



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118871862 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 29

(21) 申请号 202380019504.5

(22) 申请日 2023.02.15

(30) 优先权数据

2022-022940 2022.02.17 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/005314 2023.02.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/157888 JA 2023.08.24

(71) 申请人 株式会社尼康

地址 日本东京都

(72) 发明人 渡边阳司

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 陈伟 闫剑平

(51) Int.Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

G03F 9/00 (2006.01)

H01L 21/30 (2006.01)

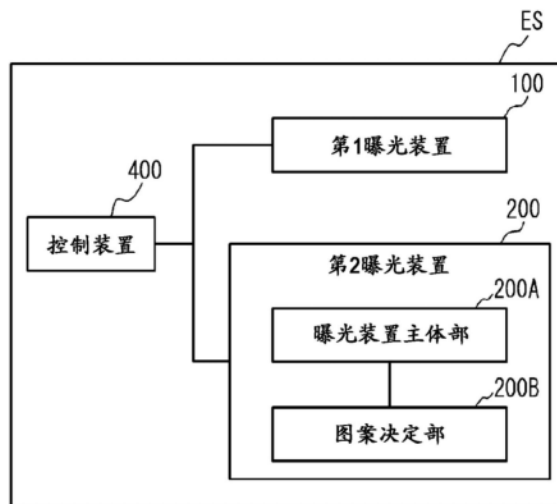
权利要求书3页 说明书14页 附图19页

(54) 发明名称

曝光方法、器件制造方法、曝光装置、以及曝光系统

(57) 摘要

曝光方法包括：利用使用掩膜的曝光装置，以经由了第1掩膜的曝光光在基板上的多个图案形成区域各自的第1区域形成第1曝光图案，在所述图案形成区域的每一个中，以经由了第2掩膜的曝光光在与所述第1区域分离的第2区域形成第2曝光图案；以及使用利用基于来自曝光图案决定部的输出对曝光光进行调制的空间光调制器的曝光装置，在所述图案形成区域的每一个中，以经由了所述空间光调制器的曝光光在所述第1区域与所述第2区域之间形成基于所述第1曝光图案以及所述第2曝光图案的位置决定的曝光图案。



1. 一种曝光方法,其包括:

利用使用掩膜的曝光装置,以经由了第1掩膜的曝光光在基板上的多个图案形成区域各自的第1区域形成第1曝光图案,在所述图案形成区域的每一个中,以经由了第2掩膜的曝光光在与所述第1区域分离的第2区域形成第2曝光图案;以及

使用利用基于来自曝光图案决定部的输出对曝光光进行调制的空间光调制器的曝光装置,在所述图案形成区域的每一个中,以经由了所述空间光调制器的曝光光在所述第1区域与所述第2区域之间形成基于所述第1曝光图案以及所述第2曝光图案的位置决定的曝光图案。

2. 根据权利要求1所述的曝光方法,其中,

包括基于所述第1曝光图案以及所述第2曝光图案的位置,变更以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成的所述曝光图案。

3. 根据权利要求2所述的曝光方法,其中,

还包括计测所述第1曝光图案的位置和所述第2曝光图案的位置,

变更以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成的所述曝光图案包括:

基于所述第1曝光图案的所述位置以及所述第2曝光图案的所述位置的计测结果,变更以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成的所述曝光图案。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的曝光方法,其中,

所述多个图案形成区域分别包括第1图案形成区域和第2图案形成区域,

使在所述第1图案形成区域内的所述第1区域与所述第2区域之间形成的所述曝光图案、与在所述第2图案形成区域内的所述第1区域与所述第2区域之间形成的所述曝光图案不同。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的曝光方法,其中,

还包括利用使用掩膜的曝光装置以经由了第3掩膜的曝光光在所述基板上的所述多个图案形成区域的每一个中在与所述第1区域以及所述第2区域不同的第3区域形成第3曝光图案,

所述第1区域以及所述第2区域在沿着所述基板的表面的第1方向上相邻,

所述第3区域在与所述第1方向交叉的第2方向上与所述第1区域相邻,

以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成所述曝光图案包括:

在所述第1方向上相邻的所述第1区域与所述第2区域之间以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成所述曝光图案;以及

在所述第2方向上相邻的所述第1区域与所述第3区域之间以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成所述曝光图案。

6. 根据权利要求5所述的曝光方法,其中,

在所述第1方向上相邻的所述第1区域与所述第2区域之间以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成所述曝光图案之后,使所述基板的朝向绕与所述表面交叉的轴变更,在所述第2方向上相邻的所述第1区域与所述第3区域之间以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成所述曝光图案。

7. 根据权利要求5或者6所述的曝光方法,其中,

在所述第1方向上相邻的所述第1区域与所述第2区域之间形成了以经由了所述空间光

调制器的所述曝光光形成的所述曝光图案之后,使所述空间光调制器的朝向绕与所述空间光调制器的光调制面交叉的轴变更,在所述第2方向上相邻的所述第1区域与所述第3区域之间以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成所述曝光图案。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的曝光方法,其中,

以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成的所述曝光图案包括与在所述第1区域曝光的所述第1曝光图案连接的图案。

9. 根据权利要求1~8中任一项所述的曝光方法,其中,

所述第1曝光图案以及所述第2曝光图案、和以经由了所述空间光调制器的所述曝光光形成的所述曝光图案包括布线图案,

所述布线图案的宽度为200nm以下。

10. 根据权利要求1~9中任一项所述的曝光方法,其中,

所述第1曝光图案通过将在所述第1掩膜形成的图案的像曝光至所述第1区域来形成,所述第2曝光图案通过将在与所述第1掩膜不同的所述第2掩膜形成的图案的像曝光至所述第2区域来形成。

11. 一种曝光方法,其包括:

在基板上的图案形成区域内的第1区域形成第1曝光图案;

在所述图案形成区域内,在与所述第1区域分离的第2区域形成第2曝光图案;以及

基于所述第1曝光图案的位置以及所述第2曝光图案的位置的计测结果,在所述第1区域与所述第2区域之间的第3区域形成曝光图案。

12. 根据权利要求11所述的曝光方法,其中,

在所述第3区域形成的所述曝光图案包括与在所述第1区域形成的所述第1曝光图案连接的图案、和与在所述第2区域形成的所述第2曝光图案连接的图案。

13. 根据权利要求11或者12所述的曝光方法,其中,

在所述第3区域形成所述曝光图案是使用利用基于来自曝光图案决定部的输出对曝光光进行调制的空间光调制器的曝光装置来进行的。

14. 根据权利要求13所述的曝光方法,其中,

还包括:

基于所述第1曝光图案的所述位置以及所述第2曝光图案的所述位置的所述计测结果,变更在所述第3区域形成的所述曝光图案。

15. 一种器件制造方法,其包括:

将使用权利要求11~14中任一项所述的曝光方法形成的所述第1曝光图案以及所述第2曝光图案作为掩膜,加工所述基板的表面;以及

使用权利要求11~14中任一项所述的曝光方法将在所述第3区域形成的所述曝光图案作为掩膜,加工所述基板的所述表面。

16. 一种曝光装置,其具备:

基板载台,其载置基板,所述基板在图案形成区域内的第1区域形成有第1曝光图案、且在所述图案形成区域内的与所述第1区域分离的第2区域形成有第2曝光图案;

曝光图案决定部,其基于所述第1曝光图案的位置以及所述第2曝光图案的位置的计测结果决定曝光图案;

空间光调制器,其基于来自所述曝光图案决定部的输出,对入射的光进行调制并射出;  
照明光学系统,其向所述空间光调制器照射照明光;以及  
投影光学系统,其向所述第1区域与所述第2区域之间投影所述空间光调制器的光调制面的像。

17.一种曝光装置,其具备:

基板载台,其载置在彼此分离的多个区域形成有布线图案的基板;  
曝光图案决定部,其基于所述布线图案的位置的计测结果决定曝光图案;  
空间光调制器,其基于来自所述曝光图案决定部的输出,对入射的光进行调制并射出;  
照明光学系统,其向所述空间光调制器照射照明光;以及  
投影光学系统,其向所述多个区域中相邻的区域之间投影所述空间光调制器的光调制面的像。

18.一种曝光系统,其具备:

第1曝光装置,其以经由了多个掩膜的每一个的曝光光在基板上的图案形成区域内的彼此分离的多个区域分别形成曝光图案;以及

第2曝光装置,其具备基于来自曝光图案决定部的输出对曝光光进行调制的空间光调制器,以经由了所述空间光调制器的曝光光在所述多个区域中的相邻的区域之间形成曝光图案。

## 曝光方法、器件制造方法、曝光装置、以及曝光系统

### 技术领域

[0001] 涉及曝光方法、器件制造方法、曝光装置、以及曝光系统。

### 背景技术

[0002] 在先进封装技术中,有时为了将多芯片排列配置在面内而使用了大面积中介层。

[0003] 中介层为仅精心制造布线的芯片,利用半导体制造工序来制造。然而,在半导体制造工序中决定了在曝光所使用的光掩膜中曝光尺寸,因此,为了制造大面积的中介层,使用了对在基板上将多个图案拼接得到的大的图案进行曝光的拼接曝光技术(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:美国专利申请公开第2017/0023732号说明书

### 发明内容

[0007] 根据第一公开方面,提供一种曝光方法,其包括:利用使用掩膜的曝光装置,以经由了第1掩膜的曝光光在基板上的多个图案形成区域各自的第1区域形成第1曝光图案,在所述图案形成区域的每一个中,以经由了第2掩膜的曝光光在与所述第1区域分离的第2区域形成第2曝光图案;以及使用利用基于来自曝光图案决定部的输出对曝光光进行调制的空间光调制器的曝光装置,在所述图案形成区域的每一个中,以经由了所述空间光调制器的曝光光在所述第1区域与所述第2区域之间形成基于所述第1曝光图案以及所述第2曝光图案的位置决定的曝光图案。

[0008] 根据第二公开方面,提供一种曝光方法,其包括:在基板上的图案形成区域内的第1区域形成第1曝光图案;在所述图案形成区域内,在与所述第1区域分离的第2区域形成第2曝光图案;以及基于所述第1曝光图案的位置以及所述第2曝光图案的位置的计测结果,在所述第1区域与所述第2区域之间的第3区域形成曝光图案。

[0009] 根据第三公开方面,提供一种曝光方法,其包括:将使用上述曝光方法形成的所述第1曝光图案以及所述第2曝光图案作为掩膜来加工所述基板的表面;以及使用上述曝光方法将在所述第3区域形成的所述曝光图案作为掩膜来加工所述基板的所述表面。

[0010] 根据第四公开方面,提供一种曝光装置,其具备:基板载台,其载置基板,所述基板在图案形成区域内的第1区域形成有第1曝光图案、且在所述图案形成区域内的与所述第1区域分离的第2区域形成有第2曝光图案;曝光图案决定部,其基于所述第1曝光图案的位置以及所述第2曝光图案的位置的计测结果决定曝光图案;空间光调制器,其基于来自所述曝光图案决定部的输出,对入射的光进行调制并射出;照明光学系统,其向所述空间光调制器照射照明光;以及投影光学系统,其向所述第1区域与所述第2区域之间投影所述空间光调制器的光调制面的像。

[0011] 根据第五公开方面,提供一种曝光装置,其具备:基板载台,其载置在彼此分离的

多个区域形成有布线图案的基板;曝光图案决定部,其基于所述布线图案的位置的计测结果决定曝光图案;空间光调制器,其基于来自所述曝光图案决定部的输出,对入射的光进行调制并射出;照明光学系统,其向所述空间光调制器照射照明光;以及投影光学系统,其向所述多个区域中的相邻的区域之间投影所述空间光调制器的光调制面的像。

[0012] 根据第六公开方面,提供一种曝光系统,其具备:第1曝光装置,其在基板上的图案形成区域内的彼此分离的多个区域以经由了多个掩膜的每一个的曝光光分别形成曝光图案;以及第2曝光装置,其具有基于来自曝光图案决定部的输出对曝光光进行调制的空间光调制器,以经由了所述空间光调制器的曝光光在所述多个区域中的相邻的区域之间形成曝光图案。

[0013] 此外,也可以适当改良后述的实施方式的构成,另外,也可以使至少一部分替换成其他构成物。而且,针对其配置没有特别限定的构成要件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

[0014] 图1是示出实施方式的曝光系统的构成的框图。

[0015] 图2是示出第1曝光装置的概略构成的图。

[0016] 图3是示出第2曝光装置的曝光装置主体部的概略构成的图。

[0017] 图4是示出空间光调制器的一例的图。

[0018] 图5是示出第2曝光装置的图案决定部的功能框图。

[0019] 图6是示出中介层制造方法的一例的流程图(其1)。

[0020] 图7是示出中介层制造方法的一例的流程图(其2)。

[0021] 图8的(A)是示出具有线条和空间(L/S)图案的中介层的一例的图,图8的(B)是晶圆的剖视图,图8的(C)是示出晶圆上的多个图案形成区域的图。

[0022] 图9的(A)是用于说明晶圆内的第1区域的图,图9的(B)是示出第1图案的一例的图,图9的(C)是示出在图案形成区域内形成有第1曝光图案的状态的图。

[0023] 图10的(A)是用于说明晶圆内的第2区域的图,图10的(B)是示出第2图案的一例的图,图10的(C)是示出在图案形成区域内形成有第2曝光图案的状态的图。

[0024] 图11的(A)是用于说明晶圆内的第3区域的图,图11的(B)是示出第3图案的一例的图,图11的(C)是示出在图案形成区域内形成有第3曝光图案的状态的图。

[0025] 图12的(A)是用于说明晶圆内的第4区域的图,图12的(B)是示出第4图案的一例的图,图12的(C)是示出在图案形成区域内形成有第4曝光图案的状态的图。

[0026] 图13是示出图案化的绝缘层的一例的图。

[0027] 图14的(A)是示出用于说明第1连接区域以及第2连接区域的图,图14的(B)是示出布线图案的错位的一例的图。

[0028] 图15的(A)是示出连接图案的一例的图,图15的(B)是示出设计值图案的一例的图,图15的(C)是示出连接图案的另一例的图。

[0029] 图16的(A)是用于说明第2曝光装置向第1连接区域曝光的图,图16的(B)是用于说明第2曝光装置向第2连接区域曝光的图。

[0030] 图17是示出在晶圆上形成的中介层的L/S图案的图。

[0031] 图18是说明在第1层之上重叠第2层并进行曝光的情况的图。

[0032] 图19的(A)是示出光罩的一例的图,图19的(B)是示出使光罩旋转而形成的曝光图案的例子的图,图19的(C)是示出光罩的另一例的图。

### 具体实施方式

[0033] 在拼接曝光技术中,例如使用两个掩膜在基板上将两个图案拼接曝光,但若图案彼此的拼接精度(以后记载为拼接精度)降低,则担心线宽精度降低。另外,也担心产生布线彼此的连接不良或短路的情况。期望确保高拼接精度,并且达成高吞吐量。

[0034] 以下,基于图1~图17说明本实施方式的曝光系统。

[0035] 图1是示出本实施方式的曝光系统ES的构成的框图。如图1所示,曝光系统ES具备第1曝光装置100、第2曝光装置200、控制装置400。

[0036] 以下,以第1曝光装置100以及第2曝光装置200的被处理对象是晶圆W0的情况为例进行说明。控制装置400整体上控制曝光系统ES的动作。

[0037] (第1曝光装置100)

[0038] 第1曝光装置100为使用光罩(光掩膜)的曝光装置。第1曝光装置100将在光罩形成的图案曝光至晶圆W0的感光层。

[0039] 图2是示出第1曝光装置100的概略构成的图。如图2所示,第1曝光装置100具备照明系统110、光罩载台装置120、投影光学系统130、晶圆载台装置140、对准检测系统150、以及第1曝光控制部160。在第1曝光装置100的说明中,在水平面内,将彼此正交的两个方向设为X1方向、Y1方向,将铅垂方向设为Z1方向。另外,将绕X1轴、Y1轴、以及Z1轴旋转(倾斜)的方向分别设为 $\theta_{x1}$ 方向、 $\theta_{y1}$ 方向、以及 $\theta_{z1}$ 方向。

[0040] 照明系统110具备光源、以及经由送光光学系统与该光源连接的照明光学系统(均未图示)。作为一例,光源为ArF准分子激光光源(波长193nm)。照明光学系统以几乎均匀的照度将来自光源的照明光照射至在光罩载台装置120的光罩载台121保持的光罩R上的照明区域IAR。照明区域IAR为在X1方向上细长地延伸的狭缝状的区域。

[0041] 光罩载台装置120具有光罩载台121、以及光罩激光干涉仪122。

[0042] 光罩载台121经由设于光罩载台121的保持架来保持光罩R。光罩载台121能够利用未图示的光罩载台驱动系统在X1方向以及Z1方向上微小驱动,且能够在扫描方向(Y1方向)上在规定行程范围内驱动。

[0043] 光罩激光干涉仪122通过向分别设于光罩载台121的X1方向以及Y1方向的端面的移动镜(在图2中仅图示设于Y1方向的端面的移动镜MR1)照射长度测量光束,例如以0.25nm左右的分辨率始终检测光罩载台121的X1方向、Y1方向、以及 $\theta_{z1}$ 方向的位置。

[0044] 投影光学系统130将形成于光罩R的图案以规定的投影倍率(作为一例,1/4倍、1/5倍、1/8倍等)缩小投影至配置在晶圆载台141(后述)的晶圆W0。投影光学系统具有镜筒130s、以及在镜筒130s的内部以规定的位置关系配置的多个光学元件(未图示)。

[0045] 晶圆载台装置140具有晶圆载台141、以及激光干涉仪142。晶圆载台141经由设于上表面中央的晶圆保持架(未图示)保持晶圆W0。晶圆载台141利用载台驱动系统143而在X1方向以及Y1方向上以规定行程驱动,并且在Z1方向、 $\theta_{x1}$ 方向、 $\theta_{y1}$ 方向、以及 $\theta_{z1}$ 方向上微小驱动。

[0046] 激光干涉仪142通过向分别设于晶圆载台141的X1方向以及Y1方向的端面的移动镜(在图2中,仅图示设于Y1方向的端面的移动镜MR2)照射长度测量光束,例如以0.25nm左右的分辨率始终检测晶圆载台141的X1方向、Y1方向、 $\theta_{z1}$ 方向、 $\theta_{x1}$ 方向、 $\theta_{y1}$ 方向的位置信息。

[0047] 对准检测系统150设于投影光学系统130的镜筒130s的侧面。对准检测系统150检测形成于晶圆的对准标记等。作为对准检测系统150,能够使用作为图像处理方式的成像式对准传感器的一种的FIA(Field Image Alignment:场像对准)系统。可以取代图像处理方式的对准系统、或者在此基础上使用衍射光干涉型的对准系统。

[0048] 第1曝光控制部160综合控制照明系统110、光罩载台装置120、投影光学系统130、晶圆载台装置140,将在光罩载台装置120保持的光罩R形成的图案的像经由投影光学系统130曝光至保持于晶圆载台141的晶圆W0上。本实施方式的第1曝光控制部160对各部分进行控制,以步进扫描方式进行曝光。

[0049] 作为具有上述构成的第1曝光装置100,可以使用在美国专利第10684562号说明书中公开的曝光装置。

[0050] (第2曝光装置200)

[0051] 第2曝光装置200为使用根据基于后述第2曝光控制部260的控制对曝光光进行调制的空间光调制器(SLM:Spatial Light Modulator)的曝光装置。第2曝光装置200具备曝光装置主体部200A、和图案决定部200B。

[0052] 图3是示出曝光装置主体部200A的概略构成的图。如图3所示,曝光装置主体部200A具备照明系统210、图案生成装置220、投影光学系统230、载台装置240、对准检测系统250、以及第2曝光控制部260。在曝光装置主体部200A的说明中,在水平面内,将彼此正交的两个方向设为X2方向、Y2方向,将铅垂方向设为Z2方向。另外,将绕X2轴、Y2轴、以及Z2轴旋转(倾斜)的方向分别设为 $\theta_{x2}$ 方向、 $\theta_{y2}$ 方向、以及 $\theta_{z2}$ 方向。

[0053] 照明系统210具备光源单元(未图示)、照明光学系统211、反射镜212。光源系统作为一例,包含固体激光光源(DFB半导体激光、光纤激光等)。照明光学系统211包括用于变更照明条件的成形光学系统、光学积分器、视场光圈、中继镜系统(均未图示)。

[0054] 图案生成装置220根据第2曝光控制部260的控制而生成向在载台装置240的载台241(后述)载置的晶圆W0的感光层投影的图案。图案生成装置220具备空间光调制器221以及驱动部222。

[0055] 图4是示出空间光调制器221的一例的图。如图4所示,空间光调制器221具有在X2-Y2平面内配置成矩阵状(二维状、阵列状)的多个微型镜机构M。微型镜机构M的每一个具有微型镜M1、以及设于与微型镜M1的反射面相反一侧的驱动机构M2。驱动机构M2使微型镜M1沿着在Z2方向上延伸的轴移动,也就是说,使微型镜M1上下移动。

[0056] 驱动部222根据来自第2曝光控制部260的控制信号驱动多个微型镜机构M的各个驱动机构M2,将微型镜M1在打开状态(打开位置)与关闭状态(关闭位置)之间切换。

[0057] 在此,各微型镜M1的尺寸为利用投影光学系统230无法分辨的程度的小尺寸,因此,在能够利用投影光学系统230进行分辨的大小的区域中微型镜M1全部为打开状态或全部为关闭状态的情况下,来自入射至该区域的照明系统210的照明光IL的0级衍射光IL0入射至投影光学系统230。例如在能够利用投影光学系统230分辨的大小的区域中可以设有2

×2的微型镜M1。另一方面,在来自照明系统210的照明光IL入射至交替设有处于打开状态的微型镜M1与处于关闭状态的微型镜M1的区域的情况下,在该区域中照明光IL被衍射,照明光IL的0级衍射光IL0几乎消失,照明光IL的±1级以上的衍射光IL1到达与投影光学系统230偏离的非曝光光路。图案生成装置220通过将多个微型镜M1的每一个设定为打开状态以及关闭状态的某一方,对照明光IL赋予图案。此外,在以后的说明中,有时将排列有被设定为打开状态以及关闭状态的某一方的多个微型镜M1的面称为空间光调制器221的光调制面。典型地,光调制面与X2-Y2平面大致平行。

[0058] 此外,空间光调制器221不限于上述活塞型,例如,也可以为磁光学空间光调制器(MOSLM:Magneto Optic Spatial Light Modulator)或DMD(数字镜器件)等。另外,将空间光调制器221作为反射照明光IL的反射型进行了说明,但空间光调制器221可以为透射照明光IL的透射型,也可以为将照明光IL衍射的衍射型。空间光调制器221只要在空间上且时间上调制照明光IL即可。

[0059] 投影光学系统230将空间光调制器221的光调制面的像以投影倍率 $\beta$ (作为一例, $\beta=1/200、1/400、1/500$ 等)缩小投影至配置于载台241的晶圆W0。即,利用经由了图案生成装置220的能量束在晶圆W0形成曝光图案。投影光学系统具有镜筒230s、以及以规定的位置关系配置在镜筒230s的内部的多个光学元件(未图示)。

[0060] 载台装置240具备载台(基板载台)241、激光干涉仪242、载台驱动部243。

[0061] 载台241经由设于上表面中央的晶圆保持架(未图示)保持晶圆W0。载台241能够利用载台驱动部243在X2方向、Y2方向以及Z2方向上移动,且能够绕沿着Z2方向的轴旋转。

[0062] 激光干涉仪242通过向分别设于载台241的X2方向以及Y2方向的端面的反射面照射长度测量光束,例如以0.5~1nm左右的分辨率始终检测载台241的X2方向、Y2方向、 $\theta z2$ 方向的位置。

[0063] 载台驱动部243根据来自第2曝光控制部260的控制信号驱动载台241。

[0064] 对准检测系统250配置于投影光学系统230的侧面。在本实施方式中,成像式对准传感器被用作对准检测系统250。例如在美国专利第5,637,129号说明书中公开了对准检测系统250的详细构成。

[0065] 对准检测系统250检测形成在晶圆W0上的直线或位置检测用标记。基于对准检测系统250的直线或位置检测用标记的检测结果被输出至第2曝光控制部260。

[0066] 另外,对准检测系统250检测形成在晶圆W0上的布线图案所包含的对准标记。在此,布线图案基于利用第1曝光装置100形成在晶圆W0上的曝光图案来形成。因此,对准检测系统250也可以说检测了利用第1曝光装置100形成在晶圆W0上的曝光图案所包含的对准标记。基于对准检测系统250的对准标记的检测结果被输出至图案决定部200B。

[0067] 图案决定部200B基于由对准检测系统250对晶圆W0上的对准标记检测的检测结果(布线图案(曝光图案)的位置),决定在晶圆W0的感光层曝光的图案。图案决定部200B将决定的曝光图案输出至第2曝光控制部260。

[0068] 图5是图案决定部200B的功能框图。图案决定部200B例如为个人电脑(PC),具备存储部310、决定部320、以及接收部330。

[0069] 存储部310存储用于决定晶圆W0的感光层曝光的图案的各种数据。决定部320基于在存储部310存储的数据、以及基于对准检测系统250的晶圆W0上的对准标记的检测结果,

决定在晶圆W0的感光层曝光的图案。接收部330接收来自第2曝光装置200的对准检测系统250的输出,并发送至决定部320。

[0070] 在后面说明由图案决定部200B的决定部320执行的处理的详细内容。

[0071] 此外,图案决定部200B可以不为第2曝光装置200的一部分,而与第2曝光装置200分体。即,第2曝光装置200也可以不具备图案决定部200B。在该情况下,只要向第2曝光装置200外的服务器发送对准检测系统250检测出的对准标记的检测结果,由该服务器决定图案、并将决定的图案发送至第2曝光装置200(具体来说,第2曝光控制部260)即可。

[0072] 返回至图3,第2曝光控制部260以将由图案决定部200B决定的曝光图案形成在晶圆W0上的方式来控制照明系统210、图案生成装置220、载台装置240等的动作,将空间光调制器221的光调制面的像经由投影光学系统230投影至由载台241保持的晶圆W0上。

[0073] 当利用来自照明系统210的照明光IL照明空间光调制器221时,由空间光调制器221的微型镜M1反射的照明光IL、即,由空间光调制器221赋予了图案的照明光IL入射至投影光学系统230,该图案的缩小像(部分反转图像)形成在由载台241保持的晶圆W0上的投影区域IA。

[0074] 在本实施方式中,第2曝光控制部260以步进扫描方式进行曝光。另外,第2曝光控制部260在扫描曝光过程中使载台241以适当的速度移动,与之同步地使由空间光调制器221生成的图案滚动(即,使空间光调制器221生成的图案的形状变化)。

[0075] 作为具有上述构成的第2曝光装置200,可以使用在美国专利第8089616号、美国专利公开第2020/00257205号、或者国际公开第2005/081034号中公开的曝光装置。

[0076] (中介层制造方法)

[0077] 使用图6以及图7的流程图说明使用上述曝光系统ES制造中介层的中介层制造方法。以下,作为一例,说明制造具有图8的(A)示出的线条和空间(L/S)图案LS的中介层IP的情况。中介层IP的面积比被投影了在第1曝光装置100的光罩R形成的图案的像的投影区域的面积大。

[0078] 在图6示出的方法中,首先,准备作为曝光对象的晶圆(以下记载为晶圆W1)(步骤ST1)。图8的(B)为晶圆W1的剖视图,图8的(C)为晶圆W1的平面图。

[0079] 如图8的(B)所示,例如绝缘层12以及感光层13从下起依次层叠于晶圆W1的表面。晶圆W1例如由硅、玻璃或者有机材料构成。绝缘层12例如为SiO<sub>2</sub>等的绝缘层。感光层13例如为光致抗蚀剂。

[0080] 如图8的(C)所示,在晶圆W1上定义了多个图案形成区域PTR。通过在各图案形成区域PTR形成规定的曝光图案,能够形成具有L/S图案LS的中介层IP。此外,在以下的说明中,在晶圆W1中,将图案形成区域PTR的短边方向设为X方向,将图案形成区域PTR的长边方向设为Y方向,将晶圆W1的法线方向设为Z方向。另外,将绕X轴、Y轴、以及Z轴旋转(倾斜)的方向分别设为 $\theta_x$ 方向、 $\theta_y$ 方向、以及 $\theta_z$ 方向。

[0081] 返回至图6,将晶圆W1搬入至第1曝光装置100(步骤ST2)。搬入至第1曝光装置100的晶圆W1载置于晶圆载台141。此时,以使晶圆W1的X轴与第1曝光装置100的X1轴一致的方式使晶圆W1载置于晶圆载台141。

[0082] 接下来,第1曝光装置100在晶圆W1上的多个图案形成区域PTR各自的第1区域ER1以经由了第一光罩R1的曝光光形成第1曝光图案EPT1(步骤ST3)。

[0083] 图9的(A)是用于说明第1区域ER1的图。如图9的(A)所示,第1区域ER1例如为与中介层IP对应的图案形成区域PTR内的左下的区域。

[0084] 图9的(B)是示出在第一光罩R1形成的第1图案PT1的一例的图。如图9的(B)所示,第1图案PT1包括第一L/S图案LS1、以及对准标记AM1。此外,第1图案PT1也可以包括焊盘等的图案。

[0085] 第1曝光装置100驱动晶圆载台141,将在第一光罩R1形成的第1图案PT1的像依次曝光至多个第1区域ER1。由此,如图9的(C)所示,在图案形成区域PTR的左下的区域(第1区域ER1)形成有第1曝光图案EPT1。

[0086] 返回至图6,当第1曝光图案EPT1的形成结束时,第1曝光装置100在多个图案形成区域PTR的每一个中,在与第1区域ER1分离的第2区域ER2以经由了第二光罩R2的曝光光形成第2曝光图案EPT2(步骤ST5)。

[0087] 图10的(A)是用于说明第2区域ER2的图。如图10的(A)所示,第2区域ER2例如为与中介层IP对应的图案形成区域PTR内的右下的区域。在本实施方式中,第1区域ER1与第2区域ER2在X方向上相邻。在本实施方式中,“相邻”是指彼此分离且邻近。在以后的说明中也同样。

[0088] 图10的(B)是示出形成在第二光罩R2的第2图案PT2的一例的图。如图10的(B)所示,第2图案PT2包括第二L/S图案LS2、和对准标记AM2。第2图案PT2可以包含焊盘等的图案。

[0089] 此外,在本实施方式中,第1曝光装置100具备能够更换多个光罩的光罩更换器,当第1曝光图案EPT1的形成结束时,利用光罩更换器将第一光罩R1换成第二光罩R2。此外,可以在第1曝光图案EPT1的形成结束之后,从第1曝光装置100搬出晶圆W1,使用设有第二光罩R2的其他第1曝光装置100来将第2曝光图案EPT2形成于第2区域ER2。即,第1曝光装置100可以有多个。另外,可以设为能够在光罩载台121搭载多个光罩。

[0090] 第1曝光装置100驱动晶圆载台141,在晶圆W1内的多个第2区域ER2依次曝光在第二光罩R2形成的第2图案PT2的像。由此,如图10的(C)所示,在图案形成区域PTR的右下的区域(第2区域ER2)形成有第2曝光图案EPT2。

[0091] 返回至图6,当第2曝光图案EPT2的形成结束时,第1曝光装置100以经由了第三光罩R3的曝光光,在晶圆W1上的多个图案形成区域PTR的每一个中,在第3区域ER3形成第3曝光图案EPT3(步骤ST7)。

[0092] 图11的(A)是用于说明第3区域ER3的图。第3区域ER3是如图11的(A)所示,例如为与中介层IP对应的图案形成区域PTR内的左上的区域。第3区域ER3为与第1区域ER1以及第2区域ER2不同、且在与X方向交叉的Y方向上与第1区域ER1相邻的区域。

[0093] 图11的(B)是示出形成于第三光罩R3的第3图案PT3的一例的图。如图11的(B)所示,第3图案PT3包括第三L/S图案LS3、以及对准标记AM3。第3图案PT3可以包含焊盘等的图案。

[0094] 第1曝光装置100在利用光罩更换器将第二光罩R2换成第三光罩R3之后,驱动晶圆载台141,在晶圆W1内的多个第3区域ER3依次曝光形成于第三光罩R3的第3图案PT3的像。由此,如图11的(C)所示,在图案形成区域PTR的左上的区域(第3区域ER3)形成有第3曝光图案EPT3。

[0095] 返回至图6,当第3曝光图案EPT3的形成结束时,第1曝光装置100在晶圆W1上的多

个图案形成区域PTR的每一个中,在第4区域ER4以经由了第四光罩R4的曝光光形成第4曝光图案EPT4(步骤ST8)。

[0096] 图12的(A)是用于说明第4区域ER4的图。如图12的(A)所示,第4区域ER4例如为与中介层IP对应的图案形成区域PTR内的右上的区域。第4区域ER4为与第1区域ER1~第3区域ER3不同、且在X方向上与第3区域ER3相邻、在Y方向上与第2区域ER2相邻的区域。

[0097] 图12的(B)是示出在第四光罩R4形成的第4图案PT4的一例的图。如图12的(B)所示,第4图案PT4包括第四L/S图案LS4、以及对准标记AM4。第4图案PT4可以包括焊盘等的图案。

[0098] 第1曝光装置100在利用光罩更换器将第三光罩R3换成第四光罩R4之后,驱动晶圆载台141,将形成于第四光罩R4的第4图案PT4的像依次曝光至多个第4区域ER4。由此,如图12的(C)所示,在图案形成区域PTR的右上的区域(第4区域ER4)形成有第4曝光图案EPT4。

[0099] 返回至图6,当第4曝光图案EPT4的形成结束时,晶圆W1被从第1曝光装置100搬出,进行显影以及蚀刻(步骤ST9)。具体来说,将第1曝光图案EPT1~第4曝光图案EPT4作为掩膜,对形成于基板11的表面的绝缘层12(晶圆W1的表面)进行蚀刻。由此,如图13所示那样对绝缘层12进行图案化。更具体来说,在后述的工序中,在图案化后的绝缘层12形成有用于埋入金属的布线图案WP1~WP4。在图13中,用影线示出了蚀刻的绝缘层12。布线图案WP1~WP4所包含的布线的宽度例如为200nm以下。布线图案WP1~WP4所包含的布线的宽度例如也可以为400nm以下。

[0100] 当显影以及蚀刻结束时,对晶圆W1再次涂敷抗蚀剂(步骤ST10)。

[0101] 接下来,将晶圆W1搬入至第2曝光装置200的曝光装置主体部200A(步骤ST11)。当搬入至曝光装置主体部200A时,晶圆W1在利用未图示的预对准系统进行了预对准后载置于载台241。此时,以使晶圆W1的X轴与第2曝光装置200的X2轴一致的方式,使晶圆W1载置于载台241。作为预对准系统的构成,能够采用在美国专利第6,624,433号说明书中记载的构成。

[0102] 接下来,通过使对准检测系统250检测形成于晶圆W1上的对准标记AM1~AM4,计测对准标记AM1~AM4的位置(步骤ST13)。对准标记AM1~AM4的位置的计测结果被输出至图案决定部200B。

[0103] 接下来,图案决定部200B基于对准标记AM1~AM4的位置的计测结果,分别决定形成于第1连接区域CR1、和第2连接区域CR2的曝光图案(步骤ST15)。更具体来说,基于根据对准标记AM1~AM4的位置的计测结果求出的布线图案WP1~WP4的位置,分别决定形成于第1连接区域CR1、和第2连接区域CR2的曝光图案(此后,称为连接图案)。

[0104] 图14的(A)是说明第1连接区域CR1以及第2连接区域CR2的图。如图14的(A)所示,第1连接区域CR1为包括第1区域ER1与第2区域ER2之间的区域以及第3区域ER3与第4区域ER4之间的区域在内的区域。第2连接区域CR2为包括第1区域ER1与第3区域ER3之间的区域以及第2区域ER2与第4区域ER4之间的区域在内的区域。

[0105] 为了形成图8的(A)示出的中介层IP的L/S图案LS,需要将在第1区域ER1、第2区域ER2、第3区域ER3、以及第4区域ER4的每一个区域形成的布线图案WP1~WP4彼此连接。在此,在第1曝光装置100中,在第1区域ER1~第4区域ER4分别形成第1曝光图案EPT1~第4曝光图案EPT4时,有时第1曝光图案EPT1~第4曝光图案EPT4的形成位置与设计位置偏移。在该情况下,布线图案WP1~WP4也与设计位置偏移地形成。

[0106] 图14的(B)示出布线图案WP1以及WP2的错位的一例。在图14的(B)中,用虚线表示布线图案WP1以及WP2的设计位置,用实线表示布线图案WP1以及WP2的实际的位置。

[0107] 在图14的(B)的例子中,布线图案WP1相对于设计位置向-X方向以及-Y方向位移,布线图案WP2相对于设计位置向-X方向以及+Y方向位移。

[0108] 在该情况下,图案决定部200B的决定部320基于由对准检测系统250进行的对准标记AM1以及AM2的位置计测结果,算出相对于布线图案WP1以及布线图案WP2各自的设计位置在X方向上的偏移量 $\Delta X$ 、Y方向的偏移量 $\Delta Y$ 、以及绕在Z方向上延伸的轴的旋转方向的偏移量 $\Delta \theta_z$ 。

[0109] 接下来,决定部320决定将布线图案WP1与布线图案WP2之间连接的连接图案。连接图案为与布线图案WP1连接,并且也与布线图案WP2连接的图案。

[0110] 用于形成将布线图案WP1和布线图案WP2连接的连接图案的数据以形成于设计位置的布线图案WP1以及WP2为基准来创建。因此,在例如图14的(B)所示那样布线图案WP1以及WP2的实际的位置相对于设计位置偏移的情况下,若就这样形成以形成于设计位置的布线图案WP1以及WP2为基准设计的连接图案,则担心在布线图案WP1以及WP2之间会产生断线等连接不良。

[0111] 于是,例如,决定部320根据布线图案WP1以及WP2各自相对于设计位置的各偏移量算出布线图案WP1以及WP2所包含的各布线的端部的位置。决定部320基于算出的布线的端部的位置,例如图15的(A)所示,决定将布线图案WP1和布线图案WP2所包含的布线的端部彼此连接的连接图案CPT。布线图案WP3与布线图案WP4之间的连接图案、布线图案WP1与布线图案WP3之间的连接图案、布线图案WP2与布线图案WP4之间的连接图案也相同。

[0112] 此外,将布线的端部彼此连接的连接图案也可以基于布线图案WP1~WP4相对于设计位置的各偏移量,变更并创建基于在存储部310保存的设计位置的连接图案。

[0113] 例如,以在设计位置形成的布线图案WP1以及WP2为基准的连接图案CPT-D(设为设计值图案)为图15的(B)示出的图案。在该情况下,如图15的(C)所示,决定部320可以针对布线图案WP1和布线图案WP2之间的区域中的中央部利用设计值图案的一部分CPT-D',针对其他部分创建将形成于中央部的布线图案与布线图案WP1以及WP2连接的连接图案CPT-1、CPT-2,由此来决定连接图案CPT。即,可以针对利用连接图案连接的布线图案间的区域中的、规定的区域利用设计值图案,针对其他区域创建将设计值图案和实际的布线图案连接的连接图案。通过像这样,与从最初创建连接图案的数据的情况相比,能够缩短数据创建花费的时间。

[0114] 图案决定部200B决定形成于第1连接区域CR1的第1连接图案、以及形成于第2连接区域CR2的第2连接图案。第1连接图案包括将布线图案WP1和布线图案WP2连接的连接图案、以及将布线图案WP3和布线图案WP4连接的连接图案。另外,第2连接图案包括将布线图案WP1和布线图案WP3连接的连接图案、以及将布线图案WP2和布线图案WP4连接的连接图案。

[0115] 在本实施方式中,由于使用利用空间光调制器221的第2曝光装置200形成第1连接图案和第2连接图案,所以能够使第1连接图案与第2连接图案不同。另外,在第1连接图案中,能够使将布线图案WP1和布线图案WP2连接的连接图案、与将布线图案WP3和布线图案WP4连接的连接图案不同。另外,在第2连接图案中,能够使将布线图案WP1和布线图案WP3连接的连接图案、与将布线图案WP2和布线图案WP4连接的连接图案不同。由此,即使在布线图

案WP1~WP4与设计位置偏移而形成的情况下,也能够将布线图案彼此可靠地连接。

[0116] 图案决定部200B创建用于形成第1连接图案的数据、和用于形成第2连接图案的数据,并输出至第2曝光控制部260。第2曝光控制部260基于由图案决定部200B输出的数据,使图案生成装置220生成图案。第2曝光控制部260首先使图案生成装置220(空间光调制器221)生成用于形成第1连接图案的图案。

[0117] 返回至图7,曝光装置主体部200A将第1连接图案以经由了空间光调制器221的曝光光形成于第1连接区域CR1(步骤ST17)。具体来说,通过基于图案决定部200B创建的数据将由空间光调制器221的光调制面生成的像依次曝光至第1连接区域CR1,而将第1连接图案形成于第1连接区域CR1(参照图16的(A))。

[0118] 当步骤ST17结束时,绕与晶圆W1的表面交叉的轴(Z轴)变更晶圆W1的朝向(步骤ST19)。具体来说,使晶圆W1的朝向绕Z轴变更90度。此外,将晶圆W1从载台241返回至预对准系统,预对准系统使晶圆W1绕Z轴旋转90度,由此,如图16的(B)所示能够变更晶圆W1的朝向。由此,使晶圆W1的Y轴与第2曝光装置200的X1轴一致。在执行步骤ST19时或者执行该步骤后,第2曝光控制部260使图案生成装置220生成用于形成第2连接图案的图案。

[0119] 返回至图7,曝光装置主体部200A以经由了空间光调制器221的曝光光将第2连接图案形成于第2连接区域CR2(步骤ST21)。具体来说,通过基于图案决定部200B创建出的数据将利用空间光调制器221的光调制面生成的像依次曝光至第2连接区域CR2,将第2连接图案形成于第2连接区域CR2(参照图16的(B))。

[0120] 当向第2连接区域CR2形成第2连接图案结束时,进行显影以及蚀刻(步骤ST23)。更具体来说,将第1连接图案以及第2连接图案为掩膜,蚀刻绝缘层12。此外,在步骤ST23中,蚀刻的绝缘层12在步骤ST9中为与蚀刻的绝缘层12相同的绝缘层。此后,成膜金属膜,而且通过CMP(Chemical Mechanical Polishing:化学机械抛光)除去,由此成膜的多余的金属,在绝缘层的被蚀刻的部分形成金属的布线图案。由此,如图17所示,中介层IP的L/S图案LS形成在晶圆W1上。

[0121] 此后,利用切割等将中介层IP分片(步骤ST25)。由此,能够制造出中介层IP。

[0122] 以上,如详细说明的那样,本实施方式的曝光方法包括:使用利用光罩(光掩膜)的第1曝光装置100,以经由了第一光罩R1的曝光光在晶圆W1上的多个图案形成区域PTR各自的第1区域ER1形成第1曝光图案EPT1,在图案形成区域PTR的每一个中,在与第1区域ER1分离的第2区域ER2以经由了第二光罩R2的曝光光形成第2曝光图案EPT2;以及使用利用基于来自图案决定部200B的输出对曝光光进行调制的空间光调制器221的第2曝光装置200,在图案形成区域PTR各自的第1区域ER1以及第2区域ER2之间以经由了空间光调制器221的曝光光形成基于第1曝光图案EPT1以及第2曝光图案EPT2的位置而决定的连接图案。

[0123] 例如,在仅使用利用光罩的曝光装置并使用拼接曝光技术曝光图8的(A)示出的中介层IP的L/S图案的情况下,虽然吞吐量高,但拼接精度通常变得比20nm大。因此,难以减小布线的宽度(例如200nm以下)。

[0124] 另一方面,在仅使用利用空间光调制器的曝光装置曝光图8的(A)示出的中介层IP的L/S图案的情况下,虽然拼接精度高,但吞吐量下降。例如,也有如下情况,在仅使用利用空间光调制器的曝光装置的情况下,会花费在仅使用利用光罩的曝光装置曝光的情况下的约15倍的时间。

[0125] 在本实施方式的曝光方法中,利用吞吐量高的第1曝光装置100曝光图案形成区域PTR的大部分,针对拼接区域使用第2曝光装置200进行曝光,因此,与仅利用使用空间光调制器的曝光装置的情况相比能够达成高吞吐量,并且能够实现高拼接精度。具体来说,能够实现约10nm以下的拼接精度。由此,能够使布线的宽度变窄(例如,200nm以下)。

[0126] 另外,如图18所示,在形成有第1~第4曝光图案EPT1~EPT4的第1层的各区域ER1~ER4上分别形成第5~第8曝光图案EPT5~EPT8的情况下,形成于各区域ER1~ER4的图案彼此的拼接精度能够通过使用第2曝光装置200形成连接图案来确保,因此,只要确保与形成于第1曝光装置100中的第1层的各区域ER1~ER4的图案的重合精度即可。由此,在重合多个曝光图案的情况下,能够确保高拼接精度和高重合精度,并且能够实现高吞吐量。

[0127] 另外,本实施方式的曝光方法包括基于第1曝光图案EPT1以及第2曝光图案EPT2的位置,变更以经由了空间光调制器221的曝光光形成的连接图案。由于能够变更连接图案,所以即使第1曝光图案EPT1以及第2曝光图案EPT2的形成位置与设计位置偏移的情况下,也能够可靠地连接第1曝光图案EPT1和第2曝光图案EPT2,能够提高布线的连接可靠性。

[0128] 另外,本实施方式的曝光方法包括:计测第1曝光图案EPT1的位置和第2曝光图案EPT2的位置;以及基于第1曝光图案EPT1以及第2曝光图案EPT2的位置的计测结果,变更以经由了空间光调制器221的曝光光形成的连接图案。由此,由于能够基于第1曝光图案EPT1的实际的位置和第2曝光图案EPT2的实际的位置,决定连接第1曝光图案EPT1和第2曝光图案EPT2的连接图案,所以能够可靠地连接第1曝光图案EPT1和第2曝光图案EPT2,能够提高布线的连接可靠性。

[0129] 另外,本实施方式的曝光方法还包括使用利用光罩的第1曝光装置100,以经由了第三光罩R3的曝光光在晶圆W1上的多个图案形成区域PTR的每一个中,在与第1区域ER1以及第2区域ER2不同的第3区域ER3形成第3曝光图案EPT3。第1区域ER1和第2区域ER2在沿着晶圆W1的表面的X方向上相邻,第3区域ER3在与X方向交叉的Y方向上与第1区域ER1相邻。而且,以经由了空间光调制器221的曝光光形成连接图案包括:在X方向上相邻的第1区域ER1与第2区域ER2之间以经由了空间光调制器221的曝光光形成连接图案;在Y方向上相邻的第1区域ER1以及第3区域ER3之间以经由了空间光调制器221的曝光光形成连接图案。由此,能够在具有形成于一个光罩的图案的投影面积的约4倍的面积的图案形成区域PTR形成与中介层IP的L/S图案LS对应的曝光图案。

[0130] 另外,在本实施方式的曝光方法中,在X方向上相邻的第1区域ER1以及第2区域ER2之间以经由了空间光调制器221的曝光光形成第1连接图案之后,使晶圆W1的朝向绕与晶圆W1的表面交叉的轴(Z轴)变更,在Y方向上相邻的第1区域ER1以及第3区域ER3之间以经由了空间光调制器221的曝光光形成第2连接图案。由此,不将晶圆W1的朝向绕Z轴变更地驱动载台241,与以经由了空间光调制器221的曝光光形成第2连接图案的情况相比,能够在短时间内形成第2连接图案,因此,能够实现高吞吐量。

[0131] 另外,在本实施方式中,以经由了空间光调制器221的曝光光形成的连接图案包括与第1区域ER1曝光的第1曝光图案EPT1连接的图案。由此,能够形成与基于第1曝光图案EPT1形成的布线图案WP1连接的布线图案。

[0132] 另外,在本实施方式中,第1曝光图案EPT1以及第2曝光图案EPT2和以经由了空间光调制器221的曝光光形成的连接图案包括L/S图案,L/S图案的宽度为200nm以下。由于能

够形成窄L/S图案,所以能够形成高密度的布线。因此,能够增加通信信道数量,例如能够实现配置于中介层上的逻辑电路与存储器之间的高速通信。

[0133] 另外,在本实施方式中,第1曝光图案EPT1通过将形成在第一光罩R1的第1图案PT1的像曝光至第1区域ER1来形成,第2曝光图案EPT2通过将形成在与第一光罩R1不同的第二光罩R2的第2图案的像曝光至第2区域ER2来形成。由此,即使在应形成于各区域的曝光图案不同的情况下,通过变更光罩也能够变更在各区域形成的曝光图案。

[0134] 另外,根据本实施方式,中介层IP的制造方法包括:将由第1曝光装置100形成的第1曝光图案EPT1以及第2曝光图案EPT2作为掩膜,对晶圆W1的表面(绝缘层12)进行加工(蚀刻);以及将利用第2曝光装置200形成在第1连接区域CR1的第1连接图案作为掩膜,对晶圆W1的表面(绝缘层12)进行加工(蚀刻)。由此,能够以高吞吐量制造具有大面积、高布线密度、以及高连接可靠性的中介层IP。

[0135] 另外,根据本实施方式,第2曝光装置200具备:载置在彼此分离的多个区域ER1~ER4形成有布线图案WP1~WP4的晶圆W1的载台241;基于布线图案WP1~WP4的位置的计测结果决定连接图案的图案决定部200B;基于来自图案决定部200B的输出对入射的光进行调制并射出的空间光调制器221;向空间光调制器221照射照明光的照明系统210;向多个区域ER1~ER4中的相邻的区域之间投影空间光调制器221的光调制面的像的投影光学系统230。由此,能够形成将布线图案WP1~WP4中、至少某两个布线图案连接的连接图案。

[0136] 另外,根据本实施方式,曝光系统ES具备:第1曝光装置100,其以经由了多个光罩的每一个的曝光光在晶圆W1上的图案形成区域PTR内的彼此分离的多个区域分别形成曝光图案;以及第2曝光装置200,其具有基于来自图案决定部200B的输出对曝光光进行调制的空间光调制器221,在多个区域中的相邻的区域之间以经由了空间光调制器221的曝光光形成曝光图案。由此,利用吞吐量高的第1曝光装置100曝光图案形成区域PTR的大部分,针对拼接区域使用第2曝光装置200曝光,因此,能够将吞吐量设为与仅利用使用光罩的曝光装置的情况为同等程度,并且能够实现高拼接精度。

[0137] 此外,在上述实施方式中,说明了在与中介层IP对应的图案形成区域PTR中,第1曝光装置100使用光罩R曝光图案的像的区域的数量为4个的情况,但不限于此。在图案形成区域PTR中,第1曝光装置100使用光罩R曝光图案的像的区域的数量例如可以为2个,也可以为5以上。在该情况下,图案决定部200B只要以如设计那样将形成于各区域的布线图案连接的方式决定连接图案即可。

[0138] 另外,在上述实施方式中,通过检测形成在晶圆W1上的对准标记AM1~AM4的位置,计测第1曝光图案EPT1~第4曝光图案EPT4的位置(布线图案WP1~WP4的位置),但不限于此。例如,也可以设为计测第1曝光图案EPT1~第4曝光图案EPT4(布线图案WP1~WP4)的每一个的一部分独特部分。即,也可以不在第1曝光图案EPT1~第4曝光图案EPT4的每一个中,计测所有第1曝光图案EPT1~第4曝光图案EPT4。

[0139] 另外,在上述实施方式中,使用了分别形成有不同的图案的第一光罩R1~第四光罩R4,但不限于此。例如,可以一边使图19的(A)示出的这种形成有图案PT5的一张光罩R5如图19的(B)所示那样旋转,一边将形成于光罩R5的图案PT5曝光至图案形成区域PTR内的多个区域。

[0140] 另外,在上述实施方式中,如图19的(C)所示,也可以使用包括形成于第一光罩R1

的第1图案PT1和形成于第二光罩R2的第2图案PT2在内的一张光罩R6、包括形成于第三光罩R3的第3图案PT3和形成于第四光罩R4的第4图案PT4在内的一张光罩R7,将第1曝光图案EPT1~第4曝光图案EPT4形成在图案形成区域PTR。另外,也可以使用包括第1图案PT1和第3图案PT3在内的光罩和包括第2图案PT2和第4图案PT4在内的光罩将第1曝光图案EPT1~第4曝光图案EPT4形成在图案形成区域PTR。通过使用这种光罩,能够省略图7的步骤ST19以及步骤ST21,因此,能够进一步提高吞吐量。

[0141] 另外,在上述实施方式中,也可以在多个图案形成区域PTR的每一个中,将包括第1区域ER1和第2区域ER2的区域设为第1图案形成区域,将包括第3区域ER3和第4区域ER4的区域设为第2图案形成区域,在第1图案形成区域内的第1区域ER1与第2区域ER2之间形成将布线图案WP1与布线图案WP2连接的连接图案,在第2图案形成区域内的第3区域ER3与第4区域ER4之间形成将布线图案WP3和布线图案WP4连接的连接图案。即,也可以将第1连接区域分成两个区域,在各区域中,形成不同的连接图案。即使像这样,也能够形成与布线图案WP1以及布线图案WP2的实际的形成位置对应的连接图案、和与布线图案WP3以及布线图案WP4的实际的形成位置对应的连接图案,因此,能够确保连接可靠性。第2连接区域也同样。

[0142] 另外,在上述实施方式中,图案决定部200B的决定部320决定的第1连接图案可以包含将布线图案WP1和布线图案WP4连接的连接图案、以及将布线图案WP2和布线图案WP3连接的连接图案。另外,第2连接图案可以包含将布线图案WP1和布线图案WP4连接的连接图案、以及将布线图案WP2和布线图案WP3连接的连接图案。

[0143] 另外,在上述实施方式中,在形成第1连接图案之后,利用预对准系统将晶圆W1的朝向绕Z轴变更90度,此后进行了第2连接图案的形成,但不限于此。例如,也可以在形成第1连接图案之后,使空间光调制器221的朝向绕与空间光调制器221的光调制面交叉的轴(Z轴)变更,进行第2连接图案的形成。另外,例如,也可以在形成第1连接图案之后,利用预对准系统使晶圆W1的朝向绕Z轴变更规定角度,且使空间光调制器221的朝向绕Z轴变更规定角度。变更晶圆W1的朝向的角度和变更空间光调制器221的朝向的角度只要能够在第2连接区域CR2形成第2连接图案即可,可以为任意角度。

[0144] 另外,在上述实施方式中,在第1连接区域CR1中,例如形成了将布线图案WP1和布线图案WP2连接的连接图案,但不限于此。例如,也可以在第1连接区域CR1中,形成与布线图案WP1以及布线图案WP2的某一方连接的连接图案。另外,例如,在第1连接区域CR1以及第2连接区域CR2的至少一方中,形成的曝光图案也可以不包含连接图案。

[0145] 另外,在上述实施方式中,在第1曝光装置100中包括第1图案PT1~第4图案PT4的像的曝光之后,进行显影、蚀刻、涂敷抗蚀剂,但不限于此。例如,也可以在第1曝光装置100中形成第1曝光图案EPT1~第4曝光图案EPT4之后,向第2曝光装置200搬入晶圆W1,进行作为曝光于抗蚀剂的潜像图案的对准标记AM1~AM4的位置测定,决定以及形成第1连接图案以及第2连接图案。

[0146] 即,在第2曝光装置200的载台241载置有在图案形成区域PTR内的第1区域ER1形成有第1曝光图案EPT1、且在图案形成区域PTR内在与第1区域ER1分离的第2区域ER2形成有第2曝光图案EPT2的晶圆W1,图案决定部200B可以基于第1曝光图案EPT1的位置以及第2曝光图案EPT2的位置的计测结果决定连接图案。

[0147] 使用了潜像图案的对准的方法例如能够使用在US专利号5440138中公开的方法。

在该情况下,能够将显影以及蚀刻的次数减少至一次,且能够省略图6的步骤ST10的(抗蚀剂涂敷),因此,能够提高吞吐量。

[0148] 另外,在上述实施方式中,说明了制造中介层的情况,但不限于此,上述实施方式例如也能够应用于重新布线层的形成等。

[0149] 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。

[0150] 附图标记说明

[0151] 100第1曝光装置

[0152] 200第2曝光装置

[0153] 200A曝光装置主体部

[0154] 200B图案决定部

[0155] 221空间光调制器

[0156] 241载台

[0157] CPT连接图案

[0158] ES曝光系统

[0159] ER1 ~ ER4第1 ~ 第4区域

[0160] EPT1 ~ EPT4第1 ~ 第4曝光图案

[0161] IP中介层

[0162] LS1 ~ LS4第一 ~ 第四L/S图案

[0163] PTR图案形成区域

[0164] PT1 ~ PT4第1 ~ 第4图案

[0165] R、R1 ~ R7光罩

[0166] W0、W1晶圆

[0167] WP1 ~ WP4布线图案。

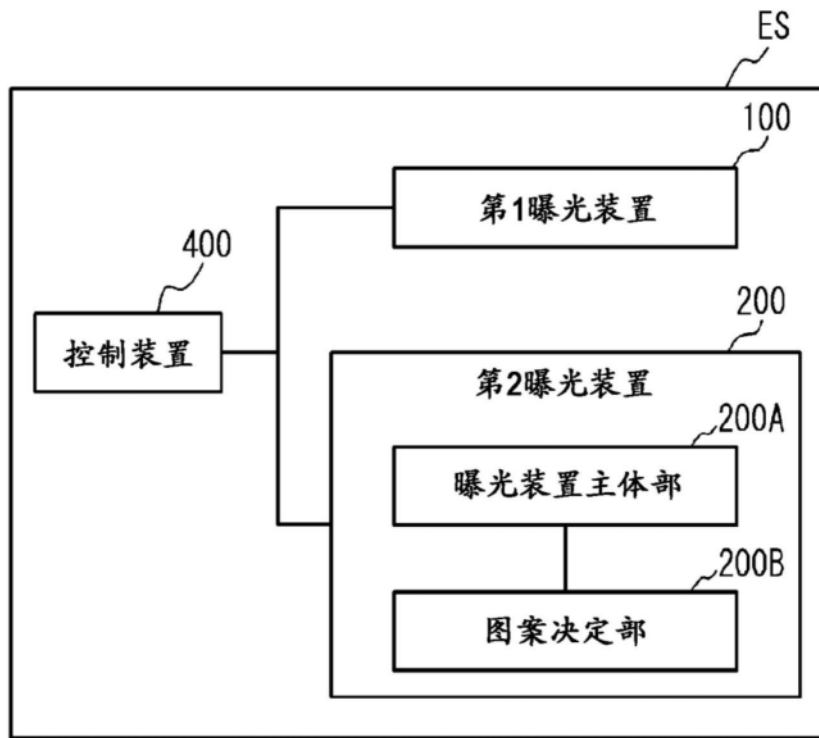


图1



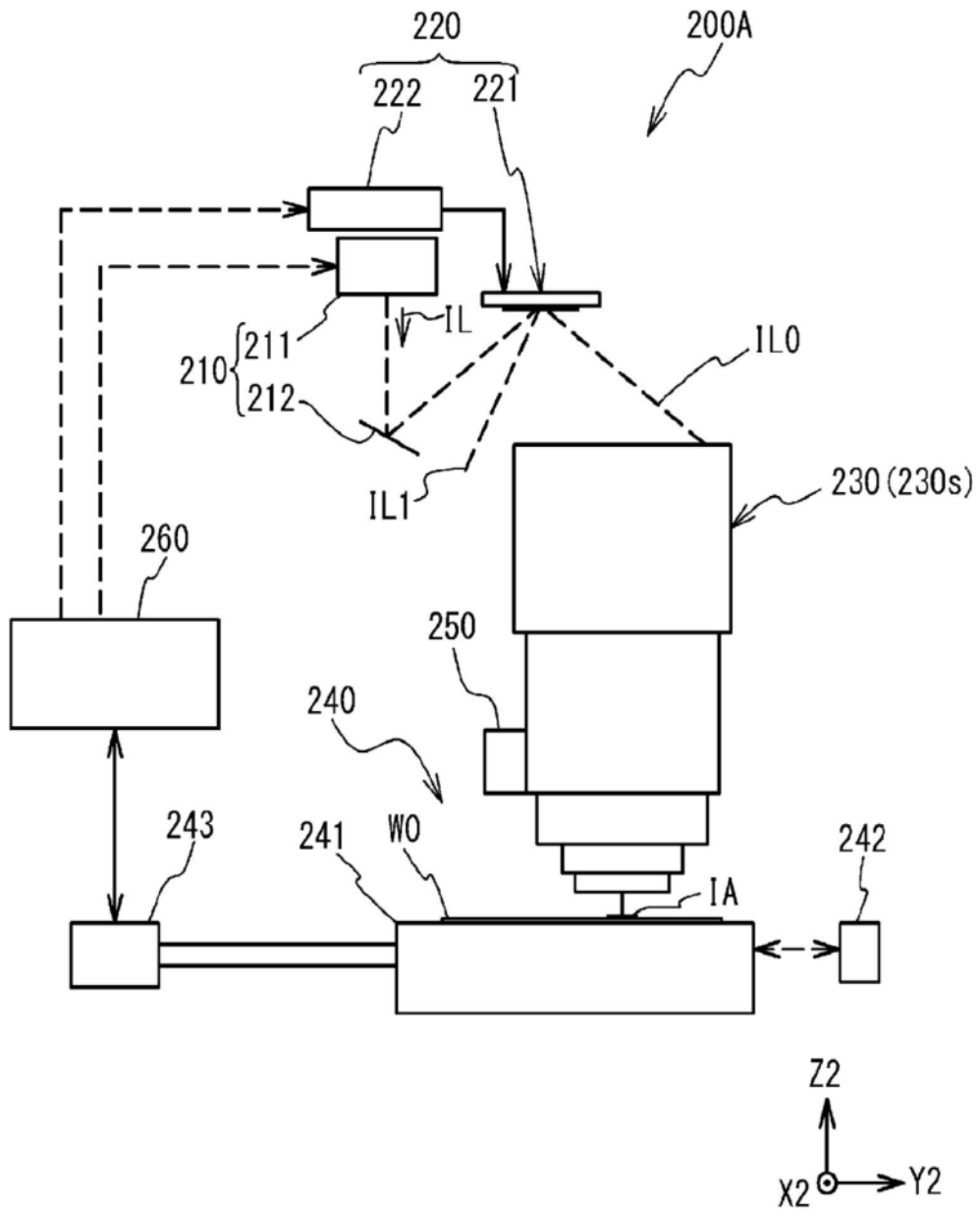


图3

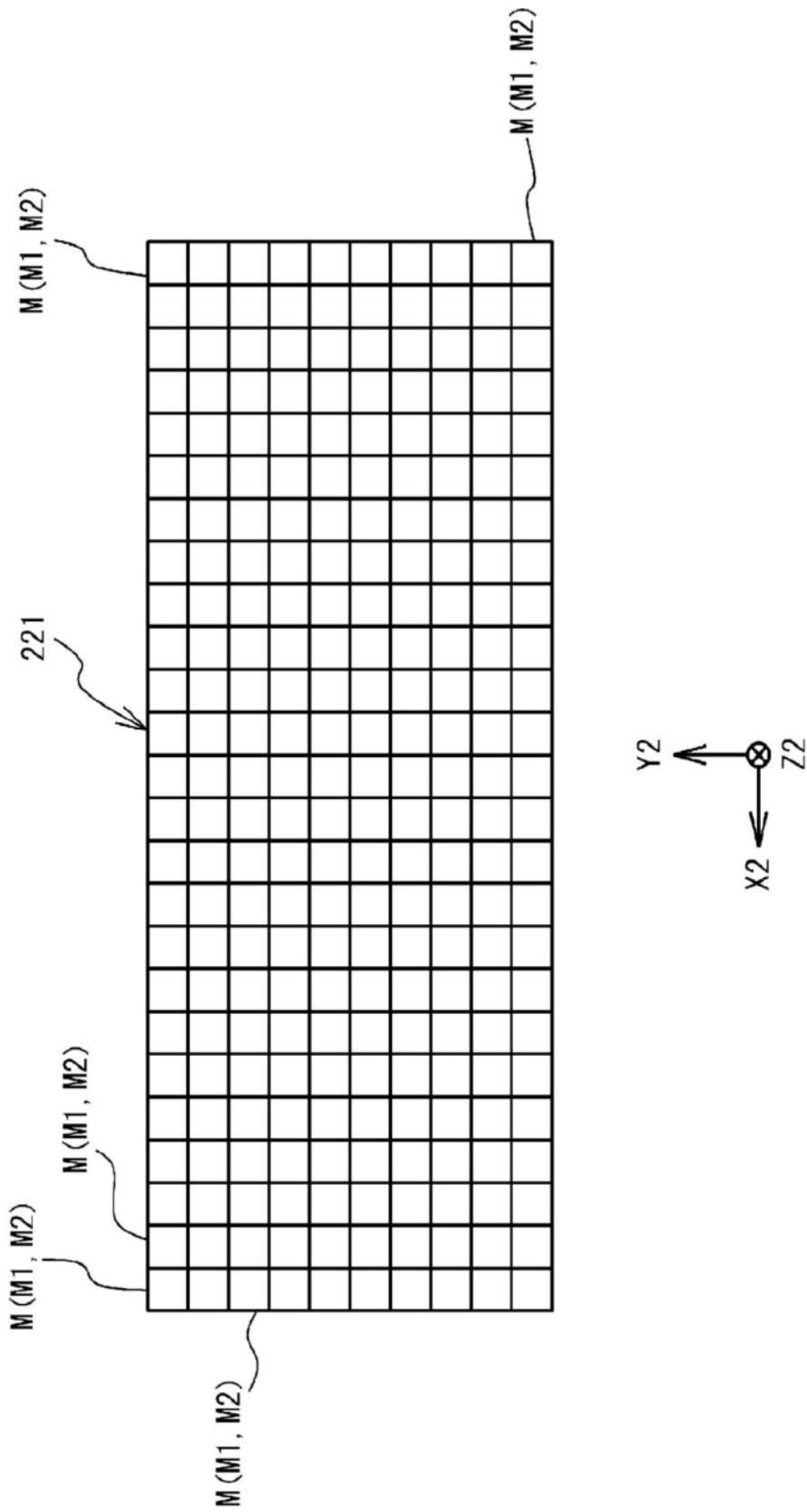


图4

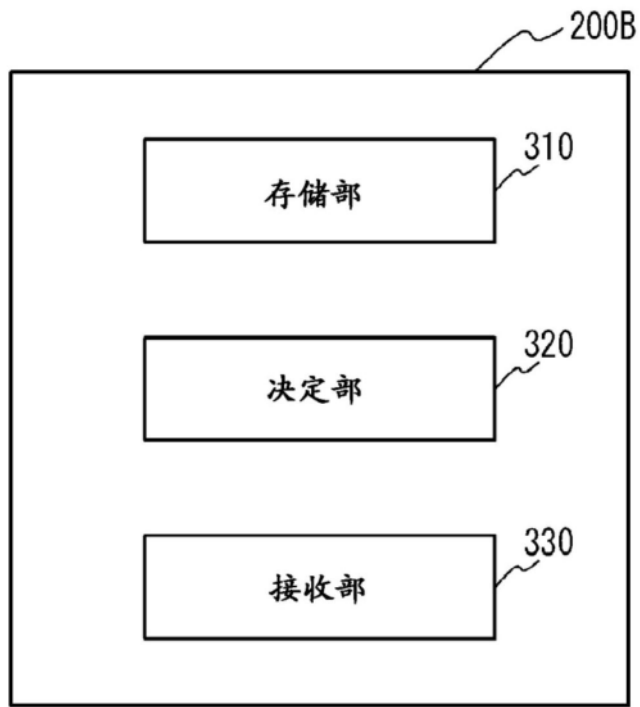


图5

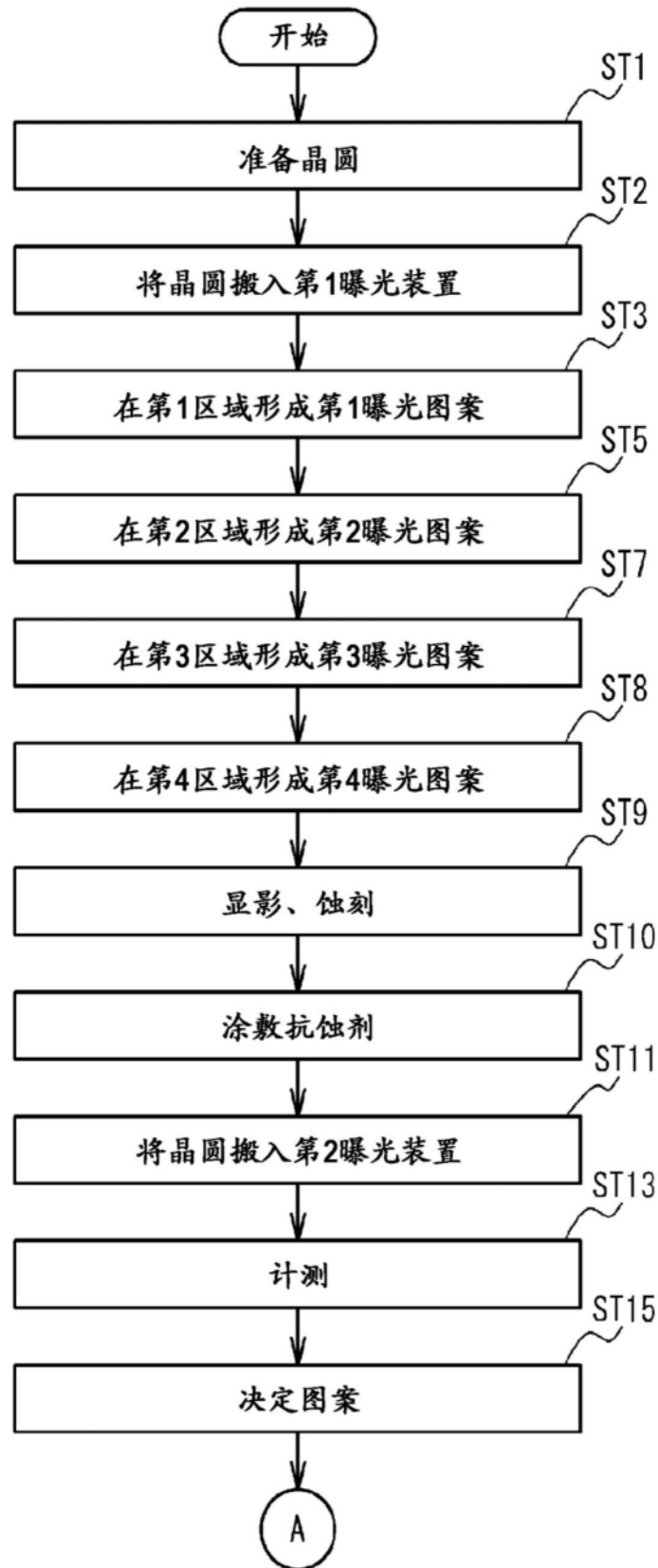


图6

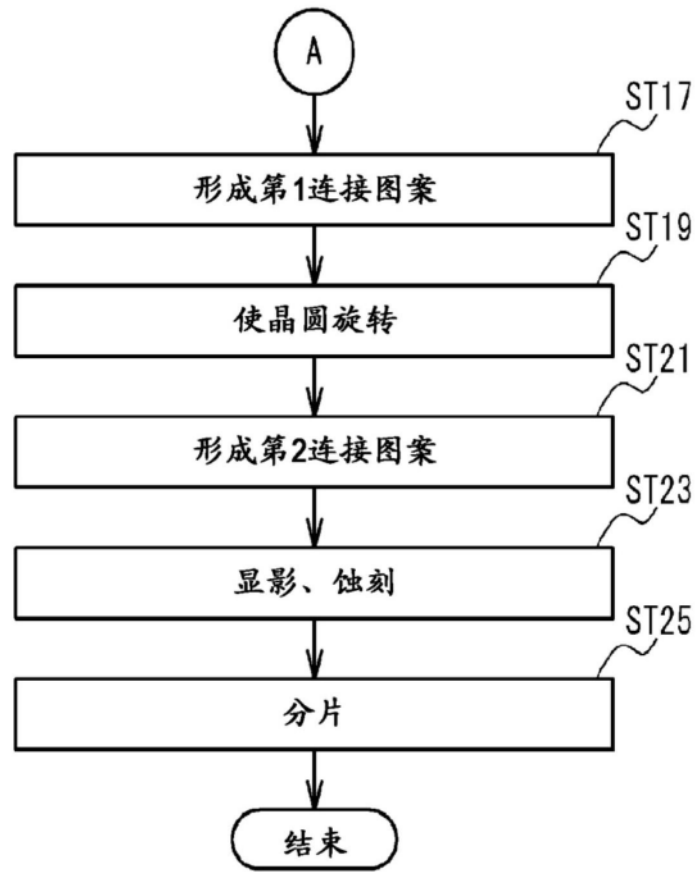


图7

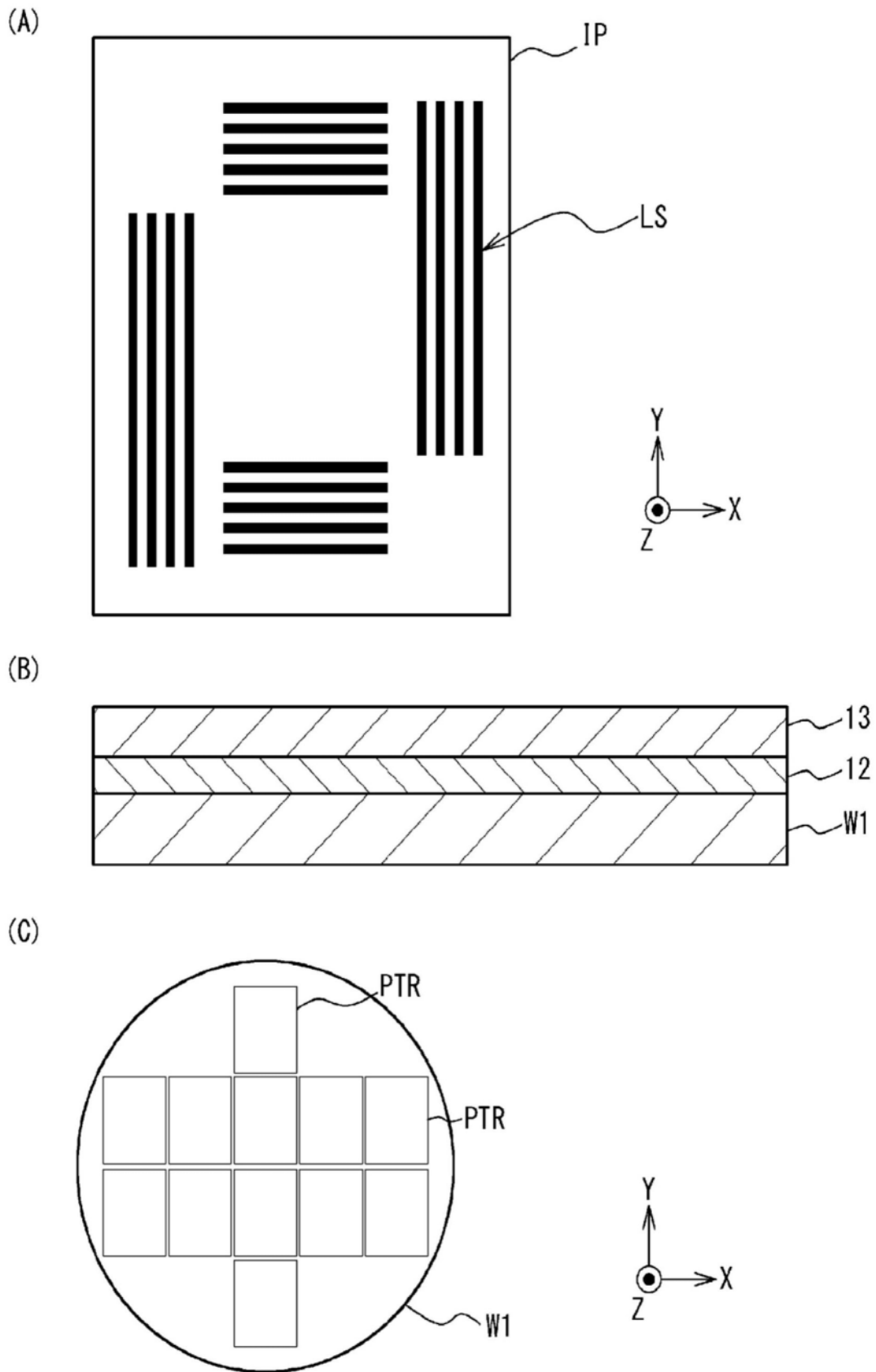


图8

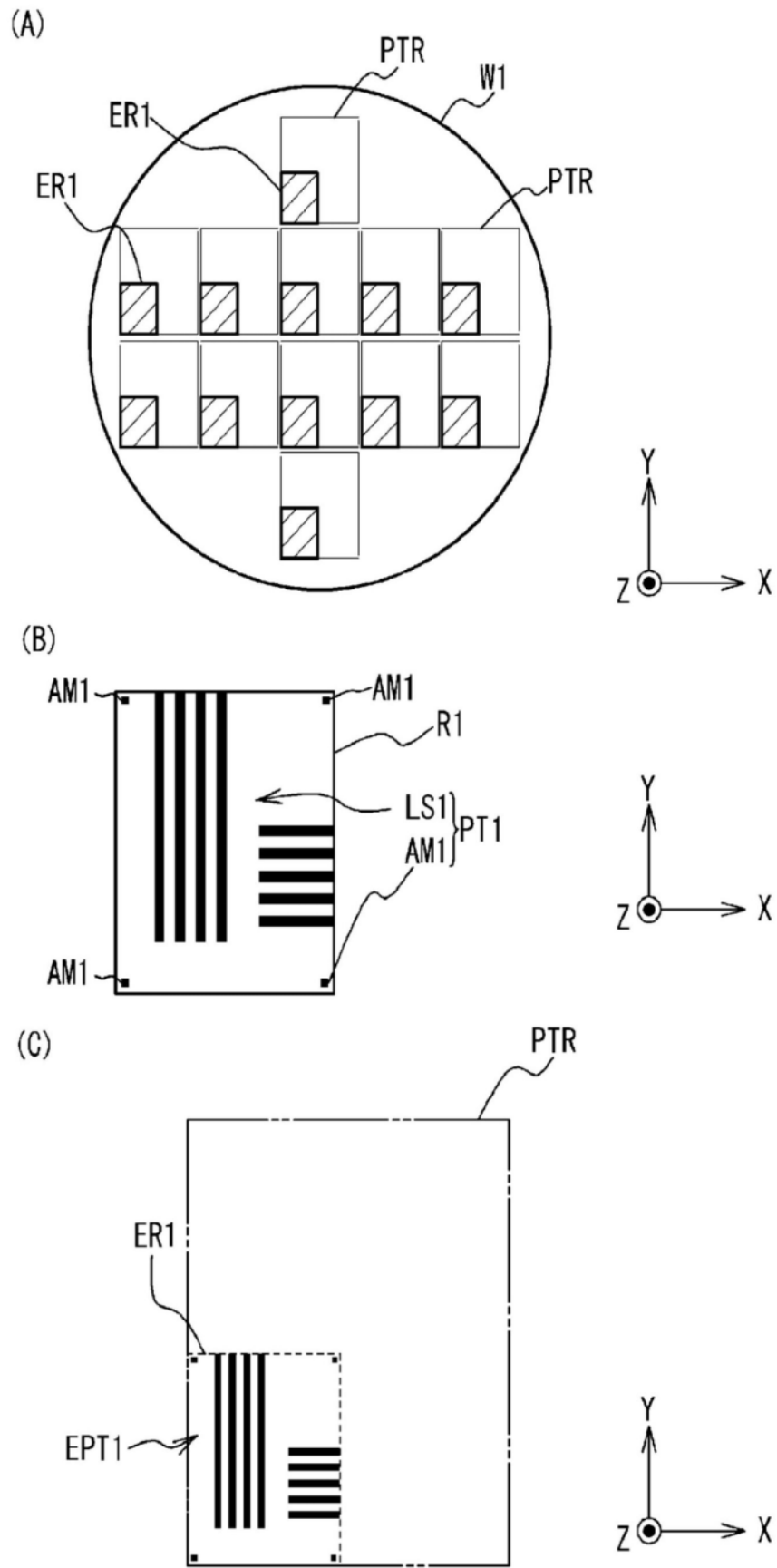


图9

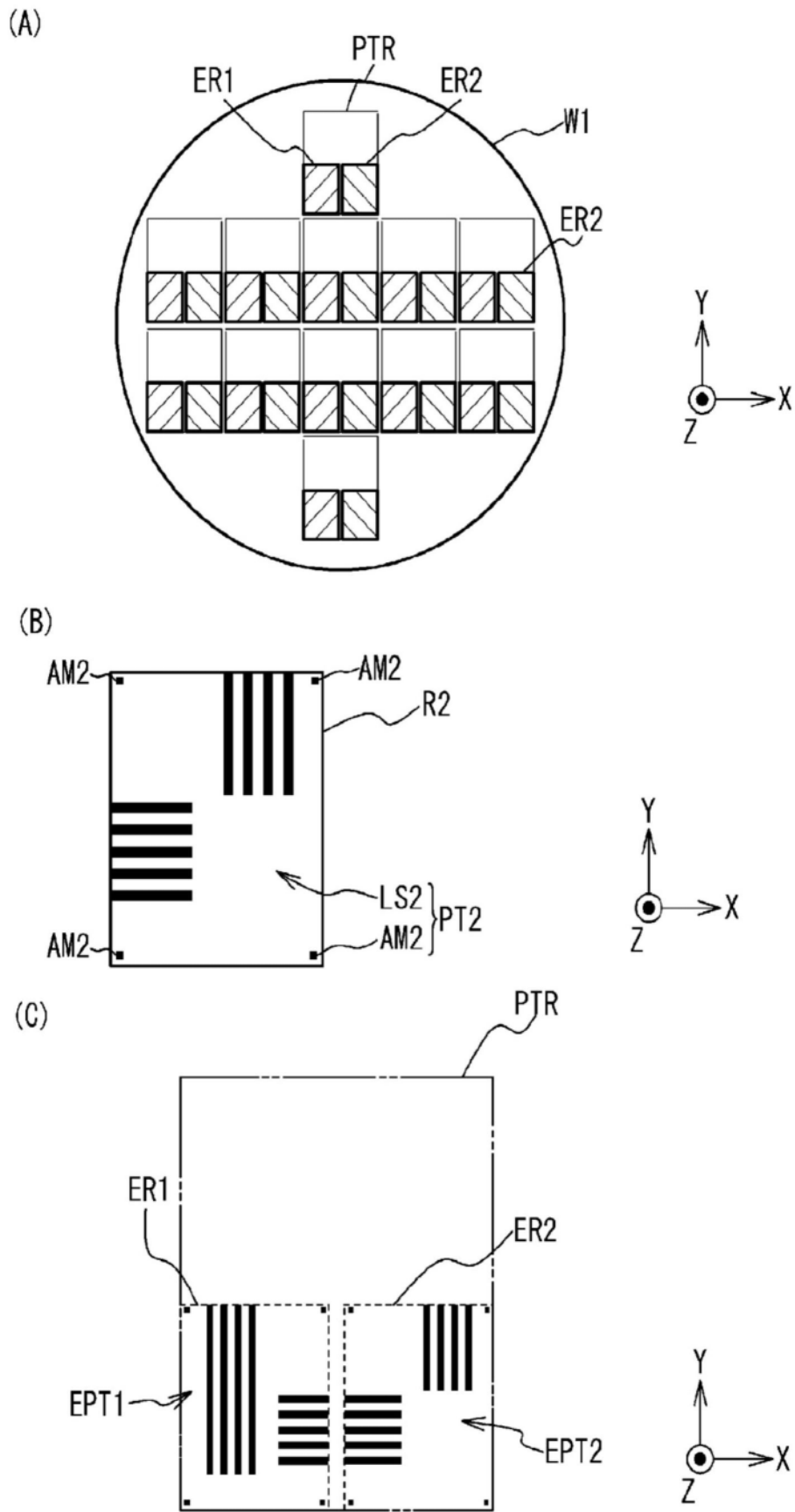


图10

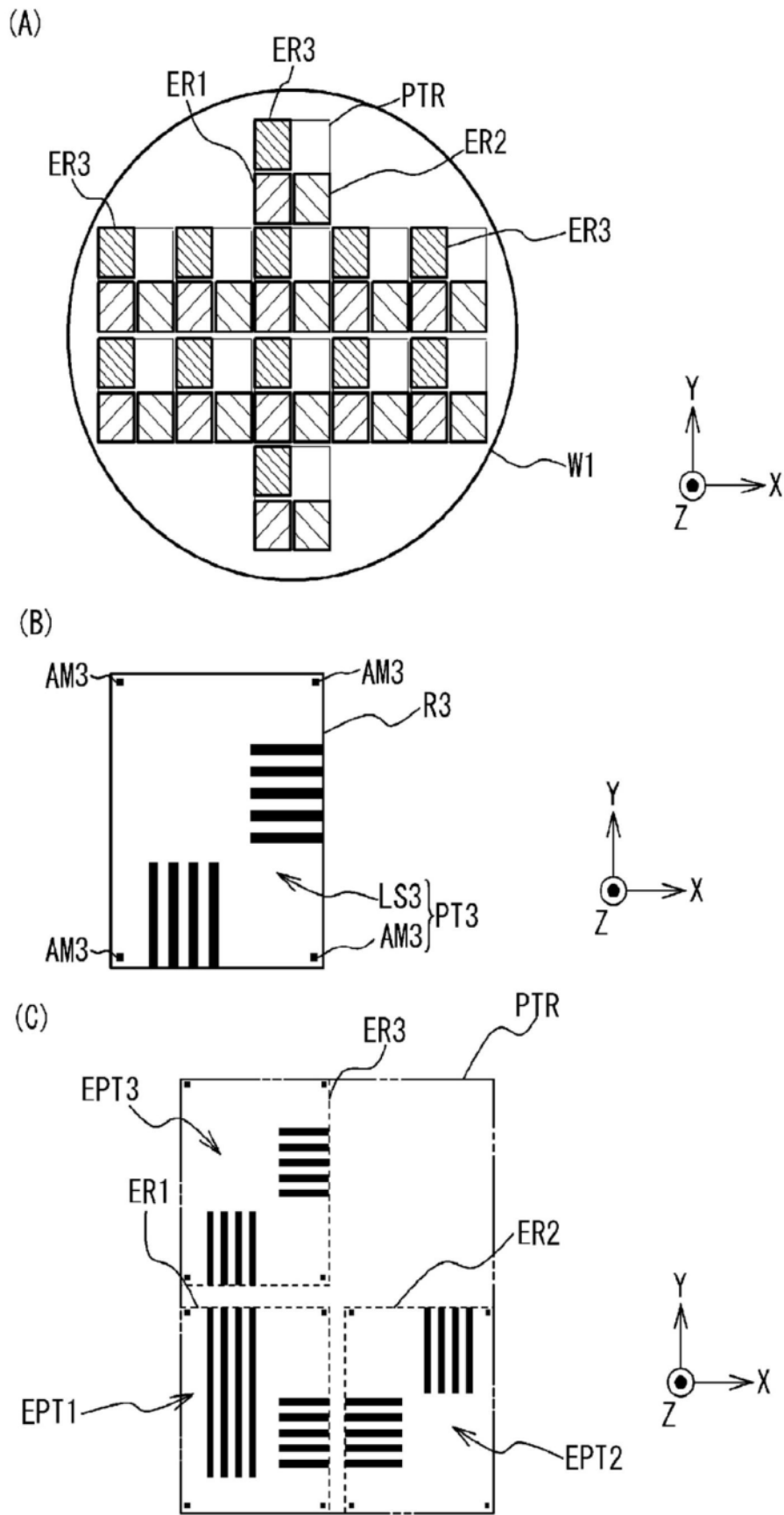


图11

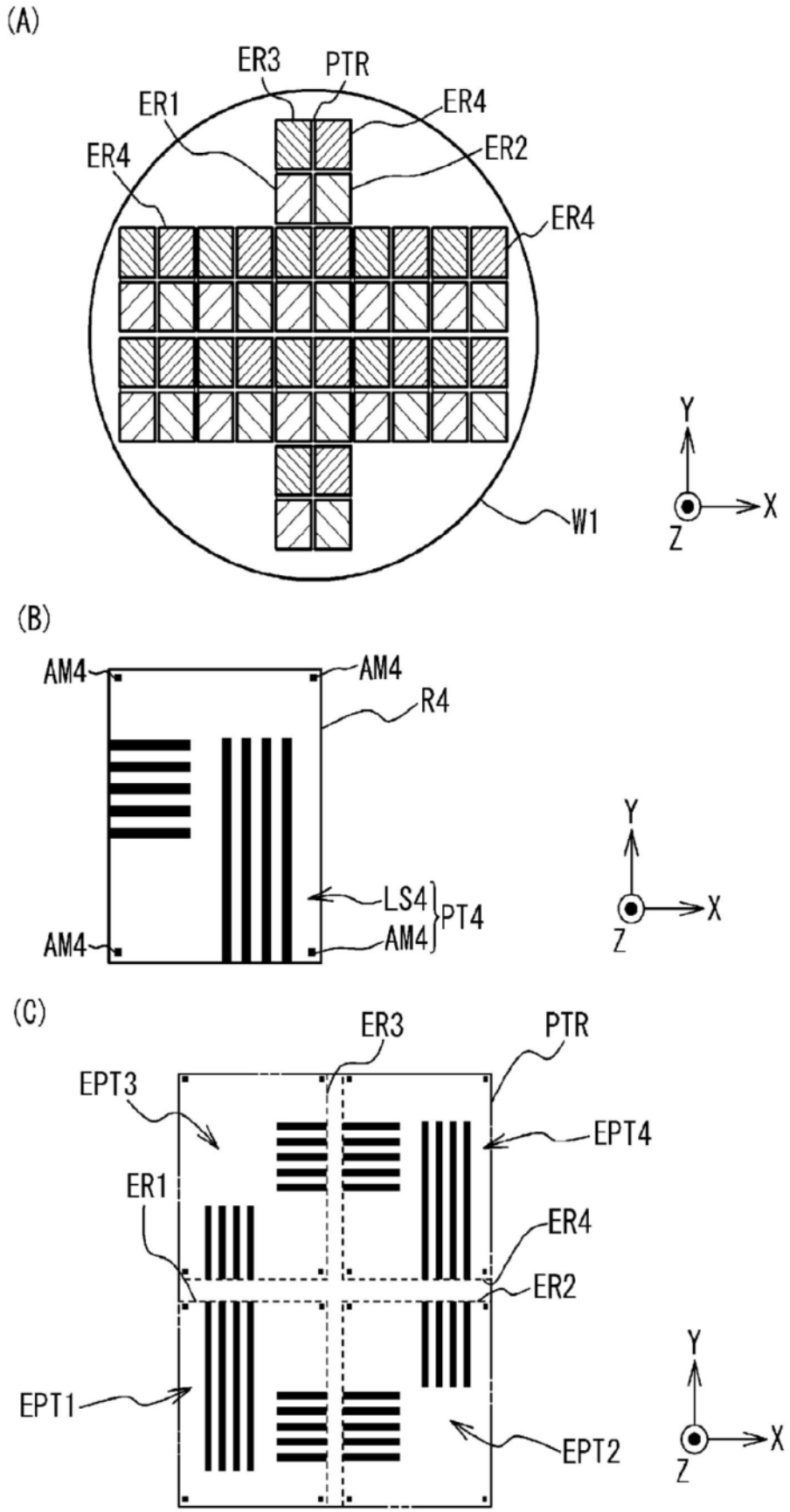


图12

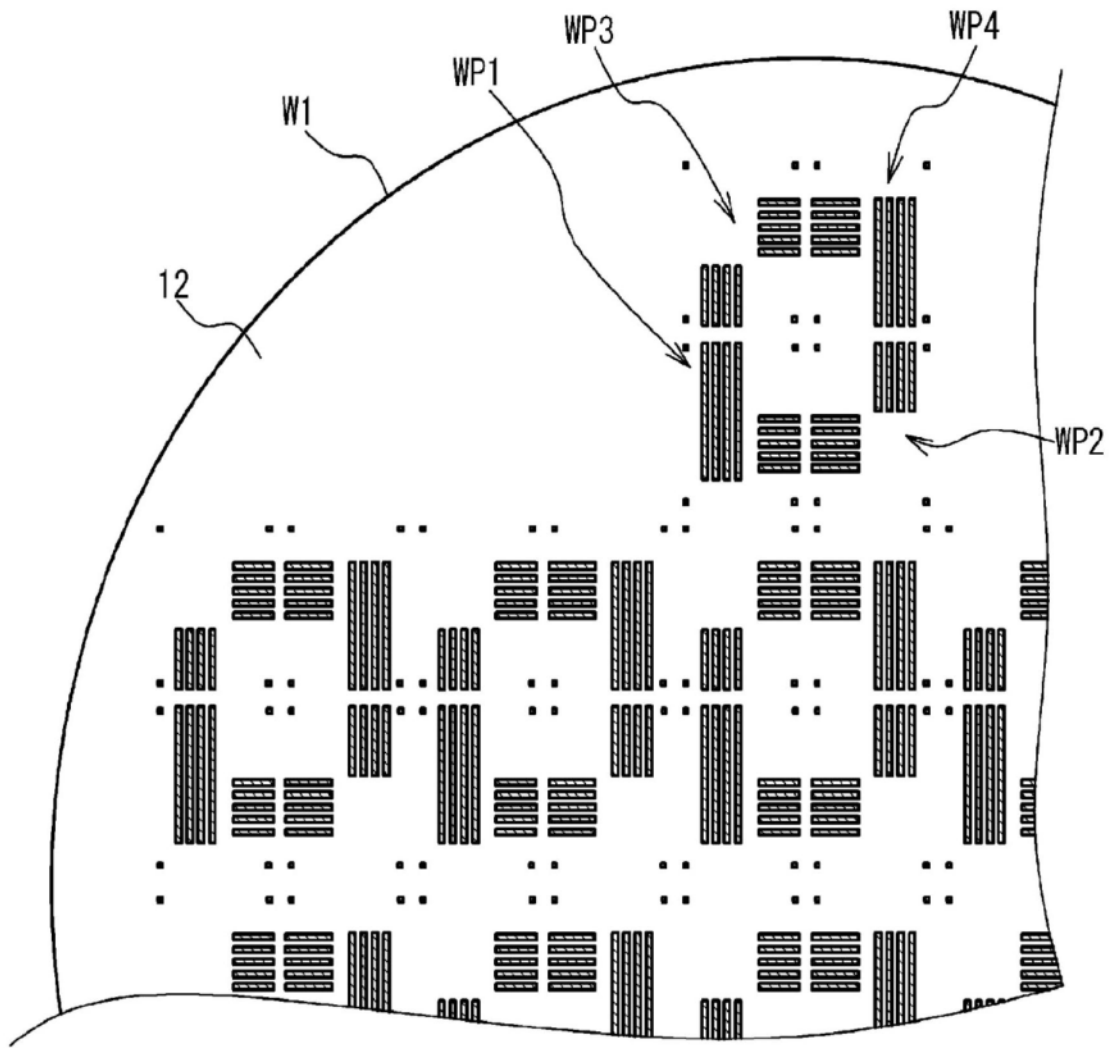


图13

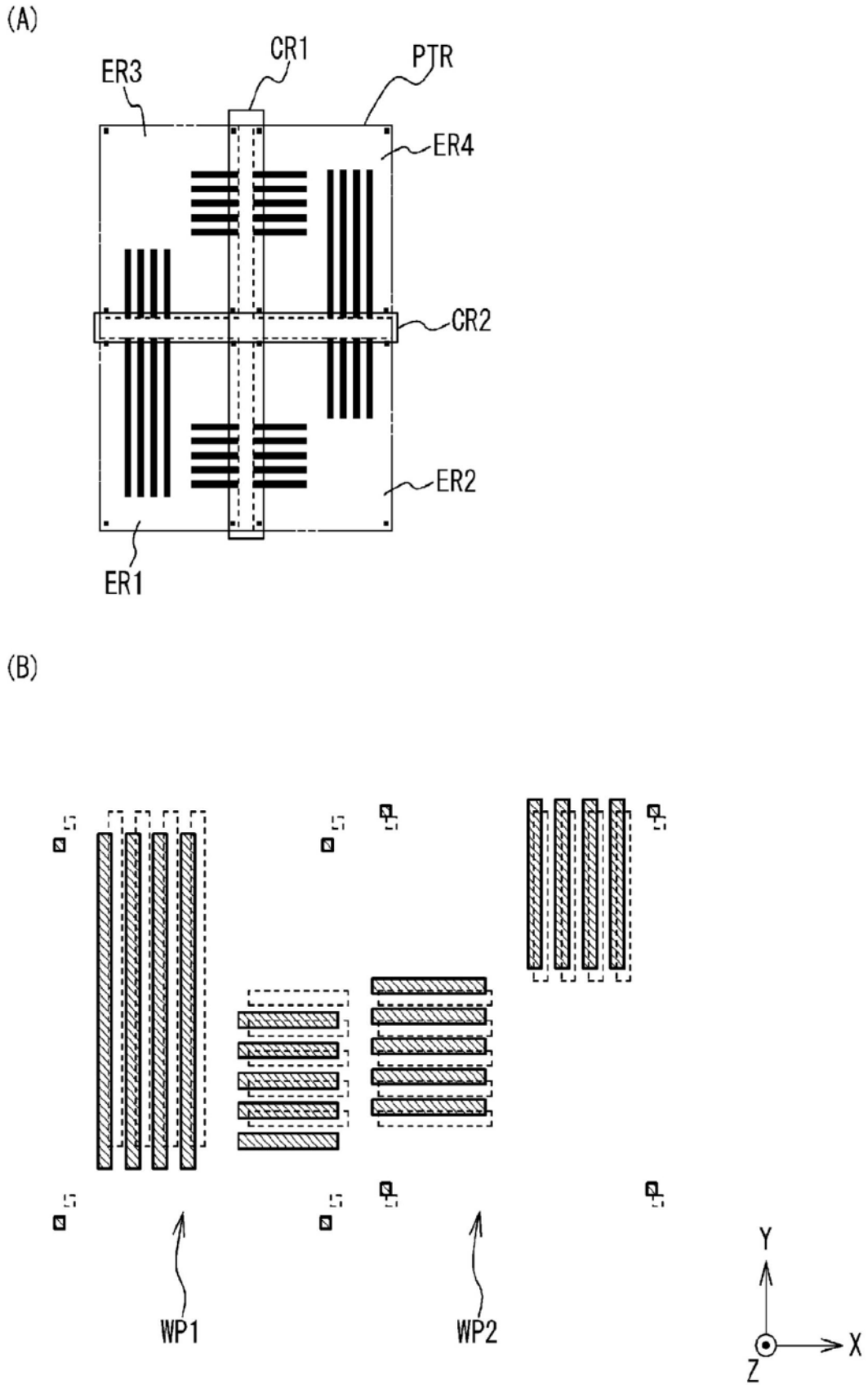


图14

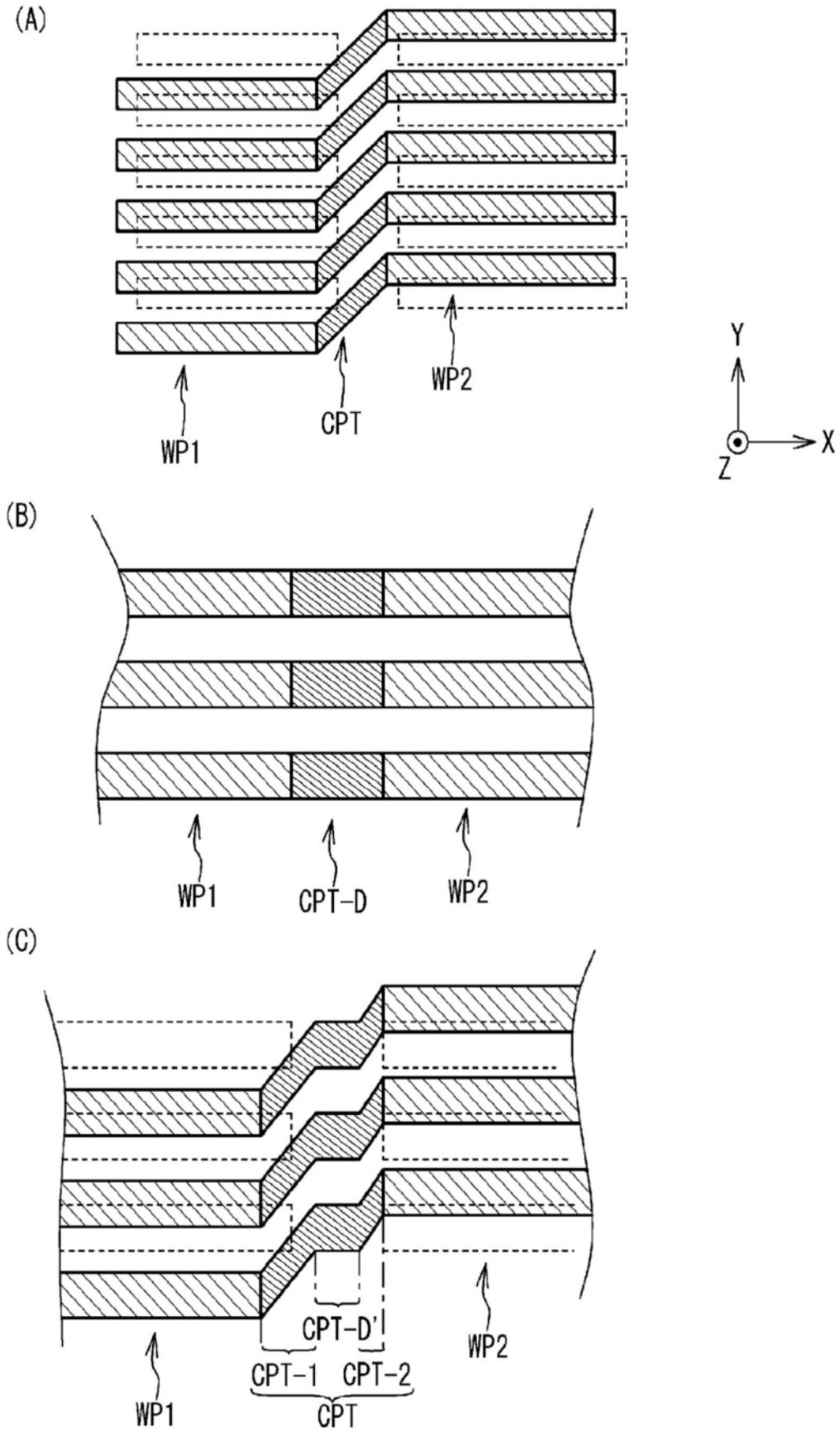
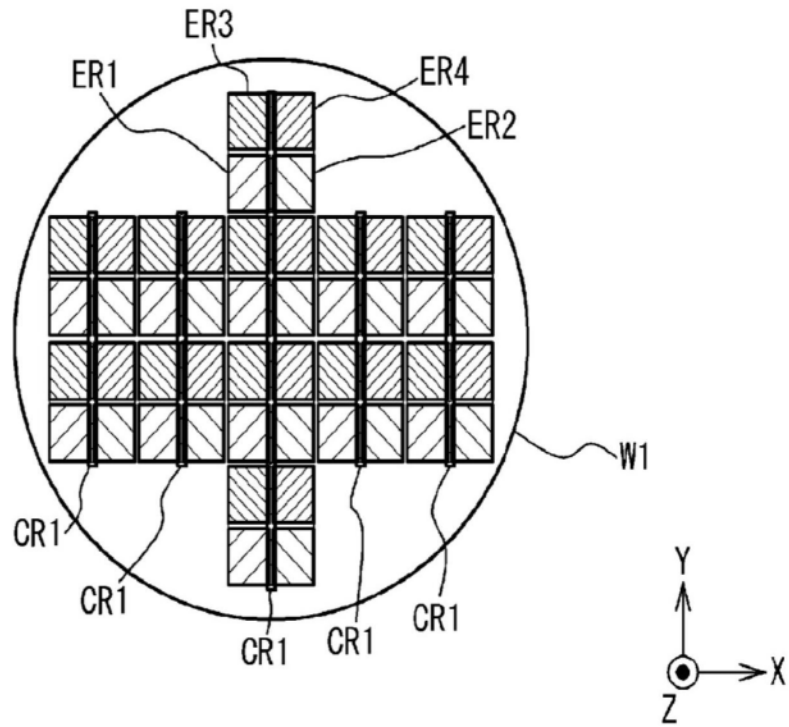


图15

(A)



(B)

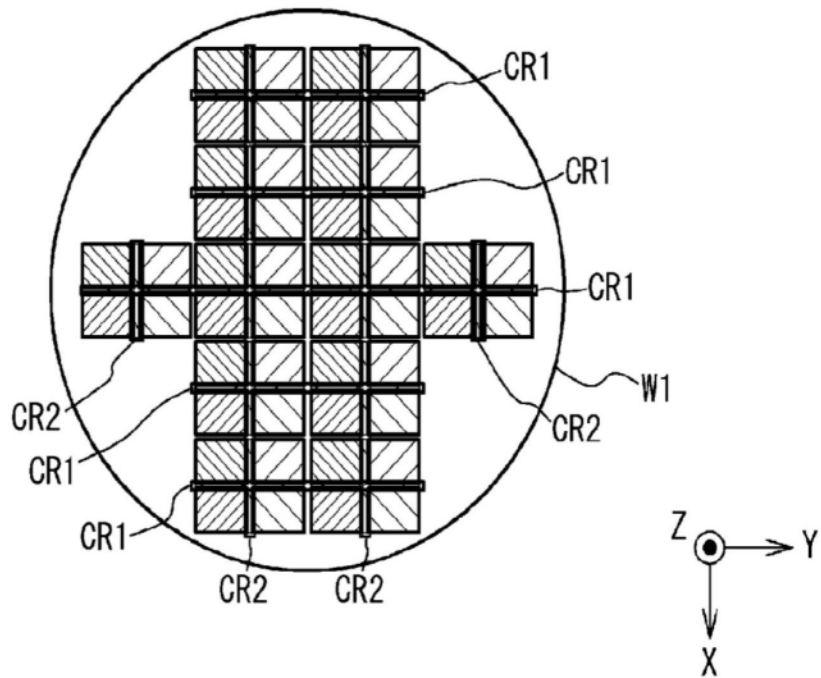


图16

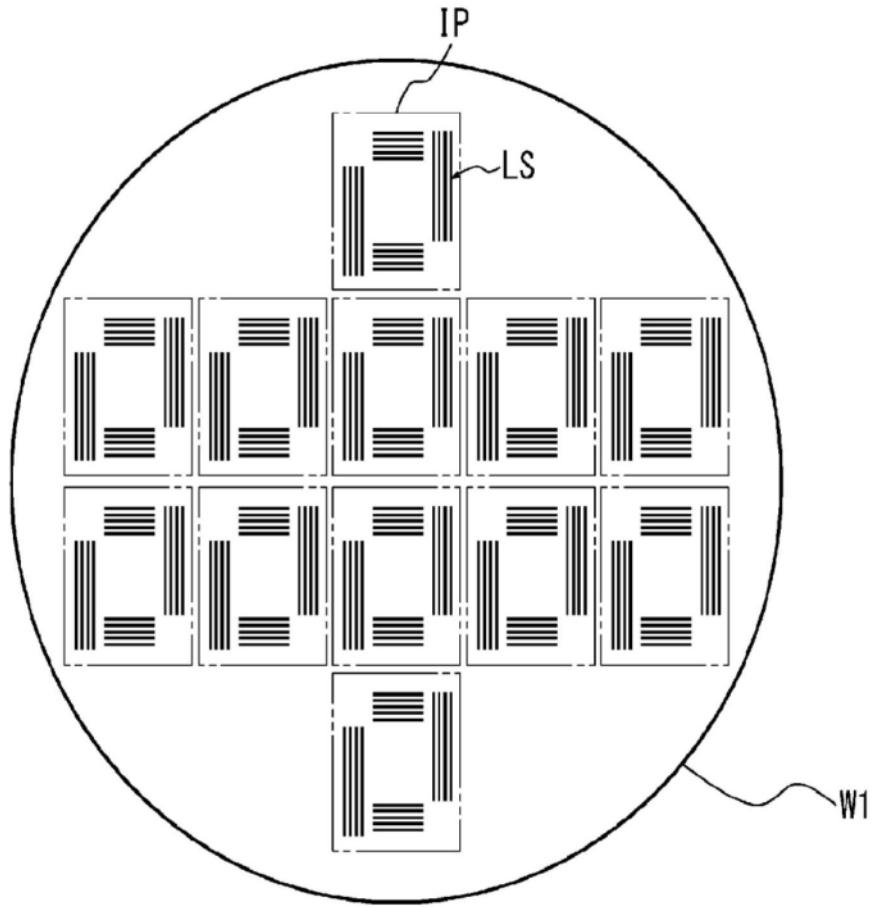


图17

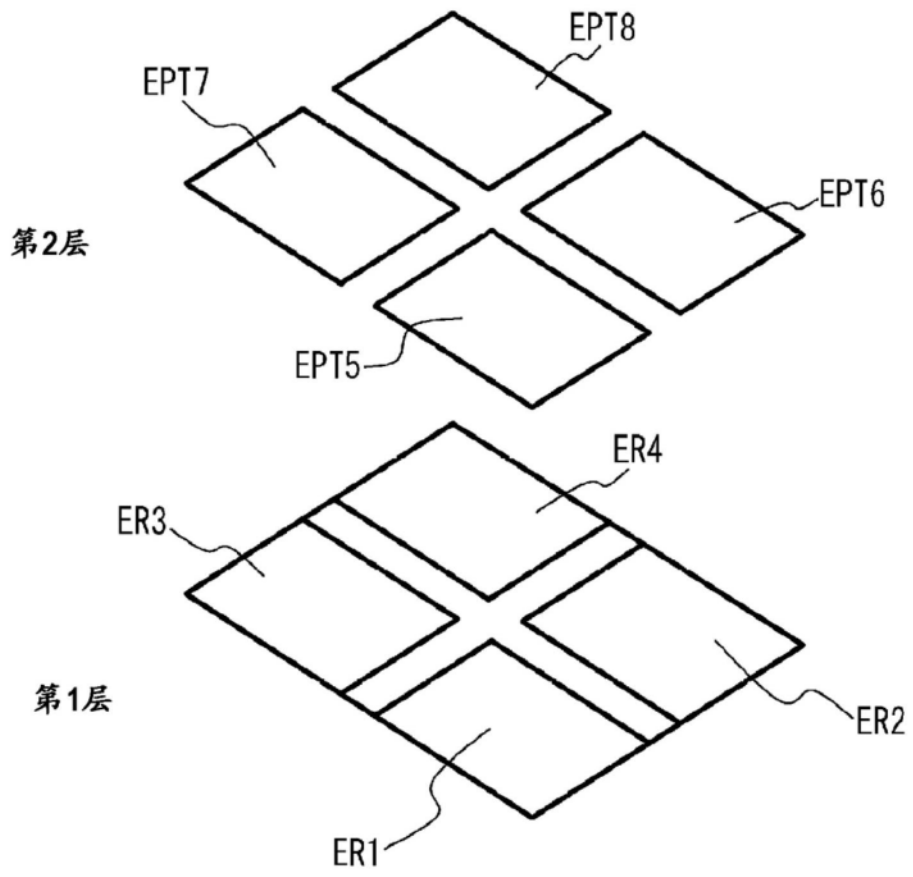
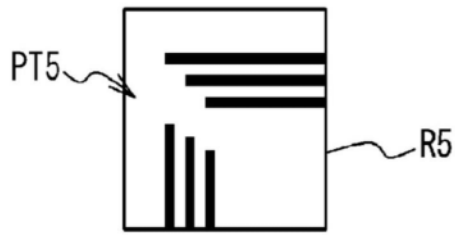
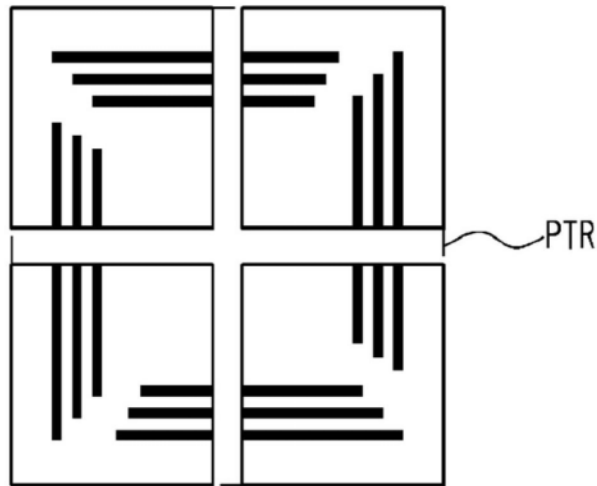


图18

(A)



(B)



(C)

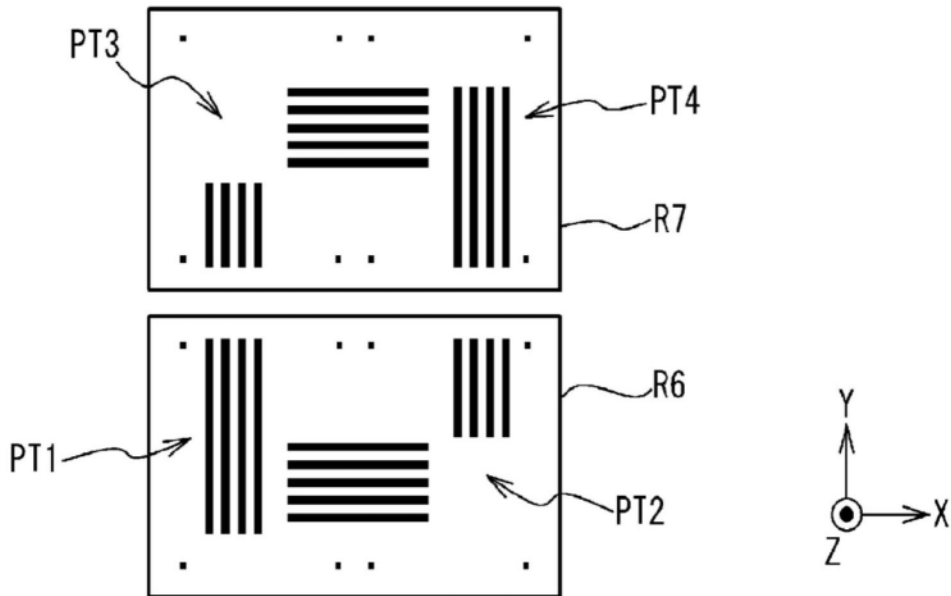


图19