(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117950274 A
(43)申请公布日 2024.04.30

(21)申请号 202311426413.1

(22)申请日 2023.10.31

(30)优先权数据
2022-174674 2022.10.31 JP

(71)申请人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72)发明人 渡边甚内 茂泉纯

(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
专利代理师 曾琳

(51)Int.Cl.
G03F 7/20(2006.01)

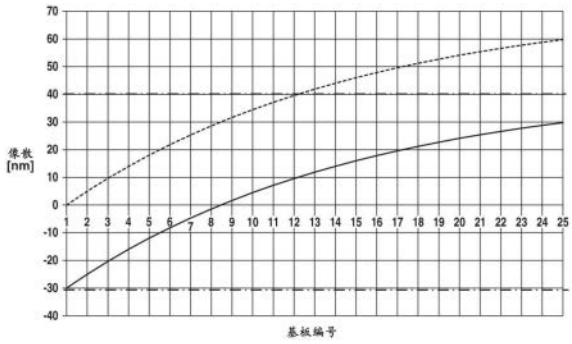
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

曝光方法、曝光装置以及用于制造物品的方法

(57)摘要

本公开涉及曝光方法、曝光装置以及用于制造物品的方法。曝光方法包括:预测在经由投影光学系统对多个基板执行曝光处理的曝光中投影光学系统的光学特性的改变,在曝光之前基于所述预测的预测结果调整光学特性,以及在所述调整之后执行曝光,其中,在所述调整中,基于所述预测中预测的光学特性的改变,在与光学特性改变的方向不同的方向上调整曝光开始时的光学特性。



CN 117950274 A

1.一种曝光方法,包括:

预测在经由投影光学系统对多个基板执行曝光处理的曝光中投影光学系统的光学特性的改变;

在曝光之前基于所述预测的预测结果调整光学特性;以及

在所述调整之后执行曝光,

其中,在所述调整中,基于所述预测中预测的光学特性的改变,在与光学特性改变的方向不同的方向上调整曝光开始时的光学特性。

2.根据权利要求1所述的曝光方法,其中通过用光照射投影光学系统来在所述调整中调整光学特性。

3.根据权利要求2所述的曝光方法,其中通过用光照射一段时间来在所述调整中调整光学特性,所述时间是基于指示光学特性每单位时间的改变量的第二系数确定的。

4.根据权利要求2所述的曝光方法,其中在所述调整中用光的照射对投影光学系统而不是基板进行照明。

5.根据权利要求2所述的曝光方法,其中当构图的母版位于将不被光照明的位置时执行所述调整。

6.根据权利要求2所述的曝光方法,其中基于预测结果来切换在用光照射期间照明光学系统的光瞳平面上的光强度分布。

7.根据权利要求1所述的曝光方法,其中基于第一信息和第二信息来预测光学特性的改变,第一信息是用于预测曝光期间光学特性的改变的信息,并且第二信息是通过在曝光之前测量光学特性获得的信息。

8.根据权利要求7所述的曝光方法,其中与曝光处理条件相关联地存储第一信息,并且在与曝光处理条件相同的条件下执行曝光处理的情况下,使用第一信息来预测光学特性。

9.根据权利要求7所述的曝光方法,其中第一信息包括与在所述预测中使用的预测方程中所包括的第一系数有关的信息。

10.根据权利要求9所述的曝光方法,其中第一系数是指示像差饱和量的值。

11.根据权利要求1所述的曝光方法,其中指示光学特性的改变的要素包括光学特性每单位时间的改变量和曝光处理期间光学特性的最大改变量中的一个或两者。

12.根据权利要求1所述的曝光方法,其中,在所述调整中,调整光学特性,使得曝光处理期间光学特性的平均值是接近零(0)的值。

13.根据权利要求1所述的曝光方法,其中,在所述调整中,将曝光开始时的光学特性朝着与在所述预测中预测的光学特性的改变的斜率的符号不同的符号调整。

14.根据权利要求1所述的曝光方法,其中光学特性是投影光学系统的像散。

15.根据权利要求1所述的曝光方法,其中在所述调整中对光学特性的调整将光学特性的值调整为正或负。

16.一种曝光方法,包括:

预测在经由投影光学系统对多个基板执行曝光处理的曝光中投影光学系统的光学特性的改变;

在曝光之前基于所述预测的预测结果调整光学特性;以及

在所述调整之后执行曝光,

其中,在所述调整中,基于在所述预测中预测的光学特性的改变来调整曝光开始时的光学特性,使得即使在曝光中不调整光学特性的情况下,光学特性也落入预定范围内。

17.根据权利要求16所述的曝光方法,其中针对每个曝光处理条件设置所述预定范围。

18.根据权利要求16所述的曝光方法,其中在所述预测的预测结果指示光学特性落入所述预定范围内的情况下,不执行所述调整。

19.一种曝光装置,包括:

投影光学系统,被配置为投射光;以及

控制单元,被配置为执行控制以在经由投影光学系统对多个基板执行曝光处理之前调整投影光学系统的光学特性,

其中控制单元预测光学特性的改变,并基于预测结果执行控制以在与光学特性改变的方向不同的方向上调整曝光处理开始时的光学特性。

20.一种用于制造物品的方法,所述方法包括:

使用根据权利要求1至18中的任一项所述的曝光方法进行曝光,其中调整光学特性并执行基板的曝光;

对在曝光中通过曝光在基板上构图的感光材料进行显影;以及

从在显影中显影的基板制造物品。

曝光方法、曝光装置以及用于制造物品的方法

技术领域

[0001] 本公开一般而言涉及曝光,并且更具体地涉及曝光方法、曝光装置以及用于制造物品的方法。

背景技术

[0002] 半导体器件或液晶显示设备的制造过程使用曝光装置,该曝光装置通过照明光学系统对母盘进行照明,并经由投影光学系统将母盘的图案投影到基板上以对基板进行曝光。如果投影光学系统吸收曝光光并生成热量,那么像差出现。像差影响曝光处理的结果。

[0003] 日本专利申请特许公开No.2014-103343讨论了一种用于预测由于曝光处理引起的像差并基于预测的结果确定是否执行下一次曝光处理的方法。

[0004] 考虑到生产率,在像差出现的情况下,期望校正像差以迅速执行下一次曝光处理。而且,即使在对一个批次执行曝光处理时,像差也会改变。如果在批次的中间像差增加,那么分辨率性能会下降并且无法满足期望的质量。

发明内容

[0005] 本公开一般而言针对提供一种能够在减少像差影响的状态下执行曝光处理的曝光方法,以及曝光装置和用于制造物品的方法。

[0006] 根据一些实施例,一种曝光方法包括:预测在经由投影光学系统对多个基板执行曝光处理的曝光中投影光学系统的光学特性的改变,在曝光之前基于所述预测的预测结果调整光学特性,以及在所述调整之后执行曝光,其中,在所述调整中,基于所述预测中预测的光学特性的改变,在与光学特性改变的方向不同的方向上调整曝光开始时的光学特性。

[0007] 通过以下参考附图对示例性实施例的描述,本公开的进一步的特征将变得清楚。

附图说明

[0008] 图1是图示根据第一示例性实施例的曝光装置的构造的示意图。

[0009] 图2是图示在Z方向上驱动基板台时焦点与光量之间的关系的图表。

[0010] 图3是图示标线片侧标记的线条和空间图案的示意图。

[0011] 图4是根据第一示例性实施例的用于存储像差饱和量的流程图,像差饱和量要在用于预测像散的预测方程中使用。

[0012] 图5图示了根据第一示例性实施例的像差预测的结果。

[0013] 图6A和图6B图示了根据第一示例性实施例的用于虚拟(dummy)照射的照明光学系统的光瞳平面上的光强度分布的示例。

[0014] 图7是根据第一示例性实施例的执行虚拟照射以校正像散时的流程图。

[0015] 图8图示了根据第一示例性实施例的像散调整的示例。

[0016] 图9是根据第二示例性实施例的用于制造物品的方法的流程图。

具体实施方式

[0017] 下面将参考附图描述本公开的示例性实施例。以下示例性实施例并不旨在限制权利要求中阐述的公开内容。虽然示例性实施例描述了多个特征,但是并非所有特征对于本公开来说都是必需的,并且可以以任何给定的方式组合这些特征。在附图中,相同或相似的组件由相同的附图标记表示。将省略其冗余的描述。

[0018] 在本说明书和附图中,基本上使用具有相互正交的轴的XYZ坐标系来表达方向,其中垂直方向是Z轴并且垂直于垂直方向的水平面是XY平面。如果图中图示了XYZ坐标系,那么该坐标系优先。

[0019] 下面将描述每个示例性实施例的具体构造。

[0020] 图1是图示根据第一示例性实施例的曝光装置100的构造的示意图。从光源101发射的光入射在照明光学系统102上。衍射光学元件103在照明光学系统102的光瞳平面上形成光强度分布(下文中也称为有效光源分布),并且用所得到的光照射标线片104。标线片104是由例如其表面上用铬形成有要转印的图案(例如,电路图案)的石英玻璃形成的母盘。入射在绘制在标线片104上的图案上的光被标线片104衍射并进入投影光学系统107。光通过部署在投影光学系统107中的孔径光阑108调节光量并到达基板110,从而以减小的尺寸投影标线片104上的图案。这里,基板110例如由具有其上涂敷有感光材料(抗蚀剂)的表面的单晶硅形成。控制单元120具有处理器、电路系统或其组合,并且可以被配置为控制器以控制曝光装置100中的一个或多个单元或组件。存储单元130存储从控制单元120获得的信息。

[0021] 标线片104被保持在标线片台106上。标线片台106被驱动以在+Y方向上扫描。驱动保持基板110的基板台111以在-Y方向上扫描。在一个拍摄(shot)区域的曝光结束之后,步进驱动这些台以曝光下一个拍摄区域。

[0022] 与标线片104不同的标线片参考板105部署在标线片台106上。标线片参考板105设有用于测量空中图像的标线片侧标记。标线片侧标记是循环排列的线条和空间图案。检测板112进一步部署在基板台111上。检测板112设有用于测量空中图像的基板侧标记(未示出)。基板侧标记是以与标线片侧标记的周期相同的周期排列的线条和空间图案。光电检测器115位于检测板112下方。

[0023] 标线片侧和基板侧标记上的线条和空间图案的光阻挡部分例如由铬形成。其透光部分由玻璃形成。在Y方向上驱动标线片台106,使得从光源101发射的光经由照明光学系统102照射标线片参考板105上的标线片侧标记。穿过标线片参考板105上的标线片侧标记的光经由投影光学系统107到达检测板112上的基板侧标记。到达的光穿过检测板112上的基板侧标记并到达光电检测器115。

[0024] 接下来,将描述作为用于测量像散(光学特性)的测量方法的空中图像测量。

[0025] 从光源101发射的光经由照明光学系统102照射标线片参考板105,由此标线片侧标记经由投影光学系统107以减小的尺寸投影到基板侧标记上。如果在减小尺寸投影的状态下在作为光轴方向的Z方向上移动基板台111,那么在投影光学系统107的最佳焦点位置处以减小的尺寸投影的标线片侧标记的图像与基板侧标记重叠。这里,光电检测器115接收到的光量被最大化。当基板台111远离最佳焦点位置移动时,以减小的尺寸投影到检测板112上的基板侧标记上的标线片侧标记的图像的对比度降低并且模糊,并且通过光电检测

器115接收到的光量下降。

[0026] 图2是图示当在Z方向上驱动基板台111时焦点与光量之间的关系的图。图2图示了基板台111在Z方向上被驱动越过最佳焦点位置的情况的示例,其中标线片侧标记以减小的尺寸投影到基板侧标记上。横轴指示焦点,纵轴指示光电检测器115检测到的光量。图示的焦点与光量之间的关系具有向上凸出的弯曲形状。弯曲形状的峰位置是最佳焦点位置。虽然在本示例性实施例中已经描述了根据光电检测器115对穿过标线片侧标记和基板侧标记的光的检测结果来确定最佳焦点位置的示例,但是用于确定最佳焦点位置的方法不限于这个示例。

[0027] 图3是图示标线片侧标记113的线条和空间图案的示意图。基板侧标记具有类似的构造。标线片侧标记113和基板侧标记各自包括用于像散测量的X和Y方向线条和空间图案。随着标线片侧标记113的X和Y方向线条和空间图案以减小的尺寸投影到基板侧标记上,基板台111在Z方向上在跨过(包括)X和Y方向两者的最佳焦点位置的区域上被驱动。作为结果,对于X和Y方向线条和空间图案都可以获得图2中所示的焦点与光量之间的关系。基于所获得的X和Y方向线条和空间图案的焦点与光量之间的关系,根据光量被最大化的相应位置(峰位置)来确定X和Y方向上的最佳焦点位置。可以通过确定X方向上的最佳焦点位置与Y方向上的最佳焦点位置之间的差来确定像散。

[0028] 图4是根据本示例性实施例的用于存储像差饱和量P(第一系数)的流程图,像差饱和量P(第一系数)在用于预测像散的预测方程(模型)中使用。在本示例性实施例中,预先获得第一信息、或包括用于预测执行曝光处理的曝光过程期间光学特性的改变的像差饱和量P(第一系数)的信息。

[0029] 在步骤S110中,根据用于曝光处理的有效光源分布来测量像散。在步骤S120中,对要预先测量的基板当中尚未执行曝光处理的第N个基板执行曝光处理。要预先测量的基板是指为了确定像差饱和量P而使用的基板。例如,要预先测量的基板是包括在一个批次中的基板。像差饱和量P是特定于曝光处理条件的值。在步骤S130中,控制单元120确定是否已经对所有要预先测量的基板执行了曝光处理。如果尚未对所有要预先测量的基板执行曝光处理(步骤S130中的“否”),那么处理返回到步骤S110。如果已经对所有要预先测量的基板执行了曝光处理(步骤S130中的“是”),那么处理进行到步骤S140。在步骤S140中,根据用于曝光处理的有效光源分布来测量像散。在步骤S150中,控制单元120确定要在预测方程中使用的像差饱和量P。在步骤S160中,存储单元130将曝光处理条件和像差饱和量P彼此关联地存储,然后处理结束。在本示例性实施例中,已经描述了其中将针对光学特性(像散)测量所有要预先测量的基板(例如,批次中包括的25个基板)的示例。但是,如果获得的信息量足够,那么不需要针对光学特性(像散)测量所有要预先测量的基板。例如,如果在步骤S130中确定已经对所有要预先测量的基板执行了曝光处理,那么处理可以跳过步骤S140并进行到步骤S150。

[0030] 在步骤S150中确定的要在用于预测像散的预测方程中使用的像差饱和量P是通过将像散的测量拟合到由方程(1)、(2)和(3)表达的预测方程来获得的。可以基于所确定的像差饱和量P、预测方程方程(1)、(2)和(3)以及曝光处理之前像差的测量结果(第二信息),来预测在实际曝光处理中发生的像散量。

[0031] $$\Phi_N = \Phi_{1N} + \Phi_{2N} + \Phi_{3N}, \quad \text{方程(1)}$$

[0032] $$\Phi_{mN} = P_m \times \alpha_N - (P_m \times \alpha_N - \Phi_{mN-1}) \times exp\left(-\frac{T_N}{K_m}\right), \text{ 方程 (2),}$$ 和

[0033] $$\alpha_N = \frac{R \times D \times A \times Num_N}{T_N} \text{ . 方程 (3)}$$

[0034] 这里，Φ指示建模的像散的预测发生量，并且后缀N指示像散的测量的定时。在本示例性实施例中，使用三个时间常数(K)。后缀m指示模型编号，其中m＝1是指长期时间常数模型，m＝2是指中期时间常数模型，m＝3是指短期时间常数模型。虽然在本示例性实施例中使用三个时间常数模型来确定三个像差饱和量P，但是时间常数模型的数量可以是两个或更多个。α指示曝光负载，其值根据曝光条件而改变。如方程(3)所表达的那样，曝光负载α可以根据标线片透射率R、曝光量D、拍摄尺寸A、一次像散测量与另一次像散测量之间的拍摄次数Num、以及一次像散测量与另一次像散测量之间的时间T来确定。可以使用诸如抗蚀剂反射率之类的其它参数来计算曝光负载α。

[0035] 图5图示了根据本示例性实施例的像差预测的结果。横轴指示时间，纵轴指示像散的量。白点表示在步骤S110和S140中获得的像散的测量，并且实线表示使用预测方程预测发生的像差。控制单元120预先在可行的曝光处理条件下在步骤S110和S140中测量像散，并根据测量和方程(1)、(2)和(3)确定像差饱和量P。然后，存储单元130将由控制单元120确定的像差饱和量P和曝光处理条件彼此相关联地存储。当控制单元120在与存储在存储单元130中的曝光处理条件相同的曝光处理条件下执行曝光处理时，控制单元120基于存储在存储单元130中的信息来预测在曝光处理期间发生的像差的量。具体而言，控制单元120基于与曝光处理条件相关联地存储在存储单元130中的像差饱和量P，方程(1)、(2)和(3)，以及曝光处理之前测量的像散测量的结果，来预测发生的像差的量。

[0036] 接下来，将描述用于校正像散的虚拟照射。图6A和图6B图示了根据本示例性实施例的用于虚拟照射的照明光学系统102的光瞳平面上的光强度分布(有效光源分布)的示例。从光源101发射的光被照明光学系统102中的衍射光学元件103整形为图6A或图6B中所示的有效光源分布。图6A和图6B中的点线表示σ＝1。白色区域具有光强度。

[0037] 使已经整形的有效光源分布的光经由照明光学系统102进入投影光学系统107，而不穿过标线片104。这里，位于投影光学系统107的光瞳附近的孔径光阑108被关闭，使得进入投影光学系统107的光照射孔径光阑108并且不会到达基板110。已经进入投影光学系统107的光在构成投影光学系统107的一组透镜上的入射由于透镜的玻璃材料的吸收和抗反射膜的吸收而使透镜发热，并且透镜的折射率改变以引起波前像差。例如，如果由衍射光学元件103形成图6A中所示的有效光源分布并使其进入投影光学系统107，那么投影光学系统107产生具有与有效光源分布对应的分布的波前像差。换句话说，可以通过切换衍射光学元件103以选择有效光源分布使得像散具有期望的符号，并执行虚拟照射，来控制像散的符号。而且，通过调整虚拟照射的持续时间，可以获得期望的像散的量。虽然在本示例性实施例中描述了使用波前像差的2θ成分来执行虚拟照射的示例，但是可以使用3θ或4θ成分而没有任何特定限制。

[0038] 现在将描述用于确定虚拟照射的持续时间的方法。首先，预先获得与投影光学系统107上的虚拟照射的持续时间与投影光学系统107的像散的改变量之间的关系有关的信息。接下来，基于获得的信息来确定指示每单位时间投影光学系统107的像散的改变量的比

例系数(Coef)。比例系数(Coef)是第二系数。然后基于方程(4)确定虚拟照射的持续时间(照射时间):

[0039] T＝Coef×AS,方程(4)

[0040] 其中T是虚拟照射的持续时间,并且AS是将投影光学系统107的像散调整到期望值(像散的期望值)时要改变的像散量。

[0041] 虽然在本示例性实施例中通过调整虚拟照射的持续时间来调整要改变的像散量,但是可以使用虚拟照射的量来代替虚拟照射的持续时间。

[0042] 图7是根据本示例性实施例的执行虚拟照射以校正像散的流程图。首先,在步骤S210中,控制单元120确定是否执行像散测量。这里,执行像散测量的定时可以由用户自由设置。像散测量可以被设置为在批次开始时或在对特定标线片进行曝光之前执行。如果未执行像散测量(步骤S210中的“否”),那么处理进行到步骤S270。在步骤S270中,执行曝光处理,并且处理结束。如果执行了像散测量(步骤S210中的“是”),那么在步骤S220中,根据用于曝光处理的有效光源分布来测量像散。然后,在步骤S230中,基于像散的测量结果和与存储在存储单元130中的曝光处理条件相关联地存储的像差饱和量P,控制单元120在目标基板的处理期间确定像散是否超过允许范围(预定范围)(预测过程)。

[0043] 在步骤S230中,使用方程(1)、(2)和(3)预测像散。存储单元130存储多个曝光处理条件,每个曝光处理条件与包括像差饱和量P(第一系数)的第一信息相关联。控制单元120从存储在存储单元130中的曝光处理条件中选择与测量像散时的曝光处理条件相同的曝光处理条件,并且使用与所选择的曝光处理条件相关联的像差饱和量P来预测像散的改变。

[0044] 目标基板是指在接下来的像散测量之前要处理的基板,例如,在用户设置要在批次开始时执行像散测量的情况下,是指批次中的所有基板。用户基于像差的影响和曝光处理的期望精度预先针对每个曝光处理条件设置允许范围(预定范围)。

[0045] 如果在目标基板的处理期间像散没有超过允许范围(步骤S230中的“否”),那么不执行调整过程,并且处理进行到步骤S270。在步骤S270中,控制单元120执行曝光处理(曝光过程),并且处理结束。如果在目标基板的处理期间像散超过允许范围(步骤S230中的“是”),那么处理进行到步骤S240。在步骤S240中,控制单元120基于由方程(1)、(2)和(3)表达的预测方程来确定在目标基板的处理期间像散是否在正方向上改变。如果像散在正方向上改变(步骤S240中的“是”),那么在步骤S250中,控制单元120使标线片104缩回并执行虚拟照射,使得曝光处理开始时的像散具有允许范围内负侧的值(调整过程)。如果像散在负方向上改变(步骤S240中的“否”),那么在步骤S260中,控制单元120使标线片104缩回并执行虚拟照射,使得曝光处理开始时的像散具有允许范围内正侧的值(调整过程)。切换用于步骤S250和S260中的虚拟照射的有效光源分布,使得通过虚拟照射使像散具有期望的符号。确定将通过步骤S250和S260中的虚拟照射改变的像散(光学特性)的改变量,使得像散在目标基板(例如,一个批次)的处理期间不超过允许范围。然后,基于所确定的光学特性的改变量,调整曝光过程开始时的光学特性。换句话说,在目标基板的曝光过程中,将像散调整为使得像散在允许范围(预定范围)内而不执行像散调整。具体而言,基于预测的光学特性的改变,在与光学特性改变的方向不同的方向上调整曝光处理开始时的光学特性。例如,将曝光过程开始时的光学特性(像散)调整为正值或负值。这与将光学特性调整为偏离最优光学特性的值同义。可替代地,代替调整光学特性,可以采用以下配置:将光学特性最优的

条件(例如,光学特性最优的基板台111的位置)调整为光学特性不是最优的条件。

[0046] 此外,期望地,调整像散,使得曝光期间目标基板(例如,一个批次)的像散的值平均接近于零(0),同时在目标基板的处理期间像散不超过允许范围。在步骤S250和S260中的调整过程之后,在步骤S270中,将已经缩回的标线片104移动到可以执行曝光处理的位置,并且在将衍射光学元件103切换到用于曝光处理(曝光过程)的有效光源分布的情况下执行曝光处理。然后,处理结束。

[0047] 在本示例性实施例中,通过确定在目标基板的处理期间像散是否超过允许范围来确定是否执行虚拟照射。但是,可以设置阈值来代替允许范围(预定范围),并且可以通过将像散测量的结果与阈值进行比较来确定是否执行虚拟照射。

[0048] 图8图示了根据本示例性实施例的像散调整的示例。在图8的示例中,包括在批次中的25个基板是目标基板。由于上限值和下限值由点划线指示,因此以纳米(nm)为单位的像散的允许范围是-30(nm)至+40(nm)。由点线指示在未执行像散调整的情况下的像散的改变。在不执行像散调整的情况下,处理第十三基板时像散超过允许范围。在这种情况下,第十三及后续基板的曝光处理结果受到像散的很大影响。在本示例性实施例中,基于像散的测量结果、预先获得的像差饱和量P以及方程(1)、(2)和(3),获得目标基板的处理期间像散(光学特性)的改变,并获得要调整的像散量。具体而言,获得在目标基板(例如,一个批次)的处理期间像散的时间改变方向(倾斜方向)和像散的改变量(最大改变量),然后获得要调整的像散量。这里,根据本示例性实施例的像散(光学特性)的改变与像散的每单位时间的改变量(斜率)同义,包括在目标基板(包括在一个批次中的基板)的处理期间预期改变的像散的最大改变量和像散的倾斜方向的要素。在本示例性实施例中,已经描述了基于像散的时间改变方向(倾斜方向)和在目标基板(例如,一个批次)的处理期间像散的变化量(最大改变量)来调整像散的示例。但是,可以仅基于像散的最大改变量来调整像散。更具体而言,根据本示例性实施例的指示像散(光学特性)的改变的要素包括光学特性的每单位时间的改变量和/或曝光处理期间的光学特性的最大改变量中的一个或两者。

[0049] 例如,在图8中,根据像散的测量结果、预先获得的像差饱和量P以及方程(1)、(2)和(3),可以预测像散的改变的斜率方向是+方向,并且目标基板(例如,一个批次)的处理期间的像差改变量(最大改变量)是+60(nm)。因此,控制单元120通过虚拟照射调整像散,使得即使像散改变+60(nm),像散也不超过允许范围。在图8的示例中,在与像散的倾斜方向(+方向)不同的方向(-方向)上调整像散,并且将调整量调整为使得曝光开始时的像散是-30(nm),使得即使在曝光过程中不执行像散调整,像散也在允许范围内。换句话说,在调整过程中,将开始曝光过程时的光学特性(像散)朝着与在预测过程中预测的光学特性的改变的斜率的符号不同的符号调整。通过这种调整,目标基板的处理期间的像散落在允许范围内,并且可以减少像差对曝光处理的结果的影响。在本示例性实施例中,已经描述了根据允许范围的下限将像散调整到-30(nm)的示例。但是,在图8的示例中,可以将像散调整为-20(nm),因为可以调整像散使得像散落在曝光过程中的允许范围内。

[0050] 期望的是,曝光处理(曝光过程)期间的像散在允许范围内以接近0的值改变。因此,期望地,执行像散的调整,使得曝光处理期间像散的值的平均值接近0。例如,在本示例性实施例中,将像散调整为-25(nm),使得曝光处理中的像散的平均值是接近0的值。在本示例性实施例中,描述了调整像散的示例。但是,要调整的光学特性可以是由于用光照射投影

光学系统而改变的任何光学特性,并且不限于像散。根据本示例性实施例的要调整的光学特性的示例包括球面像差、慧形像差、像场弯曲和失真像差(失真)。

[0051] 在本示例性实施例中,通过将预先获取的像差饱和量P和像散的测量结果应用于预测方程,可以预测在曝光处理期间生成的像差生成量,并且可以通过基于预测结果执行虚拟照射来调整像散。作为结果,在目标基板(例如,一个批次)的曝光处理期间,可以在像散处于用户设置的允许范围内的状态下执行曝光处理而无需调整像散,并且可以降低像散对曝光处理结果的影响。

[0052] 第二示例性实施例的特征在于使用根据第一示例性实施例的曝光装置(曝光方法)来制造物品。

[0053] 图9是根据本示例性实施例的用于制造物品的方法的流程图。在步骤S310中,执行使用根据第一示例性实施例的曝光装置(曝光方法)调整光学特性(像散)并执行基板的曝光的曝光过程。在步骤S320中,执行对通过曝光过程中的曝光而在基板上构图的感光材料进行显影的显影过程。在步骤S330中,执行利用在显影过程中显影的基板来制造物品的制造过程。

[0054] 通过该制造方法将制造的物品的示例包括半导体集成电路(IC)元件、液晶显示元件、滤色器和微机电系统(MEMS)。

[0055] 在曝光过程中,例如,通过使用曝光装置(光刻装置)对涂敷有感光材料的基板(诸如硅基板和玻璃基板)进行曝光来对基板进行构图。

[0056] 制造过程包括例如在显影过程中显影的基板的蚀刻、抗蚀剂去除、切割、键合和封装。根据该制造方法,可以制造比以往更高质量的物品。

[0057] 本说明书的公开内容包括各种示例性实施例和以下的曝光方法、曝光装置以及用于制造物品的方法:

[0058] [项目1]

[0059] 根据一些实施例,一种曝光方法可以包括:

[0060] 预测在经由投影光学系统对基板执行曝光处理的曝光中投影光学系统的光学特性的改变;

[0061] 在曝光之前,基于所述预测中的预测结果通过用光照射投影光学系统调整光学特性;以及

[0062] 在所述调整之后执行曝光,

[0063] 其中,在所述调整中,基于在所述预测中预测的光学特性的改变来将曝光开始时的光学特性调整为正值或负值,使得在曝光中不调整光学特性的情况下光学特性落入预定范围内。

[0064] [项目2]

[0065] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1,其中基于第一信息和第二信息来预测光学特性的改变,第一信息是用于预测曝光期间光学特性的改变的信息,第二信息是通过在曝光之前测量光学特性获得的信息。

[0066] [项目3]

[0067] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1和2中的任一项,其中指示光学特性的改变的要素包括光学特性每单位时间的改变量和曝光处理期间光学特性的最大改变量中

的一个或两者。

[0068] [项目4]

[0069] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1至3中的任一项,其中,在所述调整中,调整光学特性,使得曝光处理期间光学特性的平均值小。

[0070] [项目5]

[0071] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1至4中的任一项,其中针对每个曝光处理条件设置预定范围。

[0072] [项目6]

[0073] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1至5中的任一项,其中,在所述调整中,将曝光开始时的光学特性朝着与在所述预测中预测的光学特性的改变的斜率的符号不同的符号调整。

[0074] [项目7]

[0075] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1至6中的任一项,其中光学特性是投影光学系统的像散。

[0076] [项目8]

[0077] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目2至7中的任一项,其中作为用于预测曝光中的光学特性的改变的信息的第一信息包括与在所述预测中使用的预测方程中所包括的第一系数有关的信息。

[0078] [项目9]

[0079] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目8,其中第一系数是指示像差饱和量的值。

[0080] [项目10]

[0081] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1至9中的任一项,其中通过用光照射一段时间来在所述调整中调整光学特性,所述时间是基于指示光学特性每单位时间的改变量的第二系数确定的。

[0082] [项目11]

[0083] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1至10中的任一项,其中在所述调整中用光的照射对投影光学系统而不是基板进行照明。

[0084] [项目12]

[0085] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1至11中的任一项,其中当构图的母版位于将不被光照明的位置时执行所述调整。

[0086] [项目13]

[0087] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1至12中的任一项,其中在所述预测的预测结果指示光学特性落入预定范围内时,不执行所述调整。

[0088] [项目14]

[0089] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目2至13中的任一项,其中与曝光处理条件相关联地存储作为用于预测曝光中的光学特性的改变的信息的第一信息,并且在与曝光处理条件相同的条件下执行曝光处理的情况下,使用第一信息来预测光学特性。

[0090] [项目15]

[0091] 根据一些实施例的曝光方法可以包括项目1至14中的任一项,其中基于预测结果来切换在用光照射期间照明光学系统的光瞳平面上的光强度分布。

[0092] [项目16]

[0093] 根据一些实施例,一种曝光装置可以包括:

[0094] 投影光学系统,被配置为投射光;以及

[0095] 控制单元,被配置为执行控制,使得通过用光照射投影光学系统来调整在经由投影光学系统对基板执行曝光处理时的光学特性;

[0096] 其中控制单元预测投影光学系统的光学特性的改变,并基于预测结果执行控制以将曝光处理开始时的光学特性调整为正值或负值,使得在曝光处理中光学特性落入预定范围内而无需调整光学特性。

[0097] [项目17]

[0098] 根据一些实施例,一种用于制造物品的方法可以包括:

[0099] 使用根据项目1至15中的任一项所述的曝光方法进行曝光,其中调整光学特性并执行基板的曝光;

[0100] 对在曝光中通过曝光在基板上构图的感光材料进行显影;以及

[0101] 从在显影中显影的基板制造物品。

[0102] 本公开不限于前述示例性实施例,并且在不脱离本公开的精神和范围的情况下可以做出各种改变和修改。因此附上权利要求以使本公开的范围公开。

[0103] 根据本公开的一些实施例,可以在减少像差影响的状态下执行曝光处理。

[0104] 虽然已经参考示例性实施例描述了本公开,但是应该理解的是,本公开不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应符合最宽泛的解释,以便涵盖所有此类修改以及等同的结构和功能。

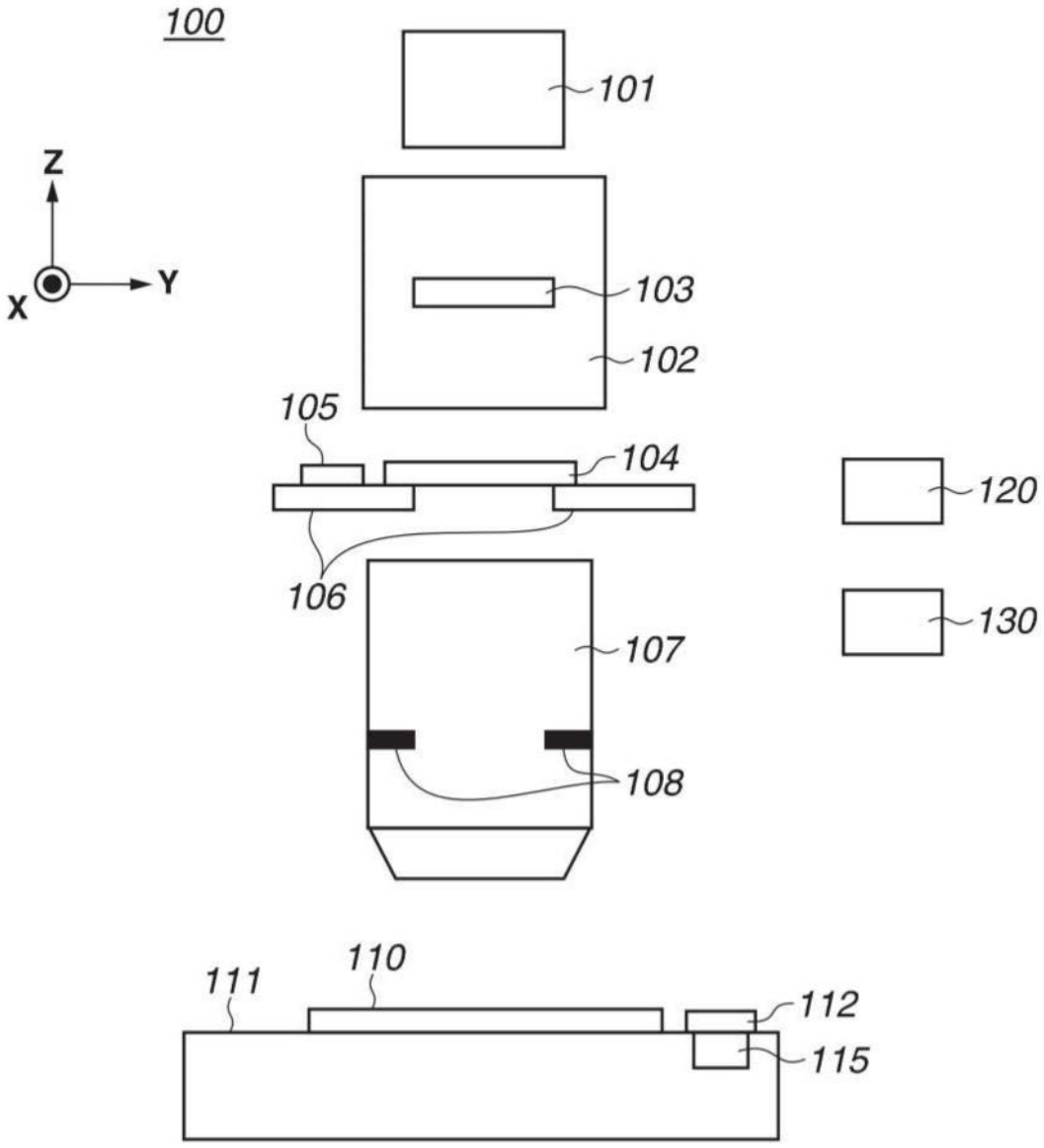


图1

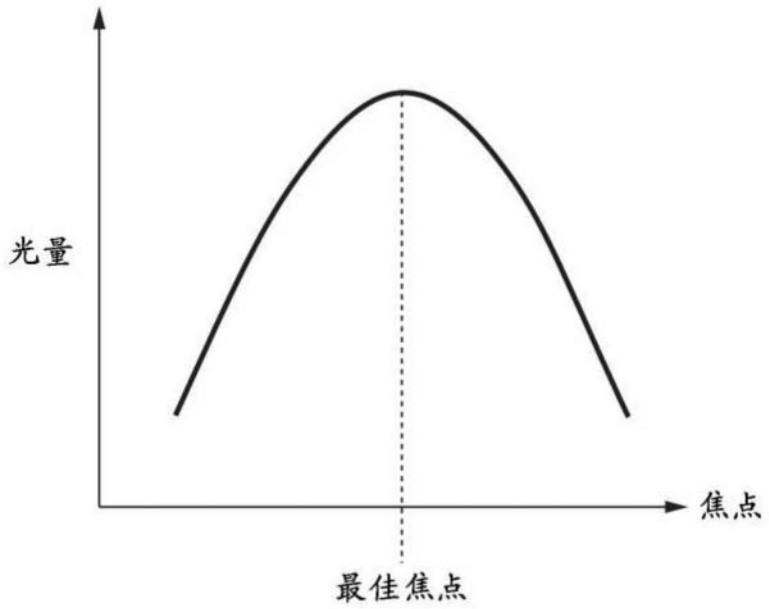


图2

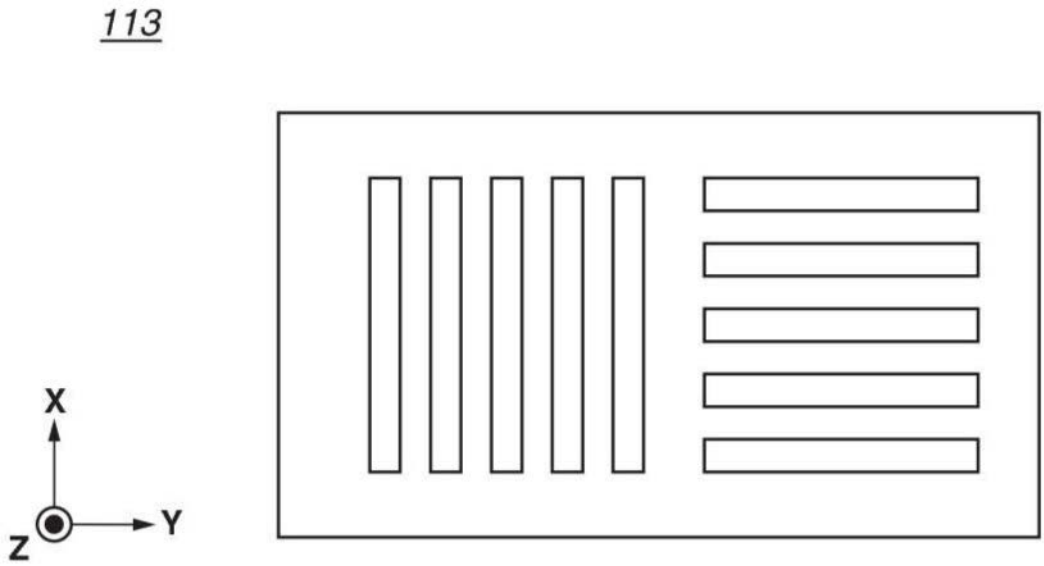


图3

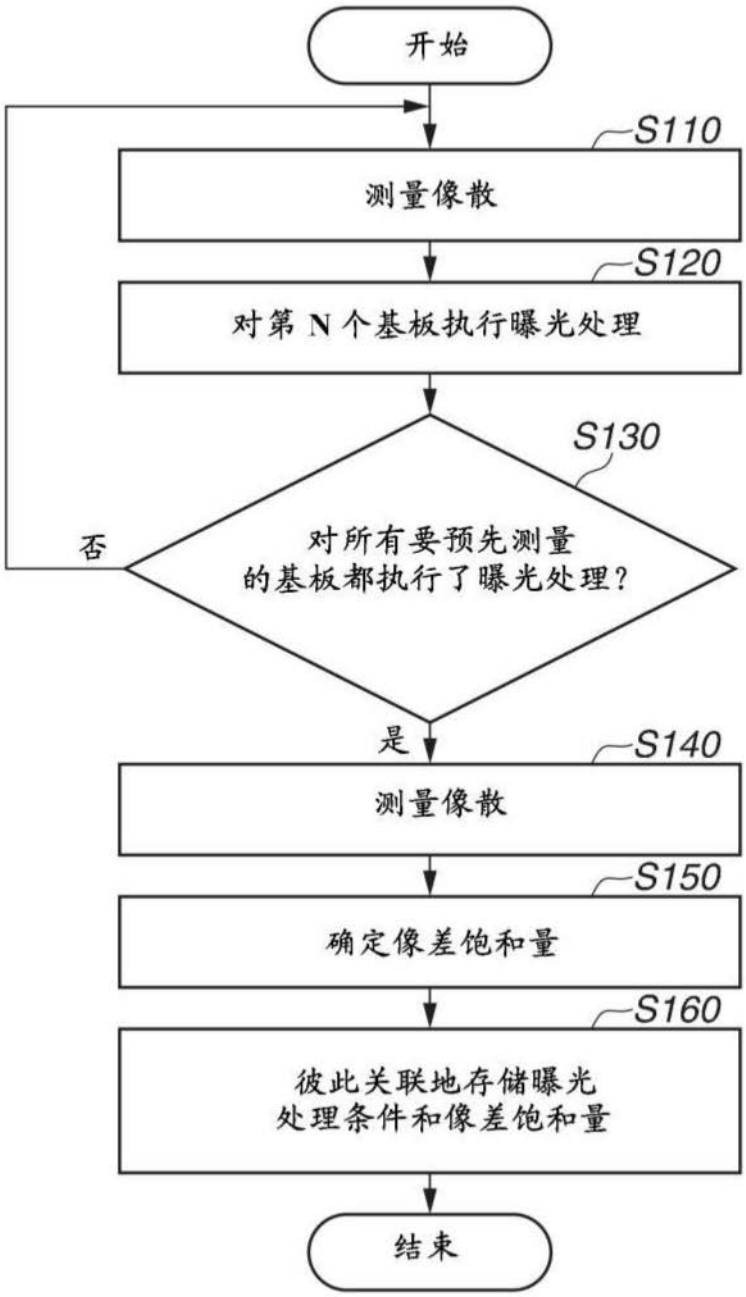

开始
S110
测量像散
S120
对第 N 个基板执行曝光处理
S130
对所有要预先测量
的基板都执行了曝光处理?
否
是
S140
测量像散
S150
确定像差饱和量
S160
彼此关联地存储曝光
处理条件和像差饱和量
结束

图4

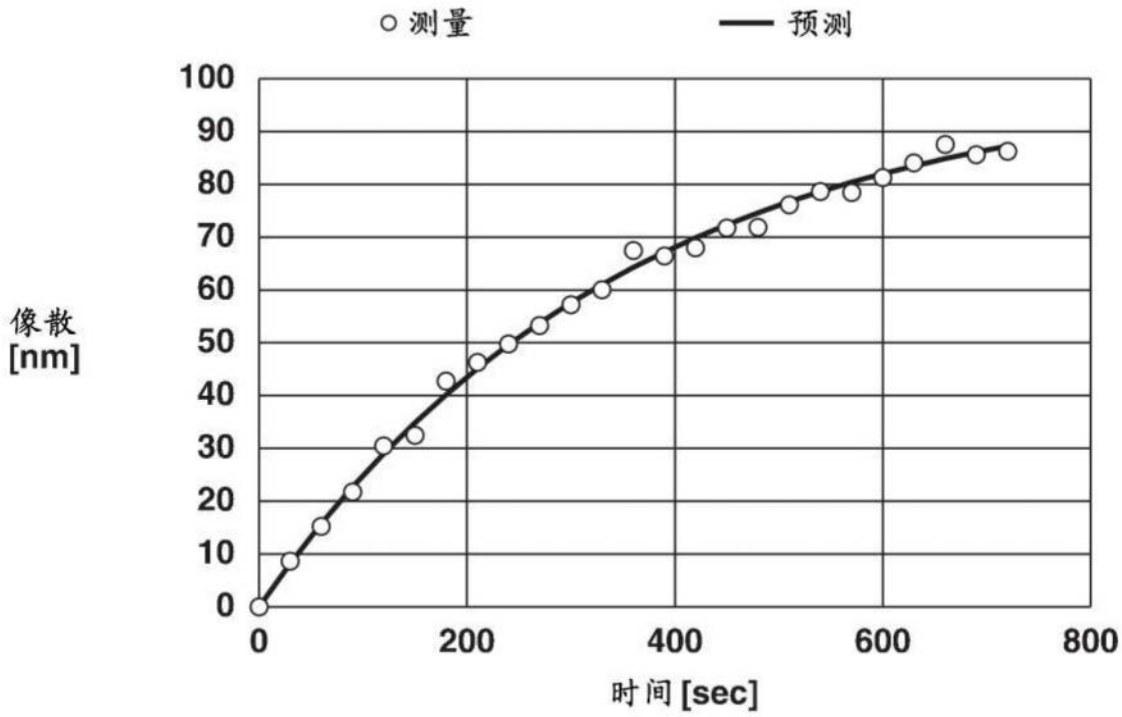


图5



图6A



图6B

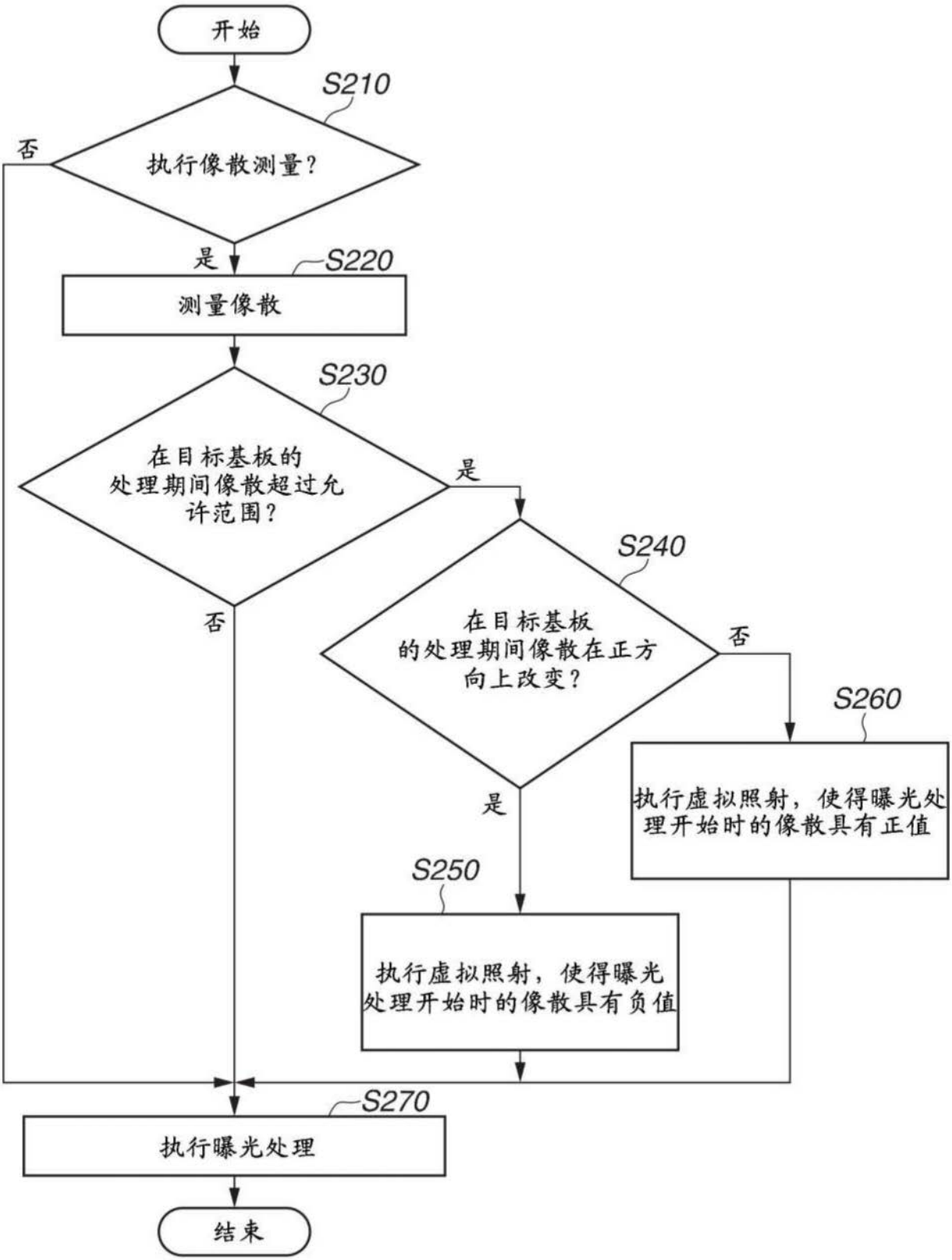

开始
S210
执行像散测量？
否
是
S220
测量像散
S230
在目标基板的处理期间像散超过允许范围？
是
否
S240
在目标基板的处理期间像散在正方向上改变？
否
是
S260
执行虚拟照射，使得曝光处理开始时的像散具有正值
S250
执行虚拟照射，使得曝光处理开始时的像散具有负值
S270
执行曝光处理
结束

图7

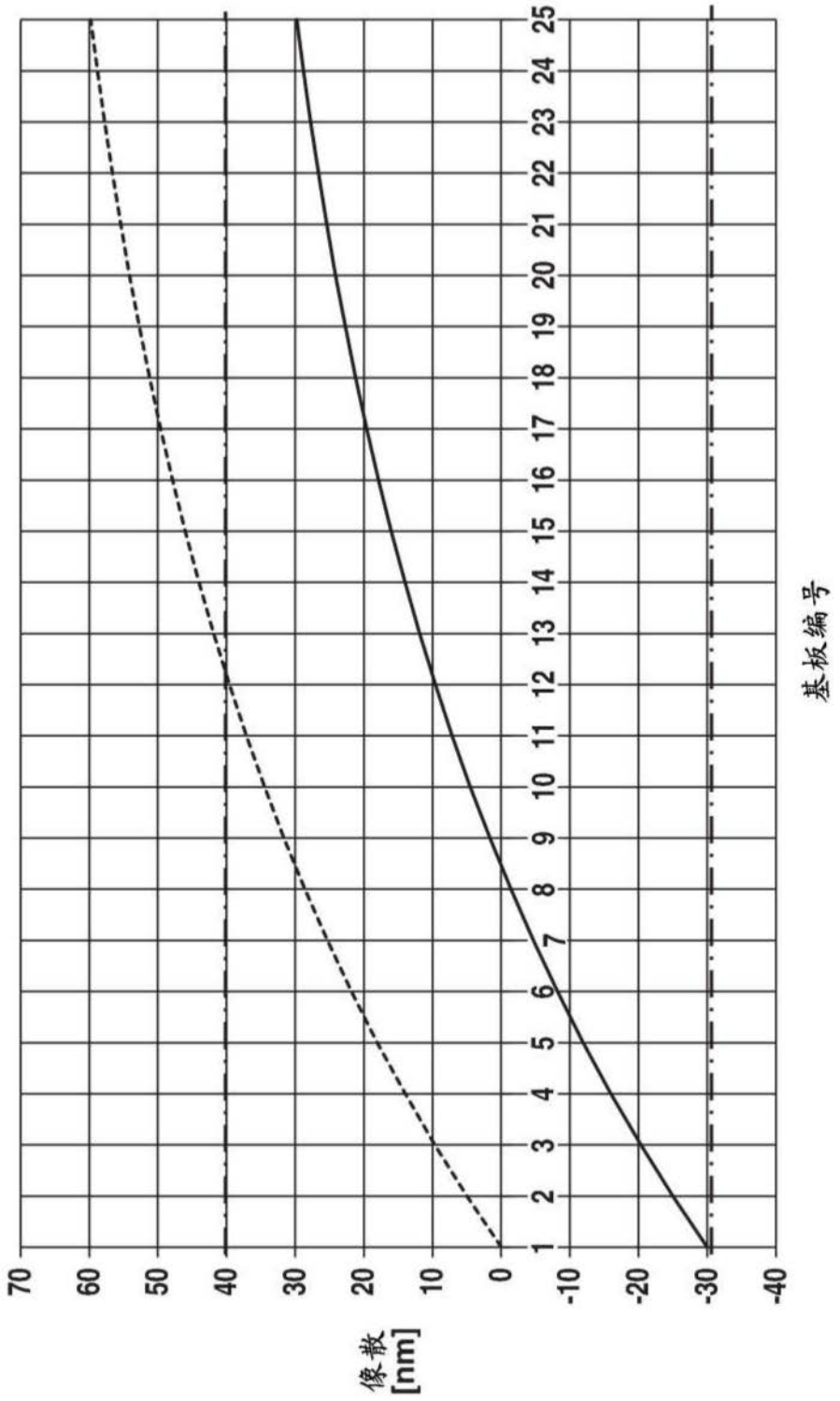

70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
像散
[nm]
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
基板编号

图8

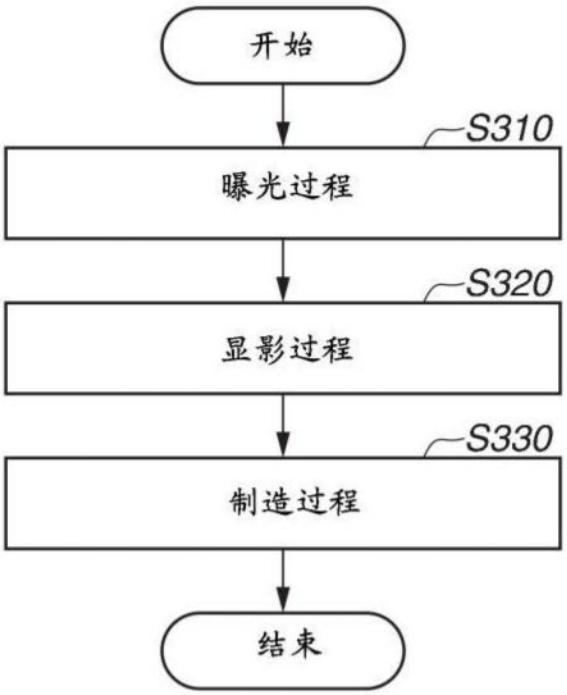


图9