



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106919005 A

(43)申请公布日 2017. 07. 04

(21)申请号 201611180237.8

(22)申请日 2016.12.20

(30)优先权数据

2015-253117 2015.12.25 JP

(71)申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 前田浩平

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 宋岩

(51)Int.Cl.

G03F 7/20(2006.01)

G03F 9/00(2006.01)

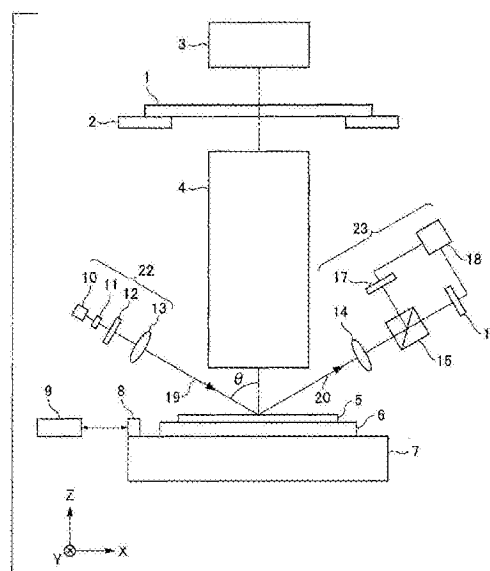
权利要求书2页 说明书7页 附图14页

(54)发明名称

检测设备、曝光设备和制造设备的方法

(57)摘要

公开了检测设备、曝光设备和制造设备的方法。该检测设备具有从相对于物体的表面的法线的倾斜方向投影光的投影系统22以及接收反射光20光接收系统23,并且该检测设备基于光接收系统23所获得的数据来检测表面的位置,反射光20包括前/背反射光,光接收系统23包括将反射光分离成第一/第二偏振光的偏振光分离单元15,以及用于检测第一/第二偏振光的检测单元16、17,投影系统22或光接收系统23被配置成使得由检测单元获得的背反射光的第一/第二偏振光相等,并且包括用于基于示出出第一/第二偏振光的数据之间的差分数据来计算位置的计算单元。



1. 一种检测设备,其特征在于,具有从相对于待检测物体的待检测表面的法线的倾斜方向投影检测光的投影系统以及接收由待检测物体反射的反射光的光接收系统,并且该检测设备基于由光接收系统获得的数据来检测待检测表面的位置,

反射光包括在待检测表面上反射的前表面反射光以及透射通过待检测表面并且在待检测物体的背面上反射的背面反射光,

光接收系统包括将反射光分离成第一偏振光分量和第二偏振光分量的偏振光分离单元、以及检测第一偏振光分量和第二偏振光分量的检测单元,

投影系统或光接收系统被配置成使得由检测单元获得的背面反射光的第一偏振光分量和背面反射光的第二偏振光分量相等,并且投影系统或光接收系统包括基于由检测单元获得的示出第一偏振光分量的数据与示出第二偏振光分量的数据之间的差分数据来计算所述位置的计算单元。

2. 根据权利要求1所述的检测设备,

其中投影系统将检测光投影到待检测表面,使得检测光的第一偏振光分量在背面中的反射率与检测光的第二偏振光分量在背面中的反射率相等。

3. 根据权利要求1所述的检测设备,

其中投影系统或光接收系统包括偏振光调整单元,该偏振光调整单元调整反射光的偏振光状态以使得背面反射光的第一偏振光分量与背面反射光的第二偏振光分量相等。

4. 根据权利要求1所述的检测设备,

其中投影系统或光接收系统被配置成使得表示由检测单元检测的前表面反射光的第一偏振光分量的光强度的波形数据的形状与表示由检测单元检测的前表面反射光的第二偏振光分量的光强度的波形数据的形状为相似的关系。

5. 一种检测设备,其特征在于,具有从相对于待检测物体的待检测表面的法线的倾斜方向投影检测光的投影系统、以及接收由待检测物体反射的反射光的光接收系统,并且该检测设备基于由光接收系统获得的数据来检测待检测表面的位置,

反射光包括在待检测表面上反射的前表面反射光、以及透射通过待检测表面并且在待检测物体的背面上反射的背面反射光,

光接收系统包括将反射光分离成第一偏振光分量和第二偏振光分量的偏振光分离单元、以及检测第一偏振光分量和第二偏振光分量的检测单元,

投影系统或光接收系统被配置成使得表示由检测单元检测的背面反射光的第一偏振光分量的光强度的波形数据的形状与表示由检测单元检测的前表面反射光的第二偏振光分量的光强度的波形数据的形状为相似的关系,并且表示由检测单元检测的前表面反射光的第一偏振光分量的光强度的波形数据的形状与表示由检测单元检测的背面反射光的第二偏振光分量的光强度的波形数据的形状为相似的关系,并且投影系统或光接收系统包括基于由检测单元获得的示出第一偏振光分量和第二偏振光分量的数据之间的差分数据来计算在法线方向上的所述位置的计算单元。

6. 根据权利要求5所述的检测设备,

其中计算单元获得差分数据以便使背面反射光的第一偏振光分量与前表面反射光的第二偏振光分量抵消,或者以便使前表面反射光的第一偏振光分量与背面反射光的第二偏振光分量抵消。

7. 根据权利要求5所述的检测设备，

其中投影系统将检测光投影到待检测表面，使得检测光的第一偏振光分量在背面中的反射率与检测光的第二偏振光分量在待检测表面中的反射率相等，并且使得检测光的第二偏振光分量在背面中的反射率与检测光的第一偏振光分量在待检测表面中的反射率相等。

8. 根据权利要求5所述的检测设备，

其中投影系统或光接收系统包括偏振光调整单元，该偏振光调整单元调整反射光的偏振光状态以使得由检测单元检测的每个偏振光分量的光强度为相似的关系。

9. 一种将原版的图案转印到基板上的曝光区域上的曝光装置，其特征在于，该曝光装置包括根据权利要求1所述的检测基板的表面的位置的检测设备，所述基板的表面被用作待检测的表面。

10. 一种物品的制造方法，其特征在于，包括：

通过使用根据权利要求9所述的曝光装置来使基板曝光的曝光过程；以及
使已经曝光的基板显影的显影过程。

检测设备、曝光设备和制造设备的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及检测设备、曝光设备以及制造设备的方法。

背景技术

[0002] 在作为用于半导体设备等的制造工艺之一的光刻工艺中,使用曝光装置,该曝光装置经由投影光学系统将原版(original)的图案转印到基板上的曝光区域上。为了正确地转印图案,必须正确地检测基板的表面(曝光区域)在投影光学系统的光轴方向上的高度。因此,曝光装置包括检测基板的表面的高度的检测系统(检测设备)。

[0003] 检测系统包括将检测光投影到基板的表面上的投影系统以及接收来自基板的反射光的光接收系统。如果透射检测光的透明基板(例如,玻璃)被用作基板,则来自基板的表面的反射光与来自基板的背面的反射光相互重叠,并因此会使检测精度劣化。这种不便随着近年来对更轻更薄的基板的需求而变得突出。日本专利特开No.2004-273828公开了从以上两种反射光中指定来自表面的反射光的方法。日本专利特开No.2010-271603公开了将具有与基板相同的折射率的流体置于基板的正下方以使光接收系统不接收来自背面的反射光的装置。

[0004] 但是,依赖于透明基板的厚度,日本专利特开No.2004-273828中所公开的方法以及日本专利特开No.2010-271603中所公开的装置可能难以区分这两种反射光。

发明内容

[0005] 例如,本发明是要提供在基板表面的高度的检测方面有利的检测方法。

[0006] 本发明是如下的检测设备:该检测设备具有从相对于待检测物体的待检测表面的法线的倾斜方向投影检测光的投影系统以及接收由待检测物体反射的反射光的光接收系统,该检测设备基于光接收系统所获得的数据来检测待检测表面的位置,反射光包括在待检测表面上反射的表面反射光以及透射通过待检测表面并在待检测物体的背面上反射的背面反射光,光接收系统包括将反射光分离成第一偏振光分量和第二偏振光分量的偏振光分离单元,以及检测第一偏振光分量和第二偏振光分量的检测单元,投影系统或光接收系统被配置成使得由检测单元获得的背面反射光的第一偏振光分量与背面反射光的第二偏振光分量相等,并且包括基于由检测单元获得的示出第一偏振光分量的数据与示出第二偏振光分量的数据之间的差分数据来计算所述位置的计算单元。

[0007] 本发明的进一步的特征根据下面参照附图对示例性实施例的描述将变得清楚。

附图说明

[0008] 图1是示出了包括根据第一实施例的检测设备的曝光装置的配置的示意图。

[0009] 图2是示出了在基板的表面上反射的光的路径以及在基板的背面上反射的光的路径的示意图。

[0010] 图3是解释位置传感器不受背面反射光影响的情况的示意图。

- [0011] 图4示出了在图3的情况下由位置传感器输出的光强度分布。
- [0012] 图5是解释位置传感器受背面反射光影响的情况的示意图。
- [0013] 图6示出了在图5的情况下由位置传感器输出的光强度分布。
- [0014] 图7示出了检测光到基板的入射角与p偏振光的反射率以及s偏振光的反射率之间的关系。
- [0015] 图8示出了在入射角为78度时由位置传感器输出的s偏振光的光强度分布。
- [0016] 图9示出了在入射角为78度时由位置传感器输出的p偏振光的光强度分布。
- [0017] 图10示出了由计算单元对两个输出信号执行差分处理的结果。
- [0018] 图11是示出了根据第二实施例的检测设备的配置的示意图。
- [0019] 图12示出了由位置传感器输出的s偏振光的光强度分布。
- [0020] 图13示出了由位置传感器输出的p偏振光的光强度分布。
- [0021] 图14示出了由计算单元对两个输出信号执行差分处理的结果。
- [0022] 图15示出了在调整了偏振光状态之后由位置传感器输出的s偏振光的光强度分布。
- [0023] 图16示出了在调整了偏振光状态之后由位置传感器输出的p偏振光的光强度分布。
- [0024] 图17示出了在调整了偏振光状态之后由计算单元对两个输出信号执行差分处理的结果。
- [0025] 图18示出了检测光到基板的入射角与p偏振光的反射率以及s偏振光的反射率之间的关系。
- [0026] 图19示出了在入射角为70度时由位置传感器输出的s偏振光的光强度分布。
- [0027] 图20示出了在入射角为70度时由位置传感器输出的p偏振光的光强度分布。
- [0028] 图21示出了在入射角为86度时由位置传感器输出的s偏振光的光强度分布。
- [0029] 图22示出了在入射角为86度时由位置传感器输出的p偏振光的光强度分布。
- [0030] 图23示出了在入射角为80度时由位置传感器输出的s偏振光的光强度分布。
- [0031] 图24示出了在入射角为80度时由位置传感器输出的p偏振光的光强度分布。
- [0032] 图25示出了在由计算单元对两个信号执行差分处理之前的光强度分布。
- [0033] 图26示出了在使p偏振光的信号在+t方向上移位的同时执行差分处理的结果。
- [0034] 图27示出了在使p偏振光的信号在-t方向上移位的同时执行差分处理的结果。

具体实施方式

[0035] 下面,将参照附图等给出本发明的优选实施例的详细描述。

[0036] (第一实施例)

[0037] 图1是包括根据本发明的第一实施例的检测设备的曝光装置的示意图。曝光装置包括照明光学系统3、投影光学系统4和基板台7。照明光学系统3照明由对准机构(未示出)定位于曝光装置主体2的原版1。原版1为例如其上绘制待曝光的精细图案(例如,电路图案)的玻璃原版。基板台7包括保持基板5的基板保持单元6,并且在垂直于投影光学系统4的光轴(Z轴)的XY平面上移动。基板5为例如玻璃基板。原版1的图案经由投影光学系统4转印到基板5上的曝光区域上。基板台7可在Z方向以及X方向和Y方向上移动,并且还作用于聚焦

基板5和原版1的驱动系统。另外,镜子8被放置于基板台7上,并且通过使用激光干涉仪9来控制X方向上的驱动。此外,关于Y方向,采用与X方向上的配置相似的配置(未示出),并且执行在XY平面上的精确驱动控制。

[0038] 检测设备包括投影系统22和光接收系统23。投影系统22包括光源10、测量狭缝11、偏振光调整单元12和光投影透镜13。光接收系统23包括光接收透镜14、偏振光分束器(偏振光分离单元)15、位置传感器(检测单元)16和17以及计算单元18。光源10发出具有p偏振光分量和s偏振光分量的光,诸如自然偏振光或圆偏振光,光具有大约500~1200nm的波长。从光源10发出的检测光19通过会聚透镜(未示出)、测量狭缝11、偏振光调整单元12和光投影透镜13按照与基板(待检测的物体)5的法线成 θ 的入射角来引导。检测光19在基板5的表面(待检测的表面)上被反射,通过光接收透镜14入射到偏振光分束器15(该反射光被用作接收光20),并且被分离成p偏振光和s偏振光。随后,p偏振光的光被引导至位置传感器16,并且s偏振光的光被引导至位置传感器17。两个位置传感器16和17之间的位置关系被预先通过已知的方法(诸如基准物体的测量)校正,来自这两个传感器的信号输出(数据)被传输到计算单元18,并且执行计算处理。注意,在图1中,尽管计算单元18被设置于光接收系统23中,但是它也可以被设置于光接收系统23之外。

[0039] 图2是示出在基板5的表面(待检测表面)上反射的光的路径以及在基板5的背面上反射的光的路径的示意图,其中光由图1的检测设备接收。接收光(前表面反射光)20是在基板5的前表面上反射的光,并且接收光(背面反射光)21是在基板5的背面上反射的光。这两个光被引导至光接收系统23。前表面反射光20由偏振光分束器15分离成p偏振光和s偏振光,p偏振光的光入射到位置传感器16上的点A_p的位置,并且s偏振光的光入射到位置传感器17上的点A_s的位置。投影光学系统4的焦点位置(基板5的法线方向上的表面位置)基于点A_p和点A_s来确定。

[0040] 但是,在取决于基板5的厚度和入射角的背面反射光21的影响下,位置传感器16和17可能难以正确地测量点A_p和点A_s。如图2中所示,背面反射光21类似于前表面反射光20那样由偏振光分束器15分离成p偏振光和s偏振光,p偏振光的光入射到位置传感器16上的点B_p的位置,并且s偏振光的光入射到位置传感器17上的点B_s的位置。

[0041] 图3是解释位置传感器16和17不受背面反射光21影响的情况的示意图。在图3中所示的基板5的厚度和入射角 θ 的情况下,点A_p(点A_s)和点B_p(点B_s)变为彼此分离距离“d”的位置关系。位置传感器16和17的输出对应于由测量狭缝11形成的光强度分布。在此,一个狭缝被设置于测量狭缝11中以便简化描述。图4示出了图3的情况下的由位置传感器16或17输出的光强度分布。水平轴表示在位置传感器16或17的光接收表面上的位置,而垂直轴表示待接收的光强度。如图4中所示,前表面反射光20的p偏振光(s偏振光)在位置传感器16(17)的光接收表面上的光强度分布的强度峰值是点A_p(A_s)。这同样适用于背面反射光21。在图3的基板5的厚度和入射角 θ 的情况下,前表面反射光20和背面反射光21的光强度分布不重叠,并且位置传感器16和17可以检测点A_p和点A_s,而不受背面反射光21的影响。

[0042] 图5是解释位置传感器16和17受背面反射光21影响的情况的示意图。图5中所示的基板5比图3的基板5薄(例如,30 μ m),并且入射角 θ 与图3中的入射角 θ 相同。在这种情况下,距离d比图3中的距离d窄。图6示出了在图5的情况下由位置传感器16或17输出的光强度分布。如图6中所示,在图5的基板5的厚度和入射角 θ 的情况下,前表面反射光20和背面反射光

21的光强度分布重叠。因此,由于背面反射光21的影响,位置传感器16和17可能难以正确地测量点 A_p 和点 A_s 。

[0043] 图7示出了检测光19到基板5的入射角与p偏振光的反射率和s偏振光的反射率之间的关系。前表面反射光20的p偏振光由黑色轮廓的圆示出,前表面反射光20的s偏振光由黑色实心圆示出,背面反射光21的p偏振光由黑色轮廓的三角形示出,并且背面反射光21的s偏振光由黑色实心三角形示出。从图7中可以看出,在78度的入射角附近,背面反射光21的p偏振光的反射率与背面反射光21的s偏振光的反射率相等,并且前表面反射光20的s偏振光的反射率与前表面反射光20的p偏振光的反射率相等或者大于其两倍。

[0044] 图8示出了当入射角被设置为78度并且使得基板5的厚度如图6中所示的那样薄时从位置传感器17输出的s偏振光(波形数据)的光强度分布。由位置传感器17输出的信号 c_1 是通过将示出前表面反射光20的s偏振光的信号 a_1 与示出背面反射光21的s偏振光的信号 b_1 组合而获得的信号。图9示出了当入射角被设置为78度并且使得基板5的厚度如图6中所示的那样薄时由位置传感器16输出的p偏振光的光强度分布。由位置传感器16输出的信号 c_1' 是通过将示出前表面反射光20的p偏振光的信号 a_1' 与示出背面反射光21的p偏振光的信号 b_1' 组合而获得的信号。

[0045] 由位置传感器16和17检测的背面反射光21的反射率相等的事实意味着偏振光信号 b_1 和 b_1' 相等,因为从光源10发出的光通过同一路线到达偏振光分束器15。图10示出了由计算单元18执行位置传感器17的输出信号 c_1 与位置传感器16的输出信号 c_1' 之间的差分处理的结果。因为信号 b_1 和信号 b_1' 相等,所以在差分处理之后保留的信号 $c_1 - c_1'$ (差分数据)表示示出前表面反射光20的p偏振光的信号 a_1 与示出前表面反射光20的s偏振光的信号 a_1' 之间的差 $a_1 - a_1'$ 。

[0046] 因为信号 a_1 和信号 a_1' 为取决于彼此间的反射率差的相似关系,所以每个信号的差分信号和每个信号的重心的位置不改变。因此,获得差分信号 $(a_1 - a_1')$ 的重心的位置相当于获得基板5的表面的位置。(但是,假设 $a_1 - a_1' \neq 0$ 。)

[0047] 如上所述,本实施例的检测设备(检测方法)可以精确地检测基板5的表面位置,而不管基板5的厚度如何,并且根据本实施例,可以提供在检测基板表面的高度方面有利的检测方法。

[0048] (第二实施例)

[0049] 接下来,将给出对根据本发明的第二实施例的检测方法的描述。以上所描述的第一实施例假设入射角可以被设置为使得背面反射光21的偏振光信号中的每个相等。相比之下,本实施例可以处理在设置入射角方面没有灵活性的情况,或者背面反射光21的偏振光信号由于发生组分(材料)、组装、调整等的误差而无法相等的情况。

[0050] 例如,在图7中,考虑入射角被设置为 θ_1 的情况。在这种情况下,背面反射光21的p偏振光的反射率和背面反射光21的s偏振光的反射率不相等,并且在这种状态下即使执行差分处理,也不可能精确地获得基板5的表面位置。

[0051] 因此,在本实施例中,光的偏振光状态通过使用图2中所示的投影系统22的偏振光调整单元12或者设置于图11中所示的检测设备中的光接收系统23的偏振光调整单元12被调整为使得由位置传感器16和17输出的p偏振光的信号和s偏振光的信号相等。偏振光调整单元12可以是具有包括诸如偏振片、 λ 板或各向异性光学晶体之类的光学构件的调整机构

的偏振光调整单元。如果它被设置于光接收系统23中,则希望使用诸如ND滤光器(filter)之类的光量调整光学构件。

[0052] 执行光的偏振光状态的调整以使得前表面反射光20的偏振光信号中的每个的反射率具有足够的差异,并维持相似关系。另外,在调整之前,在入射角 θ_1 的情况下的前表面反射光20和背面反射光21的偏振光的反射率被记录,或者由位置传感器16和17测量。通过以上的调整,执行与在第一实施例中的差分处理相同的差分处理,并因此,可以获得与第一实施例中的效果相似的效果。

[0053] 图12示出了当入射角被设置为 θ_1 时由位置传感器17输出的s偏振光的光强度分布。由位置传感器17输出的信号 c_2 是通过将示出前表面反射光20的s偏振光的信号 a_2 与示出背面反射光21的s偏振光的信号 b_2 组合而获得的信号。图13示出了在相同情况下由位置传感器16输出的p偏振光的光强度分布。由位置传感器16输出的信号 c_2' 是通过将示出前表面反射光20的p偏振光的信号 a_2' 与示出背面反射光21的p偏振光的信号 b_2' 组合而获得的信号。

[0054] 图14示出了由计算单元18执行位置传感器17的输出信号 c_2 与位置传感器16的输出信号 c_2' 之间的差分处理的结果。因为信号 b_2 和信号 b_2' 是不同的,所以差分处理信号($c_2 - c_2'$)成为前表面反射光的偏振光差分信号($a_2 - a_2'$)与背面反射光的偏振光差分信号($b_2 - b_2'$)的混合信号。因而,不可能精确地获得基板5的表面位置。

[0055] 偏振光调整单元12基于如同上文所描述的那样已经预先记录的反射率来调整每个反射光的偏振光状态,使得背面反射光21的偏振光信号 b_2 和 b_2' 相等,并且前表面反射光20的偏振光信号 a_2 和 a_2' 变为相似。图15示出了在调整了偏振光状态之后由位置传感器17输出的s偏振光的光强度分布。图16示出了在调整了偏振光状态之后由位置传感器16输出的p偏振光的光强度分布。如图15中所示,通过将图12中所示的每个信号设置为 α 倍来执行调整,并且如图16中所示,通过将图13中所示的每个信号设置为 β 倍来执行调整。每个信号在调整之后被表示如下: $g = \alpha a_2, h = \alpha b_2, i = \alpha c_2, g' = \beta a_2', h' = \beta b_2', i' = \beta c_2'$ 。

[0056] 图17示出了在偏振光的调整之后由计算单元18执行位置传感器17的输出信号 i 与位置传感器16的输出信号 i' 之间的差分处理的结果。基于偏振光的调整,背面反射光21的偏振光信号被表示如下: $h = h'$,即, $\alpha b_2 = \beta b_2'$;并且另外被表示如下: $i - i' = \alpha c_2 - \beta c_2' = \alpha a_2 - \beta a_2' \neq 0$ 。因此,在差分处理之后保留的信号 $i - i'$ 表示示出前表面反射光20的p偏振光的信号 a_2 与示出前表面反射光20的s偏振光的信号 a_2' 之差 $a_2 - a_2'$ 。

[0057] 因为信号 a_2 和信号 a_2' 为取决于彼此间的反射率差的相似关系,所以每个信号的差分信号和每个信号的重心的位置不改变。因此,获得差分信号($a_2 - a_2'$)的重心的位置相当于获得基板5的表面位置。如上所述,本实施例的检测方法也获得与第一实施例中的效果类似的效果。

[0058] (第三实施例)

[0059] 接下来,将给出根据本发明的第三实施例的检测方法的描述。在第一实施例中,背面反射光21的p偏振光和s偏振光的条件被设置为相等。在本实施例中,基板5的表面位置可以通过设置如下的条件而精确地检测:在该条件中,背面反射光21的p偏振光与前表面反射光20的s偏振光相等,并且背面反射光21的s偏振光与前表面反射光20的p偏振光相等。

[0060] 图18示出了检测光19到基板5的入射角与p偏振光和s偏振光的反射率之间的关

系。前表面反射光20的p偏振光由黑色轮廓的圆示出,s偏振光由黑色实心圆示出,背面反射光21的p偏振光由黑色三角形示出,并且背面反射光21的s偏振光由黑色实心三角形示出。从图18可以看出,在80度的入射角附近,背面反射光21的p偏振光的反射率与前表面反射光20的s偏振光的反射率相等,并且背面反射光21的s偏振光的反射率与前表面反射光20的p偏振光的反射率相等。

[0061] 图19示出了当入射角被设置为70度并且使得基板5的厚度薄时(如图6中所示)由位置传感器17输出的s偏振光的光强度分布。由位置传感器17输出的信号 c_3 是通过将示出前表面反射光20的s偏振光的信号 a_3 与示出背面反射光21的s偏振光的信号 b_3 组合而获得的信号。图20示出了当入射角被设置为70度并且使得基板5的厚度薄时(如图6所示)由位置传感器16输出的p偏振光的光强度分布。由位置传感器16输出的信号 c_3' 是通过将示出前表面反射光20的p偏振光的信号 a_3' 与示出背面反射光21的p偏振光的信号 b_3' 组合而获得的信号。注意,在由每个位置传感器检测的信号中,在这些图中的波形被归一化(normalized)为具有大输入的信号的峰值。也就是, $b_3=b_3'$ 成立。图19的信号 c_3 和图20的信号 c_3' 不是彼此间具有对称关系的信号。

[0062] 图21示出了当入射角被设置为86度并且使得基板5的厚度薄时(如图6所示)由位置传感器17输出的s偏振光的光强度分布。由位置传感器17输出的信号 c_4 是通过将示出前表面反射光20的s偏振光的信号 a_4 与示出背面反射光21的s偏振光的信号 b_4 组合而获得的信号。图22示出了当入射角被设置为86度并且使得基板5的厚度薄时(如图6所示)由位置传感器16输出的p偏振光的光强度分布。由位置传感器16输出的信号 c_4' 是通过将示出前表面反射光20的p偏振光的信号 a_4' 与示出背面反射光21的p偏振光的信号 b_4' 组合而获得的信号。注意,在由每个位置传感器检测的信号中,在这些图中的波形被归一化为具有大输出的信号的峰值。也就是, $a_4=a_4'$ 成立。图21的信号 c_4 与图22的信号 c_4' 不是彼此间具有对称关系的信号。

[0063] 图23示出了当入射角被设置为80度并且使得基板5的厚度薄时(如图6所示)由位置传感器17输出的s偏振光的光强度分布。由位置传感器17输出的信号 c_5 是通过将示出前表面反射光20的s偏振光的信号 a_5 与示出背面反射光21的s偏振光的信号 b_5 组合而获得的信号。图24示出了当入射角被设置为80度并且使得基板5的厚度薄时(如图6所示)由位置传感器16输出的p偏振光的光强度分布。由位置传感器16输出的信号 c_5' 是通过将示出前表面反射光20的p偏振光的信号 a_5' 与示出背面反射光21的p偏振光的信号 b_5' 组合而获得的信号。注意,在由每个位置传感器检测的信号中,在这些图中的波形被归一化为输出较大的信号的峰值。也就是, $a_5=b_5'$ 成立。在该图中, $a_5=b_5'$ 、 $b_5=a_5'$ 成立,使得信号 c_5 和 c_5' 是彼此间具有对称关系的信号。

[0064] 如上所述,示出了以下特征:取决于入射角 θ ,使得由位置传感器16和17检测的信号形状彼此间具有对称关系的设置是可能的。注意,这些信号形状还可以依赖于在基板5与基板保持单元6之间的边界面中的反射率而改变。另外,反射率还可以依赖于偏振光状态而变化。因而,有必要在知道了每种偏振光在基板5与基板保持单元6之间的边界面上的反射率之后预先设置入射角 θ 。在上面的描述中,假设对于每种偏振光,在边界面中的反射率被设置为100%。当入射角 θ 通过共同改变每种偏振光在边界面上的反射率或者通过改变每种偏振光的反射率来设置时,其中由位置传感器16和17检测的信号形状彼此间具有对称关

系的入射角 θ 在 $\theta=60\sim 80$ 度的范围内。

[0065] 图25示出了在由计算单元18执行由位置传感器16和17检测的信号(a_5 、 b_5 、 a_5' 和 b_5')的差分处理之前的信号。 s 偏振光由实线示出,而 p 偏振光由虚线示出。另外, P_1 和 P_2 是与已经预先获得的每种偏振光对应的输出峰值。通过使 p 偏振光的信号在 $+t$ 方向或 $-t$ 方向上相对于 s 偏振光的信号移位并且通过从 s 偏振光的信号减去 p 偏振光的信号来执行差分信号的计算。

[0066] 图26示出了在使 p 偏振光的信号在 $+t$ 方向上移位的同时基于 s 偏振光来执行 p 偏振光的信号的差分处理的结果。在差分处理之后的信号的幅值 P 等于 P_1 时,极大位置 t_1 变为前表面反射光20入射到位置传感器17中的位置 A_s ,并且如果此时的移位量由 Δt 表示,则 $t_1+\Delta t$ 变为背面反射光21入射到位置传感器17中的位置 B_s 。在此,当差分处理之后的信号的幅值 P 等于 P_1 时,背面反射光21的 s 偏振光和前表面反射光20的 p 偏振光相互抵消。

[0067] 图27示出了在使 p 偏振光的信号在 $-t$ 方向上移位的同时基于 s 偏振光的信号来执行 p 偏振光的信号的差分处理的结果。当差分处理之后的信号的幅值 P 等于 P_2 时,极大位置 t_2 变为背面反射光21入射到位置传感器16中的位置 B_p ,并且如果此时的移位量由 $-\Delta t$ 表示,则 $t_2-\Delta t$ 变为前表面反射光20入射到位置传感器16中的位置 A_p 。在此,当差分处理之后的信号的幅值 P 等于 P_2 时,背面反射光21的 p 偏振光和前表面反射光20的 s 偏振光相互抵消。

[0068] 如上所述,根据本实施例的检测方法,通过使由一个位置传感器检测的信号相对于由另一个位置传感器检测的信号向至少一个方向移位来执行差分处理,并且基板5的表面位置因此可以基于差分信号的极大位置和移位量而被检测。但是,当差分信号的幅值为 $P=P_1$ 时,极大位置 t_1 处于在与移位方向($+t$)相反的方向上的位置,并且当差分信号的幅值为 $P=P_2$ 时,极大位置 t_2 处于在与移位方向($-t$)相反的方向上的位置。另外,差分处理可以从 p 偏振光信号(虚线)减去 s 偏振光信号(实线)的差分处理。

[0069] 注意,即使发生部件(材料)、组装、调整等的误差并且没有表现出如图18所示的反射率特性,本实施例的差分处理也可以如同在第二实施例中那样通过调整偏振光状态来执行。

[0070] (物品制造方法)

[0071] 根据本发明的实施例的物品制造方法在制造诸如微设备(诸如半导体设备等)、具有微结构的元件等之类的物品时是优选的。物品制造方法可以包括使用前述曝光装置在物体上形成潜像图案的步骤(例如,曝光过程);以及使其上已经在前一过程中形成潜像图案的物体显影的步骤。而且,物品制造方法可以包括其它已知的步骤(氧化、成膜、气相沉积、掺杂、扁平化、蚀刻、抗剥离、划片、键合、封装等)。与常规的设备制造方法相比,本实施例的设备制造方法至少在设备的性能、质量、生产率和生产成本中的一个中有利。

[0072] 虽然已经参照示例性的实施例描述了本发明,但是应当理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最广泛的解释,以包含所有此类修改以及等同的结构和功能。

[0073] 本申请要求于2015年12月25日提交的日本专利申请No.2015-253117的权益,通过引用以其全部并入本文。

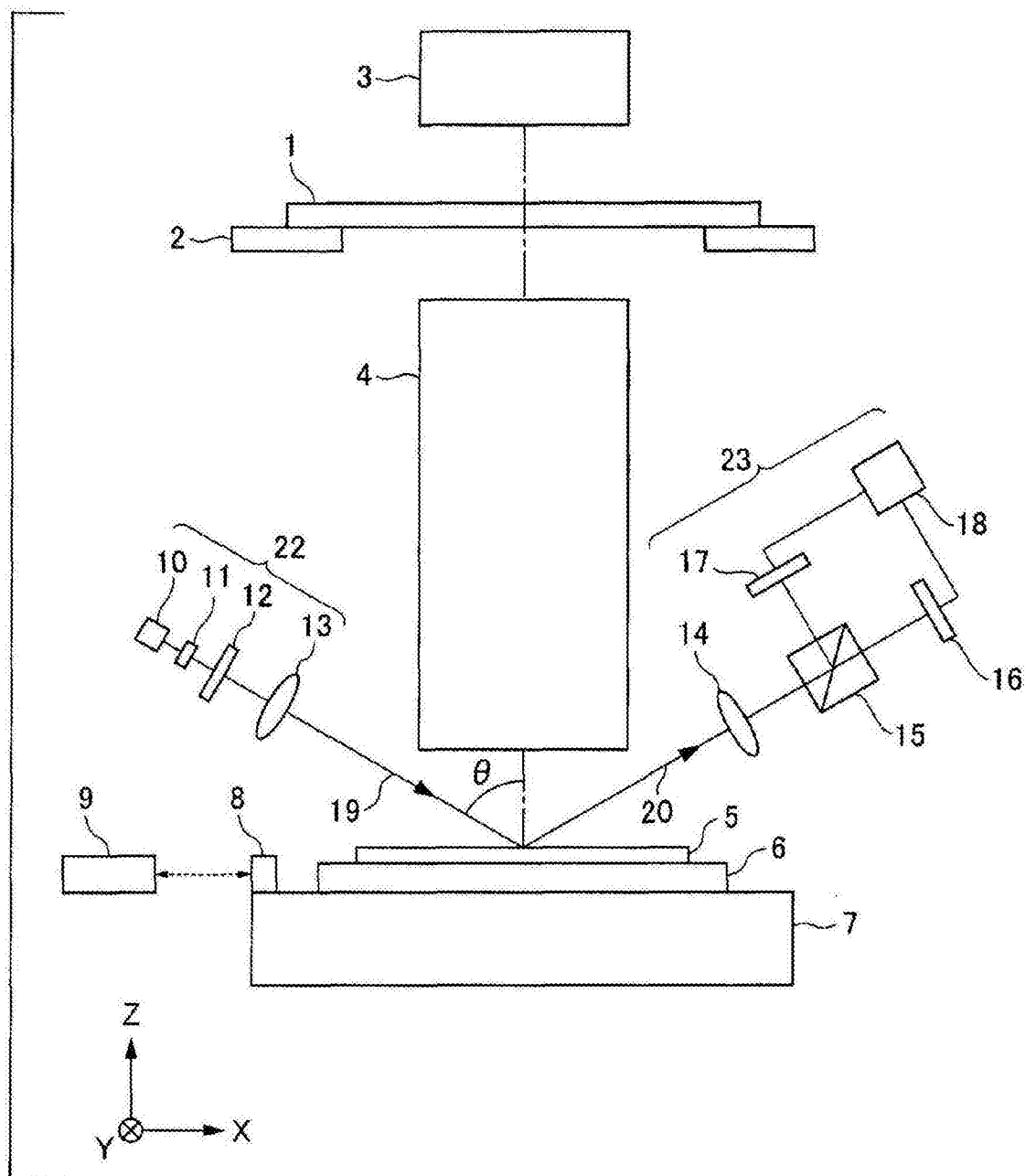


图1

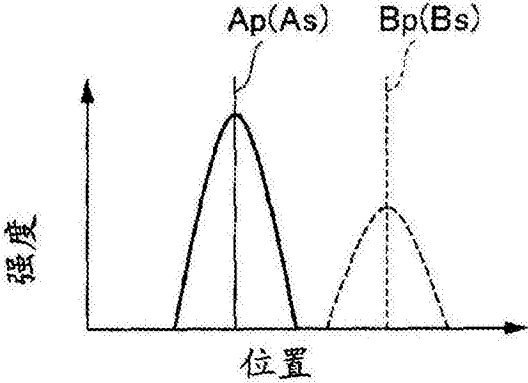


图4

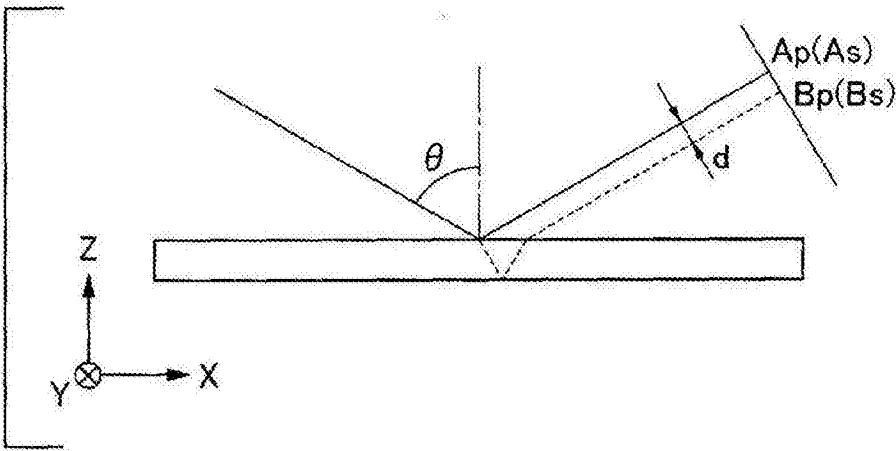


图5

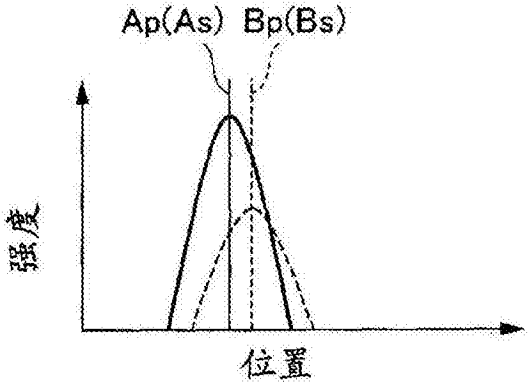


图6

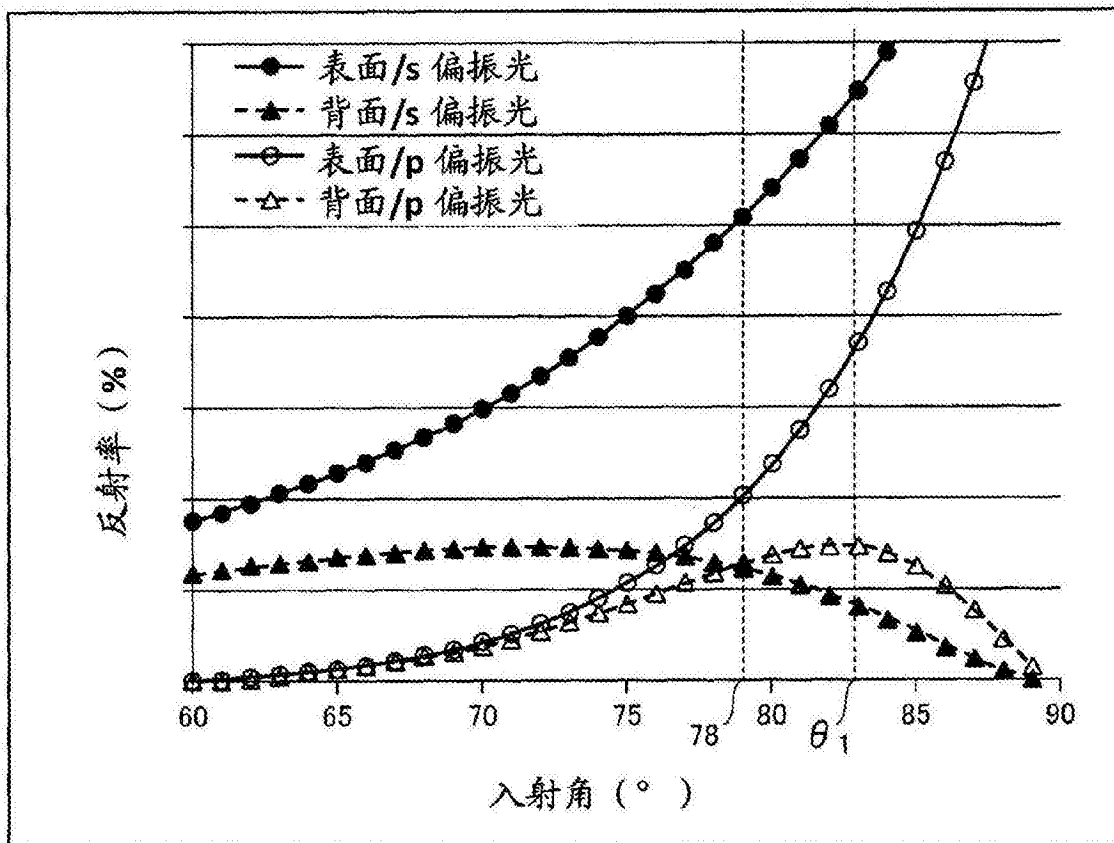


图7

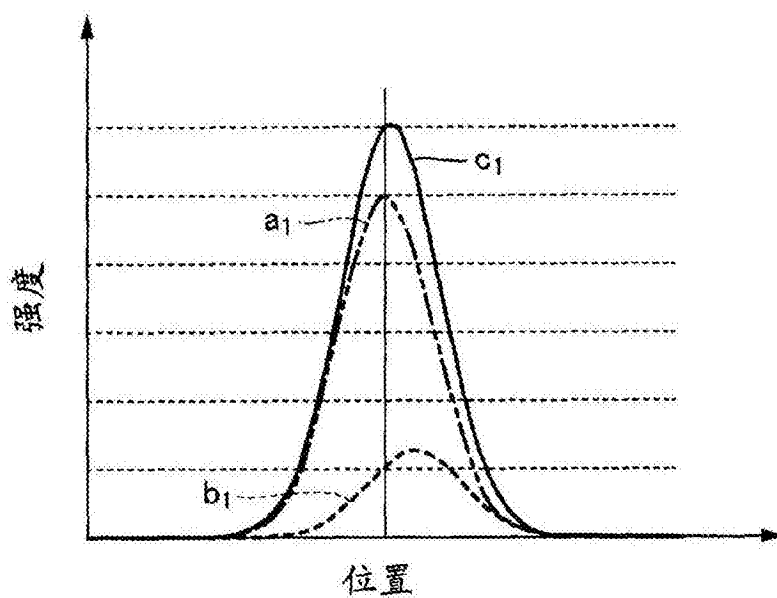


图8

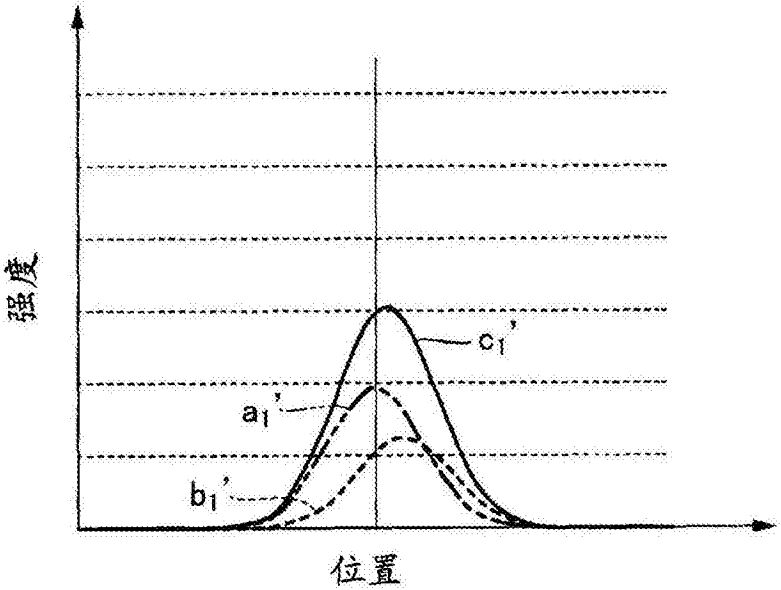


图9

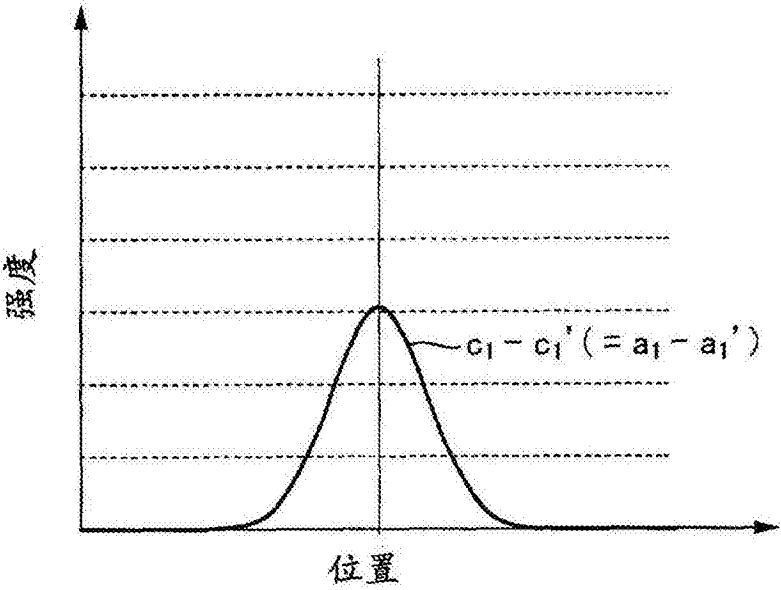


图10

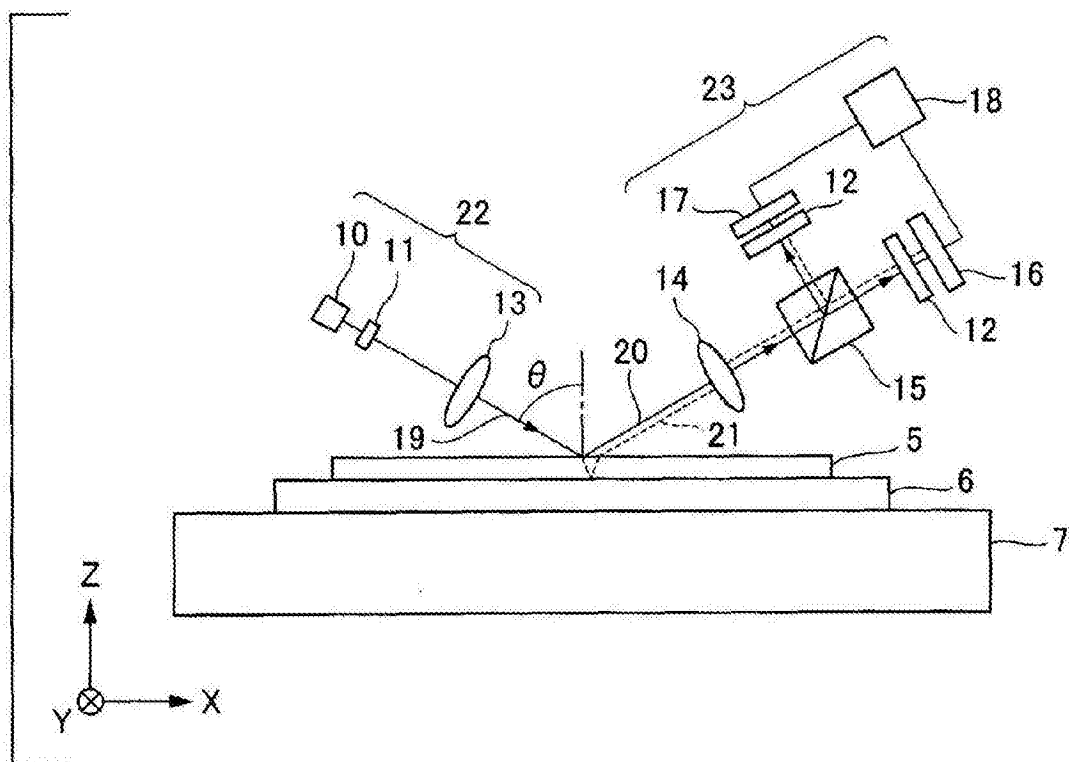


图11

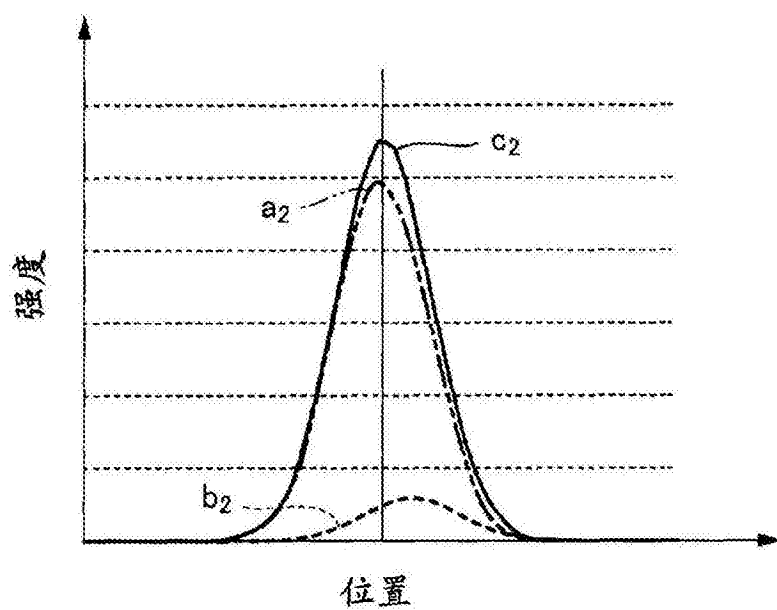


图12

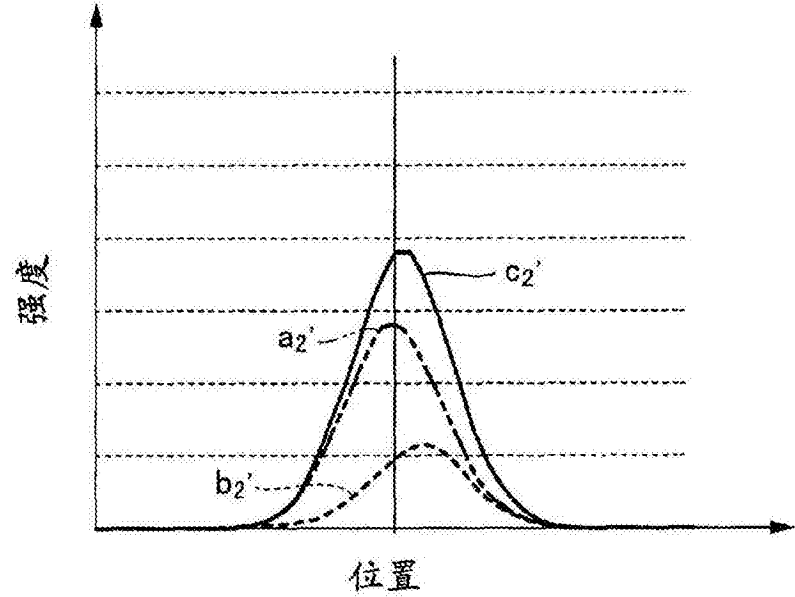


图13

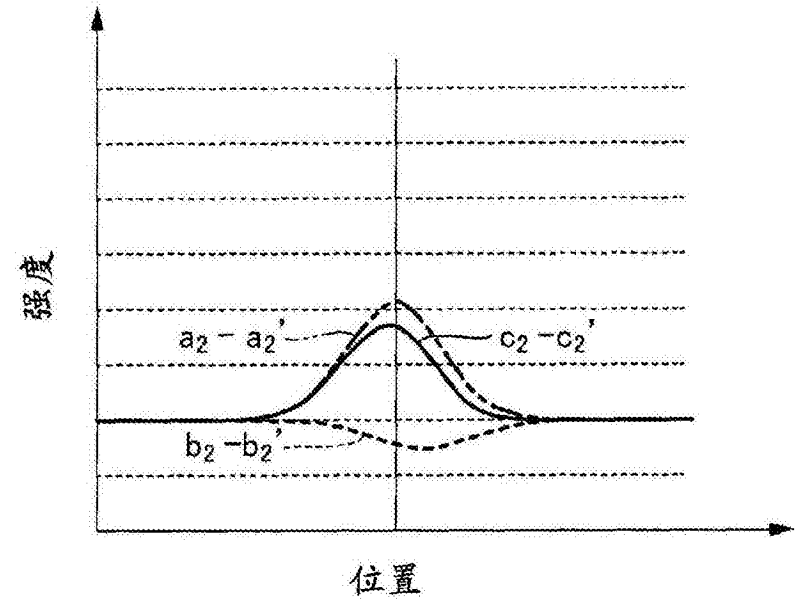


图14

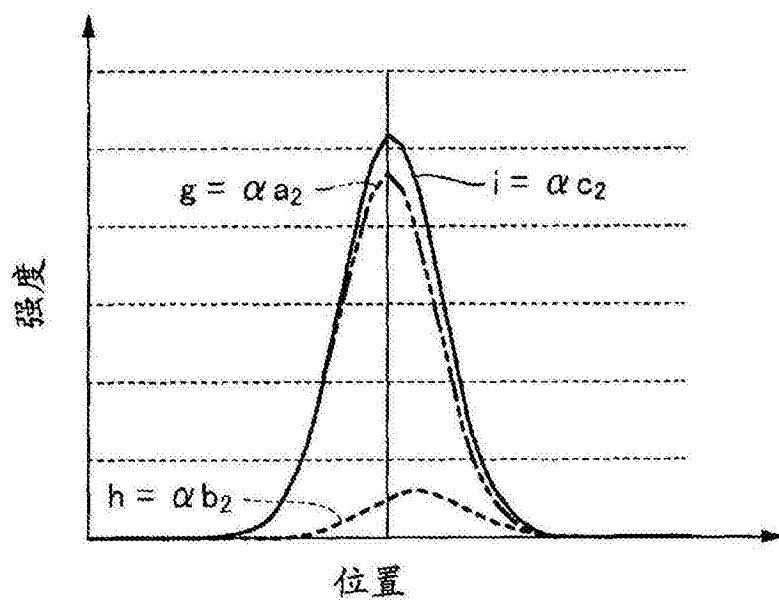


图15

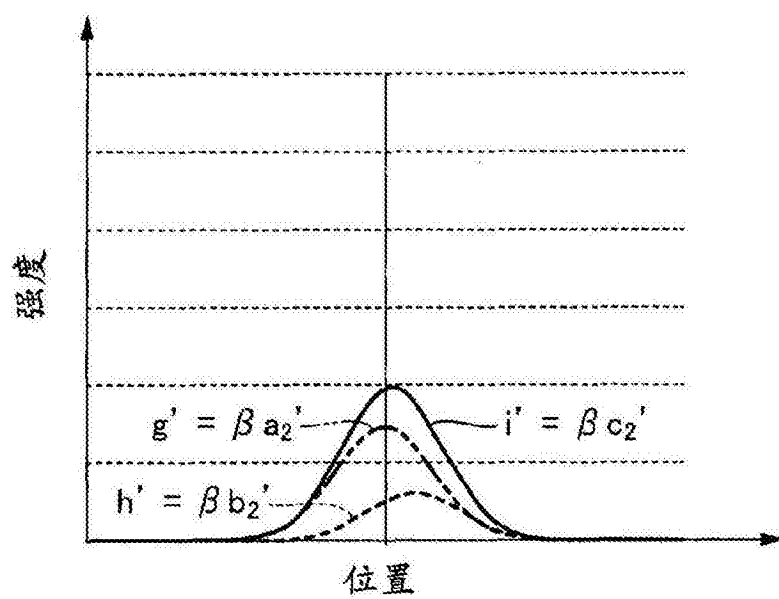


图16

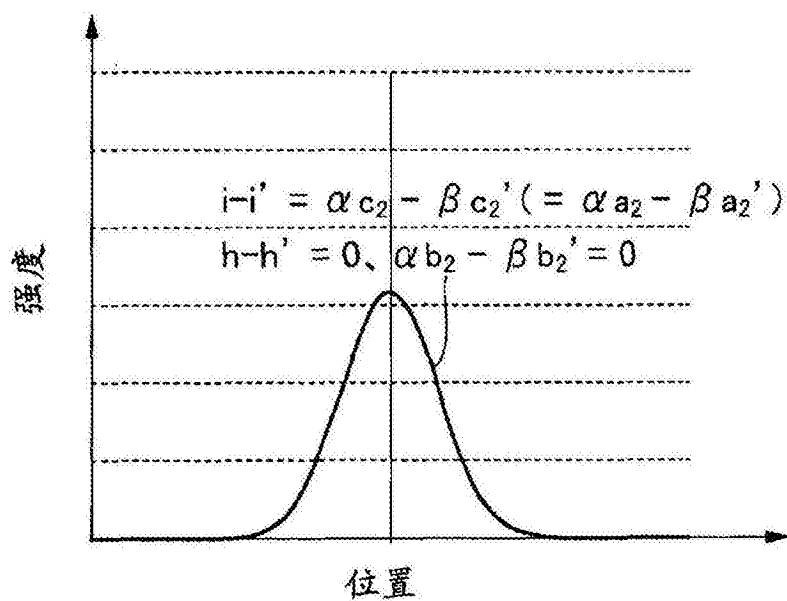


图17

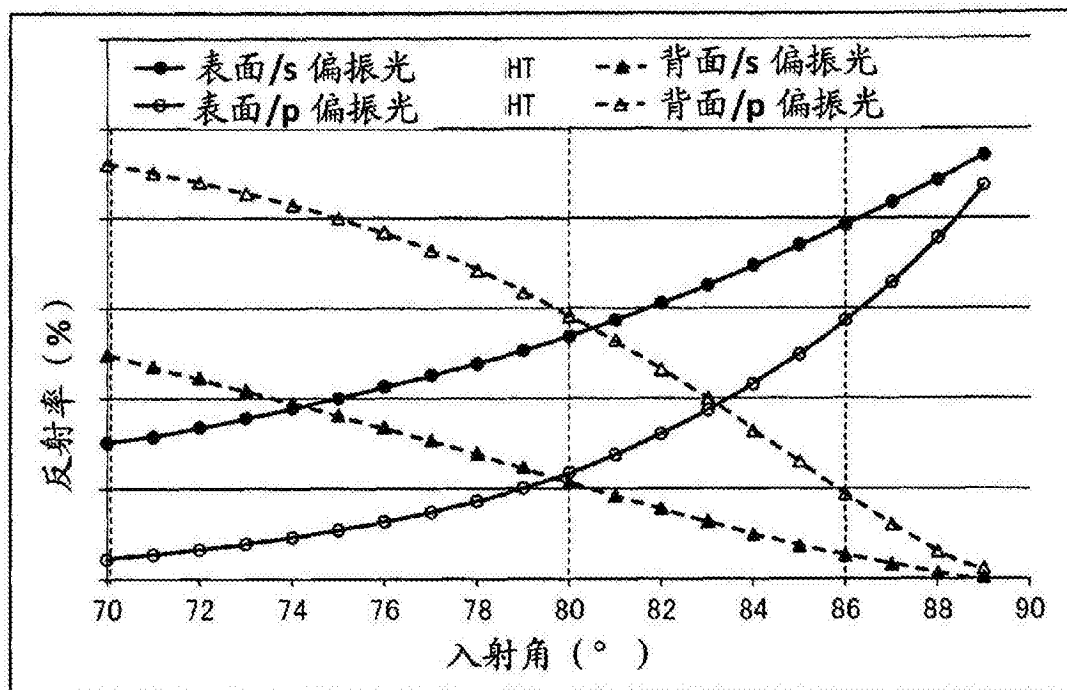


图18

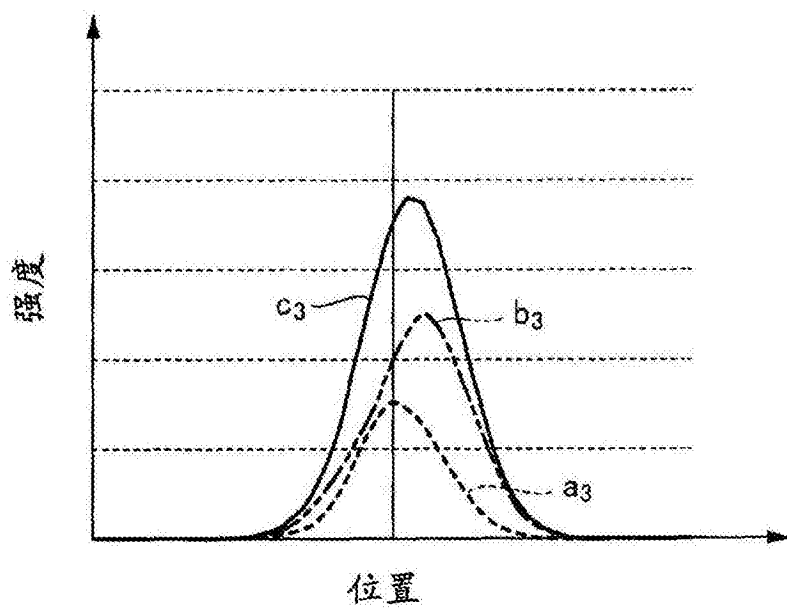


图19

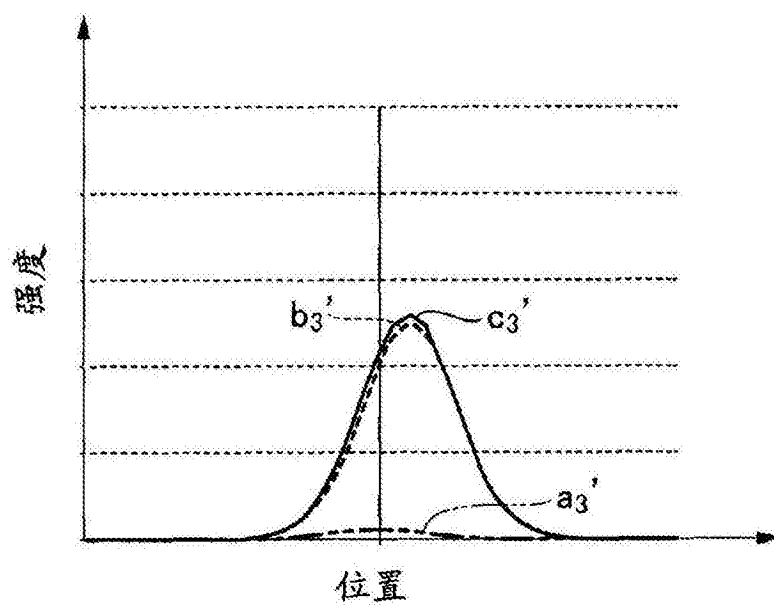


图20

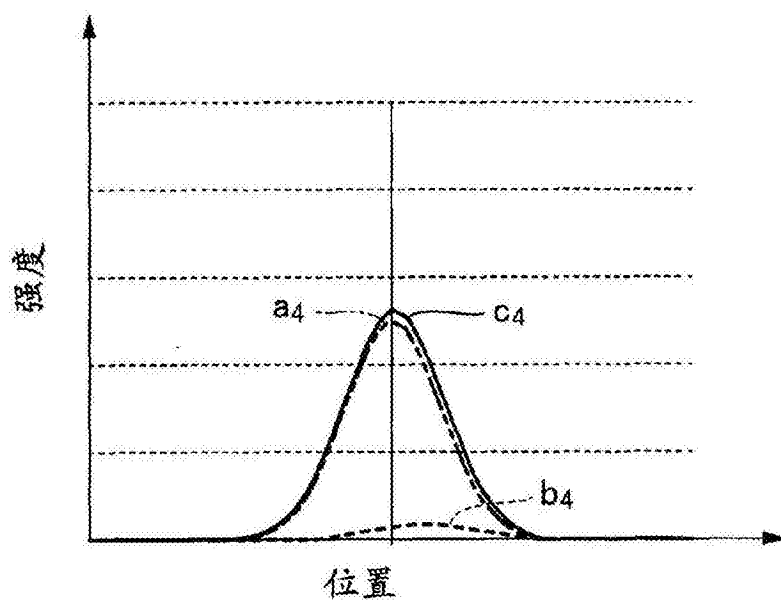


图21

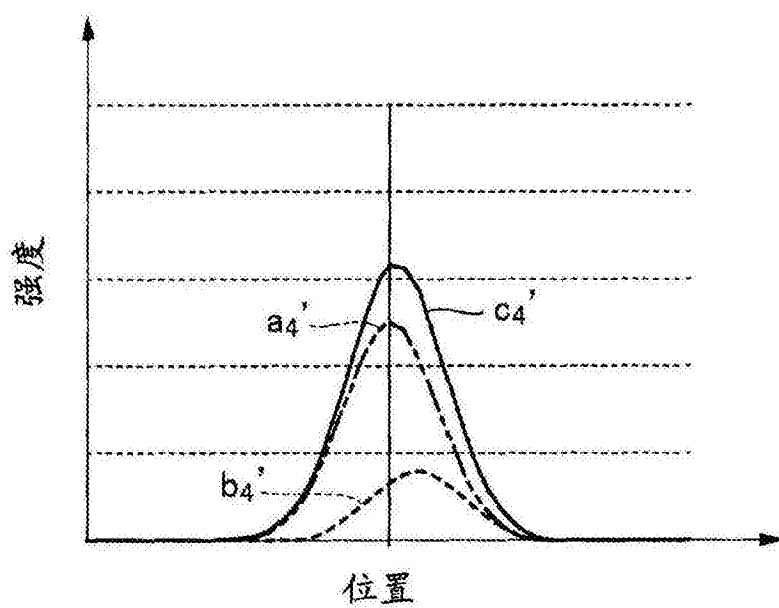


图22

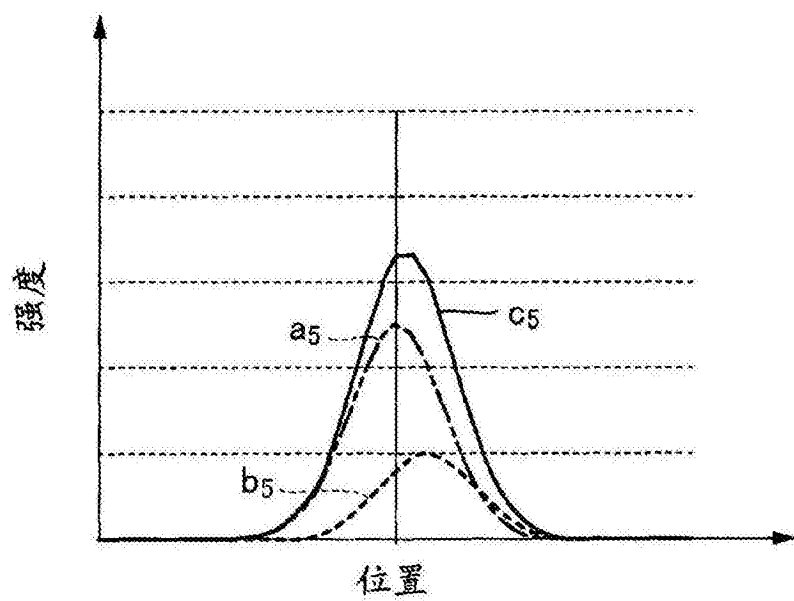


图23

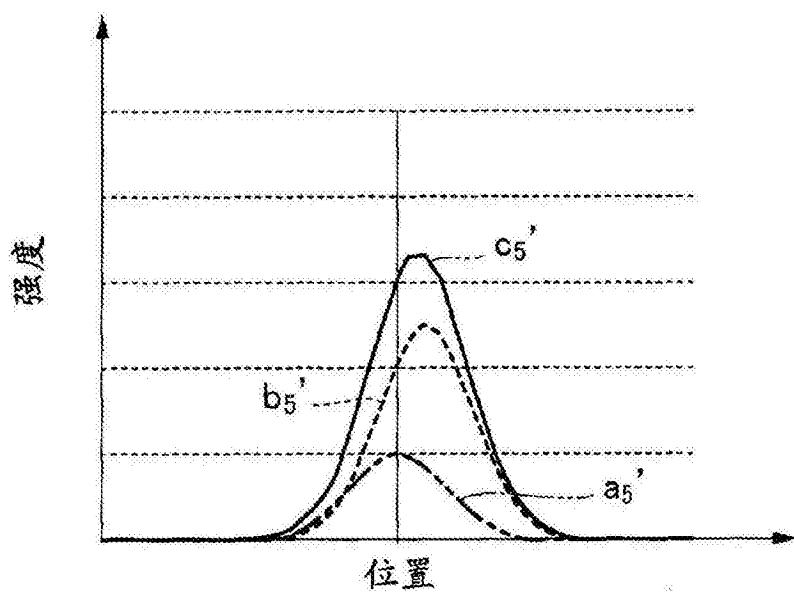


图24

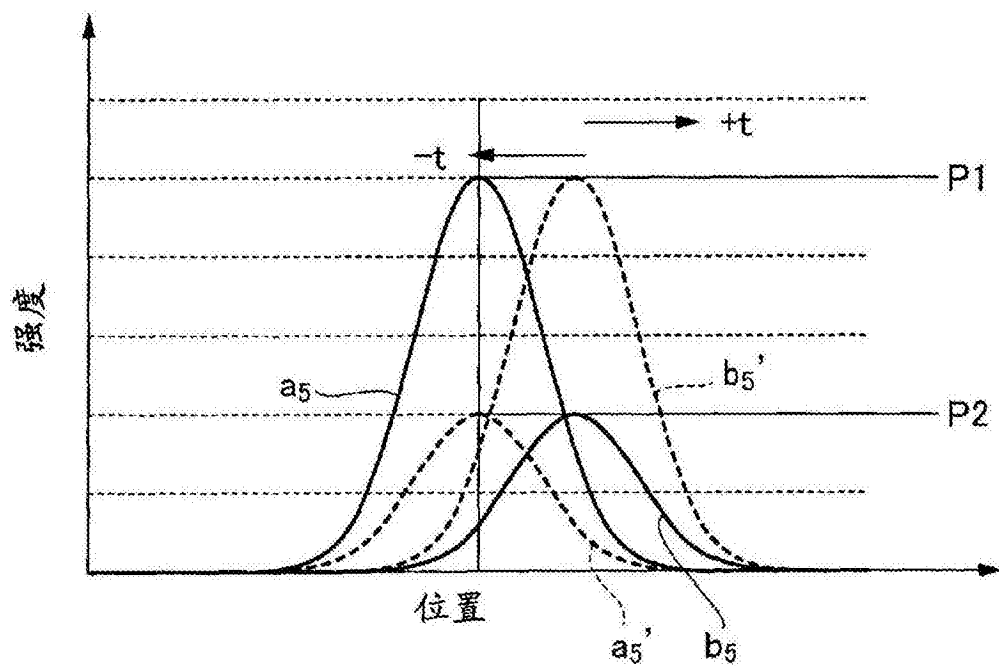


图25

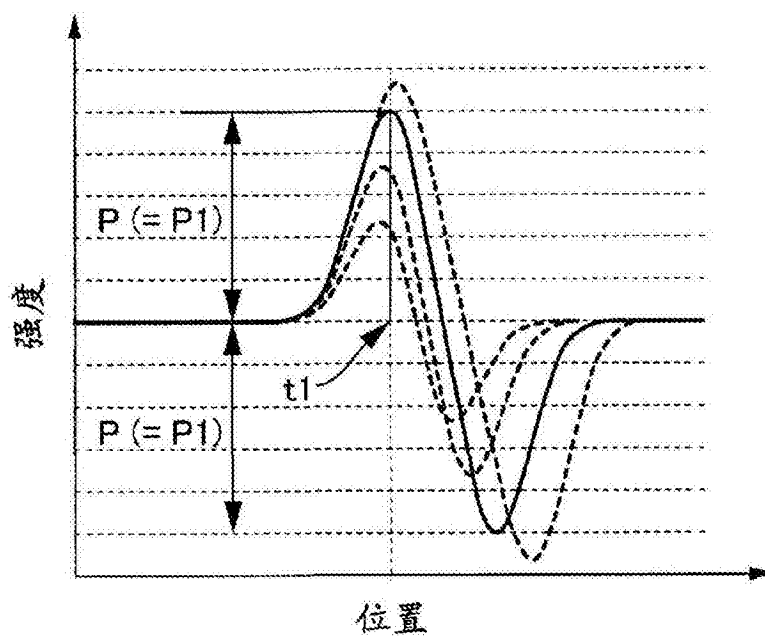


图26

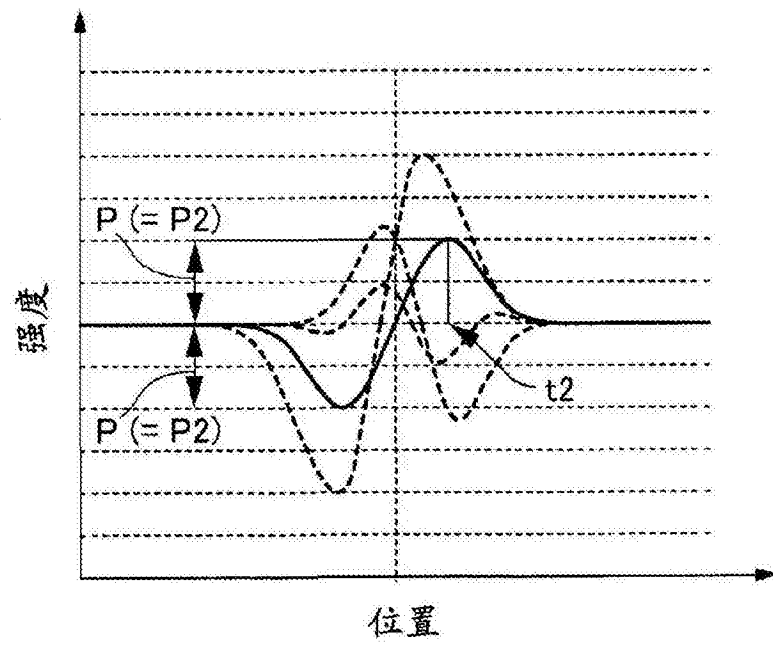


图27