



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110235030 B

(45) 授权公告日 2022.03.18

(21) 申请号 201880007558.9

(72) 发明人 山本笃志

(22) 申请日 2018.01.16

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理
有限责任公司 11290

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110235030 A

(43) 申请公布日 2019.09.13

代理人 姚鹏 曹正建

(30) 优先权数据

2017-011990 2017.01.26 JP

(51) Int.CI.

G02B 3/00 (2006.01)

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 27/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2019.07.18

(56) 对比文件

US 2015256745 A1, 2015.09.10

US 2015256745 A1, 2015.09.10

CN 102411185 A, 2012.04.11

WO 2012014155 A1, 2012.02.02

CN 102598852 A, 2012.07.18

CN 105612619 A, 2016.05.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/000955 2018.01.16

审查员 徐成云

(87) PCT国际申请的公布数据

W02018/139260 EN 2018.08.02

权利要求书2页 说明书65页 附图90页

(73) 专利权人 索尼半导体解决方案公司

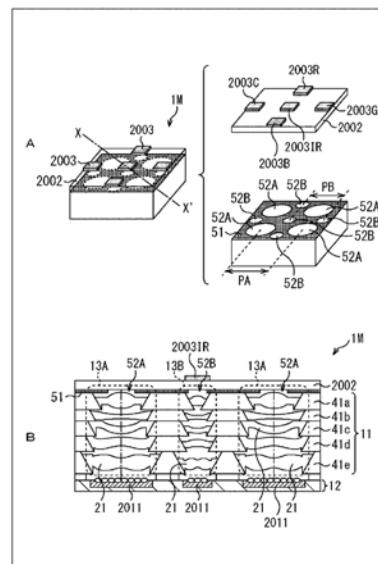
地址 日本神奈川县

(54) 发明名称

相机模块及其制造方法以及电子装置

(57) 摘要

提出一种相机模块，其包括：包括多个具有透镜的基板的堆叠型透镜结构，该多个具有透镜的基板分别设置有具有不同开口宽度的第一贯通孔和第二贯通孔，且该多个具有透镜的基板通过直接键合而被相互键合和堆叠，第一贯通孔和第二贯通孔中的至少第一贯通孔包括布置其内的透镜；和包括多个光接收部的光接收元件，该多个光接收部被构造为接收通过多个第一光学单元进入的光，多个第一光学单元均包括以多个具有透镜的基板通过直接键合而相互键合且堆叠的方式堆叠在光轴方向上的透镜，多个光接收部设置为与多个第一光学单元对应。



1. 一种相机模块，其包括：

多个透镜基板，所述多个透镜基板包括第一透镜基板，所述第一透镜基板包括：

以第一间距布置的多个第一贯通孔，和

多个第二贯通孔，所述多个第二贯通孔设置在所述多个第一贯通孔之中的相邻的第一贯通孔之间且以不同于所述第一间距的第二间距布置，第一光学单元位于所述多个第一贯通孔中的至少一个第一贯通孔内；和

与所述第一光学单元对应的第一光接收元件，

其中，

所述多个第一贯通孔的第一直径不同于所述多个第二贯通孔的第二直径，

其中，所述多个第一贯通孔设置在所述多个第二贯通孔中的相邻的第二贯通孔之间。

2. 根据权利要求1所述的相机模块，其中，所述多个透镜基板包括直接键合到所述第一透镜基板的第二透镜基板。

3. 根据权利要求2所述的相机模块，其中，所述第一透镜基板上形成有第一层且所述第二透镜基板上形成有第二层，且其中，所述第一层和所述第二层均包括氧化物、氮化物材料和碳的一者或者者。

4. 根据权利要求3所述的相机模块，其中，所述第一透镜基板经由所述第一层和所述第二层直接键合到所述第二透镜基板。

5. 根据权利要求4所述的相机模块，其中，所述第一层和所述第二层包括等离子体键合部。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的相机模块，其中，抗反射膜位于所述多个第一贯通孔内。

7. 根据权利要求1至5中任一项所述的相机模块，其中，所述多个第二贯通孔中的第二贯通孔的第一部分的直径小于所述多个第一贯通孔中的第一贯通孔的第一部分的直径。

8. 根据权利要求1至5中任一项所述的相机模块，还包括第二光学单元，所述第二光学单元包括布置在所述多个第二贯通孔中的至少一个贯通孔内的一个或多个透镜。

9. 根据权利要求8所述的相机模块，其中，所述第一光学单元包括一个或多个透镜，且其中，所述第一光学单元和所述第二光学单元具有不同的焦距。

10. 根据权利要求8所述的相机模块，还包括第二光接收元件，所述第二光接收元件包括光接收部，所述光接收部被构造为接收通过所述第二光学单元进入的光。

11. 根据权利要求10所述的相机模块，还包括波长选择滤波器，所述波长选择滤波器被构造为选择且透射具有预定波长的光，所述波长选择滤波器位于所述第二光学单元的光轴上。

12. 根据权利要求8所述的相机模块，还包括发光部，所述发光部被构造用于发光，所述发光部位于所述第二光学单元的光轴上。

13. 一种相机模块的制造方法，所述方法包括：

在第一透镜基板中以第一间距形成多个第一贯通孔；

在所述第一透镜基板中以第二间距形成多个第二贯通孔，其中，所述多个第二贯通孔位于所述多个第一贯通孔中的相邻的第一贯通孔之间；和

在所述多个第一贯通孔中的至少一个第一贯通孔内形成第一光学单元，

其中，所述多个第一贯通孔的第一直径不同于所述多个第二贯通孔的第二直径，
其中，所述多个第一贯通孔设置在所述多个第二贯通孔中的相邻的第二贯通孔之间。

14. 一种电子装置，其包括相机模块，所述相机模块包括：

多个透镜基板，所述多个透镜基板包括第一透镜基板，所述第一透镜基板包括：

以第一间距布置的多个第一贯通孔，和

多个第二贯通孔，所述多个第二贯通孔设置在所述多个第一贯通孔中的相邻的第一贯通孔之间且以不同于所述第一间距的第二间距布置，第一光学单元位于所述多个第一贯通孔中的至少一个第一贯通孔内；和

与所述第一光学单元对应的第一光接收元件，

其中，

所述多个第一贯通孔的第一直径不同于所述多个第二贯通孔的第二直径，

其中，所述多个第一贯通孔设置在所述多个第二贯通孔中的相邻的第二贯通孔之间。

15. 根据权利要求14所述的电子装置，其中，所述多个透镜基板包括直接键合到所述第一透镜基板的第二透镜基板。

16. 根据权利要求15所述的电子装置，其中，所述第一透镜基板上形成有第一层且所述第二透镜基板上形成有第二层，且其中，所述第一层和所述第二层均包含氧化物、氮化物材料和碳中的一者或多者。

17. 根据权利要求16所述的电子装置，其中，所述第一透镜基板经由所述第一层和所述第二层直接键合到所述第二透镜基板。

18. 根据权利要求17所述的电子装置，其中，所述第一层和所述第二层包括等离子体键合部。

19. 根据权利要求14所述的电子装置，其中，抗反射膜位于所述多个第一贯通孔内。

20. 根据权利要求14所述的电子装置，其中，所述多个第二贯通孔中的第二贯通孔的第一部分的直径小于所述多个第一贯通孔中的第一贯通孔的第一部分的直径。

相机模块及其制造方法以及电子装置

技术领域

[0001] 本发明涉及相机模块及其制造方法和电子装置,更具体地,涉及能够使在平面方向上位于透镜之间的未占用区域被有效地用于堆叠有晶片基板的相机模块中的相机模块及其制造方法以及电子装置。

[0002] 相关申请的交叉参考

[0003] 本申请主张享有于2017年1月26日提交的日本优先权专利申请JP2017-011990的权益,并将该日本优先权专利申请的全部内容以引用的方式并入本文。

背景技术

[0004] 在晶圆级透镜工艺中,将多个透镜布置在晶片基板的平面方向上,在形成透镜时难以获得形状精度或位置精度。特别地,很难进行堆叠晶片基板以制造堆叠式透镜结构的处理,并且在大规模生产中无法实现三层或更多层的堆叠。

[0005] 已经设计且提出了与晶圆级透镜工艺有关的各种技术。例如,专利文献1提出了如下方法:其中,当将透镜材料填充到形成在基板中的贯通孔中以形成透镜时,透镜材料本身用作粘合剂以堆叠晶片基板。

[0006] 引用列表

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本专利申请特开第2009-279790号

发明内容

[0009] 技术问题

[0010] 在其中堆叠有晶片基板的相机模块中,期望有效地使用在平面方向上位于透镜之间的未占用区域。

[0011] 鉴于上述情况做出了本发明,以使在平面方向上位于透镜之间的未占用区域能够被有效地用于其中堆叠有晶片基板的相机模块中。

[0012] 技术问题的解决方案

[0013] 根据本发明的实施例,提出了一种相机模块,其包括:多个透镜基板,所述多个透镜基板包括第一透镜基板,所述第一透镜基板包括以第一间距布置的多个第一贯通孔和设置在所述多个第一贯通孔中的相邻的第一贯通孔之间且以不同于所述第一间距的第二间距布置的多个第二贯通孔,第一光学单元位于所述多个第一贯通孔中的至少一个第一贯通孔内;和与所述第一光学单元对应的第一光接收元件,其中,所述多个第一贯通孔的第一直径不同于所述多个第二贯通孔的第二直径。

[0014] 根据本发明的实施例,提出了一种相机模块的制造方法,其中,所述方法包括:在第一透镜基板中以第一间距形成多个第一贯通孔;在所述第一透镜基板中以第二间距形成多个第二贯通孔,其中,所述多个第二贯通孔位于所述多个第一贯通孔中的相邻的第一贯通孔之间;和在所述多个第一贯通孔中的至少一个第一贯通孔内形成第一光学单元,其中,

所述多个第一贯通孔的第一直径不同于所述多个第二贯通孔的第二直径。

[0015] 根据本发明的实施例，提出了一种电子装置，其包括相机模块。所述相机模块可以包括：多个透镜基板，所述多个透镜基板包括第一透镜基板，所述第一透镜基板包括以第一间距布置的多个第一贯通孔和设置在所述多个第一贯通孔中的相邻的第一贯通孔之间且以不同于所述第一间距的第二间距布置的多个第二贯通孔，第一光学单元位于所述多个第一贯通孔中的至少一个第一贯通孔内；和与所述第一光学单元对应的第一光接收元件，其中，所述多个第一贯通孔的第一直径不同于所述多个第二贯通孔的第二直径。

[0016] 本发明的有益效果

[0017] 根据本发明的第一至第三实施例，在平面方向上位于透镜之间的未占用区域能够被有效地用于其中堆叠有晶片基板的相机模块中。

[0018] 这里所述的有益效果未必是限制意义上的陈述，而是可以表现为本发明所述的任一有益效果。

附图说明

- [0019] 图1图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第一实施例。
- [0020] 图2图示了专利文献1中公开的堆叠型透镜结构的横截面结构。
- [0021] 图3图示了图1所示的相机模块的堆叠型透镜结构的横截面结构。
- [0022] 图4图示了具有透镜的基板的直接键合(direct bonding)。
- [0023] 图5图示了形成图1所示的相机模块的步骤。
- [0024] 图6图示了形成图1所示的相机模块的步骤。
- [0025] 图7图示了形成图1所示的相机模块的另一步骤。
- [0026] 图8图示了具有透镜的基板的构造。
- [0027] 图9图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第二实施例。
- [0028] 图10图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第三实施例。
- [0029] 图11图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第四实施例。
- [0030] 图12图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第五实施例。
- [0031] 图13图示了根据第四实施例的相机模块的详细构造。
- [0032] 图14图示了支撑基板和透镜树脂部的平面图和横截面图。
- [0033] 图15图示了堆叠型透镜结构和光阑板(diaphragm plate)的横截面图。
- [0034] 图16图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第六实施例。
- [0035] 图17图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第七实施例。
- [0036] 图18是图示了具有透镜的基板的详细构造的横截面图。
- [0037] 图19图示了具有透镜的基板的制造方法。
- [0038] 图20图示了具有透镜的基板的制造方法。
- [0039] 图21图示了具有透镜的基板的制造方法。
- [0040] 图22图示了具有透镜的基板的制造方法。
- [0041] 图23图示了具有透镜的基板的制造方法。
- [0042] 图24图示了具有透镜的基板的制造方法。
- [0043] 图25图示了具有透镜的基板的制造方法。

- [0044] 图26图示了具有透镜的基板的制造方法。
- [0045] 图27图示了具有透镜的基板的制造方法。
- [0046] 图28图示了具有透镜的基板的制造方法。
- [0047] 图29图示了具有透镜的基板的制造方法。
- [0048] 图30图示了基板状态下的具有透镜的基板的键合。
- [0049] 图31图示了基板状态下的具有透镜的基板的键合。
- [0050] 图32图示了将五个基板状态下的具有透镜的基板进行堆叠的第一堆叠方法。
- [0051] 图33图示了将五个基板状态下的具有透镜的基板进行堆叠的第二堆叠方法。
- [0052] 图34图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第八实施例。
- [0053] 图35图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第九实施例。
- [0054] 图36图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第十实施例。
- [0055] 图37图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第十一实施例。
- [0056] 图38是作为比较结构示例1的晶圆级堆叠结构的横截面图。
- [0057] 图39是作为比较结构示例2的透镜阵列基板的横截面图。
- [0058] 图40图示了图39所示的透镜阵列基板的制造方法。
- [0059] 图41是作为比较结构示例3的透镜阵列基板的横截面图。
- [0060] 图42图示了图41所示的透镜阵列基板的制造方法。
- [0061] 图43是作为比较结构示例4的透镜阵列基板的横截面图。
- [0062] 图44图示了图43所示的透镜阵列基板的制造方法。
- [0063] 图45是作为比较结构示例5的透镜阵列基板的横截面图。
- [0064] 图46图示了形成透镜的树脂的效果。
- [0065] 图47图示了形成透镜的树脂的效果。
- [0066] 图48示意性地图示了作为比较结构示例6的透镜阵列基板。
- [0067] 图49是作为比较结构示例7的堆叠型透镜结构的横截面图。
- [0068] 图50图示了图49所示的堆叠型透镜结构的效果。
- [0069] 图51是作为比较结构示例8的堆叠型透镜结构的横截面图。
- [0070] 图52图示了图51所示的堆叠型透镜结构的效果。
- [0071] 图53是采用本结构的堆叠型透镜结构的横截面图。
- [0072] 图54示意性地图示了图53所示的堆叠型透镜结构。
- [0073] 图55图示了光阑被添加到防护玻璃 (cover glass) 的第一构造例。
- [0074] 图56用于说明图55所示的防护玻璃的制造方法。
- [0075] 图57图示了光阑被添加到防护玻璃的第二构造例。
- [0076] 图58图示了光阑被添加到防护玻璃的第三构造例。
- [0077] 图59图示了贯通孔的开口本身被构造为光阑机构的构造例。
- [0078] 图60用于说明使用金属键合的晶圆级附接。
- [0079] 图61图示了使用高掺杂基板的具有透镜的基板的示例。
- [0080] 图62用于说明图61的A所示的具有透镜的基板的制造方法。
- [0081] 图63用于说明图61的B所示的具有透镜的基板的制造方法。
- [0082] 图64图示了相机模块包括的光阑板的平面形状。

- [0083] 图65用于说明相机模块的光接收区域的构造。
- [0084] 图66图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第一示例。
- [0085] 图67图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第二示例。
- [0086] 图68图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第三示例。
- [0087] 图69图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第四示例。
- [0088] 图70图示了图66所示的像素布置的变型例。
- [0089] 图71图示了图68所示的像素布置的变型例。
- [0090] 图72图示了图69所示的像素布置的变型例。
- [0091] 图73图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第五示例。
- [0092] 图74图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第六示例。
- [0093] 图75图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第七示例。
- [0094] 图76图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第八示例。
- [0095] 图77图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第九示例。
- [0096] 图78图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第十示例。
- [0097] 图79图示了相机模块的光接收区域中的像素布置的第十一示例。
- [0098] 图80是图示了作为应用本发明的电子装置的成像装置的构造例的框图。
- [0099] 图81是示出了图80的波长选择滤波器的滤波器特性的曲线图。
- [0100] 图82是图示了第十二实施例的变型例的横截面图。
- [0101] 图83用于说明根据第十二实施例的相机模块中使用的堆叠型透镜结构的制造方法。
- [0102] 图84用于说明根据第十二实施例的相机模块的其他构造。
- [0103] 图85是图示了作为应用本发明的电子装置的成像装置的构造例的框图。
- [0104] 图86是图示了体内信息获取系统的示意性构造的示例的框图。
- [0105] 图87图示了内窥镜手术系统的示意性构造的示例。
- [0106] 图88是图示了相机头部和CCU的功能构造的示例的框图。
- [0107] 图89是图示了车辆控制系统的示意性构造的示例的框图。
- [0108] 图90是图示了车外信息检测器和摄像单元的安装位置的示例的说明图。

具体实施方式

[0109] 以下,将说明本发明的实施方式(以下,称为实施例)。将按照下面的顺序给出说明:

- [0110] 1. 相机模块的第一实施例
- [0111] 2. 相机模块的第二实施例
- [0112] 3. 相机模块的第三实施例
- [0113] 4. 相机模块的第四实施例
- [0114] 5. 相机模块的第五实施例
- [0115] 6. 第四实施例的相机模块的详细构造
- [0116] 7. 相机模块的第六实施例
- [0117] 8. 相机模块的第七实施例

- [0118] 9. 具有透镜的基板的详细构造
- [0119] 10. 具有透镜的基板的制造方法
- [0120] 11. 具有透镜的基板的直接键合
- [0121] 12. 相机模块的第八和第九实施例
- [0122] 13. 相机模块的第十实施例
- [0123] 14. 相机模块的第十一实施例
- [0124] 15. 本结构相比于其它结构的优势
- [0125] 16. 各种变型例
- [0126] 17. 光接收元件的像素布置及光阑板的结构和使用
- [0127] 18. 相机模块的第十二实施例
- [0128] 19. 应用于电子装置的应用示例
- [0129] 20. 应用于体内信息获取系统的应用示例
- [0130] 21. 应用于内窥镜手术系统的应用示例
- [0131] 22. 应用于可移动物体的应用示例
- [0132] <1. 相机模块的第一实施例>
- [0133] 图1的A和B图示了使用了应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第一实施例。
- [0134] 图1的A是图示了作为相机模块1的第一实施例的相机模块1A的构造的示意图。图1的B是相机模块1A的示意性横截面图。
- [0135] 相机模块1A包括堆叠型透镜结构11和光接收元件12。堆叠型透镜结构11总共包括二十五个光学单元13，即在垂直和水平方向上均为五个。光接收元件12是固态成像装置，其包括与光学单元13对应的多个光接收区域(像素阵列)。每个光学单元13包括一个光轴方向上的多个透镜21，使得入射光的光线会聚到光接收元件12的相应的光接收区域上。相机模块1A是包括多个光学单元13的多目相机模块。
- [0136] 相机模块1A包括的多个光学单元13的光轴被布置为朝向模块的外侧扩展，如图1的B所示。由此，能够拍摄广角图像。
- [0137] 尽管图1的B所示的堆叠型透镜结构11具有仅为了简单起见而将透镜21堆叠成三层的结构，但是自然可以堆叠更多数量的透镜21。
- [0138] 图1的A和B所示的相机模块1A能够将由多个光学单元13拍摄的多个图像拼接在一起以创建一个广角图像。为了将多个图像拼接在一起，拍摄图像的光学单元13的形成和布置需要高精度。此外，因为特别是在广角侧的光学单元13具有入射在透镜21上的光的小入射角，所以光学单元13中的透镜21的位置关系和布置需要高精度。
- [0139] 图2图示了专利文献1公开的使用基于树脂的固定技术的堆叠型透镜结构的横截面结构。
- [0140] 在图2所示的堆叠型透镜结构500中，树脂513用作用于固定基板512的单元，基板512分别具有透镜511。树脂513是能量固化树脂，例如UV固化树脂。
- [0141] 在将基板512附接在一起前，在基板512的整个表面上形成树脂513的层。其后，将基板512附接在一起，并使树脂513固化。这样，将附接的基板512固定在一起。
- [0142] 然而，当树脂513固化时，树脂513经历固化收缩。在图2所示的结构的情况下，因为

在整个基板512上形成树脂513的层后使树脂513固化，所以树脂513的位移量增加。

[0143] 此外，即使在把通过将基板512附接在一起形成的堆叠型透镜结构500分成单独的成像元件且将成像元件组合以形成相机模块之后，设置在相机模块中的堆叠型透镜结构500也具有完全位于具有透镜511的基板512之间的树脂513，如图2所示。因此，当相机模块安装到相机的壳体中并被实际使用时，堆叠型透镜结构500的基板之间的树脂可能由于由装置产生的热量引起的温度升高而经历热膨胀。

[0144] 图3仅图示了图1的A和B所示的相机模块1A的堆叠型透镜结构11的横截面结构。

[0145] 相机模块1A的堆叠型透镜结构11也通过多个具有透镜21的具有透镜的基板41堆叠而成。

[0146] 在相机模块1A的堆叠型透镜结构11中，使用与图2所示的堆叠型透镜结构500或相关技术中公开的固定单元完全不同的固定单元作为用于将具有透镜21的具有透镜的基板41固定在一起的单元。

[0147] 即，通过形成在一个基板的表面上的基于氧化物或氮化物的表面层与形成在另一个基板的表面上的基于氧化物或氮化物的表面层之间的共价键将待被堆叠的两个具有透镜的基板41直接键合。作为具体的示例，如图4所示，将氧化硅膜或氮化硅膜形成在待被堆叠的两个具有透镜的基板41的表面上作为表面层，并使羟基自由基与膜结合。其后，将两个具有透镜的基板41附接在一起，并且对其加热且使其经受脱水缩合。因此，在两个具有透镜的基板41的表面层之间形成硅-氧共价键。这样，将两个具有透镜的基板41直接键合。由于缩合，两个表面层中包括的原子可以直接形成共价键。

[0148] 在本说明书中，直接键合是指通过布置在两个具有透镜的基板41之间的无机材料层将两个具有透镜的基板41固定。或者，直接键合是指通过将布置在两个具有透镜的基板41的表面上的无机材料层进行化学组合将两个具有透镜的基板41固定。或者，直接键合是指通过在两个具有透镜的基板41的表面上布置的无机材料层之间形成基于脱水缩合的键而将两个具有透镜的基板41固定。或者，直接键合是指通过在两个具有透镜的基板41的表面上布置的无机材料层之间形成氧基共价键或在无机材料层包括的原子之间形成共价键而将两个具有透镜的基板41固定。或者，直接键合是指通过在两个具有透镜的基板41的表面上布置的氧化硅层或氮化硅层之间形成硅-氧共价键或硅-硅共价键而将两个具有透镜的基板41固定。或者，或额外地，直接键合可以指被直接键合的基板。

[0149] 为了实现基于附接和加热的脱水缩合，在本实施例中，使用在制造半导体器件和平板显示器件的领域中使用的基板在基板状态下形成透镜，在基板状态下实现基于附接和加热的脱水缩合，且在基板状态下实现基于共价键的键合。两个具有透镜的基板41的表面之间形成的无机材料层通过共价键而键合的结构具有这样的效果或优势：该结构抑制由整个基板中的树脂513的固化收缩引起的变形和由树脂513在实际使用期间的热膨胀引起的变形，这些变形在当使用专利文献1公开的、图2所述的技术时可能发生。

[0150] 图5和图6图示了组合堆叠型透镜结构11和光接收元件12以形成图1的A和B所示的相机模块1A的步骤。

[0151] 首先，如图5所示，制备多个具有透镜的基板41W，其上在平面方向上形成有多个透镜21(未图示)，且将多个具有透镜的基板41W堆叠在一起。这样，获得基板状态下的堆叠型透镜结构11W，其中堆叠有基板状态下的多个具有透镜的基板41W。

[0152] 随后,如图6所示,与图5所示的基板状态下的堆叠型透镜结构11W分开地制造且制备基板状态下的传感器基板43W,其中在平面方向上形成有多个光接收元件12。

[0153] 此外,将基板状态的传感器基板43W和基板状态的堆叠型透镜结构11W堆叠和附接在一起,并将外部端子附接到附接的基板的各个模块以获得基板状态下的相机模块44W。

[0154] 最后,将基板状态下的相机模块44W分成相应的模块或芯片。将切分的相机模块44封装在单独制备的壳体(未图示)中,从而获得最终的相机模块44。

[0155] 在本说明书和附图中,例如,由附加有“W”的附图标记标注的组件(例如,类似于具有透镜的基板41W)表示组件处于基板状态(晶片状态)下,且例如,由不具有“W”的附图标记标注的组件(例如,类似具有透镜的基板41)表示组件被切分成相应的模块或芯片。这同样适用于传感器基板43W、相机模块44W等。

[0156] 图7图示了组合堆叠型透镜结构11和光接收元件12以形成图1的A和B所示的相机模块1A的另外的步骤。

[0157] 首先,类似于上述步骤,制造基板状态下的堆叠型透镜结构11W,其上堆叠有基板状态下的多个具有透镜的基板41W。

[0158] 随后,将基板状态下的堆叠型透镜结构11W分成单独的件。

[0159] 此外,与基板状态下的堆叠型透镜结构11W分开地制造且制备基板状态下的传感器基板43W。

[0160] 此外,将切分的堆叠型透镜结构11逐一地安装在基板状态下的传感器基板43W的各个光接收元件12上。

[0161] 最后,将其上安装有切分的堆叠型透镜结构11的基板状态下的传感器基板43W分成各个模块或芯片。将其上安装有堆叠型透镜结构11的切分的传感器基板43封装在单独制备的壳体(未图示)中,且将外部端子附接到该传感器基板43以获得最终的相机模块44。

[0162] 此外,作为组合堆叠型透镜结构11和光接收元件12以形成图1的A和B所示的相机模块1A的步骤的另外示例,可以将图7所示的基板状态下的传感器基板43W分成单独的光接收元件12,且可以将切分的堆叠型透镜结构11安装在单独的光接收元件12以获得切分的相机模块44。

[0163] 图8的A至H图示了相机模块1A的具有透镜的基板41的构造。

[0164] 图8的A是类似于图1的A的示意图,其图示了相机模块1A的构造。

[0165] 图8的B是相机模块1A的类似于图1的B的示意性横截面图。

[0166] 如图8的B所示,相机模块1A是多目相机模块,其包括通过组合多个透镜21形成的具有一个光轴的多个光学单元13。堆叠型透镜结构11总共包括二十五个光学单元13,即在垂直和水平方向上均为五个。

[0167] 在相机模块1A中,多个光学单元13的光轴被布置为朝向模块的外侧扩展。由此,可以拍摄广角图像。尽管为了简单起见,图8的B所示的堆叠型透镜结构11具有仅堆叠三个具有透镜的基板41的结构,但是自然可以堆叠更多数量的具有透镜的基板41。

[0168] 图8的C至E图示了形成堆叠型透镜结构11的三个具有透镜的基板41的平面形状。

[0169] 图8的C是三层中的顶层的具有透镜的基板41的平面图,图8的D是中间层的具有透镜的基板41的平面图,图8的E是底层的具有透镜的基板41的平面图。因为相机模块1是多目广角相机模块,所以透镜21的直径和透镜-透镜间距随着从底层上升到顶层而增加。

[0170] 图8的F至H是基板状态下的具有透镜的基板41W的平面图,用于分别获得图8的C至E所示的具有透镜的基板41。

[0171] 图8的F所示的具有透镜的基板41W图示了与图8的C所示的具有透镜的基板41对应的基板状态,图8的G所示的具有透镜的基板41W图示了与图8的D所示的具有透镜的基板41对应的基板状态,且图8的H所示的具有透镜的基板41W图示了与图8的E所示的具有透镜的基板41对应的基板状态。

[0172] 图8的F至H所示的基板状态下的具有透镜的基板41W被构造为一个基板获得八个如图8的A所示的相机模块1A。

[0173] 可以理解:在图8的F至H的具有透镜的基板41W之间,在各模块的具有透镜的基板41中,位于顶层的具有透镜的基板41W的透镜-透镜间距不同于位于底层的具有透镜的基板41W的透镜-透镜间距;在各具有透镜的基板41W中,各模块的具有透镜的基板41的布置间距从顶层的具有透镜的基板41W到底层的具有透镜的基板41W是恒定的。

[0174] <2. 相机模块的第二实施例>

[0175] 图9的A至H图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第二实施例。

[0176] 图9的A是图示了作为相机模块1的第二实施例的相机模块1B的外观的示意图。图9的B是相机模块1B的示意性横截面图。

[0177] 相机模块1B包括两个光学单元13。两个光学单元13包括位于堆叠型透镜结构11的顶层上的光阑板51。在光阑板51中形成有开口52。

[0178] 尽管相机模块1B包括两个光学单元13,但是这两个光学单元13具有不同的光学参数。即,相机模块1B包括具有不同光学性能的两个光学单元13。两种类型的光学单元13可以包括用于拍摄近景视图的具有短焦距的光学单元13和用于拍摄远景视图的具有长焦距的光学单元13。

[0179] 在相机模块1B中,因为两个光学单元13的光学参数不同,所以两个光学单元13的透镜21的数量不同,如图9的B所示。此外,在两个光学单元13包括的堆叠型透镜结构11的同一层上的透镜21中,直径、厚度、表面形状、体积以及相邻透镜之间的距离中的至少一者可以不同。由此,例如,相机模块1B的透镜21可以具有这样的平面形状:两个光学单元13可以具有如图9的C所示的具有相同直径的透镜21,且可以具有如图9的D所示的具有不同直径的透镜21;两个光学单元13中的一个可以具有如图9的E所示的不具有透镜21的空隙21X。

[0180] 图9的F至H是基板状态下的具有透镜的基板41W的平面图,用于分别获得图9的C至E所示的具有透镜的基板41。

[0181] 图9的F所示的具有透镜的基板41W图示了与图9的C所示的具有透镜的基板41对应的基板状态,图9的G所示的具有透镜的基板41W图示了与图9的D所示的具有透镜的基板41对应的基板状态,图9的H所示的具有透镜的基板41W图示了与图9的E所示的具有透镜的基板41对应的基板状态。

[0182] 图9的F至H所示的基板状态下的具有透镜的基板41W被构造为于一个基板获得十六个如图9的A所示的相机模块1B。

[0183] 如图9的F至H所示,为了形成相机模块1B,可以将具有相同形状的透镜或具有不同形状的透镜形成在基板状态下的具有透镜的基板41W的整个表面上,且可以形成或不形成透镜。

[0184] <3. 相机模块的第三实施例>

[0185] 图10的A至F图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第三实施例。

[0186] 图10的A是图示了作为相机模块1的第三实施例的相机模块1C的外观的示意图。图10的B是相机模块1C的示意性横截面图。

[0187] 相机模块1C在光入射面上总共包括四个光学单元13，即在垂直和水平方向上均为两个。透镜21在四个光学单元13中具有相同的形状。

[0188] 尽管四个光学单元13包括位于堆叠型透镜结构11的顶层上的光阑板51，但是光阑板51的开口52的尺寸在四个光学单元13中不同。由此，相机模块1C例如能够实现下面的相机模块1C。即，在预防犯罪的监视相机中，例如，在使用光接收元件12(其包括具有三种类型的RGB滤色器且接收三种类型的RGB光束以用于在白天监控彩色图像的光接收像素和不具有RGB滤色器以用于在夜间监控单色图像的光接收像素)的相机模块1C中，能够增大用于在照度低的夜间拍摄单色图像的像素的光阑的开口的尺寸。由此，例如，一个相机模块1C的透镜21具有这样的平面形状：四个光学单元13中包括的透镜21具有相同的直径，如图10的C所示；各光学单元13的光阑板51的开口52的尺寸不同，如图10的D所示。

[0189] 图10的E是基板状态下的具有透镜的基板41W的平面图，其用于获得图10的C所示的具有透镜的基板41。图10的F是基板状态下的光阑板51W的平面图，其用于获得图10的D所示的光阑板51。

[0190] 图10的E所示的基板状态下的具有透镜的基板41W和图10的F所示的基板状态下的光阑板51W被构造为一个基板获得八个如图10的A所示的相机模块1C。

[0191] 如图10的F所示，在基板状态下的光阑板51W中，为了形成相机模块1C，能够将开口52的尺寸设定为对于相机模块1C中包括的各个光学单元13是不同的。

[0192] <4. 相机模块的第四实施例>

[0193] 图11的A至D图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第四实施例。

[0194] 图11的A是图示了作为相机模块1的第四实施例的相机模块1D的外观的示意图。图11的B是相机模块1D的示意性横截面图。

[0195] 类似于相机模块1C，相机模块1D在光入射面上总共包括四个光学单元13，即在垂直和水平方向上均为两个。透镜21具有相同的形状，且光阑板51的开口52在四个光学单元13中具有相同的尺寸。

[0196] 在相机模块1D中，在光入射面的垂直和水平方向上布置的两组光学单元13的光轴在相同的方向上延伸。图11的B所示的单点划线表示各光学单元13的光轴。具有该结构的相机模块1D相比于使用一个光学单元13的拍摄，对于使用超分辨率技术拍摄更高分辨率图像而言是理想的。

[0197] 在相机模块1D中，通过使用布置在不同位置且在垂直方向和在水平方向上的光轴均指向相同方向的多个光接收元件12来拍摄图像，或通过使用一个光接收元件12的不同区域中的光接收像素来拍摄图像，可以获得未必相同且光轴指向同一方向的多个图像。通过组合多个不相同图像中的各位置的图像数据，可以获得高分辨率图像。由此，一个相机模块1D的透镜21优选在四个光学单元13中具有相同的平面形状，如图11的C所示。

[0198] 图11的D是基板状态下的具有透镜的基板41W的平面图，其用于获得图11的C所示的具有透镜的基板41。基板状态下的具有透镜的基板41W被构造为一个基板获得八个如图

11的A所示的相机模块1D。

[0199] 如图11的D所示,在基板状态下的具有透镜的基板41W中,为了形成相机模块1D,相机模块1D包括多个透镜21,且多个模块透镜组以固定间距布置在基板上。

[0200] <5. 相机模块的第五实施例>

[0201] 图12的A至D图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第五实施例。

[0202] 图12的A是图示了作为相机模块1的第五实施例的相机模块1E的外观的示意图。图12的B是相机模块1E的示意性横截面图。

[0203] 相机模块1E是单目相机模块,其中,具有一个光轴的一个光学单元13设置在相机模块1E中。

[0204] 图12的C是具有透镜的基板41的平面图,其图示了相机模块1E的透镜21的平面形状。相机模块1E包括一个光学单元13。

[0205] 图12的D是基板状态下的具有透镜的基板41W的平面图,其用于获得图12的C所示的具有透镜的基板41。基板状态下的具有透镜的基板41W被构造为一个基板获得三十二个如图12的A所示的相机模块1E。

[0206] 如图12的D所示,在基板状态下的具有透镜的基板41W中,用于相机模块1E的多个透镜21以固定间距布置在基板上。

[0207] <6. 第四实施例的相机模块的详细构造>

[0208] 接着,将参照图13说明根据图11的A至D所示的第四实施例的相机模块1D的详细构造。

[0209] 图13是图11的B所示的相机模块1D的横截面图。

[0210] 相机模块1D被构造为包括堆叠型透镜结构11和光接收元件12,该堆叠型透镜结构11中堆叠多个具有透镜的基板41a至41e。堆叠型透镜结构11包括多个光学单元13。单点划线84表示各光学单元13的光轴。光接收元件12布置在堆叠型透镜结构11的下侧。在相机模块1D中,从上方进入相机模块1D的光通过堆叠型透镜结构11,且光被布置在堆叠型透镜结构11的下侧的光接收元件12接收。

[0211] 堆叠型透镜结构11包括堆叠的五个具有透镜的基板41a至41e。当不特别区分五个具有透镜的基板41a至41e时,将具有透镜的基板简称为具有透镜的基板41。

[0212] 形成堆叠型透镜结构11的具有透镜的基板41的贯通孔83的横截面形状具有所谓的向下锥形,使得开口宽度随着朝向下侧(布置有光接收元件12的侧)前进而减小。

[0213] 光阑板51布置在堆叠型透镜结构11上。光阑板51具有例如由具有吸光特性或遮光特性的材料形成的层。开口52形成在光阑板51中。

[0214] 例如,光接收元件12由正面或背面照射型互补金属氧化物半导体(CMOS)图像传感器形成。片上透镜71形成在光接收元件12的与堆叠型透镜结构11接近的上侧的表面上,且用于输入和输出信号的外部端子72形成在光接收元件12的下侧的表面上。

[0215] 堆叠型透镜结构11、光接收元件12和光阑板51等容纳在镜筒74中。

[0216] 结构材料73布置在光接收元件12的上侧。堆叠型透镜结构11和光接收元件12被结构材料73固定。结构材料73例如是环氧基树脂。

[0217] 在本实施例中,尽管堆叠型透镜结构11包括堆叠的五个具有透镜的基板41a至41e,但是具有透镜的基板41的数量不受特别限制,只要堆叠两个以上具有透镜的基板即

可。

[0218] 形成堆叠型透镜结构11的各个具有透镜的基板41通过将透镜树脂部82添加到支撑基板81而构成。支撑基板81具有贯通孔83，且透镜树脂部82形成在贯通孔83的内侧。透镜树脂部82是这样的部分：包括上述透镜21并延伸直至支撑基板81，且通过形成透镜21的材料与支撑透镜21的部分一体化。

[0219] 当区分各个具有透镜的基板41a至41e的支撑基板81、透镜树脂部82或贯通孔83时，将相应的组件称为支撑基板81a至81e、透镜树脂部82a至82e或贯通孔83a至83e，以对应于如图13所示的具有透镜的基板41a至41e。

[0220] <透镜树脂部的详细说明>

[0221] 接着，将通过具有透镜的基板41a的透镜树脂部82a的示例来说明透镜树脂部82的形状。

[0222] 图14图示了形成具有透镜的基板41a的支撑基板81a和透镜树脂部82a的平面图和横截面图。

[0223] 图14图示的支撑基板81a和透镜树脂部82a的横截面图是在平面图中沿线B-B' 和C-C' 截取的横截面图。

[0224] 透镜树脂部82a是这样的部分：由形成透镜21的材料一体化形成，且包括透镜部91和支撑部92。在以上说明中，透镜21对应于整个透镜部91或整个透镜树脂部82a。

[0225] 透镜部91是具有透镜性能的部分，换言之，是“对光进行折射以使光会聚或发散的部分”或“具有诸如凸面、凹面和非球面等曲面的部分，或连续布置有在使用菲涅耳(Fresnel)屏或衍射光栅的透镜中使用的多个多边形的部分”。

[0226] 支撑部92是从透镜部91一直延伸到支撑基板81a以支撑透镜部91的部分。支撑部92包括臂部101和腿部102，并且位于透镜部91的外周。

[0227] 臂部101是布置在透镜部91的外侧且与透镜部91接触，并且以恒定的厚度从透镜部91向外延伸的部分。腿部102是支撑部92的除了臂部101以外的部分，并且包括与贯通孔83a的侧壁接触的部分。腿部102中的树脂的厚度优选大于臂部101的厚度。

[0228] 形成在支撑基板81a中的贯通孔83a的平面形状是圆形，且无论直径方向如何，横截面形状自然相同。无论直径方向如何，透镜树脂部82a的横截面形状(即，在形成透镜期间由上模和下模确定的形状)相同。

[0229] 图15是图示了作为图13所示的相机模块1D的一部分的堆叠型透镜结构11和光阑板51的横截面图。

[0230] 在相机模块1D中，在通过光阑板51使进入模块的光变窄后，光在堆叠型透镜结构11内部变宽，并且入射到布置在堆叠型透镜结构11的下侧的光接收元件12(图15未图示)上。即，在整个堆叠型透镜结构11的总体视图中，进入模块的光在移动的同时从光阑板51的开口52朝向下侧大致呈扇形变宽。由此，作为设置在堆叠型透镜结构11中的透镜树脂部82的尺寸的示例，在图15所示的堆叠型透镜结构11中，设置在紧挨地布置在光阑板51下方的具有透镜的基板41a中的透镜树脂部82a最小，且设置在被布置在堆叠型透镜结构11的底层的具有透镜的基板41e中的透镜树脂部82e最大。

[0231] 如果具有透镜的基板41的透镜树脂部82具有恒定的厚度，那么与制造较小的透镜相比，更难制造较大的透镜。这是因为制造透镜时施加到透镜的负荷很可能使大透镜变形，

且难以维持强度。由此,优选将大透镜的厚度增大到大于小透镜的厚度。因此,在图15所示的堆叠型透镜结构11中,设置在被布置在底层的具有透镜的基板41e中的透镜树脂部82e的厚度在各透镜树脂部82中最大。

[0232] 图15所示的堆叠型透镜结构11具有以下特征中的至少一者,以便增加透镜设计中的自由度。

[0233] (1) 支撑基板81的厚度至少在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41之中是不同的。例如,底层的具有透镜的基板41中的支撑基板81的厚度最大。

[0234] (2) 设置在具有透镜的基板41中的贯通孔83的开口宽度至少在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41之中是不同的。例如,底层的具有透镜的基板41中的贯通孔83的开口宽度最大。

[0235] (3) 设置在具有透镜的基板41中的透镜部91的直径至少在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41之中是不同的。例如,底层的具有透镜的基板41中的透镜部91的直径最大。

[0236] (4) 设置在具有透镜的基板41中的透镜部91的厚度至少在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41中不同。例如,底层的具有透镜的基板41中的透镜部91的厚度最大。

[0237] (5) 设置在具有透镜的基板41中的透镜之间的距离至少在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41之中是不同的。

[0238] (6) 设置在具有透镜的基板41中的透镜树脂部82的体积至少在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41中是不同的。例如,底层的具有透镜的基板41中的透镜树脂部82的体积最大。

[0239] (7) 设置在具有透镜的基板41中的透镜树脂部82的材料至少在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41之中是不同的。

[0240] 通常,入射在相机模块上的光包括垂直入射光和倾斜入射光。大部分的倾斜入射光撞击在光阑板51上,并且被光阑板51吸收或被反射到相机模块1D的外部。未被光阑板51变窄的倾斜入射光可以根据倾斜入射光的入射角而撞击贯通孔83的侧壁,并且可以从侧壁被反射。

[0241] 如图13所示,倾斜入射光的反射光的移动方向由倾斜入射光85的入射角和贯通孔83的侧壁的角度确定。当贯通孔83的开口具有开口宽度随着从入射侧朝向光接收元件12前进而增大的所谓的扇形形状时,如果未被光阑板51缩窄的特定入射角的倾斜入射光85撞击贯通孔83的侧壁,那么倾斜入射光可能在光接收元件12的方向上被反射,且反射的光可以变成杂散光或噪声光。

[0242] 然而,在图13所示的堆叠型透镜结构11中,如图15所示,贯通孔83具有所谓的向下锥形,使得开口宽度随着朝向下侧(布置有光接收元件12的侧)前进而减小。在该形状的情况下,撞击贯通孔83的侧壁的倾斜入射光85在上方向(所谓的入射侧方向)而不是在下方向(所谓的光接收元件12的方向)上被反射。由此,获得了抑制杂散光或噪声光的效果或优势:

[0243] 吸光材料可以布置在具有透镜的基板41的贯通孔83的侧壁中,以抑制撞击侧壁并从侧壁被反射的光。

[0244] 作为示例,当相机模块1D用作相机时将被接收的波长的光(例如,可见光)是第一光且与第一光的波长不同的光(例如,UV光)是第二光时,可以把通过将作为吸收第一光(可见光)的材料的碳颗粒分散到通过第二光(UV光)固化的树脂中而获得的材料涂覆或喷射到支撑基板81的表面上,可以仅使贯通孔83的侧壁部的树脂通过第二光(UV光)的照射而固化,且可以去除其他区域中的树脂。这样,可以在贯通孔83的侧壁上形成具有吸收第一光(可见光)特性的材料层。

[0245] 图15所示的堆叠型透镜结构11是这样结构的示例:光阑板51布置在堆叠的多个具有透镜的基板41的顶部上。光阑板51可以通过插入在任意位于中间的具有透镜的基板41中而不是在堆叠的多个具有透镜的基板41的顶部上来布置。

[0246] 作为又一示例,不是将平面光阑板51与具有透镜的基板41分开设置,而是可以在具有透镜的基板41的表面上形成具有吸光特性的材料层,以起到光阑的作用。例如,可以把通过将作为吸收第一光(可见光)的材料的碳颗粒分散在通过第二光(UV光)固化的树脂中而获得的材料涂覆或喷射到具有透镜的基板41的表面上;可以使用第二光(UV光)照射当该层起到光阑的作用时光将要通过的区域之外的区域中的树脂以固化树脂以便保持,且可以去除当该层起到光阑的作用时光将要通过的区域中的未被固化的树脂。这样,可以在具有透镜的基板41的表面上形成光阑。

[0247] 表面上形成有光阑的具有透镜的基板41可以是布置在堆叠型透镜结构11的顶层上的具有透镜的基板41,或者是作为堆叠型透镜结构11的内层的具有透镜的基板41。

[0248] 图15所示的堆叠型透镜结构11具有这样的结构:其中,堆叠有具有透镜的基板41。

[0249] 作为另一实施例,堆叠型透镜结构11可以具有这样的结构:包括多个具有透镜的基板41和至少一个不具有透镜树脂部82的支撑基板81。在该结构中,不具有透镜树脂部82的支撑基板81可以布置在堆叠型透镜结构11的顶层或底层上,且可以布置为堆叠型透镜结构11的内层。该结构例如提供了这样的效果或优势:能够任意设定堆叠型透镜结构11中包括的多个透镜之间的距离,以及堆叠型透镜结构11的底层上的透镜树脂部82与布置在堆叠型透镜结构11的下侧的光接收元件12之间的距离。

[0250] 可替代地,该结构提供这样的效果或优势:当不具有透镜树脂部82的支撑基板81的开口宽度被适当地设定且具有吸光特性的材料被布置在除了开口以外的区域中时,该材料能够起到光阑板的作用。

[0251] <7. 相机模块的第六实施例>

[0252] 图16图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第六实施例。

[0253] 在图16中,使用相同的附图标记来标注与图13所示的第四实施例对应的部分,并且将主要说明与图13所示的相机模块1D不同的部分。

[0254] 在图16所示的相机模块1F中,类似于图13所示的相机模块1D,在光阑板51使入射光变窄后,光在堆叠型透镜结构11内部变宽且入射到被布置在堆叠型透镜结构11的下侧的光接收元件12上。即,在整个堆叠型透镜结构11的总体视图中,光在移动的同时从光阑板51的开口52朝向下侧大致以扇形变宽。

[0255] 图16所示的相机模块1F与图13所示的相机模块1D的不同之处在于:形成堆叠型透镜结构11的具有透镜的基板41的贯通孔83的横截面形状具有所谓的扇形,使得开口宽度随着朝向下侧(布置有光接收元件12的侧)前进而增加。

[0256] 相机模块1F的堆叠型透镜结构11具有这样的结构:其中,入射光在行进的同时从光阑板51的开口52朝向下侧以扇形变宽。因此,贯通孔83的开口宽度朝向下侧增加的这种扇形相比于贯通孔83的开口宽度朝向下侧减小的这样的下锥形使得支撑基板81更不可能阻挡光路。由此,获得了增加透镜设计中的自由度的效果。

[0257] 此外,在贯通孔83的开口宽度朝向下侧减小的这种向下锥形的情况下,包括支撑部92在内的透镜树脂部82的在基板平面方向上的横截面面积在透镜树脂部82的下表面中具有特定的尺寸,以便透射进入透镜21的光。另一方面,横截面面积随着从透镜树脂部82的下表面朝向上表面前进而增加。

[0258] 与之相比,在贯通孔83的开口宽度朝向下侧增加的这种扇形的情况下,透镜树脂部82的下表面的横截面面积与向下锥形的情况大致相同。然而,横截面面积随着从透镜树脂部82的下表面朝向上表面前进而减小。

[0259] 由此,贯通孔83的开口宽度朝向下侧增加的结构提供了能够减小包括支撑部92在内的透镜树脂部82的尺寸的效果或优势。因此,能够提供这样的效果或优势:能够减小当透镜较大时发生的上述的形成透镜的困难。

[0260] <8. 相机模块的第七实施例>

[0261] 图17图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第七实施例。

[0262] 在图17中,将使用相同的附图标记来标注与图13所示的第四实施例对应的部分,并且将主要说明与图13所示的相机模块1D不同的部分。

[0263] 在图17所示的相机模块1G中,形成堆叠型透镜结构11的具有透镜的基板41的透镜树脂部82和贯通孔83的形状与图13所示的相机模块1D中的不同。

[0264] 相机模块1G的堆叠型透镜结构11包括如下两种具有透镜的基板41:其中,贯通孔83具有所谓的向下锥形,使得开口宽度朝向下侧(布置有光接收元件12的侧)减小;以及,其中,贯通孔83具有所谓的扇形,使得开口宽度朝向下侧增加。

[0265] 在贯通孔83具有所谓的向下锥形(即,开口宽度朝向下侧减小)的这种具有透镜的基板41中,如上所述,撞击贯通孔83的侧壁的倾斜入射光85在上方向(所谓的入射侧方向)上反射。由此,获得抑制杂散光或噪声光的发生效果或优势。

[0266] 在图17所示的堆叠型透镜结构11中,将其中贯通孔83具有开口宽度朝向下侧减小的所谓的向下锥形的多个具有透镜的基板41特别地用在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41中的上侧(入射侧)。

[0267] 在贯通孔83具有所谓的扇形(即,开口宽度朝向下侧增加)的具有透镜的基板41中,如上所述,设置在具有透镜的基板41中的支撑基板81几乎不会阻挡光路。由此,获得如下效果或优势:增加透镜设计中的自由度,或减小设置在具有透镜的基板41中的包括支撑部92在内的透镜树脂部82的尺寸。

[0268] 在图17所示的堆叠型透镜结构11中,光在前行的同时从光阑朝向下侧以扇形变宽。因此,设置在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41之中的被布置在下侧的数个具有透镜的基板41中的透镜树脂部82具有大尺寸。当具有扇形的贯通孔83用于这样的大透镜树脂部82时,获得了减小透镜树脂部82的尺寸的显著效果。

[0269] 因此,在图17所示的堆叠型透镜结构11中,在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41之中,贯通孔83具有开口宽度朝向下侧增加的所谓的扇形的多个具有透镜的

基板41特别地被用在下侧。

[0270] <9.具有透镜的基板的详细构造>

[0271] 接着,将说明具有透镜的基板41的详细构造。

[0272] 图18的A至C是图示了具有透镜的基板41的详细构造的横截面图。

[0273] 尽管图18的A至C图示了五个具有透镜的基板41a至41e中的位于顶层的具有透镜的基板41a,但是其他具有透镜的基板41被类似地构造。

[0274] 具有透镜的基板41可以具有图18的A至C所示的任一构造。

[0275] 在图18的A所示的具有透镜的基板41中,透镜树脂部82形成为当从相对于形成在支撑基板81中的贯通孔83的上表面观察时遮挡贯通孔83。如参照图14所述,透镜树脂部82包括位于中心的透镜部91(未图示)和位于周边的支撑部92(未图示)。

[0276] 具有吸光特性或遮光特性的膜121形成在具有透镜的基板41的贯通孔83的侧壁上,以防止由光的反射引起的重影或耀斑。为了方便起见,将这样的膜121称为遮光膜121。

[0277] 含有氧化物、氮化物或其他绝缘材料的上表面层122形成在支撑基板81和透镜树脂部82的上表面,且含有氧化物、氮化物或其他绝缘材料的下表面层123形成在支撑基板81和透镜树脂部82的下表面。

[0278] 作为示例,上表面层122形成抗反射膜,其中,低折射率膜和高折射率膜交替地堆叠成多个层。能够通过将低折射率膜和高折射率膜交替地堆叠总共四层来形成抗反射膜。例如,低折射率膜由诸如 SiO_x ($1 \leq x \leq 2$)、 SiOC 和 SiOF 等氧化物膜形成,高折射率膜由诸如 TiO 、 TaO 和 Nb_2O_5 等金属氧化物膜形成。

[0279] 上表面层122的构造可以被设计为例如使用光学模拟来获得期望的抗反射性能,且不特别限制低折射率膜和高折射率膜的材料、厚度、堆叠层的数量等。在本实施例中,上表面层122的顶面是低折射率膜,其厚度例如为20至1000nm,密度例如为2.2至2.5g/cm³,平面度(flatness)例如为约1nm或更小的均方根粗糙度(RMS)Rq。此外,当上表面层122键合到其他具有透镜的基板41时,上表面层122也用作键合膜,这将在后面详细说明。

[0280] 作为示例,上表面层122可以是低折射率膜和高折射率膜交替地堆叠多层的抗反射膜,且在这样的抗反射膜中,上表面层122可以是无机材料的抗反射膜。作为另一示例,上表面层122可以是含有氧化物、氮化物或其他绝缘材料的单层膜,且在这样的单层膜中,上表面层122可以是无机材料的膜。

[0281] 作为示例,下表面层123可以是低折射率膜和高折射率膜交替地堆叠多层的抗反射膜,且在这样的抗反射膜中,下表面层123可以是无机材料的抗反射膜。作为另一示例,下表面层123可以是含有氧化物、氮化物或其他绝缘材料的单层膜,且在这样的单层膜中,下表面层123可以是无机材料的膜。

[0282] 对于图18的B和C所示的具有透镜的基板41,将仅说明与图18的A所示的具有透镜的基板41不同的部分。

[0283] 在图18的B所示的具有透镜的基板41中,形成在支撑基板81和透镜树脂部82的下表面的膜与图18的A所示的具有透镜的基板41的不同。

[0284] 在图18的B所示的具有透镜的基板41中,含有氧化物、氮化物或其他绝缘材料的下表面层124形成在支撑基板81的下表面,且下表面层124不形成在透镜树脂部82的下表面。下表面层124可以由与上表面层122相同的材料或不同的材料形成。

[0285] 能够通过这样的制造方法形成上述结构:在形成透镜树脂部82前,将下表面层124形成在支撑基板81的下表面,然后形成透镜树脂部82。或者,能够通过如下方式形成上述结构:在形成透镜树脂部82后,将掩模形成在透镜树脂部82上,然后在支撑基板81上未形成有掩模的状态下,例如根据PVD将形成下表面层124的膜沉积到支撑基板81的下表面。

[0286] 在图18的C所示的具有透镜的基板41中,含有氧化物、氮化物或其他绝缘材料的上表面层125形成在支撑基板81的上表面,且上表面层125不形成在透镜树脂部82的上表面。

[0287] 类似地,在具有透镜的基板41的下表面中,含有氧化物、氮化物或其他绝缘材料的下表面层124形成在支撑基板81的下表面,且下表面层124不形成在透镜树脂部82的下表面。

[0288] 能够通过这样的制造方法形成上述结构:在形成透镜树脂部82前,将上表面层125和下表面层124形成在支撑基板81上,然后形成透镜树脂部82。或者,能够通过如下方式形成上述结构:在形成透镜树脂部82后,将掩模形成在透镜树脂部82上,然后在支撑基板81上未形成有掩模的状态下,例如根据PVD将形成上表面层125和下表面层124的膜沉积到支撑基板81的表面。下表面层124和上表面层125可以由相同的材料或不同的材料形成。

[0289] 能够以上述的方式形成具有透镜的基板41。

[0290] <10. 具有透镜的基板的制造方法>

[0291] 接着,将参照图19的A和B至图29说明具有透镜的基板41的制造方法。

[0292] 首先,制备基板状态下的支撑基板81W,其中,形成有多个贯通孔83。例如,能够将普通半导体器件中使用的硅基板用作支撑基板81W。支撑基板81W例如具有如图19的A所示的圆形形状,其直径例如是200mm或300mm。支撑基板81W例如可以是硅基板以外的玻璃基板、树脂基板或金属基板。

[0293] 此外,在本实施例中,尽管如图19的A所示,贯通孔83的平面形状是圆形,但是贯通孔83的平面形状可以是诸如图19的B所示的矩形等多边形形状。

[0294] 例如,贯通孔83的开口宽度可以在约100μm和约20mm之间。在这种情况下,例如,能够在支撑基板81W中布置约100至5000000个贯通孔83。

[0295] 在本说明书中,将具有透镜的基板41的平面方向上的贯通孔83的尺寸称为开口宽度。除非另外特别说明,当贯通孔83的平面形状是矩形时开口宽度是指一边的长度,并且当贯通孔83的平面形状是圆形时是指直径。

[0296] 如图20的A至C所示,贯通孔83被构造为使得与支撑基板81W的第一表面面对的第二表面中的第二开口宽度132小于第一表面中的第一开口宽度131。

[0297] 作为第二开口宽度132小于第一开口宽度131的贯通孔83的三维形状的示例,贯通孔83可以具有截头圆锥形状(如图20的A所示),且可以具有截头多边形椎体形状。贯通孔83的侧壁的横截面形状可以是如图20的A所示的线性的,且可以是如图20的B所示的弯曲的。或者,横截面形状可以具有如图20的C所示的台阶。

[0298] 当将树脂供给到具有第二开口宽度132小于第一开口宽度131这样形状的贯通孔83中,且通过模具构件在与第一和第二表面的相对方向上按压树脂以形成透镜树脂部82时,形成透镜树脂部82的树脂受到来自面对的两个模具构件的力,并且被压靠在贯通孔83的侧壁上。由此,可以获得这样的效果:提高支撑基板与形成透镜树脂部82的树脂之间的粘附强度。

[0299] 作为贯通孔83的另一个实施例，贯通孔83可以具有第一开口宽度131与第二开口宽度132相同的形状(即，贯通孔83的侧壁的横截面形状是垂直的形状)。

[0300] <使用湿蚀刻的贯通孔形成方法>

[0301] 能够通过根据湿蚀刻蚀刻支撑基板81W来形成支撑基板81W的贯通孔83。具体地，在蚀刻支撑基板81W前，在支撑基板81W的表面上形成用于防止支撑基板81W的非开口区域被蚀刻的蚀刻掩模。例如，使用诸如氧化硅膜和氮化硅膜等绝缘膜作为蚀刻掩模的材料。通过在支撑基板81W的表面上形成蚀刻掩模材料的层，且在该层中打开形成贯通孔83的平面形状的图案，由此形成蚀刻掩模。在形成蚀刻掩模后，蚀刻支撑基板81W，从而在支撑基板81W中形成贯通孔83。

[0302] 当使用基板平面取向为(100)的单晶硅作为支撑基板81W时，可以使用例如使用诸如KOH等碱性溶液的晶体各向异性湿蚀刻来形成贯通孔83。

[0303] 当在作为基板面取向为(100)的单晶硅的支撑基板81W上进行使用诸如KOH等碱性溶液的晶体各向异性湿蚀刻时，进行蚀刻使得(111)平面出现在开口侧壁上。因此，即使当蚀刻掩模的开口的平面形状是圆形或矩形时，也获得如下的贯通孔83：平面形状为矩形，贯通孔83的第二开口宽度132小于第一开口宽度131，且贯通孔83的三维形状具有截头椎体形状或类似形状。具有截头椎体形状的贯通孔83的侧壁相对于基板平面的角度为约55°。

[0304] 作为用于形成贯通孔的蚀刻的另一个示例，可以使用国际专利公开第2011/017739号等中披露的湿蚀刻，其使用能够在不对晶体取向进行任何限制的情况下以任意形状蚀刻硅的化学液体。该化学液体的示例包括：通过将作为表面活性剂的聚氧乙烯烷基苯基醚(polyoxyethylene alkylphenyl ether)、聚氧化烯烷基醚(polyoxyalkylene alkyl ether)和聚乙二醇(polyethylene glycol)中的至少一者添加到TMAH(tetramethylammonium hydroxide，四甲基氢氧化铵)的水溶液而获得的化学液体，或通过将异丙醇添加到KOH的水溶液而获得的化学液体。

[0305] 当使用任何一种上述化学液体对作为基板平面取向为(100)的单晶硅的支撑基板81W进行用于形成贯通孔83的蚀刻时，获得如下的贯通孔83：其中，当蚀刻掩模的开口的平面形状为圆形时，平面形状为圆形；第二开口宽度132小于第一开口宽度131；且三维形状为截头圆锥形状或类似形状。

[0306] 当蚀刻掩模的开口的平面形状为矩形时，获得这样的贯通孔83：平面形状为矩形；第二开口宽度132小于第一开口宽度131；且三维形状为截头椎体形或类似形状。具有截头圆锥形状或截头椎体形状的贯通孔83的侧壁相对于基板平面的角度为约45°。

[0307] <使用干蚀刻的贯通孔形成方法>

[0308] 在用于形成贯通孔83的蚀刻中，也能够使用干蚀刻而不是湿蚀刻。

[0309] 将参照图21的A至F说明使用干蚀刻形成贯通孔83的方法。

[0310] 如图21的A所示，在支撑基板81W的一个表面上形成蚀刻掩模141。蚀刻掩模141具有如下掩模图案：其中，形成贯通孔83的部分是开口的。

[0311] 随后，在如图21的B所示的形成用于对蚀刻掩模141的侧壁进行保护的保护膜142后，如图21的C所示，根据干蚀刻将支撑基板81W蚀刻到预定深度。利用干蚀刻步骤，尽管去除了支撑基板81W的表面上和蚀刻掩模141的表面上的保护膜142，但是蚀刻掩模141的侧表面上的保护膜142保留，且蚀刻掩模141的侧壁受到保护。在进行蚀刻后，如图21的D所示，去

除侧壁上的保护膜142,且在增加开口图案的尺寸的方向上去除蚀刻掩模141。

[0312] 此外,图21的B至D所示的保护膜形成步骤、干蚀刻步骤和蚀刻掩模去除步骤重复进行多次。这样,如图21的E所示,将支撑基板81W蚀刻成具有周期性台阶的阶梯形状(凹凸形状)。

[0313] 最后,当去除了蚀刻掩模141时,如图21的F所示,在支撑基板81W中形成具有阶梯形状侧壁的贯通孔83。贯通孔83的阶梯形状的在平面方向上的宽度(一个台阶的宽度)例如在约400nm和1μm之间。

[0314] 当使用上述干蚀刻形成贯通孔83时,反复地执行保护膜形成步骤、干蚀刻步骤和蚀刻掩模去除步骤。

[0315] 因为贯通孔83的侧壁具有周期性阶梯形状(凹凸形状),所以能够抑制入射光的反射。如果贯通孔83的侧壁具有随机尺寸的凹凸形状,那么空隙(空腔)形成在侧壁和被形成在贯通孔83中的透镜之间的粘附层中,且空隙可能导致与透镜的粘合降低。然而,根据上述的形成方法,因为贯通孔83的侧壁具有周期性的凹凸形状,所以改善了粘附性,且能够抑制由于透镜的位置偏移而引起的光学特性的变化。

[0316] 作为各步骤中使用的材料的示例,例如,支撑基板81W可以是单晶硅,蚀刻掩模141可以是光致抗蚀剂,保护膜142可以是使用诸如C4F8和CHF3等气体等离子体形成的碳氟聚合物。蚀刻工艺可以使用这样的等离子体蚀刻:该蚀刻使用含有F的气体,诸如SF6/O2和C4F8/SF6等。掩模去除步骤可以使用这样的等离子体蚀刻:该蚀刻使用O2气体或含有O2的气体(诸如CF4/O2等)。

[0317] 或者,支撑基板81W可以是单晶硅,蚀刻掩模141可以是SiO₂,蚀刻可以使用含有Cl₂的等离子体,保护膜142可以使用通过使用O₂等离子体氧化蚀刻目标材料而获得的氧化物膜,蚀刻工艺可以使用这样的等离子体:该等离子体使用含有Cl₂的气体,且蚀刻掩模去除步骤可以使用这样的等离子体蚀刻:该蚀刻使用含有F的气体,诸如CF4/O2等。

[0318] 如上所述,尽管能够通过湿蚀刻或干蚀刻在支撑基板81W中同时形成多个贯通孔83,但是可以如图22的A所示,在支撑基板81W的不形成贯通孔83的区域中形成贯通槽151。

[0319] 图22的A是其中形成有贯通槽151以及贯通孔83的支撑基板81W的平面图。

[0320] 例如,如图22的A所示,贯通槽151仅布置在以矩阵形式布置的多个贯通孔83外部以及在行方向和列方向的各者上位于贯通孔83之间的部分中。

[0321] 此外,在形成堆叠型透镜结构11的各个具有透镜的基板41中,支撑基板81W的贯通槽151能够形成在相同位置处。在这种情况下,在多个支撑基板81W堆叠为堆叠型透镜结构11的状态下,如图22的B的横截面图中一样,多个支撑基板81W的贯通槽151在多个支撑基板81W之间通过。

[0322] 作为具有透镜的基板41的一部分的支撑基板81W的贯通槽151能够提供这样的效果或优势:当从具有透镜的基板41外部施加使具有透镜的基板41变形的应力时,减轻由于应力而引发的具有透镜的基板41的变形。

[0323] 或者,贯通槽151能够提供这样的效果或优势:当从具有透镜的基板41内部产生使具有透镜的基板41变形的应力时,减轻由于应力而引发的具有透镜的基板41的变形。

[0324] <具有透镜的基板的制造方法>

[0325] 接着,将参照图23的A至G说明基板状态下的具有透镜的基板41W的制造方法。

[0326] 首先,如图23的A所示,制备其中形成有多个贯通孔83的支撑基板81W。在贯通孔83的侧壁上形成遮光膜121。尽管由于绘图表面的限制,图23的A至G仅图示了两个贯通孔83,但是如图19的A和B所示,在支撑基板81W的平面方向上实际形成有许多贯通孔83。此外,在靠近支撑基板81W的外周的区域中形成用于定位的对准标记(未图示)。

[0327] 支撑基板81W的上侧的前平面部171和下侧的后平面部172是被形成为平坦的以允许在后面的步骤中进行等离子体键合的平坦表面。支撑基板81W的厚度还起到间隔件的作用,该间隔件在支撑基板81W最终被分成具有透镜的基板41且叠加在另一具有透镜的基板41上时确定透镜到透镜的距离。

[0328] 优选使用具有 $10\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 或更低的低热膨胀系数的基材作为支撑基板81W。

[0329] 随后,如图23的B所示,将支撑基板81W布置在其中以固定间隔布置有多个凹形光学转印面182的下模具181上。更具体地,将支撑基板81W的后平面部172和下模具181的平面表面183叠加在一起,使得凹形光学转印面182位于支撑基板81W的贯通孔83内。下模具181的光学转印面182被形成为与支撑基板81W的贯通孔83一一对应,且调整支撑基板81W和下模具181的在平面方向上的位置,使得对应的光学转印面182和贯通孔83的中心在光轴方向上相同。下模具181由硬模具构件形成,并且例如使用金属、硅、石英或玻璃来构造。

[0330] 随后,如图23的C所示,将能量固化树脂191填充(滴落)到叠加在一起的下模具181和支撑基板81W的贯通孔83中。使用能量固化树脂191形成透镜树脂部82。因此,优选地,使能量固化树脂191预先经过消泡处理,以使其不包含气泡。优选地,进行真空消泡处理或使用离心力的消泡处理作为消泡处理。此外,优选在填充后进行真空消泡处理。当进行消泡处理时,能够形成其中不含有任何气泡的透镜树脂部82。

[0331] 随后,如图23的D所示,将上模具201布置在叠加在一起的下模具181和支撑基板81W上。多个凹形光学转印面202以固定间隔布置在上模具201中,且类似于布置下模具181的情况,在高精度对准贯通孔83和光学转印面202后布置上模具201,使得它们的中心在光轴方向上相同。

[0332] 在高度方向(绘图表面上的垂直方向)上,上模具201的位置被固定为使得上模具201和下模具181之间的间隔借助于对上模具201和下模具181之间的间隔进行控制的控制器而达到预定距离。在这种情况下,位于上模具201的光学转印面202和下模具181的光学转印面182之间的空间等于通过光学设计计算出的透镜树脂部82(透镜21)的厚度。

[0333] 或者,如图23的E所示,类似于布置下模具181的情况,可以将上模具201的平面表面203和支撑基板81W的前平面部171叠加在一起。在这种情况下,上模具201和下模具181之间的距离与支撑基板81W的厚度相同,且可以在平面方向和高度方向上实现高精度对准。

[0334] 当将上模具201和下模具181之间的间隔控制为达到预定距离时,在上述的图23的C的步骤中,滴落在支撑基板81W的贯通孔83中的能量固化树脂191的量被控制为这样的量:使得树脂不会溢出支撑基板81W的贯通孔83以及由布置在支撑基板81W的上侧和下侧的上模具201和下模具181围绕的空间。由此,可以在不浪费能量固化树脂191的材料的情况下降低制造成本。

[0335] 随后,在图23的E所示的状态下,进行使能量固化树脂191固化的处理。例如,通过作为能量的热或UV光照射能量固化树脂191且将能量固化树脂191放置预定时间段,来使能量固化树脂191固化。在固化期间,向下推上模具201且对其进行对准,从而能够尽可能地抑

制由于能量固化树脂191的收缩而引起的变形。

[0336] 可以使用热塑性树脂来代替能量固化树脂191。在这种情况下,在图23的E所示的状态下,加热上模具201和下模具181,从而将热塑性树脂模制成透镜形状,并且通过冷却使能量固化树脂191固化。

[0337] 随后,如图23的F所示,对上模具201和下模具181的位置进行控制的控制器使上模具201向上移动且使下模具181向下移动,使得上模具201和下模具181与支撑基板81W分开。当上模具201和下模具181与支撑基板81W分开时,包括透镜21的透镜树脂部82形成在支撑基板81W的贯通孔83内。

[0338] 可以使用氟基或硅基脱模剂涂覆与支撑基板81W接触的上模具201和下模具181的表面。通过这样做,能够使支撑基板81W与上模具201和下模具181容易地分开。此外,可以进行诸如含氟类金刚石碳(DLC)等各种涂层,以作为使支撑基板81W从接触面容易地分开的方法。

[0339] 随后,如图23的G所示,将上表面层122形成在支撑基板81W和透镜树脂部82的表面上,且将下表面层123形成在支撑基板81W和透镜树脂部82的后表面上。在形成上表面层122和下表面层123前或后,可以根据需要进行化学机械抛光(CMP)等以平坦化支撑基板81W的前平面部171和后平面部172。

[0340] 如上所述,当使用上模具201和下模具181将能量固化树脂191模压成型(压印)到形成在支撑基板81W中的贯通孔83中时,可以形成透镜树脂部82,且制造具有透镜的基板41。

[0341] 光学转印面182和光学转印面202的形状不限于上述的凹形形状,而是可以根据透镜树脂部82的形状适当地确定。如图15所示,具有透镜的基板41a至41e的透镜形状可以采用通过光学设计得到的各种形状。例如,透镜形状可以具有双凸形状,双凹形状,平凸形状,平凹形状,凸弯月形状,凹弯月形状或高阶非球面形状。

[0342] 此外,光学转印面182和光学转印面202可以具有这样的形状:形成后的透镜形状具有蛾眼(moth-eye)结构。

[0343] 根据上述的制造方法,因为通过插入的支撑基板81W能够防止由于能量固化树脂191的固化收缩而引起的透镜树脂部82之间的在平面方向上的距离的变化,所以能够高精度地控制透镜到透镜的距离。此外,该制造方法提供这样的效果:使用强的支撑基板81W加强弱的能量固化树脂191。因此,该制造方法提供这样的优势:能够提供其中布置有具有良好处理性质的多个透镜的透镜阵列基板,且能够抑制透镜阵列基板的翘曲。

[0344] <具有多边形形状的贯通孔的示例>

[0345] 如图19的B所示,贯通孔83的平面形状可以是诸如矩形等多边形形状。

[0346] 图24图示了当贯通孔83的平面形状为矩形时,具有透镜的基板41a的支撑基板81a和透镜树脂部82a的平面图和横截面图。

[0347] 图24所示的具有透镜的基板41a的横截面图是在平面图中沿着线B-B'和C-C'截取的横截面图。

[0348] 根据沿着线B-B'和C-C'截取的横截面图之间的比较能够理解,当贯通孔83a是矩形时,从贯通孔83a的中心到贯通孔83a的上外边缘的距离和从贯通孔83a的中心到贯通孔83a的下外边缘的距离在矩形的贯通孔83a的边方向上与对角线方向上是不同的,且对角线

方向上的距离大于边方向上的距离。由此,当贯通孔83a的平面形状是矩形时,如果透镜部91是圆形,那么从透镜部91的外圆周到贯通孔83a的侧壁的距离(即,支撑部92的长度)需要在矩形的边方向上与对角线方向上不同。

[0349] 因此,图24所示的透镜树脂部82a具有以下结构。

[0350] (1) 布置在透镜部91的外圆周的臂部101的长度在矩形的边方向上与对角线方向上相同。

[0351] (2) 布置在臂部101的外侧以延伸到贯通孔83a的侧壁的腿部102的长度被设定为使得腿部102在矩形的对角线方向上的长度大于腿部102在矩形的边方向上的长度。

[0352] 如图24所示,腿部102不与透镜部91直接接触,且臂部101与透镜部91直接接触。

[0353] 在图24所示的透镜树脂部82a中,与透镜部91直接接触的臂部101的长度和厚度在透镜部91的整个外周上是恒定的。因此,可以提供这样的效果或优势:整个透镜部91被恒定的力支撑而没有偏差。

[0354] 此外,当整个透镜部91被恒定的力支撑而没有偏差的时候,可以获得这样的效果或优势:当例如从围绕贯通孔83a的支撑基板81a向贯通孔83a的整个外周施加应力时,应力无偏差地被传输到整个透镜部91,从而防止了应力以有偏差的方式传输到透镜部91的特定部分。

[0355] 图25图示了具有透镜的基板41a的支撑基板81a和透镜树脂部82a的平面图和横截面图,其图示了平面形状为矩形的贯通孔83的另一示例。

[0356] 图25所示的具有透镜的基板41a的横截面图是在平面图中沿着线B-B' 和C-C' 截取的横截面图。

[0357] 在图25中,类似于图22的A和B,从贯通孔83a的中心到贯通孔83a的上外边缘的距离和从贯通孔83a的中心到贯通孔83a的下外边缘的距离在矩形的贯通孔83a的边方向上和对角线方向上是不同的,且对角线方向上的距离大于边方向上的距离。由此,当贯通孔83a的平面形状是矩形时,如果透镜部91是圆形,那么从透镜部91的外圆周到贯通孔83a的侧壁的距离(即,支撑部92的长度)需要在矩形的边方向上和在对角线方向上不同。

[0358] 因此,图25所示的透镜树脂部82a具有以下结构。

[0359] (1) 布置在透镜部91的外周的腿部102的长度沿着贯通孔83a的矩形的四边是恒定的。

[0360] (2) 为了实现结构(1),臂部101的长度被设定为使得臂部在矩形的对角线方向上的长度大于臂部在矩形的边方向上的长度。

[0361] 如图25所示,腿部102中的树脂的厚度大于臂部101中的树脂的厚度。由此,在具有透镜的基板41a的平面方向上的每单位面积的腿部102的体积大于臂部101的体积。

[0362] 在图25的实施例中,当腿部102的体积尽可能地减小且沿着贯通孔83a的矩形的四边保持恒定时,可以提供这样的效果或优势:例如,当发生诸如树脂膨胀等变形时,尽可能地抑制由于变形而引起的体积变化,且体积的变化在透镜部91的整个外周上尽可能少地偏差。

[0363] 图26是图示了具有透镜的基板41的透镜树脂部82和贯通孔83的另一实施例的横截面图。

[0364] 图26所示的透镜树脂部82和贯通孔83具有以下结构。

[0365] (1) 贯通孔83的侧壁是具有阶梯部221的阶梯形状。

[0366] (2) 透镜树脂部82的支撑部92的腿部102布置在贯通孔83的侧壁的上侧,且也布置在设置在贯通孔83中的阶梯部221上,以便在具有透镜的基板41的平面方向上延伸。

[0367] 将参照图27的A至F说明图26所示的阶梯形贯通孔83的形成方法。

[0368] 首先,如图27的A所示,在支撑基板81W的一个表面上形成蚀刻停止膜241,该蚀刻停止膜241对形成贯通孔时的湿蚀刻具有抵抗性。例如,蚀刻停止膜241可以是氮化硅膜。

[0369] 随后,在支撑基板81W的另一个表面上形成硬掩模242,该硬掩模242对形成贯通孔时的湿蚀刻具有抵抗性。例如,硬掩模242也可以是氮化硅膜。

[0370] 随后,如图27的B所示,使硬掩模242的预定区域开口以进行第一轮蚀刻。在第一轮蚀刻中,蚀刻出贯通孔83的形成阶梯部221的上端的部分。由此,硬掩模242的用于第一轮蚀刻的开口是与图26所示的具有透镜的基板41的上表面的表面开口对应的区域。

[0371] 随后,如图27的C所示,进行湿蚀刻,使得根据硬掩模242的开口将支撑基板81W蚀刻到预定深度。

[0372] 随后,如图27的D所示,在蚀刻的支撑基板81W的表面上再次形成硬掩模243,且使硬掩模243在与贯通孔83的阶梯部221的下部对应的区域中开口。例如,第二硬掩模243也可以是氮化硅膜。

[0373] 随后,如图27的E所示,进行湿蚀刻,使得根据硬掩模243的开口来蚀刻支撑基板81W以到达蚀刻停止膜241。

[0374] 最后,如图27的F所示,去除支撑基板81W的上表面上的硬掩模243和下表面上的蚀刻停止膜241。

[0375] 当以上述方式进行两轮用于形成贯通孔的支撑基板81W的湿蚀刻时,获得图26所示的具有阶梯形状的贯通孔83。

[0376] 图28图示了当贯通孔83a具有阶梯部221且贯通孔83a的平面形状是圆形时,具有透镜的基板41a的支撑基板81a和透镜树脂部82a的平面图和横截面图。

[0377] 图28中的具有透镜的基板41a的横截面图是在平面图中沿着线B-B' 和C-C' 截取的横截面图。

[0378] 当贯通孔83a的平面形状是圆形时,无论直径方向如何,贯通孔83a的横截面形状自然相同。除此以外,无论直径方向如何,透镜树脂部82a的外边缘、臂部101和腿部102的横截面形状也相同。

[0379] 图28所示的具有阶梯形状的贯通孔83a提供这样的效果或优势:与图14所示的贯通孔83a(其中,贯通孔83a中不设置阶梯部221)相比,能够增大透镜树脂部82的支撑部92的腿部102与贯通孔83a的侧壁接触的面积。因此,能够提供这样的效果或优势:增加透镜树脂部82与贯通孔83a的侧壁之间的粘附强度(即,透镜树脂部82a与支撑基板81W之间的粘附强度)。

[0380] 图29图示了当贯通孔83a具有阶梯部221且贯通孔83a的平面形状是矩形时,具有透镜的基板41a的支撑基板81a和透镜树脂部82a的平面图和横截面图。

[0381] 图29中的具有透镜的基板41a的横截面图是在平面图中沿着线B-B' 和C-C' 截取的横截面图。

[0382] 图29所示的透镜树脂部82和贯通孔83具有以下结构。

[0383] (1) 布置在透镜部91的外周的臂部101的长度在矩形的边方向上与对角线方向上相同。

[0384] (2) 布置在臂部101的外侧以延伸到贯通孔83a的侧壁的腿部102的长度被设定为使得腿部102在矩形的对角线方向上的长度大于腿部102在矩形的边方向上的长度。

[0385] 如图29所示,腿部102不与透镜部91直接接触,而臂部101与透镜部91直接接触。

[0386] 在图29所示的透镜树脂部82a中,类似于图24所示的透镜树脂部82a,与透镜部91直接接触的臂部101的长度和厚度在透镜部91的整个外圆周上是恒定的。由此,可以提供这样的效果或优势:整个透镜部91被恒定的力支撑而没有偏差。

[0387] 此外,当整个透镜部91被恒定的力支撑而没有偏差时,可以获得这样的效果或优势:例如,当从围绕贯通孔83a的支撑基板81a向贯通孔83a的整个外周施加应力时,应力无偏差地传输到整个透镜部91,从而防止了应力以偏离地方式传输至透镜部91的特定部分。

[0388] 此外,图29所示的贯通孔83a的结构提供这样的效果或优势:与图24等所示的贯通孔83a(其中,贯通孔83a中不设置阶梯部221)相比,能够增大透镜树脂部82a的支撑部92的腿部102与贯通孔83a的侧壁接触的面积。由此,能够提供这样的效果或优势:增加透镜树脂部82a与贯通孔83a的侧壁之间的粘附强度(即,透镜树脂部82a与支撑基板81a之间的粘附强度)

[0389] <11. 具有透镜的基板的直接键合>

[0390] 接着,将说明其中形成有多个具有透镜的基板41的基板状态下的具有透镜的基板41W的直接键合。

[0391] 在下面的说明中,如图30的A和B所示,将其中形成有多个具有透镜的基板41a的基板状态下的具有透镜的基板41W称为具有透镜的基板41W-a,且将其中形成有多个具有透镜的基板41b的基板状态下的具有透镜的基板41W称为具有透镜的基板41W-b。类似地称谓其他具有透镜的基板41c至41e。

[0392] 将参照图31的A和B说明基板状态下的具有透镜的基板41W-a和基板状态下的具有透镜的基板41W-b之间的直接键合。

[0393] 在图31的A和B中,具有透镜的基板41W-b的与具有透镜的基板41W-a的各部分对应的部分将由与具有透镜的基板41W-a相同的附图标记来标注。

[0394] 在具有透镜的基板41W-a和41W-b的上表面上形成上表面层122或125。在具有透镜的基板41W-a和41W-b的下表面上形成下表面层123或124。此外,如图31的A所示,对用作具有透镜的基板41W-a和41W-b的键合表面的具有透镜的基板41W-a的包括后平面部172在内的整个下表面和具有透镜的基板41W-b的包括前平面部171在内的整个上表面进行等离子体活化处理。等离子体活化处理中使用的气体可以是经受等离子体处理的任意气体,诸如 O_2 、 N_2 、He、Ar和 H_2 。然而,期望的是,与上表面层122和下表面层123的构成元素相同的气体用作等离子体活化处理中使用的气体。通过这样做,能够抑制上表面层122和下表面层123的膜本身的退化。

[0395] 如图31的B所示,将表面激活状态下的具有透镜的基板41W-a的后平面部172与具有透镜的基板41W-b的前平面部171附接在一起。

[0396] 通过具有透镜的基板的附接处理,在具有透镜的基板41W-a的下表面层123或124的表面上的OH自由基的氢与具有透镜的基板41W-b的上表面层122或125的表面上的OH自由

基的氢之间形成氢键。由此，具有透镜的基板41W-a和41W-b固定在一起。能够在大气压力的条件下进行具有透镜的基板的附接处理。

[0397] 对附接的具有透镜的基板41W-a和41W-b进行退火处理。这样，从OH自由基形成氢键的状态发生脱水缩合，且在具有透镜的基板41W-a的下表面层123或124和具有透镜的基板41W-b的上表面层122或125之间形成氧基共价键。或者，具有透镜的基板41W-a的下表面层123或124中含有的元素和具有透镜的基板41W-b的上表面层122或125中含有的元素形成共价键。通过这些键，两个具有透镜的基板牢固地固定在一起。在本说明书中，将布置在上侧的具有透镜的基板41W的下表面层123或124和布置在下侧的具有透镜的基板41W的上表面层122或125之间形成共价键从而将两个具有透镜的基板41W固定在一起的状态称为直接键合。专利文献1公开的通过形成在整个表面上的树脂来固定多个具有透镜的基板的方法具有这样的问题：树脂可能经历固化收缩和热膨胀，且透镜可能变形。与之相比，本发明的直接键合提供这样的效果或优势：因为当固定多个具有透镜的基板41W时不使用树脂，所以能够在不引起固化收缩和热膨胀的情况下固定多个具有透镜的基板41W。

[0398] 能够在大气压力的条件下进行退火处理。能够在100°C或更高，150°C或更高，或200°C或更高的温度进行该退火处理，以便实现脱水缩合。另一方面，从保护用于形成透镜树脂部82的能量固化树脂191免受热量影响以及抑制从能量固化树脂191脱气的观点来看，能够在400°C或更低，350°C或更低，或300°C或更低的温度进行该退火处理。

[0399] 如果在大气压力的条件下进行具有透镜的基板41W的附接处理或具有透镜的基板41W的直接键合处理，那么当键合的具有透镜的基板41W-a和41W-b返回到大气压力的环境中时，透镜树脂部82的外部与键合的透镜树脂部82之间的空间之间发生压力差。由于该压力差，透镜树脂部82被施加压力，且透镜树脂部82可能变形。

[0400] 当在大气压力的条件下进行具有透镜的基板41W的附接处理和具有透镜的基板的直接键合处理时，可以提供这样的效果或优势：能够避免当在大气压力以外的条件下进行键合时可能发生的透镜树脂部82的变形。

[0401] 当经受等离子体活化处理的基板被直接键合（即，等离子体键合）时，因为能够抑制当使用树脂作为键合剂时的流动性和热膨胀，所以能够提高当键合具有透镜的基板41W-a和41W-b时的位置精度。

[0402] 如上所述，将上表面层122或下表面层123形成在具有透镜的基板41W-a的后平面部172和具有透镜的基板41W-b的前平面部171上。在上表面层122和下表面层123中，由于在先进行的等离子体活化处理，很可能形成悬空键。即，形成在具有透镜的基板41W-a的后平面部172上的下表面层123和形成在具有透镜的基板41W-a的前平面部171上的上表面层122也具有增加键合强度的功能。

[0403] 此外，当上表面层122或下表面层123由氧化物膜形成时，因为该层不受由于等离子体(O_2)而引起的膜性质变化的影响，所以可以提供这样的效果：抑制透镜树脂部82的基于等离子体的腐蚀。

[0404] 如上所述，其中形成有多个具有透镜的基板41a的基板状态下的具有透镜的基板41W-a和其中形成有多个具有透镜的基板41b的基板状态下的具有透镜的基板41W-b在经受基于等离子体的表面激活处理之后被直接键合（即，使用等离子键合来将基板键合）。

[0405] 图32的A至F图示了使用参照图31的A和B所述的键合基板状态下的具有透镜的基

板41W的方法来堆叠在基板状态下的与图13所示的堆叠型透镜结构11对应的五个具有透镜的基板41a至41e的第一堆叠方法。

[0406] 首先,如图32的A所示,制备位于堆叠型透镜结构11的底层上的基板状态下的具有透镜的基板41W-e。

[0407] 随后,如图32的B所示,将位于从堆叠型透镜结构11的底部开始的第二层的基板状态下的具有透镜的基板41W-d键合到基板状态下的具有透镜的基板41W-e。

[0408] 随后,如图32的C所示,将位于从堆叠型透镜结构11的底部开始的第三层的基板状态下的具有透镜的基板41W-c键合到基板状态下的具有透镜的基板41W-d。

[0409] 随后,如图32的D所示,将位于从堆叠型透镜结构11的底部开始的第四层的基板状态下的具有透镜的基板41W-b键合到基板状态下的具有透镜的基板41W-c。

[0410] 随后,如图32的E所示,将位于从堆叠型透镜结构11的底部开始的第五层的基板状态下的具有透镜的基板41W-a键合到基板状态下的具有透镜的基板41W-b。

[0411] 最后,如图32的F所示,将位于堆叠型透镜结构11的具有透镜的基板41a的上层上的光阑板51W键合到基板状态下的具有透镜的基板41W-a。

[0412] 这样,当按照从位于堆叠型透镜结构11的下层的具有透镜的基板41W到位于上层的具有透镜的基板41W的次序逐一地顺序堆叠五个基板状态下的具有透镜的基板41W-a至41W-e时,获得基板状态下的堆叠型透镜结构11W。

[0413] 图33的A至F图示了使用参照图31的A和B所述的键合基板状态下的具有透镜的基板41W的方法来对基板状态下的与图13所示的堆叠型透镜结构11对应的五个具有透镜的基板41a至41e进行堆叠的第二堆叠方法。

[0414] 首先,如图33的A所示,制备位于堆叠型透镜结构11的具有透镜的基板41a的上侧上的光阑板51W。

[0415] 随后,如图33的B所示,将位于堆叠型透镜结构11的顶层上的基板状态下的具有透镜的基板41W-a上下颠倒,然后将它键合到光阑板51W。

[0416] 随后,如图33的C所示,将位于从堆叠型透镜结构11的顶部开始的第二层的基板状态下的具有透镜的基板41W-b上下颠倒,然后将它键合到基板状态下的具有透镜的基板41W-a。

[0417] 随后,如图33的D所示,将位于从堆叠型透镜结构11的顶部开始的第三层的基板状态下的具有透镜的基板41W-c上下颠倒,然后将它键合到基板状态下的具有透镜的基板41W-b。

[0418] 随后,如图33的E所示,将位于从堆叠型透镜结构11的顶部开始的第四层的基板状态下的具有透镜的基板41W-d上下颠倒,然后将它键合到基板状态下的具有透镜的基板41W-c。

[0419] 最后,如图33的F所示,将位于从堆叠型透镜结构11的顶部开始的第五层的基板状态下的具有透镜的基板41W-e上下颠倒,然后将它键合到基板状态下的具有透镜的基板41W-d。

[0420] 这样,当按照从位于堆叠型透镜结构11的上层的具有透镜的基板41W到位于下层的具有透镜的基板41W的次序逐一地顺序堆叠五个基板状态下的具有透镜的基板41W-a至41W-e时,获得基板状态下的堆叠型透镜结构11W。

[0421] 使用刀片或激光等将通过图32的A至F或图33的A至F所述的堆叠方法而堆叠的基板状态下的五个具有透镜的基板41W-a至41W-e分成各个模块或芯片,从而获得其中堆叠有五个具有透镜的基板41a至41e的堆叠型透镜结构11。

[0422] <12. 相机模块的第八和第九实施例>

[0423] 图34图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第八实施例。

[0424] 图35图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第九实施例。

[0425] 在图34和图35的说明中,将仅说明与图13所示的相机模块E不同的部分。

[0426] 在图34所示的相机模块1H和图35所示的相机模块1J中,将图13所示的相机模块E的结构材料73的一部分替换为其他结构。

[0427] 在图34所示的相机模块1H中,将相机模块1J的结构材料73的一部分替换为结构材料301a和301b以及透光基板302。

[0428] 具体地,结构材料301a布置在光接收元件12的上侧的一部分中。光接收元件12和透光基板302由结构材料301a固定。结构材料301a例如是环氧基树脂。

[0429] 结构材料301b布置在透光基板302的上侧。透光基板302和堆叠型透镜结构11由结构材料301b固定。结构材料301b例如是环氧基树脂。

[0430] 与之相比,在图35所示的相机模块1J中,将图34所示的相机模块1H的结构材料301a的一部分替换为具有透光性的树脂层311。

[0431] 树脂层311布置在光接收元件12的整个上表面上。光接收元件12和透光基板302由树脂层311固定。布置在光接收元件12的整个表面上的树脂层311提供这样的效果或优势:当从透光基板302的上侧向透光基板302施加应力时,树脂层311防止应力集中在光接收元件12的部分区域上,使得应力在被接收的同时被分布到光接收元件12的整个表面。

[0432] 结构材料301b布置在透光基板302的上侧。透光基板302和堆叠型透镜结构11由结构材料301b固定。

[0433] 图34所示的相机模块1H和图35所示的相机模块1J包括位于光接收元件12的上侧的透光基板302。例如,透光基板302提供这样的效果或优势:抑制光接收元件12在制造相机模块1H或1J的过程中受损。

[0434] <13. 相机模块的第十实施例>

[0435] 图36图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第十实施例。

[0436] 在图36所示的相机模块1J中,堆叠型透镜结构11容纳在镜筒74中。镜筒74通过固定构件333固定到沿轴331移动的移动构件332。当镜筒74通过驱动马达(未图示)沿轴331的轴向移动时,调整从堆叠型透镜结构11到光接收元件12的成像面的距离。

[0437] 镜筒74、轴331、移动构件332和固定构件333容纳在壳体334中。保护基板335布置在光接收元件12的上部,且保护基板335和壳体334通过粘合剂336连接。

[0438] 移动堆叠型透镜结构11的机构提供这样的效果或优势:允许使用相机模块1J的相机在拍摄图像时进行自动对焦操作。

[0439] <14. 相机模块的第十一实施例>

[0440] 图37图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第十一实施例。

[0441] 图37所示的相机模块1L是这样的相机模块:其中,添加了基于压电元件的调焦机构。

[0442] 即,在相机模块1L中,类似于图34所示的相机模块1H,结构材料301a布置在光接收元件12的上侧的一部分中。光接收元件12和透光基板302由结构材料301a固定。结构材料301a例如是环氧基树脂。

[0443] 压电元件351布置在透光基板302的上侧。透光基板302和堆叠型透镜结构11由压电元件351固定。

[0444] 在相机模块1L中,当电压被施加到布置在堆叠型透镜结构11的下侧的压电元件351且电压被阻挡时,堆叠型透镜结构11能够上下移动。用于移动堆叠型透镜结构11的装置不限于压电元件351,而是能够使用当电压被施加或被阻挡时形状改变的其他器件。例如,能够使用MEMS器件。

[0445] 移动堆叠型透镜结构11的机构提供这样的效果或优势:允许使用相机模块1L的相机在拍摄图像时进行自动对焦操作。

[0446] <15.本结构相比于其它结构的优势>

[0447] 堆叠型透镜结构11具有通过直接键合来固定具有透镜的基板41的结构(以下,称为本结构)。将与其中形成有透镜的具有透镜的基板的其他结构进行比较来说明本结构的效果和优势。

[0448] <比较结构示例1>

[0449] 图38是用于与本结构进行比较的第一基板结构(以下,称为比较结构示例1)的横截面图,且是日本专利申请特开第2011-138089号(以下,称为比较文献1)的图14B中公开的晶圆级堆叠结构的横截面图。

[0450] 图38所示的晶圆级堆叠结构1000具有这样的结构:两个透镜阵列基板1021堆叠在传感器阵列基板1012(其中,多个图像传感器1011布置在晶片基板1010上)上,且在它们之间插入有柱状间隔件1022。各透镜阵列基板1021包括具有透镜的基板1031和形成在具有透镜的基板1031中形成的多个贯穿孔部中的透镜1032。

[0451] <比较结构示例2>

[0452] 图39是用于与本结构进行比较的第二基板结构(以下,称为比较结构示例2)的横截面图,且是日本专利申请特开第2009-279790号(以下,称为比较文献2)的图5A中公开的透镜阵列基板的横截面图。

[0453] 在图39所示的透镜阵列基板1041中,透镜1053设置在形成在平面基板1051中的多个贯穿孔1052中。各透镜1053由树脂(能量固化树脂)1054形成,且树脂1054也形成在基板1051的上表面上。

[0454] 将参照图40的A至C简要说明图39所示的透镜阵列基板1041的制造方法。

[0455] 图40的A图示了其中形成有多个贯穿孔1052的基板1051放置在下模具1061上的状态。下模具1061是金属模具,其在后续步骤中从下侧朝上侧按压树脂1054。

[0456] 图40的B图示了这样的状态:在将树脂1054涂敷到多个贯穿孔1052的内部和基板1051的上表面后,将上模具1062布置在基板1051上,且使用上模具1062和下模具1061进行模压成型。上模具1062是从上侧朝向下侧按压树脂1054的金属模具。在图40的B所示的状态下,树脂1054已固化。

[0457] 图40的C图示了这样的状态:在树脂1054固化后,去除上模具1062和下模具1061,且获得透镜阵列基板1041。

[0458] 透镜阵列基板1041的特征在于：(1)形成在基板1051的贯通孔1052的位置处的树脂1054形成透镜1053，从而在基板1051中形成多个透镜1053；和(2)在基板1051的位于多个透镜1053之间的整个上表面上形成树脂1054的薄层。

[0459] 当堆叠多个透镜阵列基板1041以形成结构时，可以获得这样的效果或优势：形成在基板1051的整个表面上的树脂1054的薄层起到附接基板的粘合剂的作用。

[0460] 此外，当堆叠多个透镜阵列基板1041以形成结构时，因为与图38所示的作为比较结构示例1的晶圆级堆叠结构1000相比，能够增加基板的附接面积，所以能够使用更强的力来附接基板。

[0461] <比较结构示例2中的树脂的效果>

[0462] 在公开了图39所示的作为比较结构示例2的透镜阵列基板1041的比较文献2中，说明了用作透镜1053的树脂1054提供以下效果。

[0463] 在比较结构示例2中，使用能量固化树脂作为树脂1054。此外，使用光固化树脂作为能量固化树脂的示例。当使用光固化树脂作为能量固化树脂且使用UV光照射树脂1054时，树脂1054固化。通过该固化，树脂1054中发生固化收缩。

[0464] 然而，根据图39所示的透镜阵列基板1041的结构，即使当树脂1054发生固化收缩时，因为基板1051设置在多个透镜1053之间，所以能够防止由于树脂1054的固化收缩而引起的透镜1053之间的距离变化。因此，能够抑制其中布置有多个透镜1053的透镜阵列基板1041的翘曲。

[0465] <比较结构示例3>

[0466] 图41是用于与本结构进行比较的第三基板结构(以下，称为比较结构示例3)的横截面图，且是日本专利申请特开第2010-256563号(以下，称为比较文献3)的图1中公开的透镜阵列基板的横截面图。

[0467] 在图41所示的透镜阵列基板1081中，透镜1093设置在形成在平面基板1091中的多个贯通孔1092中。各透镜1093由树脂(能量固化树脂)1094形成，且树脂1094也形成在基板1091的其中未形成贯通孔1092的上表面上。

[0468] 将参照图42的A至C简要说明图41所示的透镜阵列基板1081的制造方法。

[0469] 图42的A图示了其中形成有多个贯通孔1092的基板1091放置在下模具1101上的状态。下模具1101是金属模具，其在后续步骤中从下侧朝向上侧按压树脂1094。

[0470] 图42的B图示了这样的状态：在将树脂1094涂敷到多个贯通孔1092的内部和基板1091的上表面后，将上模具1102布置在基板1091上，且使用上模具1102和下模具1101进行模压成型。上模具1102是从上侧朝向下侧按压树脂1094的金属模具。在图42的B所示的状态下，树脂1094已固化。

[0471] 图42的C图示了这样的状态：在树脂1094固化后，去除上模具1102和下模具1101，以获得透镜阵列基板1081。

[0472] 透镜阵列基板1081的特征在于：(1)形成在基板1091的贯通孔1092的位置处的树脂1094形成透镜1093，从而在基板1091中形成多个透镜1093；和(2)在基板1091的位于多个透镜1093之间的整个上表面上形成树脂1094的薄层。

[0473] <比较结构示例3中的树脂的效果>

[0474] 在公开了图41所示的作为比较结构示例3的透镜阵列基板1081的比较文献3中，说

明了用作透镜1093的树脂1094提供以下效果。

[0475] 在比较结构示例3中,使用能量固化树脂作为树脂1094。此外,使用光固化树脂作为能量固化树脂的示例。当使用光固化树脂作为能量固化树脂且使用UV光照射树脂1094时,树脂1094固化。通过该固化,树脂1094中发生固化收缩。

[0476] 然而,根据图41所示的透镜阵列基板1081的结构,即使当树脂1094发生固化收缩时,因为基板1091设置在多个透镜1093之间,所以可以防止由于树脂1094的固化收缩而引起的透镜1093之间的距离变化。因此,能够抑制其中布置有多个透镜1093的透镜阵列基板1081的翘曲。

[0477] 如上所述,在比较文献2和3中,说明了当光固化树脂固化时发生固化收缩。和比较文献2和3一样,在日本专利申请特开第2013-1091号等中也公开了当光固化树脂固化时发生的固化收缩。

[0478] 此外,当将树脂塑形成透镜的形状且被塑形的树脂固化时,树脂中发生固化收缩的问题不限于光固化树脂。例如,固化期间发生的固化收缩也是热固化树脂中的问题,热固化树脂是与光固化树脂类似的一种能量固化树脂。这在例如日本专利申请特开第2010-204631号等以及比较文献1和3中也有披露。

[0479] <比较结构示例4>

[0480] 图43是用于与本结构进行比较的第四基板结构(以下,称为比较结构示例4)的横截面图,且是上述比较文献2的图6中公开的透镜阵列基板的横截面图。

[0481] 图43所示的透镜阵列基板1121与图39所示的透镜阵列基板1041的不同之处在于:基板1141的除了贯通孔1142以外的形状朝向下侧以及上侧突出,并且树脂1144也形成在基板1141的下表面的一部分中。透镜阵列基板1121的其他构造类似于图39所示的透镜阵列基板1041。

[0482] 图44图示了图43所示的透镜阵列基板1121的制造方法,且与图40的B对应。

[0483] 图44图示了这样的状态:在将树脂1144涂敷到多个贯通孔1142的内部和基板1141的上表面后,使用上模具1152和下模具1151进行模压成型。树脂1144也被注入在基板1141的下表面与下模具1151之间。在图44所示的状态下,树脂1144已固化。

[0484] 透镜阵列基板1121的特征在于:(1)形成在基板1141的贯通孔1142的位置处的树脂1144形成透镜1143,从而在基板1141中形成多个透镜1143;和(2)在基板1141的位于多个透镜1143之间的整个上表面上形成树脂1144的薄层,且在基板1141的下表面的一部分中也形成树脂1144的薄层。

[0485] <比较结构示例4中的树脂的效果>

[0486] 在公开了图43所示的作为比较结构示例4的透镜阵列基板1121的比较文献2中,说明了用作透镜1143的树脂1144提供以下效果。

[0487] 在图43所示的作为比较结构示例4的透镜阵列基板1121中,使用作为能量固化树脂的示例的光固化树脂作为树脂1144。当使用UV光照射树脂1144时,树脂1144固化。通过该固化,类似于比较结构示例2和3,树脂1144中发生固化收缩。

[0488] 然而,在比较结构示例4的透镜阵列基板1121中,在基板1141的下表面的特定区域中以及基板1141的位于多个透镜1143之间的整个上表面上形成有树脂1144的薄层。

[0489] 这样,当使用在基板1141的上表面上和下表面上都形成有树脂1144的结构时,能

够消除整个透镜阵列基板1121的翘曲方向。

[0490] 与之相比,在图39所示的作为比较结构示例2的透镜阵列基板1041中,尽管在基板1051的位于多个透镜1053之间的整个上表面上形成树脂1054的薄层,但是在基板1051的下表面上没有形成树脂1054的薄层。

[0491] 因此,在图43所示的透镜阵列基板1121中,与图39所示的透镜阵列基板1041相比,能够提供其中翘曲量减小的透镜阵列基板。

[0492] <比较结构示例5>

[0493] 图45是用于与本结构进行比较的第五基板结构(以下,称为比较结构示例5)的横截面图,且是上述比较文献2的图9中公开的透镜阵列基板的横截面图。

[0494] 图45所示的透镜阵列基板1161与图39所示的透镜阵列基板1041的不同之处在于:树脂突出区域1175形成在基板1171的与形成在基板1171中的贯通孔1172靠近的后表面上。透镜阵列基板1161的其他构造类似于图39所示的透镜阵列基板1041。

[0495] 图45图示了切分后的透镜阵列基板1161。

[0496] 透镜阵列基板1161的特征在于:(1)形成在基板1171的贯通孔1172的位置处的树脂1174形成透镜1173,从而在基板1171中形成多个透镜1173;和(2)在基板1171的位于多个透镜1173之间的整个上表面上形成有树脂1174的薄层,并且在基板1171的下表面的一部分中也形成有树脂1174的薄层。

[0497] <比较结构示例5中的树脂的效果>

[0498] 在公开了图45所示的作为比较结构示例5的透镜阵列基板1161的比较文献2中,说明了用作透镜1173的树脂1174提供以下效果。

[0499] 在图45所示的作为比较结构示例5的透镜阵列基板1161中,使用作为能量固化树脂的示例的光固化树脂作为树脂1174。当使用UV光照射树脂1174时,树脂1174固化。通过该固化,类似于比较结构示例2和3,树脂1174中发生固化收缩。

[0500] 然而,在比较结构示例5的透镜阵列基板1171中,树脂1174的薄层(树脂突出区域1175)形成在基板1171的下表面的特定区域中以及基板1171的位于多个透镜1173之间的整个上表面。由此,可以提供这样的透镜阵列基板:其中,消除了整个透镜阵列基板1171的翘曲方向,且翘曲量减小。

[0501] <比较结构示例2至5中的树脂的效果的比较>

[0502] 比较结构示例2至5中的树脂的效果能够总结如下。

[0503] (1)与比较结构示例2和3中一样,在透镜阵列基板的整个上表面上布置树脂层的结构的情况下,布置有多个透镜的基板中发生翘曲。

[0504] 图46的A至C示意性地图示了树脂层布置在透镜阵列基板的整个上表面上的结构,且图示了用作透镜的树脂的效果。

[0505] 如图46的A和B所示,当使用UV光照射以进行固化时,布置在透镜阵列基板1211(未图示透镜和贯通孔)的上表面上的光固化树脂1212的层中发生固化收缩。因此,光固化树脂1212的层中发生由于光固化树脂1212而引起的收缩方向上的力。

[0506] 另一方面,即使当使用UV光照射时,透镜阵列基板1211本身也不会收缩或膨胀。即,在透镜阵列基板1211自身中不会发生由于基板而产生的力。因此,透镜阵列基板1211以向下凸起的形状翘曲,如图46的C所示。

[0507] (2) 然而,与比较结构示例4和5中一样,在透镜阵列基板的上表面上和下表面上都布置有树脂层的结构的情况下,因为消除了透镜阵列基板的翘曲方向,所以与比较结构示例2和3相比,能够减小透镜阵列基板的翘曲量。

[0508] 图47的A至C示意性地图示了树脂层布置在透镜阵列基板的上表面上和下表面上的结构,且图示了用作透镜的树脂的效果。

[0509] 如图47的A和B所示,当使用UV光照射以进行固化时,布置在透镜阵列基板1211的上表面上的光固化树脂1212的层中发生固化收缩。因此,布置在透镜阵列基板1211的上表面上的光固化树脂1212的层中发生由于光固化树脂1212而引起的收缩方向上的力。因此,使透镜阵列基板1211以向下凸起的形状翘曲的力作用在透镜阵列基板1211的上表面侧。

[0510] 与之相比,即使当使用UV光照射时,透镜阵列基板1211本身也不会收缩或膨胀。即,透镜阵列基板1211自身中不会发生由于基板而产生的力。

[0511] 另一方面,当使用UV光照射以进行固化时,布置在透镜阵列基板1211的下表面上的光固化树脂1212的层中发生固化收缩。因此,布置在透镜阵列基板1211的下表面上的光固化树脂1212的层中发生由于光固化树脂1212而产生的收缩方向上的力。由此,使透镜阵列基板1211以向上凸起的形状翘曲的力作用在透镜阵列基板1211的下表面侧。

[0512] 作用在透镜阵列基板1211的上表面侧的使透镜阵列基板1211以向下凸起的形状翘曲的力和作用在透镜阵列基板1211的下表面侧的使透镜阵列基板1211以向上凸起的形状翘曲的力彼此抵消。

[0513] 因此,如图47的C所示,比较结构示例4和5中的透镜阵列基板1211的翘曲量小于图46的C所示的比较结构示例2和3中的翘曲量。

[0514] 如上所述,使透镜阵列基板翘曲的力和透镜阵列基板的翘曲量受到(1)在透镜阵列基板的上表面上作用在透镜阵列基板上的力的方向和幅度与(2)在透镜阵列基板的下表面上作用在透镜阵列基板上的力的方向和幅度之间的相对关系的影响。

[0515] <比较结构示例6>

[0516] 因此,例如,如图48的A所示,能够考虑这样的透镜阵列基板结构:其中,布置在透镜阵列基板1211的上表面上的光固化树脂1212的层和面积与布置在透镜阵列基板1211的下表面上的光固化树脂1212的层和面积相同。将该透镜阵列基板结构称为用于与本结构进行比较的第六基板结构(以下,称为比较结构示例6)。

[0517] 在比较结构示例6中,布置在透镜阵列基板1211的上表面上的光固化树脂1212的层中发生由于光固化树脂1212而产生的收缩方向上的力。透镜阵列基板1211自身中不会发生由于基板而产生的力。由此,使透镜阵列基板1211以向下凸起的形状翘曲的力作用在透镜阵列基板1211的上表面侧。

[0518] 另一方面,布置在透镜阵列基板1211的下表面上的光固化树脂1212的层中发生由于光固化树脂1212而产生的收缩方向上的力。透镜阵列基板1211自身中不会发生由于基板而产生的力。由此,使透镜阵列基板1211以向上凸起的形状翘曲的力作用在透镜阵列基板1211的下表面侧。

[0519] 与图47的A所示的结构相比,使透镜阵列基板1211翘曲的两种类型的力更有效地在相互抵消的方向上作用。因此,与比较结构示例4和5相比,进一步减小了使透镜阵列基板1211翘曲的力和透镜阵列基板1211的翘曲量。

[0520] <比较结构示例7>

[0521] 然而,实际上,形成组装到相机模块中的堆叠型透镜结构的具有透镜的基板的形状不同。更具体地,在形成堆叠型透镜结构的多个具有透镜的基板中,例如,具有透镜的基板的厚度和贯通孔的尺寸可以不同,且形成在贯通孔中的透镜的厚度、形状、体积等可以不同。更具体地,形成在具有透镜的基板的上表面上和下表面上的光固化树脂的厚度可以与其他的具有透镜的基板彼此不同。

[0522] 图49是通过堆叠三个具有透镜的基板而形成的作为第七基板结构(以下,称为比较结构示例7)的堆叠型透镜结构的横截面图。在该堆叠型透镜结构中,类似于图48的A至C所示的比较结构示例6,假设布置在各个具有透镜的基板的上表面上和下表面上的光固化树脂的层和面积相同。

[0523] 图49所示的堆叠型透镜结构1311包括三个具有透镜的基板1321至1323。

[0524] 在下面的说明中,在三个具有透镜的基板1321至1323中,将中间层的具有透镜的基板1321称为第一具有透镜的基板1321,将顶层的具有透镜的基板1322称为第二具有透镜的基板1322,且将底层的具有透镜的基板1323称为第三具有透镜的基板1323。

[0525] 布置在顶层的第二具有透镜的基板1322的基板厚度和透镜厚度不同于布置在底层的第三具有透镜的基板1323的基板厚度和透镜厚度。

[0526] 更具体地,第三具有透镜的基板1323的透镜厚度大于第二具有透镜的基板1322的透镜厚度。因此,第三具有透镜的基板1323的基板厚度大于第二具有透镜的基板1322的基板厚度。

[0527] 树脂1341形成在第一和第二具有透镜的基板1321和1322之间的整个接触面上,以及第一和第三具有透镜的基板1321和1323之间的整个接触面上。

[0528] 三个具有透镜的基板1321至1323的贯通孔的横截面形状具有所谓的扇形,使得基板的上表面比基板的下表面宽。

[0529] 将参照图50的A至D说明具有不同形状的三个具有透镜的基板1321至1323的效果。

[0530] 图50的A至C示意性地图示了图49所示的堆叠型透镜结构1311。

[0531] 如在该堆叠型透镜结构1311中这样,当具有不同基板厚度的第二和第三具有透镜的基板1322和1323分别布置在第一具有透镜的基板1321的上表面上和下表面上时,使堆叠型透镜结构1311翘曲的力和堆叠型透镜结构1311的翘曲量根据堆叠型透镜结构1311的厚度方向上的如下位置而改变,该位置是存在于三个具有透镜的基板1321至1323的整个接触面中的树脂1341的层所存在的位置。

[0532] 除非存在于三个具有透镜的基板1321至1323的整个接触面中的树脂1341的层关于通过堆叠型透镜结构1311的中心线(即,堆叠型透镜结构的在厚度方向上的中心点)且在基板的平面方向上延伸的线对称地布置,否则无法如图48的C所示地完全消除由于布置在第一具有透镜的基板1321的上表面上和下表面上的树脂1341的固化收缩而产生的力的影响。因此,堆叠型透镜结构1311在某个方向上翘曲。

[0533] 例如,当第一具有透镜的基板1321的上表面上和下表面上的两层树脂1341布置为向着堆叠型透镜结构1311的厚度方向上的中心线的上方偏移时,如果两层树脂1341中发生固化收缩,那么堆叠型透镜结构1311以向下凸起的形状翘曲,如图50的C所示。

[0534] 此外,当第二和第三具有透镜的基板1322和1323中的较薄基板中的贯通孔的横截

面形状具有朝向第一具有透镜的基板1321变宽的形状时,透镜损失或破损的可能性可能会增加。

[0535] 在图49所示的示例中,第二和第三具有透镜的基板1322和1323中的具有较小厚度的第二具有透镜的基板1322中的贯通孔的横截面形状具有朝向第一具有透镜的基板1321变宽的扇形。在该形状中,当第一具有透镜的基板1321的上表面上和下表面上的两层树脂1341中发生固化收缩时,如图50的C所示的使堆叠型透镜结构1311以向下凸起的形状翘曲的力作用在堆叠型透镜结构1311上。如图50的D所示,该力作为在使第二具有透镜的基板1322中的透镜和基板分离的方向上作用的力。通过该作用,第二具有透镜的基板1322的透镜1332损失或破损的可能性增加。

[0536] 接着,将考虑树脂热膨胀的情况。

[0537] <比较结构示例8>

[0538] 图51是通过堆叠三个具有透镜的基板而形成的作为第八基板结构(以下,称为比较结构示例8)的堆叠型透镜结构的横截面图。在该堆叠型透镜结构中,类似于图48的A至C所示的比较结构示例6,假设布置在各个具有透镜的基板的上表面上和下表面上的光固化树脂的层和面积相同。

[0539] 图51所示的比较结构示例8与图49所示的比较结构示例7的不同之处在于:三个具有透镜的基板1321至1323的贯通孔的横截面形状具基板的下表面的开口比基板的上表面的开口窄的所谓的向下锥形。

[0540] 图52的A至C示意性地图示了图51所示的堆叠型透镜结构1311。

[0541] 当用户实际使用相机模块时,相机壳体的温度随着伴随相机的操作而造成的功耗增加而增加,且相机模块的温度也增加。随着该温度升高,布置在图51所示的堆叠型透镜结构1311的第一具有透镜的基板1321的上表面上和下表面上的树脂1341热膨胀。

[0542] 即使当布置在第一具有透镜的基板1321的上表面上和下表面上的树脂1341的面积和厚度与图48的A所示的相同时,除非存在于三个具有透镜的基板1321至1323的整个接触面中的树脂1341的层关于通过堆叠型透镜结构1311的中心线(即,堆叠型透镜结构的厚度方向上的中心点)且在基板的平面方向上延伸的线对称地布置,否则无法如图48的C所示地完全消除由于布置在第一具有透镜的基板1321的上表面上和下表面上的树脂1341的热膨胀而产生的力的影响。因此,堆叠型透镜结构1311在某个方向上翘曲。

[0543] 例如,当第一具有透镜的基板1321的上表面上和下表面上的两层树脂1341布置为向着堆叠型透镜结构1311的厚度方向上的中心线的上方偏移时,如果两层树脂1341中发生热膨胀,那么堆叠型透镜结构1311以向上凸起的形状翘曲,如图52的C所示。

[0544] 此外,在图51所示的示例中,第二和第三具有透镜的基板1322和1323中具有较小厚度的第二具有透镜的基板1322中的贯通孔的横截面形状具有朝向第一具有透镜的基板1321变窄的向下锥形。在该形状中,当第一具有透镜的基板1321的上表面上和下表面上的两层树脂1341热膨胀时,使堆叠型透镜结构1311以向上凸起的形状翘曲的力作用在堆叠型透镜结构1311上。如图52的D所示,该力作为在使第二具有透镜的基板1322中的透镜和基板分离的方向上作用的力而起作用。通过这样的作用,第二具有透镜的基板1322的透镜1332损失或破损的可能性增加。

[0545] <本结构>

[0546] 图53的A和B图示了采用本结构的包括三个具有透镜的基板1361至1363的堆叠型透镜结构1371。

[0547] 图53的A图示了与图49所示的堆叠型透镜结构1311对应的结构,其中,贯通孔的横截面形状具有所谓的扇形。另一方面,图53的B图示了与图51所示的堆叠型透镜结构1311对应的结构,其中,贯通孔的横截面形状具有所谓的向下锥形。

[0548] 图54的A至C示意性地图示了图53的A和B所示的堆叠型透镜结构1371以便说明本结构的效果。

[0549] 堆叠型透镜结构1371具有这样的结构:其中,第二具有透镜的基板1362布置在位于中心的第一具有透镜的基板1361上,且第三具有透镜的基板1363布置在第一具有透镜的基板1361下。

[0550] 布置在顶层的第二具有透镜的基板1362的基板厚度和透镜厚度不同于布置在底层的第三具有透镜的基板1363的基板厚度和透镜厚度。更具体地,第三具有透镜的基板1363的透镜厚度大于第二具有透镜的基板1362的透镜厚度。因此,第三具有透镜的基板1363的基板厚度大于第二具有透镜的基板1362的基板厚度。

[0551] 在本结构的堆叠型透镜结构1371中,基板的直接键合用作用于固定具有透镜的基板的方式。换言之,待被固定的具有透镜的基板经受等离子体活化处理,且待被固定的两个具有透镜的基板被等离子体键合。再换言之,在待被堆叠的两个具有透镜的基板的表面上形成氧化硅膜,且羟基自由基与该膜结合。其后,两个具有透镜的基板被附接在一起,并被加热且经受脱水缩合。这样,两个具有透镜的基板通过硅氧共价键直接键合。

[0552] 因此,在本结构的堆叠型透镜结构1371中,不使用基于树脂的附接作为用于固定具有透镜的基板的方式。因此,具有透镜的基板之间不布置用于形成透镜的树脂或用于附接基板的树脂。此外,因为具有透镜的基板的上表面上或下表面上不布置树脂,所以具有透镜的基板的上表面中或下表面中不会发生树脂的热膨胀或固化收缩。

[0553] 因此,在堆叠型透镜结构1371中,与上述的比较结构示例1至8不一样地,即使当具有不同透镜厚度和不同基板厚度的第二和第三具有透镜的基板1362和1363分别布置在第一具有透镜的基板1351的上表面上和下表面上时,也不会发生由于固化收缩而引起的基板翘曲和由于热膨胀而引起的基板翘曲。

[0554] 即,通过直接键合来固定具有透镜的基板的本结构提供这样的效果和优势:即使当具有不同透镜厚度和不同基板厚度的具有透镜的基板堆叠在本结构上和下时,与上述的比较结构示例1至8相比,也可以更有效地抑制基板的翘曲。

[0555] <16. 各种变型例>

[0556] 下面将说明上述各实施例的其他变型例。

[0557] <16.1 具有光学光阑的防护玻璃>

[0558] 为了保护堆叠型透镜结构11的透镜21的表面,有时在堆叠型透镜结构11的上部中设置防护玻璃。在这种情况下,防护玻璃可以具有光学光阑的功能。

[0559] 图55图示了防护玻璃具有光学光阑的功能的第一构造例。

[0560] 在如图55所示的防护玻璃具有光学光阑的功能的第一构造例中,防护玻璃1501进一步堆叠在堆叠型透镜结构11上。此外,镜筒74布置在堆叠型透镜结构11和防护玻璃1501的外侧。

[0561] 遮光膜1502形成在防护玻璃1501的靠近具有透镜的基板41a的表面(在图中,防护玻璃1501的下表面)上。这里,从具有透镜的基板41a至41e的透镜中心(光学中心)起的预定范围被构造为开口1503,在开口中不形成遮光膜1502,开口1503起到光学光阑的作用。这样,例如,省去了形成在图13所示的相机模块1D等中的光阑板51。

[0562] 图56的A和B用于说明其中形成有遮光膜1502的防护玻璃1501的制造方法。

[0563] 首先,如图56的A所示,例如通过旋涂将吸光材料沉积到晶圆或面板形式的防护玻璃(玻璃基板)1501W的一个表面的整个区域,从而形成遮光膜1502。作为形成遮光膜1502的吸光材料,使用例如含有碳黑颜料或钛黑颜料的具有吸光特性的树脂。

[0564] 随后,通过光刻或蚀刻去除遮光膜1502的预定区域,从而如图56的B所示,以预定的间隔形成多个开口1503。开口1503的布置与图23的A至G所示的支撑基板81W的贯通孔83的布置以一一对应的关系进行对应。作为遮光膜1502和开口1503的形成方法的另一示例,能够使用这样的方法:通过喷墨方法将形成遮光膜1502的吸光材料喷射到除了开口1503以外的区域。

[0565] 在以此方式制造的基板状态下的防护玻璃1501W附接到多个基板状态下的具有透镜的基板41W以后,通过使用刀片或激光的切割等来分割具有透镜的基板41W。这样,获得如图55所示的其上堆叠有具有光阑功能的防护玻璃1501的堆叠型透镜结构11。

[0566] 当以此方式将形成防护玻璃1501作为半导体工艺的步骤时,可以抑制当通过其他组装步骤形成防护玻璃时可能发生的灰尘引起的缺陷的发生。

[0567] 根据图55所示的第一构造例,因为通过沉积形成光学光阑,所以能够将遮光膜1502形成为薄至约1μm。此外,可以抑制由于具有预定厚度的光阑机构而造成的遮蔽的入射光引起的光学性能的劣化(外围部分中的光衰减)。

[0568] 在上述的示例中,尽管在将防护玻璃1501W接合到多个具有透镜的基板41W后分割防护玻璃1501W,但是可以在接合前分割防护玻璃1501W。换言之,可以在晶圆级或芯片级中进行具有遮光膜1502的防护玻璃1501与五个具有透镜的基板41a至41e的接合。

[0569] 遮光膜1502的表面可以是粗糙的。在这种情况下,因为能够抑制在其上形成有遮光膜1502的防护玻璃1501的表面上的表面反射,且可以增加遮光膜1502的表面积,所以能够提高防护玻璃1501和具有透镜的基板41之间的接合强度。

[0570] 作为使遮光膜1502的表面粗糙化的示例,可以使用如下方法:在沉积形成遮光膜1502的吸光材料后,通过蚀刻等使表面粗糙化的方法;在沉积吸光材料前使防护玻璃1501的表面粗糙化后,沉积吸光材料的方法;在使用凝结吸光材料形成膜后,形成不平坦表面的方法;以及在使用含有固体成分的吸光材料形成膜后,形成不平坦表面的方法。

[0571] 此外,可以在遮光膜1502和防护玻璃1501之间形成抗反射膜。

[0572] 因为防护玻璃1501也用作光阑的支撑基板,所以能够减小相机模块1的尺寸。

[0573] 图57图示了防护玻璃具有光学光阑的功能的第二构造例。

[0574] 在防护玻璃具有光学光阑的功能的第二构造例中,如图57所示,防护玻璃1501布置在镜筒74的开口的位置。其他构造与图55所示的第一构造例相同。

[0575] 图58图示了防护玻璃具有光学光阑的功能的第三构造例。

[0576] 在如图58所示的防护玻璃具有光学光阑的功能的第三构造例中,遮光膜1502形成在防护玻璃1501的上表面上(即,与具有透镜的基板41a相对的一侧)。其他构造与图55所示

的第一构造例相同。

[0577] 在如图57所示的防护玻璃1501布置在镜筒74的开口中的构造中,遮光膜1502也可以形成在防护玻璃1501的上表面上。

[0578] <16.2使用贯通孔形成光阑>

[0579] 接着,将说明这样的示例:具有透镜的基板41的贯通孔83的开口本身被构造为光阑机构而不是使用光阑板51或防护玻璃1501的光阑。

[0580] 图59的A图示了贯通孔83的开口本身被构造为光阑机构的第一构造例。

[0581] 在图59的A至C的说明中,将仅说明与图58所示的堆叠型透镜结构11不同的部分,并将适当地省略相同部分的说明。此外,在图59的A至C中,仅添加了说明所需的附图标记,以防止附图变得复杂。

[0582] 图59的A所示的堆叠型透镜结构11f具有这样的构造:其中,在形成图58所示的堆叠型透镜结构11的五个具有透镜的基板41a至41e之中的最靠近光入射侧且最远离光接收元件12的具有透镜的基板41a被替换为具有透镜的基板41f。

[0583] 当将具有透镜的基板41f与图58所示的具有透镜的基板41a进行比较时,图58所示的具有透镜的基板41a的上表面中的孔直径大于下表面中的孔直径,而图59的A至C所示的具有透镜的基板41f的上表面中的孔直径D1小于下表面中的孔直径D2。即,具有透镜的基板41f的贯通孔83的横截面形状具有所谓的扇形形状。

[0584] 形成在具有透镜的基板41f的贯通孔83中的透镜21的顶面的高度位置低于具有透镜的基板41f的顶面的由图59的A中的点划线表示的位置。

[0585] 在堆叠型透镜结构11f中,多个具有透镜的基板41之中的顶层的具有透镜的基板41f的贯通孔83的光入射侧的孔直径最小,从而贯通孔83的具有最小孔直径的部分(与孔直径D1对应的部分)起到限制入射光线的光学光阑的功能。

[0586] 图59的B图示了贯通孔83的开口本身被构造为光阑机构的第二构造例。

[0587] 图59的B所示的堆叠型透镜结构11g具有这样的构造:其中,形成图58所示的堆叠型透镜结构11的五个具有透镜的基板41a至41e中的顶层的具有透镜的基板41a被替换为具有透镜的基板41g。此外,具有透镜的基板41g上还堆叠有基板1511。

[0588] 类似于图59的A所示的具有透镜的基板41f,具有透镜的基板41g的贯通孔83的孔直径具有使得光入射侧的孔直径小的扇形。基板1511是具有贯通孔83但是不持有透镜21的基板。基板1511和具有透镜的基板41g的贯通孔83的横截面形状具有所谓的扇形。

[0589] 因为基板1511堆叠在具有透镜的基板41g上,所以与图59的A所示的具有透镜的基板41f相比,入射光入射的平面区域进一步变窄。基板1511的上表面中的孔直径D3小于透镜21的曲面部(透镜部91)中的孔直径D4。由此,基板1511的贯通孔83的具有最小孔直径的部分(与孔直径D3对应的部分)起到限制入射光线的光学光阑的作用。

[0590] 当光学光阑的位置尽可能远离堆叠型透镜结构11g的顶面的透镜21时,能够使出瞳位置与光学光阑分离开,且能够抑制阴影(shading)。

[0591] 如图59的B所示,当五个具有透镜的基板41b至41e和41g上还堆叠有基板1511时,光学光阑的位置能够在与光入射方向相反的方向上尽可能远离具有透镜的基板41g的透镜21(该透镜21是堆叠型透镜结构11g的顶面上的透镜21),且能够抑制阴影。

[0592] 图59的C图示了贯通孔83的开口本身被构造为光阑机构的第三构造例。

[0593] 图59的C所示的堆叠型透镜结构11h具有这样的构造:形成图58所示的堆叠型透镜结构11的五个具有透镜的基板41a至41f中的具有透镜的基板41a上还堆叠有基板1512。

[0594] 基板1512是具有贯通孔83但是不保持透镜21的基板。基板1512的贯通孔83具有所谓的扇形,使得基板1512的顶面中的孔直径与底面中的孔直径不同,且上表面中的孔直径D5小于下表面中的孔直径D6。此外,基板1512的顶面中的孔直径D5小于透镜21的曲面部(透镜部91)的直径。由此,贯通孔83的具有最小孔直径的部分(与孔直径D5对应的部分)起到限制入射光线的光学光阑的作用。作为基板1512的形状的另一个示例,基板1512可以具有所谓的向下锥形,使得上表面中的孔直径D5大于下表面中的孔直径D6。

[0595] 在图59的A至C的示例中,形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41之中的位于顶面上(距光接收元件12最远的位置处)的具有透镜的基板41f的贯通孔83的孔直径被构造为光学光阑,或布置在顶层的基板1511或1512的贯通孔83的孔直径被构造为光学光阑。

[0596] 然而,在形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41之中的除顶层以外的各层的具有透镜的基板41b至41e的贯通孔83中的任一者的孔直径可以与基板1511或1512或具有透镜的基板41f类似地构造,以便起到光学光阑的功能。

[0597] 然而,从抑制阴影的角度来看,如图59的A至C所示,具有光学光阑功能的具有透镜的基板41可以布置在顶层或尽可能地接近顶层(位于距光接收元件12最远的位置处)。

[0598] 如上所述,当形成堆叠型透镜结构11的多个具有透镜的基板41中的预定的一个具有透镜的基板41,或者不持有透镜21的基板1511或1512具有光学光阑的作用时,能够减小堆叠型透镜结构11和相机模块1的尺寸。

[0599] 当光学光阑与保持透镜21的具有透镜的基板41一体化时,能够提高光学光阑和最接近该光阑的弯曲透镜面之间的位置精度,所述位置精度影响成像性能,且因此能够提高成像性能。

[0600] <16.3基于金属键合的晶圆级键合>

[0601] 在上述的实施例中,尽管通过等离子体键合来附接具有透镜的基板41W(其中,透镜21形成在贯通孔83中),但是可以使用金属键合来附接具有透镜的基板。

[0602] 图60的A至E用于说明使用金属键合的晶圆级附接。

[0603] 首先,如图60的A所示,制备基板状态下的具有透镜的基板1531W-a(其中,多个贯通孔1532中的每一个中形成有透镜1533),且将抗反射膜1535形成在具有透镜的基板1531W-a的上表面上和下表面上。

[0604] 具有透镜的基板1531W对应于上述的基板状态下的具有透镜的基板41W。此外,抗反射膜1535对应于上述的上表面层122和下表面层123。

[0605] 这里,将考虑这样的状态:异物1536混入到形成在具有透镜的基板1531W-a的上表面上的抗反射膜1535的一部分中。具有透镜的基板1531W-a的上表面是在图60的D的步骤中被键合至具有透镜的基板1531W-b的表面。

[0606] 随后,如图60的B所示,在具有透镜的基板1531W-a的上表面上形成金属膜1542,其是被键合到具有透镜的基板1531W-b的表面。在这种情况下,使用金属掩模1541遮掩其中形成有透镜1533的贯通孔1532的部分,使得这一部分不形成金属膜1542。

[0607] 例如,通常用于金属键合的Cu能够用作金属膜1542的材料。作为形成金属膜1542

的方法,可以使用能够在低温形成膜的PVD方法,例如,沉积法、溅射法和离子电镀法等。

[0608] 作为Cu的替代者,Ni、Co、Mn、Al、Sn、In、Ag或Zn等以及这些材料中的两种或更多种的合金可以用作金属膜1542的材料。此外,可以使用上述材料以外的材料,只要该材料是容易塑性变形的金属材料即可。

[0609] 作为形成金属膜1542的方法,例如,可以采用使用诸如银颗粒等金属纳米颗粒的喷墨方法来代替使用PVD方法和金属掩模的方法。

[0610] 随后,如图60的C所示,作为键合前的预处理,使用诸如甲酸、氢气和氢自由基等还原性气体除去当暴露于空气时形成在金属膜1542的表面上的氧化物膜,从而清洁金属膜1542的表面。

[0611] 作为清洁金属膜1542的方法,可以将等离子体中的Ar离子辐射到金属表面,以通过溅射而不是使用还原气体来物理去除氧化物膜。

[0612] 利用与图60的A至C所示的步骤类似的步骤,制备具有透镜的基板1531W-b,该基板1531W-b是待被键合的另一基板状态下的具有透镜的基板1531W。

[0613] 随后,如图60的D所示,布置具有透镜的基板1531W-a和1531W-b,使得它们的键合表面彼此面对,并且进行对准。其后,当施加适当的压力时,通过金属键合将具有透镜的基板1531W-a的金属膜1542和具有透镜的基板1531W-b的金属膜1542键合。

[0614] 这里,假设异物1543也混入至具有透镜的基板1531W-b的下表面中,该下表面例如是具有透镜的基板1531W-b的键合表面。然而,即使存在异物1536和1543,因为使用容易塑性变形的金属材料作为金属膜1542,所以金属膜1542变形,且具有透镜的基板1531W-a和1531W-b键合在一起。

[0615] 最后,如图60的E所示,进行热处理以加速金属的原子键合和结晶化,从而提高键合强度。可以省去该热处理步骤。

[0616] 这样,能够使用金属键合来键合如下的具有透镜的基板1531W:其中,多个贯通孔1532中的每一个中形成有透镜1533。

[0617] 为了实现具有透镜的基板1531W-a与金属膜1542之间的键合,可以在具有透镜的基板1531W-a与金属膜1542之间形成用作粘附层的膜。在这种情况下,粘附层形成在抗反射膜1535的上侧(外侧)(即,在抗反射膜1535和金属膜1542之间)。例如,Ti、Ta或W等能够用作粘附层。或者,可以使用Ti、Ta或W等的氮化物或氧化物,或使用氮化物和氧化物的堆叠结构。这同样适用于具有透镜的基板1531W-b与金属膜1542之间的键合。

[0618] 此外,形成在具有透镜的基板1531W-a上的金属膜1542的材料与形成在具有透镜的基板1531W-b上的金属膜1542的材料可以是不同的金属材料。

[0619] 当基板状态下的具有透镜的基板1531W通过具有低杨氏模量且容易塑性变形的键合金属来键合时,即使在键合表面上存在异物,通过压力会使键合表面变形,并且获得必要的接触区域。

[0620] 当对使用金属键合而键合的多个具有透镜的基板1531W进行分割以获得堆叠型透镜结构11且将堆叠型透镜结构11结合到相机模块1中时,因为金属膜1542具有优异的密封性且能够防止光和湿气进入侧面,所以能够制造具有高可靠性的堆叠型透镜结构11和相机模块1。

[0621] <16.4 使用高掺杂基板的具有透镜的基板>

[0622] 图61的A和B是作为上述具有透镜的基板41a的变型例的具有透镜的基板41a' -1和41a' -2的横截面图。

[0623] 在图61的A和B所示的具有透镜的基板41a' -1和41a' -2的说明中,将省去与上述具有透镜的基板41a相同的部分的说明,且将仅说明不同的部分。

[0624] 图61的A所示的具有透镜的基板41a' -1是通过将高浓度的硼(B)扩散(离子注入)到硅基板中而获得的高掺杂基板。具有透镜的基板41a' -1中的杂质浓度约为 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$,且具有透镜的基板41a' -1能够有效地吸收宽波长范围的光。

[0625] 具有透镜的基板41a' -1的其他构造类似于上述具有透镜的基板41a。

[0626] 另一方面,在图61的B所示的具有透镜的基板41a' -2中,硅基板的区域被分成具有不同杂质浓度的两个区域(即,第一区域1551和第二区域1552)。

[0627] 第一区域1551从光入射侧的基板表面形成至预定深度(例如,约3μm)。例如,第一区域1551中的杂质浓度高达约 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 。第二区域1552中的杂质浓度例如约为 $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$,且低于第一浓度。例如,类似于具有透镜的基板41a' -1,扩散(离子注入)到第一和第二区域1551和1552中的离子是硼(B)。

[0628] 具有透镜的基板41a' -2的光入射侧的第一区域1551中的杂质浓度约为 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 且低于具有透镜的基板41a' -1的杂质浓度(例如, $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)。因此,形成在具有透镜的基板41a' -2的贯通孔83的侧壁上的遮光膜121'的厚度大于图61的A所示的具有透镜的基板41a' -1的遮光膜121的厚度。例如,如果具有透镜的基板41a' -1的遮光膜121的厚度为2μm,那么具有透镜的基板41a' -2的遮光膜121'的厚度为5μm。

[0629] 具有透镜的基板41a' -2的其他构造类似于上述具有透镜的基板41a。

[0630] 如上所述,当使用高掺杂基板作为具有透镜的基板41a' -1和41a' -2时,因为基板本身能够吸收通过遮光膜121和上表面层122且到达基板的光,所以可以抑制光的反射。能够根据到达基板的光量以及遮光膜121和上表面层122的厚度适当地设定掺杂量,因为仅需要吸收到达基板的光。

[0631] 此外,因为使用易于处理的硅基板作为具有透镜的基板41a' -1和41a' -2,所以易于处理具有透镜的基板。因为基板本身能够吸收通过遮光膜121和上表面层122且到达基板的光,所以能够减小遮光膜121,上表面层122和堆叠基板本身的厚度,且能够简化结构。

[0632] 在具有透镜的基板41a' -1和41a' -2中,掺杂到硅基板中的离子不限于硼(B)。除此以外,例如,可以使用磷(P),砷(As)或锑(Sb)等。此外,可以使用能够具有增加吸收光量的能带结构的任意元素。

[0633] 形成堆叠型透镜结构11的其他具有透镜的基板41b至41e可以具有与具有透镜的基板41a' -1和41a' -2类似的构造。

[0634] <制造方法>

[0635] 将参照图62的A至D说明图61的A所示的具有透镜的基板41a' -1的制造方法。

[0636] 首先,如图62的A所示,制备基板状态下的高掺杂基板1561W,其中,扩散(离子注入)有高浓度的硼(B)。例如,高掺杂基板1561W的杂质浓度约为 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 。

[0637] 随后,如图62的B所示,通过在高掺杂基板1561W的预定位置进行蚀刻来形成贯通孔83。在图62的A至D中,尽管由于图面的限制而仅图示了两个贯通孔83,但是在高掺杂基板1561W的平面方向上实际上形成有多个贯通孔83。

[0638] 随后,如图62的C所示,通过喷涂沉积黑色抗蚀剂材料,以在贯通孔83的侧壁上形成遮光膜121。

[0639] 随后,如图62的D所示,使用参照图23的A至G所述的上模具201和下模具181通过模压成型在贯通孔83的内侧形成包括透镜21的透镜树脂部82。

[0640] 其后,尽管未在图中图示,但是在高掺杂基板1561W和透镜树脂部82的上表面形成上表面层122,在高掺杂基板1561W和透镜树脂部82的下表面形成下表面层123,且分割结构。这样,获得图61的A所示的具有透镜的基板41a' -1。

[0641] 接着,将参照图63的A至F说明图61的B所示的具有透镜的基板41a' -2的制造方法。

[0642] 首先,如图63的A所示,制备基板状态下的掺杂基板1571W,其中,扩散(离子注入)有预定浓度的硼(B)。例如,掺杂基板1571W的杂质浓度约为 $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 。

[0643] 随后,如图63的B所示,通过在掺杂基板1571W的预定位置进行蚀刻来形成贯通孔83。在图63的A至F中,尽管由于图面的限制而仅图示了两个贯通孔83,但是在掺杂基板1571W的平面方向上实际上形成有多个贯通孔83。

[0644] 随后,如图63的C所示,在将硼(B)从掺杂基板1571W的光入射侧的基板表面离子注入到预定深度(例如,约 $3\mu\text{m}$)后,在 900°C 进行热处理。因此,如图63的D所示,形成具有高杂质浓度的第一区域1551和具有较低杂质浓度的第二区域1552。

[0645] 随后,如图63的E所示,通过喷涂沉积黑色抗蚀剂材料,以在贯通孔83的侧壁上形成遮光膜121。

[0646] 随后,如图63的F所示,使用参照图23的A至G所述的上模具201和下模具181通过模压成型在贯通孔83的内侧形成包括透镜21的透镜树脂部82。

[0647] 其后,尽管未在图中图示,但是在掺杂基板1571W和透镜树脂部82的上表面形成上表面层122,在掺杂基板1571W和透镜树脂部82的下表面形成下表面层123,且分割结构。这样,获得图61的B所示的具有透镜的基板41a' -2。

[0648] 形成图1的A和B所示的堆叠型透镜结构11的各个具有透镜的基板41a至41e可以被构造为如图61的A和B所示的高掺杂基板。这样,能够增加基板本身吸收的光量。

[0649] <17.光接收元件的像素布置及光阑板的结构和使用>

[0650] 接着,将进一步说明图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块1中包括的光接收元件12的像素布置以及光阑板51的构造。

[0651] 图64的A至D图示了图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块1中包括的光阑板51的平面形状的示例。

[0652] 光阑板51包括吸收或反射光以防止光进入的遮挡区域51a和透射光的开口区域51b。

[0653] 在图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块1中包括的四个光学单元13中,如图64的A至D所示,它们光阑板51的开口区域51b可以具有相同的开口直径且可以具有不同的开口直径。在图64的A到D中,符号“L”,“M”和“S”分别表示开口区域51b的开口直径是“大”,“中”和“小”。

[0654] 在图64的A所示的光阑板51中,四个开口区域51b具有相同的开口直径。

[0655] 在图64的B所示的光阑板51中,两个开口区域51b是具有“中”开口直径的标准光阑开口。例如,如图13所示,光阑板51可以与具有透镜的基板41的透镜21略微重叠。即,光阑板

51的开口区域51b可以略小于透镜21的直径。图64的B所示的光阑板51的其余两个开口区域51b具有“大”开口直径。即，其余两个开口区域51b具有比“中”开口直径更大的开口直径。例如，当对象的照度低时，大开口区域51b具有允许更大量的光进入相机模块1中包含的光接收元件12的效果。

[0656] 在图64的C所示的光阑板51中，两个开口区域51b是具有“中”开口直径的标准光阑开口。图64的C所示的光阑板51的其余两个开口区域51b具有“小”开口直径。即，其余两个开口区域51b具有比“中”开口直径更小的开口直径。例如，小开口区域51b具有当对象的照度高时减小进入光接收元件12的光量的效果，且如果从这些小开口区域进入的光通过例如具有“中”开口直径的开口区域51b入射到相机模块1中包括的光接收元件12上，那么光接收元件12中包括的光电转换单元中产生的电荷量可能超过该光电转换单元的饱和电荷量。

[0657] 在图64的D所示的光阑板51中，两个开口区域51b是具有“中”开口直径的标准光阑开口。图64的D所示的光阑板51的其余两个开口区域51b中的一个具有“大”开口直径而另一个具有“小”开口直径。这些开口区域51b具有与参照图64的B和C所述的具有“大”和“小”开口直径的开口区域51b类似的效果。

[0658] 图65图示了图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块1的光接收区域的构造。

[0659] 如图65所示，相机模块1包括四个光学单元13(未图示)。此外，入射在这四个光学单元13上的光分量由与各自的光学单元13对应的光接收单元接收。因此，图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块1的光接收元件12包括四个光接收区域1601a1至1601a4。

[0660] 作为与光接收单元相关的另一实施例，光接收元件12可包括一个光接收区域1601a，该光接收区域1601a接收入射在相机模块1中包括的一个光学单元13上的光，且相机模块1包括与相机模块1中包括的光学单元13的数量对应的多个光接收元件12。例如，在图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块1的情况下，相机模块1包括四个光学单元13。

[0661] 光接收区域1601a1至1601a4分别包括像素阵列1601b1至1601b4，其中，用于接收光的像素以阵列形式布置。

[0662] 在图65中，为了简单起见，未图示用于驱动被包括在像素阵列中的像素的电路和用于读取像素的电路，且以与像素阵列1601b1至1601b4相同的尺寸图示了光接收区域1601a1至1601a4。

[0663] 被包括在光接收区域1601a1至1601a4中的像素阵列1601b1至1601b4包括由多个像素构成的像素重复单元1602c1至1602c4。这些重复单元1602c1至1602c4在垂直和水平方向上以多个阵列形式布置，从而形成像素阵列1601b1至1601b4。

[0664] 光学单元13布置在光接收元件12中包括的四个光接收区域1601a1至1601a4上。四个光学单元13包括作为自身一部分的光阑板51。在图65中，作为光阑板51的四个开口区域51b的开口直径的示例，由虚线描绘了图64的D所示的光阑板51的开口区域51b。

[0665] 在图像信号处理领域中，已知超分辨率技术是通过将超分辨率技术应用于原始图像来获得具有高分辨率的图像的技术。例如，日本专利申请特开第2015-102794号公开了它的示例。

[0666] 图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块1可以使图13, 16, 17, 34, 35, 37和55所示的结构作为其横截面结构。

[0667] 在这些相机模块1中，在模块1的用作光入射面的表面的垂直方向上和水平方向上

分别布置的两个光学单元13的光轴沿相同方向延伸。由此,可以使用光轴沿相同方向延伸的不同光接收区域来获得多个不相同的图像。

[0668] 具有上述结构的相机模块1适于通过对这些图像应用超分辨率技术获得如下图像:该图像具有比从一个光学单元13获得的一个图像的分辨率更高的基于所获得的多个原始图像的分辨率的图像。

[0669] 图66至69图示了图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块1的光接收区域中的像素的构造例。

[0670] 在图66至69中,G像素表示对绿色波长的光进行接收的像素,R像素表示对红色波长的光进行接收的像素,B像素表示对蓝色波长的光进行接收的像素。C像素表示对可见光的整个波长区域中的光进行接收的像素。

[0671] 图66图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的像素布置的第一示例。

[0672] 重复单元1602c1至1602c4分别在四个像素阵列1601b1至1601b4中沿行和列方向重复布置。图66所示的重复单元1602c1至1602c4分别由R,G,B和G像素构成。

[0673] 图66所示的像素布置具有这样的效果:像素布置适于将来自被可见光照射的对象的入射光分成红色(R),绿色(G)和蓝色(B)光分量以获得由R,G和B三种颜色构成的图像。

[0674] 图67图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的像素布置的第二示例。

[0675] 在图67所示的像素布置中,形成重复单元1602c1至1602c4的各像素接收的光的波长(颜色)的组合不同于图66所示的像素布置的组合。图67所示的重复单元1602c1至1602c4分别由R,G,B和C像素构成。

[0676] 图67所示的像素布置不将光分成如上所述的R,G和B光分量,而是具有接收可见光的整个波长区域中的光的C像素。C像素比接收一部分分光分量的R,G和B像素接收更大量的光。由此,该构造具有这样的效果:例如,即使当对象的照度低时,也可以使用通过接收大量光的C像素而获得的信息(例如,对象的照度信息)来获得具有更高亮度的图像或具有更大照度等级的图像。

[0677] 图68图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的像素布置的第三示例。

[0678] 图68所示的重复单元1602c1至1602c4分别由R,C,B和C像素构成。

[0679] 图68所示的像素重复单元1602c1至1602c4不包括G像素。通过对从C,R和B像素获得的信息进行算术处理来获得与G像素对应的信息。例如,通过从C像素的输出值减去R和B像素的输出值来获得与G像素对应的信息。

[0680] 图68所示的像素重复单元1602c1至1602c4中的各者包括对整个波长区域中的光进行接收的两个C像素,这是图67所示的重复单元1602c1至1602c4中的各者中的C像素数量的两倍。此外,在图68所示的像素重复单元1602c1至1602c4中,两个C像素布置在重复单元1602c的轮廓的对角线方向上,使得在像素阵列1601b的垂直和水平方向上,图68所示的像素阵列1601b中的C像素间距都是图67所示的像素阵列1601b中的C像素间距的一半。

[0681] 由此,图68所示的构造具有这样的效果:例如,即使当对象的照度低时,也可以获得从接收大光量的C像素获得的信息(例如,照度信息),其分辨率是图67所示的结构的两

倍,从而能够获得分辨率是通过图67所示的结构而获得的分辨率两倍的清晰图像。

[0682] 图69图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的像素布置的第四示例。

[0683] 图69所示的重复单元1602c1至1602c4分别由R,C,C和C像素构成。

[0684] 例如,当相机模块用于安装在车辆上以拍摄车辆前方的相机时,许多情况下通常不需要彩色图像。通常需要识别前方行驶的车辆的红色刹车灯和道路上的交通信号的红色信号,且识别其他对象的形状。

[0685] 因为图69所示的构造包括能够识别车辆的红色刹车灯和道路上的交通信号的红色信号的R像素,且包括比图68所示的像素重复单元1602c中包括的C像素更大数量的接收大光量的C像素,所以图69所示的构造提供这样的效果:例如,即使当对象的照度低时,也可以获得具有较高分辨率的清晰图像。

[0686] 包括图66至69所示的光接收元件12的相机模块1可以使用图64的A至D所示的任一形状的光阑板51。

[0687] 在包括图66至69所示的任一光接收元件12和图64的A至D任一者所示的光阑板51的图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块1中,分别布置在相机模块1的用作光入射面的表面的垂直方向上和水平方向上的两个光学单元13的光轴沿相同方向延伸。

[0688] 具有上述结构的相机模块1具有这样的效果:通过将超分辨率技术应用于所获得的多个原始图像,可以获得具有较高分辨率的图像。

[0689] 图70图示了图66所示的像素布置的变型例。

[0690] 图66所示的重复单元1602c1至1602c4分别由R,G,B和G像素构成,且相同颜色的两个G像素具有相同的结构。与之相比,图70所示的重复单元1602c1至1602c4分别由R,G1,B和G2像素构成,且相同颜色的两个G像素(即,G1和G2像素)具有不同的结构。

[0691] G2像素中包括的信号产生单元(例如,光电二极管)具有比G1像素更高的适度操作限制(例如,饱和电荷量)。此外,G2像素中包括的信号转换单元(例如,电荷电压转换电容器)具有比G1像素更大的尺寸。

[0692] 根据该构造,因为当像素每单位时间产生预定量的信号(例如,电荷)时G2像素的输出信号小于G1像素的输出信号且G2像素的饱和电荷量大于G1像素的饱和电荷量,所以该结构提供这样的效果:例如,即使当对象的照度高时,像素也不会达到其操作限制,且获得具有高灰度的图像。

[0693] 另一方面,因为当像素每单位时间产生预定量的信号(例如,电荷)时G1像素比G2像素提供更大的输出信号,所以该构造提供这样的效果:例如,即使当对象的照度低时,也获得具有高灰度级的图像。

[0694] 因为图70所示的光接收元件12包括G1和G2像素,所以光接收元件12提供这样的效果:获得在宽照度范围内具有高灰度级的图像(即,具有宽动态范围的图像)。

[0695] 图71图示了图68所示的像素布置的变型例。

[0696] 图68所示的重复单元1602c1至1602c4分别由R,C,B和C像素构成,且相同颜色的两个C像素具有相同的结构。与之相比,图71所示的重复单元1602c1至1602c4分别由R,C1,B和C2像素构成,且相同颜色的两个C像素(即,C1和C2像素)具有不同的结构。

[0697] C2像素中包括的信号产生单元(例如,光电二极管)具有比C1像素更高的操作限制

(例如,饱和电荷量)。此外,与C1像素相比,C2像素中包括的信号转换单元(例如,电荷电压转换电容器)具有更大的尺寸。

[0698] 图72图示了图69所示的像素布置的变型例。

[0699] 图69所示的重复单元1602c1至1602c4分别由R,C,C和C像素构成,且相同颜色的三个C像素具有相同的结构。与之相比,图72所示的重复单元1602c1至1602c4分别由R,C1,C2和C3像素构成,且相同颜色的三个C像素(即,C1至C3像素)具有不同的结构。

[0700] 例如,C2像素中包括的信号产生单元(例如,光电二极管)与C1像素中的相比,具有更高的操作限制(例如,饱和电荷量),且C3像素中包括的信号产生单元(例如,光电二极管)与C2像素中的相比,具有更高的操作限制(例如,饱和电荷量)。此外,C2像素中包括的信号转换单元(例如,电荷电压转换电容器)与C1像素中的相比,具有更大的尺寸,且C3像素中包括的信号转换单元(例如,电荷电压转换电容器)与C2像素中的相比,具有更大的尺寸。

[0701] 因为图71和72所示的光接收元件12具有上述的构造,所以该光接收元件12与图70所示的光接收元件12类似,提供这样的效果:获得在宽照度范围内具有高灰度级的图像(即,具有宽动态范围的图像)。

[0702] 包括图70至72所示的光接收元件12的相机模块1的光阑板51可以具有图64的A至D所示的光阑板51的各种构造及其变型例。

[0703] 在包括图70至72所示的任一光接收元件12和图64的A至D任一者所述的光阑板51的图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块1中,分别布置在相机模块1的用作光入射面的表面的垂直方向上和水平方向上的两个光学单元13的光轴沿相同方向延伸。

[0704] 具有上述结构的相机模块1具有这样的效果:通过将超分辨率技术应用于所获得的多个原始图像,可以获得具有较高分辨率的图像。

[0705] 图73的A图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的像素布置的第五示例。

[0706] 光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4可以不必具有如上所述的相同结构,而是可以具有如图73的A所示的不同的结构。

[0707] 在图73的A所示的光接收元件12中,像素阵列1601b1和1601b4具有相同的结构,且形成像素阵列1601b1和1601b4的重复单元1602c1和1602c4具有相同的结构。

[0708] 与之相比,像素阵列1601b2和1601b3具有与像素阵列1601b1和1601b4不同的结构。具体地,像素阵列1601b2和1601b3的重复单元1602c2和1602c3中包括的像素相比于像素阵列1601b1和1601b4的重复单元1602c1和1602c4的像素具有更大的尺寸。更具体地,重复单元1602c2和1602c3的像素中包括的光电转换单元具有比重复单元1602c1和1602c4的光电转换单元更大的尺寸。重复单元1602c2和1602c3的区域具有比重复单元1602c1和1602c4的区域更大的尺寸,这是因为重复单元1602c2和1602c3的像素具有比重复单元1602c1和1602c4的像素更大的尺寸。由此,尽管像素阵列1601b2和1601b3具有与像素阵列1601b1和1601b4相同的面积,但是像素阵列1601b2和1601b3与像素阵列1601b1和1601b4相比,由较少数量的像素构成。

[0709] 包括图73的A所示的光接收元件12的相机模块1的光阑板51可以具有图64的A至C所示的光阑板51的各构造,图73的B至D所示的光阑板51的构造,或它们的变型例。

[0710] 通常,使用大像素的光接收元件提供如下效果:获得具有比使用小像素的光接收

元件更好的信噪比 (S/N比) 的图像。

[0711] 尽管使用大像素的光接收元件中的信号读出电路和信号放大电路中产生的噪声的幅度与使用小像素的光接收元件中的相同,但是像素中包括的信号产生单元产生的信号的幅度随着像素的尺寸增加而增加。

[0712] 由此,使用大像素的光接收元件提供如下效果:获得具有比使用小像素的光接收元件更好的信噪比 (S/N比) 的图像。

[0713] 另一方面,如果像素阵列的尺寸相同,那么使用小像素的光接收元件提供比使用大像素的光接收元件更高的分辨率。

[0714] 由此,使用小像素的光接收元件提供如下效果:获得具有比使用大像素的光接收元件更高的分辨率的图像。

[0715] 图73的A所示的光接收元件12的构造提供这样的效果:例如,当对象的照度高且因此在光接收元件12中获得大信号时,可以使用其中像素具有小尺寸且分辨率高的光接收区域1601a1和1601a4来获得具有高分辨率的图像,且通过将超分辨率技术应用于这两个图像来获得具有高分辨率的图像。

[0716] 此外,可以提供这样的效果:例如,当对象的照度低且因此存在由于在光接收元件12中无法获得大信号而致使图像的S/N比降低的可能性时,可以使用其中获得具有高S/N比的图像的光接收区域1601a2和1601a3来获得具有高S/N比的图像,且通过将超分辨率技术应用于这两个图像来获得具有高分辨率的图像。

[0717] 在这种情况下,作为光阑板51的形状,包括图73的A所示的光接收元件12的相机模块1可以使用图73的B至D所示的光阑板51的三种形状之中的例如图73的B所示的光阑板51的形状。

[0718] 在图73的B至D所示的三种形状的光阑板51之中,例如在图73的C所示的光阑板51中,与使用大像素的光接收区域1601a2和1601a3组合使用的光阑板51的开口区域51b大于与其他光接收区域组合使用的光阑板51的开口区域51b。

[0719] 由此,使用图73的A所示的光接收元件12与图73的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图73的C所示的光阑板51的组合的相机模块1相比于使用图73的A所示的光接收元件12与图73的B所示的光阑板51的组合的相机模块1,提供这样的效果:例如,当对象的照度低且因此在光接收元件12中不能获得大信号时,能够在光接收区域1601a2和1601a3中获得具有更高S/N比的图像。

[0720] 在图73的B至D所示的三种形状的光阑板51中的例如图73的D所示的光阑板51中,与使用大像素的光接收区域1601a2和1601a3组合使用的光阑板51的开口区域51b小于与其他光接收区域组合使用的光阑板51的开口区域51b。

[0721] 由此,使用图73的A所示的光接收元件12与图73的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图73的D所示的光阑板51的组合的相机模块1相比于使用图73的A所示的光接收元件12与图73的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图73的B所示的光阑板51的组合的相机模块1,提供这样的效果:例如,当对象的照度高时且因此在光接收元件12中获得大信号时,更多地抑制入射在光接收区域1601a2和1601a3上的光量。

[0722] 由此,能够提供抑制发生如下状况的效果:特别大量的光进入光接收区域1601a2和1601a3中包括的像素,且因此,超过光接收区域1601a2和1601a3中包括的像素的适度操

作限制(例如,饱和电荷量)。

[0723] 图74的A图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的像素布置的第六示例。

[0724] 在图74的A所示的光接收元件12中,像素阵列1601b1的重复单元1602c1的区域具有比像素阵列1601b2和1601b3的重复单元1602c1和1602c2的区域小的尺寸。像素阵列1601b4的重复单元1602c4的区域具有比像素阵列1601b2和1601b3的重复单元1602c1和1602c2的区域大的尺寸。

[0725] 即,重复单元1602c1至1602c4的区域的尺寸具有这样的关系:(重复单元1602c1)<[(重复单元1602c2)=(重复单元1602c3)]<(重复单元1602c4)。

[0726] 重复单元1602c1至1602c4各者的区域的尺寸越大,像素的尺寸越大,且光电转换单元的尺寸越大。

[0727] 包括图74的A所示的光接收元件12的相机模块1可以具有图64的A至C所示的光阑板51的各种构造,图74的B至D所示的光阑板51的构造,或它们的变型例。

[0728] 图74的A所示的光接收元件12的构造提供这样的效果:例如,当对象的照度高且因此在光接收元件12中获得大信号时,可以使用其中像素具有小尺寸且分辨率高的光接收区域1601a1来获得具有高分辨率的图像。

[0729] 可以提供这样的效果:例如,当对象的照度低且因此由于在光接收元件12中不能获得大信号而存在图像的S/N比降低的可能性时,可以使用其中获得具有高S/N比的图像的光接收区域1601a2和1601a3来获得具有高S/N比的图像,且通过将超分辨率技术应用于这两个图像来获得具有高分辨率的图像。

[0730] 此外,可以提供这样的效果:例如,当对象的照度进一步降低且因此存在着在光接收元件12中图像的S/N比进一步降低的可能性时,可以使用其中获得具有较高S/N比的图像的光接收区域1601a4来获得具有较高S/N比的图像。

[0731] 在这种情况下,作为光阑板51的形状,包括图74的A所示的光接收元件12的相机模块1可以使用图74的B至D所示的光阑板51的三种形状之中的例如图74的B所示的光阑板51的形状。

[0732] 在图74的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的例如图74的C所示的光阑板51中,与使用大像素的光接收区域1601a2和1601a3组合使用的光阑板51的开口区域51b大于与使用小像素的光接收区域1601a1组合使用的光阑板51的开口区域51b。此外,与使用更大像素的光接收区域1601a4组合使用的光阑板51的开口区域51b更大。

[0733] 由此,相比于使用图74的A所示的光接收元件12与图74的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图74的B所示的光阑板51的组合的相机模块1,使用图74的A所示的光接收元件12与图74的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图74的C所示的光阑板51的组合的相机模块1提供这样的效果:例如,当对象的照度低且因此在光接收元件12中不能获得大信号时,能够在光接收区域1601a2和1601a3中获得具有更高S/N比的图像;且例如,当对象的照度进一步降低时,能够在光接收区域1601a4中获得具有更高S/N比的图像。

[0734] 在图74的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的例如图74的D所示的光阑板51中,与使用大像素的光接收区域1601a2和1601a3组合使用的光阑板51的开口区域51b小于与使用小像素的光接收区域1601a1组合使用的光阑板51的开口区域51b。此外,与使用更大

像素的光接收区域1601a4组合使用的光阑板51的开口区域51b更小。

[0735] 由此,相比于使用图74的A所示的光接收元件12与图74的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图74的B所示的光阑板51的组合的相机模块1,使用图74的A所示的光接收元件12与图74的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图74的D所示的光阑板51的组合的相机模块1提供这样的效果:例如,当对象的照度高时且因此在光接收元件12中获得大信号时,更多地抑制入射在光接收区域1601a2和1601a3上的光量。

[0736] 由此,能够提供抑制如下状况发生的效果:过量的光进入光接收区域1601a2和1601a3中包括的像素,且因此,超过光接收区域1601a2和1601a3中包括的像素的适度操作限制(例如,饱和电荷量)。

[0737] 此外,可以提供的效果是进一步抑制入射在光接收区域1601a4上的光量从而抑制发生如下情况:过量的光进入光接收区域1601a4中包括的像素,且因此,超过光接收区域1601a4中包括的像素的适当操作限制(例如,饱和电荷量)。

[0738] 作为另一个实施例,例如,使用与如在普通相机中使用的通过组合多个平板且改变这多个平板的位置关系而改变开口尺寸的光阑类似的结构,可以使用这样的结构:其中,相机模块包括开口区域51b可变的光阑板51,且光阑的开口的尺寸根据对象的照度而改变。

[0739] 例如,当使用图73的A或图74的A所示的光接收元件12时,可以使用这样的结构:其中,当对象的照度低时,使用图73的B至D或图74的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图73的C或图74的C所示的形状;当对象的照度高于上述的照度时,使用图73的B或图74的B所示的形状;且当对象的照度进一步高于上述的照度时,使用图73的D或图74的D所示的形状。

[0740] 图75图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的像素布置的第七示例。

[0741] 在图75所示的光接收元件12中,像素阵列1601b1的所有像素由接收绿色波长的光的像素构成。像素阵列1601b2的所有像素由接收蓝色波长的光的像素构成。像素阵列1601b3的所有像素由接收红色波长的光的像素构成。像素阵列1601b4的所有像素由接收绿色波长的光的像素构成。

[0742] 图76图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的像素布置的第八示例。

[0743] 在图76所示的光接收元件12中,像素阵列1601b1的所有像素由接收绿色波长的光的像素构成。像素阵列1601b2的所有像素由接收蓝色波长的光的像素构成。像素阵列1601b3的所有像素由接收红色波长的光的像素构成。像素阵列1601b4的所有像素由接收可见光的整个波长区域中的光的像素构成。

[0744] 图77图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的像素布置的第九示例。

[0745] 在图77所示的光接收元件12中,像素阵列1601b1的所有像素由接收可见光的整个波长区域中的光的像素构成。像素阵列1601b2的所有像素由接收蓝色波长的光的像素构成。像素阵列1601b3的所有像素由接收红色波长的光的像素构成。像素阵列1601b4的所有像素由接收可见光的整个波长区域中的光的像素构成。

[0746] 图78图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的

像素布置的第十示例。

[0747] 在图78所示的光接收元件12中,像素阵列1601b1的所有像素由对可见光的整个波长区域中的光进行接收的像素构成。像素阵列1601b2的所有像素由对可见光的整个波长区域中的光进行接收的像素构成。像素阵列1601b3的所有像素由对红色波长的光进行接收的像素构成。像素阵列1601b4的所有像素由对可见光的整个波长区域中的光进行接收的像素构成。

[0748] 如图75至78所示,光接收元件12的像素阵列1601b1至1601b4能够被构造为使得每个相应的像素阵列接收同一波长区域中的光。

[0749] 现有技术已知的RGB三板型固态成像装置包括三个光接收元件,相应的光接收元件分别仅采集R,G和B图像。在现有技术已知的RGB三板型固态成像装置中,入射在一个光学单元上的光通过棱镜在三个方向上分开,且使用三个光接收元件接收分开的光分量。由此,入射在三个光接收元件上的对象图像的位置相同。因此,难以通过将超分辨率技术应用于这三个图像来获得高敏感度图像。

[0750] 与之相比,在使用图75至78所示的任一个光接收元件12的图10的A至F和图11的A至D所示的相机模块中,在相机模块1的用作光入射面的表面的垂直方向上和水平方向上分别布置有两个光学单元13,且这四个光学单元13的光轴彼此平行地沿相同方向延伸。由此,能够使用光接收元件12中包括的光轴沿相同方向延伸的四个不同的光接收区域1601a1至1601a4来获得不一定相同的多个图像。

[0751] 具有上述结构的相机模块1提供这样的效果:相比于从一个光学单元13获得的一个图像的分辨率,,通过将超分辨率技术应用于从具有上述布置的四个光学单元13获得的多个图像,能够基于所述多个图像获得具有更高分辨率的图像。

[0752] 通过图75所示的光接收元件12获得颜色G,R,G和B的四个图像的构造提供了与图66所示的光接收元件12的构造(其中,颜色G,R,G和B的四个像素形成重复单元)类似的效果。

[0753] 通过图76所示的光接收元件12获得颜色R,G,B和C的四个图像的构造提供了与图67所示的光接收元件12的构造(其中,颜色R,G,B和C的四个像素形成重复单元)类似的效果。

[0754] 通过图77所示的光接收元件12获得颜色R,C,B和C的四个图像的构造提供了与图68所示的光接收元件12的构造(其中,颜色R,C,B和C的四个像素形成重复单元)类似的效果。

[0755] 通过图78所示的光接收元件12获得颜色R,C,C和C的四个图像的构造提供了与图69所示的光接收元件12的构造(其中,颜色R,C,C和C的四个像素形成重复单元)类似的效果。

[0756] 包括图75至78所示的任一个光接收元件12的相机模块1的光阑板51可以具有图64的A至D中所示的光阑板51的各种结构及其变型例。

[0757] 图79的A图示了相机模块1的光接收元件12中包括的四个像素阵列1601b1至1601b4的像素布置的第十一示例。

[0758] 在图79的A所示的光接收元件12中,像素阵列1601b1至1601b4的各像素的像素尺寸或各像素接收的光的波长不同。

[0759] 对于像素尺寸,像素阵列1601b1具有最小尺寸,像素阵列1601b2和1601b3具有相同的尺寸且比像素阵列1601b1的尺寸更大,且像素阵列1601b4具有比像素阵列1601b2和1601b3更大的尺寸。像素尺寸与各像素中包括的光电转换单元的尺寸成比例。

[0760] 对于各像素接收的光的波长,像素阵列1601b1、1601b2和1601b4由接收可见光的整个波长区域中的光的像素构成,且像素阵列1601b3由接收红色波长的光的像素构成。

[0761] 图79的A所示的光接收元件12的构造提供了这样的效果:例如,当对象的照度高且因此在光接收元件12中获得大信号时,可以使用其中像素具有小尺寸的光接收区域1601a1来获得具有高分辨率的图像。

[0762] 此外,可以提供这样的效果:例如,当对象的照度低且因此由于在光接收元件12中不能获得大信号而图像的S/N比可能降低时,可以使用其中获得具有高S/N比的图像的光接收区域1601a2来获得具有高S/N比的图像。

[0763] 此外,可以提供这样的效果:例如,当对象的照度进一步降低且因此在光接收元件12中,图像的S/N比可能进一步降低时,可以使用其中获得具有更高S/N比的图像的光接收区域1601a4来获得具有更高S/N比的图像。

[0764] 图79的A所示的光接收元件12与图79的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图79的B所示的光阑板51组合使用的构造提供的效果类似于图74的A所示的光接收元件12与图74的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图74的B所示的光阑板51组合使用的结构提供的效果。

[0765] 图79的A所示的光接收元件12与图79的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图79的C所示的光阑板51组合使用的构造提供的效果类似于图74的A所示的光接收元件12与图74的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图74的C所示的光阑板51组合使用的结构提供的效果。

[0766] 图79的A所示的光接收元件12与图79的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图79的D所示的光阑板51组合使用的构造提供的效果类似于图74的A所示的光接收元件12与图74的B至D所示的三种形状的光阑板51之中的图74的D所示的光阑板51组合使用的结构提供的效果。

[0767] 包括图79的A所示的光接收元件12的相机模块1可以具有图64的A或D所示的光阑板51的构造,图79的B至D所示的光阑板51的构造,或它们的变型例。

[0768] <18. 相机模块的第十二实施例>

[0769] 图80的A和B图示了使用应用本发明的堆叠型透镜结构的相机模块的第十二实施例。

[0770] 图80的A是图示了作为相机模块1的第十二实施例的相机模块1M的外观的示意图。图80的B是沿着图80的A中的由点划线描绘的线X-X'截取的相机模块1M的横截面图。

[0771] 相机模块1M包括堆叠型透镜结构11和光接收元件12。在堆叠型透镜结构11中,堆叠多个具有透镜的基板41a至41e。堆叠型透镜结构11包括九个光学单元13。光接收元件12包括对通过光学单元13进入的光进行接收的光接收部(光接收区域)2011。设置有与九个光学单元13对应的光接收部。因此,相机模块1M是多目相机模块。

[0772] 光阑板51布置在堆叠型透镜结构11的上表面上。开口52形成在光阑板51中,与九个光学单元13对应。与九个光学单元13对应的九个开口52分为均具有较大开口直径的四个

开口52A和均具有较小开口直径的五个开口52B。

[0773] 均具有较大开口直径的四个开口52A对应于设置有均具有较大直径的透镜21的光学单元13。均具有较大开口直径的四个开口52A布置为彼此间隔第一间距PA。均具有较小开口直径的五个开口52B对应于设置有均具有较小直径的透镜21的光学单元13。均具有较小开口直径的五个开口52B布置为彼此间隔不同于第一间距PA的第二间距PB。

[0774] 以下,将设置有被布置为彼此间隔第一间距PA的分别具有较大直径的透镜21的光学单元13称为第一光学单元13A,且将设置有被布置为彼此间隔第二间距PB的分别具有较小直径的透镜21的光学单元13称为第二光学单元13B。布置为彼此间隔第一间距PA的四个第一光学单元13A具有与图11的A至D所示的作为第四实施例的相机模块1D的光学单元13的构造类似的构造。

[0775] 相机模块1M包括位于光阑板51的上表面上的防护玻璃2002。

[0776] 波长选择滤波器2003形成在防护玻璃2002的上表面上。波长选择滤波器2003选择具有预定波长的光并使这样的光从中透射。波长选择滤波器2003形成在防护玻璃2002上的与分别具有较小开口直径的五个开口52B对应的五个位置处。

[0777] 五个波长选择滤波器2003的透射光的波长不同,且被区分为波长选择滤波器2003R,2003G,2003B,2003C和2003IR。

[0778] 图81是图示了波长选择滤波器2003R,2003G,2003B,2003C和2003IR的滤波器特性的曲线图。

[0779] 波长选择滤波器2003R透射具有红色(R)波长的光。波长选择滤波器2003G透射具有绿色(G)波长的光。波长选择滤波器2003B透射具有蓝色(B)波长的光。波长选择滤波器2003C透射具有可见光(RGB)波长的光。波长选择滤波器2003IR透射具有红外光(IR)波长的光。

[0780] 如图80的B所示,光接收元件12的光接收部2011形成在九个光学单元13下方。通过各光学单元13的光进入相应的光接收部2011并被接收。

[0781] 在作为以上述方式构造的第十二实施例的相机模块1M中,分别具有较小透镜直径的多个第二光学单元13B以不同于第一间距PA的第二间距PB布置在以第一间距PA布置的多个第一光学单元13A(类似于图11的A至D所示的相机模块1D)之间的区域中。此外,波长选择滤波器2003形成在以第二间距PB布置的第二光学单元13B的开口52B上方。

[0782] 由此,能够在与以第二间距PB布置的多个光学单元13对应的光接收部2011中检测红色,绿色,蓝色,可见光和红外光中各波长的光量。能够根据检测到的各波长的光量来估计光源。例如,能够将光源的估计结果用于白平衡调整。

[0783] 将参照图82的A至C说明第十二实施例的变型例。

[0784] 图82的A是图示了第十二实施例的第一变型例的横截面图。

[0785] 在图82的A所示的第一变型例中,波长选择滤波器2003形成在位于防护玻璃2002的下表面的开口52B中,而不是防护玻璃2002的上表面。

[0786] 形成波长选择滤波器2003的位置可以不同于防护玻璃2002的上表面或下表面。例如,波长选择滤波器2003可以布置在光接收部2011上方,或透镜21本身可以具有波长选择滤波器的功能。因此,只要波长选择滤波器2003布置在第二光学单元13B的光轴上,波长选择滤波器2003可以布置在任何位置。

[0787] 此外,在以第二间距PB布置的第二光学单元13B中,能够取决于设计、规格等,省去形成堆叠型透镜结构11的各层的具有透镜的基板41的透镜21。

[0788] 图82的B是图示了第十二实施例的第二变型例的横截面图。

[0789] 在图82的B所示的第二变型例中,省去了波长选择滤波器2003。

[0790] 此外,在第二变型例中,以第二间距PB布置的第二光学单元13B的光学参数不同于以第一间距PA布置的第一光学单元13A的光学参数。

[0791] 即,在图80的B的示例中,类似于以第一间距PA布置的第一光学单元13A,以第二间距PB布置的第二光学单元13B均包括五个透镜21。与之相比,在图82的B中,以第二间距PB布置的第二光学单元13B分别仅包括两个透镜21。由此,以第一间距PA布置的第一光学单元13A和以第二间距PB布置的第二光学单元13B的焦距不同。

[0792] 根据图82的B所示的第二变型例,两种类型的光学单元13(即,以第一间距PA布置的第一光学单元13A和以第二间距PB布置的第二光学单元13B)能够例如是均具有短焦距的用于拍摄近景图的第一光学单元13A和均具有长焦距的用于拍摄远景图的第二光学单元13B。

[0793] 第二光学单元13B下方的光接收部2011的像素布置能够类似于以上参照图66至78所述的第一光学单元13A下方的光接收部2011的像素布置。

[0794] 图82的C是图示了第十二实施例的第三变型例的横截面图。

[0795] 在图82的C所示的第三变型例中,作为发光的发光部的发光二极管(LED)2021设置在以第二间距PB布置的各第二光学单元13B的光轴上。换言之,第二光学单元13B下方的光接收元件12的光接收部2011被替换为用作发光部的LED 2021。

[0796] 此外,省去了以第二间距PB布置的第二光学单元13B的光轴上的具有透镜的基板41a至41e的透镜21以及波长选择滤波器2003。

[0797] 根据第三变型例,LED 2021发出的光被以第一间距PA布置的第一光学单元13A的光接收部2011接收。因此,相机模块1M能够设置有测距功能,以通过使用飞行时间(ToF)方法测量与对象之间的距离。

[0798] (制造方法)

[0799] 接着,将参照图83的A至F说明根据第十二实施例的相机模块1M所用的堆叠型透镜结构11的制造方法。

[0800] 在图83的A至F中,将说明以第二间距PB布置的第二光学单元13B中不形成透镜21的情况。

[0801] 首先,如图83的A所示,制备位于堆叠型透镜结构11的底层中的基板状态下的具有透镜的基板41W'-e。

[0802] 在具有透镜的基板41W'-e中,形成以第一间距PA布置的各第一光学单元13A的贯通孔83(以下,称为第一贯通孔83A)和以第二间距PB布置的各第二光学单元13B的贯通孔83(以下,称为第二贯通孔83B)。

[0803] 此外,在第一光学单元13A的第一贯通孔83A内形成透镜21,而在第二光学单元13B的第二贯通孔83B内不形成透镜21。在图83的A至F中,第二贯通孔83B附近的虚线表示具有透镜的基板41W'-e在第二贯通孔83B以外的部分中与单个基板连接。

[0804] 接着,如图83的B所示,通过使用以上参照图31的A和B所述的将基板状态下的具有

透镜的基板41W键合在一起的方法,将位于从堆叠型透镜结构11的底部开始的第二层的基板状态下的具有透镜的基板41W' -d键合到基板状态下的具有透镜的基板41W' -e上。

[0805] 在图83的B至F中,为了防止附图变得复杂,省略了基板状态下的具有透镜的基板41W' -a至41W' -e以外的附图标记。然而,在基板状态下的具有透镜的基板41W' a至41W' -d的各者中,同样在以第一间距PA布置的各第一光学单元13A的第一贯通孔83A内形成透镜21,而在以第二间距PB布置的各第二光学单元13B的第二贯通孔83B内不形成透镜21。

[0806] 接着,如图83的C所示,通过使用以上参照图31的A和B所述的将基板状态下的具有透镜的基板41W键合在一起的方法,将位于从堆叠型透镜结构11的底部开始的第三层的基板状态下的具有透镜的基板41W' -c键合到基板状态下的具有透镜的基板41W' -d上。

[0807] 接着,如图83的D所示,通过使用以上参照图31的A和B所述的将基板状态下的具有透镜的基板41W键合在一起的方法,将位于从堆叠型透镜结构11的底部开始的第四层的基板状态下的具有透镜的基板41W' -b键合到基板状态下的具有透镜的基板41W' -c上。

[0808] 接着,如图83的E所示,通过使用以上参照图31的A和B所述的将基板状态下的具有透镜的基板41W键合在一起的方法,将位于从堆叠型透镜结构11的底部开始的第五层的基板状态下的具有透镜的基板41W' -a键合到基板状态下的具有透镜的基板41W' -b上。

[0809] 最后,如图83的F所示,通过使用以上参照图31的A和B所述的将基板状态下的具有透镜的基板41W键合在一起的方法,将位于堆叠型透镜结构11的具有透镜的基板41a的顶层上的光阑板51W键合到基板状态下的具有透镜的基板41W' -a上。

[0810] 通过如上所述的从作为堆叠型透镜结构11的下层的具有透镜的基板41W' 到作为堆叠型透镜结构11的上层的具有透镜的基板41W' 逐一地顺序堆叠五个基板状态下的具有透镜的基板41W' -a至41W' -e来获得基板状态下的堆叠型透镜结构11W'。

[0811] 通过例如以如上参照图6和7所述的方式堆叠设置有形成在所需区域中的波长选择滤波器2003的防护玻璃2002与基板状态下的传感器基板43W,然后将其划分成以模块为单位的多件,从而获得最终的相机模块1M。

[0812] 为了实现具有形成在以第二间距PB布置的第二光学单元13B的第二贯通孔83B内的透镜21的相机模块1M,仅需要也在基板状态下的具有透镜的基板41W' -a至41W' -e中的第二光学单元13B的第二贯通孔83B内形成透镜21。

[0813] 也能够通过如上参照图33的A至F所述的从作为堆叠型透镜结构11的上层的具有透镜的基板41W' 到作为堆叠型透镜结构11的下层的具有透镜的基板41W' 逐一地顺序堆叠五个基板状态下的具有透镜的基板41W' -a至41W' -e来制造基板状态下的堆叠型透镜结构11W'。

[0814] 如上所述,根据第十二实施例的相机模块1M包括:包括具有透镜的基板41的堆叠型透镜结构11,具有透镜的基板41分别设置有具有不同开口宽度的第一贯通孔83A和第二贯通孔83B且通过直接键合而相互堆叠和键合,第一贯通孔83A和第二贯通孔83B中的至少第一贯通孔83A包括布置其中的透镜21;和包括多个光接收部2011的光接收元件12,多个光接收部2011接收通过第一光学单元13A的光,第一光学单元13A均包括以通过直接键合而将具有透镜的基板41相互堆叠并键合的方式在光轴方向上堆叠的透镜21,多个光接收部2011被设置为与第一光学单元13A对应。

[0815] 设置有分别具有比第一光学单元13A的开口宽度更小的开口宽度的贯通孔83的多

个第二光学单元13B布置在以第一间距PA布置的多个第一光学单元13A之间的区域中,多个第二光学单元13B以不同于第一间距PA的第二间距PB布置。因此,与如图11的A至D所示的相机模块1D一样的包括以第一间距PA布置的多个第一光学单元13A的情况相比,能够有效地使用第一光学单元13A的未占用区域。能够获得与通过多个第一光学单元13A的光接收部2011获得的图像信息不同的信息。

[0816] 换言之,能够在不增加相机模块1的芯片尺寸的情况下增加能够获得的信息。

[0817] 例如,使用图80的B所示的相机模块1M的构造,能够检测红色,绿色,蓝色,可见光和红外光中各波长的光量,且能够获得色温信息。

[0818] 此外,例如,使用图82的B所示的相机模块1M的第二变型例的构造,能够获得在焦距方面与以第一间距PA布置的第一光学单元13A采集的图像信息不同的图像信息。

[0819] 此外,例如,使用图82的C所示的相机模块1M的第三变型例的构造,能够获得表示与对象之间的距离的距离信息。

[0820] 第一间距PA可以比第二间距PB长,或第二间距PB可以比第一间距PA长。第二光学单元13B的第二贯通孔83B的开口宽度小于第一光学单元13的第一贯通孔83A的开口宽度。

[0821] 将参照图84的A和B进一步说明根据第十二实施例的相机模块1M的其他构造。

[0822] 在图80的A和B所示的相机模块1M中,布置有以第一间距PA布置的 2×2 共四个第一光学单元13A,且五个第二光学单元13B布置在第一光学单元的未占用区域中。然而,能够任意设定形成相机模块1M的第一光学单元13A的数量和第二光学单元13B的数量。

[0823] 图84的A和B是用于对相机模块1M中的第一光学单元13A和第二光学单元13B的其他布置示例进行说明的光阑板51的平面图。光阑板51的开口52的位置及数量对应于相机模块1M中的第一光学单元13A和第二光学单元13B的位置及数量。

[0824] 图84的A图示了与包括 1×2 阵列中的两个第一光学单元13A和布置其间的两个第二光学单元13B的相机模块1M对应的光阑板51。

[0825] 图84的B图示了与包括 3×3 阵列中的九个第一光学单元13A和布置其间的 2×2 共四个第二光学单元13B的相机模块1M对应的光阑板51。

[0826] 此外,第一光学单元13A的阵列可以是 5×5 或 7×7 等。除了第一光学单元13A之间的区域以外,第二光学单元13B还可以布置在相机模块1M的外周边部中。

[0827] 以此方式,能够适当地设计单个相机模块1M中的以第一间距PA布置的第一光学单元13A和以第二间距PB布置的第二光学单元13B的位置及数量。

[0828] <19. 应用于电子装置的示例>

[0829] 上述的相机模块1能够以结合到下列装置中的方式而被使用:使固态成像器件用于摄像单元(光电转换单元)的电子装置,诸如数码相机和视频相机等成像装置,具有成像功能的移动终端装置以及将固态成像器件用于图像读取单元中的复印机。

[0830] 图85是图示了作为应用本发明的电子装置的成像装置的构造例的框图。

[0831] 图85所示的成像装置3000包括相机模块3002和作为相机信号处理电路的DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)电路3003。此外,成像装置3000还包括帧存储器3004、显示单元3005、记录单元3006、操作单元3007和电源单元3008。DSP电路3003、帧存储器3004、显示单元3005、记录单元3006、操作单元3007、电源单元3008经由总线3009彼此连接。

[0832] 相机模块3002中的图像传感器3001采集来自对象的入射光(图像光),将在成像面上形成为图像的入射光的量转换为像素单元中的电信号,且输出电信号作为像素信号。采用上述的相机模块1作为相机模块3002,且图像传感器3001对应于上述的光接收元件12。图像传感器3001接收从相机模块3002中具有堆叠型透镜结构11的光学单元13的相应透镜21通过的光,且输出像素信号。

[0833] 显示单元3005是诸如液晶面板和有机电致发光(EL)面板等面板型显示装置,并显示图像传感器3001拍摄的动态图像或静态图像。记录单元3006将图像传感器3001拍摄的动态图像或静态图像记录在诸如硬盘和半导体存储器等记录介质上。

[0834] 操作单元3007响应于用户的操作发出关于成像装置3000的各种功能的操作指令。电源单元3008将作为操作电力的各种类型的电力适当地供给到DSP电路3003、帧存储器3004、显示单元3005、记录单元3006和操作单元3007。

[0835] 如上所述,当安装有通过高精度地定位和键合(堆叠)具有透镜的基板41而形成的堆叠型透镜结构11的相机模块1用作相机模块3002时,可以提高图像质量和实现小型化。因此,当相机模块结合在诸如视频相机、数码相机和移动装置(例如手机等)等成像装置3000中时,可以实现成像装置3000中的半导体封装的小型化且提高使用成像装置3000拍摄的图像的图像质量。

[0836] 此外,通过使用根据第十二实施例的相机模块1M作为相机模块3002,能够获得与通过多个第一光学单元13A的光接收部2011获得的图像信息不同的信息。

[0837] <20.应用于体内信息获取系统的示例>

[0838] 根据本发明的技术(本技术)可以应用于各种产品。例如,根据本发明的技术可以应用于使用内窥镜胶囊的患者用体内信息获取系统。

[0839] 图86是图示了可以应用根据本发明的技术(本技术)的使用内窥镜胶囊的患者用体内信息获取系统的示意性构造的示例的框图。

[0840] 体内信息获取系统10001包括内窥镜胶囊10100和外部控制装置10200。

[0841] 检查时,患者吞咽内窥镜胶囊10100。内窥镜胶囊10100具有摄像功能和无线通信功能。内窥镜胶囊10100通过蠕动运动等移动通过诸如胃和肠等器官的内部,直至被患者自然排出,同时还以预定的间隔连续地拍摄相关器官的内部的图像(以下,也称为体内图像),且连续地将关于体内图像的信息无线传输到体外的外部控制装置10200。

[0842] 外部控制装置10200集中控制体内信息获取系统10001的操作。此外,外部控制装置10200接收从内窥镜胶囊10100传输的关于体内图像的信息。根据接收的关于体内图像的信息,外部控制装置10200产生用于在显示装置(未图示)上显示体内图像的图像数据。

[0843] 这样,使用体内信息获取系统10001,能够从内窥镜胶囊10100被吞咽的时间到内窥镜胶囊10100被排出的时间连续地获得描绘患者体内状况的图像。

[0844] 将更详细地说明内窥镜胶囊10100和外部控制装置10200的构造和功能。

[0845] 内窥镜胶囊10100包括胶囊形壳体10101,且包括内置在胶囊形壳体10101中的光源单元10111,摄像单元10112,图像处理单元10113,无线通信单元10114,供电单元10115,电源单元10116和控制单元10117。

[0846] 光源单元10111例如包括诸如发光二极管(LED)等光源,且使用光照射摄像单元10112的成像区域。

[0847] 摄像单元10112包括图像传感器,以及由设置在图像传感器前面的多个透镜构成的光学系统。照射在作为观察对象的身体组织的光的反射光(以下,称为观察光)被光学系统会聚且入射到图像传感器上。摄像单元10112的图像传感器接收观察光且对其进行光电转换,从而产生对应于观察光的图像信号。摄像单元10112产生的图像信号被提供给图像处理单元10113。

[0848] 图像处理单元10113包括诸如中央处理单元(CPU)和图形处理单元(GPU)等处理器,且对摄像单元10112产生的图像信号进行各种类型的信号处理。图像处理单元10113将经过信号处理的图像信号作为原始数据提供给无线通信单元10114。

[0849] 无线通信单元10114对经过图像处理单元10113的信号处理的图像信号进行诸如调制处理等预定处理,且经由天线10114A将图像信号传输到外部控制装置10200。此外,无线通信单元10114经由天线10114A从外部控制装置10200接收与内窥镜胶囊10100的驱动控制有关的控制信号。无线通信单元10114将从外部控制装置10200接收的控制信号提供给控制单元10117。

[0850] 供电单元10115例如包括用于接收电力的天线线圈、用于根据天线线圈中产生的电流再生电力的电力再生电路以及升压电路。在供电单元10115中,使用所谓的无接触或无线式充电的原理来产生电力。

[0851] 电源单元10116包括二次电池,且存储由供电单元10115产生的电力。为简洁起见,图86省略了表示电源单元10116的电力的接收方的箭头等,但是存储在电源单元10116中的电力被供给到光源单元10111、摄像单元10112、图像处理单元10113、无线通信单元10114和控制单元10117,且可以用于驱动这些组件。

[0852] 控制单元10117包括诸如CPU等处理器。控制单元10117根据从外部控制装置10200传输的控制信号适当地控制光源单元10111、摄像单元10112、图像处理单元10113、无线通信单元10114和供电单元10115的驱动。

[0853] 外部控制装置10200包括处理器(诸如CPU和GPU等)、微计算机或其上安装有处理器和诸如存储器等存储元件的控制板等。外部控制装置10200通过经由天线10200A将控制信号传输到内窥镜胶囊10100的控制单元10117来控制内窥镜胶囊10100的操作。在内窥镜胶囊10100中,例如,可以通过来自外部控制装置10200的控制信号来改变光源单元10111使用光照射观察目标的光照射条件。此外,可以通过来自外部控制装置10200的控制信号改变摄像条件(诸如摄像单元10112中的帧速率和曝光等级)。此外,可以通过来自外部控制装置10200的控制信号改变图像处理单元10113中的处理内容和无线通信单元10114传输图像信号的条件(诸如传输间隔和待被传输的图像的数量等)。

[0854] 此外,外部控制装置10200对从内窥镜胶囊10100传输的图像信号进行各种类型的图像处理,且产生用于在显示装置上显示拍摄的体内图像的图像数据。对于图像处理,可以进行各种已知的信号处理,诸如显影处理(去马赛克处理)、图像质量提高处理(诸如频带增强处理、超分辨率处理、降噪(NR)处理和/或抖动校正处理等)和/或放大处理(电子变焦处理)等。外部控制装置10200控制显示装置(未图示)的驱动,并使显示装置基于产生的图像数据显示拍摄的体内图像。或者,外部控制装置10200还可以使记录装置(未图示)记录产生的图像数据,或使打印装置(未图示)进行产生的图像数据的打印输出。

[0855] 以上说明了可以应用根据本发明的技术的体内信息获取系统的示例。根据本发明

的技术可以应用于上述构造的摄像单元10112。具体地，根据第一至第十二实施例的相机模块1能够应用为摄像单元10112。通过将根据本发明的技术应用于摄像单元10112，能够使内窥镜胶囊10100进一步小型化。因此，可以进一步减轻患者的负担。此外，可以在小型化内窥镜胶囊10100的同时获得更清晰的手术部位图像。因此，能够提高检查的准确性。

[0856] <21. 应用于内窥镜手术系统的示例>

[0857] 根据本发明的技术(本技术)可以应用于各种产品。例如，根据本发明的技术可以应用于内窥镜手术系统。

[0858] 图87图示了可以应用根据本发明的技术(本技术)的内窥镜手术系统的示意性构造的示例。

[0859] 图87图示了外科医生(医生)11131通过使用内窥镜手术系统11000对患者床11133上的患者11132进行手术。如图所示，内窥镜手术系统11000包括：内窥镜11100；诸如气腹管11111和能量手术工具11112等其他手术器械11110；支撑内窥镜11100的支撑臂装置11120；和包括各种内置内窥镜手术装置的推车11200。

[0860] 内窥镜11100包括镜筒11101和相机头部11102，镜筒11101的从顶端起的具有预定长度的一部分插入患者11132的体腔中，相机头部11102连接到镜筒11101的基部。该图图示了内窥镜11100包括例如刚性镜筒11101，即所谓的刚性内窥镜。或者，内窥镜11100可以是包括柔性镜筒的所谓的柔性内窥镜。

[0861] 透镜筒11101在顶端处具有开口，物镜安装在该开口中。光源装置11203连接到内窥镜11100。光源装置11203产生光，在镜筒11101中延伸的光导将光引导至镜筒的顶端，光通过物镜，且患者11132的体腔中的观察对象被光照射。内窥镜11100可以是直视内窥镜、斜视内窥镜或侧视内窥镜。

[0862] 相机头部11102的内部包括光学系统和图像传感器。来自观察对象的反射光(观察光)通过光学系统会聚在图像传感器上。图像传感器对观察光进行光电转换，从而产生对应于观察光的电信号，即对应于观察图像的图像信号。作为原始数据的图像信号被传输到相机控制单元(CCU)11201。

[0863] CCU 11201包括中央处理单元(CPU)或图形处理单元(GPU)等，且集中控制内窥镜11100和显示装置11202的操作。此外，CCU 11201接收来自相机头部11102的图像信号，且对图像信号进行各种类型的图像处理，例如显影处理(去马赛克处理)等。基于图像信号显示图像。

[0864] 由CCU 11201控制，显示装置11202基于经过CCU 11201的图像处理的图像信号显示图像。

[0865] 光源装置11203例如包括诸如发光二极管(LED)等光源，且将光提供至内窥镜11100、手术部位或当对其进行照射时用光照射的其它部位。

[0866] 输入装置11204是内窥镜手术系统11000的输入接口。用户可以经由输入装置11204将各种信息和指令输入到内窥镜手术系统11000中。例如，用户输入用于改变内窥镜11100的摄像条件(照射光的种类，放大率和焦距等)的指令和其他指令。

[0867] 手术工具控制装置11205控制能量手术工具11112的驱动，该能量手术工具11112用于烧灼组织，切割组织或封合血管等。气腹装置11206经由气腹管11111将气体输送到体腔中，以使患者11132的体腔膨胀，以便确保内窥镜11100的成像区域并且确保外科医生的

工作空间。记录器11207是能够记录各种手术信息的装置。打印机11208是能够以各种格式(诸如文本,图像和图形等)打印各种手术信息的装置。

[0868] 拍摄手术部位的图像时向内窥镜11100供给照射光的光源装置11203可以包括例如LED、激光光源或具有它们的组合的白光源。在白光源包括RGB激光光源的组合的情况下,光源装置11203可以调整拍摄图像的白平衡,这是因为可以高精度地控制每种颜色(每个波长)的输出强度和输出时刻。此外,在这种情况下,通过以时分方式使用来自各RGB激光光源的激光照射观察对象,且通过与照射时刻同步地控制相机头部11102的图像传感器的驱动,可以以时分方式拍摄分别对应于RGB的图像。根据该方法,不具有滤色器的图像传感器可以获得彩色图像。

[0869] 此外,可以控制光源装置11203的驱动以预定的时间间隔改变输出光的强度。通过与改变光强度的时刻同步地控制相机头部11102的图像传感器的驱动从而以时分方式获得图像,且通过组合图像,可以产生不具有所谓黑色调(black-clipping)和白色调(white-clipping)的高动态范围图像。

[0870] 此外,光源装置11203可以被构造为能够供给具有与特定光成像对应的预定波段的光。特定光成像的一个示例是所谓的窄波段成像,其利用了身体组织对光的吸收取决于光的波长这一事实。在窄波段成像中,使用具有比正常成像中的照射光(即,白光)的波段窄的波段的光照射身体组织,从而拍摄诸如黏膜表面的血管等预定组织的高对比度图像。特定光成像的另一个可能的示例是荧光成像,其中,使用激发光照射身体组织,由此产生荧光,且获得荧光图像。在荧光成像中,使用激发光照射身体组织,且对来自身体组织的荧光进行成像(自动荧光成像)。关于另一个可能的示例,将诸如吲哚菁绿(ICG)等试剂局部注入到身体组织中,此外,使用与试剂的荧光波长对应的激发光照射身体组织,从而获得荧光图像。光源装置11203可以被构造为能够供给与特定光成像对应的窄波段光和/或激发光。

[0871] 图88是图示了图87的相机头部11102和CCU 11201的功能构造的示例的框图。

[0872] 相机头部11102包括镜头单元11401、摄像单元11402、驱动单元11403、通信单元11404和相机头部控制单元11405。CCU 11201包括通信单元11411、图像处理单元11412和控制单元11413。相机头部11102经由能够实现双向通信的传输电缆11400连接到CCU 11201。

[0873] 镜头单元11401是设置在相机头部11102的一部分处的光学系统,镜筒11101连接到该光学系统。观察光从镜筒11101的顶端引入,被引导到相机头部11102,且进入镜头单元11401。镜头单元11401包括多个透镜,这多个透镜包括变焦透镜和聚焦透镜的组合。

[0874] 摄像单元11402包括一个图像传感器/多个图像传感器。摄像单元11402可以包括一个(即,单个)图像传感器或多个(即,数个)图像传感器。在摄像单元11402包括数个图像传感器的情况下,例如,各图像传感器可以产生与RGB对应的图像信号,且可以通过组合RGB图像信号来获得彩色图像。或者,摄像单元11402可以包括一对图像传感器,用于获得与3D(维度)显示对应的右眼图像信号和左眼图像信号。由于3D显示,外科医生11131能够更准确地掌握手术部位的生物组织的深度。在摄像单元11402包括数个图像传感器的情况下,可以设置与数个图像传感器分别对应的多个系列的镜头单元11401。

[0875] 此外,摄像单元11402不一定设置在相机头部11102中。例如,摄像单元11402可以紧接在镜筒11101中的物镜之后设置。

[0876] 驱动单元11403包括致动器。由相机头部控制单元11405控制,驱动单元11403使镜

头单元11401的变焦透镜和聚焦透镜沿光轴移动预定距离。因此,可以适当地调整由摄像单元11402拍摄的图像的放大率和焦点。

[0877] 通信单元11404包括用于向/从CCU 11201传输/接收各种信息的通信装置。通信单元11404经由传输电缆11400将从摄像单元11402获得的图像信号作为原始数据传输到CCU 11201。

[0878] 此外,通信单元11404从CCU 11201接收与相机头部11102的驱动控制有关的控制信号,且将控制信号供给到相机头部控制单元11405。例如,控制信号包括关于摄像条件的信息,该信息包括用于指定拍摄图像的帧速率的信息、用于指定拍摄图像时的曝光水平的信息、用于指定拍摄图像的放大率和焦点的信息和/或类似的信息。

[0879] 上述的摄像条件(诸如帧速率、曝光水平、放大率和焦点等)可以由用户适当地指定,或可以由CCU 11201的控制单元11413根据获得的图像信号自动设定。在后一种情况下,期望内窥镜11100具有所谓的AE(自动曝光)功能,AF(自动对焦)功能和AWB(自动白平衡)功能。

[0880] 相机头部控制单元11405根据经由通信单元11404从CCU 11201接收的控制信号来控制相机头部11102的驱动。

[0881] 通信单元11411包括用于向/从相机头部11102传输/接收各种信息的通信装置。通信单元11411经由传输电缆11400接收从相机头部11102传输的图像信号。

[0882] 此外,通信单元11411将与相机头部11102的驱动控制有关的控制信号传输到相机头部11102。可以经由电通信或光通信等传输图像信号和控制信号。

[0883] 图像处理单元11412对从相机头部11102传输的作为原始数据的图像信号进行各种类型的图像处理。

[0884] 控制单元11413对通过内窥镜11100来拍摄手术部位等的图像进行各种类型的控制,且对通过拍摄手术部位等获得的拍摄图像的显示进行控制。例如,控制单元11413产生与相机头部11102的驱动控制有关的控制信号。

[0885] 此外,控制单元11413使显示装置11202基于经过图像处理单元11412的图像处理的图像信号来显示手术部位等的拍摄图像。此时,控制单元11413可以通过使用各种图像识别技术来识别拍摄图像中的各种物体。例如,通过检测拍摄图像中的物体的边缘形状和颜色等,控制单元11413能够识别出手术器械(诸如镊子)、某个生物部位、出血和使用能量手术工具11112时产生的雾等。当控制单元11413使显示装置11202显示拍摄获图像时,控制单元11413可以通过使用识别结果来显示叠加在手术部位的图像上的各种手术辅助信息。通过显示叠加在图像上的手术辅助信息,该信息被呈现给外科医生11131,可以减轻外科医生11131的负担,并且使得外科医生11131能够可靠地进行手术。

[0886] 连接相机头部11102和CCU 11201的传输电缆11400是支持电信号通信的电信号电缆、支持光通信的光纤或它们的复合电缆。

[0887] 这里,在所示的示例中,经由传输电缆11400进行有线通信。或者,可以无线地进行相机头部11102和CCU 11201之间的通信。

[0888] 以上说明了可以应用根据本发明的技术的内窥镜手术系统的示例。根据本发明的技术可以应用于上述构造的相机头部11102的镜头单元11401和摄像单元11402。具体地,第一至第十二实施例的相机模块1可以应用于镜头单元11401和摄像单元11402。在根据本发

明的技术应用于镜头单元11401和摄像单元11402的情况下,相机头部11102被小型化,且此外,可以获得手术部位的更清晰的图像。

[0889] 尽管以上说明了用于示例的内窥镜手术系统,但是根据本发明的技术可以应用于其他系统,例如显微镜手术系统等。

[0890] <22. 应用于可移动物体的示例>

[0891] 根据本发明的技术(本技术)能够应用于各种产品。例如,根据本发明的技术可以实现为安装在任何类型的可移动物体上的装置,该可移动物体诸如是汽车、电动汽车、混合动力汽车、机动车、自行车、个人移动设备、飞机、无人机、船和机器人等。

[0892] 图89是图示了作为应用根据本发明的技术的可移动物体控制系统的示例的车辆控制系统的示意构造的示例的框图。

[0893] 车辆控制系统12000包括经由通信网络12001彼此连接的多个电子控制单元。在图89的示例中,车辆控制系统12000包括驱动系统控制单元12010、本体系统控制单元12020、车外信息检测单元12030、车内信息检测单元12040和综合控制单元12050。此外,作为综合控制单元12050的功能构造,图示了微计算机12051、声音/图像输出单元12052和车载网络接口(I/F)12053。

[0894] 驱动系统控制单元12010执行各种程序,从而控制与车辆的驱动系统相关的装置的操作。例如,驱动系统控制单元12010起到控制装置的作用,其控制用于产生车辆的驱动力的驱动力产生装置(诸如内燃机和驱动电机等)、用于将驱动力传输至车轮的驱动力传输机构、对车辆的转向角度进行调整的转向机构和产生车辆的制动力的制动装置等。

[0895] 本体系统控制单元12020执行各种程序,从而控制装配在车体内的各种装置的操作。例如,本体系统控制单元12020起到控制无钥匙进入系统、智能钥匙系统、电动窗装置或诸如车头灯、车尾灯、刹车灯、转向灯和雾灯等各种灯的控制装置的作用。在这种情况下,从取代钥匙的移动装置传输的电波或来自各种开关的信号可以输入至本体系统控制单元12020。本体系统控制单元12020接收输入的电波或信号,且控制车辆的锁门装置、电动窗装置和灯等。

[0896] 车外信息检测单元12030检测包括车辆控制系统12000的车辆的外部的信息。例如,摄像单元12031连接到车外信息检测单元12030。车外信息检测单元12030使摄像单元12031拍摄环境图像,并且接收拍摄的图像。车外信息检测单元12030可以根据接收的图像进行检测人、车辆、障碍物、指示牌或道路上的标记等物体检测处理,或可以根据接收的图像进行距离检测处理。

[0897] 摄像单元12031是光传感器,其接收光且输出与接收的光量对应的电信号。摄像单元12031可以将电信号输出为图像,或可以将电信号输出为测距信息。此外,摄像单元12031接收的光可以是可见光或可以是诸如红外光等不可见光。

[0898] 车内信息检测单元12040检测车内信息。例如,检测驾驶员状况的驾驶员状况检测器12041连接到车内信息检测单元12040。例如,驾驶员状况检测器12041可以包括拍摄驾驶员图像的相机。车内信息检测单元12040可以根据从驾驶员状况检测器12041输入的检测信息计算驾驶员的疲劳水平或精力集中水平,且可以判断驾驶员是否入睡。

[0899] 微计算机12051可以根据通过车外信息检测单元12030或车内信息检测单元12040获得的车内/车外信息计算驱动力产生装置、转向机构或制动装置的控制目标值,且可以将

控制指令输出到驱动系统控制单元12010。例如,微计算机12051可以进行为了实现先进驾驶辅助系统(ADAS)功能的协调控制,所述功能包括避免车辆碰撞,减少车辆碰撞的冲击,基于车辆之间距离的跟车驾驶,定速巡航,车辆碰撞警告或车道偏离警告等。

[0900] 此外,通过根据车外信息检测单元12030或车内信息检测单元12040获得的关于车辆周围环境的信息来控制驱动力产生装置、转向机构或制动装置等,微计算机12051可以进行以实现无人驾驶(即,不需要驾驶员的操作而自动驾驶)为目的的协调控制。

[0901] 此外,微计算机12051可以根据通过车外信息检测单元12030获得的车外信息将控制指令输出到本体系统控制单元12020。例如,微计算机12051可以进行如下协调控制,其包括:根据通过车外信息检测单元12030检测到的前行车辆或对向车辆的位置来控制车头灯,并且例如为了防炫目而将远光灯变成近光灯。

[0902] 声音/图像输出单元12052将声音输出信号和图像输出信号中的至少一者传输到输出装置,该输出装置能够在视觉或听觉上将信息通知到车辆的乘客或车辆外部的人。在图89的示例中,将音频扬声器12061、显示单元12062和仪表盘12063图示为输出装置的示例。例如,显示单元12062可以包括车载显示器和平视显示器中的至少一者。

[0903] 图90图示了摄像单元12031的安装位置的示例。

[0904] 在图90中,车辆12100包括作为摄像单元12031的摄像单元12101、12102、12103、12104和12105。

[0905] 例如,摄像单元12101、12102、12103、12104和12105设置在车辆12100的诸如前鼻,侧视镜,后保险杠或后门,车厢挡风玻璃上部等位置。前鼻的摄像单元12101和车厢挡风玻璃上部的摄像单元12105主要获得车辆12100前面的图像。侧视镜的摄像单元12102和12103主要获得车辆12100侧面的图像。后保险杠或后门的摄像单元12104主要获得车辆12100后面的图像。摄像单元12101和12105获得的前面的图像主要用于检测前行车辆,或检测行人、障碍物、交通信号灯、交通指示牌或车道等。

[0906] 图90图示了摄像单元12101至12104的摄像范围的示例。摄像范围12111表示前鼻的摄像单元12101的摄像范围,摄像范围12112和12113分别表示侧视镜的摄像单元12102和12103的摄像范围,且摄像范围12114表示后保险杠或后门的摄像单元12104的摄像范围。例如,通过将摄像单元12101至12104拍摄的图像数据彼此叠加,获得从上方观察的车辆12100的平面图像。

[0907] 摄像单元12101至12104中的至少一者可以具有获得距离信息的功能。例如,摄像单元12101至12104中的至少一者可以是包括多个图像传感器的立体相机,或可以是包括用于相位差检测的像素的图像传感器。

[0908] 例如,通过根据摄像单元12101至12104获得的距离信息来获得摄像范围12111至12114内的各三维(3D)物体与车辆12100之间的距离以及该距离的时域变化(相对于车辆12100的相对速度),微计算机12051可以将如下3D物体提取为前行车辆:特别地,在与车辆12100的行驶方向大致相同的方向上,在车辆12100正在行驶的车道上以预定的速度(例如,0km/h或以上)行驶的最接近的3D物体。此外,通过预设要确保的位于车辆12100和前行车辆之间的距离,微计算机12051可以进行自动制动控制(包括跟车停止控制)和自动加速控制(包括跟车起步控制)等。这样,可以进行以实现无人驾驶(即,不需要驾驶员的操作而自动驾驶)等为目的的协调控制。

[0909] 例如,微计算机12051可以根据摄像单元12101至12104获得的距离信息将3D物体的3D物体数据分类成摩托车、标准尺寸车辆、大型车辆、行人和诸如电线杆等其他3D物体,提取数据,且使用所述数据来自动避开障碍物。例如,微计算机12051将车辆12100周围的障碍物分类为车辆12100的驾驶员能够看见的障碍物和驾驶员难以看见的障碍物。然后,微计算机12051确定碰撞风险,该风险表示与各障碍物碰撞的危险程度。当碰撞风险等于或高于预设值时且当存在发生碰撞的可能时,微计算机12051可以进行驾驶辅助以避免碰撞,其中,微计算机12051经由音频扬声器12061或显示单元12062向驾驶员输出警告,或经由驱动系统控制单元12010强制减速或进行避免碰撞的转向。

[0910] 摄像单元12101至12104中的至少一者可以是检测红外光的红外相机。例如,微计算机12051可以通过判断摄像单元12101至12104拍摄的图像是否包括行人来识别行人。例如,识别行人的方法包括如下步骤:提取作为红外相机的摄像单元12101至12104拍摄的图像中的特征点;相对于表示物体轮廓的一系列特征点进行模式匹配处理,从而判断该物体是否是行人。在微计算机12051确定摄像单元12101至12104拍摄的图像包括行人且识别出行人的情况下,声音/图像输出单元12052控制显示单元12062显示叠加在识别出的行人上的矩形轮廓以强调行人。此外,声音/图像输出单元12052可以控制显示单元12062将表示行人的图标等显示在期望的位置。

[0911] 以上说明了可以应用根据本发明的技术的车辆控制系统的示例。根据本发明的技术可以应用于上述构造的摄像单元12031。具体地,根据第一至第十二实施例的相机模块1能够应用为摄像单元12031。应用根据本发明的技术的摄像单元12031能够有效小型化摄像单元12031,获得更清晰的拍摄图像并获得距离信息。此外,通过使用获得的拍摄图像和距离信息,能够减轻驾驶员的疲劳,提高驾驶员和车辆的安全性。

[0912] 此外,本发明不限于应用于检测入射光的入射光强的分布以将该分布拍摄为图像的相机模块。本发明能够应用于:将红外光、X射线或粒子的入射强度的分布拍摄为图像的相机模块;和检测诸如压力和静电电容等其他物理量的分布以将该分布拍摄为更广义上的图像的诸如指纹检测传感器等全体相机模块(物理量检测装置)。

[0913] 本发明的实施例不限于上述的实施例,而是能够在不偏离本发明的实质的情况下做出各种变化。

[0914] 例如,可以采用将上述的多个实施例中的所有或一些进行组合的实施例。

[0915] 注意,本说明书所述的优势仅是示例,且可以提供本说明书所述的优势以外的其他优势。

[0916] 应注意,本发明也能够采取下面的构造。

[0917] (1)一种相机模块,其包括:

[0918] 包括多个具有透镜的基板的堆叠型透镜结构,所述多个具有透镜的基板分别设置有具有不同开口宽度的第一贯通孔和第二贯通孔,且所述多个具有透镜的基板通过直接键合而被相互键合且堆叠,所述第一贯通孔和所述第二贯通孔中的至少第一贯通孔内布置有透镜;和

[0919] 包括多个光接收部的光接收元件,所述多个光接收部被构造为接收通过多个第一光学单元进入的光,所述多个第一光学单元均包括以所述多个具有透镜的基板通过直接键合而被相互键合且堆叠的方式堆叠在光轴方向上的透镜,所述多个第一光学单元以第一间

距布置,所述多个光接收部设置为与所述多个第一光学单元对应。

[0920] (2) 根据(1)所述的相机模块,其中

[0921] 所述第二贯通孔包括设置在所述多个第一光学单元之间的区域中且以不同于所述第一间距的第二间距布置的多个第二贯通孔。

[0922] (3) 根据(1)或(2)所述的相机模块,其中

[0923] 所述第二贯通孔的开口宽度小于所述第一贯通孔的开口宽度。

[0924] (4) 根据(2)至(3)中任一项所述的相机模块,其中

[0925] 透镜布置在堆叠在所述光轴方向上的第二贯通孔中的至少一者内,且

[0926] 布置在堆叠在所述光轴方向上的第二贯通孔内的一个或多个透镜形成第二光学单元。

[0927] (5) 根据(4)所述的相机模块,其中

[0928] 所述第一光学单元和所述第二光学单元具有不同的焦距。

[0929] (6) 根据(4)或(5)所述的相机模块,其中

[0930] 所述光接收元件还包括光接收部,所述光接收部被构造为接收通过所述第二光学单元进入的光。

[0931] (7) 根据(6)所述的相机模块,还包括

[0932] 波长选择滤波器,所述波长选择滤波器被构造为选择且透射具有预定波长的光,所述波长选择滤波器位于所述第二光学单元的光轴上。

[0933] (8) 根据(4)所述的相机模块,还包括

[0934] 发光部,所述发光部被构造用于发光,所述发光部位于所述第二光学单元的光轴上。

[0935] (9) 一种相机模块的制造方法,其包括:

[0936] 通过直接键合将多个具有透镜的基板相互键合且堆叠来形成堆叠型透镜结构,所述多个具有透镜的基板分别设置有具有不同开口宽度的第一贯通孔和第二贯通孔,所述第一贯通孔和所述第二贯通孔中的至少第一贯通孔内布置有透镜;和

[0937] 将所述堆叠型透镜结构堆叠到包括多个光接收部的光接收元件,所述多个光接收部被构造为接收通过多个第一光学单元进入的光,所述多个第一光学单元均包括以通过直接键合将所述多个具有透镜的基板相互键合且堆叠的方式堆叠在光轴方向上的透镜,所述多个第一光学单元以第一间距布置,所述多个光接收部设置为与所述多个第一光学单元对应。

[0938] (10) 一种电子装置,其包括相机模块,所述相机模块包括

[0939] 包括多个具有透镜的基板的堆叠型透镜结构,所述多个具有透镜的基板分别设置有具有不同开口宽度的第一贯通孔和第二贯通孔,且所述多个具有透镜的基板通过直接键合而被相互键合且堆叠,所述第一贯通孔和所述第二贯通孔中的至少第一贯通孔内布置有透镜,和

[0940] 包括多个光接收部的光接收元件,所述多个光接收部被构造为接收通过多个第一光学单元进入的光,所述多个第一光学单元均包括以所述多个具有透镜的基板通过直接键合而被相互键合且堆叠的方式堆叠在光轴方向上的透镜,所述多个第一光学单元以第一间距布置,所述多个光接收部设置为与所述多个第一光学单元对应。

- [0941] (11)
- [0942] 一种相机模块，其包括：
- [0943] 多个透镜基板，所述多个透镜基板包括第一透镜基板，所述第一透镜基板包括：
- [0944] 以第一间距布置的多个第一贯通孔，和
- [0945] 多个第二贯通孔，所述多个第二贯通孔设置在所述多个第一贯通孔之中的相邻的第一贯通孔之间且以不同于所述第一间距的第二间距布置，第一光学单元位于所述多个第一贯通孔中的第一贯通孔内；和
- [0946] 与所述第一光学单元对应的第一光接收元件，
- [0947] 其中，
- [0948] 所述多个第一贯通孔的第一直径不同于所述多个第二贯通孔的第二直径。
- [0949] (12)
- [0950] 根据上面(11)所述的相机模块，其中，所述多个透镜基板包括直接键合到所述第一透镜基板的第二透镜基板。
- [0951] (13)
- [0952] 根据上面(12)所述的相机模块，其中，所述第一透镜基板上形成有第一层且所述第二透镜基板上形成有第二层，且其中，所述第一层和所述第二层均包括氧化物、氮化物材料和碳的一者或更多者。
- [0953] (14)
- [0954] 根据上面(13)所述的相机模块，其中，所述第一透镜基板经由所述第一层和所述第二层直接键合到所述第二透镜基板。
- [0955] (15)
- [0956] 根据上面(14)所述的相机模块，其中，所述第一层和所述第二层包括等离子体键合部。
- [0957] (16)
- [0958] 根据上面(11)至(15)中任一项所述的相机模块，其中，抗反射膜位于所述多个第一贯通孔内。
- [0959] (17)
- [0960] 根据上面(11)至(16)中任一项所述的相机模块，其中，所述多个第二贯通孔中的第一贯通孔的第一部分的直径小于所述多个第一贯通孔中的第一贯通孔的第一部分的直径。
- [0961] (18)
- [0962] 根据上面(11)至(17)中任一项所述的相机模块，还包括第二光学单元，所述第二光学单元包括布置在所述多个第二贯通孔中的至少一个贯通孔内的一个或多个透镜。
- [0963] (19)
- [0964] 根据上面的(18)所述的相机模块，其中，所述第一光学单元包括一个或多个透镜，且其中，所述第一光学单元和所述第二光学单元具有不同的焦距。
- [0965] (20)
- [0966] 根据上面(18)所述的相机模块，其中，所述光接收元件还包括光接收部，所述光接收部被构造为接收通过所述第二光学单元进入的光。

[0967] (21)

[0968] 根据上面(20)所述的相机模块,还包括波长选择滤波器,所述波长选择滤波器被构造为选择且透射具有预定波长的光,所述波长选择滤波器位于所述第二光学单元的光轴上。

[0969] (22)

[0970] 根据上面(18)所述的相机模块,还包括发光部,所述发光部被构造用于发光,所述发光部位于所述第二光学单元的光轴上。

[0971] (23)

[0972] 一种相机模块的制造方法,所述方法包括:

[0973] 在第一透镜基板中以第一间距形成多个第一贯通孔;

[0974] 在所述第一透镜基板中以第二间距形成多个第二贯通孔,其中,所述多个第二贯通孔位于所述多个第一贯通孔中的相邻的第一贯通孔之间;和

[0975] 在所述多个第一贯通孔中的第一贯通孔内形成第一光学单元,

[0976] 其中,所述多个第一贯通孔的第一直径不同于所述多个第二贯通孔的第二直径。

[0977] (24)

[0978] 一种电子装置,其包括相机模块,所述相机模块包括:

[0979] 多个透镜基板,所述多个透镜基板包括第一透镜基板,所述第一透镜基板包括:

[0980] 以第一间距布置的多个第一贯通孔,和

[0981] 多个第二贯通孔,所述多个第二贯通孔设置在所述多个第一贯通孔中的相邻的第一贯通孔之间且以不同于所述第一间距的第二间距布置,第一光学单元位于所述多个第一贯通孔中的第一贯通孔内;和

[0982] 与所述第一光学单元对应的第一光接收元件,

[0983] 其中,

[0984] 所述多个第一贯通孔的第一直径不同于所述多个第二贯通孔的第二直径。

[0985] (25)

[0986] 根据上面(24)所述的电子装置,其中,所述多个透镜基板包括直接键合到所述第一透镜基板的第二透镜基板。

[0987] (16)

[0988] 根据上面(25)所述的电子装置,其中,所述第一透镜基板上形成有第一层且所述第二透镜基板上形成有第二层,且其中,所述第一层和所述第二层均包含氧化物、氮化物材料和碳中的一者或者者。

[0989] (27)

[0990] 根据上面(26)所述的电子装置,其中,所述第一透镜基板经由所述第一层和所述第二层直接键合到所述第二透镜基板。

[0991] (28)

[0992] 根据上面(27)所述的电子装置,其中,所述第一层和所述第二层包括等离子体键合部。

[0993] (29)

[0994] 根据上面(24)所述的电子装置,其中,抗反射膜位于所述多个第一贯通孔内。

[0995] (30)

[0996] 根据上面(24)所述的电子装置,其中,所述多个第二贯通孔中第一贯通孔的第一部分的直径小于所述多个第一贯通孔中的第一贯通孔的第一部分的直径。

[0997] 本领域技术人员应理解,根据设计要求及其他因素,可以出现各种变型、组合、次组合和替代,只要它们在随附的权利要求或其等同物的范围内。

[0998] 附图标记的列表

[0999] 1 相机模块

[1000] 11 堆叠型透镜结构

[1001] 12 光接收元件

[1002] 13 (13A,13B) 光学单元

[1003] 21 透镜

[1004] 41 (41a至41g) 具有透镜的基板

[1005] 43 传感器基板

[1006] 51 光阑板

[1007] 52 开口

[1008] 81 支撑基板

[1009] 82 透镜树脂部

[1010] 83 (83A,83B) 贯通孔

[1011] 2011 光接收部

[1012] 2002 防护玻璃

[1013] 2003 波长选择滤波器

[1014] 2021 LED

[1015] 3000 成像装置

[1016] 3001 图像传感器

[1017] 3002 相机模块

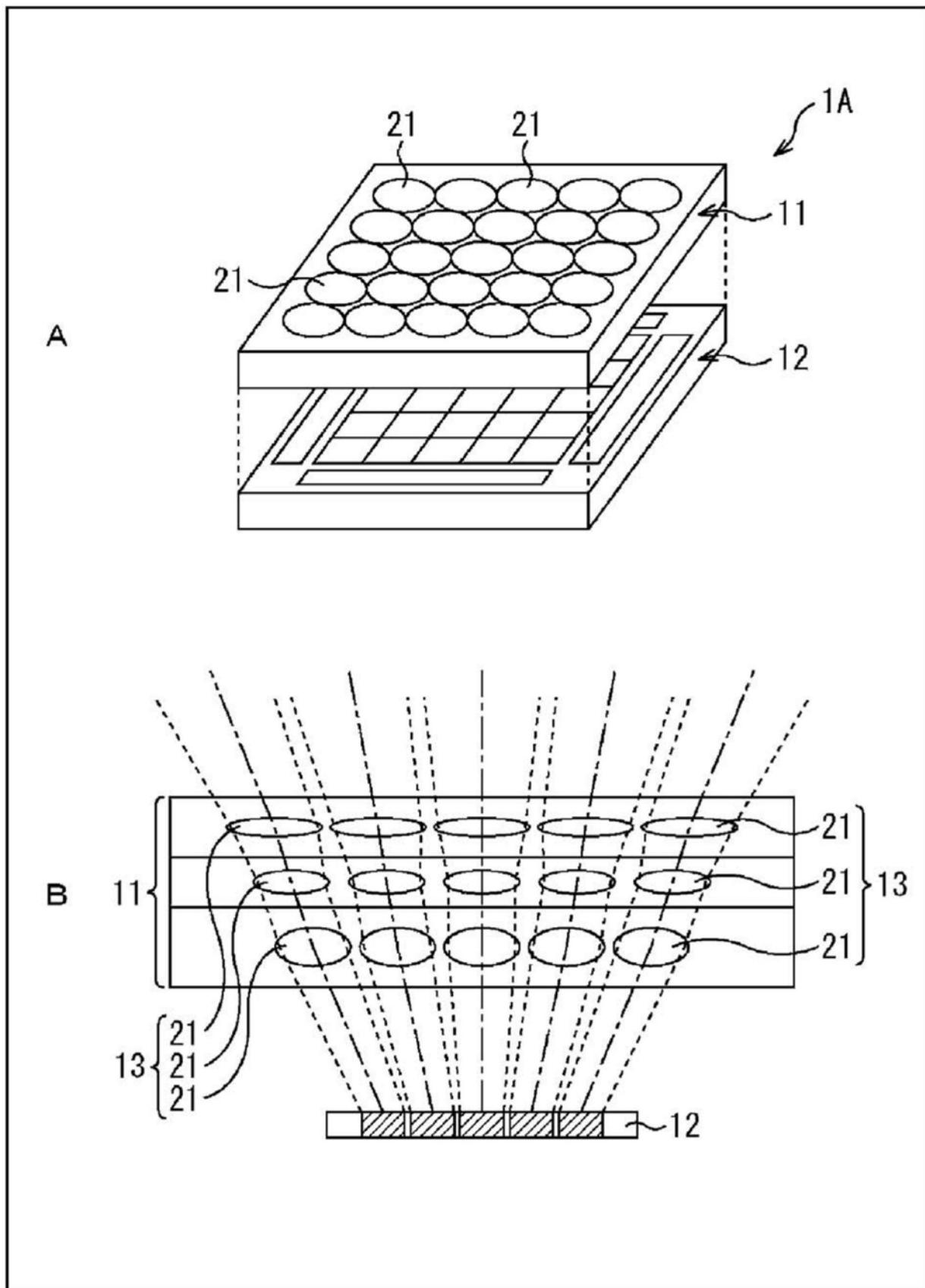


图1

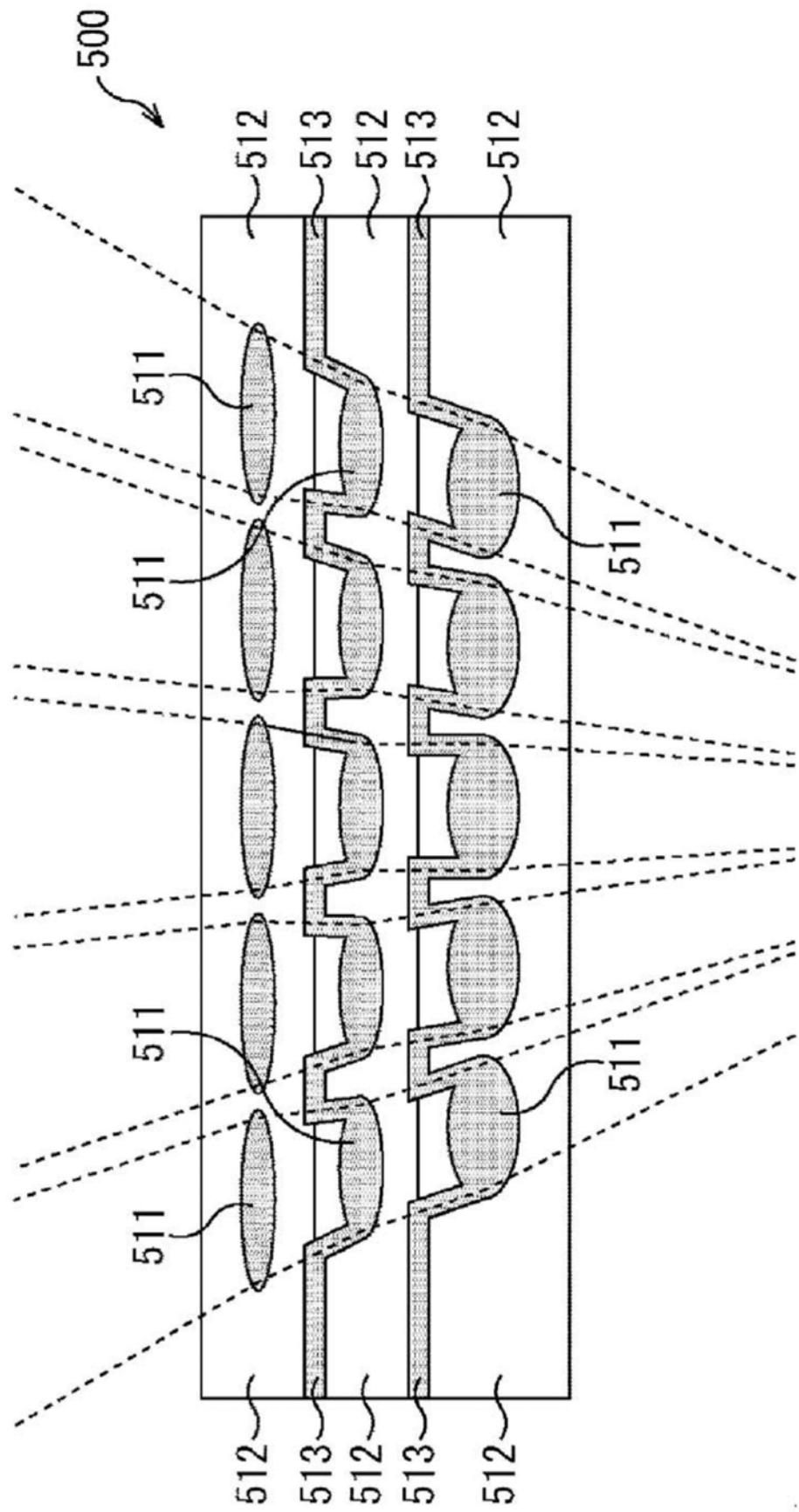


图2

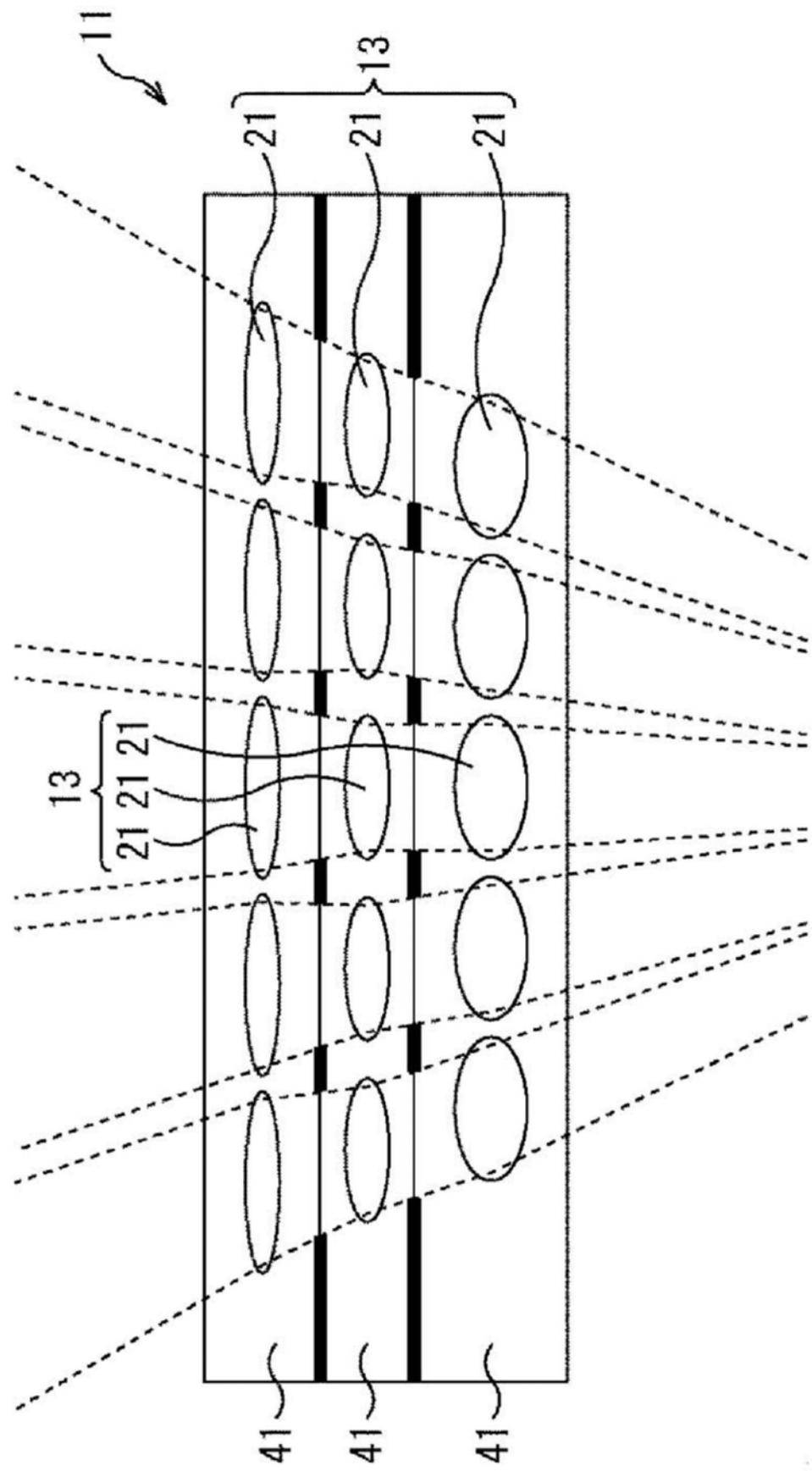


图3

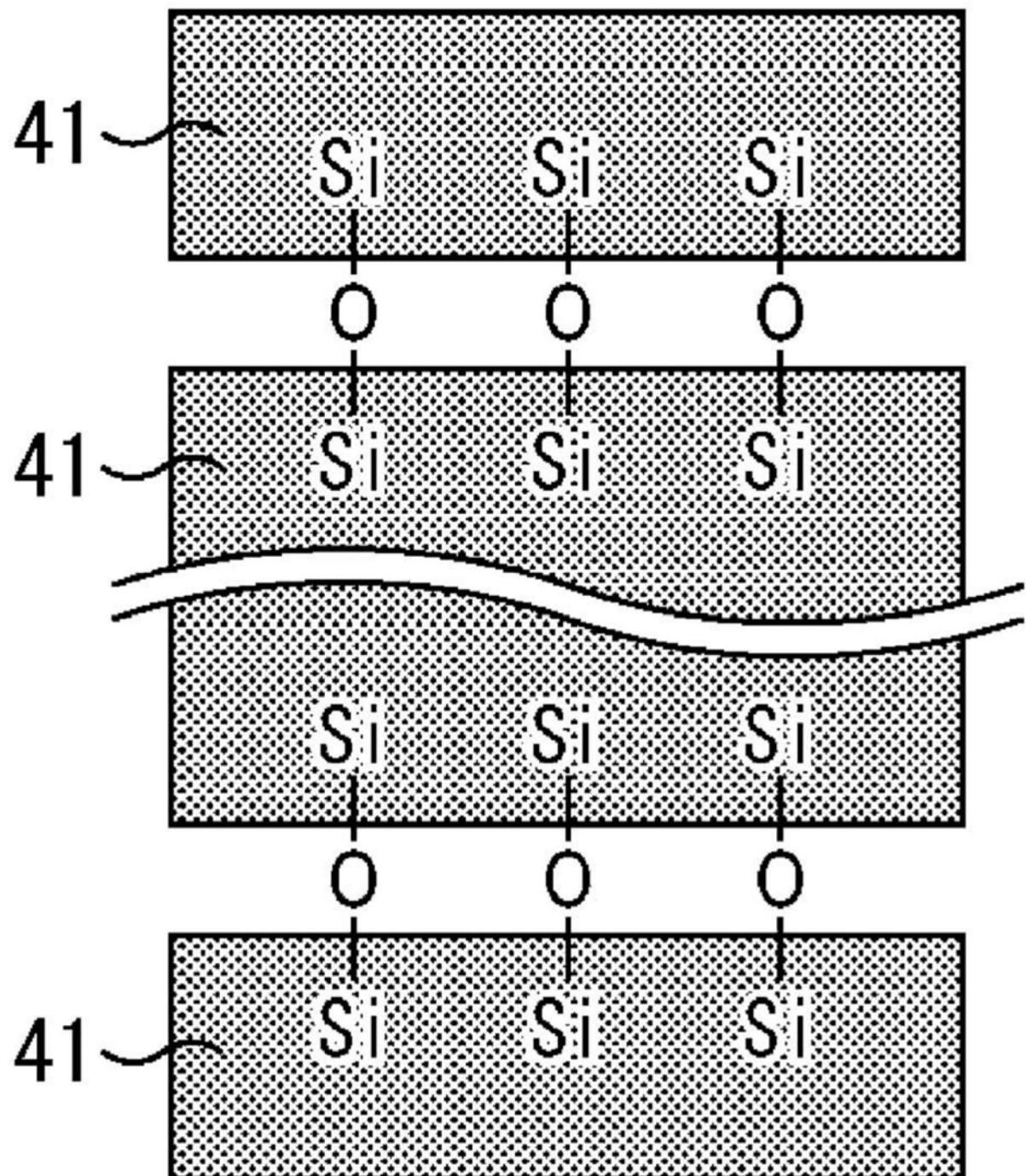


图4

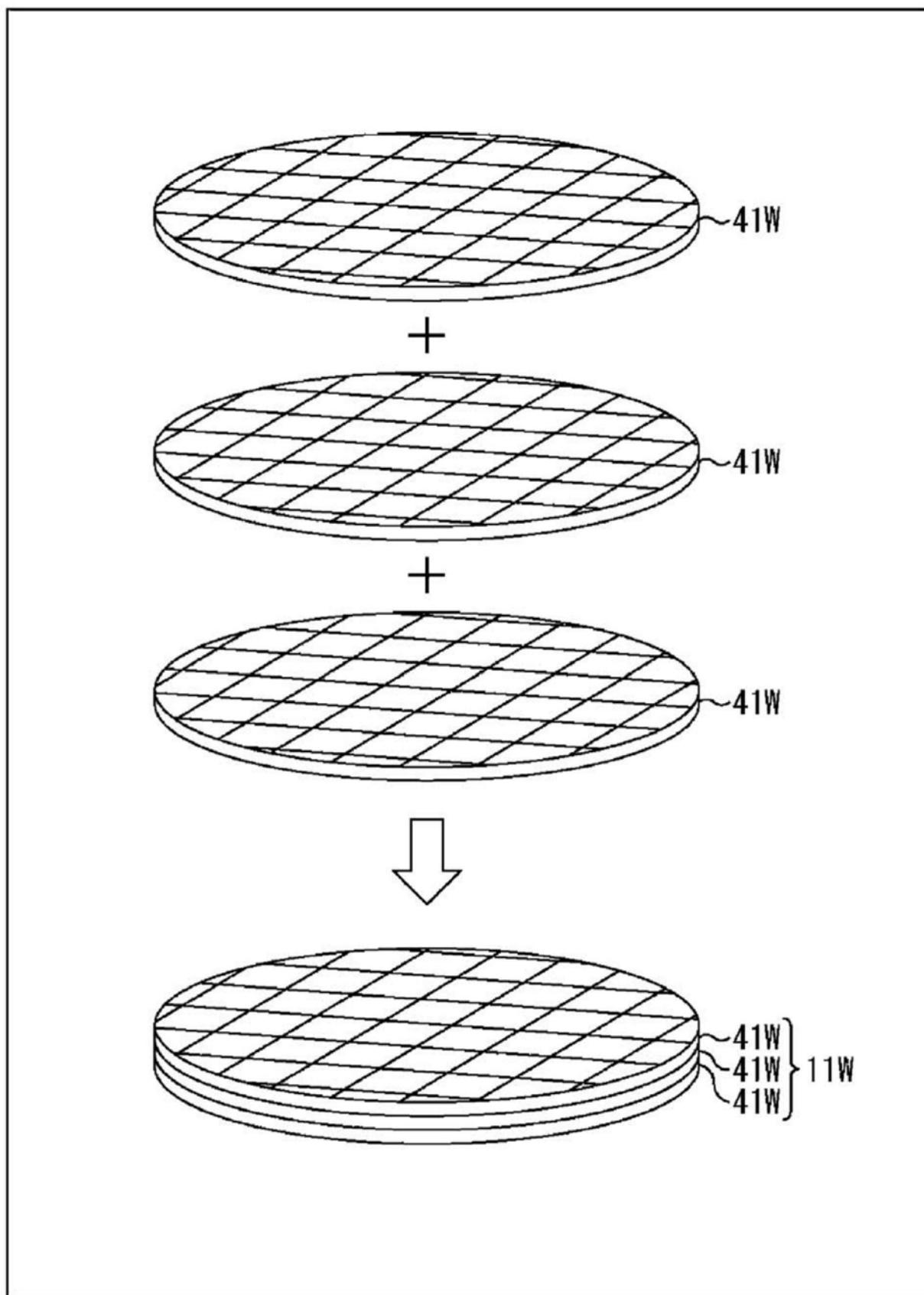


图5

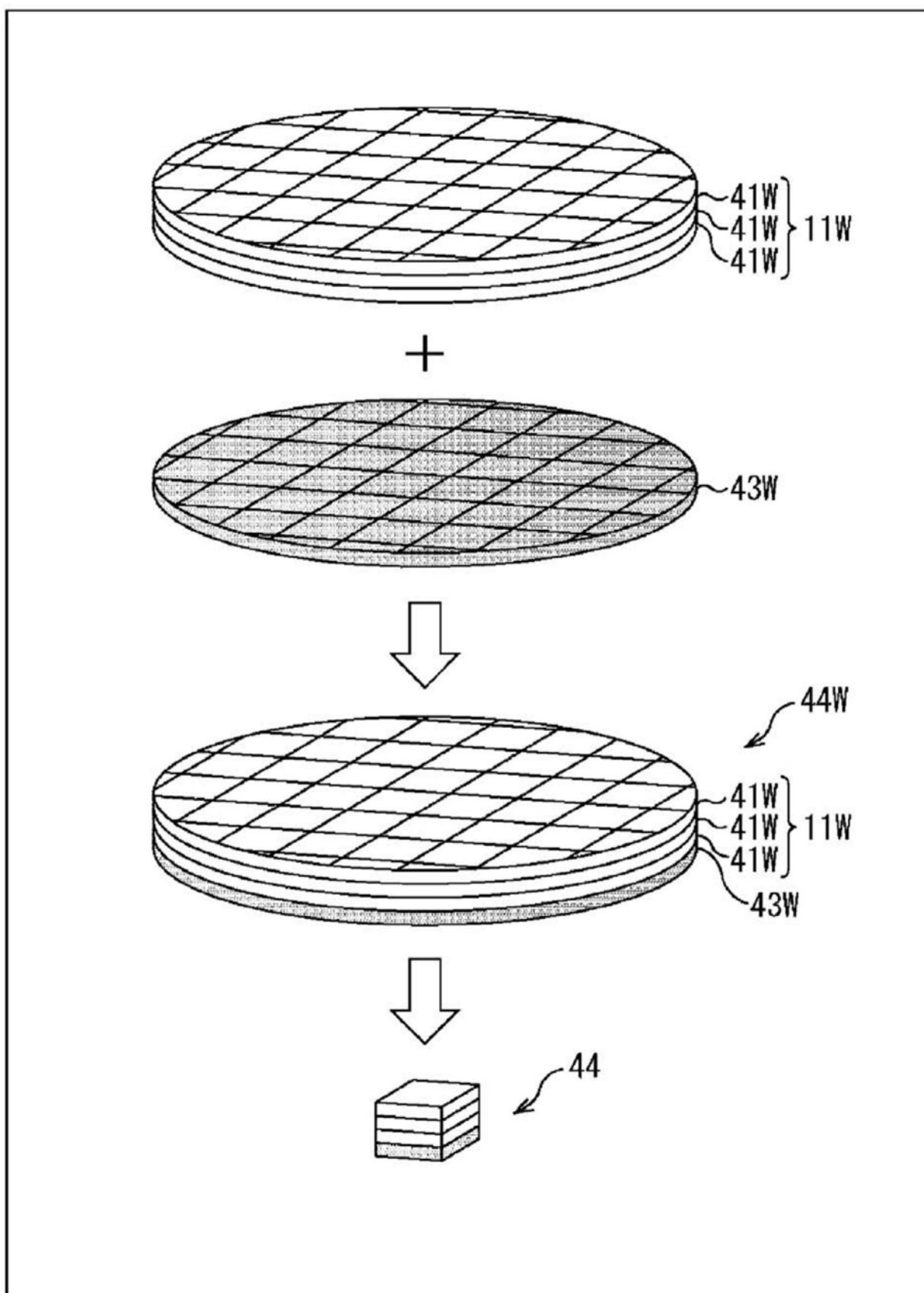


图6

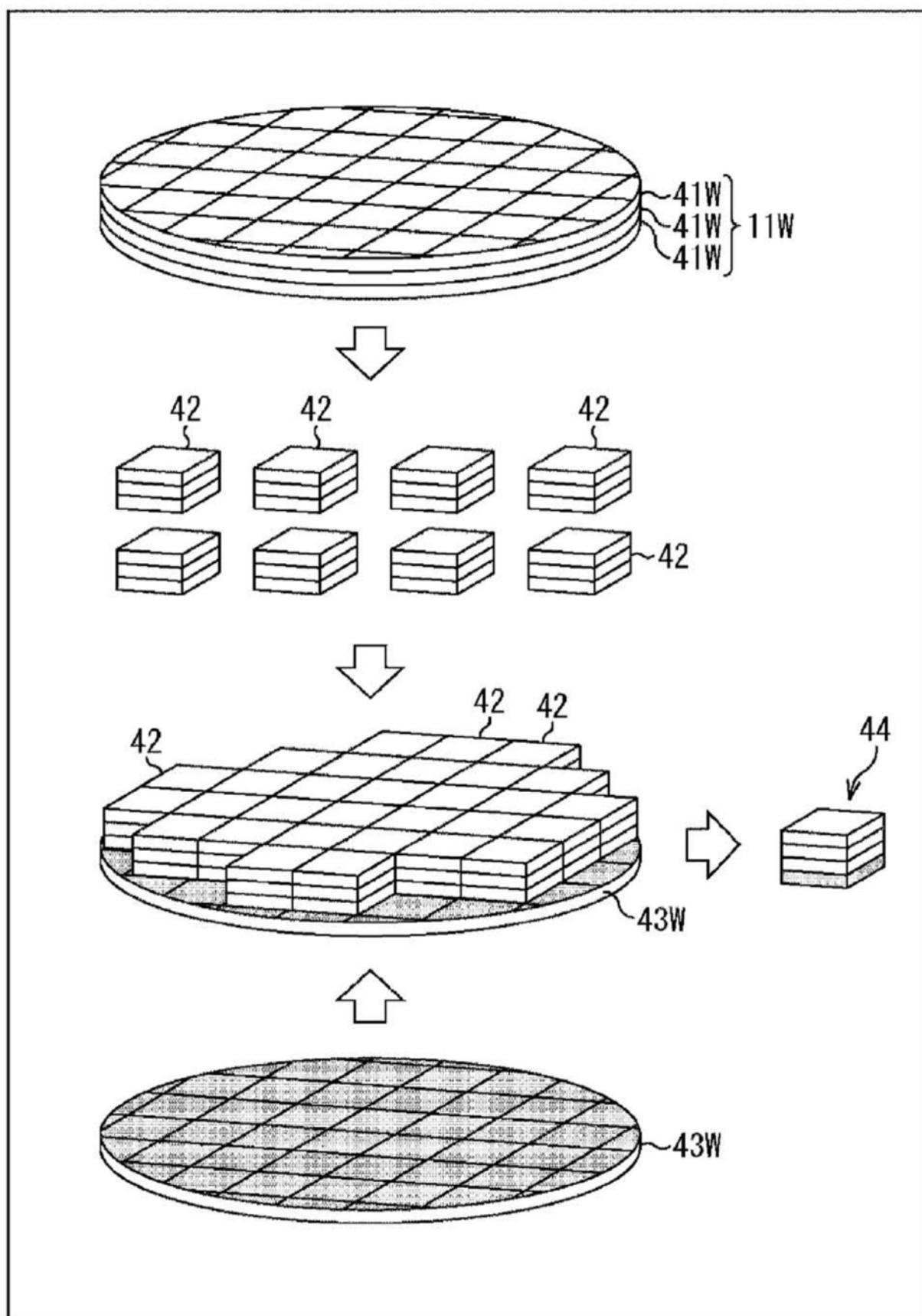


图7

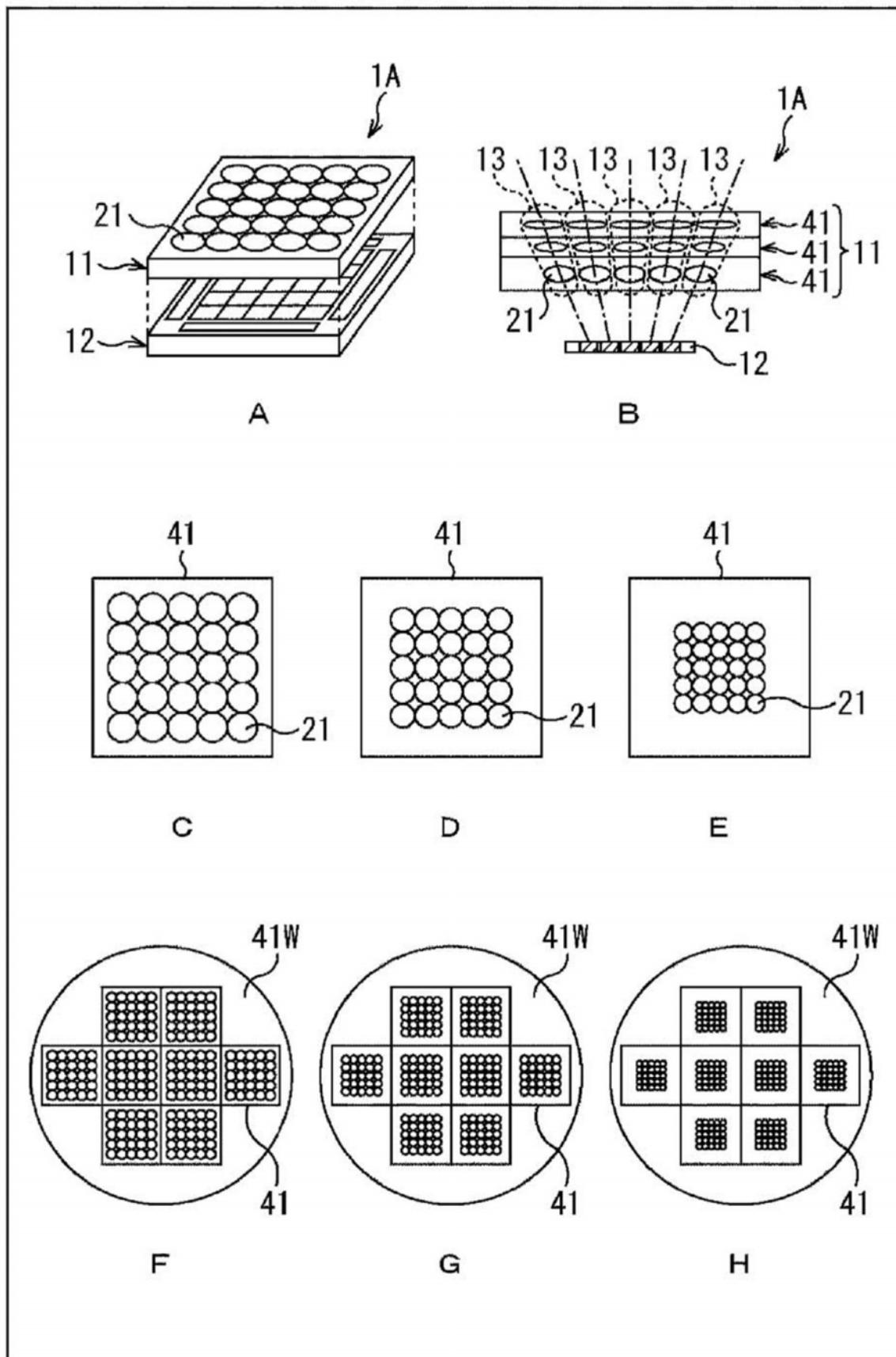


图8

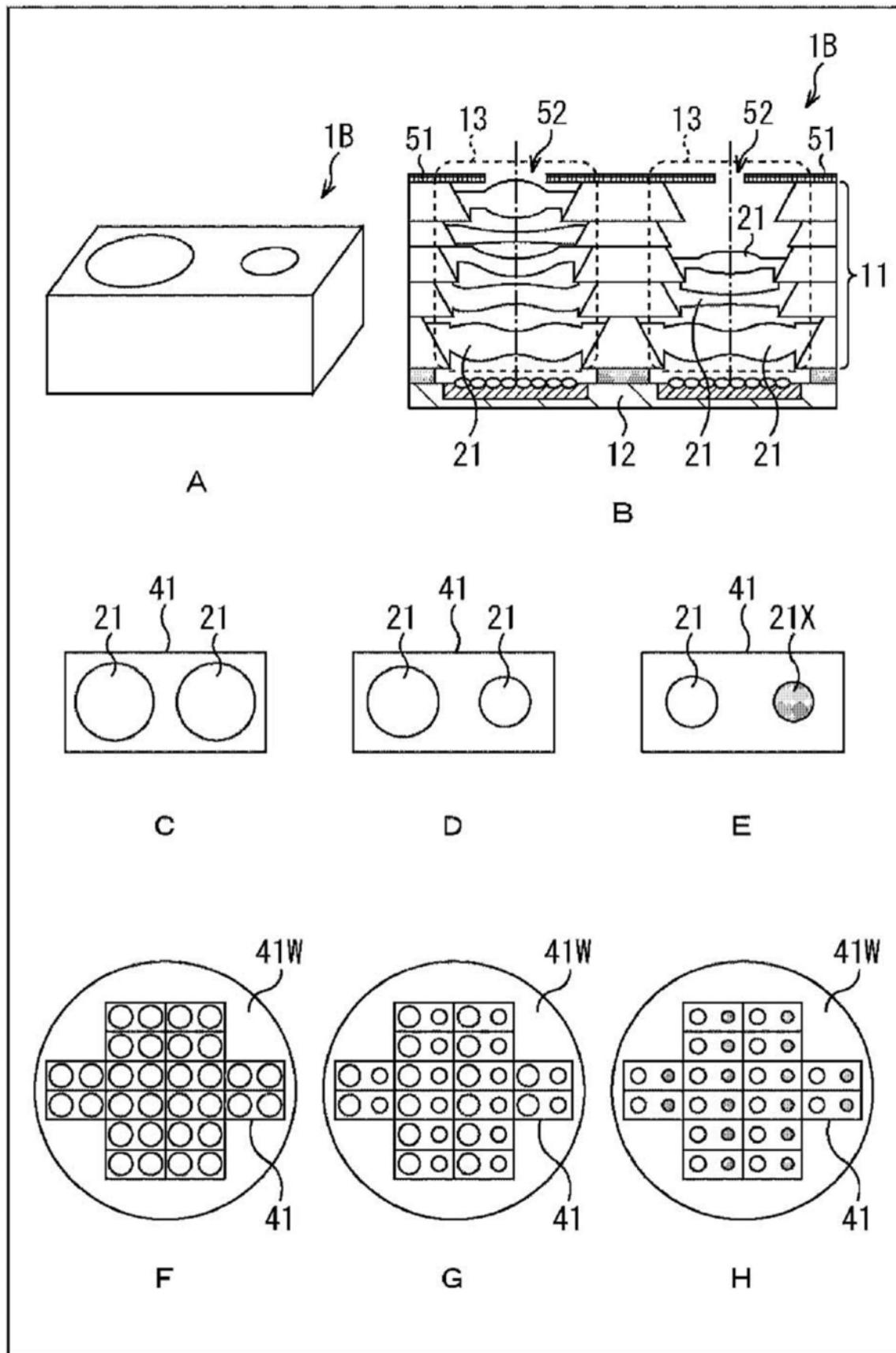


图9

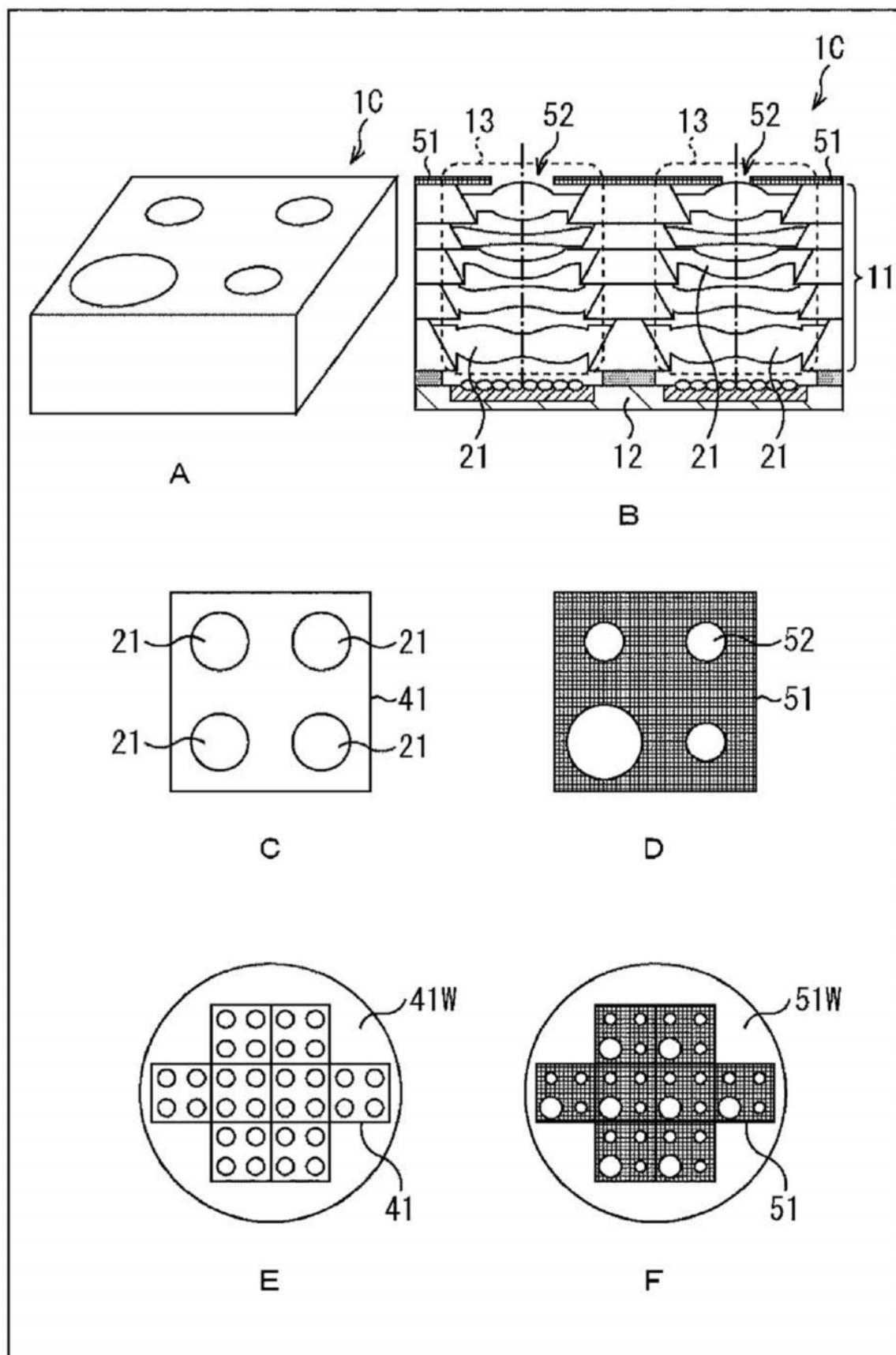


图10

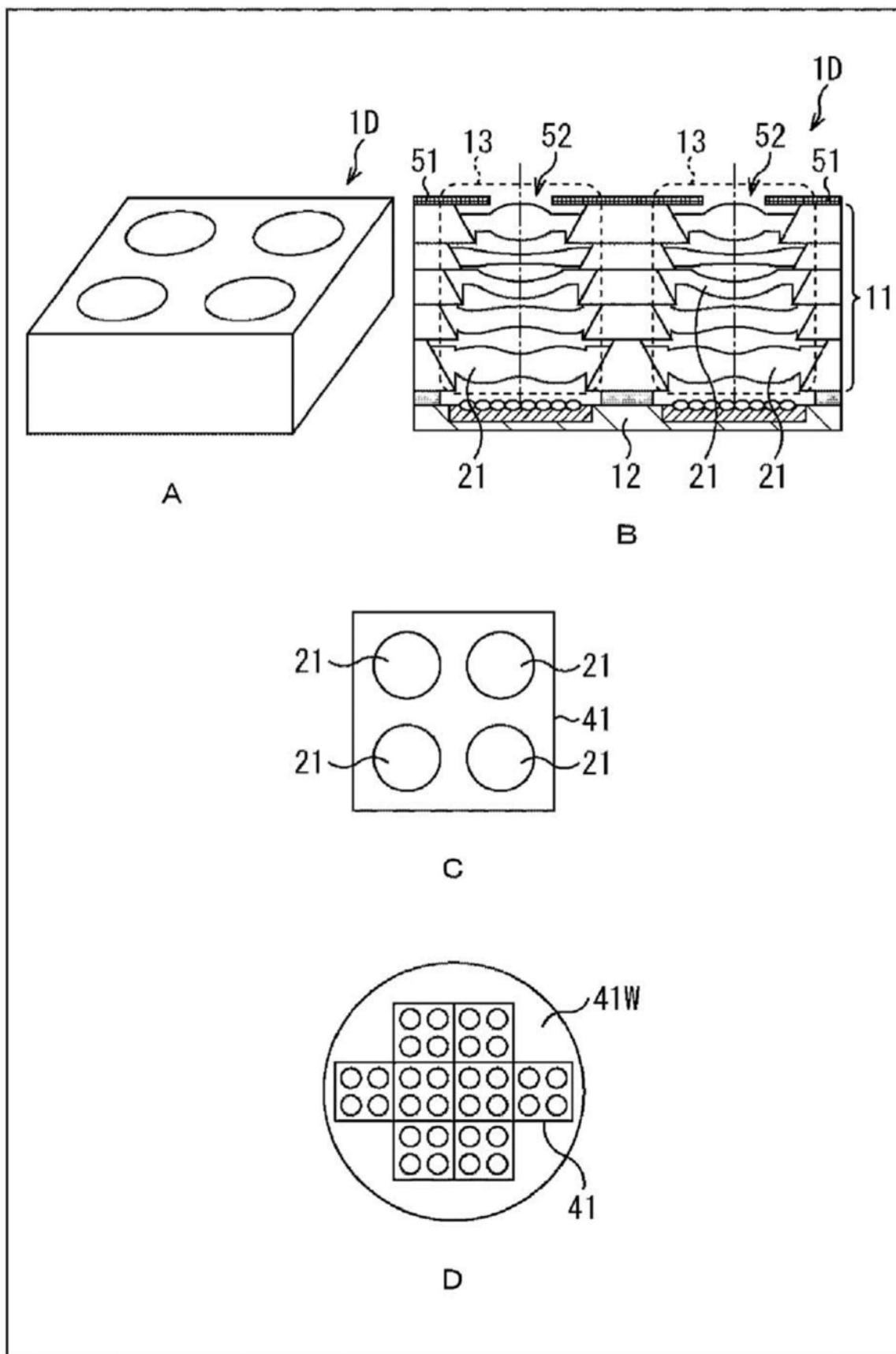


图11

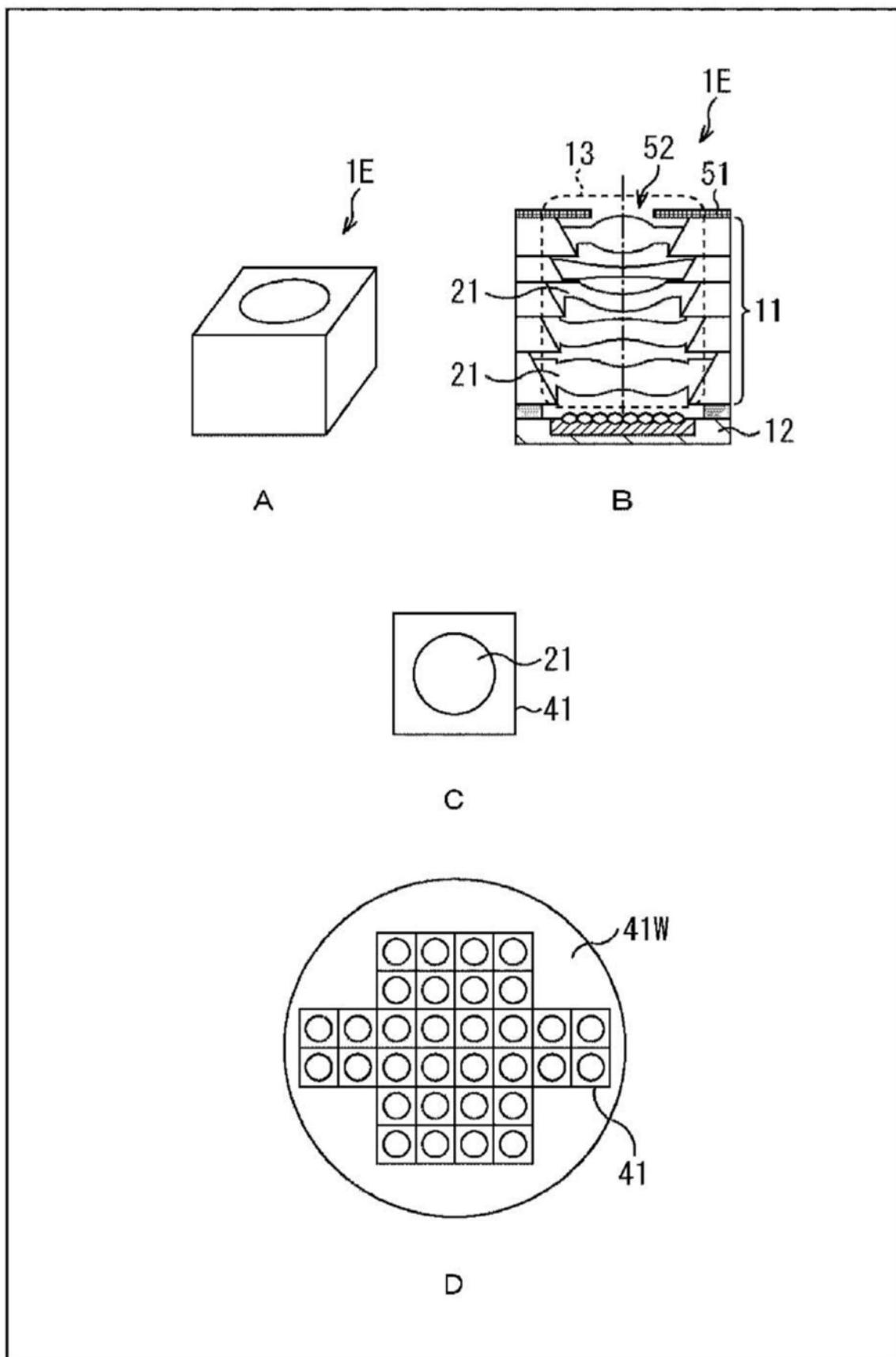


图12

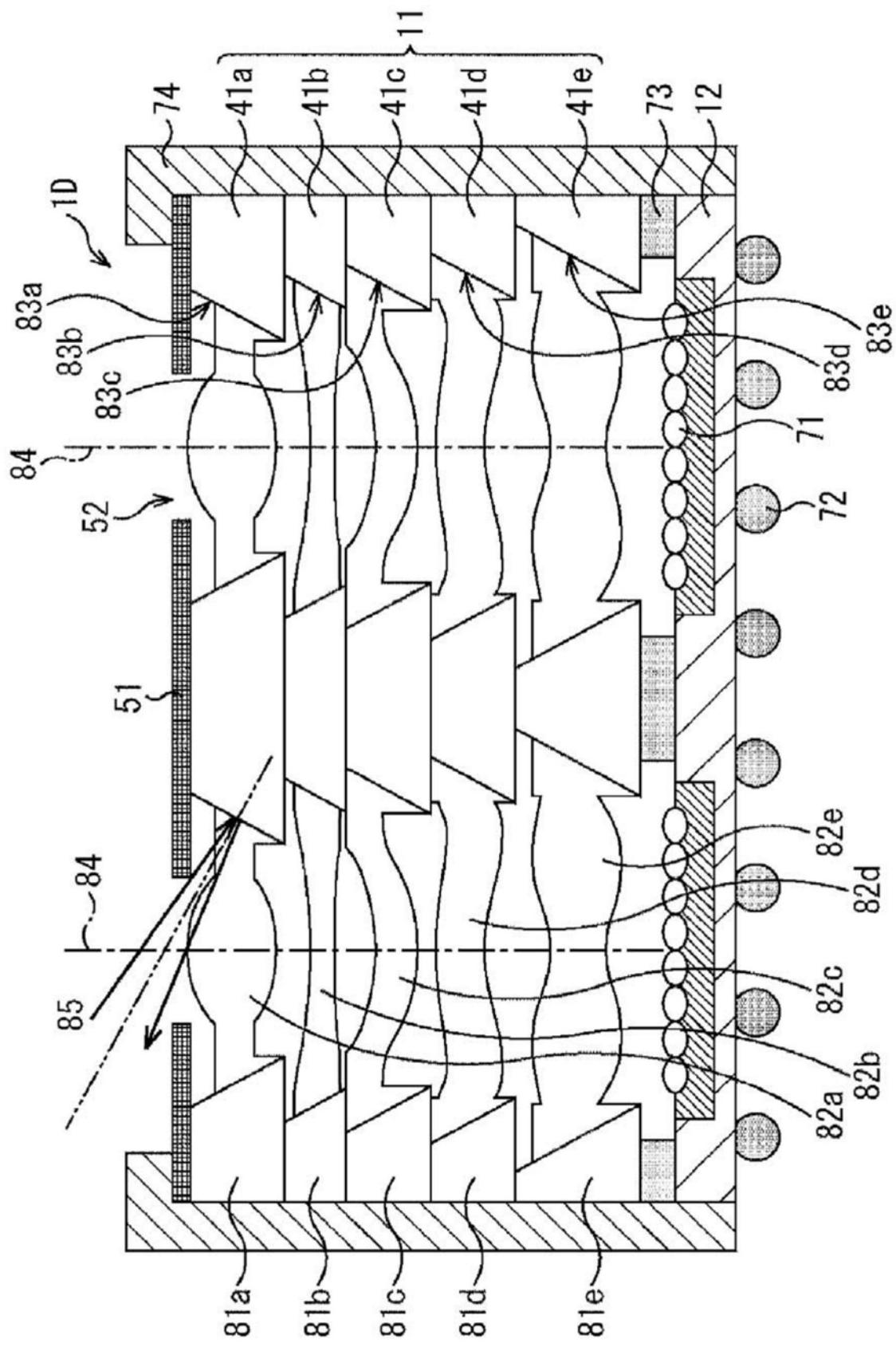


图13

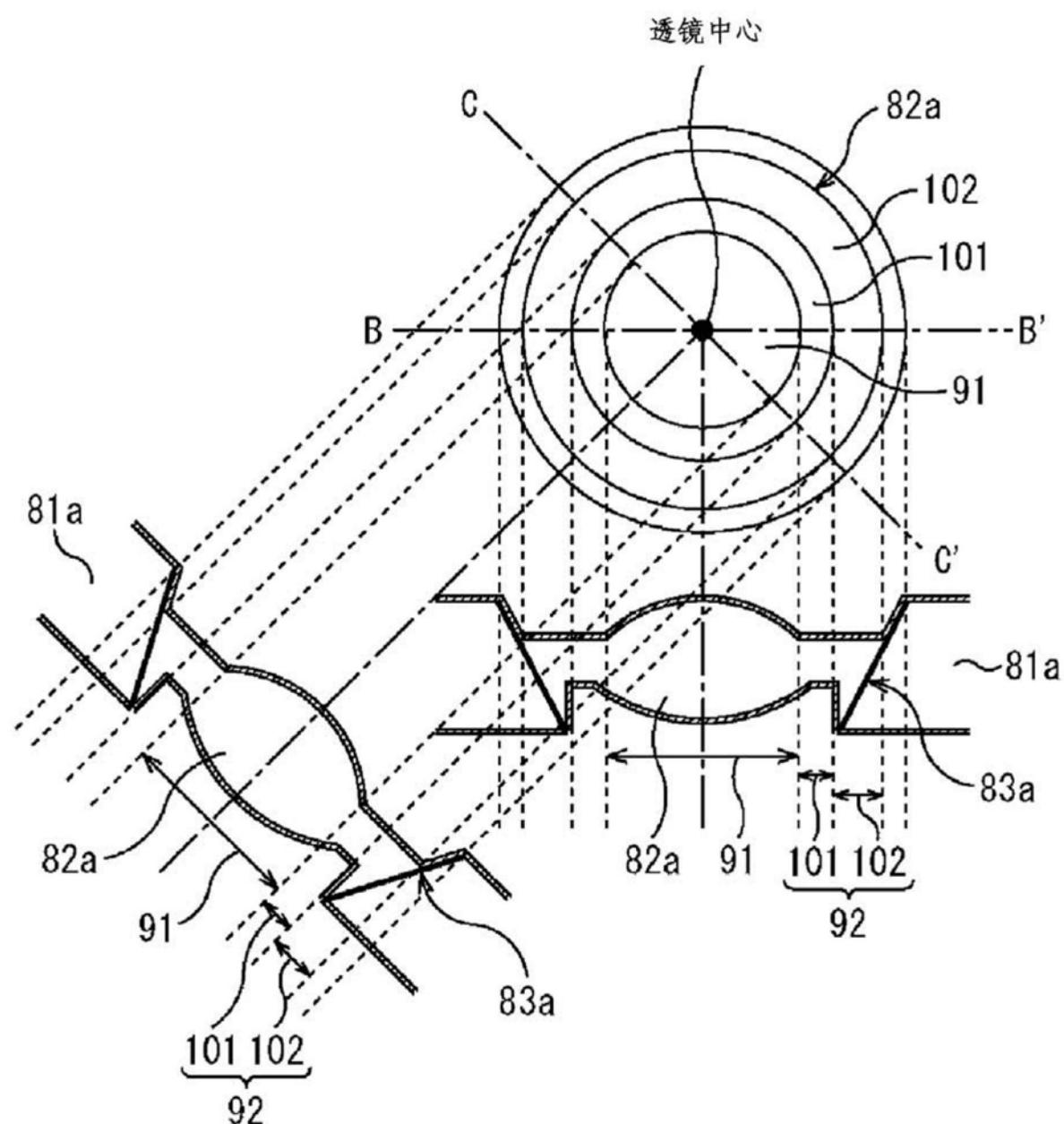


图14

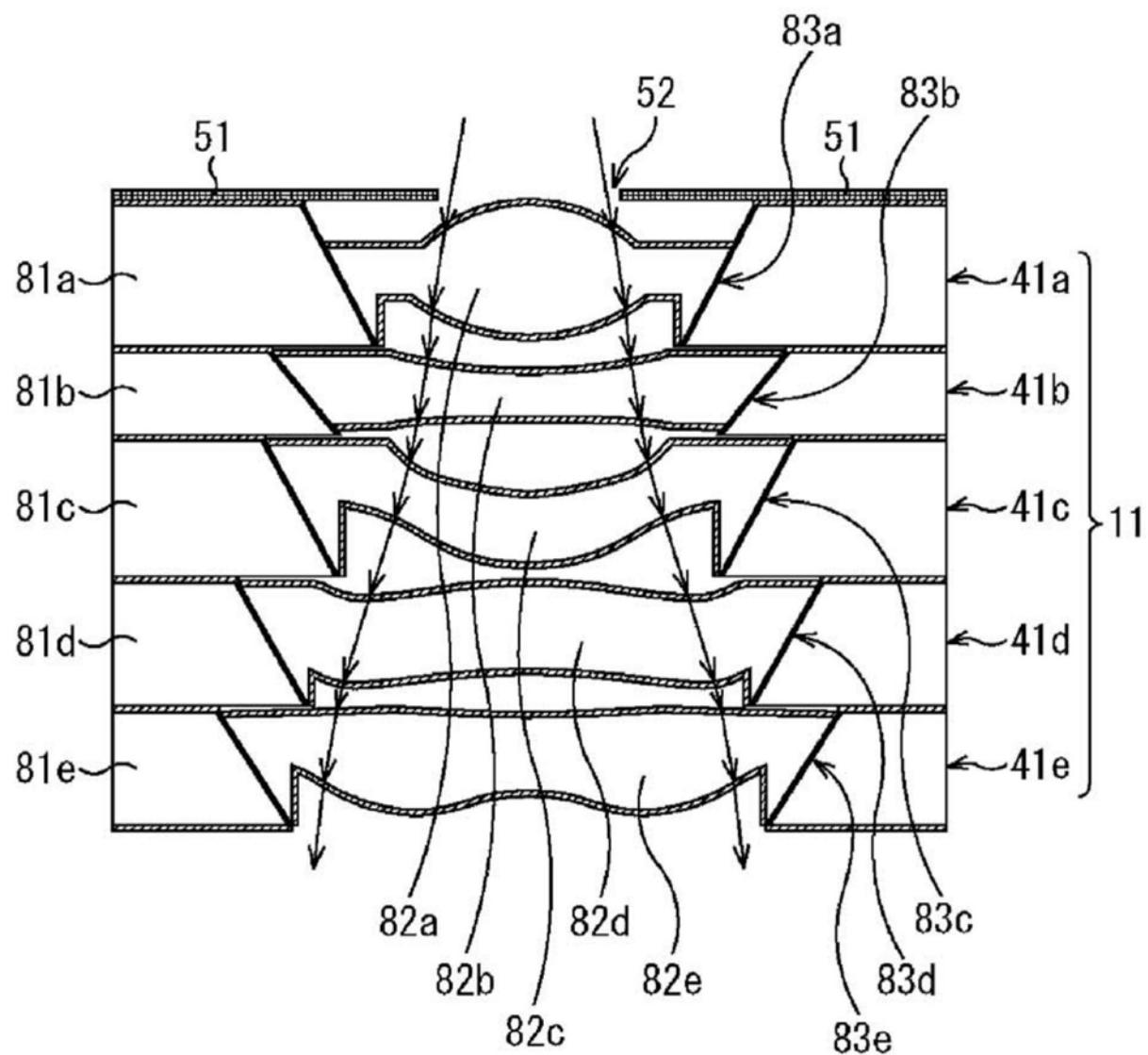


图15

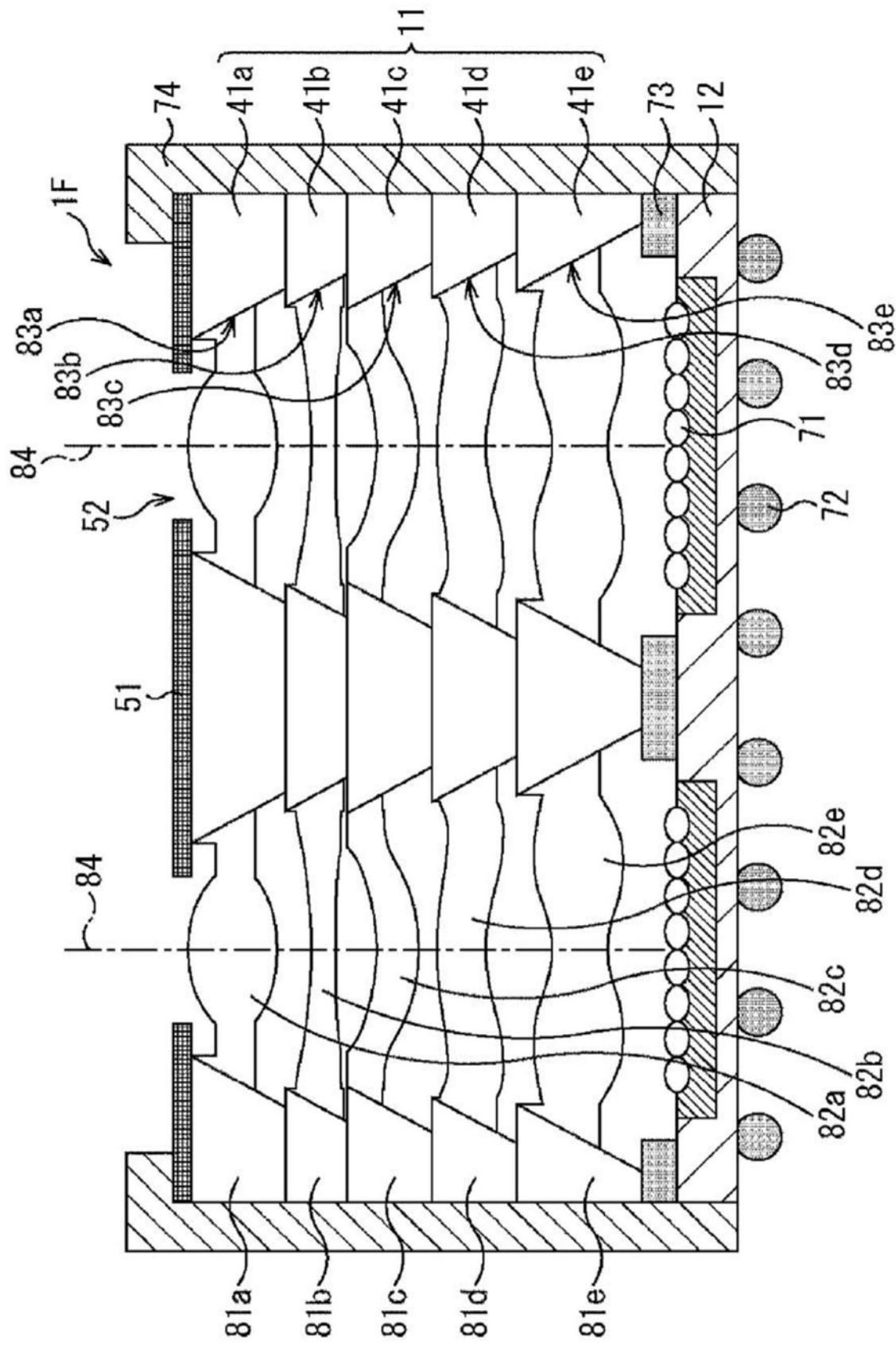


图16

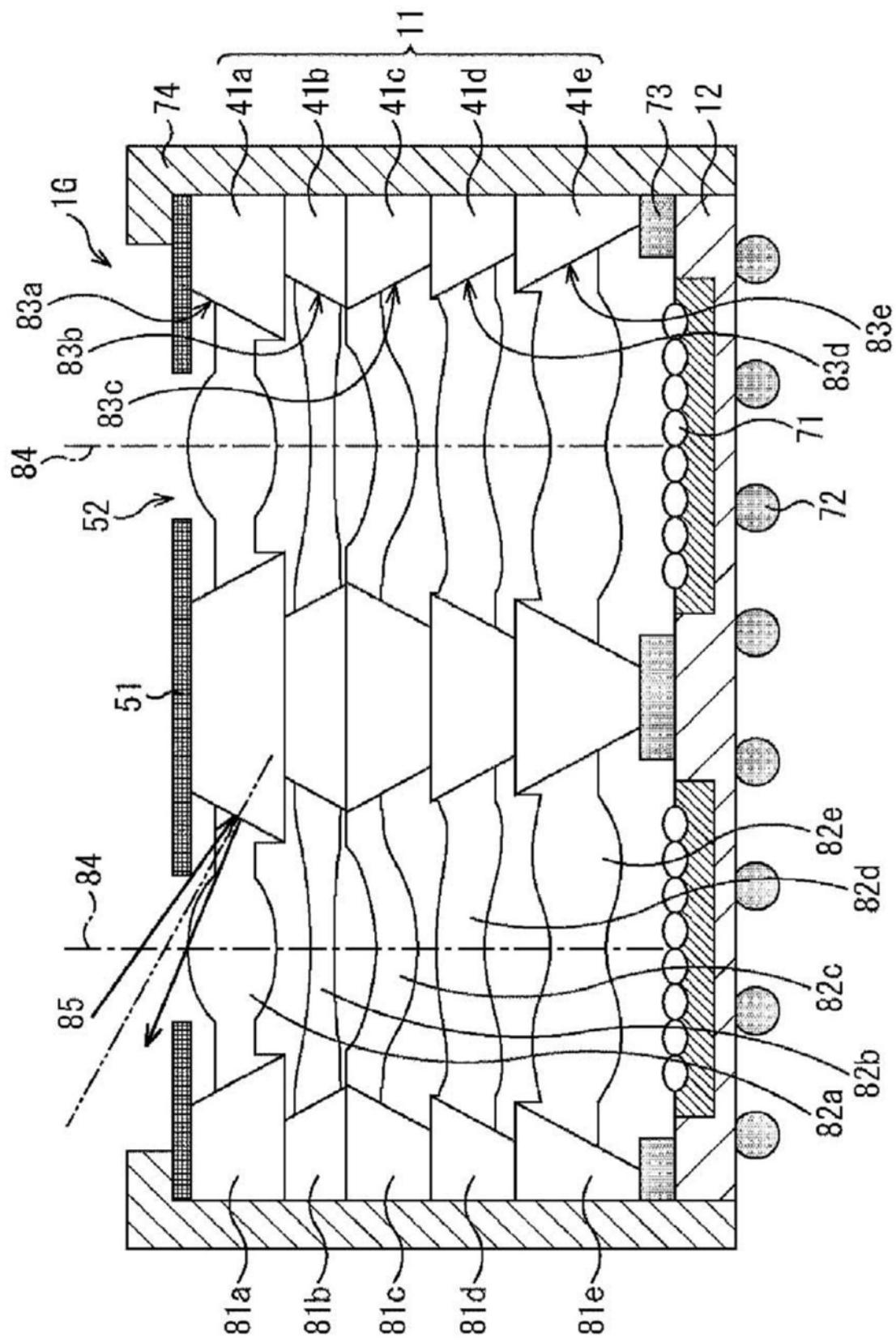


图17

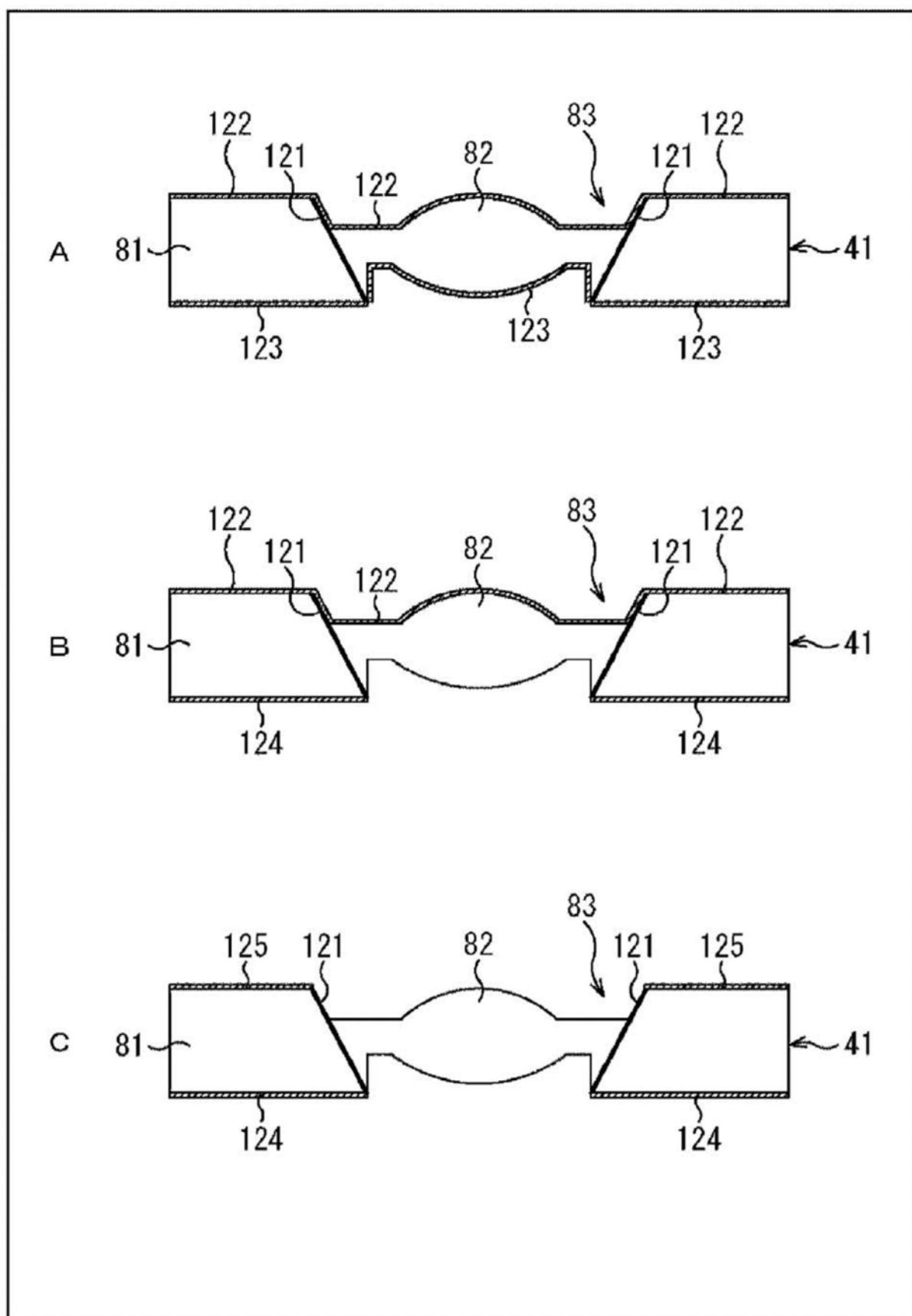


图18

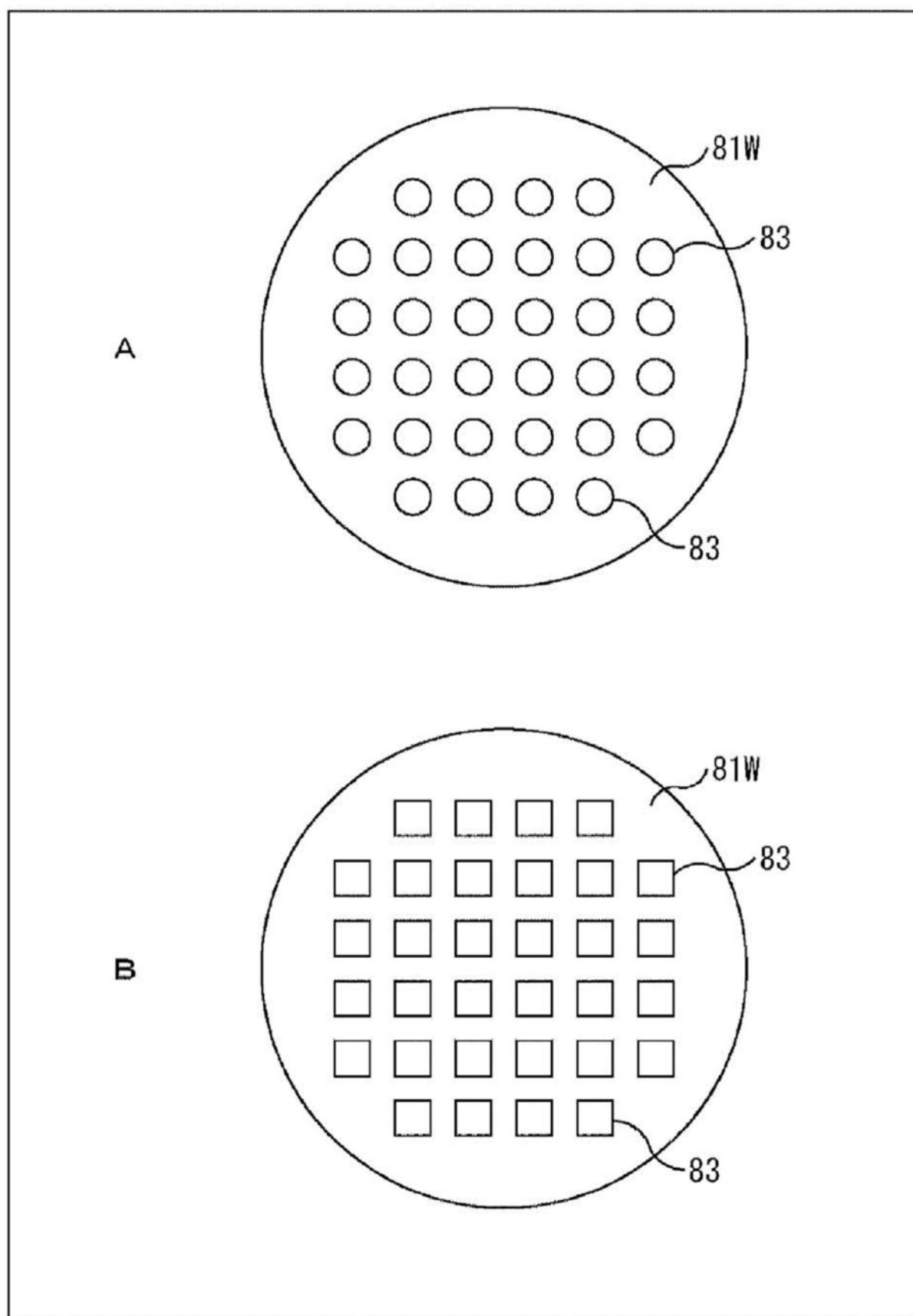


图19

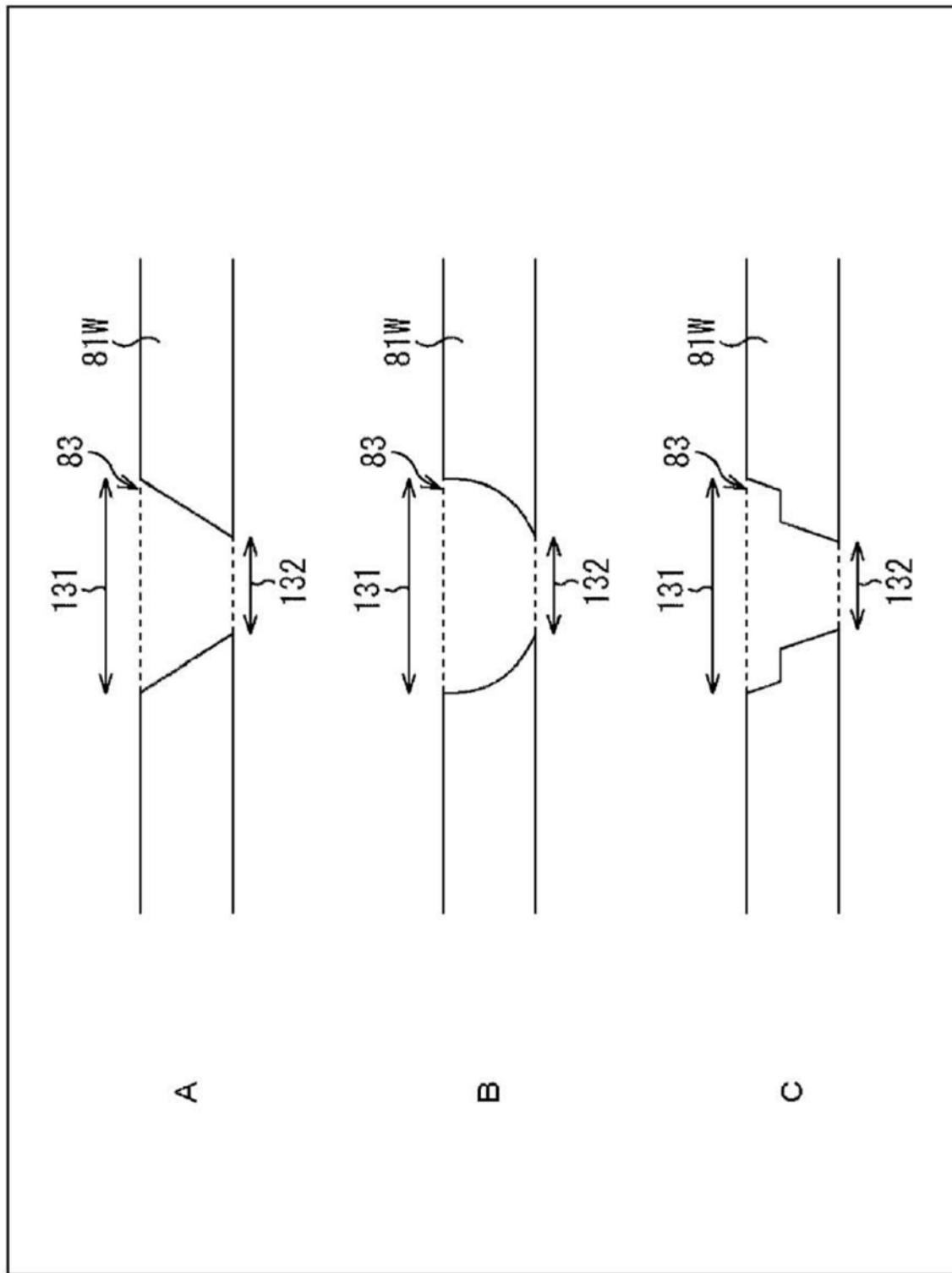


图20

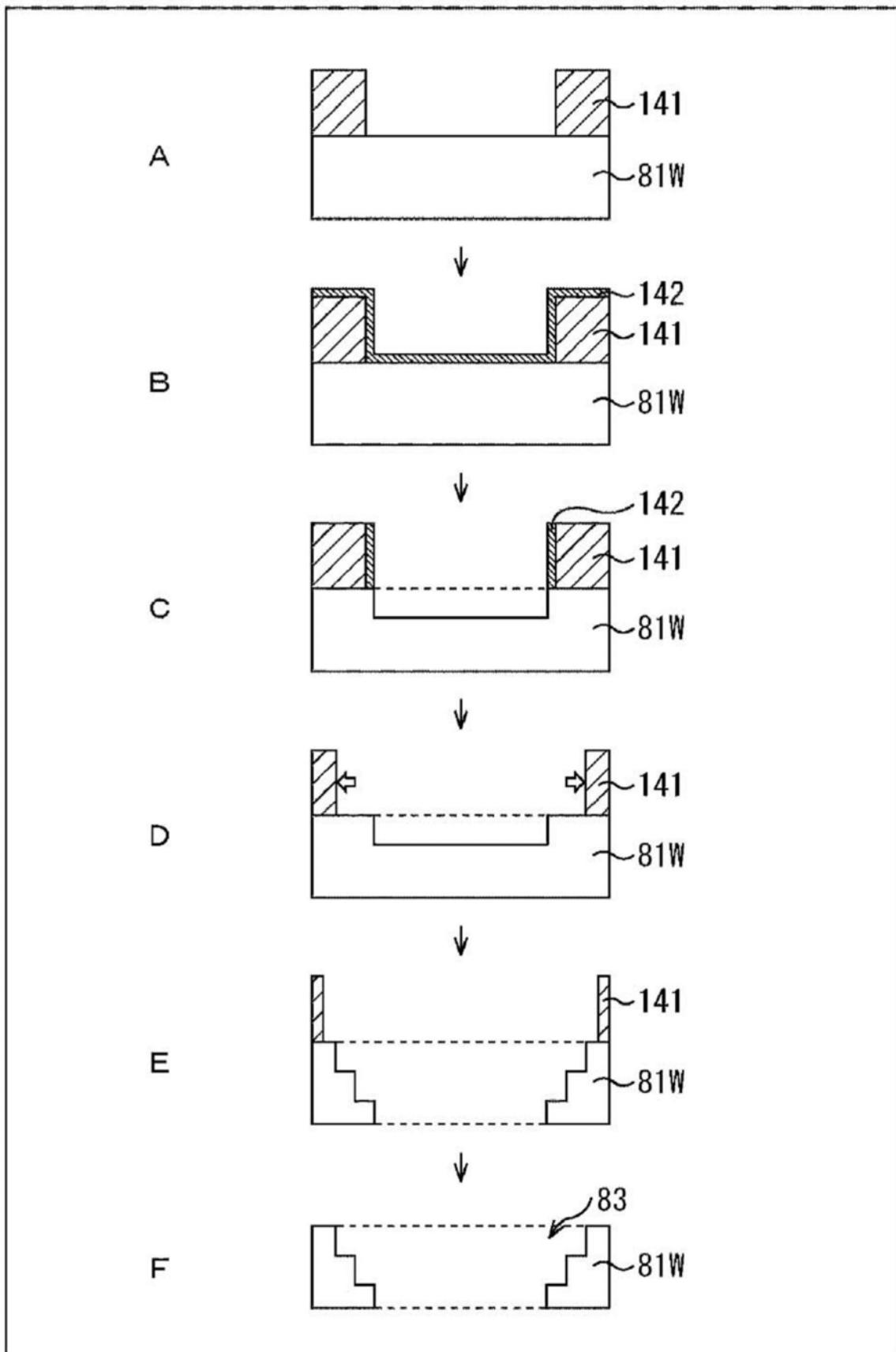


图21

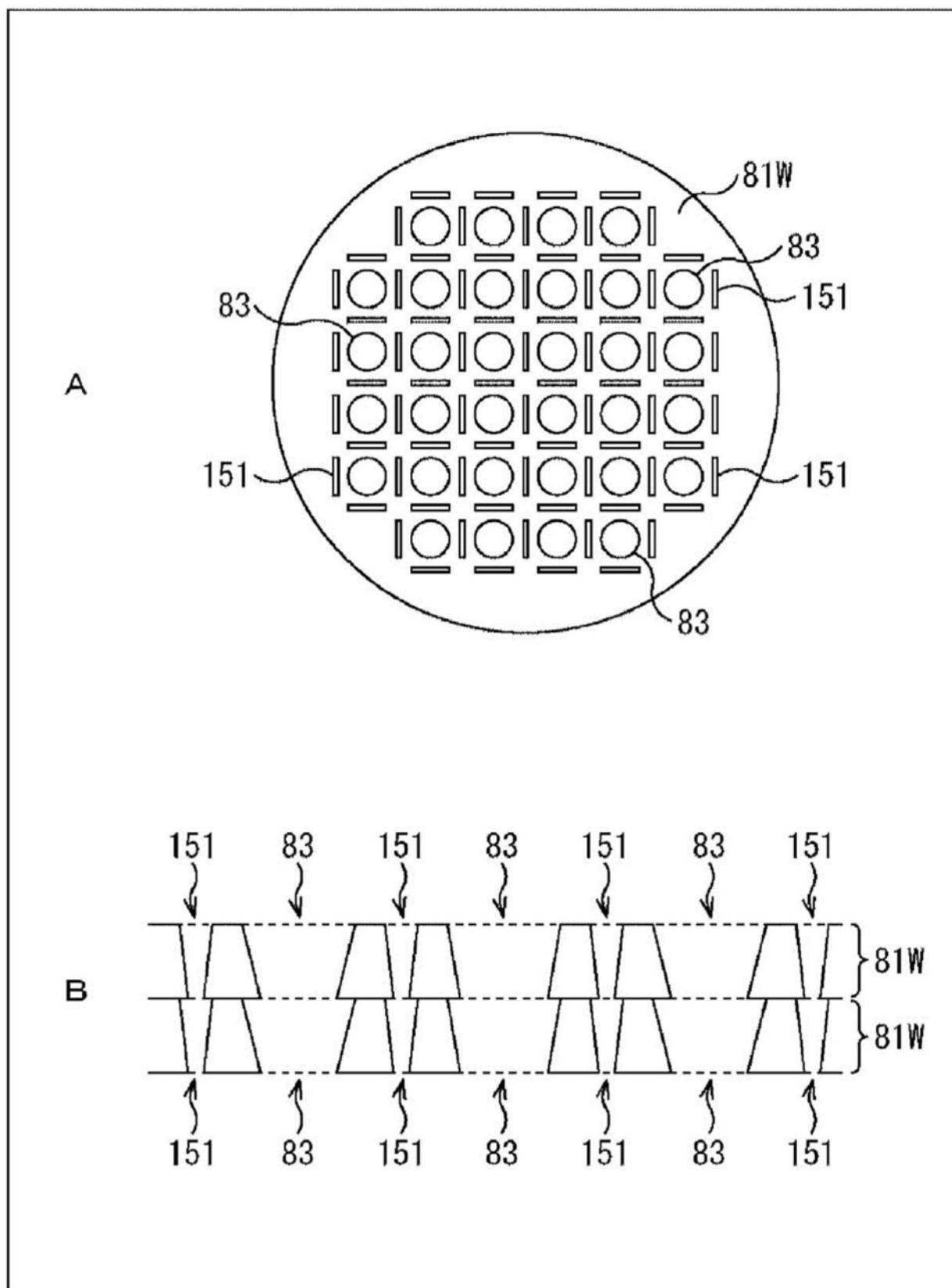


图22

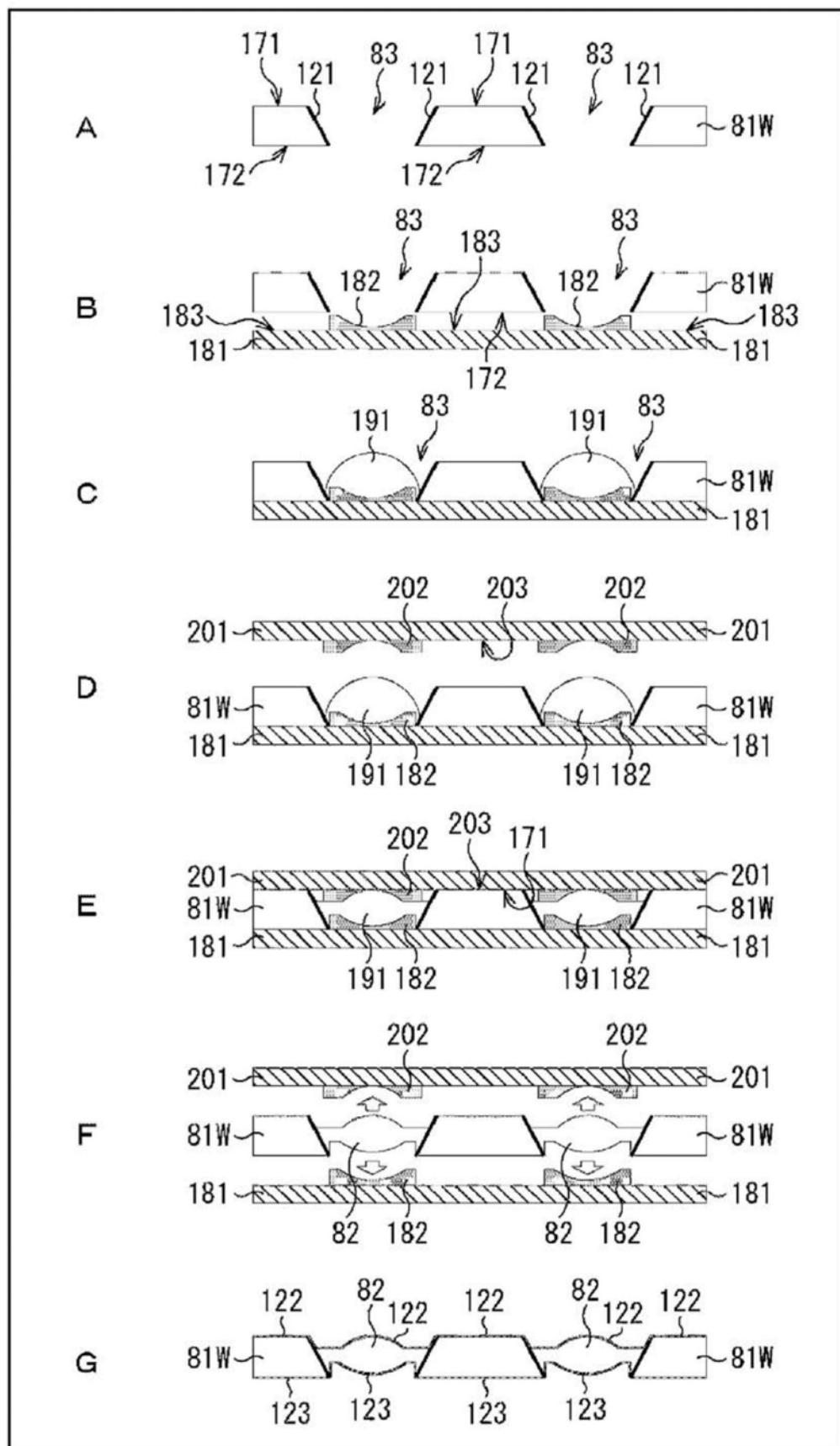


图23

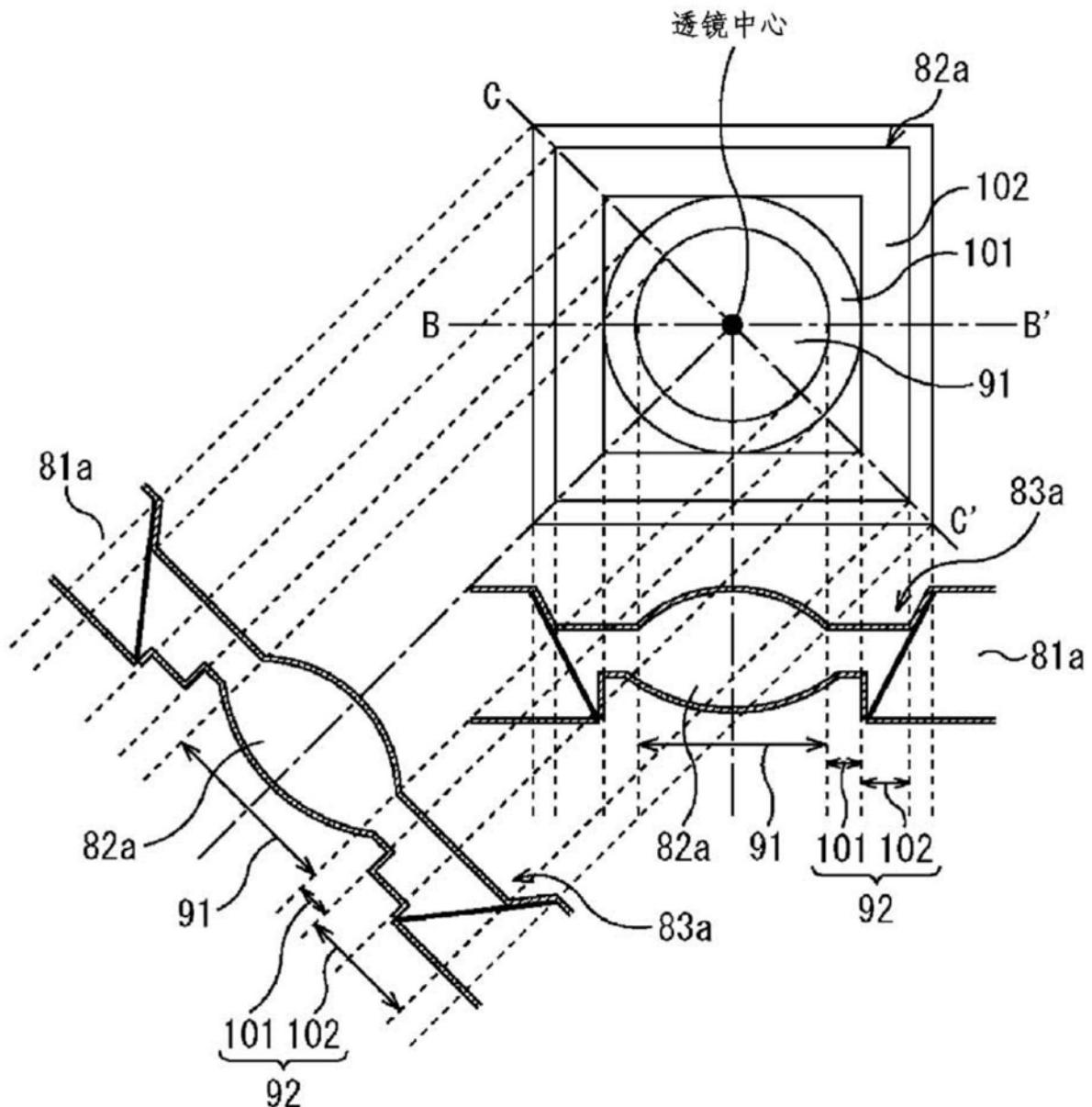


图24

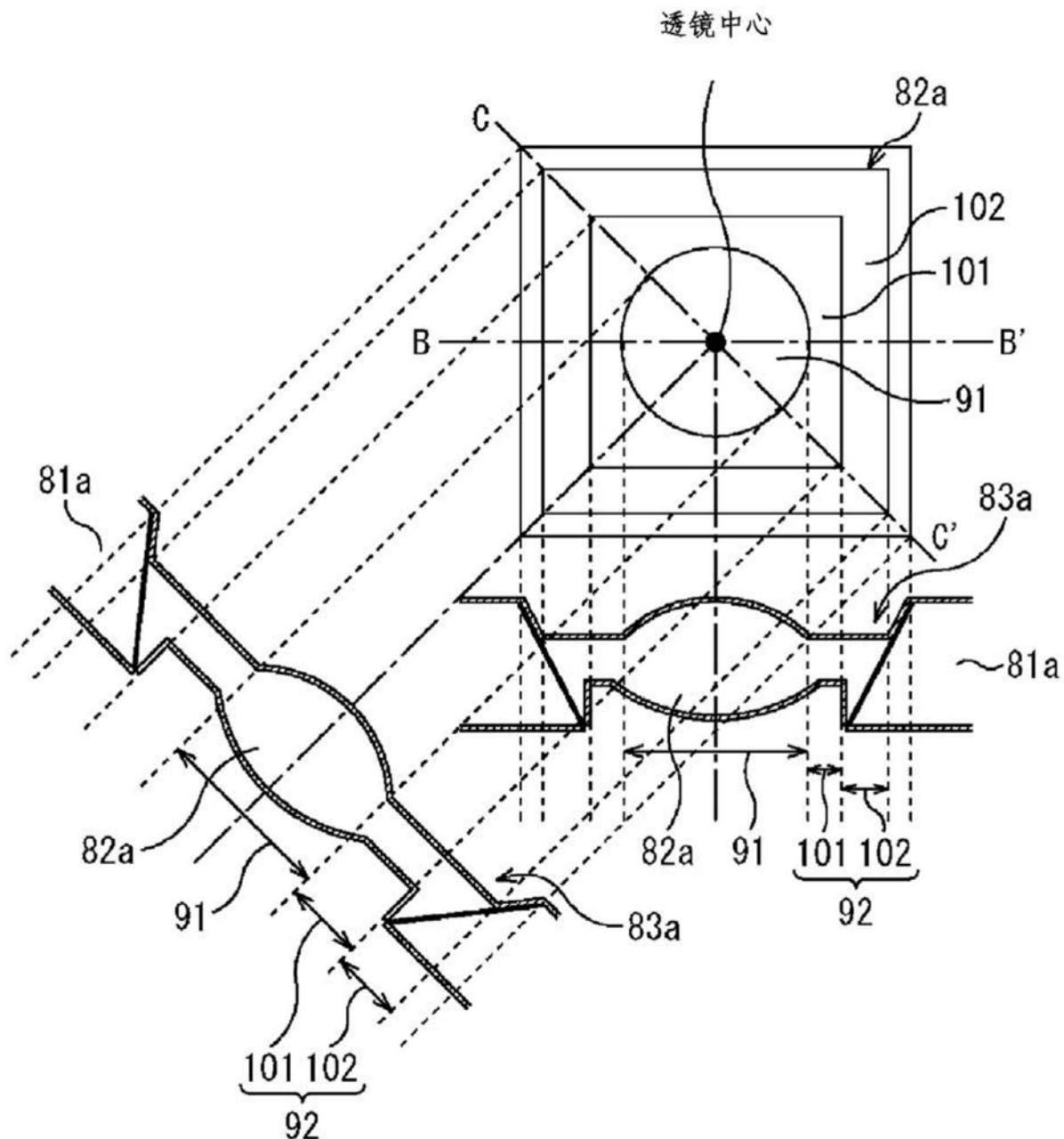


图25

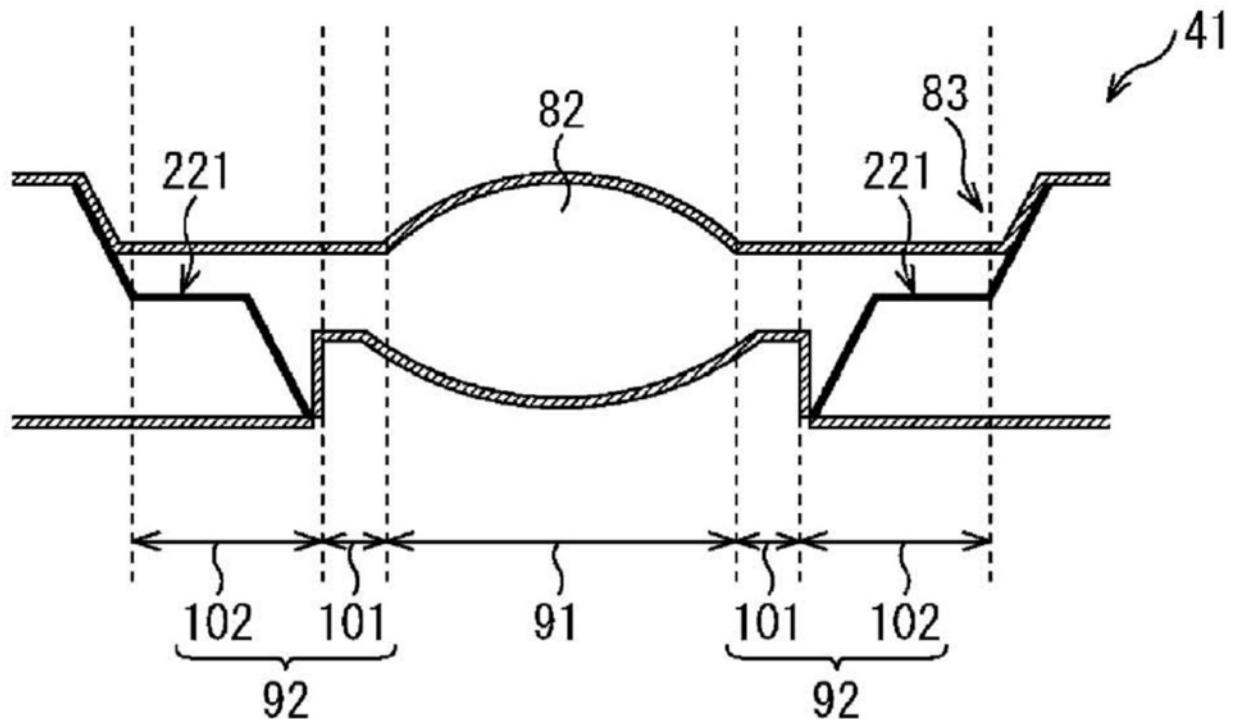


图26

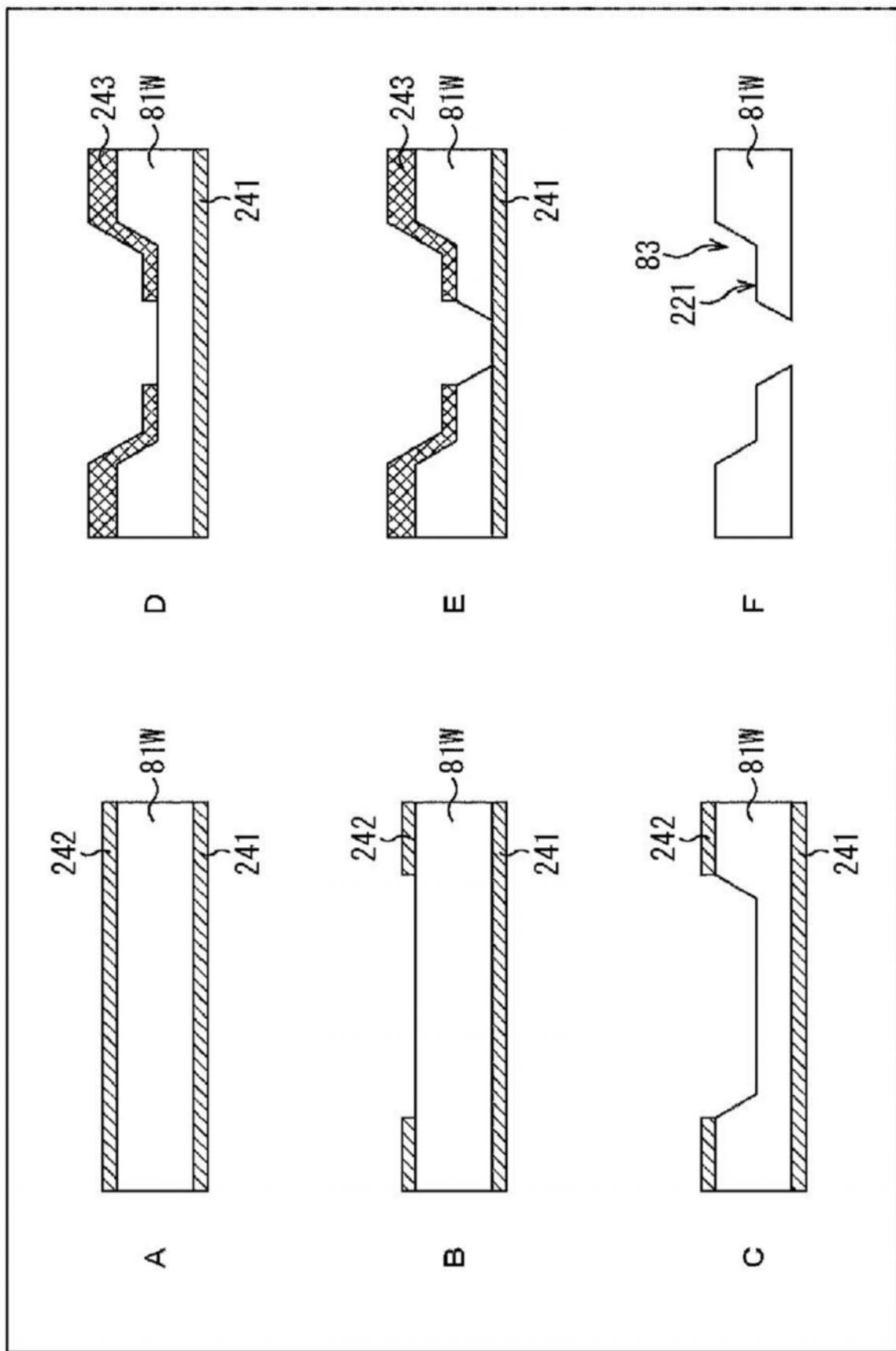


图27

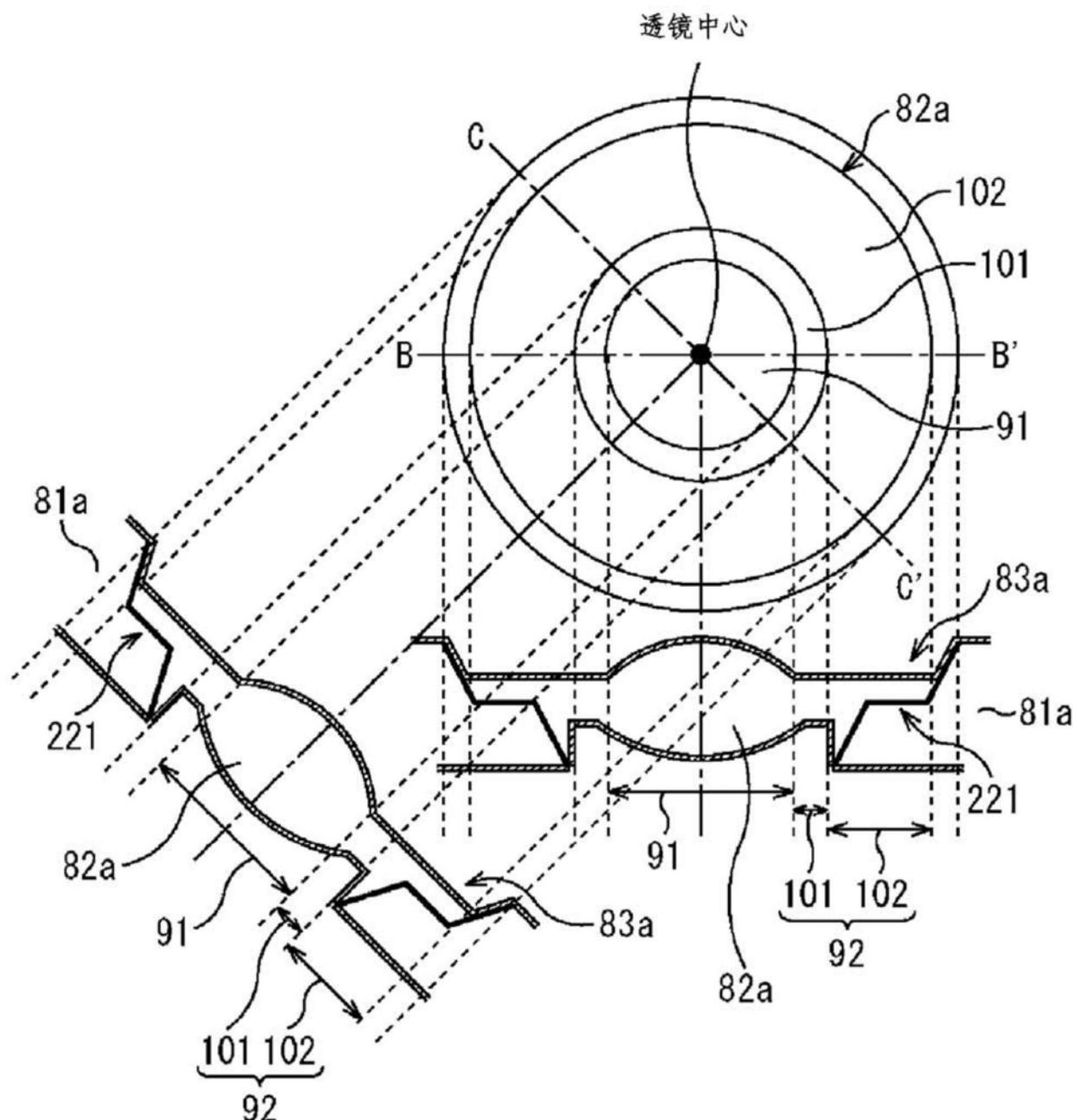


图28

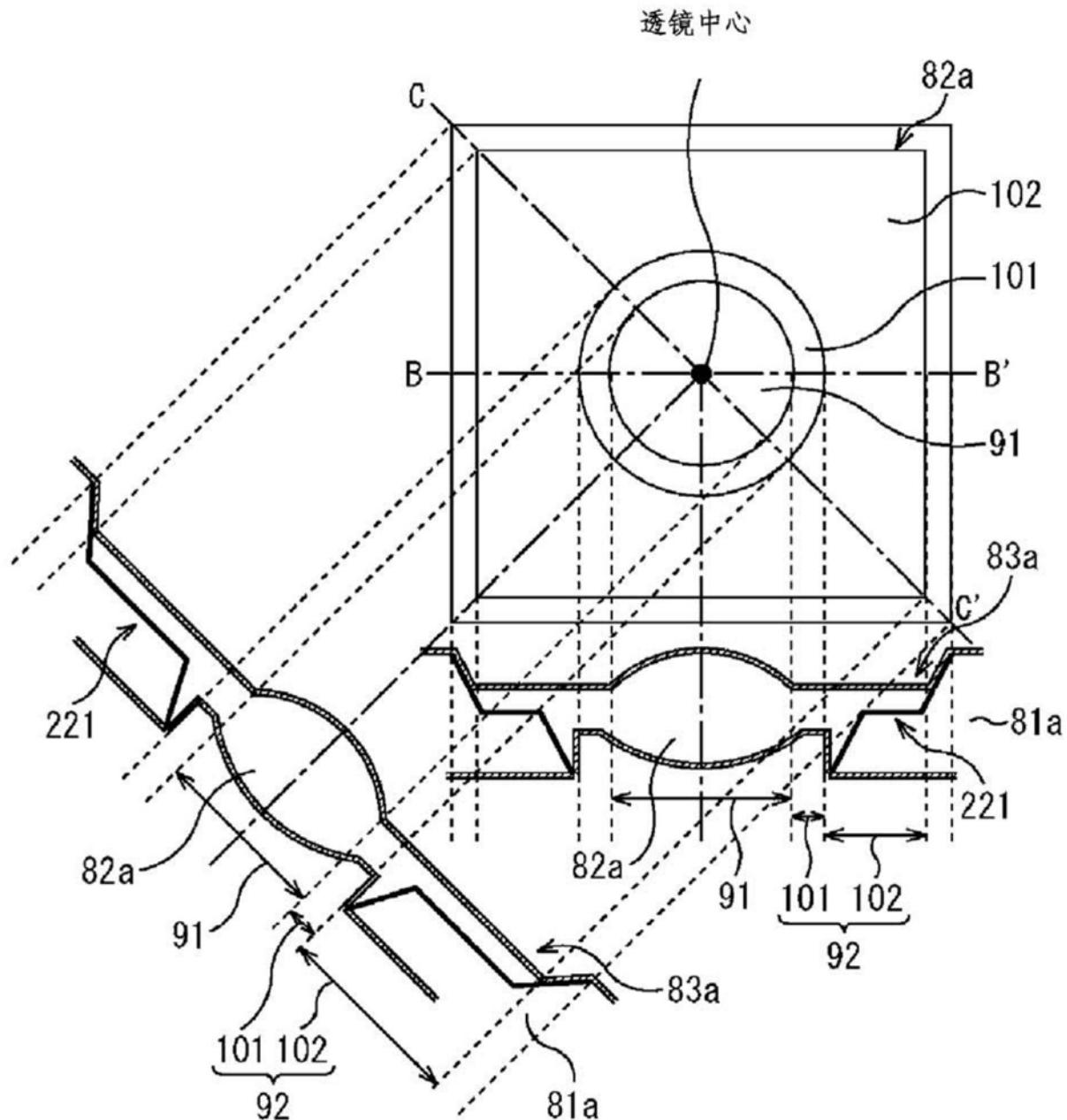


图29

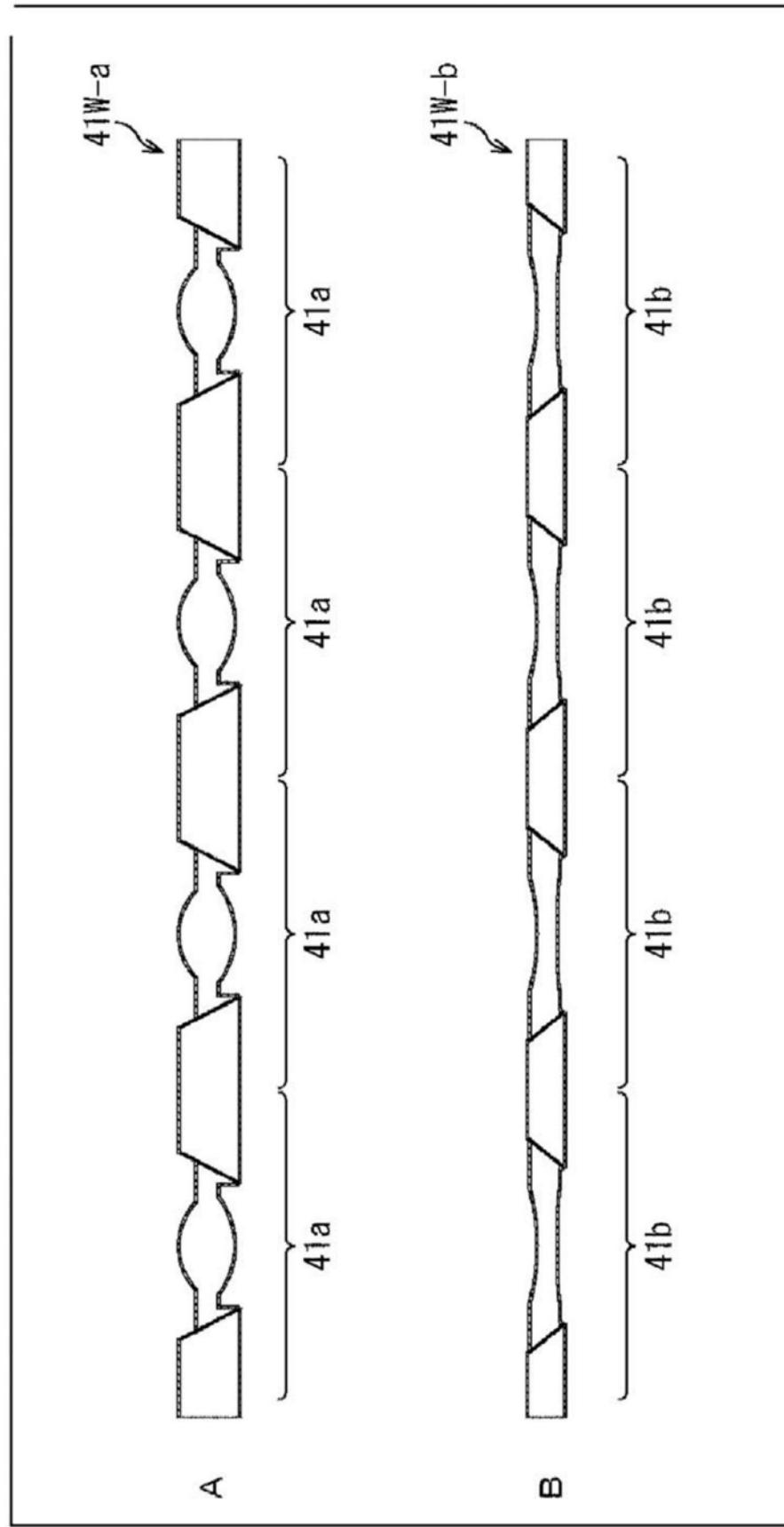


图30

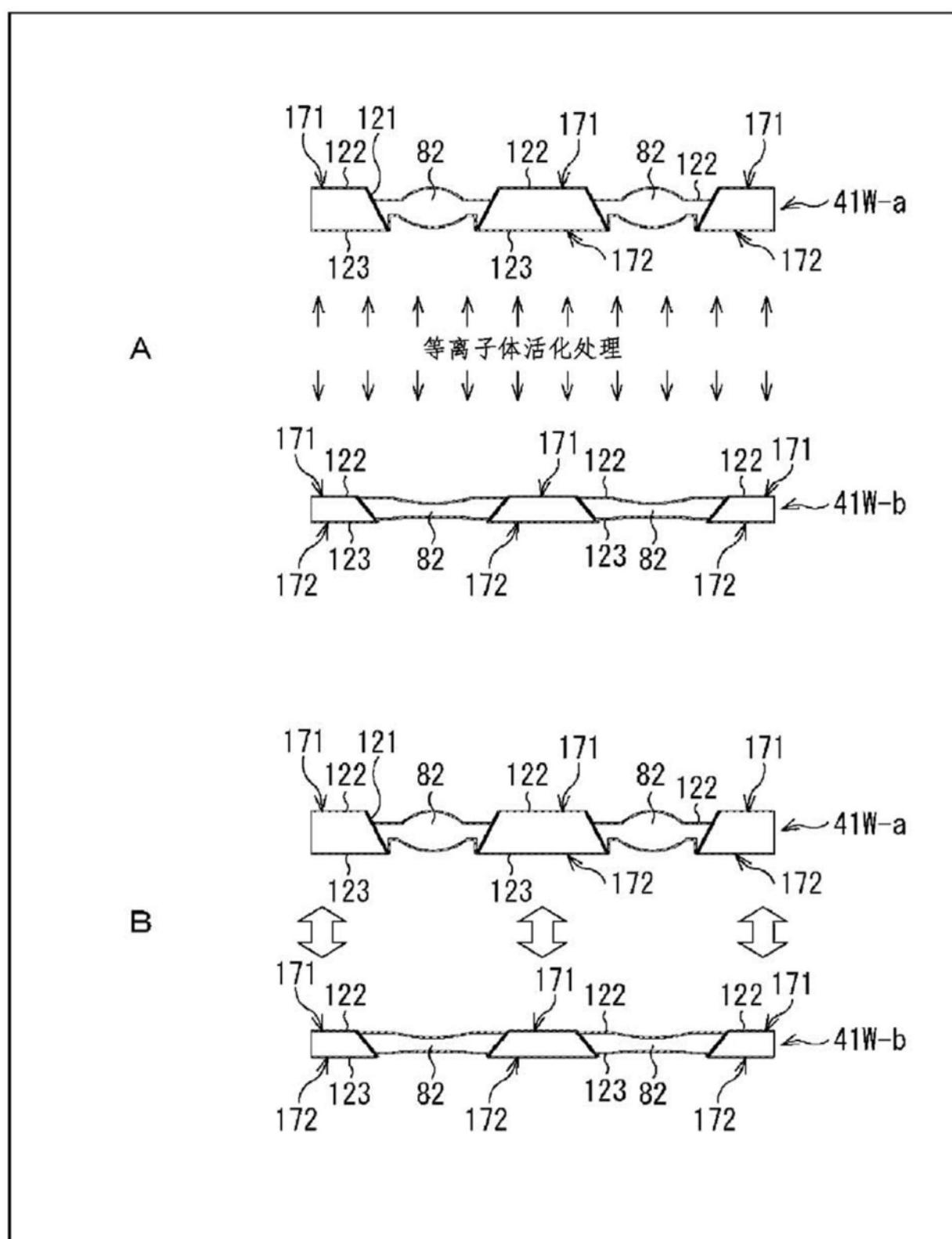


图31

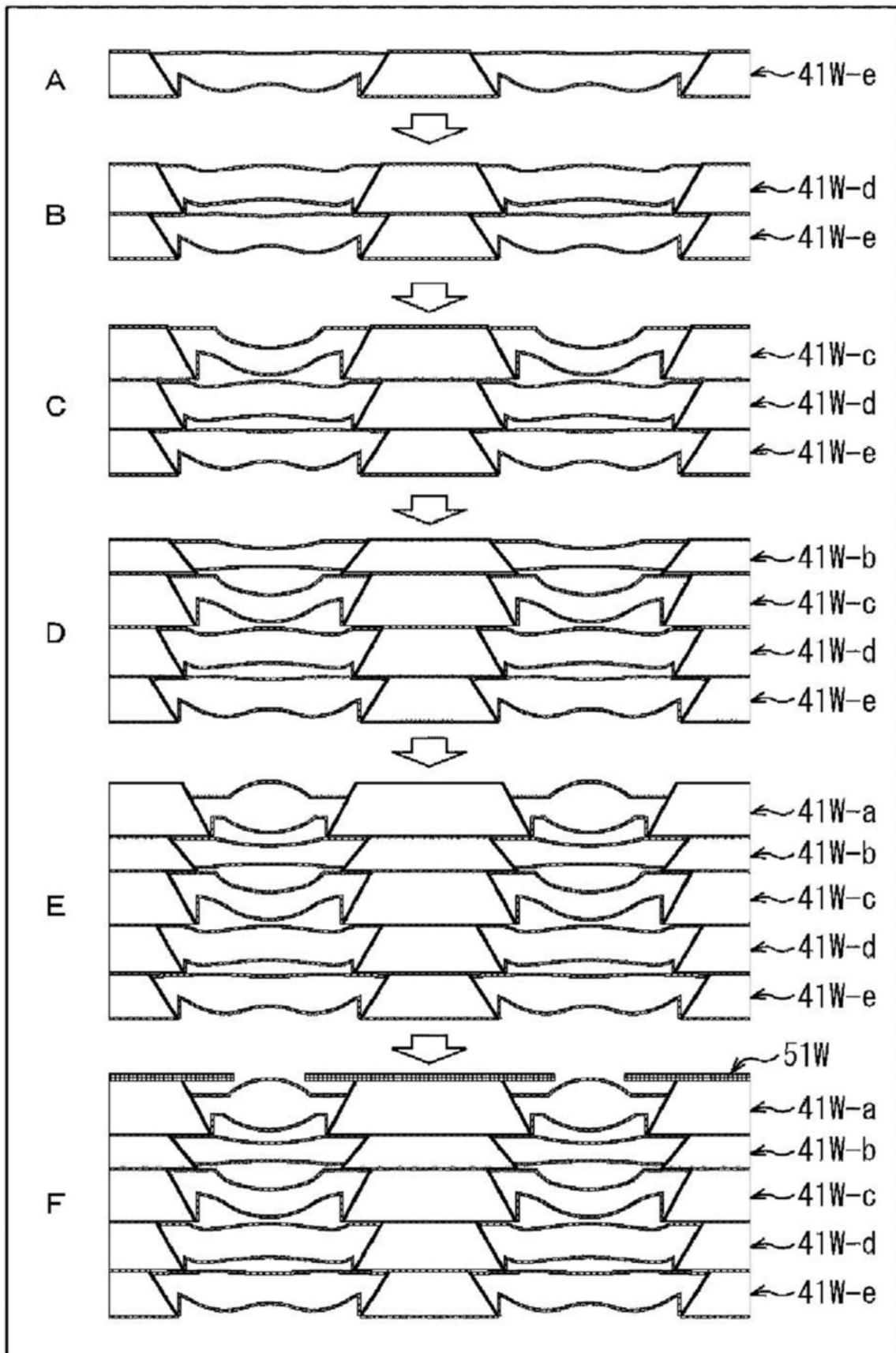


图32

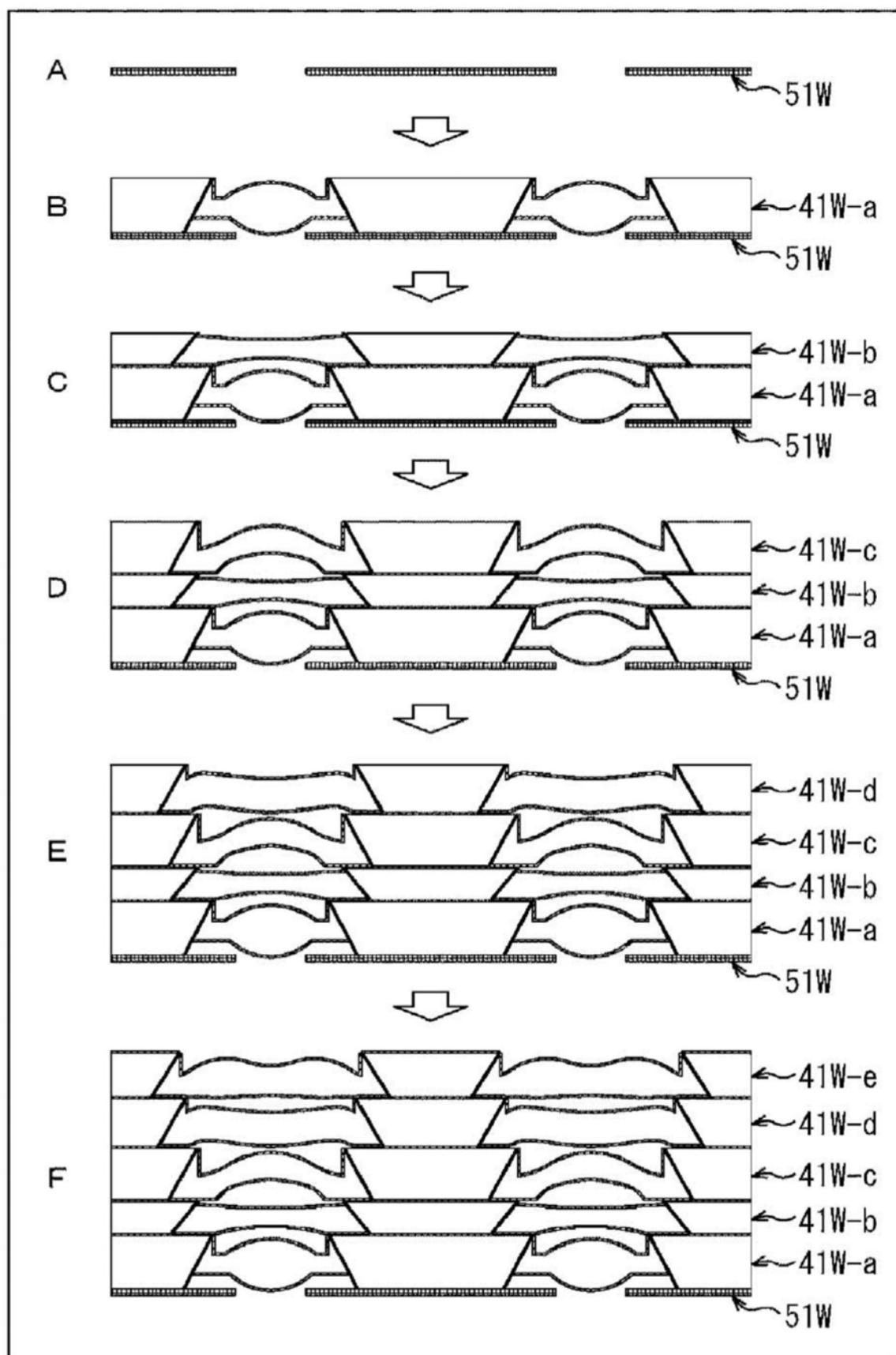


图33

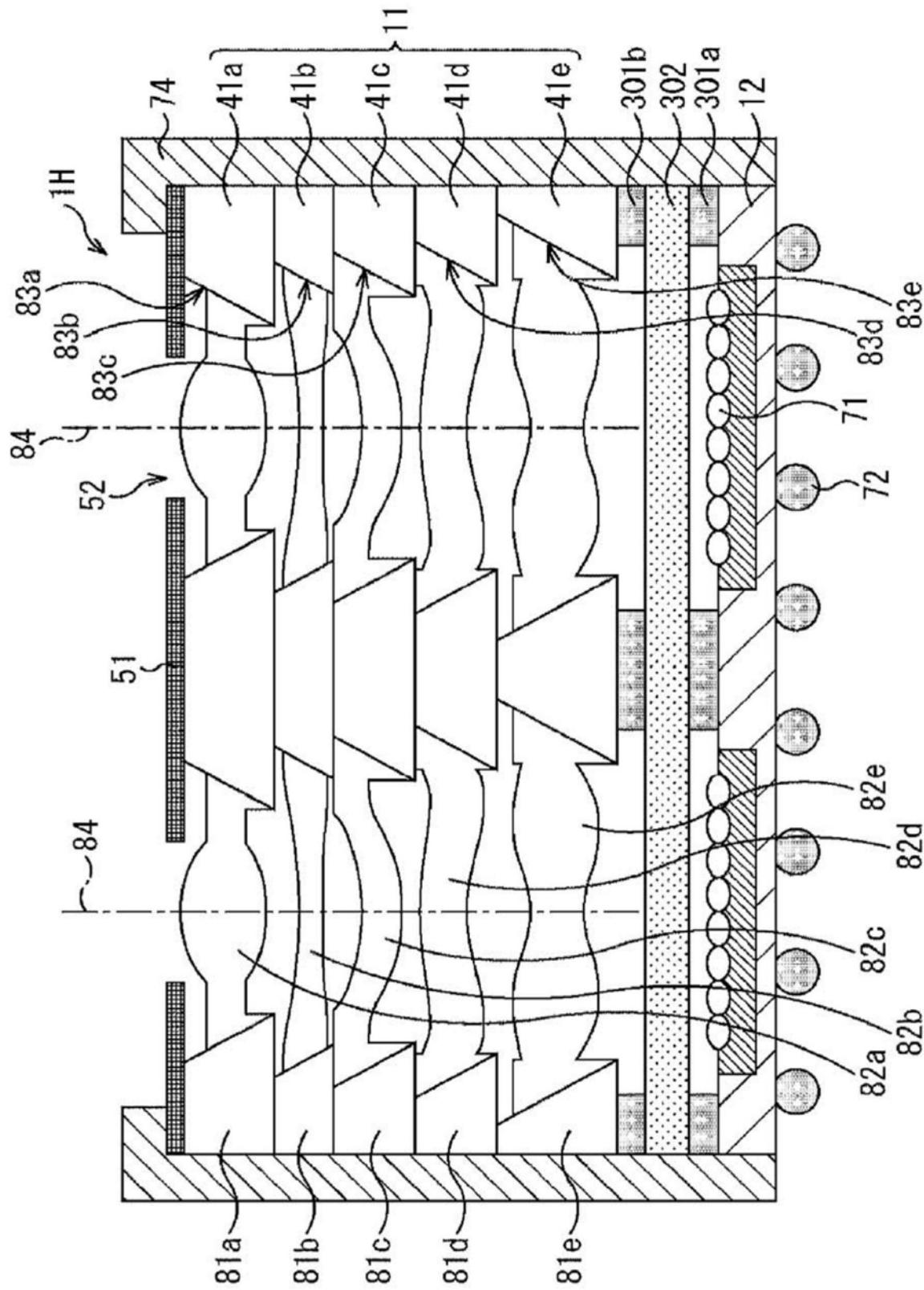


图34

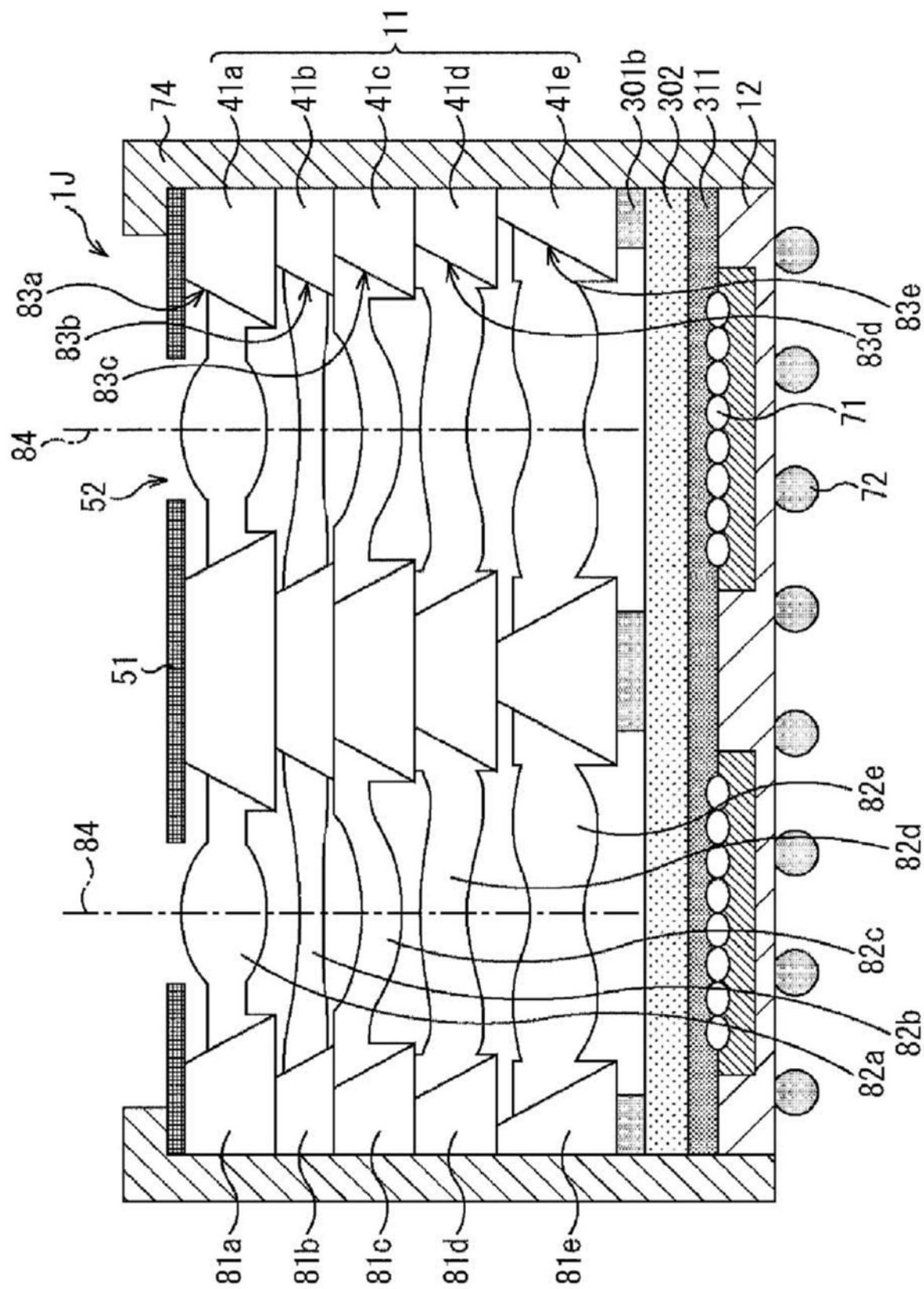


图35

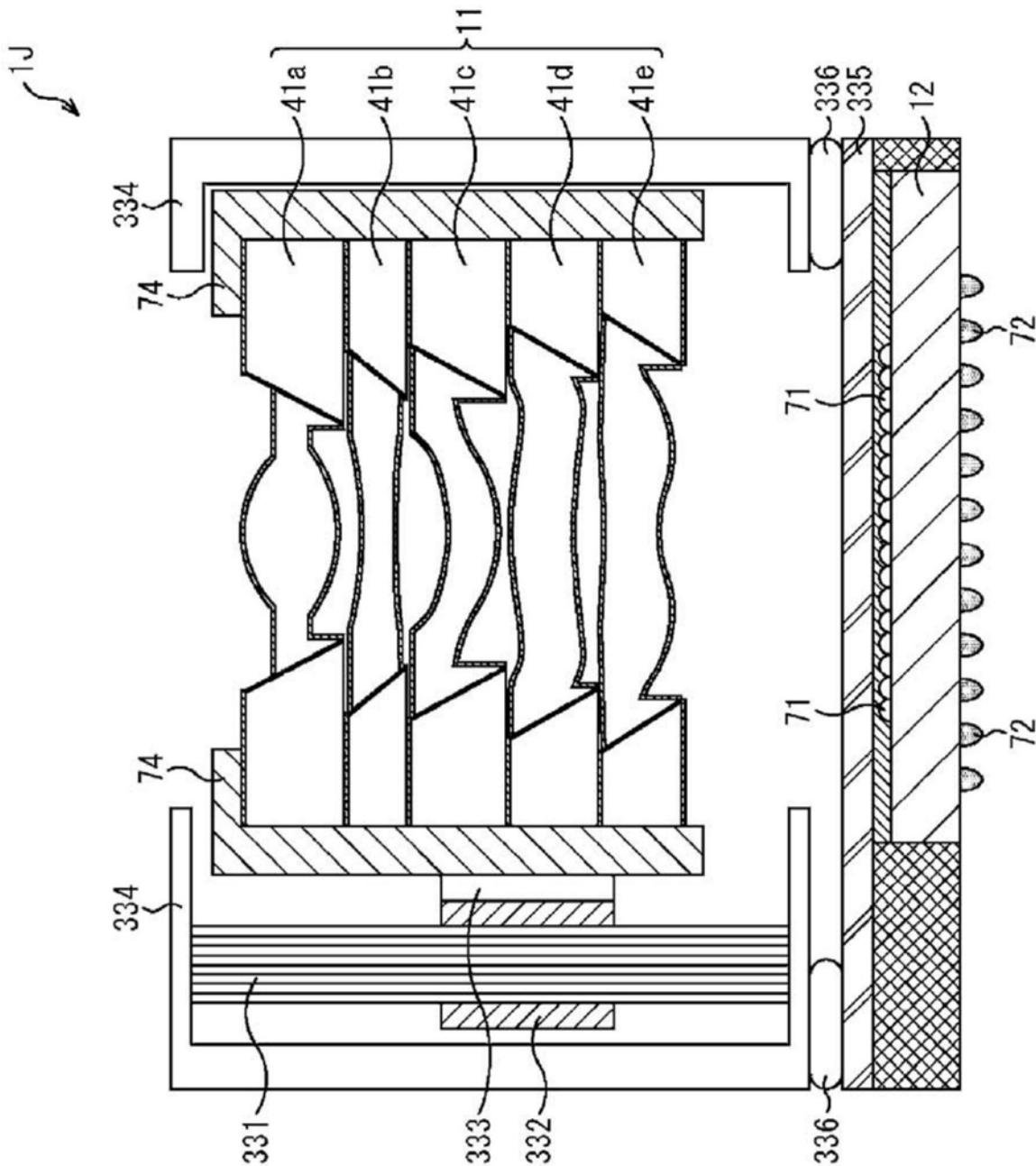


图36

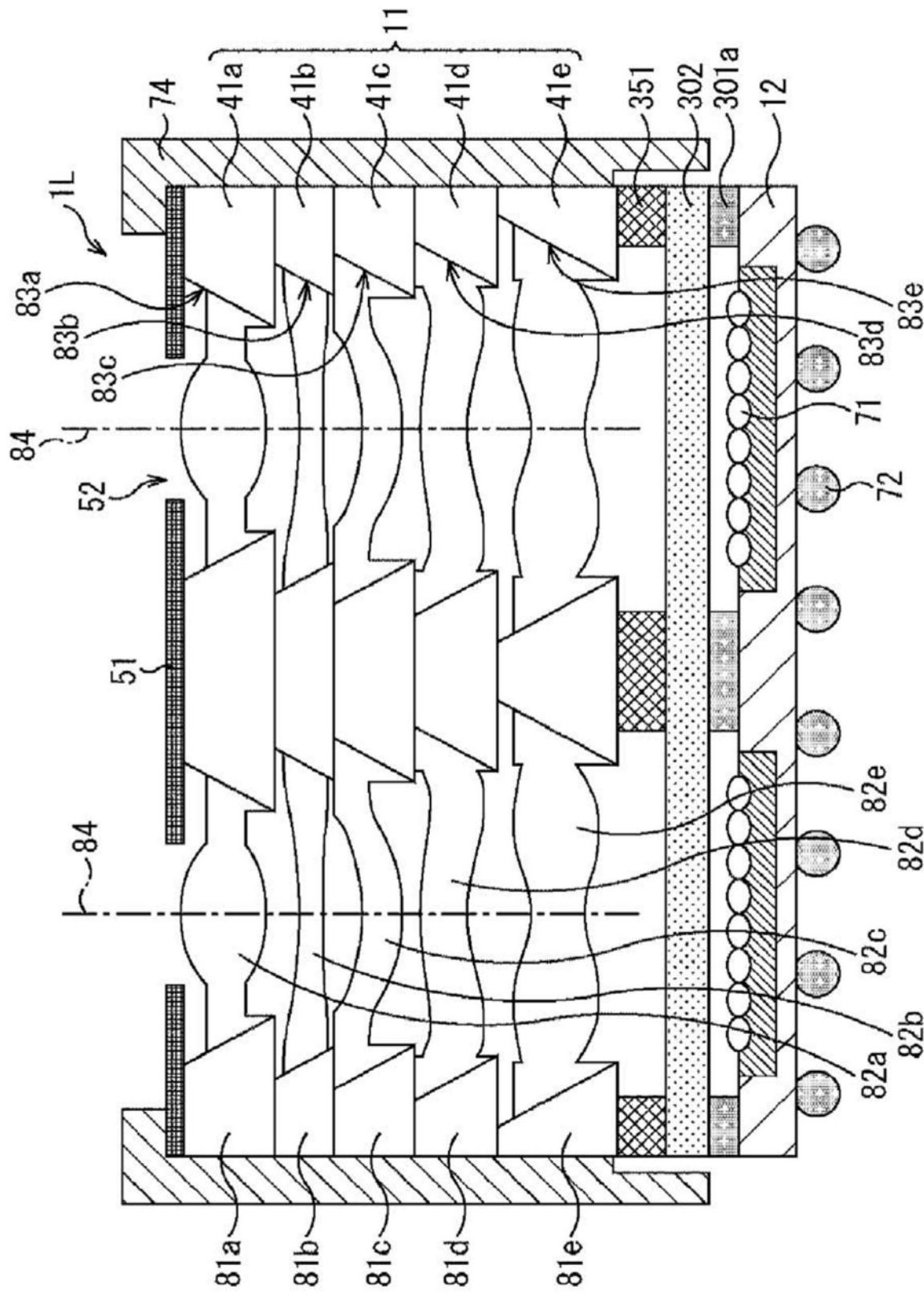


图37

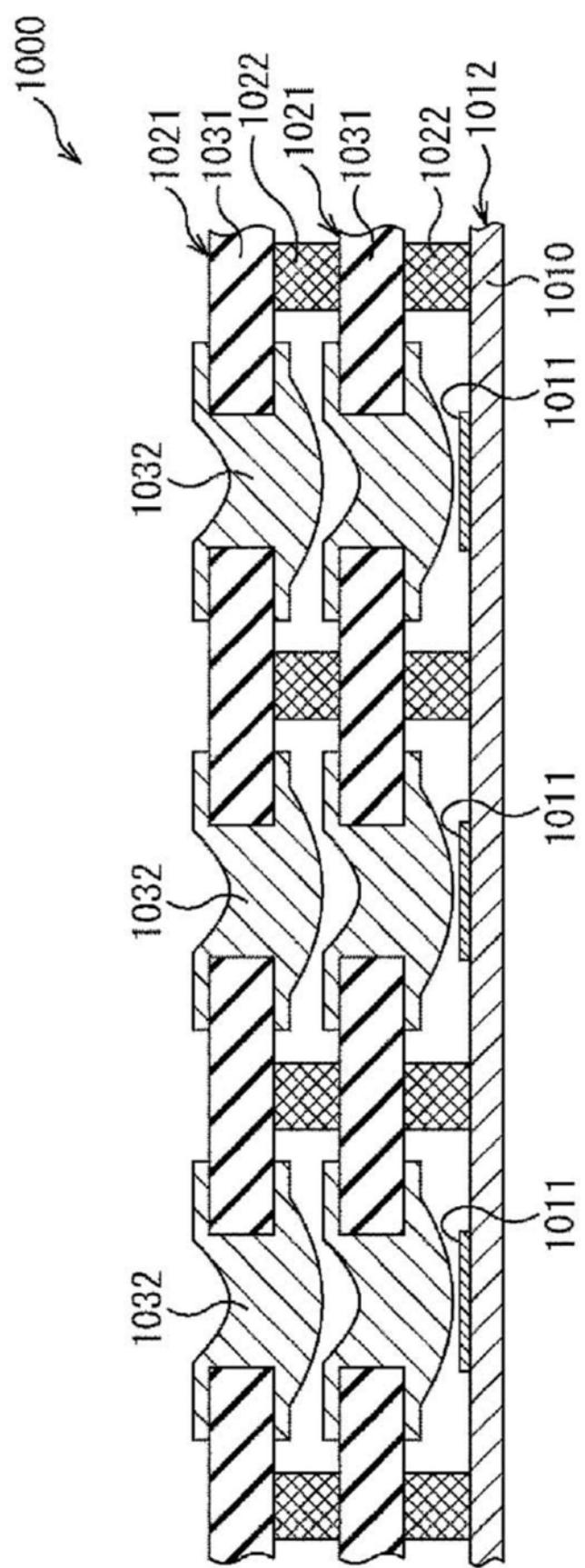


图38

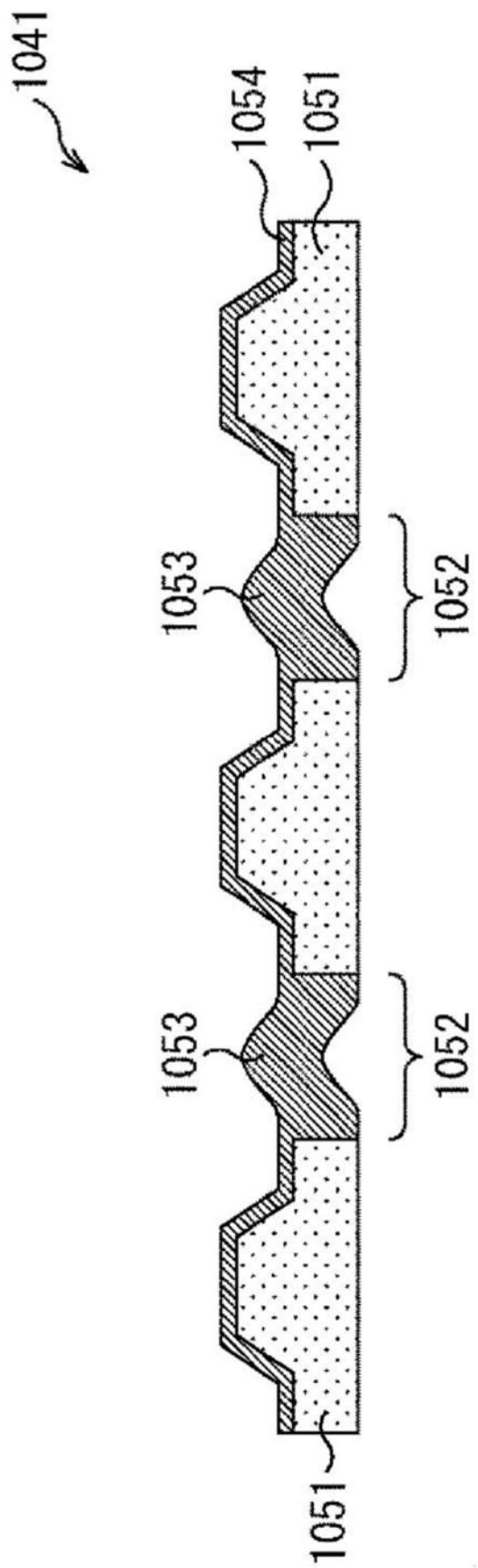


图39

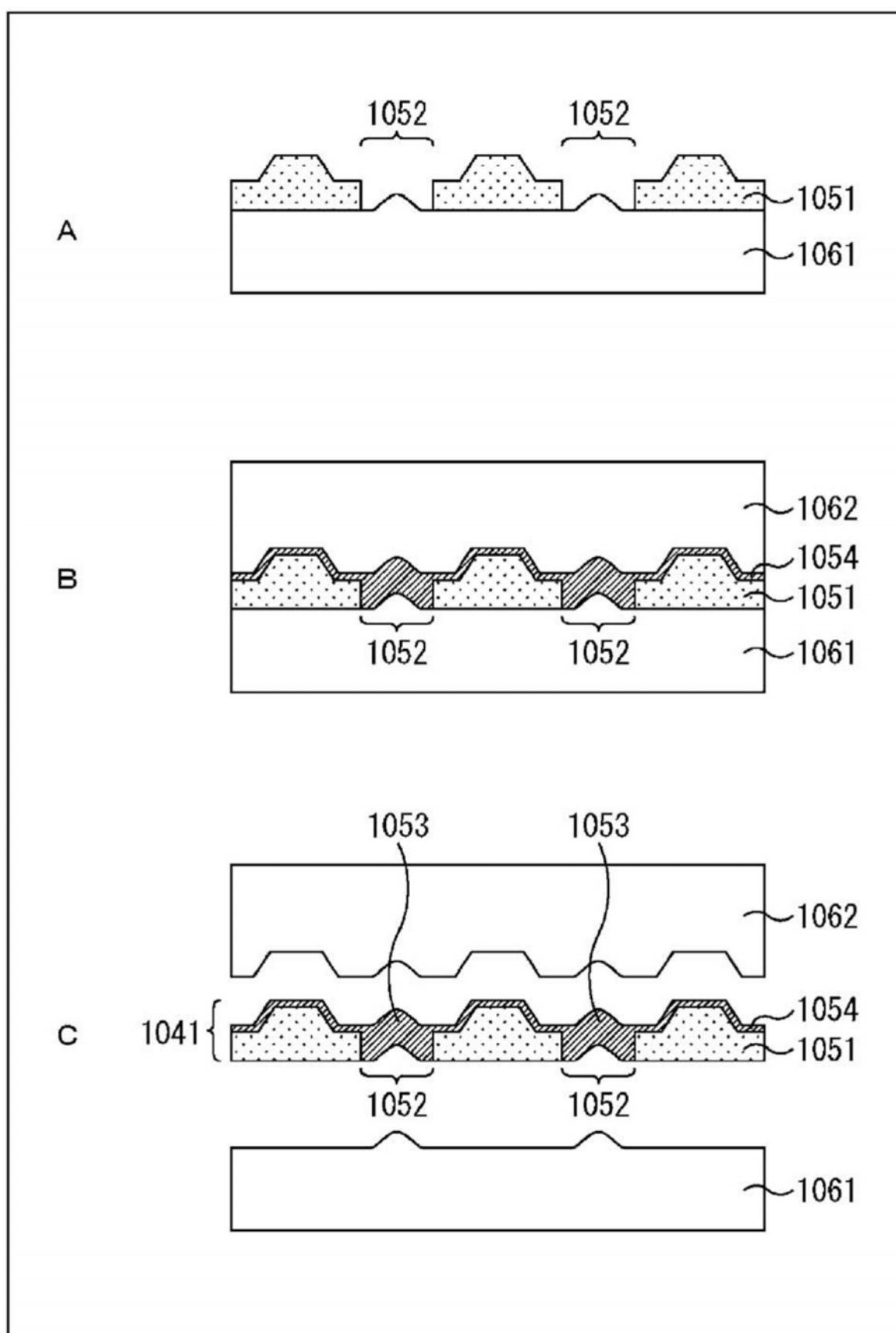


图40

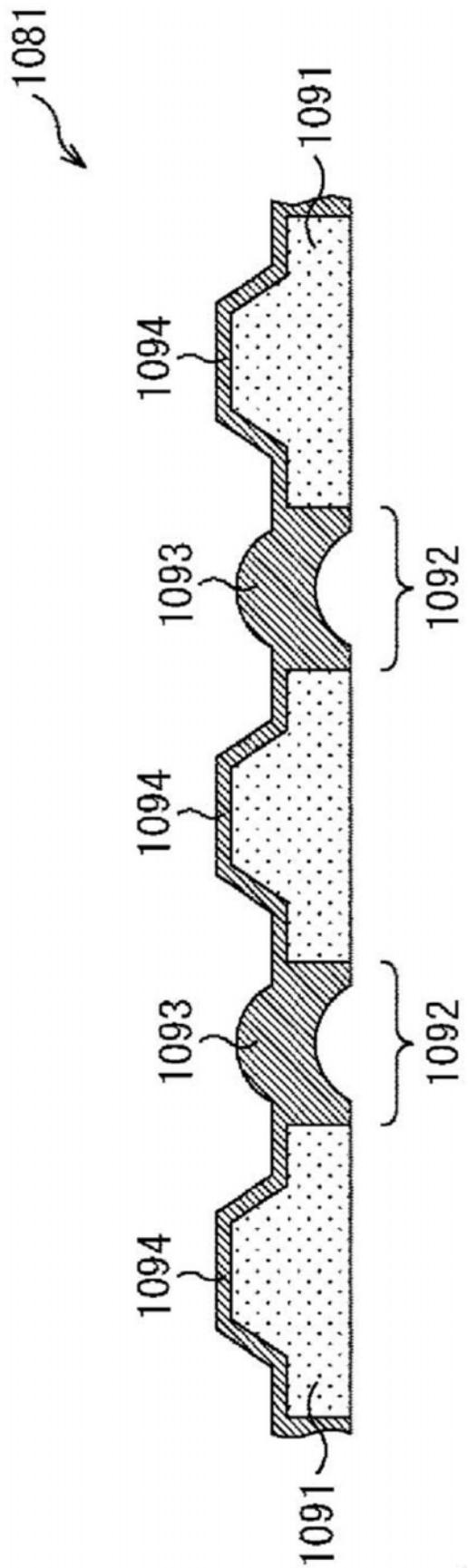


图41

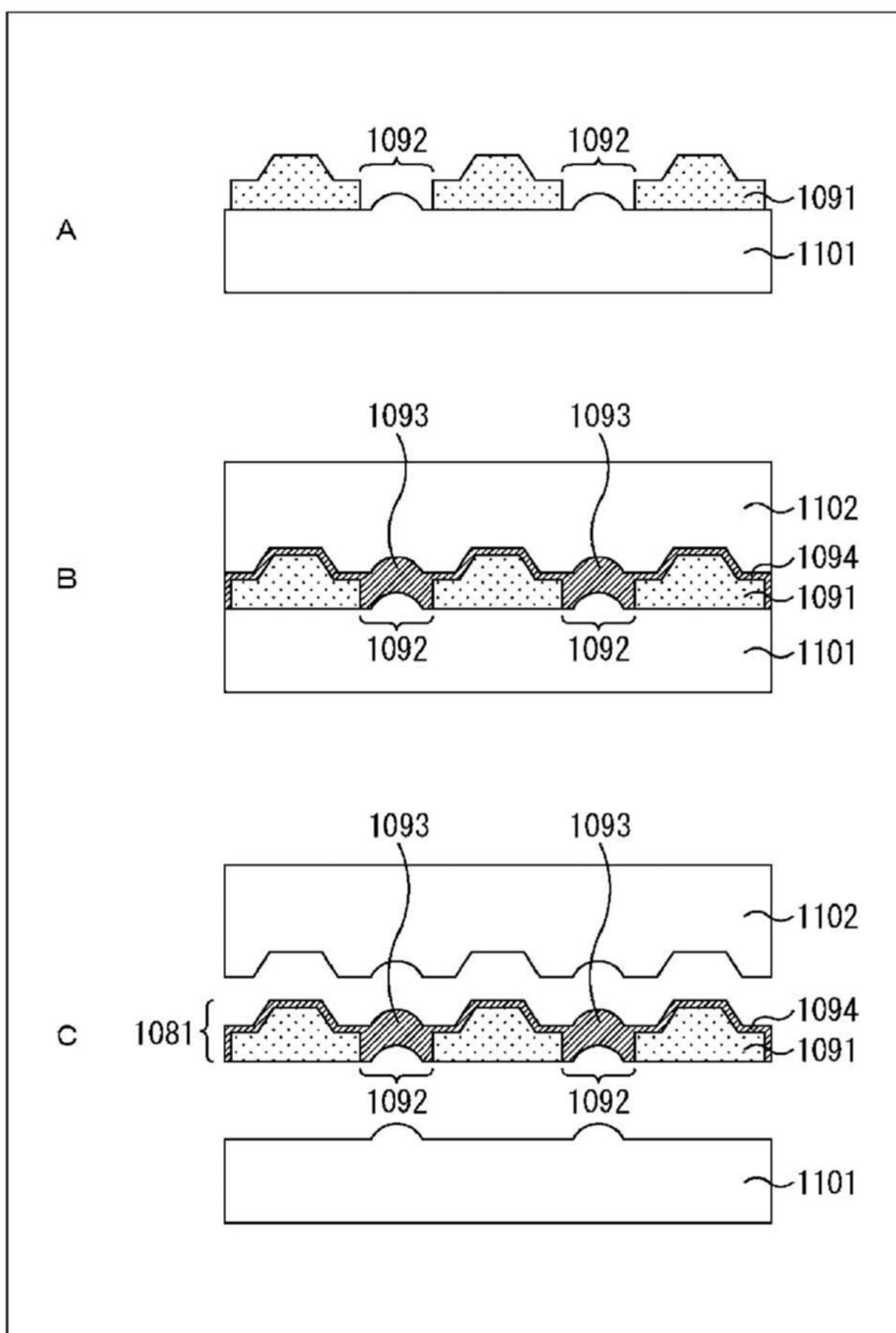


图42

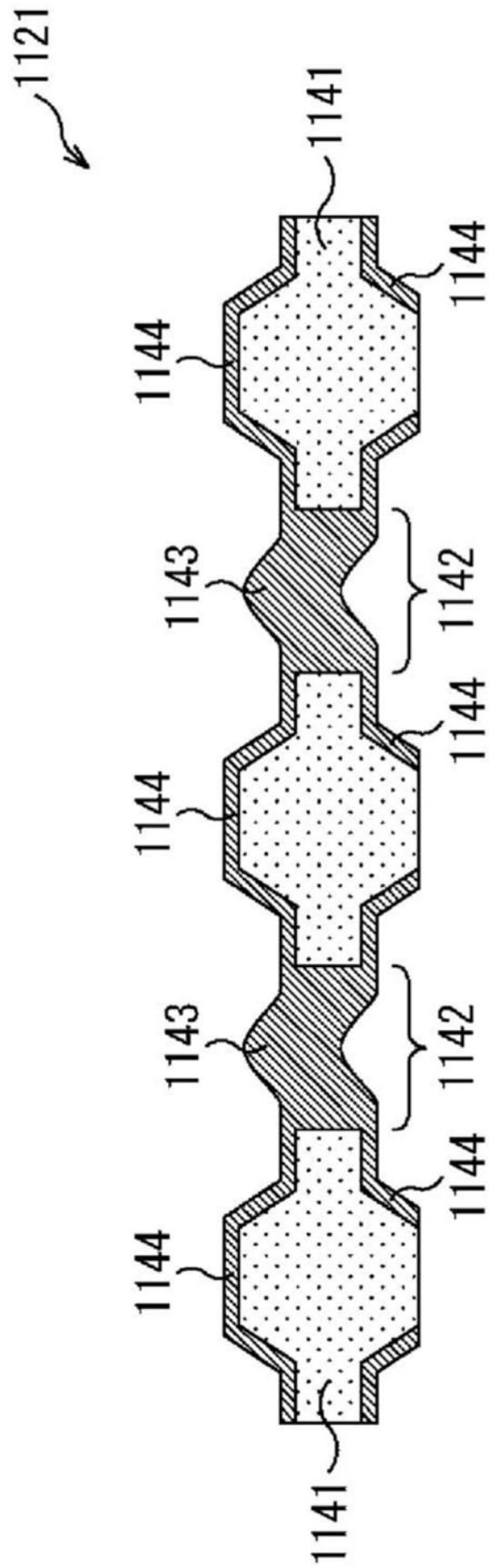


图43

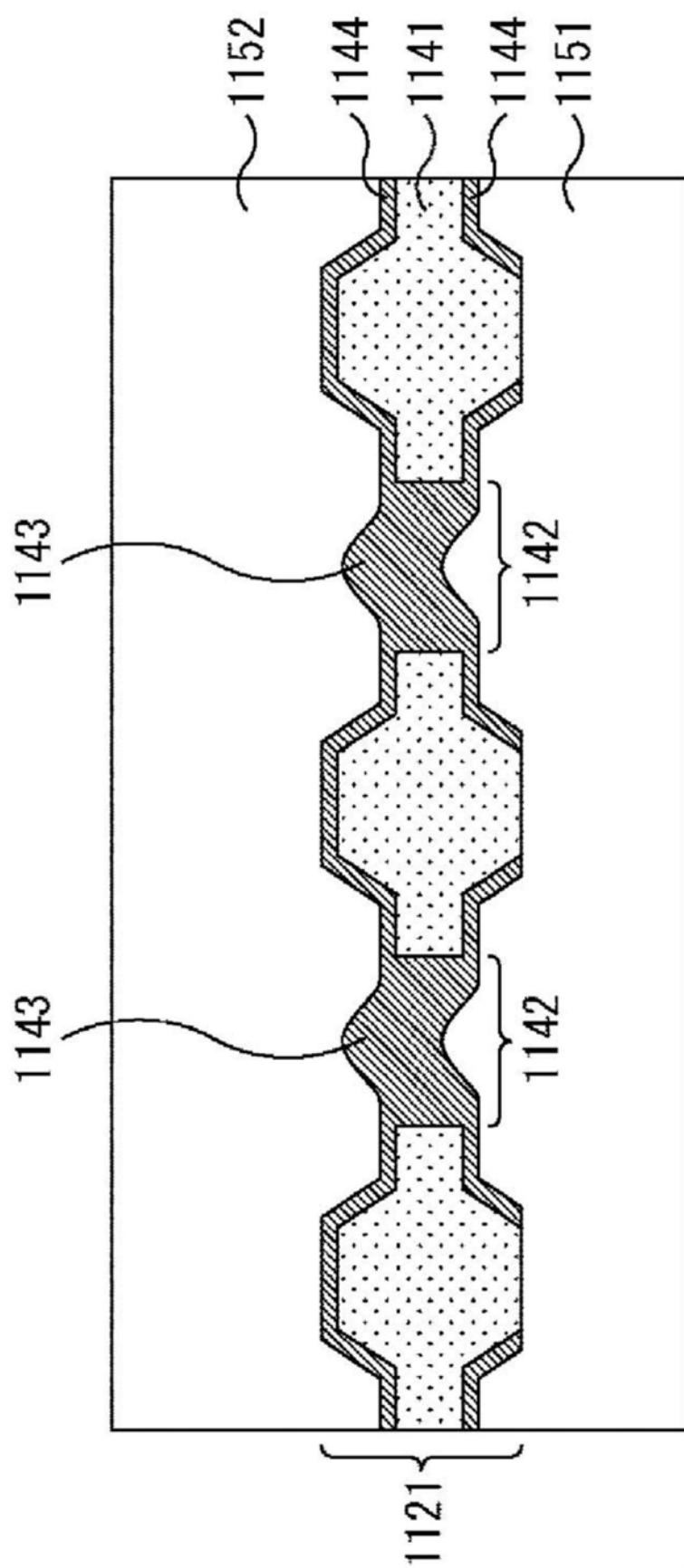


图44

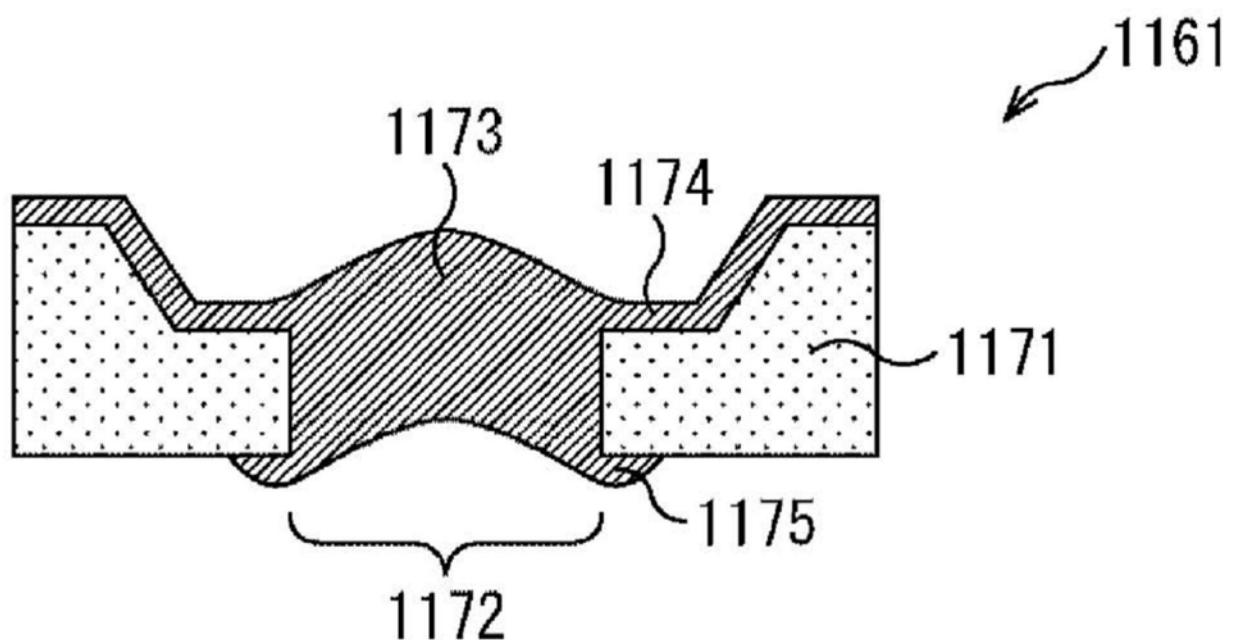


图45

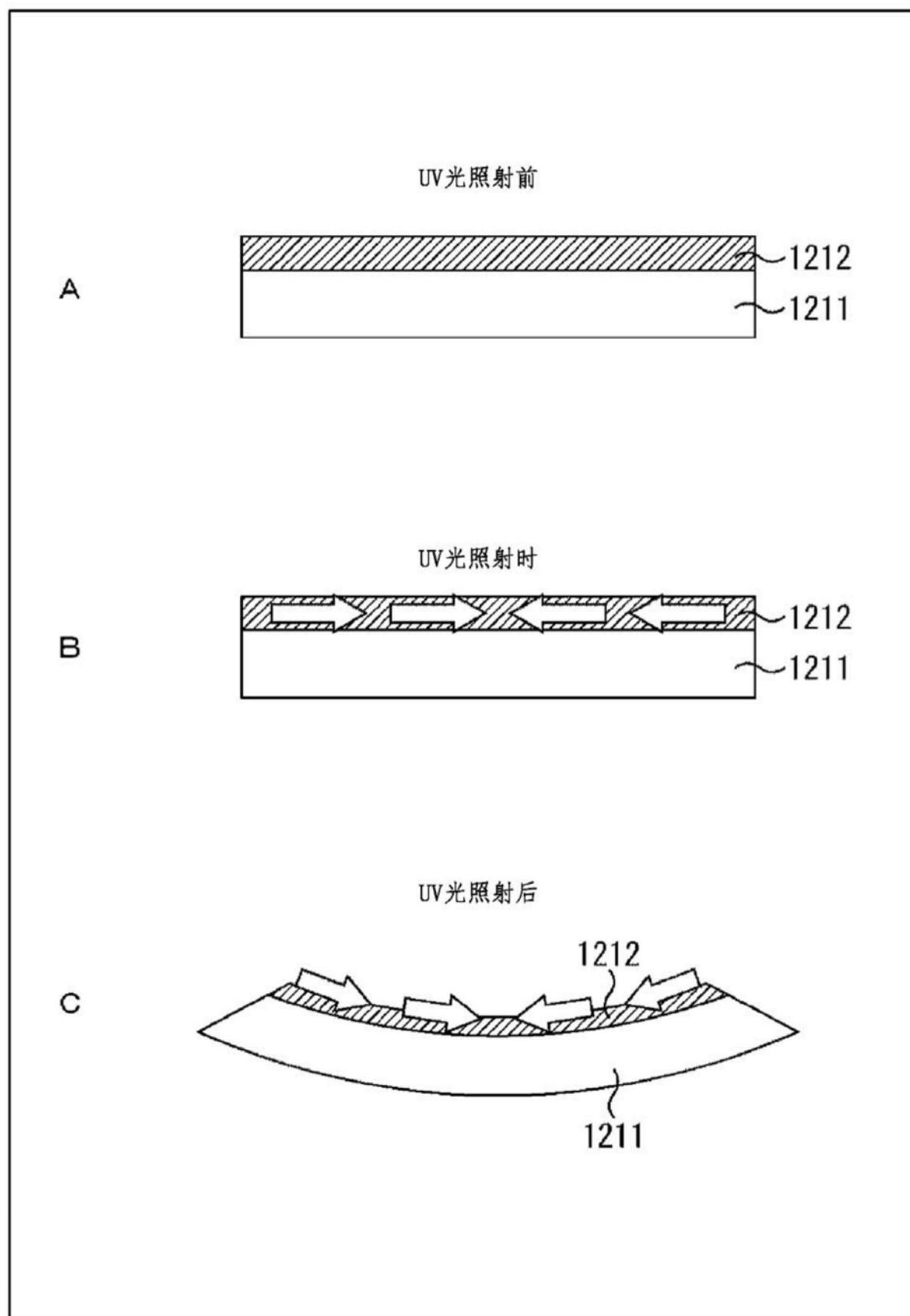


图46

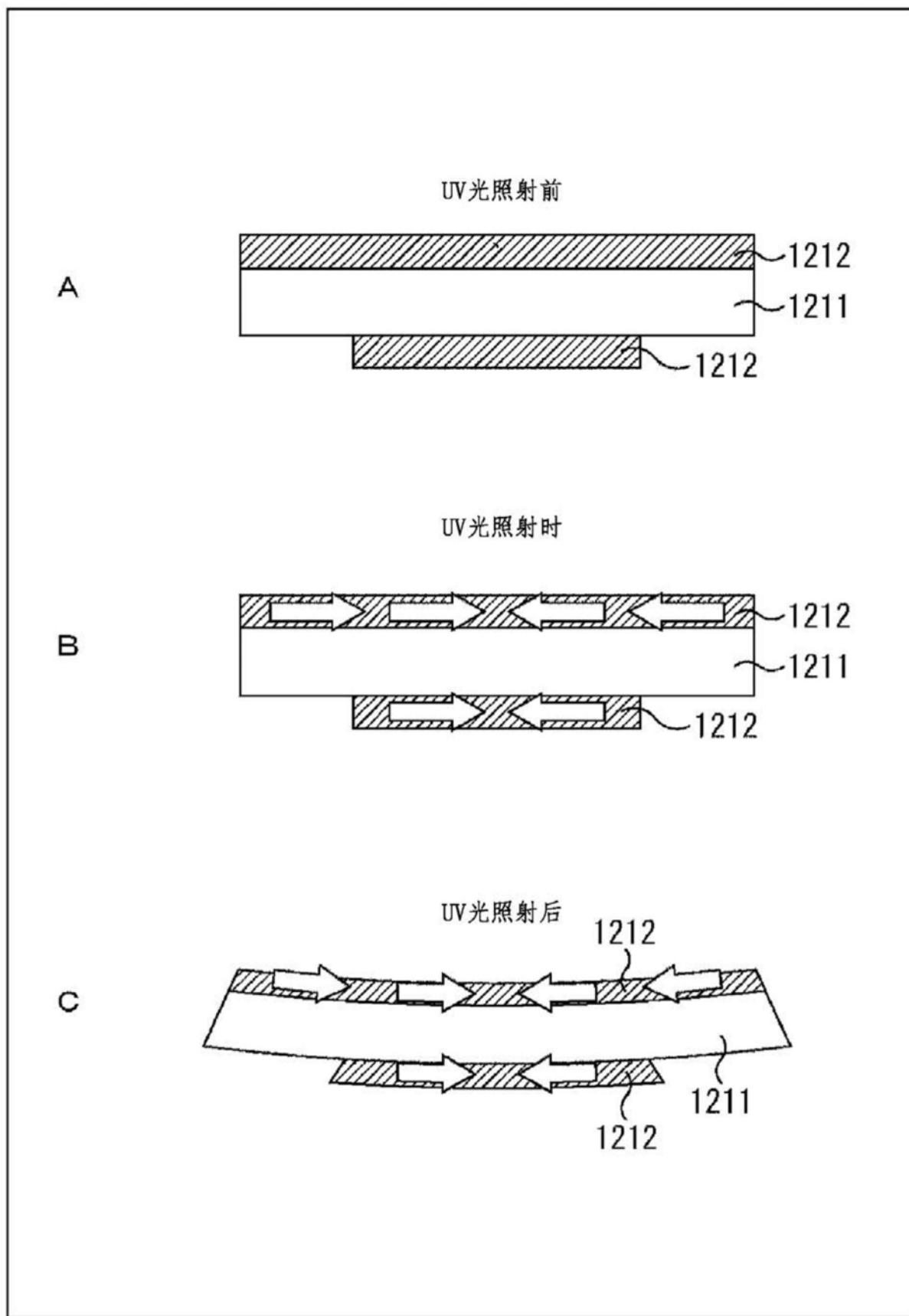


图47

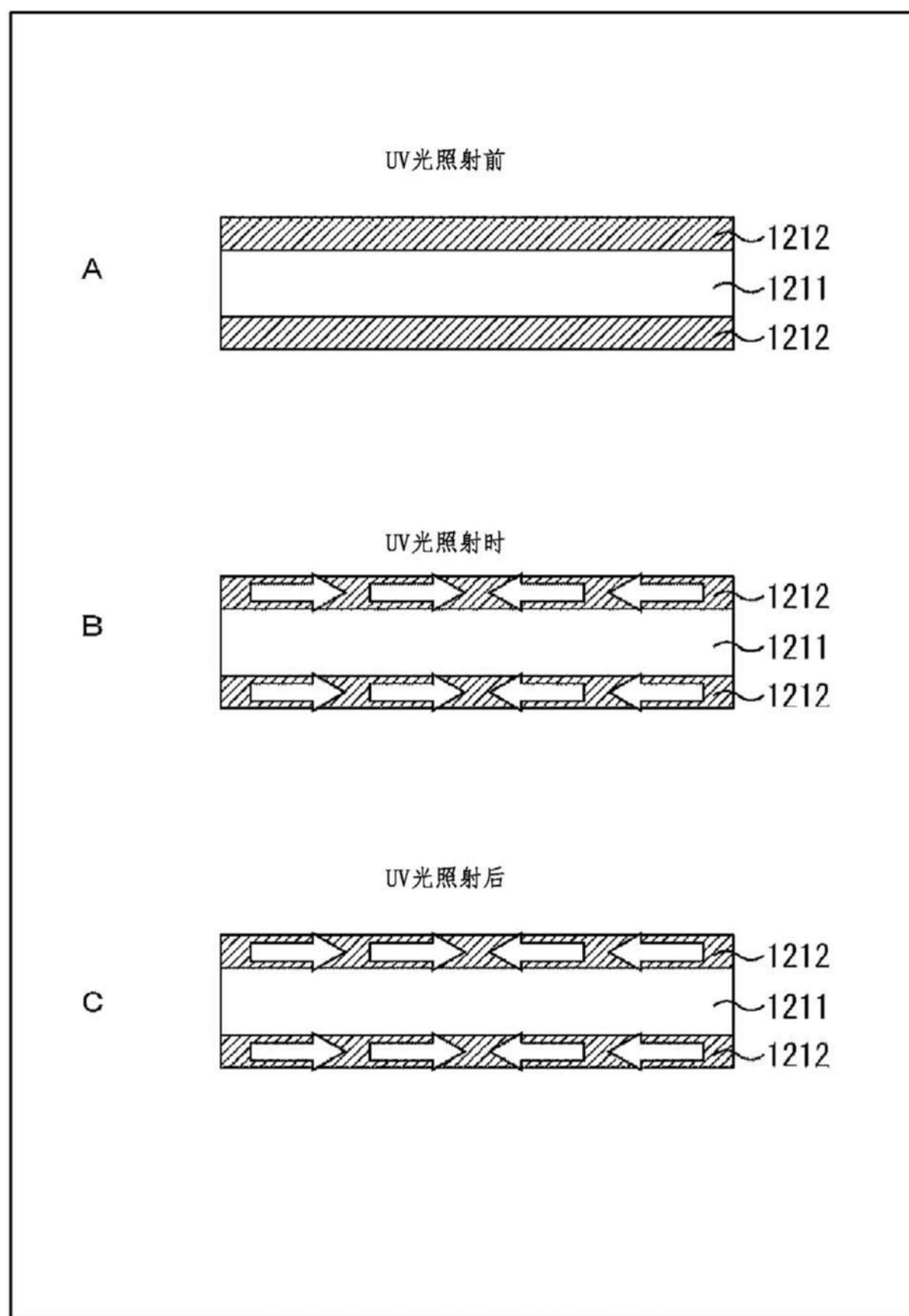


图48

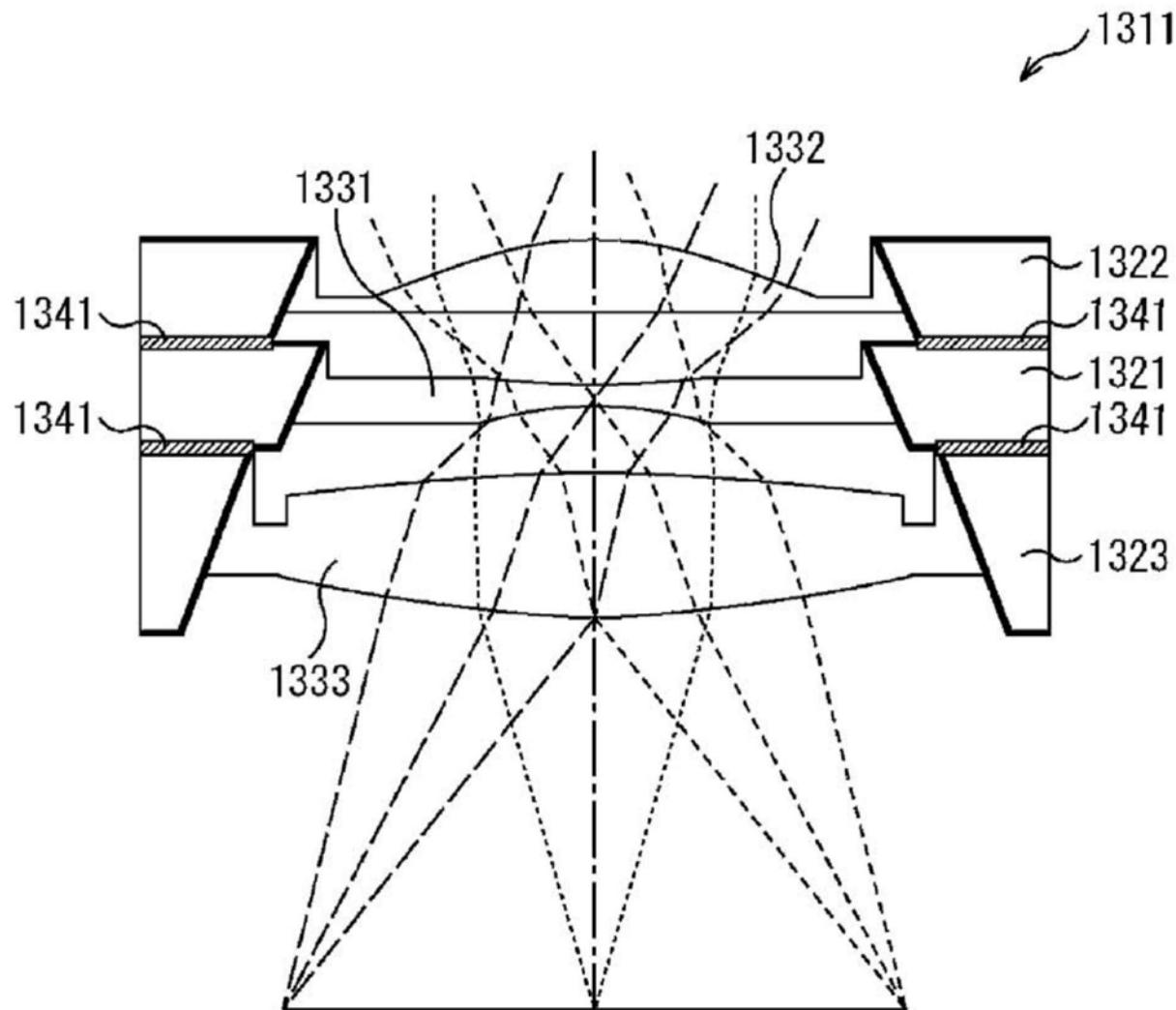


图49

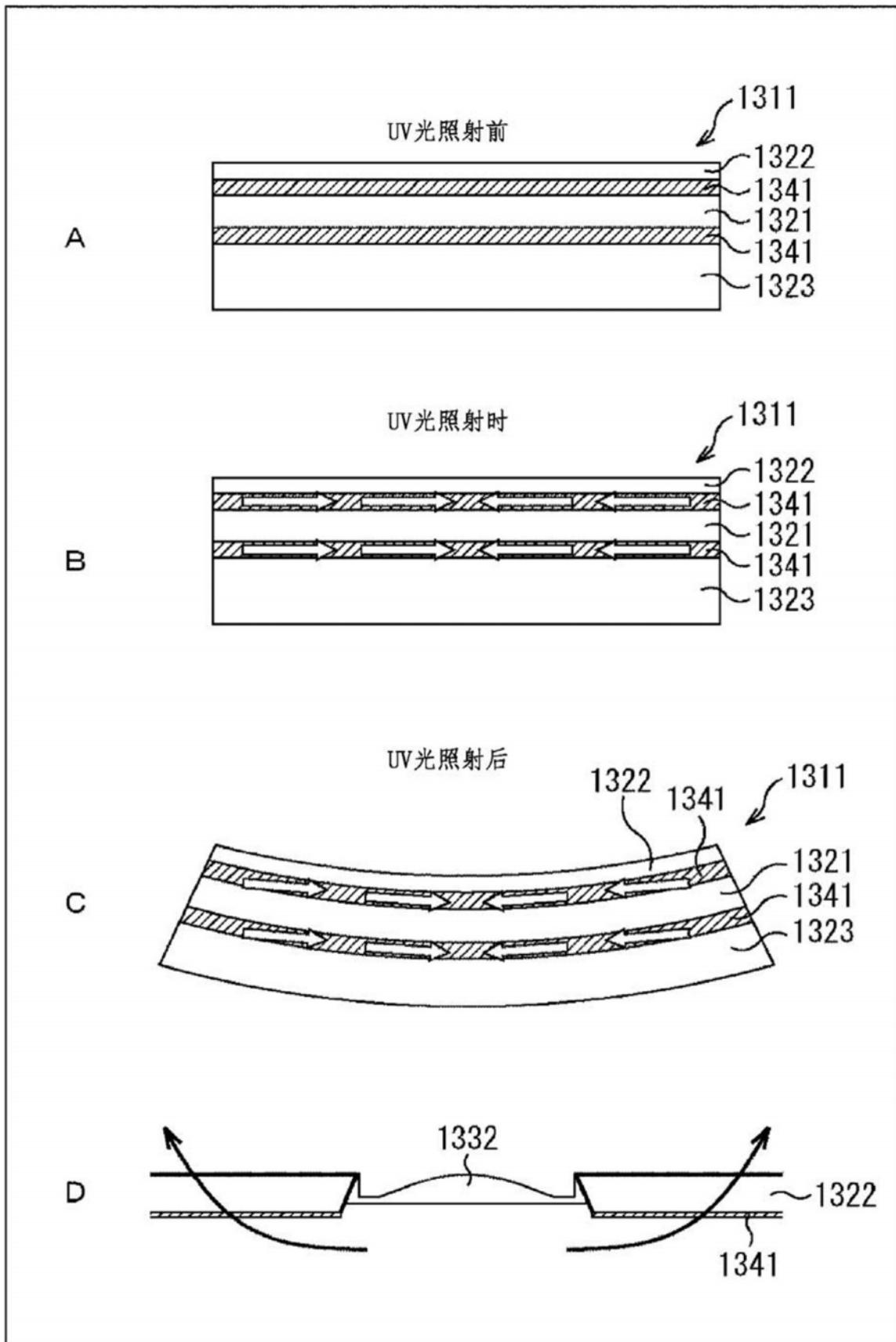


图50

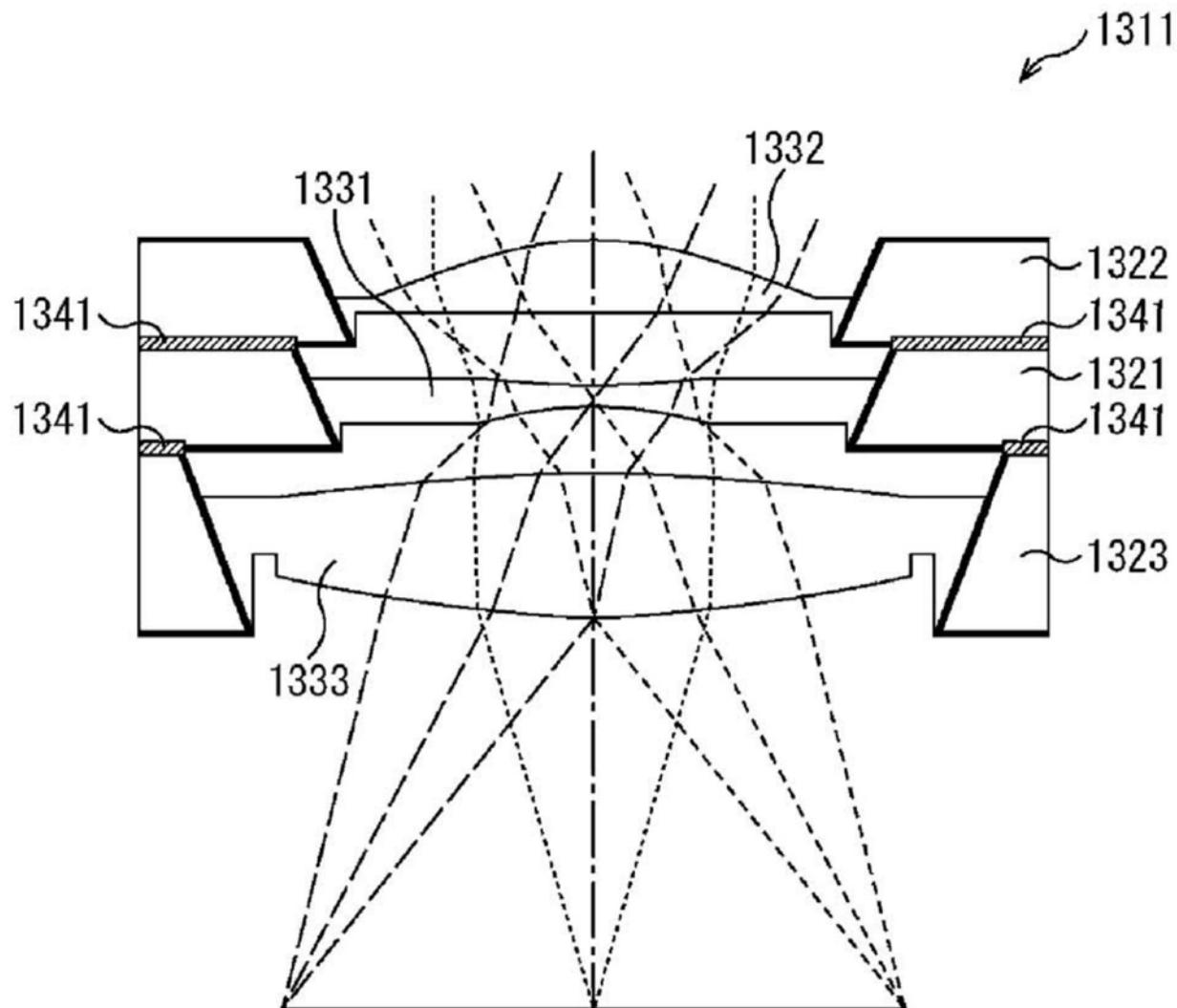


图51

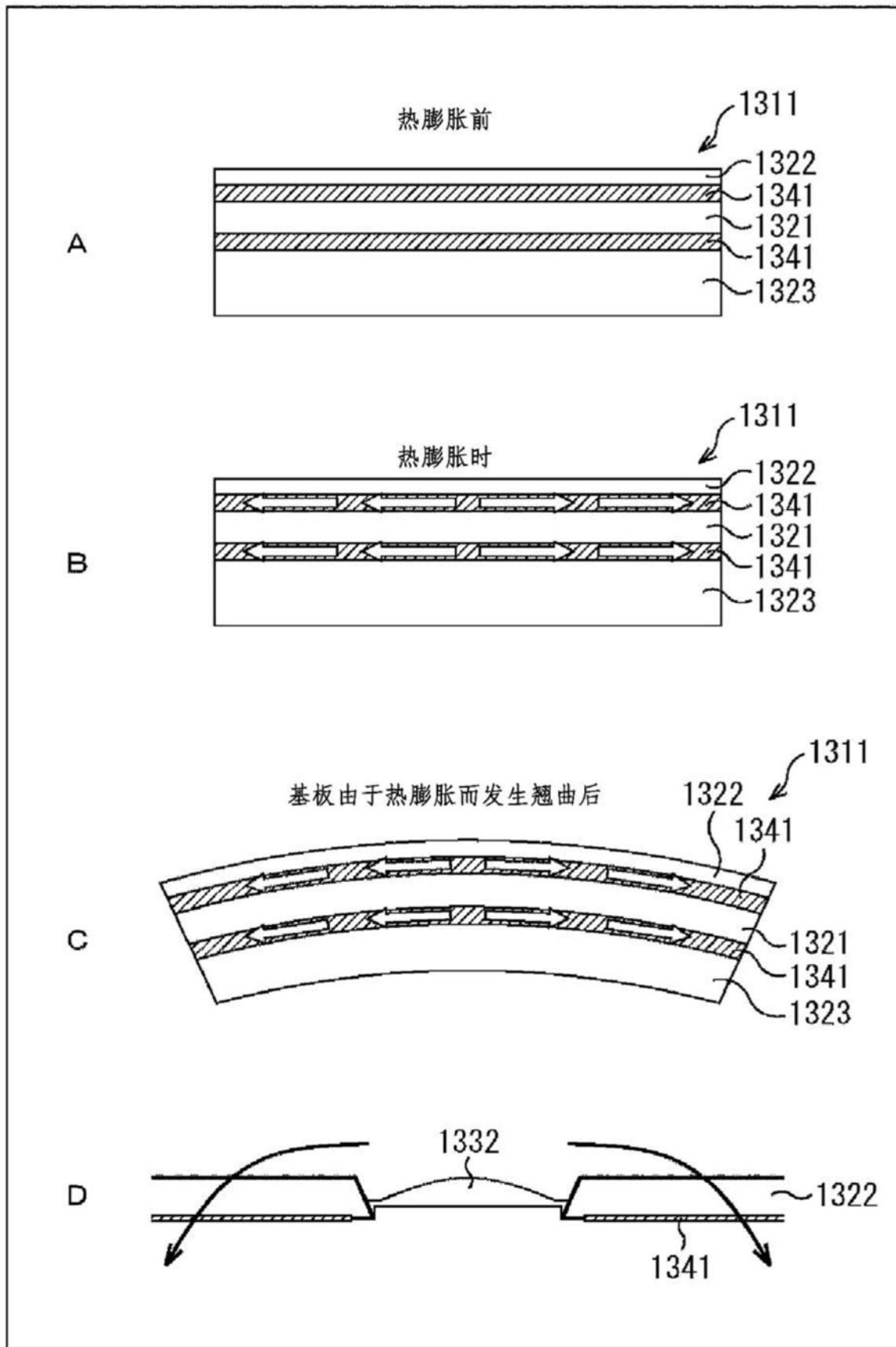


图52

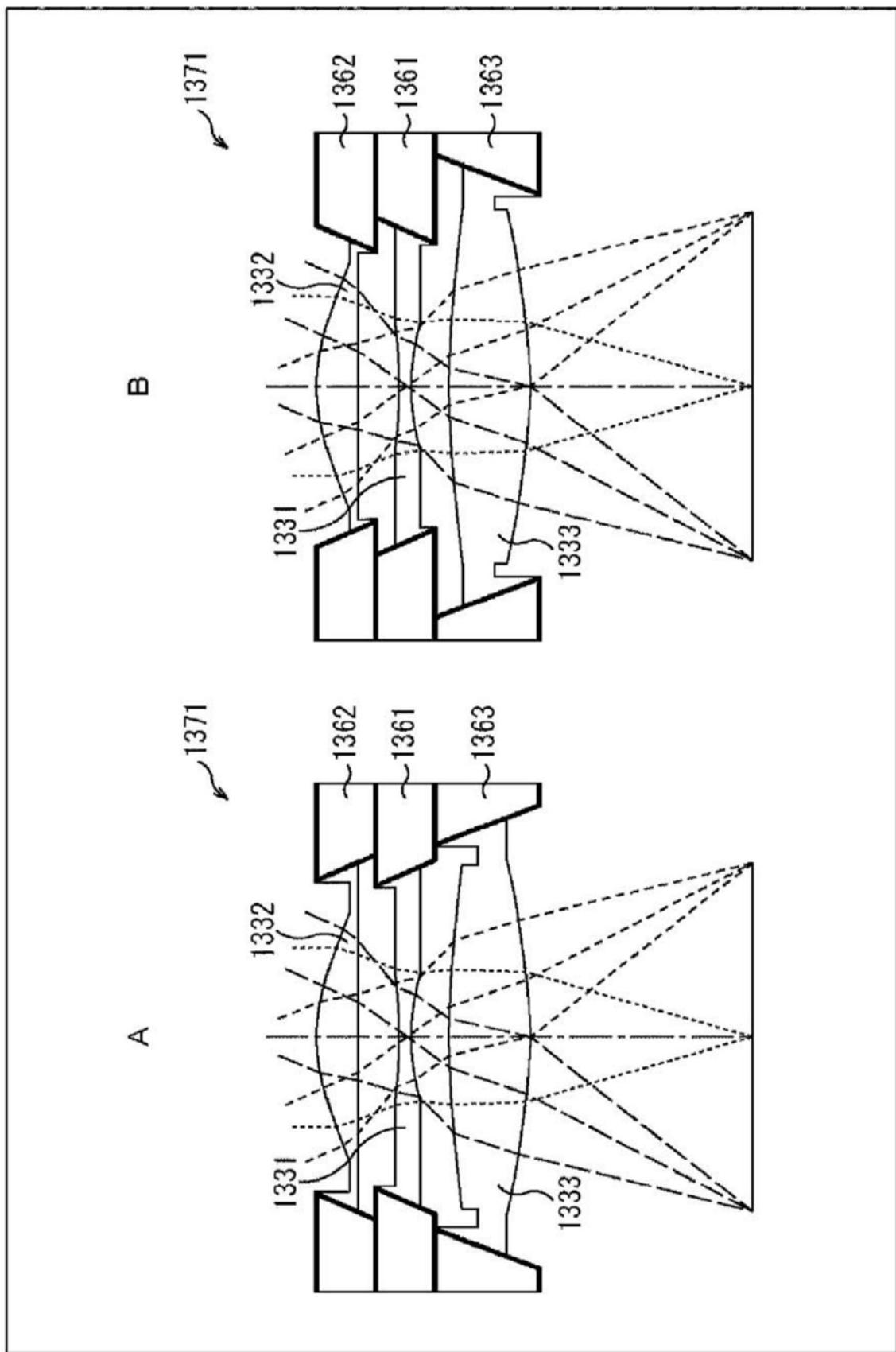


图53

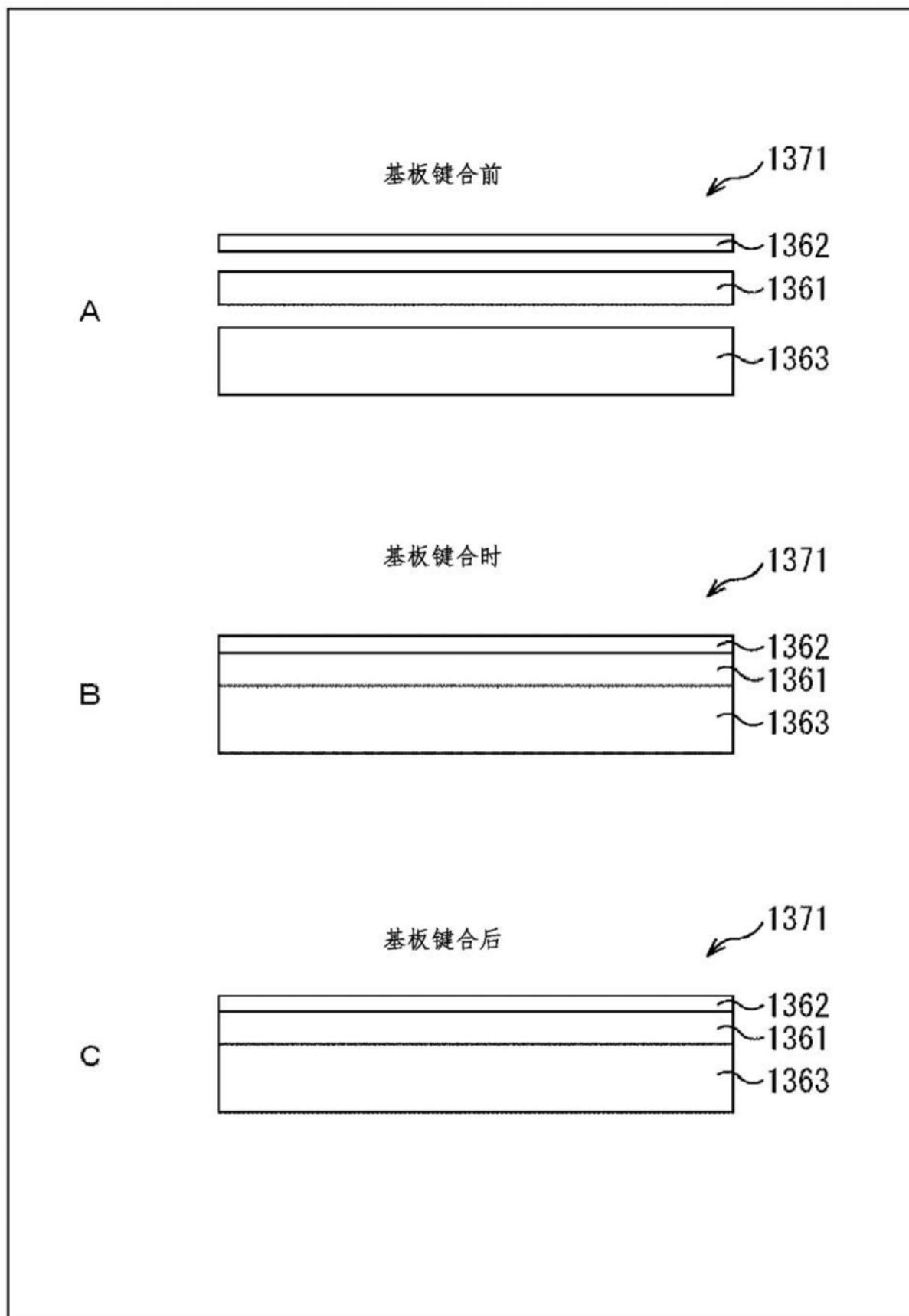


图54

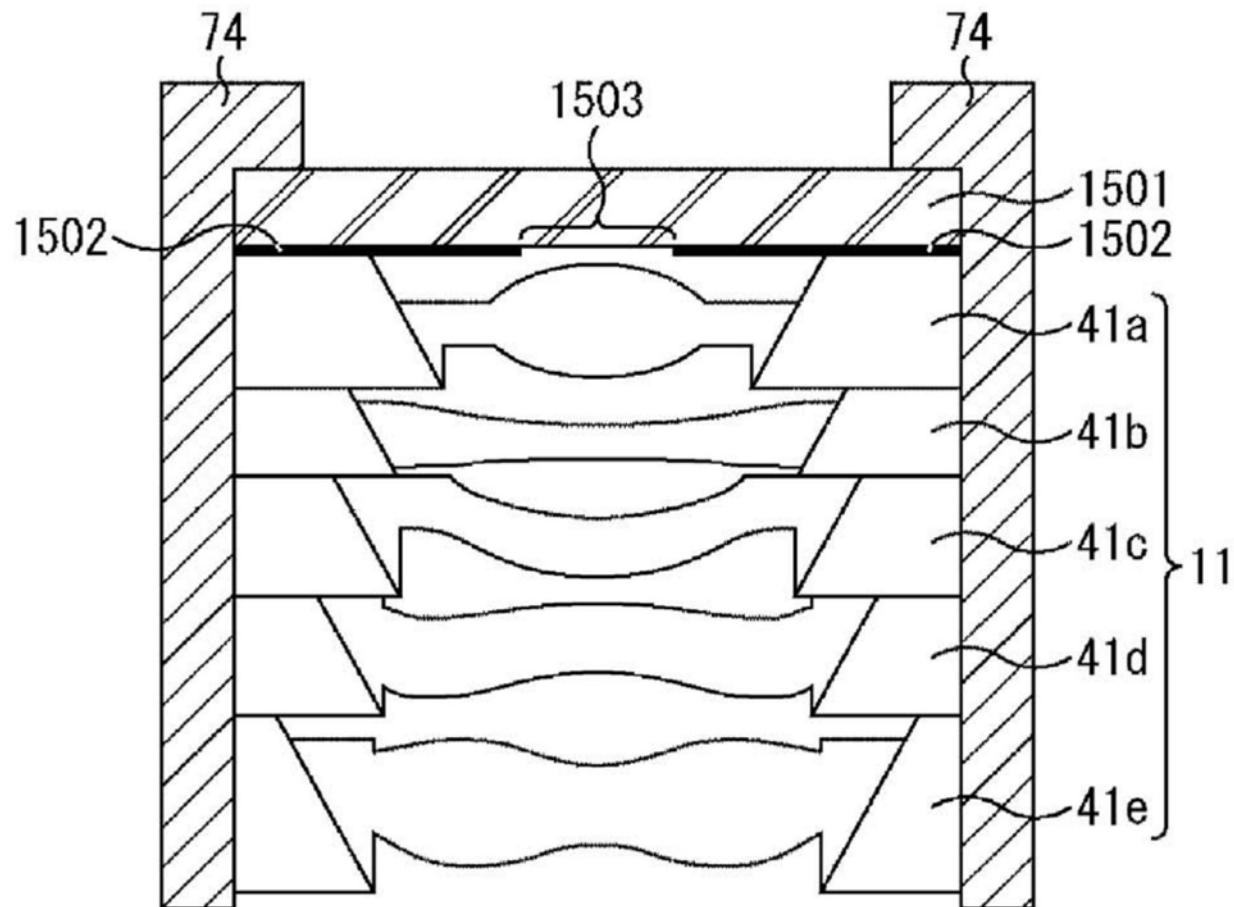


图55

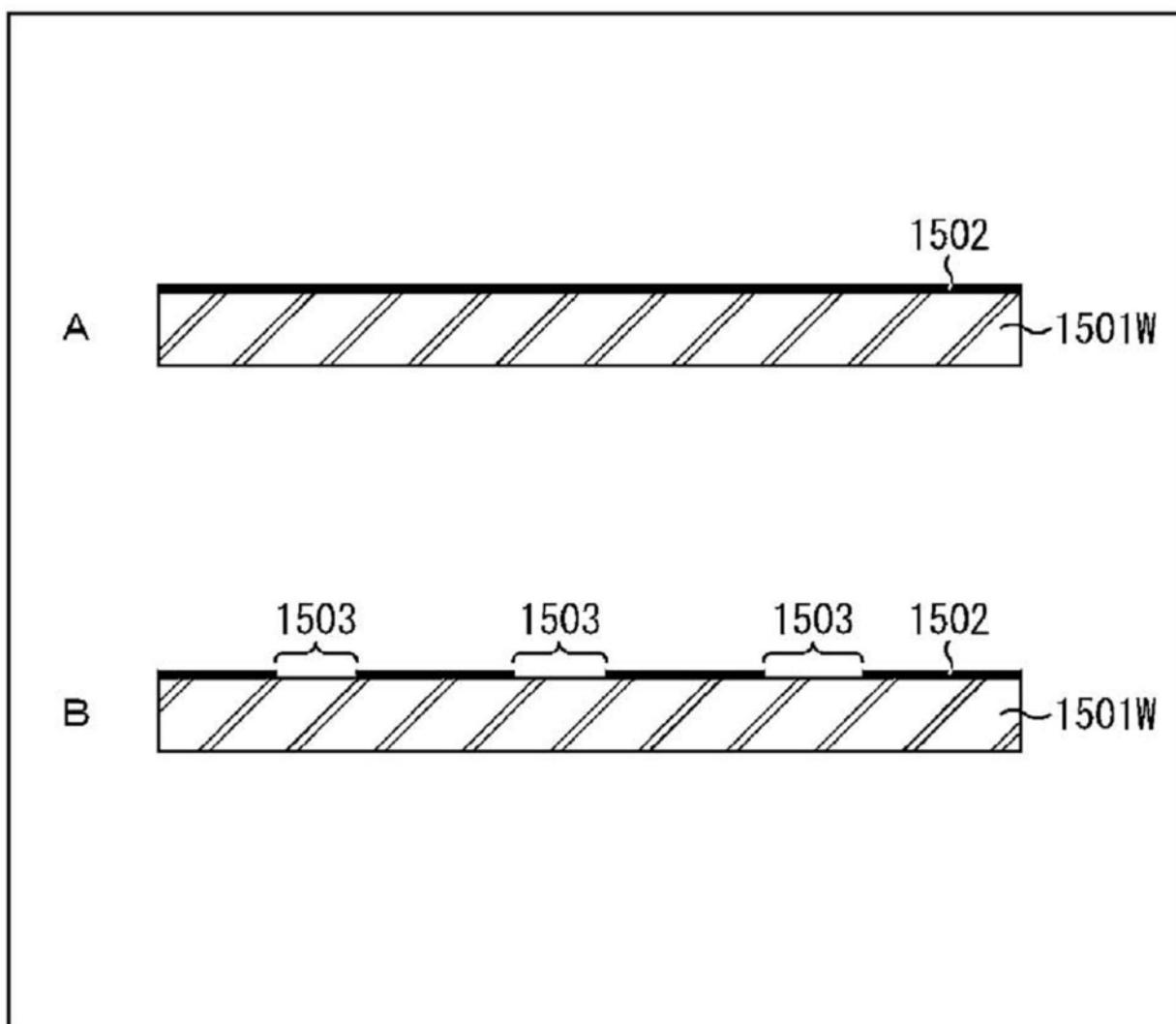


图56

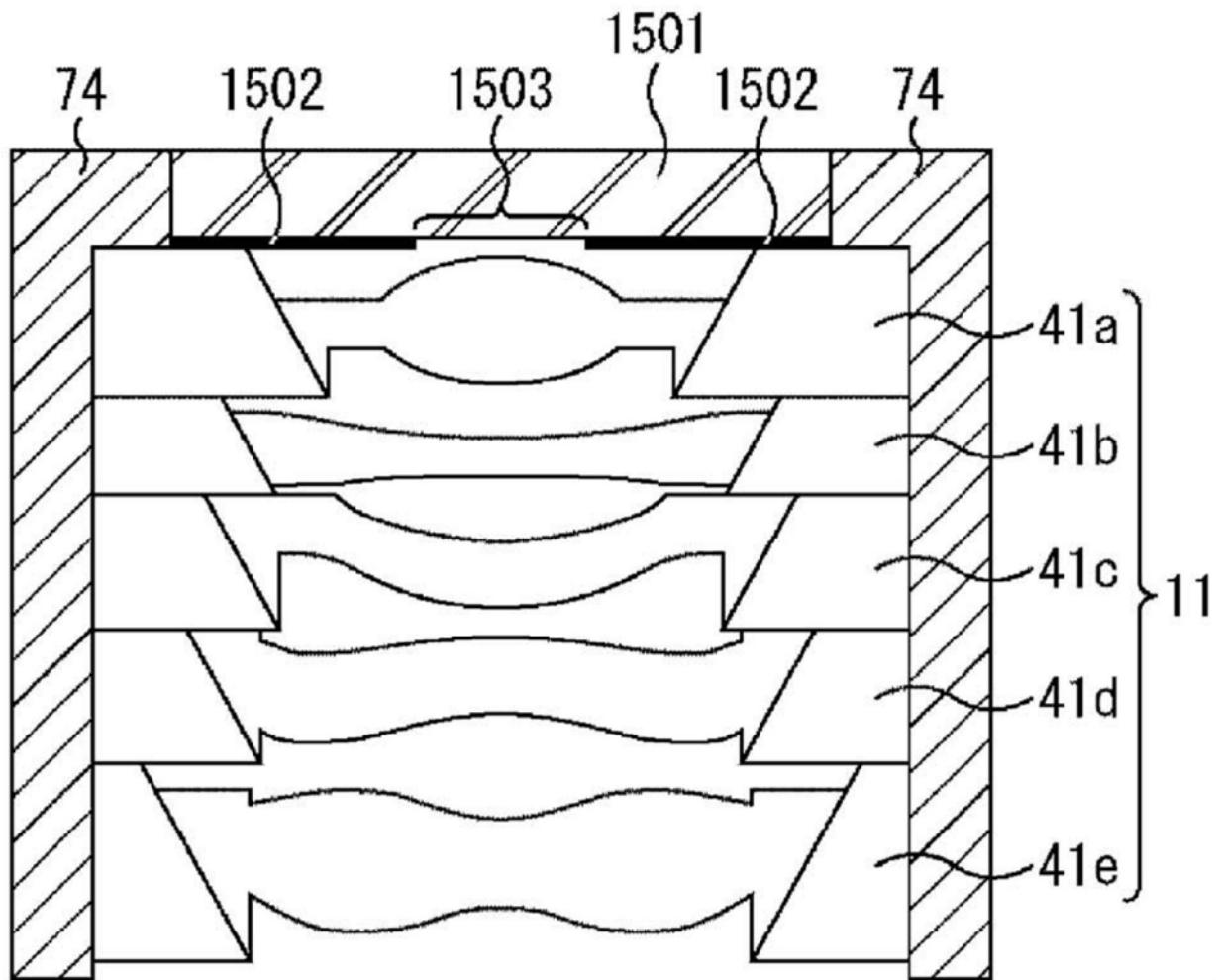


图57

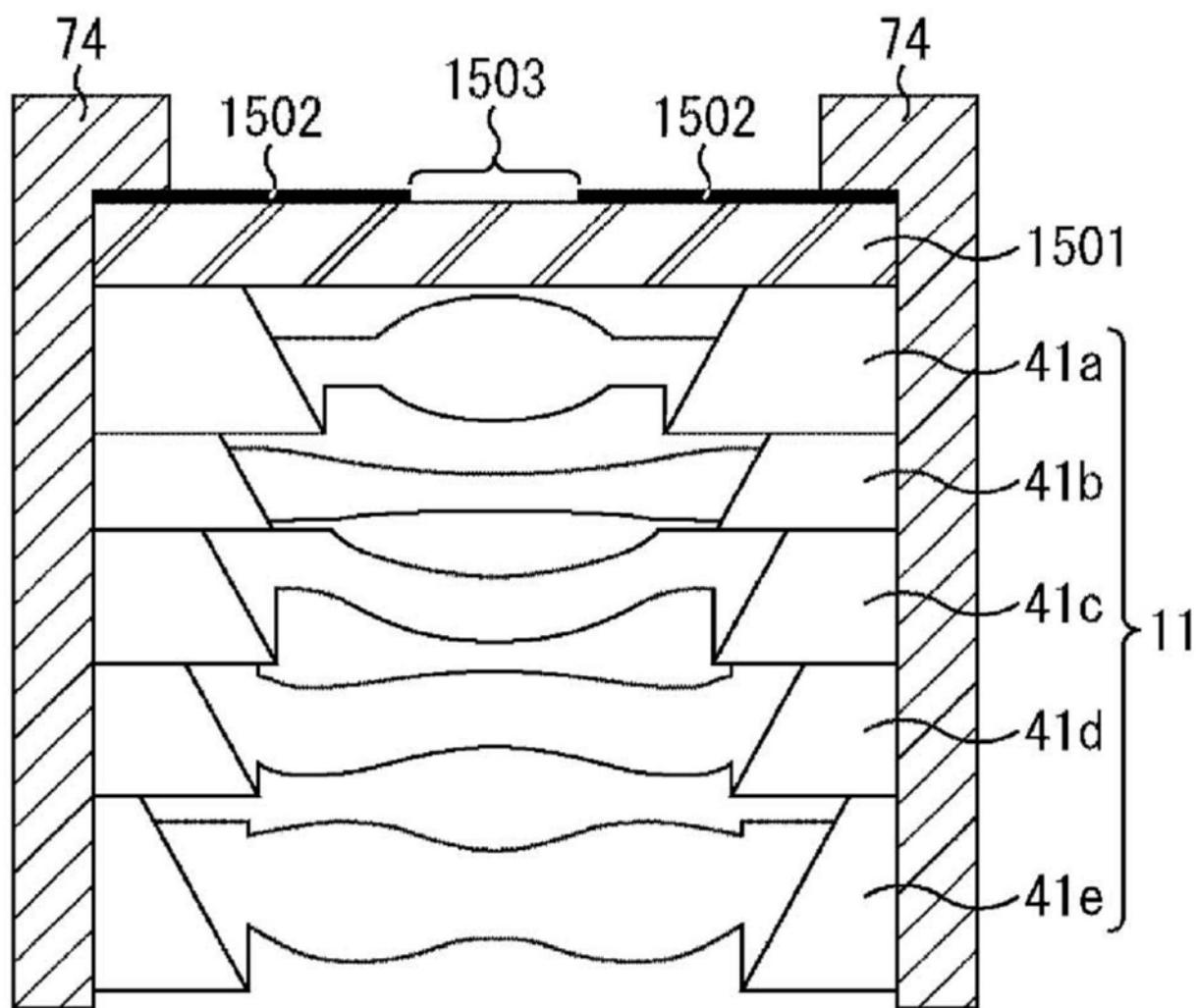


图58

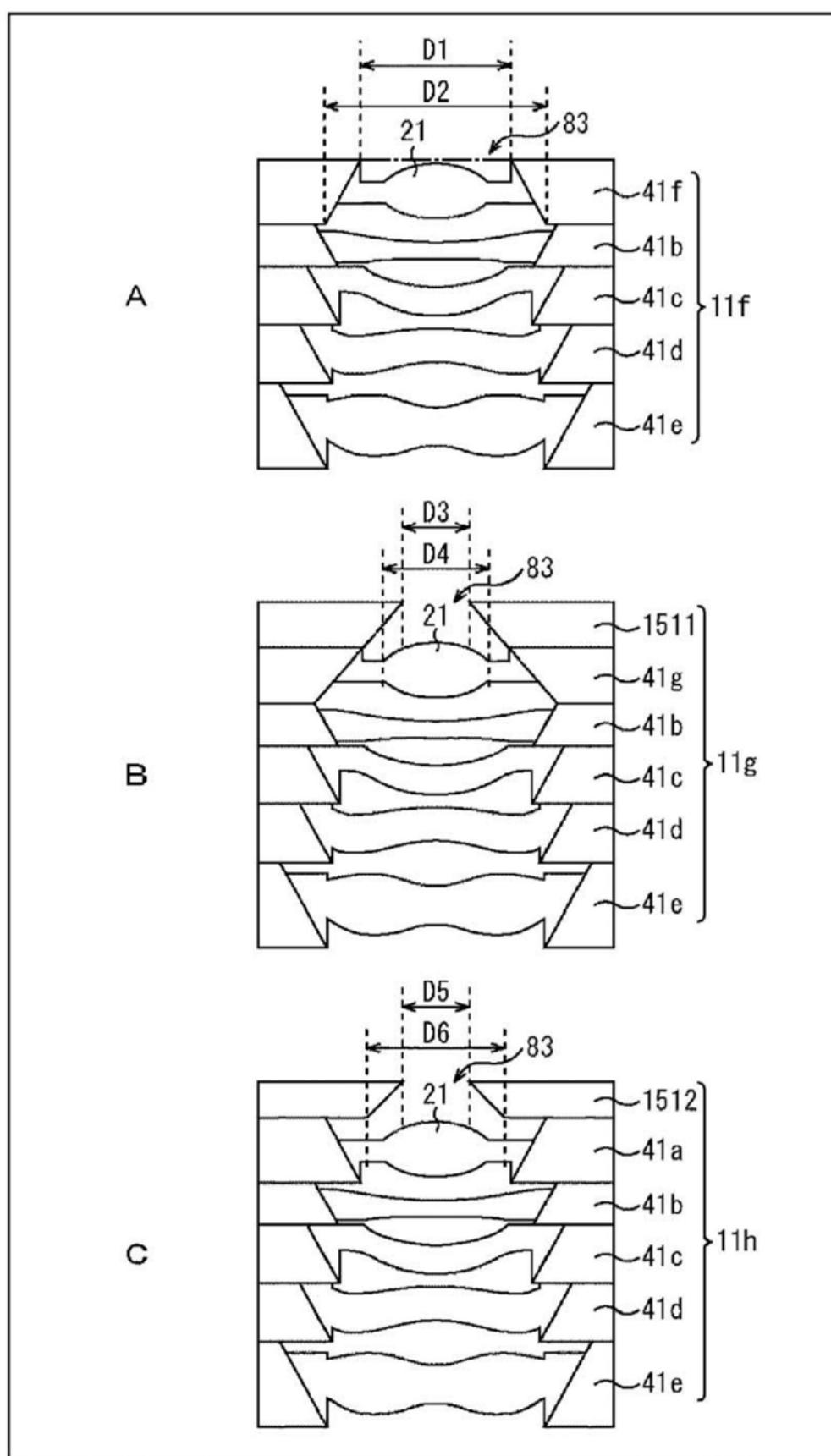


图59

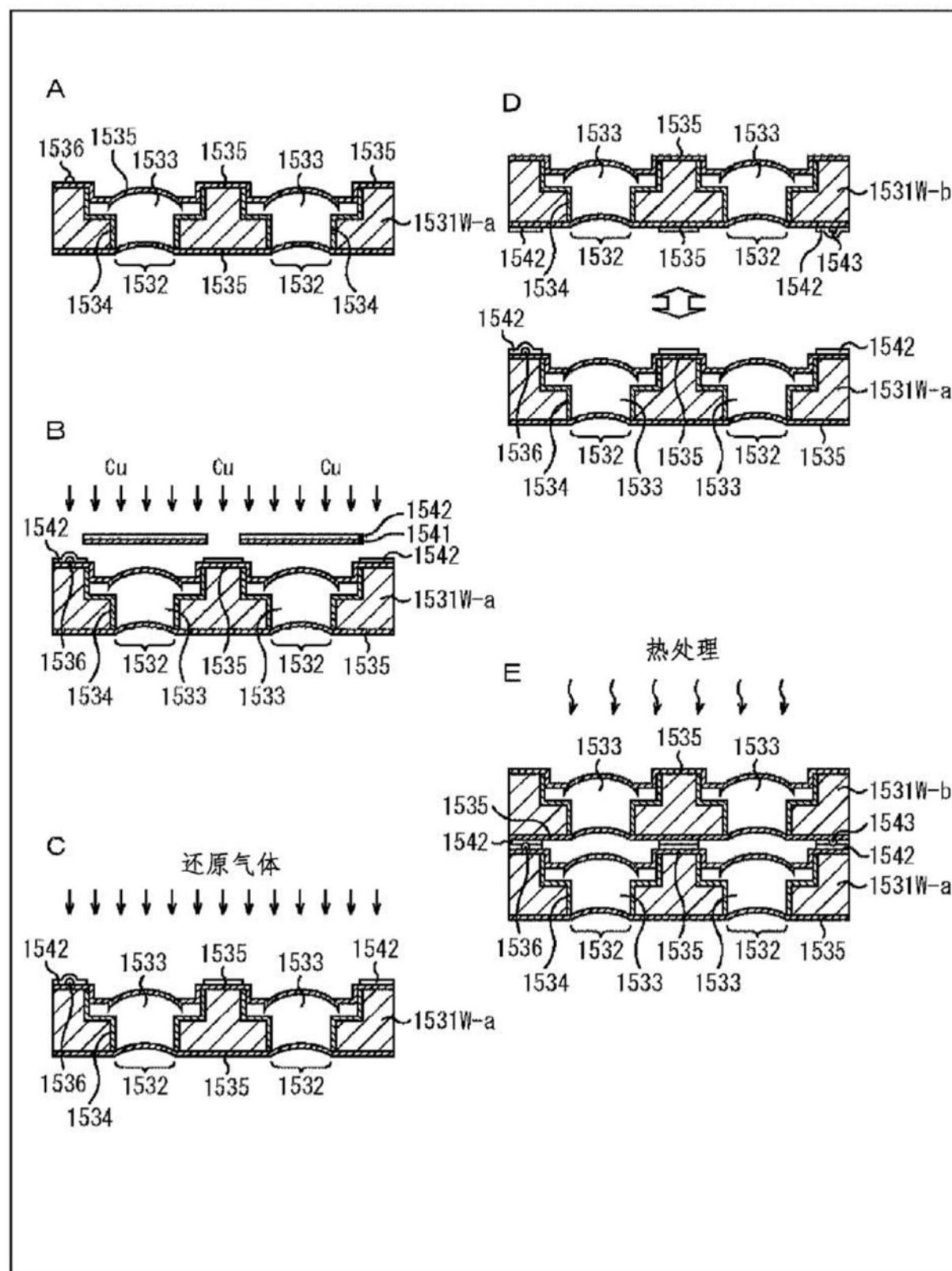


图60

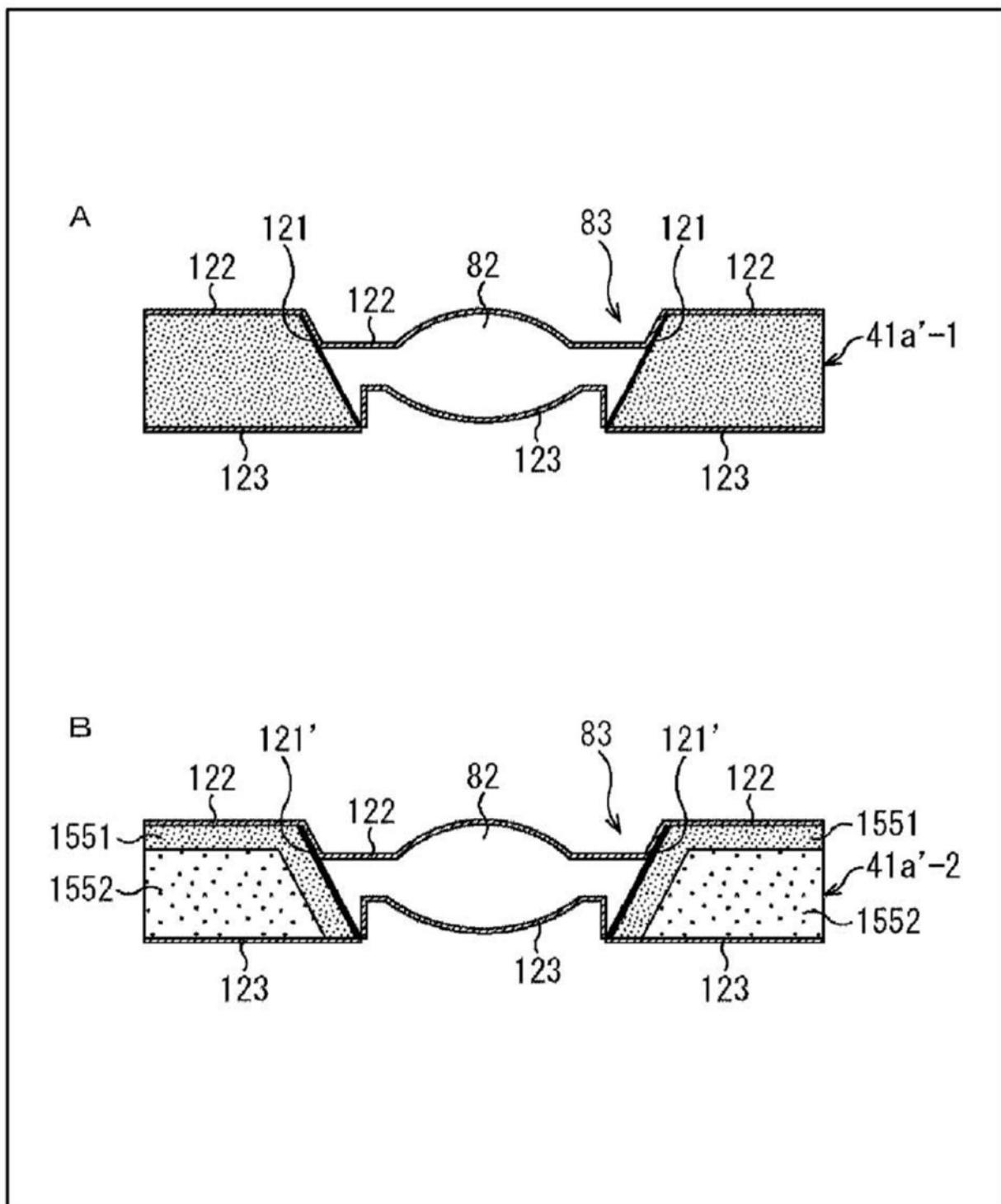


图61

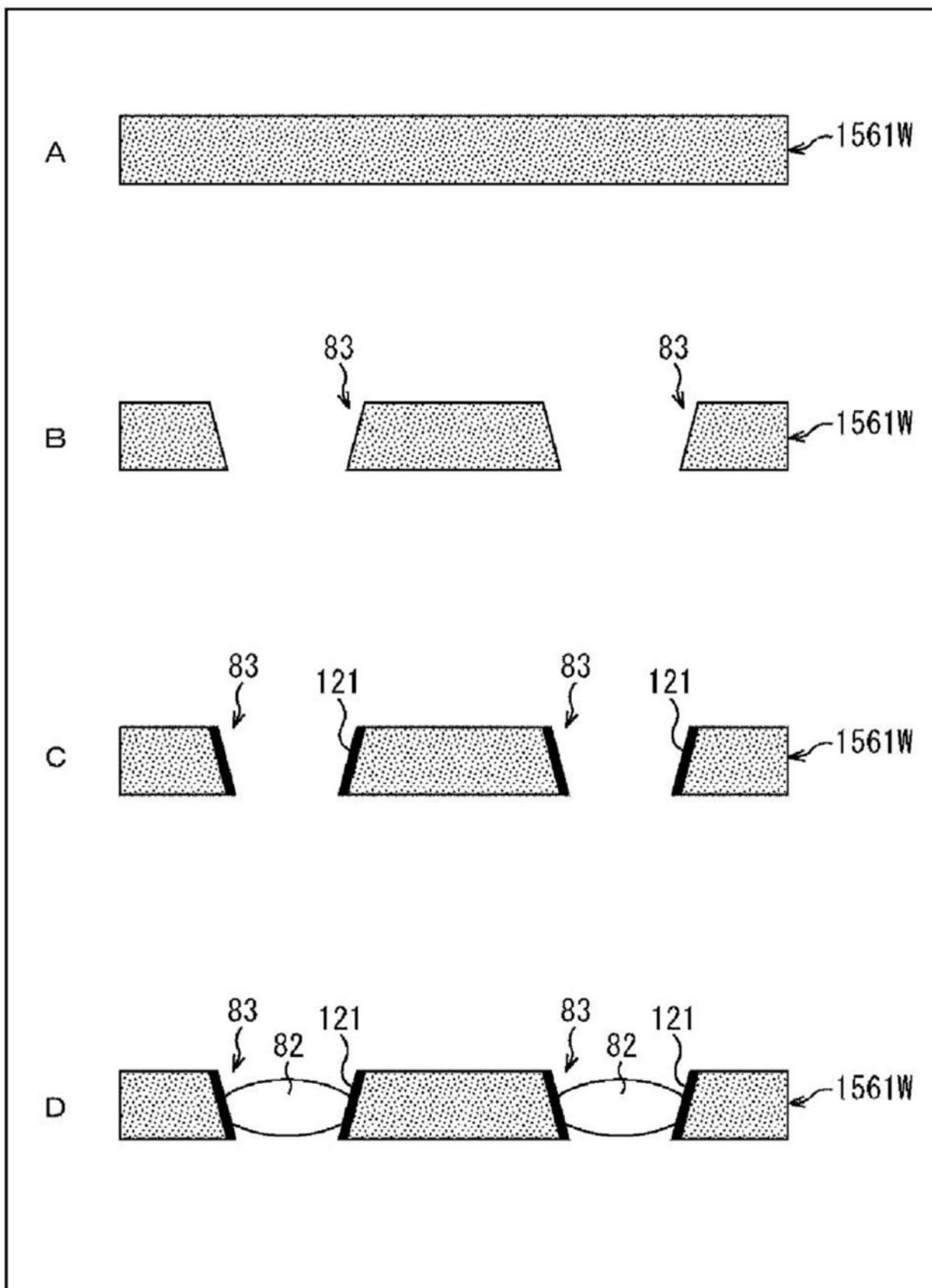


图62

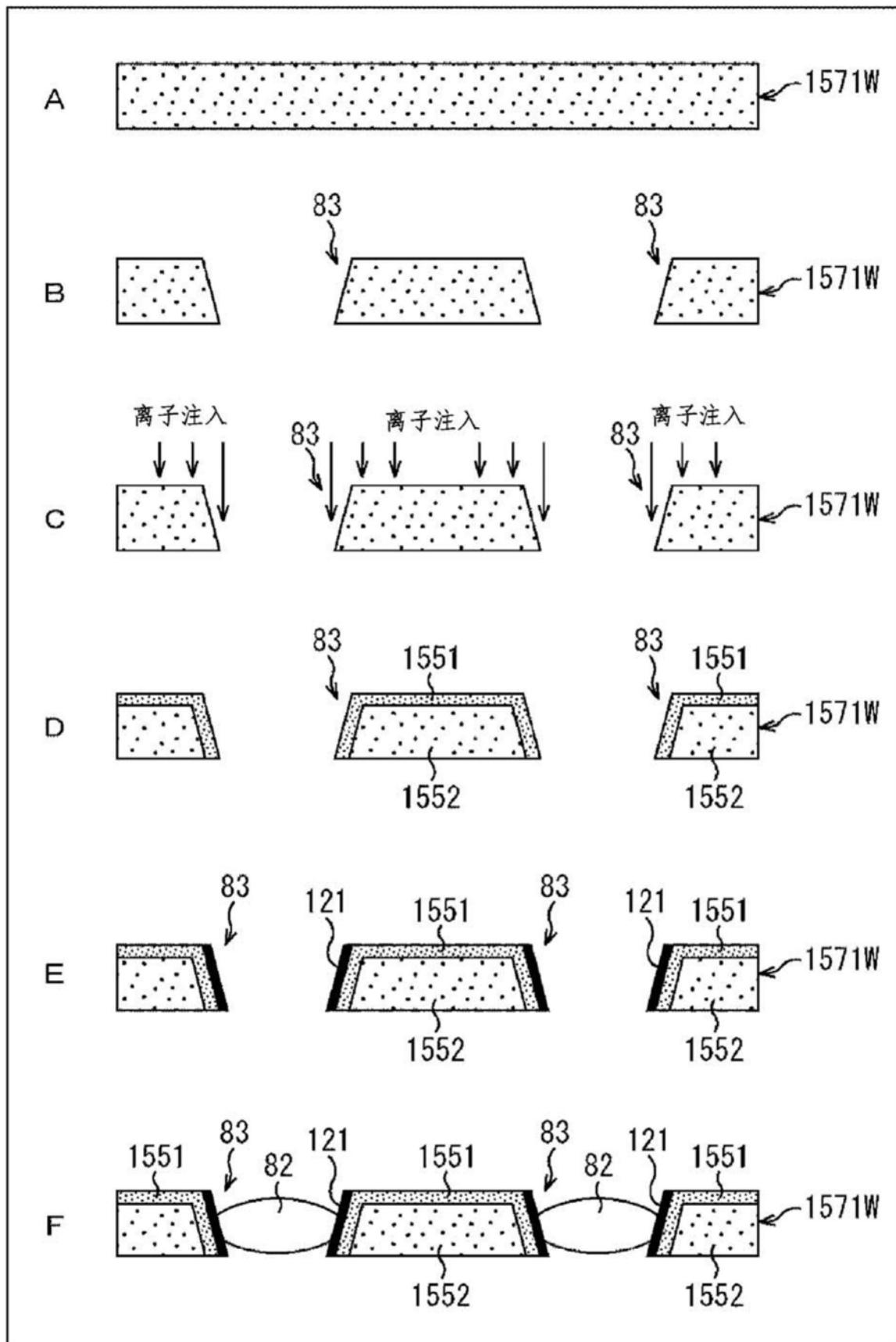


图63

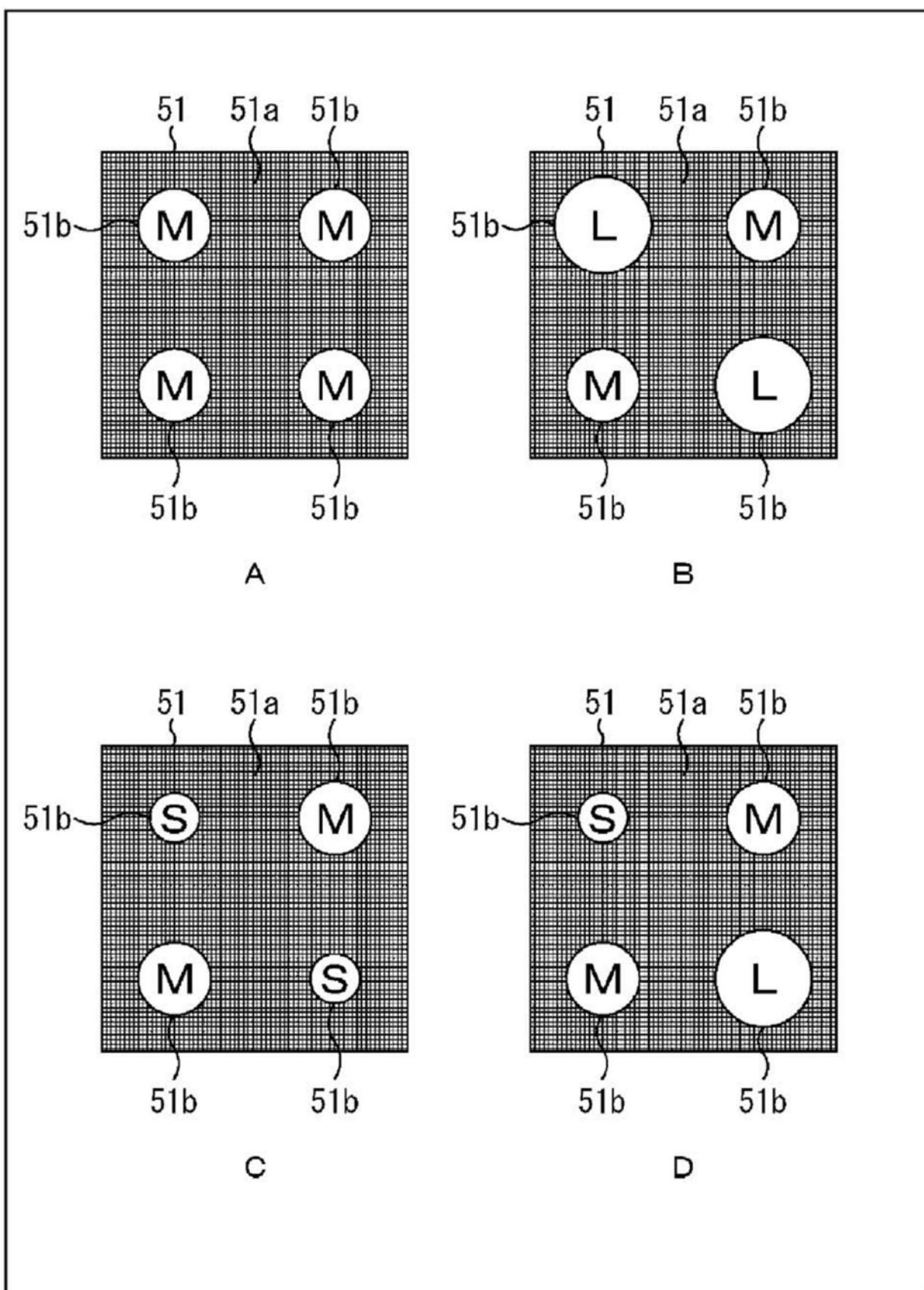


图64

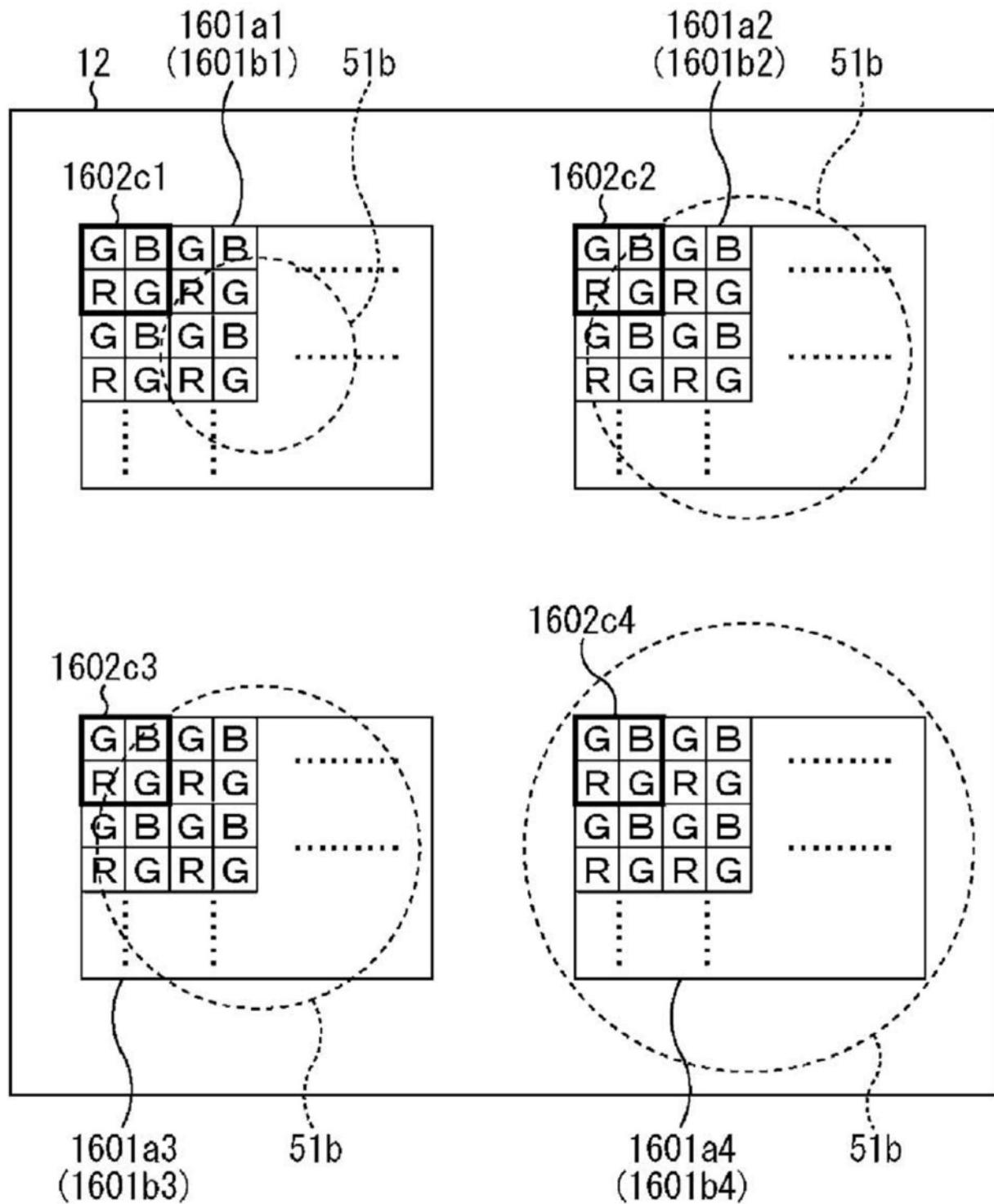


图65

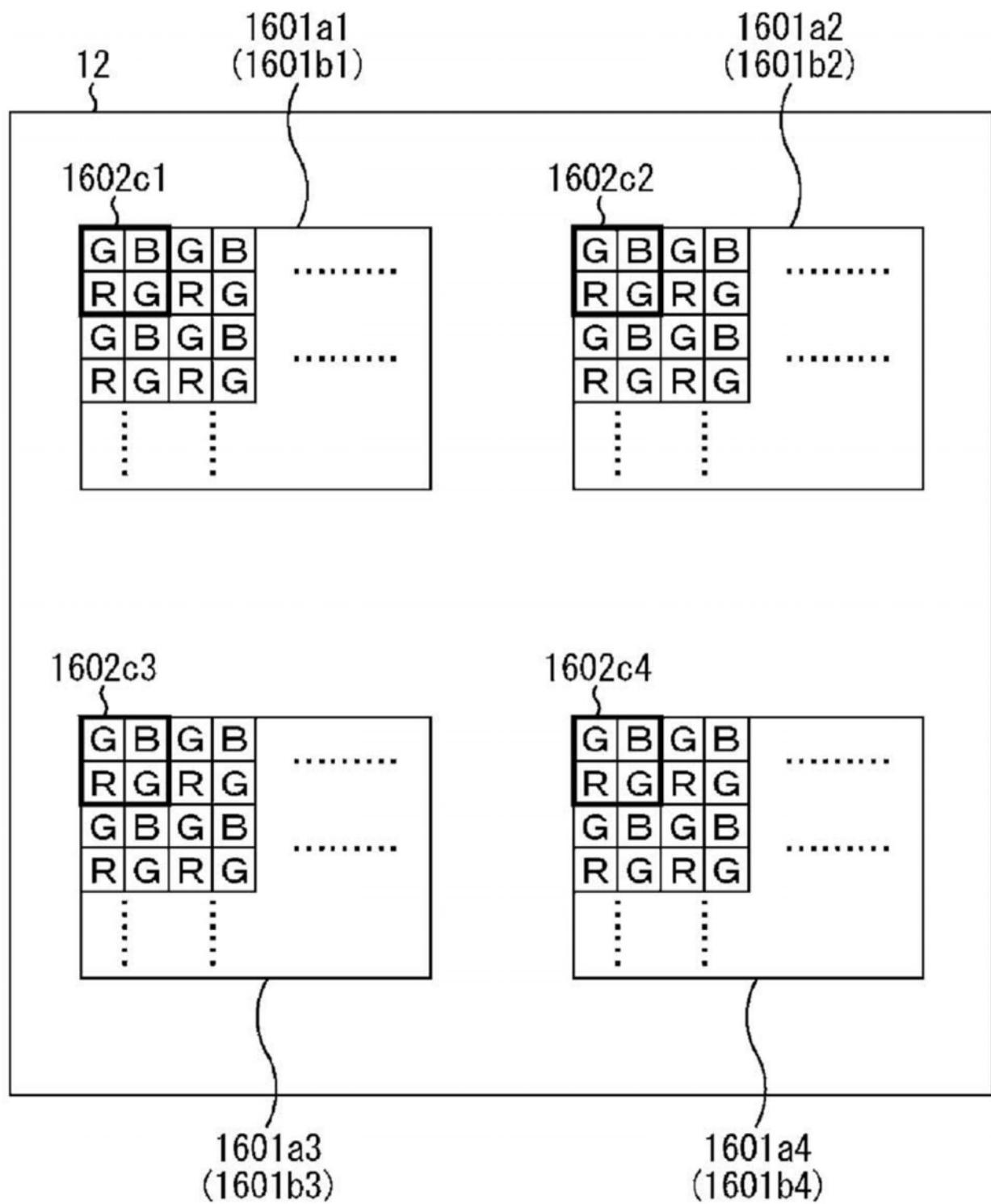


图66

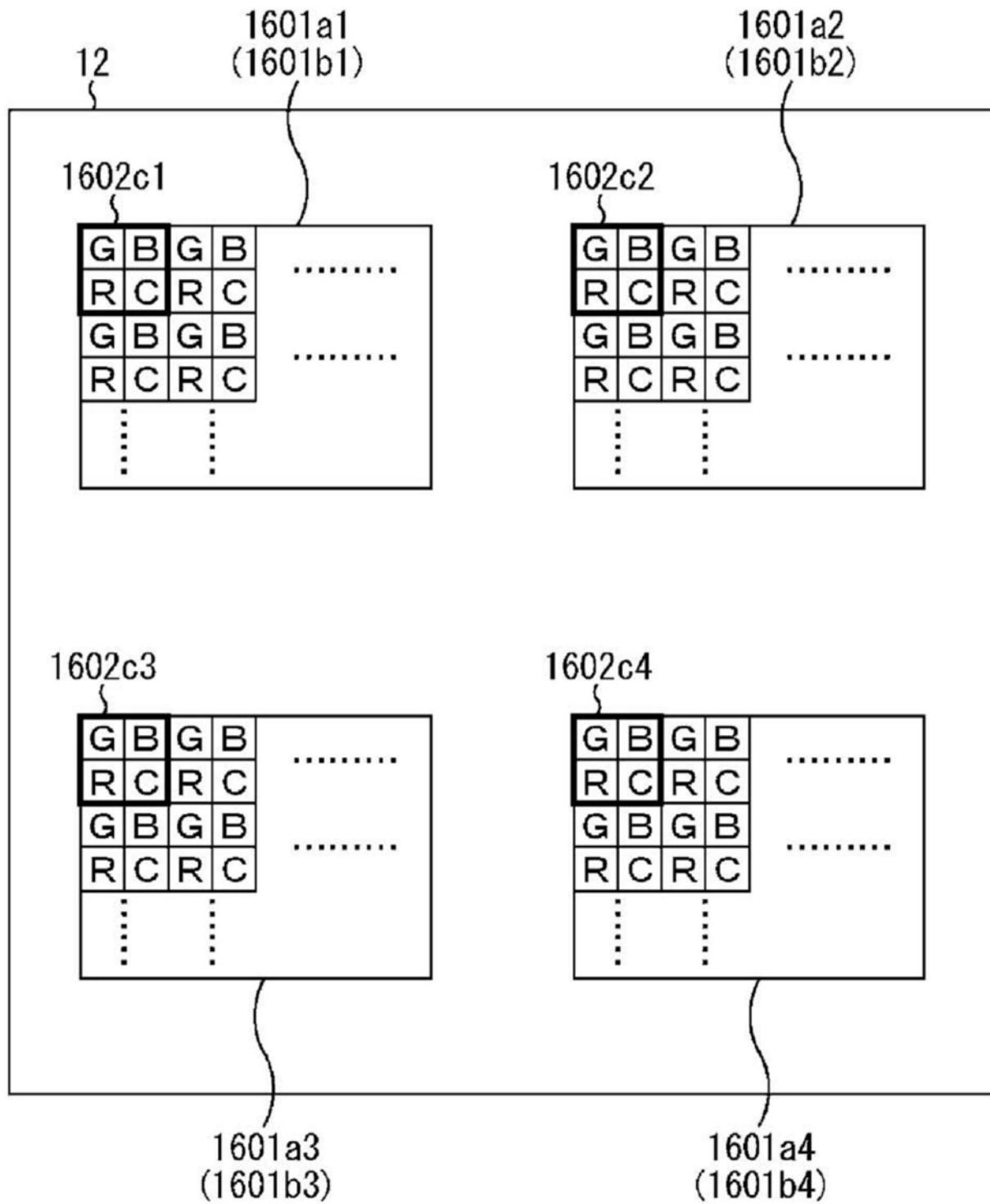


图67

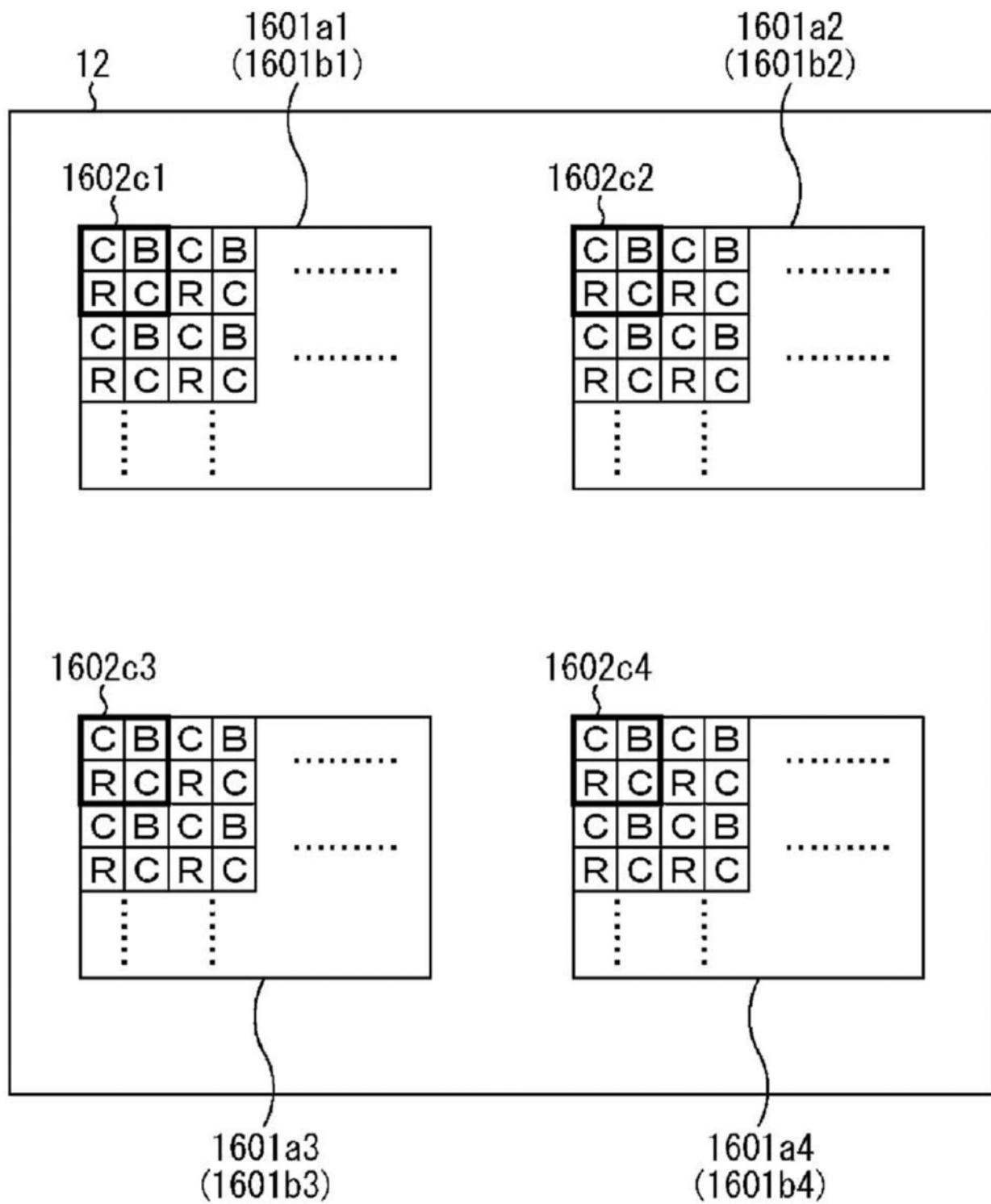


图68

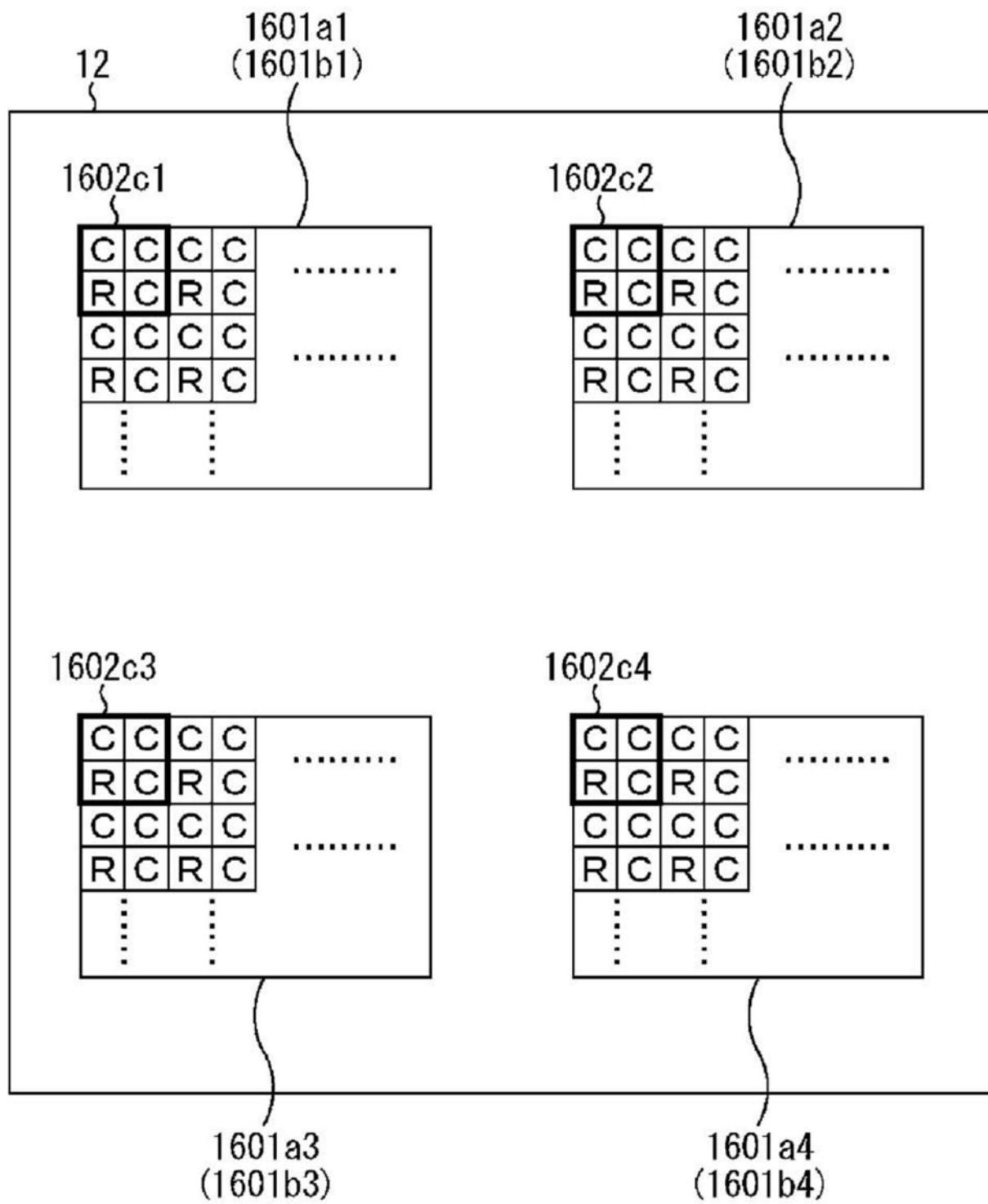


图69

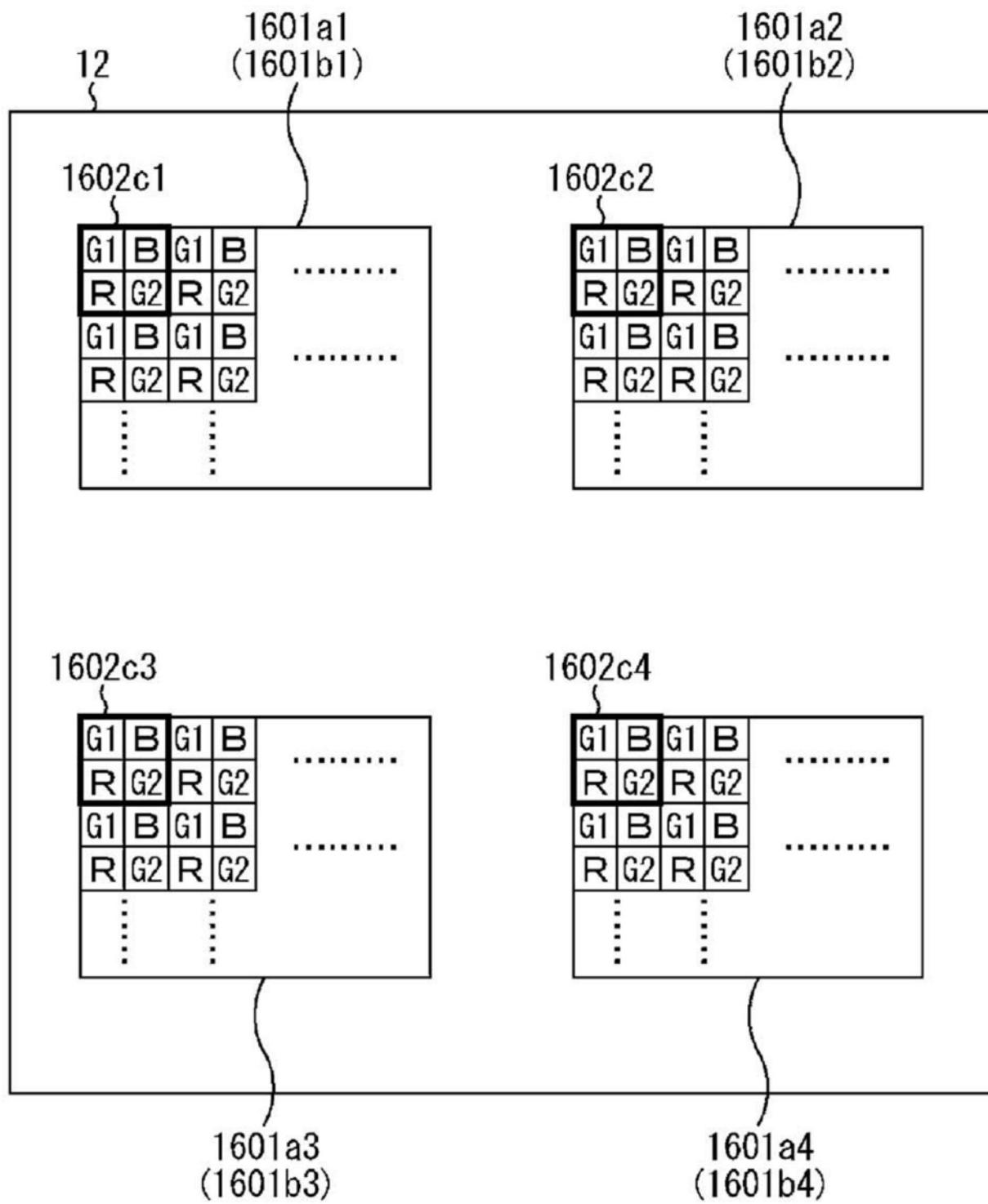


图70

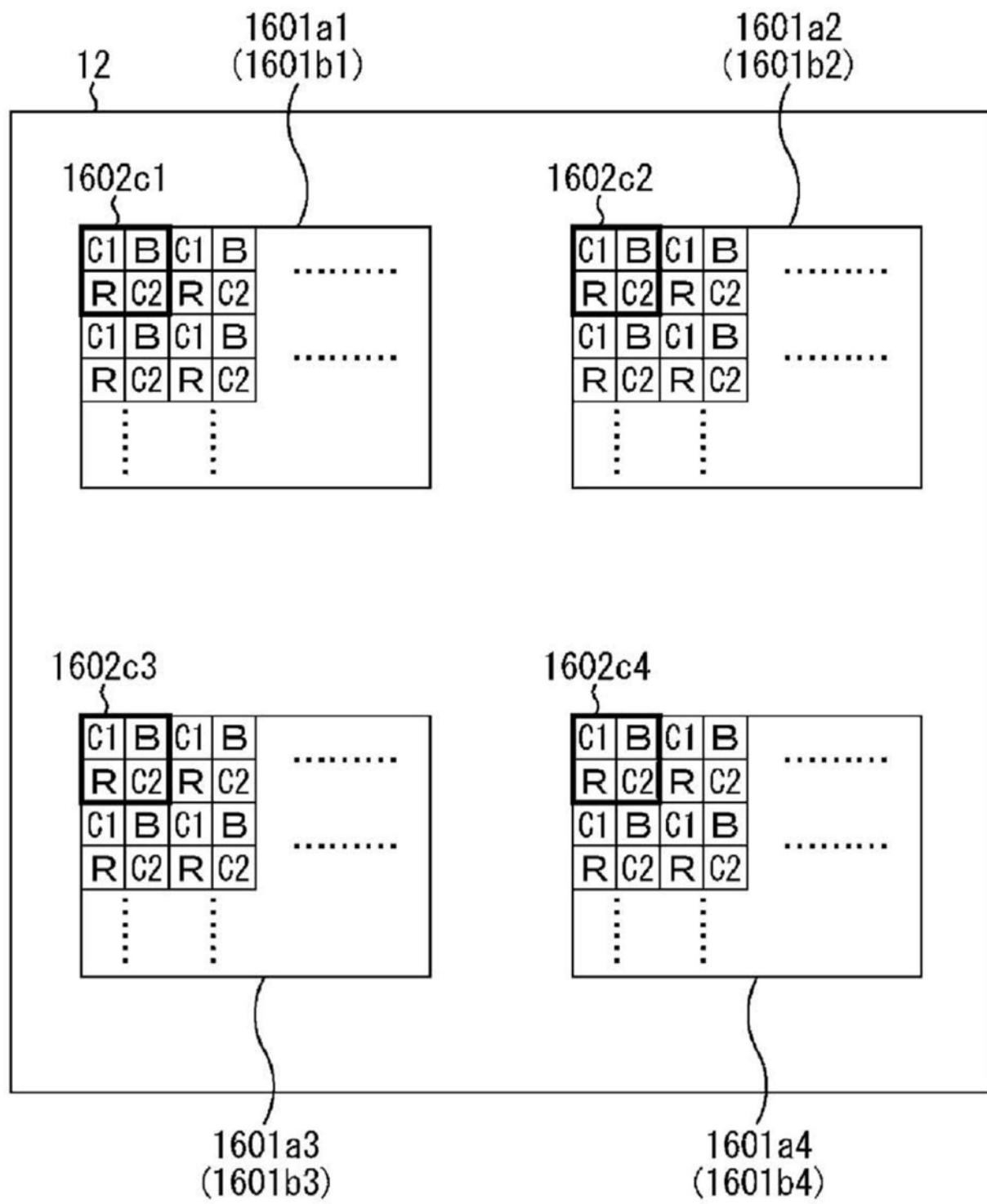


图71

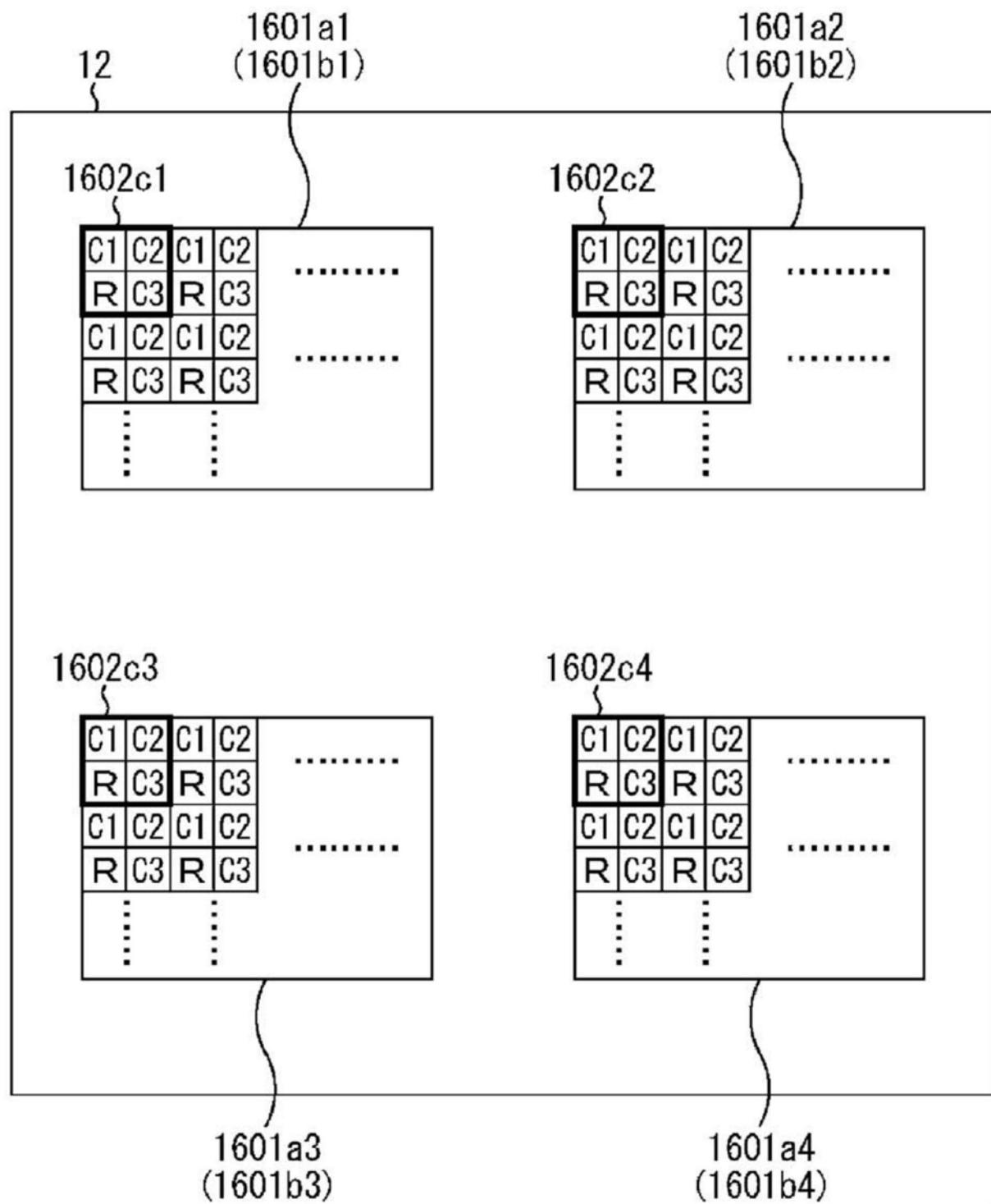


图72

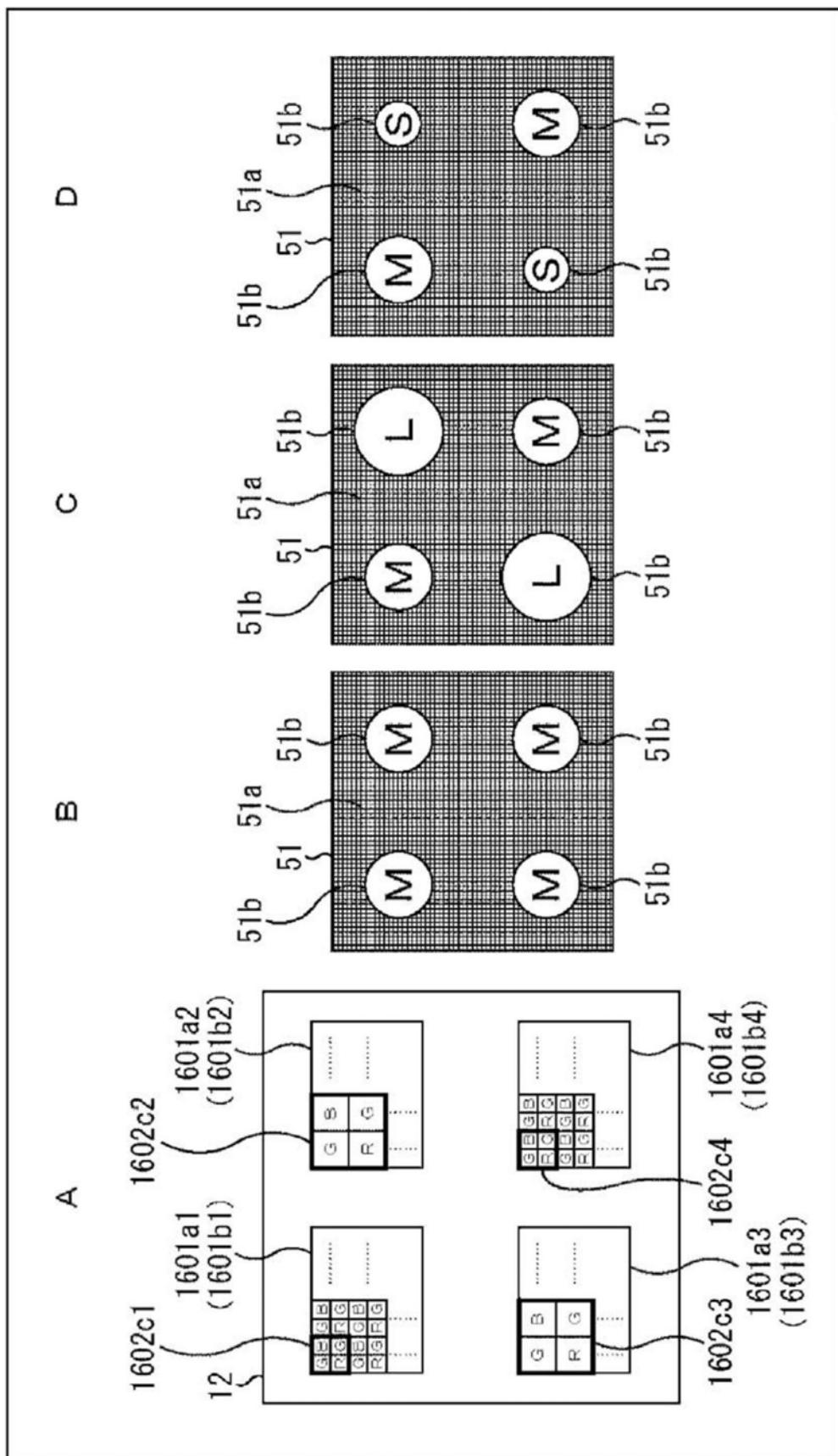


图73

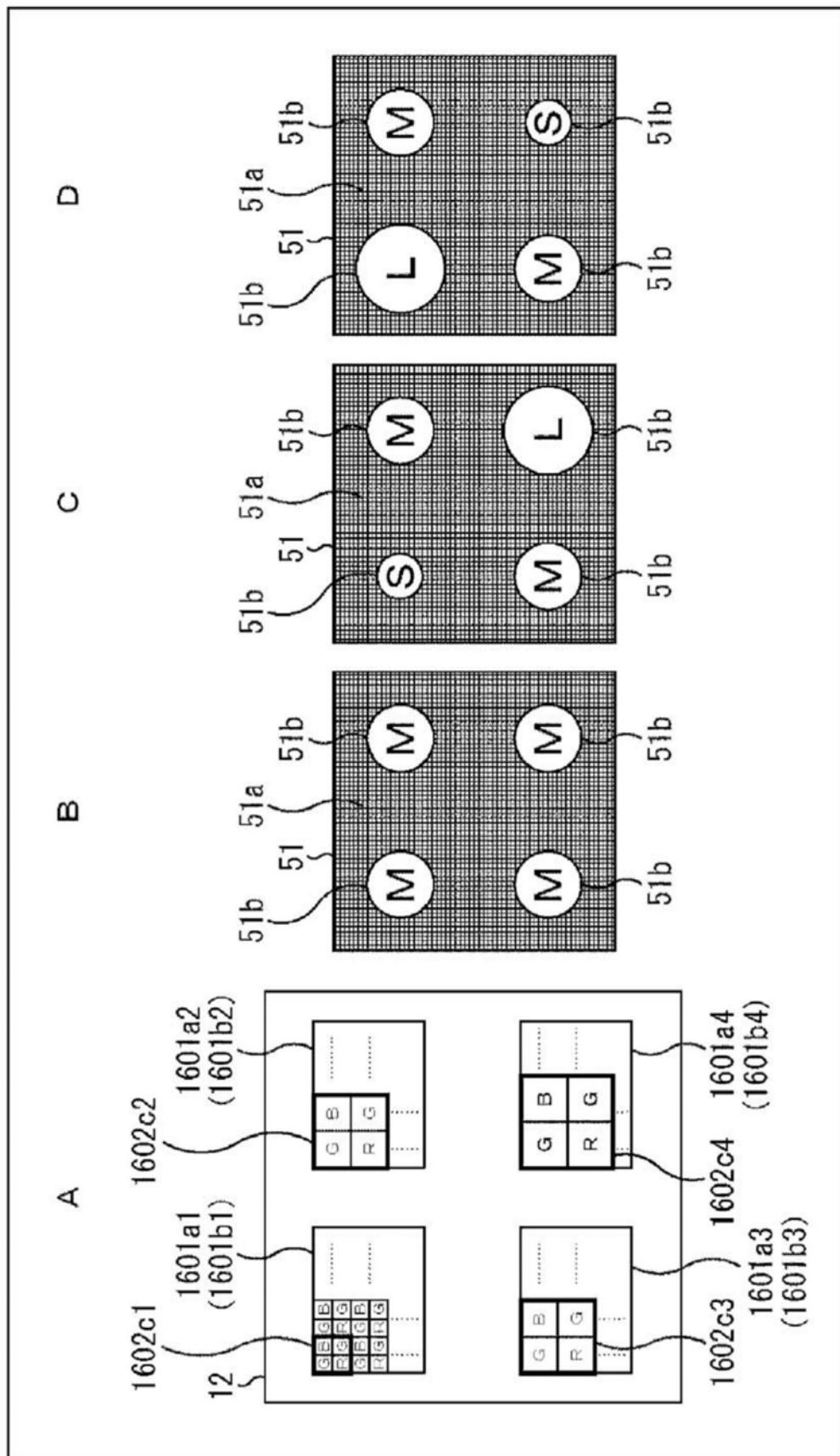


图74

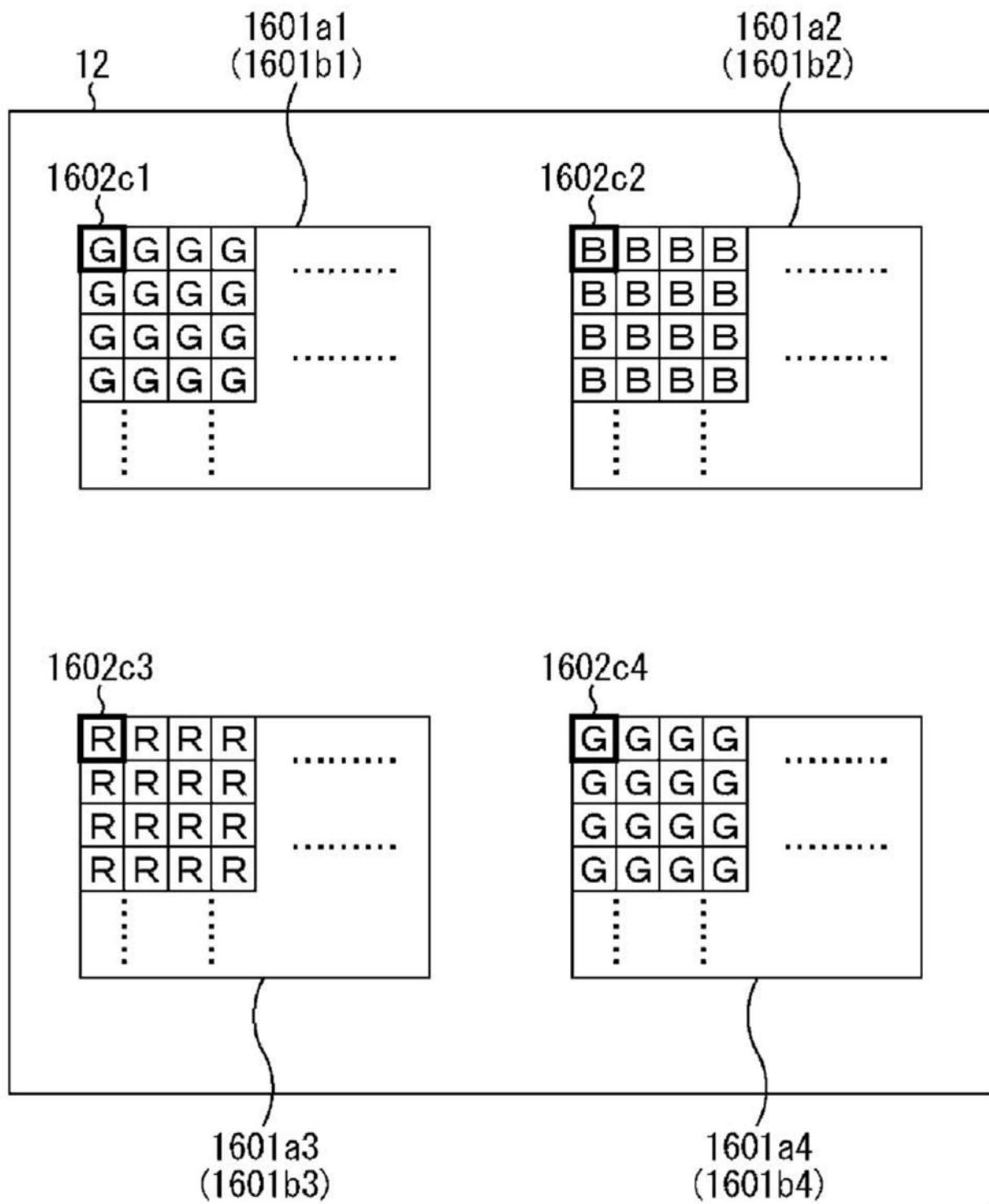


图75

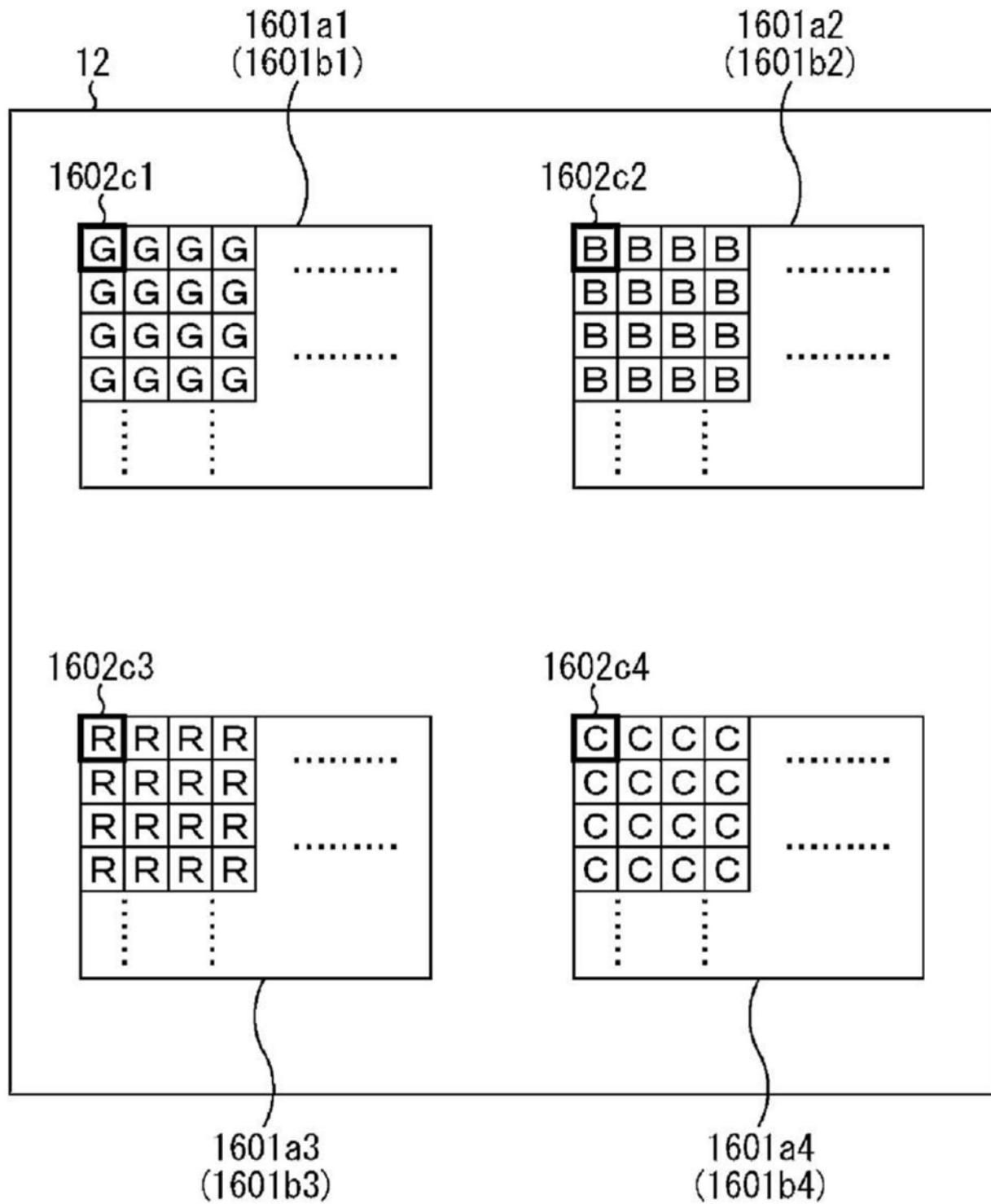


图76

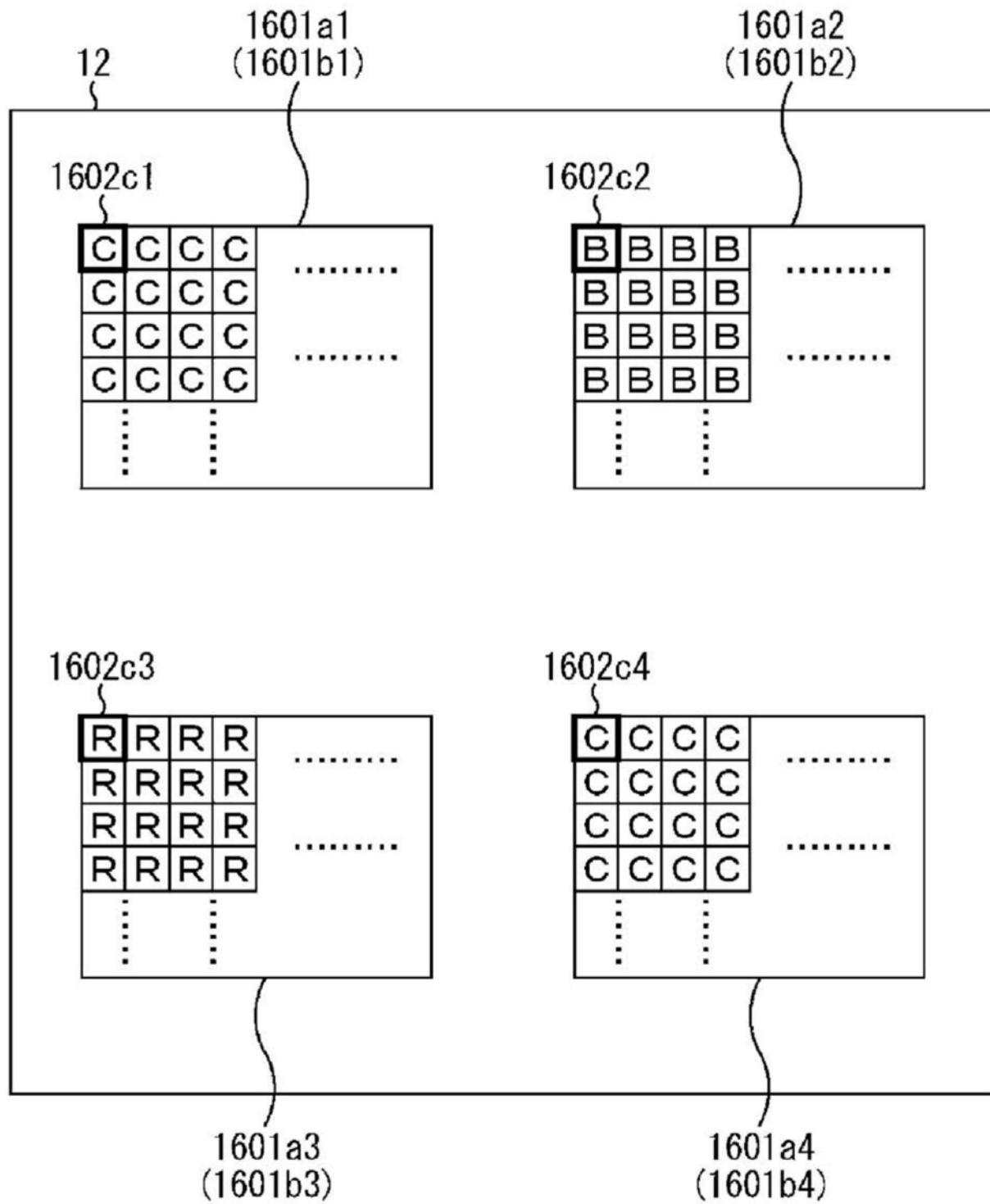


图77

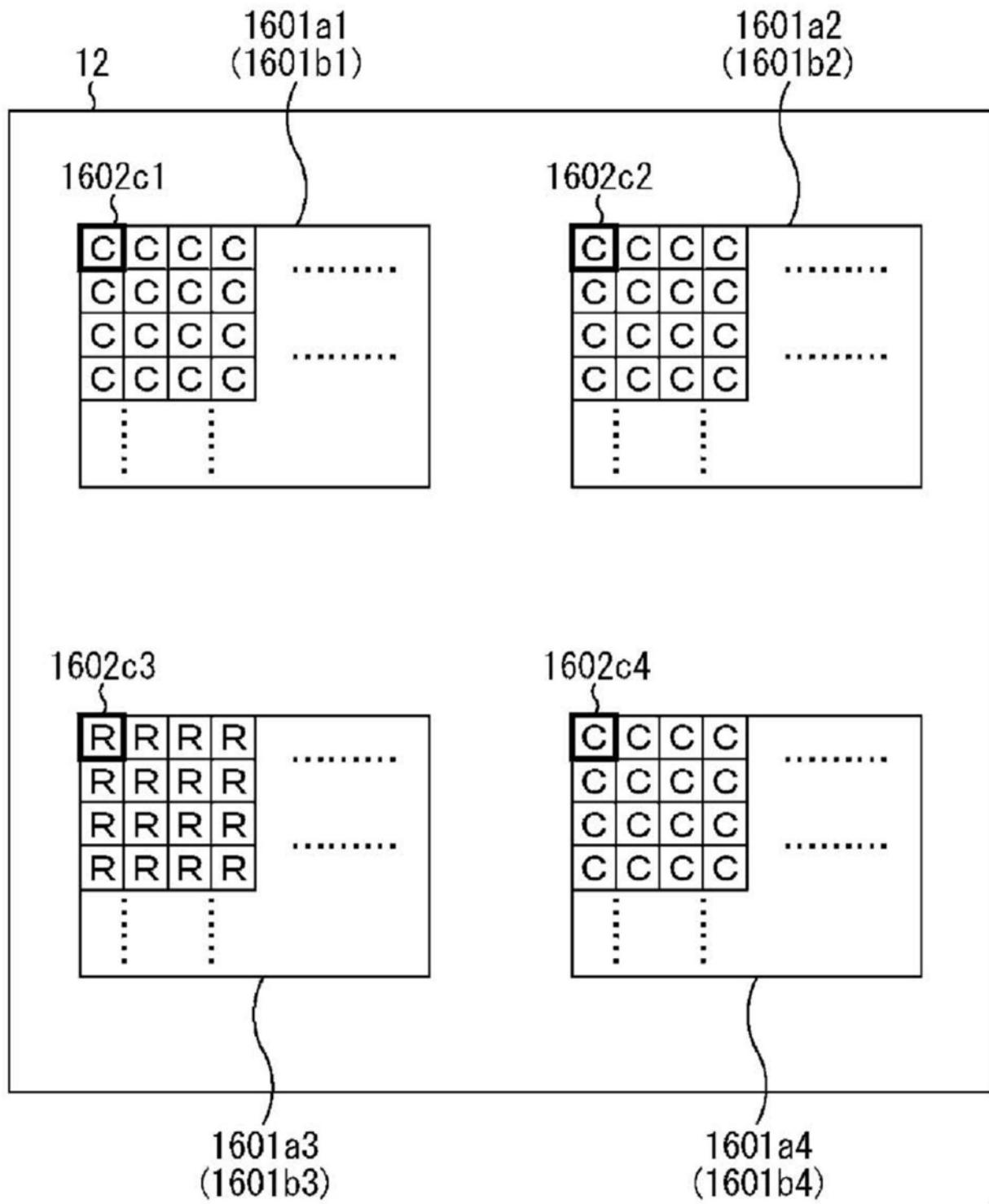


图78

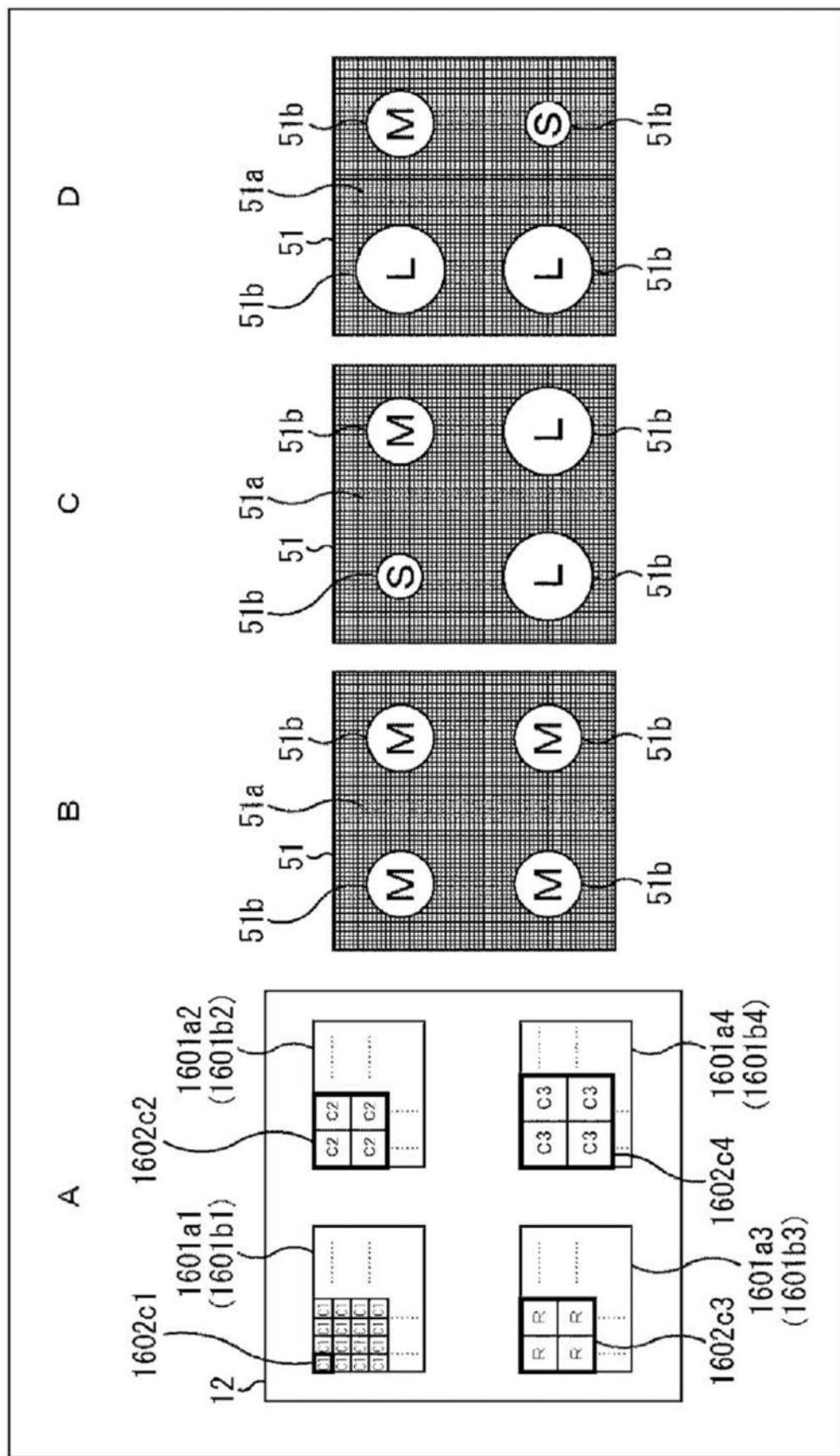


图79

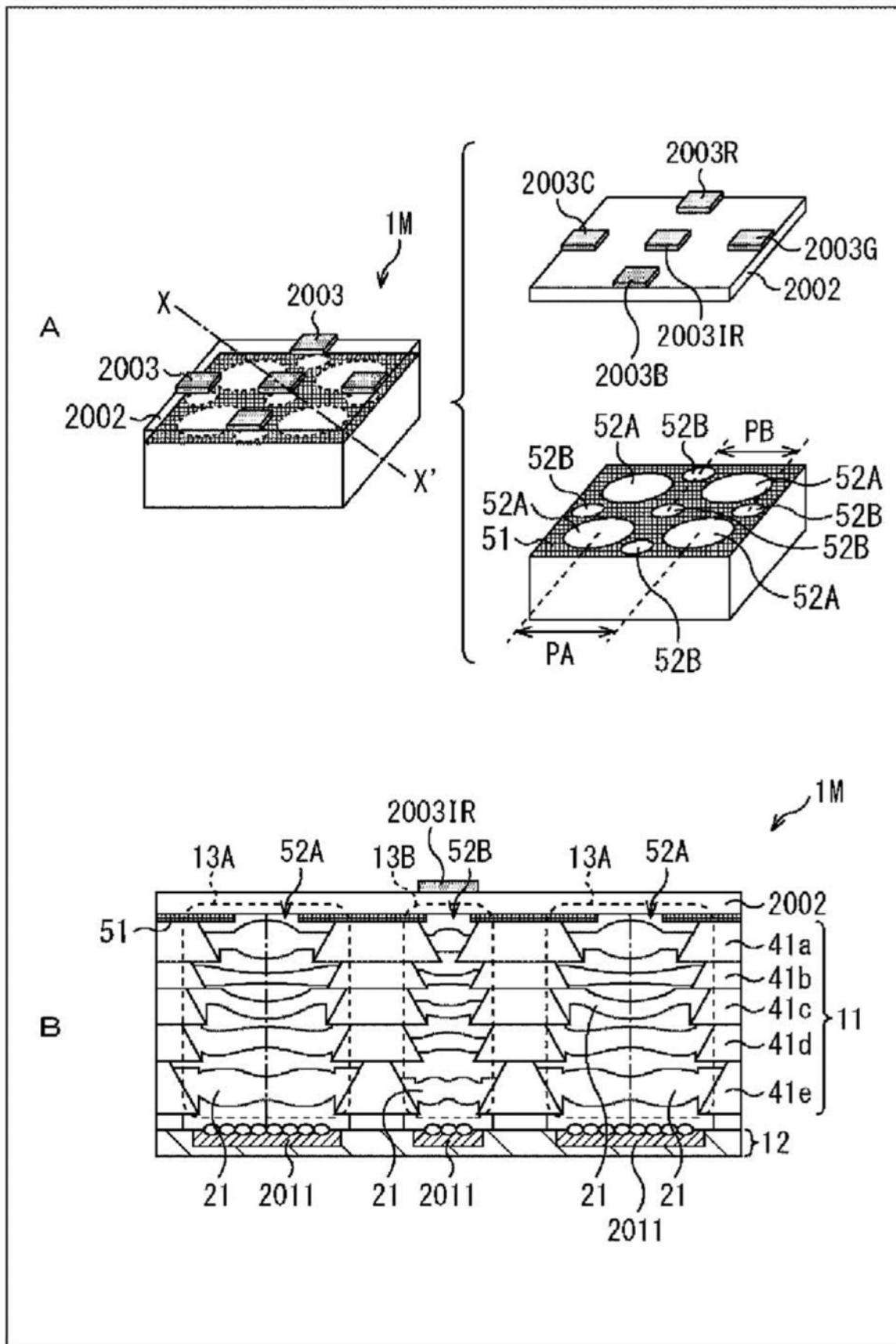


图80

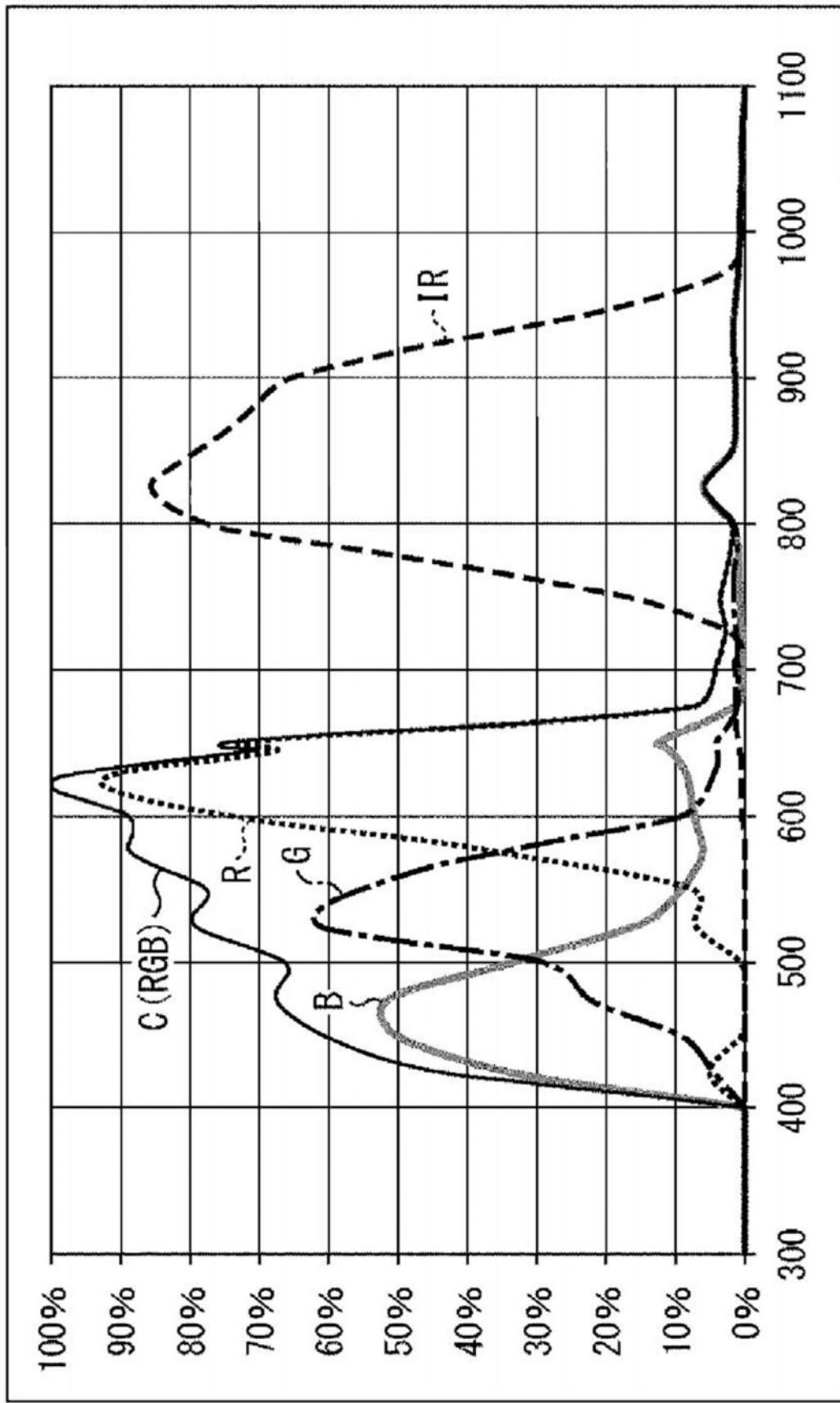


图81

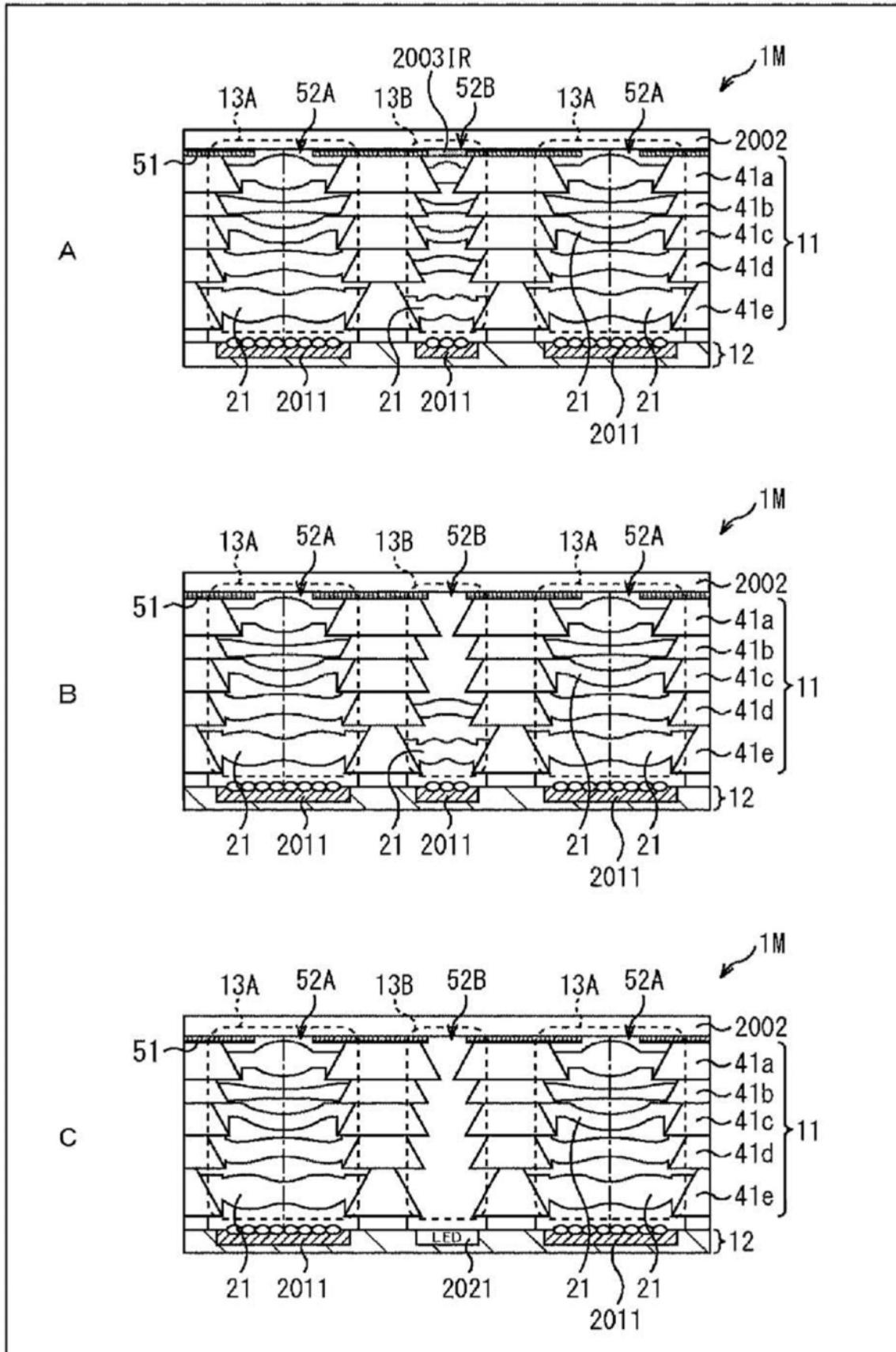


图82

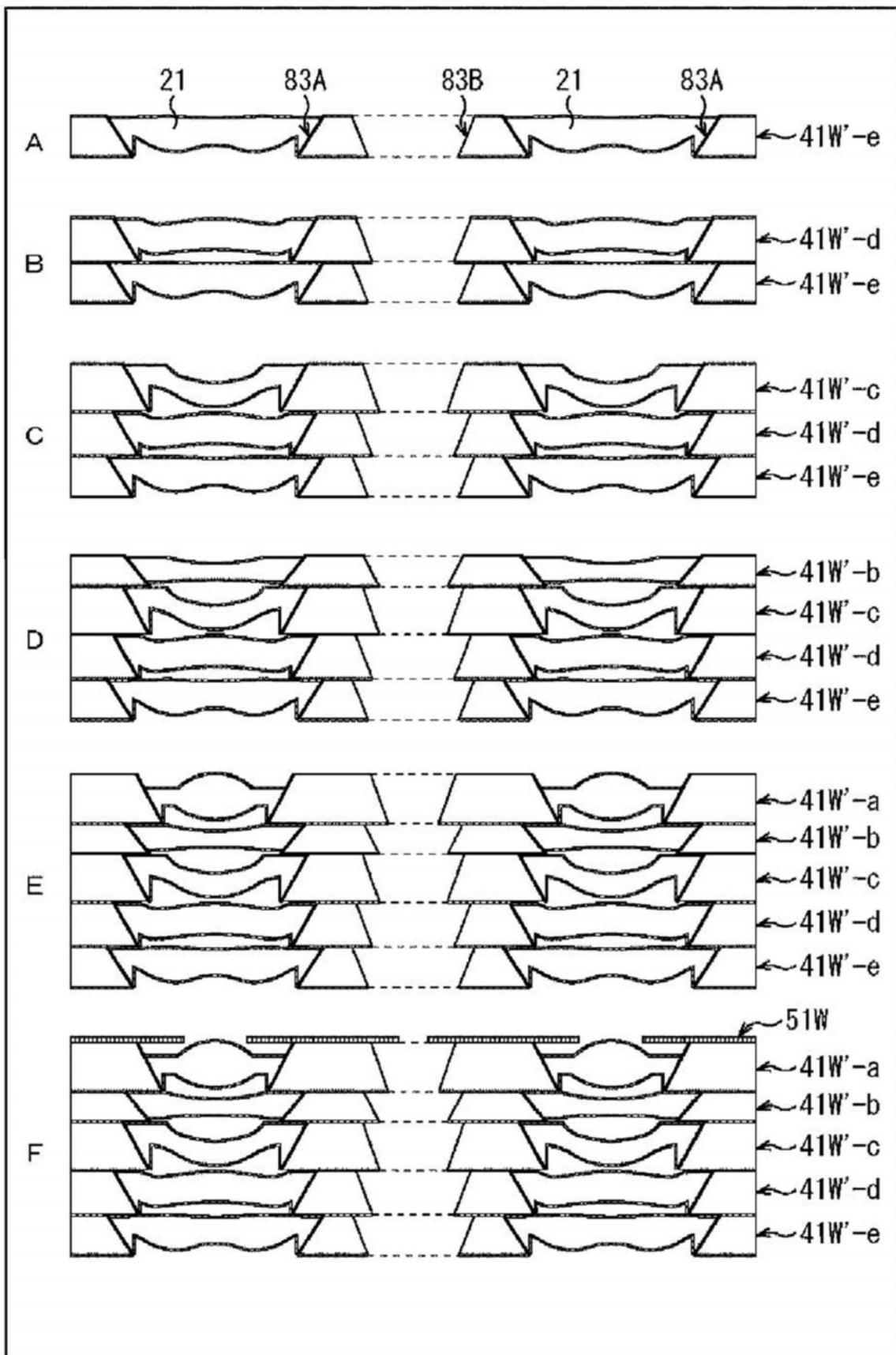


图83

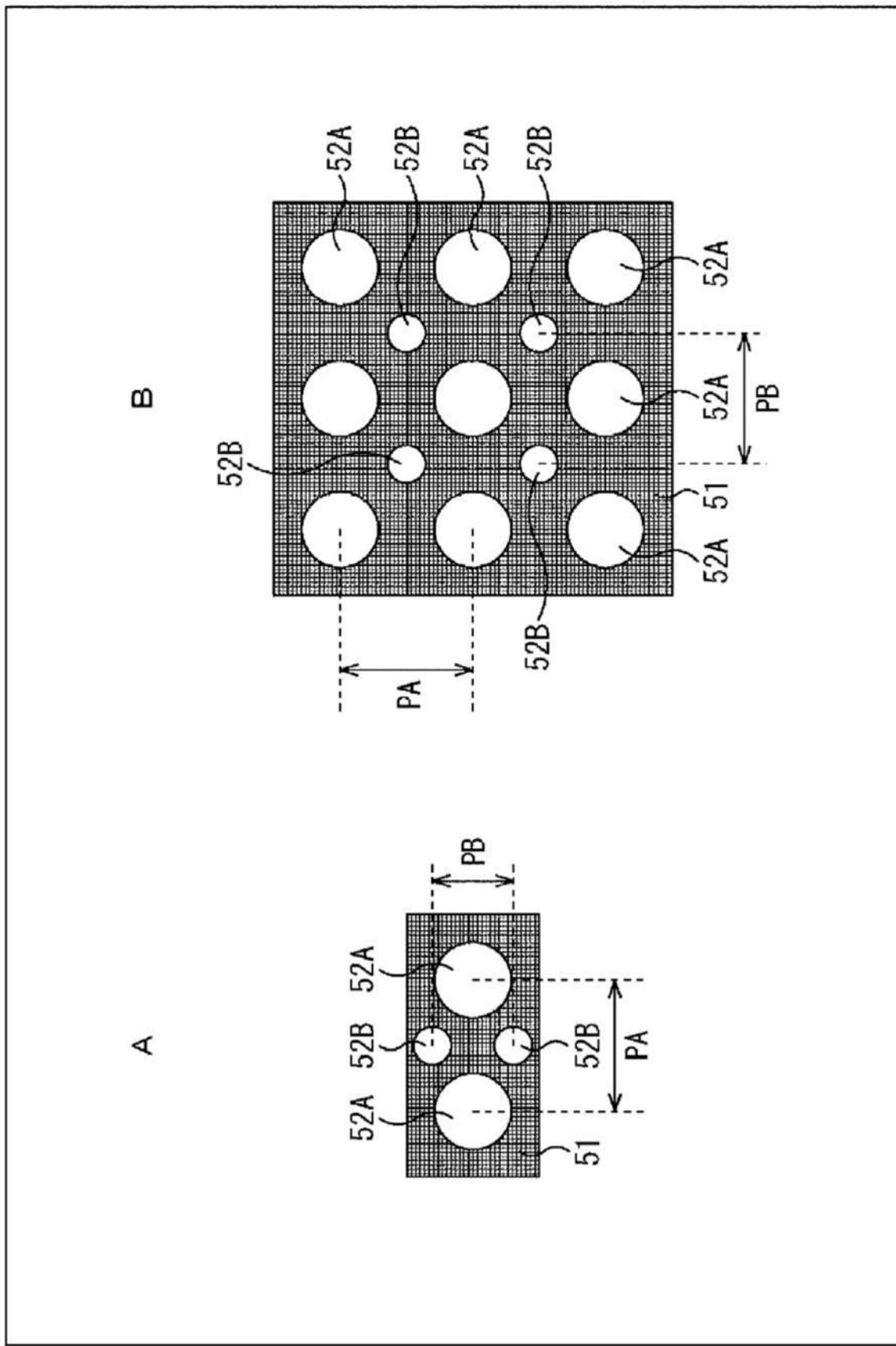


图84

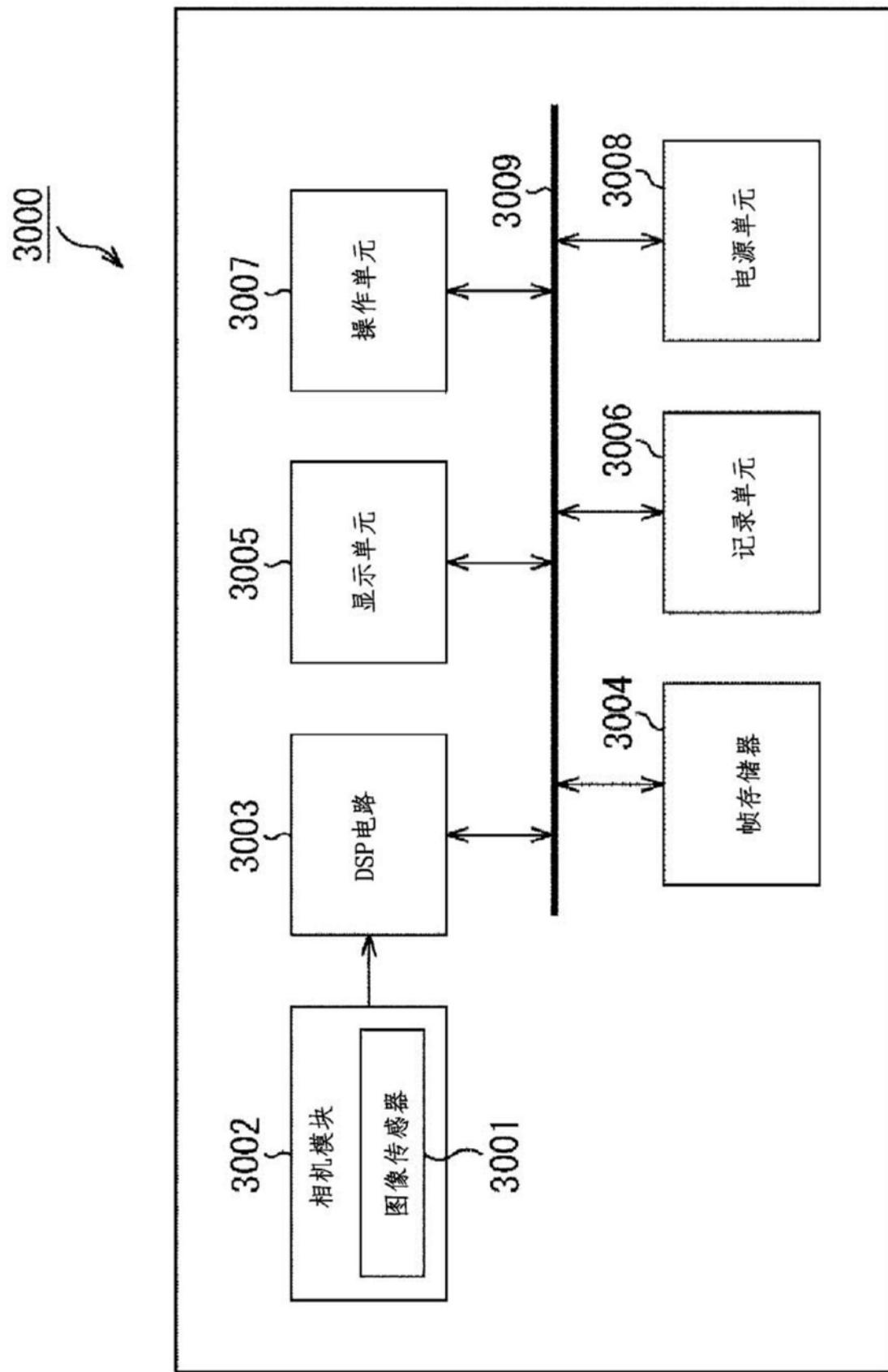


图 85

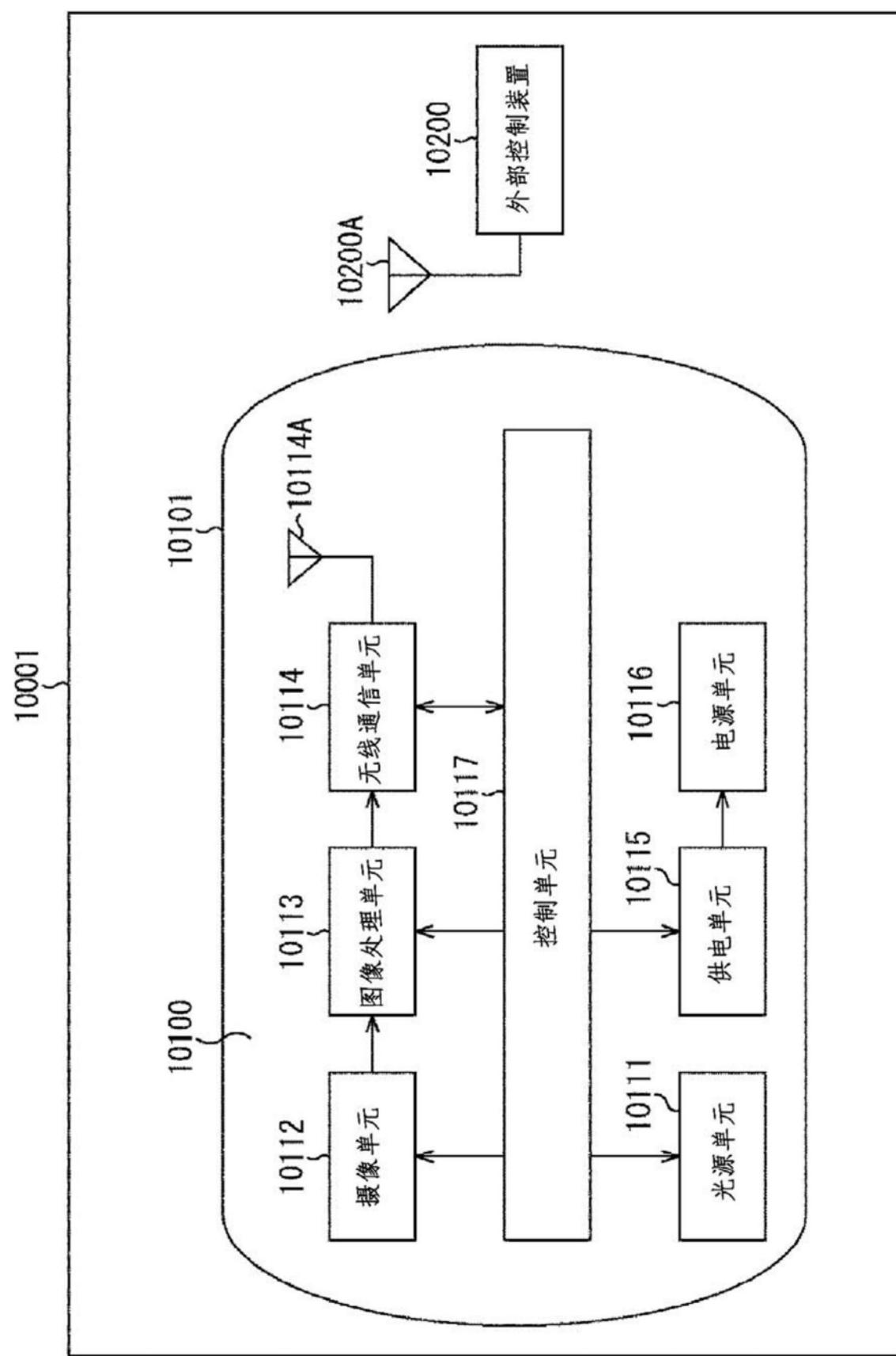


图86

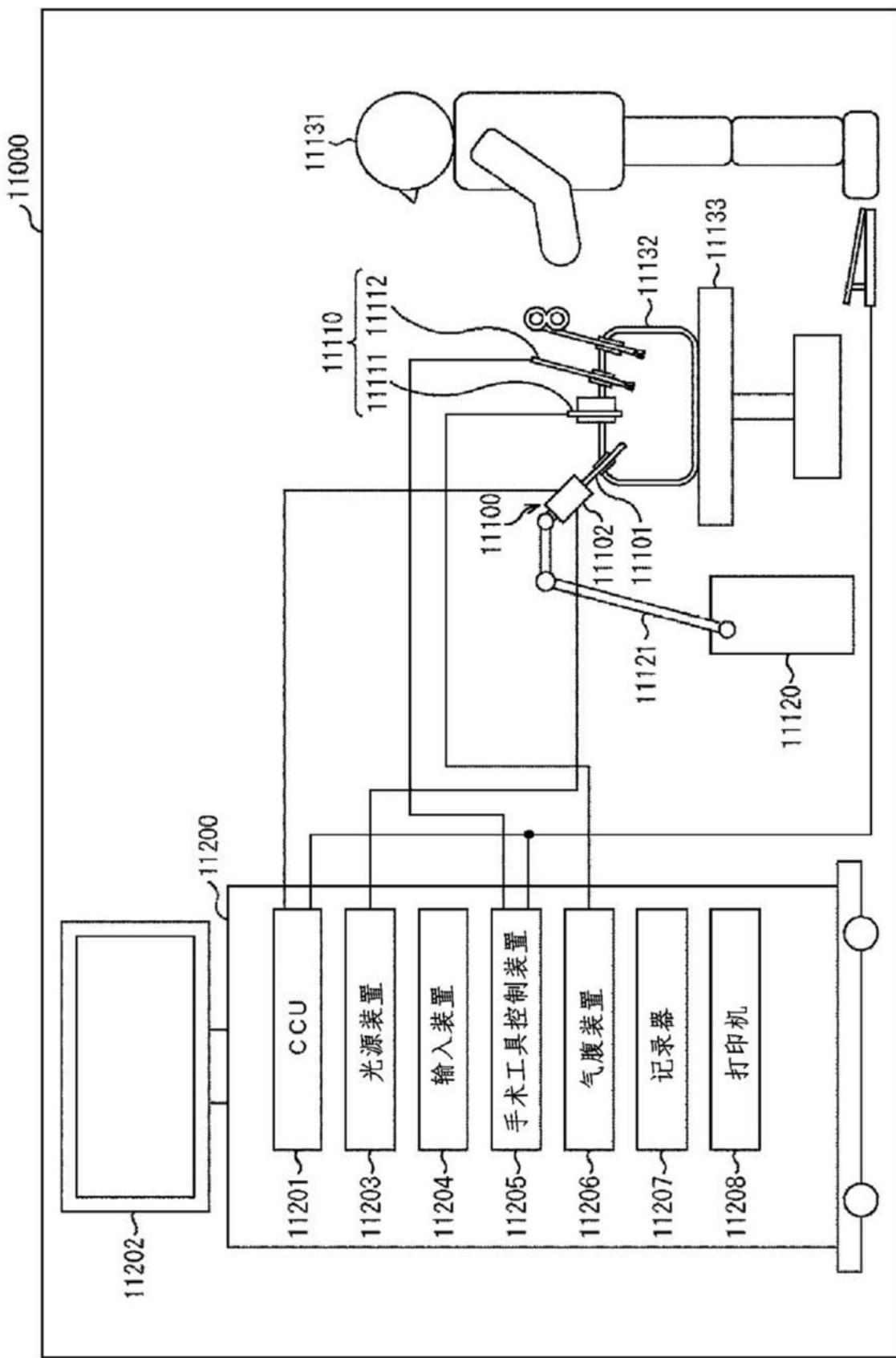


图87

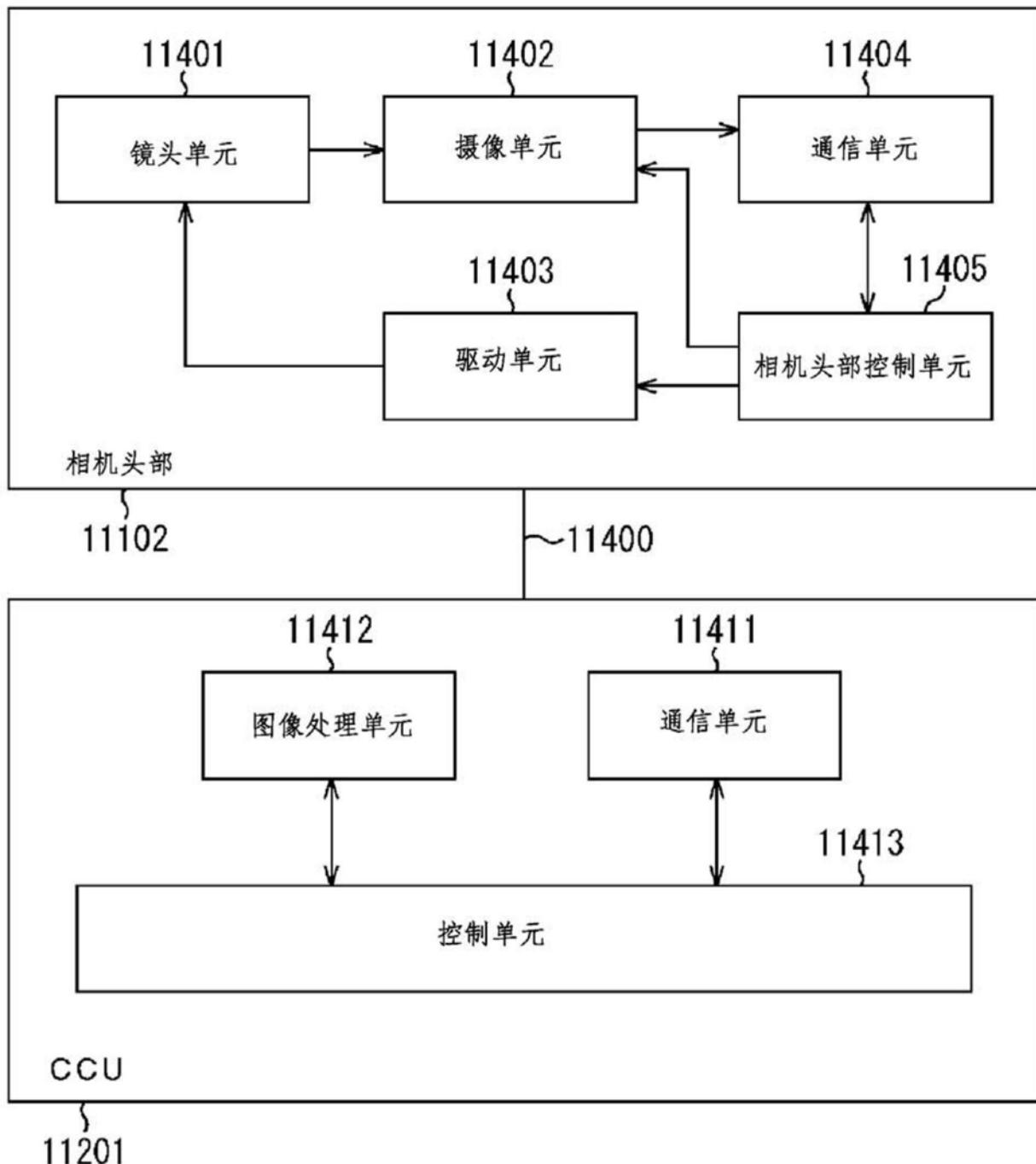


图88

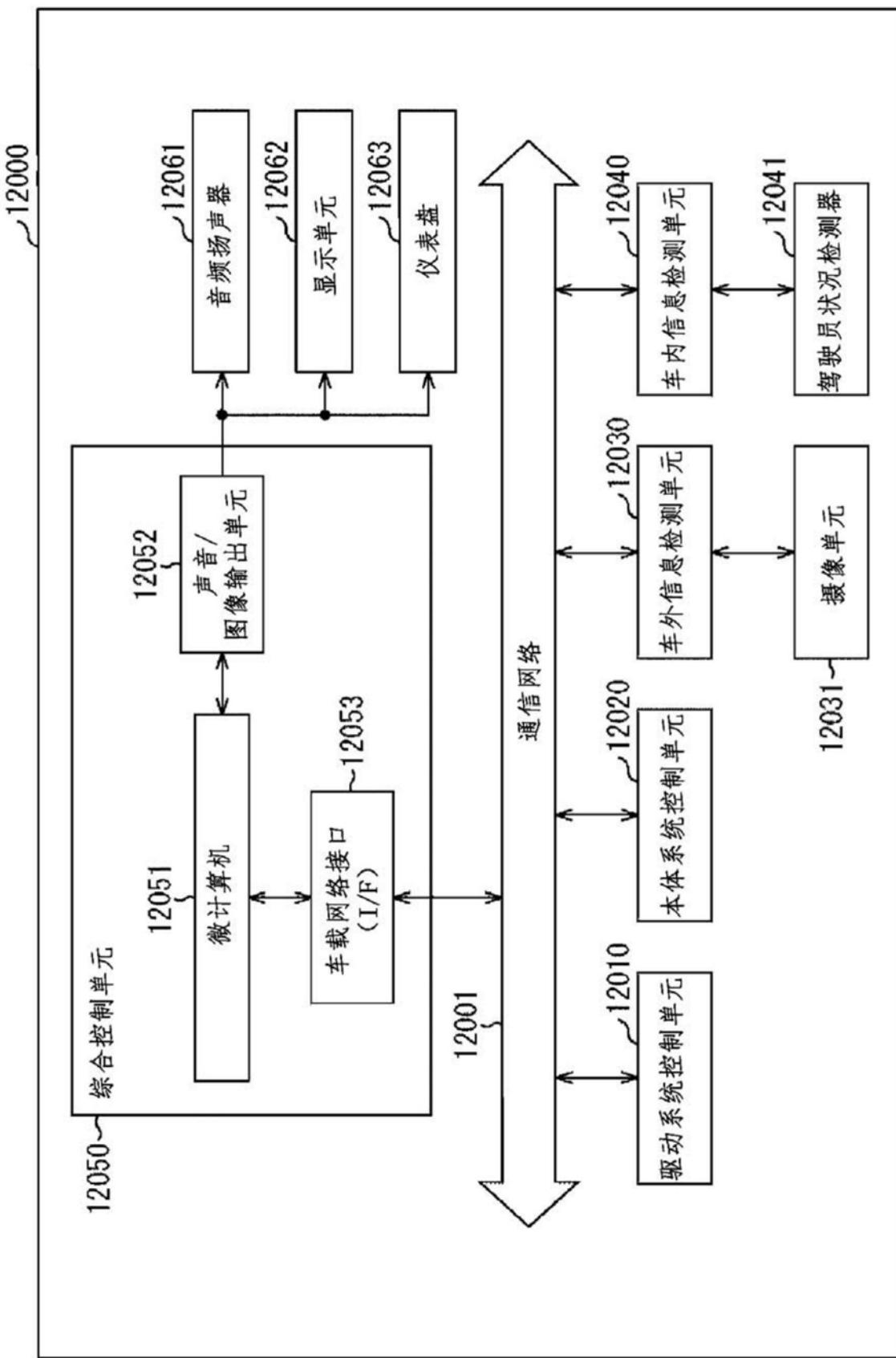


图89

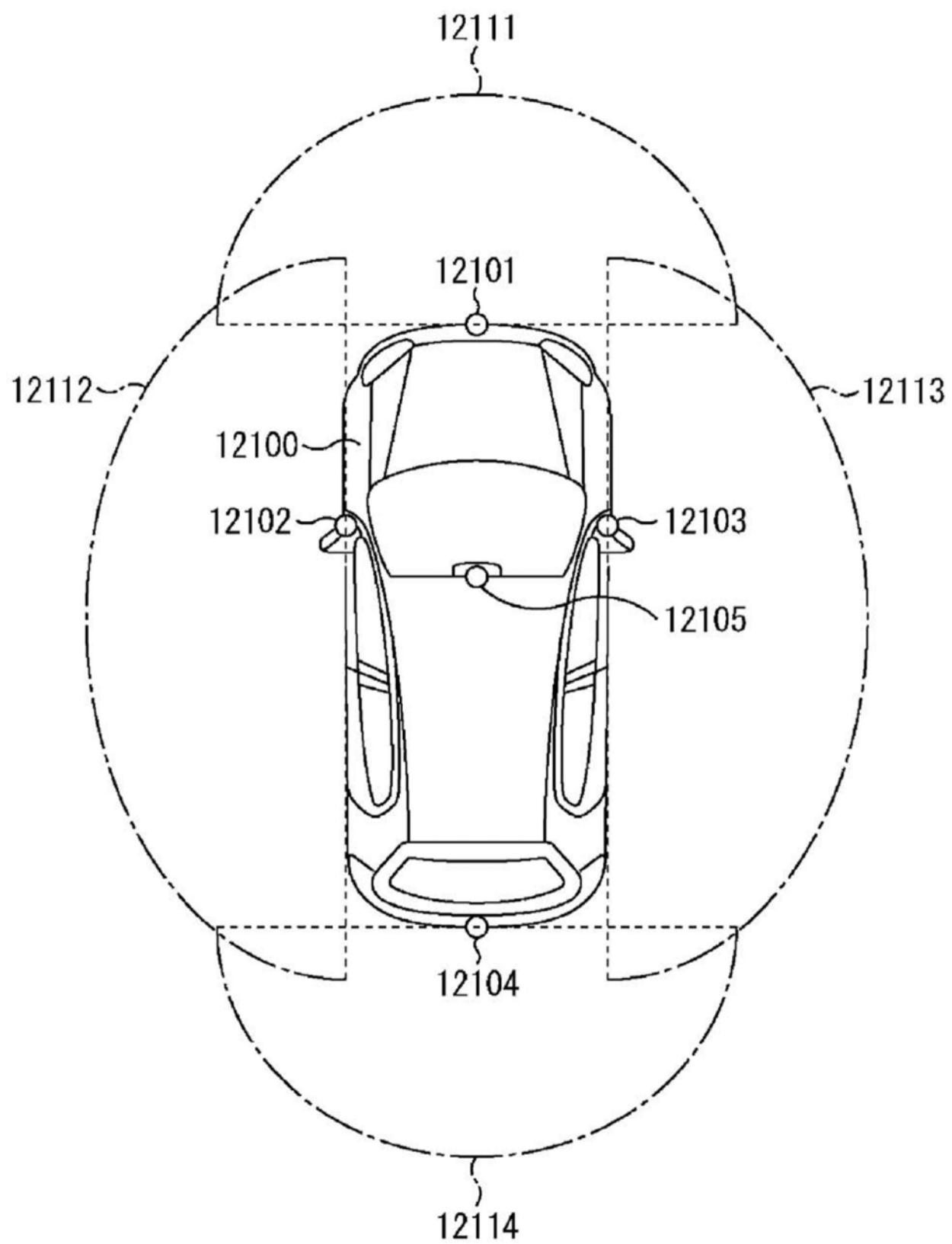


图90