



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108873612 A

(43)申请公布日 2018. 11. 23

(21)申请号 201810460915.9

(22)申请日 2018.05.15

(30)优先权数据

10-2017-0060157 2017.05.15 KR

(71)申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

(72)发明人 李承润 黄灿

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 张泓

(51)Int. Cl.

G03F 7/20(2006.01)

H01L 21/027(2006.01)

H01L 21/67(2006.01)

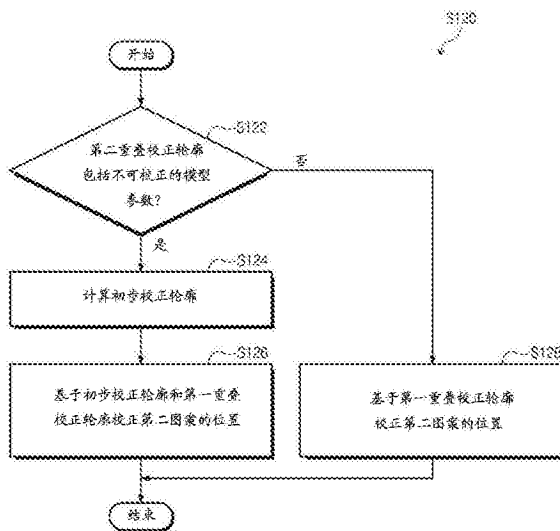
权利要求书3页 说明书11页 附图24页

(54)发明名称

重叠校正方法和使用该方法的控制系统

(57)摘要

一种校正重叠的方法,包括:在第一衬底上形成第一图案;在第一图案上形成第二图案;获得第二图案的第一重叠误差轮廓并从第一重叠误差轮廓获得第一重叠校正轮廓;在第二图案上形成第三图案;获得第三图案的第二重叠误差轮廓并从第二重叠误差轮廓获得第二重叠校正轮廓;以及在第二衬底上形成第二图案,其中在第二衬底上形成第二图案包括:确定第二重叠校正轮廓是否具有不可校正的模型参数;并且当第二重叠校正轮廓具有不可校正的模型参数时,获得初步校正轮廓以校正待在第一衬底上形成的第二图案的位置。



1. 一种校正重叠的方法,包括:

使用第一制造系统在第一衬底上形成第一图案;

使用所述第一制造系统在所述第一图案上形成第二图案;

获得所述第二图案相对于所述第一图案的第一重叠误差轮廓,并且从所述第一重叠误差轮廓获得第一重叠校正轮廓;

使用第二制造系统在所述第二图案上形成第三图案;

获得所述第三图案相对于所述第二图案的第二重叠误差轮廓,并且从所述第二重叠误差轮廓获得第二重叠校正轮廓;以及

使用所述第一制造系统在第二衬底上形成所述第二图案,

其中,在所述第二衬底上形成所述第二图案包括:

确定所述第二重叠校正轮廓是否具有不能用于校正所述第二制造系统的控制参数的不可校正的模型参数;以及

当所述第二重叠校正轮廓具有所述不可校正的模型参数时,获得所述第一制造系统的初步校正轮廓,以在所述第二衬底上形成所述第二图案之前校正所述第二图案的位置。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括使用通过将所述初步校正轮廓添加到所述第一重叠校正轮廓而获得的结果轮廓,利用所述第一制造系统校正所述第二图案在所述第二衬底上的位置。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一重叠校正轮廓具有与所述第一重叠误差轮廓的符号相反的符号,其中,所述符号包括正数学符号或负数学符号,以及

所述初步校正轮廓与所述第一重叠误差轮廓相同。

4. 根据权利要求1所述的方法,还包括使用所述第一制造系统在第三衬底上形成所述第一图案,

其中,在所述第三衬底上形成所述第一图案包括:当校正所述第二图案在所述第二衬底上的位置时,使用校正惩罚轮廓来在所述第三衬底上形成所述第一图案之前校正所述第一图案的位置,以及

所述校正惩罚轮廓与所述初步校正轮廓相同。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,在所述第二衬底上形成所述第二图案还包括:在所述第二重叠校正轮廓不具有不可校正的模型参数时,使用所述第一重叠校正轮廓来在所述第二衬底上形成所述第二图案之前校正所述第二图案的位置。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一制造系统包括氟化氩 (ArF) 浸没式曝光系统,以及

所述第二制造系统包括极紫外光刻 (EUV) 曝光系统。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述第一重叠校正轮廓和所述第二重叠校正轮廓中的每个如下给出:

$$a_1 + a_2x + a_3y + a_4x^2 + a_5xy + a_6y^2 + a_7x^3 + a_8x^2y + a_9xy^2 + a_{10}y^3,$$

其中, a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 、 a_8 、 a_9 和 a_{10} 分别为第一模型参数、第二模型参数、第三模型参数、第四模型参数、第五模型参数、第六模型参数、第七模型参数、第八模型参数、第九模型参数和第十模型参数,

x 和 y 是位置坐标,以及

不可校正的模型参数是EUV曝光系统的控制参数。

8. 根据权利要求7所述的方法,还包括使用所述第二重叠校正轮廓来在所述第二衬底上形成所述第三图案之前校正所述第三图案的位置,

其中,所述第七模型参数被所述初步校正轮廓抵消。

9. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述第七模型参数在EUV曝光系统中是固定的。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,分别从第一重叠误差和第二重叠误差获得所述第一重叠误差轮廓和所述第二重叠误差轮廓,

所述第一重叠误差是所述第二图案相对于所述第一图案的位移,以及

所述第二重叠误差是所述第三图案相对于所述第二图案的位移。

11. 一种校正重叠的方法,包括:

使用第一制造系统在第一衬底上形成第一图案;

使用第二制造系统在所述第一图案上形成第二图案;

获得所述第二图案相对于所述第一图案的重叠误差轮廓,并且从所述重叠误差轮廓获得重叠校正轮廓;以及

使用所述第一制造系统在第二衬底上形成所述第一图案,

其中,在所述第二衬底上形成所述第一图案包括:

确定所述重叠校正轮廓是否具有不能用于校正所述第二制造系统的控制参数的不可校正的模型参数;以及

当所述重叠校正轮廓具有所述不可校正的模型参数时,获得所述第一制造系统的初步校正轮廓,以在所述第二衬底上形成所述第一图案之前校正所述第一图案的位置。

12. 根据权利要求11所述的方法,还包括使用所述重叠校正轮廓来校正所述第一图案在所述第二衬底上的位置,

其中,所述不可校正的模型参数被所述初步校正轮廓抵消。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述初步校正轮廓具有与所述不可校正的模型参数的符号相反的数学符号。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述初步校正轮廓与所述重叠误差轮廓相同。

15. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述第一制造系统包括氟化氩 (ArF) 浸没式曝光系统,以及

所述第二制造系统包括极紫外光刻 (EUV) 曝光系统。

16. 一种控制系统,包括:

处理器;以及

存储器,被配置为存储要由所述处理器执行的程序代码;

其中,所述程序代码被配置为执行以下步骤:

从第一衬底上的第一图案和第二图案的重叠误差获得重叠误差轮廓;

通过使用所述重叠误差来获得包括所述重叠误差轮廓的模型参数的重叠校正轮廓;

确定所述重叠校正轮廓是否具有不能用于关于后续步骤校正第一制造系统的控制参数的不可校正的模型参数;以及

当所述重叠校正轮廓具有不可校正的模型参数时,关于先前步骤、在第二制造系统中获得初步校正轮廓,所述初步校正轮廓用于抵消不可校正的模型参数以校正所述第一图案

在第二衬底上的位置。

17. 根据权利要求16所述的控制系统,其中,所述初步校正轮廓与所述重叠误差轮廓相同。

18. 根据权利要求16所述的控制系统,其中,所述第一制造系统包括极紫外光刻(EUV)曝光系统,以及

所述第二制造系统包括氟化氩(ArF)浸没式曝光系统。

19. 根据权利要求18所述的控制系统,其中,所述重叠校正轮廓如下给出:

$$a_1+a_2x+a_3y+a_4x^2+a_5xy+a_6y^2+a_7x^3+a_8x^2y+a_9xy^2+a_{10}y^3,$$

其中, a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 、 a_8 、 a_9 和 a_{10} 分别为第一模型参数、第二模型参数、第三模型参数、第四模型参数、第五模型参数、第六模型参数、第七模型参数、第八模型参数、第九模型参数和第十模型参数,

x 和 y 是位置坐标,以及

所述不可校正的模型参数是EUV曝光系统的控制参数。

20. 根据权利要求19所述的控制系统,其中,所述处理器用于使用所述重叠校正轮廓来校正所述第二图案在所述第二衬底上的位置,以及

所述第七模型参数被所述初步校正轮廓抵消。

重叠校正方法和使用该方法的控制系统

[0001] 对相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求于2017年5月15日向韩国知识产权局提交的韩国专利申请第10-2017-0060157号的优先权,其公开内容通过引用整体并入于此。

技术领域

[0003] 本发明构思涉及一种用于制造半导体器件的方法和系统,并且具体地,涉及一种校正精细图案的重叠误差的方法和使用该方法控制系统。

背景技术

[0004] 通常,半导体器件通过多个单元工艺和多个检查工艺来制造。可以执行单元工艺以在衬底上形成精细图案。单元工艺可以包括例如沉积工艺、扩散工艺、热处理工艺、光刻工艺、抛光工艺、蚀刻工艺、离子注入工艺或清洁工艺。具体地,使用光刻工艺在衬底上形成掩膜图案。精细图案通过蚀刻被掩膜图案暴露的衬底或下层来形成。

[0005] 可以执行检查工艺以测量精细图案,然后确定单元工艺是否正常执行。然而,可以每次单元工艺完成后执行检查工艺。另外,检查工艺可以获得关于图案的精细失真的信息。该信息用于在另一衬底上形成精细图案,使得在随后的单元工艺中不会出现失准。换句话说,检查工艺包括测量重叠误差。

发明内容

[0006] 根据本发明构思的示例性实施例,一种校正重叠的方法,可以包括:使用第一制造系统在第一衬底上形成第一图案;使用第一制造系统在第一图案上形成第二图案;获得第二图案相对于第一图案的第一重叠误差轮廓,并且从第一重叠误差轮廓获得第一重叠校正轮廓;使用第二制造系统在第二图案上形成第三图案;获得第三图案相对于第二图案的第二重叠误差轮廓,并且从第二重叠误差轮廓获得第二重叠校正轮廓;以及使用第一制造系统在第二衬底上形成第二图案。在第二衬底上形成第二图案可以包括:确定第二重叠校正轮廓是否具有不能用于校正第二制造系统的控制参数的不可校正的模型参数;以及当第二重叠校正轮廓具有不可校正的模型参数时,获得第一制造系统的初步校正轮廓,以在第二衬底上形成第二图案之前校正第二图案的位置。

[0007] 根据本发明构思的示例性实施例,一种校正重叠的方法,可以包括:使用第一制造系统在第一衬底上形成第一图案;使用第二制造系统在第一图案上形成第二图案;获得第二图案相对于第一图案的重叠误差轮廓,并且从重叠误差轮廓获得重叠校正轮廓;以及使用第一制造系统在第二衬底上形成第一图案。在第二衬底上形成第一图案可以包括:确定重叠校正轮廓是否具有不能用于校正第二制造系统的控制参数的不可校正的模型参数;以及当重叠校正轮廓具有不可校正的模型参数时,获得第一制造系统的初步校正轮廓,以在第二衬底上形成第一图案之前校正第一图案的位置。

[0008] 根据本发明构思的示例性实施例,一种控制系统,可以包括:处理器;以及存储器,

被配置为存储要由处理器执行的程序代码。程序代码可以被配置为执行以下步骤：从第一衬底上的第一图案和第二图案的重叠误差获得重叠误差轮廓；通过使用重叠误差获得包括重叠误差的模型参数的重叠校正轮廓；确定重叠校正轮廓是否具有不能用于关于后续步骤校正第二制造系统的控制参数的不可校正的模型参数；以及当重叠校正轮廓具有不可校正的模型参数时，关于先前步骤、在第一制造系统中获得初步校正轮廓，初步校正轮廓能够用于抵消不可校正的模型参数以校正第二衬底上的第一图案的位置。

附图说明

[0009] 在附图中，相同的附图标记可以指代相同的元件。

[0010] 图1是示出根据本发明构思的示例性实施例的制造半导体器件的方法的流程图。

[0011] 图2是示出根据本发明构思的示例性实施例的图1所示的形成图案并且测量重叠误差的步骤的流程图。

[0012] 图3是示出根据本发明构思的示例性实施例的图2所示的形成第一图案的步骤的平面图。

[0013] 图4是示出根据本发明构思的示例性实施例的图2所示的形成第二图案的步骤的平面图。

[0014] 图5是示出根据本发明构思的示例性实施例的图2所示的形成第三图案的步骤的平面图。

[0015] 图6是示出根据本发明构思的示例性实施例的可用于形成图3和图4的第一图案和第二图案的第一制造系统的示意图。

[0016] 图7A和图7B是示出根据本发明构思的示例性实施例的图4中第二重叠图案相对于第一重叠图案的第一重叠误差的图。

[0017] 图8是示出根据本发明构思的示例性实施例的从图7B的第一重叠误差获得的第一重叠误差轮廓的曲线图。

[0018] 图9是示出根据本发明构思的示例性实施例的从图8的第一重叠误差轮廓获得的第一重叠校正轮廓的曲线图。

[0019] 图10是示出根据本发明构思的示例性实施例的可以用于形成图5的第三图案的第二制造系统的示意图。

[0020] 图11A和图11B是示出根据本发明构思的示例性实施例的图5中第三重叠图案相对于第二重叠图案的第二重叠误差的图。

[0021] 图12是示出根据本发明构思的示例性实施例的从图11A和图11B的第二重叠误差获得的第二重叠误差轮廓的曲线图。

[0022] 图13是示出根据本发明构思的示例性实施例的从图12的第二重叠误差轮廓获得的第二重叠校正轮廓的曲线图。

[0023] 图14是示出根据本发明构思的示例性实施例的图2所示的形成第二图案的步骤的流程图。

[0024] 图15是示出第一制造系统被预先用于校正可能在图10的第二制造系统中发生的误差的示例的图。

[0025] 图16是示出图10的第二制造系统的控制参数的预设值和第二重叠校正轮廓的示

例的曲线图。

[0026] 图17是示出根据本发明构思的示例性实施例的图15的初步校正轮廓的曲线图。

[0027] 图18是示出根据本发明构思的示例性实施例的图15的结果轮廓的曲线图。

[0028] 图19是示出根据本发明构思的示例性实施例的基于图18的结果轮廓校正位置的
第二重叠图案的平面图。

[0029] 图20是示出根据本发明构思的示例性实施例的图6所示的在第三衬底上形成第一
图案的步骤的流程图。

[0030] 图21是示出根据本发明构思的示例性实施例的使用图6的第一制造系统校正第一
图案的位置的方法的图。

[0031] 图22是示出根据本发明构思的示例性实施例的图20的校正惩罚轮廓的曲线图。

[0032] 图23是示出根据本发明构思的示例性实施例的基于图22的校正惩罚轮廓校正位
置的第一重叠图案的平面图。

[0033] 图24是示出根据本发明构思的示例性实施例的可用于控制图6的第一制造系统和
第二制造系统的控制系统的框图。

具体实施方式

[0034] 图1是示出根据本发明构思的示例性实施例的制造半导体器件的方法的流程图。

[0035] 参考图1,制造半导体器件的方法可以包括形成图案(S10)、测量重叠误差(S20)、
检查(例如,确定)该图案是否是最后一个(S30)以及检查(例如,确定)衬底是否是最后一个
(S40)。可以通过使用制造系统来形成图案。可以使用检查系统来执行重叠误差的测量。可
以重复图案的形成(S10)和重叠误差的测量(S20),直到被测图案是最后一个为止(S30)。此
外,可以在多个衬底中的每个衬底上重复图案的形成(S10)和重叠误差的测量(S20),直到
被测衬底是最后一个为止(S40)。衬底中的每个可以是或可以包括硅晶片,但是本发明构思
不限于此。衬底可以装载到载体中。可以参考载体中的基底中的一个来描述重叠误差的测
量(S20)。

[0036] 图2是示出根据本发明构思的示例性实施例的图1的步骤S10和S20(即,形成图案
并且测量重叠误差)的流程图。图3是示出根据本发明构思的示例性实施例的图2的步骤
S110(即,形成第一图案10)的平面图。图4是示出根据本发明构思的示例性实施例的图2的
步骤S120(即,形成第二图案20)的平面图。图5是示出根据本发明构思的示例性实施例的图
2的步骤S130(即,形成第三图案30)的平面图。

[0037] 参考图2至图5,图案的形成(S10)可以包括形成第一图案10(S110)、形成第二图案
20(S120)、形成第三图案30(S130)以及形成第n图案(S140)。

[0038] 重叠误差的测量(S20)可以包括测量第一重叠误差(S210)、测量第二重叠误差
(S220)以及测量第n-1重叠误差(S230)。在每次测量重叠误差之后,可以计算每个重叠误差
并且可以存储为第一重叠校正轮廓至第n-1重叠校正轮廓。例如,第一重叠误差的测量
(S210)可以产生第一重叠校正轮廓210a,第二重叠误差的测量(S220)可以产生第二重叠校
正轮廓220a,以及第n-1重叠误差的测量(S230)可以产生第n-1重叠校正轮廓230a。

[0039] 图6是示出根据本发明构思的示例性实施例的可用于形成第一图案10和第二图案
20的第一制造系统100的示意图。

[0040] 参考图2、图3和图6,可以使用第一制造系统100在第一衬底W1上形成第一图案10(S110)。第一图案10可以形成在第一衬底W1上的预设位置处。

[0041] 第一制造系统100可以被配置为执行单元工艺。例如,第一制造系统100可以包括氟化氩(ArF)浸入式曝光系统,但是本发明构思不限于此。第一制造系统100可以包括曝光系统,其中,F₂激光器(157nm)、ArF激光器(193nm)、KrF激光器(248nm)或i线(365nm)被用作光源。在本发明构思的示例性实施例中,第一制造系统100可以包括第一光源110、第一刻线(reticle)120、透明透镜130、液体供给单元140和第一台板150。第一光源110可以用于将第一光111提供到第一刻线120上。穿过第一刻线120的第一光111可以用于将第一图案10的图像投影到透明透镜130上。透明透镜130可以用于提供第一光111到第一衬底W1。提供在第一刻线120和第一台板150之间的透明透镜130的数量可以是大约20。用于控制第一光111和/或第一制造系统100的参数可以基于透明透镜130之间的距离来确定。液体供给单元140可以用于将液体142(例如,水)供给到第一衬底W1上。液体142可以具有比空气的折射率更高的折射率。第一光111的波长可以在液体142中变得更短。第一台板150可以用于移动第一衬底W1。第一图案10的图像可以被复制到第一衬底W1上。换句话说,第一图案10的图像可以形成在第一衬底W1上。第一图案10可以具有小于第一光111在液体142外部的波长的临界尺寸。

[0042] 第一衬底W1可以包括芯片区域2和划线(scribe)区域4。芯片区域2可以由划线区域4限定。划线区域4可以是介于芯片区域2之间的边界区域。在第一衬底W1中可以存在大约100-2000个芯片区域。然而,本发明构思不限于此。

[0043] 第一图案10可以形成在芯片区域2和划线区域4中。在本发明构思的示例性实施例中,第一图案10可以包括有源图案12和第一重叠图案14。有源图案12可以形成在每个芯片区域2中。有源图案12可以具有例如矩形形状。在本发明构思的示例性实施例中,可以在x和/或y方向上布置多个有源图案12,但是本发明构思不限于此。第一重叠图案14可以形成在划线区域4中。例如,第一重叠图案14可以被成形为如正方形。

[0044] 参考图2、图4和图6,可以使用第一制造系统100在第一图案10上形成第二图案20(S120)。第二图案20可以形成在第一衬底W1上的预设位置处。第二图案20可以形成在有源图案12和第一重叠图案14上。在本发明构思的示例性实施例中,第二图案20可以包括栅极图案22和第二重叠图案24。栅极图案22可以形成在有源图案12上。栅极图案22可以延伸穿过每个芯片区域2中的有源图案12。栅极图案22可以沿y方向延伸,但是本发明构思不限于此。第二重叠图案24可以形成在第一重叠图案14中。例如,第二重叠图案24可以被成形为如正方形。

[0045] 图7A和图7B是示出根据本发明构思的示例性实施例的第二重叠图案24相对于第一重叠图案14的第一重叠误差21的图。

[0046] 参考图2、图4、图7A和图7B所示,可以使用检查系统来测量第一重叠误差21(S210)。检查系统可以是电子显微镜或光学显微镜。如图7A所示,第一重叠误差21的位移在x方向和y方向两者上可以具有不为零的分量(见箭头)。然而,为了清楚起见,图7B中将仅示出位移的x分量。

[0047] 第一重叠误差21可以是第二重叠图案24相对于第一重叠图案14的位移。当测量第一重叠误差21时,第一重叠图案14可以用作父图案,而第二重叠图案24可以用作子图案。换

句话说,第一重叠图案14可以是参考图案。第一重叠误差21可以表示为由x轴和y轴所跨越(spanned)的二维笛卡尔坐标系中的向量。在本发明构思的示例性实施例中,第一重叠误差21可以在极坐标系中表示。

[0048] 图8示出了从图7B的第一重叠误差21计算出的第一重叠误差轮廓23。参考图8,检查系统可以从第一重叠误差21获得第一重叠误差轮廓23。第一重叠误差轮廓23可以包含关于形成在第一衬底W1上的第二图案20的计算位置的信息。第一重叠误差21可以通过回归分析

方法建模。例如,第一重叠误差轮廓23可以由多项式(例如, $f(x,y) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p a_{ijk} x^i y^j$)表示。

作为示例,第一重叠误差轮廓23可以表示如下: $a_1+a_2x+a_3y+a_4x^2+a_5xy+a_6y^2+a_7x^3+a_8x^2y+a_9xy^2+a_{10}y^3+\dots$ 。这里,系数 $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$ 和 a_{10} (将被称为第一模型参数至第十模型参数)可以是恒定的。

[0049] 参考图8,如果第二模型参数 a_2 和第七模型参数 a_7 分别是100和-1,则第一重叠误差轮廓23可以由 $-x^3+100x$ 表示。这里,所有剩余的模型参数(即, $a_1, a_3, a_4, a_5, a_6, a_8, a_9$ 和 a_{10})可以是零。

[0050] 图9示出了从第一重叠误差轮廓23获得的第一重叠校正轮廓25。第一重叠校正轮廓25可以包含关于将在随后的处理中形成在第二衬底W2上的第二图案20的校正位置的信息。第一重叠校正轮廓25可以具有与第一重叠误差轮廓23的符号相反的符号。换句话说,第一重叠校正轮廓25可以具有与第一重叠误差轮廓23的相位相反的相位。例如,当第一重叠校正轮廓25具有正(+)数学符号时,第一重叠误差轮廓23具有负(-)数学符号。例如,在第一重叠误差轮廓23由 $-x^3+100x$ 建模的情况下,第一重叠校正轮廓25可以由 x^3-100x 给出。在随后的处理中,可以使用第一制造系统100在第二衬底W2上形成根据第一重叠校正轮廓25校正的第二图案20。因此,从第一制造系统100用于第二衬底W2的时间起,可以校正第一制造系统100的重叠误差。

[0051] 图10是示出根据本发明构思的示例性实施例的可用于形成第三图案30的第二制造系统200的示意图。参考图2、图5和图10,第二制造系统200可以用于在第一图案10和第二图案20上形成第三图案30(S130)。第三图案30可以形成在第一衬底W1上的预设位置处。

[0052] 参考图10,第二制造系统200可以执行单元工艺。第二制造系统200可以不同于第一制造系统100。例如,第二制造系统200可以是或可以包括极紫外光刻(EUV)曝光系统。在本发明构思的示例性实施例中,第二制造系统200可以包括腔室210、泵光源220、镜面透镜230、第二刻线240和第二台板250。腔室210可以填充有含有氙(Xe)、锂(Li)、锡(Sn)或钛(Ti)的工艺气体。泵光源220可以向工艺气体提供泵光222。工艺气体可以由泵光222激发,并且在这种情况下,可以产生第二光224。第二光224可以是具有约13.5nm的波长的EUV光。镜面透镜230可以提供在腔室210的内部或外部。镜面透镜230中的一个可以将第二光224反射向第二刻线240,并且第二刻线240可以将第二光224反射向另一个镜面透镜230。例如,第二刻线240可以将第二光224反射到腔室210外面的镜面透镜230。第二刻线240可以将第三图案30的图像投影到镜面透镜230。镜面透镜230中的一个可以将第二光224反射并且聚焦到第一衬底W1上。第二台板250可以用于移动第一衬底W1。当第一衬底W1被第二台板250移动时,第二刻线240可以相对于第一衬底W1移动。第三图案30的图像可以被复制到第一衬底W1。换句话说,第三图案20可以形成在第一衬底W1上。

[0053] 参考回到图5,第二制造系统200可以用于在第二衬底W2的有源图案12上和第二重叠图案24上形成第三图案30。在本发明构思的示例性实施例中,第三图案30可以包括接触孔图案32和第三重叠图案34。接触孔图案32可以形成在有源图案12的至少一个侧边缘上。例如,接触孔图案32可以形成在有源图案12的相对侧。接触孔图案32可以与栅极图案22间隔开。当在平面图中观察时,第三重叠图案34可以形成在第二重叠图案24中。

[0054] 图11A和图11B示出根据本发明构思的示例性实施例的第三重叠图案34相对于第二重叠图案24的第二重叠误差31。如图11A所示,第二重叠误差31的位移可以在x方向和y方向两者上具有不为零的分量(见箭头)。然而,为了清楚起见,在图11B中将仅示出位移的x分量。

[0055] 参考图2、图5和图11B,检查系统可以用于测量第二重叠误差31(S220)。第二重叠误差31可以是第三重叠图案34相对于第二重叠图案24的位移。第二重叠误差31可以被表示为向量量。当测量第二重叠误差31时,第二重叠图案24可以用作父图案,而第三重叠图案34可以用作子图案。换句话说,第二重叠图案24是参考图案。

[0056] 图12示出了根据本发明构思的示例性实施例的从第二重叠误差31获得的第二重叠误差轮廓33。图13是示出根据本发明构思的示例性实施例的从第二重叠误差轮廓33获得的第二重叠校正轮廓35的曲线图。

[0057] 参考图11B和图12,检查系统可以从测量的第二重叠误差31获得第二重叠误差轮廓33。第二重叠误差轮廓33可以包含关于形成在第一衬底W1上的第三图案30的计算位置的信息。第二重叠校正轮廓35可以包含关于当第三图案30随后被形成在第二衬底W2上时其将被校正的第三图案30的位置的信息。在第二模型参数 a_2 和第七模型参数 a_7 分别是50和 $-1/2$ 的情况下,第二重叠误差轮廓33可以由 $-1/2x^3+50x$ 表示。第二重叠校正轮廓35可以具有与第二重叠误差轮廓33的符号相反的符号。换句话说,第二重叠校正轮廓35可以具有与第二重叠误差轮廓33的相位相反的相位。如果第二重叠误差轮廓33由 $-1/2x^3+50x$ 给出,则第二重叠校正轮廓35可以由 $1/2x^3-50x$ 表示。因此,从第二制造系统200用于第二衬底W2时起,可以校正第二制造系统200的重叠误差。

[0058] 然而,使用重叠校正轮廓的制造系统的控制参数可能不会被适当地校正。图9的第一重叠校正轮廓25的第一模型参数至第十模型参数 $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$ 和 a_{10} 可以用于校正第一制造系统100的控制参数。相反,图13的第二重叠校正轮廓35的第一模型参数至第十模型参数 $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$ 和 a_{10} 中的至少一个可能不能用于校正第二制造系统200的控制参数。例如,在由于第七模型参数 a_7 而导致第三图案30的位置必须在x方向上改变1nm的情况下,图10的镜面透镜230之间的距离可能必须改变为超过为大约 $1\mu\text{m}$ 或更大的阈值。然而,镜面透镜230之间的距离可能不能被调整为大于阈值。在这种情况下,第七模型参数 a_7 可能是不可校正的模型参数。换句话说,第七模型参数 a_7 不能用于校正第二制造系统200的控制参数。如果是这种情况,则可以将第二制造系统200中的第七模型参数 a_7 设置为1,但是本发明构思不限于此。

[0059] 参考图2、图6和图10,第一制造系统100或第二制造系统200可以用于在第一衬底W1的第n-1图案上形成第n图案(S140)。之后,可以使用检查系统来测量第n-1重叠误差(S230)。

[0060] 如果第一衬底W1上的制造工艺完成,则可以继续地执行第二衬底W2上的制造工

艺。参考回到图2、图3和图6,第一制造系统100可以用于在第二衬底W2上形成第一图案10(S110)。第一图案10可以形成在第二衬底W2上的预设位置处。之后,可以基于第一重叠校正轮廓25来调整将形成在第二衬底W2上的第二图案20的位置。

[0061] 在如上所述地在第二制造系统200中不能校正第三图案30的位置的情况下,可以通过第一制造系统100预先调整第二图案20的位置。因此,可以预先校正这样的误差。下面将更详细地描述使用第一制造系统100预校正和防止第二制造系统200中的误差的方法。

[0062] 图14是示出根据本发明构思的示例性实施例的图2的步骤S120(即,形成第二图案20)的流程图。图15是示出第一制造系统100被预先使用以校正可能在第二制造系统200中发生的误差的示例的图。图16是示出在第二制造系统200的控制参数中预设的重叠轮廓36和第二重叠校正轮廓35的曲线图。图16的重叠轮廓36是当值1被分配给与第二制造系统200的控制参数相对应的多项式的第七模型参数 a_7 时获得的曲线。图16的重叠轮廓36可以预设。

[0063] 参考图14,在第二衬底W2上形成第二图案20(S120)可以包括确定第二重叠校正轮廓35是否具有不能用于校正第二制造系统200的控制参数的不可校正的模型参数(S122)。如果第二重叠校正轮廓35具有不可校正的模型参数,则图14的方法还包括计算初步校正轮廓27以抵消不可校正的模型参数(S124),并且基于初步校正轮廓27和第一重叠校正轮廓25校正第二图案20的位置(S126)。如果第二重叠校正轮廓35不具有不可校正的模型参数,则图14的方法还包括基于第一重叠校正轮廓25校正第二图案20的位置(S128)。

[0064] 例如,第一制造系统100可以用于确定第二重叠校正轮廓35是否具有不能用于校正第二制造系统200的控制参数的不可校正的模型参数(S122)。在本发明构思的示例性实施例中,在作为第二制造系统200的控制参数预先给出的预设重叠轮廓36的第七模型参数 a_7 不同于第二重叠校正轮廓35的第七模型参数 a_7 的情况下,可以确定第二重叠校正轮廓35是不可校正的。例如,如图16所示,如果预设重叠轮廓36的第七模型参数 a_7 是1并且第二重叠校正轮廓35的第七模型参数 a_7 是 $1/2$,则可以确定第二重叠校正轮廓35的第七模型参数 a_7 是不能用于校正第二制造系统200的控制参数的不可校正的模型参数。相反,如果第二重叠校正轮廓35的第七模型参数 a_7 与预设重叠轮廓36的第七模型参数 a_7 一致,则可以确定第二重叠校正轮廓35不具有不可校正的模型参数。例如,如果第二重叠校正轮廓35的第七模型参数 a_7 与预设重叠轮廓36的第七模型参数 a_7 具有彼此相同的值,则它们可以一致。

[0065] 图17是示出根据本发明构思的示例性实施例的图15的初步校正轮廓27的曲线图。

[0066] 参考图14和图17,在第二重叠校正轮廓35具有不可校正的模型参数的情况下,第一制造系统100可以用于计算第二图案20的初步校正轮廓27(S124)。换句话说,第二图案20可以被预先校正(参见图15中的15a)。例如,初步校正轮廓27可以用于抵消不可校正的模型参数。初步校正轮廓27可以具有与第二重叠校正轮廓35的符号(或相位)相反的符号(或相位)。例如,在第二重叠校正轮廓35由 $1/2x^3-50x$ 给出的情况下,初步校正轮廓27可以由 $-1/2x^3+50x$ 给出。初步校正轮廓27可以与第二重叠误差轮廓33相同。

[0067] 接下来,第一制造系统100可以使用第一衬底W1的初步校正轮廓27和第一重叠校正轮廓25来校正要在第二衬底W2上形成的第二图案20的位置(S126)。

[0068] 图18是示出了根据本发明构思的示例性实施例的图15的结果轮廓29的曲线图。参考图18,第一制造系统100可以用于将初步校正轮廓27添加到第一重叠校正轮廓25,从而获

得结果轮廓29。结果轮廓29可以用于校正第二衬底W2上的第二图案20的位置。例如,在初步校正轮廓27由 $-1/2x^3+50x$ 给出并且第一重叠校正轮廓25由 x^3-100x 给出的情况下,对应于 $1/2x^3-50x$ 的结果轮廓29的控制参数,即 $(-1/2x^3+50x)+(x^3-100x)$ 可以用于校正第一制造系统100中的第二图案20的位置。

[0069] 图19是示出根据本发明构思的示例性实施例的基于图18的结果轮廓29形成在第二衬底W2的校正位置处的第二重叠图案24的平面图。

[0070] 参考图19,可以考虑到随后将形成在第二衬底W2上的第三重叠图案34的位置预先校正第二重叠图案24的位置。在如上所述地第二制造系统200不能校正第三重叠图案34的位置的情况下,可以使用第一制造系统100来基于第三重叠图案34的位置预先控制第二重叠图案24的位置。

[0071] 参考回到图14,在第二重叠校正轮廓35不具有不可校正的模型参数的情况下,可以使用与第二衬底W2的第一重叠校正轮廓25相对应的控制参数来校正第二图案20的位置。因此,可以使用第一制造系统100在第二衬底W2上形成第二图案20(S128)。例如,在第二衬底W2的第一重叠校正轮廓25不存在的情况下,第二图案20的位置可能无法校正并且可以被固定为预设位置。

[0072] 参考回到图2和图4,检查系统可以用于测量在第二衬底W2上第二重叠图案24相对于第一重叠图案14的第一重叠误差轮廓(S210)。在检查系统中,可以从第一重叠误差轮廓计算第二衬底W2的第一重叠校正轮廓。第二衬底W2的第一重叠误差轮廓可以包含关于形成在第二衬底W2上的第二图案20的计算位置的信息。第二衬底W2的第一重叠误差轮廓可以不同于第一衬底W1的第一重叠误差轮廓23。第二衬底W2的第一重叠校正轮廓可以包含关于随后将形成在第三衬底W3上的第二图案20的校正位置的信息。

[0073] 此后,参考图2和图10,第二制造系统200可以用于基于第二重叠校正轮廓35校正第二衬底W2上的第三图案30的位置,然后,在第二图案20上形成第三图案30(S130)。由于在第一制造系统100中预先抵消了不可校正的模型参数,因此第二重叠校正轮廓35可能不具有不可校正的模型参数。例如,第二重叠校正轮廓35的多项式的第七模型参数 a_7 可以是零。在第二重叠校正轮廓35的多项式中,第一模型参数至第六模型参数以及第八模型参数至第十模型参数 $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_8, a_9$ 和 a_{10} 可以具有非零值。例如,在不可校正的模型参数是整个第二重叠校正轮廓35的情况下,第二重叠校正轮廓35可能不存在。在这种情况下,第三图案30的位置可能无法校正,并且第三图案30可以形成在预设位置处。

[0074] 如果第二重叠校正轮廓35中的不可校正的模型参数未被初步校正轮廓27抵消,则第二制造系统200不可以用于校正第三图案30的位置,并且因此可能会发生重叠校正误差。在这种情况下,第二制造系统200不能用于在第二衬底W2上形成第三图案30。相反,在第一制造系统100中,使用初步校正轮廓27预先调整第二图案20的位置的情况下,可以使用第二制造系统200在第二图案20上的预设位置处适当地形成第三图案30。换句话说,可以防止重叠校正误差。

[0075] 参考回到图2和图5,检查系统可以用于测量在第二衬底W2上第三重叠图案34相对于第二重叠图案24的第二重叠误差轮廓(S220)。在检查系统中,可以顺序地计算第二衬底W2的第二重叠误差轮廓和第二重叠校正轮廓。第二衬底W2的第二重叠误差轮廓可以包含关于在第二衬底W2上形成的第三图案30的计算位置的信息。第二衬底W2的第二重叠误差轮廓

可以不同于第一衬底W1的第二重叠误差轮廓33。第二衬底W2的第二重叠校正轮廓可以包含关于在第三图案30随后形成在第三衬底W3上时将第三图案30的位置的信息。

[0076] 参考图2、图6和图10,第一制造系统100或第二制造系统200可以用于基于第一衬底W1的第n-1重叠校正轮廓来校正第二衬底W2上的第n图案的位置,然后在第二衬底W2上的第n-1图案上形成第n图案(S140)。之后,可以使用检查系统来测量第二衬底W2的第n-1重叠误差(S230)。接下来,检查系统可以用于从第二衬底W2的第n-1重叠误差计算第二衬底W2的第n-1重叠误差轮廓和第n-1重叠校正轮廓。

[0077] 如果第二衬底W2上的制造工艺完成,则可以执行第三衬底W3上的制造工艺。在本发明构思的示例性实施例中,在第二衬底W2之后,可以将第三衬底W3顺序地提供到第一制造系统100、检查系统和第二制造系统200中。

[0078] 由于初步校正轮廓27,第二重叠图案24的位置可以从其原始位置改变,如图19所示。因此,第二重叠图案24可以不与第一重叠图案14对准。因此,可以基于使用初步校正轮廓27校正的第二图案20的位置,再次校正将形成在第三衬底W3上的第一图案10的位置。在下文中,将描述使用第一制造系统100校正第一图案10的位置的方法。

[0079] 图20是示出根据本发明构思的示例性实施例的在第三衬底W3上形成第一图案10的步骤的流程图。图21是示出根据本发明构思的示例性实施例的使用第一制造系统100来校正第一图案10的位置的方法的图。图22是示出根据本发明构思的示例性实施例的图20的校正惩罚轮廓15的曲线图。

[0080] 参考图20,在第三衬底W3上形成第一图案10(S110)可以包括:确定是否存在校正惩罚轮廓15(S112),基于校正惩罚轮廓15校正第一图案10的位置(S114),以及固定第一图案10的位置(S116)。

[0081] 例如,参考图20至图22,第一制造系统100可以用于确定是否存在第一图案10的校正惩罚轮廓15(S112)。作为校正待形成在第三衬底W3的第一图案10上的第二图案20的位置(参见图21中的21a和21b)的结果,可以产生校正惩罚轮廓15。校正惩罚轮廓15可以是第一图案10的位置校正轮廓。校正惩罚轮廓15可以基本上与初步校正轮廓27相同。例如,在初步校正轮廓27由 $-1/2x^3+50x$ 给出的情况下,校正惩罚轮廓15也可以由 $-1/2x^3+50x$ 给出。

[0082] 类似地,在存在校正惩罚轮廓15的情况下,可以使用校正惩罚轮廓15来校正第一图案10的位置,并且可以使用第一制造系统100在第三衬底W3上形成第一图案10(S114)。

[0083] 图23是示出根据本发明构思的示例性实施例的基于图22的校正惩罚轮廓15校正其位置的第一重叠图案14的平面图。

[0084] 参考图23,第一重叠图案14的位置可以由第二重叠图案24的位置确定。在基于初步校正轮廓27校正第二衬底W2上的第二重叠图案24的位置的情况下,可以使用校正惩罚轮廓15来校正待形成在第三衬底W3上的第一重叠图案14的位置。

[0085] 参考回到图20,如果不存在校正惩罚轮廓15,则可以将第一图案10的位置固定到预设位置,并且可以使用第一制造系统100在第三衬底W3上形成第一图案10(S116)。第一图案10的位置可以固定到预设位置,并且第一图案10可以形成在第三衬底W3上。

[0086] 参考图2、图6和图14,可以使用第一制造系统100在第三衬底W3的第一图案10上形成第二图案20(S120)。在第一制造系统100中,可以使用初步校正轮廓27和第三衬底W3的第一重叠误差轮廓来校正第二图案20的位置。例如,初步校正轮廓27可以被添加到第三衬底

W3的第一重叠校正轮廓。

[0087] 之后,检查系统可以用于测量第三衬底W3的第一重叠误差轮廓(S210)。在检查系统中,可以从第三衬底W3的第一重叠误差轮廓计算第三衬底W3的第一重叠校正轮廓。第三衬底W3的第一重叠误差轮廓可以包含关于形成在第三衬底W3上的第二图案20的计算位置的信息,并且第三衬底W3的第一重叠校正轮廓可以包含关于第二图案的位置的信息,其将在第三衬底W3之后提供的第n衬底上形成时被校正。

[0088] 参考图2和图10,第二制造系统200可以用于在第三衬底W3的第二图案20上形成第三图案30(S130)。在第二制造系统200中,第三衬底W3的第二重叠校正轮廓可以用于校正第三衬底W3上的第三图案30的位置。例如,在不存在第三衬底W3的第二重叠校正轮廓的情况下,可以在第三衬底W3上形成第三图案30而无需任何位置校正。

[0089] 接下来,检查系统可以用于测量第三衬底W3的第二重叠误差轮廓(S220)。之后,在检查系统中,可以从第三衬底W3的第二重叠误差轮廓计算第三衬底W3的第二重叠校正轮廓。第三衬底W3的第二重叠误差轮廓可以包含关于在第三衬底W3上形成的第三图案30的计算位置的信息,并且第三衬底W3的第二重叠校正轮廓可以包含关于第三图案30的位置的信息,其将在第三衬底W3之后提供的第n衬底上形成时被校正。

[0090] 第一制造系统100或第二制造系统200可以用于在第三衬底W3上形成第n图案(S140)。

[0091] 检查系统可以用于测量第三衬底W3的第n-1重叠误差轮廓(S230)。检查系统也可以用于计算第三衬底W3的第n-1重叠误差轮廓和第n-1重叠校正轮廓。第三衬底W3的第n-1重叠误差轮廓可以包含关于在第三衬底W3上形成的第n图案的计算位置的信息,并且第三衬底W3的第n-1重叠校正轮廓可以包含关于第n图案的位置的信息,其将在第三衬底W3之后提供的第n衬底上形成时被校正。

[0092] 图24是示出根据本发明构思的示例性实施例的可用于控制第一制造系统100和第二制造系统200的控制系统300的框图。

[0093] 参考图24,控制系统300可以包括处理器310、存储器320和输入/输出单元330。处理器310可以用于执行程序代码,并且根据程序代码,对于每个衬底和/或每个批次可以获得初步校正轮廓27和校正惩罚轮廓15。例如,处理器310可以被配置为执行图1、图2、图14和图20中所示的步骤。例如,要由处理器310执行的程序代码可以被配置为执行以下步骤,包括:a)接收第一衬底W1上第二图案20与第三图案30的第二重叠误差31,b)通过对第二重叠误差31建模,获得其中包含第二重叠误差31的模型参数的第二重叠校正轮廓35,c)确定第二重叠校正轮廓35是否具有不可校正的模型参数,其不能用于校正第二制造系统200的控制参数,d)当第二重叠校正轮廓35具有不可校正的模型参数时,获得可以用于抵消不可校正的模型参数的初步校正轮廓27,以及e)在第一制造系统100中,基于初步校正轮廓27校正将形成在第二衬底W2上的第二图案20的位置。

[0094] 存储器320可以连接到处理器310。存储器320可以用于存储程序代码。在本发明构思的示例性实施例中,存储器320还可以用于存储每个衬底和/或每个批次的固有信息(例如逻辑信息)的初步校正轮廓27和校正惩罚轮廓15。

[0095] 输入/输出单元330可以用于将处理器310连接到第一制造系统100和/或第二制造系统200。处理器310可以通过输入/输出单元330将控制信号输出到外部并且从外部接收输

入信号。

[0096] 在根据本发明构思的示例性实施例的重叠校正方法中,初步校正轮廓用于在之前的制造步骤中预先校正在随后的制造步骤中不能被校正的模型参数。因此,可以防止将在随后的制造步骤中使用的制造系统中出现重叠校正误差。

[0097] 尽管已经参考本发明构思的示例性实施例描述了本发明构思,但是本领域的普通技术人员将会理解,可以在不脱离本发明构思的精神和范围的情况下对其进行形式和细节上的变化。因此,应该理解,上述实施例不是限制性的,而是说明性的。

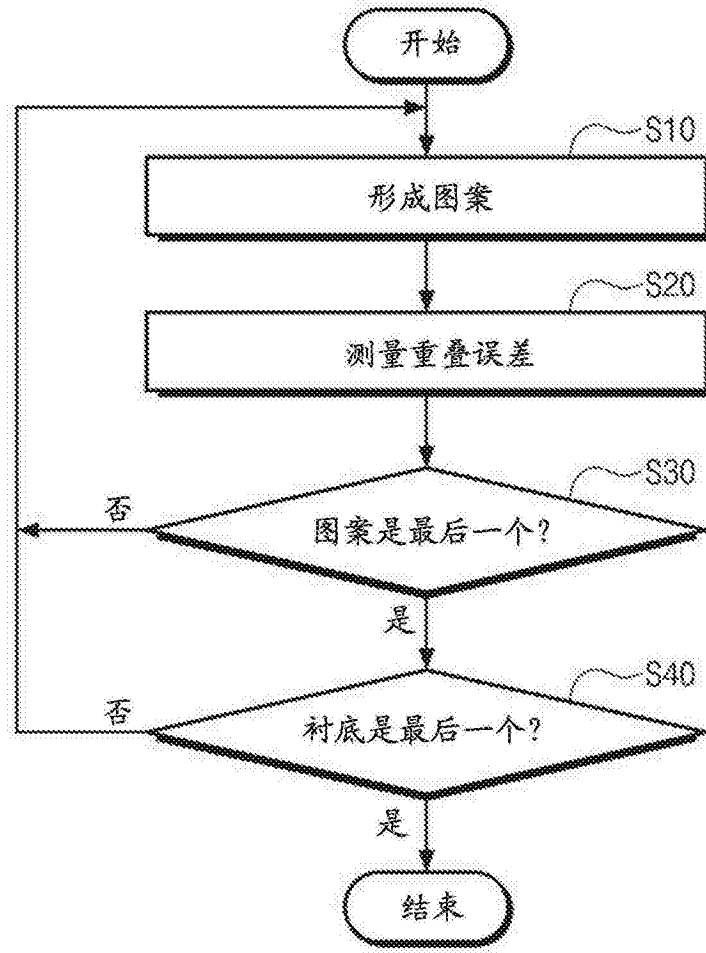


图1

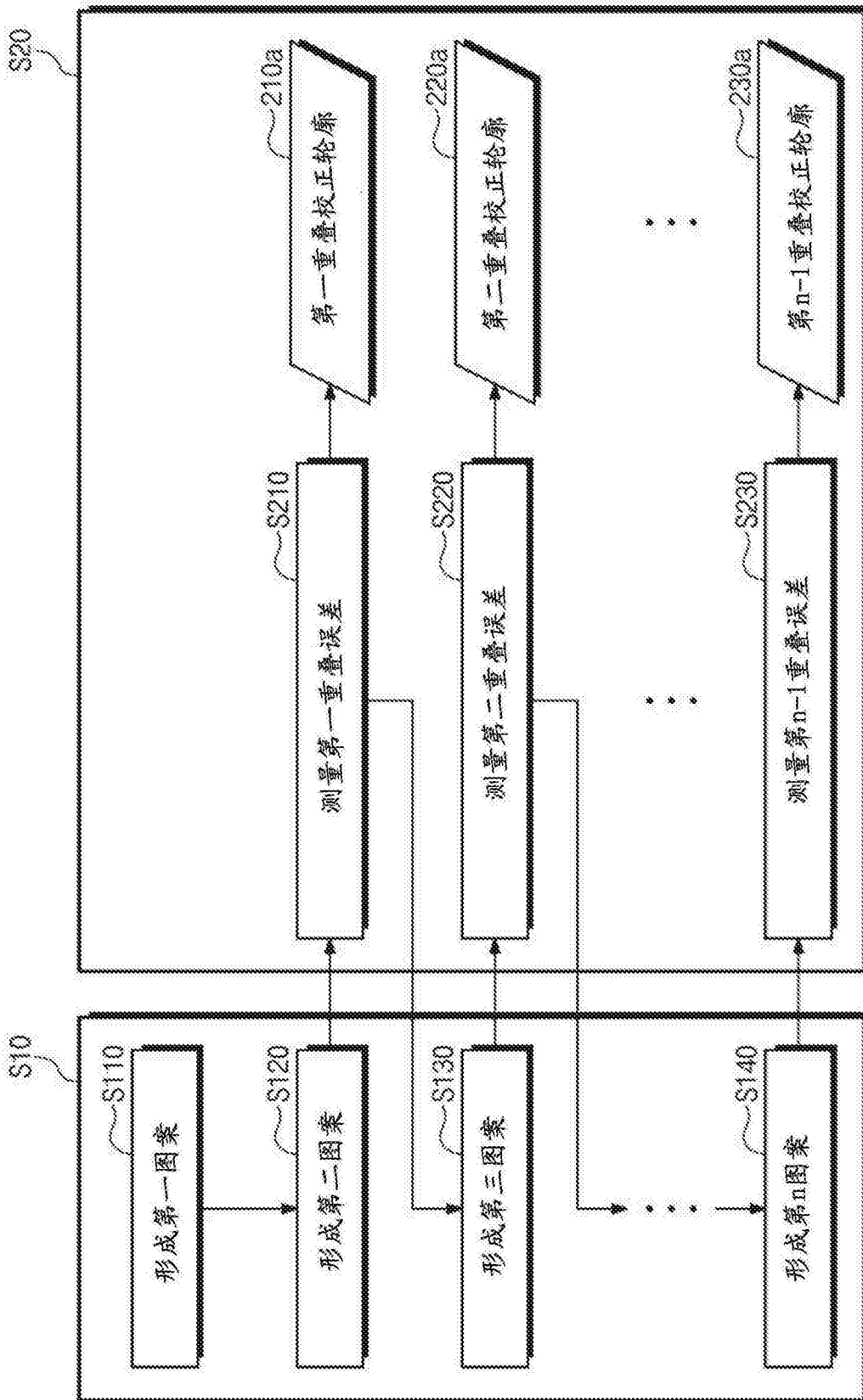


图2

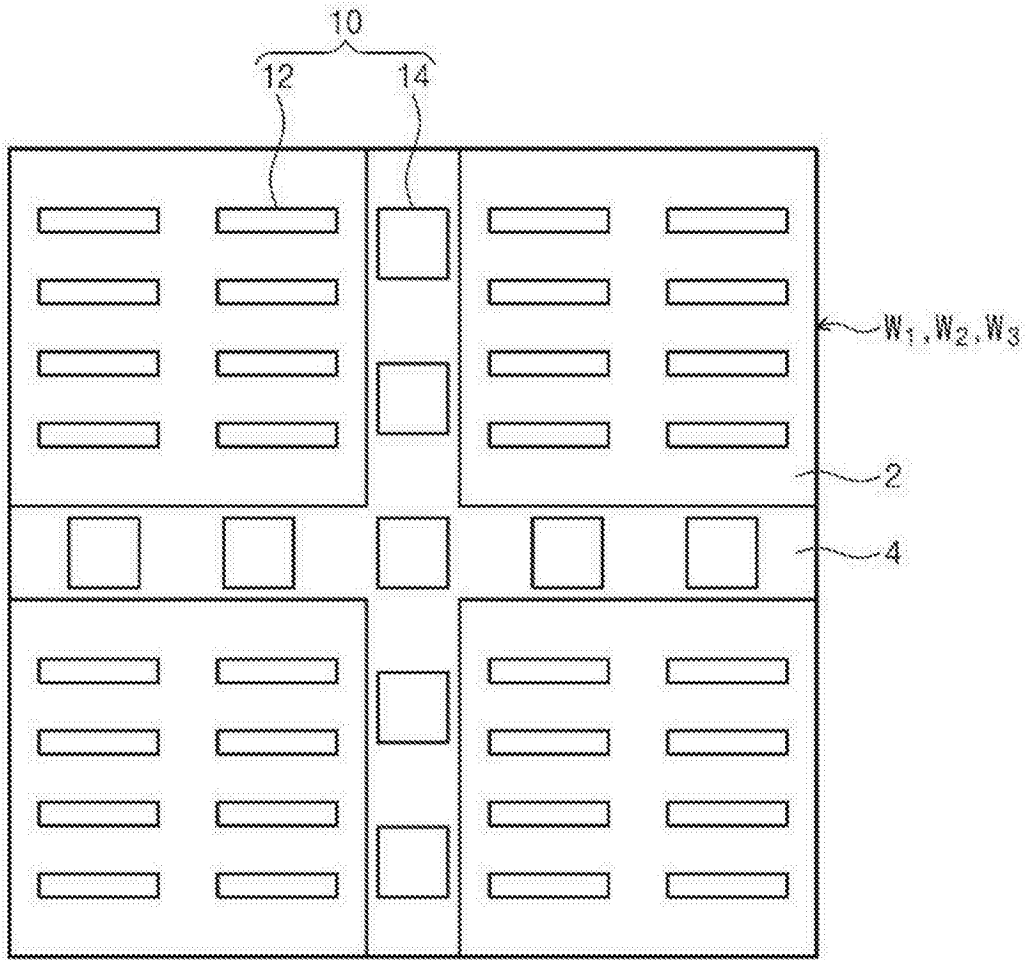


图3

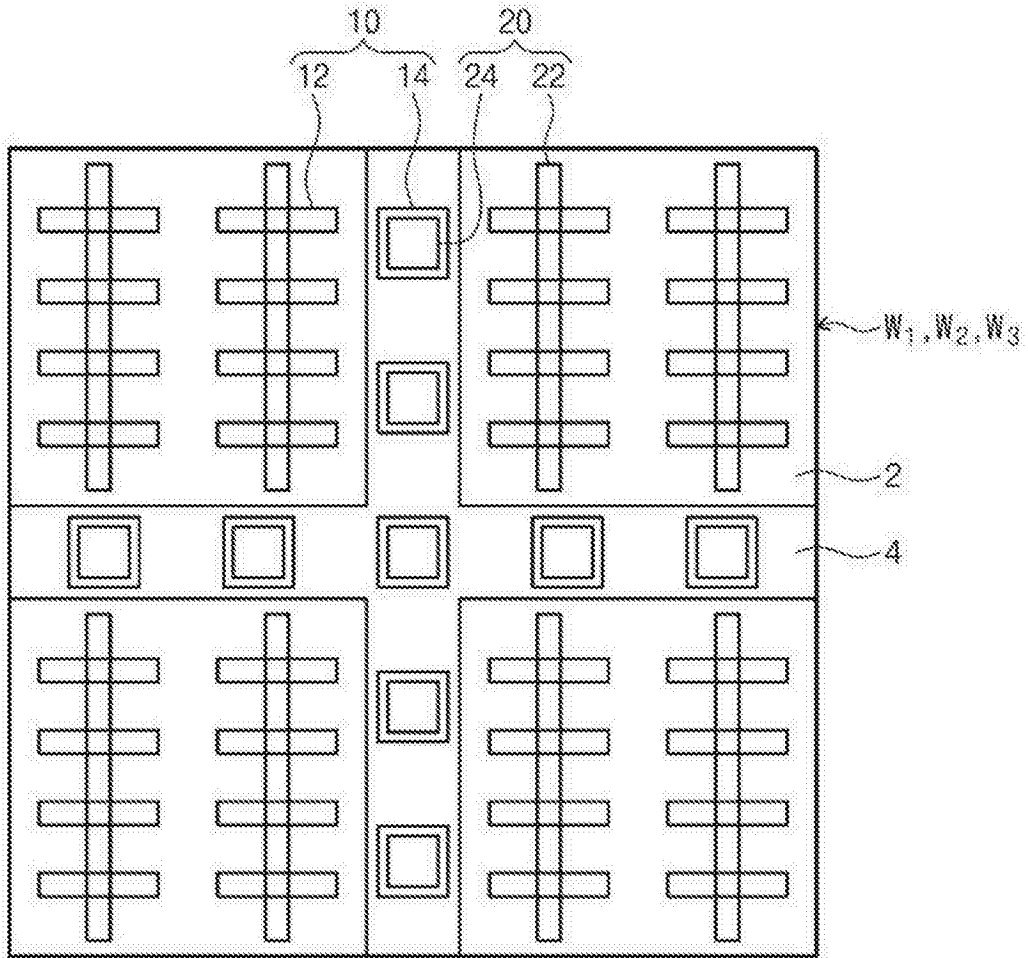


图4

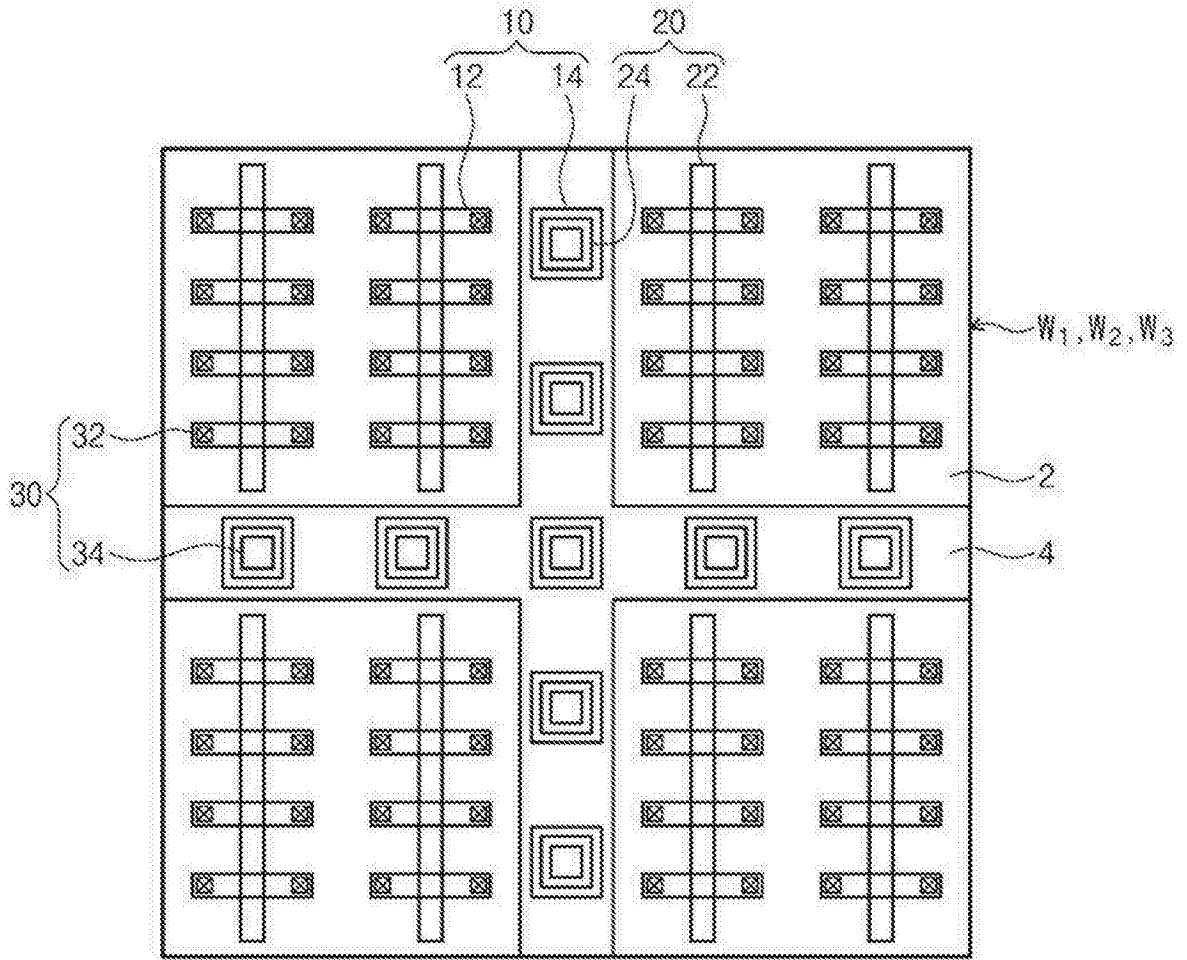


图5

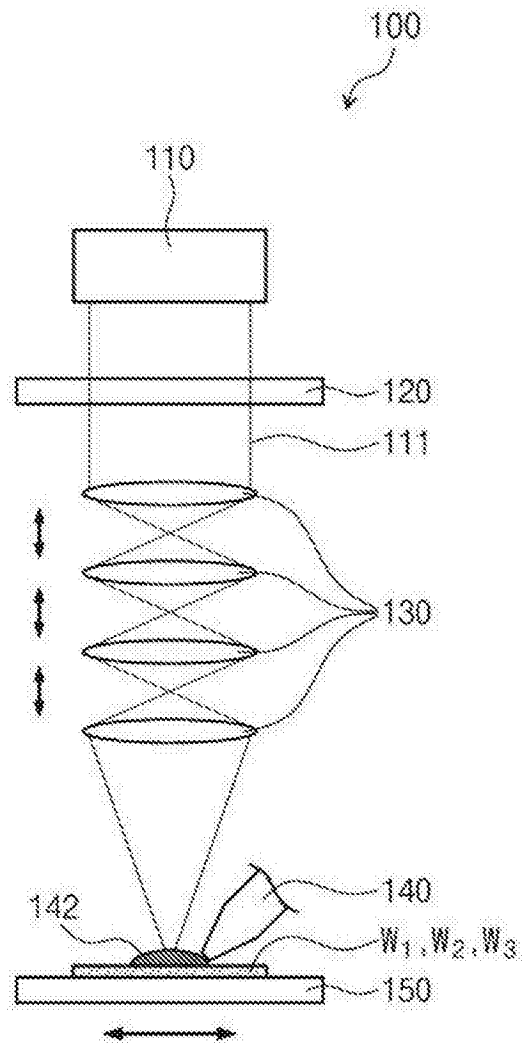


图6

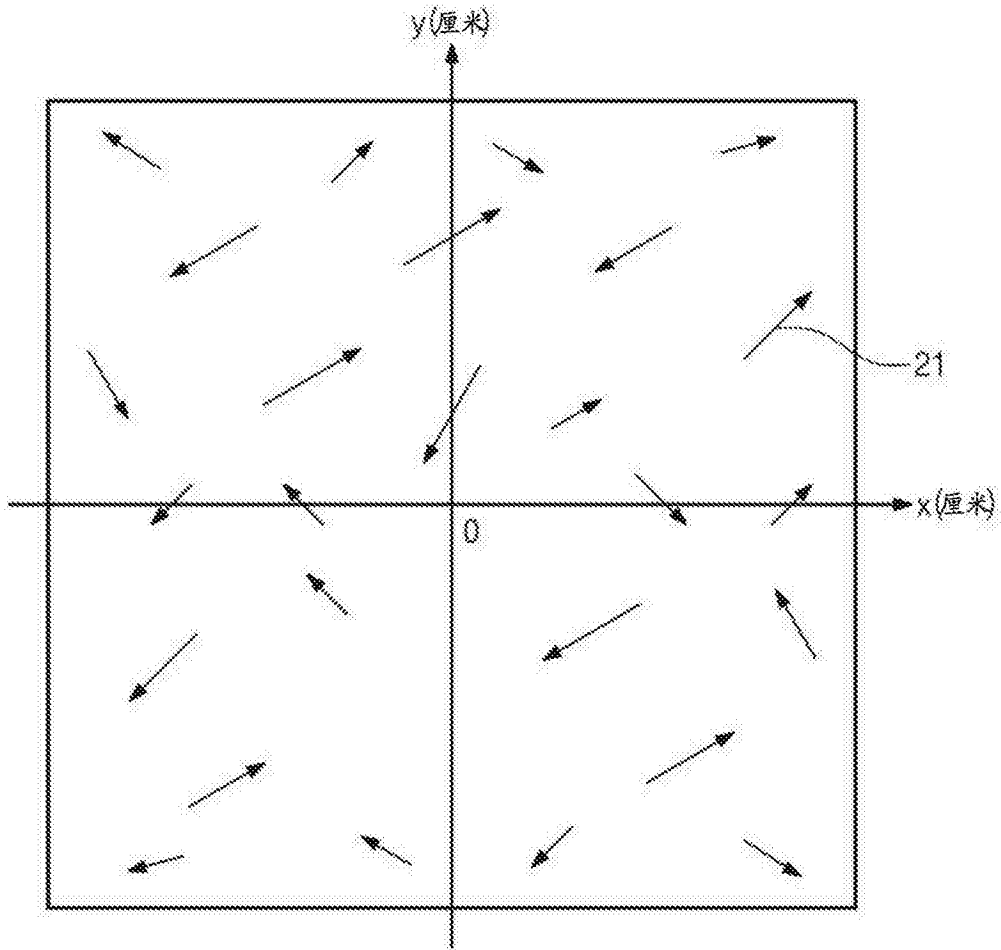


图7A

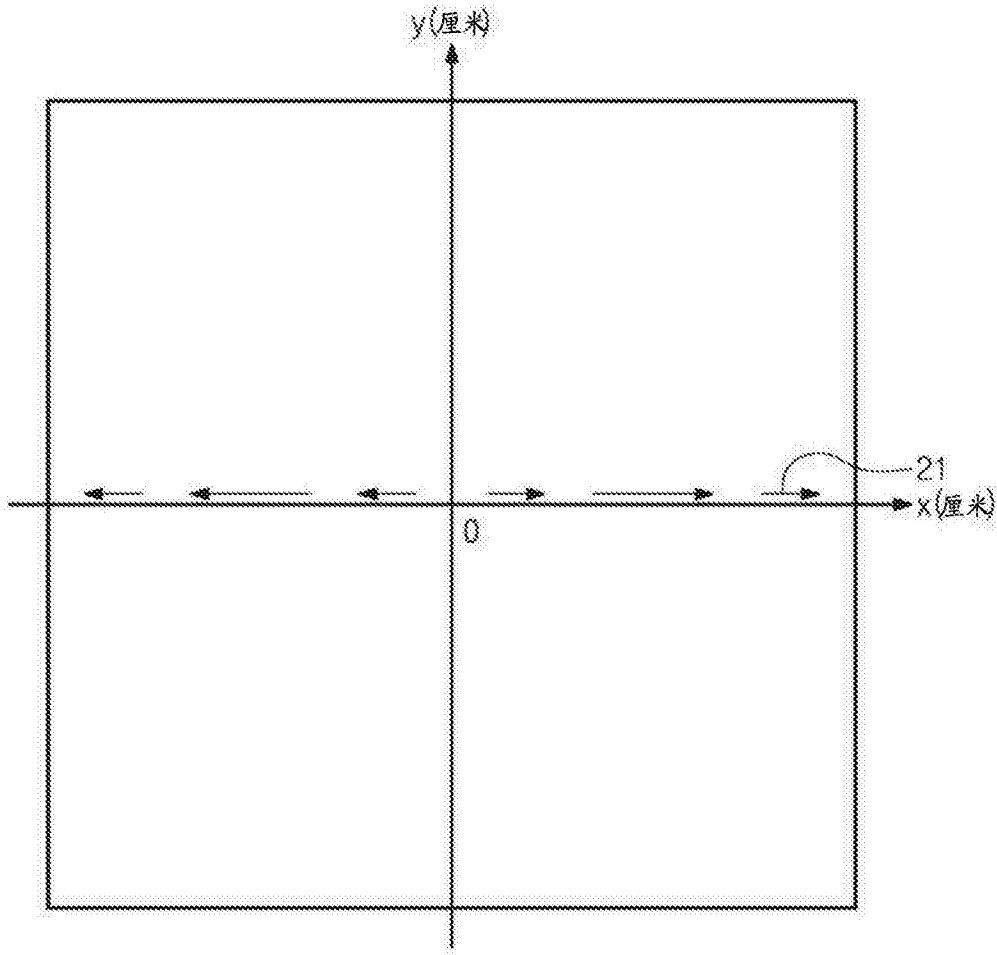


图7B

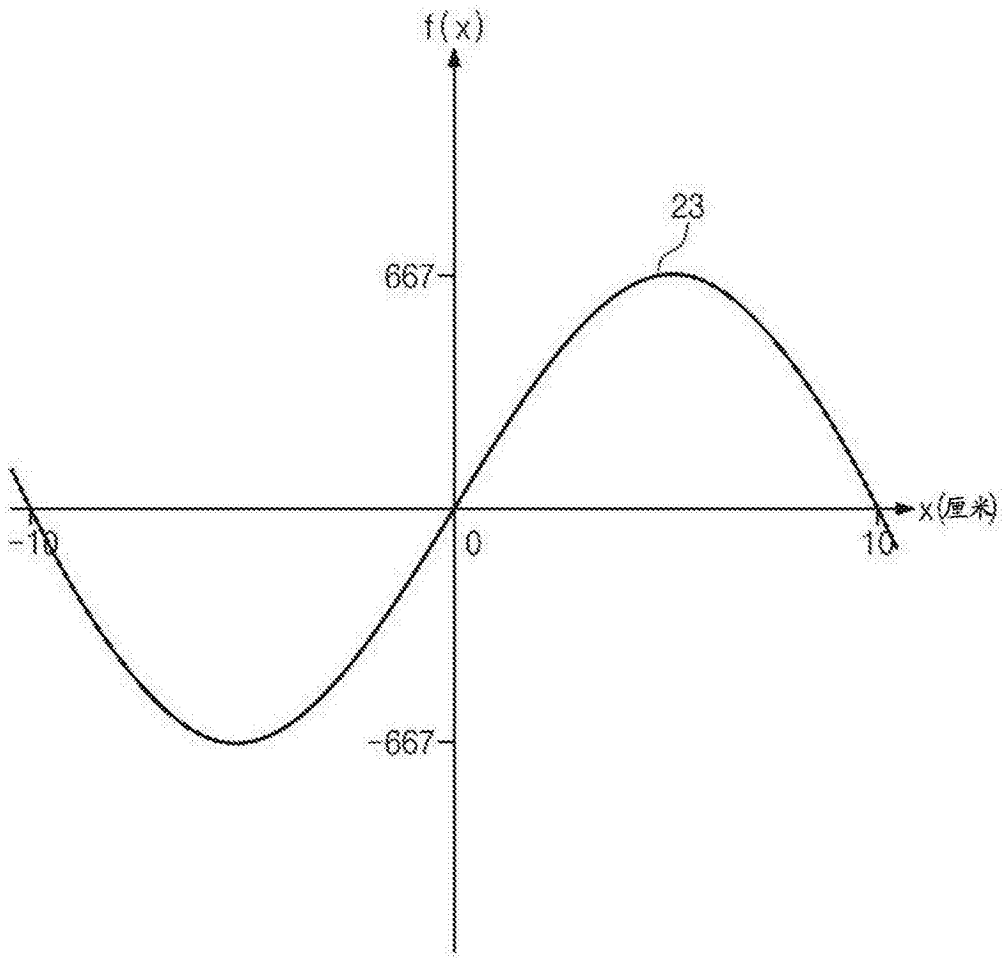


图8

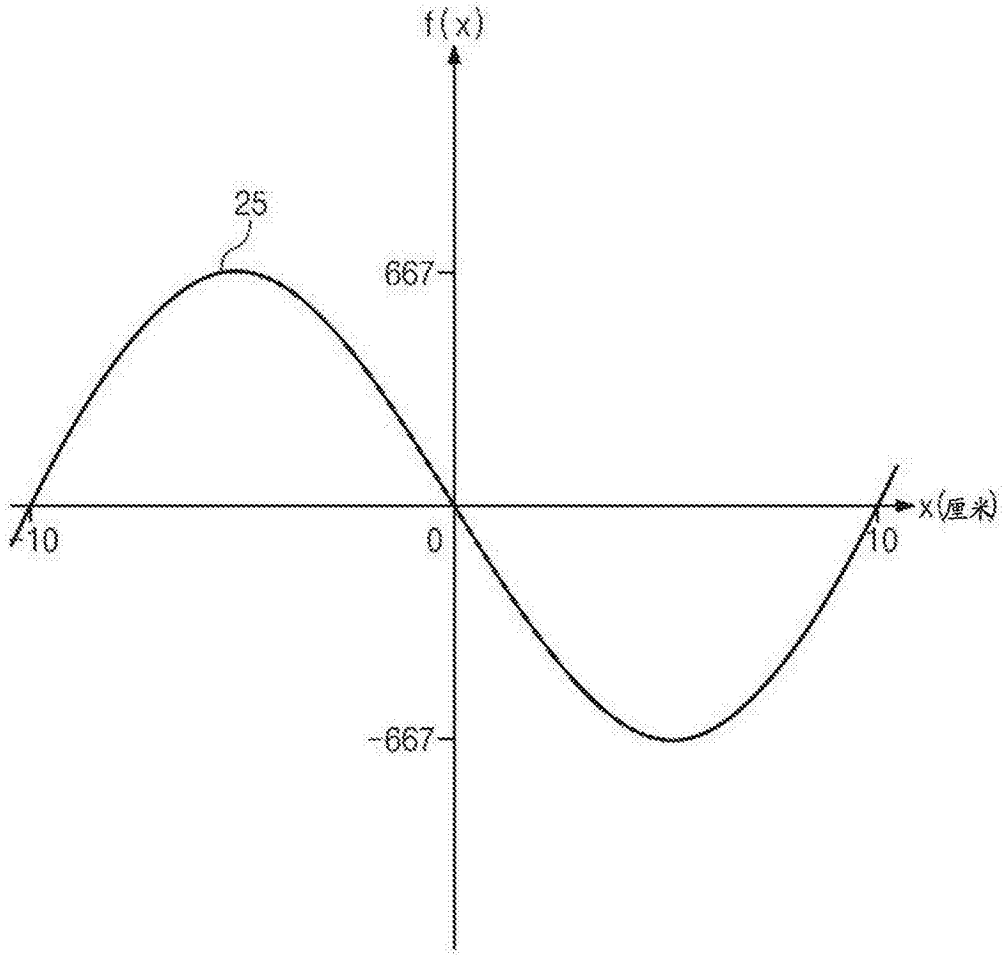


图9

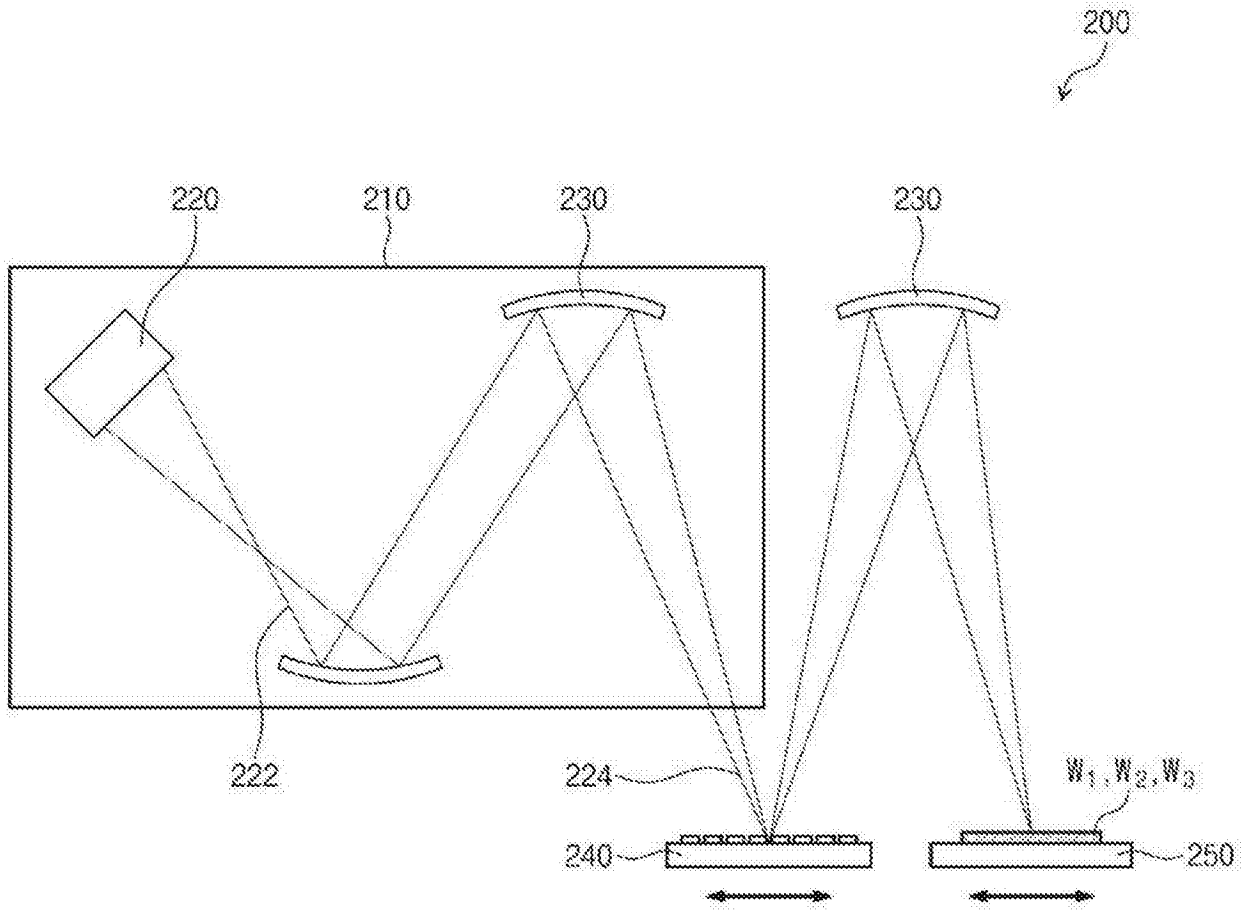


图10

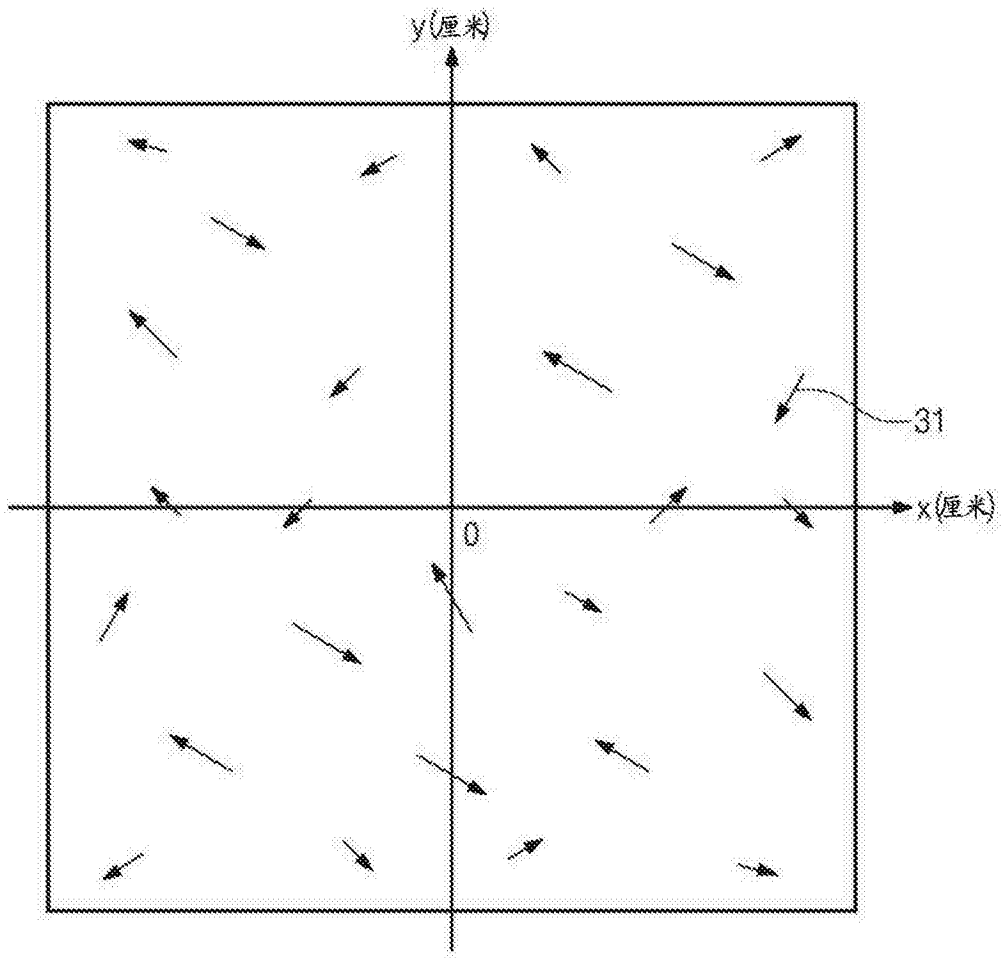


图11A

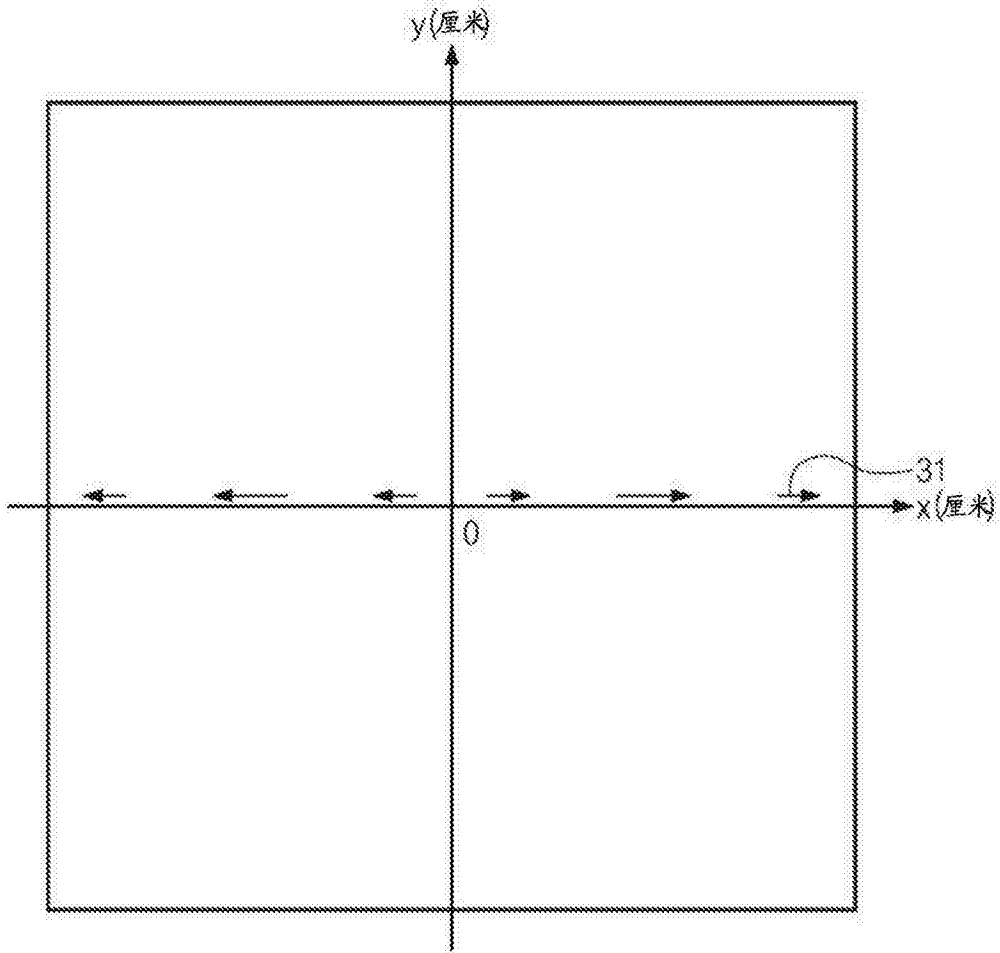


图11B

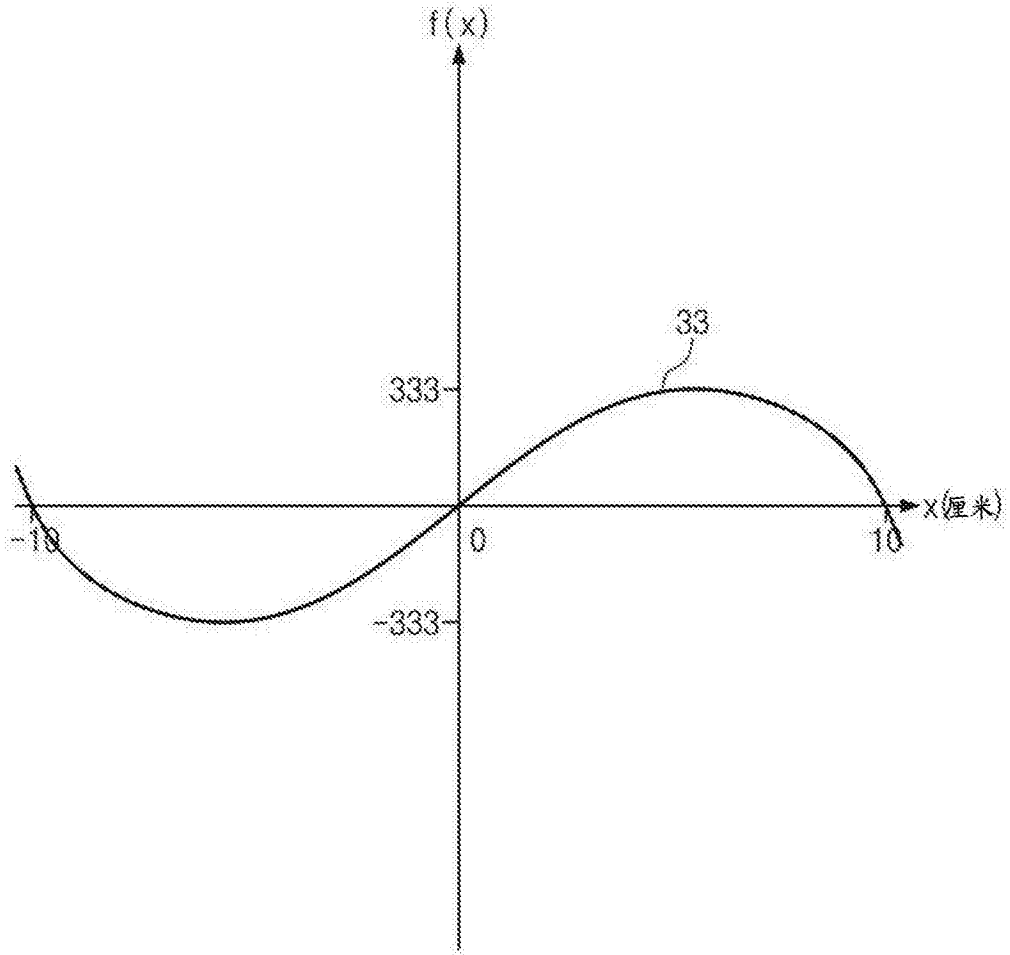


图12

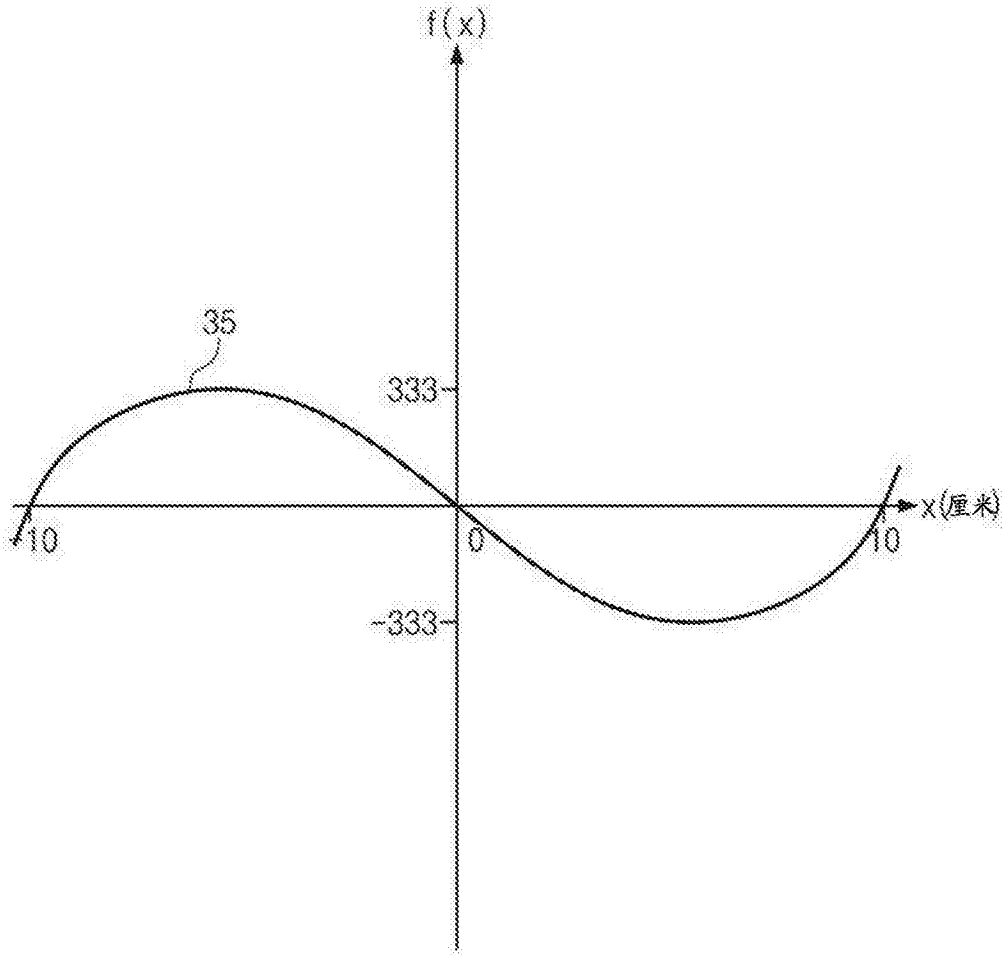


图13

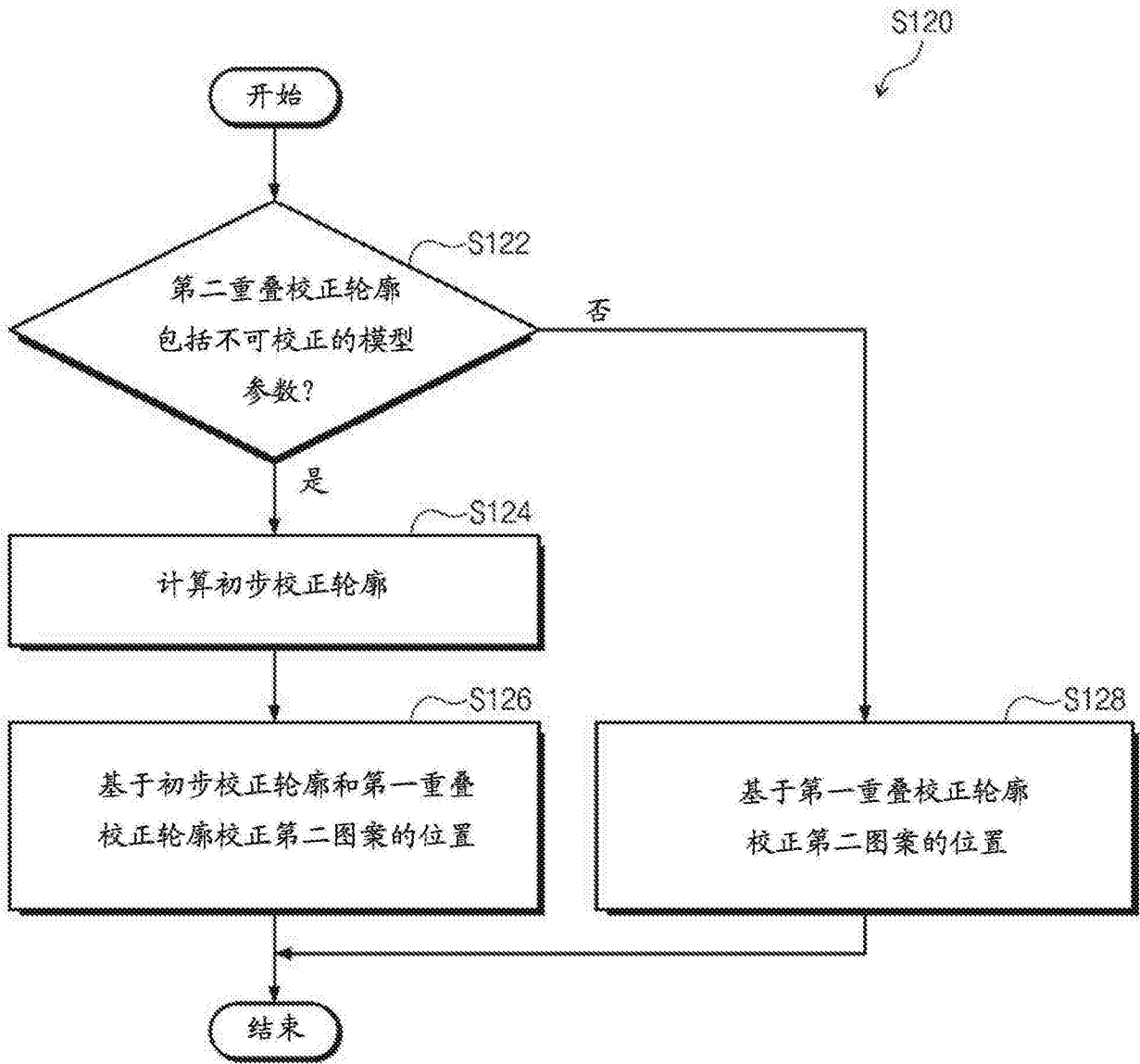


图14

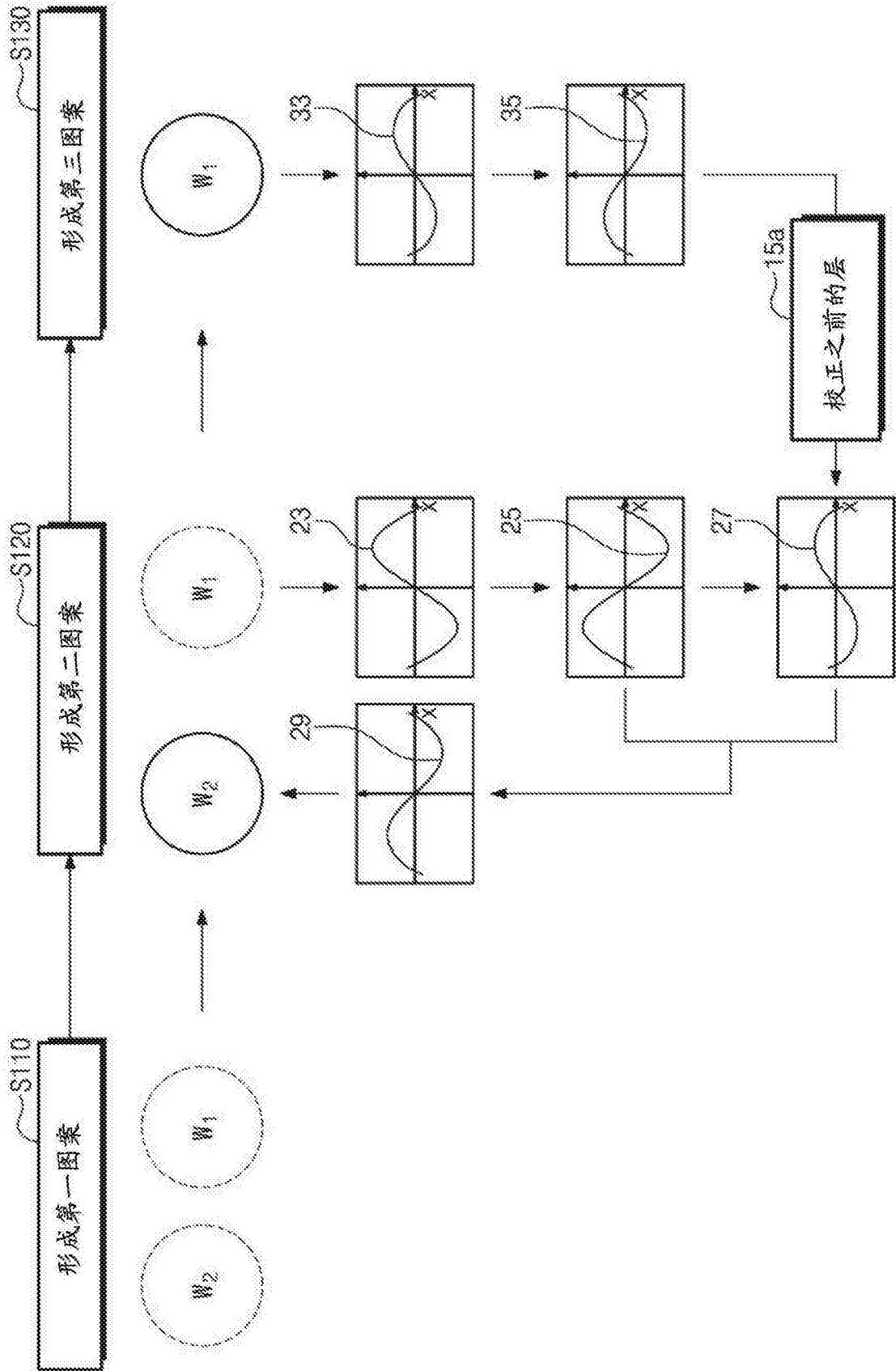


图15

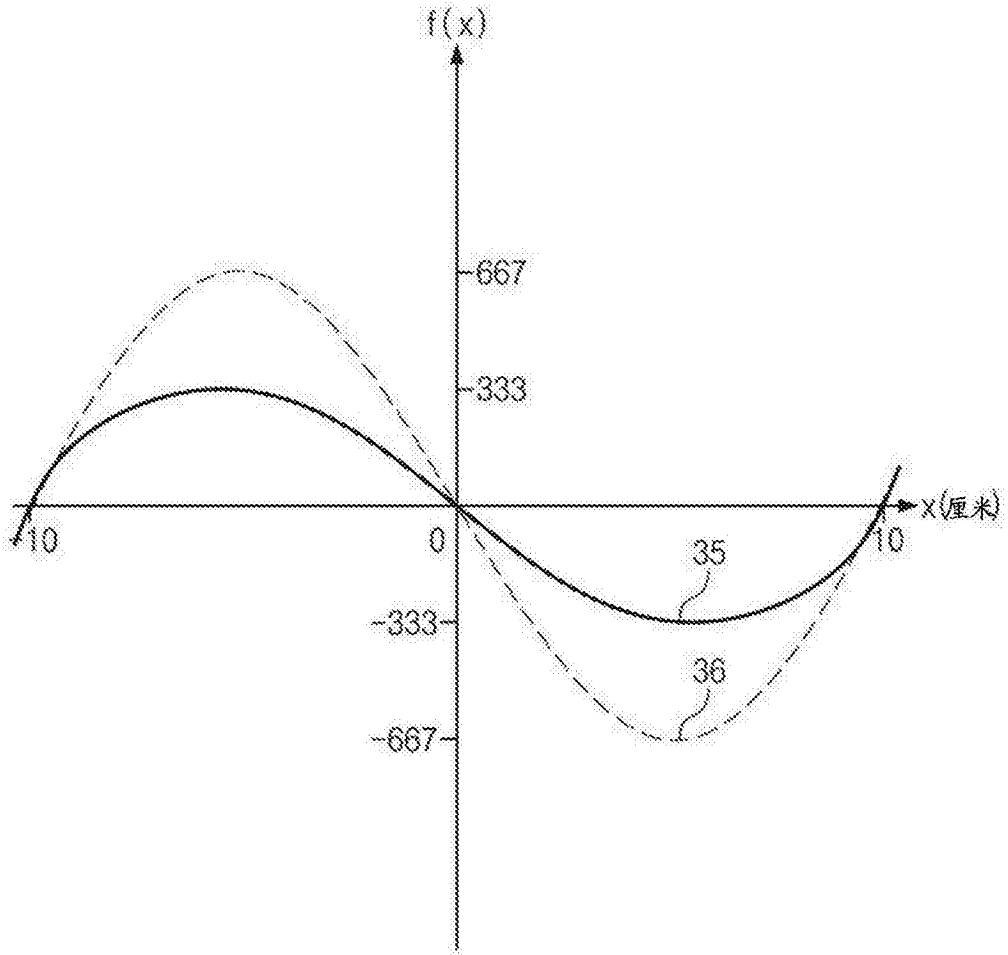


图16

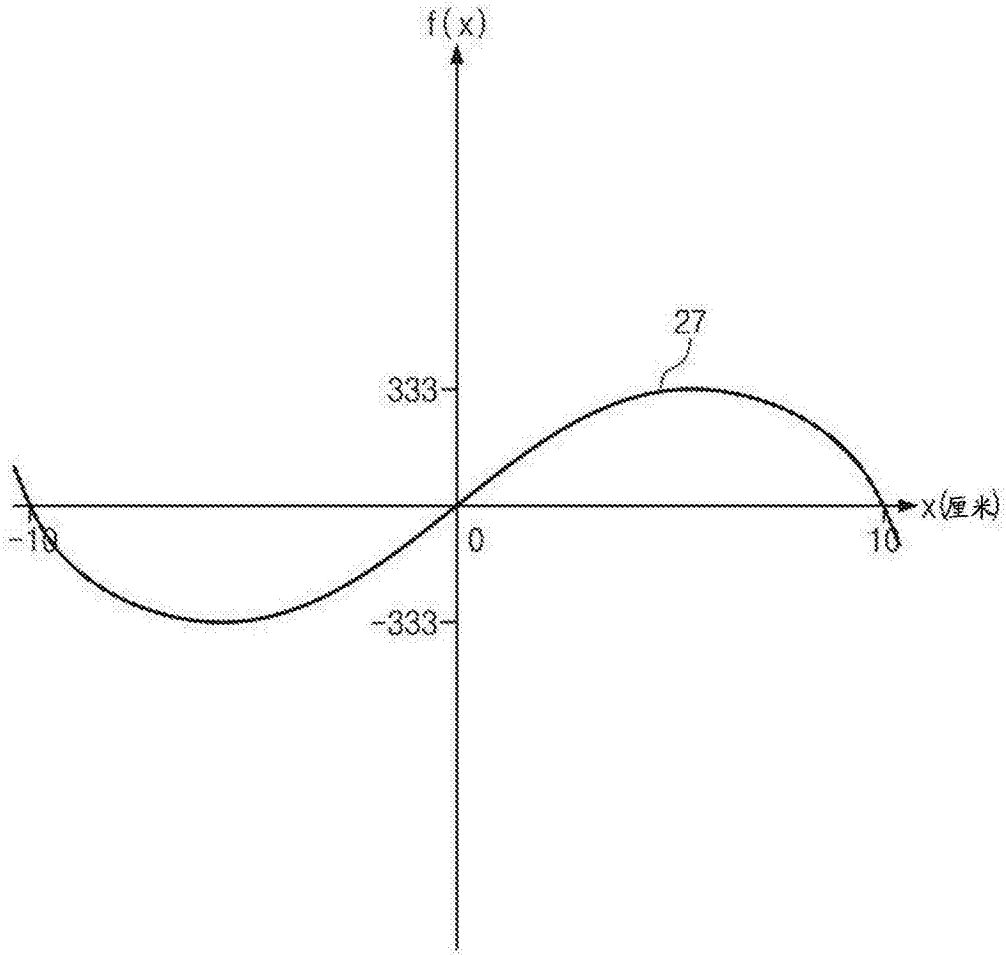


图17

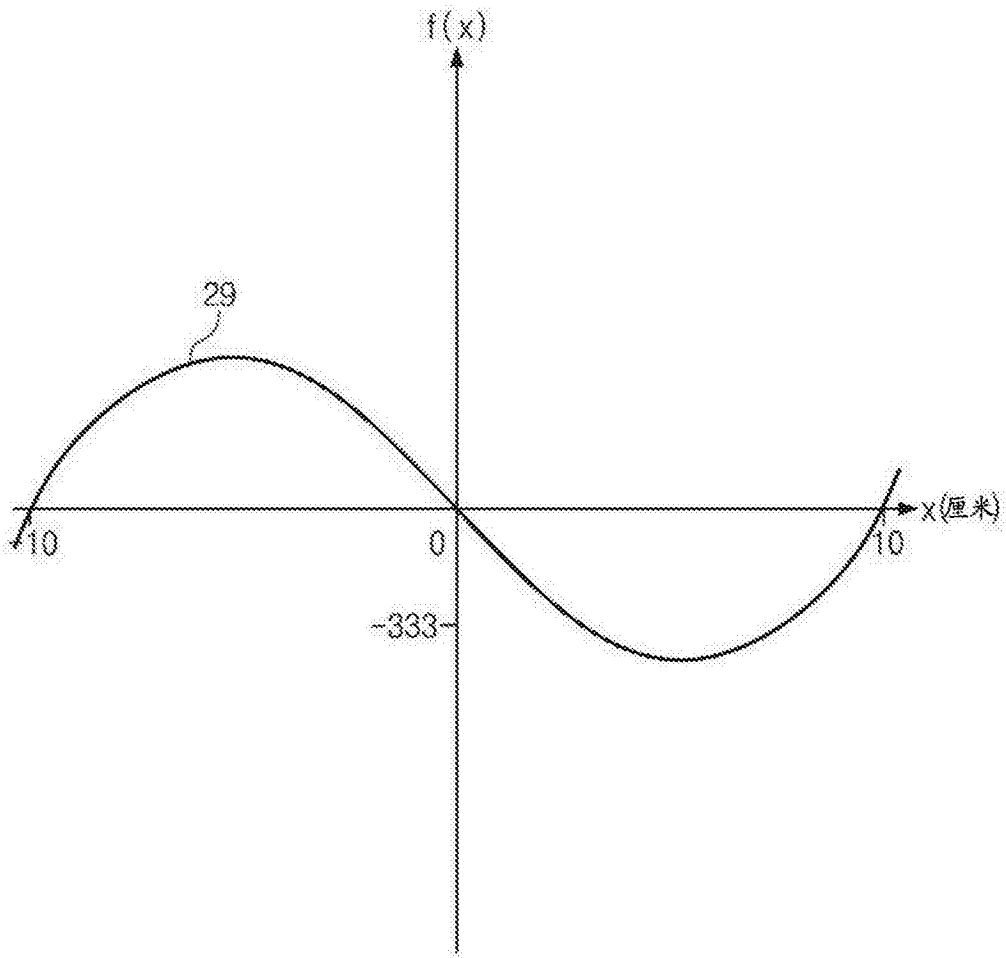


图18

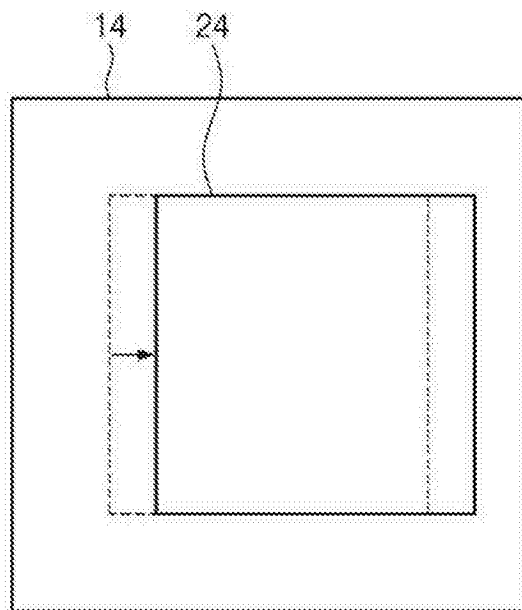


图19

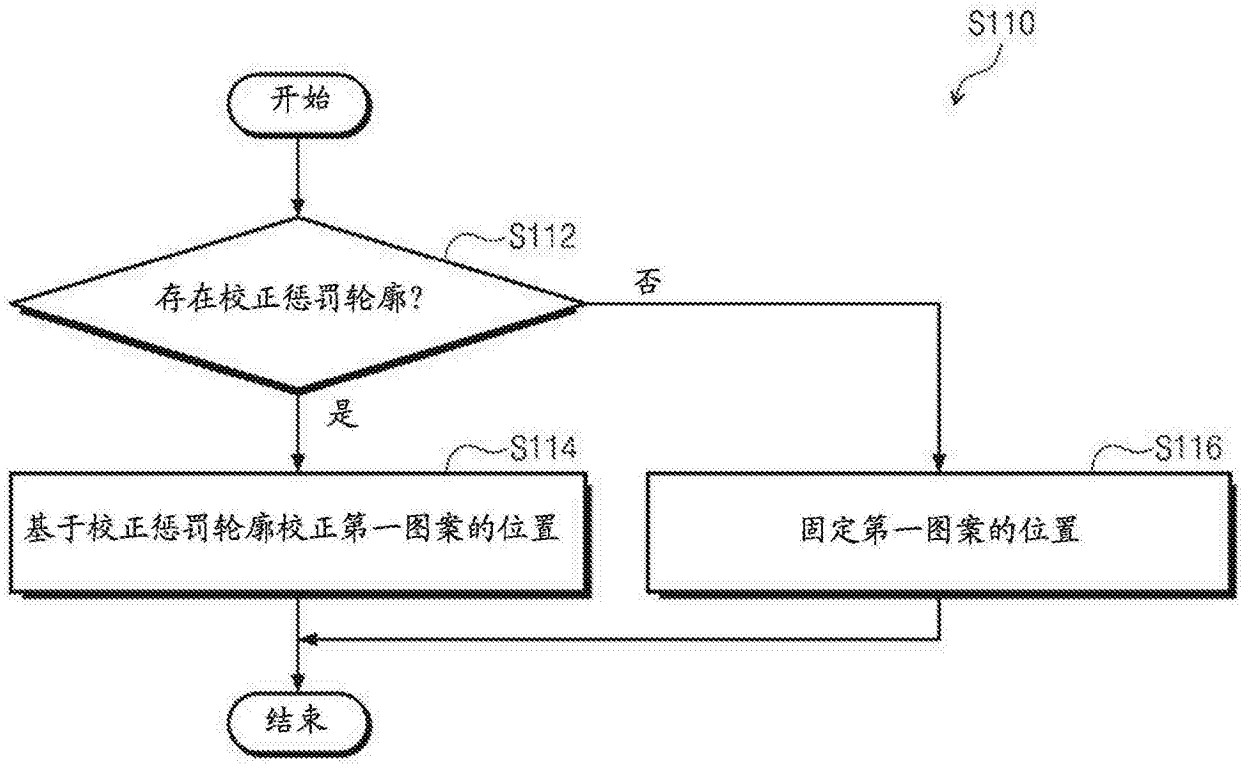


图20

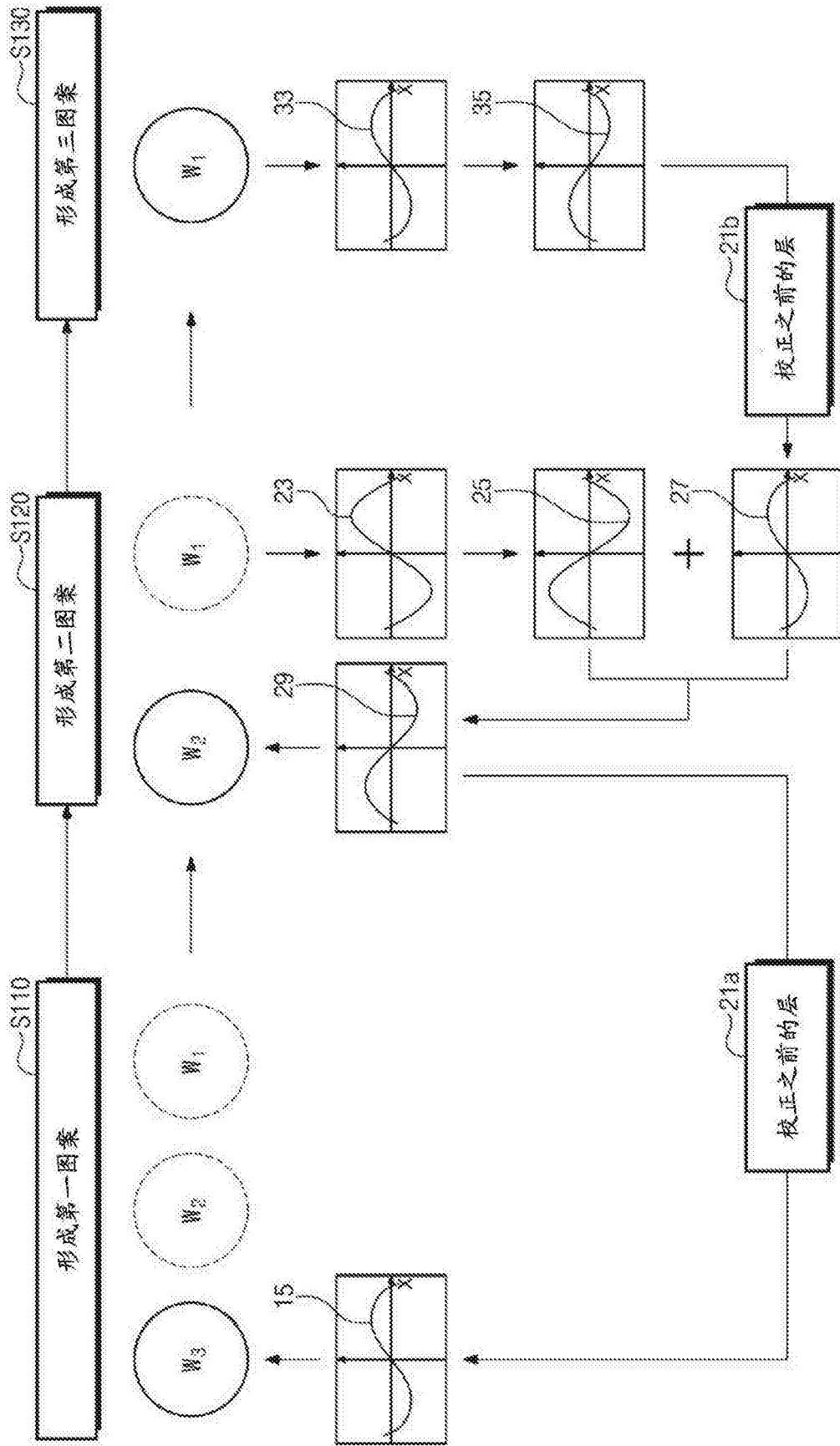


图21

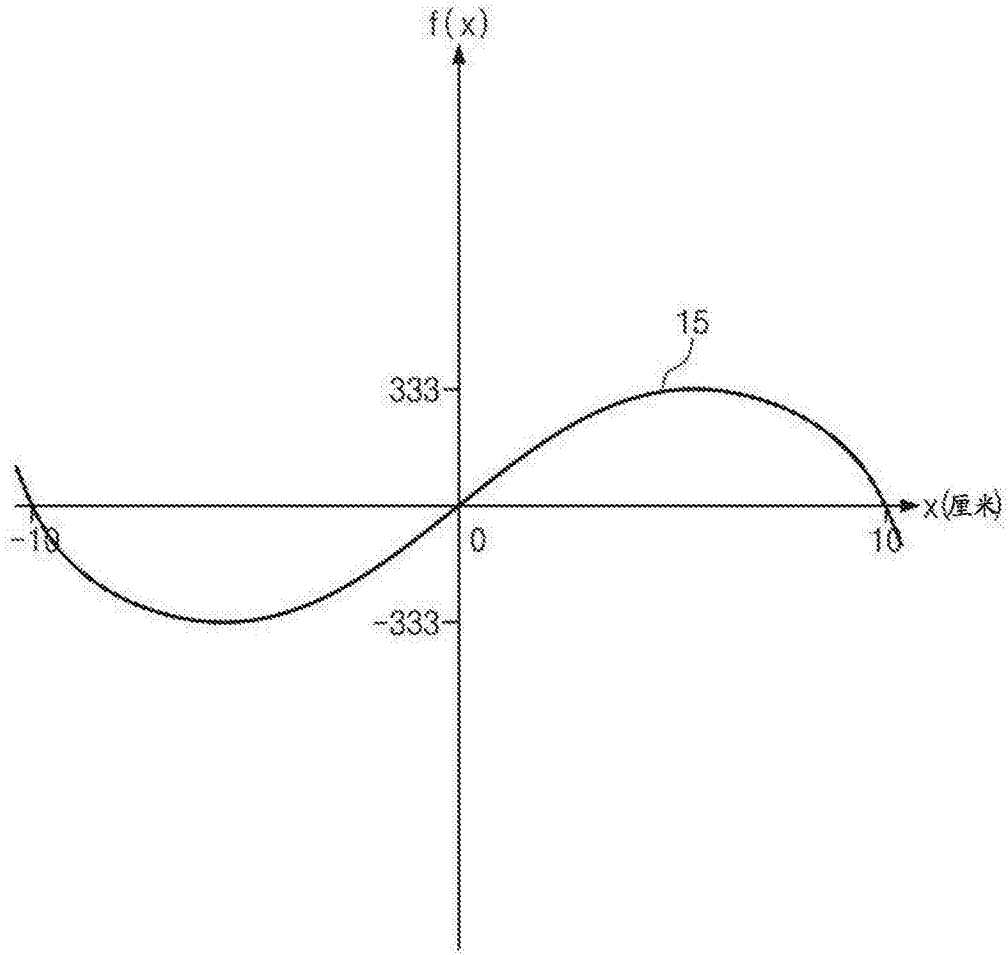


图22

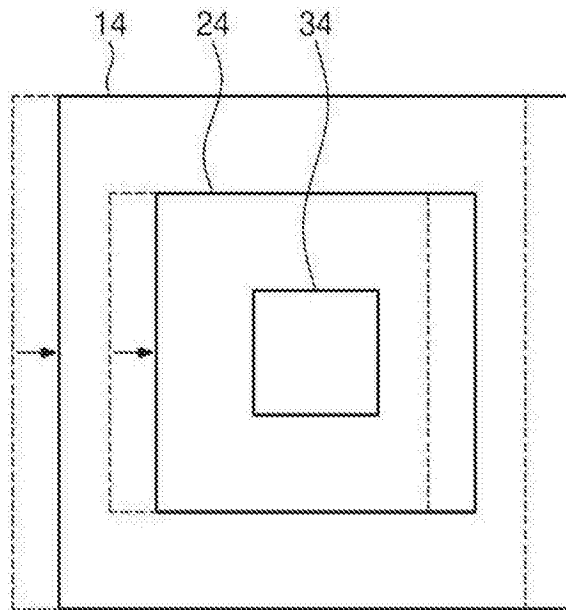


图23

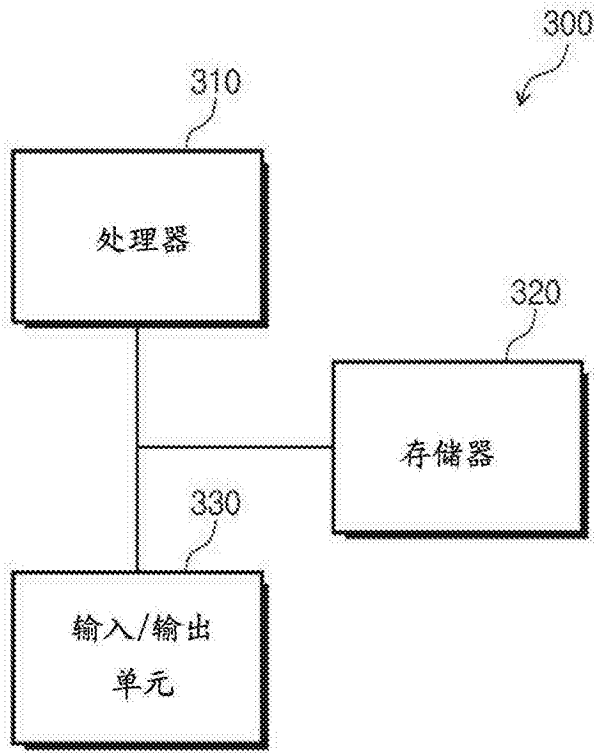


图24