジュール1aと異なる点は、AF駆動部108を構成するAF用コイル102とAF用マグネット10

5の取り付け位置が、カメラモジュール1aと反対となっている点である。

[0595] 即ち、図1に示したカメラモジュール1aでは、レンズバレル101の外周側にAF用コイル102が接着固定され、第1固定支持部104の内周側にAF用マグネット105が接着固定されているのに対して、図77のカメラモジュール1bでは、レンズバレル101の外周側にAF用マグネット105が接着固定され、第1固定支持部104の内周側にAF用コイル102が接着固定されている。

[0596] 第1固定支持部104は、撮像部12から最も遠い上面において内周側に張り出した張り出し部を備え、略L字形状の断面形状を有している。AF用コイル102が第1固定支持部104に接着固定される際、AF用コイル102は、内周側の張り出し部に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。

[0597] また、カメラモジュール1bがカメラモジュール1aと異なる他の点は、AF用マグネット105の取り付け個数が異なる点である。

[0598] 即ち、図1に示したカメラモジュール1aでは、AF用マグネット105は、四角形の筒状の4つの各内周面それぞれに取り付けられ、カメラモジュール1a全体では4個のAF用マグネット105を備えるのに対して、図77のカメラモジュール1bでは、AF用マグネット105がレンズバレル101の4つの各外周面のうち、対向する2つの外周面に取り付けられており、カメラモジュール1b全体では2個のAF用マグネット105を備える。

[0599] なお、AF用マグネット105の取り付け個数に関しては、2個または4個のどちらでもよい。即ち、図1のカメラモジュール1aが対向する位置に2個のAF用マグネット105を備えるようにしてもよいし、図77のカメラモジュール1bが4個のAF用マグネット105を備えるようにしてもよい。

[0600] 以上のように構成されるカメラモジュール1bは、図1のカメラモジュール1aと同様の作用または効果をもたらす。

[0601] すなわち、カメラモジュール1bは、撮像部12が画像の撮影を行う際、AF駆動部108によって積層レンズ構造体11と撮像部12との間の距離を

変更することができ、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。

[0602] また、光軸方向に複数枚のレンズを積層する積層レンズの構成として、積層レンズ構造体 11 を採用しない場合には、カメラモジュールが備えるレンズの枚数分だけ、レンズ付き基板を 1 枚ずつレンズバレル内へ装填する工程が必要となる。

[0603] これに対して、光軸方向に複数枚のレンズを積層する積層レンズの構成として、積層レンズ構造体 11 を採用した場合には、複数枚のレンズ付き基板 41 が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体 11 を、レンズバレル 101 内に 1 回装填するだけで、積層レンズとレンズバレルの組立てが終了する。

[0604] 従って、カメラモジュール 1b は、レンズ付き基板 41 を 1 枚ずつ装填する場合と比較して、モジュールの組み立てが容易であるとの作用効果と、装填処理のバラツキに起因した各レンズ樹脂部 82 の中心位置のバラツキを発生させないという作用効果をもたらす。

[0605] また、積層レンズ構造体 11 のレンズバレル 101 への組み付けは、光軸方向に対して垂直な内周側の方向へ張り出した張り出し部に突き当てるように位置合わせするだけである。AF 用コイル 102 の第 1 固定支持部 104 への組み付けは、光軸方向に対して垂直な内周側の方向へ張り出した張り出し部に突き当てるように位置合わせするだけである。これにより、積層レンズ構造体 11 及び AF 駆動部 108 の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易である。

[0606] なお、図 77 では、第 1 固定支持部 104 の上面に張り出し部を設け、AF 用コイル 102 を、図中の上方向に突き当てるようにしたが、第 1 固定支持部 104 の下面に張り出し部を設け、AF 用コイル 102 を、図中の下方向に突き当てる構成としてもよい。

[0607] 上述した第 2 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 11 には、上述した第 1 乃至第 13 構成例および変形例に係る積層レンズ構造

体 1 1 のいずれをも組み込むことができる。

[0608] < 3 2. カメラモジュール 1 の第 3 実施の形態 >

図 7 8 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 3 実施の形態を示す図である。

[0609] 図 7 8 の A は、カメラモジュール 1 の第 3 実施の形態としてのカメラモジュール 1 c の平面図であり、図 7 8 の B は、カメラモジュール 1 c の断面図である。

[0610] 図 7 8 の A は、図 7 8 の B の断面図における B - B' 線の平面図であり、図 7 8 の B は、図 7 8 の A の平面図における A - A' 線の断面図である。

[0611] 図 7 8 のカメラモジュール 1 c が図 1 のカメラモジュール 1 a と異なる点は、積層レンズ構造体 1 1 を収納するレンズバレル 1 0 1 が省略されている点である。

[0612] 即ち、図 7 8 のカメラモジュール 1 c では、レンズバレル 1 0 1 が省略され、AF 用コイル 1 0 2 とサスペンション 1 0 3 a 及び 1 0 3 b が、積層レンズ構造体 1 1 を構成する一部のレンズ付き基板 4 1 と絞り板 5 1 に直接接着されて、固定されている。AF 用コイル 1 0 2 は、積層レンズ構造体 1 1 を構成する一部のレンズ付き基板 4 1 の外周にらせん状に巻き付けられている。

[0613] レンズバレル 1 0 1 が省略されたことにより、カメラモジュール 1 c の大きさを、レンズバレル 1 0 1 を使用するカメラモジュール 1 a やカメラモジュール 1 b と比較して小さくすることができるという作用または効果をもたらす。また、レンズバレル 1 0 1 が省略されたことにより、カメラモジュール 1 c の製造コストも、カメラモジュール 1 a やカメラモジュール 1 b と比較して抑えることができるという作用または効果をもたらす。

[0614] カメラモジュール 1 c は、図 1 のカメラモジュール 1 a と同様に、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。また、複数枚のレンズ付き基板 4 1 が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体 1 1 を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレン

ズ付き基板 4 1 の各レンズ樹脂部 8 2 の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

[0615] 図 7 9 を参照して、第 3 実施の形態に係るカメラモジュール 1 c を例に、サスペンション 1 0 3 a 及び 1 0 3 b の平面形状について説明する。

[0616] 図 7 9 の A は、図 7 8 のカメラモジュール 1 c を、サスペンション 1 0 3 a から撮像部 1 2 の方向（下方向）に見た平面図であり、図 7 9 の B は、サスペンション 1 0 3 b のみの平面図である。

[0617] 図 7 9 の C は、A F 用コイル 1 0 2 を流れる電流の経路を説明するためのカメラモジュール 1 c の断面図である。

[0618] サスペンション 1 0 3 a は、図 7 9 の A に示されるように、第 1 固定支持部 1 0 4 と接着固定される第 1 固定板 3 3 1 と、積層レンズ構造体 1 1 上部の絞り板 5 1 と接着固定される第 2 固定板 3 3 2 と、第 1 固定板 3 3 1 と第 2 固定板 3 3 2 とを 4 隅で接続する接続バネ 3 3 3 a 乃至 3 3 3 d とで構成される。

[0619] 第 1 固定板 3 3 1 には、第 1 固定支持部 1 0 4 と接着固定する際の位置決め用の位置決め穴 3 4 1 a 乃至 3 4 1 d が設けられている。

[0620] 第 2 固定板 3 3 2 には、積層レンズ構造体 1 1 上部の絞り板 5 1 と接着固定する際の位置決め用の位置決め穴 3 4 1 e 乃至 3 4 1 h が設けられている。

[0621] 一方、サスペンション 1 0 3 b は、図 7 9 の B に示されるように、光軸中心を通り、2 個の A F 用マグネット 1 0 5 を結ぶ線分で均等に 2 分割された 2 枚の分割固定板 3 5 1 A 及び 3 5 1 B で構成される。なお、2 枚の分割固定板 3 5 1 A 及び 3 5 1 B の分割方向は、2 個の A F 用マグネット 1 0 5 を結ぶ線分と直交する方向でもよい。

[0622] 分割固定板 3 5 1 A は、第 1 固定支持部 1 0 4 と接着固定される第 1 固定板 3 6 1 A と、積層レンズ構造体 1 1 の最下層のレンズ付き基板 4 1 e と接着固定される第 2 固定板 3 6 2 A と、第 1 固定板 3 6 1 A と第 2 固定板 3 6 2 A とを接続する接続バネ 3 6 3 a および 3 6 3 b とで構成される。

- [0623] 第1固定板361Aには、第1固定支持部104と接着固定する際の位置決め用の位置決め穴371aおよび371bが設けられている。
- [0624] 第2固定板362Aには、積層レンズ構造体11の最下層のレンズ付き基板41eと接着固定する際の位置決め用の位置決め穴371eおよび371fが設けられている。
- [0625] 一方、分割固定板351Bは、第1固定支持部104と接着固定される第1固定板361Bと、積層レンズ構造体11の最下層のレンズ付き基板41eと接着固定される第2固定板362Bと、第1固定板361Bと第2固定板362Bとを接続する接続バネ363cおよび363dとで構成される。
- [0626] 第1固定板361Bには、第1固定支持部104と接着固定する際の位置決め用の位置決め穴371cおよび371dが設けられている。
- [0627] 第2固定板362Bには、積層レンズ構造体11の最下層のレンズ付き基板41eと接着固定する際の位置決め用の位置決め穴371gおよび371hが設けられている。
- [0628] サスペンション103aおよび103bは、例えば、CuやAl等の金属板を成形して作製され、それ自体が、電流を流す電線としての機能を有する。
- [0629] AF用コイル102を流れる電流は、例えば、図79のCに示される第2固定支持部106の外周部381を流れて、図79のBに示される第1固定板361Aの接続点382に到達する。そして、電流は、第1固定板361Aの接続点382から、接続バネ363a、第2固定板362Aへと流れ、接続点383から、図79のCに示される積層レンズ構造体11の外周部384を通して、AF用コイル102へ到達する。
- [0630] その後、AF用コイル102を流れた電流は、図79のCに示される積層レンズ構造体11の外周部384を通して、第2固定板362Bの接続点385に到達する。そして、電流は、第2固定板362Bの接続点385から、接続バネ363d、第1固定板361Bへと流れ、接続点386から、図79のCに示される第2固定支持部106の外周部381を通して、モジュール

基板 1 1 1 へ到達する。

[0631] 上述した第 3 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 1 1 には、上述した第 1 乃至第 1 3 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 1 1 のいずれをも組み込むことができる。

[0632] < 3 3. カメラモジュール 1 の第 3 実施の形態の変形例 >

図 8 0 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 3 実施の形態の第 1 変形例を示す図である。

[0633] 図 8 0 の A は、第 3 実施の形態の第 1 変形例に係るカメラモジュール 1 d の平面図であり、図 8 0 の B は、第 3 実施の形態の第 1 変形例に係るカメラモジュール 1 d の断面図である。

[0634] 図 8 0 の A は、図 8 0 の B の断面図における B - B' 線の平面図であり、図 8 0 の B は、図 8 0 の A の平面図における A - A' 線の断面図である。

[0635] 図 8 0 の第 3 実施の形態の第 1 変形例に係るカメラモジュール 1 d が、図 7 8 に示した第 3 実施の形態のカメラモジュール 1 c と異なる点は、図 8 0 の A と図 7 8 の A の平面図どうしを比較して明らかなように、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の 4 隅の角部が直線的に除去され、レンズ付き基板 4 1 の平面形状が略八角形とされている点である。

[0636] 図 8 1 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 3 実施の形態の第 2 変形例を示す図である。

[0637] 図 8 1 の A は、第 3 実施の形態の第 2 変形例に係るカメラモジュール 1 d の平面図であり、図 8 1 の B は、第 3 実施の形態の第 2 変形例に係るカメラモジュール 1 d の断面図である。

[0638] 図 8 1 の A は、図 8 1 の B の断面図における B - B' 線の平面図であり、図 8 1 の B は、図 8 1 の A の平面図における A - A' 線の断面図である。

[0639] 図 8 1 の第 3 実施の形態の第 2 変形例に係るカメラモジュール 1 d が、図 7 8 に示した第 3 実施の形態のカメラモジュール 1 c と異なる点は、図 8 1 の A と図 7 8 の A の平面図どうしを比較して明らかなように、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の 4 隅の角部が曲線的に除去され、レン

ズ付き基板 4 1 の平面形状が角丸の四角形とされている点である。

[0640] 上述した第 3 実施の形態の変形例に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 1 1 には、上述した第 1 乃至第 1 3 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 1 1 のいずれをも組み込むことができる。

[0641] < 3 4. カメラモジュール 1 の第 4 実施の形態 >

図 8 2 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 4 実施の形態を示す図である。

[0642] 図 8 2 の A は、カメラモジュール 1 の第 4 実施の形態としてのカメラモジュール 1 e の平面図であり、図 8 2 の B 及び C は、カメラモジュール 1 e の断面図である。

[0643] 図 8 2 の A は、図 8 2 の B 及び C の断面図における C - C' 線の平面図であり、図 8 2 の B は、図 8 2 の A の平面図における B - B' 線の断面図であり、図 8 2 の C は、図 8 2 の A の平面図における A - A' 線の断面図である。

[0644] 図 8 2 のカメラモジュール 1 e が図 1 のカメラモジュール 1 a と異なる点は、積層レンズ構造体 1 1 を収納するレンズバレル 1 0 1 が省略されている点である。

[0645] また、図 8 2 のカメラモジュール 1 e が図 1 のカメラモジュール 1 a と異なる他の点は、図 8 0 で説明した第 3 実施の形態の第 1 変形例に係るカメラモジュール 1 d と同様に、積層レンズ構造体 1 1 を構成する各レンズ付き基板 4 1 の 4 隅の角部が直線的に除去され、レンズ付き基板 4 1 の平面形状が略八角形とされている点である。

[0646] ここで、各レンズ付き基板 4 1 の平面形状が略八角形とされているのに対して、図 8 2 の A において破線で示されるように、絞り板 5 1 の平面形状は、4 隅の角部が除去されない四角形とされており、絞り板 5 1 は、4 隅の角部においてレンズ付き基板 4 1 よりも外周側に張り出した形状となっている。

[0647] A F 用コイル 1 0 2 を積層レンズ構造体 1 1 に接着固定する際、A F 用コイル 1 0 2 は、4 隅の角部において張り出した絞り板 5 1 に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。

[0648] 以上のように構成されるカメラモジュール1eは、図1のカメラモジュール1aと同様に、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。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ樹脂部82の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

[0649] AF用コイル102が巻き付けられる積層レンズ構造体11のレンズ付き基板41の4隅の角部が直角より緩い角度になるので、コイル装着時にコイルに傷が付いて不良の原因となるのを防ぐことができる、という作用または効果をもたらす。

[0650] さらに、基板状態のレンズ付き基板41wを個片化する前に、角部を除去することにより、ダイシングによる個片化時または個片化後のレンズ付き基板41（担体基板81）のチッピングを防止することができる、という作用または効果をもたらす。

[0651] また、AF用コイル102の組み付けは、4隅の角部においてレンズ付き基板41よりも外周側に張り出した形状の絞り板51に突き当てるように位置合わせするだけであるので、AF用コイル102の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易となる、という作用効果をもたらす。

[0652] なお、図82に示したカメラモジュール1eの絞り板51に代えて、図74で採用したカバーガラス271と遮光膜272を採用してもよい。また、光学絞りの機能が不要である場合には、AF用コイル102の突き当て対象物としてカバーガラス271のみを設けてもよい。

[0653] 上述した第4実施の形態に係るカメラモジュール1の積層レンズ構造体11には、上述した第1乃至第13構成例および変形例に係る積層レンズ構造体11のいずれをも組み込むことができる。

[0654] <35. カメラモジュール1の第5実施の形態>

図83は、本技術を適用したカメラモジュールの第5実施の形態を示す図である。

- [0655] 図83のAは、カメラモジュール1の第5実施の形態としてのカメラモジュール1fの平面図であり、図83のB及びCは、カメラモジュール1fの断面図である。
- [0656] 図83のAは、図83のB及びCの断面図におけるC-C'線の平面図であり、図83のBは、図83のAの平面図におけるB-B'線の断面図であり、図83のCは、図83のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。
- [0657] 図83のカメラモジュール1fを、図82に示した第4実施の形態に係るカメラモジュール1eと比較すると、最上層のレンズ付き基板41a以外のレンズ付き基板41b乃至41eが、レンズ付き基板41b₁乃至41e₁に置き換えられている。
- [0658] 即ち、図83の第5実施の形態に係るカメラモジュール1fの積層レンズ構造体11は、最上層のレンズ付き基板41aとレンズ付き基板41b₁乃至41e₁とで構成されている。図83のAにおいて破線で示されるように、最上層のレンズ付き基板41aの平面形状は、4隅の角部が除去されない四角形とされているのに対して、レンズ付き基板41b₁乃至41e₁の平面形状は、4隅の角部が除去された八角形とされている。その結果、4隅の角部において最上層のレンズ付き基板41aがレンズ付き基板41b₁乃至41e₁よりも外周側に張り出した形状となっている。
- [0659] AF用コイル102を積層レンズ構造体11に接着固定する際、AF用コイル102は、4隅の角部において張り出した最上層のレンズ付き基板41aに突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。
- [0660] 以上のように構成されるカメラモジュール1fは、図1のカメラモジュール1aと同様に、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。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ樹脂部82の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。
- [0661] AF用コイル102が巻き付けられる積層レンズ構造体11のレンズ付き

基板 4 1 b₁乃至 4 1 e₁の 4 隅の角部が直角より緩い角度になるので、コイル装着時にコイルに傷が付いて不良の原因となるのを防ぐことができる、という作用または効果をもたらす。

[0662] さらに、基板状態のレンズ付き基板 4 1 Wを個片化する前に、角部を除去することにより、ダイシングによる個片化時または個片化後のレンズ付き基板 4 1 b₁乃至 4 1 e₁（担体基板 8 1 b₁乃至 8 1 e₁）のチップングを防止することができる、という作用または効果をもたらす。

[0663] また、AF用コイル 1 0 2 の組み付けは、4 隅の角部においてレンズ付き基板 4 1 b₁乃至 4 1 e₁よりも外周側に張り出した形状のレンズ付き基板 4 1 aに突き当てるように位置合わせするだけであるので、AF用コイル 1 0 2 の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易となる、という作用効果をもたらす。

[0664] 上述した第 5 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 1 1 には、上述した第 1 乃至第 1 3 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 1 1 のいずれをも組み込むことができる。

[0665] < 3 6. カメラモジュール 1 の第 6 実施の形態 >

図 8 4 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 6 実施の形態を示す図である。

[0666] 図 8 4 の A は、カメラモジュール 1 の第 6 実施の形態としてのカメラモジュール 1 g の平面図であり、図 8 4 の B は、カメラモジュール 1 g の断面図である。

[0667] 図 8 4 の A は、図 8 4 の B の断面図における B - B' 線の平面図であり、図 8 4 の B は、図 8 4 の A の平面図における A - A' 線の断面図である。

[0668] 図 8 4 に示されるカメラモジュール 1 g は、積層レンズ構造体 1 1 を収納するレンズバレル 1 0 1 が省略された構造を有し、積層レンズ構造体 1 1 の外周側に AF 用マグネット 1 0 5 が接着固定され、第 1 固定支持部 1 0 4 の内周側に AF 用コイル 1 0 2 が接着固定されている。

[0669] 換言すれば、図 8 4 のカメラモジュール 1 g は、図 7 7 に示した第 2 実施の

形態に係るカメラモジュール1bと同様、AF駆動部108を構成するAF用コイル102とAF用マグネット105の取り付け位置が、図1のカメラモジュール1aとは反対となっている。

[0670] また、カメラモジュール1gの積層レンズ構造体11は、レンズ付き基板41a、41b₂乃至d₂、及び41eで構成されており、中間層のレンズ付き基板41b₂乃至d₂の平面形状は、最上層及び最下層のレンズ付き基板41a及び41eよりも、AF用マグネット105の取り付け部分が掘り込まれた形状を有している。これにより、AF用マグネット105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に埋め込まれている。

[0671] 以上のように構成されるカメラモジュール1gは、図77のカメラモジュール1bと同様に、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。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ樹脂部82の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

[0672] また、AF用マグネット105の組み付けは、最上層及び最下層のレンズ付き基板41a及び41eと、中間層のレンズ付き基板41b₂乃至d₂との平面形状の違いにより発生する掘り込み部分に突き当てるように位置合わせするだけである。一方、AF用コイル102の第1固定支持部104への組み付けは、光軸方向に対して垂直な内周側の方向へ張り出した張り出し部に突き当てるように位置合わせするだけである。これにより、AF用コイル102とAF用マグネット105の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易である。

[0673] さらに、カメラモジュール1gでは、AF用マグネット105が、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に埋め込まれた状態となるので、カメラモジュールの小型化及び軽量化に貢献する。

[0674] なお、図84のカメラモジュール1gでは、AF用マグネット105の厚み方向の全てがレンズ付き基板41に埋め込まれるようにしたが、AF用マグ

ネット 105 の一部が埋め込まれるようにしてもよい。

[0675] 上述した第 6 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 11 には、上述した第 1 乃至第 13 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 11 のいずれをも組み込むことができる。

[0676] <37. カメラモジュール 1 の第 7 実施の形態>

図 85 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 7 実施の形態を示す図である。

[0677] 図 85 の A は、カメラモジュール 1 の第 7 実施の形態としてのカメラモジュール 1 h の平面図であり、図 85 の B は、カメラモジュール 1 h の断面図である。

[0678] 図 85 の A は、図 85 の B の断面図における B - B' 線の平面図であり、図 85 の B は、図 85 の A の平面図における A - A' 線の断面図である。

[0679] 図 85 に示されるカメラモジュール 1 h は、図 83 に示した第 5 実施の形態に係るカメラモジュール 1 f と比較して、AF 用マグネット 105 の取り付け位置が変更された構造を有する。

[0680] 具体的には、図 83 に示したカメラモジュール 1 f では、AF 用マグネット 105 が、平面図において、四角形の第 1 固定支持部 104 の平面部分に配置されていたのに対して、図 85 のカメラモジュール 1 h では、四角形の第 1 固定支持部 104 の 4 隅の角部分に配置されている。換言すれば、AF 用マグネット 105 は、略四角形のレンズ付き基板 41 の四隅と対向する位置に配置されている。

[0681] なお、第 1 固定支持部 104 の 4 隅の角部分に AF 用マグネット 105 を配置するために、図 85 の A において破線で示されるように、最上層のレンズ付き基板 41 a₃ の 4 隅の角部分も、図 83 のカメラモジュール 1 f のレンズ付き基板 41 a と比較して僅かに除去されている。レンズ付き基板 41 b₁ 乃至 41 e₁ については、図 83 のカメラモジュール 1 f と同様である。

[0682] また、第 1 固定支持部 104 に取り付けられた AF 用マグネット 105 の個数は、図 83 に示したカメラモジュール 1 f では、四角形の第 1 固定支持部

104の4面のうちの対向する2面に取り付けられ、2個であったのに対して、図85のカメラモジュール1hでは、第1固定支持部104の4隅の角部分に取り付けられ、4個である。

[0683] 図85のカメラモジュール1hのその他の構成は、図83に示したカメラモジュール1fと同様である。

[0684] 以上のように構成されるカメラモジュール1hは、図83のカメラモジュール1fと同様に、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。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ樹脂部82の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

[0685] AF用コイル102が巻き付けられる積層レンズ構造体11のレンズ付き基板41b₁乃至41e₁の4隅の角部が直角より緩い角度になるので、コイル装着時にコイルに傷が付いて不良の原因となるのを防ぐことができる、という作用または効果をもたらす。

[0686] さらに、基板状態のレンズ付き基板41wを個片化する前に、角部を除去することにより、ダイシングによる個片化時または個片化後のレンズ付き基板41（担体基板81）のチッピングを防止することができる、という作用または効果をもたらす。

[0687] また、AF用コイル102の組み付けは、4隅の角部においてレンズ付き基板41b₁乃至41e₁よりも外周側に張り出した形状のレンズ付き基板41a₃に突き当てるように位置合わせするだけであるので、AF用コイル102の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易となる、という作用効果をもたらす。

[0688] 上述した第7実施の形態に係るカメラモジュール1の積層レンズ構造体11には、上述した第1乃至第13構成例および変形例に係る積層レンズ構造体11のいずれをも組み込むことができる。

[0689] <38. カメラモジュール1の第8実施の形態>

図 8 6 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 8 実施の形態を示す図である。

[0690] 図 8 6 の A は、カメラモジュール 1 の第 8 実施の形態としてのカメラモジュール 1 i の平面図であり、図 8 6 の B は、カメラモジュール 1 i の断面図である。

[0691] 図 8 6 の A は、図 8 6 の B の断面図における B - B' 線の平面図であり、図 8 6 の B は、図 8 6 の A の平面図における A - A' 線の断面図である。

[0692] 図 8 6 に示されるカメラモジュール 1 i は、図 8 5 に示した第 7 実施の形態に係るカメラモジュール 1 h と比較して、A F 駆動部 1 0 8 を構成する A F 用コイル 1 0 2 と A F 用マグネット 1 0 5 の取り付け位置が反対となっている。

[0693] 即ち、図 8 5 に示したカメラモジュール 1 h では、積層レンズ構造体 1 1 の外周側に A F 用コイル 1 0 2 が接着固定され、第 1 固定支持部 1 0 4 の内周側に A F 用マグネット 1 0 5 が接着固定されていたのに対して、図 8 6 のカメラモジュール 1 i では、積層レンズ構造体 1 1 の外周側に A F 用マグネット 1 0 5 が接着固定され、第 1 固定支持部 1 0 4 の内周側に A F 用コイル 1 0 2 が接着固定されている。

[0694] 第 1 固定支持部 1 0 4 は、撮像部 1 2 から最も遠い上面において内周側に張り出した張り出し部を備え、略 L 字形状の断面形状を有している。A F 用コイル 1 0 2 が第 1 固定支持部 1 0 4 に接着固定される際、A F 用コイル 1 0 2 は、内周側の張り出し部に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。

[0695] A F 用マグネット 1 0 5 は、積層レンズ構造体 1 1 を構成する 4 枚のレンズ付き基板 4 1 b₁乃至 4 1 e₁の 4 隅の角部分に配置されている。A F 用マグネット 1 0 5 は、4 隅の角部において張り出した最上層のレンズ付き基板 4 1 a₃に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。

[0696] 図 8 6 のカメラモジュール 1 i のその他の構成は、図 8 5 に示したカメラモジュール 1 h と同様である。

[0697] 以上のように構成されるカメラモジュール1iは、図85のカメラモジュール1hと同様に、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。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ樹脂部82の中心位置のバラツキを発生させない、という作用効果をもたらす。

[0698] 積層レンズ構造体11のレンズ付き基板41b₁乃至41e₁の4隅の角部が直角より緩い角度になるので、基板状態のレンズ付き基板41wを個片化する前に、角部を除去することにより、ダイシングによる個片化時または個片化後のレンズ付き基板41b₁乃至41e₁（担体基板81b₁乃至81e₁）のチップングを防止することができる、という作用または効果をもたらす。

[0699] また、AF用コイル102の第1固定支持部104への組み付けは、光軸方向に対して垂直な内周側の方向へ張り出した張り出し部に突き当てるように位置合わせするだけである。これにより、AF用コイル102の位置合わせが容易となり、モジュールの組み立てが容易となる、という作用効果をもたらす。

[0700] さらに、カメラモジュール1iでは、AF用マグネット105の少なくとも一部が、積層レンズ構造体11を構成するレンズ付き基板41b₁乃至41e₁に埋め込まれた状態となるので、カメラモジュールの小型化及び軽量化に貢献する。

[0701] 上述した第8実施の形態に係るカメラモジュール1の積層レンズ構造体11には、上述した第1乃至第13構成例および変形例に係る積層レンズ構造体11のいずれをも組み込むことができる。

[0702] <39. カメラモジュール1の第9実施の形態>

図87は、本技術を適用したカメラモジュールの第9実施の形態を示す図である。

[0703] 図87のAは、カメラモジュール1の第9実施の形態としてのカメラモジュール1jの平面図であり、図87のBは、カメラモジュール1jの断面図である

。

[0704] 図87のAは、図87のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図87のBは、図87のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

[0705] 図87に示されるカメラモジュール1jは、図1に示したカメラモジュール1aに対して、光学的手振れ補正(OIS:Optical Image Stabilizer)の機構を追加した構造である。

[0706] 図87のカメラモジュール1jでは、図1に示したカメラモジュール1aと比較すると、AF用コイル102が、レンズバレル101ではなく、新たに設けられた可動支持部401の外周側に接着されて固定されている。可動支持部401の内周側には、OIS用の永久磁石であるOIS用マグネット403が接着されて固定されている。

[0707] 可動支持部401は、積層レンズ構造体11が収納されたレンズバレル101を囲むように四角形の筒状となっており、上面においてサスペンション103aを介して第1固定支持部104に固定され、下面においてサスペンション103bを介して第1固定支持部104に固定されている。

[0708] また、可動支持部401は、上面から見て四角形のレンズバレル101の四隅において、円柱形状の金属弾性体で形成されたOISサスペンション404を介してレンズバレル101と接続されている。レンズバレル101の外周面であって、OIS用マグネット403と対向する位置には、OIS用コイル402が接着固定されている。

[0709] 上面から見て四角形のレンズバレル101の外周の四辺のうち、所定の対向する二辺にそれぞれ接着固定されたOIS用コイル402Xと、それと向き合うOIS用マグネット403Xは、X軸OIS駆動部405Xを構成し、OIS用コイル402Xに電流が流れることにより積層レンズ構造体11をX軸方向に移動させる。他の対向する二辺にそれぞれ接着固定されたOIS用コイル402Yと、それと向き合うOIS用マグネット403Yは、Y軸OIS駆動部405Yを構成し、OIS用コイル402Yに電流が流れることにより積層レンズ構造体11をY軸方向に移動させる。

[0710] 光軸方向の積層レンズ構造体 11 の駆動については、図 1 に示したカメラモジュール 1a と同様である。即ち、AF 用コイル 102 と AF 用マグネット 105 とで構成される AF 駆動部 108 が、AF 用コイル 102 に電流が流れることにより、積層レンズ構造体 11 と撮像部 12 との間の距離を調整する。

[0711] 以上のように構成されるカメラモジュール 1j では、図 1 に示したカメラモジュール 1a で奏することができる作用または効果に加えて、光学的手振れ補正機構を備えるので、手振れ補正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。

[0712] なお、図 87 のカメラモジュール 1j では、レンズバレル 101 の外周面に OIS 用コイル 402 を接着固定し、可動支持部 401 の内周側に OIS 用マグネット 403 を接着固定したが、上述した AF 用コイル 102 と AF 用マグネット 105 の位置関係と同様に、OIS 用コイル 402 と OIS 用マグネット 403 の位置関係を入れ替えてもよい。

[0713] 上述した第 9 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 11 には、上述した第 1 乃至第 13 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 11 のいずれをも組み込むことができる。

[0714] <40. カメラモジュール 1 の第 10 実施の形態>

図 88 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 10 実施の形態を示す図である。

[0715] 図 88 の A は、カメラモジュール 1 の第 10 実施の形態としてのカメラモジュール 1k の平面図であり、図 88 の B は、カメラモジュール 1k の断面図である。

[0716] 図 88 の A は、図 88 に示されるカメラモジュール 1k を、下面のサスペンション 103b から撮像部 12 の方向（下方向）に見た平面図であり、図 88 の B は、図 88 の A の平面図における A-A' 線の断面図である。

[0717] 図 88 に示されるカメラモジュール 1k は、図 78 に示したレンズバレル 101 を備えないカメラモジュール 1c の AF 動作を行う電磁式の AF 駆動部 1

08を、圧電材を用いたアクチュエータに変更した構造である。

[0718] より具体的には、図88のカメラモジュール1kでは、図78のカメラモジュール1cにおいて電磁式のAF駆動部108であるAF用コイル102とAF用マグネット105が省略され、その代わりに、圧電素子を用いた4個の圧電駆動部411a乃至411dが設けられている。

[0719] カメラモジュール1kはAF用コイル102を備えず、電流を流す必要が無いため、下面のサスペンション103bは、上面のサスペンション103aと同様に、1枚板で構成される。具体的には、サスペンション103bは、図88のAに示されるように、第1固定支持部104と接着固定される第1固定板361と、積層レンズ構造体11の最下層のレンズ付き基板41eと接着固定される第2固定板362と、第1固定板361と第2固定板362とを4隅で接続する接続バネ363a乃至363dとで構成される。

[0720] 圧電駆動部411a乃至411dは、略四角形の平面形状の第2固定板362の各辺に1対1に接続される。

[0721] 圧電駆動部411aは、第2固定支持部106と固定される圧電固定部421a、電圧印加により形状変化する圧電可動部422a、および、第2固定板362と固定される圧電固定部423aを備える。

[0722] 圧電可動部422aは、圧電材を2枚の電極（対向電極）で挟んだサンドイッチ構造を有し、2枚の電極に所定の電圧を印加すると、板状の圧電可動部422aが上下方向に反ることにより、積層レンズ構造体11が光軸方向に移動される。

[0723] 圧電駆動部411bも同様に、圧電固定部421b、圧電可動部422b、および、圧電固定部423bを備える。圧電駆動部411cおよび411dについても同様である。

[0724] 図88に示されるように、4個の圧電駆動部411a乃至411dを対称に配置することで、駆動力を大きくし、かつ、光軸方向以外のへの力を減らすことができる。

[0725] 以上のように構成されるカメラモジュール1kは、図1のカメラモジュール

1aと同様に、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。また、複数枚のレンズ付き基板41が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体11を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板41の各レンズ樹脂部82の中心位置のバラツキを発生させないという作用効果をもたらす。また、レンズバレル101が不要であるので、カメラモジュールを小型化および軽量化することができる。

[0726] なお、圧電駆動部411a乃至411dには、例えば、バイメタルや形状記憶合金、特開2013-200366号公報で開示されている高分子アクチュエータなど、電圧印加で板状の圧電材が形状変化し、対象物を移動させる任意の構造を採用することができる。

[0727] 上述した第10実施の形態に係るカメラモジュール1の積層レンズ構造体11には、上述した第1乃至第13構成例および変形例に係る積層レンズ構造体11のいずれをも組み込むことができる。

[0728] <41. カメラモジュール1の第11実施の形態>

図89は、本技術を適用したカメラモジュールの第11実施の形態を示す図である。

[0729] 図89のAは、カメラモジュール1の第11実施の形態としてのカメラモジュール1mの平面図であり、図89のBは、カメラモジュール1mの断面図である。

[0730] 図89のAは、図89のBの断面図におけるB-B'線の平面図であり、図89のBは、図89のAの平面図におけるA-A'線の断面図である。

[0731] 図89に示されるカメラモジュール1mは、図78に示した第3実施の形態に係るカメラモジュール1cのAF動作を行う電磁式のAF駆動部108を、超音波駆動を利用したリニアアクチュエータに変更した構造である。

[0732] より具体的には、図89のカメラモジュール1mでは、図78のカメラモジュール1cにおいて電磁式のAF駆動部108であるAF用コイル102とAF用マグネット105が省略され、その代わりに、駆動体453を連結した

圧電素子 4 5 2 と、3 本のガイド体 4 5 4 とが設けられている。圧電素子 4 5 2 と 3 本のガイド体 4 5 4 は、固定支持部 4 5 1 に固定されている。

[0733] 駆動体 4 5 3 と 3 本のガイド体 4 5 4 は、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 (の担体基板 8 1) の 4 隅付近に形成された孔 4 6 1 に挿通されている (挿入され貫通されている)。駆動体 4 5 3 と 3 本のガイド体 4 5 4 は、例えば、金属または樹脂の円柱形状とされる。

[0734] 圧電素子 4 5 2 は、所定の電圧が印加されると、伸びの速度と縮みの速度とを異ならせて、周期的に駆動体 4 5 3 を伸び縮みさせる。レンズ付き基板 4 1 (の担体基板 8 1) の 4 隅付近に形成された孔 4 6 1 の内壁と、駆動体 4 5 3 またはガイド体 4 5 4 の外壁の形状は、最適な摩擦力が得られるように設計される。つまり、圧電素子 4 5 2 の駆動能力が高い場合は大きな摩擦力、圧電素子 4 5 2 の駆動能力が低い場合は小さな摩擦力を得るように形状が設計される。

[0735] 例えば、図 8 9 の例では、図 8 9 の A に示されるように、孔 4 6 1 の内壁の三方にグループを設け、孔 4 6 1 の内壁の一部が駆動体 4 5 3 またはガイド体 4 5 4 と接触して所望の摩擦力が発生する形状が採用されている。孔 4 6 1 は、ウェットエッチング等を用いて貫通孔 8 3 と同時に形成することができる。これにより、各孔 4 6 1 の孔形状および位置関係を正確に形成できるため、積層レンズ構造体 1 1 の駆動の精度を向上させることができる、という作用または効果を示す。

[0736] 圧電素子 4 5 2 の駆動速度が遅い場合は、静止摩擦力により、積層レンズ構造体 1 1 は駆動体 4 5 3 の動きに追従する。圧電素子 4 5 2 の駆動速度が速い場合は、積層レンズ構造体 1 1 の慣性や静止摩擦などの総和が駆動体 4 5 3 に圧電素子 4 5 2 から与えられる駆動力よりも大きいので、積層レンズ構造体 1 1 は動かない。遅い伸び駆動と速い縮み駆動を交互に繰り返す事によって、積層レンズ構造体 1 1 は上方または下方の光軸方向に移動する。

[0737] 3 本のガイド体 4 5 4 は、固定支持部 4 5 1 に直接固定されており、駆動体 4 5 3 の動きに追従する積層レンズ構造体 1 1 の移動方向をガイドする。

押し付けバネ 4 5 5 は、駆動を効率的に伝えるため、積層レンズ構造体 1 1 を駆動体 4 5 3 に押し付け、適度な摩擦力を発生させる。

[0738] 以上のように構成されるカメラモジュール 1 m は、図 1 のカメラモジュール 1 a と同様に、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。また、複数枚のレンズ付き基板 4 1 が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体 1 1 を用いるので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板 4 1 の各レンズ樹脂部 8 2 の中心位置のバラツキを発生させないという作用効果をもたらす。また、レンズバレル 1 0 1 が不要であるので、カメラモジュールを小型化および軽量化することができる。

[0739] 第 2 5 の実施の形態で採用した超音波駆動を利用したリニアアクチュエータは、他の超音波駆動のアクチュエータを積層レンズ構造体 1 1 に外付けする場合に比べて、カメラモジュール 1 全体のサイズを小さくすることができる、という作用または効果をもたらす。

[0740] 上述した第 1 1 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 1 1 には、上述した第 1 乃至第 1 3 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 1 1 のいずれをも組み込むことができる。

[0741] < 4 2. カメラモジュール 1 の第 1 2 実施の形態 >

図 9 0 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 1 2 実施の形態を示す図である。

[0742] 図 9 0 の A は、カメラモジュール 1 の第 1 2 実施の形態としてのカメラモジュール 1 n の平面図であり、図 9 0 の B は、カメラモジュール 1 n の断面図である。

[0743] 図 9 0 の A は、図 9 0 の B の断面図における B - B' 線から撮像部 1 2 の方向（下方向）に見た平面図であり、図 9 0 の B は、図 9 0 の A の平面図における A - A' 線の断面図である。

[0744] これまで上述した第 1 実施の形態乃至第 1 1 実施の形態に係るカメラモジュール 1 a 乃至 1 m が、すべて積層レンズ構造体 1 1 を光軸方向に移動させる

方式であったのに対して、図90に示されるカメラモジュール1nは、積層レンズ構造体11を固定して、撮像部12を光軸方向に移動させる方式である。

[0745] 積層レンズ構造体11は、レンズバレル481に収納され、レンズバレル481が第2固定支持部482に直接結合されることで、モジュール基板111に対して固定位置とされている。

[0746] 撮像部12は、受光素子ホルダ491上に載置され、受光素子ホルダ491は、複数の平行リンク492で第2固定支持部482に結合しており、撮像部12が光軸方向に略平行移動可能となっている。

[0747] 圧電アクチュエータ493は、圧電材を2枚の電極（対向電極）で挟んだサンドイッチ構造を有し、2枚の電極に所定の電圧を印加すると、板状の圧電アクチュエータ493が上下方向に反ることにより、受光素子ホルダ491上に載置された撮像部12が光軸方向に移動される。これにより、積層レンズ構造体11と撮像部12との距離が調節可能となる。

[0748] 圧電アクチュエータ493としては、その他、例えば、バイメタルや形状記憶合金、特開2013-200366号公報で開示されている高分子アクチュエータなど、電圧印加で板状の圧電材が形状変化し、対象物を移動させる任意の構造を採用することができる。

[0749] なお、カメラモジュール1は、焦点調節機構（オートフォーカス機構）として、撮像部12を積層レンズ構造体11の光軸方向に移動させる手段であれば、圧電アクチュエータ以外の手段を用いてもよい。例えば、図89に記載の超音波駆動を利用したリニアアクチュエータを撮像部12に取り付けて、撮像部12を積層レンズ構造体11の光軸方向に移動させてもよい。また別の例として、図1に記載の電磁式のAF駆動部108を撮像部12に取り付けて、撮像部12を積層レンズ構造体11の光軸方向に移動させてもよい。さらに別の例として、撮像部12に支持体を取り付けて、その支持体をコイルとマグネットを用いた電磁式の駆動機構を使って移動させることで、撮像部12を積層レンズ構造体11の光軸方向に移動させてもよい。

[0750] レンズバレル４８１は、図９０のＢに示されるように、撮像部１２から最も遠い上面において内周側に張り出した張り出し部４８３を備え、略Ｌ字状の断面形状を有している。積層レンズ構造体１１をレンズバレル４８１に接着固定する際、積層レンズ構造体１１は、張り出し部４８３に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。これにより、積層レンズ構造体１１とレンズバレル４８１との位置関係を精度良く組み立てることができる。

[0751] また、レンズバレル４８１は、図９０のＢに示されるように、第２固定支持部４８２との接続面に所定の凹凸形状を持たせた結合部４８４を備えることにより、精度良く位置合わせして、固定することができる。

[0752] 以上のように構成されるカメラモジュール１ｎは、図１のカメラモジュール１ａと同様に、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。また、複数枚のレンズ付き基板４１が光軸方向に一体となった積層レンズ構造体１１を用いて、レンズバレル４８１の張り出し部４８３に突き当てるように位置合わせするだけなので、モジュールの組み立てが容易となり、複数枚のレンズ付き基板４１の各レンズ樹脂部８２の中心位置のバラツキを発生させないという作用効果をもたらす。また、レンズバレル１０１が不要であるので、カメラモジュールを小型化および軽量化することができる。

[0753] 上述した第１２実施の形態に係るカメラモジュール１の積層レンズ構造体１１には、上述した第１乃至第１３構成例および変形例に係る積層レンズ構造体１１のいずれをも組み込むことができる。

[0754] ＜４３．カメラモジュール１の第１３実施の形態＞

図９１は、本技術を適用したカメラモジュールの第１３実施の形態を示す図である。

[0755] 図９１に示されるカメラモジュール１の第１３実施の形態としてのカメラモジュール１ｐにおいて、積層レンズ構造体１１は、レンズバレル１０１に収納されている。レンズバレル１０１は、シャフト５３１に沿って移動する移動部材５３２と、固定部材５３３で固定されている。レンズバレル１０１が

不図示の駆動モータによってシャフト 5 3 1 の軸方向に移動されることにより、積層レンズ構造体 1 1 から撮像部 1 2 の撮像面までの距離が調整される。

[0756] レンズバレル 1 0 1、シャフト 5 3 1、移動部材 5 3 2、及び、固定部材 5 3 3 は、ハウジング 5 3 4 に収納されている。撮像部 1 2 の上部には保護基板 5 3 5 が配置され、保護基板 5 3 5 とハウジング 5 3 4 が、接着剤 5 3 6 により接続されている。

[0757] 上記の積層レンズ構造体 1 1 を移動させる機構は、カメラモジュール 1 p 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。

[0758] 上述した第 1 3 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 1 1 には、上述した第 1 乃至第 1 3 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 1 1 のいずれをも組み込むことができる。

[0759] <4 4. カメラモジュール 1 の第 1 4 実施の形態>

図 9 2 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 1 4 実施の形態を示す図である。

[0760] 図 9 2 のカメラモジュール 1 の第 1 3 実施の形態としてのカメラモジュール 1 q 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。

[0761] 即ち、カメラモジュール 1 q では、撮像部 1 2 の上側の一部に、構造材 5 5 1 が配置されている。その構造材 5 5 1 を介して、撮像部 1 2 と光透過性基板 5 5 2 が固定されている。構造材 5 5 1 は、例えばエポキシ系の樹脂である。

[0762] 光透過性基板 5 5 2 の上側には、圧電素子 5 5 3 が配置されている。その圧電素子 5 5 3 を介して、光透過性基板 5 5 2 と積層レンズ構造体 1 1 が固定されている。

[0763] カメラモジュール 1 q では、積層レンズ構造体 1 1 の下側に配置した圧電素子 5 5 3 へ電圧を印加および遮断することで、積層レンズ構造体 1 1 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 1 1 を移動する手段とし

ては、圧電素子 5 5 3 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。

[0764] 上記の積層レンズ構造体 1 1 を移動させる機構は、カメラモジュール 1 q 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。

[0765] 上述した第 1 4 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 1 1 には、上述した第 1 乃至第 1 3 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 1 1 のいずれをも組み込むことができる。

[0766] < 4 5. カメラモジュール 1 の第 1 5 実施の形態 >

図 9 3 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 1 5 実施の形態を示す図である。

[0767] 上述したカメラモジュール 1 の第 1 実施の形態乃至第 1 4 実施の形態であるカメラモジュール 1 a 乃至 1 q は、複眼構造の積層レンズ構造体 1 1 に対しても適用可能である。

[0768] 図 9 0 に示したカメラモジュール 1 n を例に、複眼カメラモジュールの構造例を図 9 3 に示す。

[0769] 図 9 3 の A は、図 9 3 の B の断面図における B - B' 線の平面図であり、図 9 3 の B は、図 9 3 の A の平面図における A - A' 線の断面図である。

[0770] 図 9 3 に示されるカメラモジュール 1 n₂ は、2 個の光学ユニット 1 3 が担体基板 8 1 で連結された積層レンズ構造体 1 1 を備える。光学ユニット 1 3 は、光軸方向に積層された複数のレンズ樹脂部 8 2 からなるレンズ群と絞り板 5 1 を含む。また、カメラモジュール 1 n₂ は、2 個の光学ユニット 1 3 それぞれの下方に、IR カットフィルタ 1 0 7 および撮像部 1 2 を備える。2 個の撮像部 1 2 は、それぞれの受光素子ホルダ 4 9 1 上に載置され、各受光素子ホルダ 4 9 1 は、複数の平行リンク 4 9 2 で第 2 固定支持部 4 8 2 に結合しており、独立して光軸方向に略平行移動可能となっている。

[0771] 積層レンズ構造体 1 1 が 2 個以上の光学ユニット 1 3 を備える場合には、

積層レンズ構造体 11 を構成する複数個の光学ユニット 13 が担体基板 81 で連結された状態で個片化されるため、光軸と直交する X Y 方向の位置関係をウエハプロセスで精度良く作製することができる。

[0772] そして、積層レンズ構造体 11 をレンズバレル 481 に接着固定する際、積層レンズ構造体 11 は、レンズバレル 481 の上面において内周側に張り出した張り出し部 483 に突き当てるようにして位置合わせされ、接着固定される。これにより、光軸方向の位置関係も精度良く組み立てることができる、特別な光軸合わせを省略することができる、という作用または効果をもたらす。

[0773] また、撮像部 12 を個別に光軸方向に駆動できるように独立して配置したので、バックフォーカスが異なる光学ユニット 13 の組み合わせであっても、正確なフォーカス合わせ可能である、という作用または効果をもたらす。

[0774] なお、図 93 を参照して、図 90 に示したカメラモジュール 1n を複眼カメラモジュールとした構成について説明したが、これまで上述した第 1 実施の形態乃至第 14 実施の形態に係るカメラモジュール 1a 乃至 1q の全てについて、複眼カメラモジュール構成を採用することができることは言うまでもない。

[0775] <46. カメラモジュール 1 の第 16 実施の形態>

焦点調節機構（オートフォーカス機構）は、上述した AF 用コイル 102 と AF 用マグネット 105 とからなる電磁式の AF 駆動部 108 や、圧電アクチュエータ 493 の他、積層レンズ構造体 11 のレンズ付き基板 41 のレンズ樹脂部 82 を、レンズ形状を変形させることができる形状可変レンズ 82V とすることで実現してもよい。

[0776] 以下では、積層レンズ構造体 11 の積層された複数枚のレンズ付き基板 41 のうちの少なくとも 1 つのレンズ付き基板 41 のレンズ樹脂部 82 を、形状可変レンズ 82V としたカメラモジュール 1 の構成について説明する。

[0777] 図 94 乃至図 97 は、本技術を適用したカメラモジュール 1 の第 16 実施の形態としてのカメラモジュール 1r を示す概略断面図である。

[0778] なお、図94乃至図97では、レンズ付き基板41のレンズ樹脂部82にのみ注目して説明するため、各レンズ付き基板41を、単層構造の担体基板81を用いたレンズ付き単層基板41として図示するが、積層構造の担体基板81を用いたレンズ付き積層基板41でも成り立つことは言うまでもない。また、図94乃至図97では、図93と同様、複眼構造の例で説明するが、単眼構造でも適用可能であることは勿論である。

[0779] <第1の形状可変レンズの例>

図94のAは、積層された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41のレンズ樹脂部82を、第1の形状可変レンズ82V-1に置き換えた構成例を示している。

[0780] 図94のBは、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち、最下層のレンズ付き基板41のレンズ樹脂部82を、第1の形状可変レンズ82V-1に置き換えた構成例を示している。

[0781] 第1の形状可変レンズ82V-1は、可逆的に形状変化可能な物質を用いたレンズ材621と、レンズ材621を挟み込むように上面と下面それぞれに配置されたカバー材622と、上面のカバー材622に接触して配置された圧電材料623とで構成されている。

[0782] レンズ材621は、例えば、ソフトポリマー(米国特許出願公開第2011/149409号明細書)、フレキシブルポリマー(米国特許出願公開第2011/158617号明細書)、シリコンオイル等の動体流体(特開2000-081504号公報)、シリコンオイル、弾体ゴム、ゼリー、水等の流体(特開2002-243918号公報)などで構成される。

[0783] カバー材622は、例えば、可撓性材料でできたカバーガラス(米国特許出願公開第2011/149409号明細書)、屈曲可能な透明カバー(米国特許出願公開第2011/158617号明細書)、珪酸ガラスからなる弾性膜(特開2000-081504号公報)、合成樹脂や有機材料を用いた柔らかい基板(特開2002-243918号公報)などで構成される。

[0784] 第1の形状可変レンズ82V-1は、圧電材料623に電圧を印加すること

で、レンズ材 6 2 1 の形状を変形させることができ、これにより、焦点を可変することができる。

[0785] 図 9 4 は、第 1 の形状可変レンズ 8 2 V-1 を用いた 1 枚のレンズ付き基板 4 1 を、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 の最上層または最下層に配置した例であるが、最上層と最下層の間の中間層に配置してもよい。また、第 1 の形状可変レンズ 8 2 V-1 を用いたレンズ付き基板 4 1 の枚数を、1 枚ではなく複数枚としてもよい。

[0786] <第 2 の形状可変レンズの例>

図 9 5 の A は、積層された複数枚のレンズ付き基板 4 1 のうち、最上層のレンズ付き基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 を、第 2 の形状可変レンズ 8 2 V-2 に置き換えた構成例を示している。

[0787] 図 9 5 の B は、積層された複数枚のレンズ付き基板 4 1 のうち、最下層のレンズ付き基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 を、第 2 の形状可変レンズ 8 2 V-2 に置き換えた構成例を示している。

[0788] 第 2 の形状可変レンズ 8 2 V-2 は、圧力印加部 6 3 1 と、凹部を有し光透過性を持った基材 6 3 2 と、基材 6 3 2 の凹部の上方に配置され光透過性を持った膜 6 3 3 と、膜 6 3 3 と基材 6 3 2 の凹部との間に封入した流動体 6 3 4 とで構成されている。

[0789] 膜 6 3 3 は、例えば、ポリジメチルシロキサン、ポリメタクリル酸メチル、ポリテレフタレートエチレン、ポリカーボネート、パリレン、エポキシ樹脂、感光性ポリマー、シリコン、珪素、酸化シリコン、窒化シリコン、炭化シリコン、多結晶シリコン、窒化チタン、ダイヤモンドカーボン、錫酸化インジウム、アルミニウム、銅、ニッケル、圧電材料などで構成される。

[0790] 流動体 6 3 4 は、例えば、プロピレンカーボネート、水、屈折率液体、オプティカルオイル、イオン性液体、または、空気、窒素、ヘリウムなどのガス等で構成される。

[0791] 第 2 の形状可変レンズ 8 2 V-2 は、圧力印加部 6 3 1 が膜 6 3 3 の外周近傍を押下することで、膜 6 3 3 の中央部が盛り上がる。圧力印加部 6 3 1 に

よる押下の大きさを制御することで、盛り上がった部分の流動体 6 3 4 の形状を変形させることができ、これにより、焦点を可変することができる。

[0792] 第 2 の形状可変レンズ 8 2 V-2 の構造については、例えば、米国特許出願公開第 2012/170920 号明細書などに開示されている。

[0793] 図 9 5 は、第 2 の形状可変レンズ 8 2 V-2 を用いた 1 枚のレンズ付き基板 4 1 を、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 の最上層または最下層に配置した例であるが、最上層と最下層の間の中間層に配置してもよい。また、第 2 の形状可変レンズ 8 2 V-2 を用いたレンズ付き基板 4 1 の枚数を、1 枚ではなく複数枚としてもよい。

[0794] <第 3 の形状可変レンズの例>

図 9 6 の A は、積層された複数枚のレンズ付き基板 4 1 のうち、最上層のレンズ付き基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 を、第 3 の形状可変レンズ 8 2 V-3 に置き換えた構成例を示している。

[0795] 図 9 6 の B は、積層された複数枚のレンズ付き基板 4 1 のうち、最下層のレンズ付き基板 4 1 のレンズ樹脂部 8 2 を、第 3 の形状可変レンズ 8 2 V-3 に置き換えた構成例を示している。

[0796] 第 3 の形状可変レンズ 8 2 V-3 は、凹部を有し光透過性を持った基材 6 4 1 と、基材 6 4 1 の凹部の上方に配置され光透過性を持った電気活性材料 6 4 2 と、電極 6 4 3 とで構成されている。

[0797] 第 3 の形状可変レンズ 8 2 V-3 は、電極 6 4 3 が電気活性材料 6 4 2 へ電圧を印加することで、電気活性材料 6 4 2 の中央部が盛り上がる。印加する電圧の大きさを制御することで、電気活性材料 6 4 2 の中央部の形状を変形させることができ、これにより、焦点を可変することができる。

[0798] 第 3 の形状可変レンズ 8 2 V-3 の構造については、例えば、特表 2011-530 715 号公報などに開示されている。

[0799] 図 9 6 は、第 3 の形状可変レンズ 8 2 V-3 を用いた 1 枚のレンズ付き基板 4 1 を、積層レンズ構造体 1 1 を構成する複数枚のレンズ付き基板 4 1 の最上層または最下層に配置した例であるが、最上層と最下層の間の中間層に配

置してもよい。また、第3の形状可変レンズ82V-3を用いたレンズ付き基板41の枚数を、1枚ではなく複数枚としてもよい。

[0800] <第4の形状可変レンズの例>

図97のAは、積層された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41のレンズ樹脂部82を、第4の形状可変レンズ82V-4に置き換えた構成例を示している。

[0801] 図97のBは、積層された複数枚のレンズ付き基板41のうち、最下層のレンズ付き基板41のレンズ樹脂部82を、第4の形状可変レンズ82V-4に置き換えた構成例を示している。

[0802] 第4の形状可変レンズ82V-4は、液晶材料651と、それを上下で挟み込む2枚の電極652とで構成されている。

[0803] 第4の形状可変レンズ82V-4は、2枚の電極652が液晶材料651へ所定の電圧を印加することで、液晶材料651の配向が変化し、これにより液晶材料651を透過する光の屈折率が変化する。液晶材料651へ印加する電圧の大きさを制御して、光の屈折率を変化させることで、焦点を可変することができる。

[0804] 第4の形状可変レンズ82V-4の構造については、例えば、米国特許出願公開第2014/0036183号明細書などに開示されている。

[0805] 図97は、第4の形状可変レンズ82V-4を用いた1枚のレンズ付き基板41を、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の最上層または最下層に配置した例であるが、最上層と最下層の間の中間層に配置してもよい。また、第4の形状可変レンズ82V-4を用いたレンズ付き基板41の枚数を、1枚ではなく複数枚としてもよい。

[0806] 上述した第1の形状可変レンズ82V-1乃至第4の形状可変レンズ82V-4は、上述した第1乃至第13構成例および変形例に係る積層レンズ構造体11の任意のレンズ付き基板41と置き換えることができる。

[0807] <47. カメラモジュール1の第17実施の形態>

次に、図98乃至図101を参照して、固定焦点方式のカメラモジュール

の実施の形態について説明する。

[0808] なお、図 9 8 乃至図 1 0 1 では、上述した他の実施の形態に係るカメラモジュール 1 において既に説明した部分については同一の符号を付してあり、その部分の説明は省略する。図 9 8 乃至図 1 0 1 では、図 9 3 と同様、複眼構造の例で説明するが、単眼構造でも適用可能であることは勿論である。

[0809] 図 9 8 は、本技術を適用したカメラモジュール 1 の第 1 7 実施の形態としてのカメラモジュール 1 s を示す概略断面図である。

[0810] 撮像部 1 2 の上側には、構造材 7 3 が配置されている。その構造材 7 3 を介して、積層レンズ構造体 1 1 と撮像部 1 2 とが固定されている。構造材 7 3 は、例えばエポキシ系の樹脂である。

[0811] 撮像部 1 2 の積層レンズ構造体 1 1 側となる上側の面には、オンチップレンズ 7 1 が形成されており、撮像部 1 2 の下側の面には、信号を入出力する外部端子 7 2 が形成されている。

[0812] 上述した第 1 7 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 1 1 には、上述した第 1 乃至第 1 3 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 1 1 のいずれをも組み込むことができる。

[0813] < 4 8. カメラモジュール 1 の第 1 8 実施の形態 >

図 9 9 は、本技術を適用したカメラモジュール 1 の第 1 8 実施の形態としてのカメラモジュール 1 t を示す概略断面図である。

[0814] 図 9 9 のカメラモジュール 1 t では、図 9 8 に示したカメラモジュール 1 s における構造材 7 3 の部分が異なる構造に置き換えられている。

[0815] 図 9 9 のカメラモジュール 1 t では、図 9 8 のカメラモジュール 1 s における構造材 7 3 の部分が、構造材 5 5 1 a 及び 5 5 1 b と、光透過性基板 5 5 2 に置き換えられている。

[0816] 具体的には、撮像部 1 2 の上側の一部に、構造材 5 5 1 a が配置されている。その構造材 5 5 1 a を介して、撮像部 1 2 と光透過性基板 5 5 2 が固定されている。構造材 5 5 1 a は、例えばエポキシ系の樹脂である。

[0817] 光透過性基板 5 5 2 の上側には、構造材 5 5 1 b が配置されている。その

構造材 551b を介して、光透過性基板 552 と積層レンズ構造体 11 が固定されている。構造材 551b は、例えばエポキシ系の樹脂である。

[0818] 上述した第 18 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 11 には、上述した第 1 乃至第 13 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 11 のいずれをも組み込むことができる。

[0819] <49. カメラモジュール 1 の第 19 実施の形態>

図 100 は、本技術を適用したカメラモジュール 1 の第 19 実施の形態としてのカメラモジュール 1u を示す概略断面図である。

[0820] 図 100 のカメラモジュール 1u では、図 99 に示したカメラモジュール 1t における構造材 551a の部分が異なる構造に置き換えられている。

[0821] 具体的には、図 100 のカメラモジュール 1u では、図 99 に示したカメラモジュール 1t の構造材 551a の部分が、光透過性を有する樹脂層 571 に置き換えられている。

[0822] 樹脂層 571 は、撮像部 12 の上側全面に配置されている。その樹脂層 571 を介して、撮像部 12 と光透過性基板 552 が固定されている。撮像部 12 の上側全面に配置された樹脂層 571 は、光透過性基板 552 の上方から光透過性基板 552 に応力が加わった場合に、これが撮像部 12 の一部の領域に集中して印加されることを防ぎ、撮像部 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。

[0823] 光透過性基板 552 の上側には、構造材 551b が配置されている。その構造材 551b を介して、光透過性基板 552 と積層レンズ構造体 11 が固定されている。

[0824] 図 99 のカメラモジュール 1t と図 100 のカメラモジュール 1u は、撮像部 12 の上側に光透過性基板 552 を備える。光透過性基板 552 は、例えば、カメラモジュール 1t または 1u を製造する途中で、撮像部 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。

[0825] 上述した第 19 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 11 には、上述した第 1 乃至第 13 構成例および変形例に係る積層レンズ構

造体 1 1 のいずれをも組み込むことができる。

[0826] <5 0. カメラモジュール 1 の第 2 0 実施の形態>

図 1 0 1 は、本技術を適用したカメラモジュール 1 の第 2 0 実施の形態としてのカメラモジュール 1 v を示す概略断面図である。

[0827] 図 1 0 1 のカメラモジュール 1 v は、図 9 8 に示したカメラモジュール 1 s における撮像部 1 2 の 2 個の受光領域 1 2 a を、受光領域 1 2 a ごとの個別の撮像部 1 2 に分割した構成を有する。

[0828] 撮像部 1 2 で生成された画素信号は、中継端子 7 0 1 と中継基板 7 0 2 を介して、外部端子 7 2 から出力される。各撮像部 1 2 の最上面には、I R カットフィルタ 7 0 3 が形成されている。

[0829] 上述した第 2 0 実施の形態に係るカメラモジュール 1 の積層レンズ構造体 1 1 には、上述した第 1 乃至第 1 3 構成例および変形例に係る積層レンズ構造体 1 1 のいずれをも組み込むことができる。

[0830] <5 1. カメラモジュール 1 の第 2 1 実施の形態>

次に、図 1 0 2 乃至図 1 3 1 を参照して、複眼構造のカメラモジュールのその他の実施の形態について説明する。

[0831] 図 1 0 2 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 2 1 実施の形態を示す図である。

[0832] 図 1 0 2 の A は、カメラモジュール 1 の第 2 1 実施の形態としてのカメラモジュール 1 A の構成を示す分解斜視図であり、図 1 0 2 の B は、カメラモジュール 1 A の断面図である。

[0833] カメラモジュール 1 A は、図 1 0 2 の B に示されるように、光学ユニット 1 3 を複数個備えた複眼カメラモジュールであり、光学ユニット 1 3 は、光軸方向にレンズ樹脂部 8 2 を複数個備える。積層レンズ構造体 1 1 は、縦横それぞれ 5 個ずつ、合計 2 5 個の光学ユニット 1 3 を備える。積層レンズ構造体 1 1 は、3 枚のレンズ付き基板 4 1 を積層して構成され、そのうちの最下層のレンズ付き基板 4 1 は、レンズ付き積層基板 4 1 となっている。

[0834] カメラモジュール 1 A では、複数個の光学ユニット 1 3 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102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。

[0835] 図102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。

[0836] 図102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102のDは、中間層のレンズ付き基板41の平面図であり、図102のE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1A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、レンズ樹脂部82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。

[0837] 図102のF乃至Hは、図102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。

[0838] 図102のFに示されるレンズ付き基板41Wは、図102のCのレンズ付き基板41に対応する基板状態を示し、図102のGに示されるレンズ付き基板41Wは、図102のDのレンズ付き基板41に対応する基板状態を示し、図102のHに示されるレンズ付き基板41Wは、図102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。

[0839] 図102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102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。

[0840] 図102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。

[0841] <52. カメラモジュール1の第22実施の形態>

図１０３は、本技術を適用したカメラモジュールの第２２実施の形態を示す図である。

[0842] 図１０３のAは、カメラモジュール１の第２２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り、図１０３のBは、カメラモジュール１Ｂの概略断面図である。

[0843] 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。

[0844] 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。

[0845] 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１０３のBに示されように、２つの光学ユニット１３のレンズの枚数が異なる。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の同じ層のレンズ樹脂部８２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におけるレンズ樹脂部８２の平面形状は、例えば、図１０３のCに示されるように、２つの光学ユニット１３が同じ径のレンズ樹脂部８２を備えていても良いし、図１０３のDに示すように、異なる形状のレンズ樹脂部８２を備えていても良いし、図１０３のEに示すように、一方がレンズ樹脂部８２を備えない空洞８２Xとなった構造でも良い。

[0846] 図１０３のF乃至Hは、図１０３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。

[0847] 図１０３のFに示されるレンズ付き基板４１Wは、図１０３のCのレンズ付き

基板 4 1 に対応する基板状態を示し、図 1 0 3 の G に示されるレンズ付き基板 4 1 W は、図 1 0 3 の D のレンズ付き基板 4 1 に対応する基板状態を示し、図 1 0 3 の H に示されるレンズ付き基板 4 1 W は、図 1 0 3 の E のレンズ付き基板 4 1 に対応する基板状態を示している。

[0848] 図 1 0 3 の F 乃至 H に示される基板状態のレンズ付き基板 4 1 W は、図 1 0 3 の A に示したカメラモジュール 1 B を、基板 1 枚につき 1 6 個得られる構成とされている。

[0849] 図 1 0 3 の F 乃至 H に示されるように、カメラモジュール 1 B を形成するために、基板状態のレンズ付き基板 4 1 W 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。

[0850] < 5 3. カメラモジュール 1 の第 2 3 実施の形態 >

図 1 0 4 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 2 3 実施の形態を示す図である。

[0851] 図 1 0 4 の A は、カメラモジュール 1 の第 2 3 実施の形態としてのカメラモジュール 1 C の外観を示す模式図であり、図 1 0 4 の B は、カメラモジュール 1 C の概略断面図である。

[0852] カメラモジュール 1 C 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 1 3 を備える。4 個の光学ユニット 1 3 どうしでは、レンズ樹脂部 8 2 の形状は同じになっている。

[0853] 4 個の光学ユニット 1 3 は、積層レンズ構造体 1 1 の最上層に、絞り板 5 1 を備えるが、その絞り板 5 1 の開口部 5 2 の大きさが、4 個の光学ユニット 1 3 の間で異なる。これにより、カメラモジュール 1 C は、例えば、以下のようなカメラモジュール 1 C 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、R G B 3 種類のカラーフィルタを備えて R G B 3 種の光を受光する受光画素と、夜間の白黒画像監視用に、R G B 用のカラーフィルタを備えない受光画素と、を備えた撮像部 1 2 を用いたカメラモジュール 1 C 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におけるレンズ樹脂部82の平面形状は、例えば図104のCに示されるように、4つの光学ユニット13が備えるレンズ樹脂部82の径は同じであって、かつ、図104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。

[0854] 図104のEは、図104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104のFは、図104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。

[0855] 図104のEの基板状態のレンズ付き基板41W、及び、図104のFの基板状態の絞り板51Wでは、図104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。

[0856] 図104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。

[0857] <54. カメラモジュール1の第24実施の形態>

図105は、本技術を適用したカメラモジュールの第24実施の形態を示す図である。

[0858] 図105のAは、カメラモジュール1の第24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り、図105のBは、カメラモジュール1Dの概略断面図である。

[0859] 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、レンズ樹脂部82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。

[0860] 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105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。このよう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。

[0861] 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の撮像部12で画像を撮影することにより、あるいは1個の撮像部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の画像を得ることができる。これら同一ではない複数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個のカメラモジュール1Dにおけるレンズ樹脂部82の平面形状は、図105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。

[0862] 図105のDは、図105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105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。

[0863] 図105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が複数のレンズ樹脂部82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。

[0864] <55. 撮像部12の画素配列と絞り板の構造と用途説明>

次に、図104と図105で示したカメラモジュール1が備える撮像部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。

[0865] 図106は、図104と図105で示したカメラモジュール1に備わる絞り板51の平面形状の例を示す図である。

[0866] 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51aと、光を透過させる開口領域51bとを備える。

[0867] 図104と図105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106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106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。

[0868] 図106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。

[0869] 図106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1に示したように、絞り板51が、レンズ付き基板41のレンズ樹脂部82にやや重畳して良い、言い換えれば、レンズ樹脂部82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106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に備わる撮像部12へ入射させるという作用をもたらす。

[0870] 図106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106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に備わる撮像部12へ入射させると撮像部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、撮像部12へ入射する光量を減らすという作用をもたらす。

[0871] 図106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106のDに記載

の絞り板 5 1 の残りの 2 個の開口領域 5 1 b 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 5 1 b は、図 1 0 6 の B と図 1 0 6 の C で述べた開口径の大きさが「大」および「小」の開口領域 5 1 b と同様の作用をもたらす。

[0872] 図 1 0 7 は、図 1 0 4 と図 1 0 5 で示したカメラモジュール 1 の撮像部 1 2 の構成を示している。

[0873] カメラモジュール 1 は、図 1 0 7 に示されるように、4 個の光学ユニット 1 3（不図示）を備える。そして、これら 4 個の光学ユニット 1 3 へ入射した光を、それぞれの光学ユニット 1 3 に対応した受光手段でそれぞれ受光する。そのために、図 1 0 4 と図 1 0 5 で示したカメラモジュール 1 は、撮像部 1 2 が、4 個の受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 4 を備える。

[0874] 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 1 3 へ入射した光を受光する受光領域 1 2 a を、撮像部 1 2 が 1 個備え、カメラモジュール 1 がこのような撮像部 1 2 を、カメラモジュール 1 に備わる光学ユニット 1 3 の個数分、例えば図 1 0 4 と図 1 0 5 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。

[0875] 受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 4 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 1 2 b 1 乃至 1 2 b 4 を備える。

[0876] なお、図 1 0 7 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 1 2 a 1 乃至 1 2 a 4 と、画素アレイ 1 2 b 1 乃至 1 2 b 4 とを同じ大きさで表している。

[0877] 受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 4 に備わる画素アレイ 1 2 b 1 乃至 1 2 b 4 は、複数の画素からなる画素の繰り返し単位 8 0 1 c 1 乃至 8 0 1 c 4 を備え、これら繰り返し単位 8 0 1 c 1 乃至 8 0 1 c 4 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 1 2 b 1 乃至 1 2 b 4 が構成されている。

[0878] 撮像部 1 2 に備わる 4 個の受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 4 上には、それぞれに光学ユニット 1 3 が配置される。4 個の光学ユニット 1 3 は、その一部

として絞り板 5 1 を備える。図 1 0 7 では、絞り板 5 1 の 4 個の開口領域 5 1 b の開口径の一例として、図 1 0 6 の D に示した絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b が破線で示されている。

[0879] 画像の信号処理の分野では、原画像に対して適応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 2 0 1 5 - 1 0 2 7 9 4 号公報に開示されている。

[0880] 図 1 0 4 と図 1 0 5 に記載のカメラモジュール 1 は、断面構造として、図 9 8 乃至図 1 0 1 等に記載の構造を取り得る。

[0881] これら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 1 3 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。

[0882] 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 1 3 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。

[0883] 図 1 0 8 乃至図 1 1 1 は、図 1 0 4 と図 1 0 5 で示したカメラモジュール 1 の受光領域 1 2 a の画素の構成例を示している。

[0884] なお、図 1 0 8 乃至図 1 1 1 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。

[0885] 図 1 0 8 は、カメラモジュール 1 の撮像部 1 2 に備わる 4 個の画素アレイ 1 2 b 1 乃至 1 2 b 4 の画素配列の第 1 の例を示している。

[0886] 4 個の画素アレイ 1 2 b 1 乃至 1 2 b 4 では、それぞれ、繰り返し単位 8 0 1 c 1 乃至 8 0 1 c 4 が行方向及び列方向に繰り返し配列されている。図 1 0 8 の繰り返し単位 8 0 1 c 1 乃至 8 0 1 c 4 それぞれは、R, G, B, G の画素で構成されている。

- [0887] 図108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。
- [0888] 図109は、カメラモジュール1の撮像部12に備わる4個の画素アレイ12b1乃至12b4の画素配列の第2の例を示している。
- [0889] 図109の画素配列は、図108の画素配列とは、繰り返し単位801c1乃至801c4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109では、繰り返し単位801c1乃至801c4それぞれは、R, G, B, Cの画素で構成されている。
- [0890] 図109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。
- [0891] 図110は、カメラモジュール1の撮像部12に備わる4個の画素アレイ12b1乃至12b4の画素配列の第3の例を示している。
- [0892] 図110では、繰り返し単位801c1乃至801c4それぞれは、R, C, B, Cの画素で構成されている。
- [0893] 図110に記載の画素の繰り返し単位801c1乃至801c4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。
- [0894] 図110に記載の画素の繰り返し単位801c1乃至801c4は、全波長領域の光を受光するCの画素を、図109に記載の繰り返し単位801c1乃至801c4の2倍となる2個備える。また、図110に備わる画素アレイ12bにおけるCの画素のピッチが、画素アレイ12bの縦方向と横方向の双方において、図109に備わる画素アレイ12bにおけるCの画素のピッチ

の2倍となるように、図110に記載の画素の繰り返し単位801c1乃至801c4は、2個のCの画素を繰り返し単位801cの外形線の対角線方向に配置している。

[0895] このため図110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109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。

[0896] 図111は、カメラモジュール1の撮像部12に備わる4個の画素アレイ12b1乃至12b4の画素配列の第4の例を示している。

[0897] 図111では、繰り返し単位801c1乃至801c4それぞれは、R,C,C,Cの画素で構成されている。

[0898] 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。

[0899] このため図111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110に記載の画素の繰り返し単位801c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、より解像度が高く鮮明な画像を得ることができる、という作用をもたらす。

[0900] なお、図108乃至図111に示した撮像部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106のA乃至Dに記載のいずれを用いても良い。

[0901] 図108乃至図111に示した撮像部12のいずれかと、図106のA乃至Dいずれかの絞り板51を備えた、図104と図105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。

- [0902] 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。
- [0903] 図 1 1 2 は、図 1 0 8 に示した画素配列の変形例を示している。
- [0904] 図 1 0 8 の繰り返し単位 8 0 1 c 1 乃至 8 0 1 c 4 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 1 1 2 では、繰り返し単位 8 0 1 c 1 乃至 8 0 1 c 4 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。
- [0905] 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。
- [0906] これらの構成により、G2 の画素は、単位時間あ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、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。
- [0907] 一方、G1 の画素は、単位時間あ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。
- [0908] 図 1 1 2 に記載の撮像部 1 2 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。
- [0909] 図 1 1 3 は、図 1 1 0 の画素配列の変形例を示している。
- [0910] 図 1 1 0 の繰り返し単位 8 0 1 c 1 乃至 8 0 1 c 4 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 1 1 3 では

、繰り返し単位801c1乃至801c4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。

[0911] 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。

[0912] 図114は、図111の画素配列の変形例を示している。

[0913] 図111の繰り返し単位801c1乃至801c4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114では、繰り返し単位801c1乃至801c4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。

[0914] 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。

[0915] 図113及び図114に記載の撮像部12は、上記の構成を備えるため、図112に記載の撮像部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。

[0916] 図112乃至図114に記載の撮像部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106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。

[0917] 図112乃至図114に示した撮像部12のいずれかと、図106のA乃至Dいずれかの絞り板51を備えた、図104と図105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。

[0918] 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。

[0919] 図１１５のＡは、カメラモジュール１の撮像部１２に備わる４個の画素アレイ１２ｂ１乃至１２ｂ４の画素配列の第５の例を示している。

[0920] 撮像部１２に備わる４個の画素アレイ１２ｂ１乃至１２ｂ４は、上述したように必ずしも同一の構造ではなく、図１１５のＡに示されるように、異なる構造であっても良い。

[0921] 図１１５のＡに示される撮像部１２においては、画素アレイ１２ｂ１と画素アレイ１２ｂ４の構造が同じであり、画素アレイ１２ｂ１と１２ｂ４を構成する繰り返し単位８０１ｃ１と８０１ｃ４の構造も同じである。

[0922] これに対して、画素アレイ１２ｂ２と画素アレイ１２ｂ３の構造は、画素アレイ１２ｂ１と画素アレイ１２ｂ４の構造と異なる。具体的には、画素アレイ１２ｂ２と画素アレイ１２ｂ３の繰り返し単位８０１ｃ２と８０１ｃ３に含まれる画素サイズが、画素アレイ１２ｂ１と画素アレイ１２ｂ４の繰り返し単位８０１ｃ１と８０１ｃ４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８０１ｃ２と８０１ｃ３の領域サイズも、繰り返し単位８０１ｃ１と８０１ｃ４の領域サイズよりも大きい。このため、画素アレイ１２ｂ２と画素アレイ１２ｂ３は、画素アレイ１２ｂ１と画素アレイ１２ｂ４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。

[0923] 図１１５のＡの撮像部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１０６のＡ乃至Ｃに示した各種の絞り板５１の構成、もしくは、図１１５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。

[0924] 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。

[0925] 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。

[0926] 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。

[0927] 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。

[0928] 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。

[0929] 図 1 1 5 の A に記載の撮像部 1 2 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撮像部 1 2 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 1 2 a 1 と 1 2 a 4 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。

[0930] また、被写体の照度が低くそれゆえ撮像部 1 2 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 1 2 a 2 と 1 2 a 3 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。

[0931] この場合、図 1 1 5 の A に示した撮像部 1 2 を備えるカメラモジュール 1 は、絞り板 5 1 の形状として、図 1 1 5 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、例えば、図 1 1 5 の B に記載の絞り板 5 1 の形状を用いて良い。

[0932] 図 1 1 5 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、例え

ば、図 1 1 5 の C の絞り板 5 1 は、大きな画素を用いた受光領域 1 2 a 2 と受光領域 1 2 a 3 と組み合わせて用いる絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b が、他の受光領域と組み合わせて用いる絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b よりも大きい。

[0933] このため、図 1 1 5 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 1 5 の C の絞り板 5 1 を、図 1 1 5 の A に示した撮像部 1 2 と組み合わせて用いるカメラモジュール 1 は、図 1 1 5 の B の絞り板 5 1 を、図 1 1 5 の A に示した撮像部 1 2 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撮像部 1 2 において大きな信号が得られない場合に、受光領域 1 2 a 2 と受光領域 1 2 a 3 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。

[0934] 図 1 1 5 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、例えば、図 1 1 5 の D の絞り板 5 1 は、大きな画素を用いた受光領域 1 2 a 2 と受光領域 1 2 a 3 と組み合わせて用いる絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b が、他の受光領域と組み合わせて用いる絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b よりも小さい。

[0935] このため、図 1 1 5 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 1 5 の D の絞り板 5 1 を、図 1 1 5 の A に示した撮像部 1 2 と組み合わせて用いるカメラモジュール 1 は、図 1 1 5 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 1 5 の B の絞り板 5 1 を、図 1 1 5 の A に示した撮像部 1 2 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撮像部 1 2 において大きな信号が得られる場合に、受光領域 1 2 a 2 と受光領域 1 2 a 3 へ入射する光の量を抑える、という作用をもたらす。

[0936] これにより、受光領域 1 2 a 2 と受光領域 1 2 a 3 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 1 2 a 2 と受光領域 1 2 a 3 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。

[0937] 図 1 1 6 の A は、カメラモジュール 1 の撮像部 1 2 に備わる 4 個の画素アレイ 1 2 b 1 乃至 1 2 b 4 の画素配列の第 6 の例を示している。

- [0938] 図116のAに示される撮像部12においては、画素アレイ12b1の繰り返し単位801c1の領域サイズが、画素アレイ12b2及び12b3の繰り返し単位801c1及び801c2の領域サイズよりも小さい。画素アレイ12b4の繰り返し単位801c4の領域サイズは、画素アレイ12b2及び12b3の繰り返し単位801c1及び801c2の領域サイズよりも大きい。
- [0939] 即ち、繰り返し単位801c1乃至801c4の領域サイズには、繰り返し単位801c1 < (繰り返し単位801c2 = 繰り返し単位801c3) < 繰り返し単位801c4、という関係がある。
- [0940] 繰り返し単位801c1乃至801c4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。
- [0941] 図116のAの撮像部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106のA乃至Cに示した各種の絞り板51の構成、もしくは、図116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。
- [0942] 図116のAに記載の撮像部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撮像部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12a1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。
- [0943] また、被写体の照度が低くそれゆえ撮像部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12a2と受光領域12a3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。
- [0944] 被写体の照度がさらに低くそれゆえ撮像部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12a4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。

[0945] この場合、図 1 1 6 の A に示した撮像部 1 2 を備えるカメラモジュール 1 は、絞り板 5 1 の形状として、図 1 1 6 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、例えば、図 1 1 6 の B に記載の絞り板 5 1 の形状を用いて良い。

[0946] 図 1 1 6 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、例えば、図 1 1 6 の C の絞り板 5 1 は、大きな画素を用いた受光領域 1 2 a 2 と受光領域 1 2 a 3 と組み合わせて用いる絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b が、小さな画像を用いた受光領域 1 2 a 1 と組み合わせて用いる絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b よりも大きい。また、さらに大きな画素を用いた受光領域 1 2 a 4 と組み合わせて用いる絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b は、さらに大きい。

[0947] このため、図 1 1 6 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 1 6 の C の絞り板 5 1 を、図 1 1 6 の A に示した撮像部 1 2 と組み合わせて用いるカメラモジュール 1 は、図 1 1 6 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 1 6 の B の絞り板 5 1 を、図 1 1 6 の A に示した撮像部 1 2 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撮像部 1 2 において大きな信号が得られない場合に、受光領域 1 2 a 2 と受光領域 1 2 a 3 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 1 2 a 4 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。

[0948] 図 1 1 6 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、例えば、図 1 1 6 の D の絞り板 5 1 は、大きな画素を用いた受光領域 1 2 a 2 と受光領域 1 2 a 3 と組み合わせて用いる絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b が、小さな画像を用いた受光領域 1 2 a 1 と組み合わせて用いる絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b よりも小さい。また、さらに大きな画素を用いた受光領域 1 2 a 4 と組み合わせて用いる絞り板 5 1 の開口領域 5 1 b は、さらに小さい。

[0949] このため、図 1 1 6 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 1 6 の D の絞り板 5 1 を、図 1 1 6 の A に示した撮像部 1 2 と組み

合わせて用いるカメラモジュール1は、図116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116のBの絞り板51を、図116のAに示した撮像部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撮像部12において大きな信号が得られる場合に、受光領域12a2と受光領域12a3へ入射する光の量を抑える、という作用をもたらす。

[0950] これにより、受光領域12a2と受光領域12a3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12a2と受光領域12a3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。

[0951] また、受光領域12a4へ入射する光の量をさらに抑え、これにより、受光領域12a4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12a4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。

[0952] 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。

[0953] 例えば、図115のAと図116のAに記載の撮像部12を用いる場合に、被写体の照度が低い場合には、図115のB乃至Dと図116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115のCと図116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115のBと図116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115のDと図116のDの形状を用いる、という構造としても良い。

[0954] 図117は、カメラモジュール1の撮像部12に備わる4個の画素アレイ12b1乃至12b4の画素配列の第7の例を示している。

- [0955] 図117に示される撮像部12では、画素アレイ12b1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12b2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12b3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12b4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。
- [0956] 図118は、カメラモジュール1の撮像部12に備わる4個の画素アレイ12b1乃至12b4の画素配列の第8の例を示している。
- [0957] 図118に示される撮像部12では、画素アレイ12b1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12b2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12b3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12b4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。
- [0958] 図119は、カメラモジュール1の撮像部12に備わる4個の画素アレイ12b1乃至12b4の画素配列の第9の例を示している。
- [0959] 図119に示される撮像部12では、画素アレイ12b1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12b2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12b3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12b4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。
- [0960] 図120は、カメラモジュール1の撮像部12に備わる4個の画素アレイ12b1乃至12b4の画素配列の第10の例を示している。
- [0961] 図120に示される撮像部12では、画素アレイ12b1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12b2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12b3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12b4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。

[0962] 図 1 1 7 乃至図 1 2 0 に示したように、撮像部 1 2 の画素アレイ 1 2 b 1 乃至 1 2 b 4 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。

[0963] 従来から知られる R G B 3 板式の固体撮像素子は、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 R G B 3 板式の固体撮像素子は、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。

[0964] これに対して、図 1 1 7 乃至図 1 2 0 に記載の撮像部 1 2 いずれかを用いる、図 1 0 4 と図 1 0 5 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 1 3 が配置され、かつこれら 4 個の光学ユニット 1 3 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、撮像部 1 2 が備える 4 個の異なる受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 4 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。

[0965] 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 1 3 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 1 3 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。

[0966] なお、図 1 1 7 に記載の撮像部 1 2 によって、G、R、G、B、4 枚の画像を得る構成は、図 1 0 8 に記載の撮像部 1 2 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。

[0967] 図 1 1 8 に記載の撮像部 1 2 において、R、G、B、C、4 枚の画像を得

る構成は、図109に記載の撮像部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。

[0968] 図119に記載の撮像部12において、R、C、B、C、4枚の画像を得る構成は、図110に記載の撮像部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。

[0969] 図120に記載の撮像部12において、R、C、C、C、4枚の画像を得る構成は、図111に記載の撮像部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。

[0970] 図117乃至図120に示した撮像部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106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。

[0971] 図121のAは、カメラモジュール1の撮像部12に備わる4個の画素アレイ12b1乃至12b4の画素配列の第11の例を示している。

[0972] 図121のAに示される撮像部12においては、画素アレイ12b1乃至12b4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。

[0973] 画素サイズについては、画素アレイ12b1が最も小さく、画素アレイ12b2と12b3が同サイズで、画素アレイ12b1よりも大きく、画素アレイ12b4が、画素アレイ12b2と12b3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。

[0974] 各画素が受光する光の波長については、画素アレイ12b1、12b2、及び12b4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12b3は、赤色の波長の光を受光する画素で構成されている。

[0975] 図121のAに記載の撮像部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撮像部 1 2 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 1 2 a 1 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。

[0976] また、被写体の照度が低くそれゆえ撮像部 1 2 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 1 2 a 2 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。

[0977] 被写体の照度がさらに低くそれゆえ撮像部 1 2 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 1 2 a 4 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。

[0978] なお、図 1 2 1 の A に記載の撮像部 1 2 へ、図 1 2 1 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 2 1 の B の絞り板 5 1 を組み合わせて用いる構成は、図 1 1 6 の A に記載の撮像部 1 2 へ、図 1 1 6 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 1 6 の B の絞り板 5 1 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。

[0979] また、図 1 2 1 の A に記載の撮像部 1 2 へ、図 1 2 1 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 2 1 の C の絞り板 5 1 を組み合わせて用いる構成は、図 1 1 6 の A に記載の撮像部 1 2 へ、図 1 1 6 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 1 6 の C の絞り板 5 1 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。

[0980] また、図 1 2 1 の A に記載の撮像部 1 2 へ、図 1 2 1 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 2 1 の D の絞り板 5 1 を組み合わせて用いる構成は、図 1 1 6 の A に記載の撮像部 1 2 へ、図 1 1 6 の B 乃至 D に記載した絞り板 5 1 の形状に関わる 3 枚のうち、図 1 1 6 の D の絞り板 5 1 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。

。

[0981] 図121のAの撮像部12を備えるカメラモジュール1には、図106のA若しくはDに示した絞り板51の構成、若しくは、図121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。

[0982] <56. カメラモジュール1の第25実施の形態>

図122は、本技術を適用したカメラモジュールの第25実施の形態を示す図である。

[0983] 図122のAは、カメラモジュール1の第25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122のBは、カメラモジュール1Eの概略断面図である。

[0984] カメラモジュール1Eは、図103に示した第22実施の形態に係るカメラモジュール1Bと同様、2個の光学ユニット13を備える。カメラモジュール1Eが、図103のカメラモジュール1Bと異なる点は、第22実施の形態に係るカメラモジュール1Bでは、2個の光学ユニット13の光学パラメータが異なる構成であったのに対して、第22実施の形態に係るカメラモジュール1Eでは、2個の光学ユニット13の光学パラメータが同じものとなっている。すなわち、カメラモジュール1Eに備わる2個の光学ユニット13において、レンズ樹脂部82の個数、径、厚さ、および、表面形状、材料、上下に隣接する2枚のレンズ樹脂部82の間の距離、などが同じになっている。

[0985] 図122のCは、カメラモジュール1Eの積層レンズ構造体11を構成する所定の1枚のレンズ付き基板41の平面形状を示す図である。

[0986] 図122のDは、図122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。

[0987] 図123は、図122に示したカメラモジュール1Eの撮像部12の構造を説明する図である。

[0988] カメラモジュール1Eの撮像部12は、2個の受光領域12a1および12a2を備える。受光領域12a1と受光領域12a2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12b1および12b2を備え

る。

[0989] 画素アレイ 1 2 b 1 および 1 2 b 2 は、複数もしくは単数の画素からなる繰返し単位 8 0 1 c 1 および 8 0 1 c 2 を備える。より詳しくは、画素アレイ 1 2 b 1 は、繰返し単位 8 0 1 c 1 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成され、画素アレイ 1 2 b 2 は、繰返し単位 8 0 1 c 2 を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成されている。繰返し単位 8 0 1 c 1 は、R, G, B, G の各画素からなる 4 画素であり、繰返し単位 8 0 1 c 2 は、1 つの C の画素で構成される。

[0990] したがって、カメラモジュール 1 E は、カラー画像信号を出力する 1 組のセンサユニット、即ち、R, G, B の各画素を有する画素アレイ 1 2 b 1 と光学ユニット 1 3 の組と、白黒画像信号を出力する 1 組のセンサユニット、即ち、C の画素を有する画素アレイ 1 2 b 2 と光学ユニット 1 3 の組とを備える。

[0991] 国際電気通信連合が定めた、R, G, B の画素信号を輝度信号と色差信号へ変換する規格 ITU-R BT. 601-7 の輝度信号 Y に関する次式 (1) からわかるように、R, G, B の画素信号の中で、G の信号は輝度に関する感度が最も高く、B の信号は輝度に関する感度が最も低い。

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad \cdots \text{式 (1)}$$

[0992] そこで簡単のため、図 1 2 3 に記載の受光領域 1 2 a 1 において、高い感度で輝度情報が得られる画素は G の画素だけだと仮定して、高い感度で輝度情報が得られる画素が配置された場所を示すと、図 1 2 4 に示されるようになる。

[0993] 図 1 2 4 は、図 1 2 3 に示した撮像部 1 2 において、高い感度で輝度情報が得られる画素が配置された場所を示す図である。

[0994] 輝度情報に関わる上記の仮定に基づくと、受光領域 1 2 a 1 において高い感度で輝度情報が得られる画素は、G の画素のみとなる。これに対して、受光領域 1 2 a 2 では、画素アレイ 1 2 b 2 を構成する全ての画素が、可視光の全波長領域の光を受光することにより高い感度で輝度情報が得られる、C

の画素となっている。

[0995] 図 1 2 5 は、各画素の画素信号の出力点を画素中心として、図 1 2 4 に示した撮像部 1 2 において、高い感度で輝度情報が得られる画素（以下、高輝度画素ともいう。）の配置ピッチを示した図である。

[0996] 受光領域 1 2 a 1 と受光領域 1 2 a 2 の高輝度画素の配置ピッチを比較すると、行方向と列方向については、共通の配置ピッチ P_LEN1 となっている。

[0997] しかし、行方向および列方向に対して 45° となる斜め方向については、受光領域 1 2 a 1 の配置ピッチ P_LEN2 と受光領域 1 2 a 2 の配置ピッチ P_LEN3 は異なる。具体的には、受光領域 1 2 a 2 の配置ピッチ P_LEN3 は、受光領域 1 2 a 1 の配置ピッチ P_LEN2 の $1/2$ の幅になっている。言い換えれば、行方向および列方向に対して 45° となる斜め方向については、受光領域 1 2 a 2 は、受光領域 1 2 a 1 よりも、解像度が 2 倍高い画像を得ることができる。

[0998] 図 1 2 2 乃至図 1 2 5 を参照して説明した 2 眼構造のカメラモジュール 1 E は、R, G, B, G の画素配列を繰り返し単位 8 0 1 c 1 として有するいわゆるベイヤー配列の受光領域 1 2 a 1 に加えて、画素アレイ 1 2 b 2 を構成する全ての画素が C の画素となっている受光領域 1 2 a 2 を併せて備える。

[0999] このようなカメラモジュール 1 E の構造は、受光領域 1 2 a 1 のみから得られる画像よりも、鮮明な画像を得ることができるという作用をもたらす。例えば、受光領域 1 2 a 2 から画素毎の輝度の変化の情報が得られる。この情報に基づいて、受光領域 1 2 a 1 から得られる輝度の情報を補完すると、受光領域 1 2 a 1 のみから得られる画像よりも、解像度の高い画像を得ることができるという作用をもたらす。上述したように、斜め方向の解像度は、受光領域 1 2 a 1 から得られる画素情報のみの場合と比較して 2 倍となるので、受光領域 1 2 a 1 と受光領域 1 2 a 2 の両方の画素情報を組み合わせることで、2 倍のロスレスズーム（画質劣化のない拡大画像）を実現することができる。異なる撮像範囲のレンズを使用する方法によりロスレスズームを実現する方法はあるが、その場合はカメラモジュールの高さが異なってしまう

。カメラモジュール1Eによれば、モジュールの高さを変えずにロスレスズームを実現することができる。

[1000] また、RGB3種類のカラーフィルタを備えない受光領域12a2から得られる輝度信号は、カラーフィルタを備える受光領域12a1から得られる輝度信号の約1.7倍の信号レベルとなる。したがって、例えば、受光領域12a1で得られたGの輝度信号を、受光領域12a2で得られた対応画素の輝度信号で置き換えるなど、受光領域12a1と受光領域12a2の両方の画素情報を組み合わせることで、SN比 (Signal to Noise ratio) を向上させた画素信号を生成して出力することができる。例えば、単眼のカラー撮像センサを用いて複数枚の画像を撮像し、それらの画像信号を合成することにより、SN比を向上させる技術があるが、そのような方法は、複数枚の画像を取得するまでの時間が長くなるため、動体や動画には不向きである。カメラモジュール1Eは、受光領域12a1と受光領域12a2を同期して撮像できるので、高SN比の画像を短時間で生成でき、動画、動体の撮像にも適している。

[1001] また、受光領域12a2の各画素の画素信号が、受光領域12a1の画素間の中間位置に対応する位置となるように、受光領域12a1と受光領域12a2の両方の画素情報を組み合わせることで、受光領域12a1のみから得られる画像の2倍の解像度の超解像画像を得ることができる。例えば、画素数が20メガピクセルで、4Kx2Kの8メガピクセルの動画画像を撮像する単眼のカラー撮像センサがある。このカラー撮像センサと画素数が同一の2眼のカメラモジュール1Eを用いた場合、上述のように受光領域12a1に対して受光領域12a2の画素位置を水平垂直方向それぞれに1/2画素ずらして画素情報を補完することで、8Kx4Kの32メガピクセル相当の超解像動画を得ることができる。

[1002] 以上のように、2眼のカメラモジュール1Eによれば、2つの受光領域12a1と受光領域12a2により得られる画素情報を用いて、画質劣化のない拡大画像、SN比を向上させた画像や、超解像画像など、様々な用途の画像を

生成することができる。どのような用途の画像を生成するかは、例えば、カメラモジュール1Eが組み込まれた撮像装置の動作モードの設定によって選択決定される。

[1003] <57. カメラモジュール1の第26実施の形態>

図126は、本技術を適用したカメラモジュールの第26実施の形態を示す図である。

[1004] 図126のAは、カメラモジュール1の第26実施の形態としてのカメラモジュール1Fの外観を示す模式図である。図126のBは、カメラモジュール1Fの概略断面図である。

[1005] カメラモジュール1Fは、図126のBに示されるように、光学パラメータが同じ3個の光学ユニット13を備える。

[1006] 図126のCは、カメラモジュール1Fの撮像部12の構造を説明する図である。

[1007] カメラモジュール1Fの撮像部12は、その上側に配置されている3個の光学ユニット13に対応した位置に、3個の受光領域12a1乃至12a3を備える。受光領域12a1乃至12a3は、画素をアレイ状に配列した画素アレイ12b1乃至12b3を備える。

[1008] 画素アレイ12b1乃至12b3は、複数もしくは単数の画素からなる繰り返し単位801c1乃至801c3を備える。より詳しくは、画素アレイ12b1は、繰り返し単位801c1を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成され、画素アレイ12b2は、繰り返し単位801c2を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成され、画素アレイ12b3は、繰り返し単位801c3を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成されている。繰り返し単位801c1は、R,G,B,Gの各画素からなる4画素であり、繰り返し単位801c2と801c3は、1つのCの画素で構成される。

[1009] したがって、カメラモジュール1Fは、カラー画像信号を出力する1組のセンサユニット、即ち、R,G,Bの各画素を有する画素アレイ12b1と光学ユニ

ット13の組と、白黒画像信号を出力する2組のセンサユニット、即ち、Cの画素を有する画素アレイ12b2と光学ユニット13の組及びCの画素を有する画素アレイ12b3と光学ユニット13の組とを備える。

[1010] このようなカメラモジュール1Fの構造は、上述した2眼のカメラモジュール1Eと同様に、受光領域12a1のみから得られる画像よりも、鮮明な画像を得ることができるという作用をもたらす。すなわち、Cの画素で構成された画素アレイ12b2を有する受光領域12a2と、Cの画素で構成された画素アレイ12b3を有する受光領域12a3からの画素情報、例えば画素毎の輝度の変化の情報、を利用して、R,G,B,Gの画素配列を繰り返し単位801c1として有するベイヤー配列の受光領域12a1から得られる輝度の情報を補完すると、受光領域12a1のみから得られる画像よりも、解像度の高い画像を得ることができるという作用をもたらす。上述したように、斜め方向の解像度は、単眼のカラー撮像センサと比較して2倍となるので、受光領域12a1乃至12a3の画素情報を組み合わせることで、2倍のロスレスズーム（画質劣化のない拡大画像）を実現することができる。異なる撮像範囲のレンズを使用する方法によりロスレスズームを実現する方法はあるが、その場合はカメラモジュールの高さが異なってしまう。カメラモジュール1Fによれば、カメラモジュールの高さを変えずにロスレスズームを実現することができる。

[1011] 3眼のカメラモジュール1Fにおいても、上述した2眼のカメラモジュール1Eと同様に、受光領域12a1乃至12a3を同期して撮像することで、高SN比の動画、動体の撮像が可能である。また、受光領域12a1に対して受光領域12a2及び12a3の画素位置を水平垂直方向それぞれに1/2画素ずらして画素情報を補完することで、2倍の解像度の超解像画像を得ることができる。

[1012] さらに、カメラモジュール1Fの構造は、Cの画素で構成された受光領域12a2と12a3からの画像情報を用いて、例えば、特開2008-286527号公報や国際公開第2011/058876号に開示された測距装置

と同様に、複眼測距装置として距離情報を得ることができるという作用をもたらす。

[1013] Cの画素で構成された受光領域12a2と受光領域12a3では、カラー撮像センサよりも約1.7倍の信号レベルの輝度信号が得られる。したがって、受光領域12a2と受光領域12a3を用いて距離情報を得ることで、被写体の照度が低く、その結果、被写体の輝度が低い撮影環境においても、距離情報を高速かつ正確に得ることができるという作用をもたらす。この距離情報を用いて、例えばカメラモジュール1Fを用いた撮像装置において、オートフォーカス動作を高速かつ正確に行うことができるという作用をもたらす。

[1014] オートフォーカス機構としては、一般に、一眼レフカメラではオートフォーカス専用センサが用いられ、コンパクトデジタルカメラ等では、画像センサの一部に位相差画素を配置した像面位相差方式とコントラストAF方式の組合せが用いられる。位相差画素は、受光領域が通常画素の例えば半分となるような画素で構成されるため、像面位相差方式は低照度に弱い欠点がある。また、コントラストAF方式は、フォーカス時間が遅い欠点があり、オートフォーカス専用センサは、装置サイズが大きくなる欠点がある。

[1015] カメラモジュール1Fでは、距離情報を取得する2つの受光領域12a2および12a3の全画素が、受光領域が縮小されていない通常画素で構成されている。また、距離情報を得るための受光領域12a2および12a3の撮像を、カラー画像を取得できる受光領域12a1の撮像と同期して行わせることができる。したがって、カメラモジュール1Fによれば、コンパクトで、低照度に強く、高速に、オートフォーカスを行うことができる。

[1016] 加えて、カメラモジュール1Fの構造は、例えば特開2006-318060号公報や特開2012-15642号公報に開示された距離画像と同様に、距離情報を用いて、濃淡の度合いによって距離を表現した距離画像を出力することができるという作用をもたらす。

[1017] 以上のように、3眼のカメラモジュール1Fによれば、3つの受光領域12

a 1 乃至 1 2 a 3 により得られる画素情報を用いて、画質劣化のない拡大画像、SN比を向上させた画像や、超解像画像、距離画像など、様々な用途の画像を生成することができる。受光領域 1 2 a 2 および 1 2 a 3 の視差に基づく距離情報を生成することもできる。3つの受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 3 から得られる画素情報を、どのような用途に用いるかは、例えば、カメラモジュール 1 F が組み込まれた撮像装置の動作モードの設定によって選択決定される。

[1018] 図 1 2 7 は、3眼のカメラモジュール 1 F に用いられる撮像部 1 2 の基板構成例を示している。

[1019] 3眼のカメラモジュール 1 F に用いられる撮像部 1 2 は、図 1 2 7 に示されるように、3枚の半導体基板 8 6 1 乃至 8 6 3 を積層した3層構造で形成することができる。

[1020] 3枚の半導体基板 8 6 1 乃至 8 6 3 のうち、光が入射される側の第1の半導体基板 8 6 1 には、3つの光学ユニット 1 3 に対応した3つの受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 3 が形成されている。

[1021] 真ん中の第2の半導体基板 8 6 2 には、3つの受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 3 に対応した3つのメモリ領域 8 3 1 a 1 乃至 8 3 1 a 3 が形成されている。メモリ領域 8 3 1 a 1 乃至 8 3 1 a 3 は、例えば、第3の半導体基板 8 6 3 の制御領域 8 4 2 a 1 乃至 8 4 2 a 3 を介して供給される画素信号を所定時間保持する。

[1022] 第2の半導体基板 8 6 2 の下層の第3の半導体基板 8 6 3 には、3つの受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 3 に対応したロジック領域 8 4 1 a 1 乃至 8 4 1 a 3 及び制御領域 8 4 2 a 1 乃至 8 4 2 a 3 が形成されている。制御領域 8 4 2 a 1 乃至 8 4 2 a 3 は、受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 3 から画素信号を読み出す読み出し制御、アナログの画素信号をデジタルに変換するAD変換処理、メモリ領域 8 3 1 a 1 乃至 8 3 1 a 3 への画素信号の出力などを行う。ロジック領域 8 4 1 a 1 乃至 8 4 1 a 3 は、例えば、AD変換された画像データの階調補正処理など、所定の信号処理を行う。

- [1023] 3枚の半導体基板861乃至863どうしは、例えば、貫通ビアやCu-Cuの金属結合により電氣的に接続されている。
- [1024] 以上のように、撮像部12は、3つの受光領域12a1乃至12a3に対応して、メモリ領域831a1乃至831a3、ロジック領域841a1乃至841a3、及び制御領域842a1乃至842a3を、3枚の半導体基板861乃至863に配置した3層構造により構成することができる。
- [1025] 一般に、単眼のカラー撮像センサを用いて高速フレームレートで撮像すると、1フレームの露光時間が短くなるので、SN比が劣化する。これに対して、カメラモジュール1Fでは、2つの受光領域12a2及び12a3において、撮像開始タイミングを1/2露光時間ずらして撮像動作させることで、単眼のカラー撮像センサと同一のフレームレートで、2倍の露光時間を確保することができる。受光領域12a1のカラー画像信号から得られる輝度情報を、その2倍の露光時間に設定して得られる2つの受光領域12a2及び12a3の白黒画像信号（輝度情報）で交互に置き換えることで、高速フレームレートであっても高SN比な画像を出力することができる。
- [1026] あるいはまた、3つの受光領域12a1乃至12a3のうちのいずれか1つのみを用いて撮像する場合には、1つの受光領域12aに対して3つのメモリ領域831a1乃至831a3を使用することができるので、メモリ容量が、通常の3倍になる。これにより、露光時間を短時間に設定して撮像するスーパースロー動画などにおいて、撮像時間を3倍に増やすことができる。さらに、AD変換処理も、3つの制御領域842a1乃至842a3の各ADC (analog/digital converter)を使用することができるので、3倍近い高速駆動が可能になる。
- [1027] また、撮像部12は、3つの受光領域12a1乃至12a3に対応させて、メモリ領域831a1乃至831a3を備えることで、例えば、図128に示されるように、撮像画像全体のうち、ナンバープレートの領域の画像信号だけを後段に出力するなどの処理が可能となる。これにより、伝送するデータ量を圧縮することができるので、データ転送の負荷を低減し、転送速度

の向上、消費電力の低減などの効果もある。

[1028] 以上のように、カメラモジュール1Fの撮像部12を、3枚の半導体基板861乃至863を積層した3層構造で構成することで、撮像部12から得られる画像の用途も拡大する。

[1029] <58. カメラモジュール1の第27実施の形態>

図129は、本技術を適用したカメラモジュールの第27実施の形態を示す図である。

[1030] 図129のAは、カメラモジュール1の第27実施の形態としてのカメラモジュール1Gの外観を示す模式図である。図129のBは、カメラモジュール1Gの概略断面図である。

[1031] カメラモジュール1Gは、光学パラメータが同じ4個の光学ユニット13を備える。

[1032] 図129のCは、カメラモジュール1Gの撮像部12の構造を説明する図である。

[1033] カメラモジュール1Gの撮像部12は、その上側に配置されている4個の光学ユニット13に対応した位置に、4個の受光領域12a1乃至12a4を備える。受光領域12a1乃至12a4は、光を受光する画素をアレイ状に配列した画素アレイ12b1乃至12b4を備える。

[1034] 画素アレイ12b1乃至12b4は、複数もしくは単数の画素からなる繰り返し単位801c1乃至801c4を備える。より詳しくは、画素アレイ12b1は、繰り返し単位801c1を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成され、画素アレイ12b2は、繰り返し単位801c2を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成されている。また、画素アレイ12b3は、繰り返し単位801c3を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成され、画素アレイ12b4は、繰り返し単位801c4を縦方向と横方向の双方にそれぞれ複数個アレイ状に配列することで構成されている。繰り返し単位801c1と801c4は、R, G, B, Gの各画素からなる4画素であ

り、繰り返し単位801c2と801c3は、1つのCの画素で構成される。

[1035] したがって、カメラモジュール1Gは、カラー画像信号を出力する2組のセンサユニット、即ち、R,G,Bの各画素を有する画素アレイ12b1と光学ユニット13の組及びR,G,Bの各画素を有する画素アレイ12b4と光学ユニット13の組と、白黒画像信号を出力する2組のセンサユニット、即ち、Cの画素を有する画素アレイ12b2と光学ユニット13の組及びCの画素を有する画素アレイ12b3と光学ユニット13の組とを備える。

[1036] このようなカメラモジュール1Gの構造は、上述した2眼のカメラモジュール1Eと同様に、受光領域12a1のみから得られる画像よりも、鮮明な画像を得ることができるという作用をもたらす。すなわち、Cの画素で構成された画素アレイ12b2を有する受光領域12a2と、Cの画素で構成された画素アレイ12b3を有する受光領域12a3からの画素情報、例えば画素毎の輝度の変化の情報、を利用して、R,G,B,Gの画素配列を繰り返し単位801c1として有するベイヤー配列の受光領域12a1もしくは12a4から得られる輝度の情報を補完すると、受光領域12a1もしくは12a4のみから得られる画像よりも、解像度の高い画像を得ることができるという作用をもたらす。また、斜め方向の解像度は、単眼または複眼のカラー撮像センサと比較して2倍となるので、受光領域12a1乃至12a4の画素情報を組み合わせることで、2倍のロスレスズーム（画質劣化のない拡大画像）を実現することができる。異なる撮像範囲のレンズを使用する方法によりロスレスズームを実現する方法はあるが、その場合はカメラモジュールの高さが異なってしまう。カメラモジュール1Gによれば、モジュールの高さを変えずにロスレスズームを実現することができる。

[1037] カラー画像を撮像する2つの受光領域12a1および12a4で撮像範囲が重複するエリアでは、信号量が2倍になり、ノイズが1.4倍となるため、画素信号のSN比を向上させることができる。白黒画像を撮像する2つの受光領域12a2および12a3もさらに重複するエリアでは、輝度信号の信号レベルがカラー画像を撮像する受光領域12a1および12a4の約1.

7倍あるため、さらにSN比が向上する。4つの受光領域12a1乃至12a4の画素情報を組み合わせた場合のSN比は、単眼のカラー撮像センサと比較して、約2.7倍に向上する。カメラモジュール1Gは、受光領域12a1と受光領域12a2を同期して撮像することができるので、高SN比の画像を短時間で生成でき、動画、動体の撮像にも適している。

[1038] さらに、カメラモジュール1Gの構造は、Cの画素で構成された受光領域12a2と受光領域12a3からの画像情報を用いて、例えば、特開2008-286527号公報や国際公開第2011/058876号に開示された測距装置と同様に、複眼測距装置として距離情報を得ることができるという作用をもたらす。

[1039] また、輝度信号の信号レベルが高いCの画素で構成された受光領域12a2と受光領域12a3を用いて距離情報を得ることで、被写体の照度が低く、その結果、被写体の輝度が低い撮影環境においても、距離情報を高速かつ正確に得ることができるという作用をもたらす。この距離情報を用いて、例えばカメラモジュール1Gを用いた撮像装置において、オートフォーカス動作を高速かつ正確に行うことができるという作用をもたらす。

[1040] カメラモジュール1Gでは、距離情報を取得する2つの受光領域12a2及び受光領域12a3の全画素が、位相差画素のように受光領域が縮小された画素ではなく、通常画素で構成されている。また、距離情報が得られる受光領域12a2と受光領域12a3を、カラー画像を取得できる受光領域12a1及び12a4と同期して撮像することができる。したがって、カメラモジュール1Fによれば、コンパクトで、低照度に強く、高速に、オートフォーカスを行うことができる。

[1041] 加えて、カメラモジュール1Gの構造は、例えば特開2006-318060号公報や特開2012-15642号公報に開示された距離画像と同様に、距離情報を用いて、濃淡の度合いによって距離を表現した距離画像を出力することができるという作用をもたらす。

[1042] また、カメラモジュール1Gは、画素の駆動方法を変えることで、ダイナミ

ックレンジの広い画像（ハイダイナミックレンジ画像）を得ることもできる。

[1043] 図130は、ハイダイナミックレンジ画像を得るための画素の駆動方法を説明する図である。

[1044] カメラモジュール1Gにおいて、R,G,B,Gの画素で構成された画素アレイ12b1を備える受光領域12a1と、Cの画素で構成された画素アレイ12b3を備える受光領域12a3は、被写体がある特定の照度下にある場合に、所定の露光時間（以下、第1の露光時間という。）で画像を撮影する。

[1045] 一方、Cの画素で構成された画素アレイ12b2を備える受光領域12a2と、R,G,B,Gの画素で構成された画素アレイ12b4を備える受光領域12a4は、被写体が上記特定の照度下にある場合に、上記第1の露光時間よりも短い露光時間（以下、第2の露光時間という。）で画像を撮影する。なお、以下の説明では、第1の露光時間を長秒露光時間ともいい、第2の露光時間を短秒露光時間ともいう。

[1046] 例えば、被写体の照度が高い場合、長秒露光時間で画像を撮影すると、被写体の中でも輝度が高いものを撮影した画素は、画素の適正な動作限界（例えば飽和電荷量）を越えた状態で撮影動作を行うことになり、撮影の結果得られる画像データが階調性を失っている、いわゆる画像が白飛びした状態になることがある。そのような場合においても、カメラモジュール1Gにおいては、受光領域12a2と受光領域12a4とから短秒露光時間で撮影した画像、言い換えれば、画素の適正な動作範囲内（例えば飽和電荷量以下）となる状態で撮影された画像を得ることができる。

[1047] カメラモジュール1Gは、このようにして得られた長秒露光時間で撮影した画像と短秒露光時間で撮影した画像とを、例えば特開平11-75118号公報や特開平11-27583号公報に開示されたダイナミックレンジ拡大のための画素信号の合成方法と同様にして合成することで、ハイダイナミックレンジ画像を得ることができるという作用をもたらす。

[1048] 一般に、ハイダイナミックレンジ画像の生成方法には、単眼のカラー撮像

センサ等を用いて、長秒露光時間で撮影した画像と短秒露光時間で撮影した画像とを時間差で取得し、合成する方法や、画素アレイを長秒露光画素と短秒露光画素とに分けて撮像する方法などがある。長秒露光時間で撮影した画像と短秒露光時間で撮影した画像の2枚の画像を合成する方法では、動体や動画に不向きであり、画素アレイを長秒露光画素と短秒露光画素とに分ける方法では、解像度の劣化が発生する。4眼のカメラモジュール1Gを用いてハイダイナミックレンジ画像を生成する方法によれば、解像度の劣化がなく、フレームレートの低下もないので、動体や動画にも適している。

[1049] 以上のように、4眼のカメラモジュール1Gによれば、4つの受光領域12a1乃至12a4により得られる画素情報を用いて、画質劣化のない拡大画像、SN比を向上させた画像や、超解像画像、距離画像、ハイダイナミックレンジ画像など、様々な用途の画像を生成することができる。受光領域12a2と受光領域12a3の視差に基づく距離情報を生成することもできる。4つの受光領域12a1乃至12a4から得られる画素情報を、どのような用途に用いるかは、例えば、カメラモジュール1Gが組み込まれた撮像装置の動作モードの設定によって選択決定される。

[1050] 図131は、4眼のカメラモジュール1Gに用いられる撮像部12の基板構成例を示している。

[1051] 4眼のカメラモジュール1Gに用いられる撮像部12は、図131に示されるように、3枚の半導体基板861乃至863を積層した3層構造により形成することができる。

[1052] 3枚の半導体基板861乃至863のうち、光が入射される側の第1の半導体基板861には、4つの光学ユニット13に対応した4つの受光領域12a1乃至12a4が形成されている。

[1053] 真ん中の第2の半導体基板862には、4つの受光領域12a1乃至12a4に対応した4つのメモリ領域831a1乃至831a4が形成されている。第3の半導体基板863には、4つの受光領域12a1乃至12a4に対応したロジック領域841a1乃至841a4及び制御領域842a1乃

至 8 4 2 a 4 が形成されている。

- [1054] 一般に、単眼のカラー撮像センサを用いて高速フレームレートで撮像すると、1 フレームの露光時間が短くなるので、SN比が劣化する。これに対して、カメラモジュール 1 G では、4 つの受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 4 を用いて、撮像開始タイミングを $1/4$ 露光時間ずらして撮像動作させることで、単眼のカラー撮像センサと同一のフレームレートで、4 倍の露光時間を確保することができる。受光領域 1 2 a 1 または 1 2 a 4 のカラー画像信号から得られる輝度情報を、その 4 倍の露光時間に設定して得られる 4 つの受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 4 の輝度情報で順次置き換えることで、高速フレームレートであっても高 SN 比な画像を出力することができる。
- [1055] あるいはまた、4 つの受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 4 のうちのいずれか 1 つのみを用いて撮像する場合には、1 つの受光領域 1 2 a に対して 4 つのメモリ領域 8 3 1 a 1 乃至 8 3 1 a 4 を使用することができるので、メモリ容量が、通常の 4 倍になる。これにより、露光時間を短時間に設定して撮像するスーパースロー動画などにおいて、撮像時間を 4 倍に増やすことができる。さらに、AD 変換処理も、4 つの制御領域 8 4 2 a 1 乃至 8 4 2 a 4 の各 ADC を使用することができるので、4 倍近い高速駆動が可能になる。
- [1056] また、撮像部 1 2 は、4 つの受光領域 1 2 a 1 乃至 1 2 a 4 に対応させて、メモリ領域 8 3 1 a 1 乃至 8 3 1 a 4 を備えることで、図 1 2 8 を参照して説明したように、所望の領域の画像信号だけを後段に出力するなどの処理が可能となる。これにより、伝送するデータ量を圧縮することができるので、データ転送の負荷を低減し、転送速度の向上、消費電力の低減などの効果もある。
- [1057] 以上のように、カメラモジュール 1 G の撮像部 1 2 を、3 枚の半導体基板 8 6 1 乃至 8 6 3 を積層した 3 層構造で構成することで、撮像部 1 2 から得られる画像の用途も拡大する。
- [1058] < 5 9. 撮像部 1 2 の第 1 変形例 >

上述のように、本技術を適用した第 1 乃至第 2 7 実施の形態では、カメラ

モジュール 1 が撮像部 1 2 を備え、撮像部 1 2 に備わる受光領域 1 2 a は、画素を行列状に 2 次元配置した画素アレイ 1 2 b を備え、画素アレイ 1 2 b 内の各画素は、フォトダイオード等の光電変換素子と複数の画素トランジスタとをそれぞれ備えている。

[1059] ここで、画素アレイ 1 2 b 内の各画素は、画素へ光が入射する方向、言い換えれば画素の深さ方向に、1 個の光電変換素子を備える構成であってもよいし、複数の光電変換素子を備える構成であってもよい。

[1060] 図 1 3 2 では、撮像部 1 2 の第 1 変形例として、画素アレイ 1 2 b 内の 1 画素内に、複数の光電変換素子を備えた積層構造画素の例について説明する。

[1061] 図 1 3 2 は、画素の深さ方向に複数の光電変換素子を備えた積層構造画素の構成例を示す断面図である。

[1062] 図 1 3 2 の撮像部 1 2 は、例えば、p 型（第 1 導電型）の半導体基板（半導体領域）9 0 1 に、例えば、n 型（第 2 導電型）の半導体領域 9 0 2 及び 9 0 3 が、画素単位で深さ方向に積層して形成されることにより、PN 接合によるフォトダイオード PD 1 および PD 2 が、深さ方向に形成されている。半導体領域 9 0 2 を電荷蓄積領域とするフォトダイオード PD 1 は、青色の光を受光して光電変換する光電変換素子であり、半導体領域 9 0 3 を電荷蓄積領域とするフォトダイオード PD 2 は、赤色の光を受光して光電変換する光電変換素子である。

[1063] 図 1 3 2 で下側となる半導体基板 9 0 1 の表面側には、酸化膜 9 0 4 が形成されるとともに、フォトダイオード PD 1 及び PD 2 を含む光電変換素子に蓄積された電荷の読み出し等を行う複数の画素トランジスタ Tr1 乃至 Tr5 と、複数の配線層 9 0 5 と層間絶縁膜 9 0 6 とからなる多層配線層 9 0 7 が形成されている。なお、図 1 3 2 では、簡単のため、配線層 9 0 5 が 1 層しか図示されていない。

[1064] 図 1 3 2 において、例えば、画素トランジスタ Tr1 は、選択トランジスタであり、画素トランジスタ Tr2 は、増幅トランジスタであり、画素トランジスタ

Tr3は、リセットトランジスタであり、画素トランジスタTr4は、フォトダイオードPD2の蓄積電荷を転送する転送トランジスタであり、画素トランジスタTr5は、フォトダイオードPD1の蓄積電荷を転送する転送トランジスタである。

[1065] 半導体基板901の表面側には、複数の画素トランジスタTr1乃至Tr5のソース領域またはドレイン領域となるn+型の半導体領域908、素子分離領域909などが形成されている。なお、n+型、p+型は、n型、p型よりも不純物濃度が高濃度であることを表す。

[1066] n型の半導体領域902と903の間にはp+型の半導体領域911が形成され、n型の半導体領域903の表面側界面には、暗電流抑制のためのp+型の半導体領域912が形成されている。

[1067] 半導体基板901の裏面側には、暗電流抑制のためのp+型の半導体領域913が形成され、その上に、負の固定電荷を有する固定電荷膜914および透明絶縁膜915が形成されている。透明絶縁膜915は、例えば、酸化シリコン(SiO₂)、窒化シリコン(SiN)、酸窒化シリコン(SiON)、酸化ハフニウム(HfO₂)などの材料を用いて1層または複数層で形成される。

[1068] 透明絶縁膜915のさらに上には、絶縁層916を介して、第1電極921、光電変換層922、および、第2電極923が積層されて構成される光電変換素子が形成されている。この光電変換素子は、緑色の光を受光して光電変換する。第1電極921と第2電極923との間に挟まれた光電変換層922は、例えば、ローダミン系色素、メラシアニン系色素、キナクリドン誘導体、サブフタロシアニン系色素(サブフタロシアニン誘導体)等からなる上層光電変換層922Aと、例えば、IGZOから成る下層半導体層922Bの積層構造で構成される。この光電変換素子は、第1電極921と離間して配置され、且つ、絶縁層924を介して光電変換層922と対向して配置された電荷蓄積用電極925を備えている。電荷蓄積用電極925は金属配線928を介して駆動回路に接続されており、電荷蓄積用電極925には、電荷蓄積時に所定の電圧が印加される。

[1069] 第2電極923上面には、保護層931が形成されており、保護層931上に、オンチップマイクロレンズ932が形成されている。

[1070] 第1電極921は、絶縁層916を貫通する金属配線926と接続されており、金属配線926は、半導体基板901を貫通する導電性プラグ927と接続されている。金属配線926は、例えば、タングステン(W)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)などの材料で形成される。

[1071] 導電性プラグ927は、半導体基板901の表面側界面近傍にn+型の半導体領域908で形成された電荷蓄積部と接続されている。半導体基板901を貫通する導電性プラグ927の外周は、透明絶縁膜915で絶縁されている。

[1072] 以上のように構成される図132の撮像部12の積層構造画素は、

(1) オンチップマイクロレンズ932の下方かつ半導体基板901の外部に配置され、第1電極921、電荷蓄積用電極925、上層光電変換層922A、下層半導体層922B、および、第2電極923を含み、緑色の光を光電変換する第1の光電変換素子と、

(2) 第1の光電変換素子の下方かつ半導体基板901の内部に配置され、n型の半導体領域902を含み、青色の光を光電変換する第2の光電変換素子と、

(3) 第2の光電変換素子の下方かつ半導体基板901の内部に配置され、n型の半導体領域903を含み、赤色の光を光電変換する第3の光電変換素子とを積層した構造となっている。

[1073] 図132に記載の積層構造画素は、上記の構成を備えることによって、1個の画素で、画素へ入射する光の中から、緑色の光、青色の光、および、赤色の光をそれぞれ独立に光電変換して、独立に出力することができる。また、これにより、光電変換の対象として各画素へ入射させる光を、緑色の光のみ、あるいは、青色の光のみ、あるいは赤色の光のみに限定する必要がないため、積層構造画素は、画素へ入射させる光を特定の波長の光へと限定して

それ以外の波長の光を入射させないためのカラーフィルタを備える必要がない。

[1074] 本技術を適用した第1乃至第27実施の形態において、カメラモジュール1に備わる撮像部12の受光領域12aには、上記の積層構造画素を2次元配置した画素アレイ12bを備えることができる。この積層構造画素は、上述のように1個の画素で、画素へ入射される緑色、青色、および赤色の光をそれぞれ独立に光電変換して出力することができる。このため、本技術を適用した第1乃至第27実施の形態において、カメラモジュール1に備わる撮像部12の受光領域12aに、図132の積層構造画素を2次元配置した画素アレイ12bを備える場合、画素アレイ12bの各画素が、それぞれの画素へ入射する緑色、青色、および赤色の光をそれぞれ独立に光電変換して出力することができる。

[1075] 例えば、撮像部12に形成された各画素が、緑色の光のみ、あるいは、青色の光のみ、あるいは赤色の光のみを光電変換して出力する構成である場合、一般的には、撮像部12の外部において、色毎に各画素間の出力を補間する演算処理が行われ、各画素に緑色、青色、赤色の各色の画素データを持たせて最終的な出力画像が生成される。これに対し、図132の積層構造画素の画素を用いた場合、各画素が緑色、青色、および赤色の光をそれぞれ独立に光電変換して出力することができるため、上記の色毎に各画素間の出力を補間する演算処理が不要であり、演算処理を行う撮像部12と比較して解像度の高い画像を撮像することができる。

[1076] なお、本技術を適用した第1乃至第27実施の形態において、カメラモジュール1に備わる撮像部12の受光領域12aが、可視光の全波長領域の光を受光する画素（上述のCの画素）を備える場合、積層構造画素が備える第1乃至第3の光電変換素子における光電変換結果を積層構造画素内で加えてからで出力する構成としてよい。あるいは、積層構造画素が備える第1乃至第3の光電変換素子の光電変換結果を独立して出力し、画素アレイ12bの外部で加えて出力する構成としてもよい。

[1077] <60. 撮像部12の第2変形例>

上述のように、本技術を適用した第1乃至第27実施の形態では、カメラモジュール1が撮像部12を備え、撮像部12の受光領域12aは、画素を行列状に2次元配置した画素アレイ12bを備えている。ここで、画素アレイ12bの一部またはすべての画素が、偏光素子を備える構成とすることができる。

[1078] 図133では、撮像部12の第2変形例として、画素アレイ12bの少なくとも一部の画素に偏光素子を備える撮像部12の例について説明する。

[1079] 図133は、撮像部12の偏光素子を備える画素の断面図である。

[1080] 撮像部12は、p型の半導体基板（半導体領域）951に、n型の半導体領域952を画素950ごとに形成することにより、光電変換素子であるフォトダイオードPDが、画素単位に形成されている。

[1081] 半導体基板951の表面側（図中下側）には、フォトダイオードPDに蓄積された電荷の読み出し等を行う複数の画素トランジスタTr（不図示）と、複数の配線層953と層間絶縁膜954とからなる多層配線層955が形成されている。

[1082] 半導体基板951の裏面側（図中上側）には、第1平坦化膜956、カラーフィルタ層957、オンチップレンズ958が、その順で積層され、オンチップレンズ958の上に第2平坦化膜959が形成されている。第1平坦化膜956は、例えば、SiO₂で形成され、第2平坦化膜959は、例えば、アクリル系樹脂で形成される。

[1083] 第2平坦化膜959の上方には、例えば、SiO₂を用いた下地絶縁層960が形成されており、下地絶縁層960の画素境界には、タングステン（W）等から成る遮光膜961が設けられている。遮光膜961は、例えば、接地されている。

[1084] そして、下地絶縁層960の上面に、ワイヤグリッド偏光素子970が積層構造により形成され、ワイヤグリッド偏光素子970の上面に、第1保護層971および第2保護層972が形成されている。第1保護層971を構

成する材料の屈折率を n_1 、第2保護層 972 を構成する材料の屈折率を n_2 としたとき、第1保護層 971 および第2保護層 972 の屈折率は、 $n_1 > n_2$ を満足する。第1保護層 971 は、例えば、SiN ($n_1 = 2.0$) から成り、第2保護層 972 は、例えば、SiO₂ ($n_2 = 1.46$) から成る。図面においては、第2保護層 972 の底面（ワイヤグリッド偏光素子 970 と接する面）を平坦な状態で示したが、第2保護層 972 の底面の形状は、凸状、凹状、または、楔状に凹んでいる状態でもよい。

[1085] ワイヤグリッド偏光素子 970 は、光反射層 981、絶縁層 982、および、光吸収層 983 の3層からなる複数のライン部 980 が、スペース部 984 で所定の間隔を保って、規則的に配列されている。ライン部 980 の3層のうち、フォトダイオードPDに最も近い側の光反射層 981 は、例えば、アルミニウム等の導電材料で構成され、中間の絶縁層 982 は、例えば、SiO₂ で構成され、第2保護層 972 に最も近い側の光吸収層 983 は、タングステン等の導電材料で構成される。

[1086] 各ライン部 980 は、画素 950 の平面領域において、縦方向（垂直方向）、横方向（水平方向）、斜め方向などの所定の方に反ってライン状に延在しており、隣接するライン部 980 の間に、スペース部 984 が配置されている。ライン部 980 の延在方向に対して直交する方向の幅（横幅）は一定である。図133の例では、左右に並んだ2画素のうち、右側の画素 950 のライン部 980 の延在方向は、図133の横方向であり、左側の画素 950 のライン部 980 の延在方向は、紙面に対して垂直な方向である。スペース部 984 は、一部または全部が空気で満たされた空間であり、例えば、スペース部 984 の全部が空気で満たされている。

[1087] ワイヤグリッド偏光素子 970 は、上述したように、複数の帯状のライン部 980 と、その間のスペース部 984 とからなり、ライン部 980 は、フォトダイオードPDに近い側から、光反射層 981、絶縁層 982、及び、光吸収層 983 で構成されている。光反射層 981 の上面全面に絶縁層 982 が形成されており、絶縁層 982 の上面全面に光吸収層 983 が形成されて

いる。具体的には、光反射層 981 は、厚さ 150 nm のアルミニウム (Al) から構成され、絶縁層 982 は、厚さ 25 nm あるいは 50 nm の SiO₂ から構成され、光吸収層 983 は、厚さ 25 nm のタングステン (W) から構成されている。帯状の光反射層 981 の延びる方向 (第 1 の方向) は、消光させるべき偏光方位と一致しており、帯状の光反射層 981 の繰り返しの方向 (第 2 の方向であり、第 1 の方向と直交する) は、透過させるべき偏光方位と一致している。即ち、光反射層 981 は、偏光子としての機能を有し、ワイヤグリッド偏光素子 970 に入射した光の内、光反射層 981 の延びる方向 (第 1 の方向) と平行な方向に電界成分を有する偏光波を減衰させ、光反射層 981 の延びる方向と直交する方向 (第 2 の方向) に電界成分を有する偏光波を透過させる。第 1 の方向はワイヤグリッド偏光素子 970 の光吸収軸であり、第 2 の方向はワイヤグリッド偏光素子 970 の光透過軸である。

[1088] 第 1 の方向におけるライン部 980 の長さは、フォトダイオード PD の第 1 の方向に沿った長さと同じである。また、図示した例では、画素 950 の帯状の光反射層 981 の延びる方向 (第 1 の方向) の、画素アレイ 12b の垂直方向に対する角度が、例えば、0 度の角度と、90 度の角度を有する画素の例について示したが、その他、画素 950 の帯状の光反射層 981 の延びる方向は、画素アレイ 12b の垂直方向に対して、45 度の角度を有する画素、135 度の角度を有する画素を配置することができる。

[1089] 以上のように構成される図 133 の撮像部 12 の画素 950 は、

(1) 光反射層 981、絶縁層 982、および、光吸収層 983 が積層された複数のライン部 980 と、ライン部 980 の間に位置するスペース部 984 とをなかなるワイヤグリッド偏光素子 970 と、

(2) 光電変換素子であるフォトダイオード PD とを重ねて備えた構造となっている。

[1090] なお、図 133 において、ワイヤグリッド偏光素子 970 は、オンチップレンズ 958 の上方に形成されているが、オンチップレンズ 958 の下方か

つフォトダイオードPDの上方に形成されてもよい。

- [1091] 本技術を適用した第1乃至第27実施の形態において、カメラモジュール1が備える撮像部12の受光領域12aは、画素を2次元配置した画素アレイ12bを備え、画素アレイ12bの一部または全ての画素は、偏光素子として、上述したワイヤグリッド偏光素子970を備える画素とすることができる。
- [1092] 偏光素子を有する画素には、ワイヤグリッド偏光素子970のライン部980の延在方向と画素アレイ12bの2次元配列された画素の行方向とのなす角度が、0度となる画素と、90度となる画素との2種類があってもよい。言い換えれば、偏光素子を透過する光の偏光方位が、0度となる画素と、90度となる画素との2種類の画素があってもよい。
- [1093] あるいはまた、偏光素子を有する画素として、ワイヤグリッド偏光素子970のライン部980の延在方向と画素アレイ12bの2次元配列された画素の行方向とのなす角度が、0度となる画素、45度となる画素、90度となる画素、および、135度となる画素の4種類の画素があってもよい。言い換えれば、偏光素子を透過する光の偏光方位が0度となる画素、45度となる画素、90度となる画素、および、135度となる画素の4種類の画素があってもよい。
- [1094] 本技術を適用した第1乃至第27実施の形態において、カメラモジュール1が備える撮像部12の画素が偏光素子を有することにより、例えば、水面の近くに位置する被写体や、降雨により水がたまった道路上に位置する被写体を撮影する場合に、水面や水がたまった路面で反射する光を取り除き、撮影したい本来の被写体表面で反射した光のみを撮影することができる。あるいはまた、被写体の表面で反射してカメラモジュール1に入射する光の中から特定の偏光方位の光のみを検出することにより、被写体表面の形状を把握することができる。
- [1095] <61. カメラモジュール1の第28実施の形態>
- [1096] 図134は、本技術を適用したカメラモジュールの第28実施の形態を示

す図である。

[1097] 図134は、カメラモジュール1の第28実施の形態としてのカメラモジュール1Hの断面図である。

[1098] 図134では、上述したカメラモジュール1の他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、その部分についての説明は適宜省略し、異なる部分に注目して説明する。

[1099] 図134のカメラモジュール1Hは、図98乃至図101で説明したカメラモジュール1s乃至1vと同様に、積層レンズ構造体11と撮像部12との距離が固定された固定焦点方式のカメラモジュールの構成である。

[1100] カメラモジュール1Hに含まれる積層レンズ構造体11は、図2等で示した積層レンズ構造体11の第1構成例に、スペーサ基板1001が追加された構成を有している。より具体的には、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の最下層に、レンズ樹脂部82が配置されない基板であるスペーサ基板1001が貼り合わされている。スペーサ基板1001は、例えば、シリコン基板またはガラス基板で形成される。

[1101] なお、図134の例では、積層レンズ構造体11として、レンズ付き積層基板41とレンズ付き単層基板41のそれぞれを少なくとも1枚以上含む積層レンズ構造体11の第1構成例にスペーサ基板1001を追加した構成を採用した。しかし、第28実施の形態に係る積層レンズ構造体11の構成としては、上述した第1乃至第13構成例の任意の積層レンズ構造体11にスペーサ基板1001を追加した構成を取り得る。言い換えれば、スペーサ基板1001の上面に接合される複数のレンズ付き基板41の構造は任意の構造を取り得る。

[1102] 一方、撮像部12の受光領域12aの上面には、例えば、R(赤)、G(緑)、またはB(青)のカラーフィルタ(不図示)とオンチップレンズ71が画素単位に形成されている。オンチップレンズ71の上側には、シール樹脂1013を介して、オンチップレンズ71やカラーフィルタを保護するための保護基板1014が配置されている。保護基板1014は、例えば透明なガラ

ス基板や光透過性樹脂基板で形成される。撮像部 12 上にシール樹脂 1013 を介して保護基板 1014 が配置された構成単位を、撮像チップ 12P と称する。

[1103] 受光領域 12a で生成された撮像信号は、撮像部 12 を貫通する貫通電極 1011a や、撮像部 12 の下面に形成された再配線 1011b から出力される。貫通電極 1011a および再配線 1011b からなる端子部以外の撮像部 12 の下面の領域は、ソルダレジスト 1012 で覆われている。

[1104] 撮像チップ 12P の最上面である保護基板 1014 の上面と、積層レンズ構造体 11 との間には接着剤 1021 が配置されており、接着剤 1021 により、撮像チップ 12P と積層レンズ構造体 11 とが接合されている。具体的には、接着剤 1021 は、撮像チップ 12P 側とは、保護基板 1014 の上面全面で接しており、積層レンズ構造体 11 とは、スペーサ基板 1001 の下面、および、最下層のレンズ付き基板 41e のレンズ樹脂部 82e の下面で接している。接着剤 1021 の材料には、光透過性で、かつ、屈折率 n_A がレンズ樹脂部 82 の屈折率 n_B よりも低く、保護基板 1014 の屈折率 n_C 以下 ($n_B > n_C \geq n_A$) となる材料が採用されている。例えば、保護基板 1014 としてガラス基板を用いた場合、ガラス基板の屈折率 n_C は、1.5 程度であり、レンズ樹脂部 82 としてポリスチレン系樹脂等を用いた場合、レンズ樹脂部 82 の屈折率 n_B は、1.6 程度となるので、接着剤 1021 の材料には、屈折率 n_A が 1.2 乃至 1.3 程度の材料が採用される。

[1105] 以上のように、カメラモジュール 1H は、撮像チップ 12P と積層レンズ構造体 11 とを、スペーサ基板 1001 の下面だけでなく、積層レンズ構造体 11 の最下層のレンズ樹脂部 82e の下面の光学面を含めて、接着剤 1021 で接合した構造を有する。ここで、レンズ樹脂部 82e の光学面とは、図 4 および図 5 で示したレンズ樹脂部 82 の上面側のレンズ領域 A2 の表面と、下面側のレンズ領域 A1 の表面に相当し、レンズとしての性能を有するレンズ部 91 の表面をいう。このように光学面を接着領域とすることにより、例えば、図 135 の A および B に示されるように、保護基板 1014 の上面と、ス

ペーサ基板 1001 の下面とを接着剤 1022 で接合した場合と比較して、接着面積を大きく確保することができるので、カメラモジュール 1H が小型化されて、スペーサ基板 1001 の下面の面積が縮小した場合であっても、接合強度を確保することができる。

[1106] したがって、第 28 実施の形態に係るカメラモジュール 1H によれば、イメージセンサとレンズモジュールの接合強度を確保しつつ、モジュールの小型化が可能となる。

[1107] また、光学面を接着領域とすることにより、スペーサ基板 1001 の接触面積が小さくなってもイメージセンサとレンズモジュールの接合強度を確保することができるので、モジュール面積（フットプリント）を抑制することができ、理論収率が増え、低コスト化が可能となる。接着強度を十分に確保できるため、耐衝撃信頼性を向上させることができる。

[1108] また、保護基板 1014 の上面全面に、光透過性の接着剤 1021 が充填されることにより、保護基板 1014 の上面の反射に起因する光多重干渉が弱まるため、フレア等に代表される画質の低下を抑制することができる。

[1109] <カメラモジュール 1H の製造方法>

次に、第 28 実施の形態に係るカメラモジュール 1H の製造方法について説明する。

[1110] 図 136 は、カメラモジュール 1H に用いる積層レンズ構造体 11 の製造方法を示している。

[1111] 図 136 に示されるように、図 22 または図 23 を参照して説明した方法を用いて形成された 5 枚の基板状態のレンズ付き基板 41Wa 乃至 41We に、基板状態のスペーサ基板 1001W が直接接合により貼り合わされることにより、基板状態の積層レンズ構造体 11W が作製される。基板状態のスペーサ基板 1001W は、基板状態のレンズ付き基板 41W に貫通孔 83 を形成する場合と同様に貫通孔を形成して作製される。

[1112] 以上のようにして、スペーサ基板 1001 を付加した積層レンズ構造体 11 を作製した後、図 137 の A に示されるように、別途作製された撮像チップ

12Pの保護基板1014の上面に、接着剤1021が滴下され、図137のBおよびCに示されるように、積層レンズ構造体11と撮像チップ12Pとの距離が、設計された所定の間隔DSとなるように、制御される。撮像チップ12Pと積層レンズ構造体11との距離が、設計上の所定の間隔DSに制御されたとき、接着剤1021は、下側は保護基板1014の上面全面と、上側は積層レンズ構造体11のレンズ樹脂部82eおよびスペーサ基板1001の下面と接触された状態となり、積層レンズ構造体11と撮像チップ12Pとが接着される。以上で、カメラモジュール1Hが完成する。

[1113] なお、図137の例では、接着剤1021を保護基板1014の上面に滴下し、上から積層レンズ構造体11を近づけて、積層レンズ構造体11と撮像チップ12Pが接着される例を示した。しかし、その他の方法として、スペーサ基板1001が最上面となるように積層レンズ構造体11を上下反転させて、レンズ樹脂部82eの上面に接着剤1021を滴下し、保護基板1014が底面となるように上下反転させた撮像チップ12Pを積層レンズ構造体11に近づけて、積層レンズ構造体11と撮像チップ12Pを接着させる方法も取り得る。

[1114] 図136および図137を参照して説明した製造方法は、図138に示される工程でカメラモジュール1Hを作製する方法である。

[1115] 図138に示されるように、初めに、基板状態の複数枚のレンズ付き基板41Wとスペーサ基板1001が積層された、基板状態の積層レンズ構造体11Wが作製され、チップ単位に個片化される。なお、図138乃至図141の積層レンズ構造体11Wでは、スペーサ基板1001Wの図示が省略されている。

[1116] 一方で、基板状態の撮像チップ12PWが、基板状態の積層レンズ構造体11Wとは別に作製され、チップ単位に個片化される。

[1117] そして、個片化された積層レンズ構造体11と、個片化された撮像チップ12Pとが、チップ単位で接合され、第28実施の形態に係るカメラモジュール1Hとなる。

- [1118] しかしながら、個片化する工程は、最後に行ってもよい。すなわち、図 1 3 9 に示されるように、初めに、基板状態の複数枚のレンズ付き基板 4 1 W とスペーサ基板 1 0 0 1 が積層された、基板状態の積層レンズ構造体 1 1 W が作製される。
- [1119] 一方で、基板状態の撮像チップ 1 2 P W が、基板状態の積層レンズ構造体 1 1 W とは別に作製される。
- [1120] そして、基板状態の積層レンズ構造体 1 1 W と、基板状態の撮像チップ 1 2 P W とが、貼り合わされた後、チップ単位に個片化され、第 2 8 実施の形態に係るカメラモジュール 1 H としてもよい。
- [1121] さらに、図 1 4 0 に示されるように、基板状態の撮像チップ 1 2 P W に、個片化された積層レンズ構造体 1 1 W がマウントされた後、基板状態の撮像チップ 1 2 P W をチップ単位に個片化して、第 2 8 実施の形態に係るカメラモジュール 1 H を作製することもできる。
- [1122]あるいはまた、図 1 4 1 に示されるように、個片化した撮像チップ 1 2 P を、基板状態の積層レンズ構造体 1 1 W にマウントし、基板状態の積層レンズ構造体 1 1 W をチップ単位に個片化して、第 2 8 実施の形態に係るカメラモジュール 1 H を作製することもできる。
- [1123] 以上のように、カメラモジュール 1 H を作製する場合の、基板状態から個片化するタイミングと、積層レンズ構造体 1 1 と撮像チップ 1 2 P を接合するタイミングは、任意のタイミングを選択して、カメラモジュール 1 H を作製することができる。
- [1124] < 6 2. カメラモジュール 1 の第 2 9 実施の形態 >
- [1125] 図 1 4 2 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 2 9 実施の形態を示す図である。
- [1126] 図 1 4 2 は、カメラモジュール 1 の第 2 9 実施の形態としてのカメラモジュール 1 J の断面図である。
- [1127] 図 1 4 2 の第 2 9 実施の形態に係るカメラモジュール 1 J は、図 1 3 4 に示した第 2 8 実施の形態に係るカメラモジュール 1 H の変形例に相当する。図 1

42では、図134のカメラモジュール1Hと対応する部分については同一の符号を付してあり、その部分についての説明は適宜省略して、異なる部分に注目して説明する。

[1128] 図142のカメラモジュール1Jが図134のカメラモジュール1Hと異なる点は、スペーサ基板1001の下面が、撮像チップ12Pの最上面である保護基板1014の上面と接触しており、保護基板1014とスペーサ基板1001との間には、接着剤1021が配置されていない点である。接着剤1021は、スペーサ基板1001の平面方向内側のみに配置されている。スペーサ基板1001の平面方向内側の空間内に配置された接着剤1021は、保護基板1014の上面と、最下層のレンズ付き基板41eのレンズ樹脂部82eの下面の両方に接触して、撮像チップ12Pと積層レンズ構造体11とを接合している。なお、保護基板1014の上面とスペーサ基板1001の下面は接触するだけで、接着される必要はない。

[1129] 図134のカメラモジュール1Hでは、積層レンズ構造体11と撮像部12との距離を、設計した距離DSとするために、接着剤1021の厚さを制御するが、図142のカメラモジュール1Jでは、スペーサ基板1001の厚さが予め調整される。スペーサ基板1001には、上述したように、シリコン基板やガラス基板を用いることができ、シリコン基板およびガラス基板を用いたスペーサ基板1001の厚さは高精度に制御することができるので、積層レンズ構造体11と撮像部12との距離の精度を高精度に調整することができる。

[1130] <カメラモジュール1Jの製造方法>

図143を参照して、第29実施の形態に係るカメラモジュール1Jの製造方法について説明する。

[1131] 初めに、図143のAに示されるように、撮像チップ12Pの最上面の保護基板1014の上面に、スペーサ基板1001が配置される。スペーサ基板1001と、保護基板1014は、上述した直接接合や接着剤を用いて接着してもよいが、接着せずに、単に接触して載せるだけでもよい。

- [1132] 次に、図143のBに示されるように、保護基板1014の上面のスペーサ基板1001の平面方向内側に、接着剤1021が滴下され、図143のCおよびDに示されるように、積層された5枚のレンズ付き基板41a乃至41eが、スペーサ基板1001の上面に載置される。5枚のレンズ付き基板41a乃至41eのうちの最下層のレンズ付き基板41eの担体基板81eの下面と、スペーサ基板1001の上面との接触面は接着する必要はない。スペーサ基板1001の平面方向内側の空間内に配置された接着剤1021は、保護基板1014の上面と、最下層のレンズ付き基板41eのレンズ樹脂部82eの下面の両方に接触して、撮像チップ12Pと積層レンズ構造体11とを接着する。以上で、カメラモジュール1Jが完成する。
- [1133] なお、図143を参照して説明した製造方法では、スペーサ基板1001を撮像チップ12Pの保護基板1014上面に配置し、接着剤1021をスペーサ基板1001の内側に滴下した。しかし、図137のAのように、最初にスペーサ基板1001をレンズ付き基板41eに接合して、積層レンズ構造体11を完成させ、スペーサ基板1001が最上面となるように積層レンズ構造体11を上下反転させて、レンズ樹脂部82eの上面に接着剤1021を滴下し、保護基板1014が底面となるように上下反転させた撮像チップ12Pを積層レンズ構造体11に近づけて、積層レンズ構造体11と撮像チップ12Pを接着させる方法も取り得る。
- [1134] また、カメラモジュール1Jを作製する場合の、基板状態から個片化するタイミングと、積層レンズ構造体11と撮像チップ12Pを接合するタイミングは、図138乃至図141を参照して説明した任意のタイミングを取り得る。
- [1135] 第29実施の形態に係るカメラモジュール1Jにおいても、レンズ付き基板41のレンズ樹脂部82の光学面を接着領域とすることにより、イメージセンサとレンズモジュールの接合強度を確保しつつ、モジュールの小型化が可能となる。
- [1136] また、レンズ付き基板41のレンズ樹脂部82の光学面を接着領域とする

ことにより、スペーサ基板１００１の接触面積が小さくなくてもイメージセンサとレンズモジュールの接合強度を確保することができるので、モジュール面積（フットプリント）を抑制することができ、理論収率が増え、低コスト化が可能となる。接着強度を十分に確保できるため、耐衝撃信頼性を向上させることができる。

[1137] また、保護基板１０１４の上面全面に、光透過性の接着剤１０２１が充填されることにより、保護基板１０１４の上面の反射に起因する光多重干渉が弱まるため、フレア等に代表される画質の低下を抑制することができる。

[1138] <カメラモジュール１Ｊの第１変形例>

図１４４乃至図１４７を参照して、第２９実施の形態に係るカメラモジュール１Ｊの変形例について説明する。

[1139] 図１４４は、カメラモジュール１Ｊの第１変形例の断面図である。

[1140] 図１４４に示される第１変形例が、図１４２に示したカメラモジュール１Ｊと異なる点は、積層レンズ構造体１１の最下層のスペーサ基板１００１の上面に、積層レンズ構造体１１の内周側と外周側と繋ぐ溝１０４１が形成されている点である。

[1141] 図１４５のＡは、スペーサ基板１００１の上面の平面図である。

[1142] 図１４５のＢは、スペーサ基板１００１の斜視図である。

[1143] 図１４５のＡおよびＢに示されるように、溝１０４１は、平面形状が四角形であるスペーサ基板１００１の上面の各辺の中央部に、スペーサ基板１００１の内周側と外周側とを繋ぐように形成されている。

[1144] 溝１０４１を側方（側面）から見た形状は、例えば、図１４５のＢに示されるように、二等辺三角形とされる。二等辺三角形の断面形状の溝１０４１は、例えば、結晶異方性ウェットエッチングを用いて形成することができる。あるいはまた、ドライエッチング等を用いて、側方（側面）から見た形状が矩形となるように溝１０４１を形成してもよい。

[1145] スペーサ基板１００１に形成された複数の溝１０４１は、図１４３のＢおよびＣに示したように、スペーサ基板１００１の平面方向内側に接着剤１０２１

を滴下して、最下層のレンズ付き基板 4 1 e の担体基板 8 1 e の下面と、スペーサ基板 1 0 0 1 の上面とを接触させるように近づけた際に、接着剤 1 0 2 1 の広がりによって押し出されるスペーサ基板 1 0 0 1 内の空気が、積層レンズ構造体 1 1 の外側へ排出されやすくする。これにより、スペーサ基板 1 0 0 1 の平面方向内側における空気の滞留による抵抗を防止し、接着を容易にすることができる。

[1146] 図 1 4 6 は、カメラモジュール 1 J の第 2 変形例の断面図である。

[1147] 図 1 4 6 に示される第 2 変形例では、図 1 4 4 に示した第 1 変形例と同様に、積層レンズ構造体 1 1 の最下層のスペーサ基板 1 0 0 1 の上面に、積層レンズ構造体 1 1 の外側（外周）へと繋がる溝 1 0 4 1 が形成されている。

[1148] 図 1 4 6 に示される第 2 変形例が、図 1 4 4 に示した第 1 変形例と異なる点は、積層レンズ構造体 1 1 の 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e それぞれの担体基板 8 1 の同じ位置に、溝用の貫通孔 1 0 4 2 が形成され、5 枚の担体基板 8 1 の貫通孔 1 0 4 2 が、最下層のスペーサ基板 1 0 0 1 の上面に形成された溝 1 0 4 1 と繋がっている点である。

[1149] このように、スペーサ基板 1 0 0 1 の溝 1 0 4 1 と同じ平面位置の上方に、積層レンズ構造体 1 1 の上面まで貫通する貫通孔 1 0 4 2 が形成されることにより、スペーサ基板 1 0 0 1 の平面方向内側に接着剤 1 0 2 1 を滴下して、最下層のレンズ付き基板 4 1 e の担体基板 8 1 e の下面と、スペーサ基板 1 0 0 1 の上面とを接触させるように近づけた際に、接着剤 1 0 2 1 の広がりに伴って押し出されるスペーサ基板 1 0 0 1 内の空気が、溝 1 0 4 1 を通る横方向以外に、貫通孔 1 0 4 2 を通る上方向にも抜けるようになる。したがって、第 2 変形例においても、最下層のレンズ付き基板 4 1 e のレンズ樹脂部 8 2 e の下面の光学面と、スペーサ基板 1 0 0 1 の上面との接着が容易となる。

[1150] 図 1 4 7 は、カメラモジュール 1 J の第 3 変形例の断面図である。

[1151] 図 1 4 7 に示される第 3 変形例では、図 1 4 6 に示した第 2 変形例と同様に、5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e それぞれの担体基板 8 1 におい

て、スペーサ基板 1001 の溝 1041 と同じ平面位置の上方に、積層レンズ構造体 11 の上面まで貫通する貫通孔 1042 が形成されている。

[1152] 図 147 に示される第 3 変形例が、図 146 に示した第 2 変形例と異なる点は、溝 1041 が、スペーサ基板 1001 だけでなく、積層レンズ構造体 11 のその他のレンズ付き基板 41 にも形成されている点である。図 147 に示した例では、5 枚のレンズ付き基板 41 a 乃至 41 e のうち、第 2 層のレンズ付き基板 41 b から第 5 層のレンズ付き基板 41 e の各担体基板 81 の上面に、溝 1041 が形成されている。なお、溝 1041 は、積層レンズ構造体 11 を構成する全てのレンズ付き基板 41 に形成されてもよいし、任意の層のレンズ付き基板 41 のみに形成されてもよい。

[1153] このように、溝 1041 を、スペーサ基板 1001 だけでなく、積層レンズ構造体 11 のその他のレンズ付き基板 41 にも形成し、最下層のレンズ付き基板 41 e の担体基板 81 e の下面と、スペーサ基板 1001 の上面とを接触させる際に押し出される空気の通り道を増やしてもよい。したがって、第 3 変形例においても、最下層のレンズ付き基板 41 e のレンズ樹脂部 82 e の下面の光学面と、スペーサ基板 1001 の上面との接着が容易となる。

[1154] なお、図 143 を参照して説明した、保護基板 1014 上面に接着剤 1021 を滴下する製造方法の場合だけでなく、積層レンズ構造体 11 を上下反転させて、レンズ樹脂部 82 e の上面に接着剤 1021 を滴下して接着する製造方法の場合も、溝 1041 および貫通孔 1042 は同様の作用効果を奏する。

[1155] カメラモジュール 1J の変形例として追加した溝 1041 および貫通孔 1042 の構造は、図 134 で示したカメラモジュール 1H においても備えるようにしてもよい。

[1156] <63. カメラモジュール 1 の第 30 実施の形態>

[1157] 図 148 は、本技術を適用したカメラモジュールの第 30 実施の形態を示す図である。

[1158] 図 148 の A は、カメラモジュール 1 の第 30 実施の形態としてのカメラモ

ジュール 1 K の断面図である。

[1159] 図 1 4 8 の第 3 0 実施の形態に係るカメラモジュール 1 K は、図 1 4 2 に示した第 2 8 実施の形態に係るカメラモジュール 1 J の変形例に相当する。図 1 4 8 では、図 1 4 2 のカメラモジュール 1 J と対応する部分については同一の符号を付してあり、その部分についての説明は適宜省略して、異なる部分に注目して説明する。

[1160] 図 1 4 8 のカメラモジュール 1 K が図 1 4 2 のカメラモジュール 1 J と異なる点は、積層レンズ構造体 1 1 の最下層に配置されていたスペーサ基板 1 0 0 1 が省略されている点と、撮像チップ 1 2 P の最上面の保護基板 1 0 6 1 の形状が異なる点である。

[1161] 図 1 4 8 の B は、保護基板 1 0 6 1 の上面の平面図である。

[1162] 図 1 4 8 の A および B に示されるように、カメラモジュール 1 K では、スペーサ基板 1 0 0 1 が省略されている代わりに、撮像チップ 1 2 P の最上面の保護基板 1 0 6 1 の断面形状が、レンズ付き基板 4 1 e のレンズ樹脂部 8 2 e の下方となる保護基板 1 0 6 1 の中央部が、保護基板 1 0 6 1 の外周部よりも低く凹んだキャビティ構造となっている。接着剤 1 0 2 1 は、撮像チップ 1 2 P 側とは、保護基板 1 0 1 4 の外周部よりも低く凹んだ部分の上面全面で接しており、積層レンズ構造体 1 1 とは、最下層のレンズ付き基板 4 1 e のレンズ樹脂部 8 2 e の下面で少なくとも接している。

[1163] <カメラモジュール 1 K の製造方法>

図 1 4 9 を参照して、第 3 0 実施の形態に係るカメラモジュール 1 K の製造方法について説明する。

[1164] 初めに、図 1 4 9 の A に示されるように、撮像チップ 1 2 P の最上面の保護基板 1 0 6 1 の上面に、接着剤 1 0 2 1 が滴下される。撮像チップ 1 2 P の保護基板 1 0 6 1 は、外周部の厚みが厚く、その内側の厚みが、外周部よりも薄く加工されている。

[1165] そして、図 1 4 9 の B および C に示されるように、積層された 5 枚のレンズ付き基板 4 1 a 乃至 4 1 e からなる積層レンズ構造体 1 1 が、保護基板 1 0

61の外周部の上面と接触するまで移動される。保護基板1061の外周部の上面と、積層レンズ構造体11の最下層のレンズ付き基板41eの担体基板81eの下面との接触面は接着する必要はない。外周部よりも厚みが薄く形成された保護基板1061の内側の上面と、積層レンズ構造体11のレンズ樹脂部82eの下面の光学面とが、接着剤1021により接合される。以上で、カメラモジュール1Kが完成する。

[1166] 第30実施の形態に係るカメラモジュール1Kのように、図142のカメラモジュール1Jのスペーサ基板1001に相当する構造を保護基板1061によって形成し、保護基板1061の内側の上面と、積層レンズ構造体11のレンズ樹脂部82eの下面の光学面とを接着剤1021により接合することによっても、接着面積を大きく確保することができ、接合強度を確保することができる。

[1167] したがって、第30実施の形態に係るカメラモジュール1Jにおいても、レンズ付き基板41のレンズ樹脂部82の光学面を接着領域とすることにより、イメージセンサとレンズモジュールの接合強度を確保しつつ、モジュールの小型化が可能となる。

[1168] また、レンズ付き基板41のレンズ樹脂部82の光学面を接着領域とすることにより、イメージセンサとレンズモジュールの接合強度を確保することができるので、モジュール面積（フットプリント）を抑制することができ、理論収率が増え、低コスト化が可能となる。接着強度を十分に確保できるため、耐衝撃信頼性を向上させることができる。

[1169] また、保護基板1014の上面全面に、光透過性の接着剤1021が充填されることにより、保護基板1014の上面の反射に起因する光多重干渉が弱まるため、フレア等に代表される画質の低下を抑制することができる。

[1170] カメラモジュール1Kを作製する場合の、基板状態から個片化するタイミングと、積層レンズ構造体11と撮像チップ12Pを接合するタイミングは、図138乃至図141を参照して説明した任意のタイミングを取り得る。

[1171] <64. 電子機器への適用例>

上述したカメラモジュール1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素子を用いる複写機など、画像取込部（光電変換部）に固体撮像素子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。

[1172] 図150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。

[1173] 図150の撮像装置4000は、カメラモジュール4002、およびカメラ信号処理回路であるDSP(Digital Signal Processor)回路4003を備える。また、撮像装置4000は、フレームメモリ4004、表示部4005、記録部4006、操作部4007、および電源部4008も備える。DSP回路4003、フレームメモリ4004、表示部4005、記録部4006、操作部4007および電源部4008は、バスライン4009を介して相互に接続されている。

[1174] カメラモジュール4002内のイメージセンサ4001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4002として、上述したカメラモジュール1が採用されており、イメージセンサ4001は、上述した撮像部12に対応する。DSP回路4003は、カメラモジュール4002から出力された信号を処理し、処理結果をフレームメモリ4004や表示部4005に供給する。

[1175] 表示部4005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4001で撮像された動画または静止画を表示する。記録部4006は、イメージセンサ4001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。

[1176] 操作部4007は、ユーザによる操作の下に、撮像装置4000が持つ様々な機能について操作指令を発する。電源部4008は、DSP回路4003、フレームメモリ4004、表示部4005、記録部4006および操作部4

007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。

[1177] 上述したように、カメラモジュール4002として、第1乃至第30実施の形態に係るカメラモジュール1を用いることで、高画質化及び小型化を実現することができる。従って、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4000においても、半導体パッケージの小型化と、撮像画像の高画質化の両立を図ることができる。

[1178] <カメラモジュールの使用例>

図151は、上述のカメラモジュール1の使用例を示す図である。

[1179] 上述のカメラモジュール1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。

[1180] ・デジタルカメラや、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

[1181] <65. 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、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に適用されてもよい。

[1182] 図152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。

[1183] 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。

[1184] 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。

[1185] 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。

[1186] 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。

[1187] 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。

[1188] 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。

[1189] 光源部１０１１１は、例えばＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅ）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。

[1190] 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。

[1191] 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。

[1192] 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。

[1193] 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。

[1194] 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１５２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。

[1195] 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。

[1196] 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。

[1197] 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。

[1198] 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、撮像部10112として、第1乃至第30実施の形態に係るカメラモジュール1を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、カプセル型内視鏡10100をより小型化できるため、患者の負担を更に軽減することができる。また、カプセル型内視鏡10100を小型化しつつも、より鮮明な術部画像を得ることができるため、検査の精度が向上する。

[1199] <66. 内視鏡手術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。

[1200] 図153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。

[1201] 図153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。

[1202] 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。

[1203] 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。

[1204] 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。

[1205] CCU 11201 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、CCU 11201 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。

[1206] 表示装置 11202 は、CCU 11201 からの制御により、当該 CCU 11201 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。

[1207] 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。

[1208] 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。

[1209] 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。

[1210] 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。

[1211] 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。

[1212] 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。

[1213] 図 154 は、図 153 に示すカメラヘッド 11102 及び CCU 11201 の機能構成の一例を示すブロック図である。

[1214] 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。CCU 11201 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 CCU 11201 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。

[1215] 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。

[1216] 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。

[1217] 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。

[1218] 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。

[1219] 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。

[1220] 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。

- [1221] 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CCU 11201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。
- [1222] カメラヘッド制御部11405は、通信部11404を介して受信したCCU 11201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。
- [1223] 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。
- [1224] 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。
- [1225] 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。
- [1226] 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。
- [1227] 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。

[1228] カメラヘッド 11102 及び CCU 11201 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。

[1229] 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 CCU 11201 との間の通信は無線で行われてもよい。

[1230] 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、カメラヘッド 11102 のレンズユニット 11401 及び撮像部 11402 に適用され得る。具体的には、レンズユニット 11401 及び撮像部 11402 として、第 1 乃至第 30 実施の形態に係るカメラモジュール 1 を適用することができる。レンズユニット 11401 及び撮像部 11402 に本開示に係る技術を適用することにより、カメラヘッド 11102 を小型化しつつも、より鮮明な術部画像を得ることができる。

[1231] 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。

[1232] <67. 移動体への応用例>

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、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。

- [1233] 図155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。
- [1234] 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155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 (interface) 12053が図示されている。
- [1235] 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。
- [1236] 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、ウイ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。
- [1237] 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。

[1238] 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。

[1239] 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。

[1240] 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。

[1241] 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。

[1242] 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。

[1243] 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 155 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もよい。

[1244] 図 156 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[1245] 図 156 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。

[1246] 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。

[1247] なお、図156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。

[1248] 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。

[1249] 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。

[1250] 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。

[1251] 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どう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。

[1252] 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、撮像部１２０３１として、第１乃至第３０実施の形態に係るカメラモジュール１を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、小型化しつつも、より見やすい撮影画像を得ることができたり、距離情報を取得することができる。また、得られた撮影画像や距離情報を用いて、ドライバの疲労を軽減したり、ドライバや車両の安全度を高めることが可能になる。

[1253] 本技術は、可視光の入射光量の分布を検知して画像として撮像するカメラモジュールへの適用に限らず、赤外線やX線、あるいは粒子等の入射量の分布を画像として撮像するカメラモジュールや、広義の意味として、圧力や静電容量など、他の物理量の分布を検知して画像として撮像する指紋検出センサ等のカメラモジュール（物理量分布検知装置）全般に対して適用可能である。

[1254] 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。

[1255] 例えば、上述した複数の実施の形態の全てまたは一部を任意に組み合わせた形態を採用することができる。

[1256] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、本明細書に記載されたもの以外の効果があってもよい。

[1257] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板同士が直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、
前記レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、
前記撮像部と前記積層レンズ構造体の間に配置された保護基板と、
前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とを接合する接着剤と
を備える撮像素子。

(2)

前記接着剤の屈折率は、前記レンズの屈折率よりも低く、前記保護基板の屈折率以下である

前記(1)に記載の撮像素子。

(3)

前記積層レンズ構造体は、積層された前記レンズ付き基板の最下層に、前記貫通孔の内側に前記レンズが配置されない前記基板であるスペーサ基板を

含み、

前記接着剤は、前記スペーサ基板の下面と前記保護基板の上面とをさらに接合するように構成された

前記（１）または（２）に記載の撮像素子。

（４）

前記積層レンズ構造体は、積層された前記レンズ付き基板の最下層に、前記貫通孔の内側に前記レンズが配置されない前記基板であるスペーサ基板を含み、

前記スペーサ基板の下面は、前記保護基板の上面と接触するように構成された

前記（１）または（２）に記載の撮像素子。

（５）

前記積層レンズ構造体は、積層された前記レンズ付き基板の最下層に、前記貫通孔の内側に前記レンズが配置されない前記基板であるスペーサ基板を含み、

前記スペーサ基板は、上面に、前記積層レンズ構造体の内周側と外周側とを繋ぐ溝を備える

前記（１）乃至（４）のいずれかに記載の撮像素子。

（６）

積層された複数の前記レンズ付き基板は、前記溝と繋がる溝用貫通孔を備える

前記（５）に記載の撮像素子。

（７）

前記スペーサ基板は、シリコン基板またはガラス基板で形成される

前記（３）乃至（６）のいずれかに記載の撮像素子。

（８）

前記保護基板の厚みは、外周部が厚く、その内側が前記外周部よりも薄く形成されており、

前記接着剤は、厚みが薄く形成された前記保護基板の上面と、前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面とを接合するように構成された

前記（１）または（２）に記載の撮像素子。

（９）

前記保護基板は、ガラス基板で形成される

前記（１）乃至（８）のいずれかに記載の撮像素子。

（１０）

前記積層レンズ構造体は、

前記レンズを形成するレンズ樹脂部と、前記レンズ樹脂部を担持する担体基板とを含む前記レンズ付き基板として、第１のレンズ付き基板と第２のレンズ付き基板のそれぞれを少なくとも１枚以上含み、

前記第１のレンズ付き基板の前記担体基板は、複数枚の担体構成基板を厚さ方向に積層して構成され、

前記第２のレンズ付き基板の前記担体基板は、１枚の担体構成基板で構成される

前記（１）乃至（９）のいずれかに記載の撮像素子。

（１１）

基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板同士が直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、

前記レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、

前記撮像部と前記積層レンズ構造体の間に配置される保護基板とを備える撮像素子の、

前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とを接着剤で接合する

撮像素子の製造方法。

（１２）

前記積層レンズ構造体は、積層された前記レンズ付き基板の最下層に、前

記貫通孔の内側に前記レンズが配置されない前記基板であるスペーサ基板を含み、

前記スペーサ基板の下面と前記保護基板の上面とを前記接着剤でさらに接合する

前記（１１）に記載の撮像素子の製造方法。

（１３）

前記積層レンズ構造体は、積層された前記レンズ付き基板の最下層に、前記貫通孔の内側に前記レンズが配置されない前記基板であるスペーサ基板を含み、

前記スペーサ基板を前記保護基板の上面に配置し、

前記保護基板の上面の前記スペーサ基板の平面方向内側に、前記接着剤を滴下し、前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とを接合する

前記（１１）に記載の撮像素子の製造方法。

（１４）

前記保護基板の厚みは、外周部が厚く、その内側が前記外周部よりも薄く形成されており、

厚みが薄く形成された前記保護基板の上面と、前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面とを前記接着剤で接合する

前記（１１）に記載の撮像素子の製造方法。

（１５）

基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板としが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、

前記レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、

前記撮像部と前記積層レンズ構造体の間に配置された保護基板と、

前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とを接合する接着剤と

を備える撮像素子

を備える電子機器。

符号の説明

[1258] 1 カメラモジュール, 11 積層レンズ構造体, 12 撮像部,
12P 撮像チップ, 12a 受光領域, 13 光学ユニット, 41
レンズ付き基板, 42 スペーサ基板, 51 絞り板, 52 開口
部, 80 担体構成基板, 81 担体基板, 82 レンズ樹脂部,
83 貫通孔, 85 溝部, 91 レンズ部, 92 担持部, 11
1 モジュール基板, 121 遮光膜, 261 凹部, 265 拡散
領域, 1001 スペーサ基板, 1014 保護基板, 1021 接
着剤, 1041 溝, 1042 貫通孔, 1061 保護基板, 4
000 撮像装置, 4001 イメージセンサ, 4002 カメラモジ
ュール, 4003 DSP回路

請求の範囲

- [請求項1] 基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、
- 前記レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、
- 前記撮像部と前記積層レンズ構造体の間に配置された保護基板と、
- 前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とを接合する接着剤と
- を備える撮像素子。
- [請求項2] 前記接着剤の屈折率は、前記レンズの屈折率よりも低く、前記保護基板の屈折率以下である
- 請求項 1 に記載の撮像素子。
- [請求項3] 前記積層レンズ構造体は、積層された前記レンズ付き基板の最下層に、前記貫通孔の内側に前記レンズが配置されない前記基板であるスペーサ基板を含み、
- 前記接着剤は、前記スペーサ基板の下面と前記保護基板の上面とをさらに接合するように構成された
- 請求項 1 に記載の撮像素子。
- [請求項4] 前記積層レンズ構造体は、積層された前記レンズ付き基板の最下層に、前記貫通孔の内側に前記レンズが配置されない前記基板であるスペーサ基板を含み、
- 前記スペーサ基板の下面は、前記保護基板の上面と接触するように構成された
- 請求項 1 に記載の撮像素子。
- [請求項5] 前記積層レンズ構造体は、積層された前記レンズ付き基板の最下層に、前記貫通孔の内側に前記レンズが配置されない前記基板であるスペーサ基板を含み、
- 前記スペーサ基板は、上面に、前記積層レンズ構造体の内周側と外

周側とを繋ぐ溝を備える

請求項 1 に記載の撮像素子。

[請求項6] 積層された複数の前記レンズ付き基板は、前記溝と繋がる溝用貫通孔を備える

請求項 5 に記載の撮像素子。

[請求項7] 前記スペーサ基板は、シリコン基板またはガラス基板で形成される請求項 3 に記載の撮像素子。

[請求項8] 前記保護基板の厚みは、外周部が厚く、その内側が前記外周部よりも薄く形成されており、

前記接着剤は、厚みが薄く形成された前記保護基板の上面と、前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面とを接合するように構成された

請求項 1 に記載の撮像素子。

[請求項9] 前記保護基板は、ガラス基板で形成される

請求項 1 に記載の撮像素子。

[請求項10] 前記積層レンズ構造体は、

前記レンズを形成するレンズ樹脂部と、前記レンズ樹脂部を担持する担体基板とを含む前記レンズ付き基板として、第 1 のレンズ付き基板と第 2 のレンズ付き基板のそれぞれを少なくとも 1 枚以上含み、

前記第 1 のレンズ付き基板の前記担体基板は、複数枚の担体構成基板を厚さ方向に積層して構成され、

前記第 2 のレンズ付き基板の前記担体基板は、1 枚の担体構成基板で構成される

請求項 1 に記載の撮像素子。

[請求項11] 基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、

前記レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、

前記撮像部と前記積層レンズ構造体の間に配置される保護基板とを備える撮像素子の、

前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とを接着剤で接合する

撮像素子の製造方法。

[請求項12] 前記積層レンズ構造体は、積層された前記レンズ付き基板の最下層に、前記貫通孔の内側に前記レンズが配置されない前記基板であるスペーサ基板を含み、

前記スペーサ基板の下面と前記保護基板の上面とを前記接着剤でさらに接合する

請求項11に記載の撮像素子の製造方法。

[請求項13] 前記積層レンズ構造体は、積層された前記レンズ付き基板の最下層に、前記貫通孔の内側に前記レンズが配置されない前記基板であるスペーサ基板を含み、

前記スペーサ基板を前記保護基板の上面に配置し、

前記保護基板の上面の前記スペーサ基板の平面方向内側に、前記接着剤を滴下し、前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前記保護基板の上面とを接合する

請求項11に記載の撮像素子の製造方法。

[請求項14] 前記保護基板の厚みは、外周部が厚く、その内側が前記外周部よりも薄く形成されており、

厚みが薄く形成された前記保護基板の上面と、前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面とを前記接着剤で接合する

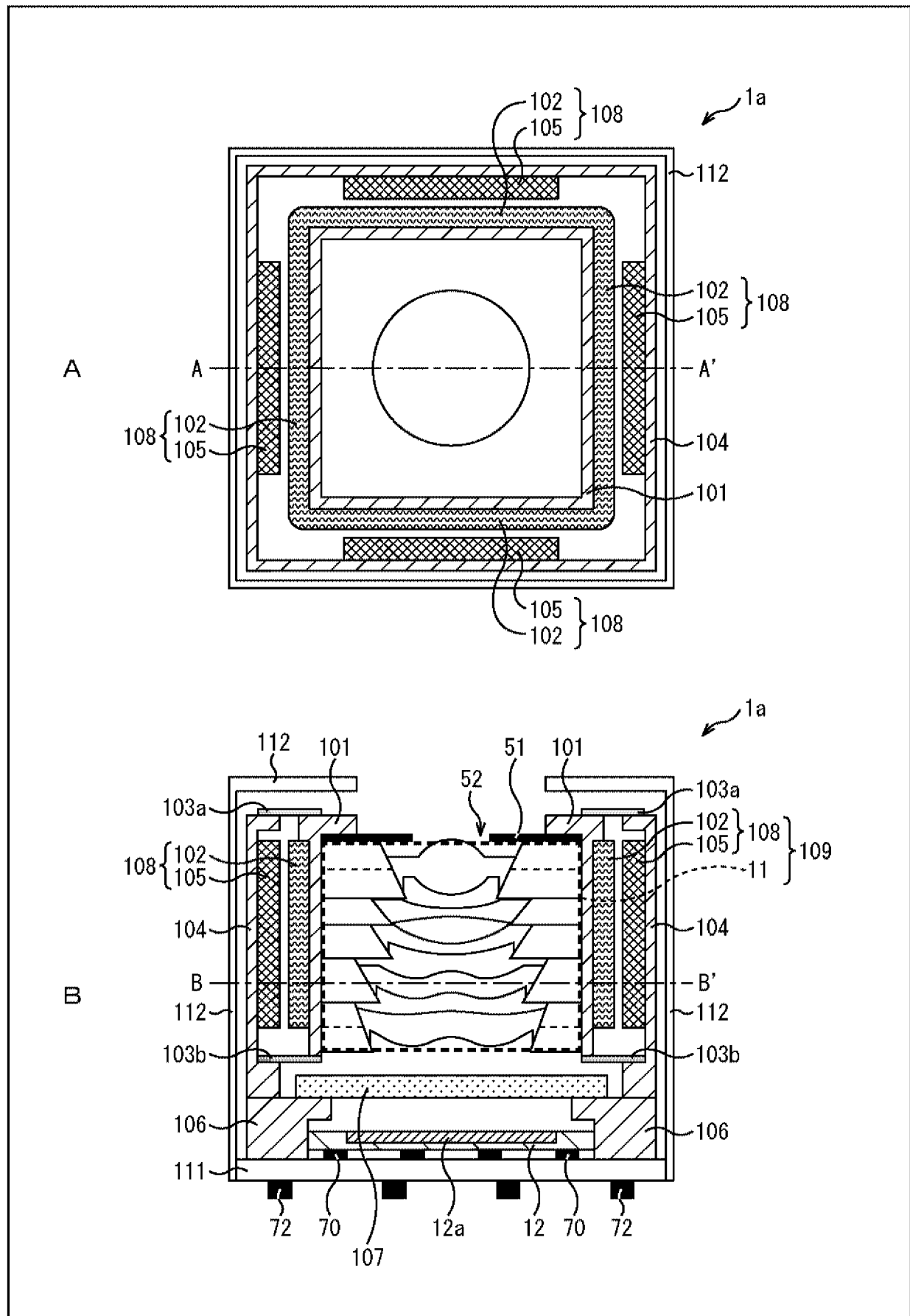
請求項11に記載の撮像素子の製造方法。

[請求項15] 基板に形成された貫通孔の内側にレンズが配置されたレンズ付き基板どうしが直接接合により接合されて積層されている積層レンズ構造体と、

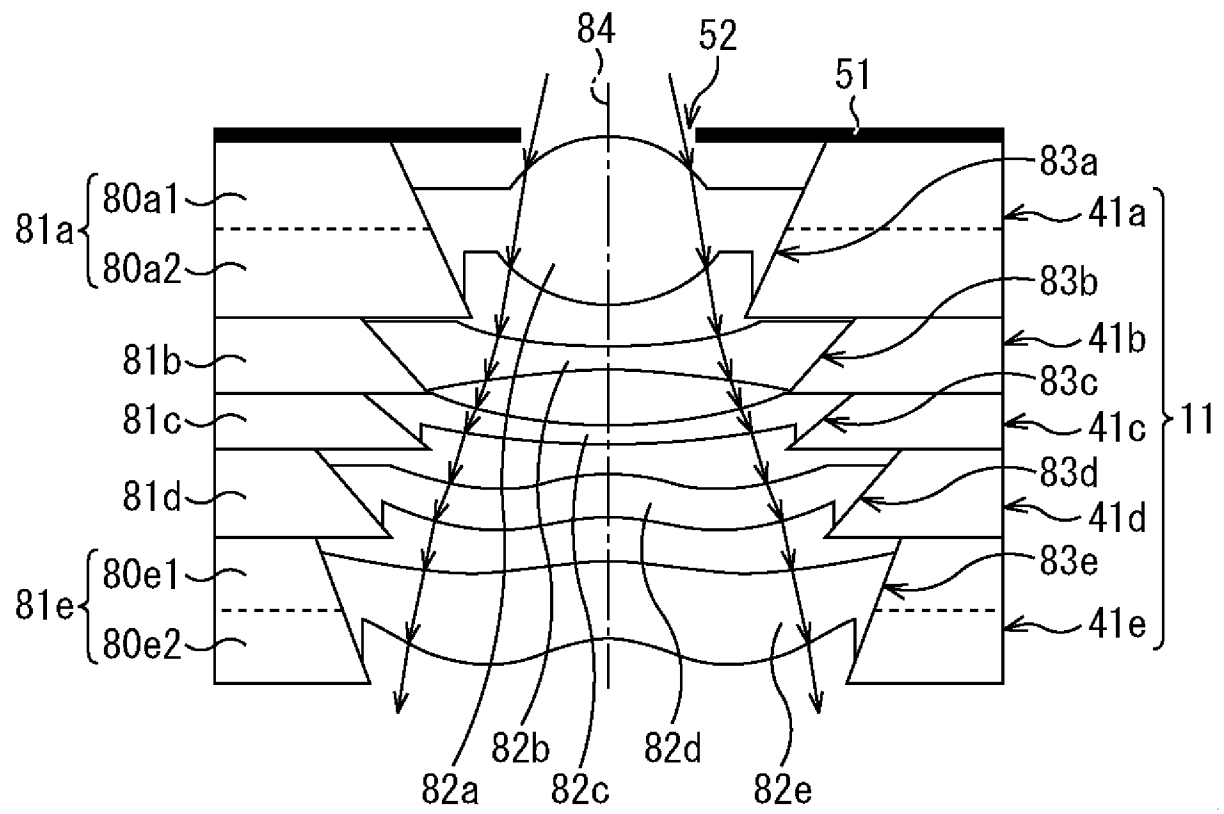
前記レンズにより集光された入射光を光電変換する撮像部と、

前記撮像部と前記積層レンズ構造体の間に配置された保護基板と、
前記積層レンズ構造体の最下層の前記レンズの下面の光学面と、前
記保護基板の上面とを接合する接着剤と
を備える撮像素子
を備える電子機器。

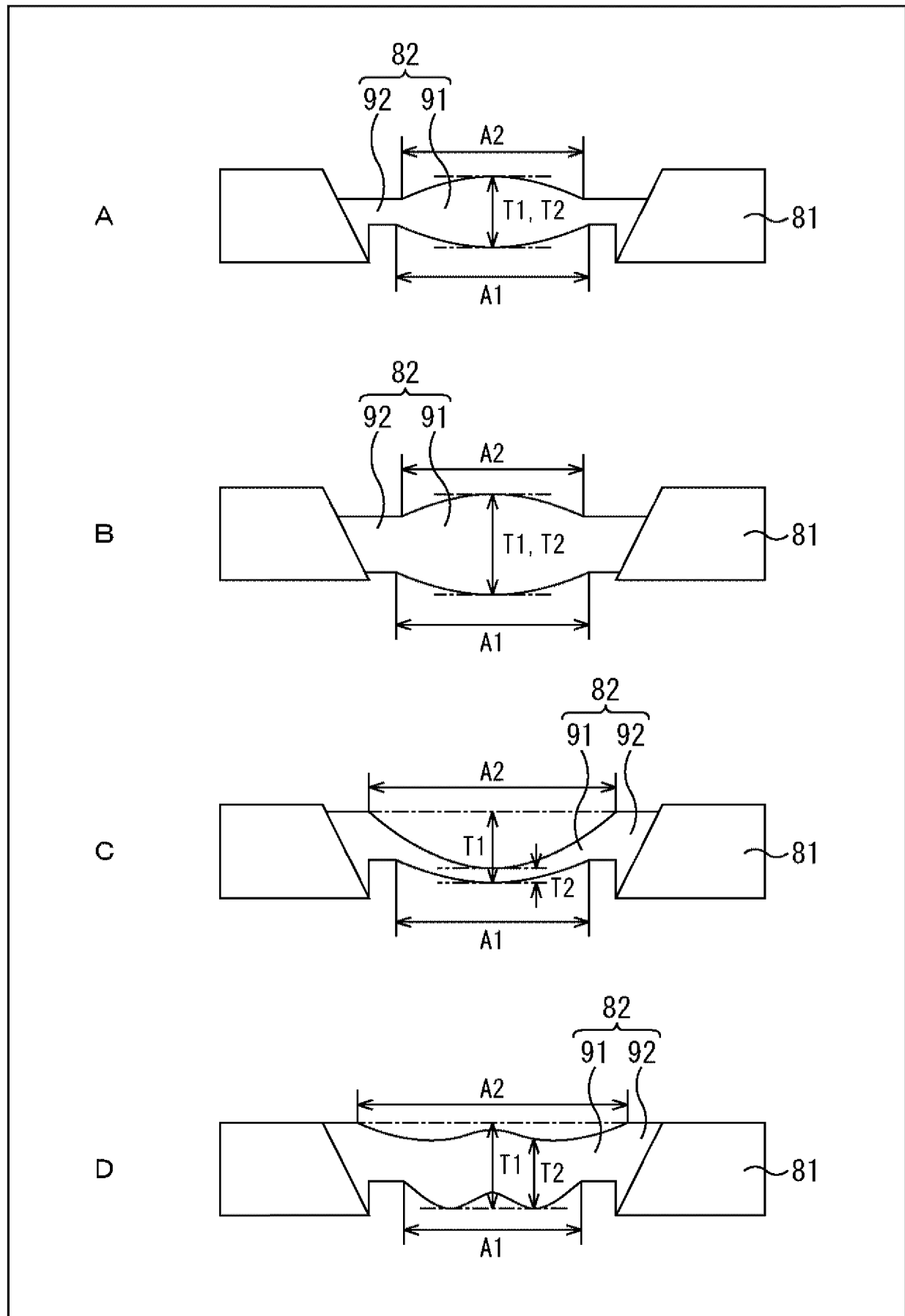
[図1]
FIG. 1



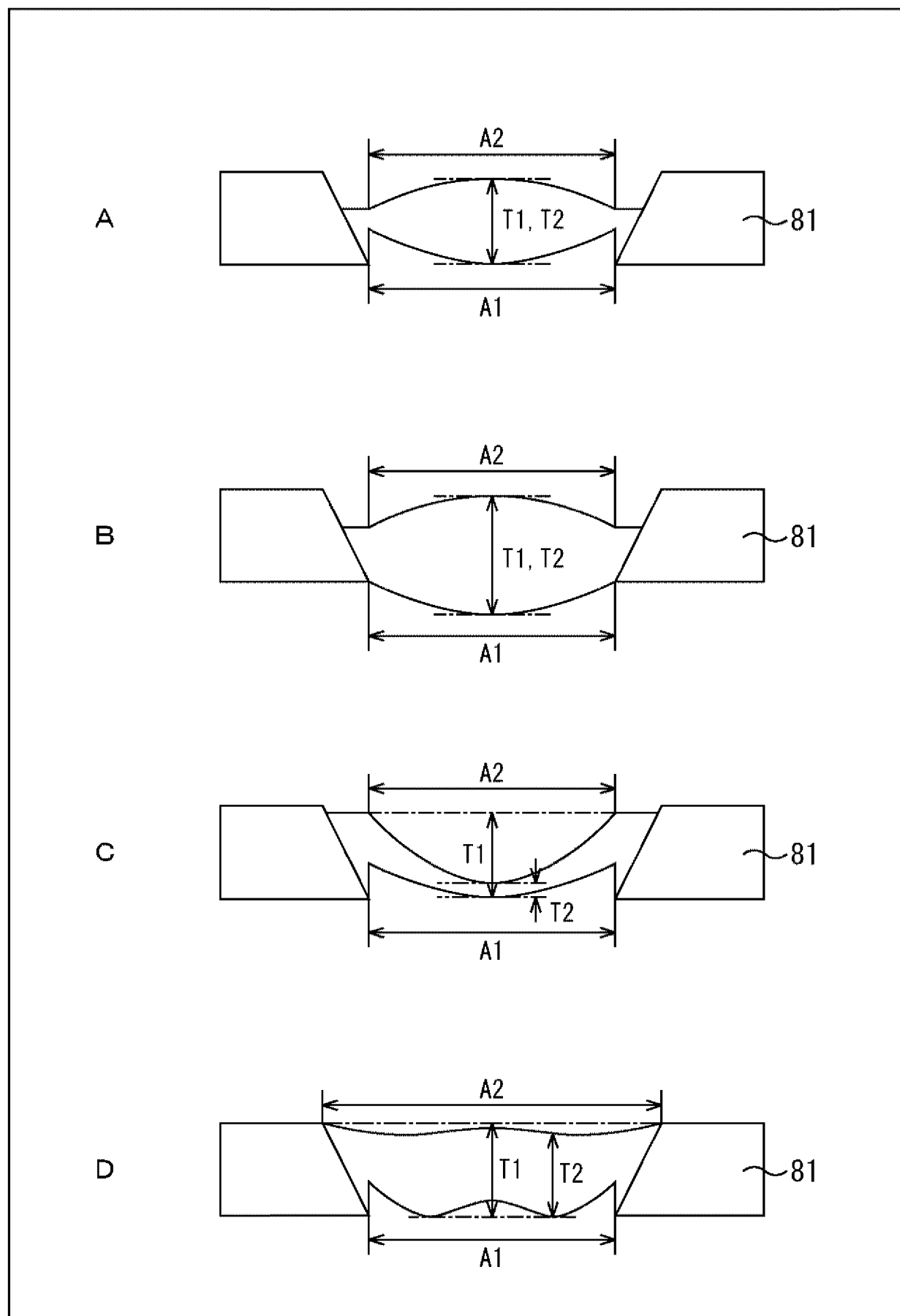
[図3]
FIG. 3



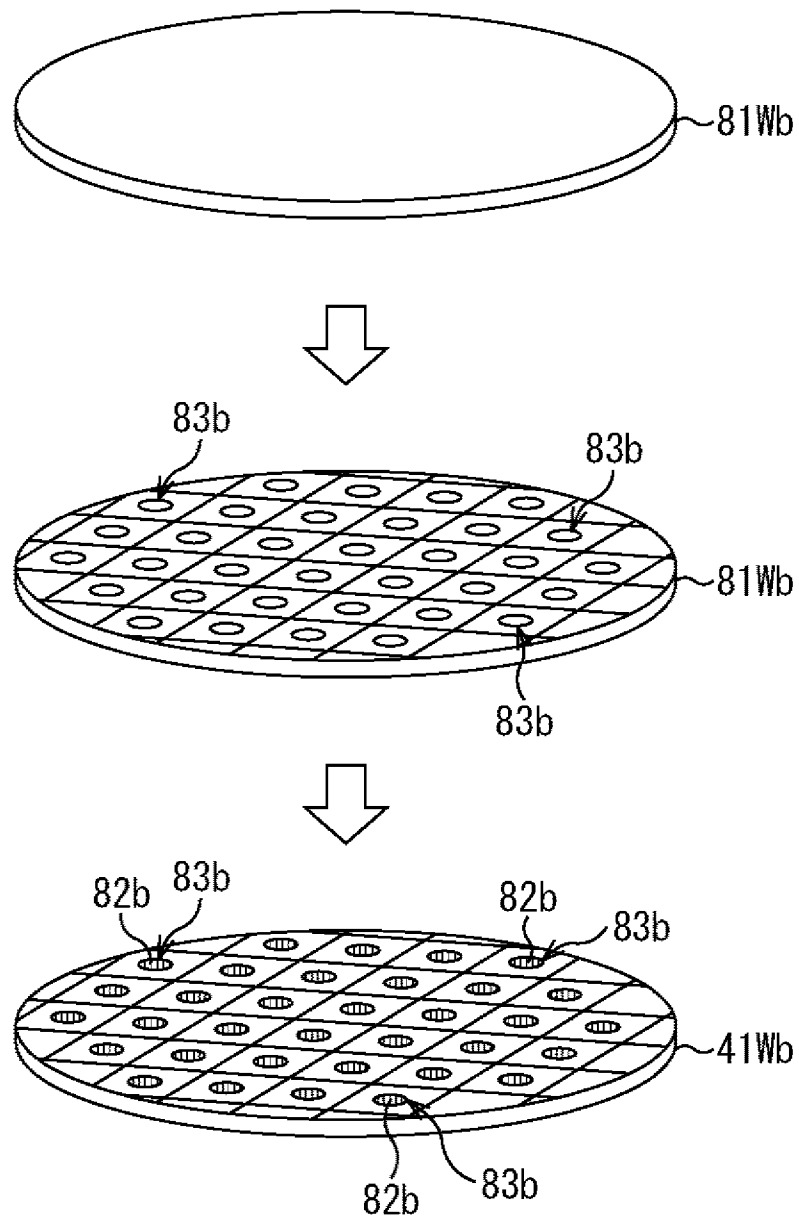
[図4]
FIG. 4



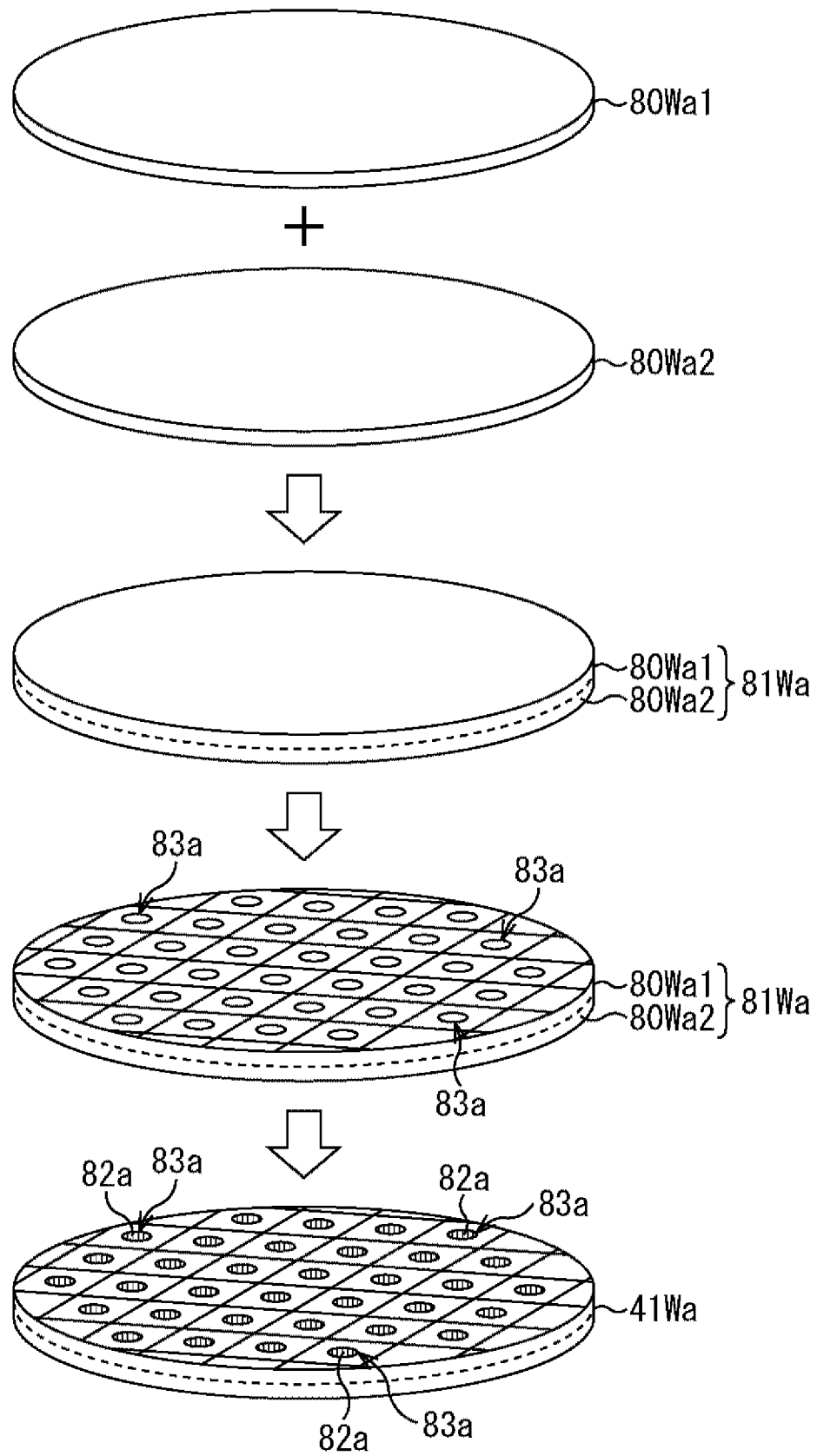
[図5]
FIG. 5



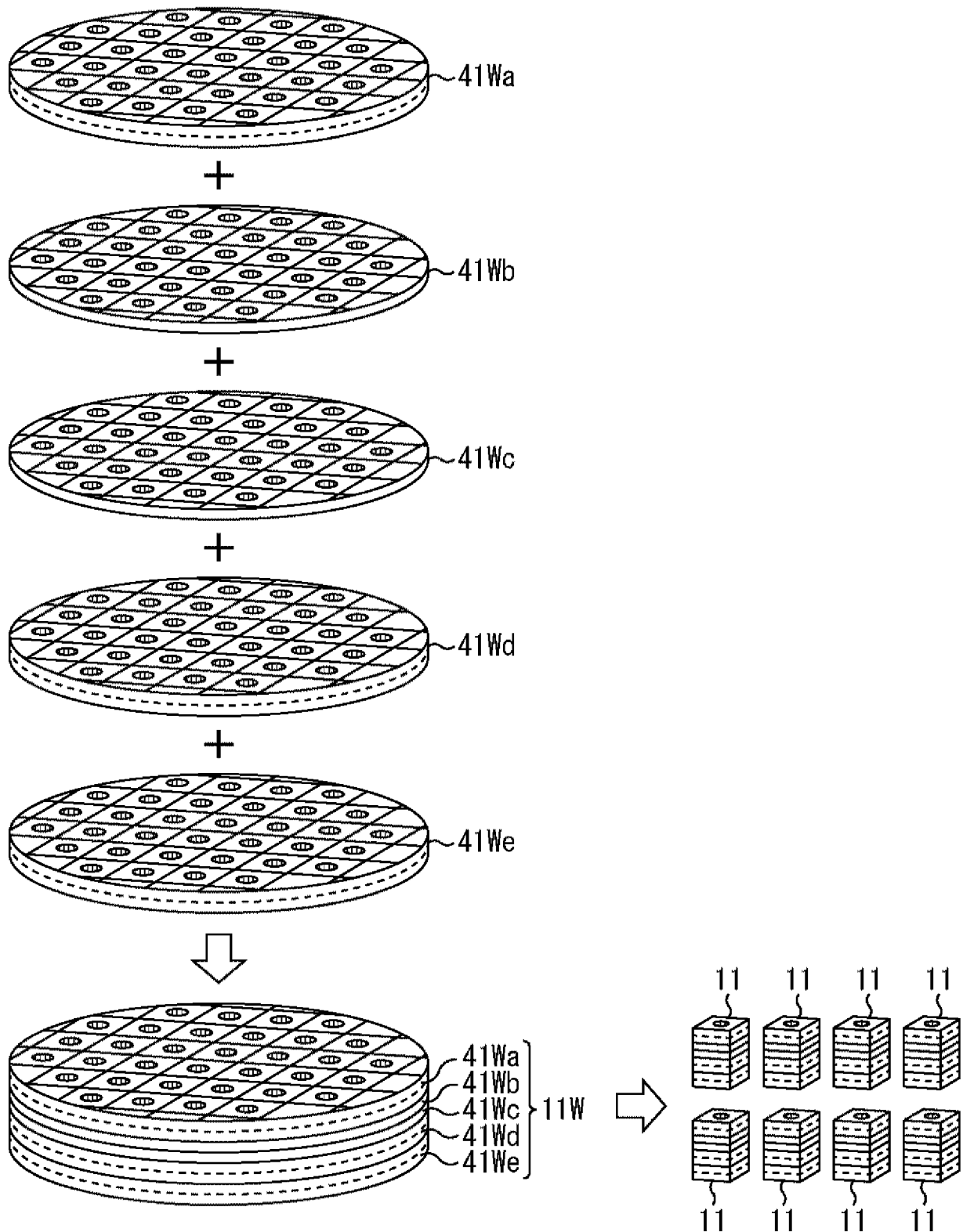
[図6]
FIG. 6



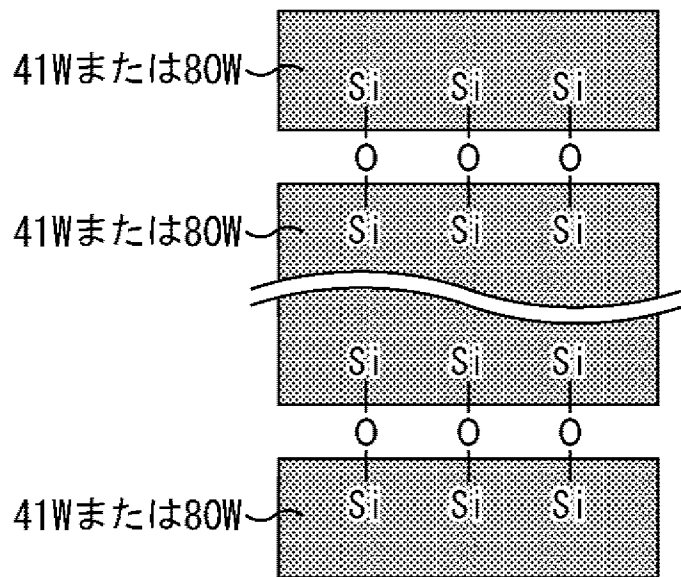
[図7]
FIG. 7



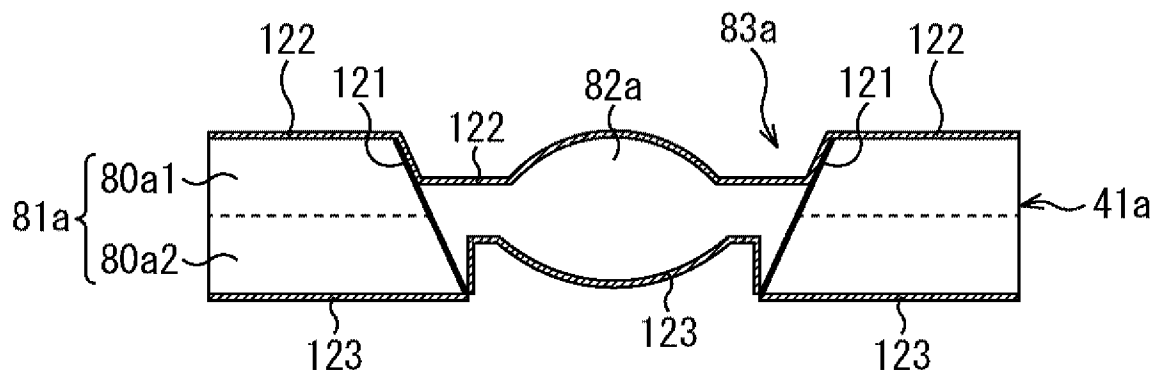
[図8]
FIG. 8



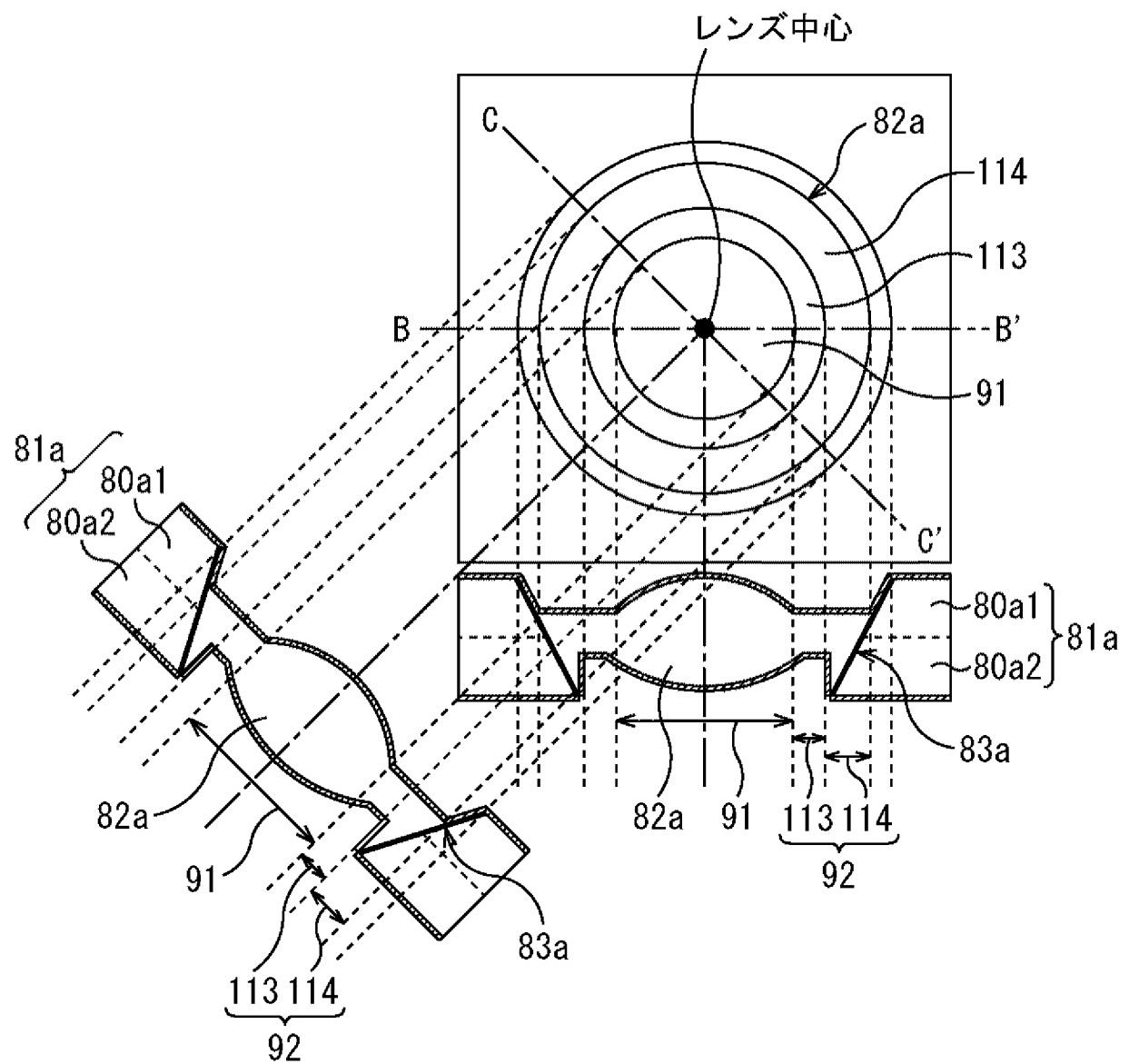
[図9]
FIG. 9



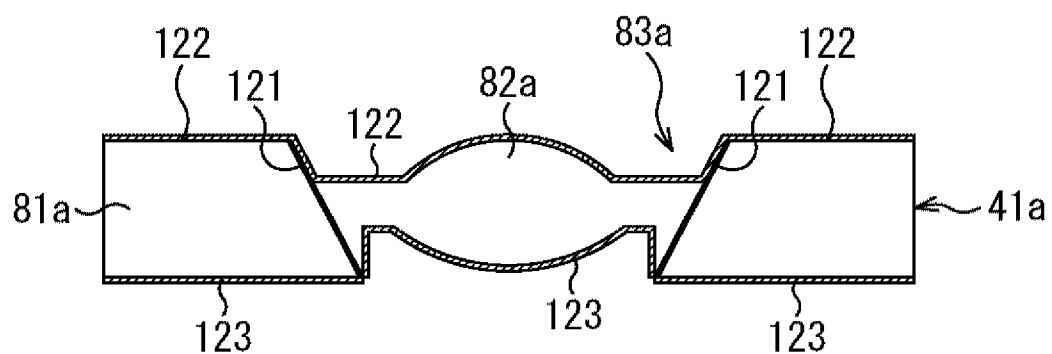
[図10]
FIG. 10



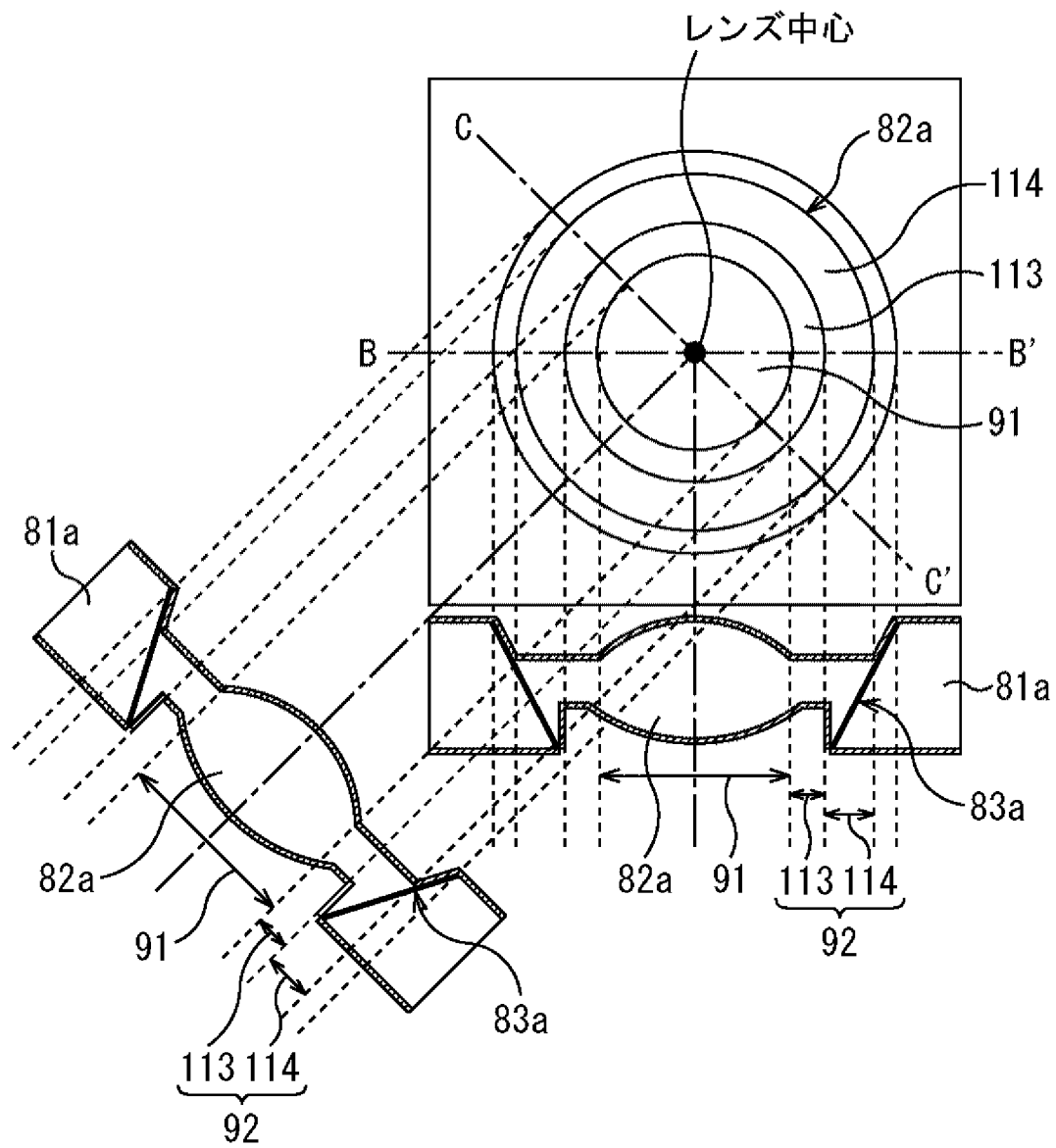
[図11]
FIG. 11



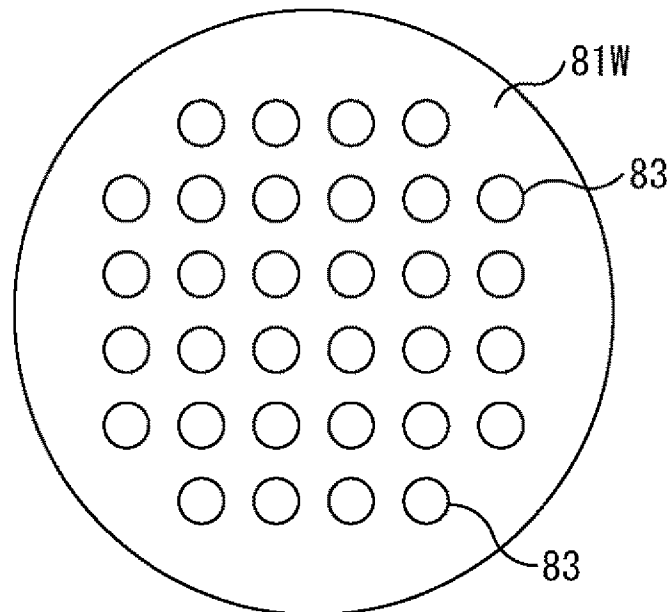
[図12]
FIG. 12



[図13]
FIG. 13



[図14]
FIG. 14



[図15]
FIG. 15

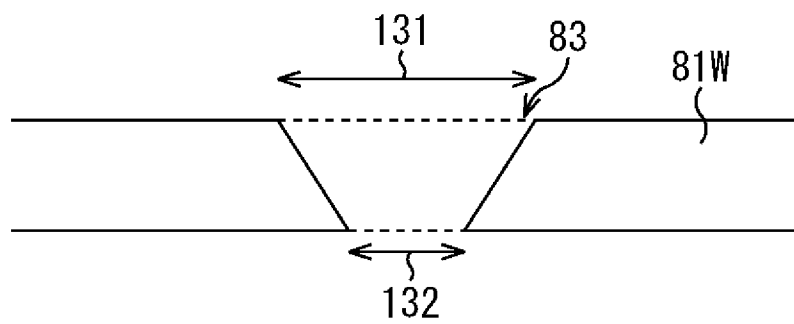
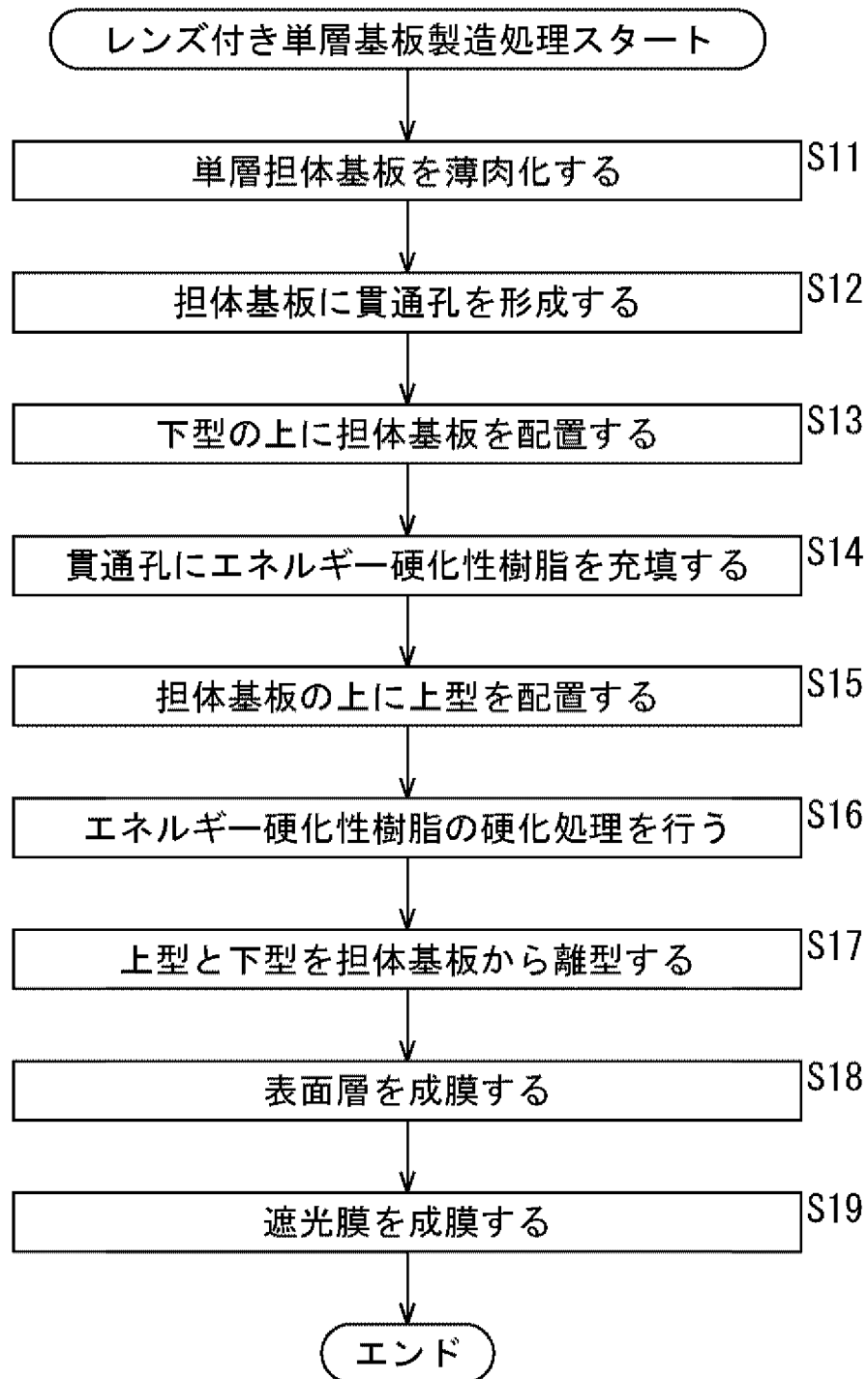


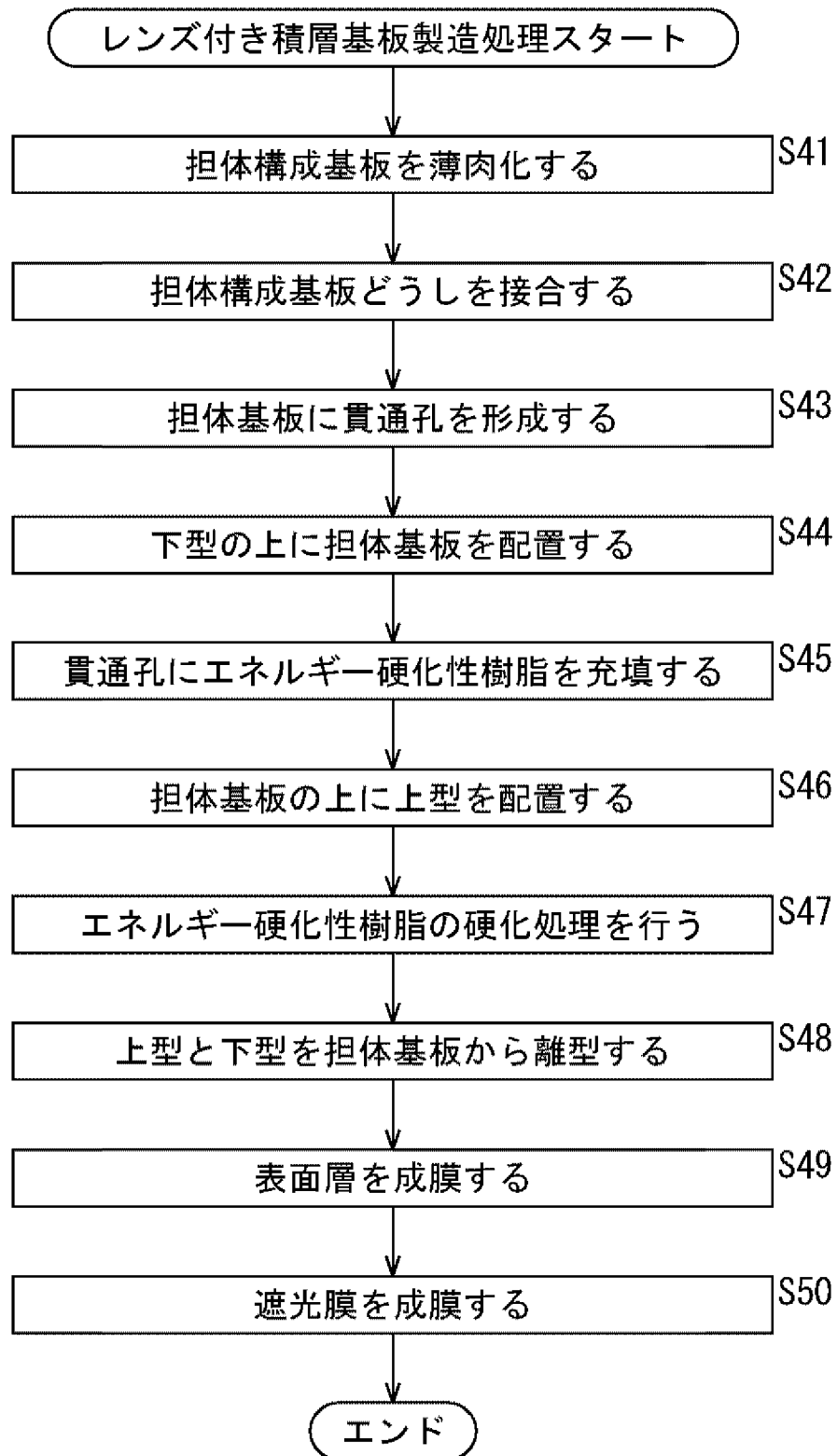
Figure 1 illustrates a series of cross-sectional views (A through G) showing the sequential steps of a semiconductor device manufacturing process. The diagrams depict the formation and patterning of various layers on a substrate.

- View A:** Shows a substrate with a layer 171, a patterned layer 121, and a layer 172. A layer 83a is formed on top of 171.
- View B:** Shows the formation of a new layer 181. A patterned layer 183 is formed on top of 181.
- View C:** Shows the formation of a new layer 191. A patterned layer 83a is formed on top of 191.
- View D:** Shows the formation of a new layer 182. A patterned layer 191 is formed on top of 182.
- View E:** Shows the formation of a new layer 201. A patterned layer 182 is formed on top of 201.
- View F:** Shows the formation of a new layer 202. A patterned layer 191 is formed on top of 202.
- View G:** Shows the final structure with layers 122, 123, 82a, and 81Wa.

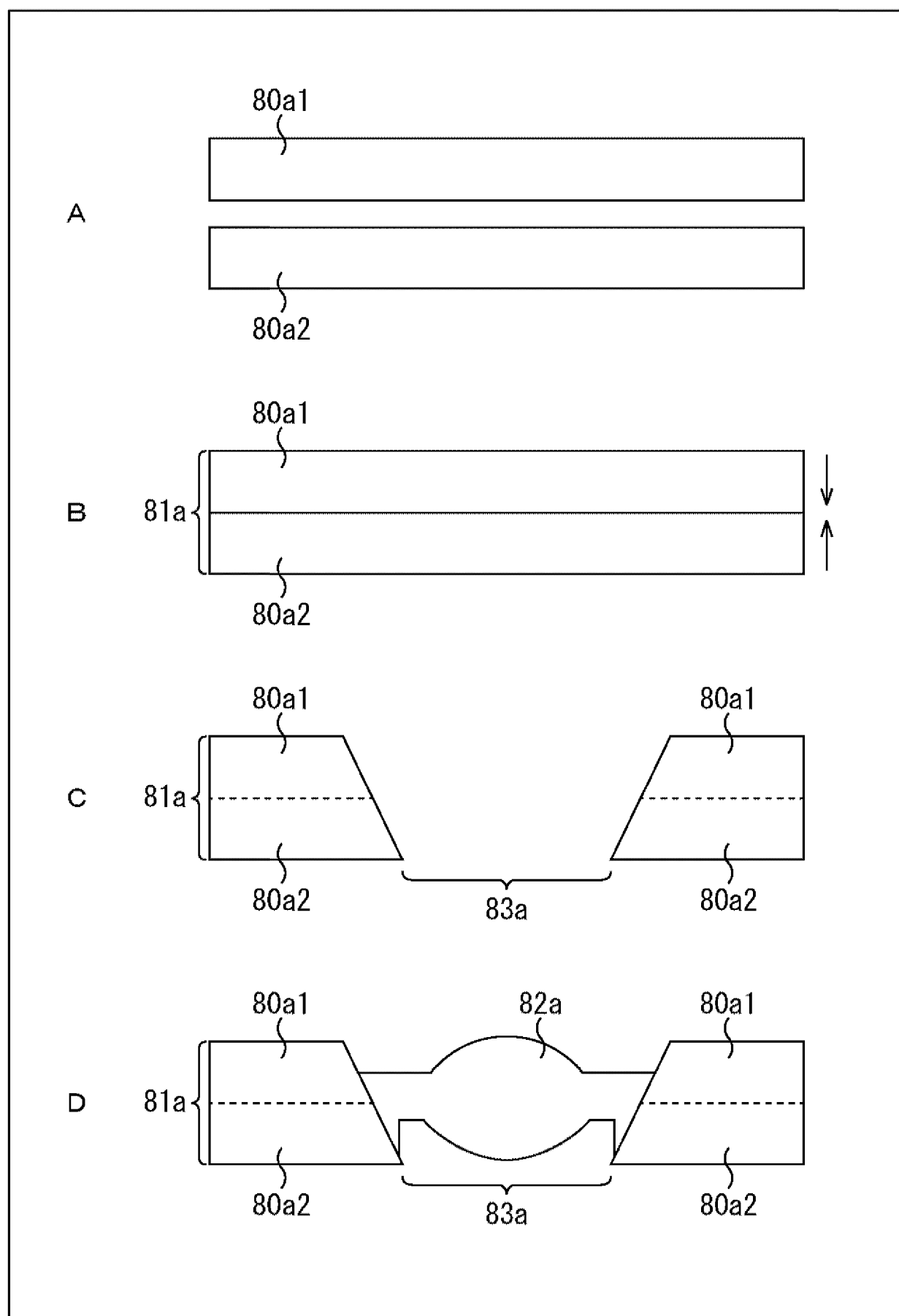
[図17]
FIG. 17



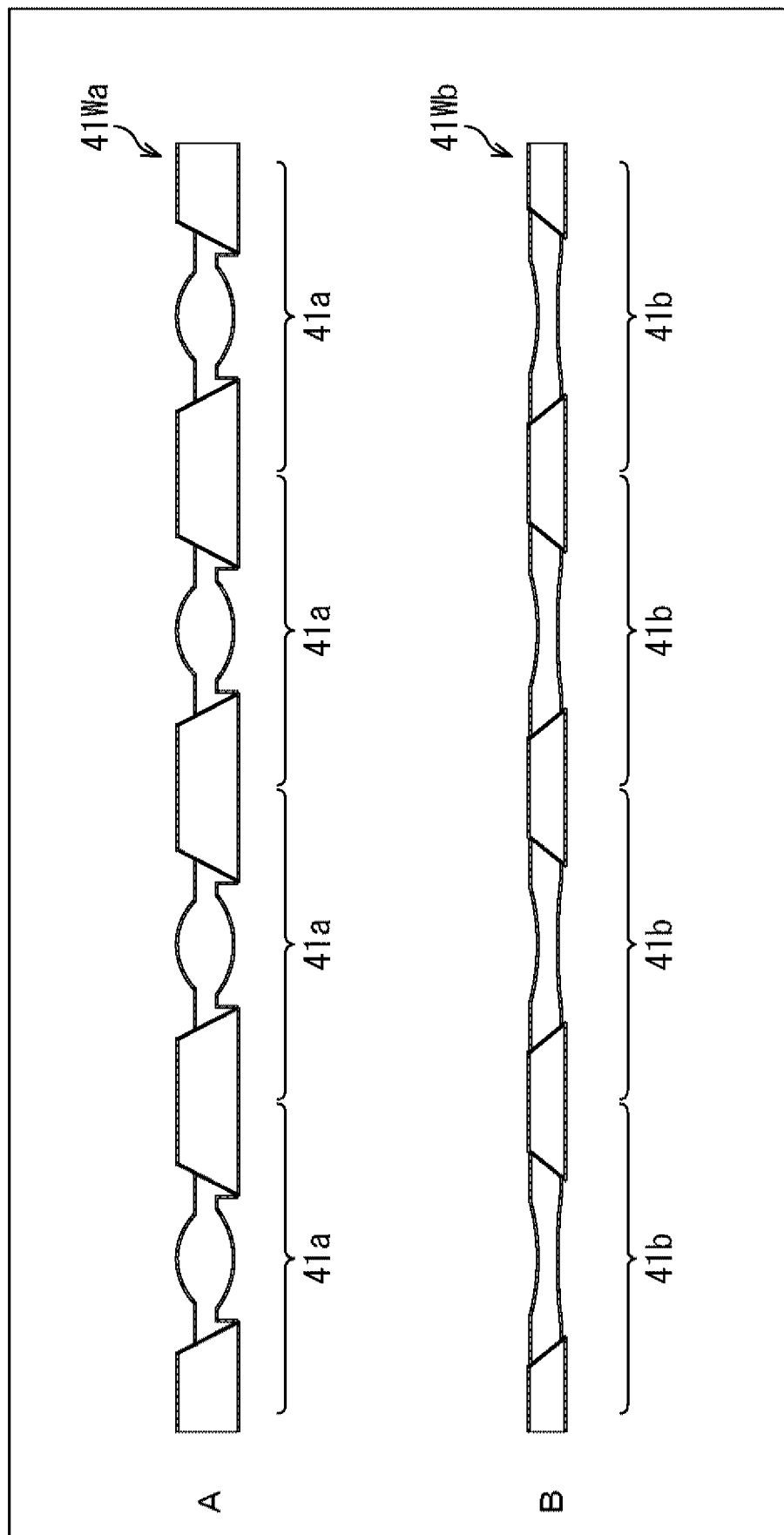
[図18]
FIG. 18



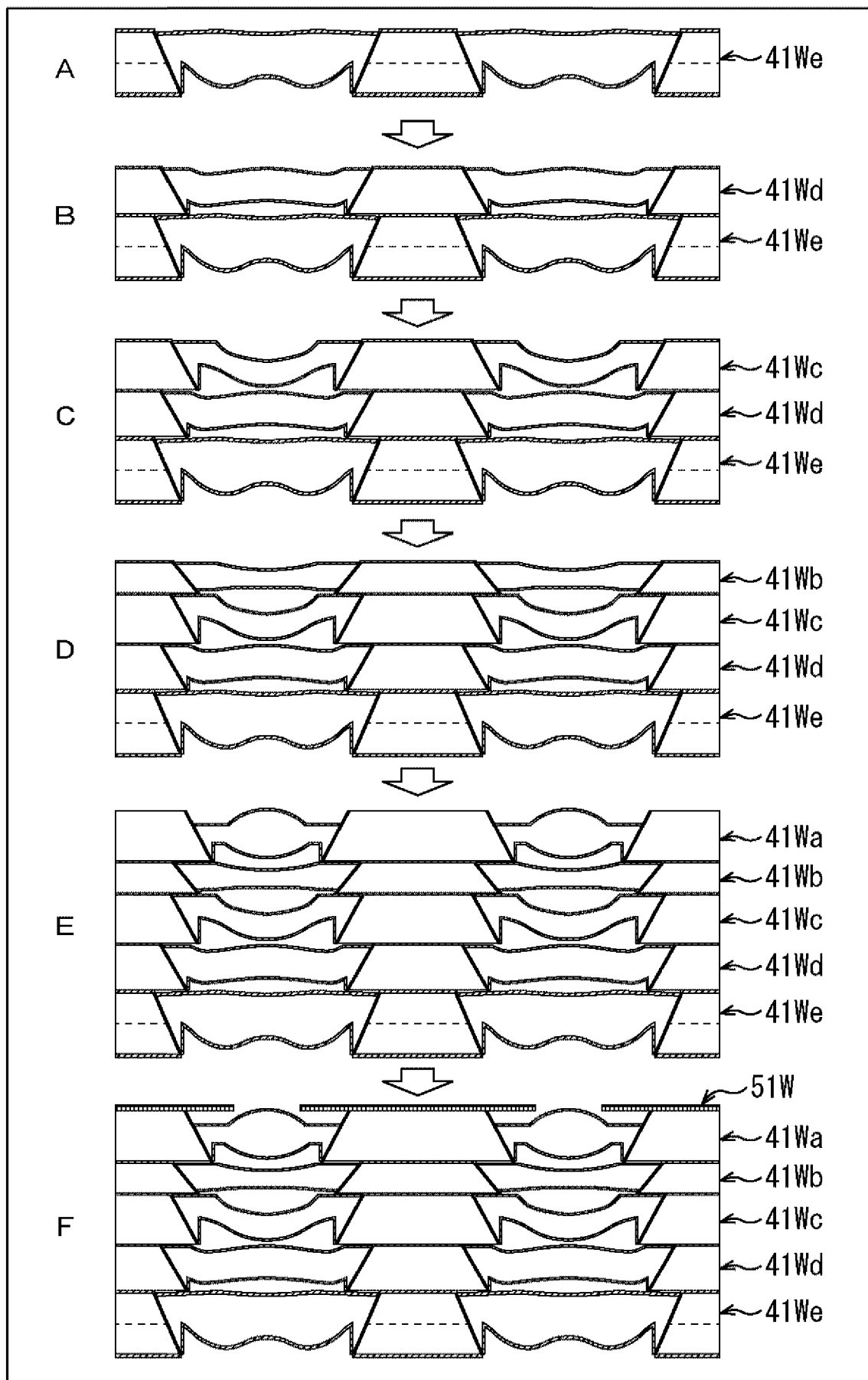
[図19]
FIG. 19



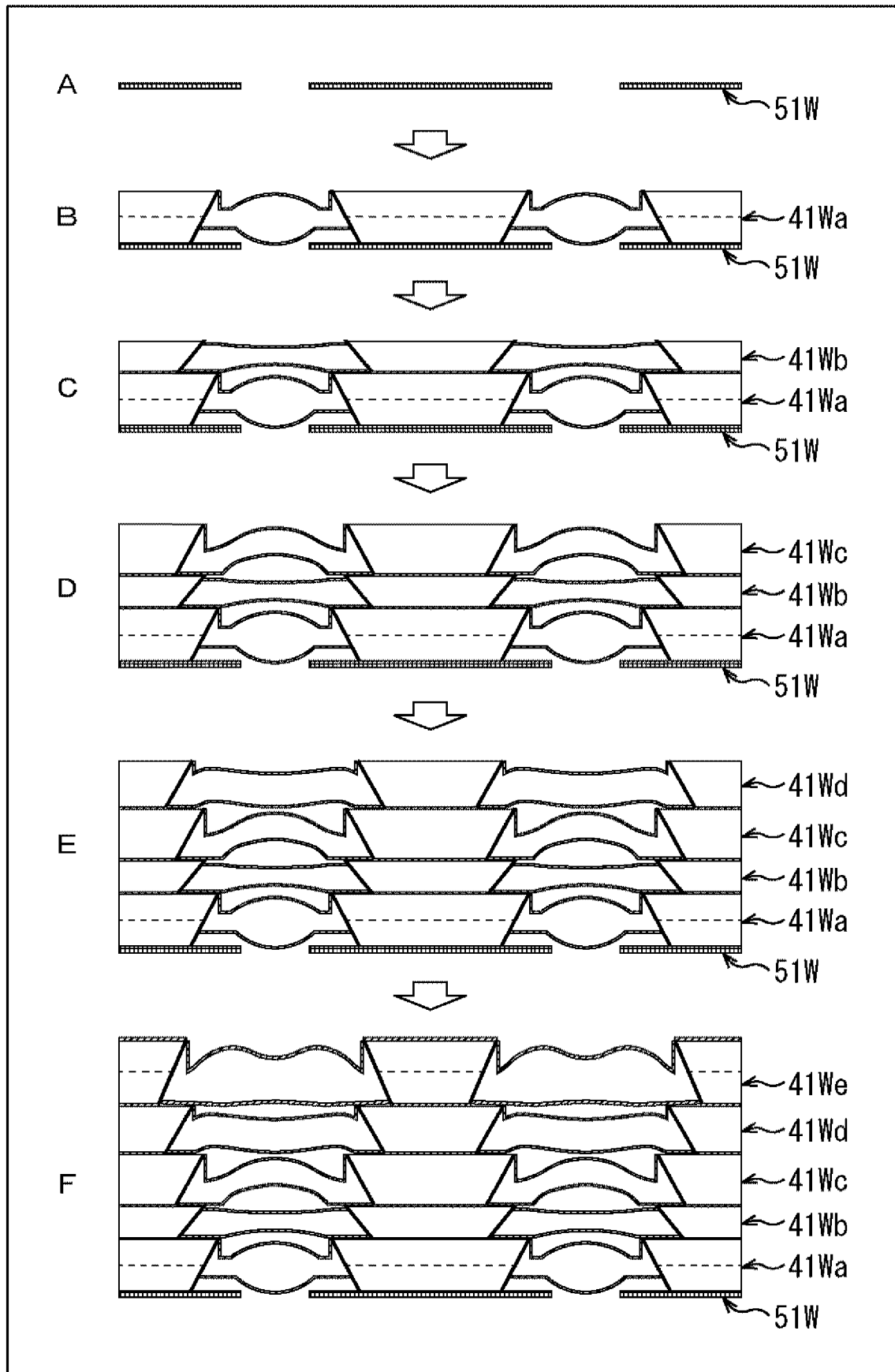
[図20]
FIG. 20



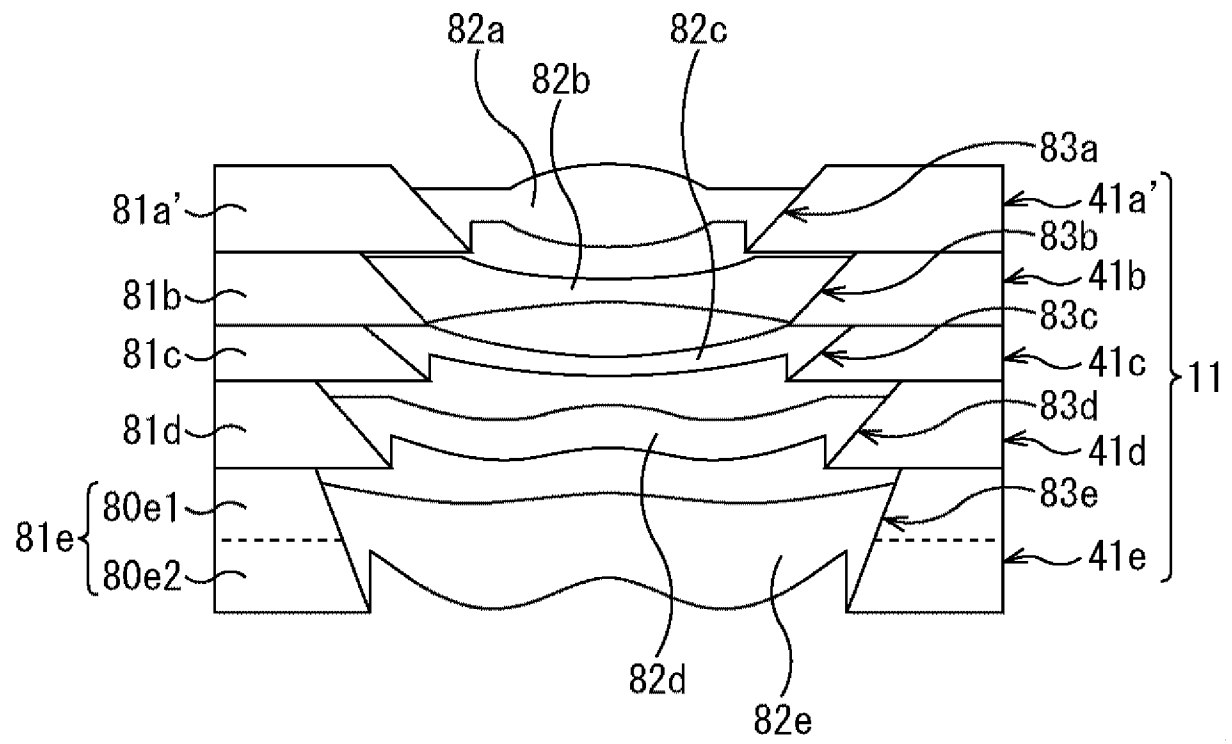
[図22]
FIG. 22



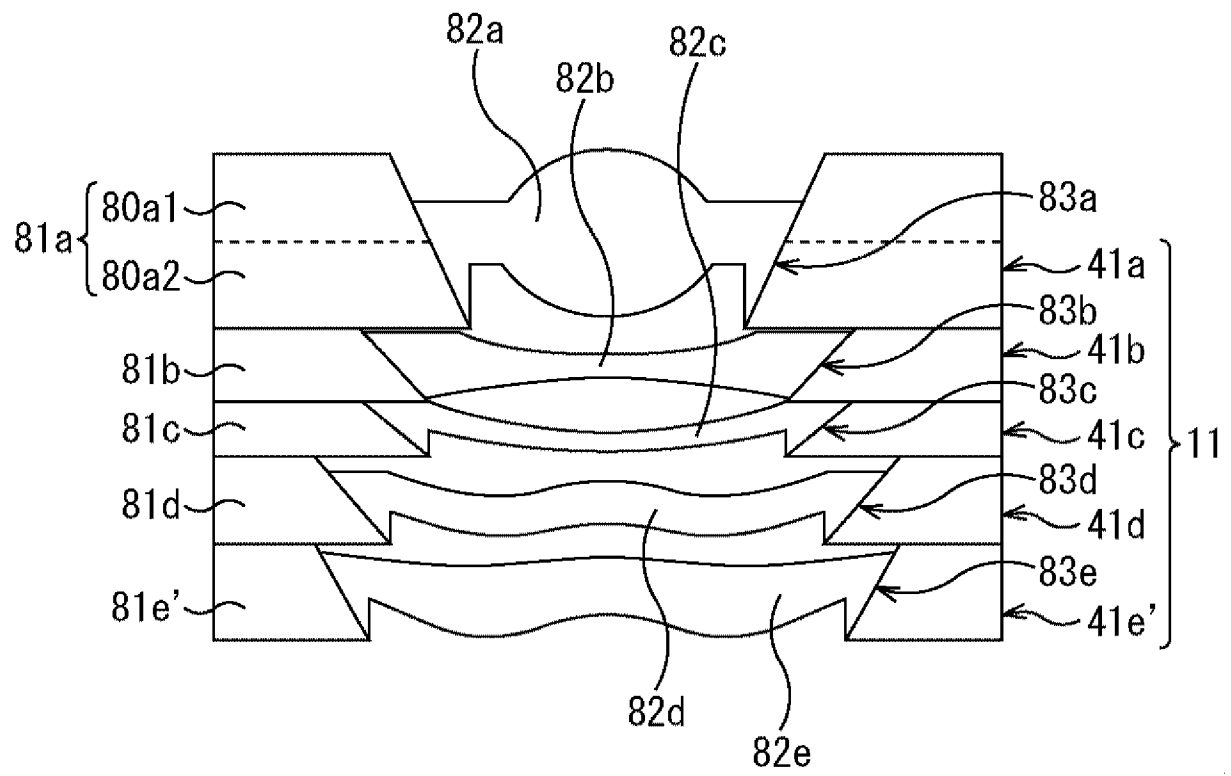
[図23]
FIG. 23



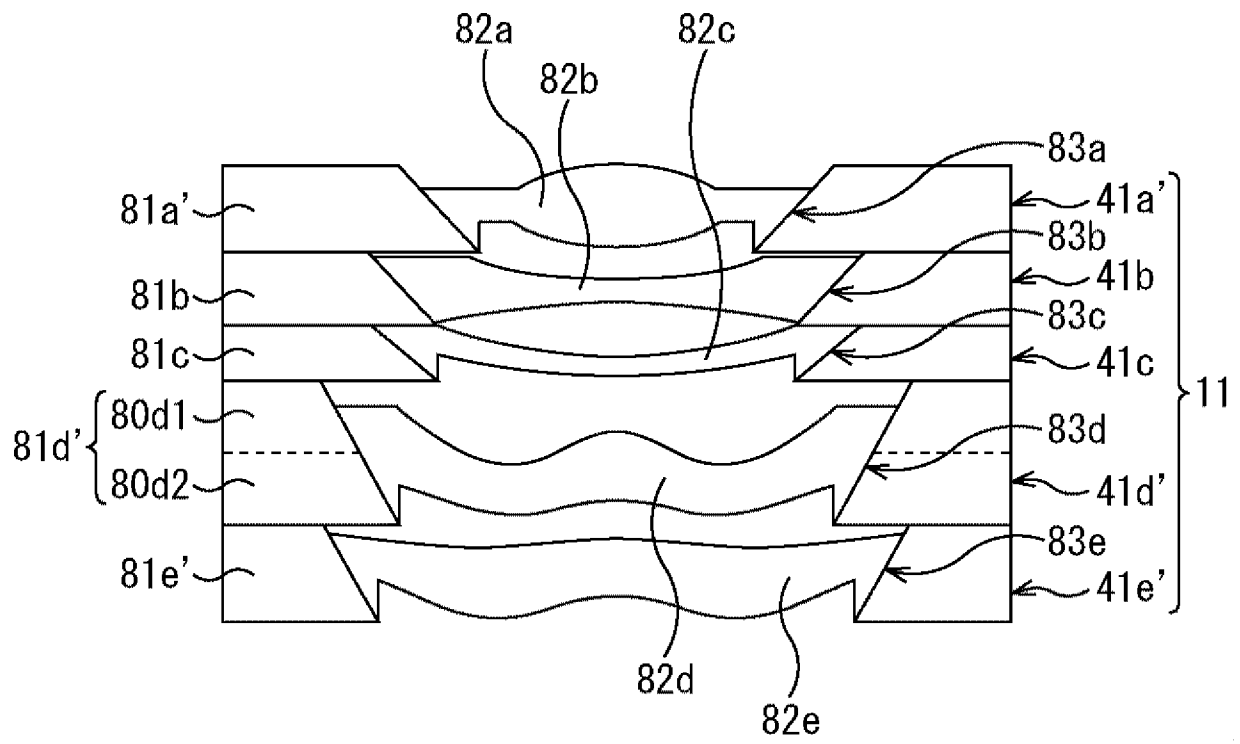
[図24]
FIG. 24



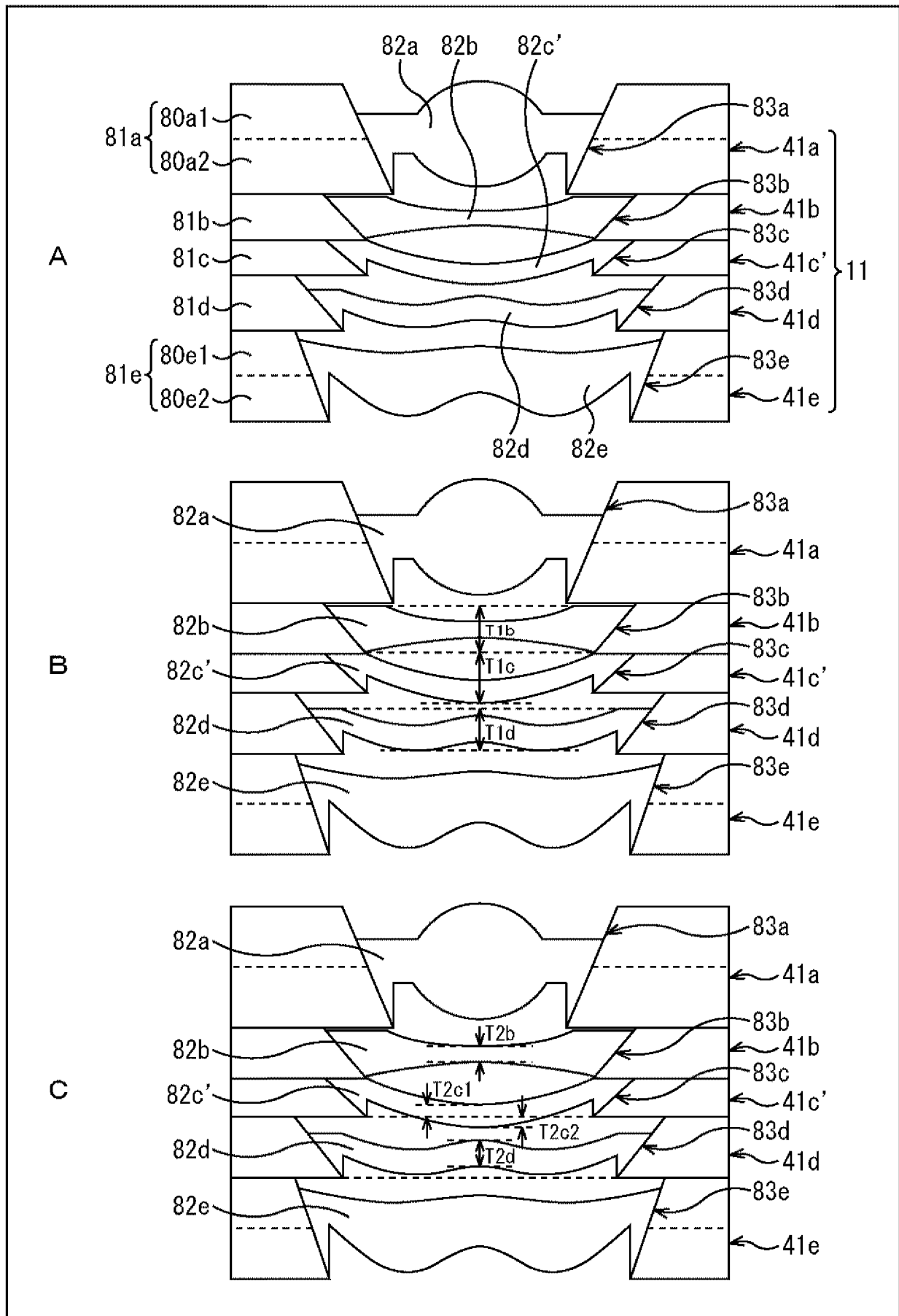
[図25]
FIG. 25



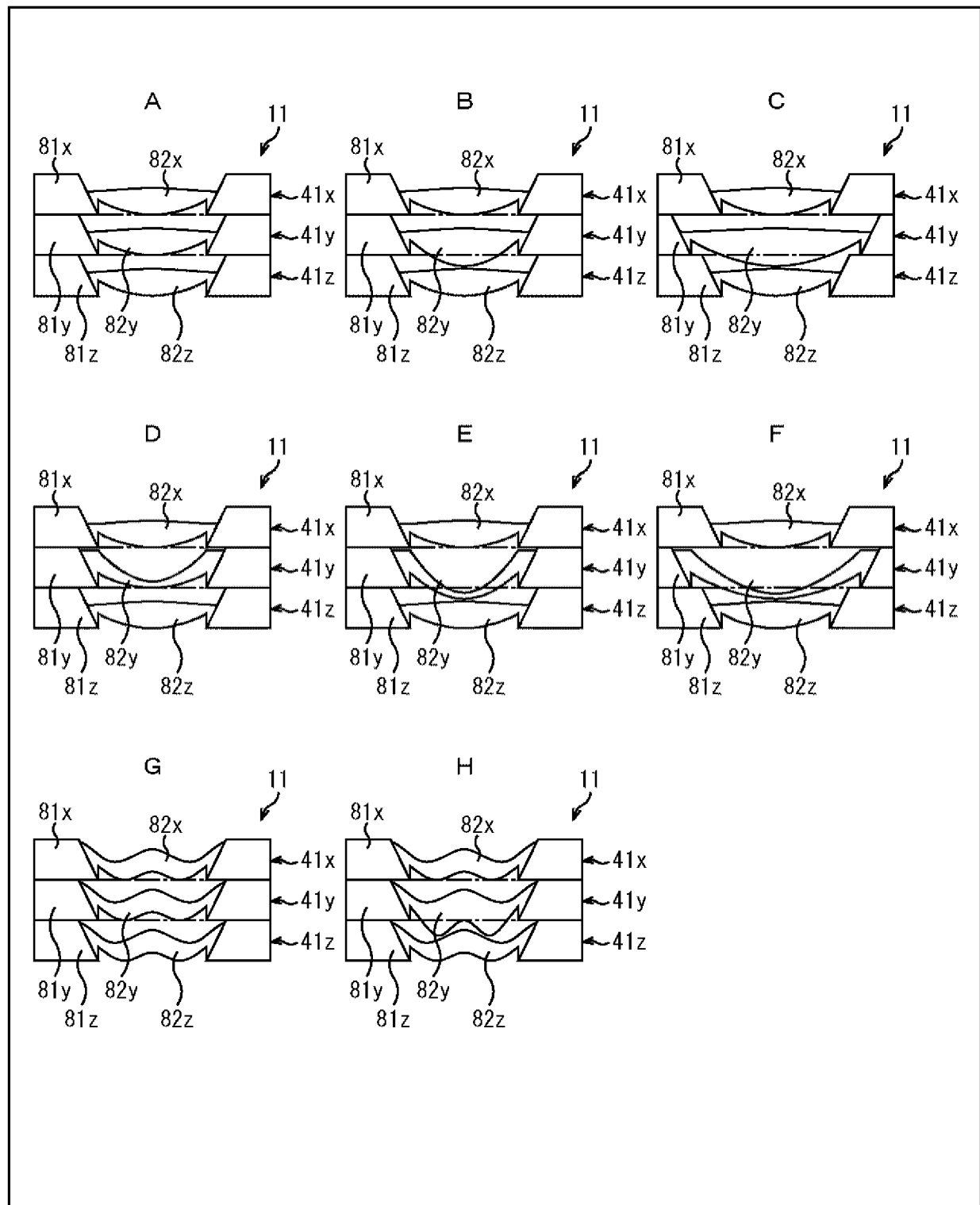
[図26]
FIG. 26



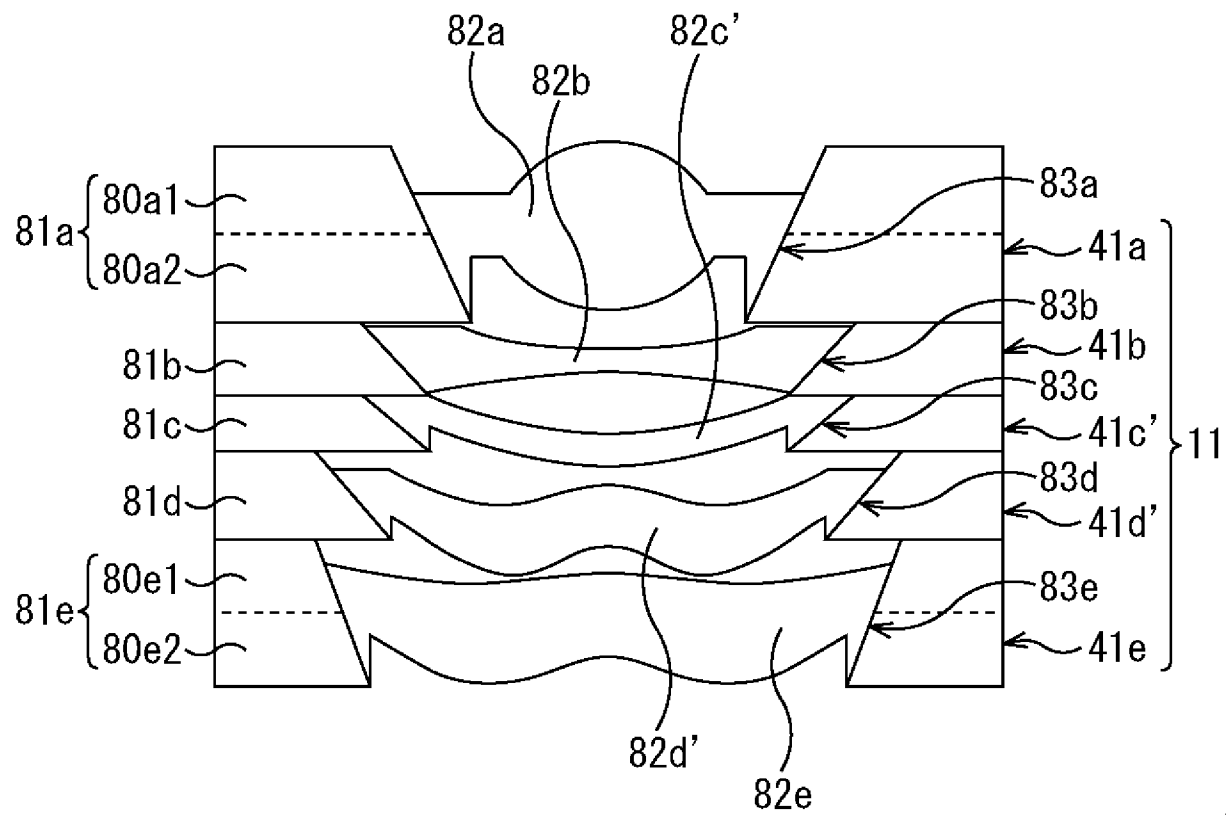
[図27]
FIG. 27



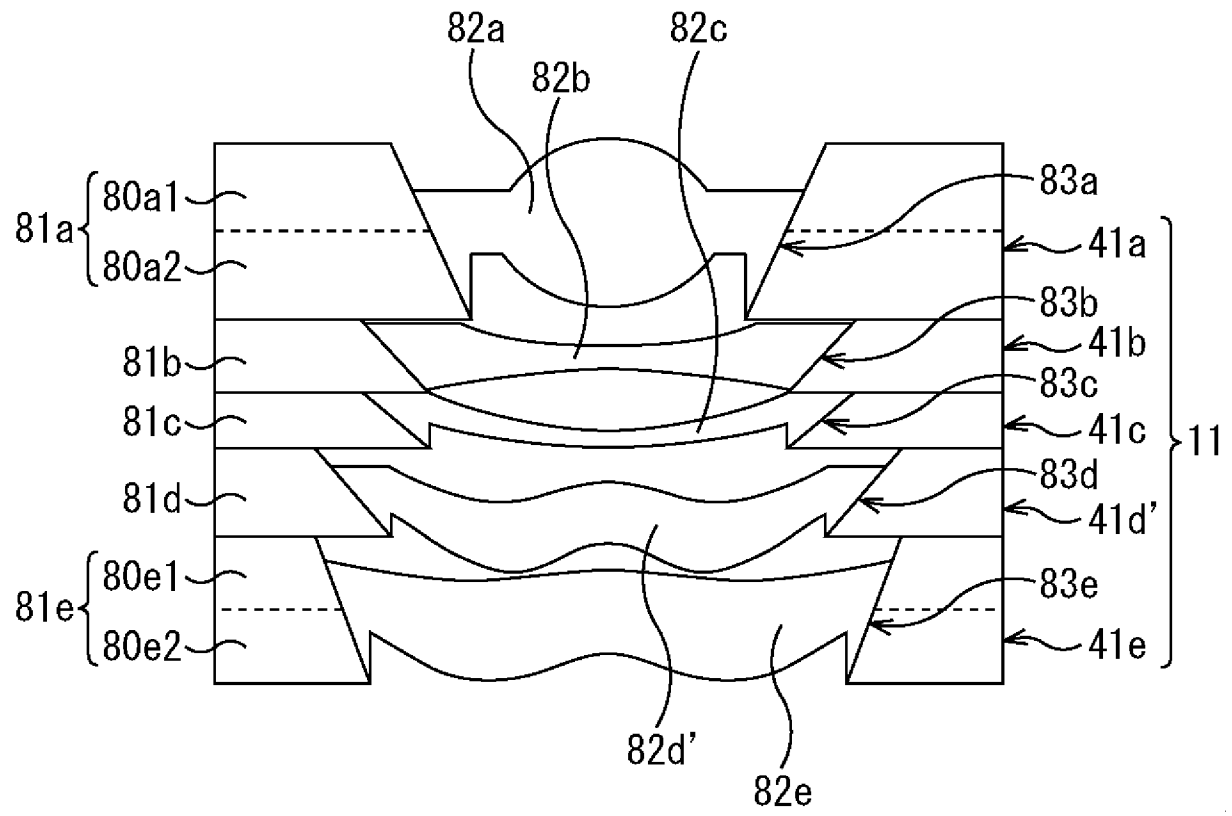
[図28]
FIG. 28



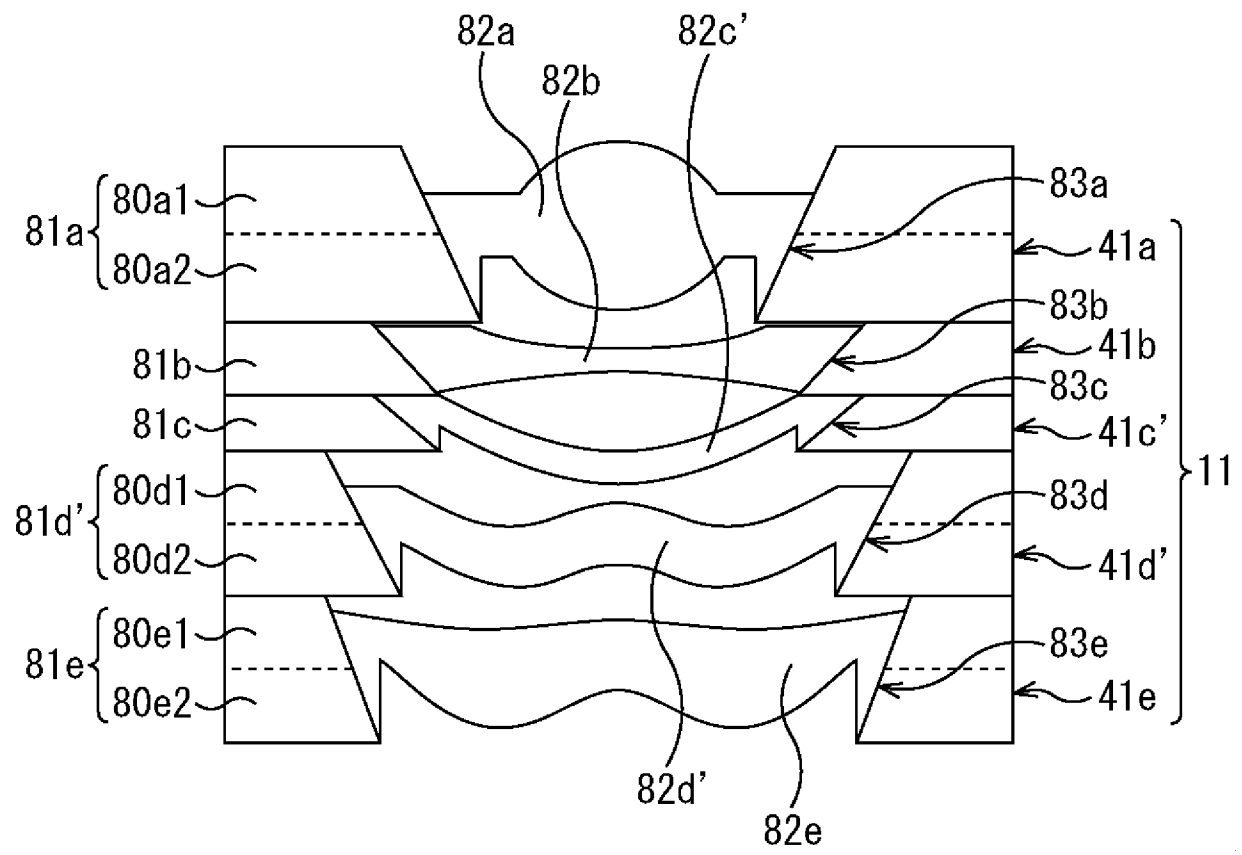
[図29]
FIG. 29



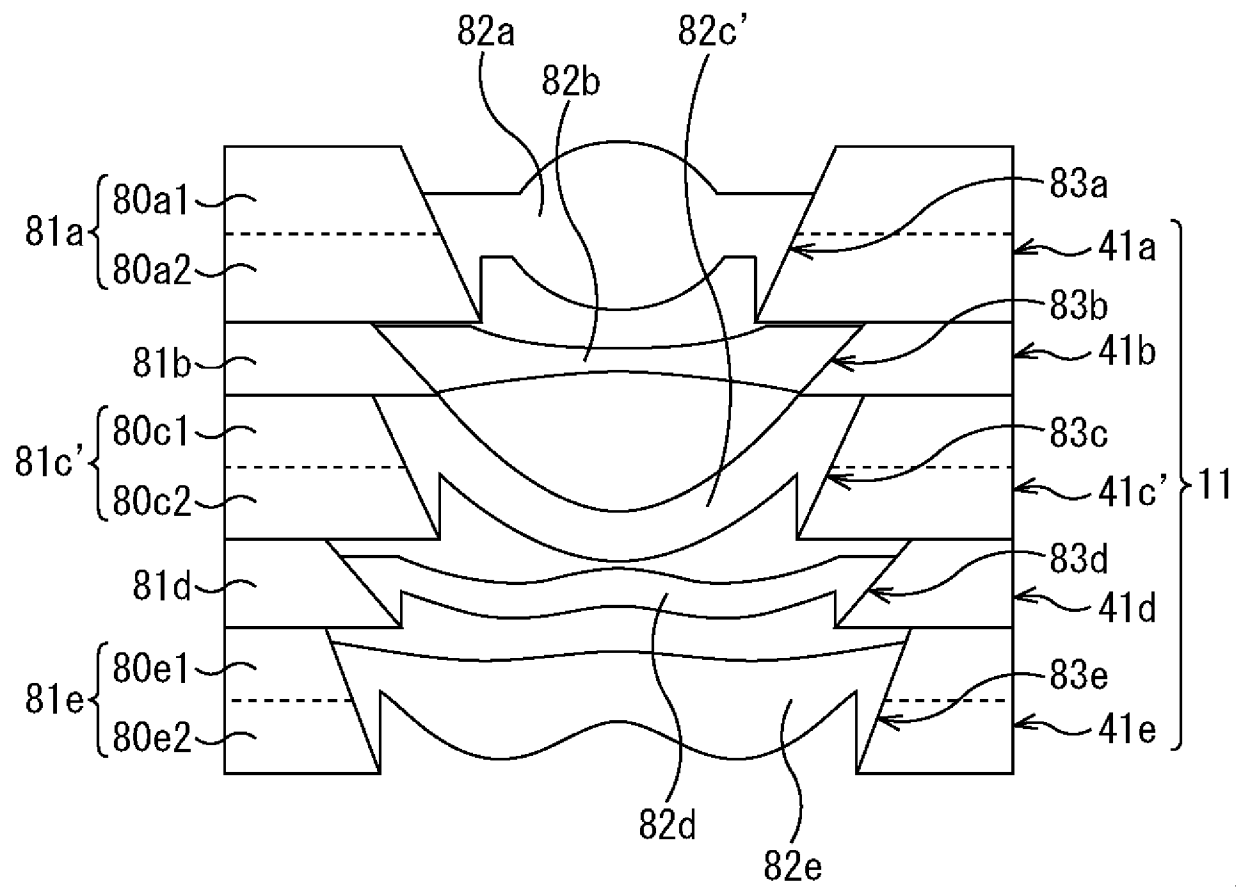
[図30]
FIG. 30



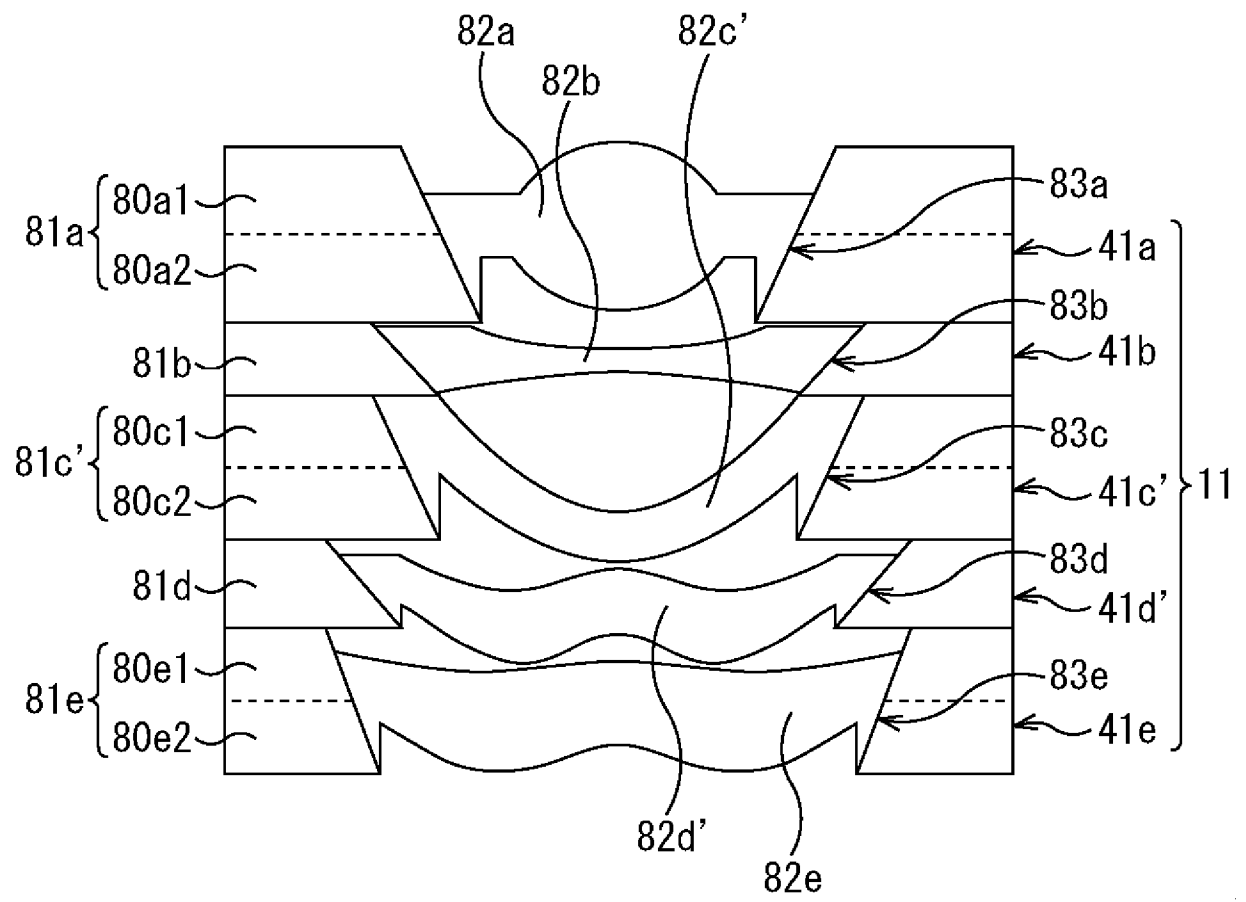
[図31]
FIG. 31



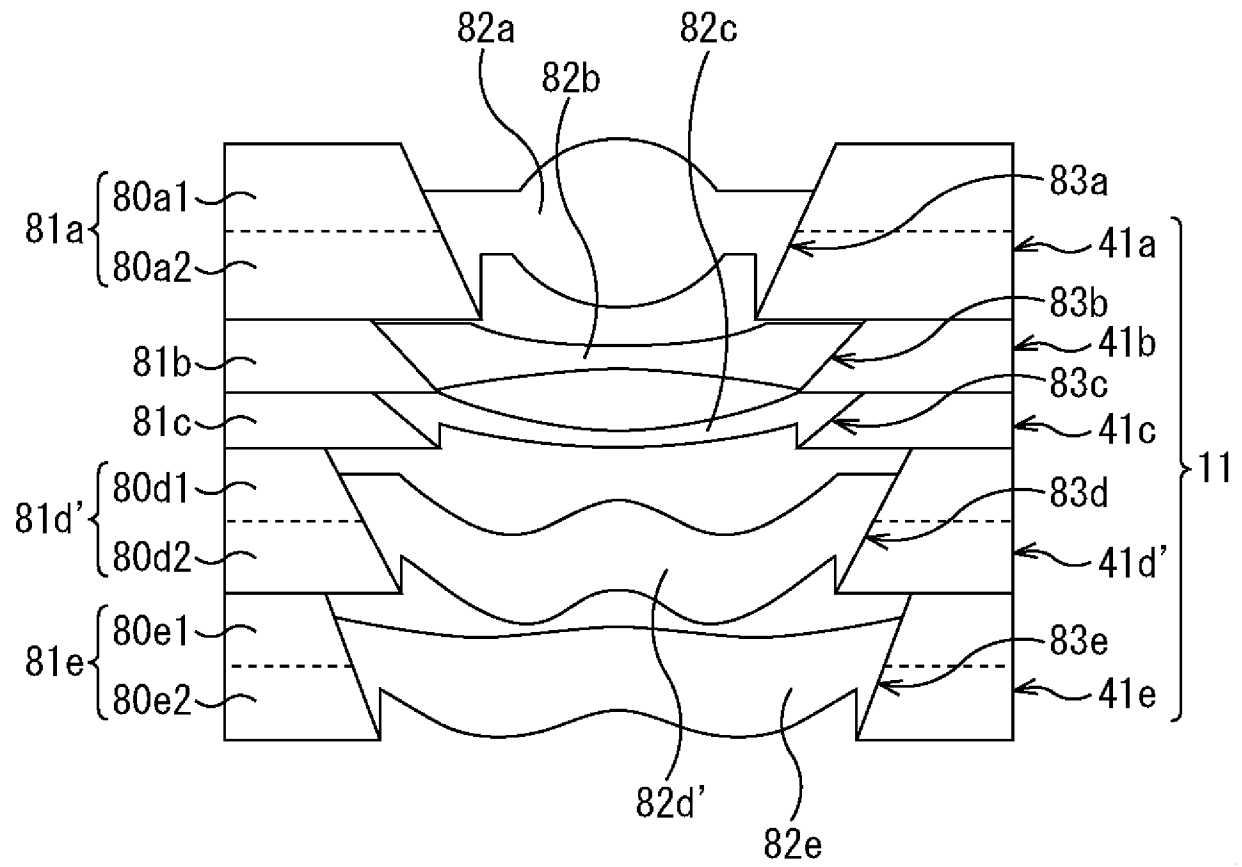
[図32]
FIG. 32



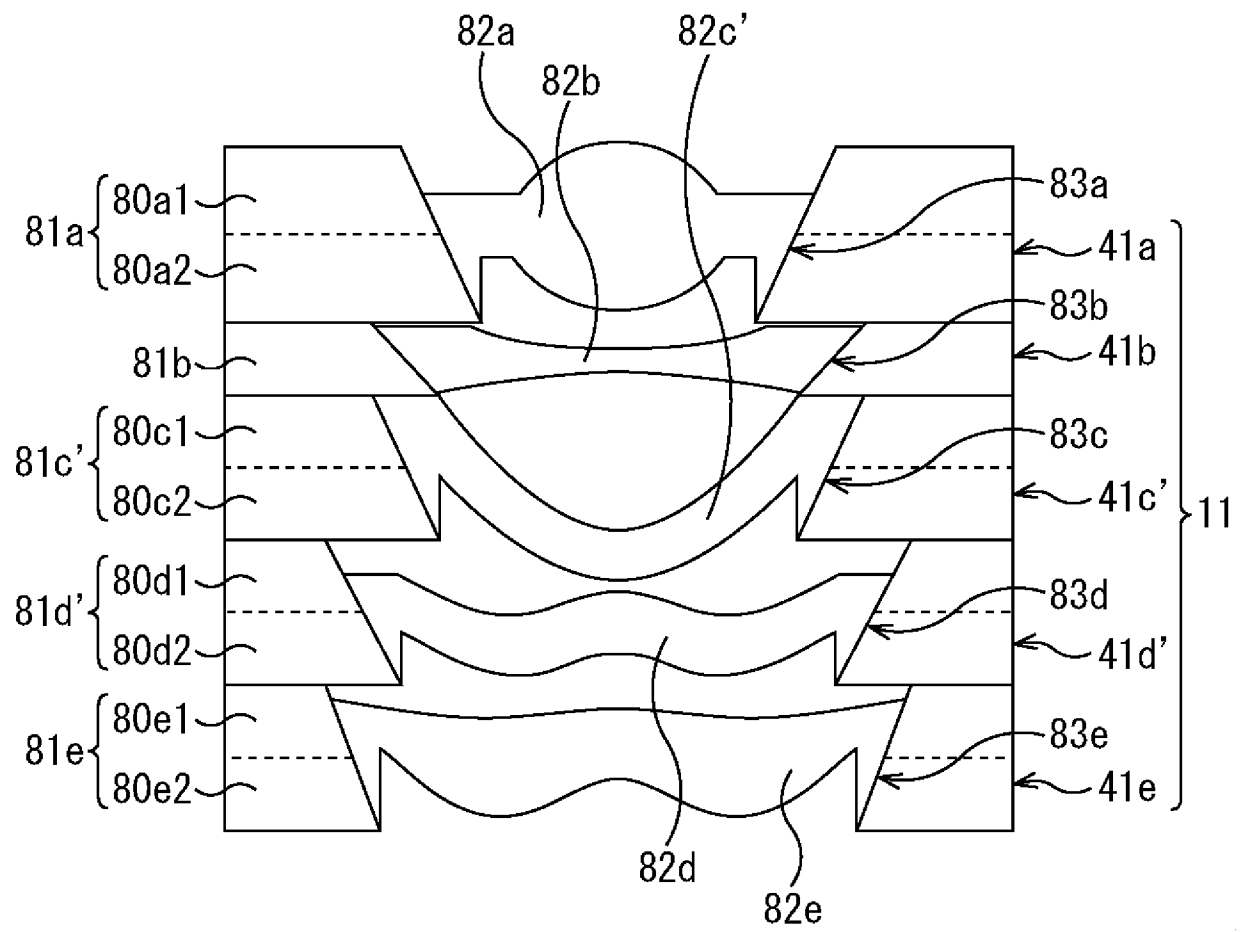
[図33]
FIG. 33



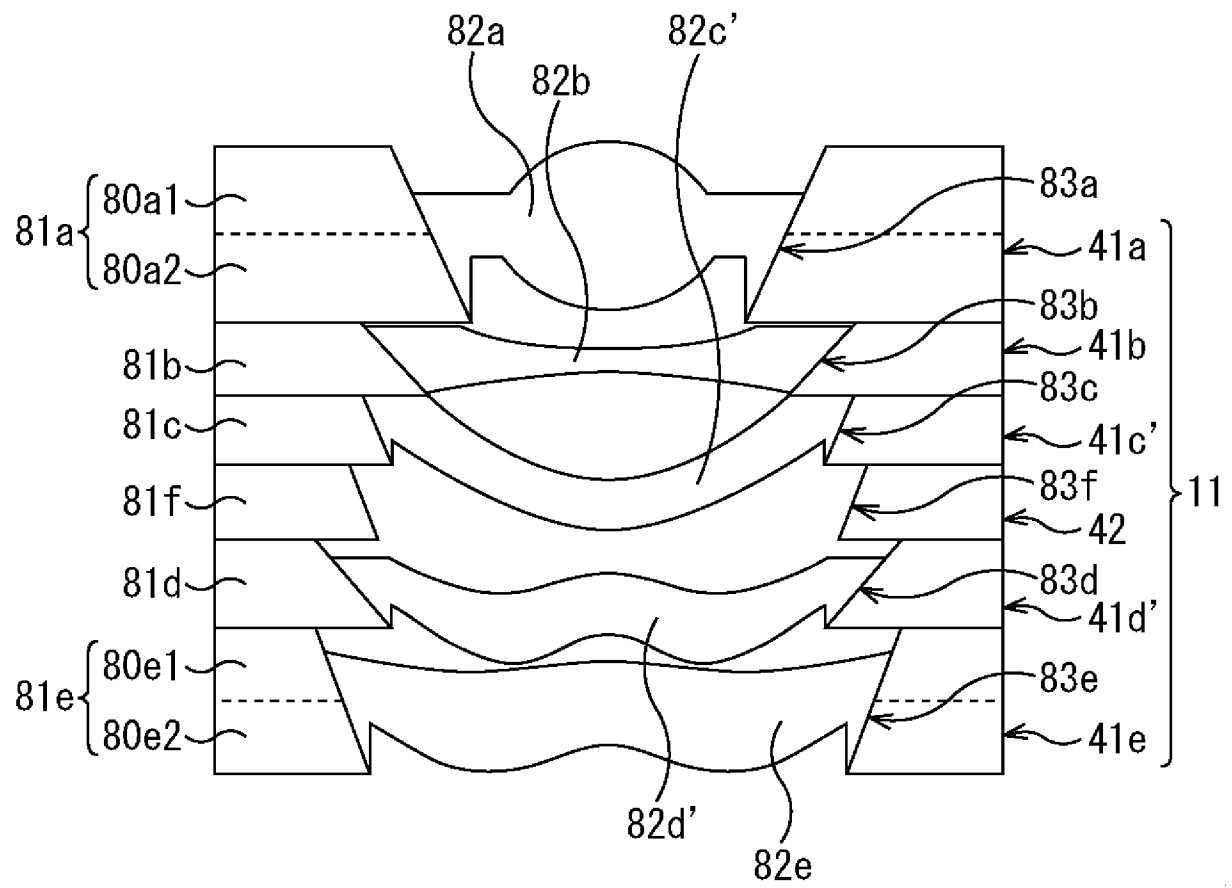
[図34]
FIG. 34



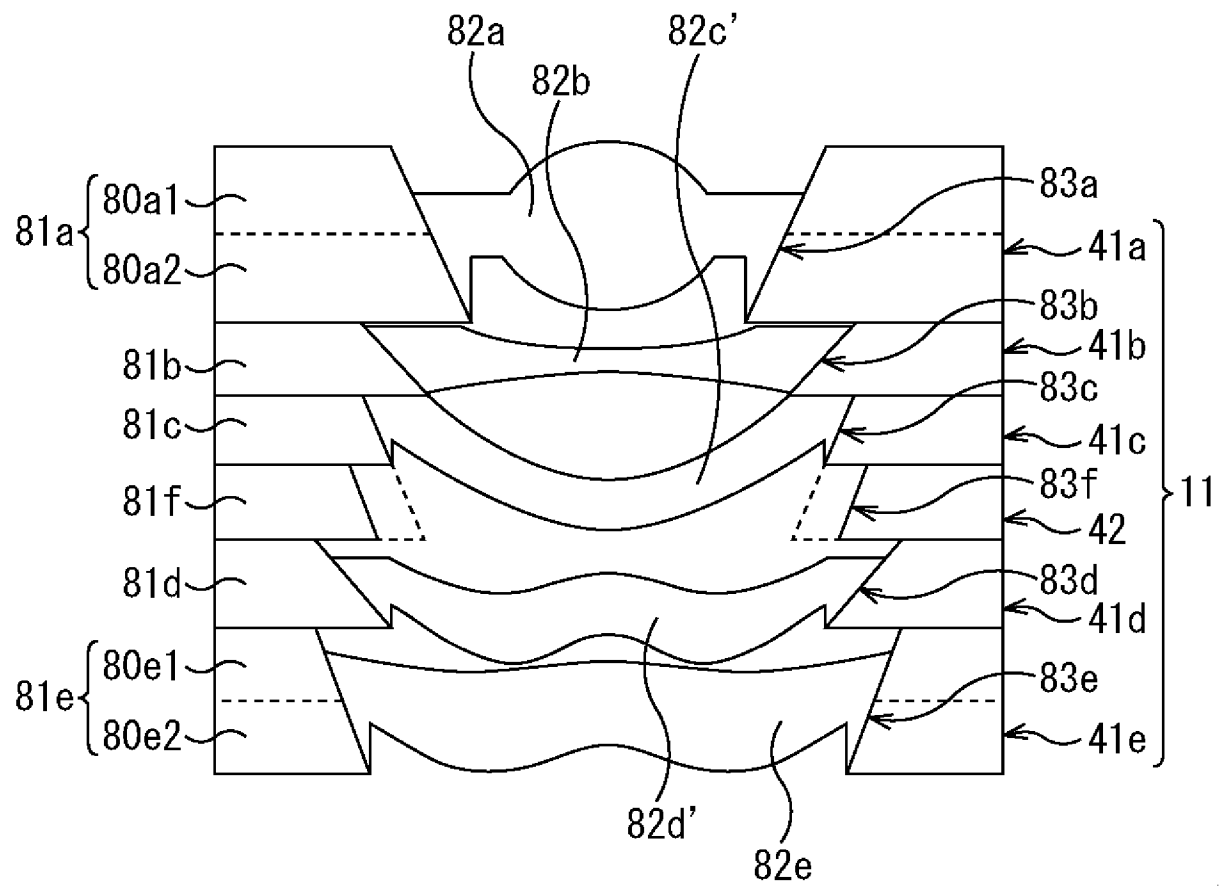
[図35]
FIG. 35



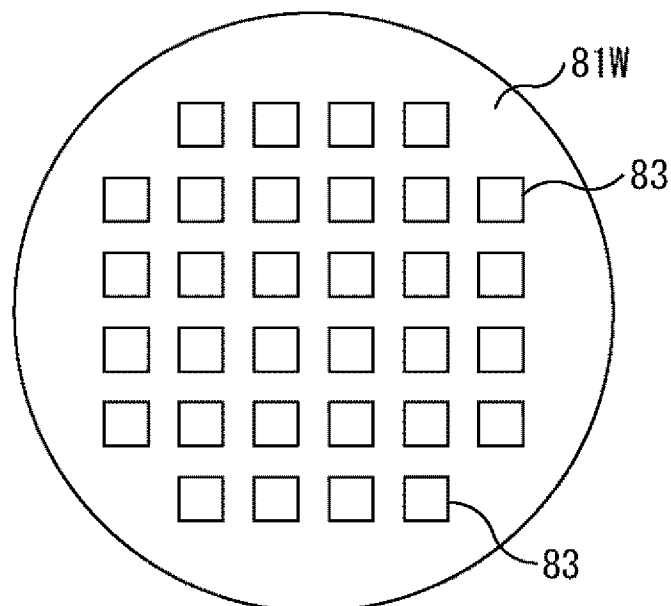
[図36]
FIG. 36



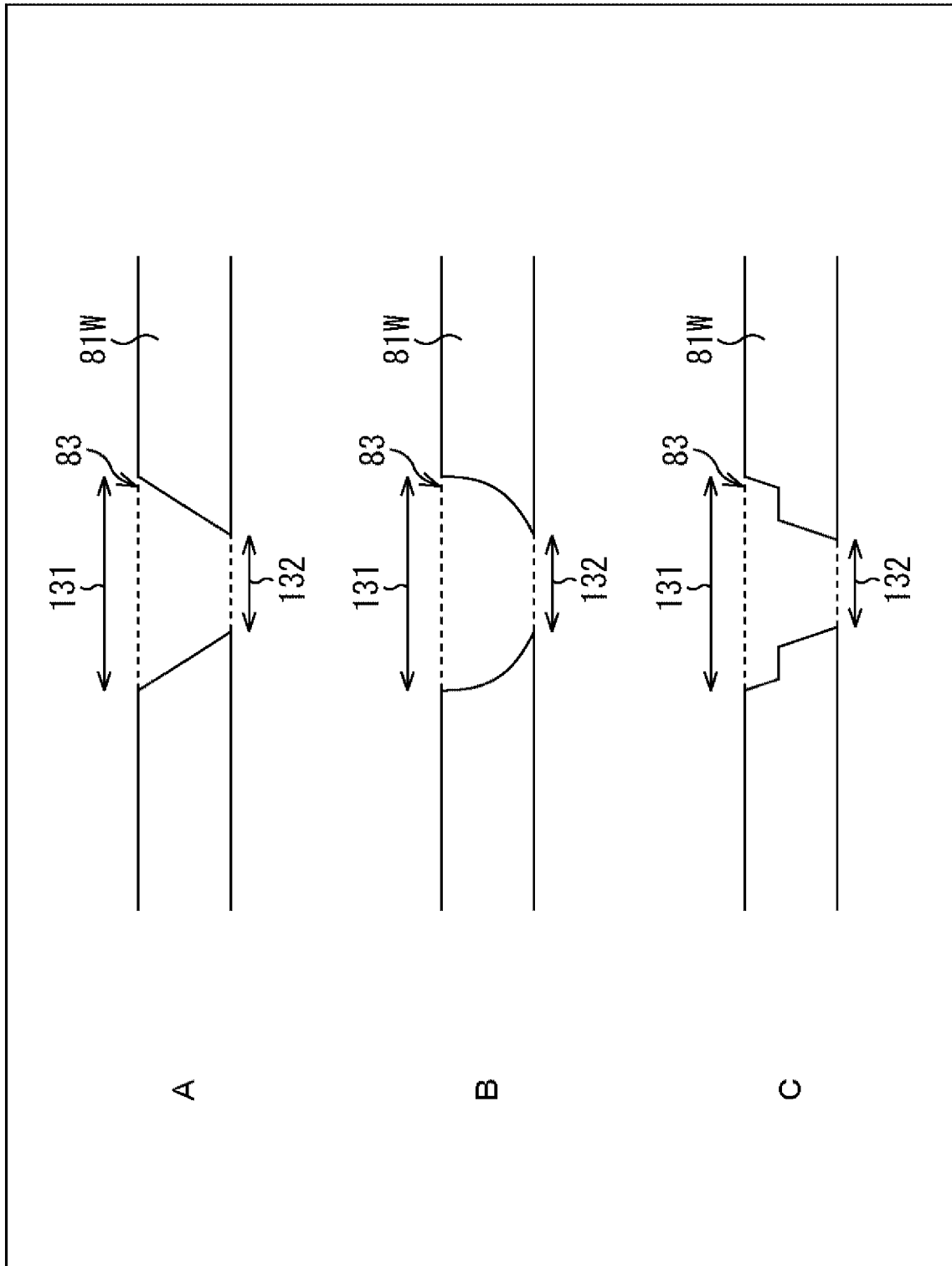
[図37]
FIG. 37



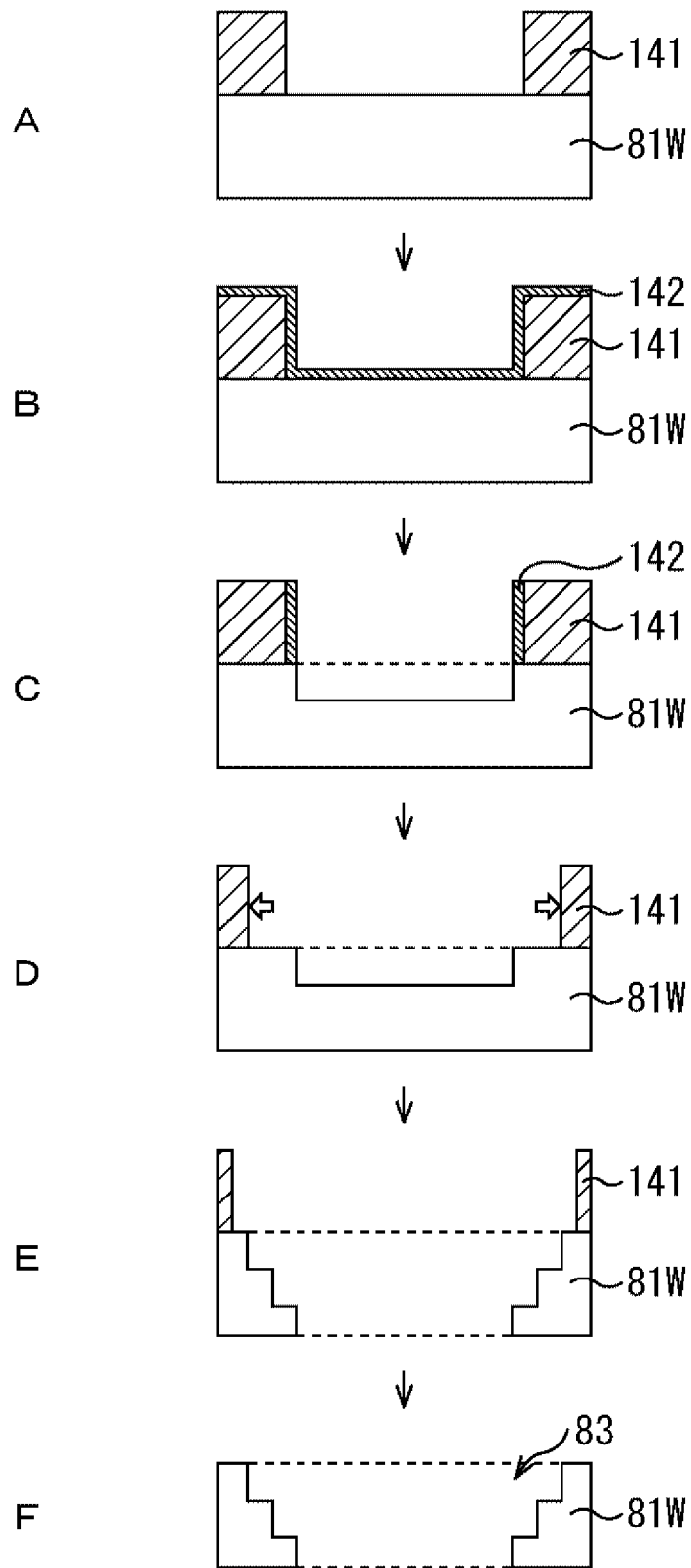
[図38]
FIG. 38



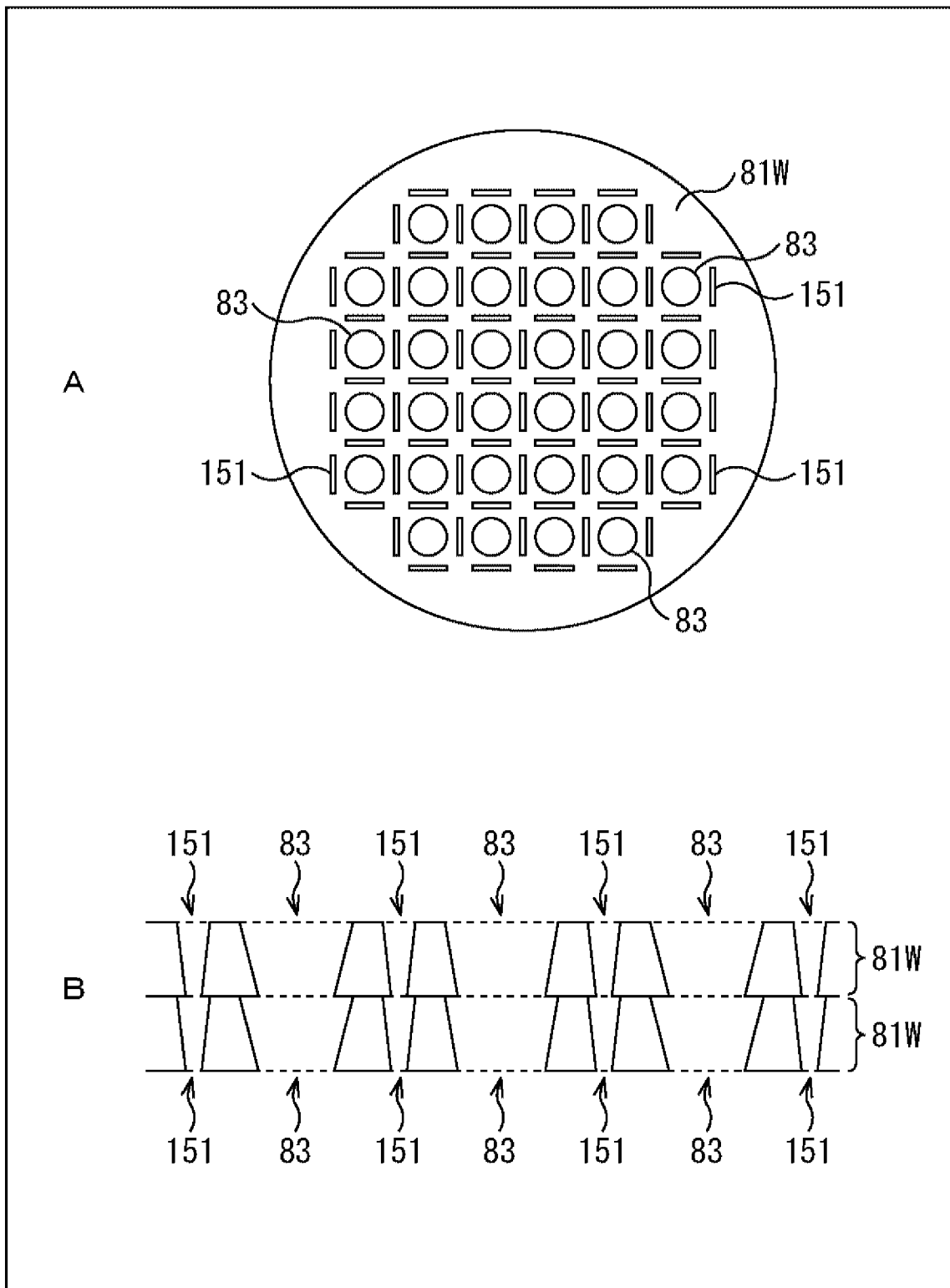
[図39]
FIG. 39



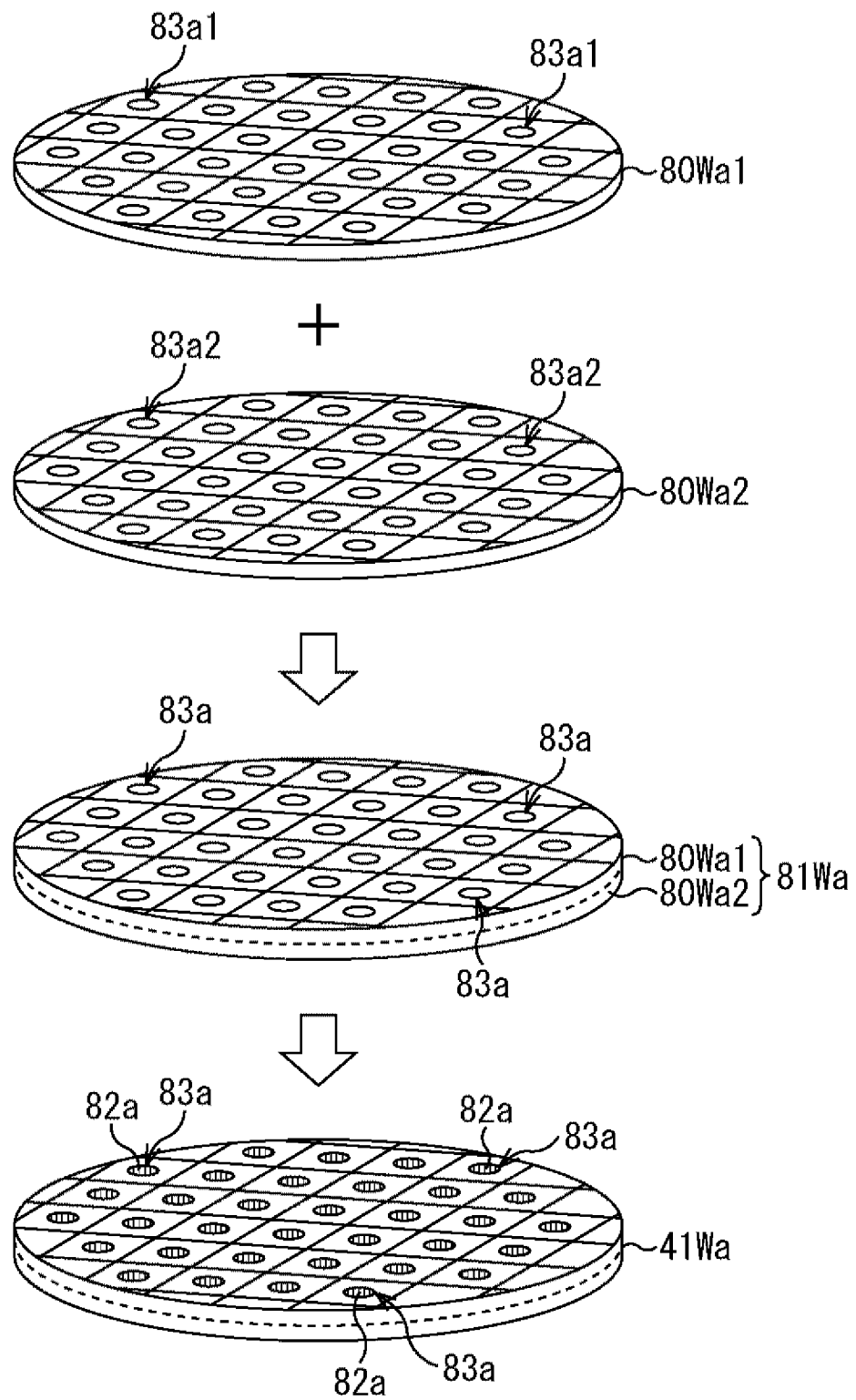
[図40]
FIG. 40



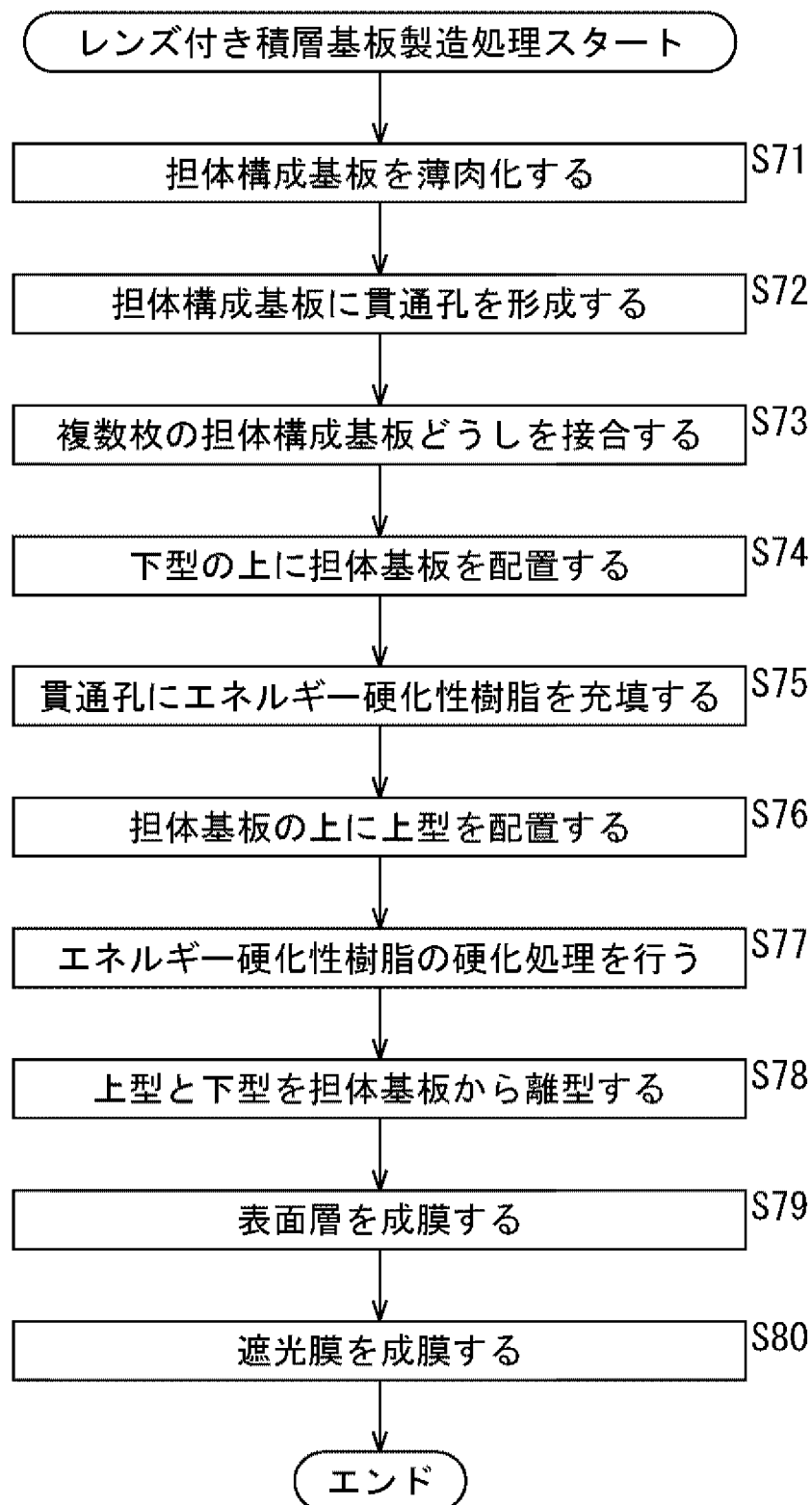
[図41]
FIG. 41



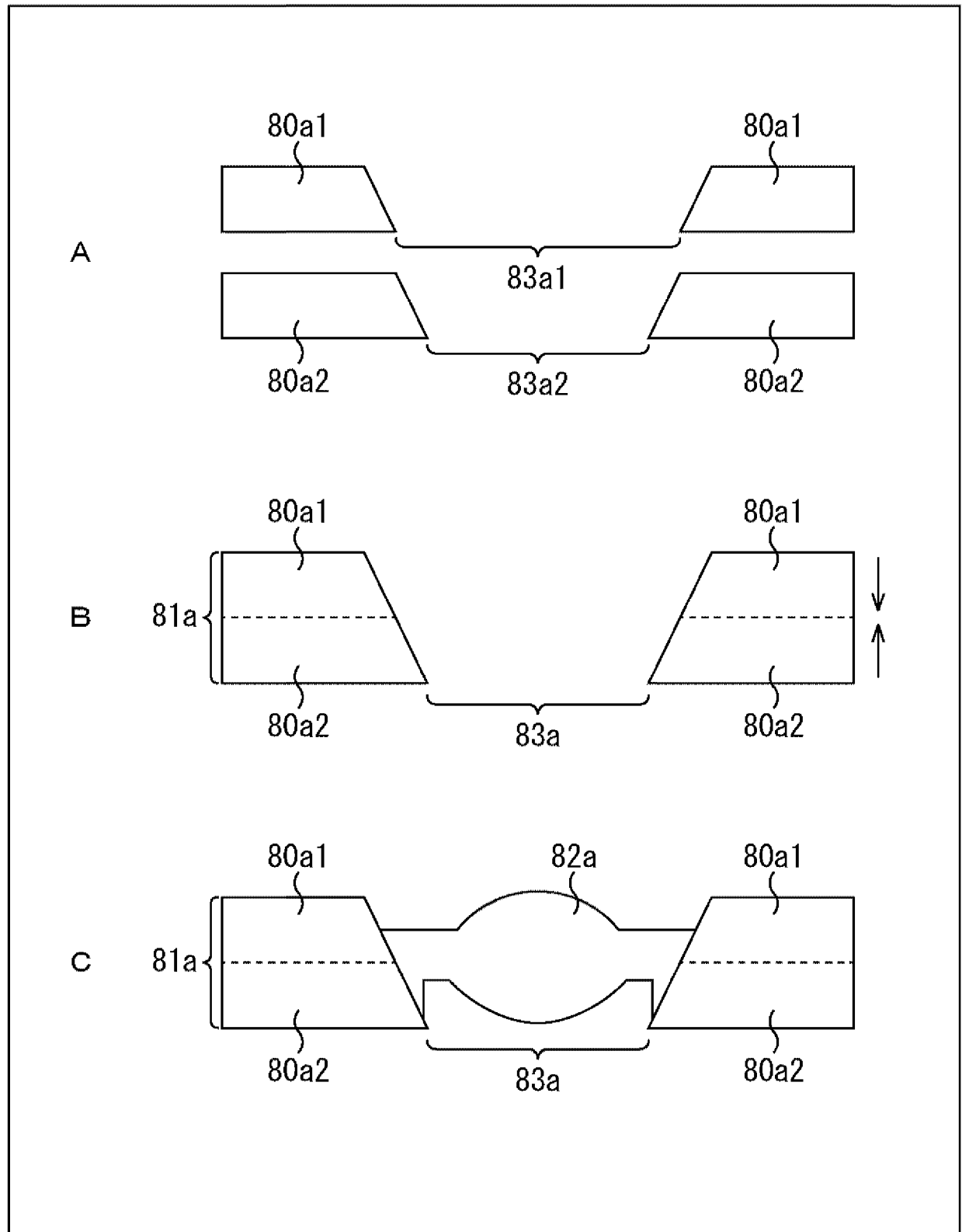
[図42]
FIG. 42



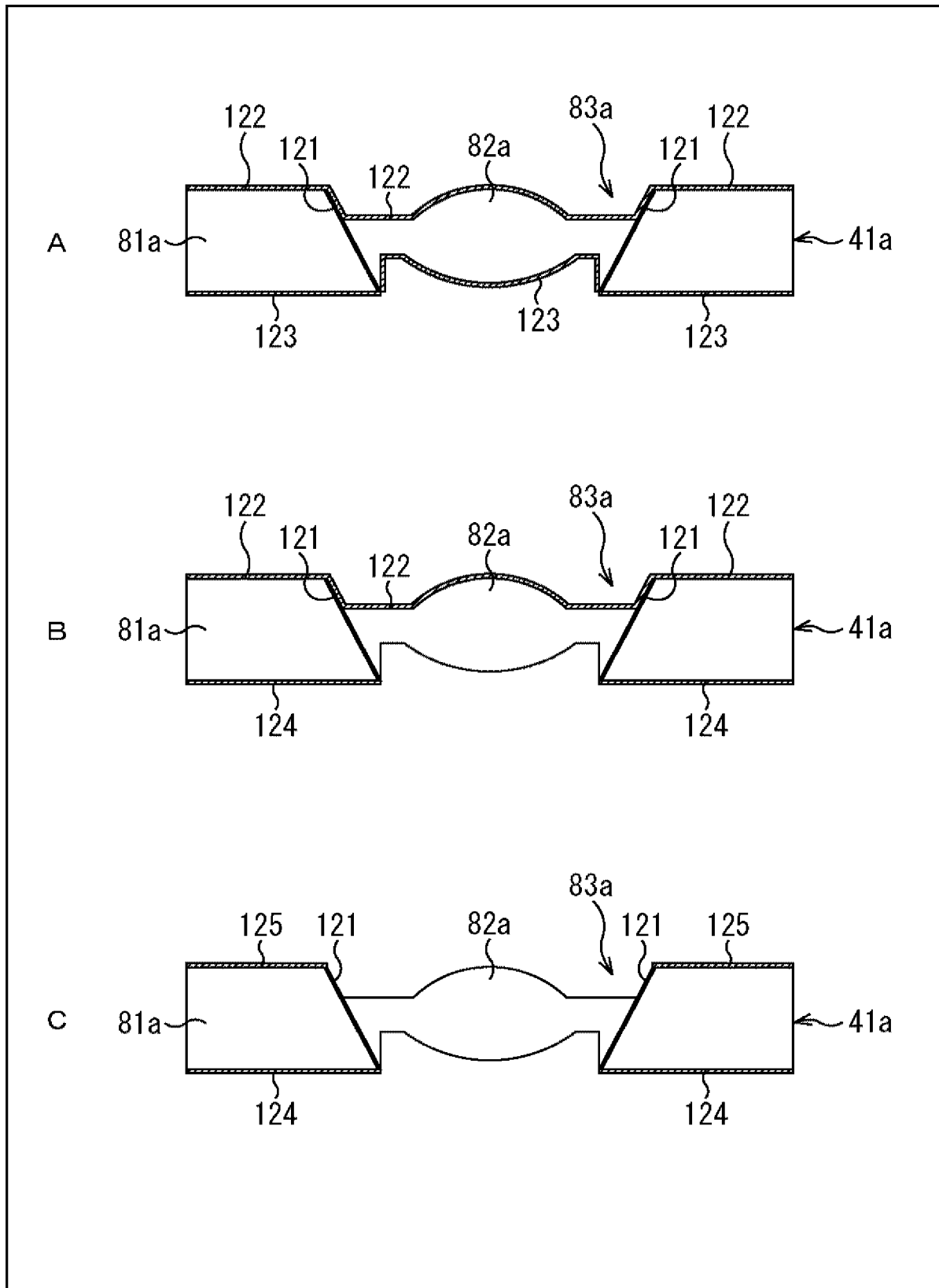
[図43]
FIG. 43



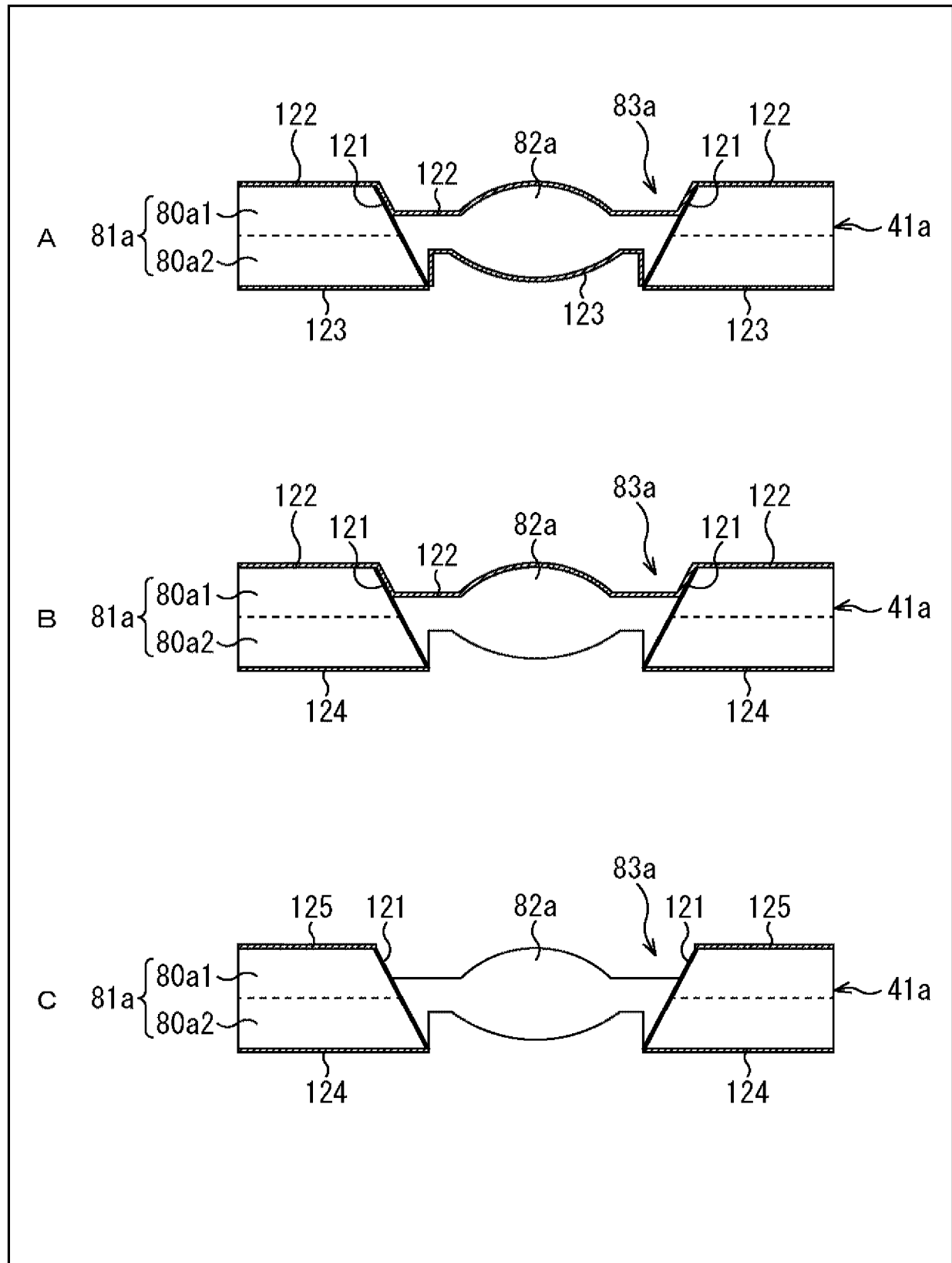
[図44]
FIG. 44



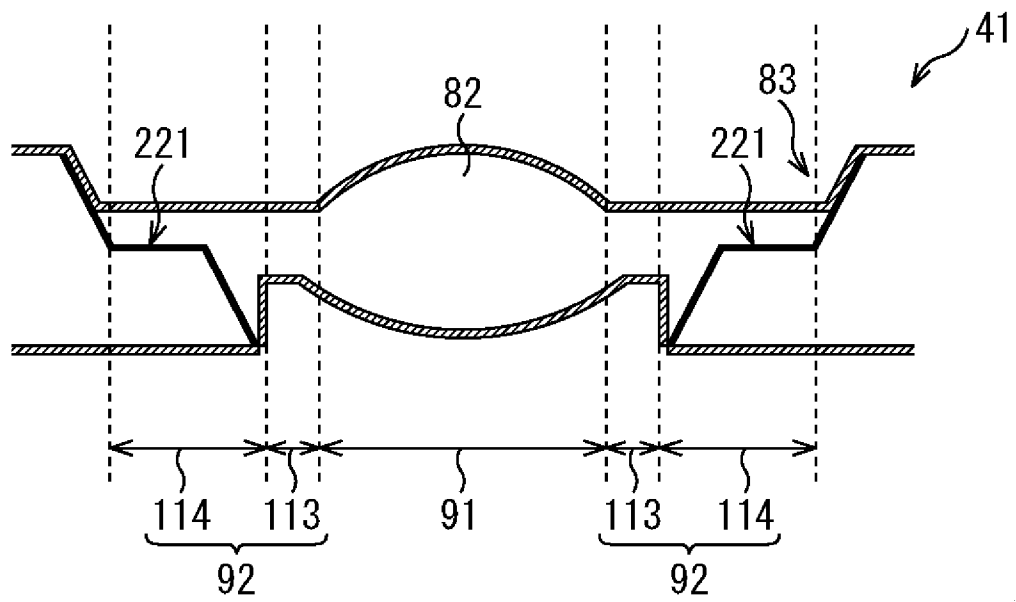
[図45]
FIG. 45



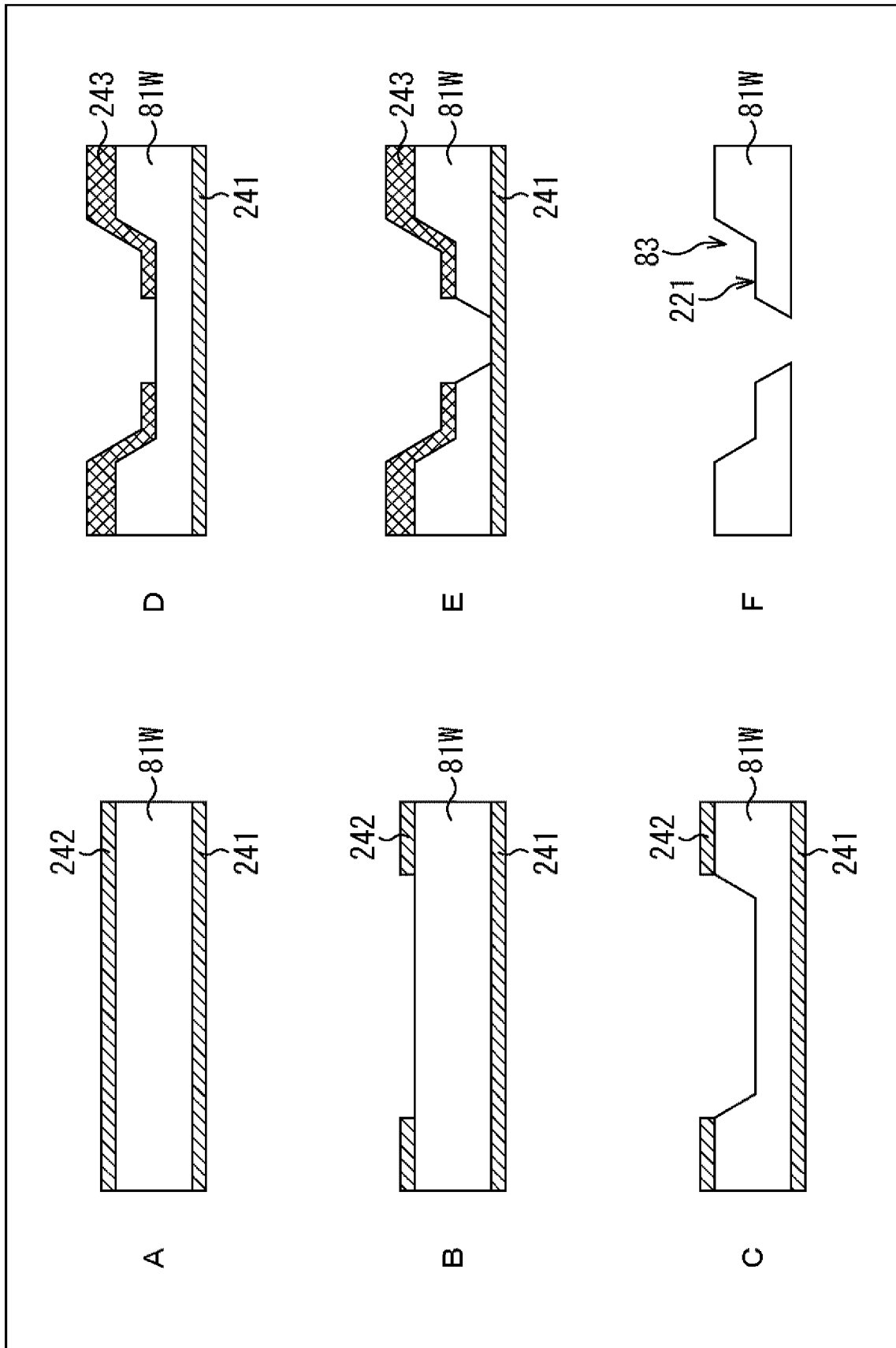
[図46]
FIG. 46



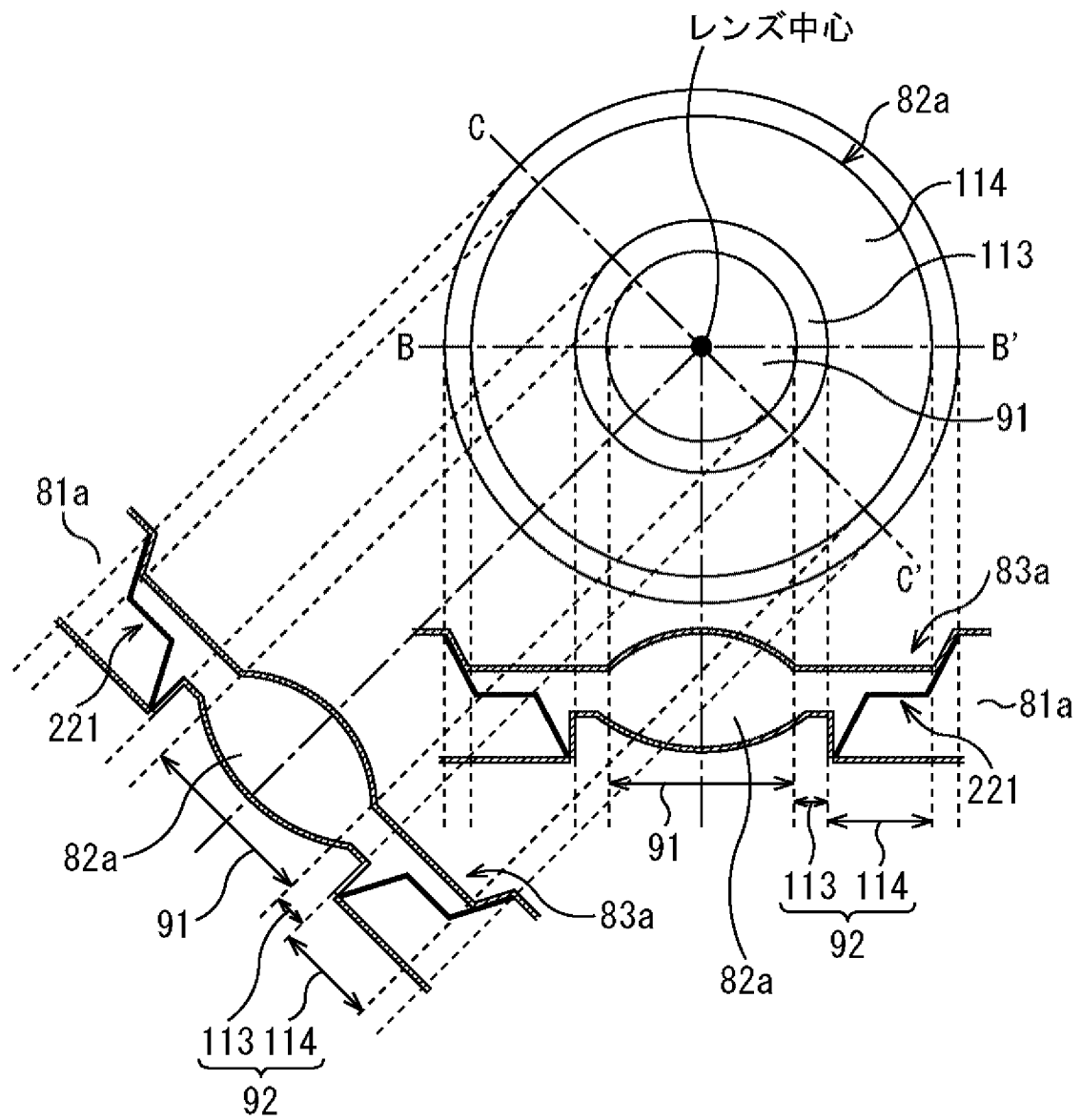
[図49]
FIG. 49



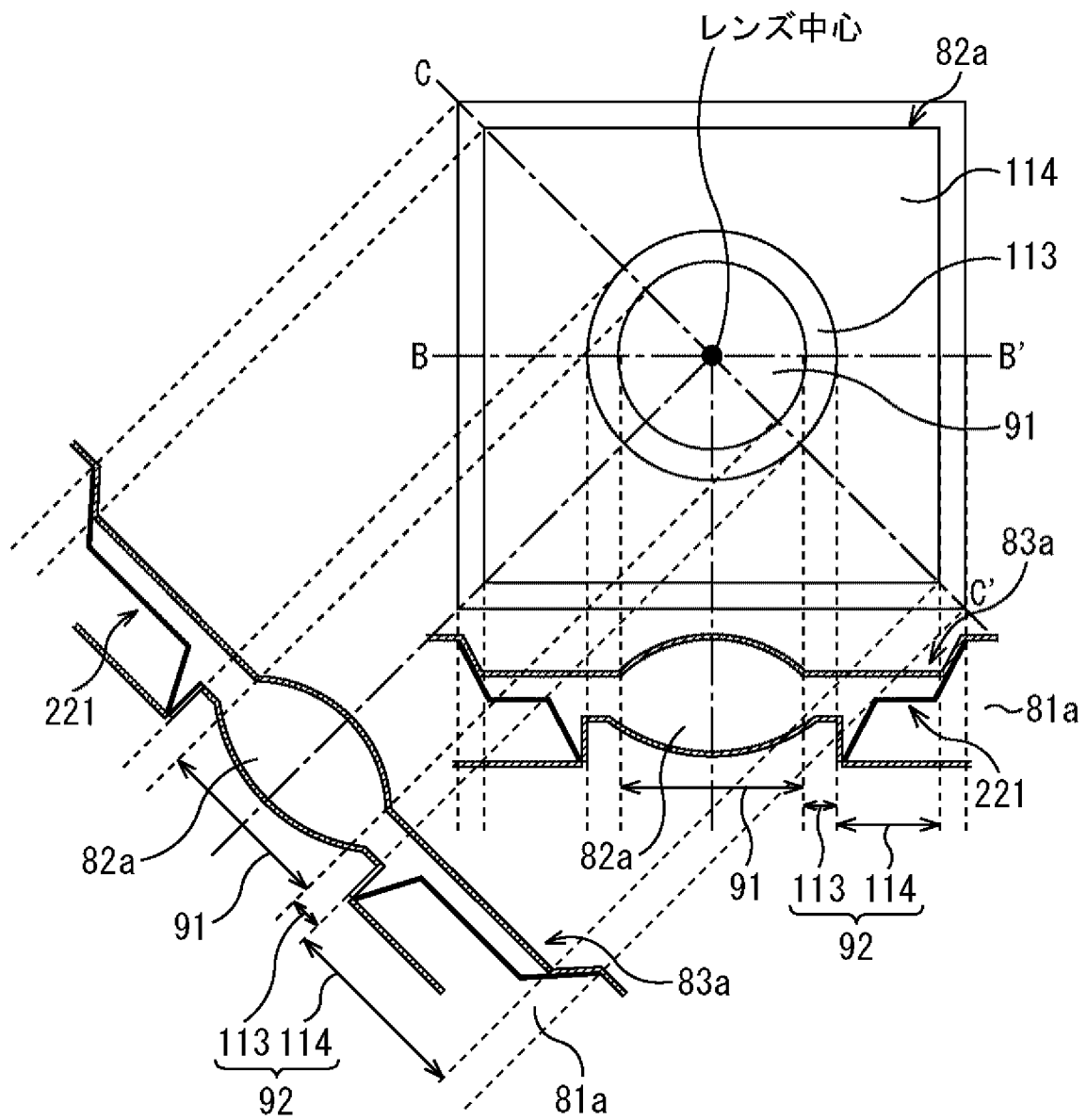
[図50]
FIG. 50



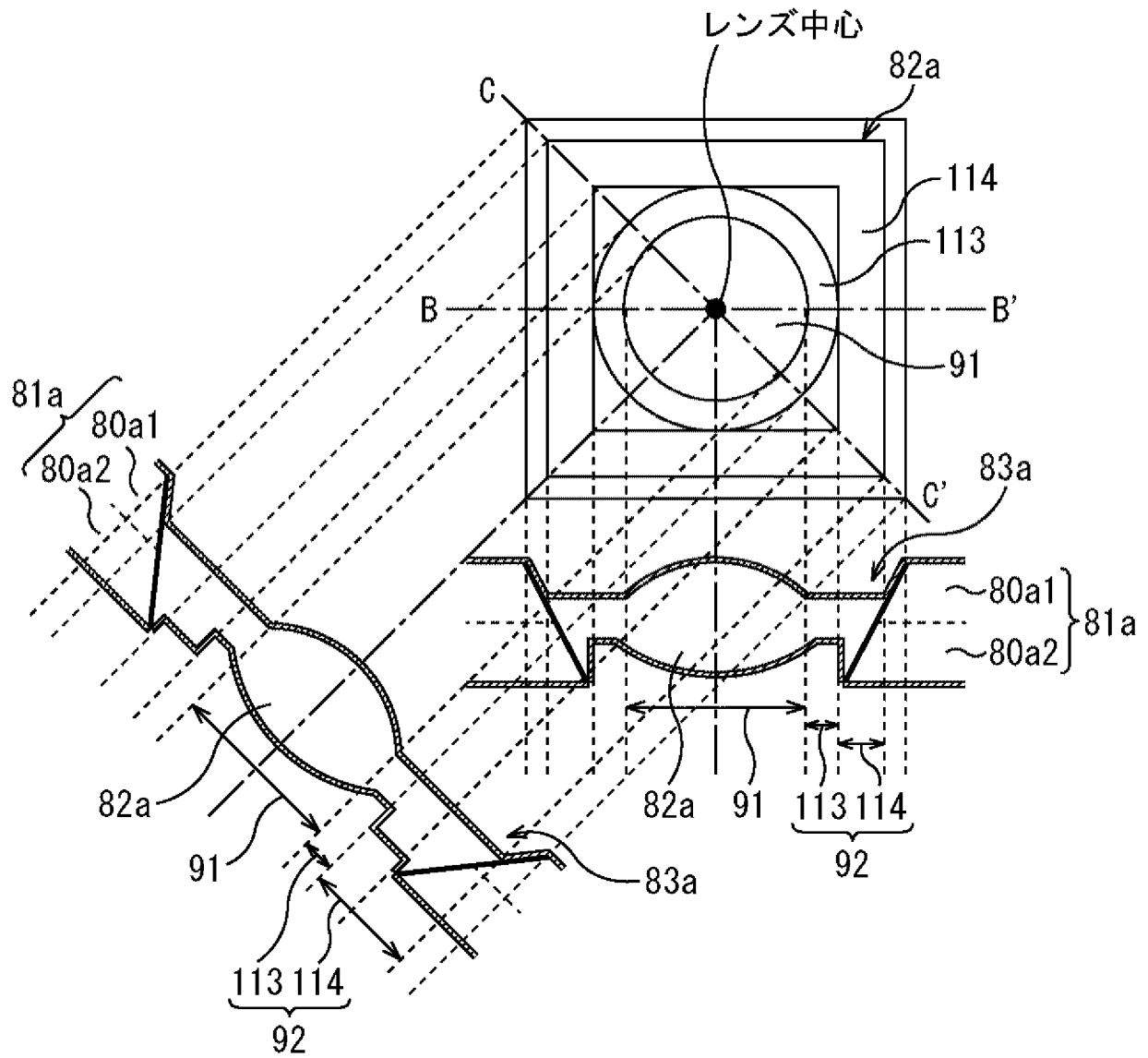
[図51]
FIG. 51



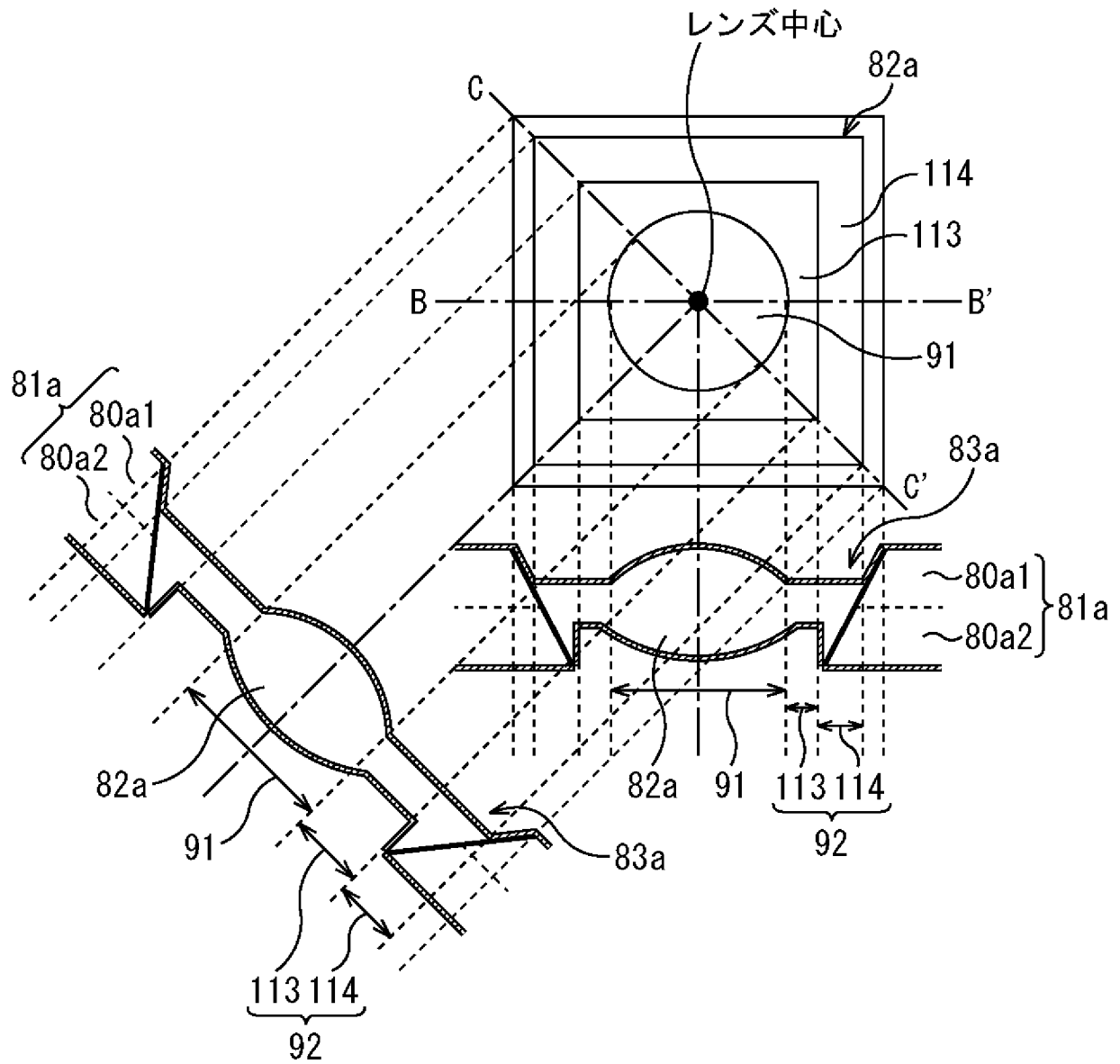
[図52]
FIG. 52



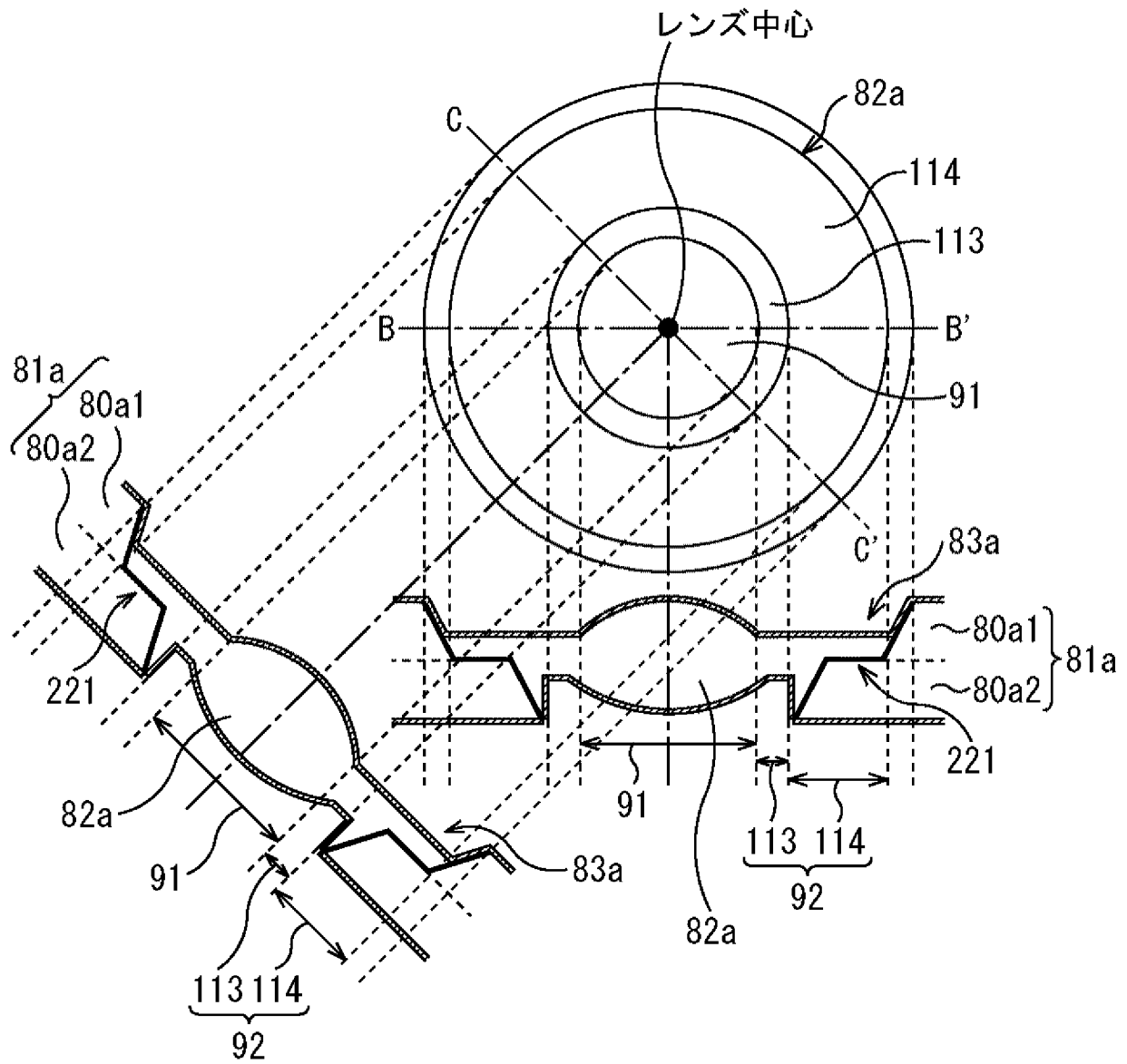
[図53]
FIG. 53



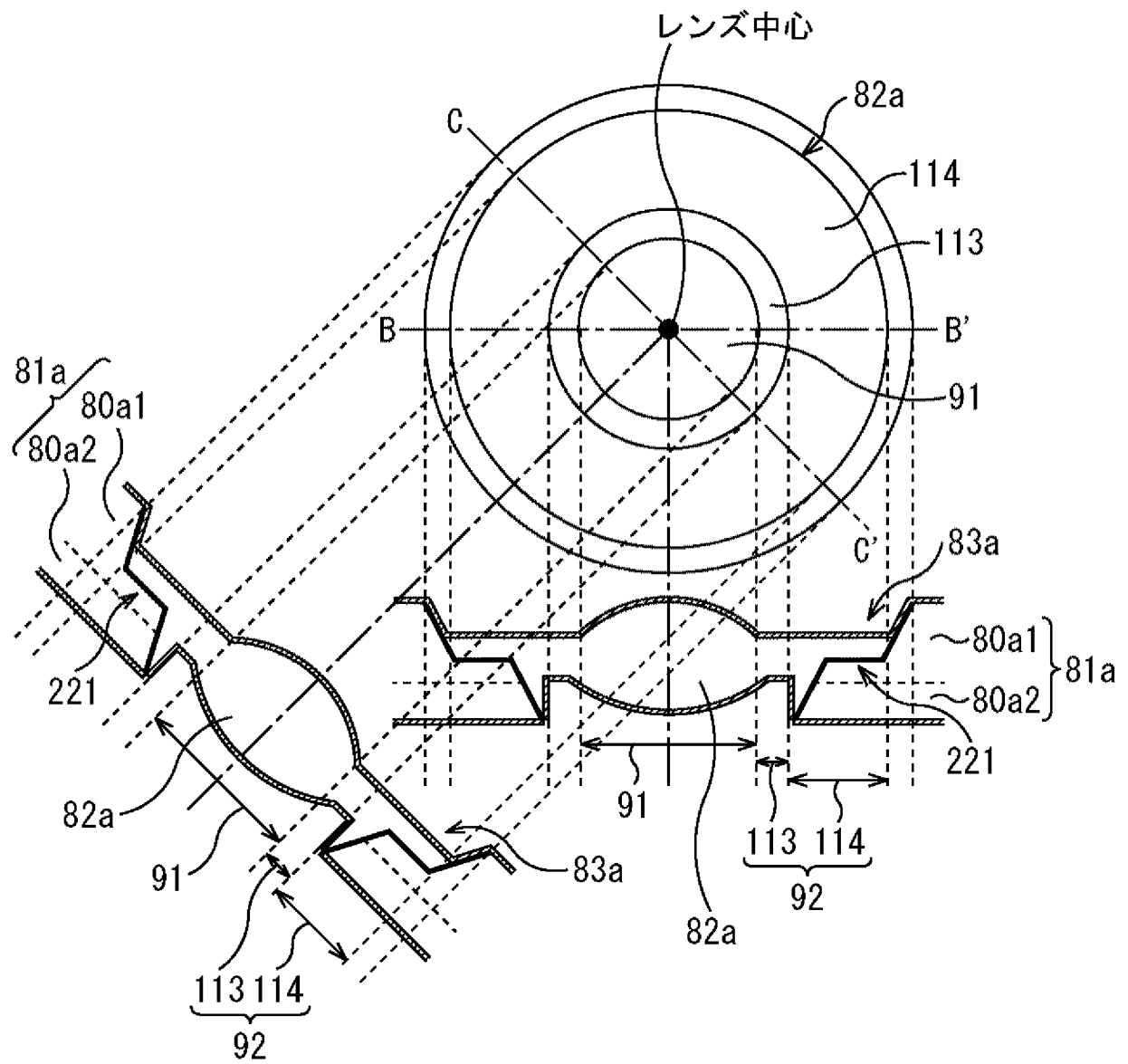
[図54]
FIG. 54



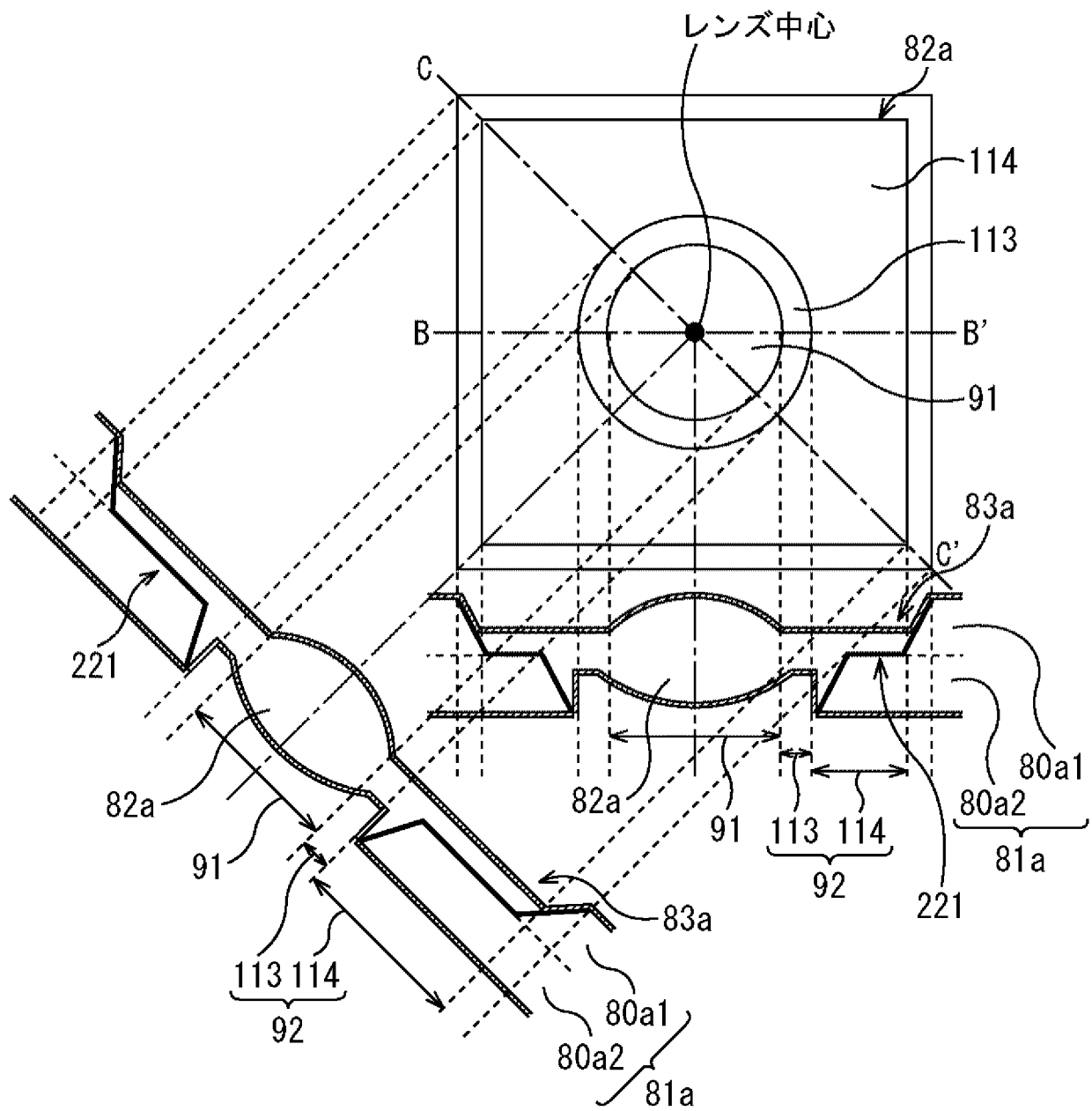
[図55]
FIG. 55



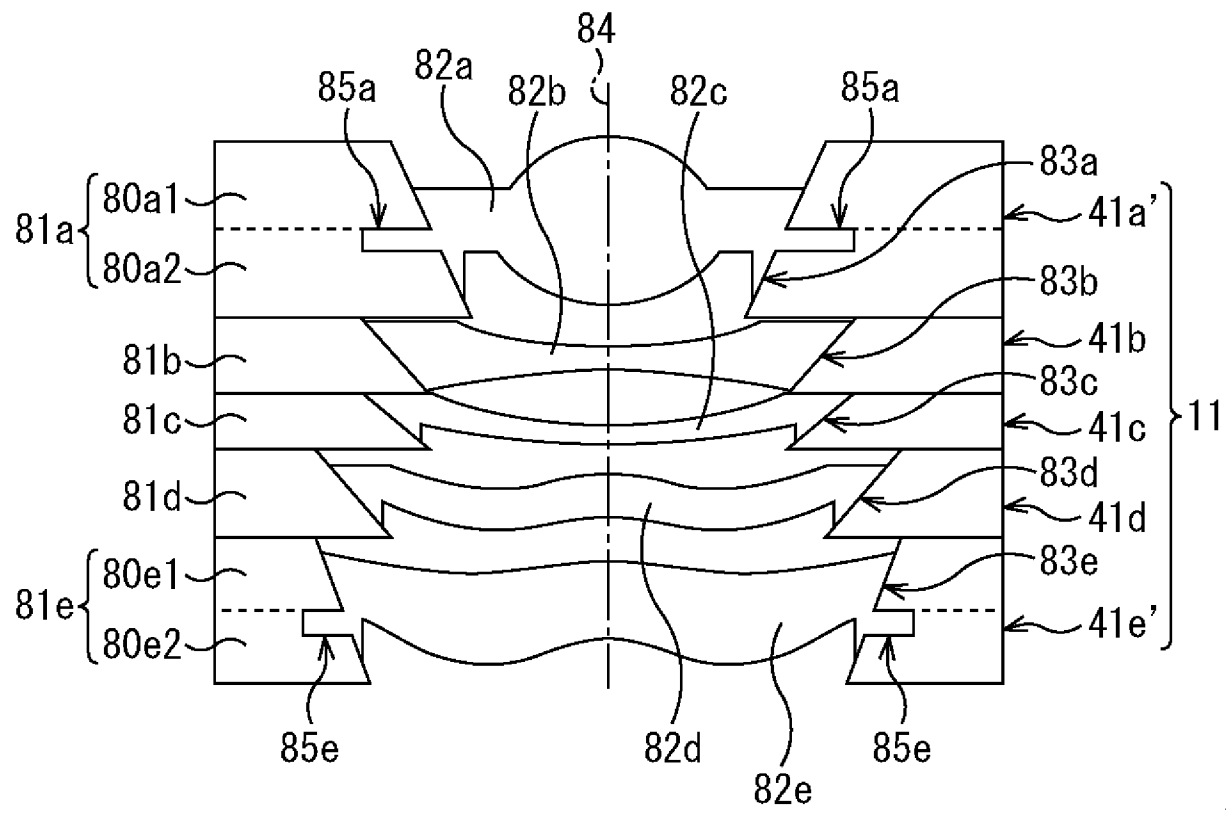
[図56]
FIG. 56



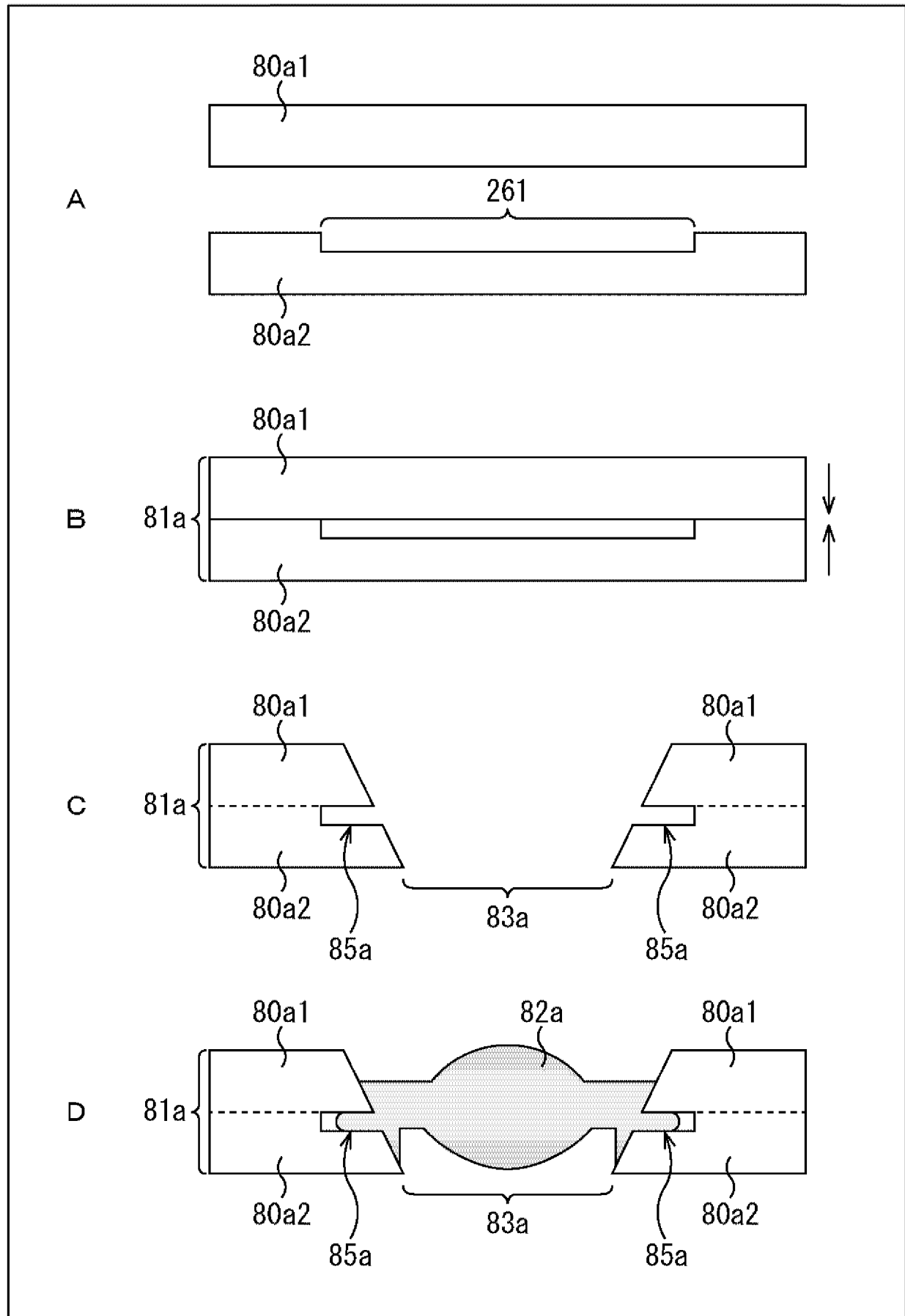
[図57]
FIG. 57



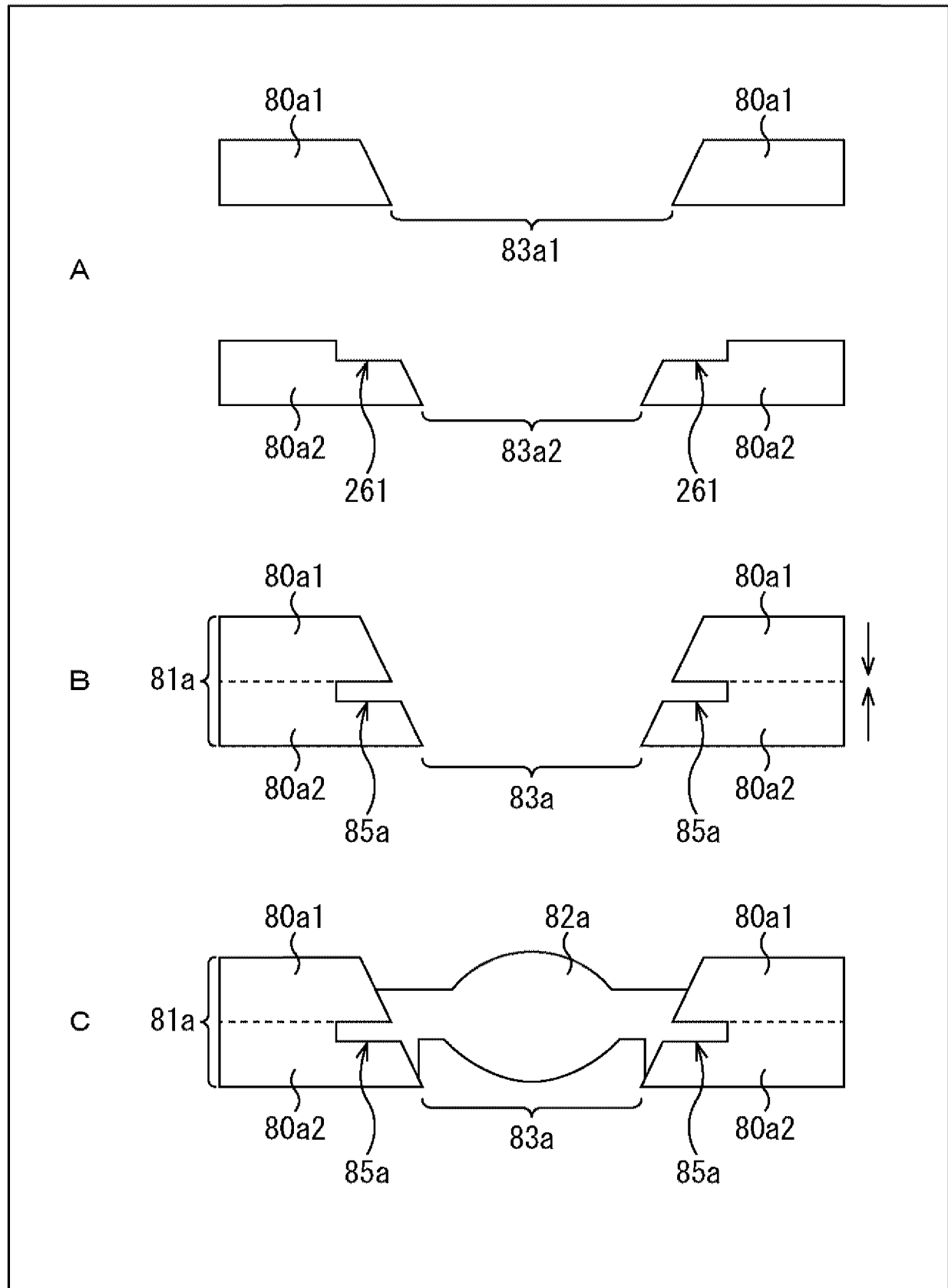
[図59]
FIG. 59



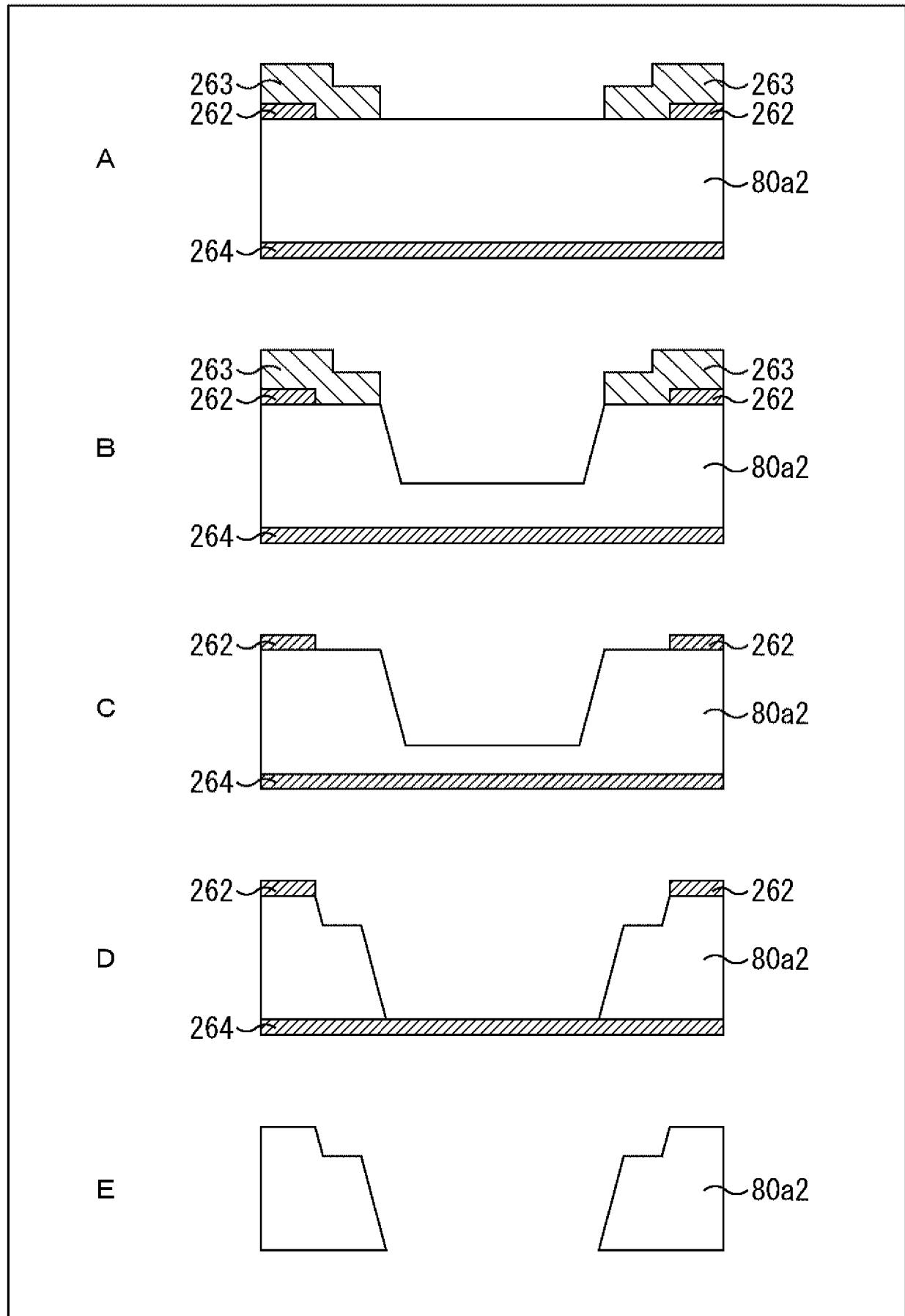
[図60]
FIG. 60



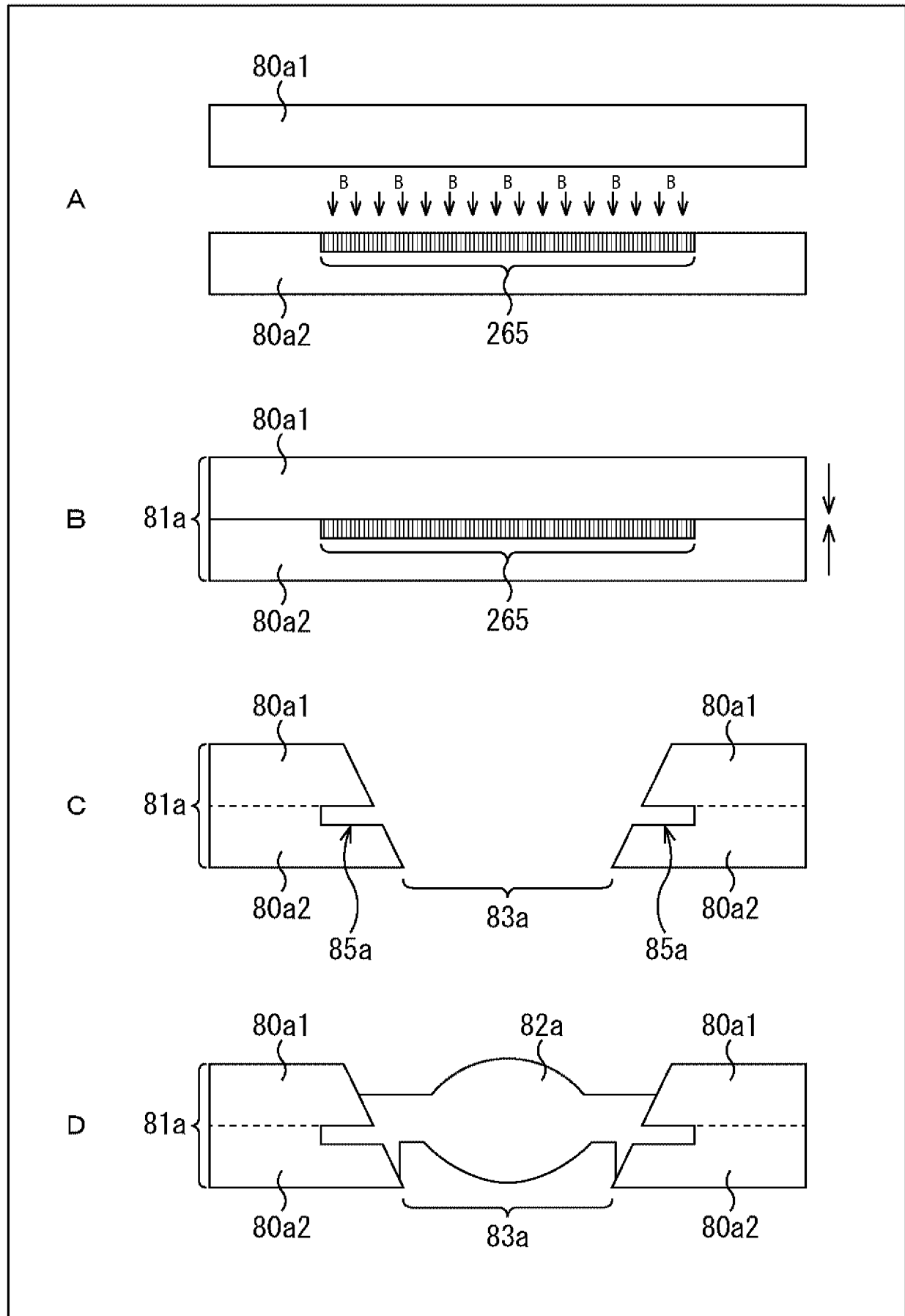
[図61]
FIG. 61



[図62]
FIG. 62



[図63]
FIG. 63



[図64]
FIG. 64

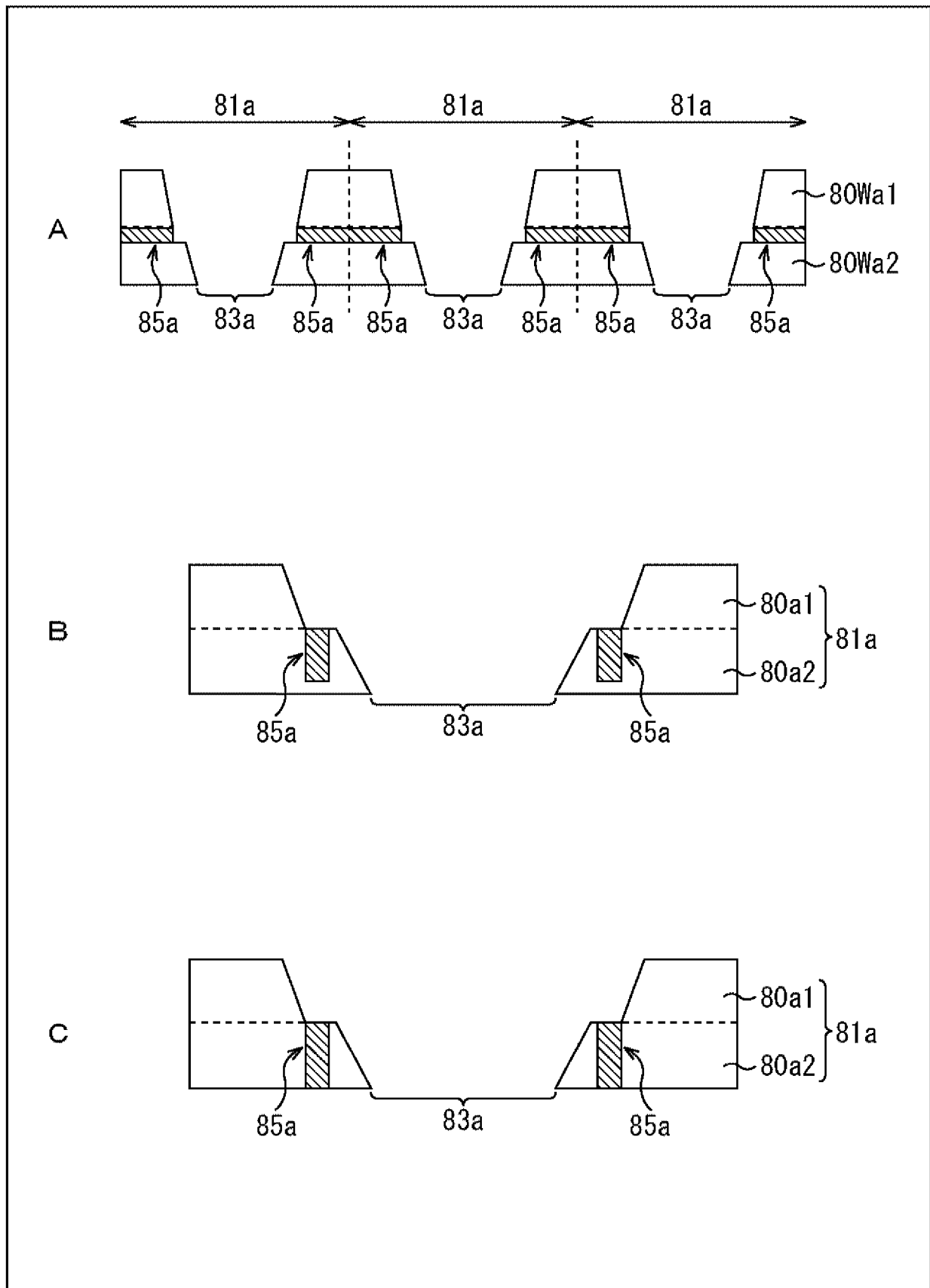
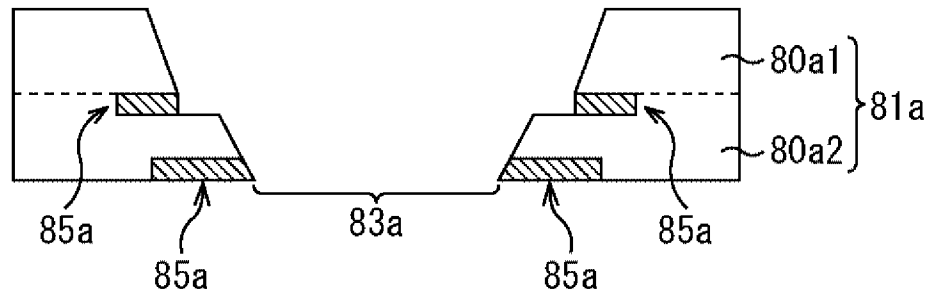
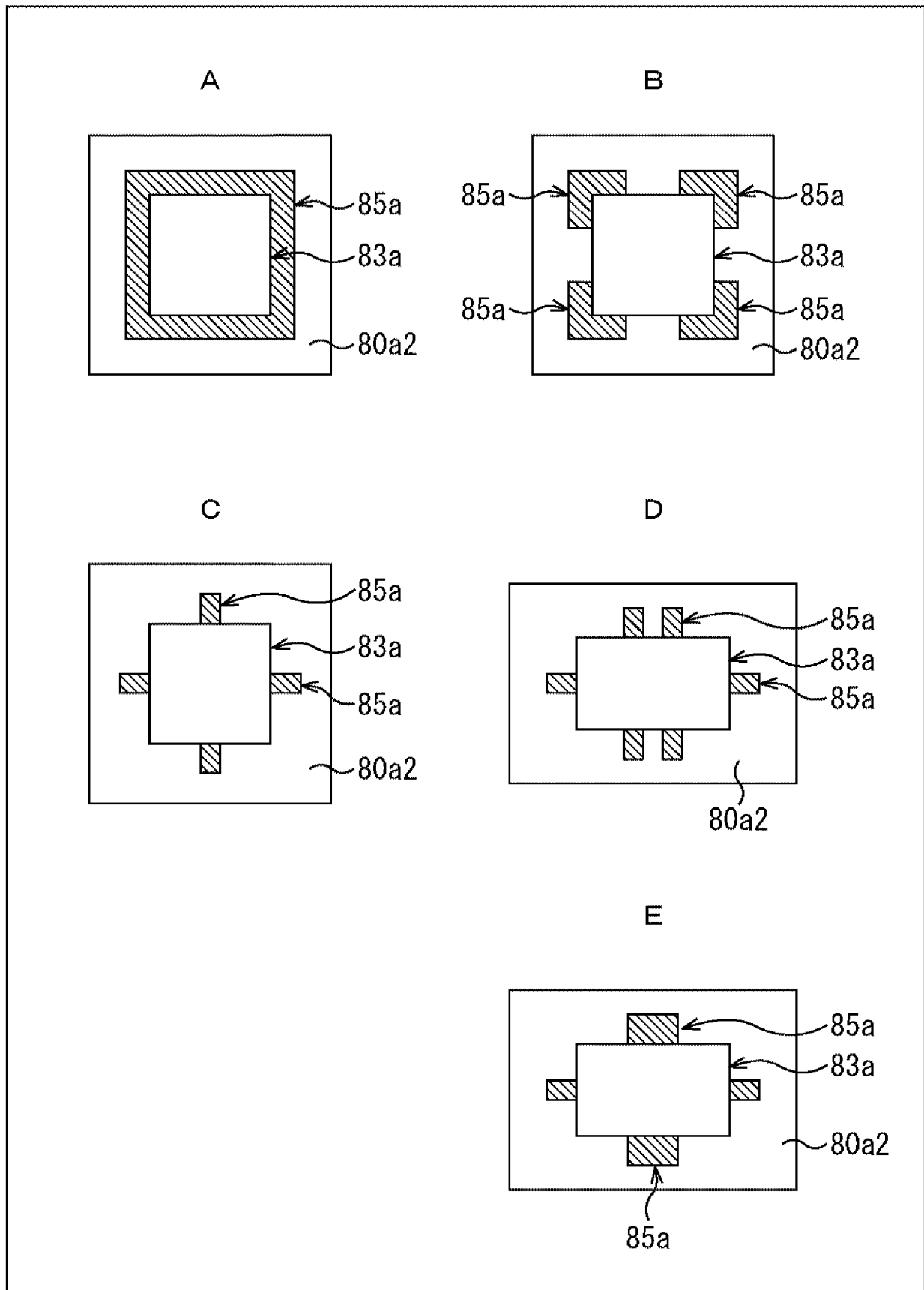


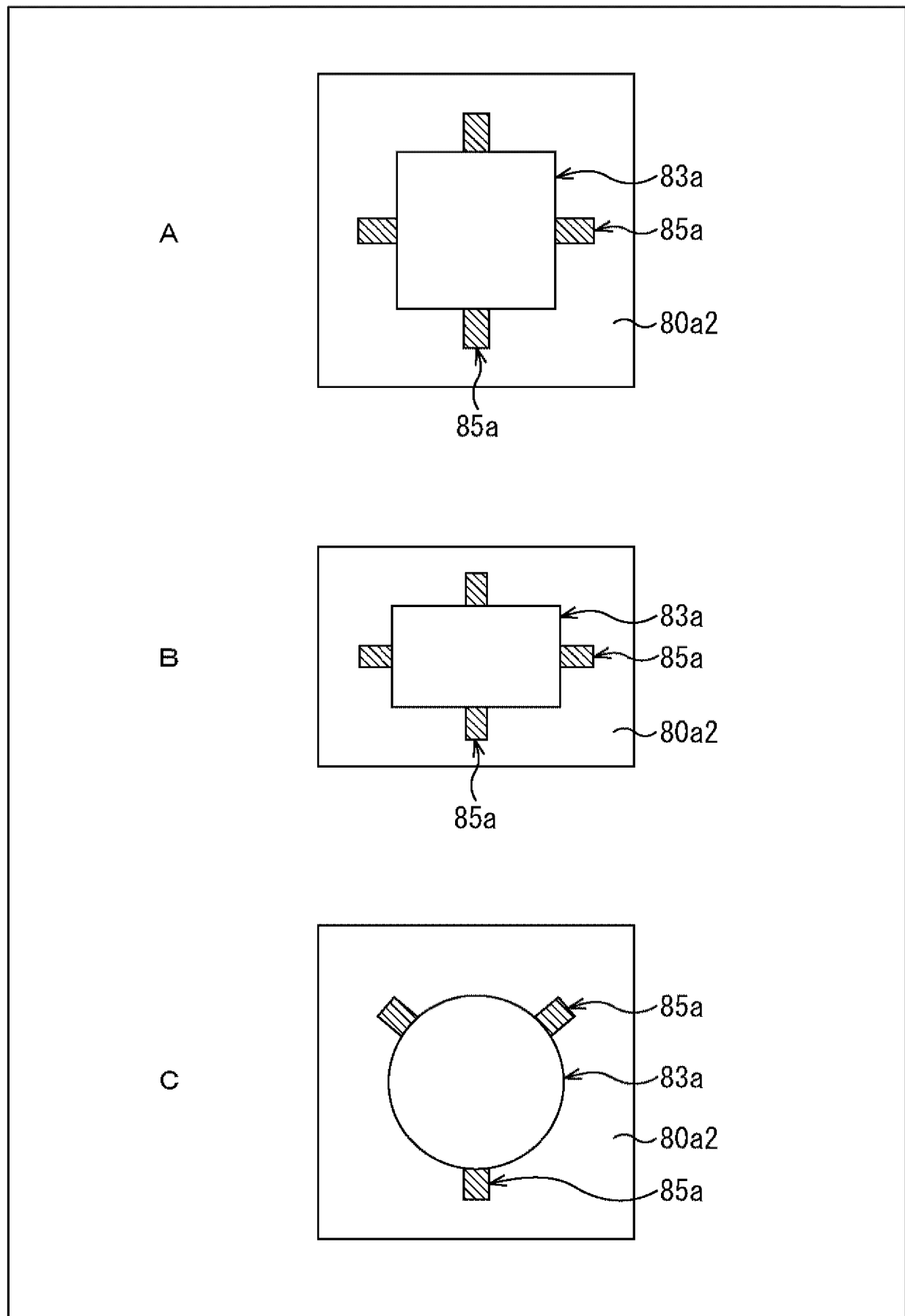
FIG. 65



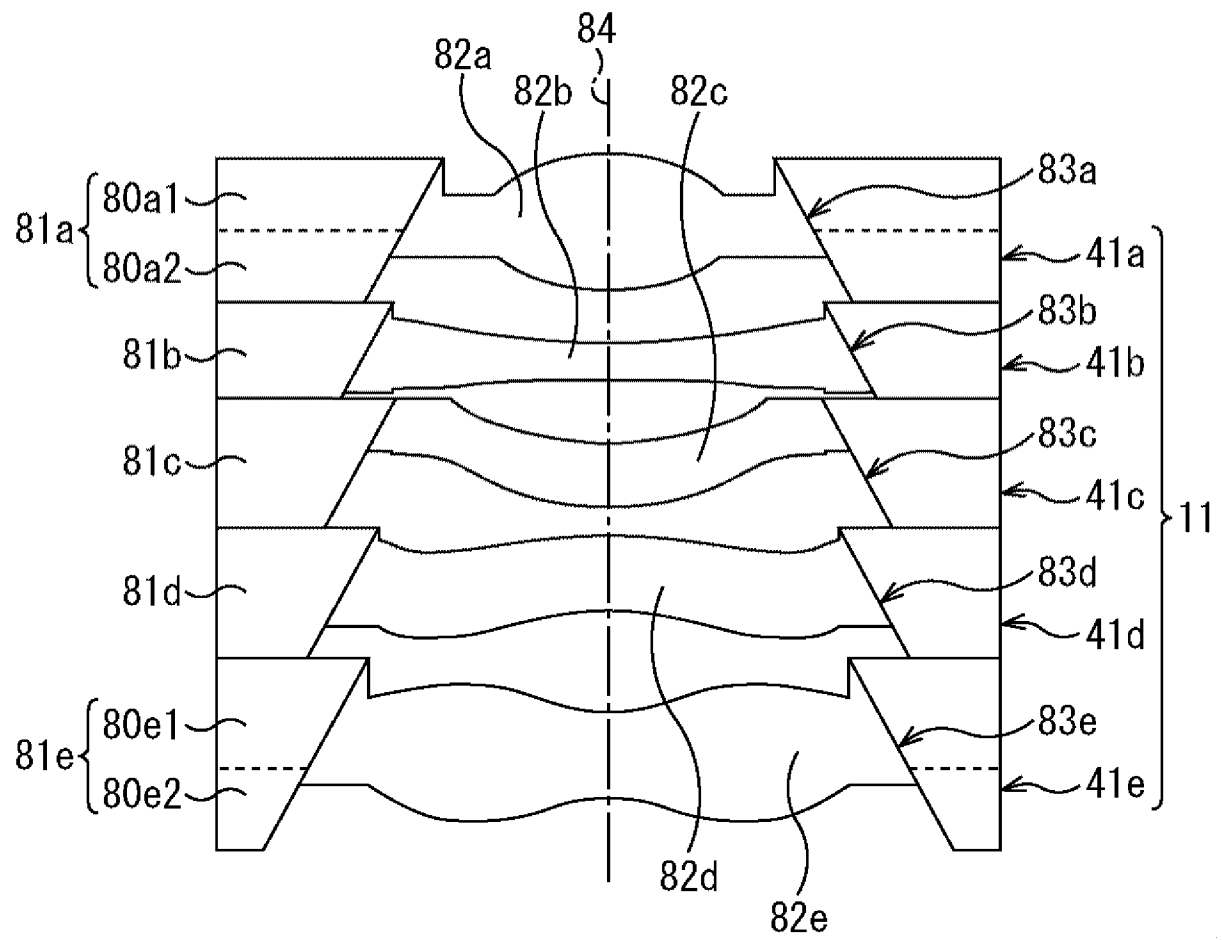
[図66]
FIG. 66



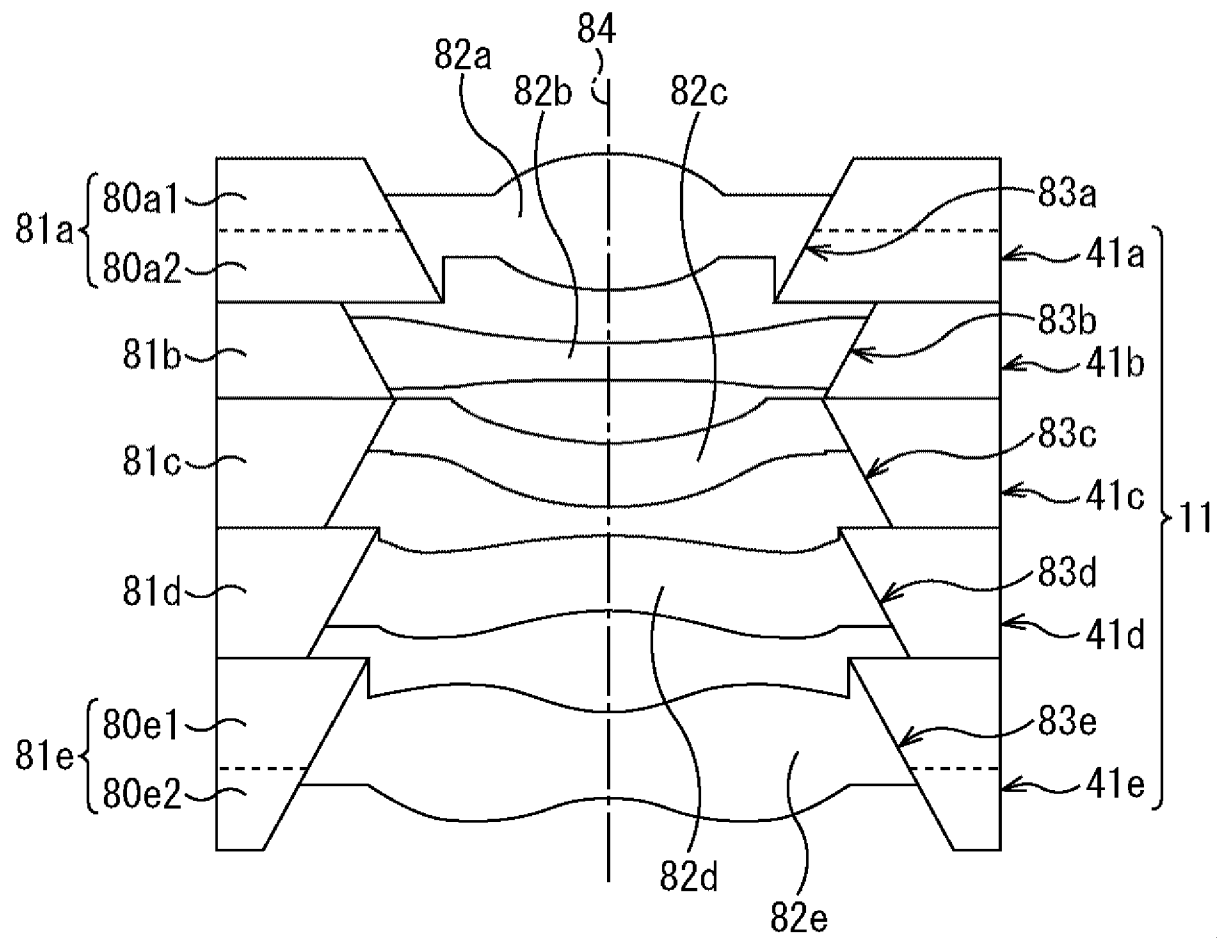
[図67]
FIG. 67



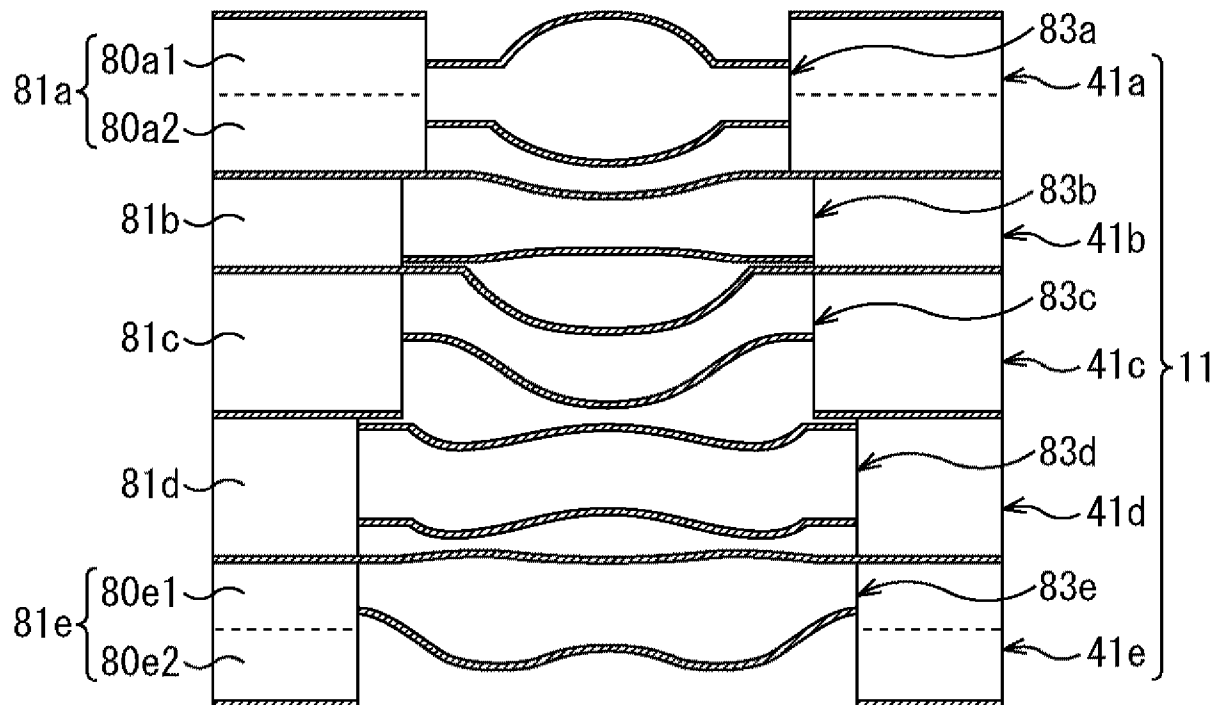
[図68]
FIG. 68



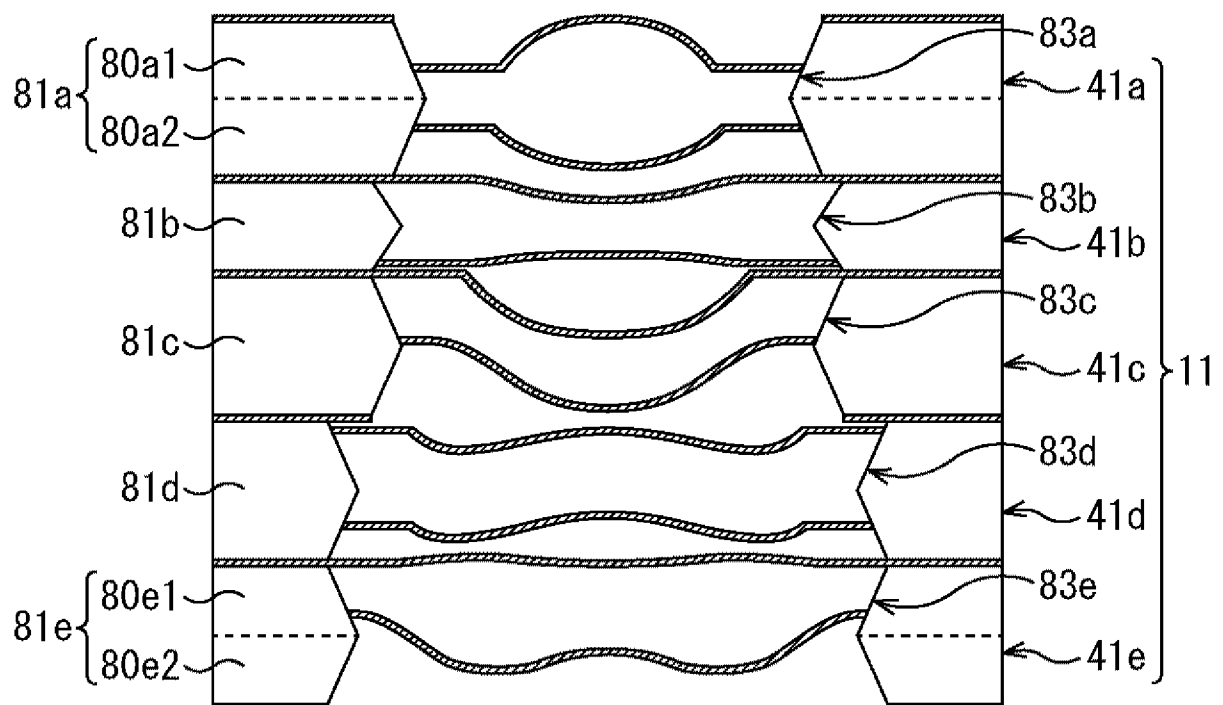
[図69]
FIG. 69



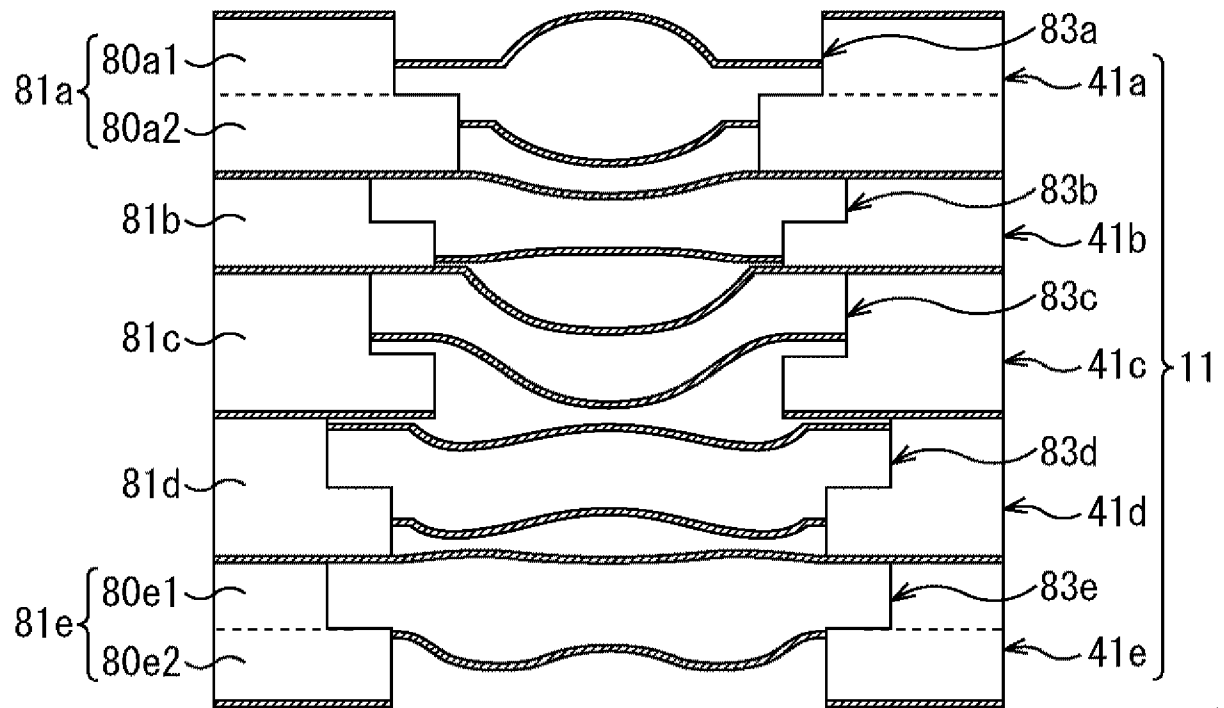
[図70]
FIG. 70



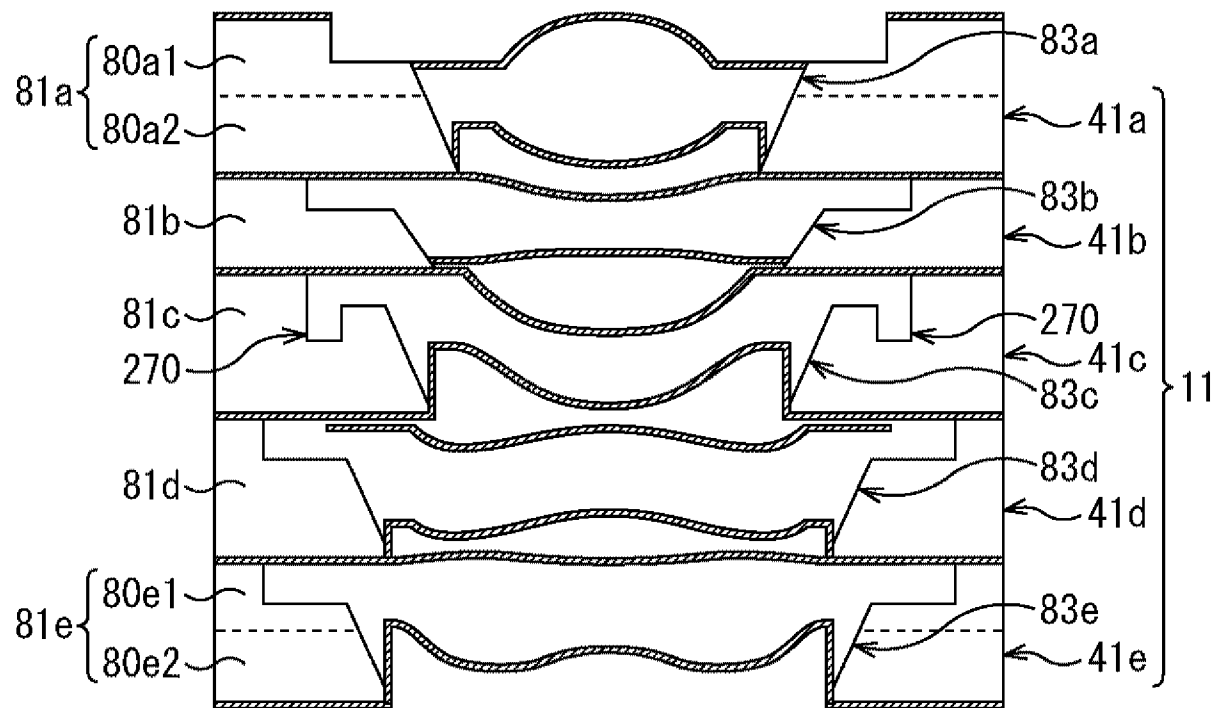
[図71]
FIG. 71



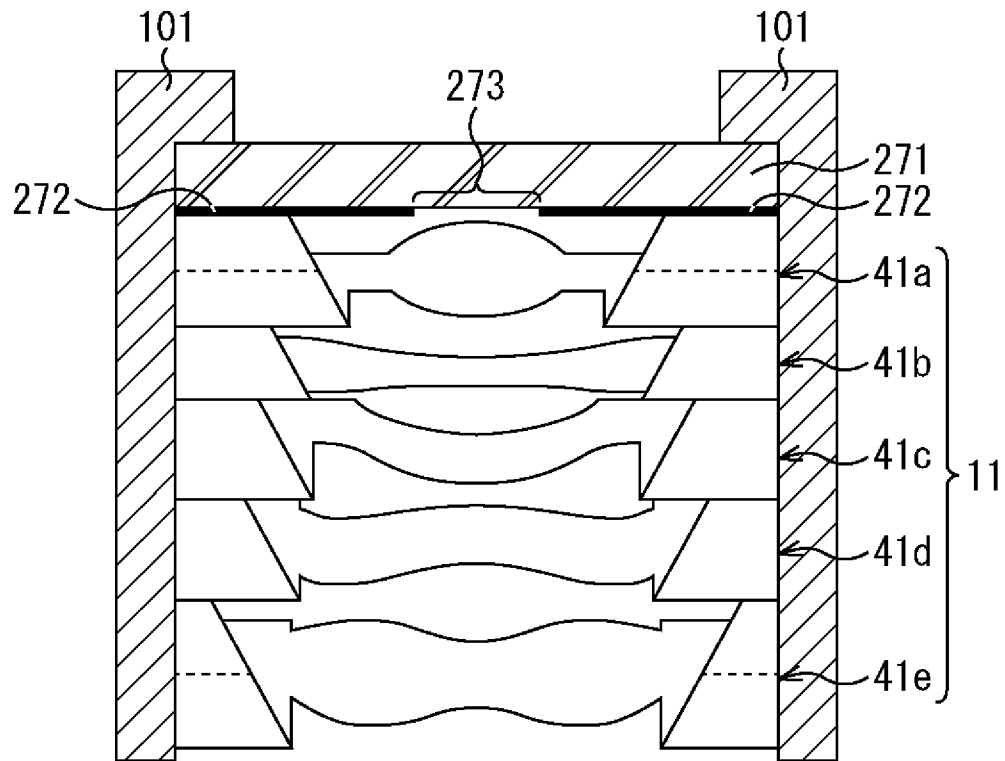
[図72]
FIG. 72



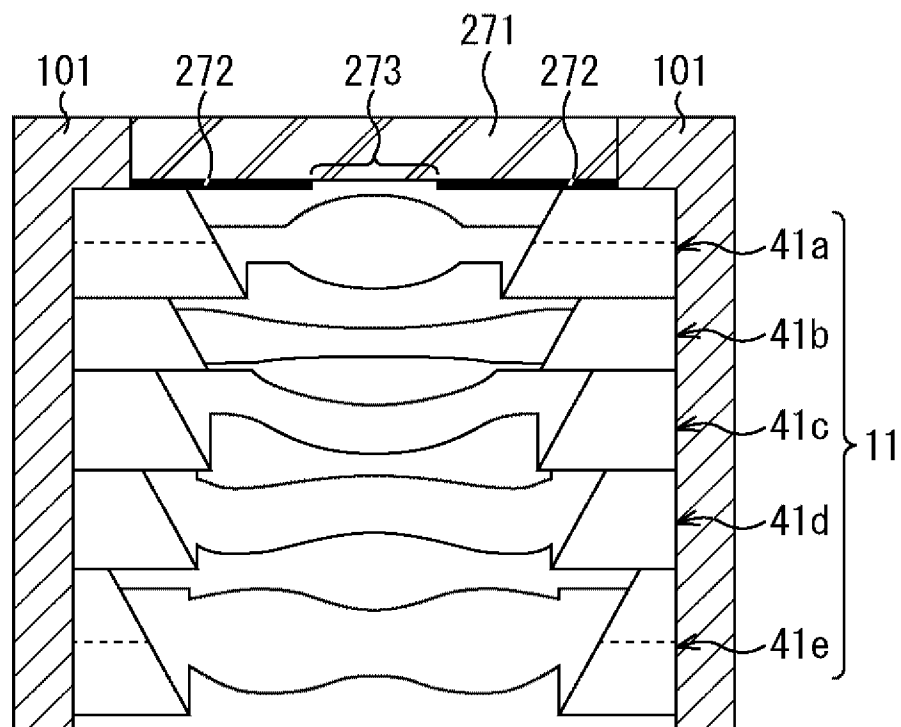
[図73]
FIG. 73



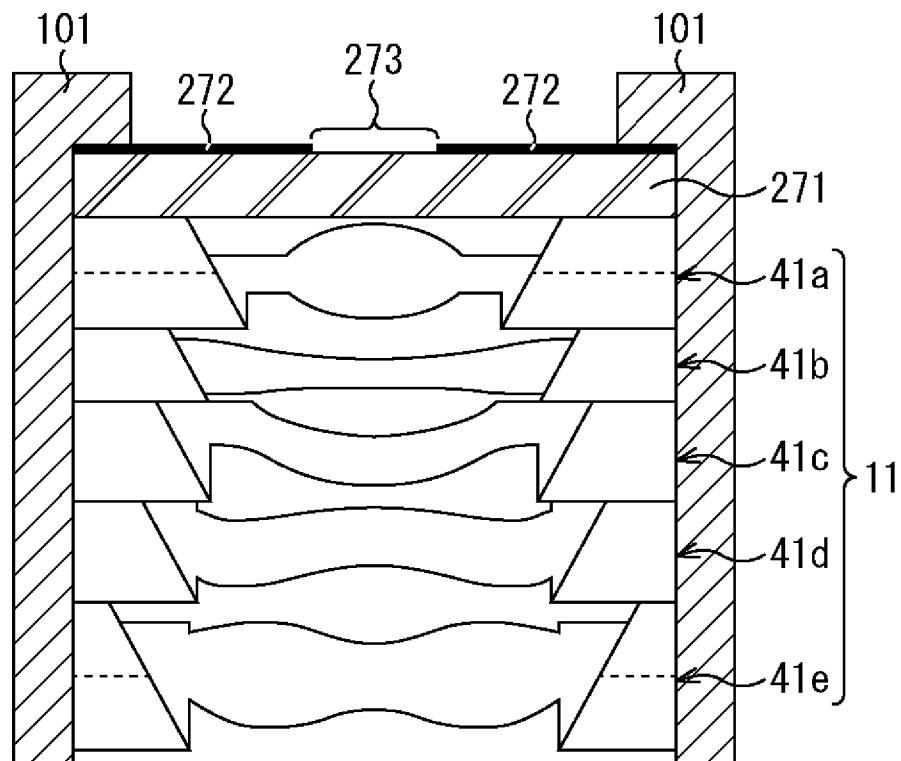
[図74]
FIG. 74



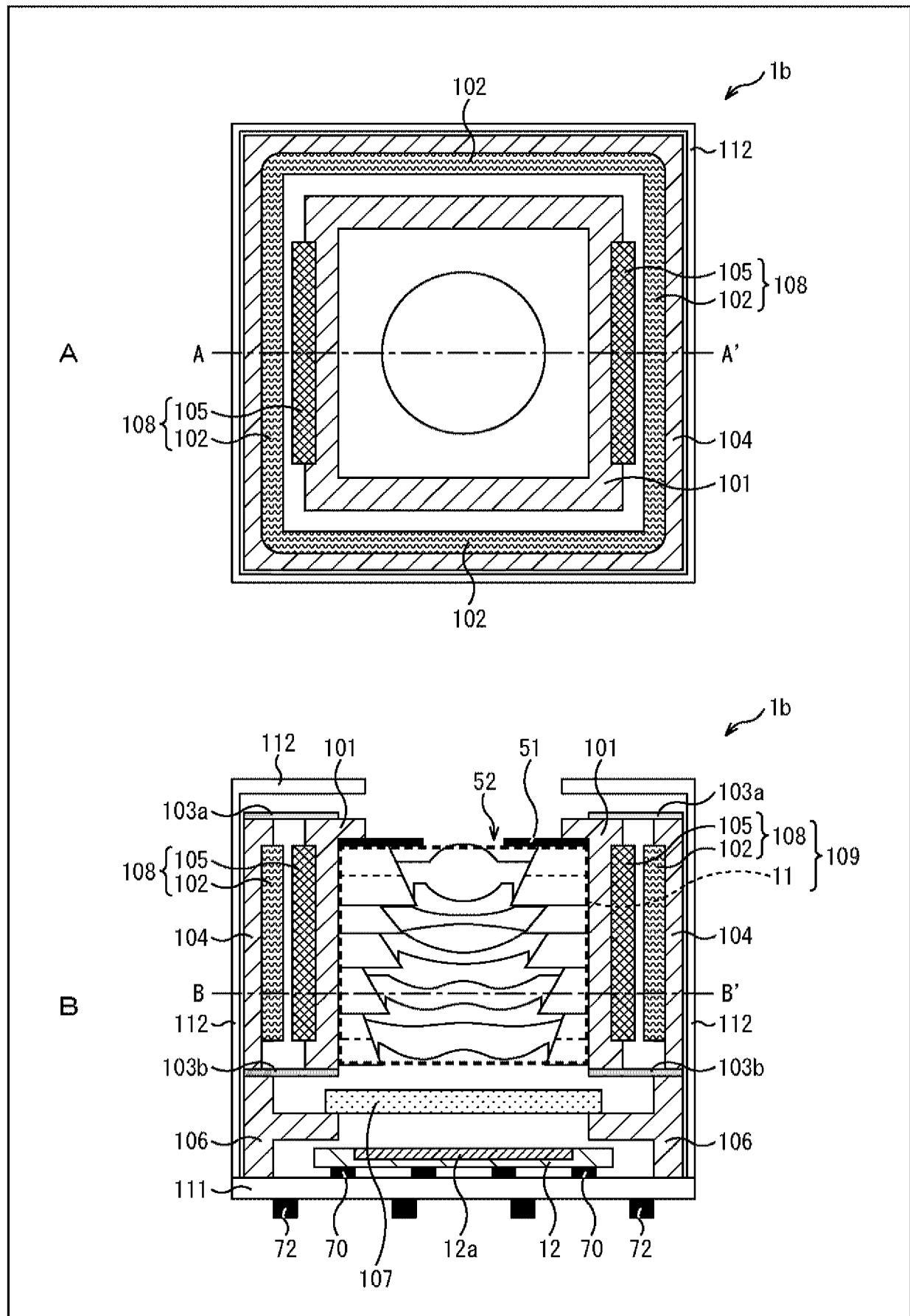
[図75]
FIG. 75



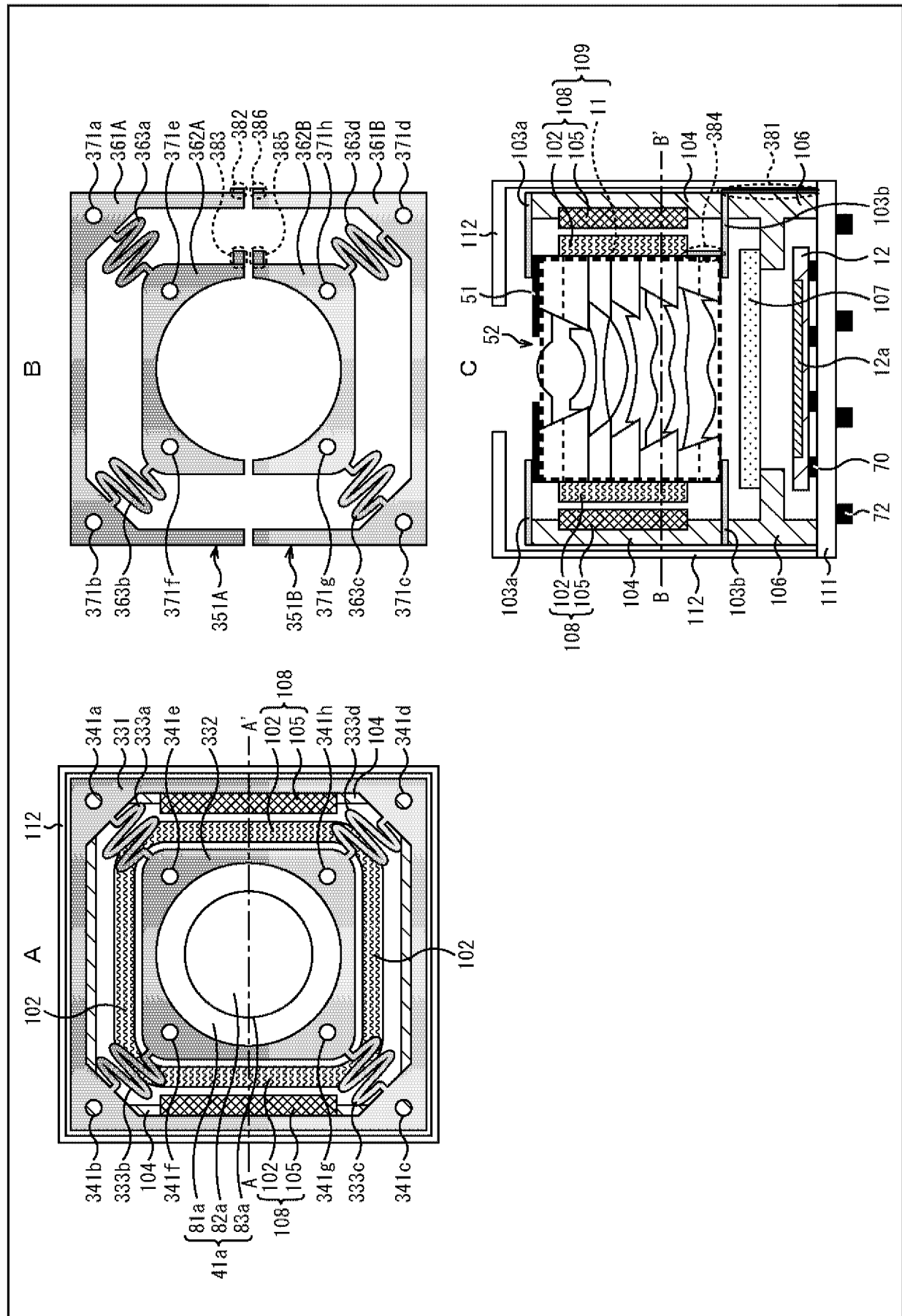
[図76]
FIG. 76



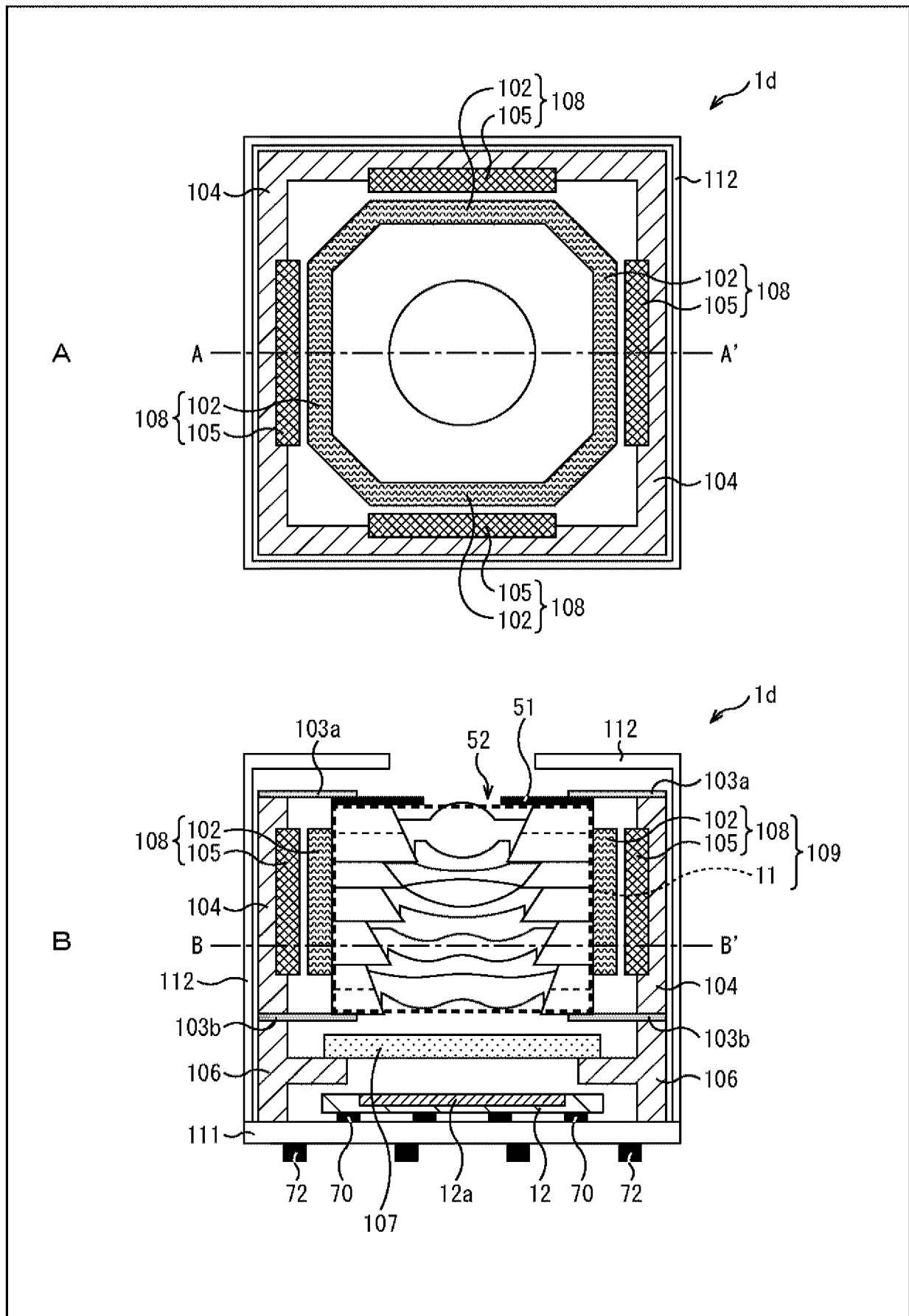
[図77]
FIG. 77



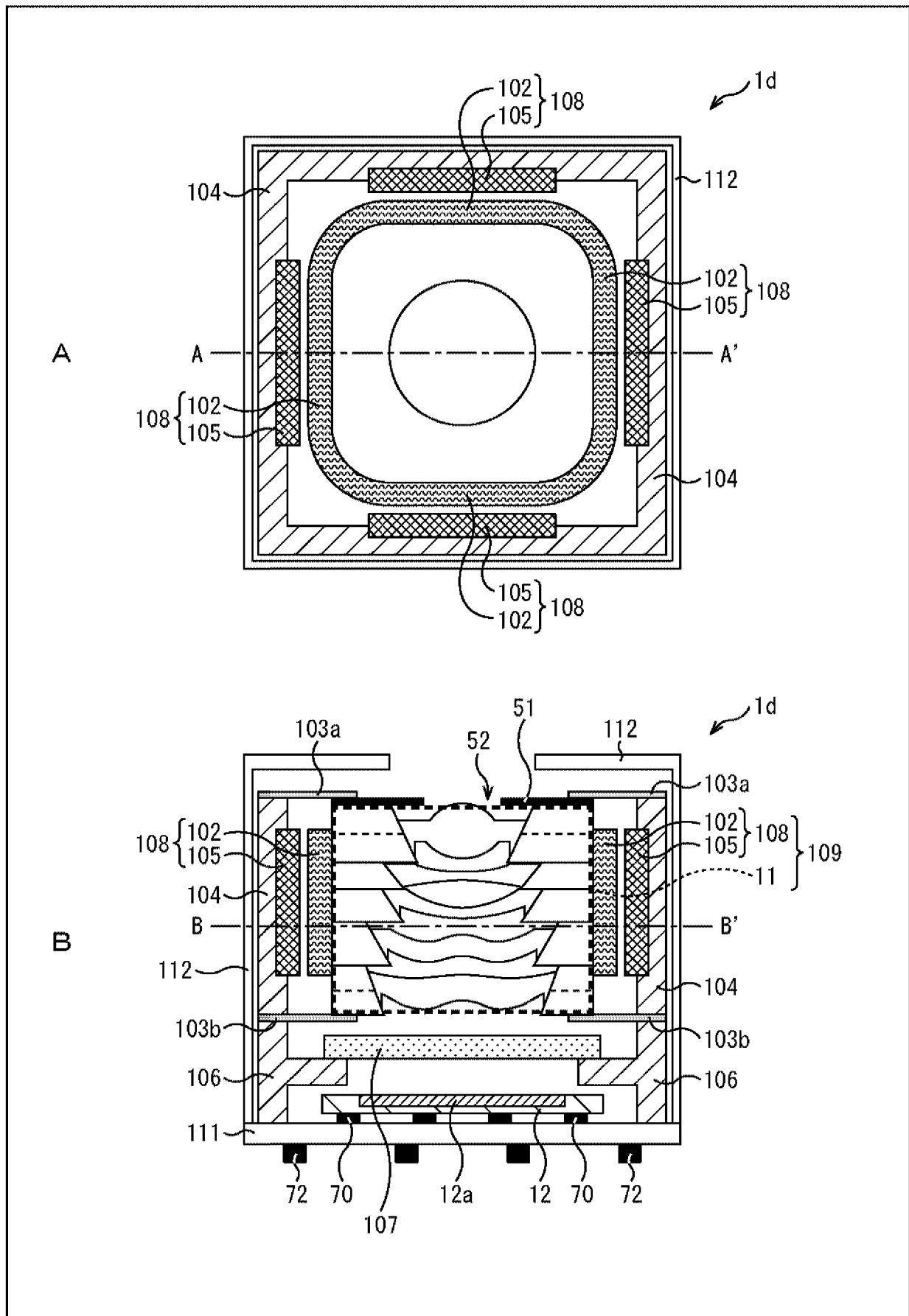
[図79]
FIG. 79



[図80]
FIG. 80



[図81]
FIG. 81



[図82]
FIG. 82

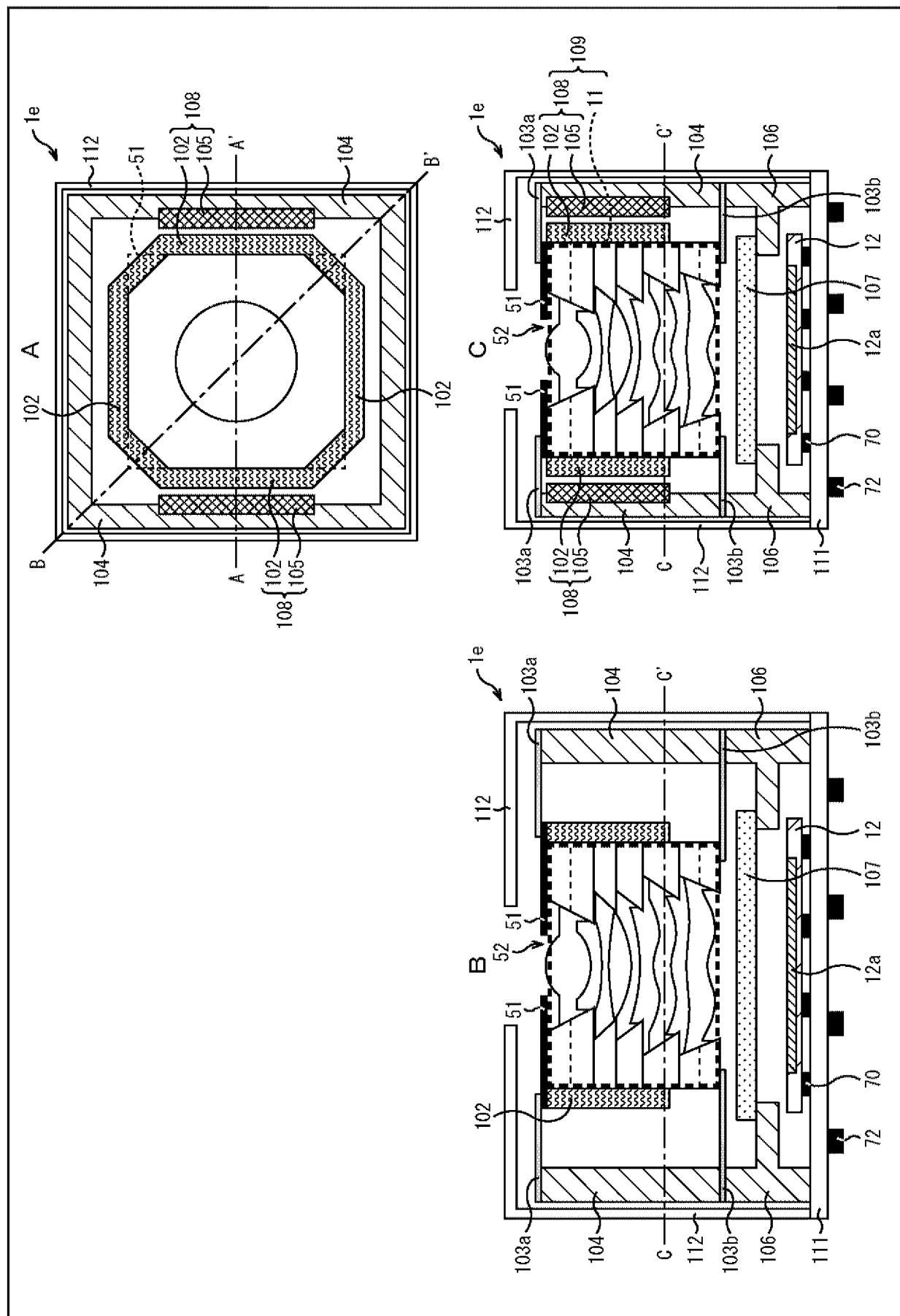
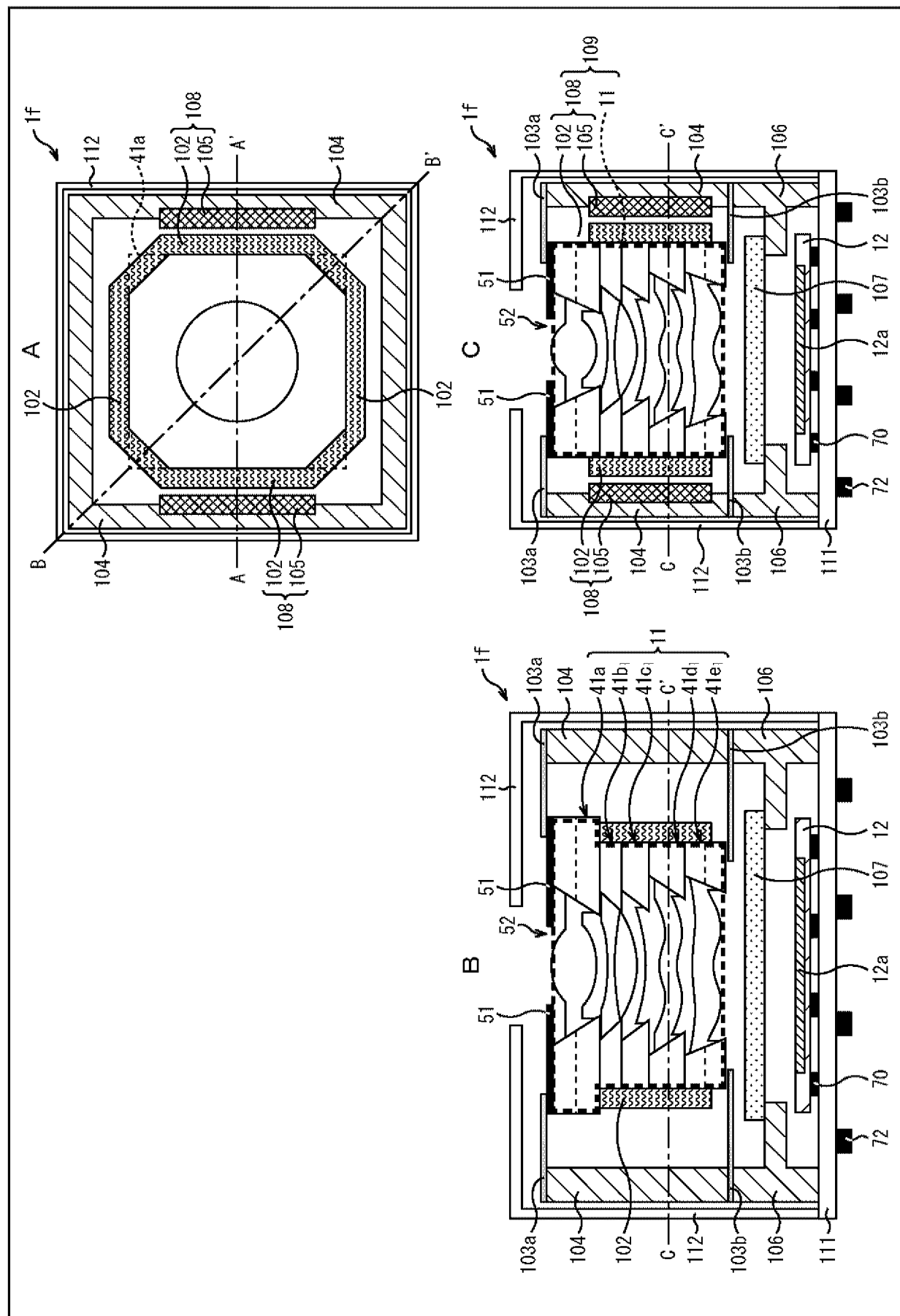
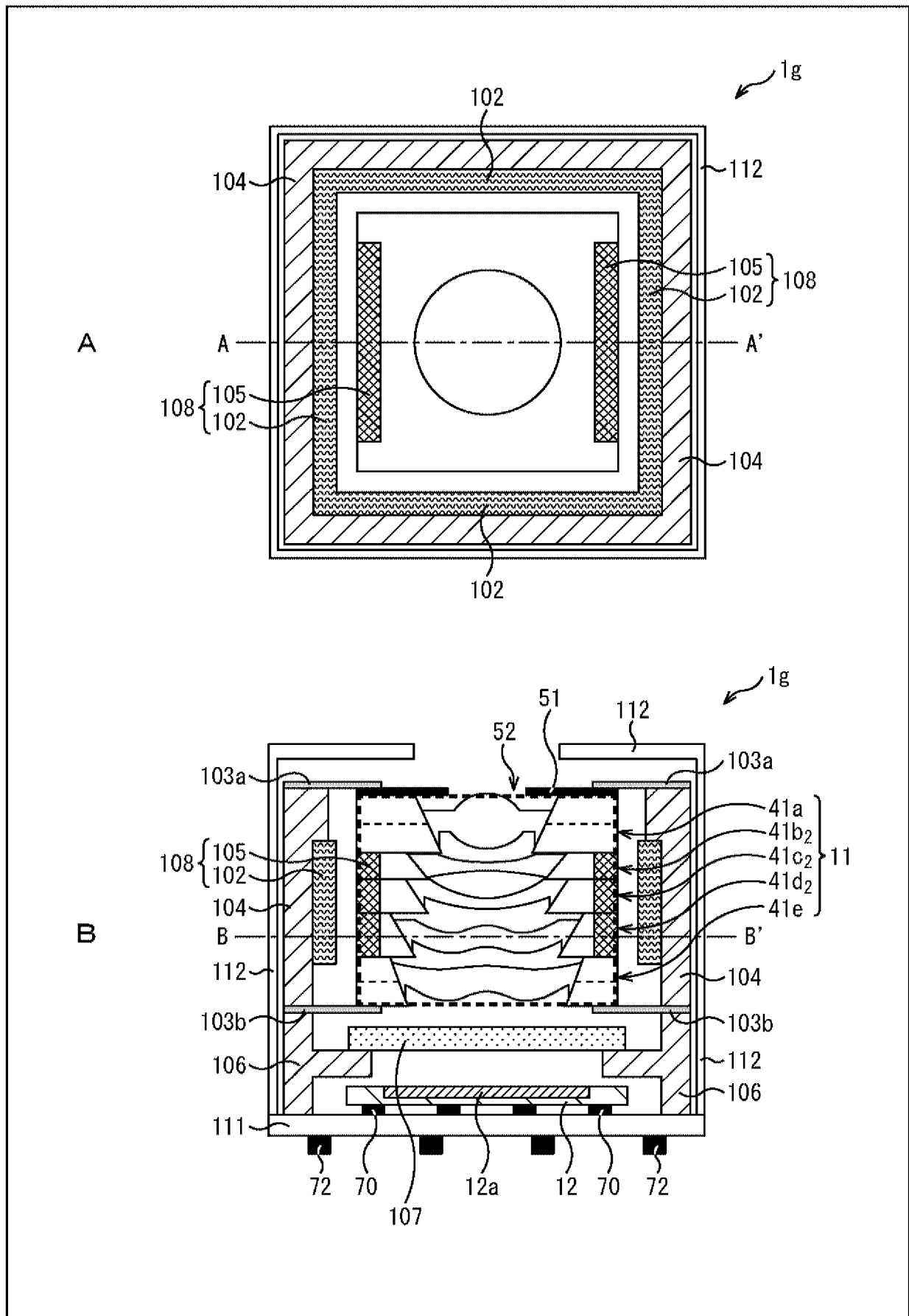


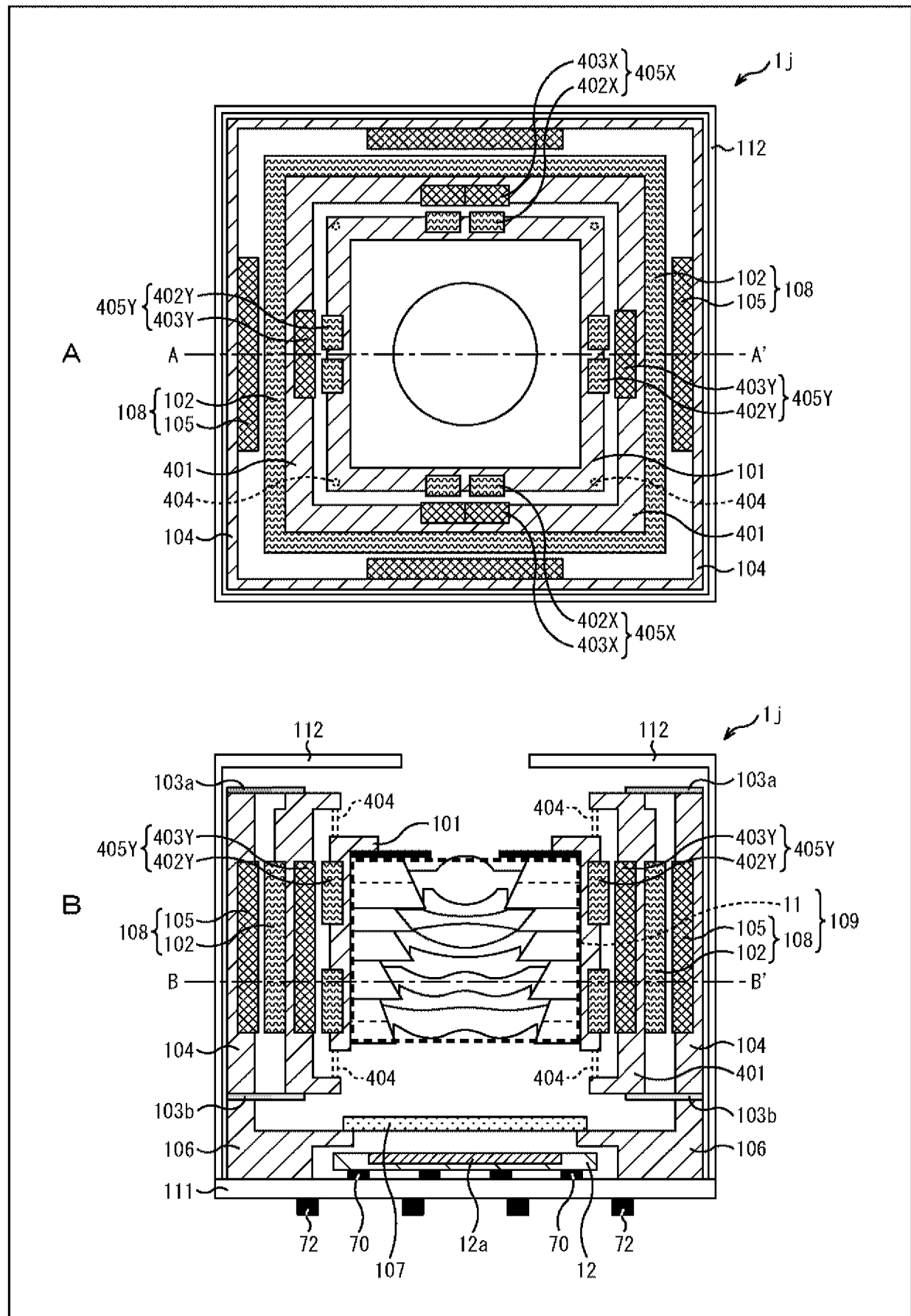
FIG. 83



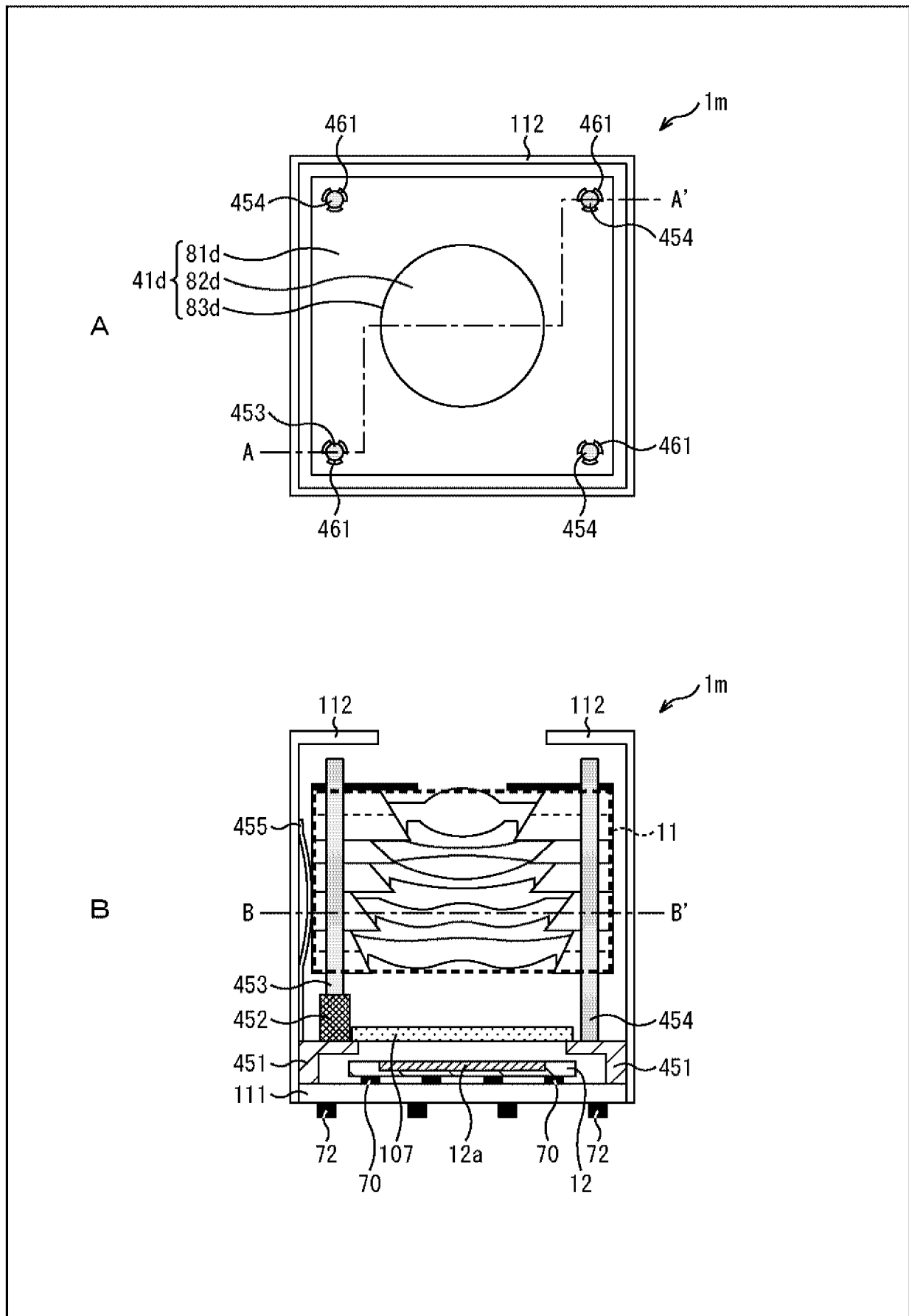
[図84]
FIG. 84



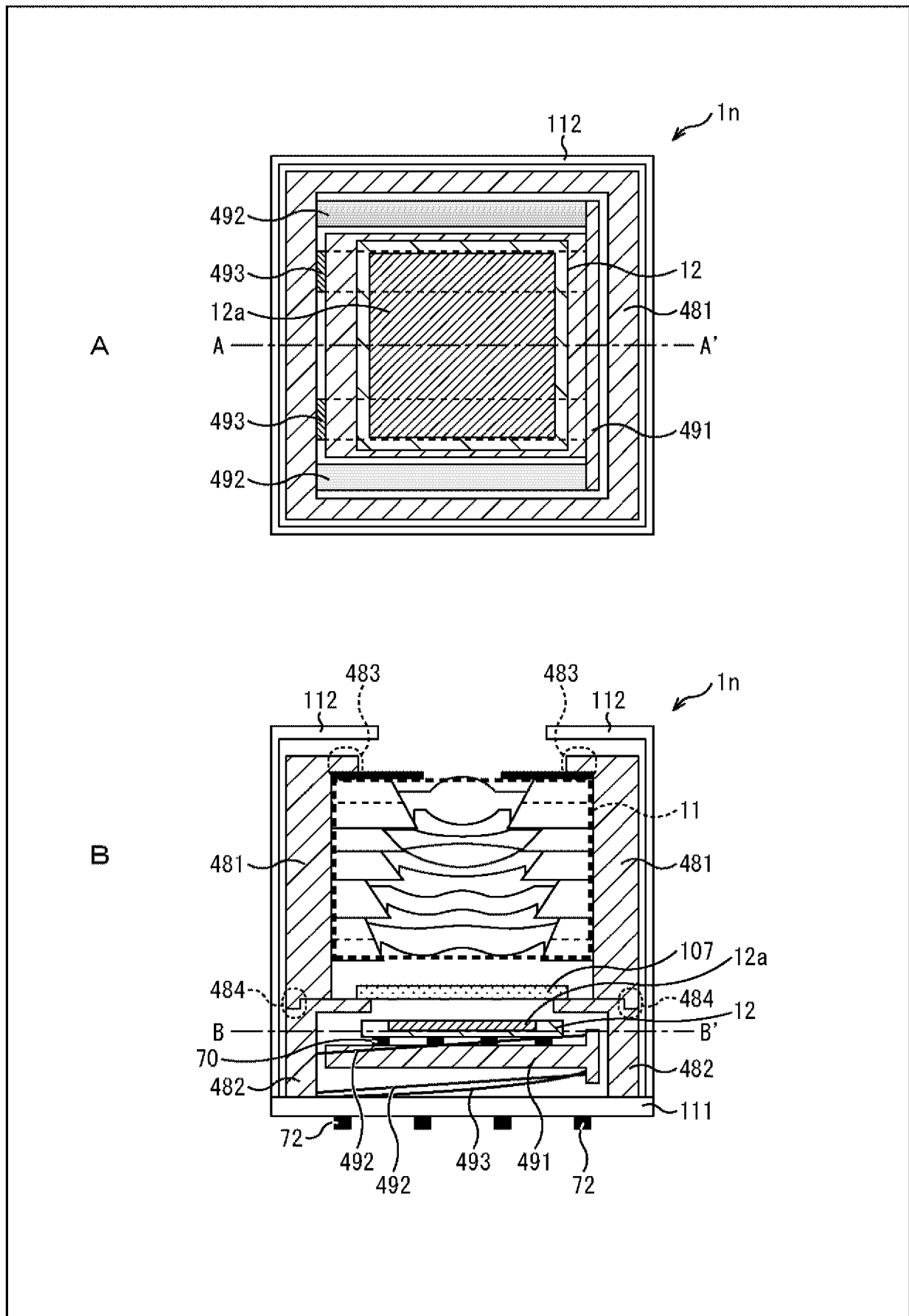
[図87]
FIG. 87



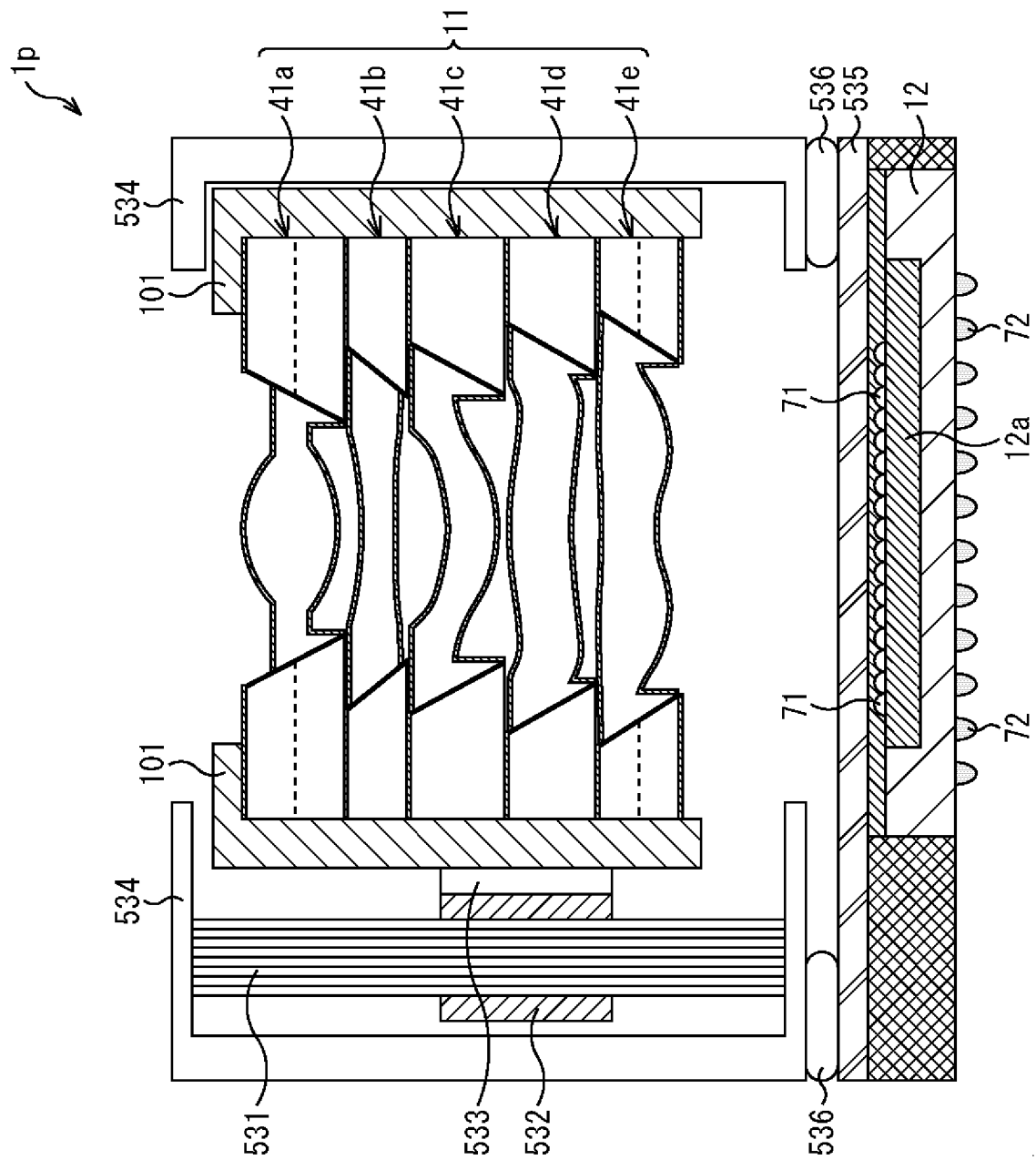
[図89]
FIG. 89



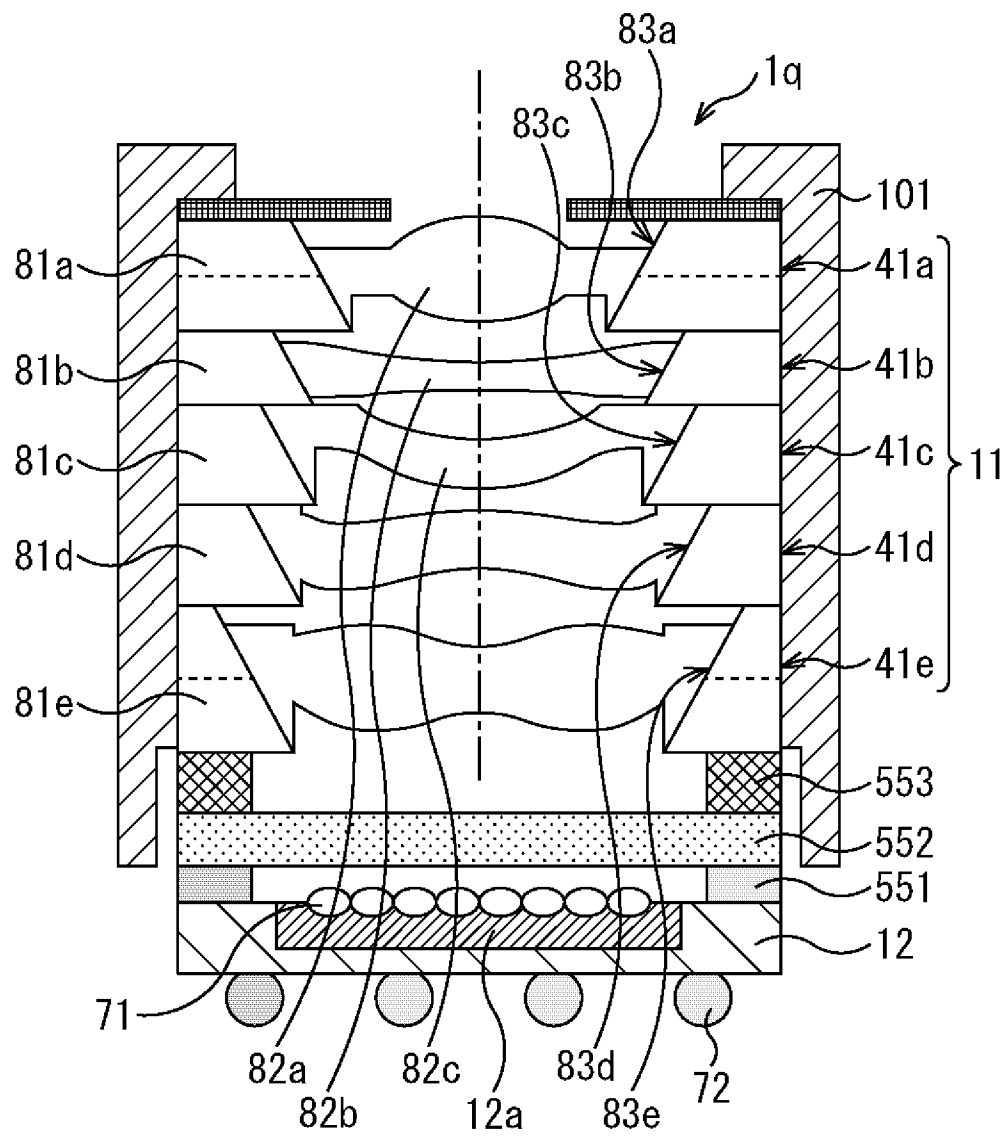
[図90]
FIG. 90



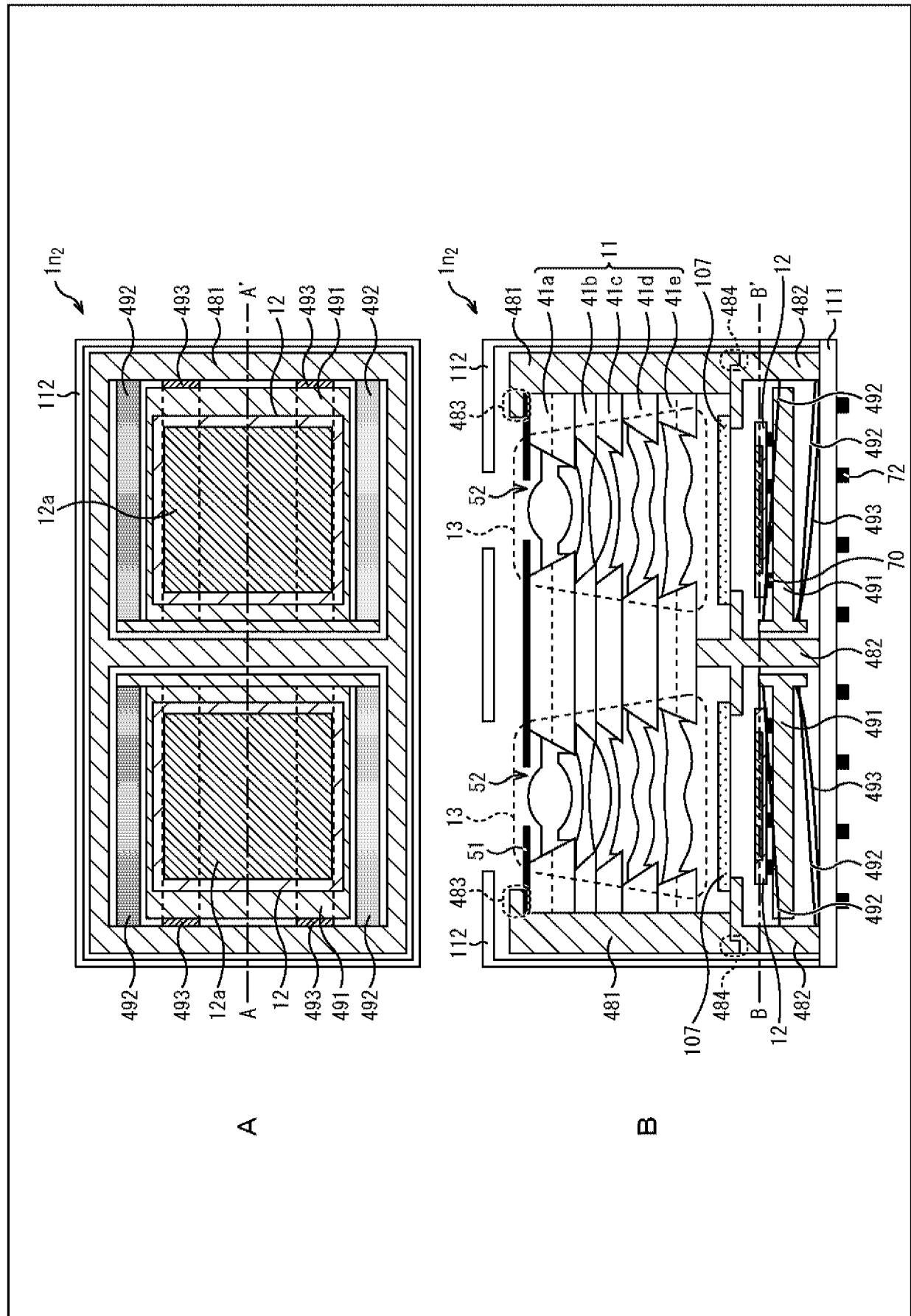
[図91]
FIG. 91



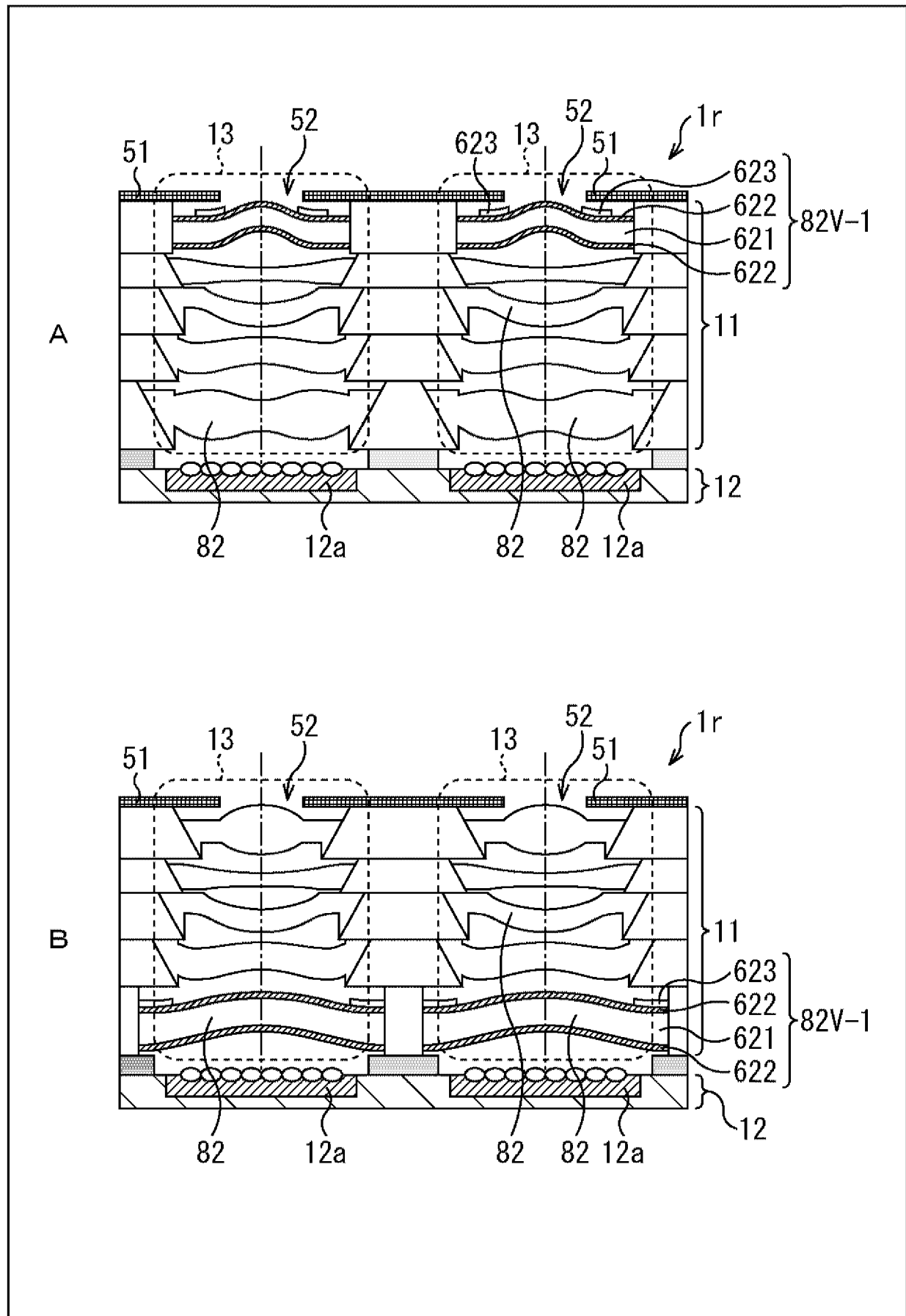
[図92]
FIG. 92



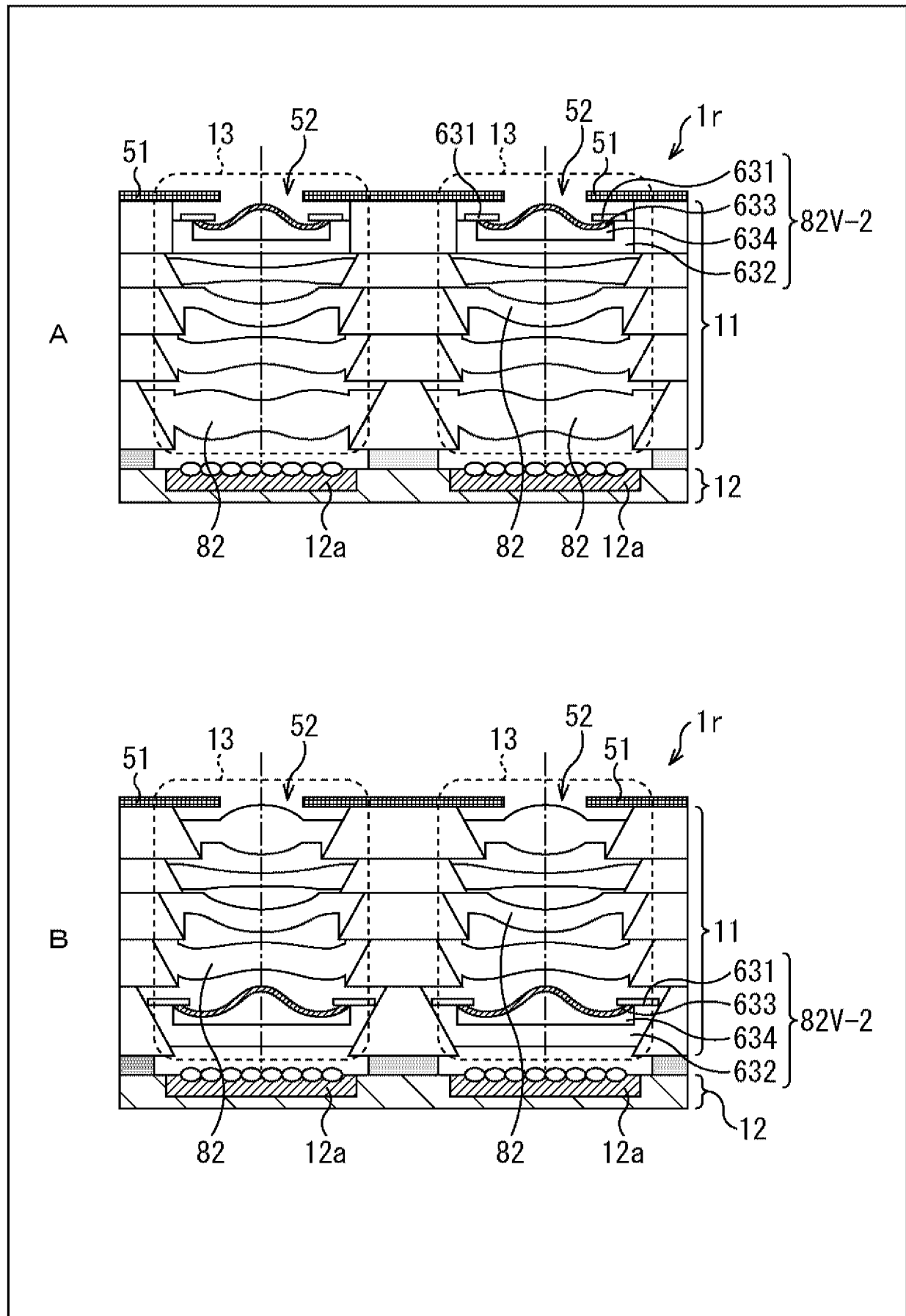
[図93]
FIG. 93



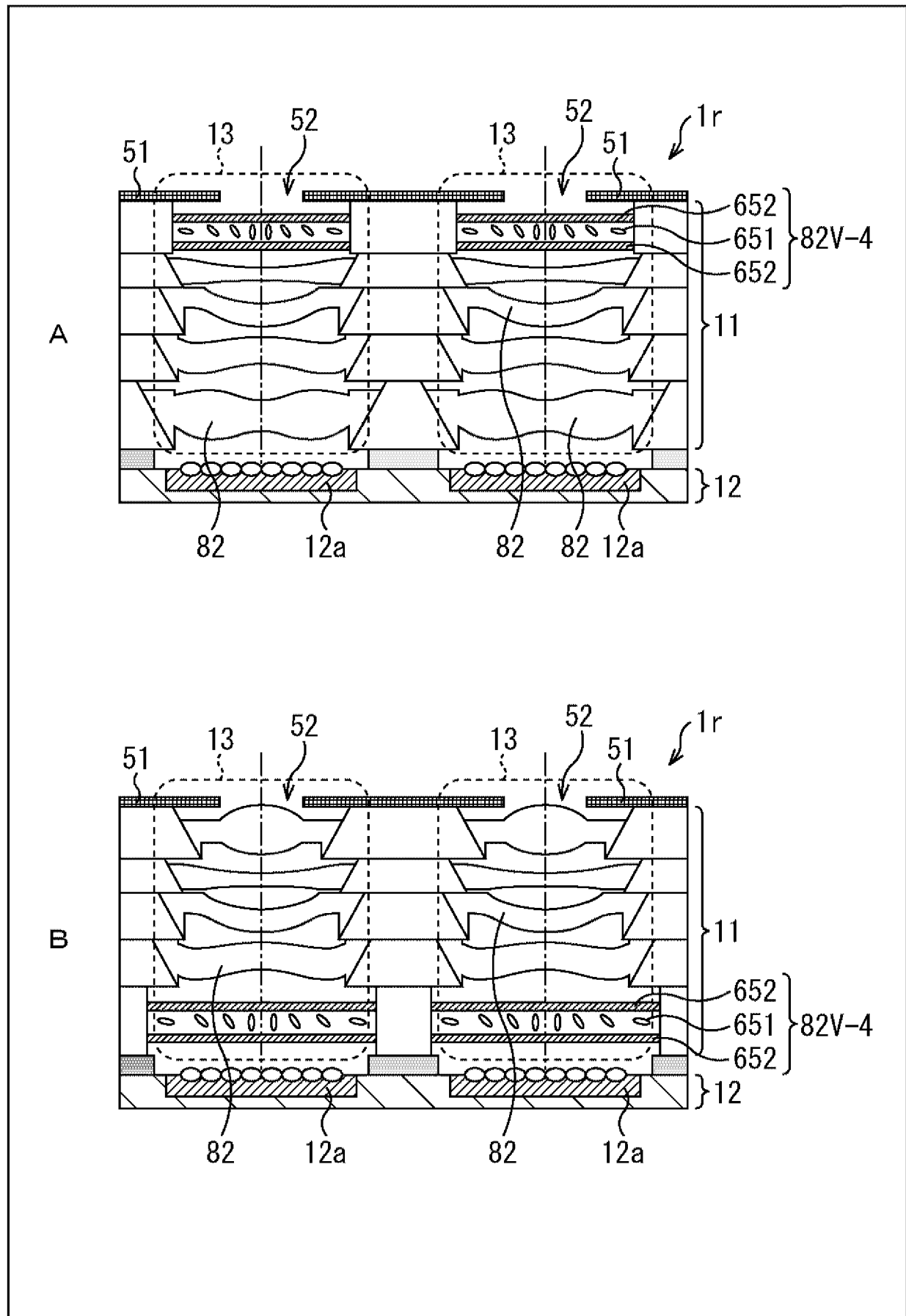
[図94]
FIG. 94



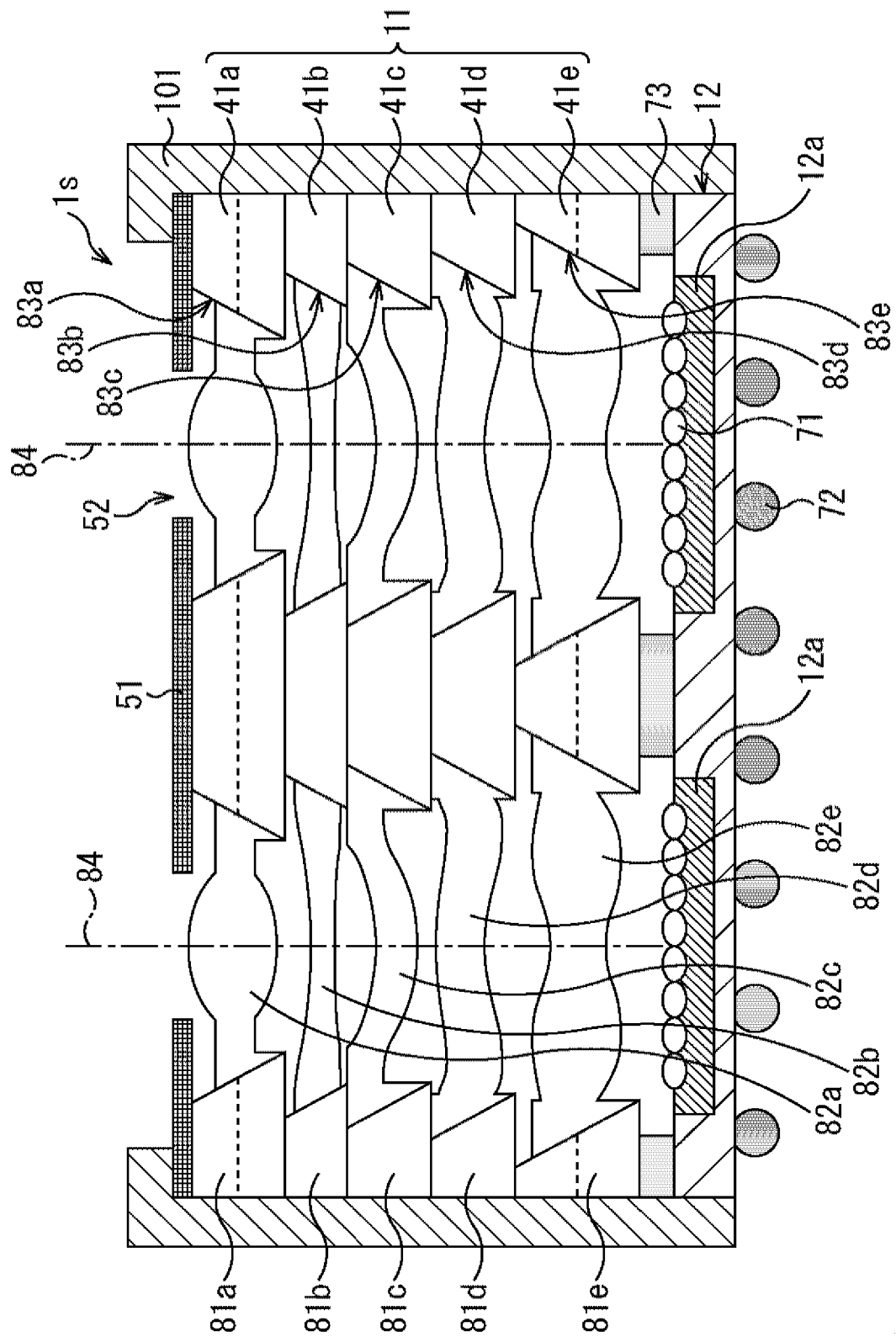
[図95]
FIG. 95



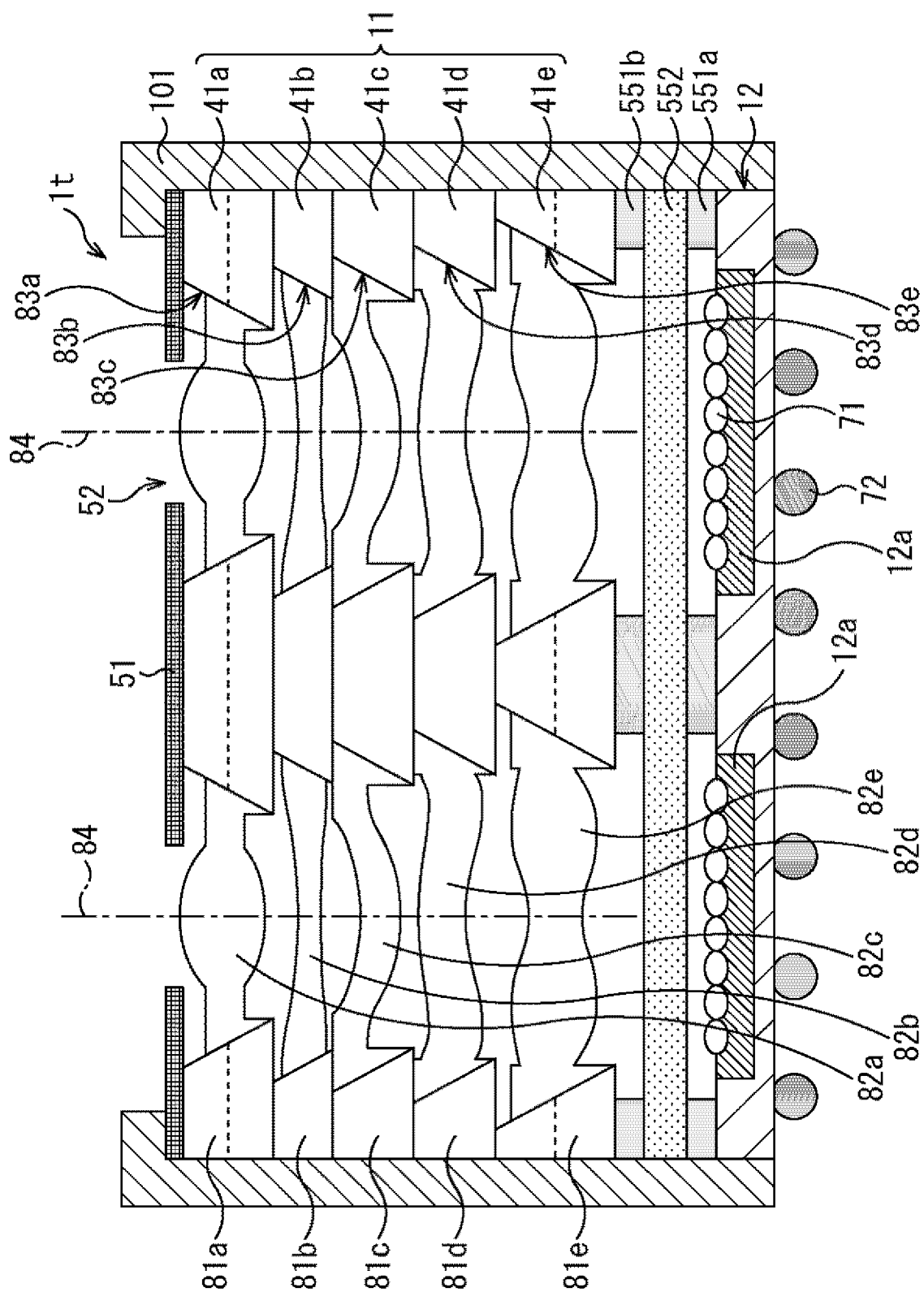
[図97]
FIG. 97



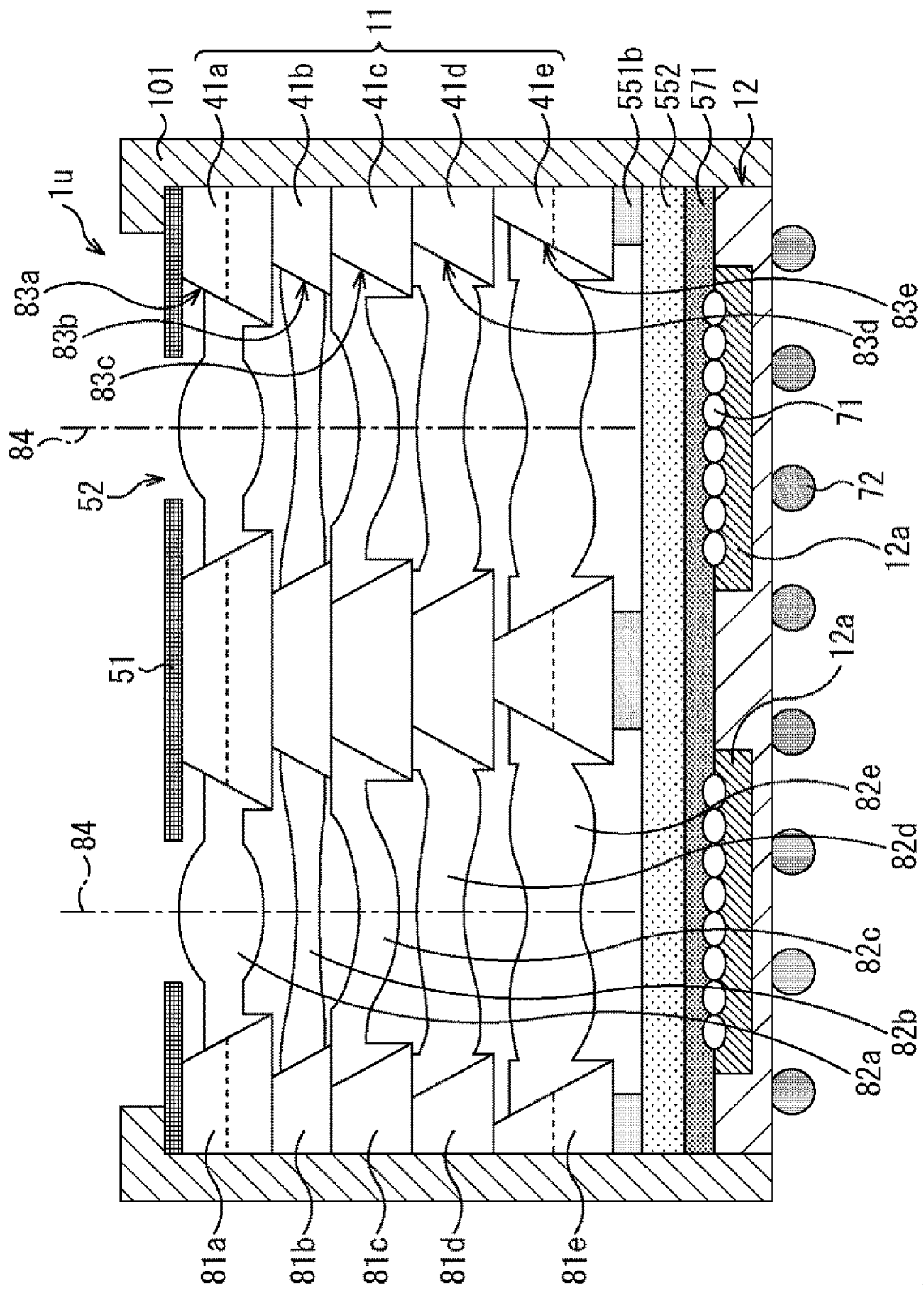
[図98]
FIG. 98



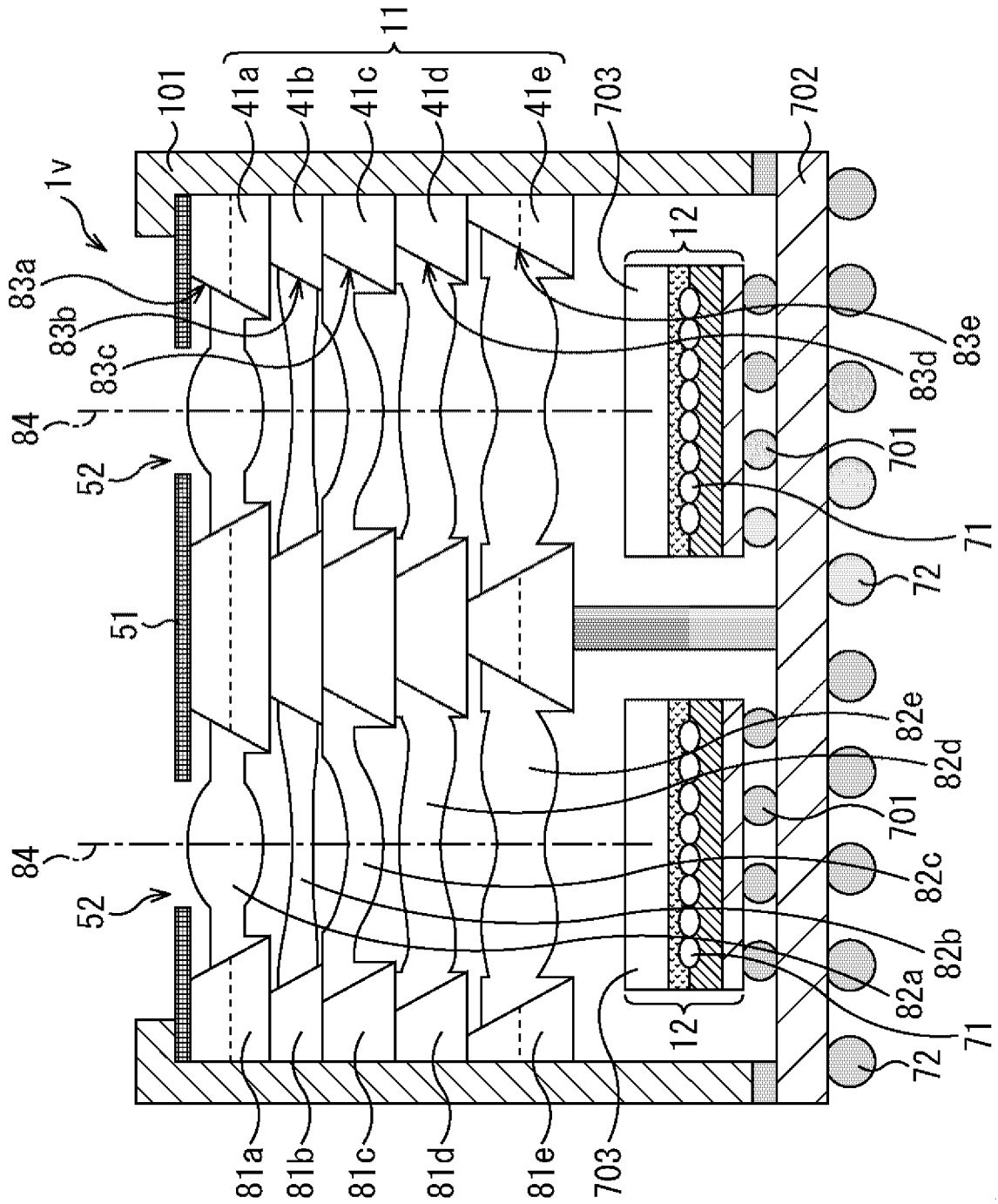
[図99]
FIG. 99



[図100]
FIG. 100

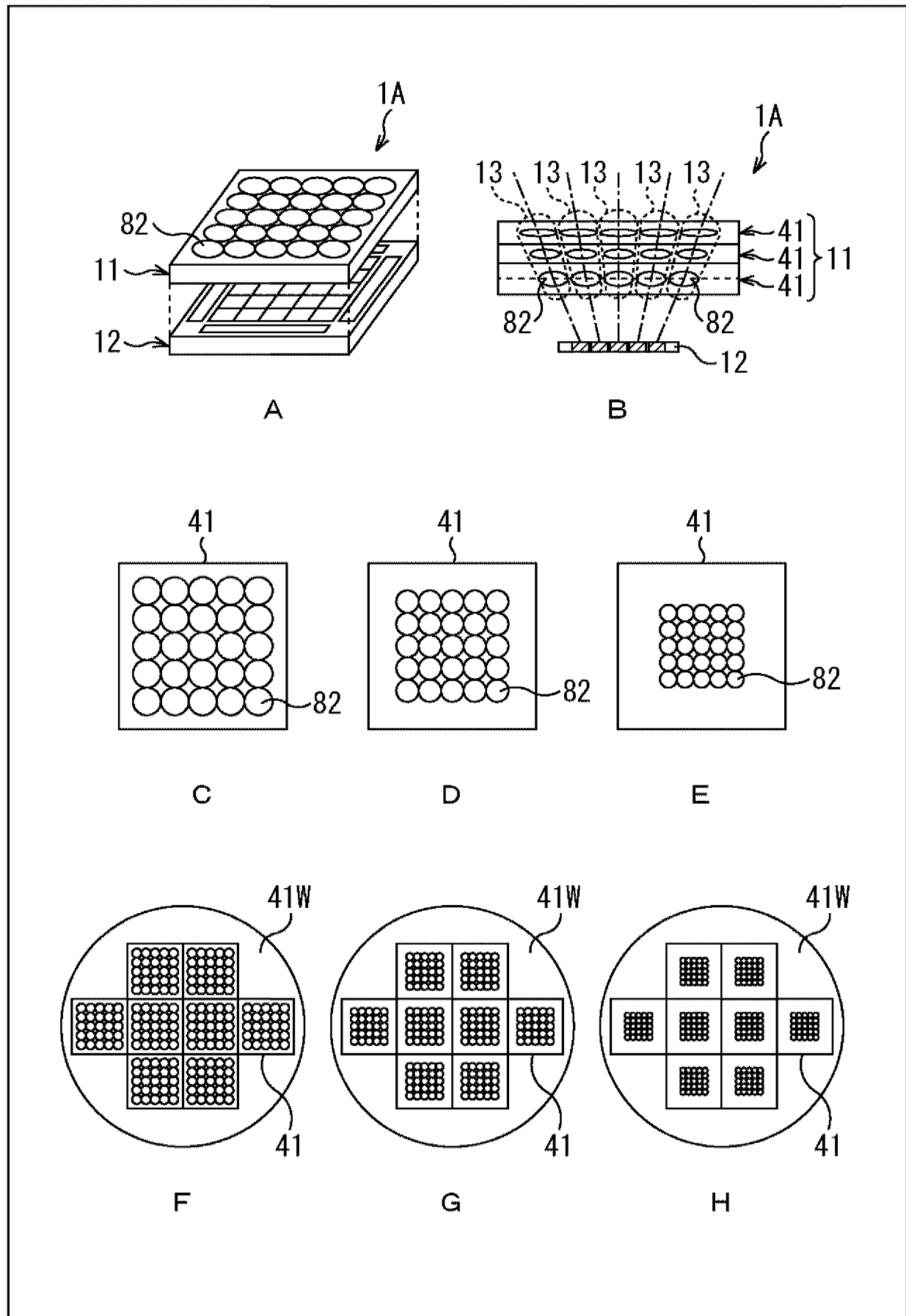


[図101]
FIG. 101

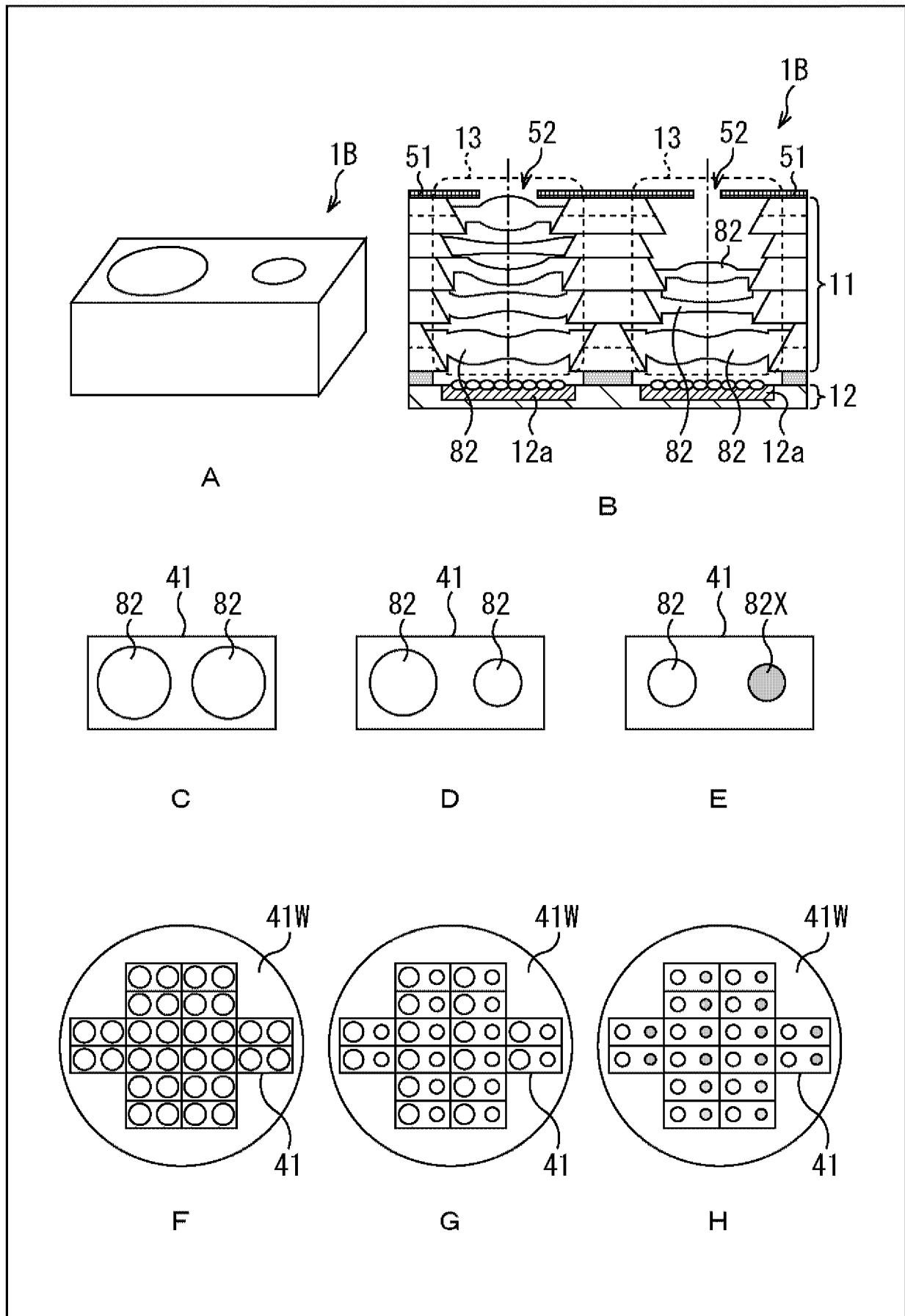


[図102]

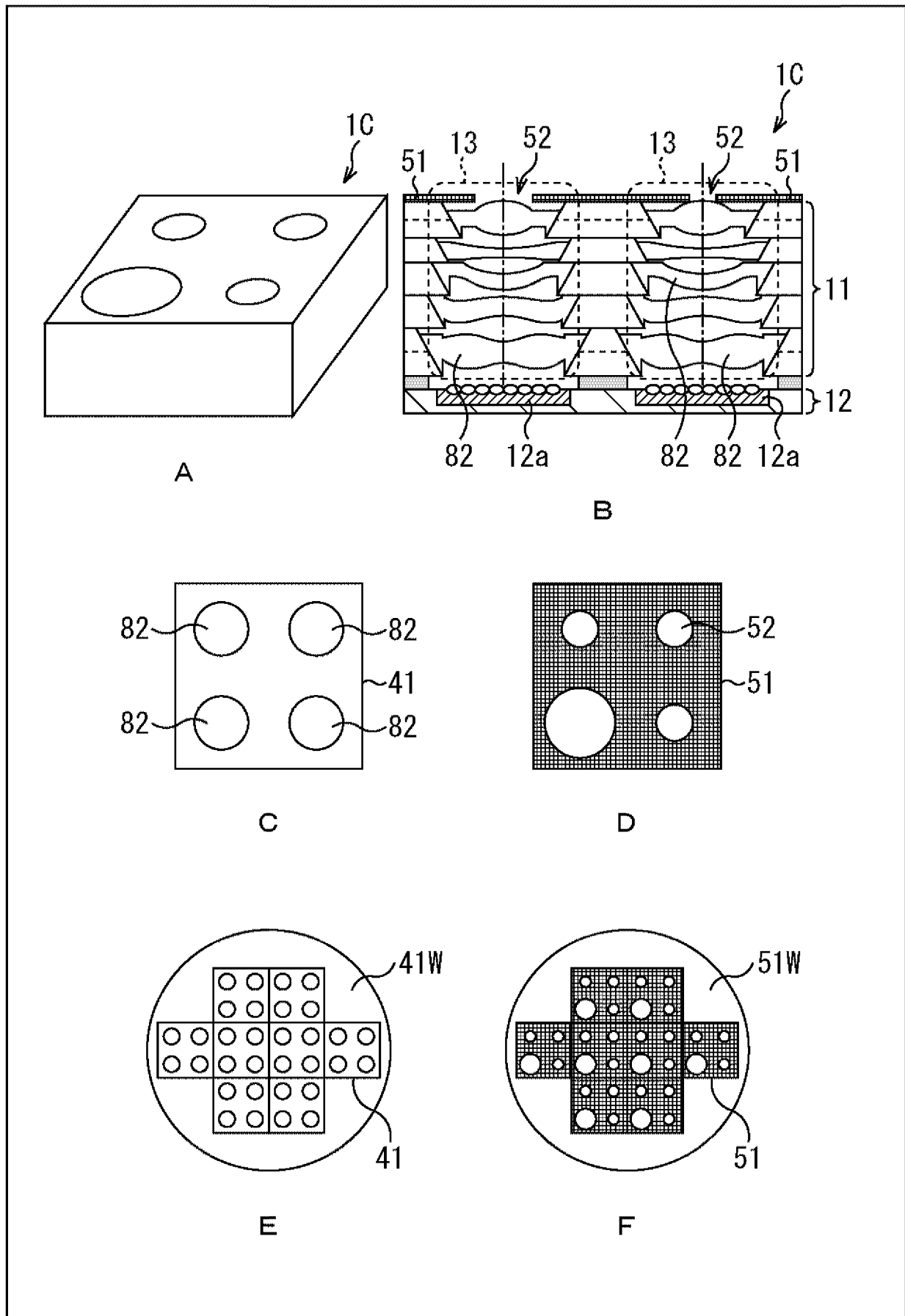
FIG. 102



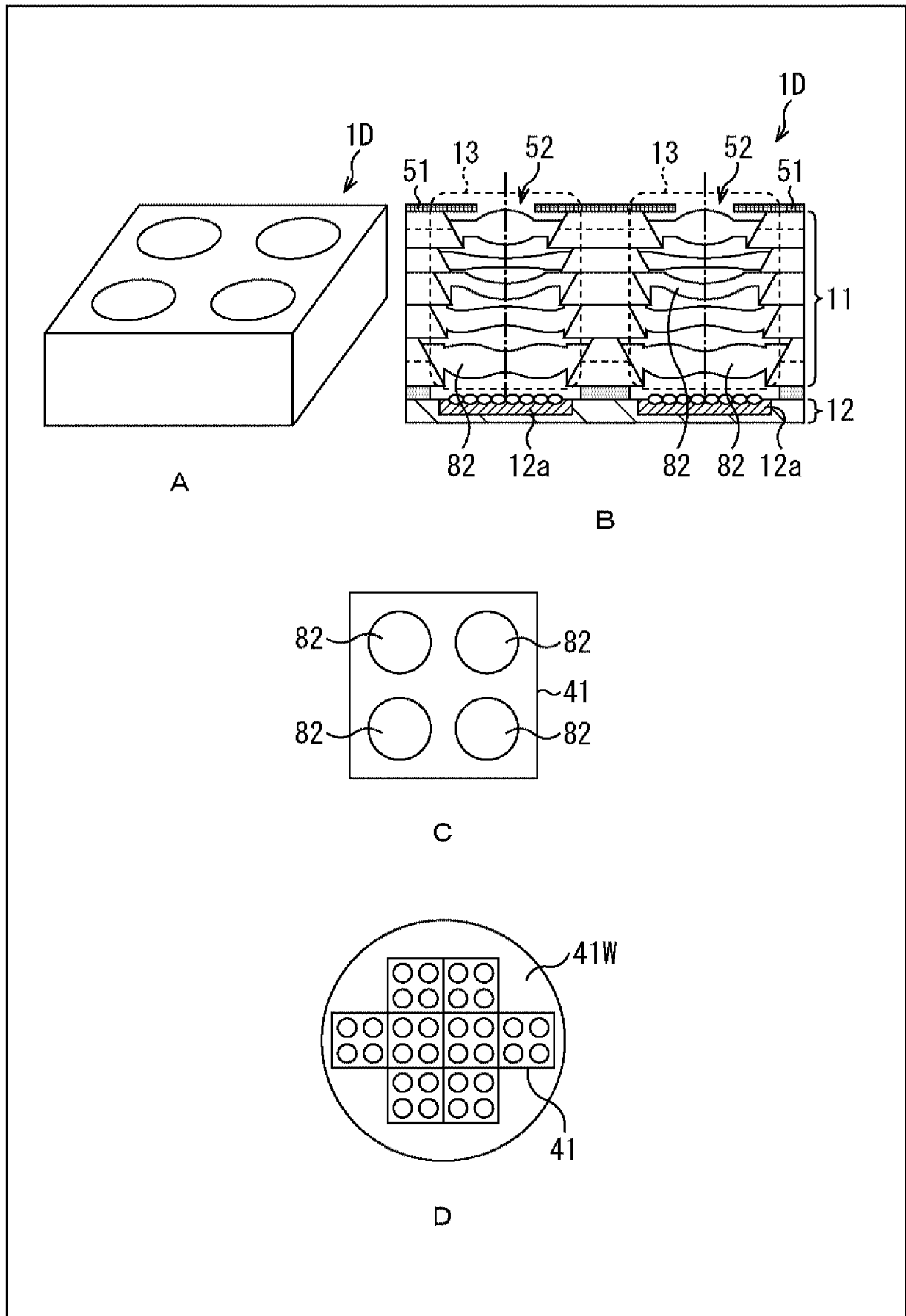
[図103]
FIG. 103



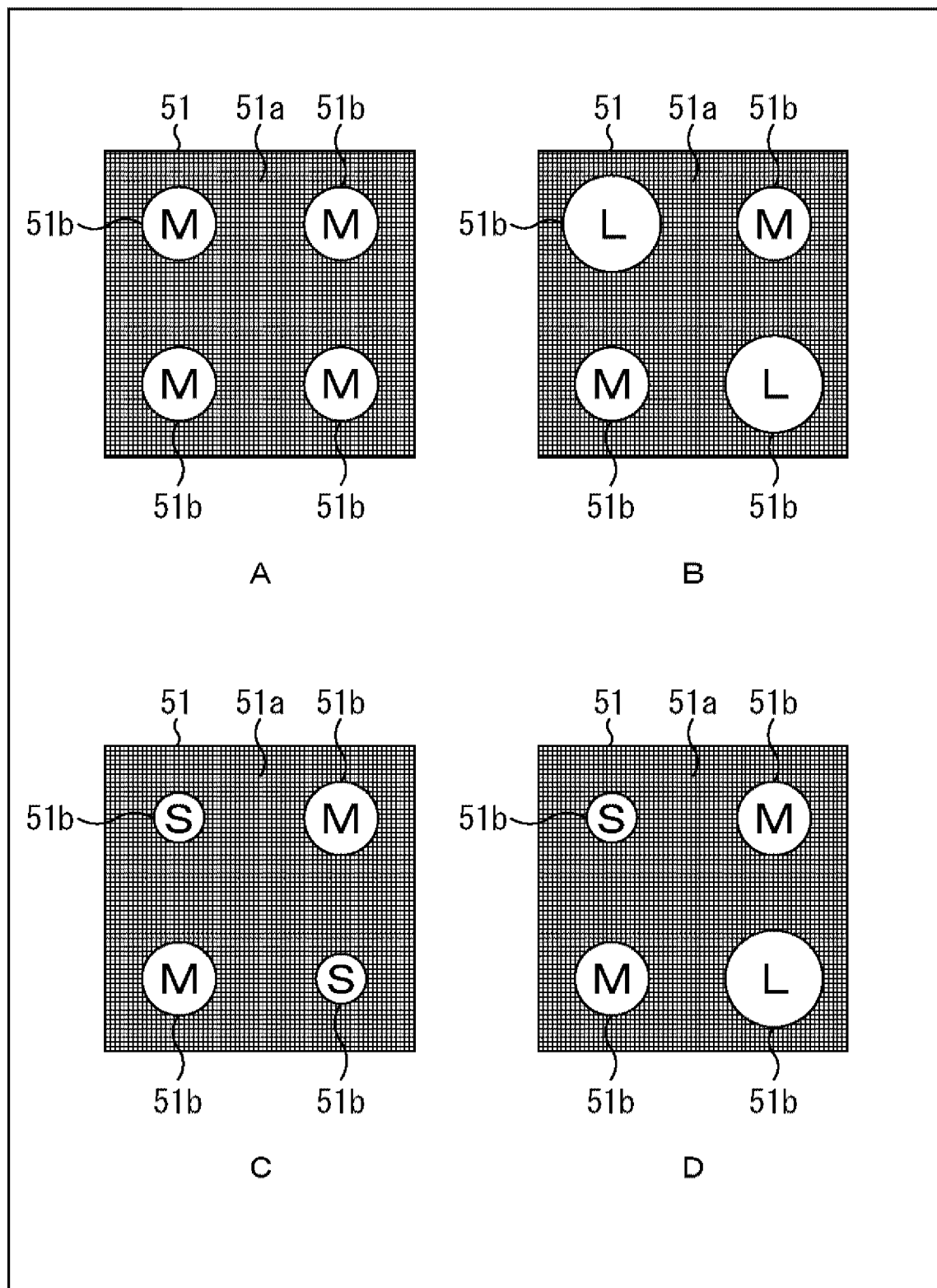
[図104]
FIG. 104



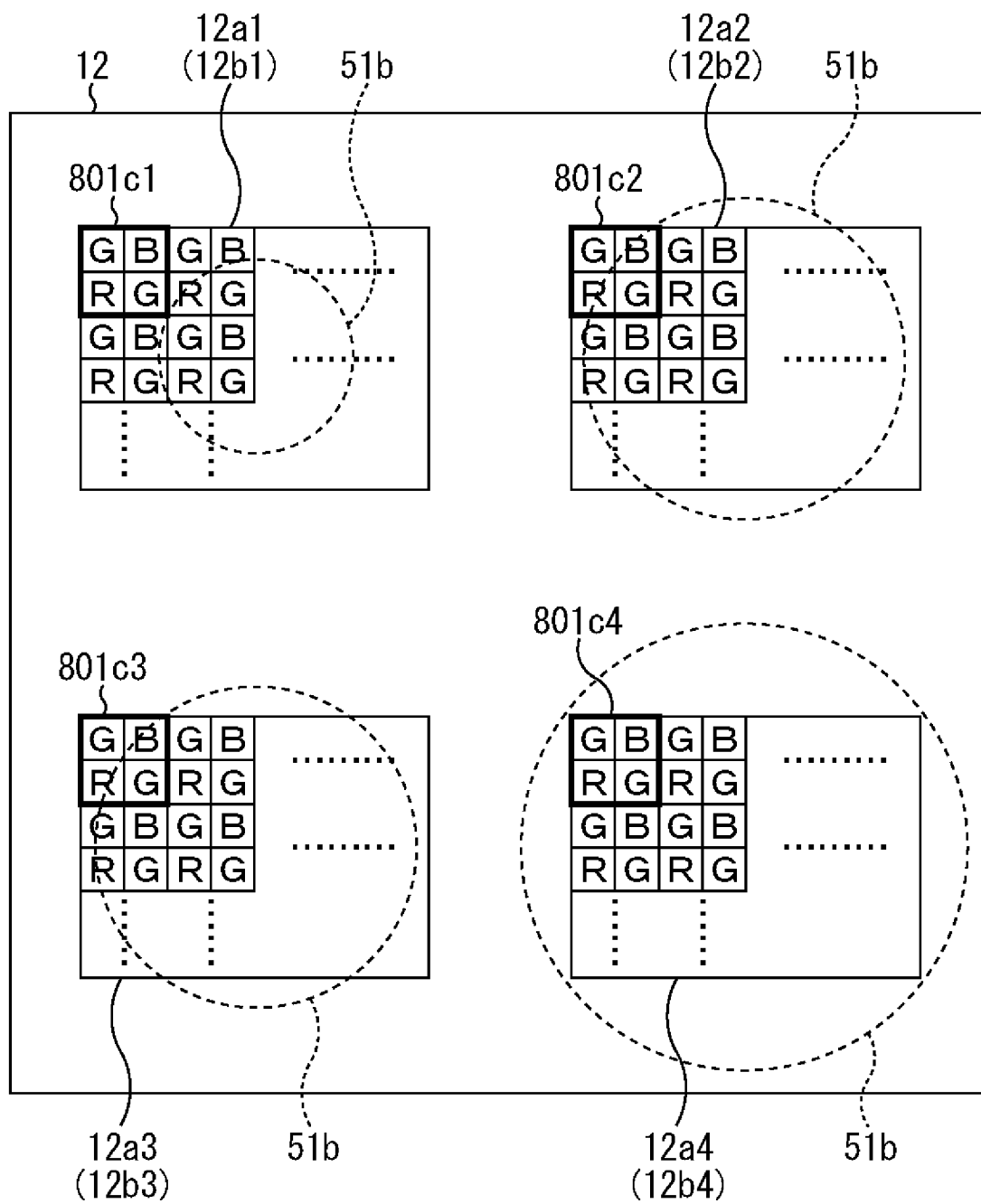
[図105]
FIG. 105



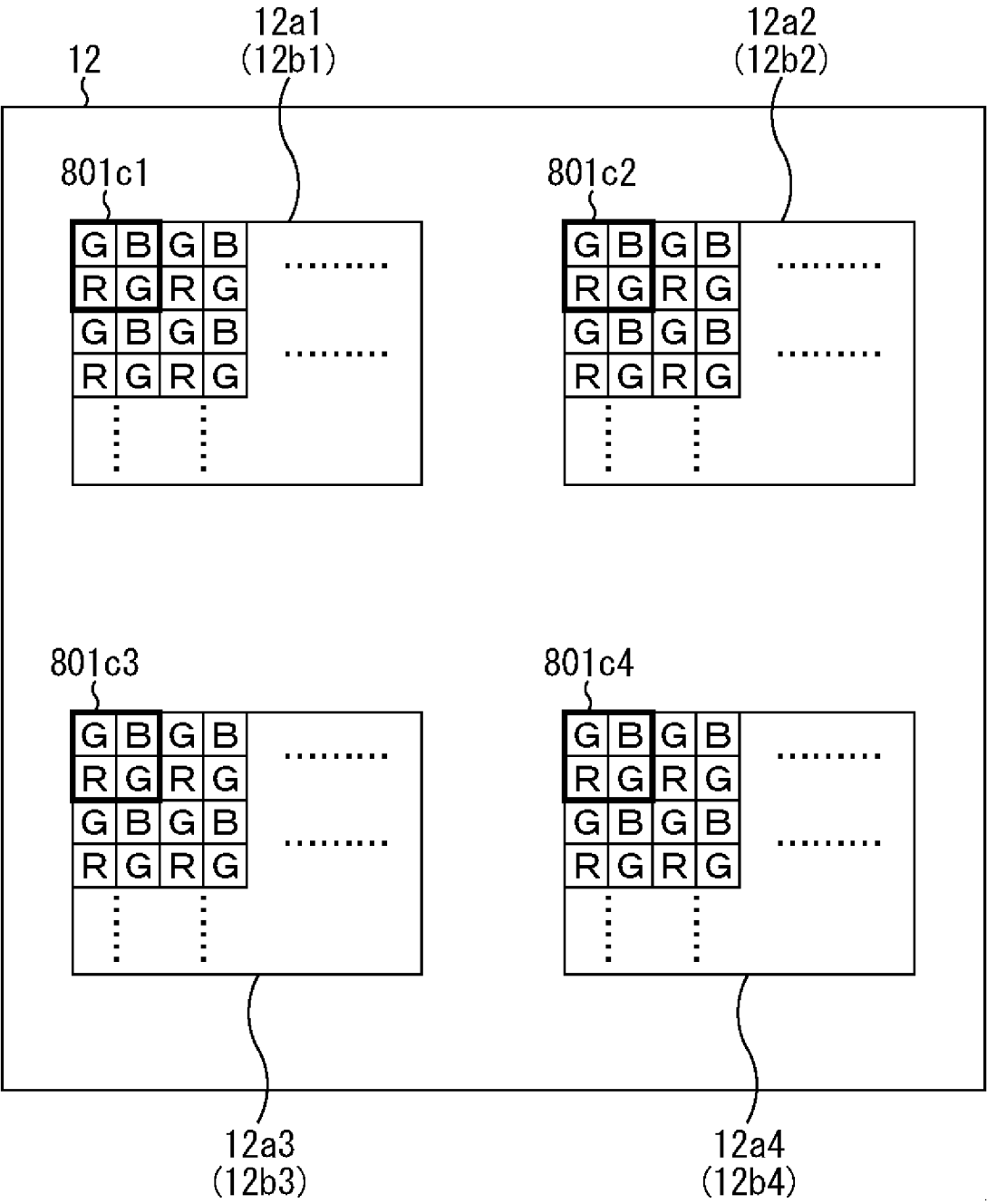
[図106]
FIG. 106



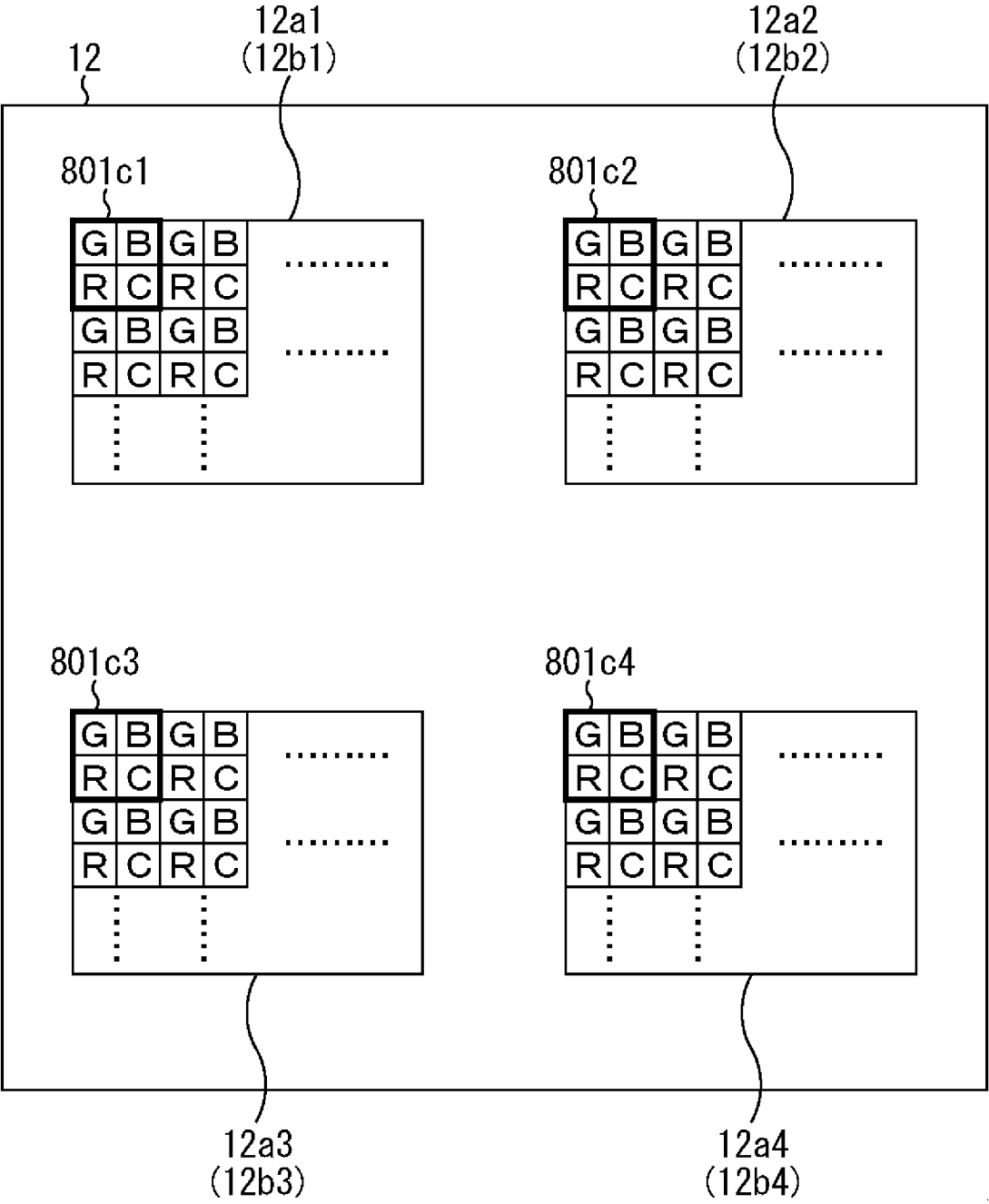
[図107]
FIG. 107



[図108]
FIG. 108



[図109]
FIG. 109



[図110]
FIG. 110

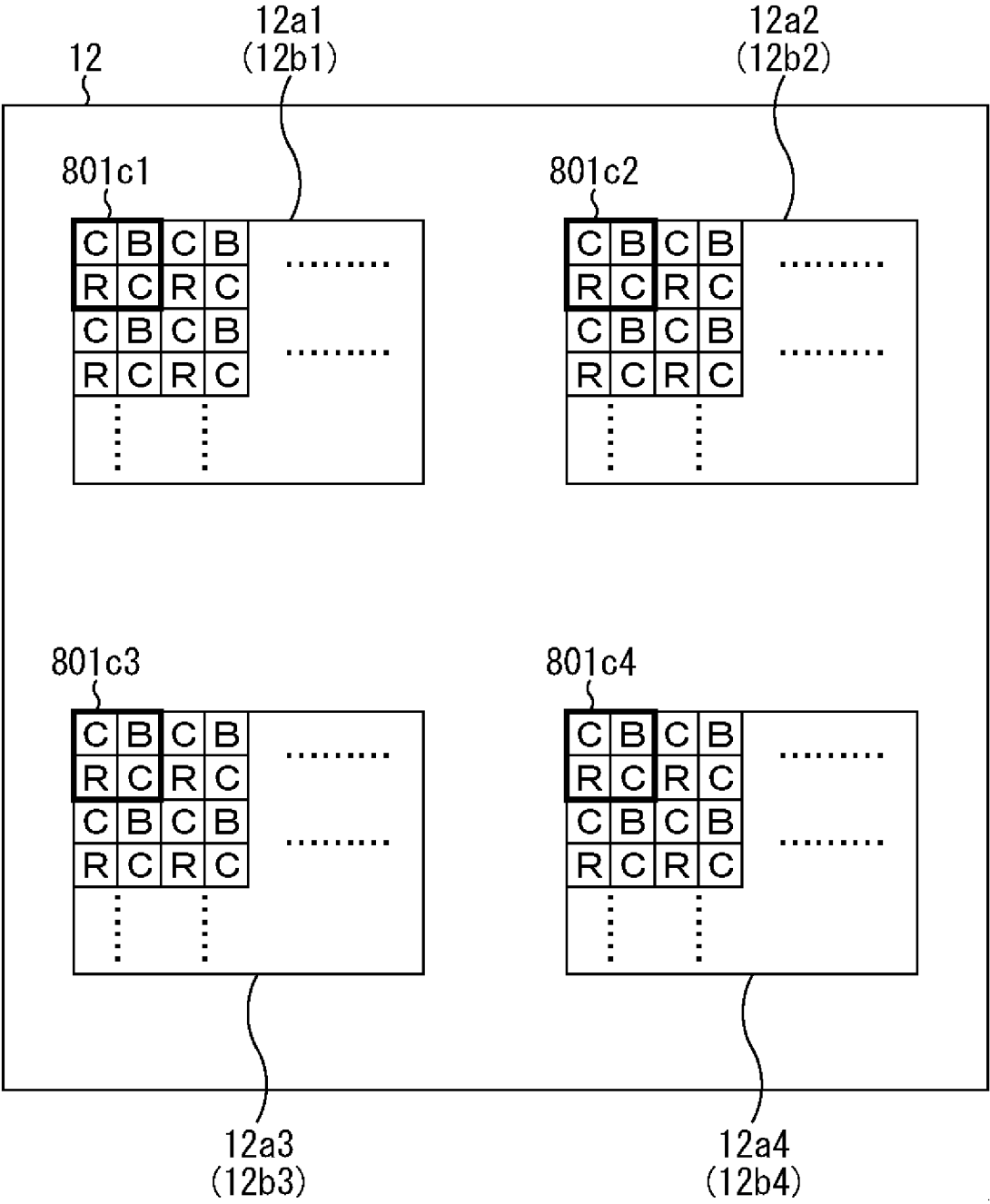


Figure 12 illustrates four examples of a 4x4 grid of cells (C and R) within a larger frame 12. Each example (801c1, 801c2, 801c3, 801c4) shows a different arrangement of cells, with some cells highlighted in black. The examples are labeled 12a1 (12b1), 12a2 (12b2), 12a3 (12b3), and 12a4 (12b4).

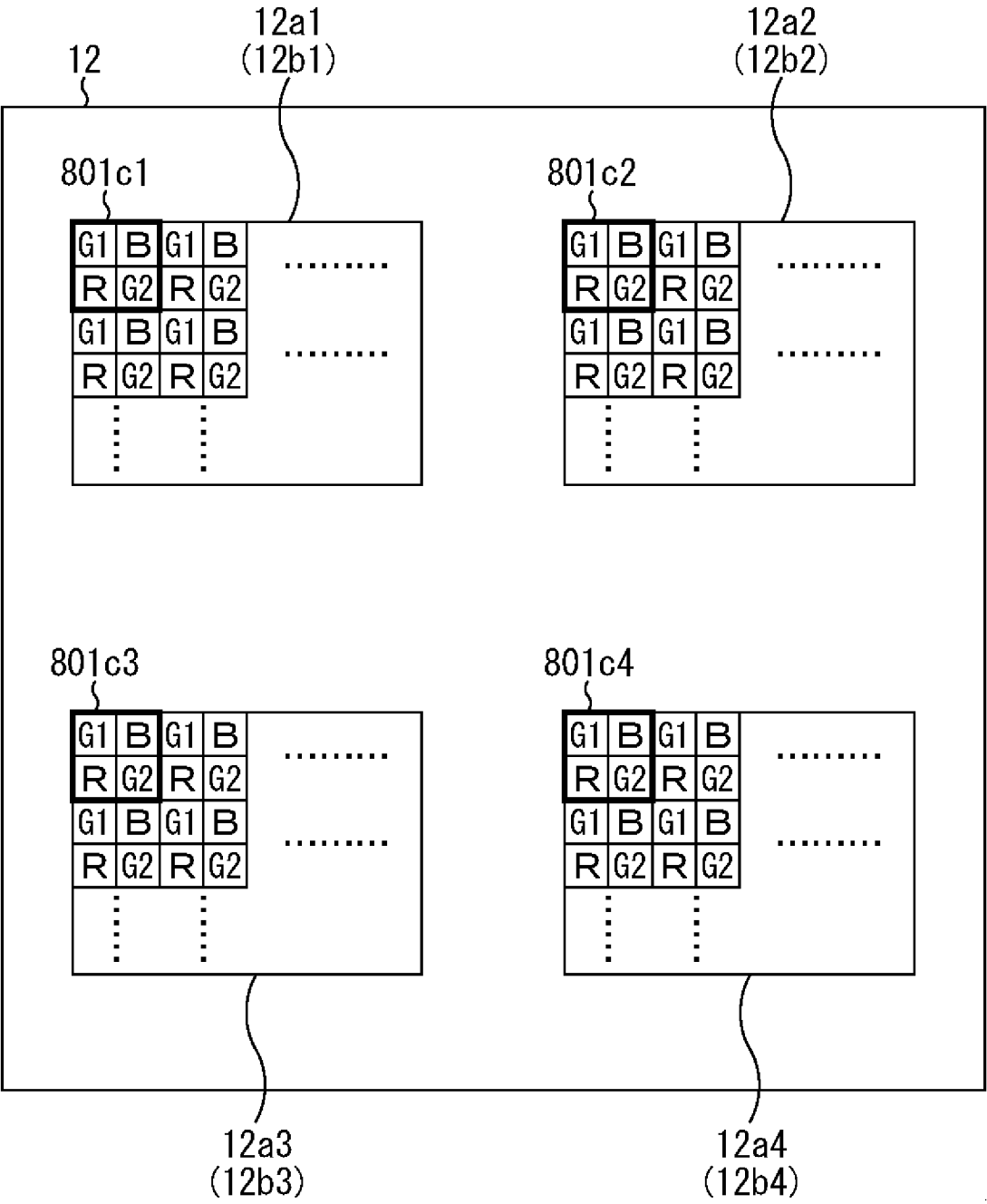
Example 801c1 (12a1 (12b1)) shows a 4x4 grid where the top-left 2x2 cells (C, C, R, C) are highlighted in black. The grid is followed by two rows of dots, indicating further cells.

Example 801c2 (12a2 (12b2)) shows a 4x4 grid where the top-left 2x2 cells (C, C, R, C) are highlighted in black. The grid is followed by two rows of dots, indicating further cells.

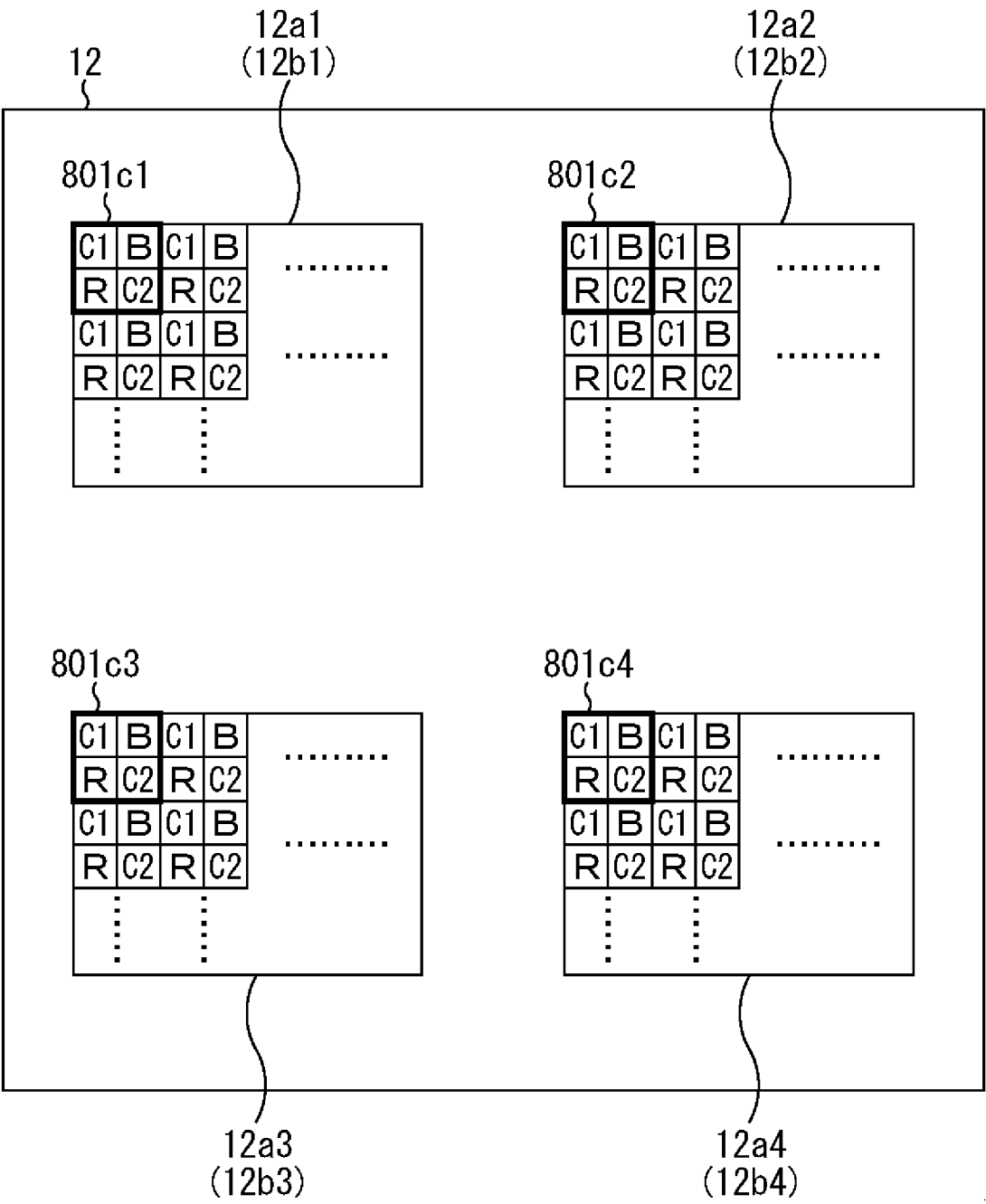
Example 801c3 (12a3 (12b3)) shows a 4x4 grid where the top-left 2x2 cells (C, C, R, C) are highlighted in black. The grid is followed by two rows of dots, indicating further cells.

Example 801c4 (12a4 (12b4)) shows a 4x4 grid where the top-left 2x2 cells (C, C, R, C) are highlighted in black. The grid is followed by two rows of dots, indicating further cells.

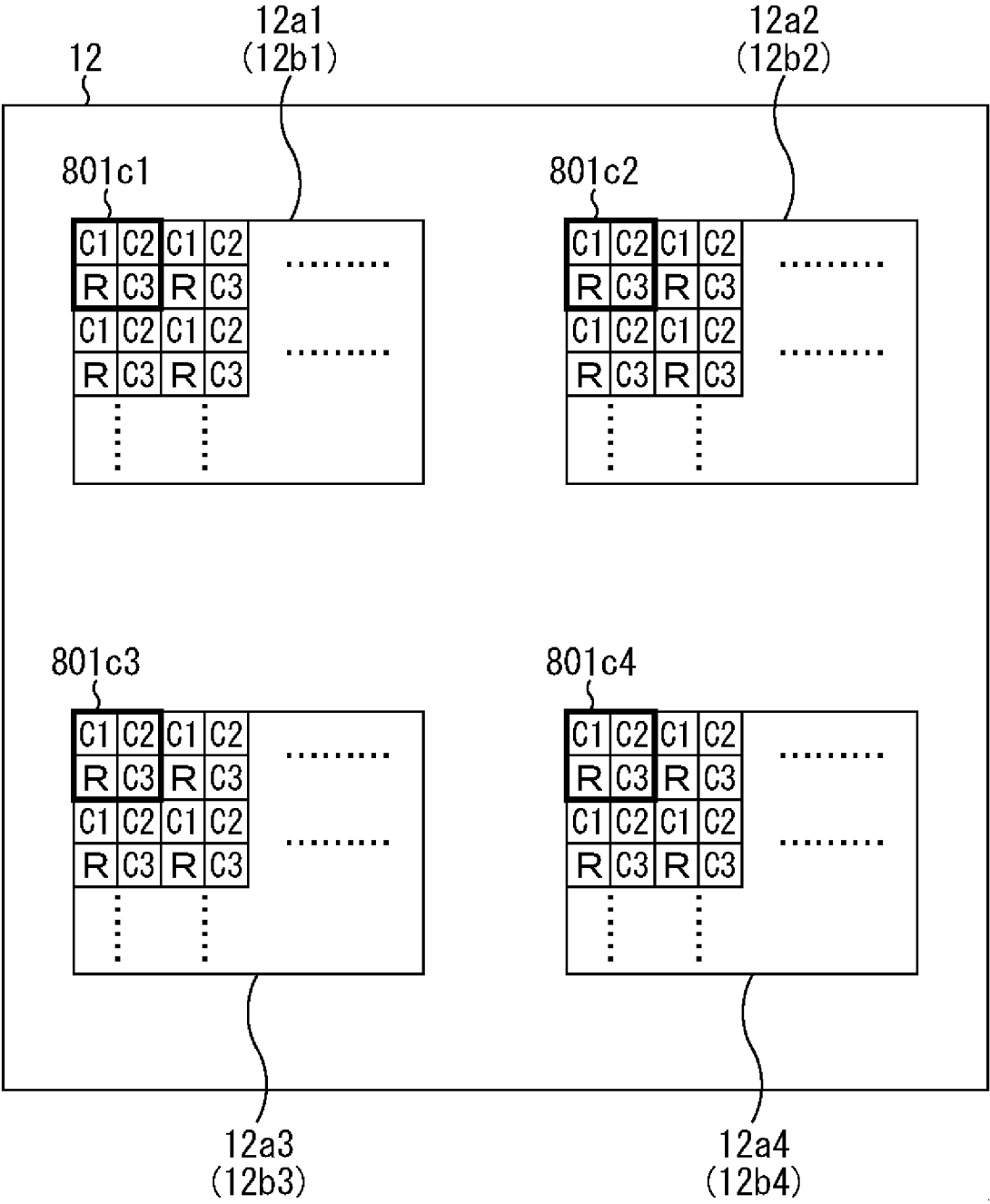
[図112]
FIG. 112



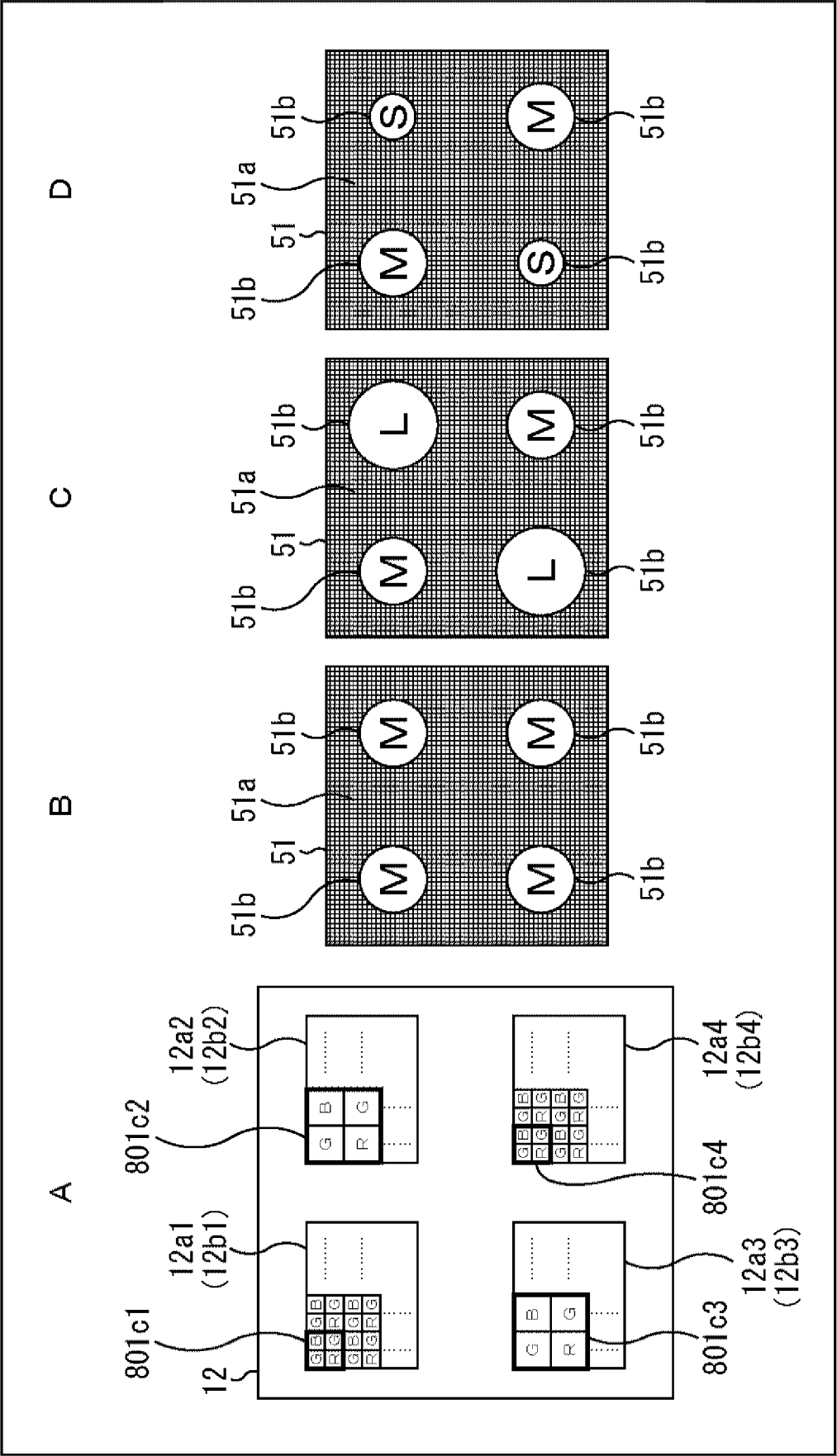
[図113]
FIG. 113



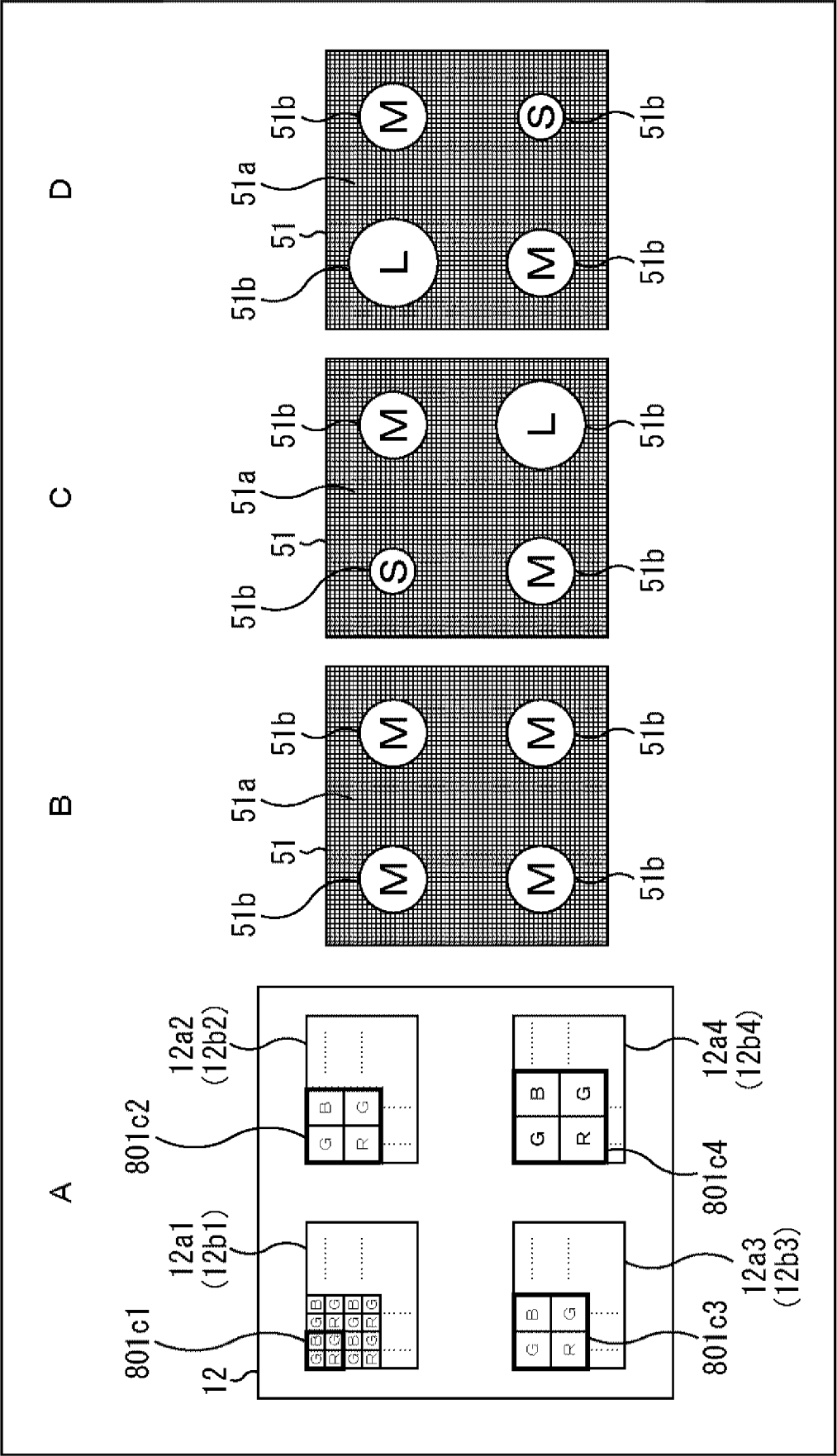
[図114]
FIG. 114



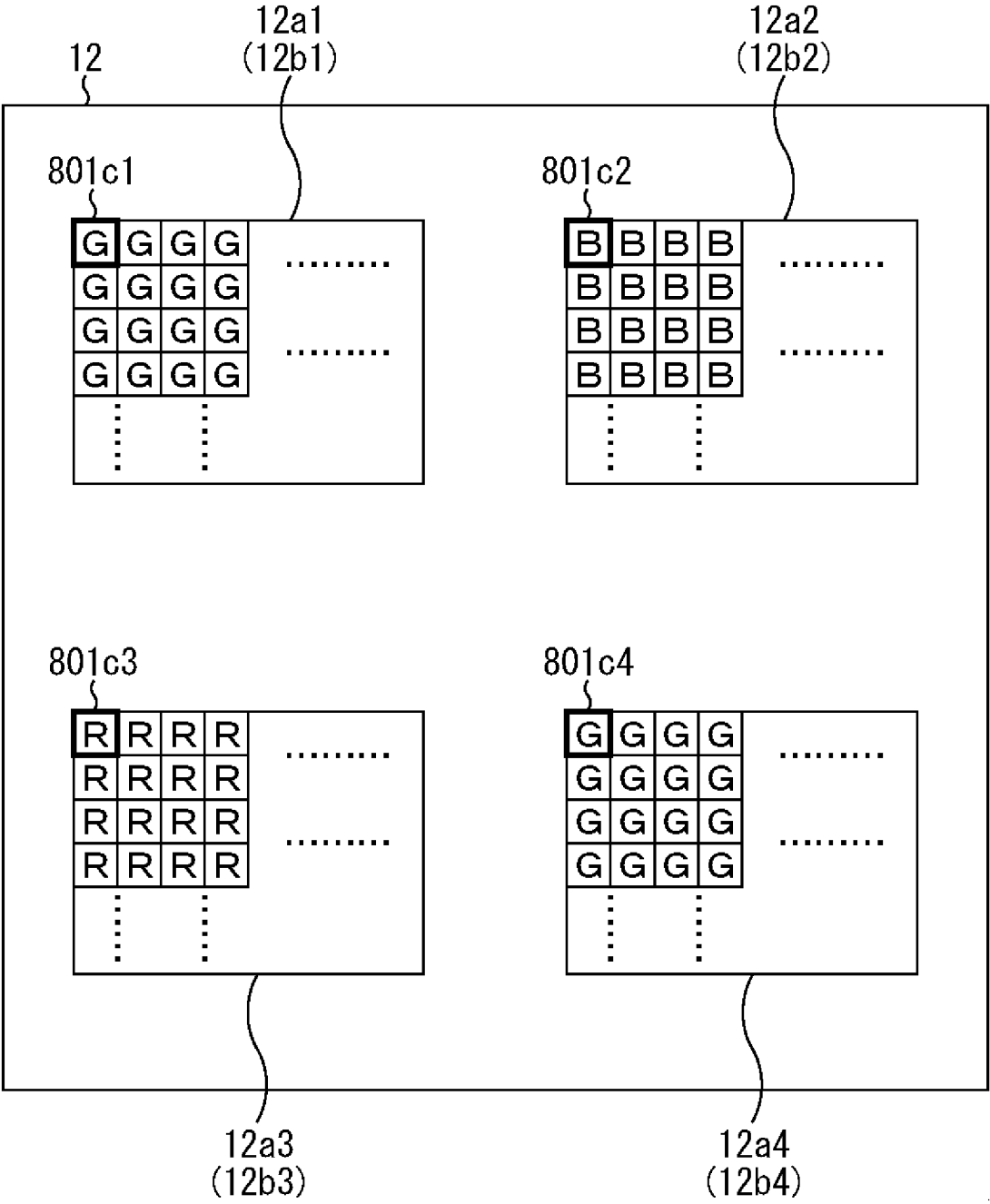
[図115]
FIG. 115



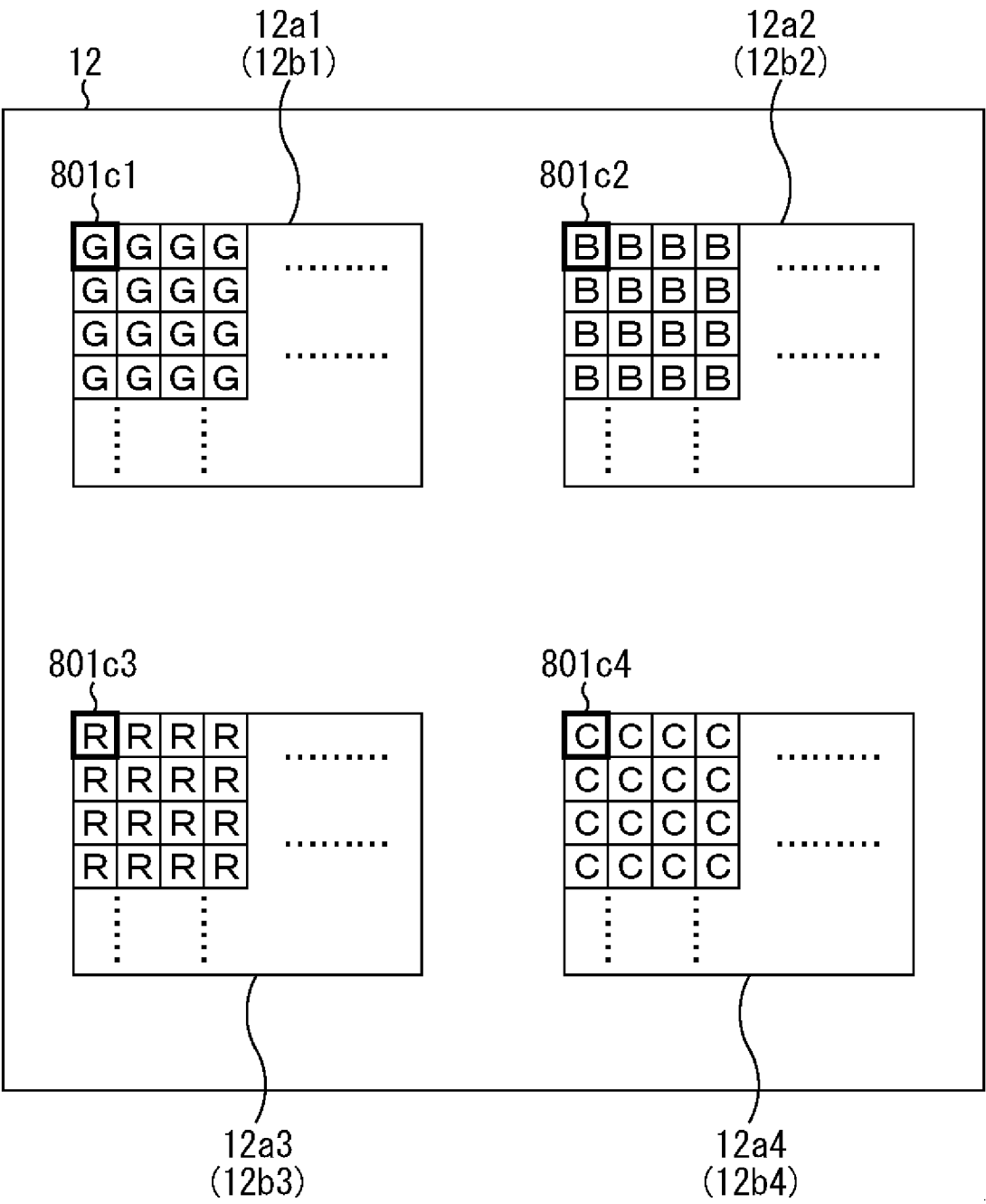
[図116]
FIG. 116



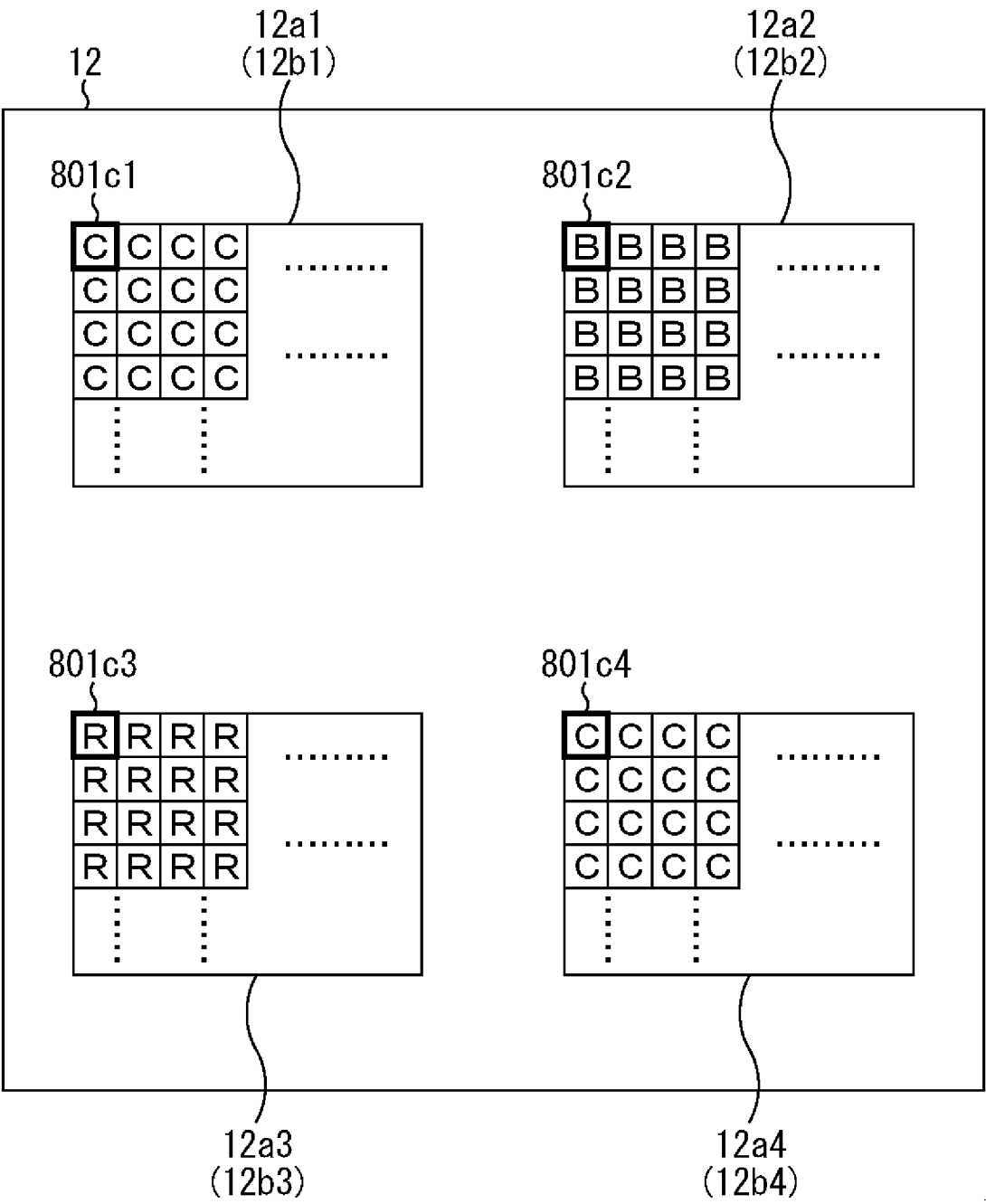
[図117]
FIG. 117



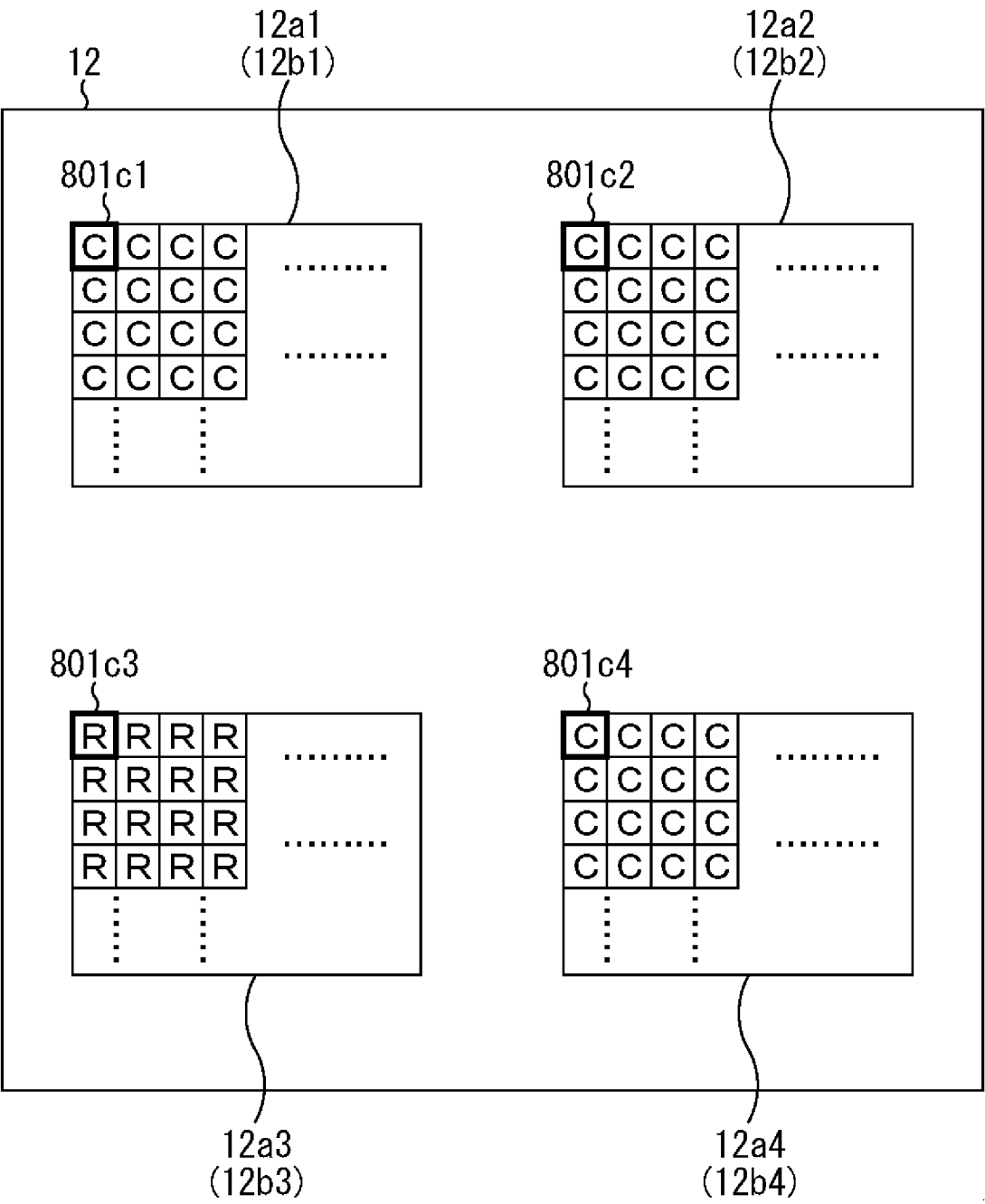
[図118]
FIG. 118



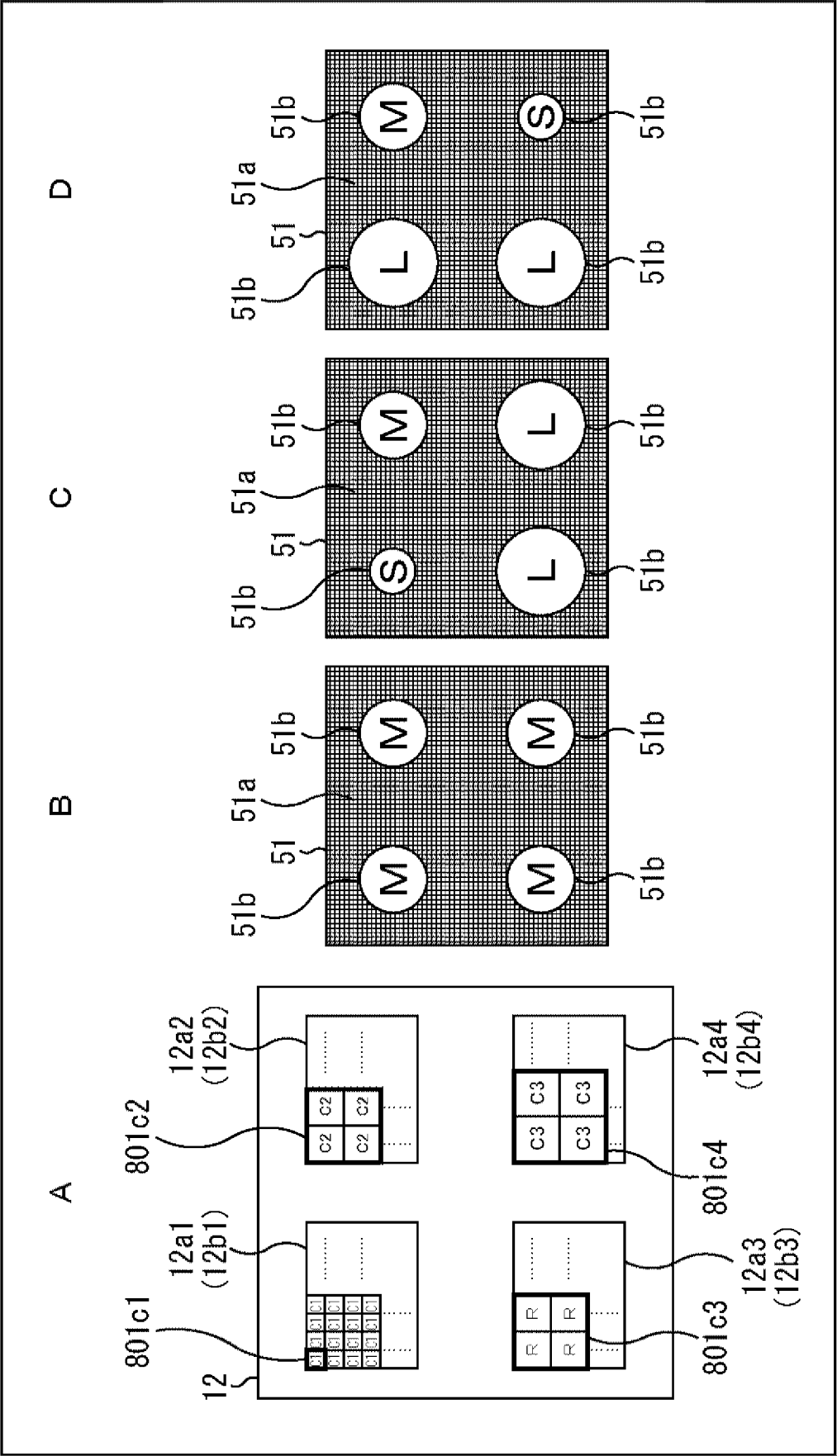
[図119]
FIG. 119



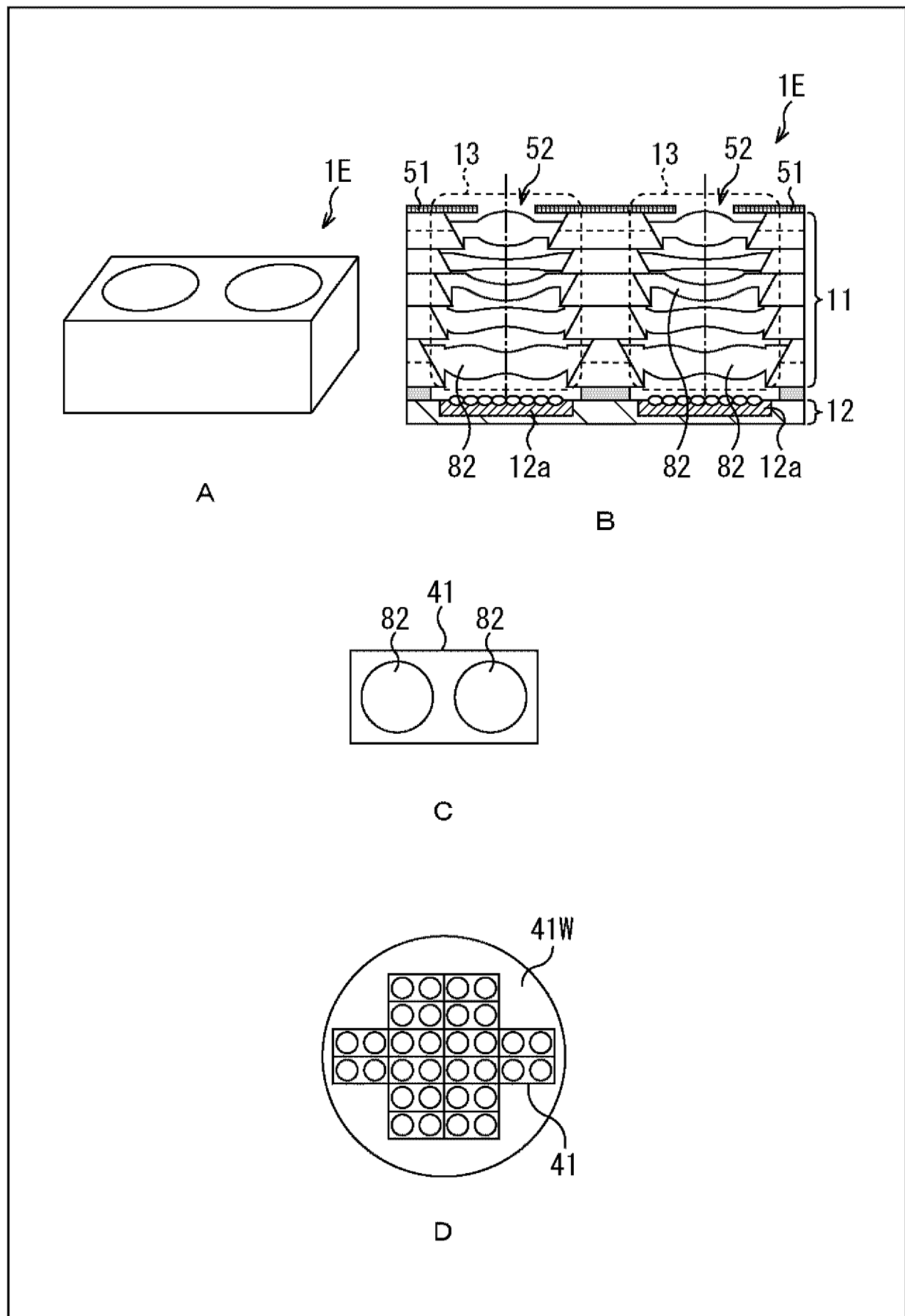
[図120]
FIG. 120



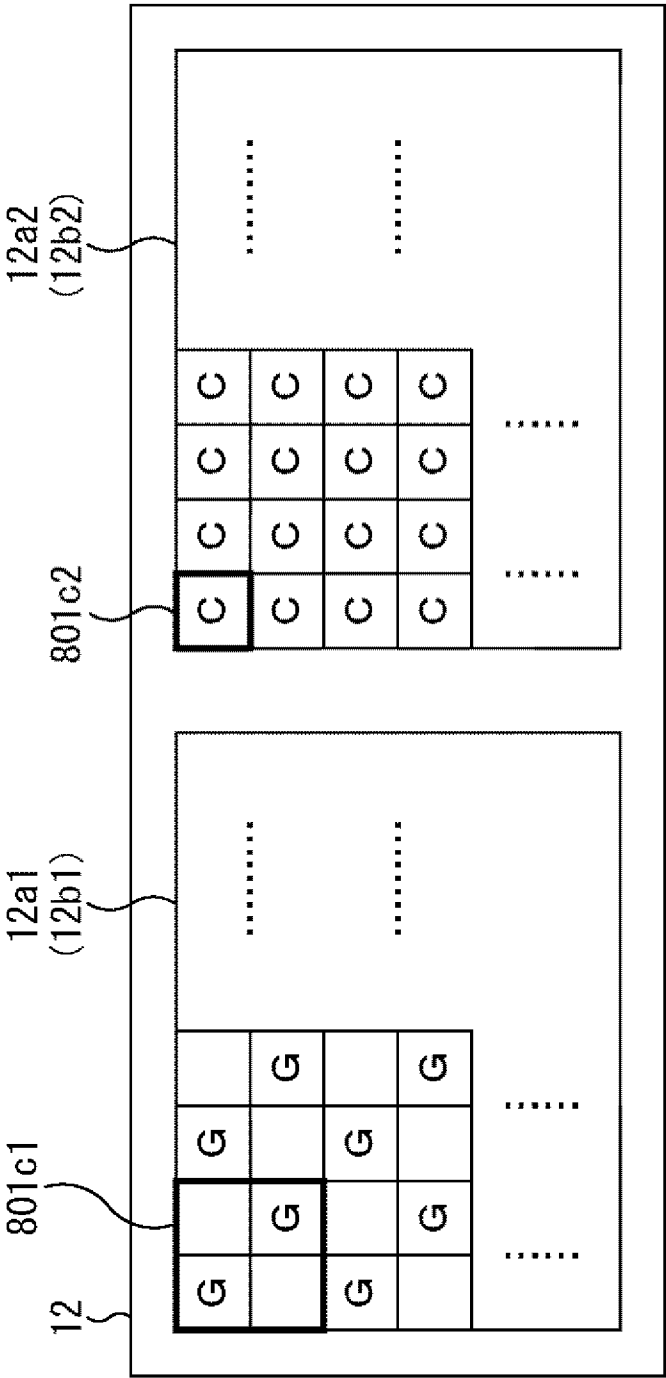
[図121]
FIG. 121



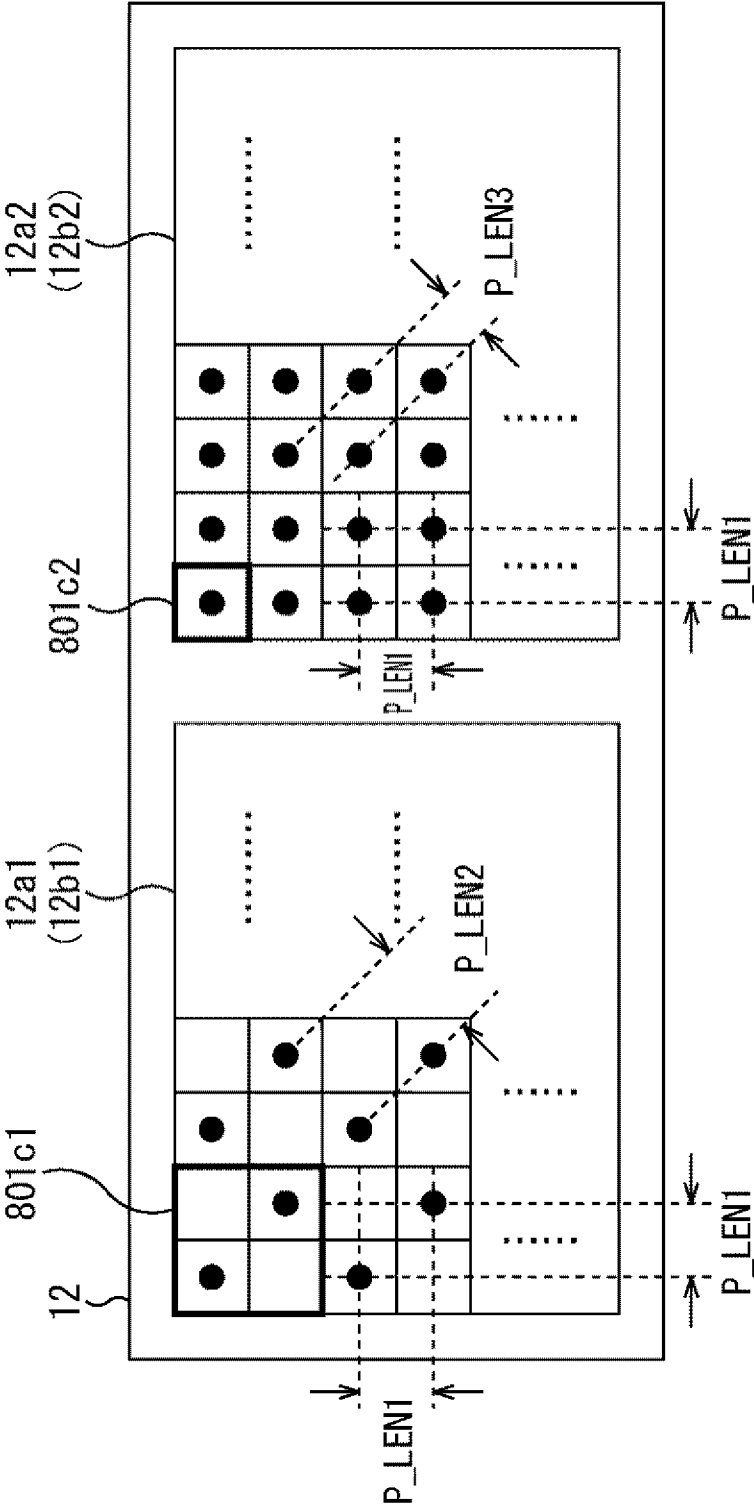
[図122]
FIG. 122



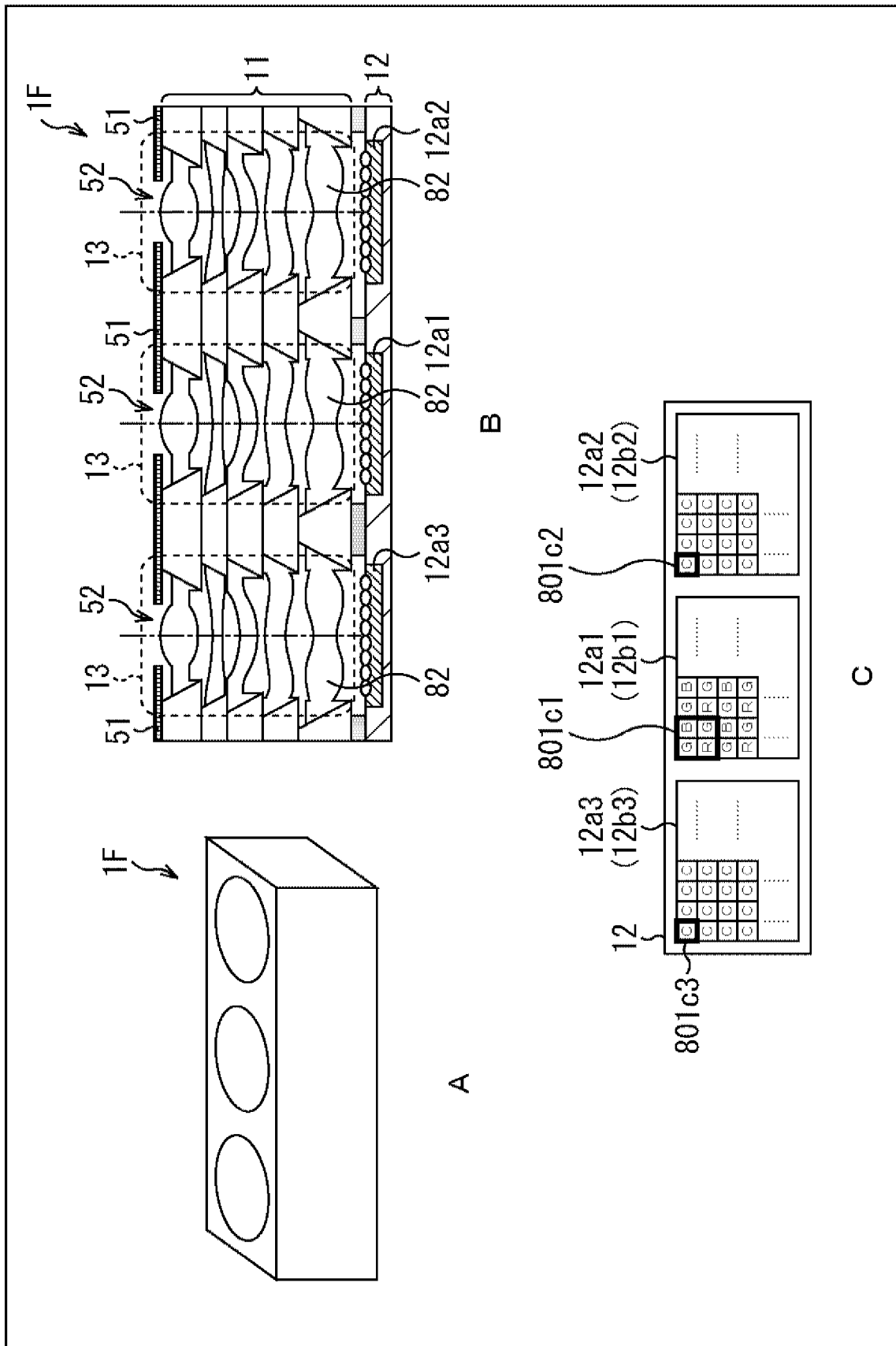
[図124]
FIG. 124



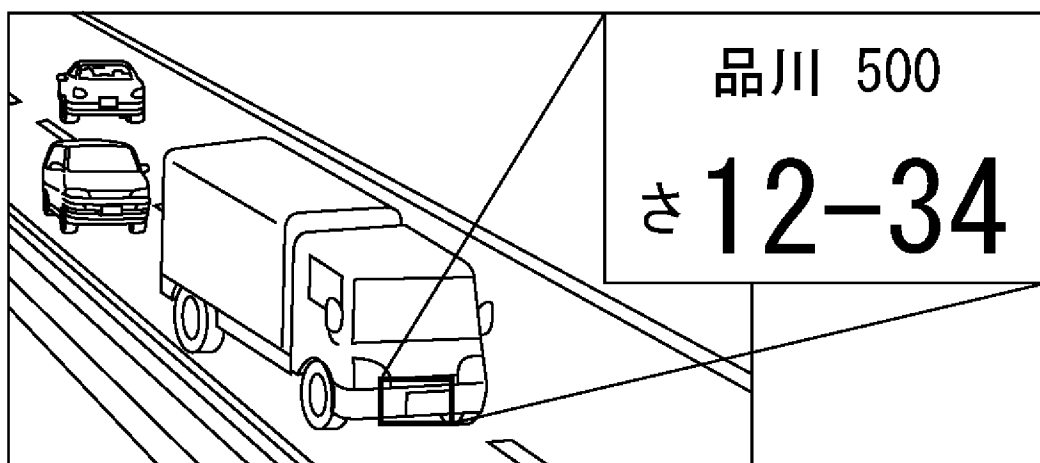
[図125]
FIG. 125



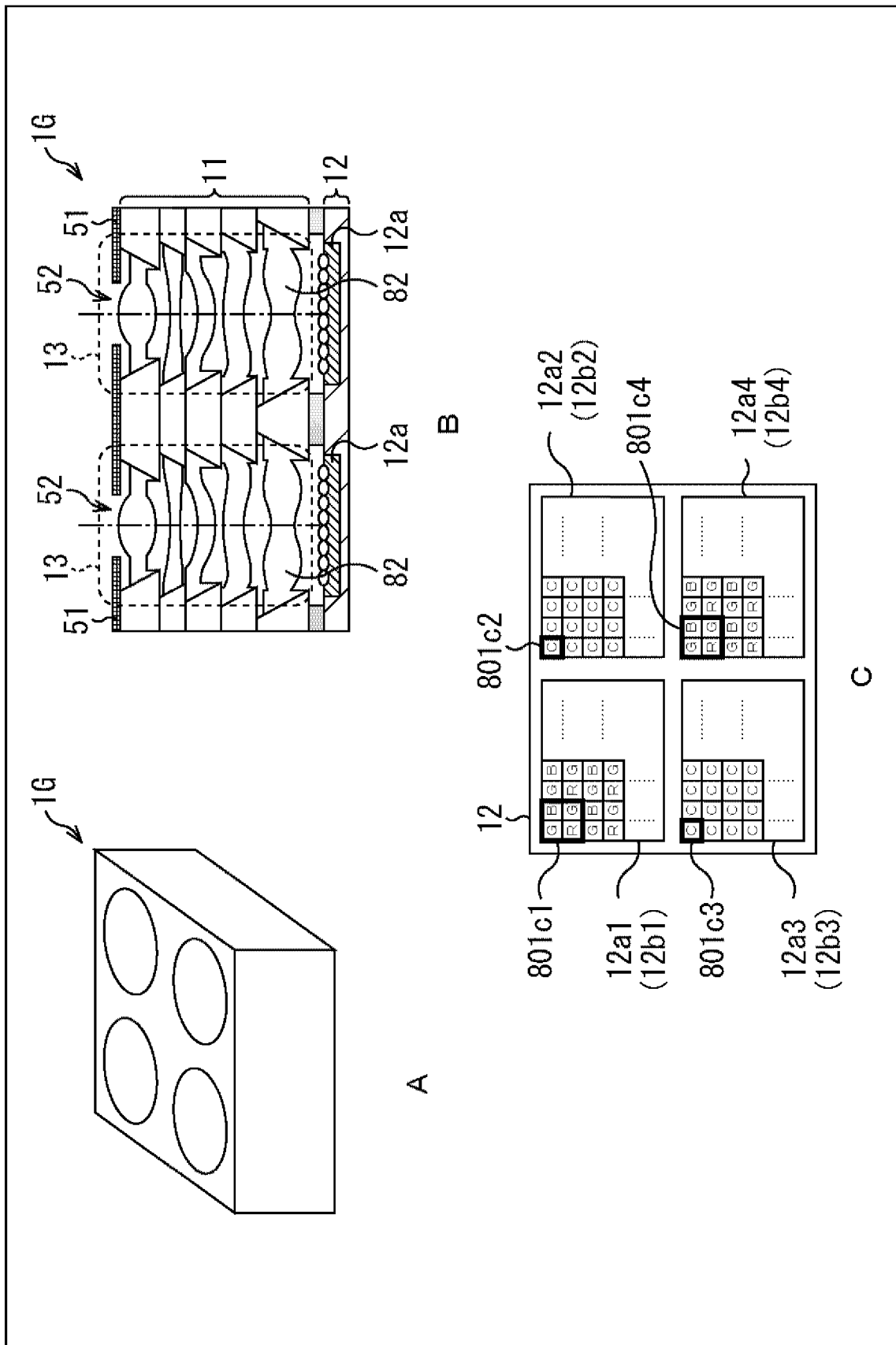
[図126]
FIG. 126



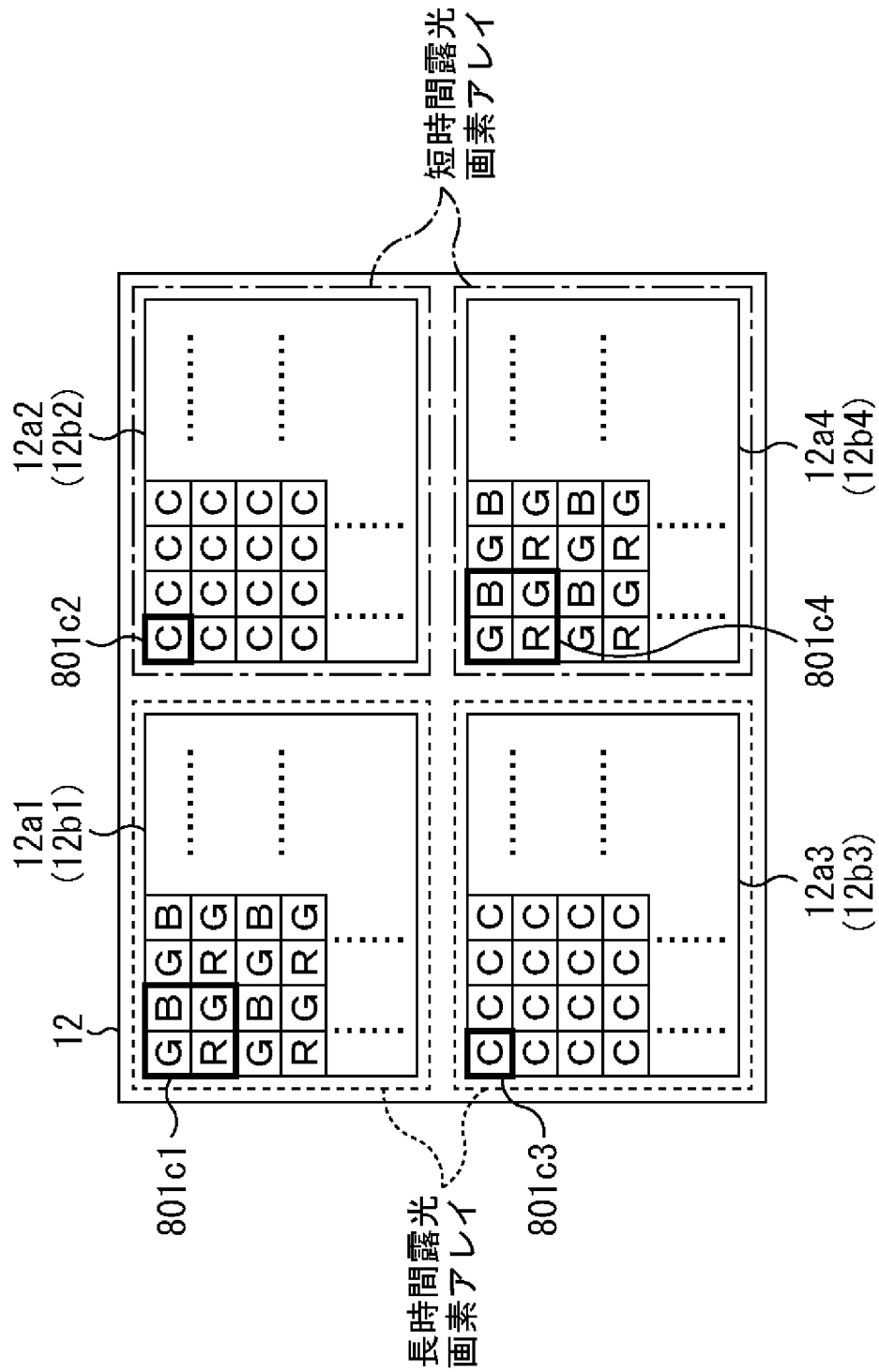
[図128]
FIG. 128



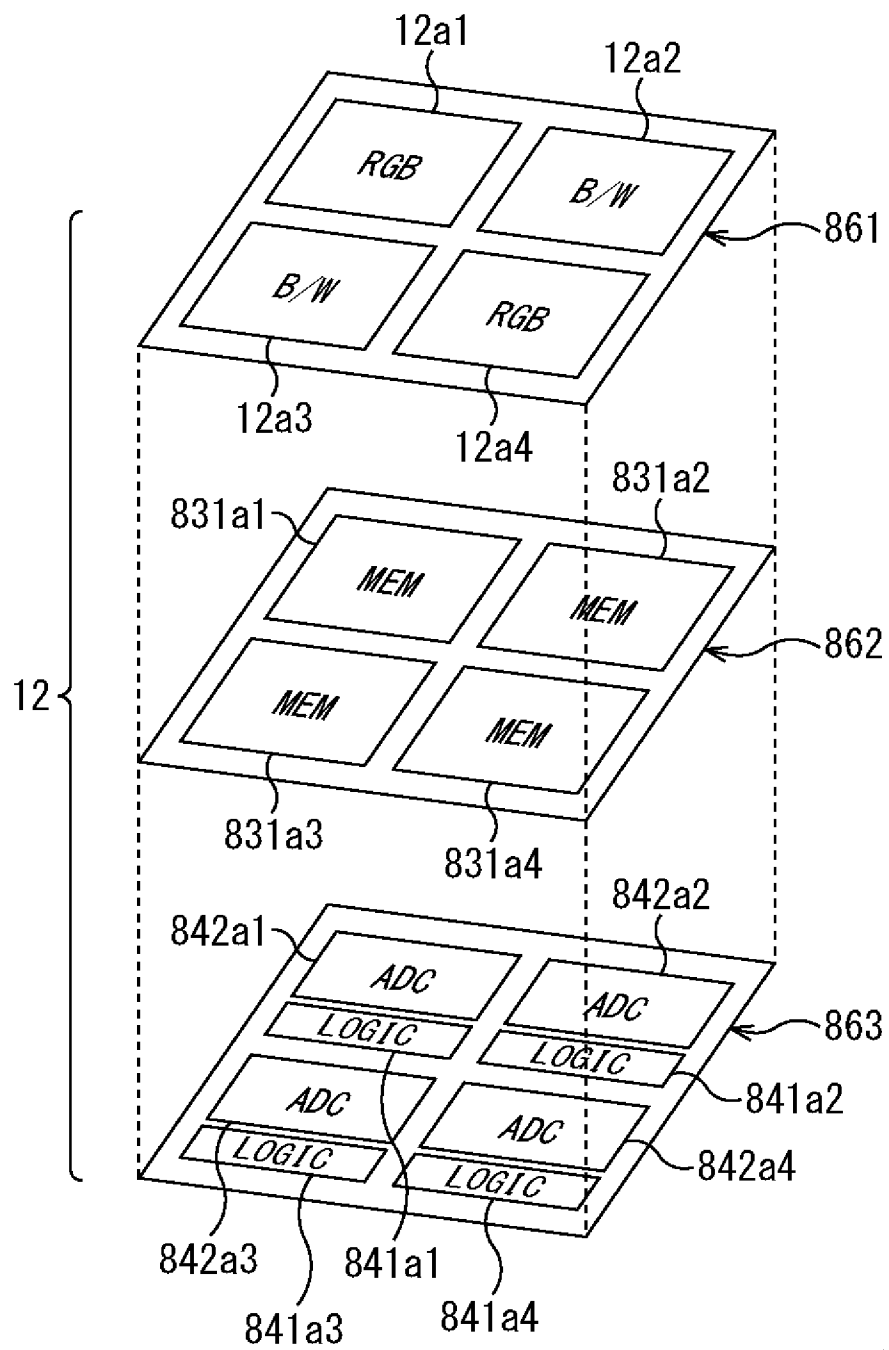
[図129]
FIG. 129



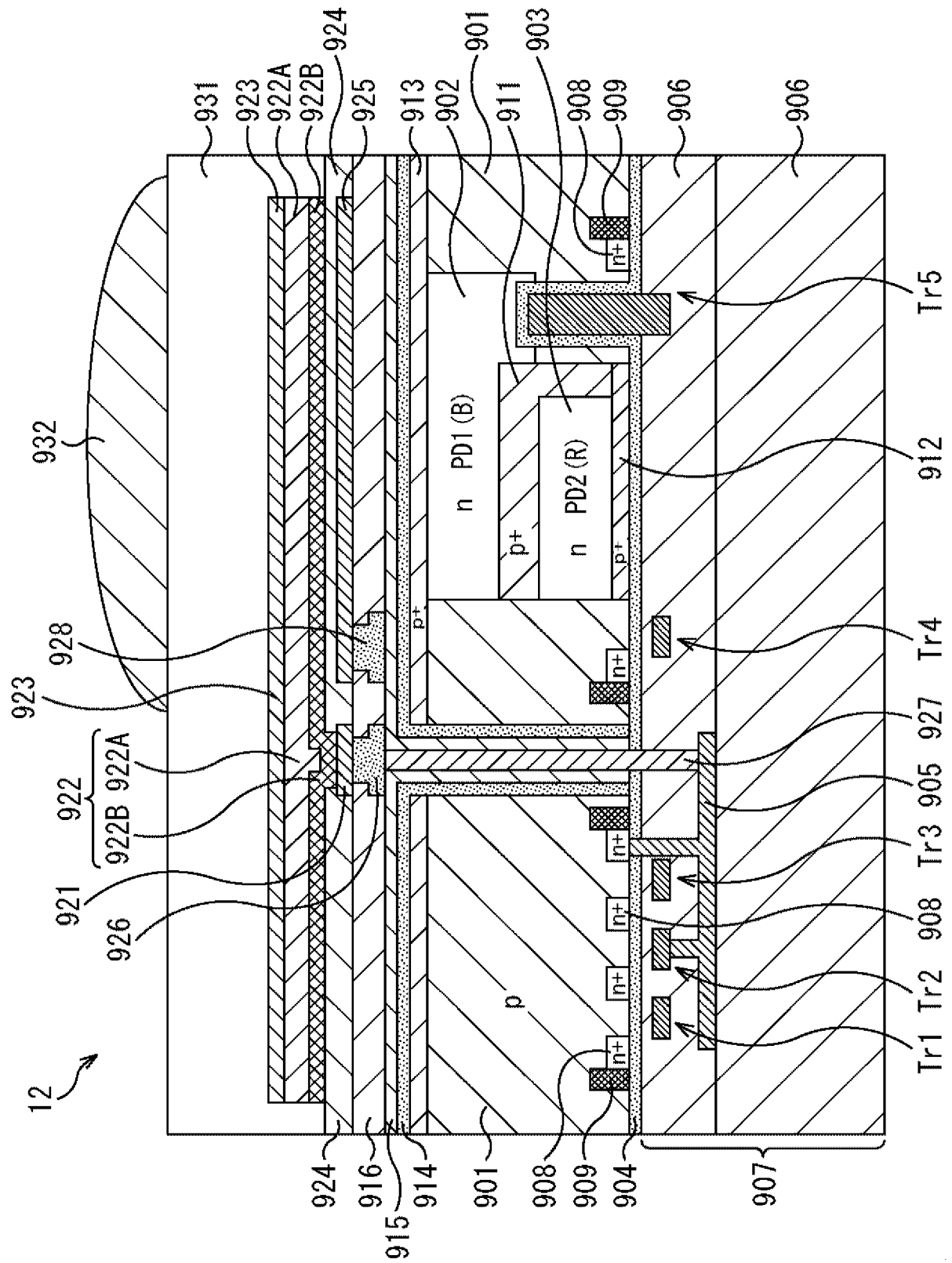
[図130]
FIG. 130



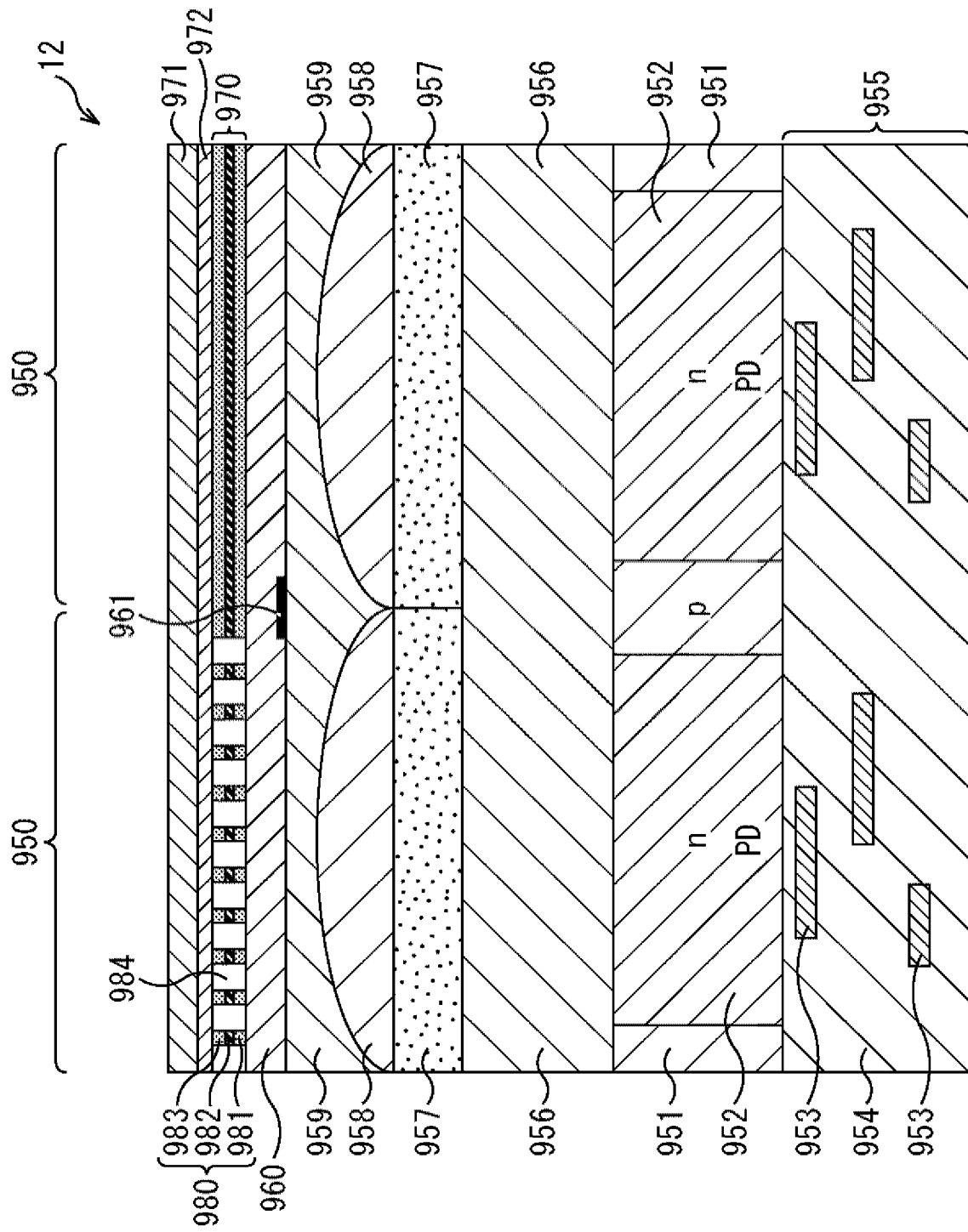
[図131]
FIG. 131



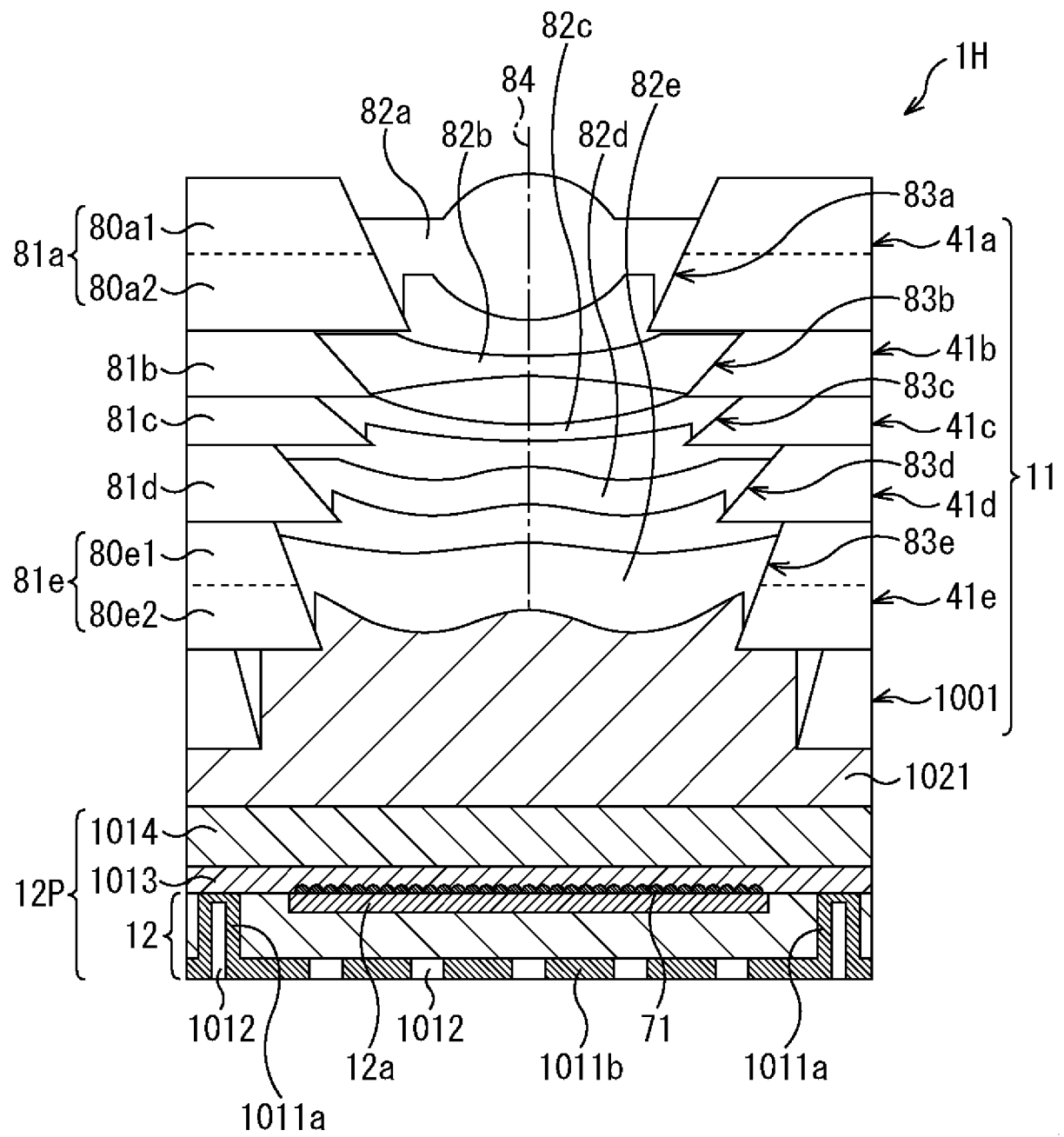
[図132]
FIG. 132



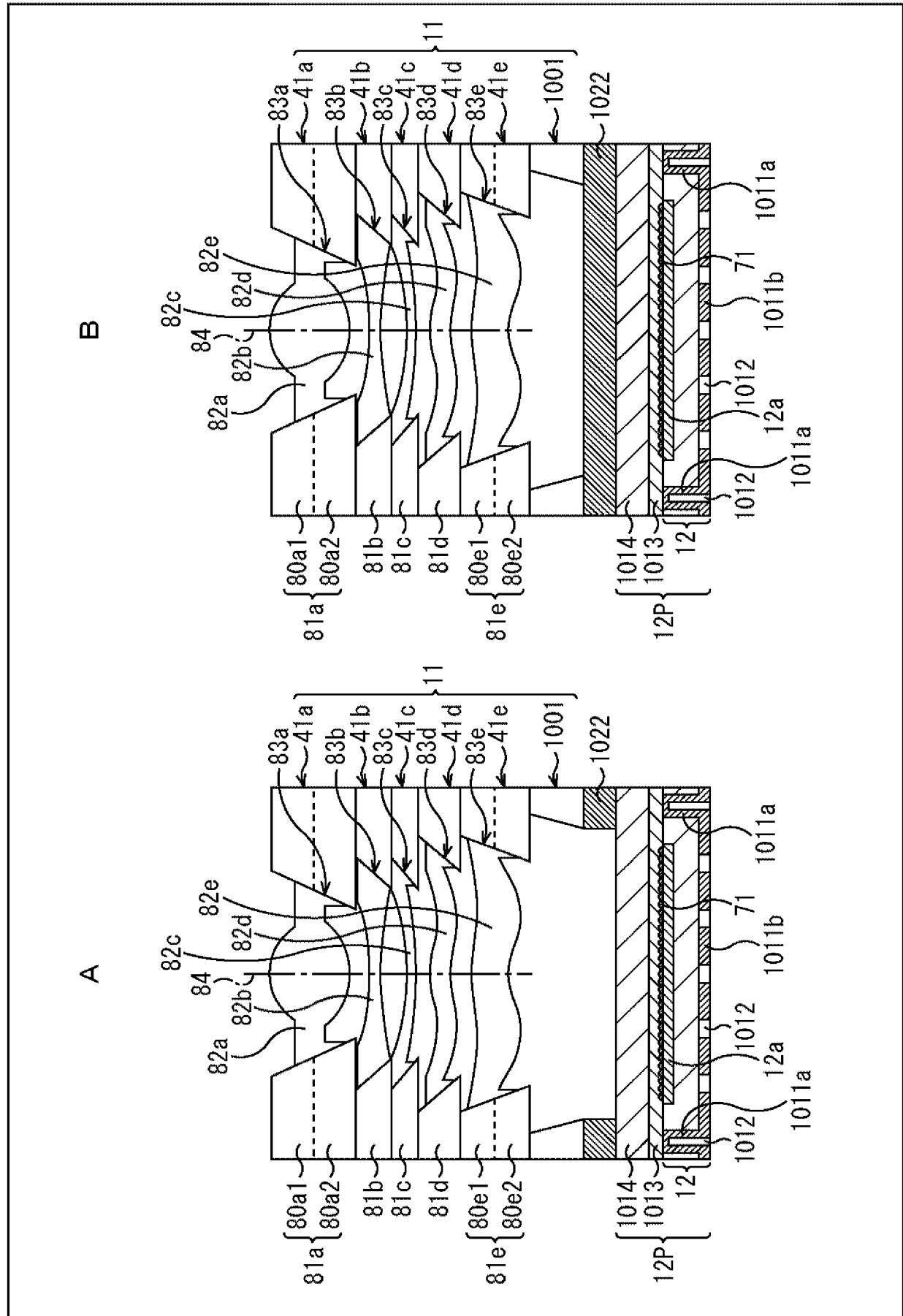
[図133]
FIG. 133



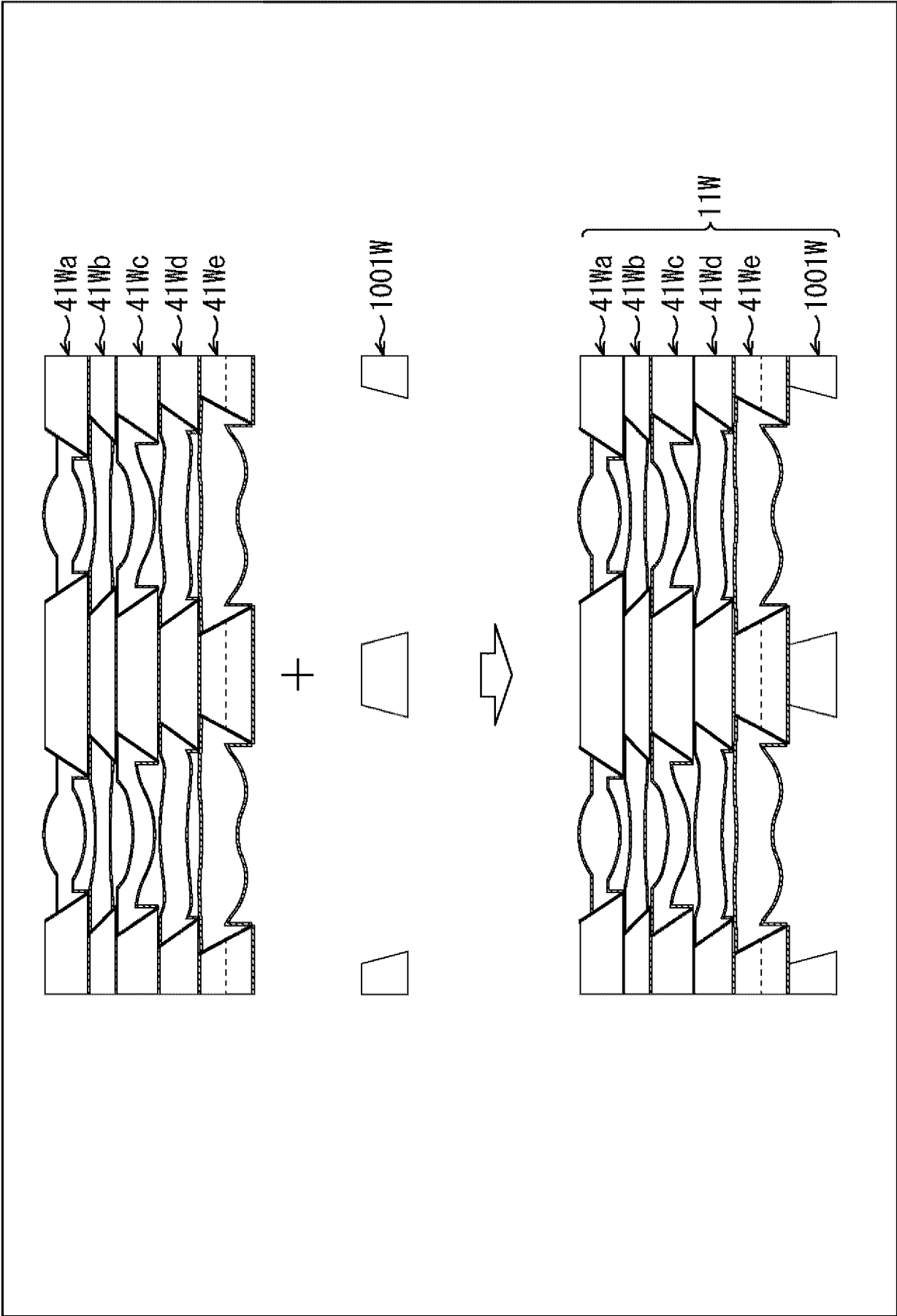
[図134]
FIG. 134



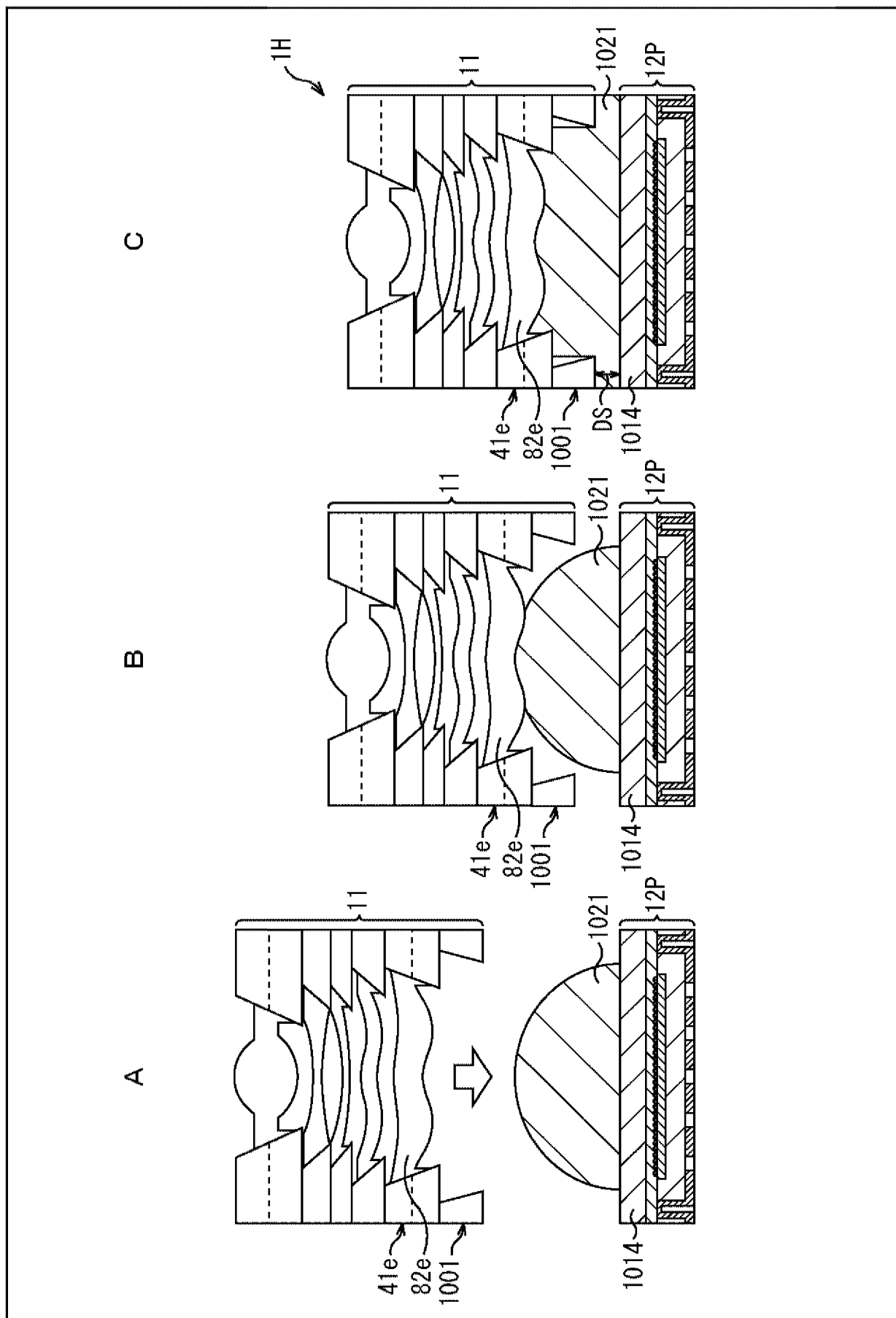
[図135]
FIG. 135



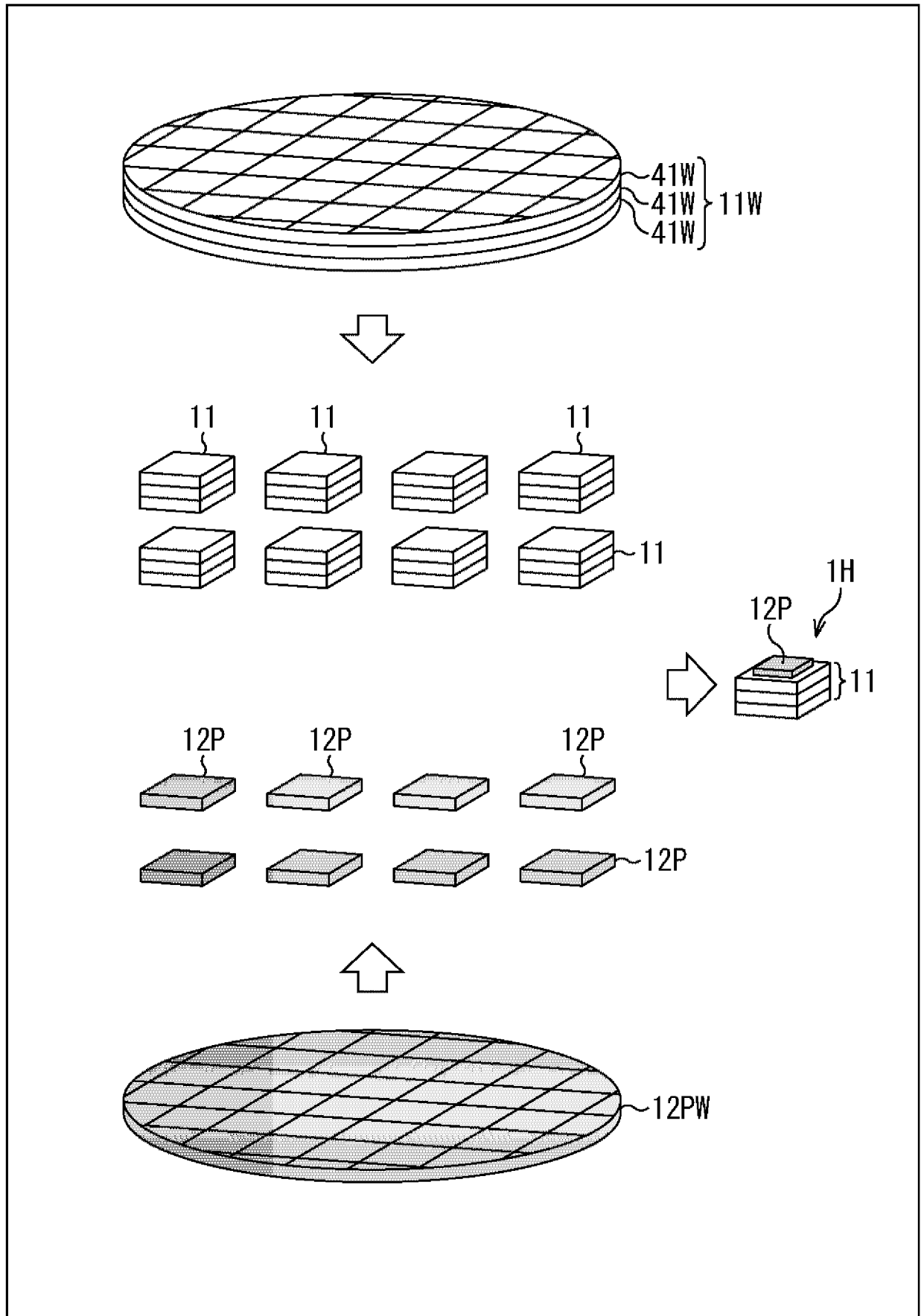
[図136]
FIG. 136



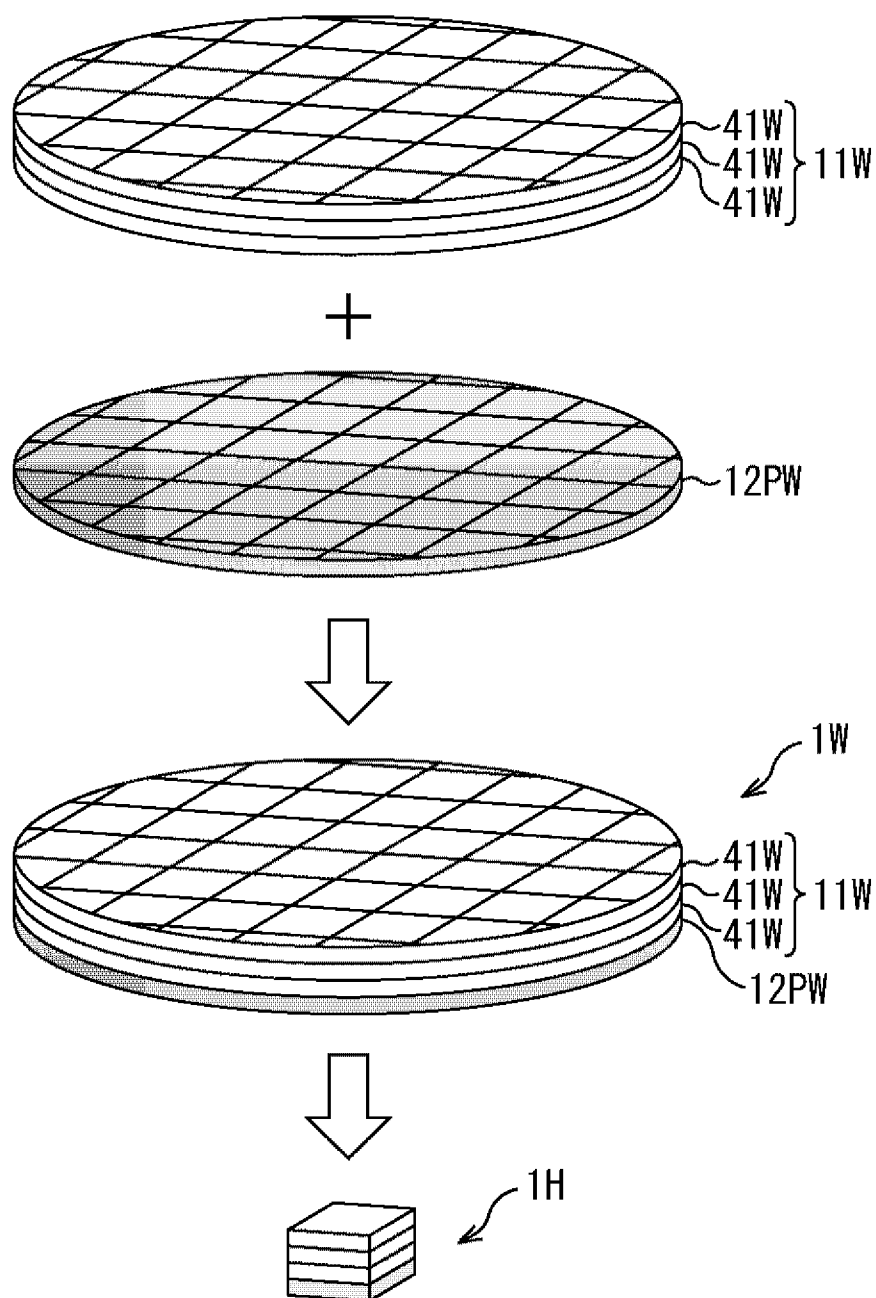
[図137]
FIG. 137



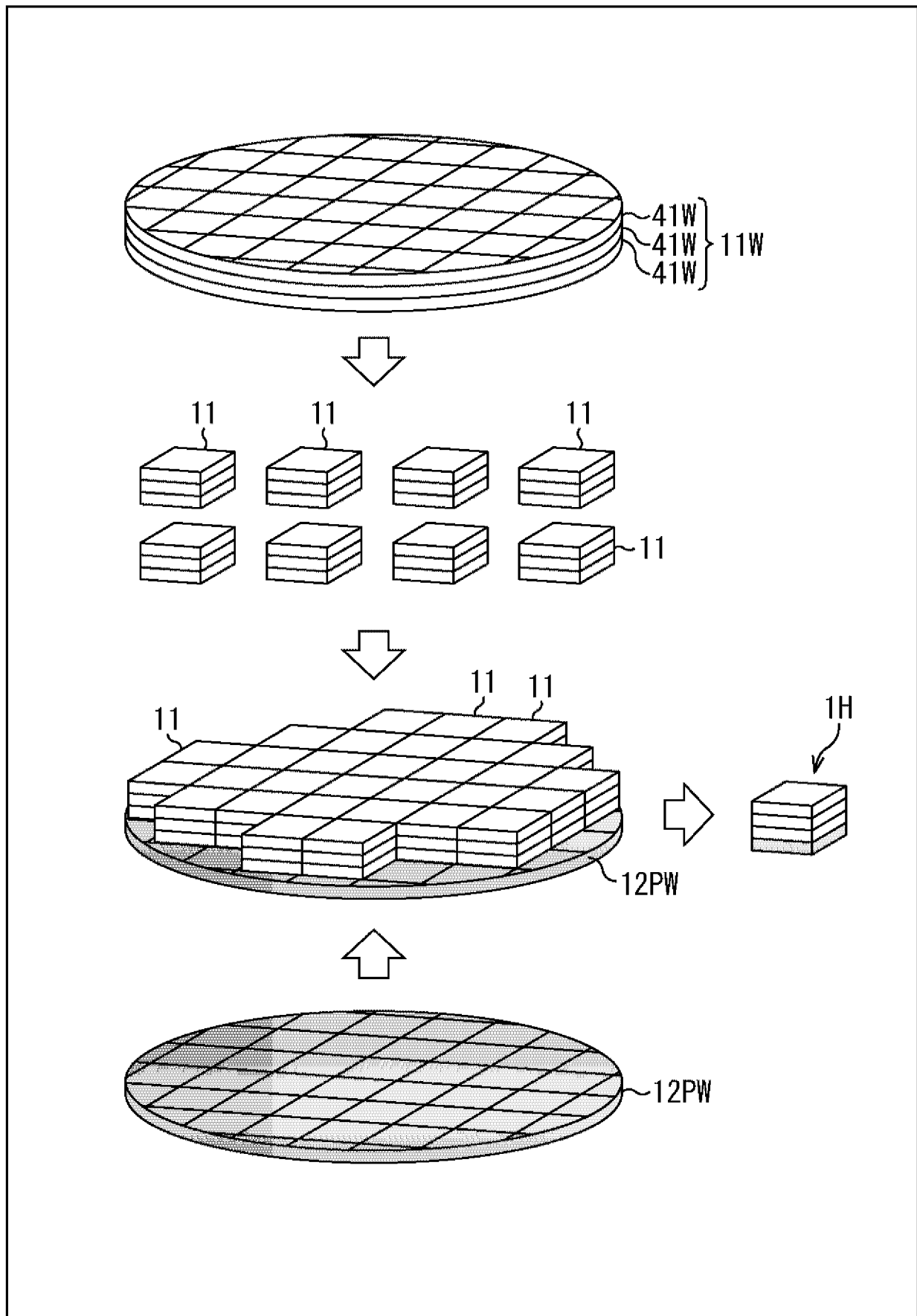
[図138]
FIG. 138



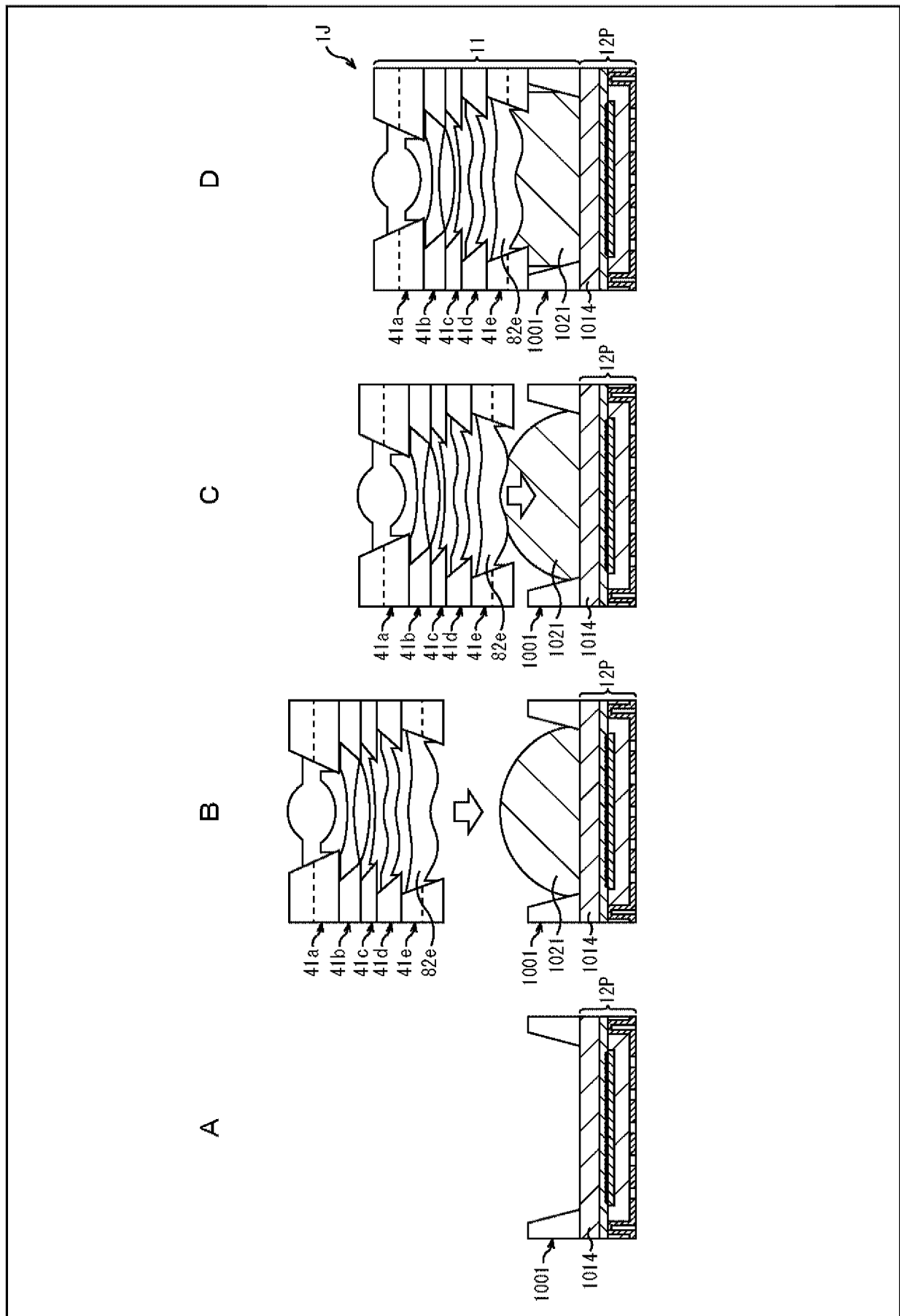
[図139]
FIG. 139



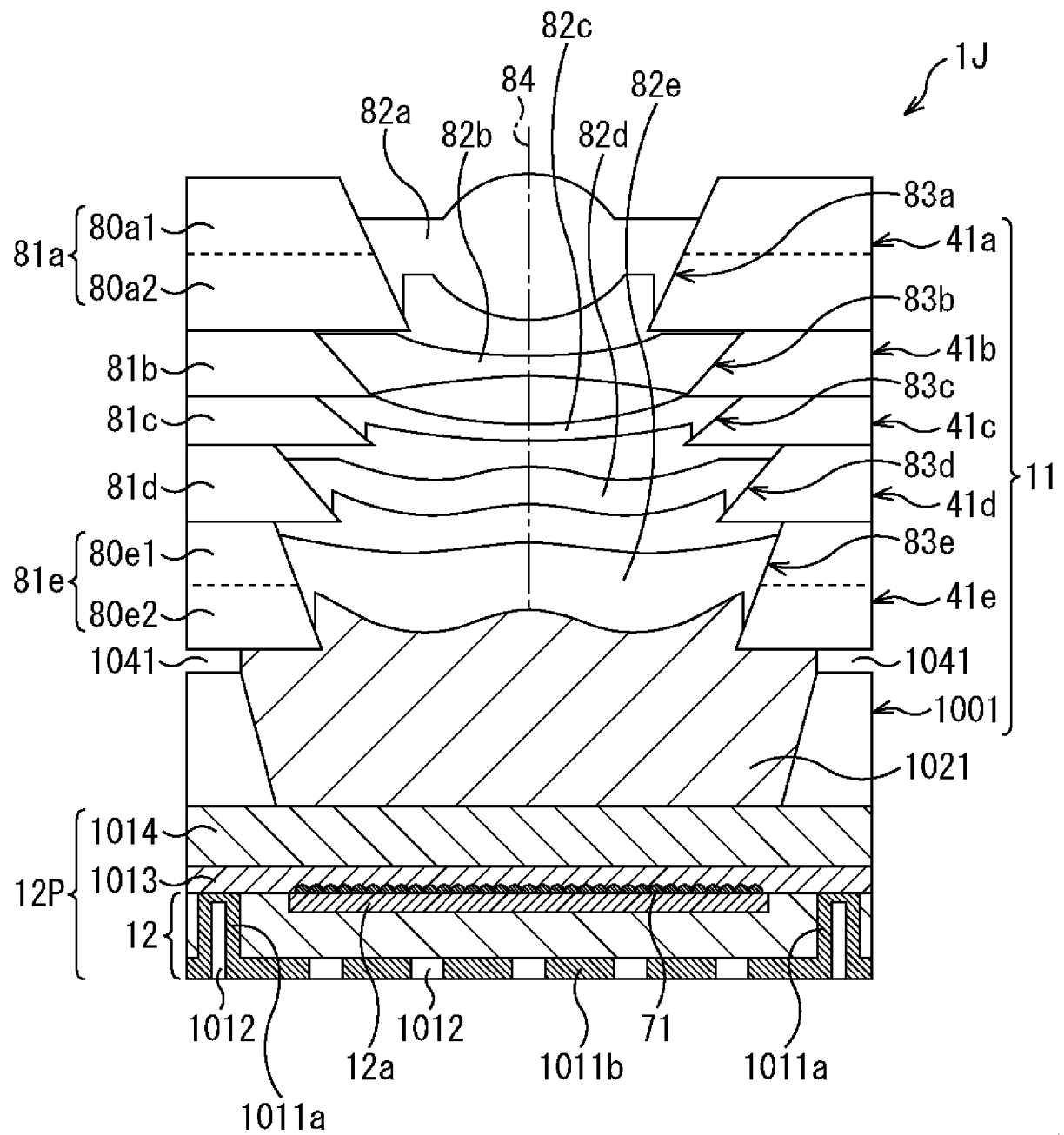
[図140]
FIG. 140



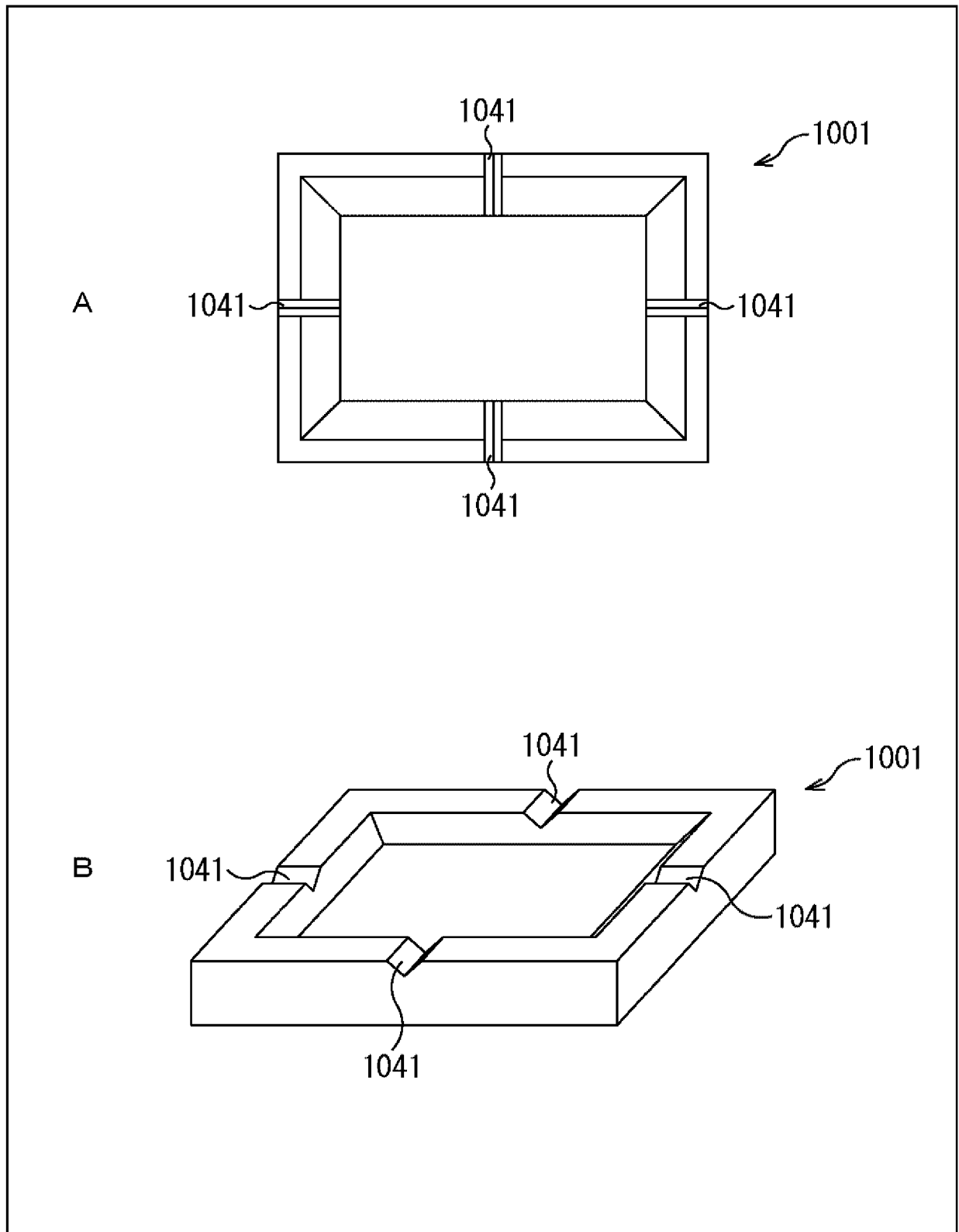
[図143]
FIG. 143



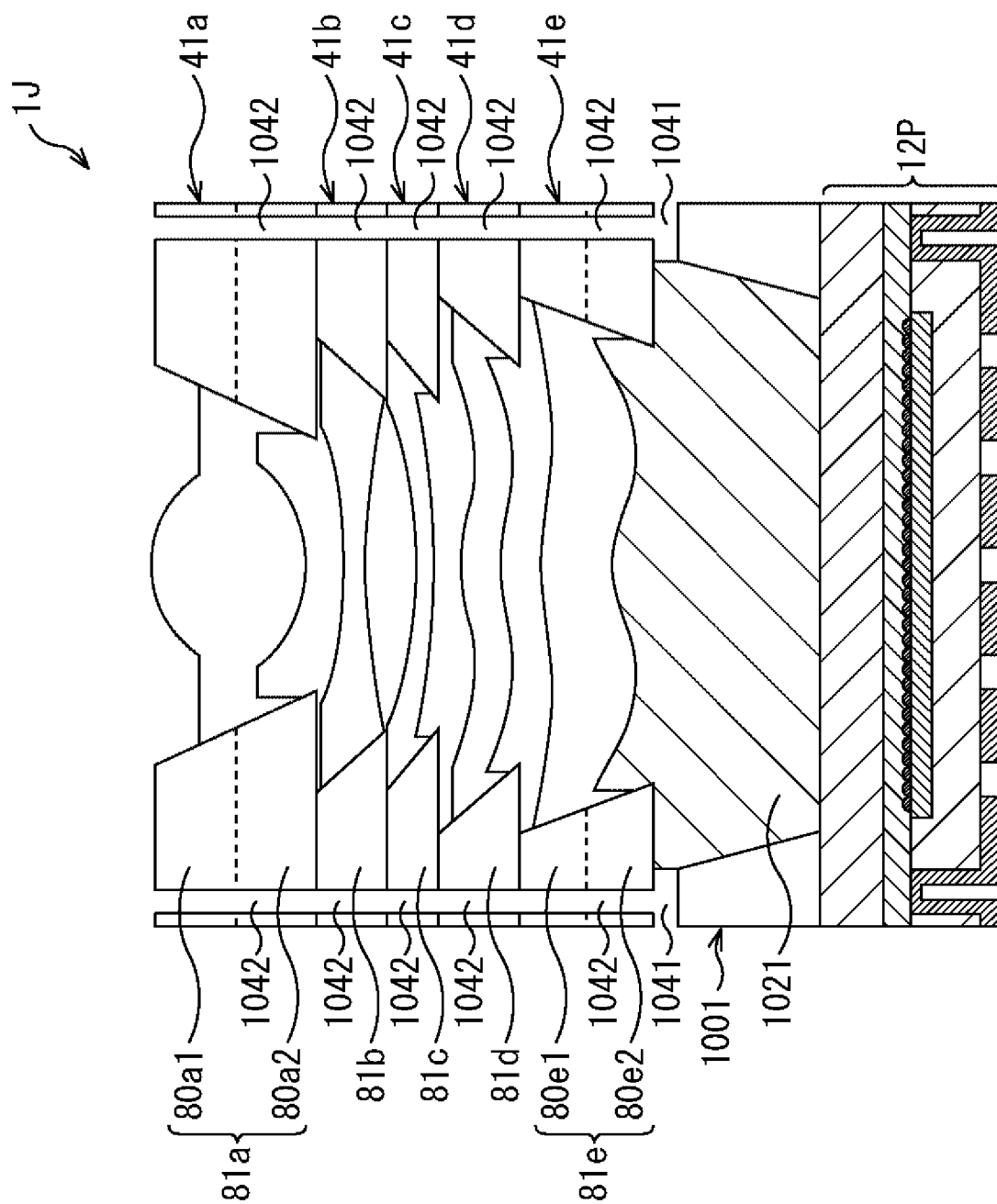
[図144]
FIG. 144



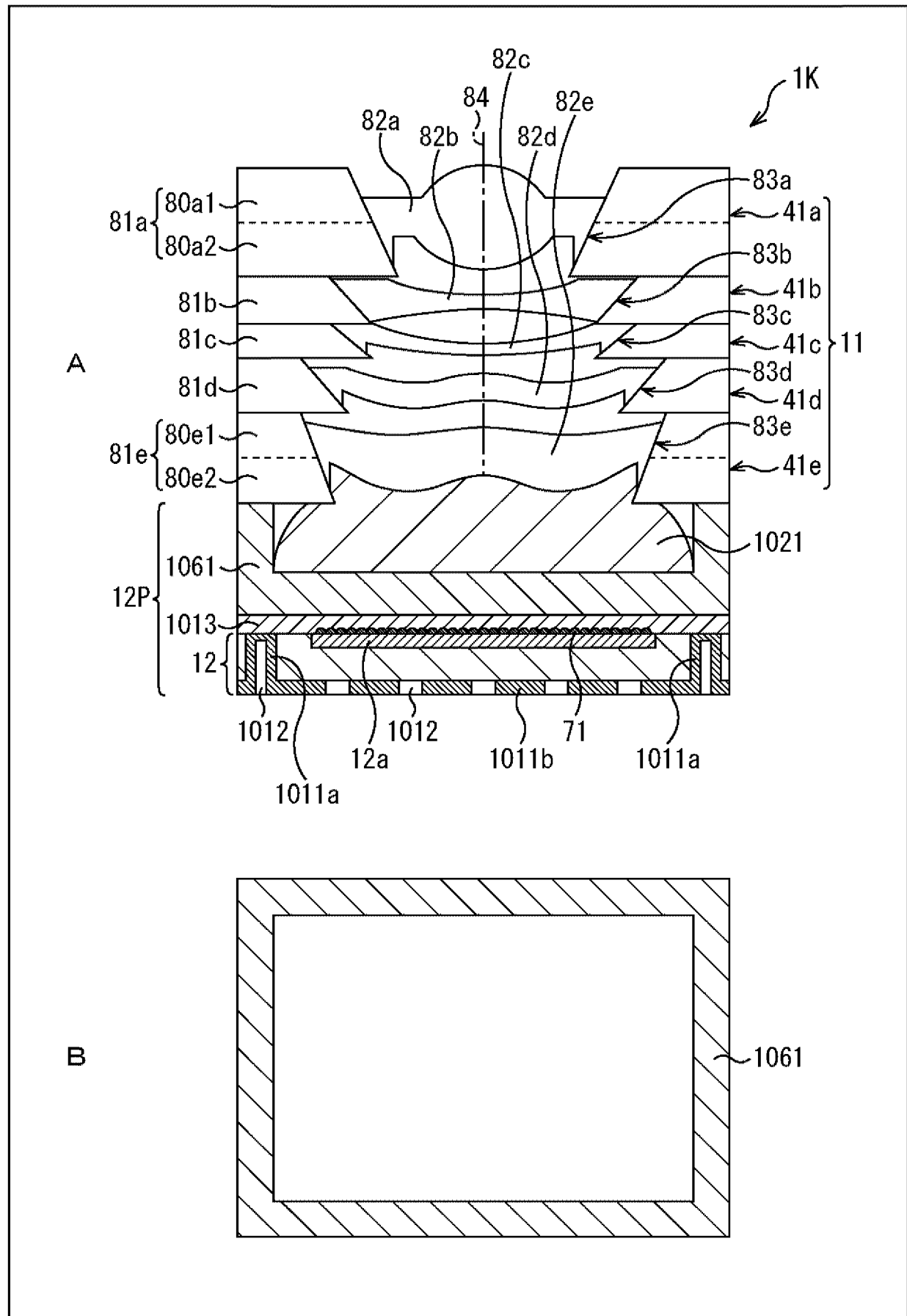
[図145]
FIG. 145



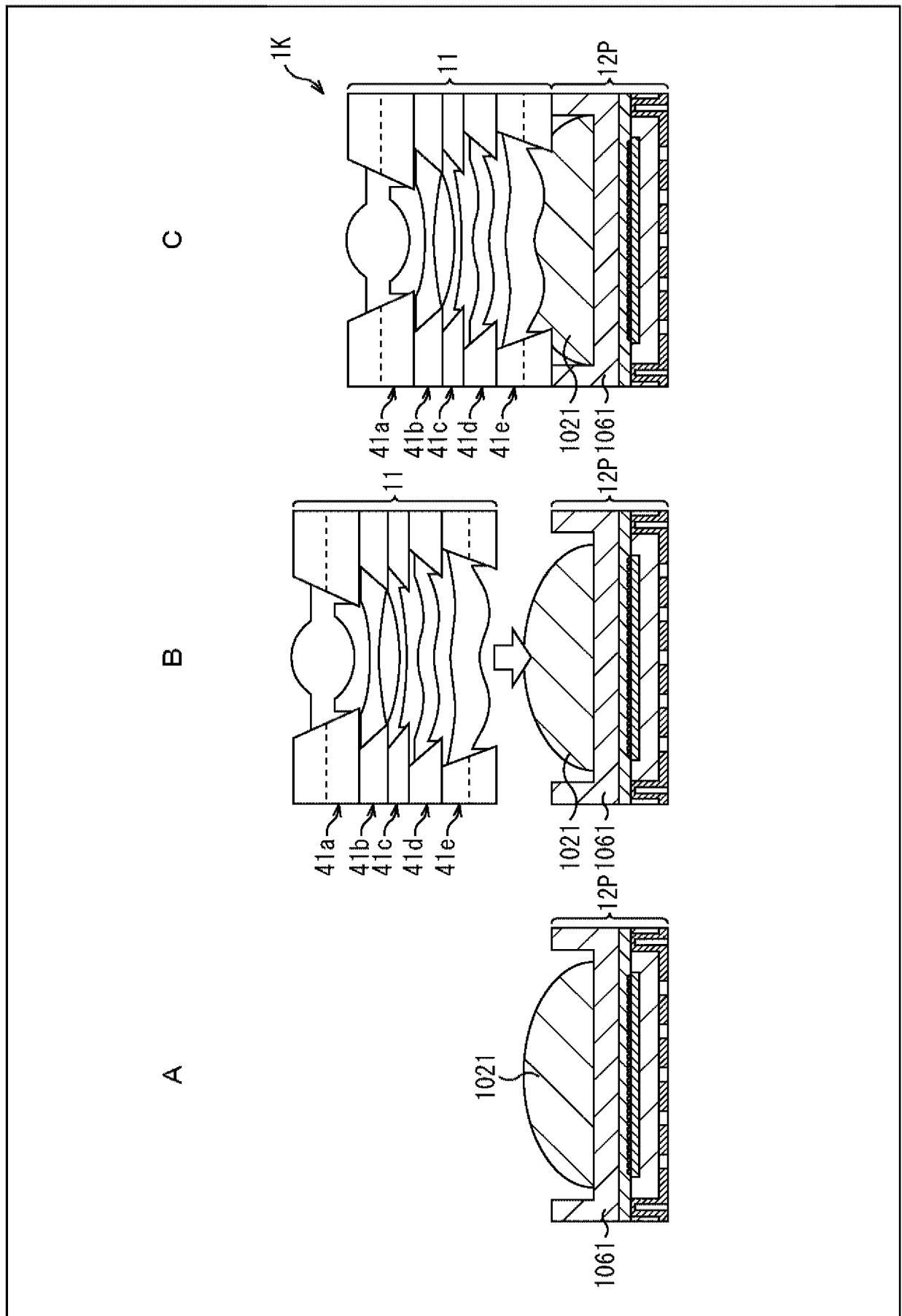
[図146]
FIG. 146



[図148]
FIG. 148

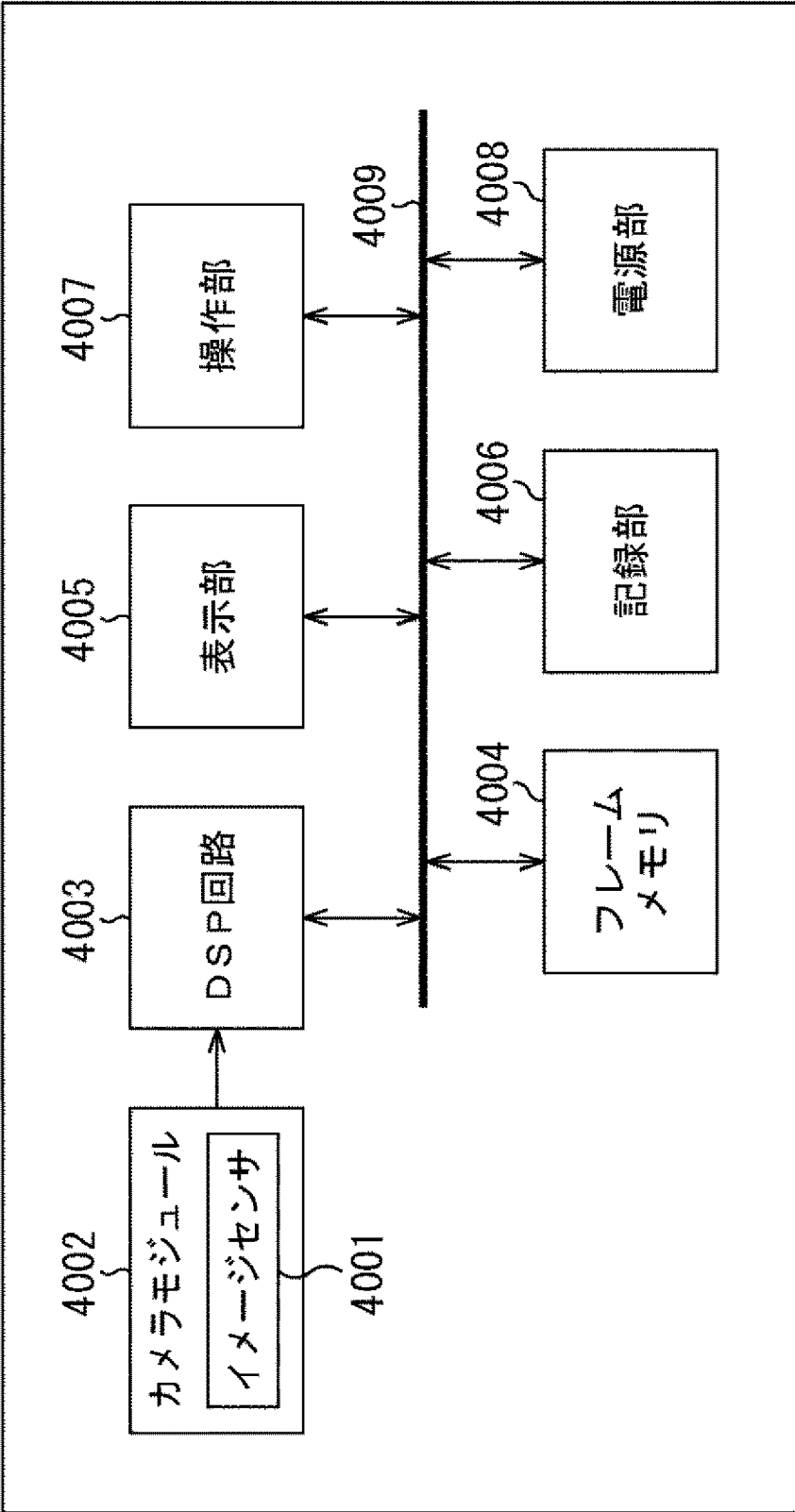


[図149]
FIG. 149

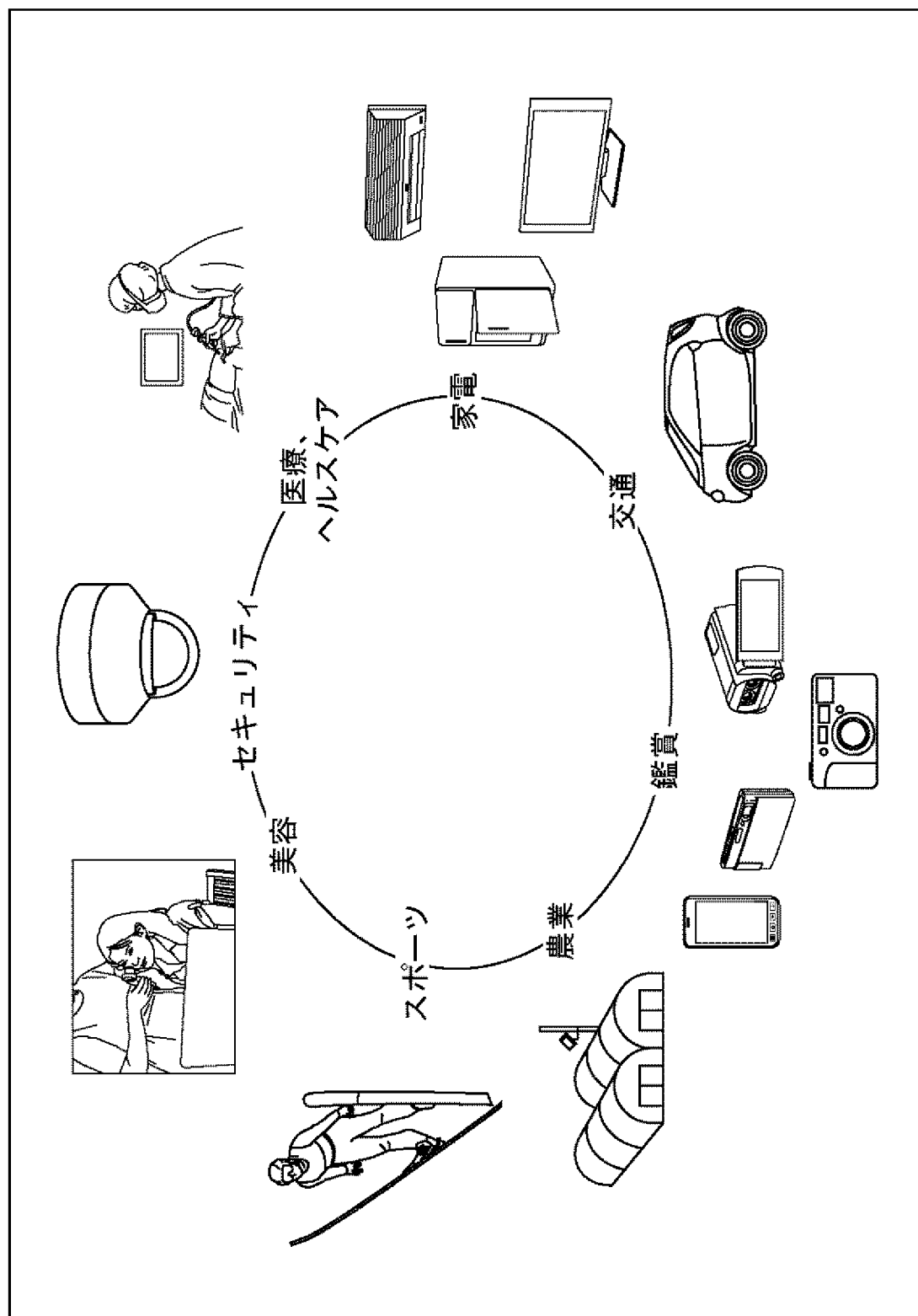


[図150]

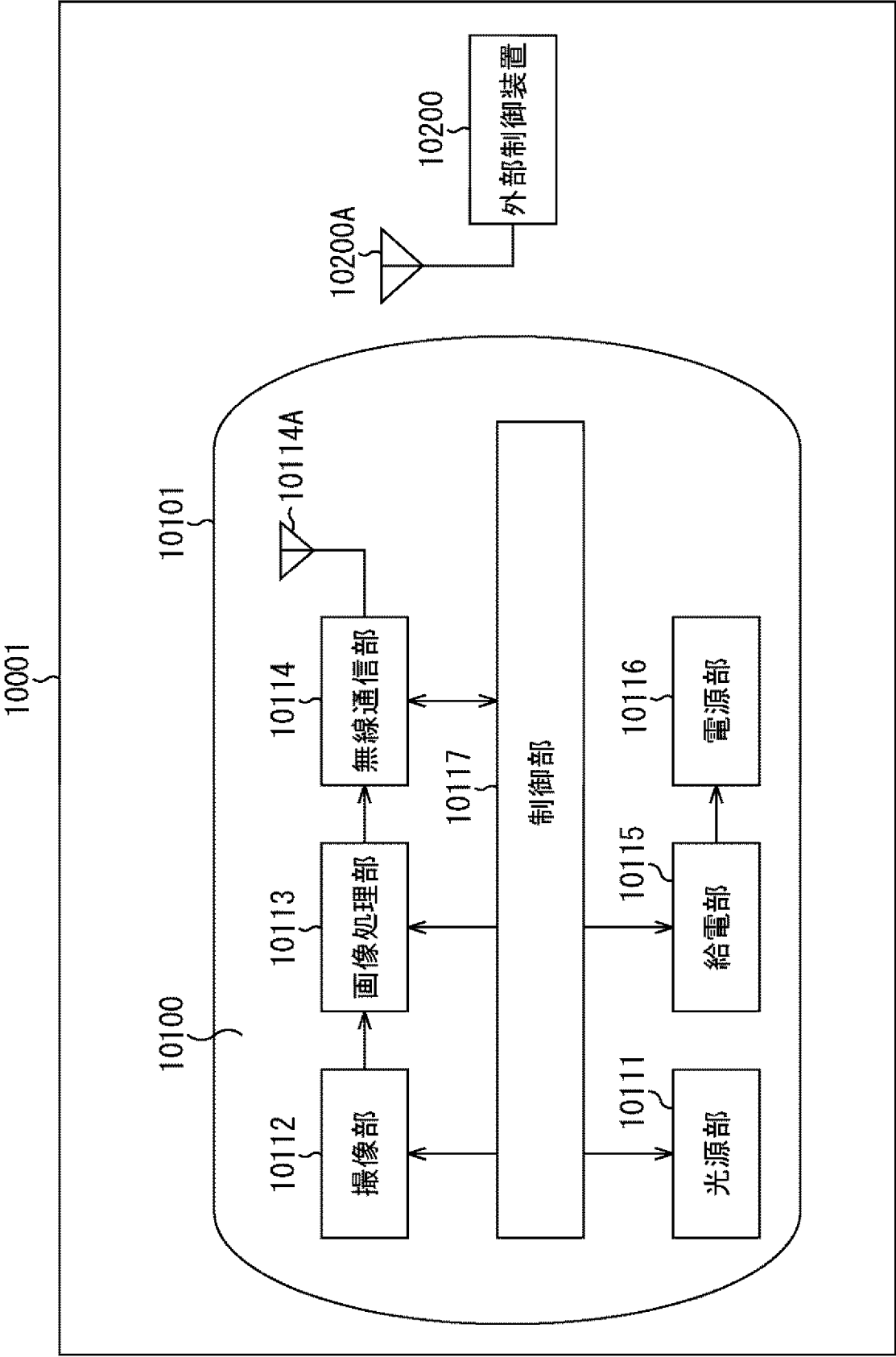
4000 ↘



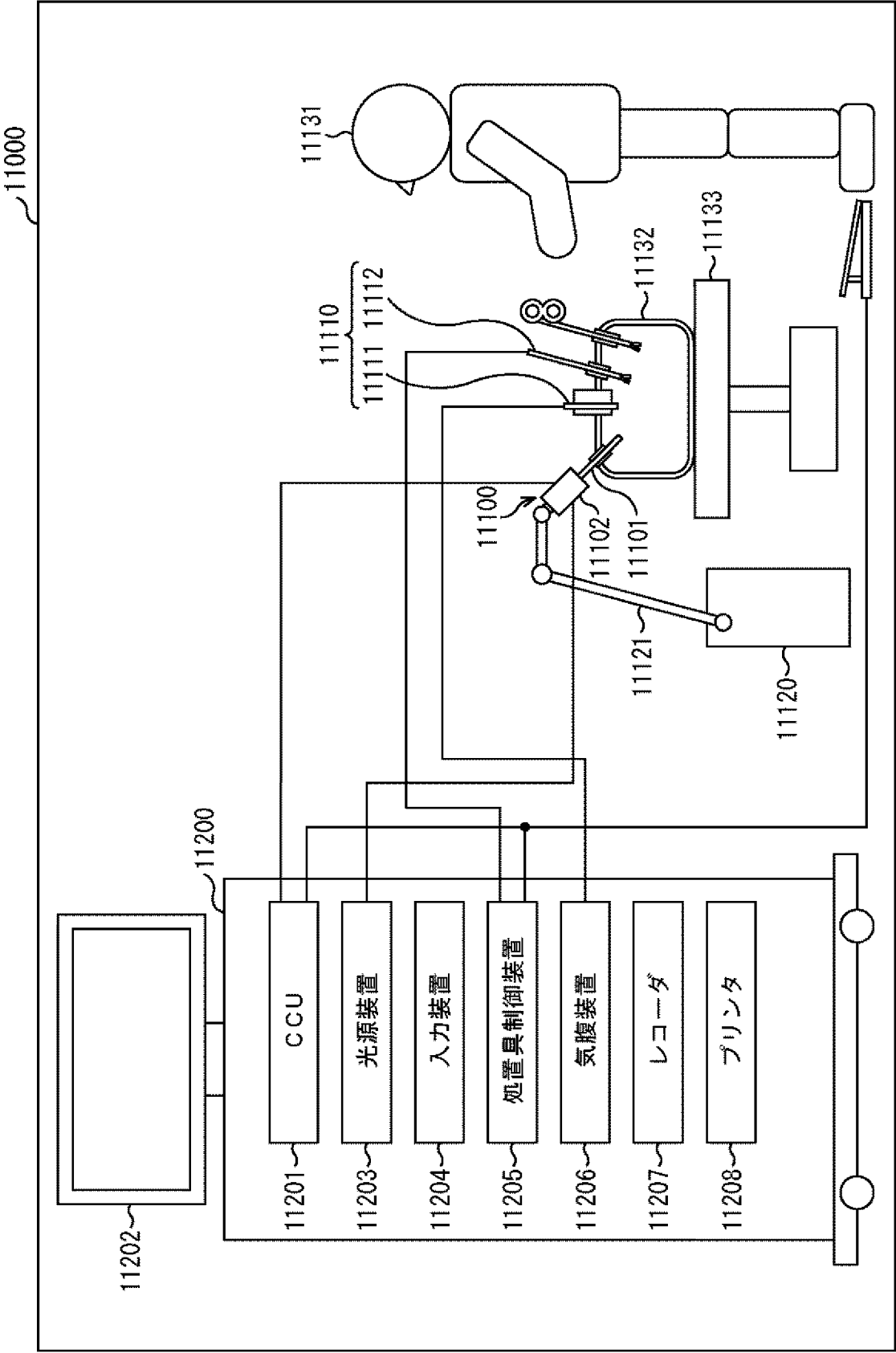
[図151]



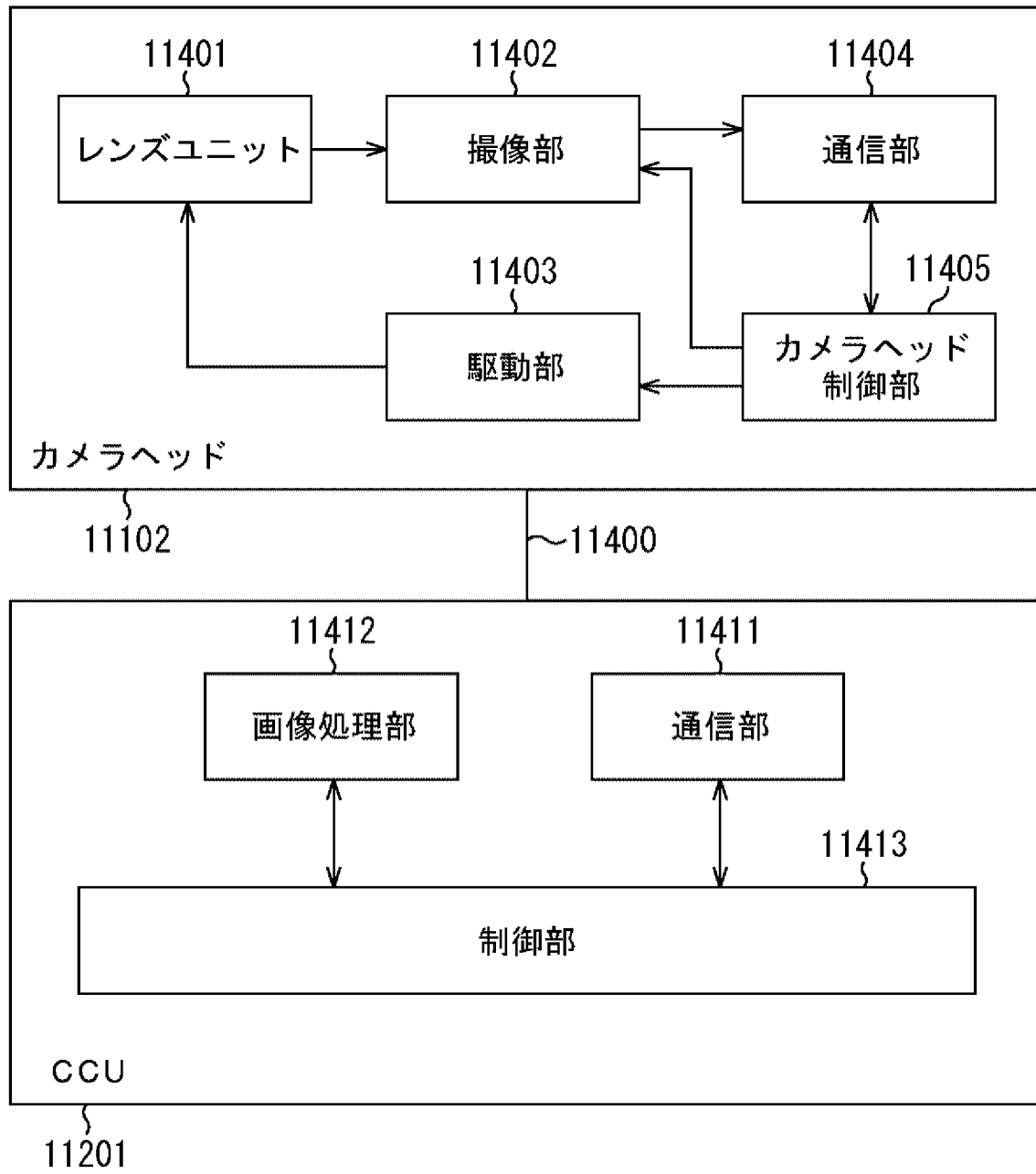
[図152]



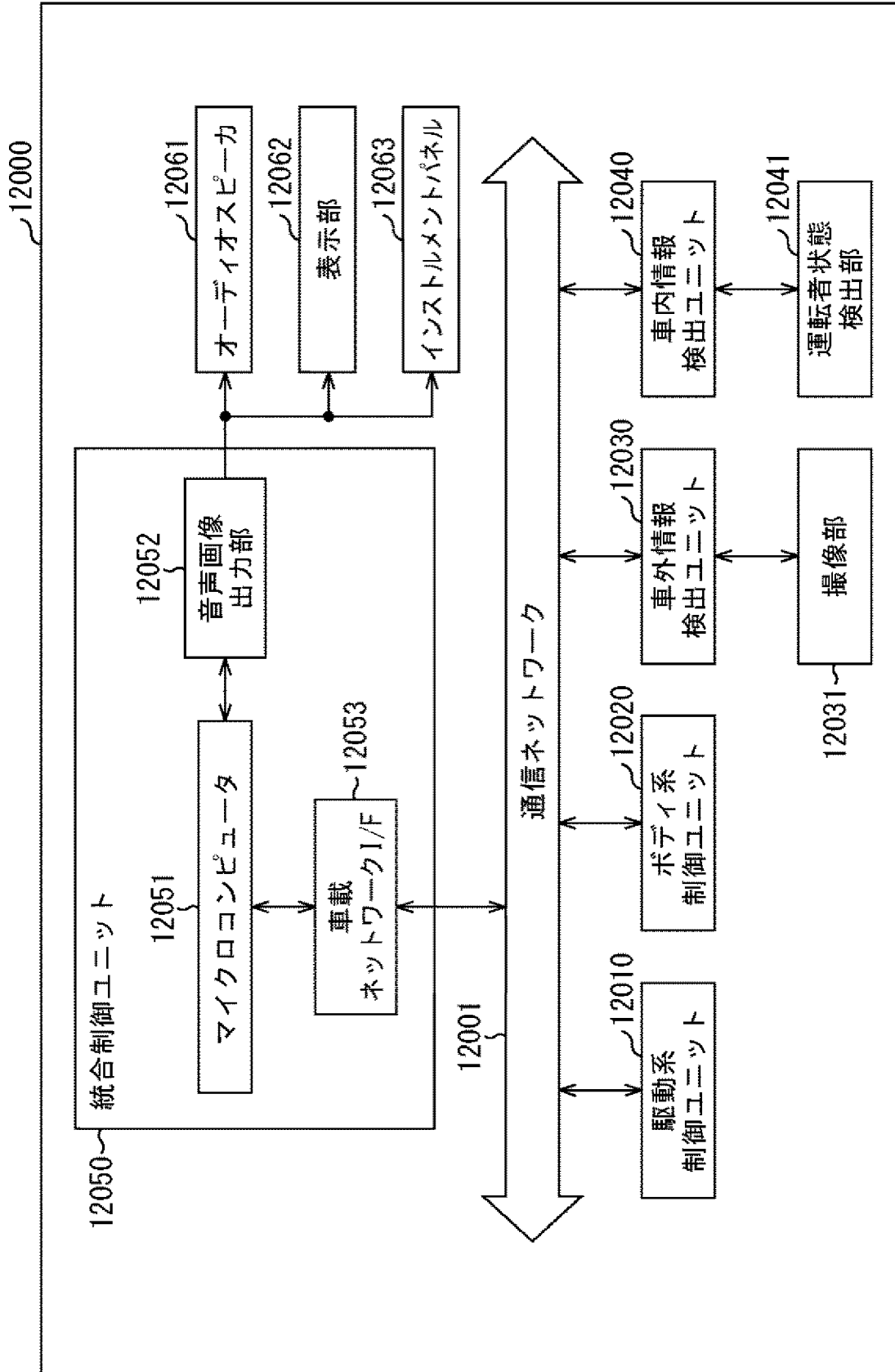
[図153]



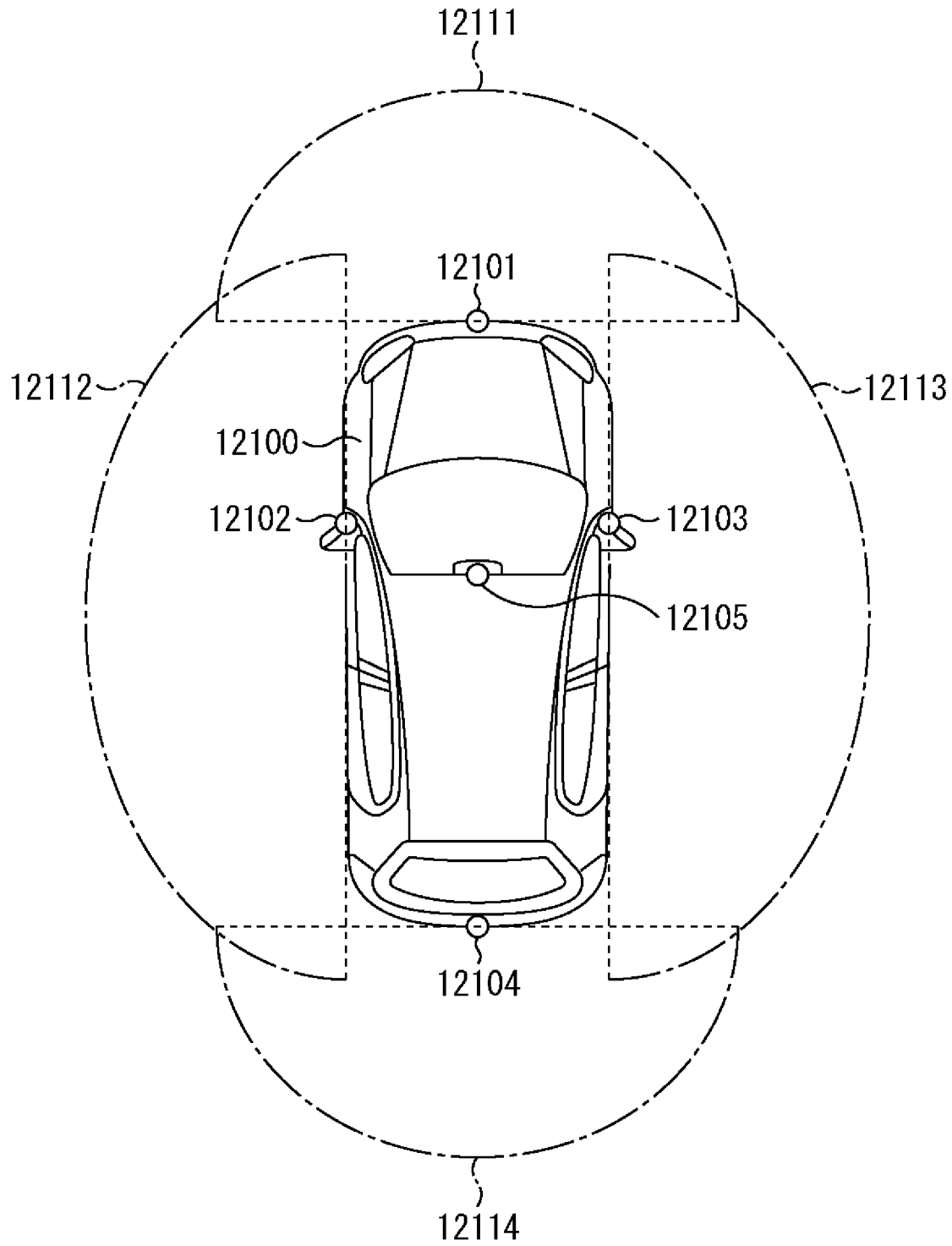
[図154]



[図155]



[図156]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/034125

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B7/02(2006.01)i, G02B5/00(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i,
G02B13/18(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B17/02(2006.01)i,
H01L27/146(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/335(2011.01)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, G02B5/00, G02B13/00, G02B13/18, G03B15/00, G03B17/02,
H01L27/146, H04N5/225, H04N5/335

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

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-32800 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 09 February 2017, paragraphs [0253]-[0294], [0447]-[0454], fig. 30-35, 75 & WO 2017/022194 A1, paragraphs [0242]-[0284], [0436]-[0443], fig. 30-35, 75 & US 2018/0217361 A1 & EP 3329312 A1 & CN 107850750 A & KR 10-2018-0033131 A	1-15

☒ 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

"I" 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
07 December 2018 (07.12.2018)

Date of mailing of the international search report
18 December 2018 (18.12.2018)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/034125

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 2005-19573 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 20 January 2005, paragraphs [0026], [0027], [0059]-[0060], fig. 19 & US 2004/0262705 A1, paragraphs [0043], [0044], [0093]-[0097], fig. 19	1-15
Y	JP 2011-180529 A (TOSHIBA CORP.) 15 September 2011, paragraphs [0046], [0056]-[0062], fig. 5 & US 2011/0216238 A1, paragraphs [0047], [0057]-[0064], fig. 5	3, 4, 7, 12, 13
Y	JP 2011-119925 A (OLYMPUS CORP.) 16 June 2011, paragraphs [0011]-[0021], [0028], [0041], fig. 1-3, 10 (Family: none)	3, 4, 7, 12, 13
Y	JP 2011-97294 A (OLYMPUS CORP.) 12 May 2011, paragraphs [0011]-[0023], [0040], [0042]-[0046], fig. 1-3, 11 (Family: none)	3, 4, 7, 12, 13
Y	JP 2006-100425 A (CASIO COMPUTER CO., LTD.) 13 April 2006, paragraphs [0022]-[0039], fig. 1-4 (Family: none)	5, 6
Y	JP 2011-199036 A (TOSHIBA CORP.) 06 October 2011, paragraphs [0048]-[0050], fig. 19, 20, 22, 23 (Family: none)	8, 14
Y	JP 2005-317745 A (RENESAS TECHNOLOGY CORP.) 10 November 2005, paragraphs [0016]-[0018], fig. 3 (Family: none)	8, 14
Y	JP 2017-32796 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 09 February 2017, paragraphs [0577], [0589], fig. 84, 88 & WO 2017/022190 A1, paragraphs [0538], [0550], fig. 84, 88 & US 2018/0196170 A1 & CN 107735246 A	10

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, G02B5/00(2006.01)i, G02B13/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B17/02(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/335(2011.01)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, G02B5/00, G02B13/00, G02B13/18, G03B15/00, G03B17/02, H01L27/146, H04N5/225, H04N5/335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2017-32800 A (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 2017.02.09, [0253] - [0294], [0447] - [0454], 図30-35, 75 & WO 2017/022194 A1, [0242]-[0284], [0436]-[0443], Figs.30-35, 75 & US 2018/0217361 A1 & EP 3329312 A1 & CN 107850750 A & KR 10-2018-0033131 A	1-15

☒ 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

07.12.2018

国際調査報告の発送日

18.12.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

柴山 将隆

5 F

3035

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2005-19573 A (三洋電機株式会社) 2005.01.20, [0026], [0027], [0059] - [0060], 図19 & US 2004/0262705 A1, [0043], [0044], [0093]-[0097], Fig.19	1-15
Y	JP 2011-180529 A (株式会社東芝) 2011.09.15, [0046], [0056] - [0062], 図5 & US 2011/0216238 A1, [0047], [0057]-[0064], Fig.5	3, 4, 7, 12, 13
Y	JP 2011-119925 A (オリンパス株式会社) 2011.06.16, [0011] - [0021], [0028], [0041], 図1-3, 10 (ファミリーなし)	3, 4, 7, 12, 13
Y	JP 2011-97294 A (オリンパス株式会社) 2011.05.12, [0011] - [0023], [0040], [0042] - [0046], 図1-3, 11 (ファミリーなし)	3, 4, 7, 12, 13
Y	JP 2006-100425 A (カシオ計算機株式会社) 2006.04.13, [0022] - [0039], 図1-4 (ファミリーなし)	5, 6
Y	JP 2011-199036 A (株式会社東芝) 2011.10.06, [0048] - [0050], 図19, 20, 22, 23 (ファミリーなし)	8, 14
Y	JP 2005-317745 A (株式会社ルネサステクノロジ) 2005.11.10, [0016] - [0018], 図3 (ファミリーなし)	8, 14
Y	JP 2017-32796 A (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 2017.02.09, [0577], [0589], 図84, 88 & WO 2017/022190 A1, [0538], [0550], Fig.84, 88 & US 2018/0196170 A1 & CN 107735246 A	10