(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112286003 B
(45)授权公告日 2023.11.03

(21)申请号 202010721545.7

(22)申请日 2020.07.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112286003 A

(43)申请公布日 2021.01.29

(30)优先权数据
2019-137072 2019.07.25 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 松本裕史

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 刘英华

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

(56)对比文件
US 2016093466 A1,2016.03.31
TW 546549 B,2003.08.11
CN 1799122 A,2006.07.05
US 2007114453 A1,2007.05.24
CN 101080801 A,2007.11.28

审查员 王度阳

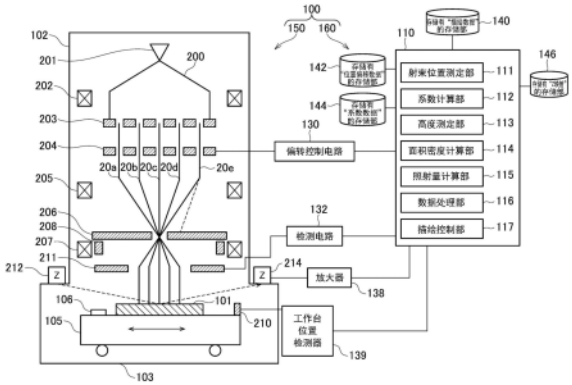
权利要求书3页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

多射束描绘方法及多射束描绘装置

(57)摘要

实施方式涉及多射束描绘方法以及多射束描绘装置。实施方式的多射束描绘方法具备:取得与多个参数值对应的多个位置偏移数据的工序,该多个参数值是使照射到基板上的多射束的各射束的位置偏移量变化的参数的多个参数值;计算与所述多个位置偏移数据分别对应的多个基准系数数据的工序;使用与所述多个参数值对应的多个基准系数数据,计算与所述基板上的所述多射束的照射位置处的参数值对应的系数数据的工序;使用所述系数数据对所述各射束的每次发射的照射量进行调制的工序;以及向所述基板照射被调制后的所述照射量的多射束的至少一部分的所述各射束而描绘图案的工序。



CN 112286003 B

1.一种多射束描绘方法,其特征在于,具备:

取得与多个参数值对应的多个位置偏移数据的工序,该多个参数值是使照射到基板上的多射束的各射束的位置偏移量变化的参数的多个参数值;

计算与所述多个位置偏移数据分别对应的多个基准系数数据的工序;

使用与所述多个参数值对应的多个基准系数数据,计算与所述基板上的所述多射束的照射位置处的参数值对应的系数数据的工序;

使用所述系数数据对所述各射束的每次发射的照射量进行调制的工序;以及

向所述基板照射被调制后的所述照射量的多射束的至少一部分的所述各射束而描绘图案的工序。

2.根据权利要求1所述的多射束描绘方法,其特征在于,

在存在多个使所述多射束的所述各射束的照射位置的偏移变化的参数的情况下,针对该多个参数的每一个,取得与所述多个参数的参数值的组对应的所述多个位置偏移数据,按所述多个参数的参数值的每个组,计算所述多个基准系数数据,

通过对每个所述组的所述多个基准系数数据的内插或外推,计算与照射位置处的所述多个参数的所述参数值的组对应的所述系数数据。

3.根据权利要求2所述的多射束描绘方法,其特征在于,

所述多个参数包括所述多射束的焦点位置以及图案密度。

4.根据权利要求1所述的多射束描绘方法,其特征在于,

具有如下工序:在所述基板的描绘中,至少在离散的时刻进行所述多射束的射束位置偏移的测定,从所述测定取得所述多个位置偏移数据,所述多个位置偏移数据表示所述多射束的所述各射束的位置偏移,

使用分别包括在所述多个位置偏移数据中的、第一位置偏移数据及第二位置偏移数据,计算与所述第一位置偏移数据对应的第一基准系数数据及与所述第二位置偏移数据对应的第二基准系数数据,所述第一位置偏移数据是从开始所述描绘起经过了第一时间后的时刻的位置偏移数据,所述第二位置偏移数据是从开始所述描绘起经过了第二时间后的时刻的位置偏移数据,所述第一时间比从开始所述描绘起的经过时间短,所述第二时间比从开始所述描绘起的经过时间短且比所述第一时间长,

通过所述第一基准系数数据及所述第二基准系数数据的外推,计算与当前时刻对应的系数数据。

5.根据权利要求1所述的多射束描绘方法,其特征在于,

具有如下工序:在所述基板的描绘中,至少在离散的时刻进行所述多射束的所述各射束的所述位置偏移量的测定,取得所述多个位置偏移数据,

使用分别包括在所述多个位置偏移数据中的、第一位置偏移数据及第二位置偏移数据,计算与所述第一位置偏移数据对应的第一基准系数数据及与所述第二位置偏移数据对应的第二基准系数数据,所述第一位置偏移数据是从开始所述描绘起经过了第一时间后的时刻的位置偏移数据,所述第二位置偏移数据是从开始所述描绘起经过了第二时间后的时刻的位置偏移数据,所述第一时间比从开始所述描绘起的经过时间短,所述第二时间比从开始所述描绘起的经过时间短且比所述第一时间长,

针对比从开始所述描绘到当前为止的经过时间长的第三时间,使用所述第一位置偏移

数据及所述第二位置偏移数据，计算从开始所述描绘起经过了所述第三时间后的时刻的第三位置偏移数据，

计算与所述第三位置偏移数据对应的第三基准系数数据，

通过所述第二基准系数数据及第三基准系数数据的内插，计算与当前时刻对应的系数数据。

6.一种多射束描绘装置，其特征在于，具备；

存储部，存储与多个参数值对应的多个位置偏移数据，该多个参数值是使多射束的各射束的位置偏移量变化的参数的多个参数值；

系数计算部，使用所述多个位置偏移数据，针对所述参数的多个参数值的每一个，计算在照射量校正计算中使用的多个基准系数数据，使用所述多个基准系数数据，计算与所述多射束的照射位置处的参数的参数值对应的系数数据，所述照射量校正计算是为了校正所述多射束对基板施加的曝光量分布而调制所述各射束的每次发射的照射量；

照射量计算部，使用所述系数数据对所述各射束的每次所述发射的所述照射量进行调制；以及

描绘部，对所述基板照射被调制后的所述照射量的所述各射束而描绘图案。

7.根据权利要求6所述的多射束描绘装置，其特征在于，

所述存储部，在存在多个使所述多射束的所述各射束的照射位置的偏移变化的参数的情况下，针对该多个参数的每一个，存储与所述多个参数的参数值的组对应的所述多个位置偏移数据，

所述系数计算部，按所述多个参数的参数值的每个组，计算所述多个基准系数数据，通过每个所述组的所述多个基准系数数据的内插或外推，计算与照射区域中的所述多个参数的参数值的组对应的所述系数数据。

8.根据权利要求7所述的多射束描绘装置，其特征在于，

所述多个参数包括所述多射束的焦点位置以及图案密度。

9.根据权利要求6所述的多射束描绘装置，其特征在于，

在所述基板的描绘中，至少在离散的时刻进行所述多射束的射束位置偏移的测定，

所述存储部存储从所述测定得到的所述多个位置偏移数据，所述多个位置偏移数据表示所述多射束的所述各射束的位置偏移，

所述多个位置偏移数据包括第一位置偏移数据及第二位置偏移数据，所述第一位置偏移数据是从开始所述描绘起经过了第一时间后的时刻的位置偏移数据，所述第二位置偏移数据是从开始所述描绘起经过了第二时间后的时刻的位置偏移数据，所述第一时间比从开始所述描绘起的经过时间短，所述第二时间比从开始所述描绘起的经过时间短且比所述第一时间长，

所述系数计算部，使用所述第一位置偏移数据及所述第二位置偏移数据，计算与所述第一位置偏移数据对应的第一基准系数数据及与所述第二位置偏移数据对应的第二基准系数数据，通过所述第一基准系数数据及所述第二基准系数数据的外推，计算与当前时刻对应的系数数据。

10.根据权利要求6所述的多射束描绘装置，其特征在于，

在所述基板的描绘中，至少在离散的时刻进行所述多射束的所述各射束的所述位置偏

移量的测定，

所述存储部存储从所述测定得到的所述多个位置偏移数据，所述多个位置偏移数据表示所述多射束的所述各射束的位置偏移，

所述多个位置偏移数据包括第一位置偏移数据及第二位置偏移数据，所述第一位置偏移数据是从开始所述描绘起经过了第一时间后的时刻的位置偏移数据，所述第二位置偏移数据是从开始所述描绘起经过了第二时间后的时刻的位置偏移数据，所述第一时间比从开始所述描绘起的经过时间短，所述第二时间比从开始所述描绘起的经过时间短且比所述第一时间长，

所述系数计算部，使用所述第一位置偏移数据及所述第二位置偏移数据，计算与所述第一位置偏移数据对应的第一基准系数数据及与所述第二位置偏移数据对应的第二基准系数数据，

针对比从开始所述描绘到当前为止的经过时间长的第三时间，使用所述第一位置偏移数据及所述第二位置偏移数据，计算经过了所述第三时间后的时刻的第三位置偏移数据，

计算与所述第三位置偏移数据对应的第三基准系数数据，

通过所述第二基准系数数据及第三基准系数数据的内插，计算与当前时刻对应的系数数据。

多射束描绘方法及多射束描绘装置

技术领域

[0001] 本发明涉及多射束描绘方法及多射束描绘装置。

背景技术

[0002] 随着LSI的高集成化,半导体器件所要求的电路线宽正在逐年微细化。为了在半导体器件上形成期望的电路图案,使用缩小投影型曝光装置,将在石英上形成的高精度的原图案(掩模、或者特别是在步进曝光装置、扫描仪中使用的也称为中间掩模)缩小转印到晶片上的方法。在高精度的原始图案的制作中,使用通过电子束描绘装置对抗蚀剂进行曝光而形成图案的所谓电子束光刻技术。

[0003] 使用了多射束的描绘装置,与用1条电子束进行描绘的情况相比,能够一次照射较多的射束,因此能够大幅提高吞吐量。在作为多射束描绘装置的一个方式的使用了消隐孔径阵列的多射束描绘装置中,例如,使从1个电子枪放出的电子束通过具有多个开口的成形孔径阵列而形成多射束(多个电子束)。多射束在消隐孔径阵列的各自对应的后述的消隐器(blank)内通过。消隐孔径阵列具有用于使射束独立地偏转的电极对,在电极对之间形成有射束通过用的开口。将电极对(消隐器)中的一个电极以接地电位固定,将另一个电极切换为接地电位和其以外的电位,由此进行通过的电子束的消隐偏转。被消隐器偏转后的电子束被遮蔽,未偏转的电子束被照射到基板上。

[0004] 多射束描绘装置将基板的描绘区域分割为网眼状的多个像素,通过对各像素照射必要的照射量的射束而形成的像素图案(比特图案)的组合,由此描绘所期望的图案。根据在描绘数据内定义的图形图案的每个像素的面积密度来计算各像素的照射量。

[0005] 在多射束描绘中,由于光学系统的特性等,在多射束的各射束的试样面中的照射位置,在多射束的阵列的面内产生系统性的偏差。在多射束描绘装置中射束的数量非常多的情况下,难以针对每个单独射束设置独立的偏转机构并针对每个单独射束校正位置偏移。即使在取而代之地、根据多射束的各射束的位置偏移量进行照射量调制处理、而用位置偏移后的射束进行曝光的情况下,也能够使对抗蚀剂施加的剂量分布不出现射束位置偏移的影响。即,根据单独射束的位置偏移量针对每个射束计算校正照射量,在保持位置偏移的状态下以校正照射量进行曝光,由此能够防止多射束对抗蚀剂施加的剂量分布中出现射束位置偏移的影响。作为该处理,有如下方法:将按等间距排列的每个像素定义的剂量,以根据射束的位置偏移量计算出的权重分配给像素的周边的射束。

[0006] 在该照射量调制处理中,参照系数数据(系数的组),通过系数和各像素的照射量的乘法运算,计算各射束的校正照射量,该系数数据(系数的组)表示对从规则地配置在试样上的像素的1个向其周围具有位置偏移而配置的多个射束以何种程度的权重分配照射量。

[0007] 例如,在实施描绘处理之前,预先计测对评价用基板照射多射束而得到的图案的位置,由此测定多射束的一部分的多个射束或多射束的多个射束的组的位置偏移量,制作位置偏移映射。然后,基于所制作的位置偏移映射,计算多射束的各射束的位置偏移量,计

算用于计算各射束的校正照射量的系数数据。系数数据的计算处理的计算量多，因此在描绘处理前预先计算系数数据。在描绘处理中，以位置偏移映射不变为前提，使用事先计算出的系数数据，计算各射束的校正照射量。

[0008] 但是，由于描绘中的焦点校正或射束轴的偏移等，由此有可能产生位置偏移映射变化、描绘精度降低这一问题。

发明内容

[0009] 本发明提供一种即使在描绘处理中多射束的各射束的位置偏移量发生变化的情况下也能够高精度地描绘图案的多射束描绘方法以及多射束描绘装置。

[0010] 本发明的一个方式的多射束描绘方法，具备如下工序：取得与参数的多个参数值对应的多个位置偏移数据的工序，该参数使照射到基板上的多射束的各射束的位置偏移量变化；计算与所述多个位置偏移数据分别对应的多个基准系数数据的工序；使用与所述多个参数值对应的多个基准系数数据，计算与所述基板上的所述多射束的照射位置处的参数值相对应的系数数据的工序；使用所述系数数据对所述各射束的每次发射的照射量进行调制的工序；以及对所述基板照射调制后的所述照射量的多射束的至少一部分的所述各射束来描绘图案的工序。

附图说明

[0011] 图1是本发明的实施方式的描绘装置的概略构成图。

[0012] 图2是成形孔径部件的概略图。

[0013] 图3的(a)～图3的(c)是说明描绘动作的图。

[0014] 图4是说明该实施方式的描绘方法的流程图。

[0015] 图5是说明基准系数数据的内插的一例的图。

[0016] 图6是说明基准系数数据的内插的一例的图。

[0017] 图7是说明基准系数数据的内插的一例的图。

具体实施方式

[0018] 以下，基于附图对本发明的实施方式进行说明。以下，在实施方式中，对使用电子束的构成进行说明。但是，射束并不限于电子束，也可以是离子束等其他的带电粒子或使用了激光的射束。

[0019] 图1是实施方式的描绘装置的概略构成图。如图1所示，描绘装置100具备描绘部150和控制部160。描绘装置100是多带电粒子束描绘装置的一例。描绘部150具备电子镜筒102和描绘室103。在电子镜筒102内配置有电子枪201、照明透镜202、成型孔径部件203、消隐板204、缩小透镜205、限制孔径部件206、物镜207、偏转器208以及检测器211。

[0020] 在描绘室103内配置有XY工作台105。在描绘室103中配置有Z传感器的投光器212和Z传感器的受光器214。在XY工作台105上配置描绘对象的基板101。基板101例如是掩模坯或半导体基板(硅晶片)。

[0021] 在XY工作台105上配置标记106以及位置测定用的反射镜210。

[0022] 控制部160具有控制计算机110、偏转控制电路130、检测电路132、放大器138、工作

台位置检测器139、以及存储部140、142、144、146。在存储部140中，从外部输入并存储有描绘数据。

[0023] 控制计算机110具有射束位置测定部111、系数计算部112、高度测定部113、面积密度计算部114、照射量计算部115、数据处理部116及描绘控制部117。控制计算机110的各部既可以由电气电路等的硬件构成，也可以由执行这些功能的程序等的软件构成。或者，也可以由硬件和软件的组合构成。

[0024] 工作台位置检测器139照射激光，接收来自反射镜210的反射光，利用激光干涉法的原理来检测XY工作台105的位置。

[0025] 图2是表示成形孔径部件203的构成的概念图。如图2所示，在成形孔径部件203上以规定的排列间距形成有纵(y方向)m列×横(x方向)n列(m/n≥2)的开口22。各开口22均由相同尺寸形状的矩形形成。各开口22也可以是相同外径的圆形。电子束200的一部分分别通过这多个开口22，从而形成多射束20a～20e。

[0026] 在消隐板204上，配合成型孔径部件203的各开口22的配置位置而形成有通过孔。在各通过孔中分别配置成对的2个电极的组(消隐器)。通过将一个电极接地并保持为接地电位，并将另一个电极切换为接地电位或接地电位以外的电位，由此切换在通过孔通过的射束的偏转的开启/关闭，即进行消隐控制。在消隐器不使射束偏转的情况下，射束变为开启但消隐器不使成为开启的射束在试样面上的位置变化。即，消隐器不进行开启状态的单独射束的位置控制。这样，多个消隐器进行在成形孔径部件203的多个开口22通过后的多射束中的分别对应的射束的消隐偏转。

[0027] 从电子枪201(放出部)放出的电子束200通过照明透镜202对成形孔径部件203整体进行照明。电子束200对包括全部开口22的区域进行照明。电子束200在成形孔径部件203的多个开口22通过，由此形成例如矩形形状的多个电子束(多射束)20a至20e。

[0028] 多射束20a至20e在消隐板204的各个对应的消隐器内通过。消隐器分别对独立地通过的电子束进行消隐控制。在消隐板204通过后的多射束20a至20e被缩小透镜205缩小，向形成于限制孔径部件206的中心前进。

[0029] 被消隐板204的消隐器偏转后的电子束，位置从限制孔径部件206的中心的开口偏移，被限制孔径部件206遮蔽。另一方面，未被消隐板204的消隐器偏转的电子束在限制孔径部件206的中心的开口通过。通过消隐器的偏转的开启/关闭，进行消隐控制，控制射束的开启/关闭。

[0030] 限制孔径部件206将被多个消隐器偏转为射束关闭状态的各射束遮蔽。并且，通过从成为射束开启到成为射束关闭为止所形成的通过了限制孔径部件206的射束，形成一次量的发射的多射束。通过了限制孔径部件206的多射束被物镜207聚焦，成为期望的缩小率的图案像，通过偏转器208，通过了限制孔径部件206的各射束(多射束整体)向相同方向统一偏转，照射到基板101上的期望的位置。处于射束开启状态的多射束的至少一部分照射到基板101上，描绘图案。

[0031] 在XY工作台105连续移动的情况下，至少在对试样照射射束期间，由偏转器208来控制以使射束的照射位置追随XY工作台105的移动。一次照射的多射束20理想的是以对成型孔径部件203的多个开口的排列间距乘以上述所期望的缩小率而得到的间距排列。描绘装置100以连续地依次照射发射射束的光栅扫描方式进行描绘动作。

[0032] 描绘装置100在利用多射束对在试样面(基板101表面)上定义的像素进行曝光时，对多射束的每个射束独立地控制曝光时间，以对每个像素赋予规定的剂量。通过偏转，射束在试样面上被定位后，通过消隐控制射束变为开启，经过规定的时间后射束被关闭。在曝光量为零的像素的情况下，像素曝光中射束保持为关闭的状态。以光栅扫描方式反复进行像素曝光和向下一个曝光像素的移动，但如上所述，在曝光中，射束被偏转控制为相对于工作台静止。在存在单独射束的位置偏移的情况下，射束位置从像素位置偏移。在该情况下，如前所述，通过利用曝光时间的调制来调整每个射束的曝光量，由此能够进行如下处理；校正为使赋予试料的剂量的分布接近于射束的位置偏移并不存在的情况

[0033] 图3是用于说明实施方式中的描绘动作的概念图。如图3的(a)所示，基板101的描绘区域30例如朝向y方向以规定的宽度被虚拟分割为长条状的多个条纹区域34。各条纹区域34成为描绘单位区域。首先，使XY工作台105移动，调整为通过一次多射束的照射能够照射的照射区域35位于第一个条纹区域34的左端，开始描绘。

[0034] 在描绘第一个条纹区域34时，通过使XY工作台105向-x方向移动，从而相对地使描绘向+x方向进展。XY工作台105以规定的速度连续移动。在第一个条纹区域34的描绘结束后，使工作台位置向-y方向移动，调制为使照射区域35位于第二个条纹区域34的右端。接着，如图3的(b)所示，通过使XY工作台105向+x方向移动，由此朝向-x方向进行描绘。

[0035] 在第三个条纹区域34中，朝向+x方向进行描绘，在第四个条纹区域34中，朝向-x方向进行描绘。通过一边交替改变朝向一边进行描绘，能够缩短描绘时间。也可以朝向相同的方向描绘各条纹区域34。

[0036] 在描绘各条纹区域34时，以如下光栅扫描方式进行描绘；在XY工作台105朝向x方向移动的过程中，通过偏转器208例如以各发射向y方向依次移动(扫描)的方式偏转，并连续依次地照射发射射束。例如，通过偏转器208一边以追随XY工作台105的移动速度的方式向x方向偏转，一边以各发射向y方向依次移动(扫描)的方式偏转。由此，如图3的(c)所示，在成型孔径部件203的1个开口a通过后的射束形成的发射图案36从第一次被照射的位置向y方向依次偏移的同时被照射。同样地，在成型孔径部件203的1个开口b通过后的射束形成的发射图案36从第一次被照射的位置向y方向依次偏移的同时被照射。在其他开口通过后的各射束形成的发射图案36也同样地分别从第一次被照射的位置向y方向依次偏移的同时被照射。

[0037] 在进行描绘处理时，理想的是对像素的位置照射多射束的各射束，但实际上由于各种要因，各发射中的多射束的各射束的照射位置从像素的位置偏移。例如，由于透镜像差，产生依赖于射束阵列的面内位置的多射束的各射束的位置偏移。一般而言，在掩模描绘装置中，进行根据由基板101的翘曲、基于重力的挠曲等引起的基板上表面的高低，来使射束的聚焦位置在描绘中变化的处理、即Z位置校正。基板上表面的高度在基板的多个位置在描绘前预先测定，按每个位置决定基板上表面的高度和聚集的校正量。在基板上表面的高度与聚焦校正量的关系未被正确地设定的情况下，产生伴随着射束阵列的旋转成分的射束的位置偏移。即，产生具有基板上表面的高度依赖性、或者基板上的位置依赖性的射束位置偏移。另外，在Z位置校正中使用的透镜的调整偏移的情况下，即使基板上表面的高度与聚焦校正量的关系被正确地设定，也会产生具有基板上的位置依赖性的射束位置偏移。

[0038] 因此，在本实施方式中，针对多个Z位置校正量是每一个预先求出多射束的各射束

的位置的位置偏移量映射，进行与试样上的各位置处的Z位置校正量对应的照射量调制处理。由此，即使射束的位置偏移映射因依赖Z位置校正量而变化，也能够高精度地形成描绘后的图案。

[0039] 接着，按照图4所示的流程图说明本实施方式的描绘方法。

[0040] 首先，射束位置测定部111取得表示多射束的射束阵列面内的射束的位置偏移分布的位置偏移数据(步骤S1)。例如，将多射束的一部分分组化，用分组后的射束阵列扫描设置在XY台105上的标记106，通过检测器211检测被标记106反射后的电子。检测电路132将由检测器211检测出的电子量向控制计算机110通知。射束位置测定部111根据按照每个偏转量检测出的电子量制作扫描波形，以XY工作台105的位置为基准，计算分组后的射束阵列的位置。XY工作台105的位置由工作台位置检测器139检测。

[0041] 对多射束的其他区域的射束进行分组化，通过同样的方法计算分组后的射束阵列的位置。通过重复该操作，能够针对射束阵列内的每个栅格点求出射束位置。计算出的射束位置与理想位置的差分成为栅格点位置处的平均的多射束的位置偏移量。根据射束阵列内的每个栅格点的射束位置偏移量，计算出在多射束的射束阵列面内的射束的位置偏移分布，作为位置偏移数据(位置偏移量的图)存储在存储部142中。

[0042] 另外，改变动态调整(Z位置校正)用的透镜(省略图示)的激励量进行所述的测定，取得改变焦点位置的情况下的位置偏移数据，并存储于存储部142。例如，取得将焦点位置z设为-2μm、0μm、2μm的3个位置偏移数据，并存储于存储部142。具体而言，例如分别使用标记上表面位于与焦点位置z为-2μm、0μm、2μm相当的位置的标记，在聚焦于各个标记上表面的状态下进行多射束的射束位置测定，取得表示焦点位置z为-2μm、0μm、2μm的各个情况下的多射束的射束阵列面内的射束的位置偏移分布的位置偏移数据并存储在存储部142中。

[0043] 接着，系数计算部112基于位置偏移数据，计算在为了校正对试样赋予的剂量分布、而对每个像素的照射量、即多射束的各发射的各射束的照射量进行校正的校正照射量计算中使用的校正系数(基准系数)(步骤S2)。根据位置偏移量求出校正系数的方法可以使用公知的方法。计算出的基准系数数据被存储在存储部144中。

[0044] 使用位置偏移数据，针对每个位置偏移数据生成基准系数数据。例如，在上述例子的情况下，如图5所示，根据焦点位置z＝－2μm的位置偏移数据D1、z＝0μm的位置偏移数据D2、z＝2μm的位置偏移数据D3，生成分别对应的基准系数数据C1、C2、C3。这里，位置偏移数据表示根据多射束阵列的区域内的位置而变化的、多射束各自的位置偏移、或多射束的位置偏移的分布。

[0045] 将描绘对象的基板101搬入描绘室103内，并载置于XY工作台105上(步骤S3)。

[0046] 测定基板101的上表面(描绘面)的高度位置分布(步骤S4)。例如，在每个条纹区域34，一边使XY工作台105移动，一边从投光器212向基板表面的光轴位置照射激光，通过受光器214接收反射光。受光器14的输出由放大器138放大，变换为数字数据，输出至控制计算机110。高度测定部113基于放大器138的输出，取得基板101的高度位置分布(Z映射)，并存储于存储部146。

[0047] 系数计算部112计算与照射射束的区域的基板表面高度对应的校正用系数数据(步骤S5)。根据存储在存储部146中的高度位置分布，求出照射射束的区域的高度。系数计算部112根据射束照射区域的高度(位置)，对基准系数数据进行内插，计算校正用系数数

据。

[0048] 在描绘工序(步骤S6)中,首先,面积密度计算部114从存储部140读出描绘数据,使用在描绘数据所定义的图案,计算各条纹区域34内的全部像素的图案面积密度ρ。像素是将条纹区域34虚拟分割为网眼状而成的,各像素例如设为与1条射束相同程度的尺寸。照射量计算部115对图案面积密度ρ乘以基准照射量D_0,计算向各像素照射的射束的照射量ρD_0。

[0049] 另外,照射量计算部115基于校正用系数数据,对各像素的照射量ρD_0减去向周围的像素分配的照射量,并加上从周围的像素被分配的照射量,计算校正照射量D。

[0050] 数据处理部116将校正照射量D变换为照射时间,以沿着描绘序列的发射顺序进行排序。排序后的照射时间排列数据被输出至偏转控制电路130。

[0051] 偏转控制电路130将照射时间排列数据输出至消隐板204中的各消隐器的控制电路。描绘控制部117控制描绘部150,执行上述的描绘处理。

[0052] 在基板101的射束照射区域的高度变化规定值以上的情况下,判定为需要变更校正用系数数据(步骤S7_是),重新计算并更新校正用系数数据。

[0053] 对校正用系数数据进行重新计算/更新的间隔设定为射束位置偏移量的变化不影响描绘精度的程度。例如,在基板表面的高度的变化率较小的情况下,对多个条纹区域34的每一个重新计算校正用系数数据。在基板表面高度的变化率大的情况下,对将1条条纹区域34分割为多个而成的每个区域(其中,与多射束的射束阵列尺寸相比更大的区域)重新计算校正用系数数据。

[0054] 当全部条纹区域的描绘完成时(步骤S8_是),搬出基板101(步骤S9)。

[0055] 这样,根据本实施方式,事先根据少数的位置偏移数据计算出少数的基准系数数据,通过基准系数数据的内插处理求出与照射区域的参数值(基板上表面高度)对应的校正用系数数据。因此,即使在描绘处理中位置偏移映射因依赖参数而变化的情况下,也能够高精度地描绘图案。

[0056] 作为与上述实施方式不同的方法,考虑通过用测定求出的位置偏移数据D1～D3的内插处理,以细小的步长求出多个位置偏移数据,根据多个位置偏移数据预先制作多个系数数据的方法。但是,在该方法中,由于计算量多的系数数据的制作需要进行多次,所以到开始描绘处理为止的等待时间变长,描绘的吞吐量降低。

[0057] 另一方面,在本实施方式中,只要预先计算出两个基准系数数据即可,因此能够大幅削减计算量,迅速地开始描绘处理。

[0058] 在上述实施方式中,说明了着眼于1种参数(焦点位置(基板表面高度)),根据位置偏移数据计算基准系数数据,并通过多个基准系数数据的内插来求出校正用系数数据的例子,但参数也可以是2种以上。

[0059] 例如,制作以焦点位置和图案密度这两种为参数的位置偏移数据。在评价基板上改变焦点、图案密度来描绘评价图案,测定评价基板的各位置处的评价图案的位置偏移量,求出位置偏移数据。

[0060] 例如,如图6所示,制作将焦点位置z设为2μm、0μm、-2μm、图案密度设为0％、50％、100％的9个位置偏移数据D11～D19。根据位置偏移数据D11～D19,计算基准系数数据C11～C19。另外,省略了基准系数数据C13、C16～C19的图示。

[0061] 例如,在射束照射区域的表面高度为1μm、图案密度为25％的情况下,通过基准系

数数据C11、C12、C14、C15的双线性内插计算校正用系数数据。

[0062] 由于各种因素，存在多射束的照射位置的偏移量分布经时变化的情况。在这样的情况下，在描绘中按一定的时间间隔测定位置偏移量分布，根据描绘中的当前时刻之前的位置偏移分布计算当前时刻的位置偏移分布，并用于照射量校正计算。即，根据在当前时刻之前的时刻T1、T2的位置偏移数据，计算基准系数数据。为了在描绘中按一定的时间间隔测定位置偏移量分布，例如，在某条纹区域34的描绘完成后停止描绘，进行位置偏移量分布的测定，之后重新开始描绘，描绘以后的条纹区域34。

[0063] 接着，在经过时间T2后，通过时间T1、T2的位置偏移数据的外推，计算时间T2之后的时间T3的位置偏移数据。然后，根据计算出的位置偏移数据，计算基准系数数据。

[0064] 例如，如图7所示，根据评价图案的描绘结果，求出描绘开始时和从开始描绘起2小时后的位置偏移数据D21、D22。然后，根据位置偏移数据D21、D22，计算基准系数数据C21、C22。

[0065] 例如，在从当前时刻开始描绘起经过了3小时的情况下，如以下那样求出校正用系数数据。通过位置偏移数据D21、D22的外推，推测4小时后的位置偏移数据D23。根据位置偏移数据D23计算基准系数数据C23。然后，通过基准系数数据C22、C23的内插，计算经过了3小时的当前时刻的校正用系数数据。或者，也可以通过基准系数数据C21、C22的外推计算当前时刻的校正用系数数据。

[0066] 这样，通过利用基准系数数据的内插，计算校正用系数数据，从而能够抑制事先准备的系数数据(基准系数数据)的量，并且能够进行与位置偏移映射的变化对应的照射量调制，能够高精度地描绘图案。

[0067] 另外，本发明并不原封不动限定于上述实施方式，在实施阶段能够在不脱离其主旨的范围内对构成要素进行变形并具体化。另外，通过上述实施方式所公开的多个构成要素的适当组合，能够形成各种发明。例如，也可以从实施方式所示的全部构成要素中删除几个构成要素。并且，也可以适当组合跨不同实施方式的构成要素。

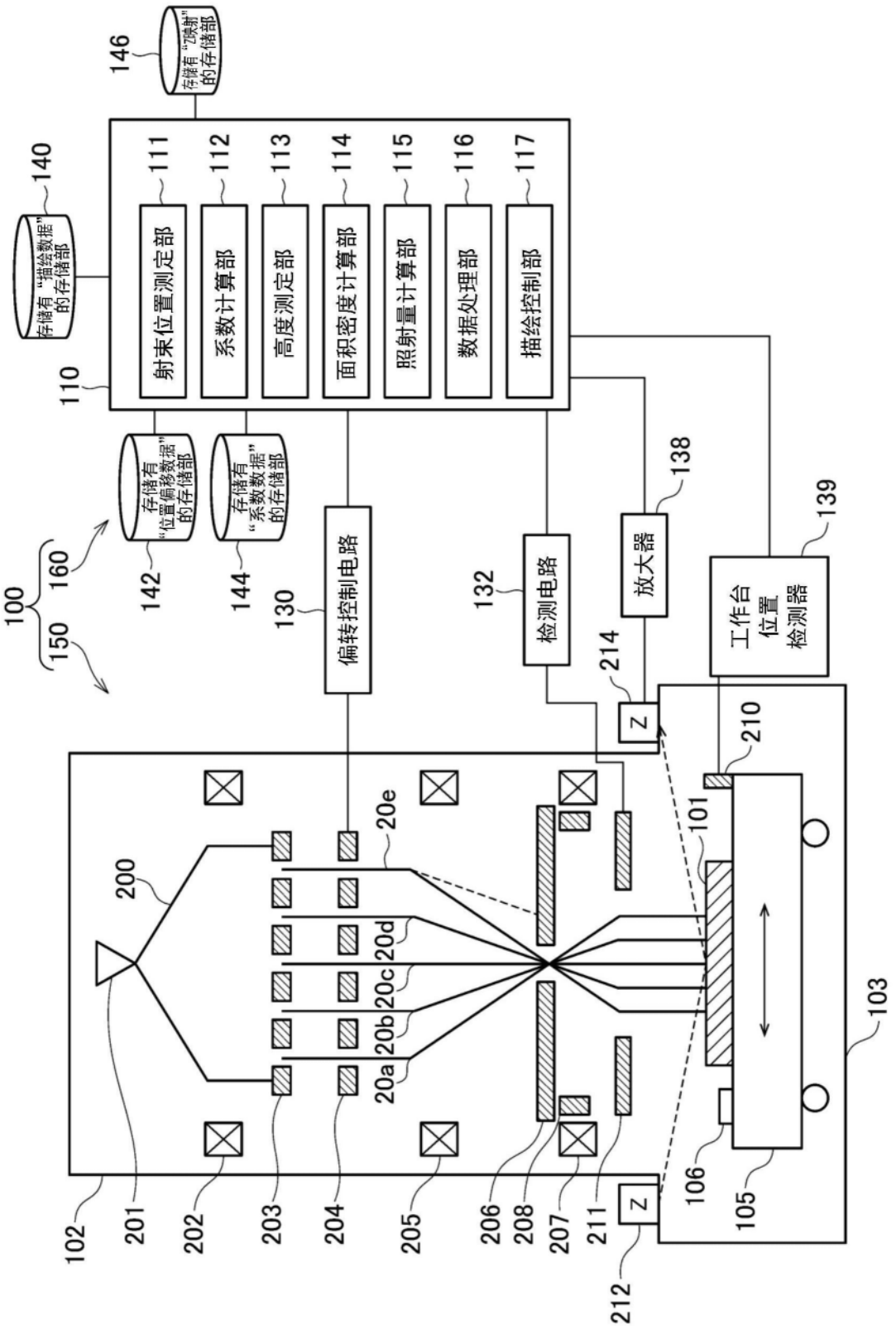

146
存储有“2次射”的存储部
140
存储有“描绘数据”的存储部
110
111 射束位置测定部
112 系数计算部
113 高度测定部
114 面积密度计算部
115 照射量计算部
116 数据处理部
117 描绘控制部
存储有“位置偏移数据”的存储部
142
存储有“系数数据”的存储部
144
160
100
150
130 偏转控制电路
132 检测电路
138 放大器
139 工作台位置检测器
214
Z
210
101
200
20e
20d
20c
20b
20a
102
201
202
203
204
205
206
208
207
211
212
106
105
103

图1

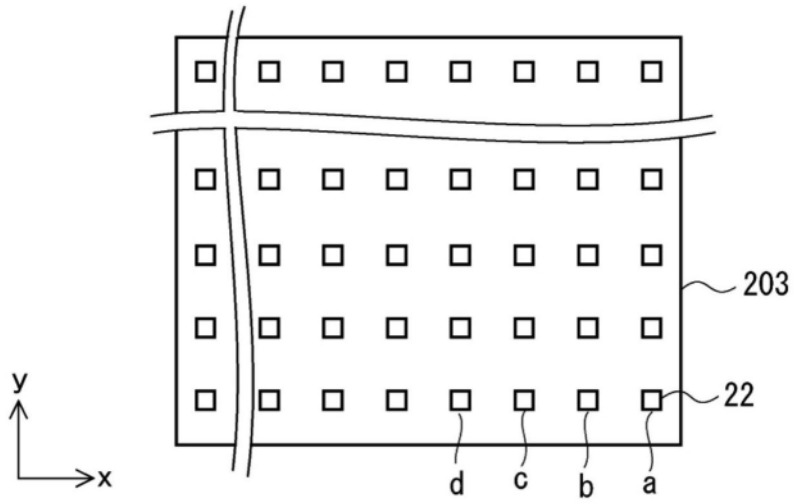


图2

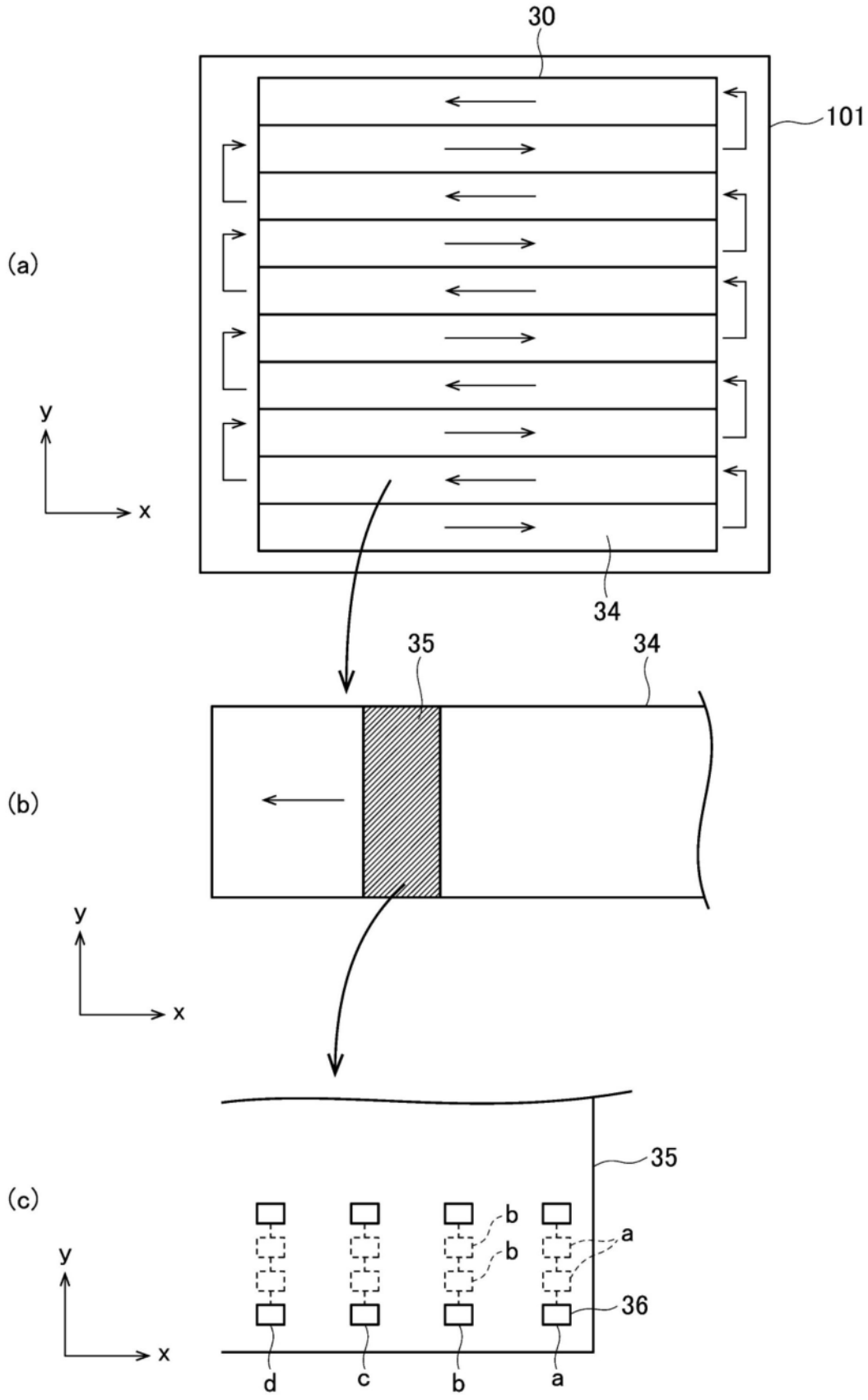


图3

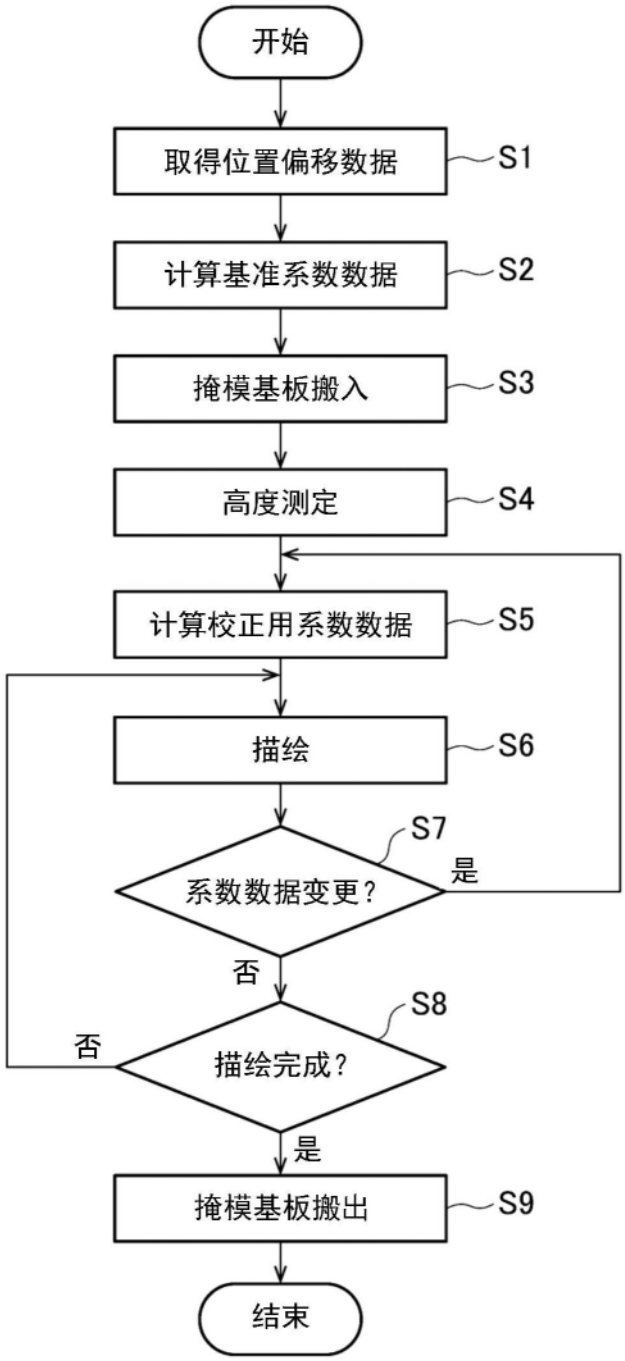

开始
取得位置偏移数据
S1
计算基准系数数据
S2
掩模基板搬入
S3
高度测定
S4
计算校正用系数数据
S5
描绘
S6
S7
系数数据变更？
是
否
S8
描绘完成？
否
是
掩模基板搬出
S9
结束

图4

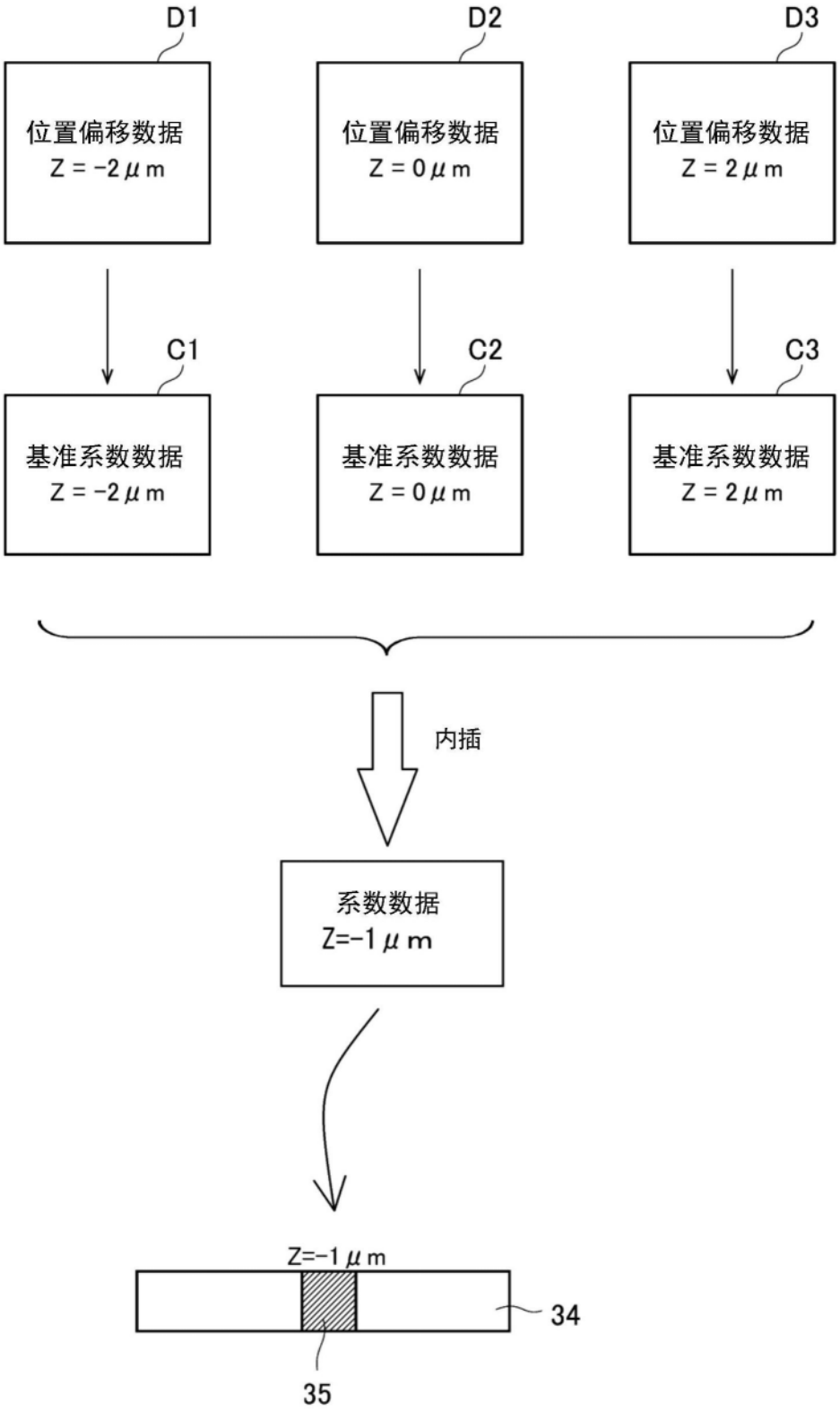

D1
位置偏移数据
Z = -2μm
D2
位置偏移数据
Z = 0μm
D3
位置偏移数据
Z = 2μm
C1
基准系数数据
Z = -2μm
C2
基准系数数据
Z = 0μm
C3
基准系数数据
Z = 2μm
内插
系数数据
Z=-1μm
Z=-1μm
34
35

图5

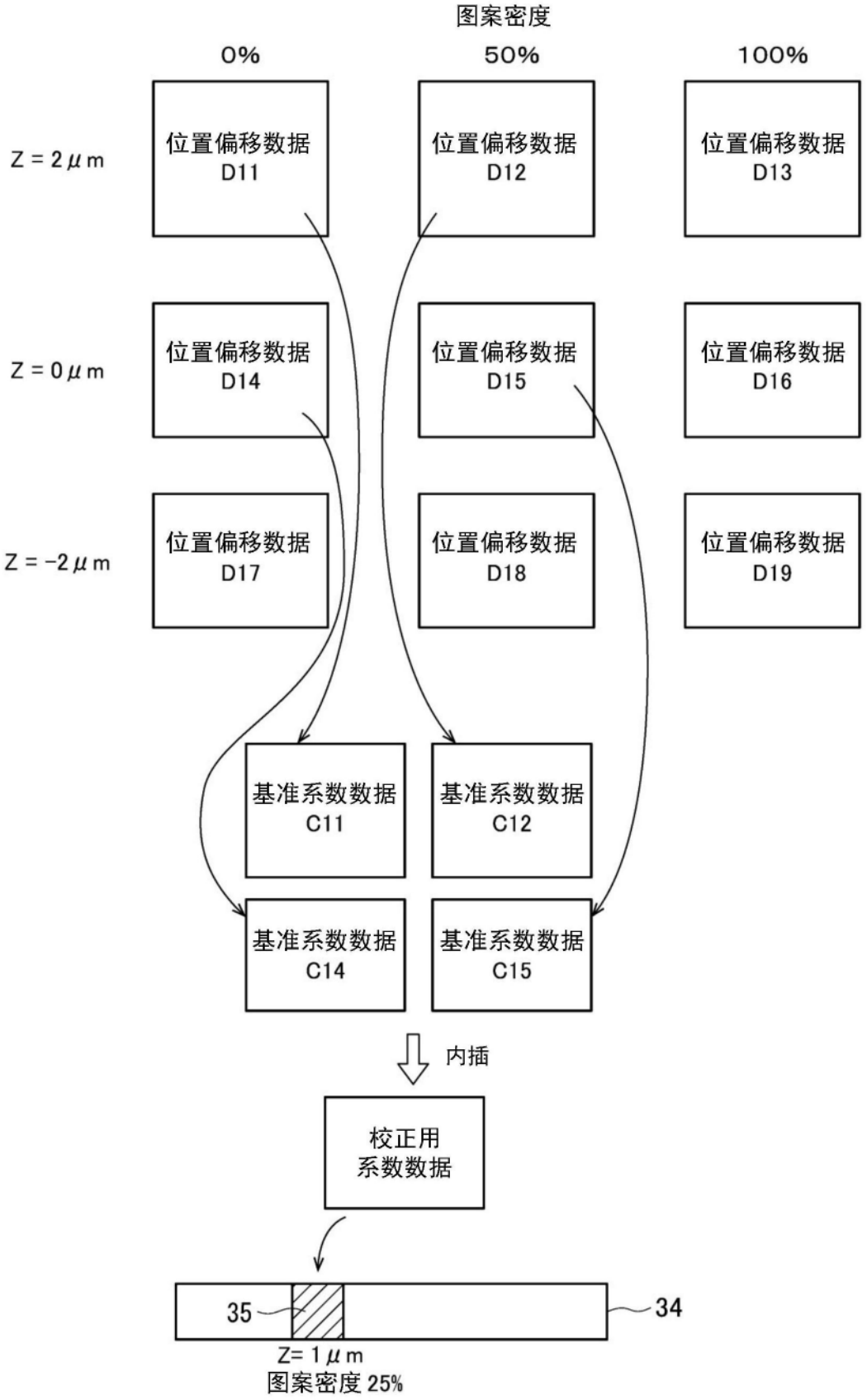

图案密度
0%
50%
100%
Z = 2 μ m
Z = 0 μ m
Z = -2 μ m
位置偏移数据 D11
位置偏移数据 D12
位置偏移数据 D13
位置偏移数据 D14
位置偏移数据 D15
位置偏移数据 D16
位置偏移数据 D17
位置偏移数据 D18
位置偏移数据 D19
基准系数数据 C11
基准系数数据 C12
基准系数数据 C14
基准系数数据 C15
内插
校正用 系数数据
35
34
Z= 1 μ m
图案密度 25%

图6

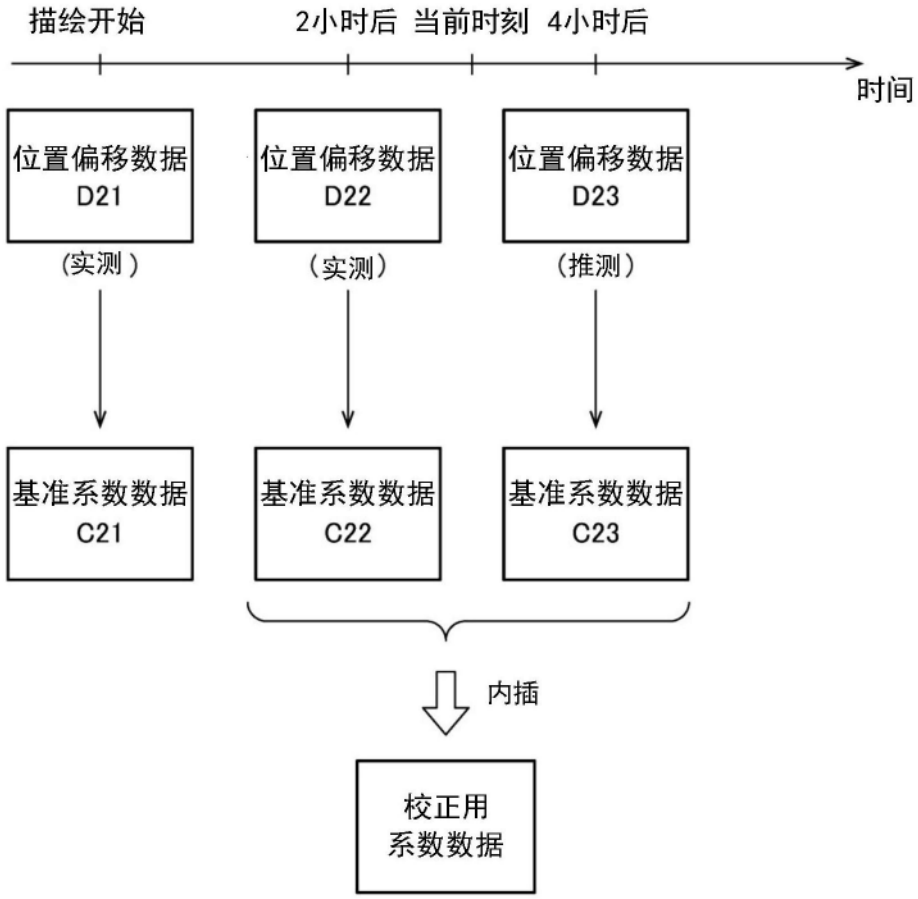

描绘开始
2小时后
当前时刻
4小时后
时间
位置偏移数据
D21
(实测)
位置偏移数据
D22
(实测)
位置偏移数据
D23
(推测)
基准系数数据
C21
基准系数数据
C22
基准系数数据
C23
内插
校正用
系数数据

图7