



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104698772 B

(45)授权公告日 2017.08.29

(21)申请号 201510107386.0

(22)申请日 2010.08.24

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104698772 A

(43)申请公布日 2015.06.10

(30)优先权数据  
61/236,701 2009.08.25 US  
12/859,983 2010.08.20 US

(62)分案原申请数据  
201080037585.4 2010.08.24

(73)专利权人 株式会社尼康  
地址 日本东京

(72)发明人 柴崎祐一

(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 宿小猛

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

(56)对比文件  
EP 1111472 A2,2001.06.27,  
CN 1932650 A,2007.03.21,  
CN 101055425 A,2007.10.17,  
WO 2009/084244 A1,2009.07.09,

审查员 王度阳

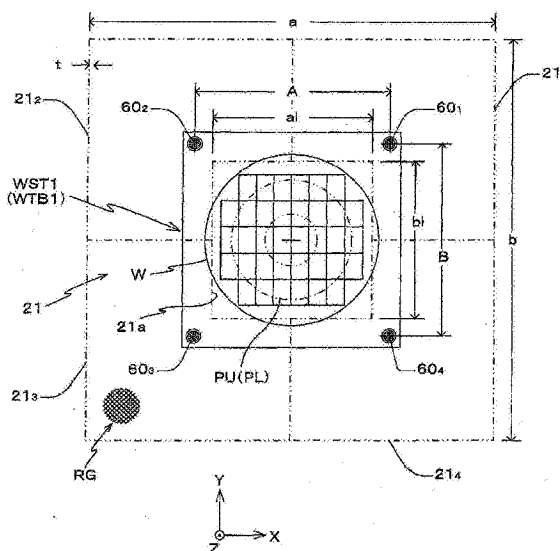
权利要求书5页 说明书23页 附图16页

## (54)发明名称

曝光装置、曝光方法、以及组件制造方法

## (57)摘要

本发明涉及曝光装置、曝光方法、以及组件制造方法。本发明的曝光装置，具备在涵盖除了投影光学系统(PL)正下方区域外的晶圆载台(WST1)移动范围的标尺板(21)上，使用晶圆载台(WST1)上搭载的四个读头(601~604)照射测量光束据以测量晶圆载台(WST1)的位置信息的编码器系统。此处，读头(601~604)的配置间隔(A、B)系设定为分别大于标尺板(21)的开口的宽度( $a_i$ 、 $b_i$ )。如此，视晶圆载台的位置从四个读头中切换并使用与标尺板对向的三个读头，即能测量晶圆载台的位置信息。



1. 一种曝光装置,其透过投影光学系统以照明光使基板曝光,其具备有:  
机体,具有在该基板的曝光被进行的曝光站中支承该投影光学系统的测量框架;  
第1检测系统,在与该曝光站不同的测量站中被支承于该测量框架,且检测该基板的标记;

基座构件,配置于该投影光学系统及该第1检测系统的下方;

载台,具有保持该基板的保持具,且配置于该基座构件上;

驱动系统,使在该基座构件上被悬浮支承的该载台,从该曝光站与该测量站的一方往另一方移动,并且以该基板可移动于包含在与该投影光学系统的光轴垂直的既定面内相互正交的第1、第2方向及与该既定面正交的第3方向的6自由度方向的方式驱动该载台;

测量系统,测量该载台的该6自由度方向的位置信息,其具有设于该载台、且对具有分别形成有绕射光栅的4个部分与开口的标尺构件从其下方分别照射测量光束的4个读头;以及

控制系统,根据由该测量系统测量的位置信息,控制该驱动系统的该载台的驱动;

该标尺构件,以该投影光学系统位于该开口内的方式被支承于该测量框架;

该4个读头以其中相邻2个读头的间隔大于该开口的宽度的方式设置于该载台;

在该基板的曝光动作中、在该曝光站内的该载台移动的移动区域,包含:第1区域,该4个读头中除了第1读头外的3个读头,分别与该4个部分中除了第1部分外的3个部分对向;第2区域,该4个读头中除了与该第1读头不同的第2读头外的3个读头,分别与该4个部分中除了与该第1部分不同的第2部分外的3个部分对向;第3区域,该4个读头中除了与该第1、第2读头不同的第3读头外的3个读头,分别与该4个部分中除了与该第1、第2部分不同的第3部分外的3个部分对向;第4区域,该4个读头中除了与该第1、第2、第3读头不同的第4读头外的3个读头,分别与该4个部分中除了与该第1、第2、第3部分不同的第4部分外的3个部分对向;以及第5区域,该4个读头分别与该4个部分对向;

该控制系统,以该载台从该第1、第2、第3、第4区域的1个,透过该第5区域,往该第1、第2、第3、第4区域中与该1个区域不同的区域移动的方式控制该驱动系统,并且,取代该1个区域中所使用的3个读头的该载台的驱动控制,使用用于补偿因进行在该不同的区域中所使用的3个读头的该载台的驱动控制而产生的该测量系统的测量误差的修正信息,进行在该不同的区域中使用的3个读头的该载台的驱动控制;

该修正信息,从在该载台于该第5区域的期间由该4个读头所得的位置信息取得。

2. 如权利要求1的曝光装置,其中,在该载台于该第5区域的期间,取代在该1个区域中使用的3个读头的该载台的驱动控制,进行该不同的区域中使用的3个读头的该载台的驱动控制。

3. 如权利要求2的曝光装置,其中,在该不同的区域中,取代在该1个区域中所使用的3个读头的1个,使用该4个读头中与该1个区域中所使用的3个读头不同的其他读头,并且藉由该其他读头、与在该1个区域中所使用的3个读头中除了该1个读头外的2个读头的3个读头,测量该载台的位置信息。

4. 如权利要求3的曝光装置,其中,该4个读头,以于该第1方向该4个读头中2个读头的间隔大于该开口的宽度、且于该第2方向该4个读头中2个读头的间隔大于该开口的宽度的方式设置在该载台。

5. 如权利要求4的曝光装置,其中,该4个读头分别可测量该载台的关于该第1方向或该第2方向、与该第3方向的2方向的位置信息。

6. 如权利要求5的曝光装置,其中,该修正信息,包含用于在该不同区域中使用该其他读头控制该载台的驱动的信息,该信息是从在该第5区域中藉由在该1个区域中使用的3个读头所测量的位置信息与藉由在该不同的区域中使用的3个读头所测量的位置信息获得。

7. 如权利要求6的曝光装置,其中,用于该其他读头的该载台的驱动控制的信息,是在从该1个区域透过该第5区域而往该不同的区域移动的该载台等速驱动于该第5区域的一部分的期间取得。

8. 如权利要求7的曝光装置,其中,用于该其他读头的该载台的驱动控制的信息,是在该第1方向或该第2方向、与该第3方向的2方向取得。

9. 如权利要求5的曝光装置,其中,该测量误差,是因在该1个区域与该不同的区域中使用于该测量的该读头及该部分有一个不同而产生。

10. 如权利要求5的曝光装置,其中,该修正信息,包含该第5区域内的该载台的坐标偏移,该坐标偏移是用于补偿由该1个区域中使用的3个读头所获得的位置信息、与由该不同的区域中使用的3个读头所获得的位置信息的差。

11. 如权利要求1至10中任一项的曝光装置,其进一步具备与该标尺构件不同的标尺构件,其具有与该4个部分不同的分别形成绕射光栅的4个部分、及与该开口不同的开口,且以该第1检测系统位于该不同的开口内的方式被支承于该测量框架;

该第1检测系统的该标记的检测动作中,藉由该测量系统测量该载台的位置信息。

12. 如权利要求11的曝光装置,其进一步具备第2检测系统,其配置在该测量站,检测该基板的关于该第3方向的位置信息;

该第2检测系统的该基板的检测动作中,藉由该测量系统测量该载台的位置信息。

13. 如权利要求12的曝光装置,其中,该第2检测系统的检测动作,其至少一部分与该第1检测系统的检测动作一起进行,并且该第1、第2检测系统的检测动作分别在该曝光动作前进行;

在该曝光动作中,使用该第1、第2检测系统的检测信息。

14. 如权利要求13的曝光装置,其进一步具备:光罩载台,保持由该照明光照明的光罩;以及

编码器系统,测量该光罩载台的位置信息;

在该基板的扫描曝光中,以该光罩与该基板同步移动的方式控制该光罩载台与该载台的驱动。

15. 如权利要求14的曝光装置,其进一步具备与该载台不同的载台,其配置于该基座构件上;

该测量系统,具有设于该不同的载台的与该4个读头不同的4个读头,藉由该不同的4个读头中的至少3个,测量该不同的载台的关于该6自由度方向的位置信息。

16. 如权利要求15的曝光装置,其中,该标尺构件与该不同的标尺构件,分别以该绕射光栅为二维绕射光栅、并且该绕射光栅成为与该既定面实质上平行的方式被支承于该测量框架。

17. 如权利要求16的曝光装置,其中,该控制系统,补偿起因于该标尺构件的制造误差、

该载台的加速度、该读头的位置或倾斜中的至少一个而产生的该测量系统的测量误差,并且控制该载台的驱动。

18. 如权利要求16的曝光装置,其中,该测量系统,具有接近于该读头并设置于该载台的辅助读头,可将该读头切换成该辅助读头并继续实行该测量。

19. 如权利要求16的曝光装置,其中,该基板被进行扫描曝光;

从该1个读头往该其他读头的切换,是在该照明光照射于该基板的扫描曝光期间以外进行。

20. 如权利要求16的曝光装置,其中,从该1个读头往该其他读头的切换,是在该载台的等速移动期间以外进行。

21. 一种曝光方法,其透过投影光学系统以照明光使基板曝光,其包含以下动作:

藉由驱动系统,以该基板可移动于包含在与该投影光学系统的光轴垂直的既定面内相互正交的第1、第2方向及与该既定面正交的第3方向的6自由度方向的方式驱动载台,其中,该载台,具有保持该基板的保持具,且被悬浮支承在基座构件上,该基座构件,配置于该投影光学系统及第1检测系统的下方,该投影光学系统,在进行该基板曝光的曝光站中被支承于机体的测量框架,该第1检测系统,在与该曝光站不同的测量站中被支承于该测量框架,且检测该基板的标记,该驱动系统,使该载台从该曝光站与该测量站的一方往另一方移动;

藉由测量系统,测量该载台的该6自由度方向的位置信息,其中,该测量系统具有设于该载台、且对具有分别形成有绕射光栅的4个部分与开口的标尺构件从其下方分别照射测量光束的4个读头;以及

根据由该测量系统测量的位置信息,控制该载台的驱动;

该标尺构件,以该投影光学系统位于该开口内的方式被支承于该测量框架;

该4个读头以其中相邻2个读头的间隔大于该开口的宽度的方式设置于该载台;

在该基板的曝光动作中、在该曝光站内的该载台的移动区域,包含:第1区域,该4个读头中除了第1读头外的3个读头,分别与该4个部分中除了第1部分外的3个部分对向;第2区域,该4个读头中除了与该第1读头不同的第2读头外的3个读头,分别与该4个部分中除了与该第1部分不同的第2部分外的3个部分对向;第3区域,该4个读头中除了与该第1、第2读头不同的第3读头外的3个读头,分别与该4个部分中除了与该第1、第2部分不同的第3部分外的3个部分对向;第4区域,该4个读头中除了与该第1、第2、第3读头不同的第4读头外的3个读头,分别与该4个部分中除了与该第1、第2、第3部分不同的第4部分外的3个部分对向;以及第5区域,该4个读头分别与该4个部分对向;

该载台,从该第1、第2、第3、第4区域的1个,透过该第5区域,往该第1、第2、第3、第4区域中与该1个区域不同的区域移动,并且,取代该1个区域中所使用的3个读头的该载台的驱动控制,使用用于补偿因进行在该不同的区域中所使用的3个读头的该载台的驱动控制而产生的该测量系统的测量误差的修正信息,进行在该不同的区域中使用的3个读头的该载台的驱动控制;

该修正信息,从在该载台于该第5区域的期间由该4个读头所得的位置信息取得。

22. 如权利要求21的曝光方法,其中,在该载台于该第5区域的期间,取代在该1个区域中使用的3个读头的该载台的驱动控制,进行该不同的区域中使用的3个读头的该载台的驱动控制。

23. 如权利要求22的曝光方法,其中,在该不同的区域中,取代在该1个区域中所使用的3个读头的1个,使用该4个读头中与该1个区域中所使用的3个读头不同的其他读头,并且藉由该其他读头、与在该1个区域中所使用的3个读头中除了该1个读头外的2个读头的3个读头,测量该载台的位置信息。

24. 如权利要求23的曝光方法,其中,该4个读头,以于该第1方向该4个读头中2个读头的间隔大于该开口的宽度、且于该第2方向该4个读头中2个读头的间隔大于该开口的宽度的方式设置在该载台。

25. 如权利要求24的曝光方法,其中,该4个读头分别测量该载台的关于该第1方向或该第2方向、与该第3方向的2方向的位置信息。

26. 如权利要求25的曝光方法,其中,该修正信息,包含用于在该不同区域中使用该其他读头控制该载台的驱动的信息,该信息是从在该第5区域中藉由在该1个区域中使用的3个读头所测量的位置信息与藉由在该不同的区域中使用的3个读头所测量的位置信息获得。

27. 如权利要求26的曝光方法,其中,用于该其他读头的该载台的驱动控制的信息,是在从该1个区域透过该第5区域而往该不同的区域移动的该载台等速驱动于该第5区域的一部分的期间取得。

28. 如权利要求27的曝光方法,其中,用于该其他读头的该载台的驱动控制的信息,是在该第1方向或该第2方向、与该第3方向的2方向取得。

29. 如权利要求25的曝光方法,其中,该测量误差,是因在该1个区域与该不同的区域中使用于该测量的该读头及该部分有一个不同而产生。

30. 如权利要求25的曝光方法,其中,该修正信息,包含该第5区域内的该载台的坐标偏移,该坐标偏移是用于补偿由该1个区域中使用的3个读头所获得的位置信息、与由该不同的区域中使用的3个读头所获得的位置信息的差。

31. 如权利要求21至30中任一项的曝光方法,其中,与该标尺构件不同的标尺构件,具有与该4个部分不同的分别形成绕射光栅的4个部分、及与该开口不同的开口,且以该第1检测系统位于该不同的开口内的方式被支承于该测量框架;

该第1检测系统的该标记的检测动作中,藉由该测量系统测量该载台的位置信息。

32. 如权利要求31的曝光方法,其中,藉由配置在该测量站的第2检测系统,检测该基板的关于该第3方向的位置信息,并且在该第2检测系统的该基板的检测动作中,藉由该测量系统测量该载台的位置信息。

33. 如权利要求32的曝光方法,其中,该第2检测系统的检测动作,其至少一部分与该第1检测系统的检测动作一起进行,并且该第1、第2检测系统的检测动作分别在该曝光动作前进行;

在该曝光动作中,使用该第1、第2检测系统的检测信息。

34. 如权利要求33的曝光方法,其中,保持由该照明光照明的光罩的光罩载台的位置信息,是藉由与该测量系统不同的编码器系统测量;

在该基板的扫描曝光中,以该光罩与该基板同步移动的方式控制该光罩载台与该载台的驱动。

35. 如权利要求34的曝光方法,其中,

以配置于该基座构件上、设有与该4个读头不同的4个读头的与该载台不同的载台保持基板,并且藉由该不同的4个读头中的至少3个,测量该不同的载台的关于该6自由度方向的位置信息。

36. 如权利要求35的曝光方法,其中,该标尺构件与该不同的标尺构件,分别以该绕射光栅为二维绕射光栅、并且该绕射光栅成为与该既定面实质上平行的方式被支承于该测量框架。

37. 如权利要求36的曝光方法,其中,以补偿起因于该标尺构件的制造误差、该载台的加速度、该读头的位置或倾斜中的至少一个而产生的该测量系统的测量误差的方式,控制该载台的驱动。

38. 如权利要求36的曝光方法,其中,以继续实行该测量的方式,将该读头切换成辅助读头,该辅助读头接近于该读头并设置于该载台。

39. 如权利要求36的曝光方法,其中,该基板被进行扫描曝光;

从该1个读头往该其他读头的切换,是在该照明光照射于该基板的扫描曝光期间以外进行。

40. 如权利要求36的曝光方法,其中,从该1个读头往该其他读头的切换,是在该载台的等速移动期间以外进行。

41. 一种组件制造方法,其包含:

使用权利要求1至20中任一项的曝光装置使基板曝光的动作;以及  
使已曝光的该基板显影的动作。

42. 一种组件制造方法,其包含:

使用权利要求21至40中任一项的曝光方法使基板曝光的动作;以及  
使已曝光的该基板显影的动作。

## 曝光装置、曝光方法、以及组件制造方法

[0001] 本申请是申请号为201080037585.4、申请日为2010年8月24日、发明名称为“曝光装置、曝光方法、以及组件制造方法”的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明是关于曝光装置、曝光方法、以及组件制造方法，特别是关于在制造诸如半导体组件的微组件(电子元件)的微影制程中所使用的曝光装置及曝光方法、以及使用该曝光方法的组件制造方法。

### 背景技术

[0003] 一直以来，于制造诸如半导体组件(如集成电路)和液晶显示组件的电子组件(微组件)的微影制程，主要是使用步进重复(step and repeat)方式的投影曝光装置(所谓的步进机)、或步进扫描(step and scan)方式的投影曝光装置(所谓的扫描步进机(亦称为扫描机))等。

[0004] 此种曝光装置，随着半导体组件高积体化的组件图案微细化，增加了具有高重迭精度(对准精度)的要求。因此，增加了形成有图案的晶圆或玻璃板等基板的位置测量的更高精度的要求。

[0005] 作为响应此种要求的装置，例如专利文献1中揭示了一种具备位置测量系统的曝光装置，此位置测量系统是使用搭载在基板台上的多个编码器型传感器(编码器读头)。此曝光装置中，编码器读头在与基板台对向配置的标尺上照射测量光束、并藉由接受来自标尺的返回光束来测量基板台的位置。

[0006] 然而，具备专利文献1所记载的位置测量系统的曝光装置，在实际的运用上，根据基板台的位置从多个编码器读头中切换和使用与标尺对向的编码器读头。再者，在切换使用的编码器读头时，亦必须确保基板台位置测量结果的连续性。

[0007] 先行技术文献

[0008] [专利文献1] 美国专利申请公开第2006/0227309号说明书

### 发明内容

[0009] 本发明是在上述情形下完成，并且根据第1方面提供了第1曝光装置，藉由能量束使物体上配置成矩阵状的多个区划区域依序曝光，并且在该多个区划区域上分别形成图案，其装置包括：移动体，保持物体并沿既定平面移动；位置测量系统，具备设于该移动体上的多个读头，根据该多个读头中对与该移动体对向配置成与该既定平面略平行、一部分具有开口的测量面上照射测量光束并接收来自该测量面的返回光束以测量该移动体在各个测量方向的位置的既定数目的读头的测量结果，求出该移动体的位置信息；以及控制系统，根据以该位置测量系统求出的该位置信息驱动该移动体、并视该移动体的位置将用于算出该移动体位置信息的该既定数目的读头的至少一个切换为其它读头；该多个读头中，在该既定平面内在第1方向分离的二个读头的分离距离大于在该第1方向的该开口的宽度。

[0010] 根据此装置,能视移动体的位置从多个编码器读头中切换使用与标尺对向的编码器读头,以测量移动体的位置信息。

[0011] 根据本发明第2方面提供了第2曝光装置,其藉由能量束使配置在物体上的多个区划区域依序曝光,并在该多个区划区域上分别形成图案:该装置包括:移动体,保持物体沿既定平面移动;位置测量系统,具备设于该移动体上的多个读头,基于在该多个读头中既定数目的读头的测量结果,求出该移动体的位置信息,该既定数目的读头照射测量光束到与该移动体对向配置并与该既定平面略平行、一部分测量非有效区域的测量面上并接收来自该测量面的返回光束以测量在各个测量方向的移动体的位置;以及控制系统,根据以该位置测量系统求出的该位置信息,一边切换用于算出该移动体的位置信息的读头、一边驱动该移动体;该多个读头中、在该既定平面内分离于第1方向的二个读头的分离距离,是考虑在既定方向上的该测量非有效区域的尺寸加以确定的。

[0012] 根据此装置,由于前述二个读头的分离距离是考虑于既定方向的测量非有效区域的尺寸加以适当决定的,因此为了在物体上的受致于形成的区划区域形成图案而使移动体等速在既定方向上移动期间,能在不切换读头的情形下测量移动体的位置信息。因此,能以良好精度将图案形成于物体上。

[0013] 根据本发明第3方面提供了第3曝光装置,其藉由能量束使物体上配置成矩阵状的多个区划区域依序曝光,以在该多个区划区域分别形成图案,该装置具备:移动体,保持物体沿既定平面移动;位置测量系统,具有设于该移动体的多个读头,基于在该多个读头中既定数目的读头的测量结果,求出该移动体的位置信息,该既定数目的读头照射测量光束到与该移动体对向配置并与该既定平面略平行、一部分具有开口的测量面上并接收来自该测量面的返回光束以测量该移动体在各个测量方向的位置;以及控制系统,根据以该位置测量系统求出的位置信息驱动该移动体,并视该移动体的位置将用于算出该移动体位置信息的该既定数目的读头的至少一个切换为其它读头;在该多个读头中的第1读头群与至少一个读头与该第1读头群不同的第2读头群所含的读头对向于该测量面的第1区域内,根据根据该第1读头群的测量结果求出的该移动体的位置信息,在该移动体为了将该图案形成于该多个区划区域中的受致于形成的区划区域而在该既定平面的第1方向等速移动后,在仅该第2读头群中所含的读头从该第1区域往与该测量面对向的第2区域移动的前,将用于算出该移动体位置信息的读头切换为该第2读头群。

[0014] 根据此装置,为了在物体上的受致于形成的区划区域形成图案而使移动体等速移动于第1方向的期间,能在不切换读头的情形下测量移动体的位置信息。因此,能以良好精度将图案形成于物体上。

[0015] 根据本发明第4方面提供了第1曝光方法,藉由能量束使物体上配置成矩阵状的多个区划区域依序曝光,以于该多个区划区域分别形成图案,该方法包含:根据设于移动体上的多个读头的既定数目的读头的测量结果,求出保持该物沿既定平面移动的该移动体的位置信息的动作,该既定数目的读头照射测量光束到与该移动体对向配置并与该既定平面略平行的测量面上、并接收来自该测量面的返回光束以测量该移动体在各个测量方向上的位置;根据该位置信息,为了将该图案形成于该多个区划区域中的受致于形成的区划区域,而将该移动体等速移动于该既定平面内的第1方向的动作;以及在该等速移动后,视该移动体的位置将用于算出该移动体位置信息的该既定数目的读头的至少一个切换为其它读头的



动作。

[0016] 根据此方法,为了在物体上的受致于形成的区划区域形成图案而使移动体等速在第1方向上移动期间,能在不切换读头的情形下测量移动体的位置信息。因此,能以良好精度将图案形成于物体上。

[0017] 根据本发明第5方面提供了第2曝光方法,藉由能量束使物体上配置成矩阵状的多个区划区域依序曝光,以于该多个区划区域分别形成图案,该方法包含:根据设于移动体上的多个读头的既定数目的读头的测量结果,求出保持该物沿既定平面移动的该移动体的位置信息的动作,该既定数目的读头照射测量光束到与该移动体对向配置并与该既定平面略平行的测量面上、并接收来自该测量面的返回光束以测量该移动体于各个测量方向的位置;根据该求出的位置信息,朝用以对该多个区划区域中的受致于形成的区划区域形成该图案的等速移动开始点步进驱动该移动体的动作;以及在该步进驱动后,为了于该受致于形成的区划区域形成该图案而使该移动体在既定平面中的第1方向上等速移动之前,视该移动体的位置将用于算出该移动体位置信息的该既定数目的读头的至少一个,切换为其它读头的动作。

[0018] 根据此方法,为了在物体上的受致于形成的区划区域形成图案而使移动体在第1方向上等速移动期间,能在不切换读头的情形下测量移动体的位置信息。因此,能以良好精度将图案形成于物体上。

[0019] 根据本发明第6方面提供了第3曝光方法,藉由能量束使物体上配置成矩阵状的多个区划区域依序曝光,以于该多个区划区域分别形成图案,该方法包含:在设于保持该物体沿既定平面移动的移动体的多个读头中的第1读头群与至少一个读头与该第1读头群不同的第2读头群中所含的读头对向于与该既定平面略平行设置的测量面的第1区域内,根据该第1读头群的测量结果求出该移动体的位置信息,根据该位置信息为了于该多个区划区域中的受致于形成的区划区域形成该图案而使该移动体等速移动于该既定平面内的第1方向的动作;以及该等速移动后,在该移动体从该第1区域往仅该第2读头群中所含的读头对向于该测量面的第2区域移动之前,将用于算出该位置信息的读头切换为该第2读头群的动作。

[0020] 根据此方法,为了在物体上的受致于形成的区划区域形成图案而使移动体等速移动于第1方向期间,能在不切换读头的情形下测量移动体的位置信息。因此,能以良好精度将图案形成于物体上。

[0021] 根据本发明第7方面提供了第4曝光方法,藉由能量束使物体上配置成矩阵状的多个区划区域依序曝光,以于该多个区划区域分别形成图案,该方法包含:根据该第1读头群的测量结果,求出设于移动体上的多个读头的第1区域内保持该物体沿既定平面移动的该移动体的位置信息的动作,第1读头群与至少一个读头与该第1读头群不同的第2读头群中所含的读头对向在与该既定平面略平行设置的测量面,根据该位置信息,朝用以对该多个区划区域中的受致于形成的区划区域形成图案的等速移动开始点,步进驱动该移动体的动作;以及该步进驱动后,在该移动体为了在该受致于形成的区划区域形成该图案从既定平面中的该开始点在该第1方向上等速移动、而从该第1区域往仅该第2读头群中所含的读头与该测量面对向的第2区域移动前,将该位置信息的测量所使用的读头切换为该第2读头群的动作。

[0022] 根据此方法,为了在物体上的受致于形成的区划区域形成图案而使移动体等速移动于第1方向的期间,能在不切换读头的情形下测量移动体的位置信息。因此,能以良好精度将图案形成于物体上。

[0023] 根据本发明第8方面提供了第4曝光装置,藉由能量束使物体上配置成矩阵状的多个区划区域依序曝光,以在该多个区划区域分别形成图案,该装置具备:移动体,保持物体沿既定平面移动;位置测量系统,具有设于该移动体的多个读头,根据该多个读头中对与该移动体对向配置成与该既定平面略平行的测量面照射测量光束、接收来自该测量面的返回光束以测量该移动体于各个测量方向的位置的既定数目的读头的测量结果,求出该移动体的位置信息;以及控制系统,根据以该位置测量系统求出的位置信息驱动该移动体且为了于该多个区划区域中的受致于形成的区划区域形成该图案,而在该移动体于该既定平面内的第1方向等速移动以外时,将用于算出该移动体位置信息的该既定数目的读头的至少一个切换为其它读头。

[0024] 根据此装置,为了在物体上的受致于形成的区划区域形成图案而使移动体等速移动于第1方向的期间,读头不会被切换。因此,能以良好精度将图案形成于物体上。

[0025] 根据本发明第9方面提供了第5曝光方法,藉由能量束使物体上配置成矩阵状的多个区划区域依序曝光,以于该多个区划区域分别形成图案,该装置包含:根据设于移动体上的多个读头中的既定数目的读头的测量结果求出,保持该物体沿既定平面移动的该移动体的位置信息的动作,该既定数目的读头照射测量光束至与该移动体对向配置并与该既定平面略平行、一部分具有开口的测量面上、并接收来自该测量面的返回光束以测量该移动体于各个测量方向的位置;以及在为了于该受致于形成的区划区域形成该图案而该移动体等速移动于该既定平面中的第1方向以外时,视该移动体的位置将用于算出该移动体位置信息的该既定数目的读头的至少一个切换为其它读头的动作。

[0026] 根据此方法,为了在物体上的受致于形成的区划区域形成图案而使移动体等速移动于第1方向期间,读头不会被切换。因此,能以良好精度将图案形成于物体上。

[0027] 根据本发明第10方面提供了组件制造方法,其包含:使用本发明第1至第5曝光方法中的任一者于物体上形成图案的动作;以及使形成有该图案的该物体显影的动作。

## 附图说明

[0028] 图1是概略显示一实施例的曝光装置的构成的图。

[0029] 图2是显示配置在投影光学系统周围的编码器系统的构成的图。

[0030] 图3是显示配置在对准系统周围的编码器系统的构成的图。

[0031] 图4是将晶圆载台的一部分加以剖断的放大图。

[0032] 图5是显示晶圆载台上的编码器读头的配置的图。

[0033] 图6是显示图1的曝光装置中与载台控制相关联的控制系统的主要构成的方块图。

[0034] 图7是显示编码器读头及标尺板的配置与编码器系统的测量区域的关系的图(其1)。

[0035] 图8是放大显示图7的晶圆 $W_1$ 的图。

[0036] 图9是显示在步进扫描方式的曝光中曝光中心于晶圆上的移动轨迹的图(其1)。

[0037] 图10(A)是显示编码器读头切换程序的一例的图(其1)、图10(B)是显示在编码器

读头切换前后的晶圆载台的驱动速度的时间变化的图、图10 (C) 及图10 (D) 是显示编码器读头切换程序的一例的图 (其2及其3)。

[0038] 图11 (A) 及图11 (B) 是用以说明接续运算及接续处理的图。

[0039] 图12是显示在编码器读头切换时的接续处理的概况的图。

[0040] 图13是显示编码器读头及标尺板的配置与编码器系统的测量区域的关系的图 (其2)。

[0041] 图14是放大显示图13的晶圆 $W_2$ 的图。

[0042] 图15是显示在步进扫描方式的曝光中曝光中心于晶圆上的移动轨迹的图 (其2)。

[0043] 图16 (A) ~图16 (C) 是显示编码器读头切换程序的一例的图 (其4~其6)。

[0044] 图17 (A) 及图17 (B) 是用以说明随着晶圆载台的加速所产生的编码器系统测量误差的原理的图。

### 具体实施方式

[0045] 以下,根据图1至图17 (B) 说明本发明的一实施例。

[0046] 图1中显示了一实施例的曝光装置100的概略构成。曝光装置100是步进扫描方式的投影曝光装置,亦即,所谓的扫描机。如后所述,本实施例中设有投影光学系统PL,以下,设与投影光学系统PL的光轴AX平行的方向为Z轴方向、在此正交的面内相对扫描标线片与晶圆的方向为Y轴方向、与Z轴及Y轴正交的方向为X轴方向,并设绕X轴、Y轴及Z轴的旋转(倾斜)方向分别为 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 及 $\theta_z$ 方向来进行说明。

[0047] 曝光装置100具备照明系统10、保持标线片R的标线片载台RST、投影单元PU、装载晶圆W的晶圆载台WST1、包含WST2的晶圆载台装置50及此等的控制系统等。

[0048] 照明系统10是例如美国专利申请公开第2003/0025890号说明书等所揭示,包含:光源、含光学积分器等照度均一化光学系统、以及具有标线片遮帘等(皆未未图标)的照明光学系统。照明系统10藉由照明光(曝光用光)IL以大致均一的照度照明被标线片遮帘(遮蔽系统)规定的标线片R上狭缝状照明区域IAR。此处,照明光IL,例如使用ArF准分子雷射光(波长193nm)。

[0049] 于标线片载台RST上,以例如真空吸附方式固定有其图案面(图1的下面)形成有电路图案等的标线片R。标线片载台RST能藉由例如包含线性马达等的标线片载台驱动系统11(图1中未图示,参照图6)于XY平面内进行微驱动,并以既定的扫描速度驱动于扫描方向(图1中与纸面正交的方向的Y轴方向)。

[0050] 标线片载台RST的XY平面(移动面)内的位置信息(包含 $\theta_z$ 方向的位置( $\theta_z$ 旋转量)信息),是以图1中所示、对移动镜15(实际上,是设有具有与Y轴方向正交的反射面的Y移动镜(或复归反射器)及具有与X轴方向正交的的反射面的X移动镜)照射测距光束的标线片雷射干涉仪(以下,称“标线片干涉仪”)16以例如0.25nm程度的解析能力随时检测。此外,为测量标线片R的至少3自由度方向的位置信息,可取代标线片干涉仪16、或与其组合使用例如美国专利申请公开第2007/0288121号说明书等所揭示的编码器系统。

[0051] 投影单元PU是保持于配置在标线片载台RST的图1下方(-Z侧)、构成未图示的机体的一部分的主机架(亦称为测量框架(metrology frame))。投影单元PU具有镜筒40、以及由保持于该镜筒40的多个光学组件构成的投影光学系统PL。投影光学系统PL是使用例如由

沿着与Z轴方向平行的光轴AX排列的多个组件(透镜组件)构成的折射光学系统。投影光学系统PL是例如两侧远心、且具有既定投影倍率(例如1/4倍、1/5倍或1/8倍等)。因此,当照明区域IAR被来自照明系统10的照明光IL照明时,即藉由通过图案面与投影光学系统PL的第1面(物体面)配置成大致一致的标线片R的照明光IL,透过投影光学系统PL将该照明区域IAR内的标线片R的电路图案缩小像(部分电路图案的缩小像)形成于配置在投影光学系统PL的第2面(像面)侧、表面涂有抗蚀剂(感应剂)的晶圆W上的与前述照明区域IAR共轭的区域(曝光区域)IA。接着,藉由同步驱动标线片载台RST与晶圆载台WST1、WST2使标线片R相对照明区域IAR(照明光IL)移动于扫描方向(Y轴方向),并相对曝光区域IA(照明光IL)使晶圆W移动于扫描方向(Y轴方向),据以进行晶圆W上的一个照射区域(区划区域)的扫描曝光,于该照射区域传印标线片R的图案。亦即,本实施例藉由照明系统10及投影光学系统PL于晶圆W上生成标线片R的图案,并以照明光IL使晶圆W上的感应层(抗蚀层)曝光而于晶圆W上形成该图案。

[0052] 此外,主机架可以是习知所使用的闸型、及例如美国专利申请公开第2008/0068568号说明书等所揭示的悬吊支承型的任一种。

[0053] 于镜筒40的一Z侧端部周围,和例如镜筒40的下端面大致同一面高、以和XY平面平行的配置有标尺板21。标尺板21,于本实施例中,如图2所示,由例如L字状的四个部分(零件)21<sub>1</sub>、21<sub>2</sub>、21<sub>3</sub>、21<sub>4</sub>构成,于形成在其中的例如矩形开口21a内插入镜筒40的一Z侧端部。此处,标尺板21的X轴方向及Y轴方向的宽度分别为a及b、开口21a的X轴方向及Y轴方向的宽度则分别为a<sub>i</sub>及b<sub>i</sub>。

[0054] 从标尺板21于+X方向分离的位置,如图1所示,在与标尺板21大致同一平面上配置有标尺板22。标尺板22,如图3所示,亦例如由L字状的四个部分(零件)22<sub>1</sub>、22<sub>2</sub>、22<sub>3</sub>、22<sub>4</sub>构成,于其中央形成的例如矩形开口22a内插入后述对准系统ALG的一Z侧端部。标尺板22的X轴方向及Y轴方向的宽度分别为a及b、开口22a的X轴方向及Y轴方向的宽度则分别为a<sub>i</sub>及b<sub>i</sub>。此外,本实施例中,虽将于X轴及Y轴方向的标尺板21、22的宽度及开口21a、22a的宽度分别设为相同,但不一定必须为相同宽度,于亦可于X轴及Y轴方向的至少一方使其宽度不同。

[0055] 本实施例中,标尺板21、22是被悬吊支承于用以支承投影单元PU及对准系统ALG的未图标的主机架(metrology frame)。于标尺板21、22下面(-Z侧的面),形成有由以X轴为基准的45度方向(以Y轴为基准的-45度方向)为周期方向的既定间距、例如1 $\mu$ m的光栅、与以X轴为基准的-45度方向(以Y轴为基准的-135度方向)为周期方向的既定间距、例如1 $\mu$ m的光栅构成的反射型二维绕射光栅RG(参照图2、图3及图4)。不过,二维绕射光栅RG及后述编码器读头的构成上,在构成标尺板21、22的部分21<sub>1</sub>至21<sub>4</sub>、22<sub>1</sub>至22<sub>4</sub>各个的外缘近旁包含宽度t的非有效区域。标尺板21、22的二维绕射光栅RG,分别涵盖至少在曝光动作时及对准(测量)时的晶圆载台WST1、WST2的移动范围。

[0056] 晶圆载台装置50,如图1所示,具备:由多个(例如三个或四个)防振机构(图示省略)大致水平支承于地面上的载台基座12、配置在载台基座12上的晶圆载台WST1、WST2、驱动晶圆载台WST1、WST2的晶圆载台驱动系统27(图1中仅显示一部分、参照图6)以及测量晶圆载台WST1、WST2的位置的测量系统等。测量系统具备图6中所示的编码器系统70、71及晶圆雷射干涉仪系统(以下,简称为晶圆干涉仪系统)18等。此外,关于编码器系统70、71及晶圆干涉仪系统18,留待后述。然而,本实施例中,并不一定须设置晶圆干涉仪系统18。

[0057] 如图1所示,载台基座12由具平板状外形的构件构成,其上面的平坦度非常高,以作为晶圆载台WST1、WST2移动时的导引面。于载台基座12内部,收容有包含以XY二维方向为行方向、列方向配置成矩阵状的多个线圈14a的线圈单元。

[0058] 此外,亦可设置与载台基座12不同的用以悬浮支承此的另一基座构件,令其具有使载台基座12因晶圆载台WST1、WST2的驱动力的反作用力而依据动量守恒定律移动的配衡质量(反作用力抵销器)的功能。

[0059] 晶圆载台WST1,如图1所示,具有:载台本体部91、以及配置在该载台本体部91上方、藉由未图标的Z倾斜驱动机构以非接触方式支承于载台本体部91的晶圆台WTB1。此场合,晶圆台WTB1藉由Z倾斜驱动机构以3点调整电磁力等朝上方的力(斥力)与包含自重的朝下方的力(引力)的平衡,以非接触非常加以支承,且被微驱动于至少Z轴方向、 $\theta_x$ 方向及 $\theta_y$ 方向的3自由度方向。于载台本体部91的底部设有滑件部91a。滑件部91a具有由在XY平面内XY二维排列的多个磁石构成的磁石单元、与罩住该磁石单元的外罩、以及设在该外罩底面周围的多个空气轴承。

[0060] 于晶圆台WTB1上透过未图示的晶圆保持具装载晶圆W、以未图示的夹头机构、以例如真空吸附(或静电吸附)分方加以固定。虽未图示,但于晶圆台WTB1上一对角线,隔着晶圆保持具设有第1基准标记板与第2基准标记板。于第1、第2基准标记板上分别形成有以后述一对标线片对准系统13A、13B及对准系统ALG加以检测的多个基准标记。此处,设第1、第2基准标记板的多个基准标记的位置关系为已知。

[0061] 晶圆载台WST2的构成与晶圆载台WST1相同。

[0062] 编码器系统70、71分别用以求出(测量)晶圆载台WST1、WST2在包含投影光学系统PL正下方区域的曝光时间移动区域、与包含对准系统ALG正下方区域的测量时间移动区域的6自由度方向(X、Y、Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ )的位置信息。此处,详述编码器系统70、71的构成等。此外,曝光时间移动区域(第1移动区域)在透过投影光学系统PL进行晶圆曝光的曝光站(第1区域)内、晶圆载台于曝光动作中移动的区域,该曝光动作不仅是例如晶圆上待转印图案的所有照射区域的曝光,亦包含为进行该曝光的准备动作(例如,前述基准标记的检测)等。测量时间移动区域(第2移动区域)在以对准系统ALG进行晶圆对准标记的检测据以进行其位置信息的测量的测量站(第2区域)内、晶圆载台于测量动作中移动的区域,该测量动作不仅是例如晶圆的多个对准标记的检测,亦包含以对准系统ALG进行的基准标记的检测(以及于Z轴方向的晶圆位置信息(段差信息)的测量)等。

[0063] 于晶圆台WTB1、WTB2,分别如图2及图3的俯视图所示,在上面四角分别配置有编码器读头(以下,适当的简称为读头)60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>。此处,读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>于X轴方向的分离距离与读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>于X轴方向的分离距离彼此相等为A。此外,读头60<sub>1</sub>、60<sub>4</sub>于Y轴方向的分离距离与读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>于Y轴方向的分离距离彼此相等为B。此等分离距离A、B较标尺板21的开口21a的宽度a<sub>i</sub>及b<sub>i</sub>来得大。严格来说,考虑前述非有效区域的宽度t,为 $A \geq a_i + 2t$ 、 $b \geq b_i + 2t$ 。读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>,如图4中代表性的举读头60<sub>1</sub>为例所示,分别被收容在形成于晶圆台WTB1、WTB2的Z轴方向既定深度的孔内部。

[0064] 如图5所示,读头60<sub>1</sub>以X轴为基准的135度方向(亦即以X轴为基准的-45度方向)及Z轴方向为测量方向的二维读头。同样的,读头60<sub>2</sub>~60<sub>4</sub>亦分别是以X轴为基准的225度方向(亦即以X轴为基准的45度方向)及Z轴方向、以X轴为基准的315度方向(亦即以X轴为基准

的-45度方向)及Z轴方向、以X轴为基准的45度方向及Z轴方向为测量方向的二维读头。读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>,由图2及图4可知,分别对对向的标尺板21的部分21<sub>1</sub>~21<sub>4</sub>或标尺板22的部分22<sub>1</sub>~22<sub>4</sub>表面形成的二维绕射光栅RG照射测量光束,并接收来自二维绕射光栅的反射、绕射光束,据以测量于各个测量方向的晶圆台WTB1、WTB2(晶圆载台WST1、WST2)的位置。此处,作为读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>,可分别使用例如与美国专利第7,561,280号说明书所揭示的位移测量传感器读头相同构成的传感器读头。

[0065] 以上述方式构成的读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>,由于测量光束在空气中的光路长极短,因此可几乎忽视空气波动的影响。不过,本实施例中,光源及光检测器设在各读头的外部、具体而言设在载台本体部91内部(或外部),而仅光学系统设在各读头的内部。而光源及光检测器与光学系统经由未图标的光纤、光学连接。为提升晶圆台WTB(微动载台)的定位精度,亦可作为在载台本体部91(粗动载台)与晶圆台WTB(微动载台)之间(以下,简称为粗微动载台间)进行雷射光等的空中传输,或将读头设于载台本体部91(粗动载台)而以该读头测量载台本体部91(粗动载台)的位置、且以另一传感器测量粗微动载台间的相对位移。

[0066] 在晶圆载台WST1、WST2位于前述曝光时间移动区域内时,读头60<sub>1</sub>构成为对标尺板21(的部分21<sub>1</sub>)照射测量光束(测量光)、并接收来自形成在标尺板21表面(下面)的以X轴为基准的135度方向、亦即以X轴为基准的-45度方向(以下,仅称为-45度方向)为周期方向的光栅的绕射光束,以测量晶圆台WTB1、WTB2的-45度方向及Z轴方向位置的二维编码器70<sub>1</sub>、71<sub>1</sub>(参照图6)。同样的,读头60<sub>2</sub>~60<sub>4</sub>分别构成对标尺板21(的部分21<sub>2</sub>~21<sub>4</sub>)照射测量光束(测量光)、并接收来自形成在标尺板21表面(下面)的以X轴为基准的225度方向、亦即以X轴为基准的+45度方向(以下,仅称为45度方向)、315度方向、亦即以X轴为基准的-45度方向、以及以45度方向为周期方向的光栅的绕射光束,以测量晶圆台WTB1、WTB2的225度(45度)方向及Z轴方向位置、315度(-45度)方向及Z轴方向位置、以及45度方向及Z轴方向位置的二维编码器70<sub>2</sub>~70<sub>4</sub>、71<sub>2</sub>~71<sub>4</sub>(参照图6)。

[0067] 此外,在晶圆载台WST1、WST2位于前述测量时间移动区域内时,读头60<sub>1</sub>构成为对标尺板22(的部分22<sub>1</sub>)照射测量光束(测量光)、并接收来自以135度方向(-45度方向)为周期方向的光栅的绕射光束的二维编码器70<sub>1</sub>、71<sub>1</sub>(参照图6)。

[0068] 编码器(以下,适当的简称为编码器)70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>、71<sub>1</sub>~71<sub>4</sub>的供应至主控制装置20(参照图6)。主控制装置20根据与形成有二维绕射光栅RG的标尺板21(构成的部分21<sub>1</sub>~21<sub>4</sub>)下面对向的至少三个编码器(亦即,输出有效测量值的至少三个编码器)的测量值,求出晶圆台WTB1、WTB2在包含紧邻投影光学系统PL下方区域的曝光时间移动区域内的位置信息。同样的,主控制装置20根据与形成有二维绕射光栅RG的标尺板22(构成的部分22<sub>1</sub>~22<sub>4</sub>)下面对向的至少三个编码器(亦即,输出有效测量值的至少三个编码器)的测量值,求出晶圆台WTB1、WTB2在包含紧邻对准系统ALG下方区域的测量时间移动区域内的位置信息。

[0069] 此外,本实施例的曝光装置100中,晶圆载台WST1、WST2(晶圆台WTB1、WTB2)的位置可藉由晶圆干涉仪系统18(参照图6)而与编码器系统70、71分开独立的加以测量。晶圆干涉仪系统18的测量结果,是辅助性的用于修正(校正)编码器系统70、71的测量值的长期变动(例如标尺的经时变形等造成)的情形时、或编码器系统70、71的输出异常时的备用等。此处,省略晶圆干涉仪系统18的详细说明。

[0070] 对准系统ALG,如图1所示,是在投影光学系统PL的+X侧相隔既定间隔配置的离轴

方式的对准系统。本实施例中,作为对准系统ALG,例如使用以卤素灯等的宽带光照明标记,并藉由对此标记影像进行影像处理据以测量标记位置的影像处理方式对准传感器的一种的FIA(Field Image Alignment)系统。来自对准系统ALG的摄影讯号透过未图标的对准讯号处理系统供应至主控制装置20(参照图6)。

[0071] 此外,对准系统ALG不限于FIA系统,当然亦可单独或适当组合使用例如对标记照射相干的(coherent)检测光,并检测从该标记产生的散射光或绕射光、或使从标记产生的二个绕射光(例如同次数的绕射光、或绕射于同方向的绕射光)干涉后加以检测的对准传感器。作为对准系统ALG,亦可使用例如美国专利申请公开第2008/0088843号说明书等所揭示的具有多个检测区域的对准系统。

[0072] 此外,于本实施例的曝光装置100,设有与对准系统ALG一起配置于测量站、与例如美国专利第5,448,332号说明书等所揭示者相同构成的斜入射方式的多点焦点位置检测系统(以下,简称为多点AF系统)AF(图1中未图示,参照图6)。以多点AF系统AF进行的测量动作,其至少一部分与以对准系统ALG进行的标记检测动作平行进行,且使用前述编码器系统于该测量动作中测量晶圆台的位置信息。多点AF系统AF的检测讯号经由AF讯号处理系统(未图标)供应至主控制装置20(参照图6)。主控制装置20根据多点AF系统AF的检测讯号与前述编码器系统的测量信息,检测晶圆W表面的Z轴方向的位置信息(段差信息/凹凸信息),曝光动作根据该事前检测信息与前述编码器系统的测量信息(Z轴、 $\theta_x$ 及 $\theta_y$ 方向的位置信息)实施扫描曝光中晶圆W的所谓的聚焦、调平控制。此外,亦可在曝光站内于投影单元PU近旁设置多点AF系统,于曝光动作时一边测量晶圆表面的位置信息(凹凸信息)一边驱动晶圆台,来实施晶圆W的聚焦、调平控制。

[0073] 曝光装置100中,进一步的于标线片R的上方设有例如美国专利第5,646,413号说明书等所揭示的使用曝光波长的光的TTR(Through The Reticle)方式的一对标线片对准系统13A、13B(图1中未图示,参照图6)。标线片对准系统13A、13B的检测讯号经由未图标的对准讯号处理系统供应至主控制装置20。此外,亦可取代标线片对准系统而使用设在晶圆载台WST上的未图示的空间像测量器进行标线片对准。

[0074] 图6是曝光装置100的与载台控制关联的控制系统的一部分省略的方块图。此控制系统以主控制装置20为中心而构成。主控制装置20包含由CPU(中央运算处理装置)、ROM(只读存储器)、RAM(随机存取内存)等构成的所谓的微电脑(或工作站),统筹控制装置全体。

[0075] 以上述方式构成的曝光装置100,在组件的制造时,藉由主控制装置20使装载了晶圆的晶圆载台WST1、WST2的一方在测量站(测量时间移动区域)内移动,以实施使用对准系统ALG及多点AF系统的晶圆测量动作。亦即,针对在测量时间移动区域内晶圆载台WST1、WST2的一方所保持的晶圆W,进行使用对准系统ALG的标记检测、所谓的晶圆对准(例如美国专利第4,780,617号说明书等所揭示的全晶圆加强型对准(EGA)等)、与使用多点AF系统的晶圆面信息(段差/凹凸信息)的测量。此时,以编码器系统70(编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>)或编码器系统71(编码器71<sub>1</sub>~71<sub>4</sub>)求取(测量)晶圆载台WST1、WST2的6自由度方向(X、Y、Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ )的位置信息。

[0076] 晶圆对准等的测量动作后,一方的晶圆载台(WST1或WST2)移动至曝光时间移动区域,藉由主控制装置20,使用标线片对准系统13A、13B、晶圆台(WTB1或WTB2)上的基准标记板(未图标)等,以和一般扫描步进机相同的程序(例如美国专利第5,646,413号说明书等所

揭示的程序)进行标线片对准等。

[0077] 接着,由主控制装置20根据晶圆对准等的测量结果进行步进扫描方式的曝光动作,将标线片R的图案分别转印至晶圆W上的多个照射区域。步进扫描方式的曝光动作,藉由交互的反复实施进行标线片载台RST与晶圆载台WST1或WST2的同步移动的扫描曝光动作、与将晶圆载台WST1或WST2移动至为进行照射区域曝光的加速开始位置的照射间移动(步进)动作,据以进行。在曝光动作时,以编码器系统70(编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>)或编码器系统71(编码器71<sub>1</sub>~71<sub>4</sub>)求出(测量)一方的晶圆载台(WST1或WST2)的6自由度方向(X、Y、Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ )的位置信息。

[0078] 此外,本实施例的曝光装置100具备二个晶圆载台WST1、WST2。因此,进行下述平行处理动作,亦即与对一方的晶圆载台、例如装载于晶圆载台WST1上的晶圆进行步进扫描方式的曝光,并与此平行的,进行对另一方的晶圆载台WST2上装载的晶圆进行晶圆对准等。

[0079] 本实施例的曝光装置100,如前所述,主控制装置20在曝光时间移动区域内及测量时间移动区域内的任一者时,皆使用编码器系统70(参照图6)求出(测量)晶圆载台WST1的6自由度方向(X、Y、Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ )的位置信息。此外,主控制装置20,在曝光时间移动区域内及测量时间移动区域内的任一者时,皆使用编码器系统71(参照图6)求出(测量)晶圆载台WST2的6自由度方向(X、Y、Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ )的位置信息。

[0080] 接着,进一步说明使用编码器系统70、71的XY平面内的3自由度方向(X轴方向、Y轴方向及 $\theta_z$ 方向(亦简记为X、Y、 $\theta_z$ ))的位置测量原理等。此处,编码器读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>或编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>的测量结果或测量值,是指编码器读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>或编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>的非Z轴方向的测量方向的测量结果。

[0081] 同样的,当晶圆载台WST1于曝光时间移动区域内、且相对曝光中心P位置-X侧且+Y侧区域(以曝光中心P为原点的第2象限内区域(然而,不含区域A<sub>0</sub>))的第2区域A<sub>2</sub>内时,读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>分别对向于标尺板21的部分21<sub>1</sub>、21<sub>2</sub>、21<sub>3</sub>。当晶圆载台WST1于曝光时间移动区域内、且相对曝光中心P位置-X侧且-Y侧区域(以曝光中心P为原点的第3象限内区域(然而,不含区域A<sub>0</sub>))的第3区域A<sub>3</sub>内时,读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>分别对向于标尺板21的部分21<sub>2</sub>、21<sub>3</sub>、21<sub>4</sub>。当晶圆载台WST1于曝光时间移动区域内、且相对曝光中心P位置+X侧且-Y侧区域(以曝光中心P为原点的第4象限内区域(然而,不含区域A<sub>0</sub>))的第4区域A<sub>4</sub>内时,读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>分别对向于标尺板21的部分21<sub>3</sub>、21<sub>4</sub>、21<sub>1</sub>。

[0082] 本实施例中,除针对前述编码器读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>及标尺板21的构成及配置的条件( $A \geq a_i + 2t$ 、 $B \geq b_i + 2t$ )外,亦考虑晶圆上形成图案的照射区域的尺寸(W、L),再加上条件 $A \geq a_i + W + 2t$ 、 $B \geq b_i + L + 2t$ 。此处,W、L分别为照射区域的X轴方向、Y轴方向的宽度。W、L分别与扫描曝光区间的距离、往X轴方向步进的距离相等。在此条件下,如图7及图13所示,当晶圆载台WST1位于以曝光中心P为中心的十字状区域A<sub>0</sub>(包含以通过曝光中心P的Y轴方向为长边方向的宽度 $A - a_i - 2t$ 的区域、与以X轴方向为长边方向的宽度 $B - b_i - 2t$ 的区域的区域(以下,称第0区域))内的情形时,晶圆载台WST1上的所有读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>对向于标尺板21(对应的部分21<sub>1</sub>~21<sub>4</sub>)。因此,在第0区域A<sub>0</sub>内,从所有读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>(编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>)将有效测量值送至主控制装置20。此外,本实施例中除上述条件( $A \geq a_i + 2t$ 、 $B \geq b_i + 2t$ )外,亦可考虑形成图案的晶圆上照射区域的尺寸(W、L),而再加上条件 $A \geq a_i + W + 2t$ 、 $B \geq b_i + L + 2t$ 。此处,W、L分别为照射区域的X轴方向、Y轴方向的宽度。W、L分别与扫描曝光区间的距离、往X轴方向的步



进距离相等。

[0083] 主控制装置20根据读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>(编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>)的测量结果,算出晶圆载台WST1在XY平面内的位置(X、Y、θ<sub>z</sub>)。此处,编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>的测量值(分别记载为C<sub>1</sub>~C<sub>4</sub>)如次式(1)~(4)所示,依存于晶圆载台WST1的位置(X、Y、θ<sub>z</sub>)。

$$[0084] \quad C_1 = -(\cos\theta_z + \sin\theta_z)X/\sqrt{2}$$

$$[0085] \quad +(\cos\theta_z - \sin\theta_z)Y/\sqrt{2} + \sqrt{2}p\sin\theta_z \cdots (1)$$

$$[0086] \quad C_2 = -(\cos\theta_z - \sin\theta_z)X/\sqrt{2}$$

$$[0087] \quad -(\cos\theta_z + \sin\theta_z)Y/\sqrt{2} + \sqrt{2}p\sin\theta_z \cdots (2)$$

$$[0088] \quad C_3 = (\cos\theta_z + \sin\theta_z)X/\sqrt{2}$$

$$[0089] \quad -(\cos\theta_z - \sin\theta_z)Y/\sqrt{2} + \sqrt{2}p\sin\theta_z \cdots (3)$$

$$[0090] \quad C_4 = (\cos\theta_z - \sin\theta_z)X/\sqrt{2}$$

$$[0091] \quad +(\cos\theta_z + \sin\theta_z)Y/\sqrt{2} + \sqrt{2}P\sin\theta_z \cdots (4)$$

[0092] 其中,如图5所示,p为从晶圆台WTB1(WTB2)的中心于读头的X轴及Y轴方向的距离。

[0093] 主控制装置20,依据晶圆载台WST1所在的区域A<sub>0</sub>~A<sub>4</sub>特定出与标尺板21对向的三个读头(编码器),并从上式(1)~(4)中选择该等测量值依据的式来组合连立方程式,使用三个读头(编码器)的测量值解连立方程式,据以算出晶圆载台WST1于XY平面内的位置(X、Y、θ<sub>z</sub>)。例如,晶圆载台WST1位于第1区域A<sub>1</sub>内的情形时,主控制装置20从读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>4</sub>(编码器70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>、70<sub>4</sub>)的测量值依据的式(1)、(2)及(4)组合连立方程式,将各读头的测量值代入式(1)、(2)及(4)各式左边以解连立方程式。

[0094] 此外,当晶圆载台WST1位置第0区域A<sub>0</sub>内的情形时,主控制装置20从读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>(编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>)中选择任意三个即可。例如,在晶圆载台WST1从第1区域移动至第0区域后,选择与第1区域对应的读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>4</sub>(编码器70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>、70<sub>4</sub>)即可。

[0095] 主控制装置20根据上述算出结果(X、Y、θ<sub>z</sub>),于曝光时间移动区域内驱动晶圆载台WST1(进行位置控制)。

[0096] 当晶圆载台WST1位于测量时间移动区域内的情形时,主控制装置20使用编码器系统70测量3自由度方向(X、Y、θ<sub>z</sub>)的位置信息。此处,关于测量原理等,除曝光中心P更换为对准系统ALG的检测中心、标尺板21(的部分21<sub>1</sub>~21<sub>4</sub>)更换为标尺板22(的部分22<sub>1</sub>~22<sub>4</sub>)外,与晶圆载台WST1位于之前的曝光时间移动区域内的情形相合。

[0097] 进一步的,主控制装置20依据晶圆载台WST1、WST2的位置,将与标尺板21、22对向的读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>中的三个,切换为至少一个不同的三个加以使用。此处,在切换编码器读头时,进行例如美国专利申请公开第2008/0094592号说明书等所揭示的确保晶圆载台位置测量结果的连续性的接续处理。

[0098] 接着,进一步说明在步进扫描方式的曝光动作时读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>的切换与接续处理。

[0099] 作为第1例,针对图7所示的对晶圆W<sub>1</sub>的曝光动作加以说明。此处,在晶圆W<sub>1</sub>上,例如,如图8中放大所示,于X轴方向排列有偶数、Y轴方向排列有奇数的合计36个照射区域S<sub>1</sub>~S<sub>36</sub>。

[0100] 对晶圆W<sub>1</sub>,沿图9所示的路径进行步进扫描方式的曝光。此外,图9中的路径为显示曝光中心(曝光区域IA的中心)P通过各照射区域上的轨迹。此轨迹中的实线部表示各照射区域的扫描曝光时的曝光中心P的移动轨迹,点线部(虚线部)则显示在扫描方向及非扫描

方向的相邻照射区域间的曝光中心P的步进移动实时的轨迹。虽然实际上,曝光中心P固定而晶圆与图9的路径反向移动,但本说明书中为便于说明,假设中心相对固定的晶圆移动。

[0101] 本实施例的曝光装置100,读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>中与标尺板21对向的三个依据晶圆载台WST1的位置切换使用。因此,在晶圆载台WST1从图7所示的区域A<sub>1</sub>~A<sub>4</sub>中的一个区域经由区域A<sub>0</sub>往其它区域移动时,即切换使用的读头。因此,图9中显示与晶圆W<sub>1</sub>上的曝光中心P的轨迹重迭而晶圆载台WST1位于该轨迹中曝光中心P的位置时,与标尺板21对向的读头组对应的区域B<sub>0</sub>~B<sub>4</sub>。

[0102] 图9中的区域B<sub>0</sub>~B<sub>4</sub>,分别对应图7中晶圆载台WST1的移动区域A<sub>0</sub>~A<sub>4</sub>。例如,在区域B<sub>i</sub>内的照射区域的扫描曝光、或往下个照射区域的步进移动时,晶圆载台WST1在区域A<sub>i</sub>内移动。因此,在曝光中心P位于区域B<sub>1</sub>内时,是读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>对向于标尺板21。同样的,在曝光中心P位于区域B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>及B<sub>0</sub>内时,则是分别为读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>及全读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>对向于标尺板21。

[0103] 承上所述,在因照射区域的扫描曝光或照射区域间的步进移动,曝光中心P在图9所示的轨迹上移动而从区域B<sub>1</sub>~B<sub>4</sub>中的一个区域经由区域B<sub>0</sub>移动至其它区域时,切换使用的读头。因此,图9中,对晶圆W<sub>1</sub>的读头切换的发生位置以双层圆加以表示。

[0104] 例如,首先,曝光中心P在对第1照射区域S<sub>1</sub>~第3照射区域S<sub>3</sub>进行曝光处理而从区域B<sub>1</sub>往区域B<sub>0</sub>移动后,对圆C<sub>1</sub>内所示的区域B<sub>0</sub>内的第4照射区域S<sub>4</sub>进行曝光处理后而往区域B<sub>2</sub>内的第5照射区域S<sub>5</sub>步进移动时,即发生读头的切换(第1切换)。此处,如前所述,在曝光中心P位于区域B<sub>1</sub>、B<sub>0</sub>、B<sub>2</sub>内时,分别是读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、全读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>、读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>对向于标尺板21。因此,第1切换将使用的读头从读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>切换为读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>。

[0105] 图10(A)用以详细说明第1切换的图9中的圆C<sub>1</sub>内部的放大图,在第1切换前后的晶圆载台WST1于Y轴方向的速度V<sub>y</sub>的时间变化则显示于图10(B)。

[0106] 图10(A)用以详细说明第1切换的图9中的圆C<sub>1</sub>内部的放大图,在第1切换前后的晶圆载台WST1于Y轴方向的速度V<sub>y</sub>的时间变化则显示于图10(B)。

[0107] 主控制装置20在对第3照射区域S<sub>3</sub>进行曝光处理后,根据读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>(编码器70<sub>4</sub>、70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>)的测量结果对晶圆载台WST1进行驱动(位置控制),使曝光中心P移动至为进行第4照射区域S<sub>4</sub>的曝光的加速开始位置e<sub>4</sub>。当曝光中心P到达加速开始位置e<sub>4</sub>时,主控制装置20即开始晶圆载台WST1(晶圆W<sub>1</sub>)与标线片载台RST(标线片R)的同步移动。亦即,主控制装置20加速驱动晶圆载台WST1,与此同时,与晶圆载台WST1反向且以晶圆载台WST1速度的投影倍率β的反数倍速度,追踪晶圆载台WST1的动作驱动标线片载台RST。如图10(B)所示,从加速开始(时间t<sub>4</sub>)经过加速时间T<sub>a</sub>后,两载台WST1、RST的速度即恒定。

[0108] 主控制装置20在对第3照射区域S<sub>3</sub>进行曝光处理后,根据读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>(编码器70<sub>4</sub>、70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>)的测量结果对晶圆载台WST1进行驱动(位置控制),使曝光中心P移动至为进行第4照射区域S<sub>4</sub>的曝光的加速开始位置e<sub>4</sub>。当曝光中心P到达加速开始位置e<sub>4</sub>时,主控制装置20即开始晶圆载台WST1(晶圆W<sub>1</sub>)与标线片载台RST(标线片R)的同步移动。亦即,主控制装置20加速驱动晶圆载台WST1,与此同时,与晶圆载台WST1反向且以晶圆载台WST1速度的投影倍率β的反数倍速度,追踪晶圆载台WST1的动作驱动标线片载台RST。如图10(B)所示,从加速开始(时间t<sub>4</sub>)经过加速时间T<sub>a</sub>后,两载台WST1、RST的速度即恒定。

[0109] 加速終了后、至曝光开始为止的安定时间(settling time)T<sub>b</sub>期间,主控制装置20

相对晶圆载台WST1进行标线片载台RST的追踪驱动直到晶圆W<sub>1</sub>与标线片R的位移误差成为既定的关系(大致零)。

[0110] 安定时间T<sub>b</sub>后,主控制装置20根据读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>(编码器70<sub>4</sub>、70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>)的测量结果以等速驱动晶圆载台WST1。如此,在曝光时间T<sub>c</sub>期间,如图10(A)所示,曝光区域IA(曝光中心P)即从照射区域S<sub>4</sub>的-Y端等速度移动至+Y端,照射区域S<sub>4</sub>被扫描曝光。于扫描曝光中,晶圆W<sub>1</sub>与标线片R的等速同步移动状态受到维持。

[0111] 曝光终了后、等速度过扫描时间(后安定时间)T<sub>d</sub>的期间,晶圆载台WST1以等速度移动。在此期间,如图10(A)所示,曝光中心P以等速度通过照射区域S<sub>4</sub>的+Y侧第1切换位置P<sub>1</sub>。此时,主控制装置20将使用的读头从读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>(编码器70<sub>4</sub>、70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>)切换为读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>(编码器70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>、70<sub>3</sub>)。此时,主控制装置20为确保切换前后的晶圆载台WST1的位置测量结果的连续性,实施接续处理。亦即,主控制装置20为使从读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>的测量值所得的晶圆载台WST1的位置测量结果(X'、Y'、θz')与从读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>的测量值所得的晶圆载台WST1的测量结果(X、Y、θz)一致,重设切换后新使用的读头60<sub>3</sub>的测量值C<sub>3</sub>。此接续处理的详情留待后叙。

[0112] 切换后、减速过扫描时间T<sub>e</sub>的期间,主控制装置20根据读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>(编码器70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>、70<sub>3</sub>)的测量结果进行晶圆载台WST1的减速驱动。同时,亦使标线片载台RST减速。此外,于减速过扫描时间T<sub>e</sub>,晶圆载台WST1与往Y轴方向的移动并行亦往X轴方向移动。如此,曝光中心P即从照射区域S<sub>4</sub>的+Y端以U字状轨迹、朝向区域B<sub>2</sub>内的下个照射区域S<sub>5</sub>步进移动。

[0113] 主控制装置20在晶圆载台WST1的减速终了后、继续与先前同样地驱动晶圆载台WST1与标线片载台RST,但将晶圆载台WST1与标线片载台RST分别驱动于相反方向,并使下个照射区域S<sub>5</sub>曝光。

[0114] 于编码器系统70(71)的测量结果中会包含因标尺的制造误差等造成的测量误差。

[0115] 接着,以下为简单地说明读头的切换及接续处理的原理,将四个读头亦抽象地记载为Enc1、Enc2、Enc3、Enc4。

[0116] 图11(A)中显示了在从读头(编码器)Enc1、Enc2、Enc3切换为编码器Enc2、Enc3、Enc4的前后,从编码器Enc1、Enc2、Enc3的测量值算出的晶圆载台WST1的位置坐标(X、Y、θz)、与从编码器Enc2、Enc3、Enc4的测量值算出的晶圆载台WST1的位置坐标(X'、Y'、θz')的时间变化(的轨迹)。因标尺制造误差等造成的测量误差,晶圆载台WST1的位置测量结果的轨迹会微细摆动。因此,例如美国专利申请公开第2008/0094592号说明书等所揭示的单纯的接续处理,将会一并计入该测量误差而重设新使用的编码器Enc4的测量值(此处为读头60<sub>4</sub>的测量值C<sub>4</sub>)。本实施例则采用不会产生此种状态的接续处理。

[0117] 其次,说明于本实施例的曝光装置100进行的接续处理的原理。本实施例中,晶圆载台WST1的位置坐标由主控制装置20以例如96μsec的时间间隔加以控制。于每一控制取样间隔,位置伺服控制系统(主控制装置20的一部分)更新晶圆载台WST1的现在位置,运算出为定位于目标位置的推力指令值等,将该结果输出至晶圆载台驱动系统27。如前所述,晶圆载台WST1的现在位置从构成编码器系统70的读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>(编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>)中的三个测量值算出。此等读头(编码器)的测量值以远短于控制取样间隔的时间间隔(测量取样间隔)加以监测。

[0118] 图12中显示了根据编码器系统70的测量结果的晶圆载台WST的驱动(位置控制)、

读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>(编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>)的切换以及伴随该切换的接续处理的概略情形。图12中的符号CSCK表示晶圆载台WST1的位置控制的取样频率(控制频率)的产生时序、符号MSCK则表示编码器的测量的取样频率(测量频率)的产生时序。

[0119] 主控制装置20于每一控制频率(CSCK),监测编码器系统70(构成此的四个编码器Enc1、Enc2、Enc3、Enc4)的测量值。

[0120] 在第1切换时,编码器Enc1、Enc2、Enc3、Enc4分别对应读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>(编码器70<sub>4</sub>、70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>、70<sub>3</sub>)。

[0121] 在控制频率时,主控制装置20如第1控制频率时般,从编码器Enc1、Enc2、Enc3的测量值使用由对应的式(1)~式(3)构成的连立方程式算出晶圆载台WST1的位置坐标(X、Y、 $\theta_z$ ),且亦从切换后使用的编码器Enc2、Enc3、Enc4的测量值算出晶圆载台WST1的位置坐标(X'、Y'、 $\theta_z'$ )。

[0122] 主控制装置20至照射区域S<sub>4</sub>的扫描曝光(曝光时间T<sub>c</sub>)终了为止,将从编码器Enc1、Enc2、Enc3的测量值算出的载台位置坐标(X、Y、 $\theta_z$ )作为伺服控制用载台坐标输出至晶圆载台驱动系统27,以驱动晶圆载台WST1。在曝光终了后、等速度过扫描时间(后安定时间)T<sub>d</sub>期间的第3控制频率时,主控制装置20将编码器Enc1、Enc2、Enc3切换为编码器Enc2、Enc3、Enc4。

[0123] 如图11(A)所示,因标尺制造误差等造成的测量误差,以单纯的接续处理是无法满足算出的载台位置坐标的连续性。因此,主控制装置20,与对照射区域S<sub>4</sub>的扫描曝光、亦即针对如图10(A)所示的扫描曝光区间的一部分Q<sub>1</sub>等速驱动晶圆载台WST1的动作并行,就每一控制频率(CSCK)实施为进行接续处理的前处理(亦称为接续运算)。亦即,主控制装置20,如图12所示,求出位置坐标(X、Y、 $\theta_z$ )与位置坐标(X'、Y'、 $\theta_z'$ )的差分,再就既定频率数k求出差分的移动平均MA<sub>k</sub>{(X、Y、 $\theta_z$ ) - (X'、Y'、 $\theta_z'$ )},作为坐标偏移(offset)O加以保持。图12中,移动平均的演算以符号MA<sub>k</sub>表示。

[0124] 此外,亦可针对位置坐标(X、Y、 $\theta_z$ )与位置坐标(X'、Y'、 $\theta_z'$ )的各个既定频率数K求出移动平均MA<sub>k</sub>(X、Y、 $\theta_z$ )与MA<sub>k</sub>(X'、Y'、 $\theta_z'$ ),将此等差MA<sub>k</sub>(X、Y、 $\theta_z$ ) - MA<sub>k</sub>(X'、Y'、 $\theta_z'$ )作为坐标偏移O加以保持。

[0125] 主控制装置20,在切换时,实施接续处理。亦即,主控制装置20为了与前一控制频率时(此场合,为第2控制频率时)从编码器Enc1、Enc2、Enc3的测量值算出的晶圆载台WST1的位置坐标(X、Y、 $\theta_z$ )一致,而于第3控制频率时,在从编码器Enc2、Enc3、Enc4的测量值算出的晶圆载台WST1的位置坐标(X'、Y'、 $\theta_z'$ )中加入前一第2控制频率时所保持的坐标偏移O。将经偏移修正的位置坐标{(X'、Y'、 $\theta_z'$ ) + O}代入编码器Enc4的测量值依据的式(1)~(4)的任一者以算出编码器Enc4的测量值,将其设定为编码器Enc4的测量值。图12中,此接续处理以记号CH表示。

[0126] 在进行上述接续处理时,须确认坐标偏移O的值针对最近的既定频率数充分的安定。再者,如前所述,由于标尺制造误差等造成的测量误差,从编码器系统70的测量值算出的晶圆载台WST1的位置坐标(X、Y、 $\theta_z$ )会相对真位置微细的摆动。因此,以从编码器Enc1、Enc2、Enc3的测量值算出的晶圆载台WST1的位置坐标(X、Y、 $\theta_z$ )与从编码器Enc2、Enc3、Enc4的测量值算出的晶圆载台WST1的位置坐标(X'、Y'、 $\theta_z'$ )的差充分安定的坐标偏移O一致或大致一致的时序(频率产生时),进行接续处理较佳。

[0127] 藉由以上的接续处理,如图11(B)所示,即能确保切换前后算出的晶圆载台位置坐标的连续性。

[0128] 此外,接续处理并非如上述般限于修正切换后读头测量值的情形,亦有其它处理,可采用该等处理。例如,亦可适用将该测量误差作为偏移,于晶圆载台的现在位置或目标位置加入偏移以进行晶圆载台的驱动(位置控制)、或仅修正该测量误差分的标线片位置等的其它手法。

[0129] 切换后,在图12的第4控制频率时以后,主控制装置20将从编码器Enc2、Enc3、Enc4的测量值算出的位置坐标( $X'$ 、 $Y'$ 、 $\theta z'$ )作为伺服控制用载台坐标输出至晶圆载台驱动系统27,以驱动控制晶圆载台WST1。

[0130] 此外,上述第1切换,在区域B<sub>0</sub>内的第4照射区域S<sub>4</sub>的扫描曝光后、往区域B<sub>2</sub>内的第5照射区域S<sub>5</sub>的步进移动前,切换使用的读头。此处,图7所示的晶圆W<sub>1</sub>上的照射区域的排列,如图9所示,区域B<sub>0</sub>内亦包含第3照射区域S<sub>3</sub>。因此,如图10(C)所示,亦可在区域B<sub>0</sub>内的第3照射区域S<sub>3</sub>的扫描曝光后、往第4照射区域S<sub>4</sub>的步进移动前,切换所使用的读头。此场合,与对照射区域S<sub>3</sub>的扫描曝光区间的一部分Q<sub>1</sub>'等速驱动晶圆载台WST1的动作并行进行上述接续运算,在第3照射区域S<sub>3</sub>的扫描曝光后、晶圆载台WST1以等速通过第3照射区域S<sub>3</sub>的-Y侧的切换发生位置P<sub>1</sub>'时,将使用的读头从读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>切换为读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>。此时,主控制装置20为确保切换前后晶圆载台WST1的位置测量结果的连续性,使用以接续处理、亦即将切换后新使用的读头60<sub>3</sub>的测量值C<sub>3</sub>,使用以接续运算求出的坐标偏移O加以重设。

[0131] 与上述第1切换同样的,曝光中心P在进行第7照射区域S<sub>7</sub>~第10照射区域S<sub>10</sub>的曝光处理而从区域B<sub>2</sub>往区域B<sub>0</sub>移动后、进行区域B<sub>0</sub>内第11照射区域S<sub>11</sub>的曝光处理而往区域B<sub>1</sub>内第12照射区域S<sub>12</sub>步进移动时,发生读头的切换(第2切换)。此处,使用的读头从读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>切换为读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>。

[0132] 其次,在进行晶圆W<sub>1</sub>上的Y轴方向中央排列于X轴方向的第15照射区域S<sub>15</sub>~第22照射区域S<sub>22</sub>的步进扫描曝光时,曝光中心P经由区域B<sub>0</sub>在区域B<sub>1</sub>、B<sub>4</sub>间或区域B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>间移动。此时,发生读头的切换(第3~第11切换)。在曝光中心P经由区域B<sub>0</sub>而在区域B<sub>1</sub>、B<sub>4</sub>间移动时使用的读头在读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>与读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>之间切换,而在区域B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>间移动时使用的读头则在读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>与读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>之间切换。

[0133] 图10(D)显示为详细说明代表第3~第11切换的第8及第9切换,而将图9中的圆C<sub>2</sub>内部加以放大的图。由此图10(D)可知,第20照射区域S<sub>20</sub>及第21照射区域S<sub>21</sub>(及其它第15照射区域S<sub>15</sub>~第19照射区域S<sub>19</sub>、第22照射区域S<sub>22</sub>)位于区域B<sub>0</sub>内。曝光中心P的轨迹跨越区域B<sub>0</sub>而在区域B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>间展开。亦即,曝光中心P系跨越区域B<sub>0</sub>在区域B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>间来回。

[0134] 主控制装置20,在第19照射区域S<sub>19</sub>的曝光处理后,根据读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>(编码器70<sub>2</sub>、70<sub>3</sub>、70<sub>4</sub>)的测量结果进行晶圆载台WST1的驱动(位置控制),使曝光中心P沿着图10(D)中以虚线所示的U字路径朝第20照射区域S<sub>20</sub>步进移动。

[0135] 在步进移动途中,当曝光中心P到达加速开始位置时,主控制装置20即开始晶圆载台WST1(晶圆W<sub>1</sub>)与标线片载台RST(标线片R)的加速(同步驱动)。从加速开始经加速时间(T<sub>a</sub>)后,两载台WST1、RST的速度即一定。

[0136] 进一步的,在安定时间(T<sub>b</sub>)后的曝光时间(T<sub>c</sub>)的期间,主控制装置20根据读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>(编码器70<sub>2</sub>、70<sub>3</sub>、70<sub>4</sub>)的测量结果等速驱动晶圆载台WST1。据此,曝光中心P即沿

着图10(D)中以实线所示的直线路径(扫描曝光路径)等速移动。亦即,曝光区域IA(曝光中心P)从照射区域S<sub>20</sub>的+Y端以等速度移动至-Y端,照射区域S<sub>20</sub>被扫描曝光。

[0137] 主控制装置20,与上述照射区域S<sub>20</sub>的扫描曝光并行,严格来说,与对照射区域S<sub>20</sub>的扫描曝光路径的一部分Q<sub>2</sub>等速移动晶圆载台WST1的动作并行,进行前述接续运算。主控制装置20在第20照射区域S<sub>20</sub>的扫描曝光后、晶圆载台WST1以等速度通过第20照射区域S<sub>20</sub>的-Y侧的切换发生位置P<sub>2</sub>时,将使用的读头从读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>切换为读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>。此时,主控制装置20为确保切换前后晶圆载台WST1的位置测量结果的连续性,使用以前述接续处理、亦即将切换后新使用的读头60<sub>1</sub>的测量值C<sub>1</sub>,使用以接续运算求出的坐标偏移0加以重设。

[0138] 切换后,主控制装置20根据读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>(编码器70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>、70<sub>3</sub>)的测量结果进行晶圆载台WST1的驱动(位置控制),使其往下个照射区域S<sub>21</sub>步进移动。此时,曝光中心P从照射区域S<sub>20</sub>的-Y端描绘一U字轨迹,暂时退出区域B<sub>2</sub>、再回到区域B<sub>0</sub>内,朝向下个照射区域S<sub>20</sub>。

[0139] 于步进移动途中,当曝光中心P到达加速开始位置时,主控制装置20即开始晶圆载台WST1(晶圆W<sub>1</sub>)与标线片载台RST(标线片R)的加速(同步驱动)。

[0140] 在从加速开始经过加速时间T<sub>a</sub>及安定时间T<sub>b</sub>后,主控制装置20根据读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>(编码器70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>、70<sub>3</sub>)的测量结果,沿着图10(D)中以实线所示的直线路径(扫描曝光路径)等速驱动晶圆载台WST1。据此,曝光区域IA(曝光中心P)即从照射区域S<sub>21</sub>的-Y端以等速度移动至+Y端,照射区域S<sub>21</sub>被扫描曝光。

[0141] 主控制装置20,与上述照射区域S<sub>21</sub>的扫描曝光并行,严格来说,与对照射区域S<sub>21</sub>的扫描曝光路径的一部分Q<sub>3</sub>等速移动晶圆载台WST1的动作并行,进行前述接续运算。主控制装置20在第21照射区域S<sub>21</sub>的扫描曝光后、晶圆载台WST1以等速度通过第21照射区域S<sub>21</sub>的+Y侧的切换发生位置P<sub>3</sub>时,将使用的读头从读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>切换为读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>。此时,主控制装置20为确保切换前后晶圆载台WST1的位置测量结果的连续性,使用以前述接续处理、亦即将切换后新使用的读头60<sub>4</sub>的测量值C<sub>4</sub>,使用以接续运算求出的坐标偏移0加以重设。

[0142] 切换后,主控制装置20根据读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>(编码器70<sub>2</sub>、70<sub>3</sub>、70<sub>4</sub>)的测量结果进行晶圆载台WST1的驱动(位置控制),使其往下个照射区域S<sub>22</sub>步进移动。此时,曝光中心P从照射区域S<sub>21</sub>的+Y端描绘一U字轨迹,暂时退出区域B<sub>3</sub>、再回到区域B<sub>0</sub>内,朝向下个照射区域S<sub>22</sub>。

[0143] 其次,曝光中心P,在进行第23照射区域S<sub>23</sub>~第26照射区域S<sub>26</sub>的曝光处理而从区域B<sub>3</sub>往区域B<sub>0</sub>移动后、进行区域B<sub>0</sub>内的第27照射区域S<sub>27</sub>的曝光处理而往区域B<sub>4</sub>内的第28照射区域S<sub>28</sub>步进移动时,发生读头的切换(第12切换)。此处,使用的读头从读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>切换为读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>。其详细动作与前述第1切换相同。

[0144] 同样的,曝光中心P在进行第31照射区域S<sub>31</sub>~第33照射区域S<sub>33</sub>的曝光处理而从区域B<sub>4</sub>往区域B<sub>0</sub>移动后、进行区域B<sub>0</sub>内第34照射区域S<sub>34</sub>的曝光处理而往区域B<sub>3</sub>内第35照射区域S<sub>35</sub>步进移动时,发生读头的切换(第13切换)。此处,使用的读头从读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>切换为读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>。其详细动作亦与前述第1切换相同。

[0145] 藉由上述读头的切换程序及接续处理,于步进扫描方式的曝光动作中,不会产生在晶圆上各照射区域的扫描曝光的进行中切换读头的情形,因此能维持充分的图案重迭精

度,实现安定的晶圆曝光处理。此外,在扫描曝光中,在晶圆载台WST1(WST2)等速移动的期间进行接续运算、并使用其结果在扫描曝光后立即进行接续处理及读头的切换,因此能确保读头切换前后晶圆载台的位置测量结果的连续性。

[0146] 接着,作为第2例,说明对图13所示晶圆W<sub>2</sub>的曝光动作。此处,在晶圆W<sub>2</sub>上,如图14中放大现显示,于X轴方向排列有奇数、Y轴方向排列有偶数的所有38个照射区域S<sub>1</sub>~S<sub>38</sub>。

[0147] 对晶圆W<sub>2</sub>,沿图15所示的路径进行步进扫描方式的曝光。图15中,显示了与路径重迭,晶圆载台WST1位于该路径中曝光中心P的位置时与标尺板21对向的读头组对应的区域B<sub>0</sub>~B<sub>4</sub>、与读头切换的发生位置。图15的记载与图9的记载相同。

[0148] 首先,曝光中心P在进行第1照射区域S<sub>1</sub>的曝光处理而从区域B<sub>1</sub>往区域B<sub>0</sub>移动后、进行区域B<sub>0</sub>内第2照射区域S<sub>2</sub>的曝光处理而往区域B<sub>2</sub>内第3照射区域S<sub>3</sub>步进移动时,发生读头的切换(第1切换)。此处,如前所述,在曝光中心P位于区域B<sub>1</sub>、B<sub>0</sub>、B<sub>2</sub>内时,分别是读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、所有读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>、读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>对向于标尺板21。因此,于第1切换,将使用的读头从读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>切换为读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>。其详细动作与前述第1例中对晶圆W<sub>1</sub>的第1切换相同。

[0149] 与上述第1切换同样的,曝光中心P在进行第4照射区域S<sub>4</sub>~第6照射区域S<sub>6</sub>的曝光处理而从区域B<sub>2</sub>往区域B<sub>0</sub>移动后、进行区域B<sub>0</sub>内第7照射区域S<sub>7</sub>的曝光处理而往区域B<sub>1</sub>内第8照射区域S<sub>8</sub>步进移动时,发生读头的切换(第2切换)。此时,使用的读头从读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>切换为读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>。

[0150] 其次,在进行晶圆W<sub>2</sub>上Y轴方向中央(第3行)排列于X轴方向的第11照射区域S<sub>11</sub>~第19照射区域S<sub>19</sub>的步进扫描曝光时,曝光中心P经由区域B<sub>0</sub>在区域B<sub>1</sub>、B<sub>4</sub>间或区域B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>间移动。此时,发生读头的切换(第3~第10切换)。同样的,在进行第4行排列于X轴方向的第20照射区域S<sub>20</sub>~第28照射区域S<sub>28</sub>的步进扫描曝光时,曝光中心P经由区域B<sub>0</sub>在区域B<sub>1</sub>、B<sub>4</sub>间或区域B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>间移动。此时,发生读头的切换(第11~第18切换)。曝光中心P经由区域B<sub>0</sub>在区域B<sub>1</sub>、B<sub>4</sub>间移动时在读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>与读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>之间、在区域B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>间移动时则在读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>与读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>之间切换使用的读头。

[0151] 图16(A)显示为详细说明代表第3~第18切换的第3及第4切换,而将图15中的圆C<sub>3</sub>内部加以放大的图。由此图16(A)可知,第11照射区域S<sub>11</sub>及第12照射区域S<sub>12</sub>位于区域B<sub>0</sub>与区域B<sub>1</sub>的交界上。曝光中心P的轨迹跨越区域B<sub>0</sub>而在区域B<sub>1</sub>、B<sub>4</sub>间展开。亦即,曝光中心P跨越区域B<sub>0</sub>在区域B<sub>1</sub>、B<sub>4</sub>间来回。

[0152] 此例中,由于曝光对象的照射区域并非完全包含在区域B<sub>0</sub>内,因此第3及第4切换的详细程序与对前述晶圆W<sub>1</sub>的第8及第9切换的详细程序有若干不同。因此,将重点置于不同处,详细说明第3及第4切换。

[0153] 主控制装置20在进行第10照射区域S<sub>10</sub>的曝光处理后,根据读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>(编码器70<sub>4</sub>、70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>)的测量结果进行晶圆载台WST1的驱动(位置控制),使曝光中心P沿图15中以虚线所示的路径,朝为进行第11照射区域S<sub>11</sub>的曝光的加速开始位置步进移动。

[0154] 步进移动后,主控制装置20开始晶圆载台WST1(晶圆W<sub>1</sub>)与标线片载台RST(标线片R)的加速同步驱动。从加速开始至经过加速时间(T<sub>a</sub>)后,两载台WST1、RST的速度即一定。

[0155] 进一步的在安定时间(T<sub>b</sub>)后的曝光时间(T<sub>c</sub>)的期间,主控制装置20根据读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>(编码器70<sub>4</sub>、70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>)的测量结果等速驱动晶圆载台WST1。据此,曝光中心P即沿着图

16 (A) 中以实线所示的直线路径(扫描曝光路径)等速移动。亦即,曝光区域IA(曝光中心P)从照射区域S<sub>11</sub>的-Y端以等速度移动至+Y端,照射区域S<sub>11</sub>被扫描曝光。

[0156] 主控制装置20与前述对晶圆W<sub>1</sub>的第8及第9切换同样的,与照射区域S<sub>11</sub>的扫描曝光并行、严格来说与对照射区域S<sub>11</sub>的扫描曝光路径的一部分Q<sub>5</sub>等速移动晶圆载台WST1的动作并行,进行前述接续运算。主控制装置20在进行第11照射区域S<sub>11</sub>的扫描曝光后,晶圆载台WST1以等速度通过第11照射区域S<sub>11</sub>的+Y侧的切换发生位置P<sub>5</sub>时,将使用的读头从读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>切换为读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>(第3切换)。此时,主控制装置20为确保切换前后晶圆载台WST1的位置测量结果的连续性,使用以前述接续处理、亦即将切换后新使用的读头60<sub>3</sub>的测量值C<sub>3</sub>,使用以接续运算求出的坐标偏移0加以重设。

[0157] 切换后,主控制装置20根据读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>(编码器70<sub>3</sub>、70<sub>4</sub>、70<sub>1</sub>)的测量结果进行晶圆载台WST1的驱动(位置控制),使其朝下个照射区域S<sub>12</sub>步进移动。此时,曝光中心P从照射区域S<sub>11</sub>的+Y端描绘一U字轨迹,暂时退出区域B<sub>4</sub>、再回到区域B<sub>0</sub>内,朝向下个照射区域S<sub>22</sub>。

[0158] 于步进移动途中,当曝光中心P到达加速开始位置时,为进行照射区域S<sub>12</sub>的曝光处理,主控制装置20开始晶圆载台WST1(晶圆W<sub>1</sub>)与标线片载台RST(标线片R)的加速(同步驱动)。然而,由于照射区域S<sub>12</sub>位于区域B<sub>0</sub>与区域B<sub>1</sub>的交界上,因此即产生在进行第12照射区域S<sub>12</sub>的扫描曝光中切换读头的必要。因此,第4切换在进行第12照射区域S<sub>12</sub>的扫描曝光前,将使用的读头从读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>切换为读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>。

[0159] 在第4切换,主控制装置20在切换之前,与曝光中心P沿U字状路径从照射区域S<sub>11</sub>往照射区域S<sub>12</sub>步进移动的途中,针对安定时间T<sub>b</sub>中通过的部分短直线区间Q<sub>6</sub>按等速驱动晶圆载台WST1的动作并行,进行前述接续运算。主控制装置20在进行第12照射区域S<sub>12</sub>的扫描曝光前,晶圆载台WST1以等速度通过第12照射区域S<sub>12</sub>的+Y侧的切换发生位置P<sub>6</sub>时,将使用的读头从读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>切换为读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>。此时,主控制装置20为确保切换前后晶圆载台WST1的位置测量结果的连续性,使用以前述接续处理、亦即将切换后新使用的读头60<sub>2</sub>的测量值C<sub>2</sub>,使用以接续运算求出的坐标偏移0加以重设。

[0160] 切换后,主控制装置20根据读头60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>(编码器70<sub>4</sub>、70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>)的测量结果,使晶圆载台WST1沿图16(A)中以实线所示的直线路径(扫描曝光路径)等速移动。据此,曝光区域IA(曝光中心P)以等速度从照射区域S<sub>12</sub>的+Y端移动至-Y端,照射区域S<sub>12</sub>被扫描曝光。

[0161] 不过,安定时间T<sub>b</sub>中的接续运算,由于晶圆载台WST1被以等速度驱动的距离(直线区间Q<sub>6</sub>的距离)较短,有可能发生无法获得充分安定的坐标偏移0的情形。

[0162] 为防范上述事态的发生于未然,作为充分确保(获得充分安定的坐标偏移0)用以进行接续运算的时间的第1方法,可考虑在加速驱动晶圆载台WST1的期间,亦即在图16(A)中曝光中心P沿U字状路径朝照射区域S<sub>12</sub>步进移动的途中、与针对加速时间T<sub>a</sub>(或减速过扫描时间T<sub>e</sub>与加速时间T<sub>a</sub>)中通过的充分长的曲线区间Q<sub>6</sub>'驱动晶圆载台WST1的动作并行,进行前述接续运算。然而,此时由于晶圆载台WST1加速,因此以编码器系统70进行的载台位置测量有可能产生误差。

[0163] 亦即,如图17(A)所示,本实施例的编码器系统70从搭载于晶圆载台WST1读头60<sub>1</sub>、与Z轴平行的对对向的标尺板21(22)照射测量光束。然而,于晶圆载台WST1施加例如图17(B)中以箭头所示方向(-X方向)的加速度时,编码器读头60<sub>1</sub>的设置位置即相对晶圆载台WST1往+X方向位移且设置姿势往θ<sub>y</sub>方向倾斜。如此,测量光束即倾斜、而照射于偏离设计上



照射点的标尺板21 (22) 上的点,产生测量误差。

[0164] 因此,考虑加速时间中亦会有进行接续运算的情形而预先实测晶圆载台WST1 (WST2) 的加速度与编码器系统70 (71) 的测量误差的关系,在曝光装置的动作中,使用该实测数据修正编码器系统70 (71) 的测量结果亦可。或者,亦可于晶圆载台WST1 (WST2) 设置测定读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>的位置与倾斜的测定器,根据测定器的测定结果来修正读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>的测量值。

[0165] 作为充分确保为进行接续运算的时间的第2方法,如图16 (B) 所示,可考虑于步进路径设置冗长区间Q<sub>6</sub>”来延长晶圆载台WST1等速移动的区间(亦即图16 (A) 中的区间Q<sub>6</sub>),在晶圆载台WST1被以等速度驱动于该区间的期间进行接续运算。

[0166] 作为充分确保为进行接续运算的时间的第3方法,可考虑在针对前述编码器读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>及标尺板21的构成及配置的条件( $B \geq b_i + L + 2t$ )外,再考虑U字状步进区间的Y轴方向距离La而加上条件 $B \geq b_i + 2La + 2t$ (亦即,变更为条件 $B \geq b_i + \text{Max}(L, 2La) + 2t$ )。

[0167] 图16 (C) 放大显示了图15中的圆C<sub>4</sub>内部。不过,在图16 (C) 中,依据上述条件 $B \geq b_i + \text{Max}(L, 2La) + 2t$ 而将区域B<sub>0</sub>扩大于Y轴方向。在图16 (C) 的情形中,由于U字状步进区间完全包含在区域B<sub>0</sub>内,因此在照射区域S<sub>19</sub>的扫描曝光后,仅在往照射区域S<sub>20</sub>进行Y步进时需要读头切换(图15中的第10切换),而无需图15中的第3~9切换及第11~18切换。

[0168] 此外,条件 $B \geq b_i + \text{Max}(L, 2La) + 2t$ 并不限于如晶圆W<sub>2</sub>一样于Y轴方向排列偶数照射区域的照射区域排列,可适用于任意照射区域排列。

[0169] 接着,在曝光中心P进行第29照射区域S<sub>29</sub>~第31照射区域S<sub>31</sub>的曝光处理而从区域B<sub>4</sub>往区域B<sub>0</sub>移动后,进行区域B<sub>0</sub>内第32照射区域S<sub>32</sub>的曝光处理而往区域B<sub>3</sub>内第33照射区域S<sub>33</sub>步进移动时,发生读头的切换(第19切换)。此时,使用的读头从读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>切换为读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>。其详细动作与前述第1切换相同。

[0170] 同样的,在曝光中心P进行第36照射区域S<sub>36</sub>的曝光处理而从区域B<sub>3</sub>往B<sub>0</sub>移动后,进行区域B<sub>0</sub>内第37照射区域S<sub>37</sub>的曝光处理而往区域B<sub>4</sub>内第38照射区域S<sub>38</sub>步进移动时,发生读头的切换(第20切换)。此时,使用的读头从读头60<sub>2</sub>、60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>切换为读头60<sub>3</sub>、60<sub>4</sub>、60<sub>1</sub>。其详细动作亦与前述第1切换相同。

[0171] 藉由上述读头的切换程序及接续处理,于步进扫描方式的曝光动作中,不会产生在晶圆上各照射区域的扫描曝光的进行中切换读头的情形,因此能维持充分的图案重迭精度,实现安定的晶圆曝光处理。此外,主控制装置20在扫描曝光中晶圆载台WST1 (WST2) 等速移动的期间进行接续运算,并使用其结果在扫描曝光后立刻进行接续处理及读头的切换。或者,主控制装置20在步进移动中晶圆载台WST1 (WST2) 等速移动的期间进行接续运算、或加速移动的期间一边进行加速度修正一边进行接续运算,并使用其结果在扫描曝光后立刻进行接续处理及读头的切换。如此,确保读头切换前后晶圆载台的位置测量结果的坐标的连续性。

[0172] 接着,进一步说明以编码器系统70、71进行的3自由度方向(Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ )的位置测量原理等。此处,编码器读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>或编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>的测量结果或测量值,指编码器读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>或编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>的Z轴方向的测量结果。

[0173] 本实施例,由于采用了如前述的编码器读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>及标尺板21的构成及配置,在曝光时间移动区域内,依据晶圆载台WST1 (WST2) 所在的区域A<sub>0</sub>~A<sub>4</sub>,编码器读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>中

的至少三个与标尺板21 (的对应部分21<sub>1</sub>~21<sub>4</sub>) 对向。从与标尺板21对向的读头 (编码器) 将有效测量值送至主控制装置20。

[0174] 主控制装置20根据编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>的测量结果算出晶圆载台WST1 (WST2) 的位置 (Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ )。此处, 编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>于Z轴方向的测量值 (非前述Z轴方向的测量方向, 亦即与针对XY平面内的一轴方向的测量值C<sub>1</sub>~C<sub>4</sub>作出区别, 分别记载为D<sub>1</sub>~D<sub>4</sub>), 如下式 (5) ~ (8) 般依存于晶圆载台WST1 (WST2) 的位置 (Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ )。

$$[0175] \quad D_1 = -p \tan \theta_y + p \tan \theta_x + Z \quad \cdots (5)$$

$$[0176] \quad D_2 = p \tan \theta_y + p \tan \theta_x + Z \quad \cdots (6)$$

$$[0177] \quad D_3 = p \tan \theta_y - p \tan \theta_x + Z \quad \cdots (7)$$

$$[0178] \quad D_4 = -p \tan \theta_y - p \tan \theta_x + Z \quad \cdots (8)$$

[0179] 其中, p为从晶圆台WTB1 (WTB2) 的中心至读头的X轴及Y轴方向的距离 (参照图5)。

[0180] 主控制装置20依据晶圆载台WST1 (WST2) 所在的区域A<sub>0</sub>~A<sub>4</sub>从上式 (5) ~ (8) 选择三个读头 (编码器) 的测量值依据的式, 藉由将三个读头 (编码器) 的测量值代入以解由所选择的三个式构成的连立方程式, 据以算出晶圆载台WST1 (WST2) 的位置 (Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ )。例如, 晶圆载台WST1 (或WST2) 位于第1区域A<sub>1</sub>内的情形时, 主控制装置20由读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>4</sub> (编码器70<sub>1</sub>、70<sub>2</sub>、70<sub>4</sub>) (或读头60<sub>1</sub>、60<sub>2</sub>、60<sub>4</sub> (编码器71<sub>1</sub>、71<sub>2</sub>、71<sub>4</sub>)) 的测量值依据的式 (5)、(6) 及 (8) 组合连立方程式, 将测量值代入式 (5)、(6) 及 (8) 各式的左边以解的。

[0181] 此外, 当晶圆载台WST1 (或WST2) 位于第0区域A<sub>0</sub>内的情形时, 从读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub> (编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>) (或读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub> (编码器71<sub>1</sub>~71<sub>4</sub>)) 选择任意三个, 使用由所选择的三个读头的测量值依据的式组合的连立方程式即可。

[0182] 主控制装置20根据上述算出结果 (Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ ) 与前述段差信息 (聚焦映射数据 (focus mapping data)), 于曝光时间移动区域内进行晶圆载台WST1 (或WST2) 聚焦调平控制。

[0183] 当晶圆载台WST1 (或WST2) 位于测量时间移动区域内的情形时, 主控制装置20使用编码器系统70或71测量3自由度方向 (Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ ) 的位置信息。此处, 测量原理等, 除曝光中心换为对准系统ALG的检测中心、标尺板21 (的部分21<sub>1</sub>~21<sub>4</sub>) 换为标尺板22 (的部分22<sub>1</sub>~22<sub>4</sub>) 外, 与晶圆载台WST1位于之前的曝光时间移动区域内的情形相同。主控制装置20根据编码器系统70或71的测量结果, 进行晶圆载台WST1或WST2的聚焦调平控制。此外, 于测量时间移动区域 (测量站) 亦可不进行聚焦、调平。亦即, 先取得标记位置及段差信息 (聚焦映射数据 (focus mapping data)), 并从该段差信息减去段差信息取得时 (测量时) 的晶圆载台的Z倾斜分, 据以取得晶圆载台的基准面、例如以上面为基准的段差信息。于曝光时, 根据此段差信息与晶圆载台 (的基准面) 的3自由度方向 (Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ ) 的位置信息, 即能进行聚焦、调平。

[0184] 此外, 主控制装置20依据晶圆载台WST1、WST2的位置, 将与标尺板21、22对向的读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>中的三个换为至少一个不同的三个来使用。此处, 于切换编码器读头时, 为确保晶圆载台WST1 (或WST2) 的位置测量结果的连续性, 进行与前述相同的接续处理。

[0185] 如以上详细的说明, 于本实施例的曝光装置100, 设有对涵盖除了紧邻投影光学系统PL (对准系统ALG) 下方区域外的晶圆载台WST1、WST2的移动范围的标尺板21, 从晶圆载台WST1、WST2搭载的四个读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>照射测量光束, 据以测量晶圆载台WST1、WST2的6自由度 (X、Y、Z、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ ) 方向的位置信息的编码器系统70、71。此外, 读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>的配置间隔A、B

分别设定为大于标尺板21、22的开口的宽度 $a_i$ 、 $b_i$ 。如此,视晶圆载台WST1、WST2的位置从四个读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>中切换使用与标尺板21、22对向的三个读头,即能求出(测量)晶圆载台WST1、WST2的位置信息。

[0186] 此外,本实施例的曝光装置100中,读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>的配置间隔A、B分别设定为大于标尺板21、22的开口宽度 $a_i$ 、 $b_i$ 与照射区域的宽度W、L的和。如此,在为使晶圆曝光而(等速)扫描驱动保持晶圆的晶圆载台WST1、WST2的期间,即能在不切换读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>的情形下测量晶圆载台WST1、WST2的位置信息。因此,能以良好精度将图案形成于晶圆上,尤其是在第2层以后的曝光时,能将重迭精度维持于高精度。

[0187] 此外,本实施例的曝光装置100,为了使用以四个读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>测量的晶圆载台WST1、WST2的位置信息的测量结果来使晶圆上的受制于曝光的照射区域曝光,而(等速)扫描驱动保持晶圆的晶圆载台WST1、WST2,驱动后,视晶圆载台WST1、WST2的位置从四个读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>中将用于测量位置信息的三个一组的读头组(包含至少一个不同的读头)切换为另一读头组。或者,藉由位置信息的测量结果的使用,将晶圆载台WST1、WST2往针对受制于曝光的照射区域的(等速)扫描驱动的开始点步进驱动,于步进驱动后,在晶圆载台WST1、WST2为了使受制于曝光的照射区域曝光而(等速)扫描驱动之前,视晶圆载台WST1、WST2的位置将四个读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>中用于位置信息的测量的读头组(包含不同的读头)切换为另一读头组。如此,在为使晶圆曝光而(等速)扫描驱动保持晶圆的晶圆载台WST1、WST2的期间,即能在不切换读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>的情形下测量晶圆载台WST1、WST2的位置信息。因此,能以良好精度将图案形成于晶圆上,尤其是在第2层以后的曝光时,能将重迭精度维持于高精度。

[0188] 附带地,上述实施例中,可分别接近晶圆台上面四角的读头设置至少一个辅助读头,在主要读头发生测量异常时,切换为近旁的辅助读头来持续进行测量。此时,针对辅助读头亦可适用前述配置条件。

[0189] 附带地,上述实施例中,虽针对在标尺板21、22的部分21<sub>1</sub>~21<sub>4</sub>、22<sub>1</sub>~22<sub>4</sub>各个的下面形成有二维绕射光栅RG的情形作了例示,但不限于此,形成有仅以对应编码器读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>的测量方向(在XY平面内的一轴方向)为周期方向的1维绕射光栅的场合,亦能适用上述实施例。

[0190] 此外,上述实施例,虽针对各读头60<sub>1</sub>~60<sub>4</sub>(编码器70<sub>1</sub>~70<sub>4</sub>)采用以XY平面内的一轴方向与Z轴方向为测量方向的二维编码器的情形作了例示,但不限于此,亦可采用以XY平面内的1轴方向为测量方向的1维编码器与以Z轴方向为测量方向的1维编码器(或非编码器方式的面位置传感器等)。或者,亦可采用以XY平面内彼此正交的2轴方向为测量方向的二维编码器。再者,亦可采用以X轴、Y轴及Z轴方向的3方向为测量方向的3维编码器(3DOF传感器)。

[0191] 附带地,上述实施例虽针对曝光装置为扫描步进机的情形作了说明,但不限于此,亦可于步进机等的静止型曝光装置适用上述实施例。即使是步进机等,藉由以编码器测量搭载有曝光对象物体的载台的位置,与使用干涉仪测量载台位置的情形不同的,能使空气波动造成的位置测量误差的发生几乎为零,可根据编码器的测量值高精度的定位载台,结果,能以高精度将标线片图案转印至晶圆上。此外,上述实施例亦能适于将照射区域与照射区域加以合成的步进接合(step&stitch)方式的投影曝光装置。再者,亦可于例如美国专利第6,590,634号说明书、美国专利第5,969,441号说明书、美国专利第6,208,407号说明书等

所揭示的具备多个晶圆载台的多载台型曝光装置适用上述实施例。此外,亦可用于例如美国专利申请公开第2007/0211235号说明书及美国专利申请公开第2007/0127006号说明书等所揭示的具备与晶圆载台不同的、包含测量构件(例如基准标记及/或传感器等)的测量载台的曝光装置适用上述实施例。

[0192] 此外,上述实施例的曝光装置,亦可以是例如国际公开第99/49504号、美国专利申请公开第2005/0259234号说明书等所揭示的液浸型曝光装置。

[0193] 此外,上述实施例的曝光装置中的投影光学系统不限于缩小系统而可以是等倍及放大系统的任一种,投影光学系统PL不限于折射系统而亦可以是反射系统及折反射系统的任一种,其投影像可以是倒立像及正立像的任一种。

[0194] 此外,照明光IL不限于ArF准分子雷射光(波长193nm),亦可以是KrF准分子雷射光(波长248nm)等的紫外光、或F<sub>2</sub>雷射光(波长157nm)等的真空紫外光。亦可使用例如美国专利第7,023,610号说明书所揭示的以掺杂有铒(或铒及镱两者)的光纤放大器,将从DFB半导体雷射或光纤雷射发出的红外线区或可见区的单一波长雷射光加以放大作为真空紫外光,并以非线性光学结晶将其转换波长成紫外光的谐波。

[0195] 此外,上述实施例中,虽使用在光透射性的基板上形成有既定遮光图案(或相位图案、减光图案)的光透射型光罩(标线片),但亦可取代此标线片,使用例如美国专利第6,778,257号说明书所揭示的根据待曝光图案的电子数据,来形成透射图案或反射图案、或发光图案的电子光罩(包含亦称为可变成形光罩、主动光罩或影像产生器的例如非发光型影像显示组件(空间光调变器)的一种的DMD(Digital Micro-mirror Device)等)。使用该可变成形光罩的场合,由于搭载晶圆或玻璃板片等的载台相对可变成形光罩被扫描,藉由使用编码器系统及雷射干涉仪系统测量此载台的位置,即能获得与上述实施例同等的效果。

[0196] 此外,上述实施例亦能适应用于例如国际公开第2001/035168号所揭示的藉由在晶圆W上形成干涉条纹,据以在晶圆W上形成线与空间图案(line & space)图案的曝光装置(微影系统)。

[0197] 再者,亦能将上述实施例适用于例如美国专利第6,611,316号所揭示的将两个标线片图案透过投影光学系统合成在晶圆上,藉由一次扫描曝光使晶圆上的一个照射区域大致同时双重曝光的曝光装置。

[0198] 附带地,上述实施例中待形成图案的物体(被照射能量束的曝光对象物体)不限于晶圆,亦可以是玻璃板、陶瓷基板、薄膜构件或光罩母板等的其它物体。

[0199] 曝光装置的用途不限于半导体制造用的曝光装置,亦能广泛适用于例如将液晶显示组件图案转印至方型玻璃板片的液晶用曝光装置、及用以制造有机EL、薄膜磁头、摄影组件(CCD等)、微机器及DNA芯片等的曝光装置。此外,不仅仅是半导体元件等的微元件,本发明亦能适用于为制造光曝光装置、EUV曝光装置、X射线曝光装置及电子束曝光装置等所使用的标线片或光罩,而将电路图案转印至玻璃基板或矽晶圆等的曝光装置。

[0200] 附带地,援用以上说明所引用的关于曝光装置等所有公报、国际公开公报、美国专利申请公开说明书及美国专利说明书的揭示作为本说明书记载的一部分。

[0201] 附带地,半导体等的电子组件经由进行组件的功能、性能设计的步骤、制作依据此设计步骤的标线片的步骤、从硅材料制作晶圆的步骤、以前述各实施例的曝光装置(图案形成装置)及其曝光方法将光罩(标线片)图案转印至晶圆的微影步骤、使曝光后晶圆(物体)

显影的显影步骤、将残存有光阻的以外部分的露出构件以蚀刻加以去除的蚀刻步骤、将蚀刻后不要的光阻去除的光阻除去步骤、组件组装步骤(包含切割步骤、结合步骤、封装步骤)、以及检查步骤等而制造出。此场合,于微影制程使用上述实施例的曝光装置及曝光方法,因此能以良好的生产性制造高体积度的组件。

[0202] 此外,上述实施例的曝光装置(图案形成装置)将包含本案申请专利范围所举的各构成要素的各种子系统,以能保持既定机械精度、电气精度、光学精度的方式,加以组装制造。为确保上述各种精度,于此组装的前后,对各种光学系统进行用以达成光学精度的调整,对各种机械系统进行用以达成机械精度的调整,对各种电气系统则进行用以达成各种电气精度的调整。各种子系统组装至曝光装置的步骤,包含各种子系统彼此间的机械连接、电气回路的连接、气压回路的连接等。此各种子系统组装至曝光装置的步骤前,当然有各个子系统的组装步骤。各种子系统组装至曝光装置的步骤结束后,即进行综合调整,以确保曝光装置整体的各种精度。此外,曝光装置的制造以在温度及清洁度等受到管理的无尘室中进行较佳。

[0203] 产业上的可利用性

[0204] 如以上的说明,本发明的曝光装置及曝光方法适于使物体曝光。此外,本发明的组件制造方法非常适于制造半导体组件或液晶显示组件等的电子组件。





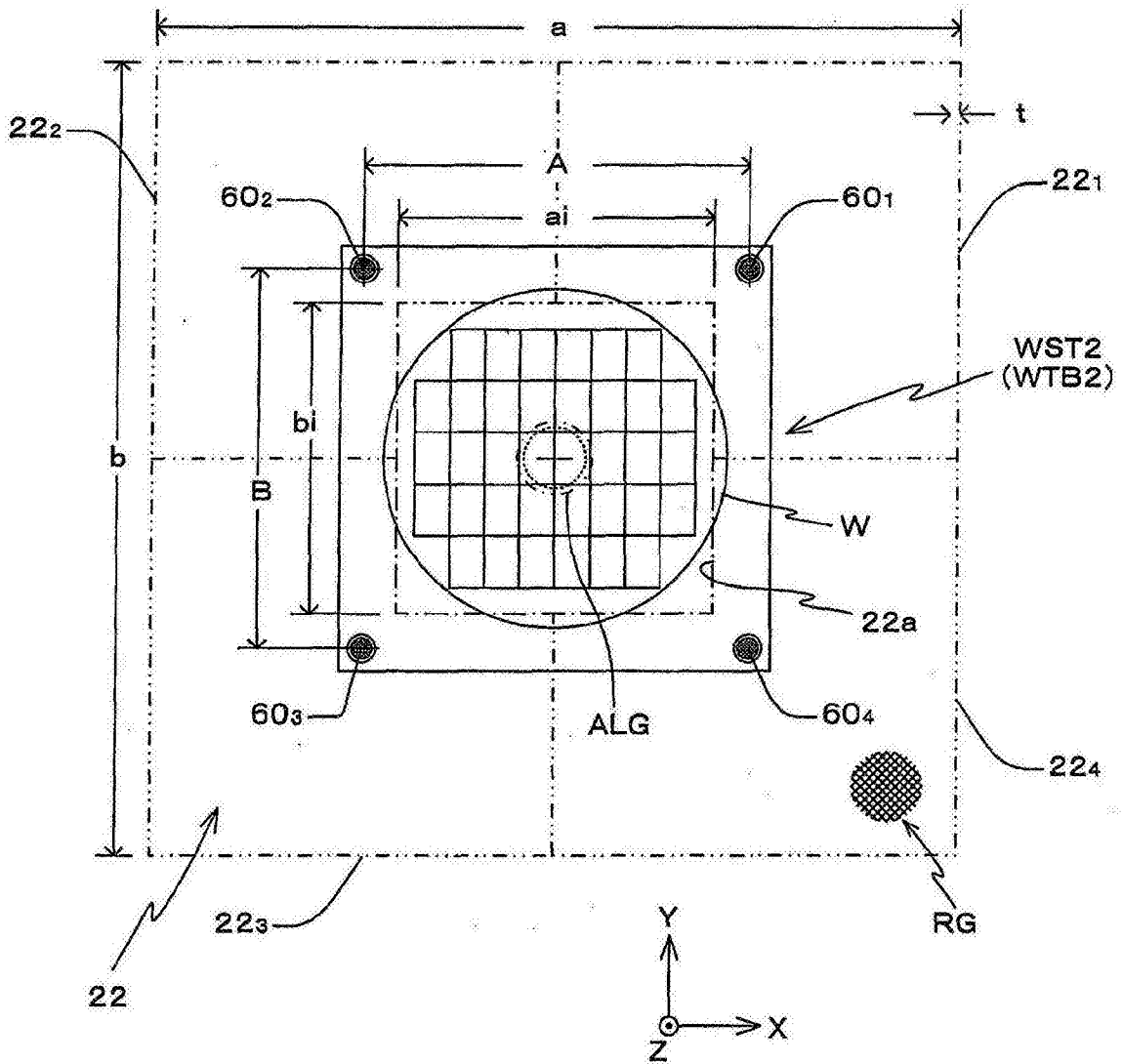


图3



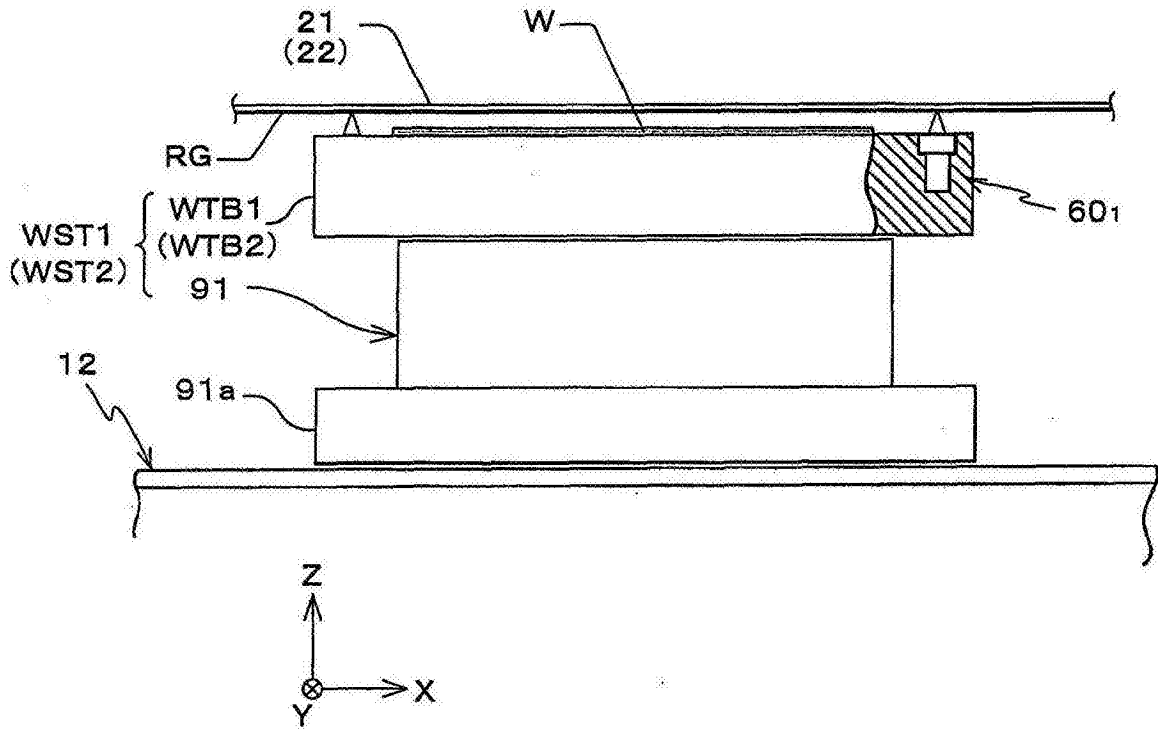


图4

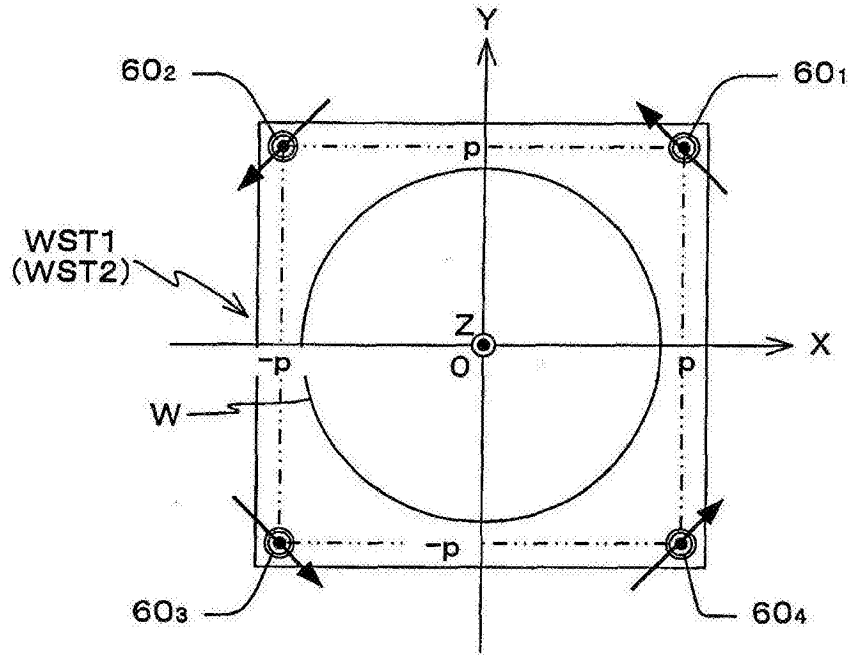


图5

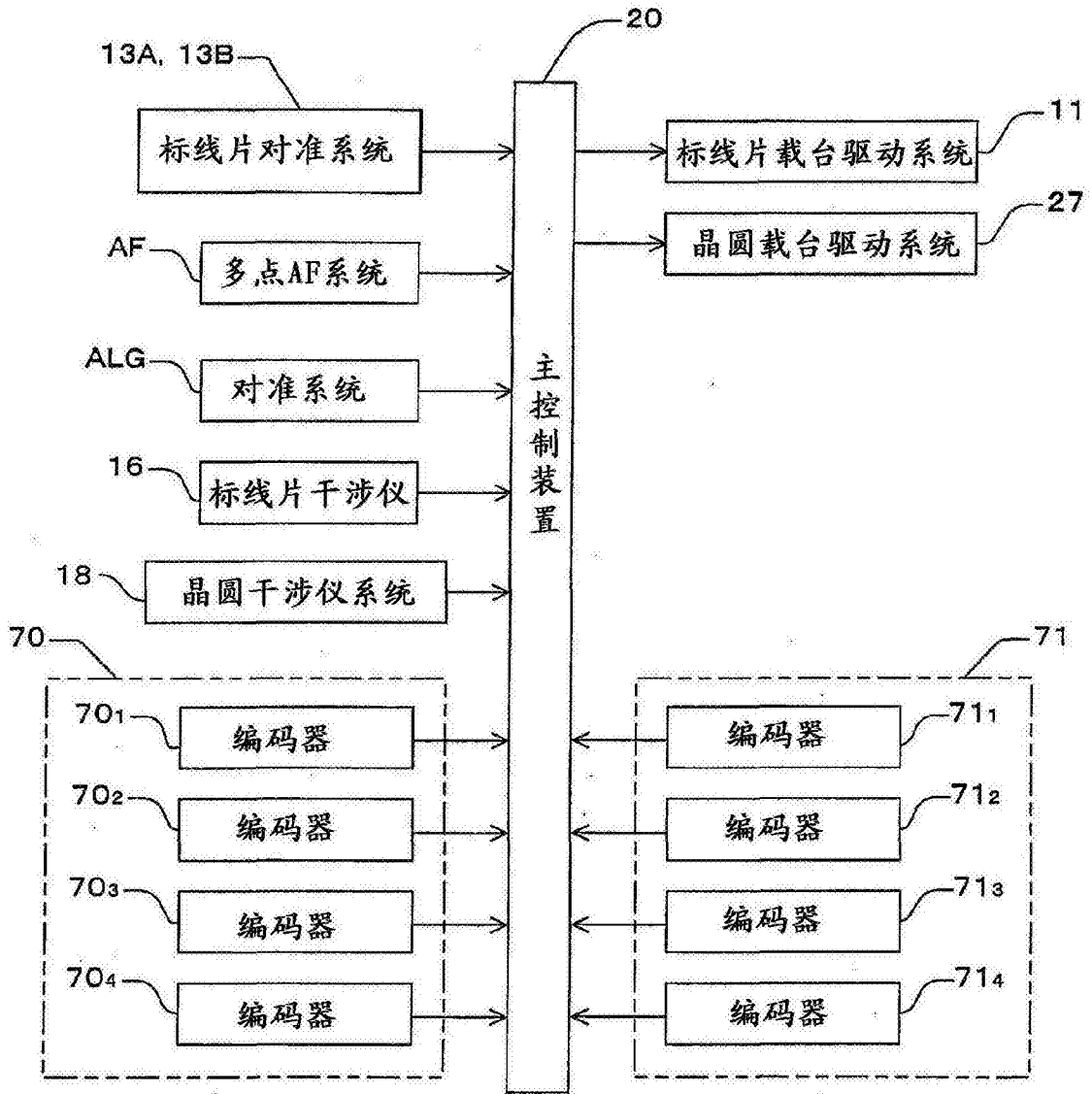


图6

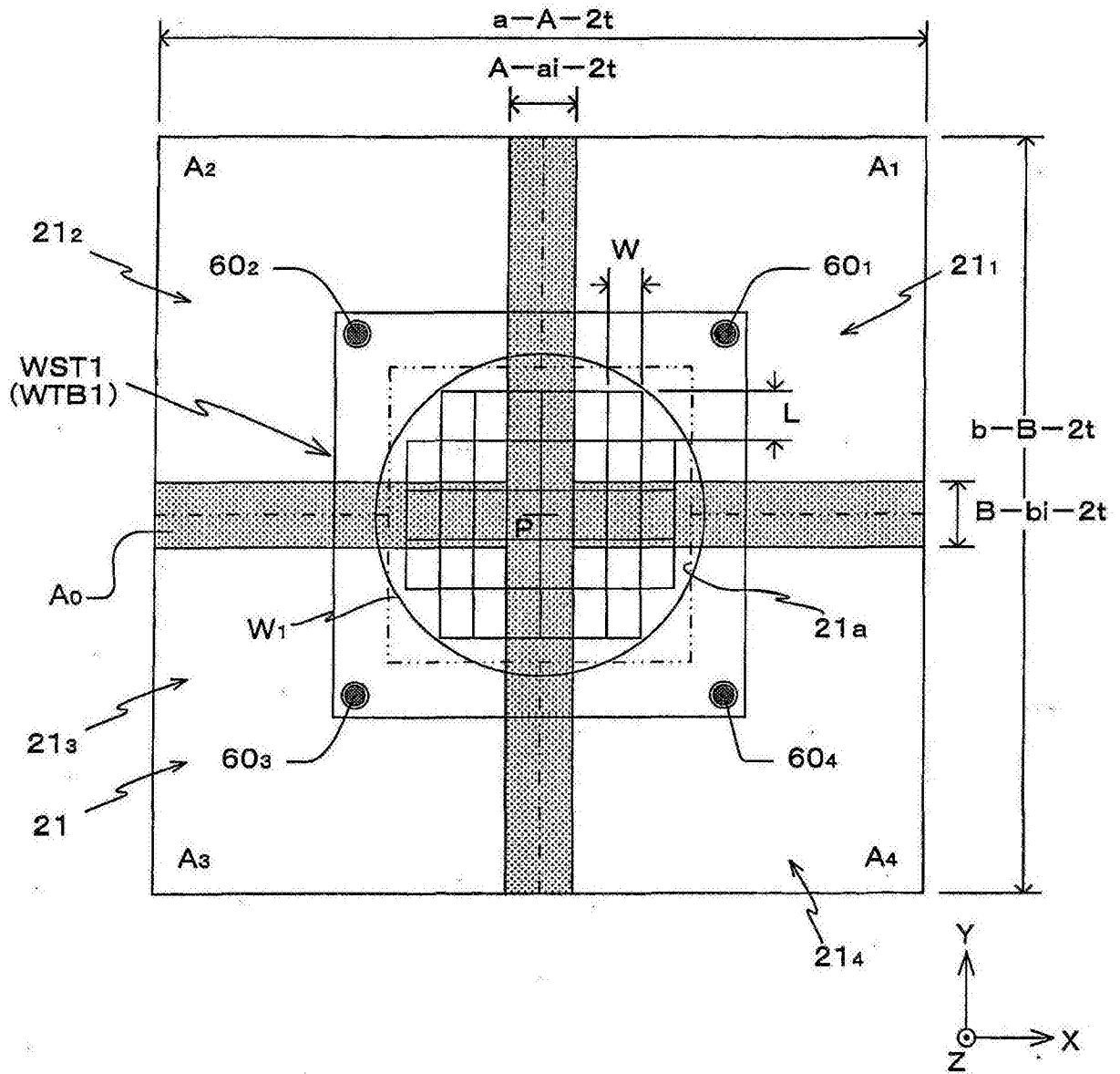


图7

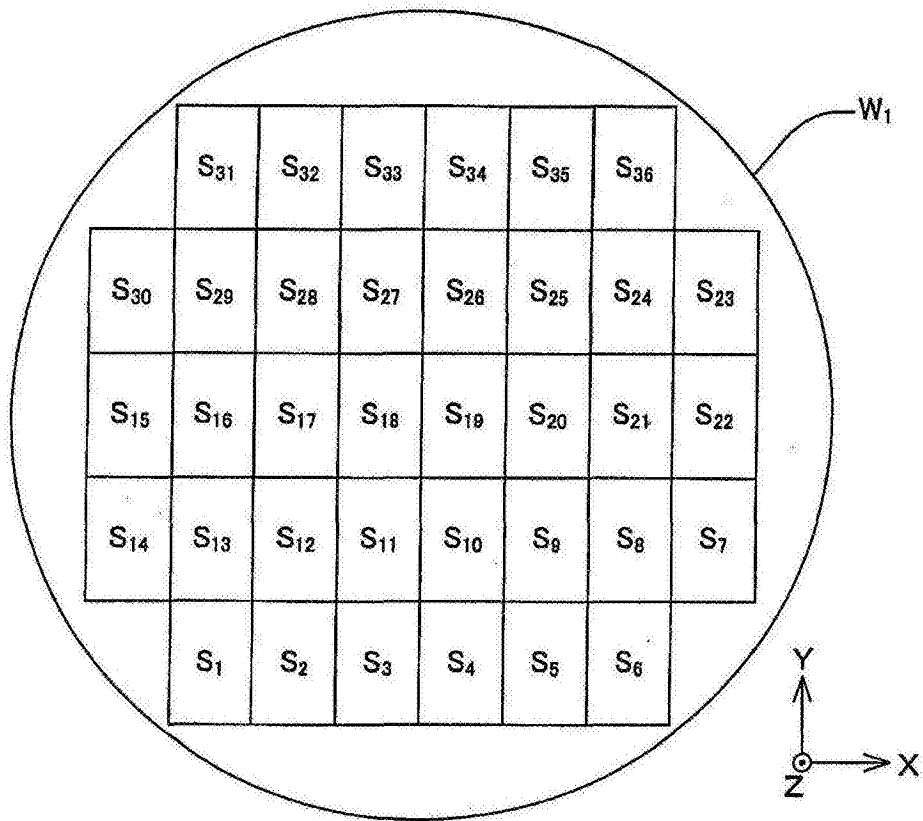


图8

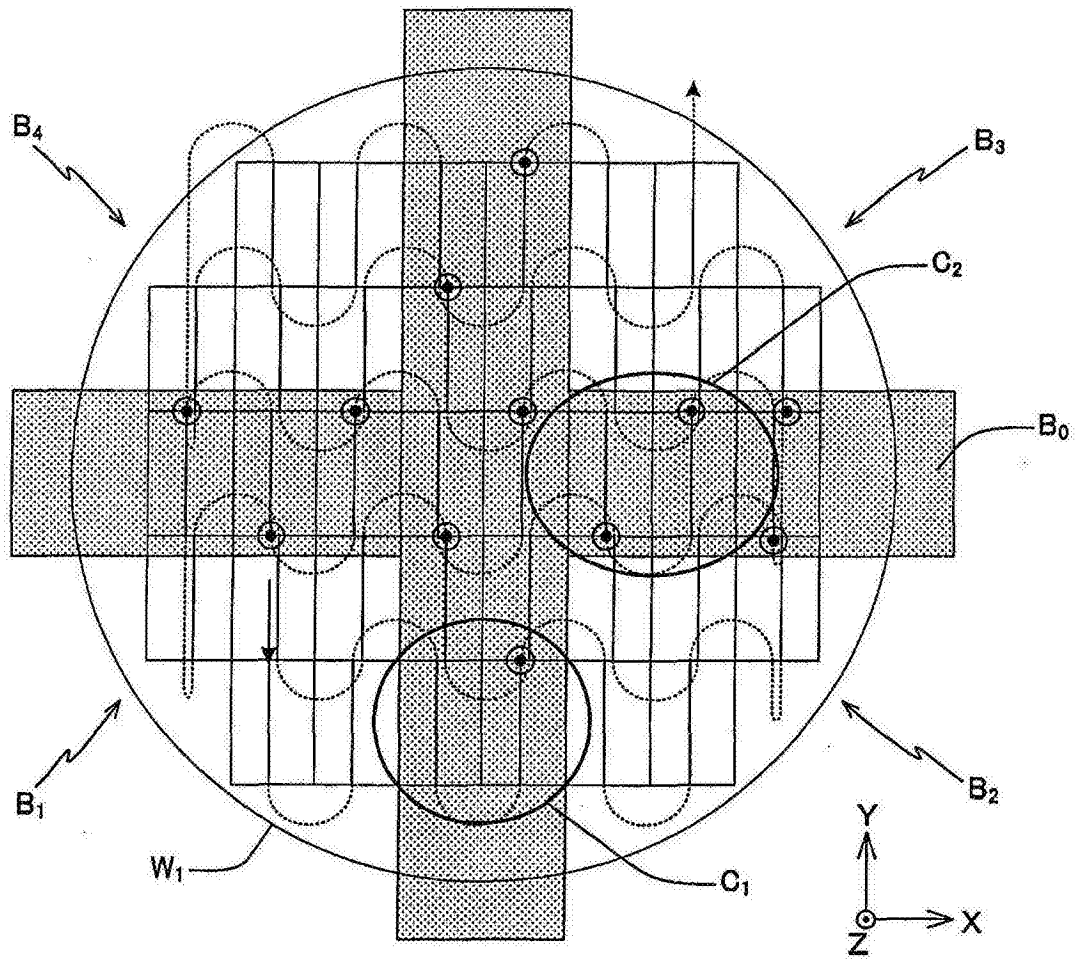


图9

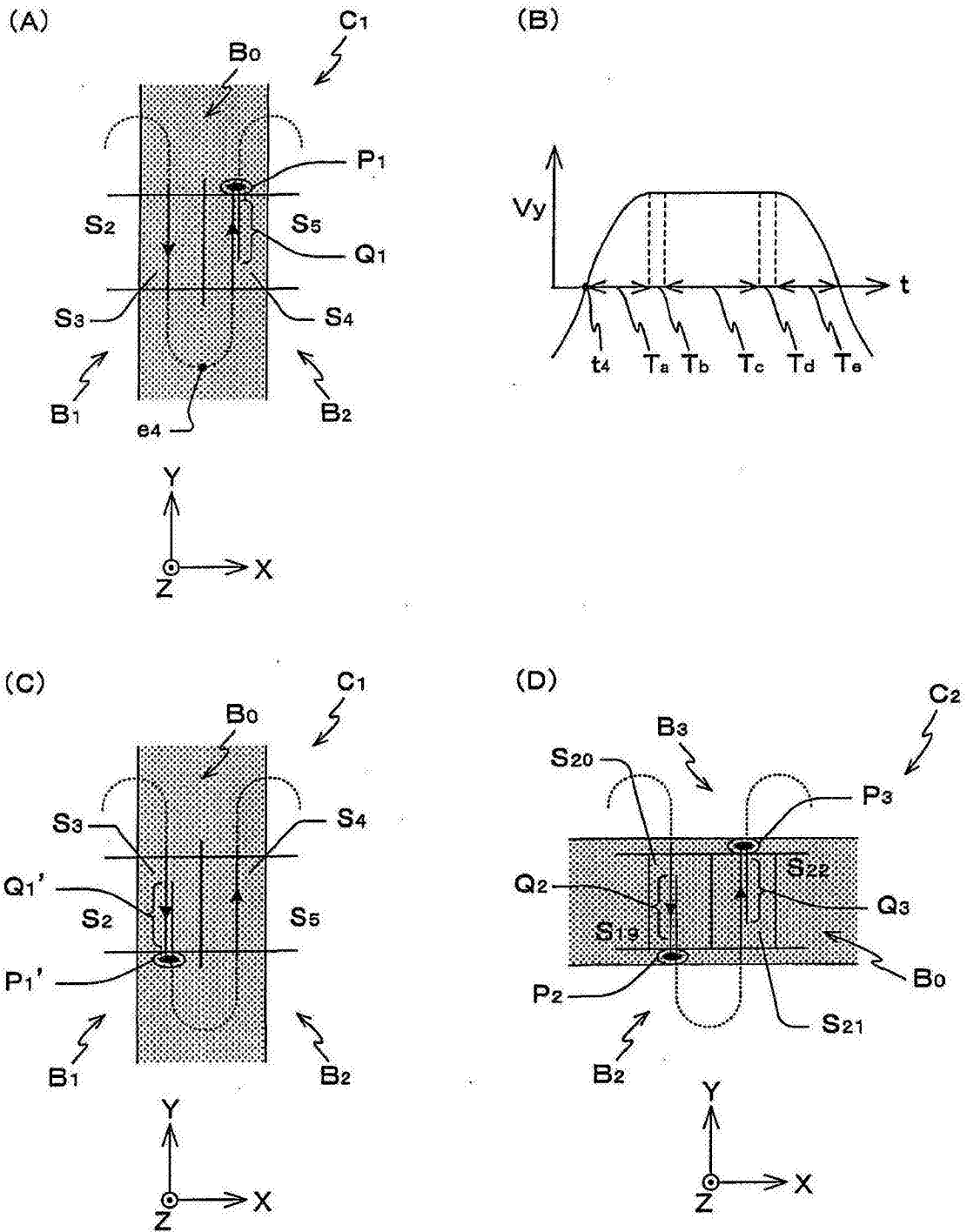


图10

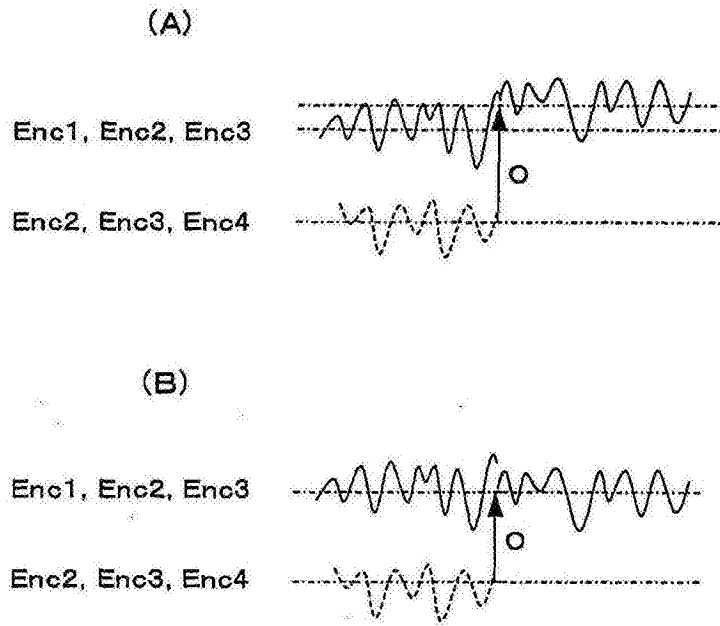


图11

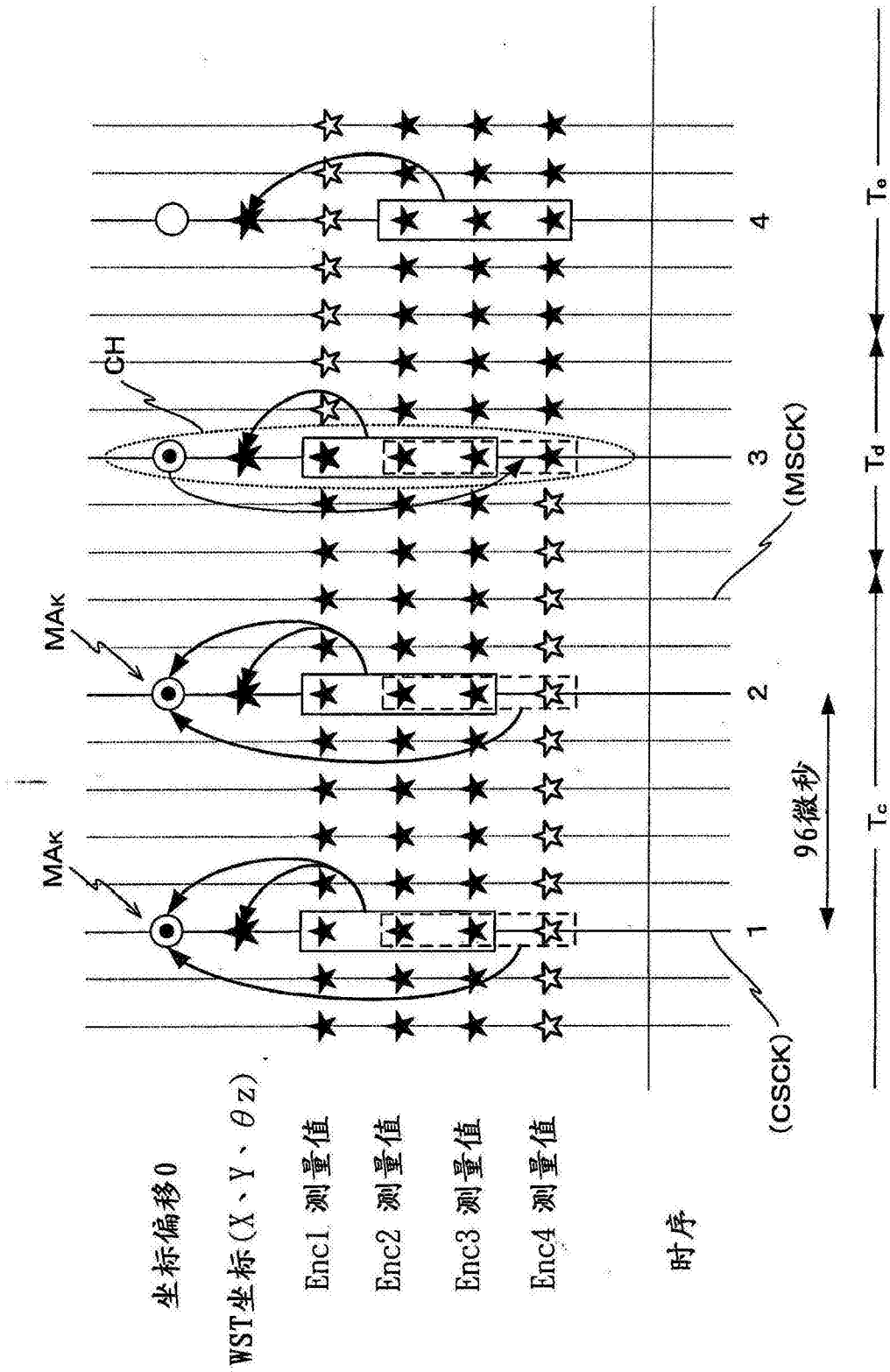


图12



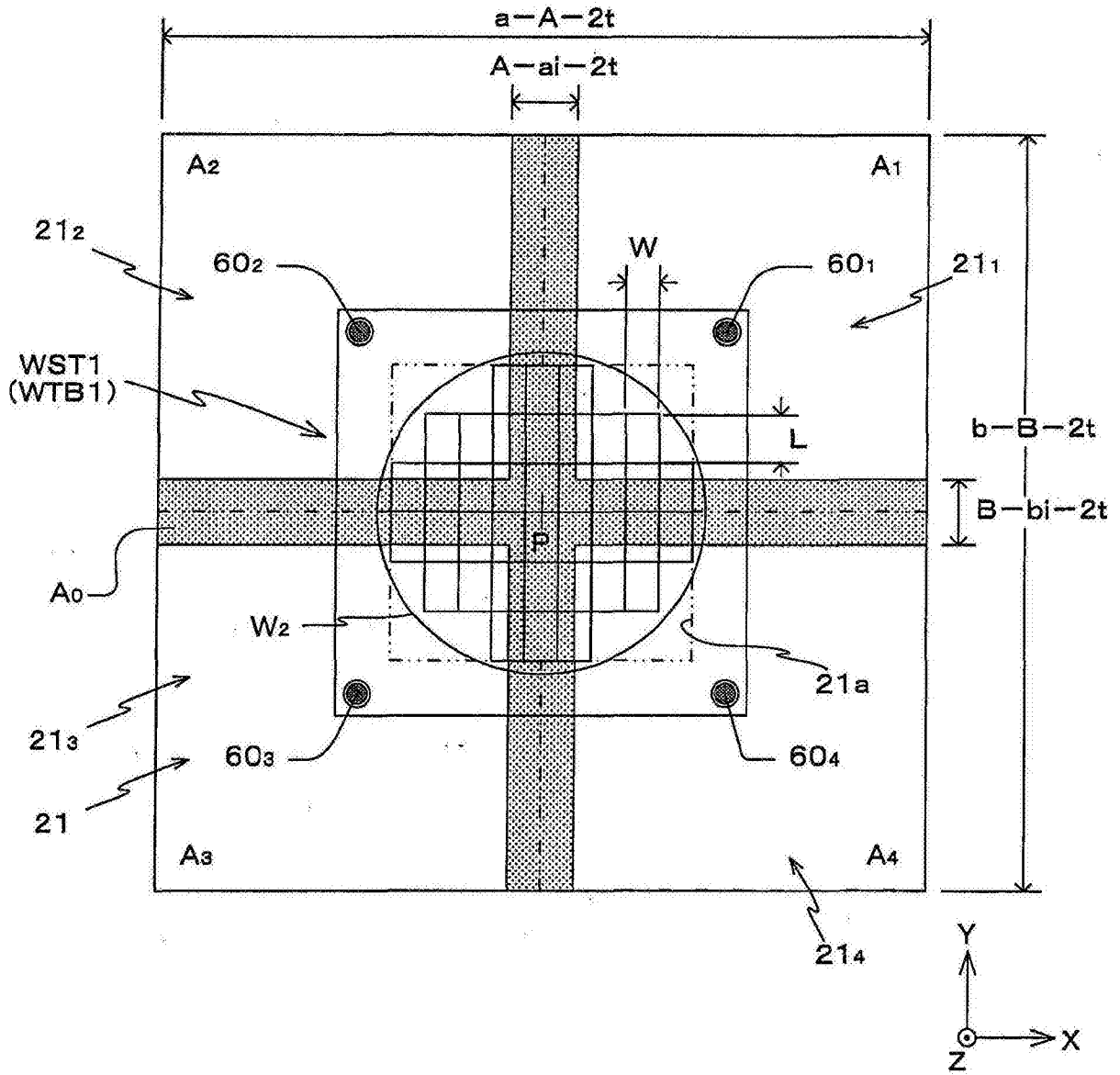


图13

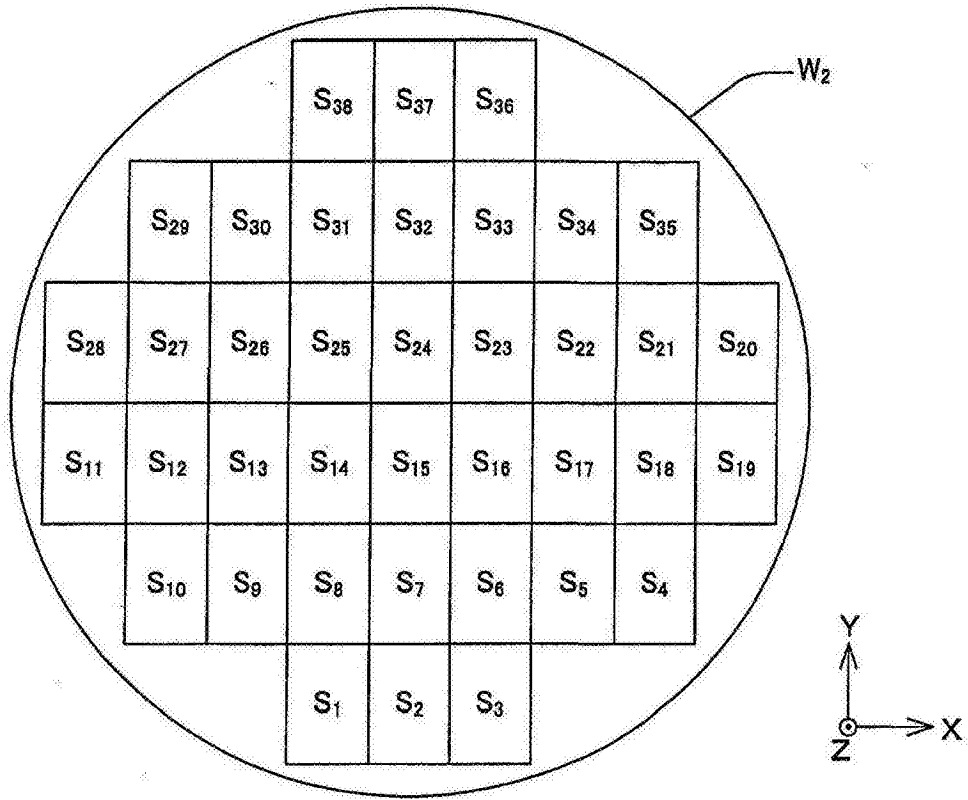


图14

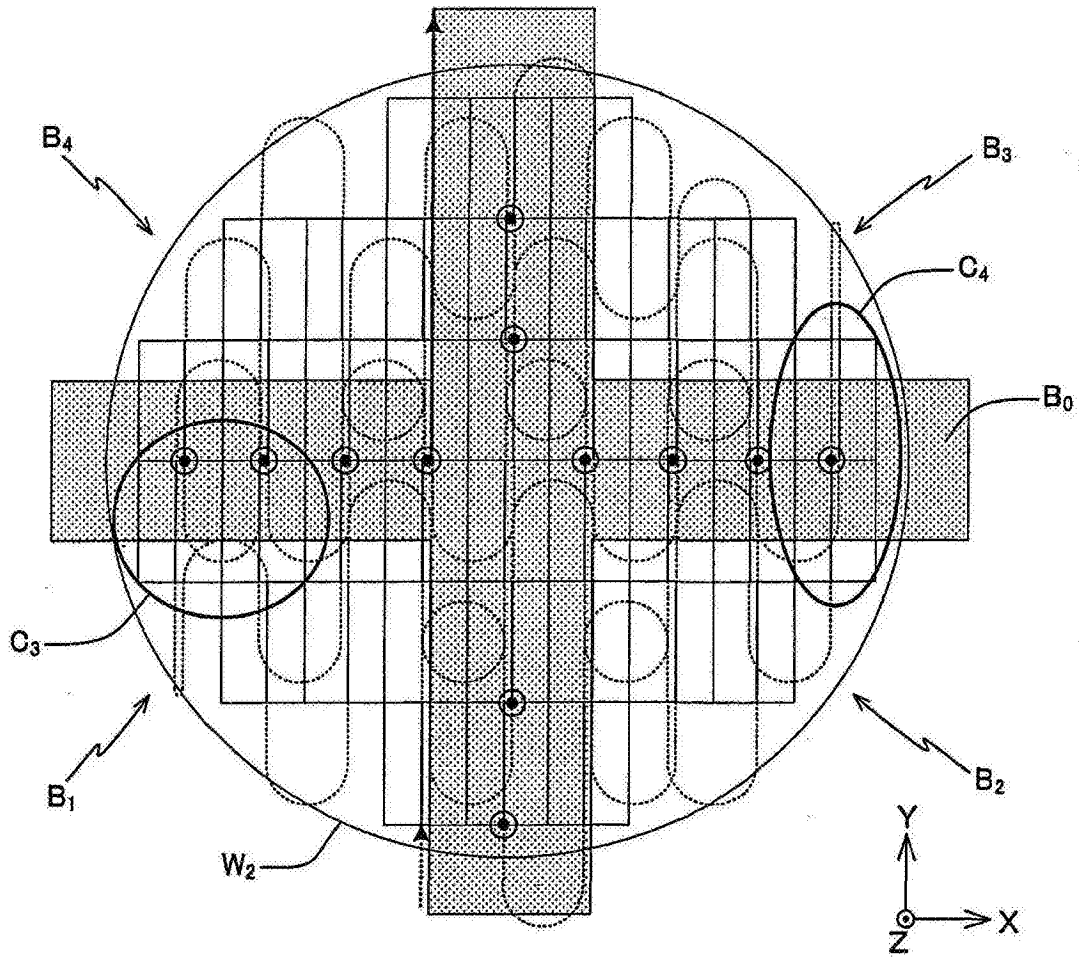


图15

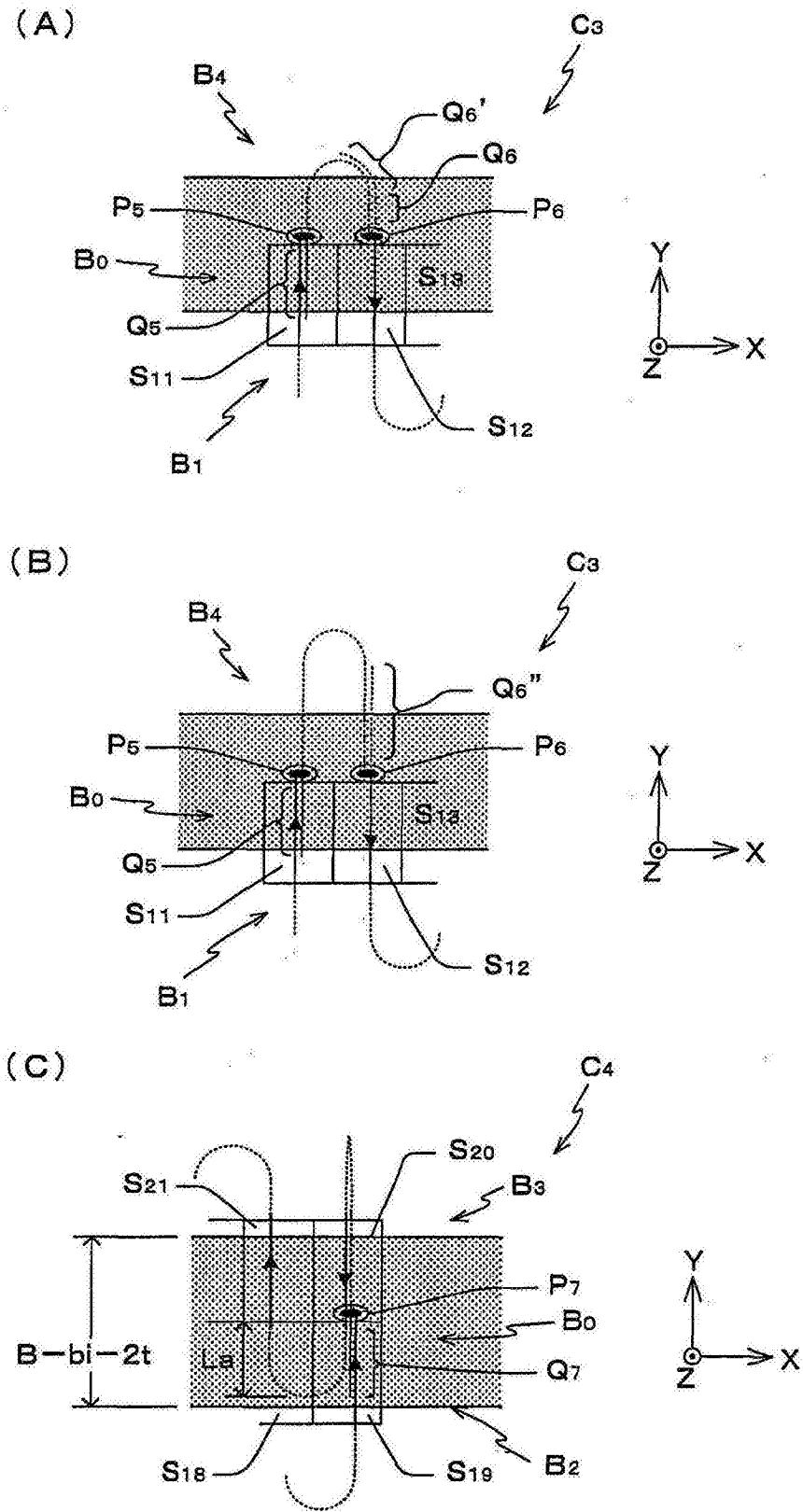


图16

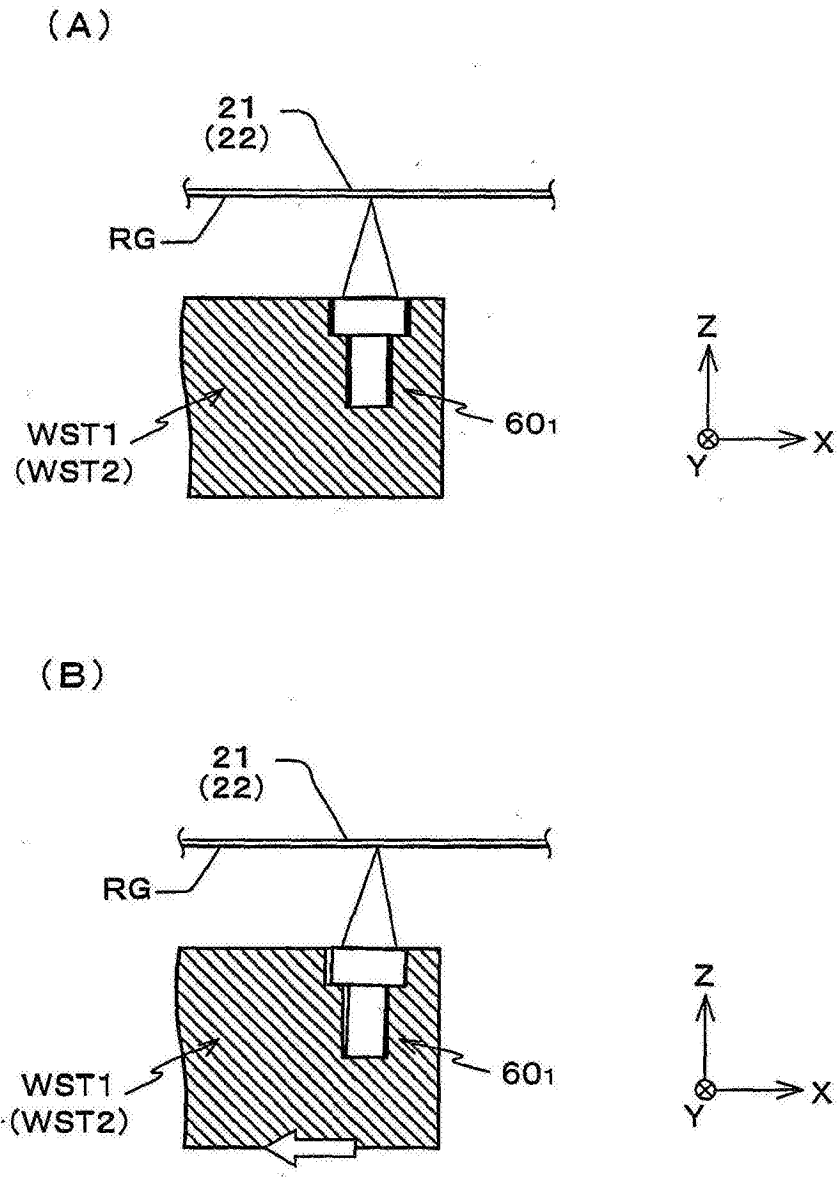


图17