



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109709771 B

(45) 授权公告日 2021.03.12

(21) 申请号 201811250817.9

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2018.10.25

G03F 7/20 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 邵文莉

申请公布号 CN 109709771 A

(43) 申请公布日 2019.05.03

(30) 优先权数据

2017-206280 2017.10.25 JP

(73) 专利权人 纽富来科技股份有限公司

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 森田博文

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 杨谦

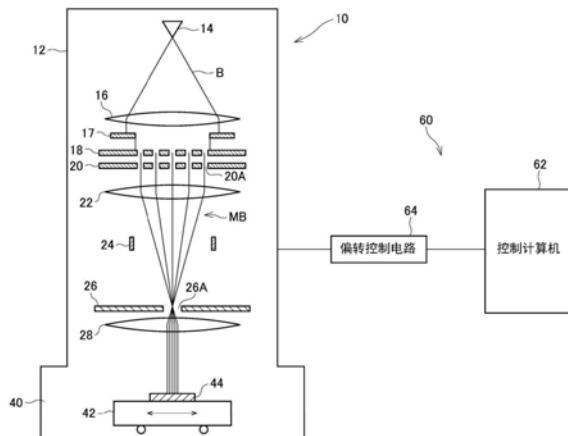
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

多带电粒子束描绘装置

(57) 摘要

本发明提供一种能够抑制成形孔径阵列的温度上升的多带电粒子束描绘装置。本实施方式涉及的多带电粒子束描绘装置具备：射出部，射出带电粒子束；限制孔径基板，形成有单个的第一开口；成形孔径阵列，形成有多个第二开口，在包含所述多个第二开口的区域，接受通过了所述第一开口的所述带电粒子束的照射，所述带电粒子束的一部分分别通过所述多个第二开口而形成多射束；以及消隐孔径阵列，形成有多个第三开口，该多个第三开口供通过了所述多个第二开口的多射束中的分别对应的射束通过，在各第三开口设置有进行射束的消隐偏转的消隐器。



1. 一种多带电粒子束描绘装置,其特征在于,具备:

射出部,射出带电粒子束;

限制孔径基板,形成有单个的第一开口;

成形孔径阵列,形成有多个第二开口,在包含所述多个第二开口的区域,接受通过了所述第一开口的所述带电粒子束的照射,所述带电粒子束的一部分分别通过所述多个第二开口而形成多射束;以及

消隐孔径阵列,形成有多个第三开口,该多个第三开口供通过了所述多个第二开口的多射束中的分别对应的射束通过,在各第三开口设置有进行射束的消隐偏转的消隐器,

在设描绘对象的基板表面上的所述多个第二开口的像的成像倍率为M,设射束聚焦角度为 α ,设所述成形孔径阵列的所述第二开口的排列间距为P的情况下,所述限制孔径基板与所述成形孔径阵列之间的间隔D满足

$$D \leq P / (10 \cdot M \cdot \alpha).$$

2. 根据权利要求1所述的多带电粒子束描绘装置,其特征在于,

进一步具备照明透镜,该照明透镜配置在比所述成形孔径阵列靠光路的上游侧,

所述限制孔径基板配置在所述照明透镜和所述成形孔径阵列之间。

3. 根据权利要求1所述的多带电粒子束描绘装置,其特征在于,

进一步具备静电透镜,该静电透镜配置在照明透镜和所述成形孔径阵列之间,

所述限制孔径基板配置在所述照明透镜之中或者比所述照明透镜靠光路的上游侧。

4. 根据权利要求1所述的多带电粒子束描绘装置,其特征在于,

所述第一开口的形状为圆形。

5. 根据权利要求1所述的多带电粒子束描绘装置,其特征在于,

所述第一开口的形状和所述多个第二开口的配置区域的形状为矩形。

6. 根据权利要求5所述的多带电粒子束描绘装置,其特征在于,进一步具备:

磁场型照明透镜,配置在比所述成形孔径阵列靠光路的上游侧;以及

旋转机构,使所述限制孔径基板进行旋转。

7. 根据权利要求1所述的多带电粒子束描绘装置,其特征在于,

所述第三开口的排列间距比所述第二开口的排列间距窄。

多带电粒子束描绘装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多带电粒子束描绘装置。

背景技术

[0002] 伴随着LSI的高集成化,半导体设备中要求的电路线宽逐年微细化。为了对半导体设备形成所期望的电路图案,采用了使用缩小投影型曝光装置来将形成在石英上的高精度的原图图案(掩模、或者步进式光刻机(Stepper)或步进扫描式光刻机(scanner)中特别使用的也称为中间掩模(reticule))缩小地转印在晶圆上的方法。利用电子束描绘装置描绘高精度的原图图案,使用所谓电子束光刻法技术。

[0003] 使用多射束的描绘装置与用一束电子束进行描绘的情况相比,能一次照射许多射束,因此,能够大幅度地提高生产能力。在作为多射束描绘装置的一个方式的、采用消隐孔径阵列的多射束描绘装置中,例如,使从一个电子枪射出的电子束穿过具有多个开口的成形孔径阵列而形成多射束(多束电子束)。多射束在消隐孔径阵列的各自相对应的消隐器内通过。

[0004] 消隐孔径阵列具备用于将射束单独地偏转的电极对和在其之间供射束通过的开口,通过将电极对(消隐器)的一方固定在地电位,将另一方在地电位和除此之外的电位之间进行切换,由此分别单独地进行所通过的电子束的消隐偏转。被消隐器偏转后的电子束被屏蔽,而未被偏转的电子束被照射在试料上。

[0005] 成形孔径阵列伴随着射束照射而温度上升,由于热膨胀而开口间距发生变化。若成形孔径阵列的开口间距变化,则多射束的射束间距发生变化,产生未通过消隐孔径阵列的开口的射束,会有应该在试料面上成像的射束阵列的一部分欠缺的问题。

[0006] 作为抑制成形孔径阵列的温度上升的手段,考虑有提高成形孔径阵列保持机构的散热性的方法。但是,由于电子束必须要在真空中进行照射,成形孔径阵列或其保持机构被配置在真空中,因此,无法充分抑制成形孔径阵列的温度上升。

发明内容

[0007] 本发明提供一种能够抑制成形孔径阵列的温度上升的多带电粒子束描绘装置。

[0008] 本发明的一个方式涉及的多带电粒子束描绘装置具备:射出部,射出带电粒子束;限制孔径,形成有单个的第一开口;成形孔径阵列,形成有多个第二开口,在包含所述多个第二开口的区域,接受通过了所述第一开口的所述带电粒子束的照射,所述带电粒子束的一部分分别通过所述多个第二开口而形成多射束;以及消隐孔径阵列,形成有多个第三开口,该多个第三开口供通过了所述多个第二开口的多射束中的分别对应的射束通过,在各第三开口设置有进行射束的消隐偏转的消隐器。

附图说明

[0009] 图1是本发明的第一实施方式涉及的多带电粒子束描绘装置的概略图。

- [0010] 图2是限制孔径的俯视图。
- [0011] 图3是成形孔径阵列的俯视图,示出成形孔径阵列中的射束照射区域。
- [0012] 图4是第二实施方式涉及的多带电粒子束描绘装置的概略图。
- [0013] 图5(a)是第三实施方式涉及的限制孔径的俯视图,图5(b)是示出成形孔径阵列中的射束照射区域的图。
- [0014] 图6是示出一边回旋一边前进的射束的例子的图。
- [0015] 图7是本发明的第五实施方式涉及的多带电粒子束描绘装置的概略图。

具体实施方式

[0016] 以下,根据附图,对本发明的实施方式进行说明。在实施方式中,对使用电子束作为带电粒子束的一例的结构进行说明。但是,带电粒子束不限于电子束,也可以是离子束等。

[0017] [第一实施方式]

[0018] 图1所示的描绘装置具备:描绘部10,向掩模或晶圆等对象物照射电子束并描绘期望的图案;以及控制部60,控制描绘部10的动作。描绘部10是具有电子束镜筒12和描绘室40的多射束描绘装置的一例。

[0019] 在电子束镜筒12内配置有电子枪14、照明透镜16、限制孔径17(限制孔径基板)、成形孔径阵列18、消隐孔径阵列20、投影透镜22、偏转器24、阻挡孔径(stopping aperture)26和物镜28。

[0020] 在描绘室40内配置有XY载物台42。在XY载物台42上载置有作为描绘对象的基板44的掩模基底(mask blanks)。

[0021] 如图2所示,在限制孔径17形成有单个的开口17A(第一开口)。开口17A例如是圆形。限制孔径17与成形孔径阵列18相比配置在射束前进方向的上游侧,屏蔽射束的一部分,降低对成形孔径阵列18的射束照射量。

[0022] 为了抑制散射电子,限制孔径17优选使用硅、碳、铝、钛等电子反射率(背散射系数)小且易加工的材料。

[0023] 如图3所示,在成形孔径阵列18上按规定的排列间距形成有纵m列×横n列($m, n \geq 2$)的开口18A(第二开口)。各开口18A都形成为相同尺寸形状的矩形。开口18A的形状也可以是圆形。

[0024] 在纵向的开口18A的个数和横向的开口18A的个数相同的情况下($m=n$ 时),开口18A的配置区域的形状成为正方形。

[0025] 通过限制孔径17的开口17A而形成为圆形的电子束B照射在成形孔径阵列18上的照射区域50(孔径像)比开口18A的配置区域略大。

[0026] 电子束的一部分分别通过多个开口18A,由此形成多射束MB。

[0027] 消隐孔径阵列20设置于成形孔径阵列18的下方(光路的下游侧),形成有与成形孔径阵列18的各开口18A相对应的通孔20A(第三开口)。在各通孔20A中配置有由成对组成的2个电极的组构成的消隐器(省略图示)。消隐器的一个电极被固定在地电位上,将另一个电极在地电位和其他电位之间进行转换。

[0028] 通过各通孔20A的电子束分别独立地被施加在消隐器上的电压偏转。如此,多个消

隐器对通过了成形孔径阵列18的多个开口18A的多射束MB中的分别对应的射束进行消隐偏转。

[0029] 阻挡孔径26对已被消隐器偏转了的射束进行屏蔽。未被消隐器偏转的射束通过在阻挡孔径26的中心部形成的开口26A。为了减少消隐孔径阵列20的单独消隐时的射束的泄漏,阻挡孔径26被配置在射束扩展变小的交叉处(crossover)(光源像)的成像面上。

[0030] 控制部60具有控制计算机62和偏转控制电路64等。偏转控制电路64与消隐孔径阵列20和偏转器24相连接。控制计算机62从存储装置(省略图示)读出描绘数据进行多级的数据转换处理,生成装置固有的轰击数据(shot data)。在轰击数据中定义各轰击的照射量和照射位置坐标等。

[0031] 控制计算机62基于轰击数据,将各轰击的照射量输出给偏转控制电路64。偏转控制电路64将输入的照射量除以电流密度,求出照射时间t。并且,偏转控制电路64在进行对应的轰击时,以使消隐器仅在照射时间t进行射束ON的方式,对消隐孔径阵列20的对应的消隐器施加偏转电压。

[0032] 此外,控制计算机62将偏转位置数据输出给偏转控制电路64,使得向轰击数据所表示的位置(坐标)偏转各射束。偏转控制电路64运算偏转量,并向偏转器24施加偏转电压。由此,本次轰击的多射束MB被集中偏转。

[0033] 电子枪14(射出部)射出的电子束B利用照明透镜16而大致垂直地对限制孔径17进行照明。通过了限制孔径17的开口17A的电子束对成形孔径阵列18的开口配置区域进行照明。电子束通过成形孔径阵列18的多个开口18A,由此形成多个电子束(多射束)MB。多射束MB在消隐孔径阵列20的分别对应的消隐器内通过。

[0034] 通过了消隐孔径阵列20的多射束MB被投影透镜22缩小,并朝向阻挡孔径26的中心的开口26A前进。在此,被消隐孔径阵列20的消隐器偏转后的电子束的位置与阻挡孔径26的开口26A错开,被阻挡孔径26屏蔽。另一方面,未被消隐器偏转的电子束通过阻挡孔径26的开口26A。利用消隐器的开(ON)/关(OFF)来进行消隐控制,控制射束的开(ON)/关(OFF)。

[0035] 阻挡孔径26如此地对已被消隐孔径阵列20的消隐器偏转成射束OFF状态的各射束进行屏蔽。并且,从变为射束ON到变为射束OFF为止通过了阻挡孔径26的射束成为1次的轰击的射束。

[0036] 通过了阻挡孔径26的多射束MB被物镜28对焦在基板44上,成为期望的缩小率的图案像。通过了阻挡孔径26的各射束(多射束整体)被偏转器24向同一方向集中偏转,照射在各射束的基板44上的各自的照射位置上。

[0037] 再有,在图1的例子中,将偏转器24配置在比阻挡孔径26靠光路的上游侧,但也可以配置在下游侧。

[0038] 在XY载物台42连续移动时,射束的照射位置被偏转器24控制成追随XY载物台42的移动。XY载物台42的移动通过未图示的载物台控制部来进行。

[0039] 在本实施方式中,在成形孔径阵列18的上方(比成形孔径阵列18靠光路的上游侧)设置限制孔径17,降低了对成形孔径阵列18的射束照射量。因此,能够抑制成形孔径阵列18的温度上升,防止开口18A的开口间距变化。

[0040] 从电子枪14射出的电子束的一部分被限制孔径17屏蔽,由此,在成形孔径阵列18的射束照射区域50的周边部产生向外逐渐变暗(照射量下降)的区域。当这样的照射量下降

区域(以下也称作“半影模糊”)和开口18A重叠时,就形成电流密度低的射束。为了不形成电流密度低的射束,在最外周的开口和限制孔径的阴影之间的间隔上需要存在距离为半影模糊以上的边缘,因此,在最大限度地缩窄照射区域而尽量降低射束照射量的基础上,优选减小半影模糊。

[0041] 为了充分减小半影模糊,优选使成形孔径阵列18和限制孔径17之间的间隔D满足以下条件。在以下条件式中,α为基板44上的射束聚焦角度,M为从成形孔径阵列18向基板面的成像倍率,P为成形孔径阵列18的开口18A的排列间距。

$$D \leq P / (10 \cdot M \cdot \alpha)$$

[0043] 通过使间隔D满足上述条件式,能够使半影模糊达到排列间距P的1/10以下。

[0044] 为了降低对成形孔径阵列18的射束照射量,考虑在成形孔径阵列18的上方配置形成有与开口18A相对应的多个开口的限制孔径阵列。但是,当限制孔径阵列的开口与成形孔径阵列18的开口18A的位置错开时,多射束的一部分就会欠缺。为了高精度地进行限制孔径阵列的开口与成形孔径阵列18的开口18A之间的对位,需要设置复杂且高价的对位机构。

[0045] 并且,在使用形成有多个开口的限制孔径阵列的情况下,进一步地,由于限制孔径阵列的开口尺寸小,因此,当因为污染而开口堵塞时,多射束的一部分就会欠缺。此外,即使没有达到堵塞开口的程度,污染物与射束之间的距离也较近,由于充电而射束被偏转,射束精度显著劣化。

[0046] 对此,在本实施方式中配置具有直径较大的单个开口17A的限制孔径17。因此,不需要高精度地进行与成形孔径阵列18的开口18A的对位。此外,不存在开口17A被堵塞的可能性(极低),即使在开口17A的周边产生污染物的情况下,也可以较大地取得射束与污染物之间的间隔,能够使充电所导致的射束偏转效果成为极小。

[0047] [第二实施方式]

[0048] 图4中示出第二实施方式涉及的描绘装置的概略结构。本实施方式与图1所示的第一实施方式相比的不同点在于,设置有静电透镜30。在图4中,对与图1所示的第一实施方式相同的部分标注同一符号并省略说明。

[0049] 静电透镜30构成利用成形孔径阵列18作为栅格的栅格透镜32。栅格透镜32降低照明系统的像差,收缩阻挡孔径26中的光源像的尺寸。静电透镜30配置于照明透镜16和成形孔径阵列18之间。

[0050] 为了不扰乱栅格透镜32的电场,将限制孔径17配置在照明透镜16之中或者比照明透镜16靠上方(光路的上游侧)。图4示出了在照明透镜16之中配置了限制孔径17的例子。

[0051] 在设置有栅格透镜32的情况下,也能够降低对成形孔径阵列18的射束照射量,抑制成形孔径阵列18的温度上升。

[0052] [第三实施方式]

[0053] 在上述第一实施方式中,说明了如图2所示地在限制孔径17上形成有圆形的开口17A的例子,但也可以如图5(a)所示地形成有矩形的开口17B。图5(b)示出通过了限制孔径17的开口17B的电子束被照射在成形孔径阵列18上而成的矩形的照射区域50B。

[0054] 开口17B的形状优选与成形孔径阵列18的开口18A的配置区域的形状相一致的形状。例如,在开口18A的配置区域的形状为正方形的情况下,开口17B的形状也设为正方形。据此,照射区域50B也成为正方形。

[0055] 在使图3所示的圆形照射区域50的直径和图5(b)所示的正方形的照射区域50B的对角线长度相同的情况下,本实施方式与上述第一实施方式相比,能够将对成形孔径阵列18的射束照射量进一步降低大约36%。因此,能够进一步有效地抑制成形孔径阵列18的温度上升。

[0056] [第四实施方式]

[0057] 在图4所示的上述第二实施方式中也可以使用形成有矩形的开口17B的限制孔径17。在照明透镜16为磁场型的情况下,通过开口17B而成形为矩形的射束在磁场中一边旋转一边前进。因此,如图6所示,优选使限制孔径17旋转来进行配置,使得矩形的照射区域50B和开口18A的配置区域的位置相配合。

[0058] 限制孔径17的旋转量可以预先计算求出。也可以设置限制孔径17的旋转机构,一边改变限制孔径17的旋转量,一边检测照射在试料面上的射束,来决定旋转量。

[0059] [第五实施方式]

[0060] 图7中示出第五实施方式涉及的描绘装置的概略结构。本实施方式与图4所示的第二实施方式相比的不同点在于,省略了投影透镜22,多射束MB的各射束朝向阻挡孔径26的开口26A保持角度地前进。限制孔径17可以形成有圆形的开口17A,也可以形成有矩形的开口17B。在图7中,对与图4所示的第二实施方式相同的部分标注同一符号并省略说明。

[0061] 多射束MB整体的射束直径从通过限制孔径17时起逐渐变小。并且,多射束MB的射束间距从通过成形孔径阵列18时起逐渐变小。

[0062] 多射束MB以比成形孔径阵列18形成的射束间距还窄的间距通过消隐孔径阵列20。

[0063] 在上述第一至第四实施方式中,在限制孔径17上所形成的开口17A、17B的尺寸与成形孔径阵列18中的射束照射区域50、50B的尺寸为相同的程度,但在本实施方式中,开口17B的尺寸比射束照射区域50B的尺寸大。

[0064] 即使在多射束MB一边缩窄射束间距一边朝向阻挡孔径26前进的情况下,也能够降低限制孔径17对成形孔径阵列18的射束照射量,抑制成形孔径阵列18的热膨胀。

[0065] 再有,本发明并不原样限定于上述实施方式,可以在不脱离其主旨的范围内对结构要素变形后,在实施阶段具体实施。此外,可以通过上述实施方式中公开的多个结构要素的适当组合来形成各种发明。例如,也可以从实施方式中示出的全部结构要素中删除几个结构要素。另外,也可以适当组合不同实施方式中的结构要素。

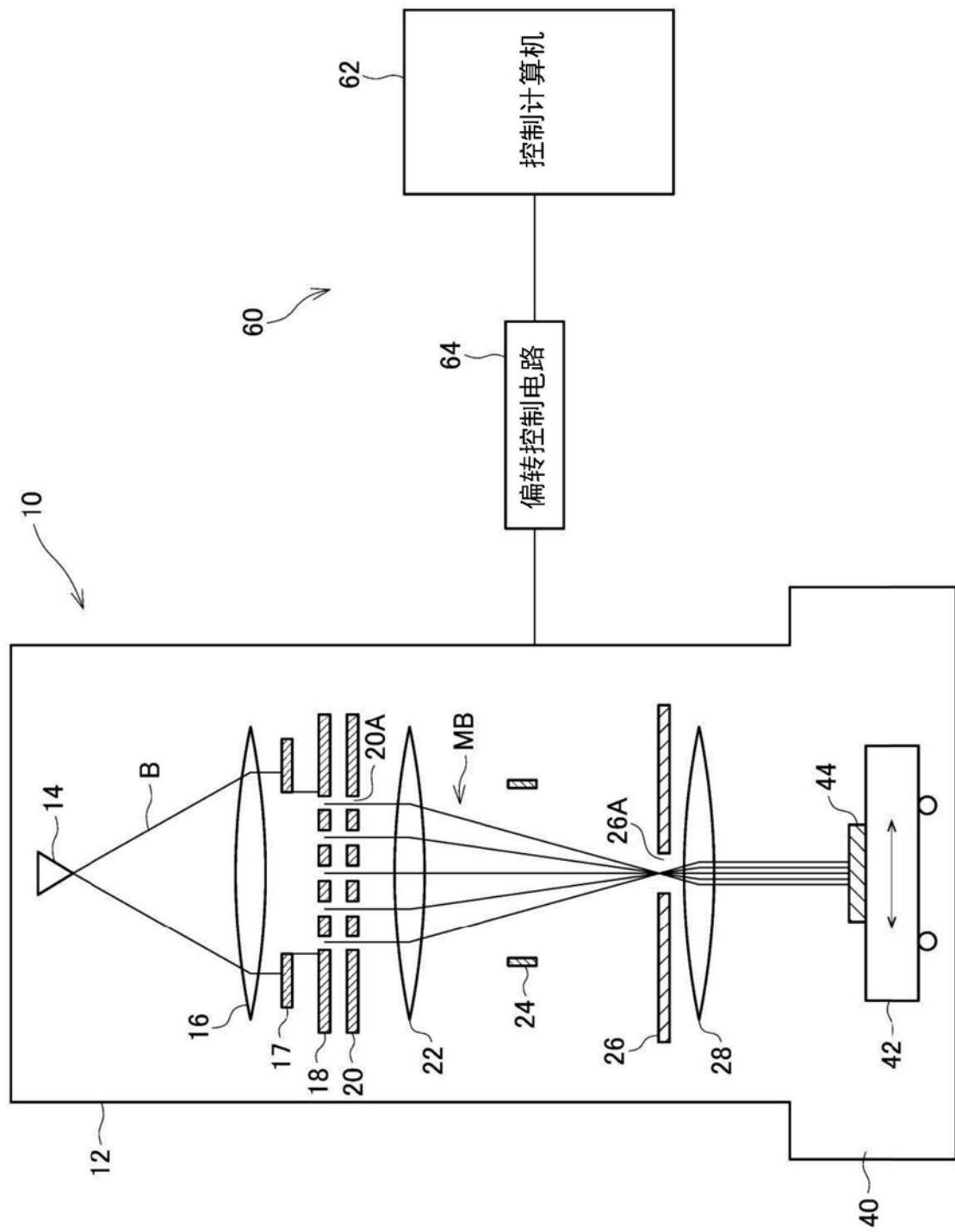


图1

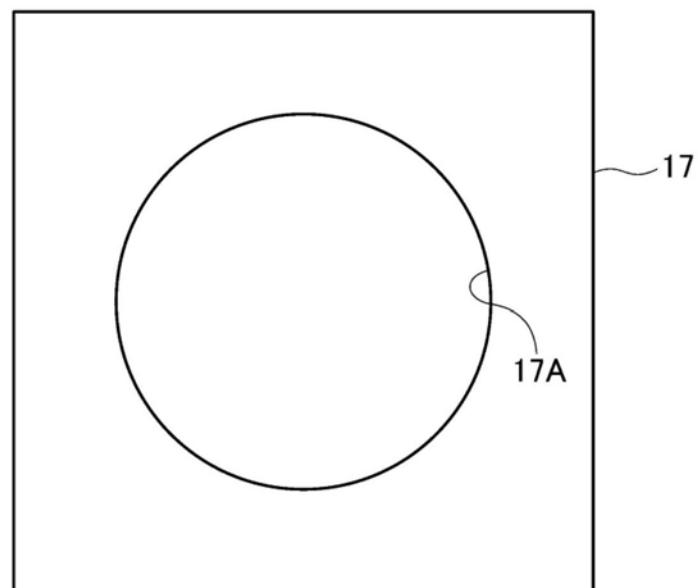


图2

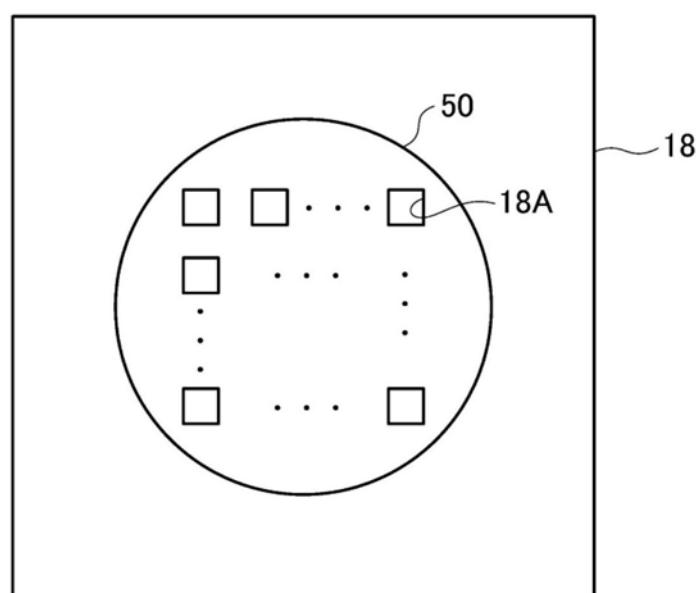


图3

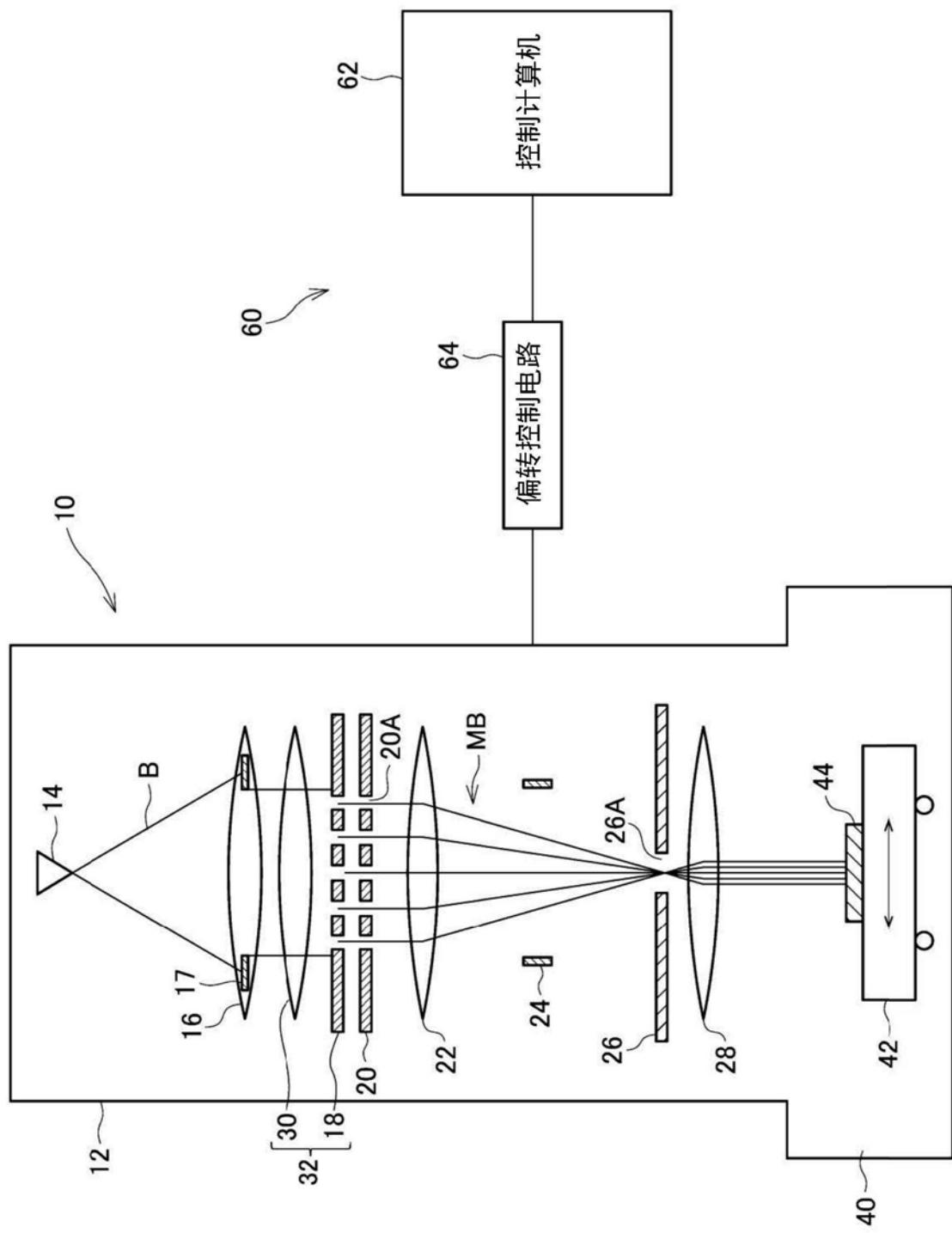
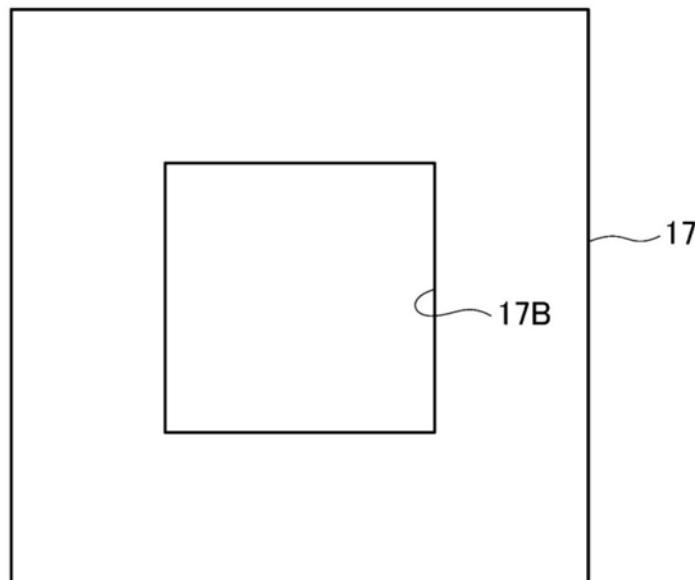


图4

(a)



(b)

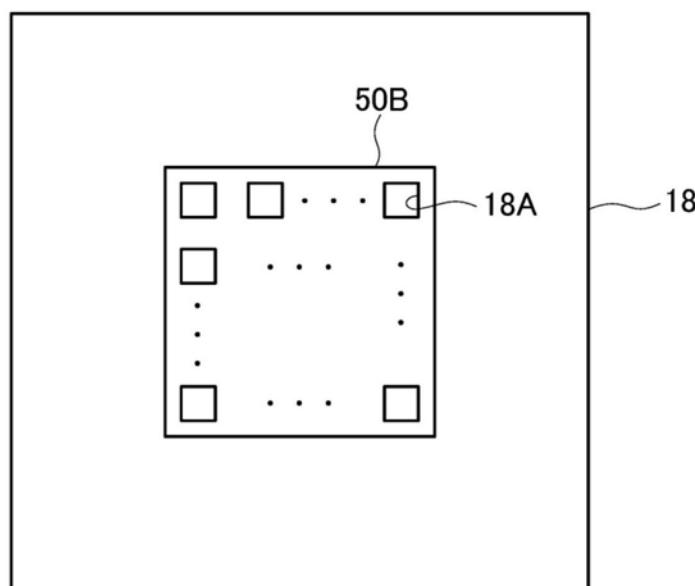


图5

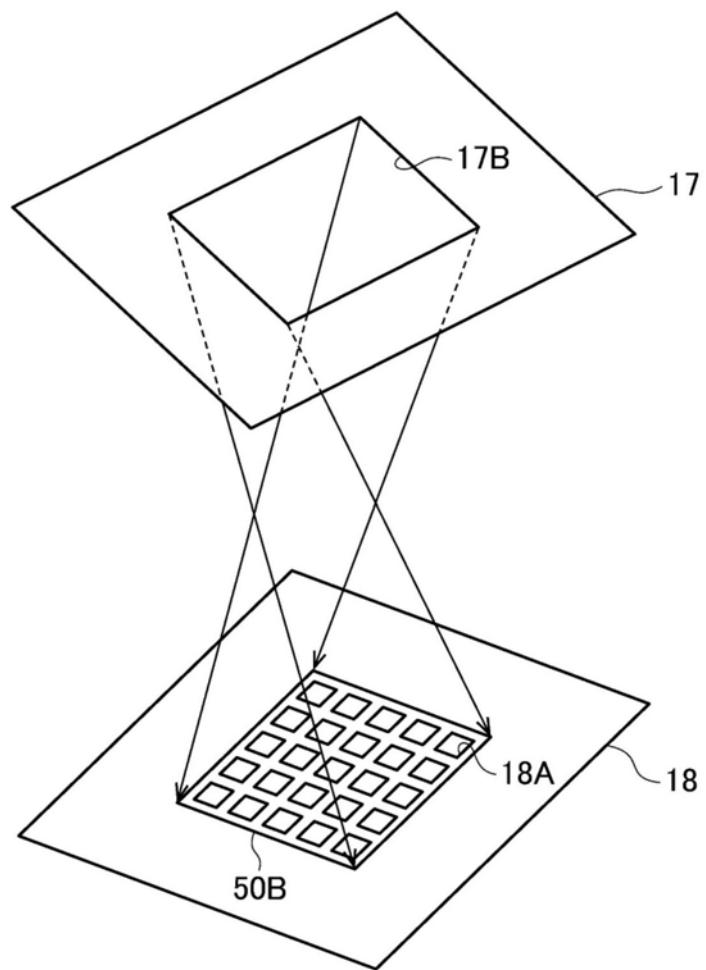


图6

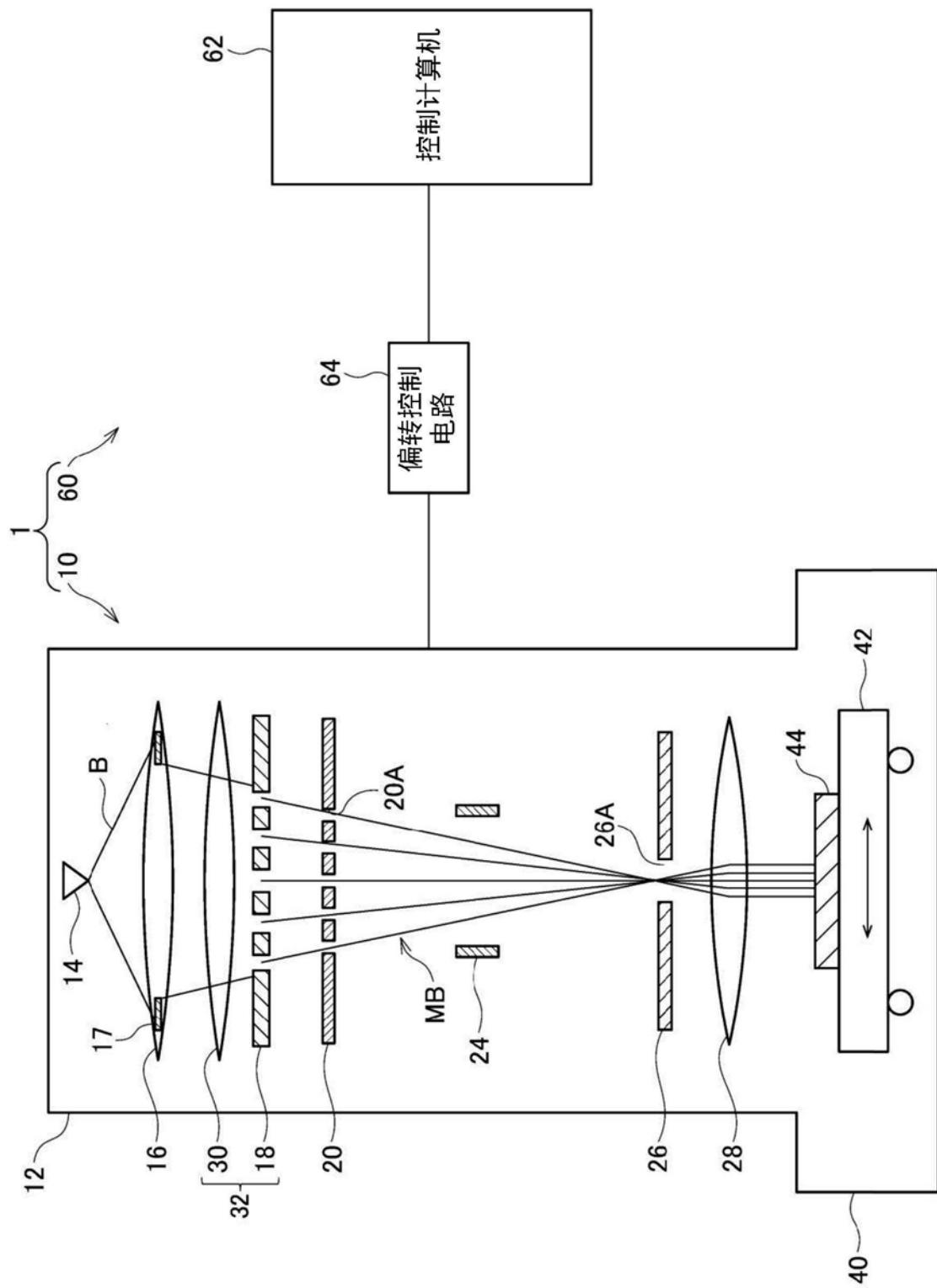


图7