



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119948408 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 06

(21) 申请号 202280100526.X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.10.24

G03F 7/20 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2025.03.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/039506 2022.10.24

(87) PCT国际申请的公布数据
W02024/089737 JA 2024.05.02

(71) 申请人 株式会社尼康
地址 日本东京都

(72) 发明人 岩永正也 铃木智也 竹中修二
大川智之

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

专利代理师 马立荣 闫剑平

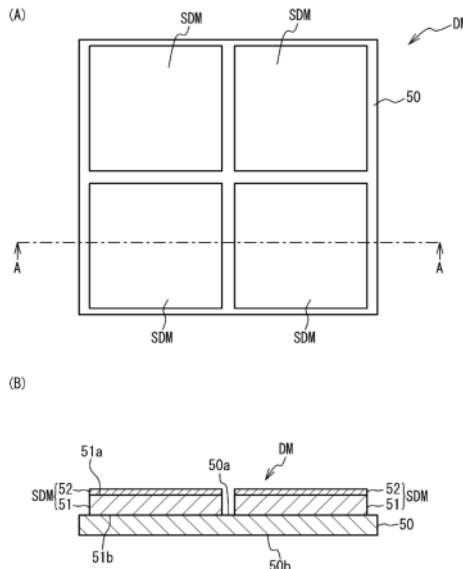
权利要求书2页 说明书10页 附图12页

(54) 发明名称

合成光学元件、照明单元、曝光装置、以及曝光方法

(57) 摘要

用于实现大面积的二向色镜,合成光学元件具备:多个光学元件,其具有第1基板和二向色膜;以及第2基板,所述多个光学元件配置在所述第2基板上。



1. 一种合成光学元件,其具备:
多个光学元件,其具有第1基板和二向色膜;以及
第2基板,
所述多个光学元件配置在所述第2基板上。
2. 根据权利要求1所述的合成光学元件,其中,
所述第2基板具有配置有所述多个光学元件的第1面、以及所述第1面的相反侧的第2面,所述第2基板将从所述第2面侧入射的光导向所述多个光学元件。
3. 根据权利要求2所述的合成光学元件,其中,
所述多个光学元件在所述第2基板的所述第1面上规则地配置。
4. 根据权利要求2所述的合成光学元件,其中,
所述多个光学元件在所述第2基板的所述第1面上随机地配置。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的合成光学元件,其中,
所述多个光学元件中的至少两个光学元件具有彼此不同的尺寸。
6. 根据权利要求1~5中任一项所述的合成光学元件,其中,
所述第1基板以及所述第2基板为透光性基板。
7. 根据权利要求6所述的合成光学元件,其中,
所述第1基板以及所述第2基板为石英玻璃基板。
8. 根据权利要求1~5中任一项所述的合成光学元件,其中,
所述第1基板为透光性的基板,
所述第2基板为不透光性的基板,
所述第2基板具有开口,
在俯视下,所述多个光学元件各自的至少一部分与所述开口重叠。
9. 根据权利要求8所述的合成光学元件,其中,
所述第2基板具有多个开口,
所述多个光学元件各自的至少一部分与所述多个开口中的至少一个开口重叠。
10. 根据权利要求1~9中任一项所述的合成光学元件,其中,
所述第2基板具有矩形形状,
所述第2基板的各边的长度至少为300mm以上。
11. 根据权利要求1~10中任一项所述的合成光学元件,其中,
所述第2基板的尺寸比在RAS方式的溅射装置中能够成膜出的二向色膜的上限的尺寸大。
12. 一种照明单元,其具备:
射出具有第一波长特性的光的第一光源;
射出具有与所述第一波长特性不同的第二波长特性的光的第二光源;
权利要求1~9中任一项所述的合成光学元件;以及
使从所述合成光学元件射出的光束成为均匀的照度分布的光束并射出的光均匀化元件,
所述二向色膜使具有所述第一波长特性的光透射,使具有所述第二波长特性的光反射。

13. 根据权利要求12所述的照明单元,其中,
所述光均匀化元件为具有多个透镜元件的复眼透镜,
在俯视下,所述多个光学元件中的相邻的光学元件间的边界、或者所述相邻的光学元件间的间隙与所述多个透镜元件间的边界重叠。

14. 根据权利要求12所述的照明单元,其中,
所述光均匀化元件为具有多个透镜元件的复眼透镜,
在俯视下,所述多个光学元件的各边相对于所述多个透镜元件间的边界倾斜交叉。

15. 根据权利要求12~14中任一项所述的照明单元,其中,
所述第一光源具有排列了多个第1光源元件的第一光源阵列,所述第1光源元件具备射出具有所述第一波长特性的光的第1发光部,

所述第二光源具有排列了多个第2光源元件的第二光源阵列,所述第2光源元件具备射出具有所述第二波长特性的光的第2发光部。

16. 根据权利要求15所述的照明单元,其中,
具备调整部,所述调整部基于所述多个光学元件各自的光学特性,对由所述第1发光部分别射出的光的强度以及由所述第2发光部分别射出的光的强度进行调整。

17. 一种曝光装置,其具备:

权利要求12~16中任一项所述的照明单元;以及
投影光学系统,其将由所述照明单元照明的光罩的图案像投影至感光性基板上。

18. 根据权利要求17所述的曝光装置,其中,
所述感光性基板的至少一边的长度或者对角线长度为500mm以上。

19. 一种曝光方法,其为使用了权利要求17或者18所述的曝光装置的曝光方法,所述曝光方法包括:

使用所述照明单元照明所述光罩;以及
使用所述投影光学系统将所述光罩的图案像向所述感光性基板投影。

合成光学元件、照明单元、曝光装置、以及曝光方法

技术领域

[0001] 涉及合成光学元件、照明单元、曝光装置、以及曝光方法。

背景技术

[0002] 近年来,作为个人电脑、电视机等的显示元件,多使用液晶显示面板。液晶显示面板通过利用光刻的手法在板(玻璃基板)上形成薄膜晶体管的电路图案来制造。作为用于该光刻工序的装置,使用了将在光罩上形成的原画图案经由投影光学系统向板上的光致抗蚀剂层投影曝光的曝光装置。

[0003] 在包括上述曝光装置的各种光学装置中,提出了使用利用了发光二极管的光源(例如,专利文献1)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:JP特开2006-201476号公报

发明内容

[0007] 根据第一公开的方面,合成光学元件具备:多个光学元件,其具有第1基板和二向色膜;以及第2基板,所述多个光学元件配置在所述第2基板上。

[0008] 根据第二公开的方面,照明单元具备:射出具有第一波长特性的光的第一光源;射出具有与所述第一波长特性不同的第二波长特性的光的第二光源;上述合成光学元件;以及将从所述合成光学元件射出的光束作为均匀的照度分布的光束射出的光均匀化元件,所述二向色膜使具有所述第一波长特性的光透射,使具有所述第二波长特性的光反射。

[0009] 根据第三公开的方面,曝光装置具备:上述照明单元;以及将由所述照明单元照明的光罩的图案像投影至感光性基板上的投影光学系统。

[0010] 根据第四公开的方面,曝光方法为使用了上述曝光装置的曝光方法,包括:利用所述照明单元对所述光罩进行照明;以及使用所述投影光学系统将所述光罩的图案像向所述感光性基板投影。

[0011] 需要说明的是,可以适当改良后述的实施方式的构成,另外,也可以将至少一部分代替为其他构成物。而且,关于其配置没有特别限定的技术特征不限于在实施方式中公开的配置,能够配置在能够达成其功能的位置。

附图说明

[0012] 图1是示出第1实施方式的曝光装置的构成的概略图。

[0013] 图2是示出照明单元的构成的概略图。

[0014] 图3的(A)是概略性示出第1光源阵列以及第2光源阵列的构成的俯视图,图3的(B)是概略性示出第1光源单元以及第2光源单元的内部构成的图。

[0015] 图4的(A)是第1实施方式的二向色镜的俯视图,图4的(B)是图4的(A)的A-A线剖视

图。

[0016] 图5的(A)是从+Z方向观察复眼透镜的图(俯视),图5的(B)是说明小面积二向色镜间的间隙与复眼透镜的透镜元件间的边界的关系的图。

[0017] 图6的(A)是示出第1实施方式的变形例1的二向色镜的俯视图,图6的(B)是示出第1实施方式的变形例2的二向色镜的俯视图。

[0018] 图7的(A)是示出第1实施方式的变形例3的二向色镜的俯视图,图7的(B)是图7的(A)的A-A线剖视图。

[0019] 图8的(A)是示出第1实施方式的变形例4的二向色镜的俯视图,图8的(B)是图8的(A)的A-A线剖视图。

[0020] 图9的(A)是示出第1实施方式的变形例4的二向色镜的另一例的俯视图,图9的(B)是图9的(A)的A-A线剖视图。

[0021] 图10的(A)以及图10的(B)是说明照明光的照度变化的图。

[0022] 图11的(A)是说明第2实施方式中的、复眼透镜与小面积二向色镜的关系的图,图11的(B)以及图11的(C)是说明第2实施方式中的照明光的照度变化的图。

[0023] 图12是示出第2实施方式的变形例1的二向色镜的俯视图。

具体实施方式

[0024] 《第1实施方式》

[0025] 基于图1~图5,说明一实施方式的曝光装置10。

[0026] (曝光装置的构成)

[0027] 图1是概略性示出第1实施方式的曝光装置10的构成的图。

[0028] 曝光装置10为扫描步进仪(扫描仪),其通过相对于投影光学系统PL向同一方向以同一速度驱动光罩MSK和玻璃基板(以下,称为“板”)P,将在光罩MSK形成的图案转印至板P上。板P例如液晶显示装置(平板显示器)所使用的矩形的玻璃基板,至少一边的长度或者对角线长度为500mm以上。

[0029] 以下,将扫描曝光时光罩MSK以及板P被驱动的方向(扫描方向)设为X轴方向,将与其正交的水平面内的方向设为Y轴方向,将与X轴以及Y轴正交的方向设为Z轴方向,将绕X轴、Y轴、以及Z轴旋转的旋转(倾斜)方向分别设为 θ_x 、 θ_y 、以及 θ_z 方向。

[0030] 曝光装置10具备照明系统IOP、保持光罩MSK的光罩台MST、投影光学系统PL、对这些部分进行支承的主体70、保持板P的基板台PST、以及这些部分的控制系统等。控制系统一并控制曝光装置10的构成各部分。

[0031] 主体70具备基台(防振台)71、柱72A、72B、光学固定板73、支承体74、以及滑动引导件75。基台(防振台)71配置在地面F上,将来自地面F的振动除振并支承柱72A、72B等。柱72A、72B分别具有框体形状,在柱72B的内侧配置有柱72A。光学固定板73具有平板形状,固定于柱72A的顶部。支承体74经由滑动引导件75支承于柱72B的顶部。滑动引导件75具有气球升降器和定位机构,将支承体74(即,后述的光罩台MST)相对于光学固定板73定位于X轴方向上的适当位置。

[0032] 照明系统IOP配置在主体70的上方。照明系统IOP将照明光IL照射于光罩MSK。在后面,说明照明系统IOP的详细构成。

[0033] 光罩台MST支承于支承体74。具有形成有电路图案的图案面(图1中的下表面)的光罩MSK利用例如真空吸附(或者静电吸附)而固定于光罩台MST。光罩台MST利用包括例如线性马达在内的驱动系统而沿扫描方向(X轴方向)以规定的冲程驱动,并且被向非扫描方向(Y轴方向以及 θ_z 方向)微少驱动。

[0034] 光罩台MST的XY平面内的位置信息(包括 θ_z 方向的旋转信息)利用干涉仪系统来测量。干涉仪系统向设于光罩台MST的端部的移动镜(或者镜面加工得到的反射面(未图示))照射长度测量光束,接受来自移动镜的反射光,由此,测量光罩台MST的位置。其测量结果被供给至控制装置(未图示),控制装置按照干涉仪系统的测量结果,借助驱动系统来驱动光罩台MST。

[0035] 投影光学系统PL为在光罩台MST的下方(-Z侧)由光学固定板73支承的Offner型的光学系统。投影光学系统PL例如形成将Y轴方向作为长边方向的圆弧形状的图像场。需要说明的是,有时将投影光学系统PL的投影区域称为曝光区域。

[0036] 当利用来自照明系统IOP的照明光IL照明光罩MSK上的照明区域时,利用透射了光罩MSK的照明光IL,借助投影光学系统PL,在配置在投影光学系统PL的像面侧的板P上的照射区域(曝光区域(与照明区域共轭))形成该照明区域内的光罩MSK的电路图案的投影像(局部正立像)。在此,在板P的表面涂敷有抗蚀剂(敏化剂)。同步驱动光罩台MST和基板台PST、即,使光罩MSK相对于照明区域(照明光IL)在扫描方向(X轴方向)上驱动,并且使板P相对于曝光区域(照明光IL)向相同扫描方向驱动,由此,使板P曝光并在板P上转印光罩MSK的图案。

[0037] 基板台PST配置在投影光学系统PL的下方(-Z侧)的基台(防振台)71上。在基板台PST上经由基板保持架(未图示)保持板P。

[0038] 基板台PST的XY平面内的位置信息(包括旋转信息(偏转量(θ_z 方向的旋转量 θ_z)、间距离(θ_x 方向的旋转量 θ_x)、滚动量(θ_y 方向的旋转量 θ_y)))利用干涉仪系统来测量。干涉仪系统从光学固定板73向设于基板台PST的端部的移动镜(或者镜面加工得到的反射面(未图示))照射长度测量光束,接受来自移动镜的反射光,由此,测量基板台PST的位置。其测量结果被供给至控制装置(未图示),控制装置按照干涉仪系统的测量结果驱动基板台PST。

[0039] 在曝光装置10中,在曝光之前进行对准测量(例如,EGA等),使用该结果按照以下的步骤对板P进行曝光。首先,按照控制装置的指示,使光罩台MST以及基板台PST沿X轴方向同步驱动。由此,进行向板P上的第一个拍摄区域的扫描曝光。若相对于第一个拍摄区域的扫描曝光结束,则控制装置将基板台PST向与第二个拍摄区域对应的位置移动(步进)。然后,进行相对于第二个拍摄区域的扫描曝光。控制装置同样地反复进行板P的拍摄区域间的步进和相对于拍摄区域的扫描曝光,向板P上的所有拍摄区域转印光罩MSK的图案。

[0040] (照明系统IOP的构成)

[0041] 接下来,说明本实施方式中的照明系统IOP的构成。照明系统IOP具备照明单元90。图2是概略性示出照明单元90的构成的图。

[0042] 照明单元90具有第1光源单元OPU1、第2光源单元OPU2、照明光学系统80、控制部CU。

[0043] (光源单元的构成)

[0044] 第1光源单元OPU1具备第1光源阵列20A、以及第一放大光学系统30A,第2光源单元

OPU2具备第2光源阵列20B、以及第二放大光学系统30B。

[0045] 图3的(A)是概略性示出第1光源阵列20A以及第2光源阵列20B的构成的俯视图。第1光源阵列20A具有在例如基板21A上排列的多个(在图3的(A)中, 5×5) LED (Light Emitting Diode:发光二极管) 芯片23A。LED芯片23A的个数也可以根据需要而适当变更。多个LED芯片23A分别具有发光部231A,从该发光部231A射出的光的峰值波长位于 $380 \sim 390\text{nm}$ 的范围内。即,发光部231A为紫外线LED (UV LED)。从发光部231A射出的光的峰值波长更优选为 385nm 。发光部231A的发光面为正方形,其一边的长度为 a_1 。LED芯片23A以间距P1排列。间距P1为相邻的LED芯片23A的中心间的距离。

[0046] 第2光源阵列20B例如具有在基板21B上排列的多个(在图3的(A)中为 5×5) LED芯片23B。LED芯片23B的个数也可以根据需要而适当变更。多个LED芯片23B分别具有发光部231B,从该发光部231B射出的光的峰值波长位于 $360 \sim 370\text{nm}$ 的范围内。即,发光部231B为UV LED。从发光部231B射出的光的峰值波长更优选为 365nm 。发光部231B的发光面为正方形,其一边的长度为 a_2 。LED芯片23B以间距P2排列。

[0047] LED芯片23A的排列间距P1与LED芯片23B的排列间距P2可以相同,也可以不同。另外,发光部231A的发光面的一边的长度 a_1 与发光部231B的发光面的一边的长度 a_2 可以相同,也可以不同。需要说明的是,LED芯片23A以及23B也可以不排列在基板上,例如排列在散热器上。

[0048] 控制部CU对向LED芯片23A的发光部231A以及LED芯片23B的发光部231B分别供给的电流值进行控制,对从发光部231A以及发光部231B各自射出的光的强度进行调整。

[0049] 图3的(B)是概略性示出第1光源单元OPU1以及第2光源单元OPU2的内部构成的图。需要说明的是,第1光源单元OPU1以及第2光源单元OPU2的内部构成相同,因此,在此,以第1光源单元OPU1的构成为代表进行说明。在此,将排列有LED芯片23A的两个方向设为X1方向以及Y1方向。X1方向和Y1方向正交。另外,将与X1方向以及Y1方向正交的方向设为Z1方向。Z1方向为与从发光部231A射出的光的光轴OA大致平行。在图3的(B)中,为了使附图更明确,仅示出了沿着Y1方向呈一列排列的四个LED芯片23A。

[0050] 如图3的(B)所示,第1放大光学系统30A为用于将各LED芯片23A的发光部231A的放大像分别形成于规定面PP的放大光学系统。第1放大光学系统30A具有以与LED芯片23A的排列对应的方式排列的多个透镜部31A。透镜部31A为分别将发光部231A以倍率M1放大投影的双远心光学系统。

[0051] 在本实施方式中各透镜部31A具备四张平凸透镜,但不限于此,各透镜部31A例如也可以具备两张双凸透镜,也可以具备三张双凸透镜。另外,各透镜部31A例如也可以具备平凸透镜和双凸透镜。

[0052] 在本实施方式中,透镜部31A例如以倍率M1对发光部231A进行放大投影。倍率M1例如为(LED芯片23A的排列间距P1)/(发光部231A的发光面的一边的长度 a_1)。在该情况下,多个发光部231A的放大像在规定面PP中彼此基本相接。需要说明的是,倍率M1也可以比(LED芯片23A的排列间距P1)/(发光部231A的发光面的一边的长度 a_1)大。

[0053] 另一方面,第二放大光学系统30B所具有的透镜部31B例如以倍率M2对发光部231B进行放大投影。倍率M2例如为(LED芯片23B的排列间距P2)/(发光部231B的发光面的一边的长度 a_2)。在该情况下,多个发光部231B的放大像在规定面PP中彼此基本相接。需要说明的

是,倍率 M_2 也可以比 $(LED芯片23B的排列间距P_2) / (发光部231B的发光面的一边的长度a_2)$ 大。

[0054] (照明光学系统80的构成)

[0055] 再次参照图2,说明照明光学系统80的构成。照明光学系统80具备第一聚光光学系统81A、第二聚光光学系统81B、二向色镜DM、成像光学系统83、复眼透镜FEL、开口光阑85、聚光器光学系统84。

[0056] 第一聚光光学系统81A配置在上述规定面PP或者其附近,形成利用第一放大光学系统30A形成的发光部231A的放大像的光瞳。第一聚光光学系统81A可以由一张透镜构成,也可以由包括多张透镜在内的透镜组构成。

[0057] 第二聚光光学系统81B配置在上述的规定面PP或者其附近,形成由第二放大光学系统30B形成的发光部231B的放大像的光瞳。第二聚光光学系统81B可以由一张透镜构成,也可以由包括多张透镜在内的透镜组构成。

[0058] 二向色镜DM使峰值波长385nm的光的至少一部分透射,使峰值波长365nm的光的至少一部分反射。由此,形成有使利用第一聚光光学系统81A形成的光瞳像与利用第二聚光光学系统81B形成的光瞳像重合的合成像,二向色镜DM由第一聚光光学系统81A、第二聚光光学系统81B进行科勒照明。需要说明的是,不限于本实施方式的构成,也可以构成为第一聚光光学系统81A和第二聚光光学系统81B临界照明,而分别在二向色镜DM形成第1光源单元OPU1的像和第2光源单元OPU2的像。

[0059] 在本实施方式中,照明光学系统80的在光罩面处的照明场尺寸例如为750mm×200mm以上,也可以为880mm×245mm以上。在该情况下,为了确保来自第1光源单元OPU1的光和来自第2光源单元OPU2的光的合成效率以抑制照度下降,例如需要具有325mm×300mm以上的大尺寸的二向色镜DM。二向色镜DM的尺寸例如可以为342mm×315mm以上。

[0060] 高品质的二向色膜的成膜例如使用RAS(Radical Assisted Sputtering:自由基辅助溅射)。然而,在RAS方式的溅射装置的构成上,难以成膜大面积的二向色膜。

[0061] 于是,在本实施方式中,通过将多个小面积二向色镜SDM贴合,实现了大面积的二向色镜DM。

[0062] (二向色镜DM的构成)

[0063] 图4的(A)是第1实施方式的二向色镜DM的俯视图,图4的(B)是图4的(A)的A-A线剖视图。

[0064] 如图4的(A)所示,二向色镜DM具备多张(在图4的(A)中为四张)小面积二向色镜SDM。

[0065] 如图4的(B)所示,各小面积二向色镜SDM具备基板51、二向色膜52。二向色膜52形成在基板51的第1面51a上。基板51为透光性基板。若考虑LED芯片23A、23B的发光部231A、231B射出的光的峰值波长,则基板51例如优选石英玻璃基板。

[0066] 多个小面积二向色镜SDM配置在面积比小面积二向色镜SDM大的基板50的第1面50a上。如上所述,为了确保来自第1光源单元OPU1的光と来自第2光源单元OPU2的光的合成效率以抑制照度下降,需要具有325mm×300mm以上的大尺寸的二向色镜DM。因此,基板50的各边的长度至少为300mm以上。在本实施方式中,多个小面积二向色镜SDM彼此分离配置。

[0067] 基板50为透光性基板。由此,来自基板50的第2面50b(第1面50a的相反侧一面)的

光入射至多个小面积二向色镜SDM。若考虑LED芯片23A、23B的发光部231A、231B射出的光的峰值波长,则基板50例如优选石英玻璃基板。需要说明的是,基板51和基板50可以由相同的材料构成,也可以由不同的材料构成。

[0068] 小面积二向色镜SDM通过例如粘接剂固定在基板50。向小面积二向色镜SDM的基板50的固定方法不限于粘接剂,例如,也可以通过高精度研磨基板51的与形成有二向色膜52的第1面51a相反一侧的第2面51b、以及基板50的第1面50a,而利用光学接触来接合基板50和小面积二向色镜SDM。另外,也可以利用板簧等将小面积二向色镜SDM固定于基板50。

[0069] 像这样,在本实施方式中,通过将多个小面积二向色镜SDM接合至基板50,实现了大面积的二向色镜DM。由此,照明光学系统80在光罩面中能够实现为750mm×200mm以上、或者880mm×245mm以上的照明场尺寸。需要说明的是,二向色镜DM可以以供来自第1光源单元OPU1的光从形成有二向色膜52的面侧入射的方式来配置,也可以以供来自第1光源单元OPU1的光从与形成有二向色膜52的面相反一侧的面(即,第2面50b侧)入射的方式来配置。

[0070] 返回至图2,成像光学系统83为将由二向色镜DM合成的合成像等倍投影至复眼透镜FEL的入射端的双远心光学系统。需要说明的是,成像光学系统83也可以将由二向色镜DM合成的合成像缩小投影至复眼透镜FEL的入射端。

[0071] 图5的(A)是从+Z方向观察复眼透镜FEL的图(俯视)。如图5的(A)所示,复眼透镜FEL构成为例如将具有正折射力的多个透镜元件以使其光轴与基准光轴AX(参照图2)平行的方式纵横且密集地排列。构成复眼透镜FEL的各透镜元件60具有与在光罩MSK上应形成的照明场的形状(最终在板P上应形成的曝光区域的形状)相似的矩形状的截面。

[0072] 图5的(B)是说明小面积二向色镜SDM间的间隙、与复眼透镜FEL的透镜元件60间的边界的关系的图。需要说明的是,在图5的(B)中,用虚线表示复眼透镜FEL。

[0073] 在本实施方式中,为了抑制照明光IL的照度均匀性的下降,如图5的(B)所示,在俯视(从上面观察)时以使相邻的小面积二向色镜SDM间的间隙与复眼透镜FEL所具有的多个透镜元件60间的边界61重叠的方式配置二向色镜DM。

[0074] 若小面积二向色镜SDM间的间隙与透镜元件60的不包括边界61的部分重叠,则在该部分中照明光IL的照度会下降,因此,不会充分发挥复眼透镜FEL的光均匀化功能,这是因为照明光IL的照度均匀性下降。

[0075] 通过如本实施方式那样配置二向色镜DM,能够将小面积二向色镜SDM间的间隙与透镜元件60重叠的面积设为最小限度,因此,能够抑制照明光IL的照度均匀性的下降。

[0076] 返回至图2,入射至复眼透镜FEL的光束被多个透镜元件60波面分割,在各透镜元件60的后侧焦点面或者其附近分别形成有一个光源像。即,在复眼透镜FEL的后侧焦点面或者其附近形成有由多个光源像构成的实质上的面光源,即,二次光源。来自在复眼透镜FEL的后侧焦点面或者其附近形成的二次光源的光束入射至配置在其附近的开口光阑85。

[0077] 开口光阑85配置在与投影光学系统PL的入射光瞳面几乎光学共轭的位置,具有用于规定有助于二次光源的照明的范围的可变开口部。而且,开口光阑85通过使可变开口部的孔径变化,将决定照明条件的 σ 值(投影光学系统的光瞳面上的二次光源像的孔径相对于光瞳面的孔径之比)设定为期望的值。经由了开口光阑85的来自二次光源的光经过聚光器光学系统84的聚光作用之后,重叠地对形成有规定的图案的光罩MSK进行照明。

[0078] 如上所述,若利用来自照明系统IOP的照明光IL对光罩MSK上的照明区域进行照

明,则利用透射了光罩MSK的照明光IL,经由投影光学系统PL,将该照明区域内的光罩MSK的电路图案的投影像(部分正立像)形成在配置于投影光学系统PL的像面侧的板P上的照射区域(曝光区域(与照明区域共轭))。由此,对板P进行曝光,在板P上转印光罩MSK的图案。

[0079] 以上,如详细地说明的那样,根据本第1实施方式,二向色镜DM具备:多个小面积双色镜SDM,其具有基板51和二向色膜52:以及基板50,其在第1面50a上配置有多个小面积二向色镜SDM,将来自与第1面50a相反一侧的第2面50b侧的光入射至多个小面积二向色镜SDM。由于对尺寸容易制造的小面积二向色镜SDM进行组合,所以容易制造大尺寸的二向色镜DM。另外,能够实现利用RAS方式的溅射装置不易成膜二向色膜的尺寸(面积)的二向色镜DM。

[0080] 另外,在本第1实施方式中,照明单元90具备射出峰值波长为385nm的光的第1光源单元OPU1、射出峰值波长为365nm的光的第2光源单元OPU2、二向色镜DM、将从二向色镜DM射出的光束作为均匀的照度分布的光束射出的复眼透镜FEL,二向色膜52使峰值波长385nm的光透射,使峰值波长365nm的光反射。由此,能够合成峰值波长不同的光并作为照明光IL。

[0081] 另外,在本第1实施方式中,复眼透镜FEL具有多个透镜元件(60),在俯视下,小面积二向色镜SDM中的相邻的小面积二向色镜SDM间的间隙与透镜元件60间的边界61重叠。由此,能够抑制照明光IL的照度不均匀。

[0082] 另外,在本第1实施方式中,第1光源单元OPU1具备排列多个LED芯片23A的第1光源阵列20A,其中,LED芯片23A具有射出峰值波长385nm的光的发光部231A,第2光源单元OPU2具备排列多个LED芯片23B的第2光源阵列20B,其中,LED芯片23B具有射出峰值波长365nm的光的发光部231B。由此,与不使用LED芯片而例如使用汞灯的情况相比,能够降低第1光源单元OPU1以及第2光源单元OPU2的耗电量。

[0083] 需要说明的是,在上述第1实施方式中,二向色膜52可以使峰值波长365nm的光透射,并使峰值波长385nm的光反射。在该情况下,第1光源单元OPU1射出峰值波长365nm的光,第2光源单元OPU2射出峰值波长385nm的光。

[0084] 需要说明的是,第1光源单元OPU1以及第2光源单元OPU2射出的光的波长不限于上述波长,也可以适当组合射出在360~440nm的范围内具有峰值波长的光的LED芯片,来构成第1光源单元OPU1和第2光源单元OPU2。例如,也可以构成为第1光源单元OPU1射出峰值波长405nm的光,且第2光源单元OPU2射出峰值波长385nm的光。另外,也可以构成为第1光源单元OPU1射出峰值波长395nm的光,且第2光源单元OPU2射出峰值波长385nm的光。从第1光源单元OPU1射出的光的波长和从第2光源单元OPU2射出的光的波长的组合不限于这些例示。需要说明的是,在将第1光源单元OPU1射出的光的波长和第2光源单元OPU2射出的光的波长的组合设为本第1实施方式以外的组合的情况下,优选根据使用的波长适当变更二向色膜52的材料。

[0085] (变形例)

[0086] 接下来,说明二向色镜DM的变形例。

[0087] 图6的(A)是示出第1实施方式的变形例1的二向色镜DM1的俯视图。如图6的(A)所示,在变形例1的二向色镜DM1中,配置为相邻的小面积二向色镜SDM1接触。像这样,也可以在相邻的小面积二向色镜SDM1间没有间隙。其他构成与第1实施方式相同,因此,省略详细的说明。

[0088] 图6的(B)是示出第1实施方式的变形例2的二向色镜DM2的俯视图。如图6的(B)所示,在变形例2的二向色镜DM2中,小面积二向色镜SDM2的平面形状不为矩形状,为扇形。像这样,小面积二向色镜SDM2的平面形状也可以不为矩形状。需要说明的是,在变形例2中,在相邻的小面积二向色镜SDM2间没有间隙,但相邻的小面积二向色镜SDM2也可以分离。其他构成与第1实施方式相同,因此,省略详细的说明。

[0089] 图7的(A)是示出第1实施方式的变形例3的二向色镜DM3的俯视图,图7的(B)是图7的(A)的A-A线剖视图。如图7的(A)所示,在变形例3的二向色镜DM3中,基板50A为不透光性的基板,在中央部具有一个开口54A。各小面积二向色镜SDM3配置为在俯视下至少一部分与开口54A重叠。

[0090] 基板50A在中央部具有开口54A,因此,能够使经由开口54A从基板50A的第2面50b侧照射来的光入射至多个小面积二向色镜SDM3。像这样,基板50A可以为不透光性的基板。例如,基板50A可以为金属制的基板或者树脂制的基板。其他构成与第1实施方式相同,因此,省略详细的说明。需要说明的是,在图7的(A)中,相邻的小面积二向色镜SDM3彼此接触,但也可以在相邻的小面积二向色镜SDM3间存在间隙。

[0091] 图8的(A)是示出第1实施方式的变形例4的二向色镜DM4的俯视图,图8的(B)是图8的(A)的A-A线剖视图。如图8的(A)所示,在变形例4的二向色镜DM4中,基板50B为不透光性的基板,具有多个开口54B。在多个开口54B之间设有根57。

[0092] 在图8的(B)中,以与多个开口54B分别对应的方式设有多个小面积二向色镜SDM4。像这样,基板50B具有多个开口54B,因此,能够使经由开口54B从基板50B的第2面50b侧照射来的光入射至多个小面积二向色镜SDM4。

[0093] 需要说明的是,在变形例4中,以与多个开口54B分别对应的方式设有多个小面积二向色镜SDM4,但如图9的(A)以及图9的(B)所示,例如,也可以使一张小面积二向色镜SDM4相对于两个的开口54B对应。其他构成与第1实施方式相同,因此,省略详细的说明。

[0094] 在第1实施方式以及其变形例1~4中,二向色镜具备四张小面积二向色镜,但如变形例4的另一例所示,二向色镜所具有的小面积二向色镜的数量不限于四张,也可以为两张以上。

[0095] 需要说明的是,在使用变形例1~变形例3的二向色镜DM1~DM3的情况下,以相邻的小面积二向色镜SDM1~SDM3的边界55与复眼透镜FEL的透镜元件60间的边界61重叠的方式配置二向色镜DM1~DM3即可。

[0096] 另外,在使用变形例4以及该另一例的二向色镜DM4的情况下,以在基板50B的开口54B间存在的根57与复眼透镜FEL的透镜元件60间的边界61重叠的方式配置二向色镜DM4即可。

[0097] 《第2实施方式》

[0098] 在第1实施方式以及该变形例中,以将相邻的小面积二向色镜间的边界、或者相邻的小面积二向色镜间的间隙与复眼透镜FEL的透镜元件60间的边界61重叠的方式配置了二向色镜。在该情况下,例如若二向色镜DM错位,则照明单元90射出的照明光IL的照度下降。

[0099] 关于这一点,使用图10的(A)以及图10的(B)进行说明。图10的(A)示出相邻的小面积二向色镜SDM间的间隙与复眼透镜FEL的透镜元件60间的边界61重叠的状态,图10的(B)示出因二向色镜DM的错位而使相邻的小面积二向色镜SDM间的间隙不与复眼透镜FEL的透

镜元件60间的边界61重叠的状态。

[0100] 在图10的(B)的情况下,相邻的小面积二向色镜SDM间的间隙与复眼透镜FEL的透镜元件60重叠,则入射至透镜元件60的光的量会减少,照明光IL的照度会下降。

[0101] 图11的(A)是说明第2实施方式中的、复眼透镜FEL与小面积二向色镜SDM的关系的图。在第2实施方式中,如图11的(A)所示,在俯视下,以小面积二向色镜SDM的各边56相对于复眼透镜FEL的透镜元件60间的边界61倾斜交叉的方式配置二向色镜DM。换言之,以使与小面积二向色镜SDM间的间隙对应的部分倾斜地横穿透镜元件60间的边界61的方式配置二向色镜DM。

[0102] 在该情况下,如图11的(B)以及图11的(C)所示,即使在产生了二向色镜DM的错位的情况下,在错位前和错位后,与小面积二向色镜SDM间的间隙对应的部分与透镜元件60重叠的面积几乎不发生变化,因此,与图10的(A)以及图10的(B)示出的情况相比,能够减少照度变化。

[0103] 其他构成与第1实施方式相同,因此,省略详细的说明。需要说明的是,在第1实施方式的变形例1~4中,也能够应用第2实施方式的构成。

[0104] (变形例)

[0105] 在上述第1实施方式以及第2实施方式中,多个小面积二向色镜具有相同的形状以及尺寸,规则地配置,但不限于此。

[0106] 图12是示出第2实施方式的变形例1的二向色镜DM5的俯视图。如图12所示,二向色镜DM5具备具有不同的尺寸的多个小面积二向色镜SDMa、SDMb、SDMc、SDMd、……。小面积二向色镜SDMa、SDMb、SDMc、SDMd、……在俯视下,各边56相对于复眼透镜FEL的透镜元件60间的边界61倾斜交叉的方式随机配置。需要说明的是,多个小面积二向色镜中的、至少两个只要具有彼此不同的尺寸即可。

[0107] 像这样,将多个小面积二向色镜呈马赛克状配置,也能够抑制在二向色镜错位的情况下的照度变化。

[0108] 需要说明的是,在第1实施方式以及该变形例中,多个小面积二向色镜中的、至少两个也可以具有彼此不同的尺寸。

[0109] 需要说明的是,在上述第1以及第2实施方式以及其变形例中,多个小面积二向色镜有时根据成膜时的制造误差等不同而具有不同的膜特性。在该情况下,事先测定各小面积二向色镜的膜特性,根据各小面积二向色镜的膜特性,控制部CU也可以对由第1光源阵列20A的各发光部231A射出的光的强度、以及由第2光源阵列20B的各发光部231B射出的光的强度进行调整。由此,能够将更均匀的照明光IL照射至光罩MSK。

[0110] 上述实施方式为本发明的优选的实施例。但不限于此,在不脱离本发明的主旨的范围内能够实施各种变形。

[0111] 附图标记说明

[0112] 10曝光装置

[0113] 20A第1光源阵列

[0114] 20B第2光源阵列

[0115] 23A、23BLED芯片

[0116] 50、50A、50B基板

- [0117] 50a第1面
- [0118] 50b第2面
- [0119] 51基板
- [0120] 52二向色膜
- [0121] 54A、54B开口
- [0122] 60透镜元件
- [0123] 61边界
- [0124] 90照明单元
- [0125] 231A、231B发光部
- [0126] DM、DM1、DM2、DM3、DM4、DM5二向色镜
- [0127] FEL复眼透镜
- [0128] MSK光罩
- [0129] OPU1第1光源单元
- [0130] OPU2第2光源单元
- [0131] PL投影光学系统
- [0132] SDM、SDM1、SDM2、SDM3、SDMa、SDMb、SDMc、SDMd小面积二向色镜
- [0133] P玻璃基板。

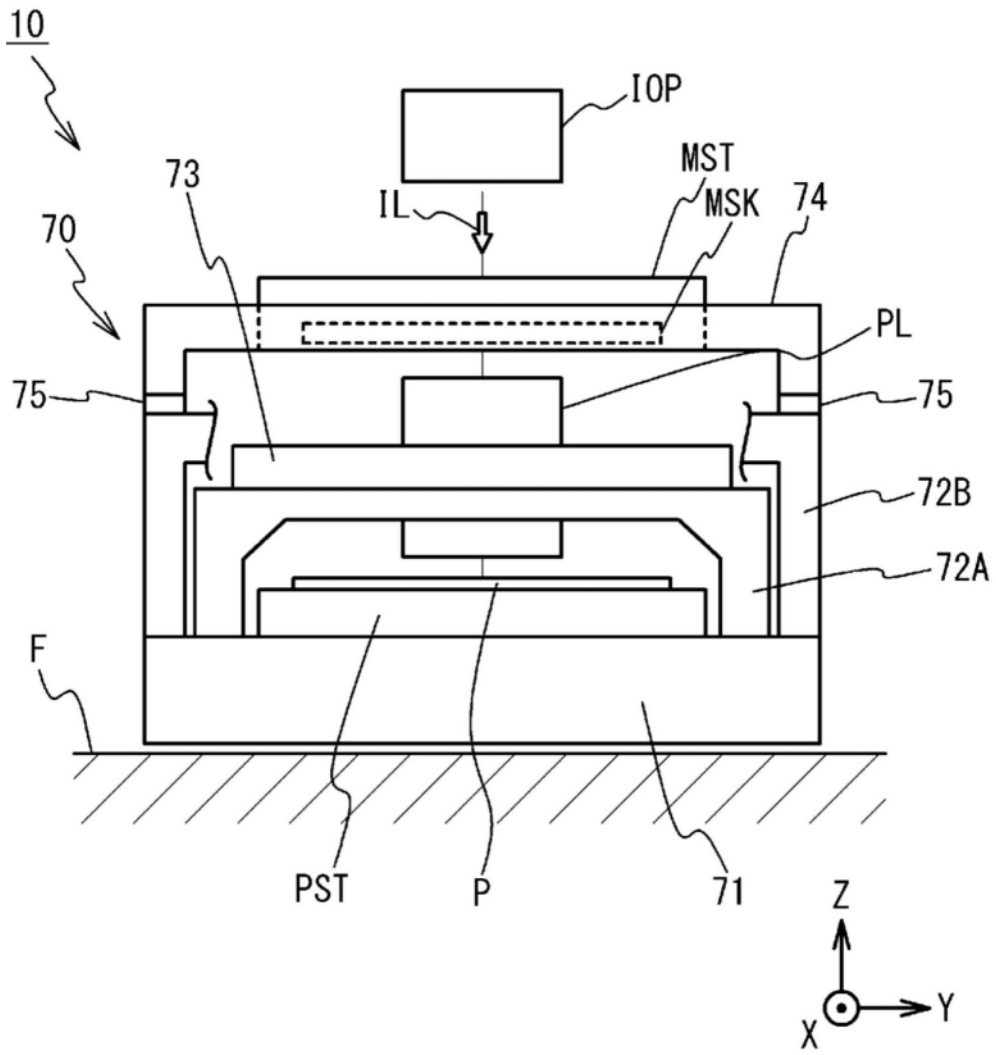


图1

90

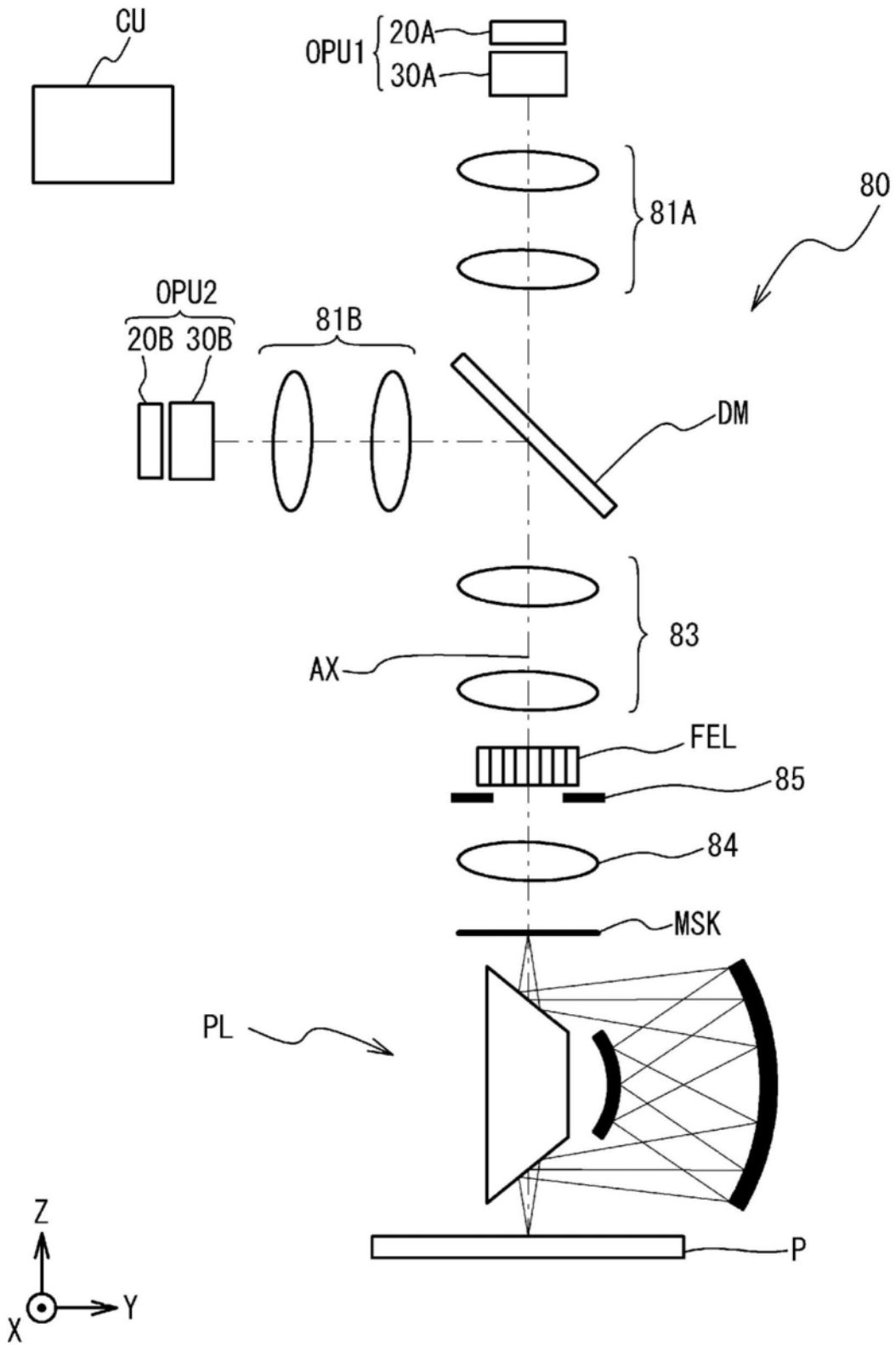


图2

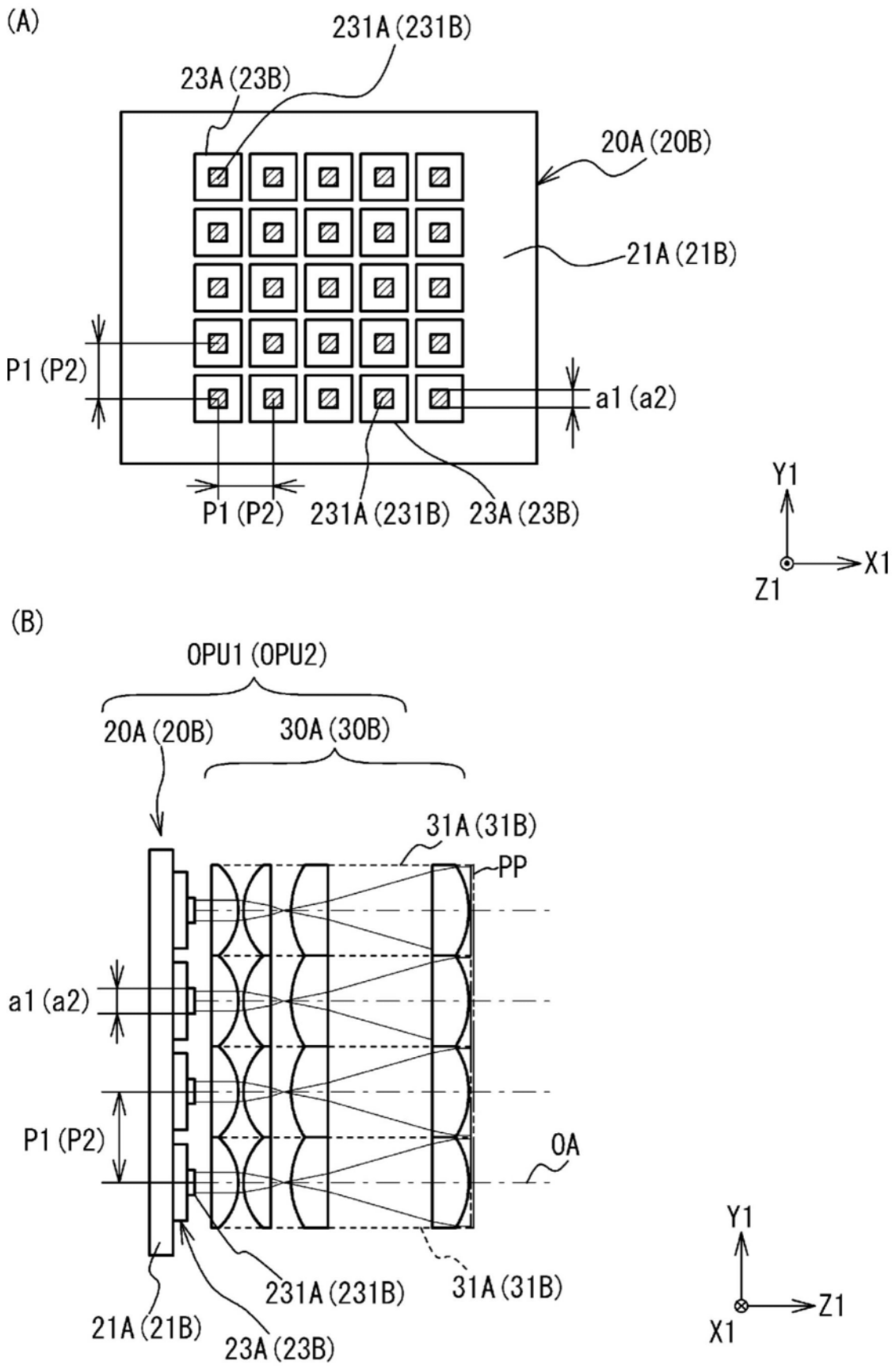


图3

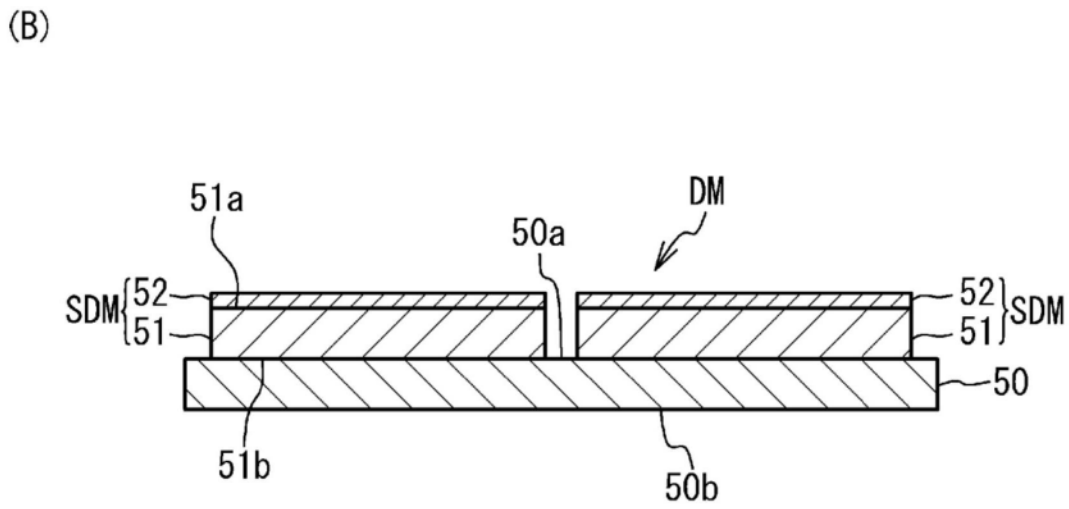
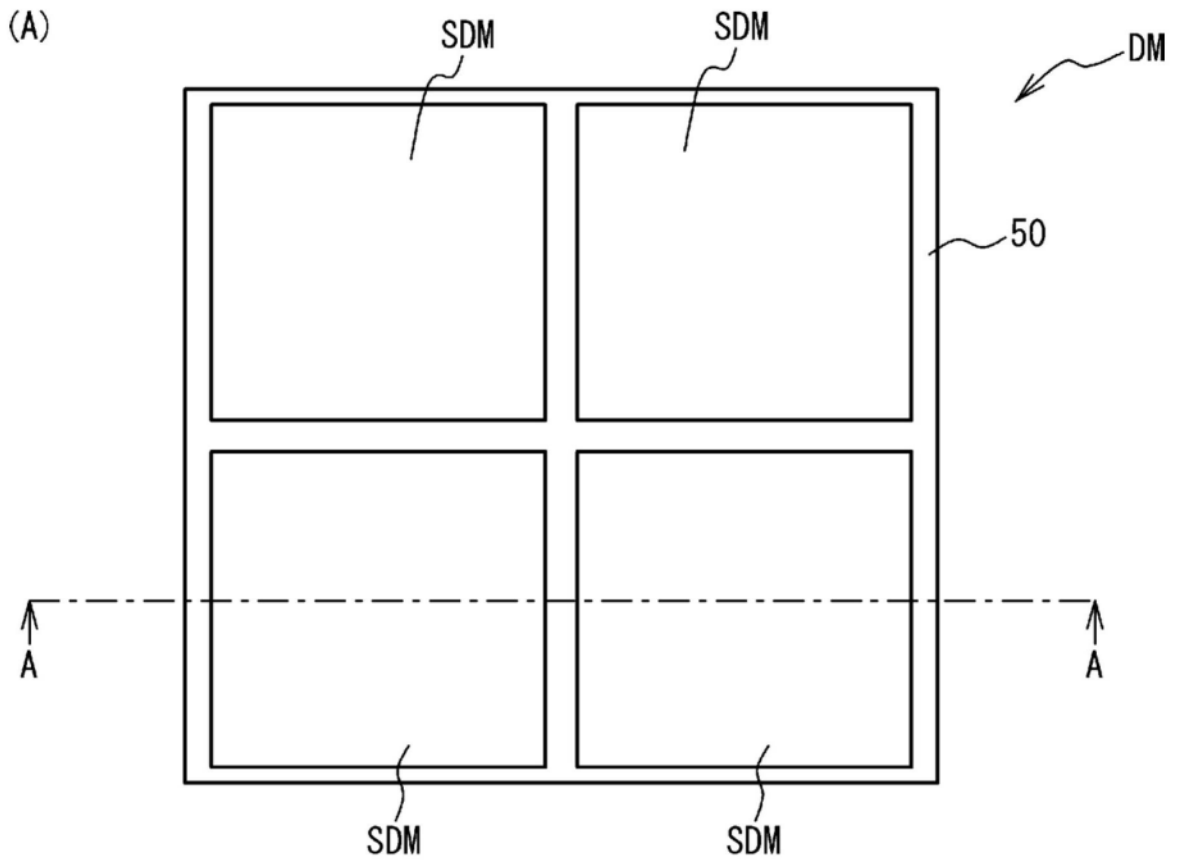


图4

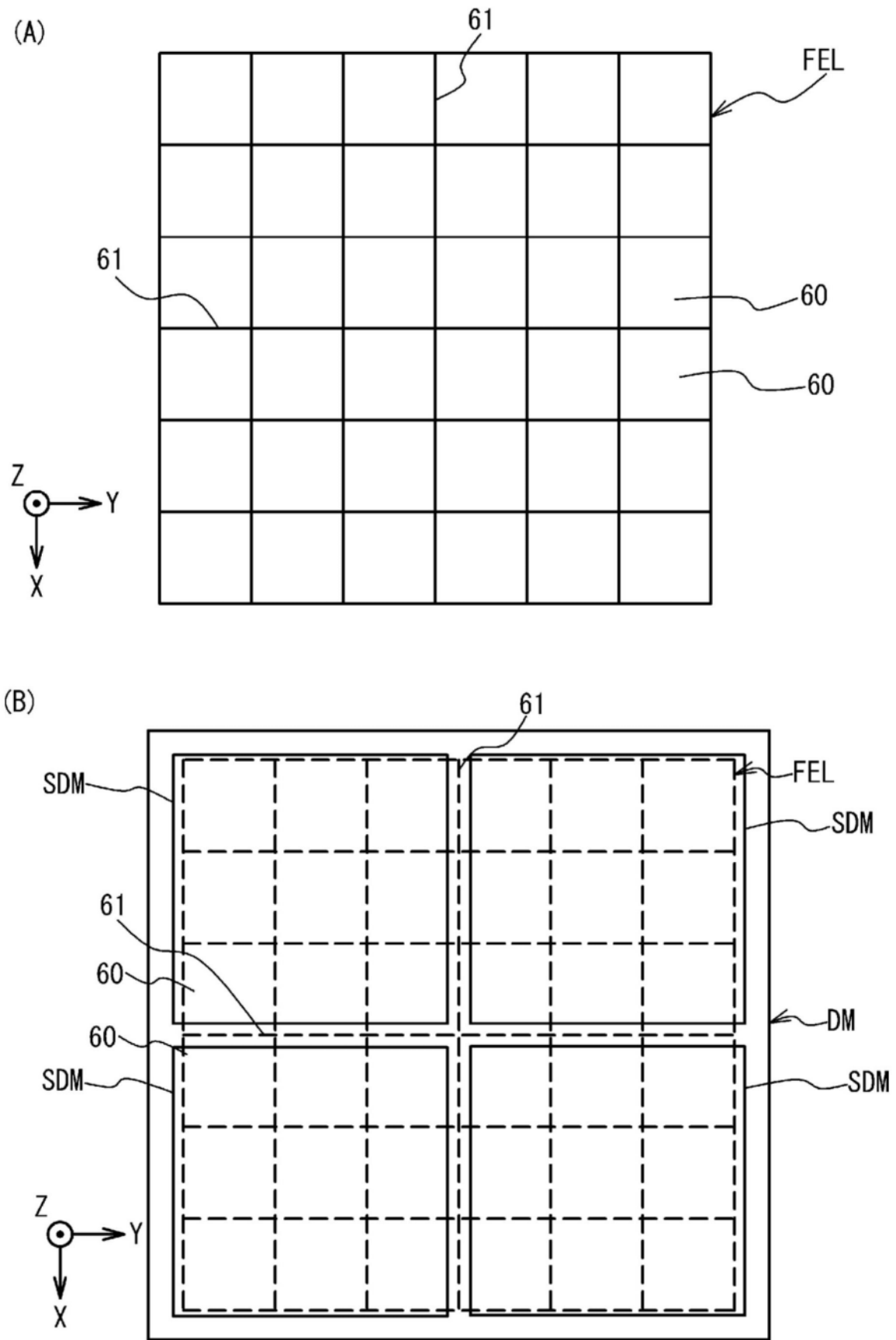


图5

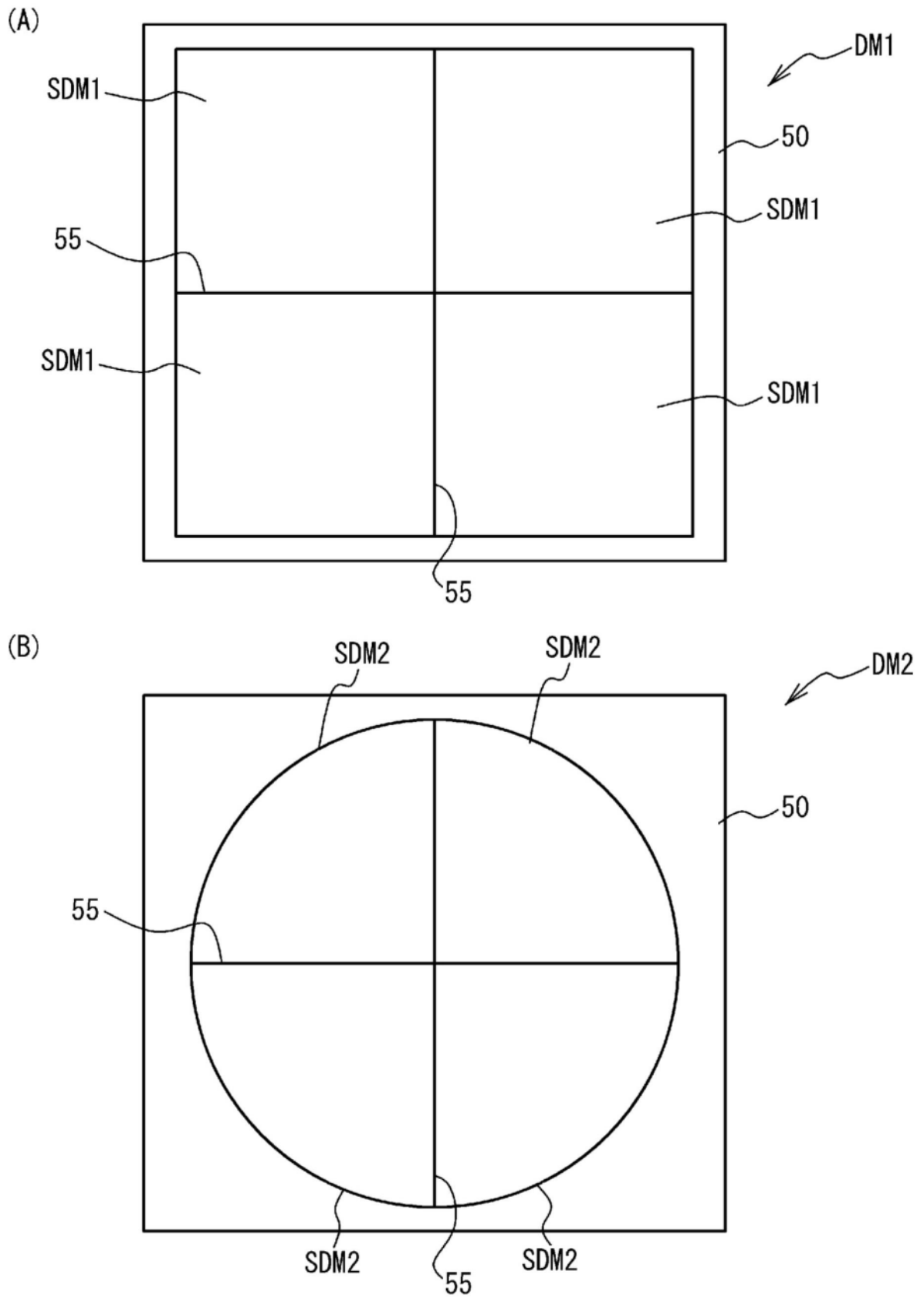


图6

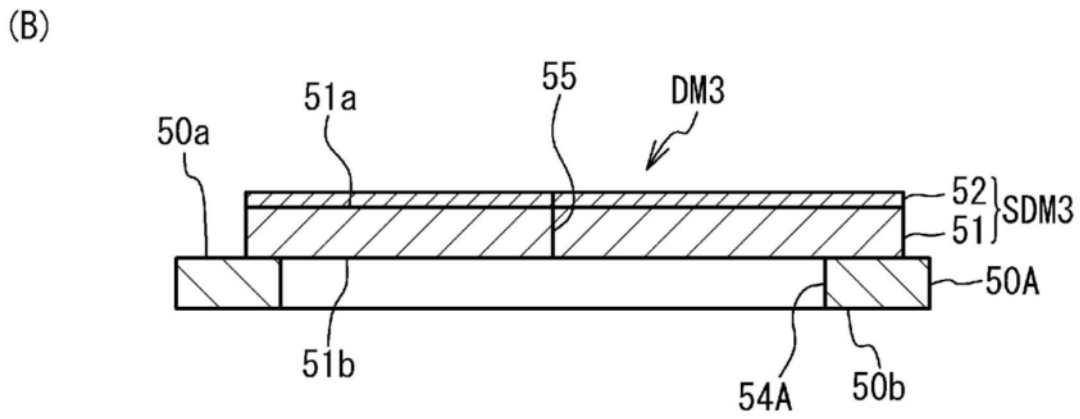
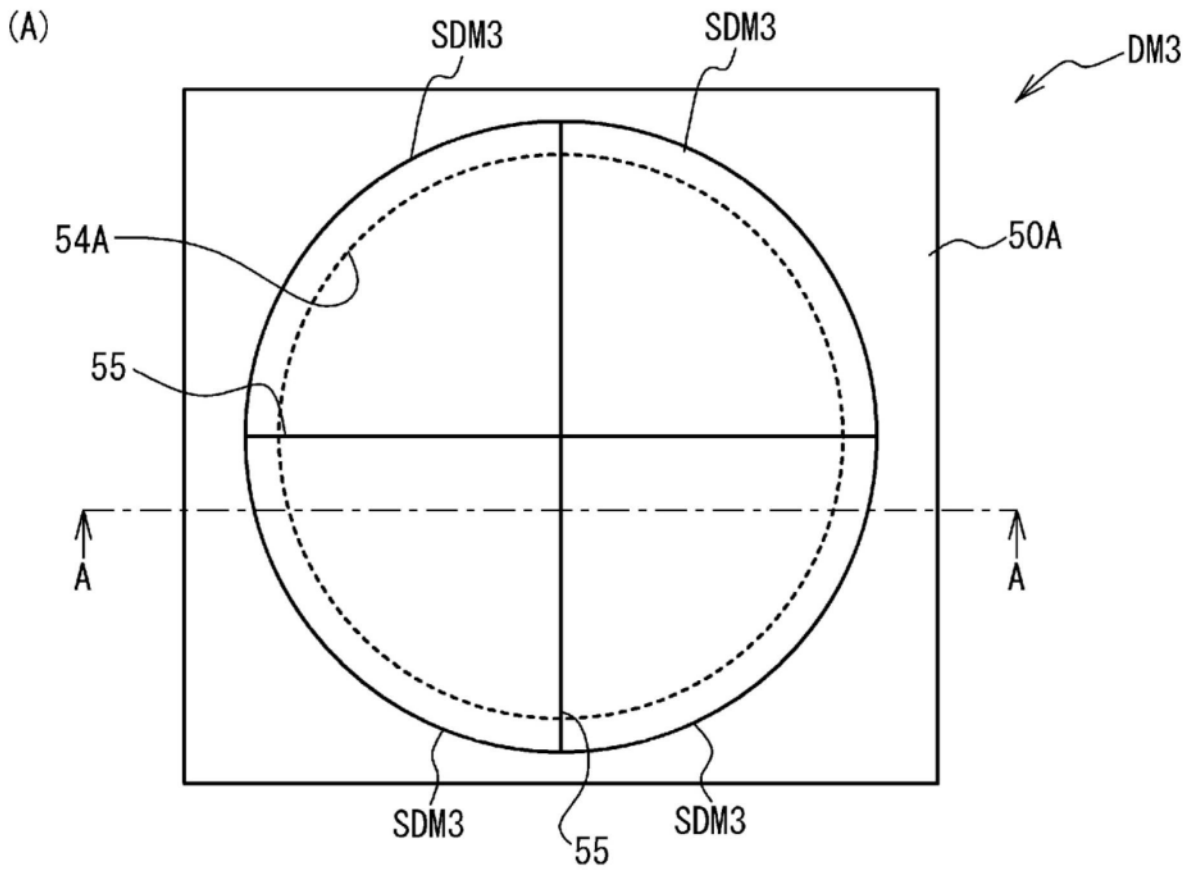


图7

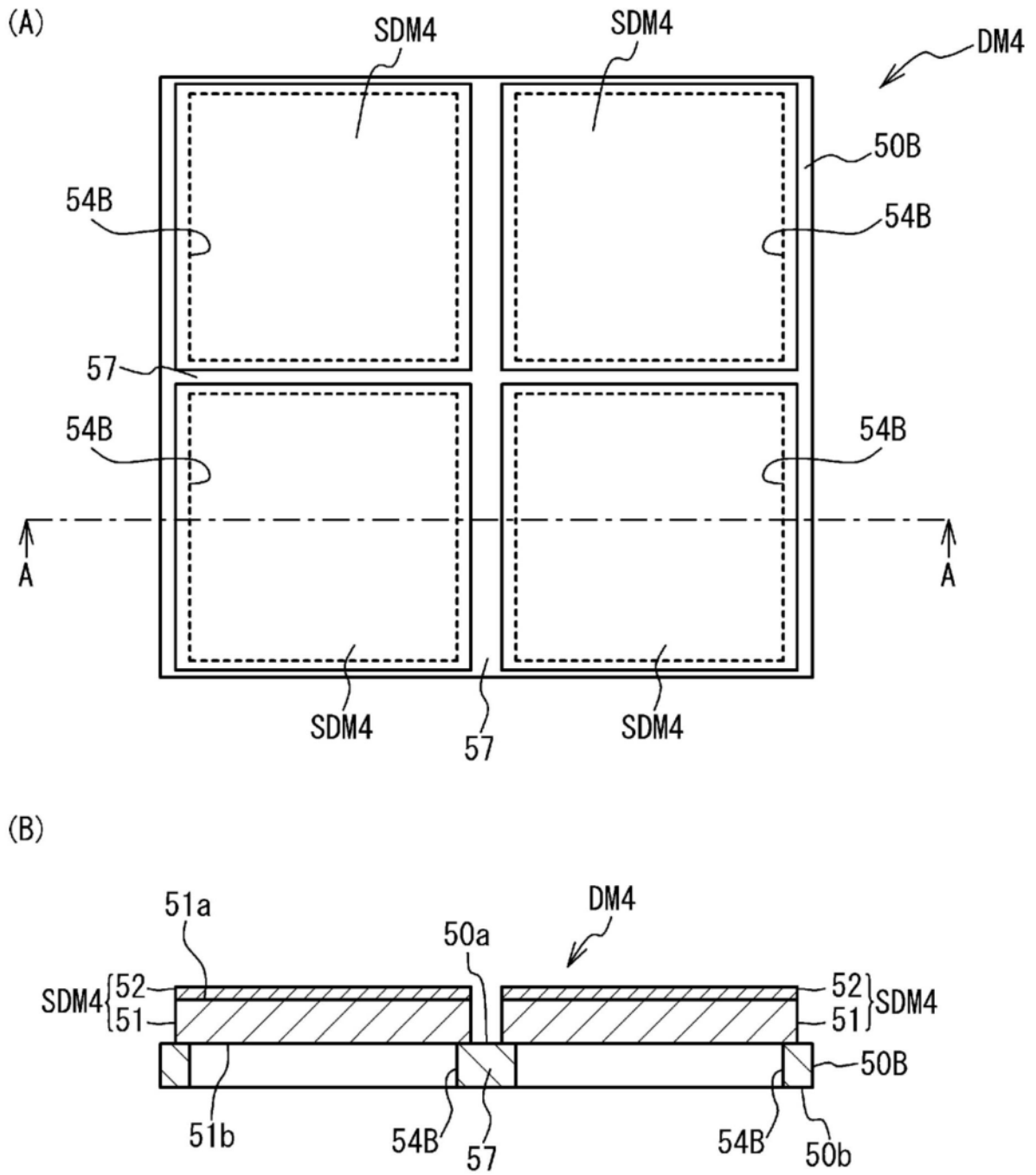


图8

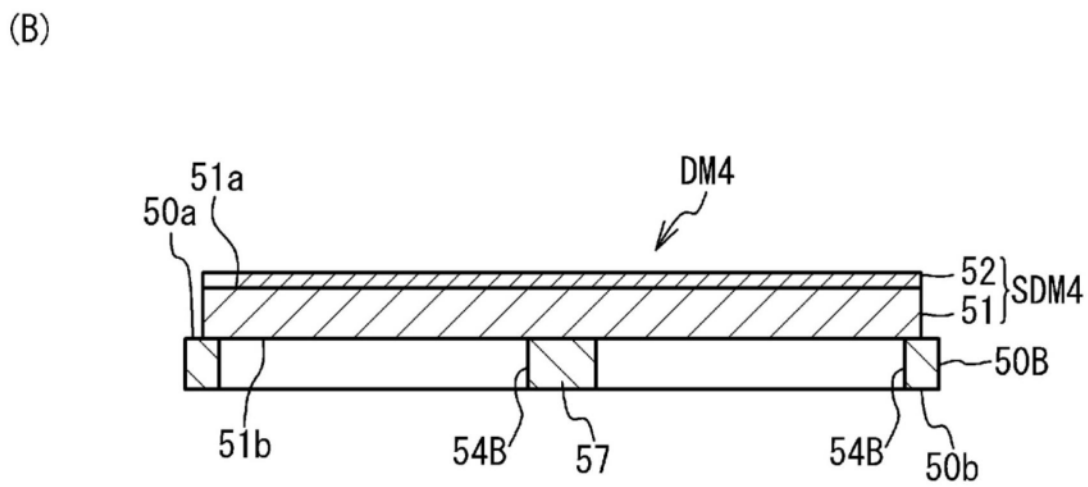
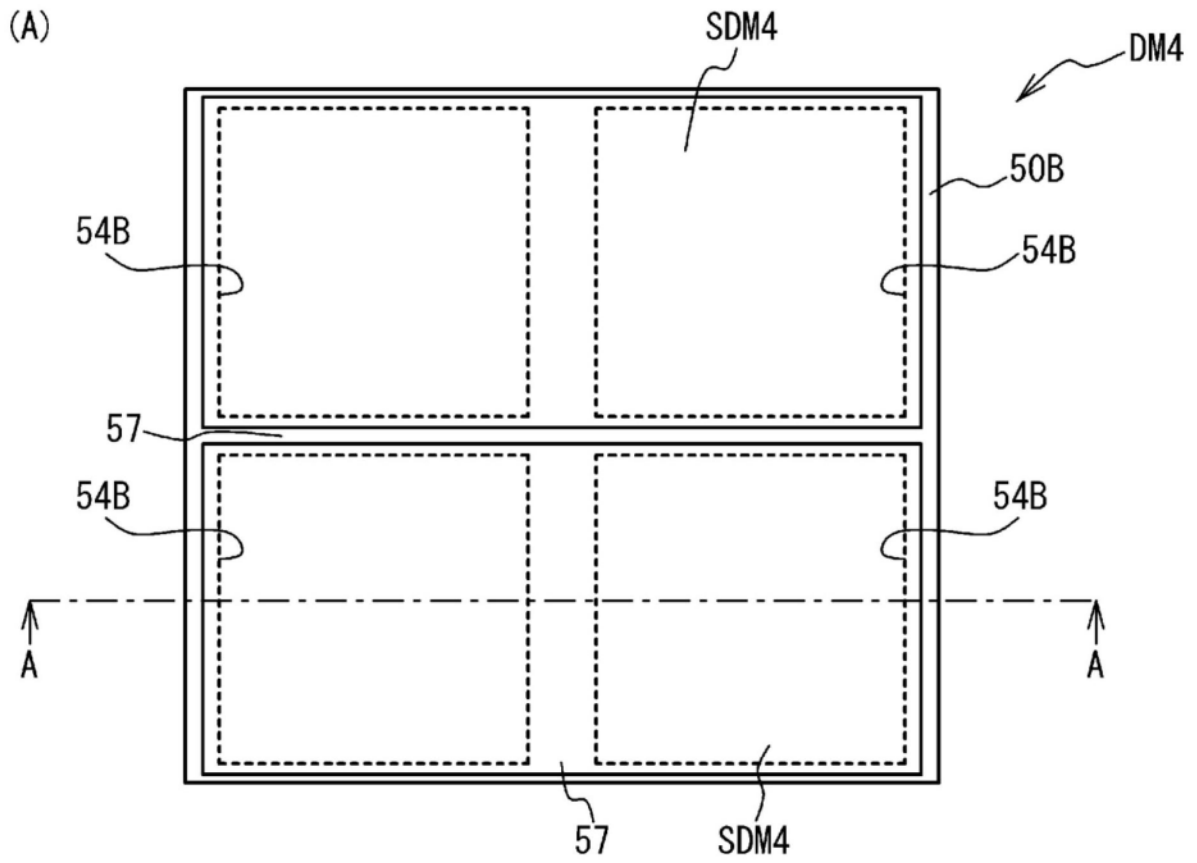
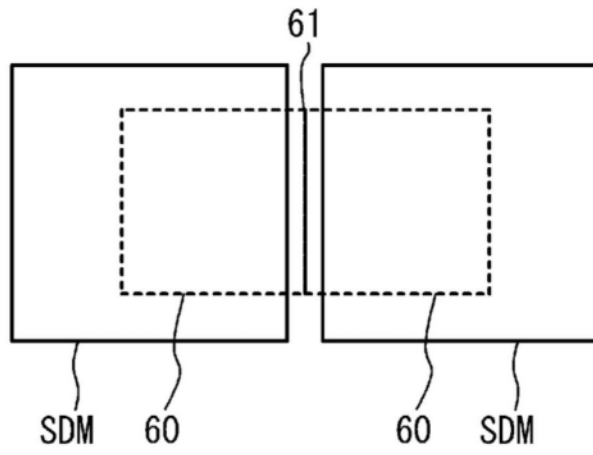


图9

(A)



(B)

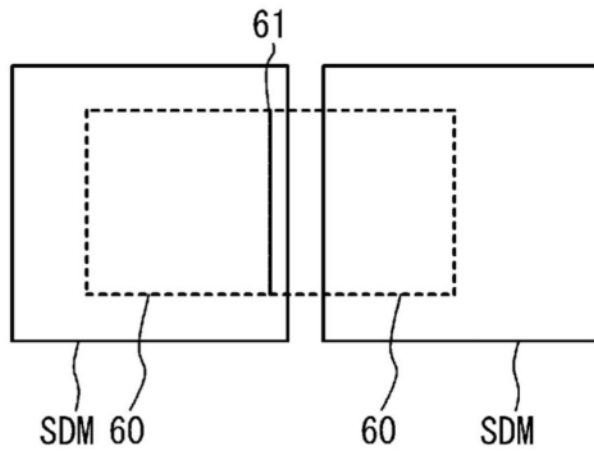


图10

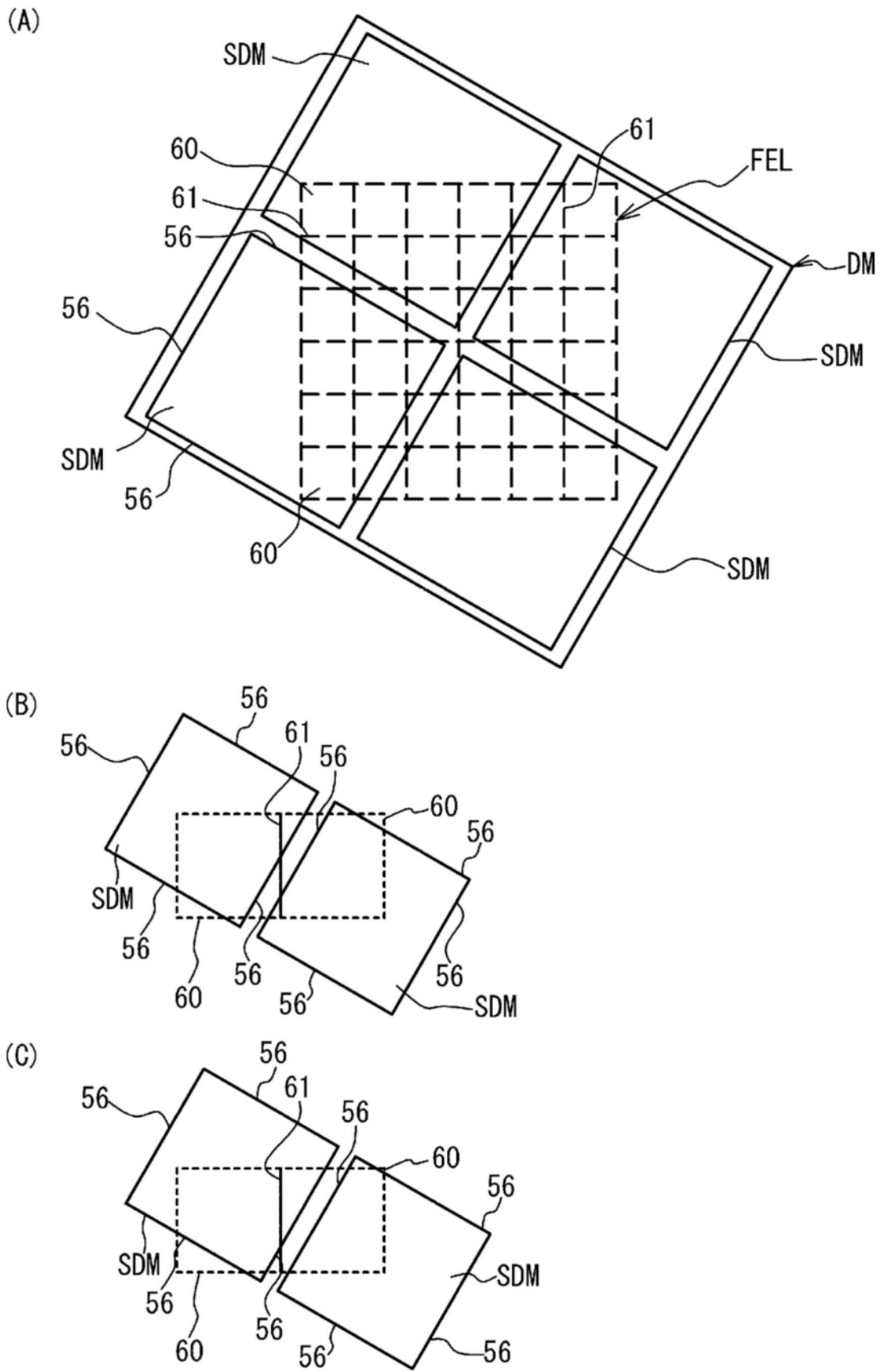


图11

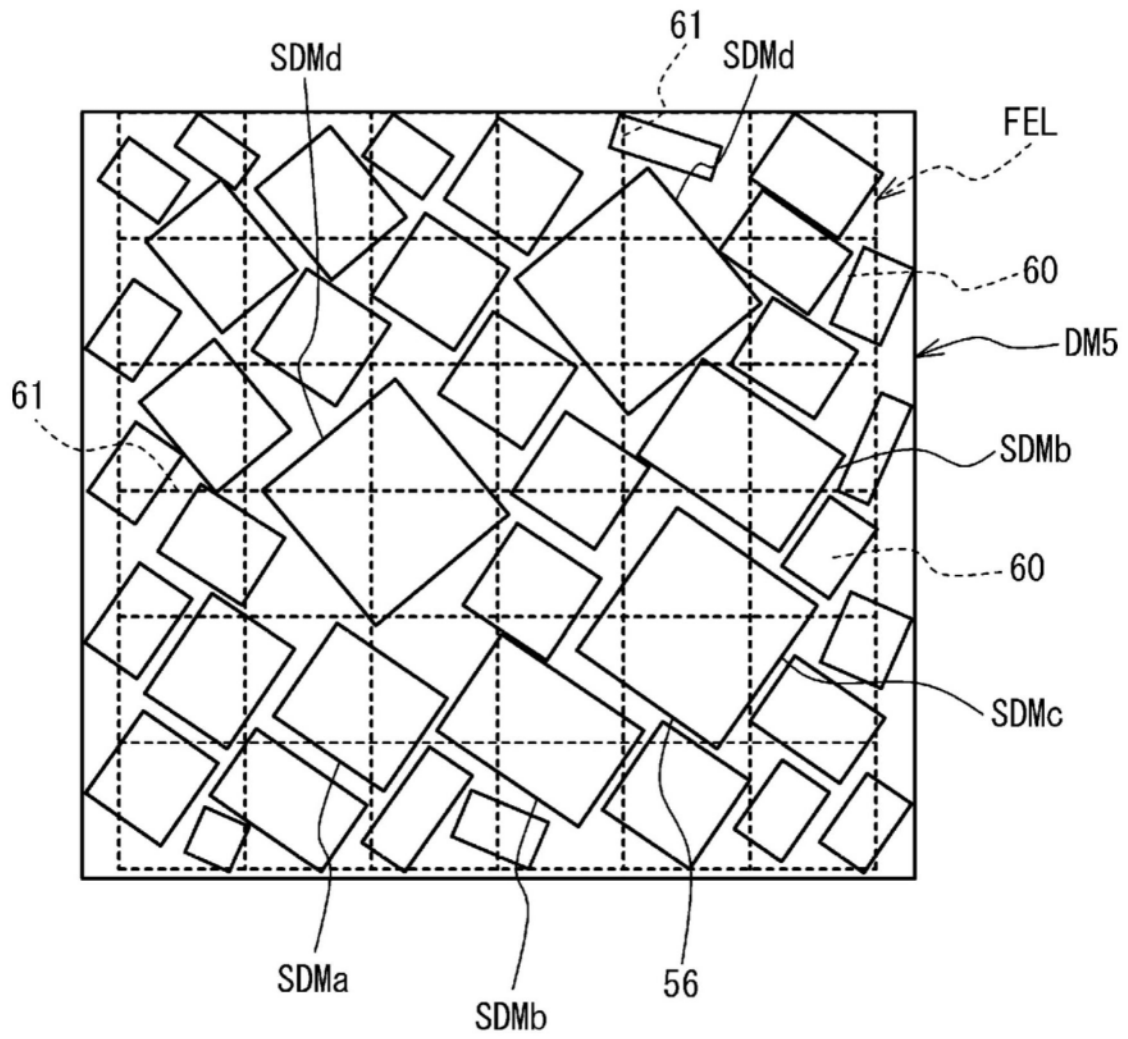


图12