



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104656377 B

(45)授权公告日 2017.07.07

(21)申请号 201410748646.8

(22)申请日 2007.08.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104656377 A

(43)申请公布日 2015.05.27

(30)优先权数据

2006-236783 2006.08.31 JP

(62)分案原申请数据

200780009923.1 2007.08.31

(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 吴丽丽

(51)Int.Cl.

G03F 7/20(2006.01)

(56)对比文件

EP 0482553 A2, 1992.04.29,

JP 特开平7-190741 A, 1995.07.28,

US 5610715 A, 1997.03.11,

EP 1182509 A2, 2002.02.27,

CN 1419663 A, 2003.05.21,

审查员 王度阳

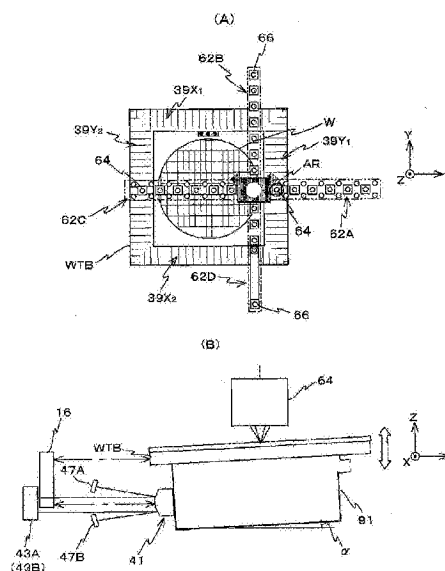
权利要求书4页 说明书39页 附图27页

(54)发明名称

曝光方法、曝光装置、及组件制造方法

(57)摘要

通过驱动装置,根据用于测量晶片台WTB在Y轴方向位置信息的编码器(64)的测量值、与该测量时以干涉仪(16, 43A及43B)所测量的晶片台WTB在非测量方向(例如,Z、及 θ_z 及 θ_x 方向)的位置信息所对应的已知修正信息,将晶片台WTB驱动于Y轴方向。也即,根据用于修正因读头往非测量方向与标尺的相对位移引起的编码器测量误差的修正信息修正后的编码器测量值,将移动体驱动于Y轴方向。因此,能在不受读头与标尺间的要测量方向(测量方向)以外的相对运动影响的情形下,一边以编码器测量位置、一边以良好精度将晶片台WTB(移动体)驱动于所希望的方向。



1. 一种透过投影光学系统以照明光将基板曝光的曝光方法,其特征在于包括:

将在配置于前述投影光学系统的下方的基座上非接触地被支持且保持前述基板的载台移动的动作;

通过于前述载台设有栅格部与读头的一方且以前述栅格部与前述读头的另一方配置于前述投影光学系统的下端侧的方式设于支持前述投影光学系统的框架构件的编码器系统的与前述栅格部对向的复数前述读头来测量前述载台的位置信息的动作;

基于用来补偿起因于关于与在与前述投影光学系统的光轴垂直的既定平面内互相正交的第1与第2方向的一方相异的方向的前述读头与前述栅格部的相对运动的前述编码器系统的测量误差的补正信息与以前述编码器系统测量的位置信息来控制关于前述一方的方向的前述载台的驱动的动作;

至少于前述基板的曝光动作中以前述编码器系统测量前述载台的位置信息。

2. 如权利要求1记载的曝光方法,其特征在于:

前述相异的方向包含与前述第1及第2方向正交的第3方向、绕与前述既定平面正交的轴的旋转方向、绕与前述既定平面平行的轴的旋转方向的至少1个。

3. 如权利要求1记载的曝光方法,其特征在于:

前述栅格部与前述读头的另一方是从前述框架构件透过支持构件垂吊支持。

4. 如权利要求3记载的曝光方法,其特征在于:

通过从前述投影光学系统分离且支持于前述框架构件的标记检测系统检测前述基板的标记,

于前述标记的检测动作中以前述编码器系统测量前述载台的位置信息。

5. 如权利要求4记载的曝光方法,其特征在于:

通过设为包围前述投影光学系统的下端部的嘴单元,在前述投影光学系统下以液体形成液浸区域,透过前述投影光学系统与前述液浸区域的液体以前述照明光曝光前述基板,

前述栅格部与前述读头的另一方相对于前述投影光学系统设于前述嘴单元的外侧。

6. 如权利要求5记载的曝光方法,其特征在于:

通过设于前述框架构件的前述嘴单元形成前述液浸区域。

7. 如权利要求5记载的曝光方法,其特征在于:

通过设于前述框架构件以外的框架构件的前述嘴单元形成前述液浸区域。

8. 如权利要求5记载的曝光方法,其特征在于:

前述基板是以前述表面与前述载台的上面大致同一面高的方式载置于前述载台。

9. 如权利要求5记载的曝光方法,其特征在于:

前述载台是在其上面的凹部内以前述基板的表面与前述上面大致同一面高的方式保持前述基板。

10. 如权利要求1~9中任一项记载的曝光方法,其特征在于:

对前述栅格部照射测量光束,测量关于与前述第1及第2方向正交的第3方向的前述载台的位置信息。

11. 如权利要求10记载的曝光方法,其特征在于:

通过前述编码器系统来测量关于包含前述第1及第2方向、前述第3方向的6自由度方向的前述载台的位置信息。

12. 如权利要求1~9中任一项记载的曝光方法,其特征在于:

前述载台的移动中,将用于以前述编码器系统测量的前述复数读头的1个切换为其他读头,

前述切换后,通过包含前述复数读头中除去前述1个读头的剩下的读头、前述其他读头的复数读头来测量前述载台的位置信息。

13. 如权利要求12记载的曝光方法,其特征在于:

前述切换前,通过与前述栅格部对向的3个前述读头测量前述载台的位置信息,前述切换后,通过包含前述3个读头中除去前述1个读头的2个读头、与前述3个读头相异的前述其他读头的3个读头来测量前述载台的位置信息。

14. 如权利要求13记载的曝光方法,其特征在于:

前述编码器系统的3个或4个前述读头与前述栅格部对向,与前述栅格部对向的读头是通过前述载台的移动而从前述3个读头、前述4个读头的一方变更为另一方。

15. 如权利要求14记载的曝光方法,其特征在于:

前述栅格部具有分别形成反射型栅格的4个标尺构件,

通过与前述4个标尺构件的3个或4个分别对向配置的3个或4个前述读头测量前述载台的位置信息。

16. 如权利要求15记载的曝光方法,其特征在于:

从前述1个读头往前述其他读头的切换是在前述4个读头与前述栅格部对向的期间进行。

17. 如权利要求16记载的曝光方法,其特征在于:

在前述载台的移动中,也补偿起因于前述读头而产生的前述编码器系统的测量误差以及起因于相对于前述既定平面的前述载台的倾斜而产生的前述编码器系统的测量误差的至少1个。

18. 如权利要求16记载的曝光方法,其特征在于:

为了以前述其他读头进行的测量而使用的位置信息是以在前述切换的前后前述载台的位置被维持或前述载台的位置信息连续的方式来决定。

19. 如权利要求16记载的曝光方法,其特征在于:

前述载台设有前述读头。

20. 一种组件制造方法,其特征在于包括:

使用如权利要求1~19中任一项记载的曝光方法将基板曝光的动作;

将前述曝光后的基板显影的动作。

21. 一种透过投影光学系统以照明光将基板曝光的曝光装置,其特征在于:

支持前述投影光学系统的框架构件;

配置于前述投影光学系统的下方的基座;

配置于前述基座上且保持前述基板的载台;

驱动在前述基座上非接触地被支持的前述载台的驱动系统;

于前述载台设有栅格部与读头的一方且以前述栅格部与前述读头的另一方配置于前述投影光学系统的下端侧的方式设于前述框架构件,通过与前述栅格部对向的复数前述读头来测量前述载台的位置信息的编码器系统;

基于用来补偿起因于关于与在与前述投影光学系统的光轴垂直的既定平面内互相正交的第1与第2方向的一方相异的方向的前述读头与前述栅格部的相对运动的前述编码器系统的测量误差的补正信息与以前述编码器系统测量的位置信息来控制关于前述一方的方向的前述载台的驱动的控制装置；

至少于前述基板的曝光动作中以前述编码器系统测量前述载台的位置信息。

22. 如权利要求21记载的曝光装置,其特征在于:

前述相异的方向包含与前述第1及第2方向正交的第3方向、绕与前述既定平面正交的轴的旋转方向、绕与前述既定平面平行的轴的旋转方向的至少1个。

23. 如权利要求21记载的曝光装置,其特征在于:

前述栅格部与前述读头的另一方是从前述框架构件透过支持构件垂吊支持。

24. 如权利要求23记载的曝光装置,其特征在于还包括:

从前述投影光学系统分离且支持于前述框架构件,检测前述基板的标记的标记检测系统,

于前述标记的检测动作中以前述编码器系统测量前述载台的位置信息。

25. 如权利要求24记载的曝光装置,其特征在于还包括:

具有设为包围前述投影光学系统的下端部的嘴单元,以液体在前述投影光学系统下形成液浸区域的局部液浸装置,

前述栅格部与前述读头的另一方相对于前述投影光学系统设于前述嘴单元的外侧,透过前述投影光学系统与前述液浸区域的液体以前述照明光曝光前述基板。

26. 如权利要求25记载的曝光装置,其特征在于:

前述嘴单元设于前述框架构件。

27. 如权利要求25记载的曝光装置,其特征在于:

前述嘴单元设于前述框架构件以外的框架构件。

28. 如权利要求25记载的曝光装置,其特征在于:

前述基板是以其表面与前述载台的上面大致同一面高的方式载置于前述载台。

29. 如权利要求25记载的曝光装置,其特征在于:

前述载台是在其上面的凹部内以前述基板的表面与前述上面大致同一面高的方式保持前述基板。

30. 如权利要求21~29中任一项记载的曝光装置,其特征在于:

对前述栅格部照射测量光束,测量关于与前述第1及第2方向正交的第3方向的前述载台的位置信息。

31. 如权利要求30记载的曝光装置,其特征在于:

前述编码器系统是测量关于包含前述第1及第2方向、前述第3方向的6自由度方向的前述载台的位置信息。

32. 如权利要求21~29中任一项记载的曝光装置,其特征在于:

前述载台的移动中,将用于以前述编码器系统测量的前述复数读头的1个切换为其他读头,

前述切换后,通过包含前述复数读头中除去前述1个读头的剩下的读头、前述其他读头的复数读头来测量前述载台的位置信息。

33. 如权利要求32记载的曝光装置,其特征在于:

前述切换前,通过与前述栅格部对向的3个前述读头测量前述载台的位置信息,前述切换后,通过包含前述3个读头中除去前述1个读头的2个读头、与前述3个读头相异的前述其他读头的3个读头来测量前述载台的位置信息。

34. 如权利要求33记载的曝光装置,其特征在于:

前述编码器系统是3个或4个前述读头与前述栅格部对向,与前述栅格部对向的读头是通过前述载台的移动而从前述3个读头、前述4个读头的一方变更为另一方。

35. 如权利要求34记载的曝光装置,其特征在于:

前述栅格部具有分别形成反射型栅格的4个标尺构件,

前述编码器系统可通过与前述4个标尺构件的3个或4个分别对向配置的3个或4个前述读头测量前述载台的位置信息。

36. 如权利要求35记载的曝光装置,其特征在于:

从前述1个读头往前述其他读头的切换是在前述4个读头与前述栅格部对向的期间进行。

37. 如权利要求36记载的曝光装置,其特征在于:

在前述载台的移动中,也补偿起因于前述读头而产生的前述编码器系统的测量误差以及起因于相对于前述既定平面的前述载台的倾斜而产生的前述编码器系统的测量误差的至少1个。

38. 如权利要求36记载的曝光装置,其特征在于:

为了以前述其他读头进行的测量而使用的位置信息是以在前述切换的前后前述载台的位置被维持或前述载台的位置信息连续的方式来决定。

39. 如权利要求36记载的曝光装置,其特征在于:

前述载台设有前述读头。

40. 一种组件制造方法,其特征在于包括:

使用如权利要求21~39中任一项记载的曝光装置将基板曝光的动作;

将前述曝光后的基板显影的动作。

曝光方法、曝光装置、及组件制造方法

[0001] 本申请是申请号为200780009923.1 (国际申请号为PCT/JP2007/067039、国际申请日为2007年8月31日)、发明名称为“移动体驱动系统及方法、图案形成装置及方法、曝光装置及方法、组件制造方法”的PCT发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明,涉及一种移动体驱动系统及移动体驱动方法、图案形成装置及方法、组件制造方法以及决定方法,更详细地说,涉及沿规定平面驱动移动体的移动体驱动系统及移动体驱动方法、具备该移动体驱动系统的图案形成装置及利用该移动体驱动方法的图案形成方法、具备该移动体驱动系统的曝光装置及利用该移动体驱动方法的曝光方法、利用该图案形成方法的组件制造方法、以及决定用于测量移动体在规定方向的位置信息的编码器系统测量值的修正信息的决定方法。

背景技术

[0003] 以往,在制造半导体组件、液晶表示组件等的微型组件(电子组件等)的光刻过程中,较常使用步进重复方式的缩小投影曝光装置(所谓的步进器)、步进扫描方式的缩小投影曝光装置(所谓的扫描步进器(也称为扫描仪))等。

[0004] 此种曝光装置,为了将标线片(或掩膜)的图案转印于晶片上的多个照射区域,保持晶片的晶片载台通过例如线性马达等在XY二维方向上被驱动。特别是扫描步进器,不仅可驱动晶片载台,也可将标线片载台通过线性马达等在规定动程驱动于扫描方向。标线片载台或晶片载台的测量,一般使用长期测量值的稳定性良好、具高分解能力的激光干涉仪。

[0005] 然而,因半导体组件的高积体化所伴随的图案的微细化,越来越被要求须有更高精度的载台位置控制,目前,因激光干涉仪的光束光路上的环境气氛的温度动荡导致的测量值短期变动,占了重叠精度中相当大的比重。

[0006] 另一方面,作为使用于测量载台位置的激光干涉仪以外的测量装置虽有编码器,但由于编码器使用标尺,因此该标尺欠缺机械性长期稳定性(栅格间距的偏移、固定位置偏移、热膨胀等),与激光干涉仪相比较,有欠缺测量值的线性,长期稳定性差的缺点。

[0007] 鉴于上述激光干涉仪与编码器的缺点,已有提出各种并用激光干涉仪与编码器(使用衍射光栅的位置检测传感器),来测量载台位置的装置(参照专利文献1,2等)。

[0008] 另外,以往的编码器的测量分解能力,虽与干涉仪相比较较差,但最近出现了测量分析能力与激光干涉仪相同程度或以上的编码器(参照例如专利文献3等),将上述激光干涉仪与编码器组合的技术日渐受到瞩目。

[0009] 然而,将编码器例如用于曝光装置的晶片载台的移动面内的位置测量的情况下,假设使用1个编码器读头进行设有标尺(光栅)的晶片载台的位置测量时,在读头与标尺间产生要测量方向(测量方向)以外的相对运动时,多数情况下会检测出测量值(计数)的变化,产生测量误差。除此之外,实际上,在曝光装置的晶片载台适用编码器时,针对1个标尺

须使用多个编码器读头,而有因例如编码器读头间倾倒(光轴倾斜)的差等在编码器的计数值产生误差等的不良情形。

[0010] 【专利文献1】日本特开2002-151405号公报

[0011] 【专利文献2】日本特开2004-101362号公报

[0012] 【专利文献3】日本特开2005-308592号公报

发明内容

[0013] 发明人等为了解在以反射型光学式编码器测量曝光装置的载台位置时,读头与标尺在非测量方向的相对位移对编码器测量值造成的影响,进行了各种模拟。其结果,得知编码器的计数值不仅对载台的纵摇方向及偏摇方向的姿势变化具有感度,也依存于与载台移动面正交方向的位置变化。

[0014] 本发明是根据上述发明人等所进行的模拟结果而完成,其第1观点为一种实质上沿规定平面驱动移动体的移动体驱动系统,其特征在于包括:编码器,具备向具有把与上述规定平面平行的规定方向作为周期方向的栅格的标尺照射检测光并接收来自上述标尺的反射光的读头,测量上述移动体在上述规定方向的位置信息;以及驱动装置,基于上述编码器的测量值、以及相应于该测量时的上述移动体在与上述规定方向不同方向的位置信息的修正信息,将上述移动体驱动于上述规定方向。

[0015] 据此,通过驱动装置,根据用于测量移动体于规定方向(测量方向)位置信息的编码器的测量值、以及与该测量时移动体的规定方向不同方向(非测量方向)的位置信息所对应的修正信息,将移动体驱动于规定方向。也即,根据用于修正因往非测量方向的读头与标尺的相对位移引起的编码器测量误差的修正信息修正后的编码器测量值,将移动体驱动于规定方向。因此,能在不受读头与标尺间的要测量方向(测量方向)以外的相对运动影响的情形下,以良好精度将移动体驱动于规定方向。

[0016] 根据本发明的第2观点为一种图案形成装置,其特征在于包括:移动体,装载物体、能保持上述物体实质上沿移动面移动;图案化装置,在上述物体上形成图案;以及为了在上述物体上形成图案,驱动上述移动体的本发明的移动体驱动系统。

[0017] 据此,在使用本发明的移动体驱动系统以良好精度驱动的移动体上的物体通过图案化装置形成图案,能以良好精度将图案形成于物体上。

[0018] 根据本发明的第3观点为一种通过能量束的照射在物体上形成图案的第1曝光装置,其特征在于包括:图案化装置,对上述物体照射能量束;以及本发明的移动体驱动系统,为进行上述能量束与上述物体的相对移动,用上述移动体驱动系统进行装载上述物体的移动体的驱动。

[0019] 据此,可使用本发明的移动体驱动系统以良好精度驱动装载该物体的移动体,以使从图案化装置照射于物体的能量束与该物体相对移动。因此,可通过扫描曝光,以良好精度将图案形成于物体上。

[0020] 根据本发明的第4观点为一种用能量束使物体曝光的第2曝光装置,其特征在于包括:移动体,保持上述物体,能至少在规定平面内正交的第1及第2方向移动;编码器系统,在保持上述物体的上述移动体的一面设有栅格部与读头单元的一方,且另一方与上述移动体的一面对向设置,以测量上述移动体在上述第1及第2方向的至少一方的位置信息;以及驱

动装置,基于编码器系统的测量信息、与上述移动体在与上述第1及第2方向不同方向的位置信息,在上述规定平面内驱动上述移动体。

[0021] 据此,能不受移动体向编码器系统测量方向以外的方向位移的影响,将移动体以良好精度驱动于编码器系统的测量方向,进而能使移动体上所保持的物体以良好精度曝光。

[0022] 根据本发明的第5观点为一种用能量束使物体曝光的第3曝光装置,其特征在于包括:移动体,保持上述物体,能至少在规定平面内正交的第1及第2方向移动,且相对上述规定平面倾斜;编码器系统,在保持上述物体的上述移动体的一面设有栅格部与读头单元的一方,且另一方与上述移动体的一面对向设置,以测量上述移动体在上述第1及第2方向的至少一方的位置信息;以及驱动装置,基于上述编码器系统的测量信息、与上述移动体的倾斜信息,在上述规定平面内驱动上述移动体。

[0023] 据此,能不受移动体倾斜(往倾斜方向的位移)的影响,将移动体以良好精度驱动于编码器系统的测量方向,进而能使移动体上所保持的物体以良好精度曝光。

[0024] 根据本发明的第6观点为一种用能量束使物体曝光的第4曝光装置,其特征在于包括:移动体,保持上述物体,能至少在规定平面内正交的第1及第2方向移动;编码器系统,在保持上述物体的上述移动体的一面设有栅格部与读头单元的一方,且另一方与上述移动体的一面对向设置,以测量上述移动体在上述第1及第2方向的至少一方的位置信息;以及驱动装置,基于编码器系统的测量信息、与成为上述编码器系统的测量误差的产生原因的上述读头单元的特性信息,在上述规定平面内驱动上述移动体。

[0025] 据此,能不受起因于读头单元(的特性)的编码器系统测量误差的影响,将移动体以良好精度驱动于编码器系统的测量方向,进而能使移动体上所保持的物体以良好精度曝光。

[0026] 根据本发明的第7观点为一种用能量束使物体曝光的第5曝光装置,其特征在于包括:移动体,保持上述物体,能至少在规定平面内正交的第1及第2方向移动;编码器系统,在保持上述物体的上述移动体的一面设有栅格部与读头单元的一方,且另一方与上述移动体的一面对向设置,来测量上述移动体在上述第1及第2方向的至少一方的位置信息;以及驱动装置,基于编码器系统的测量信息,在上述规定平面内驱动上述移动体,以补偿因上述读头单元所产生的上述编码器系统的测量误差。

[0027] 据此,能不受起因于读头单元的编码器系统测量误差的影响,将移动体以良好精度驱动于编码器系统的测量方向,进而能使移动体上所保持的物体以良好精度曝光。

[0028] 根据本发明的第8观点为一种实质上沿规定平面驱动移动体的移动体驱动方法,其特征在于包括:使用具备向具有把与上述规定平面平行的规定方向作为周期方向的栅格的标尺照射检测光并接收来自上述标尺的反射光的读头的编码器测量上述移动体在上述规定方向的位置信息,基于上述编码器的测量值、以及相应於该测量时的上述移动体在与上述规定方向不同方向的位置信息的修正信息,将上述移动体驱动于上述规定方向的步骤。

[0029] 据此,根据用于修正因往非测量方向的读头与标尺的相对位移引起的编码器测量误差的修正信息修正后的编码器测量值,将移动体驱动于规定方向。因此,能在不受读头与标尺间的要测量方向(测量方向)以外的相对运动影响的情形下,以良好精度将移动体驱动

于规定方向。

[0030] 根据本发明的第9观点为一种图案形成方法,其特征在于包括:将物体装载于能在移动面内移动的移动体上的步骤;以及为了对上述物体形成图案,使用本发明的移动体驱动方法,来驱动上述移动体的步骤。

[0031] 据此,于使用本发明的移动体驱动方法以良好精度驱动的移动体上的物体形成图案,即能以良好精度将图案形成于物体上。

[0032] 根据本发明的第10观点为一种包含图案形成步骤的组件制造方法,其特征在于:上述图案形成步骤,使用本发明的图案形成方法在基板上形成图案。

[0033] 根据本发明的第11观点为一种通过能量束的照射在物体上形成图案的第1曝光方法,其特征在于:为了进行上述能量束与上述物体的相对移动,使用本发明的移动体驱动方法,驱动装载上述物体的移动体。

[0034] 据此,为进行照射于物体的能量束与该物体的相对移动,使用本发明的移动体驱动方法,以良好精度驱动装载该物体的移动体。因此,能通过扫描曝光以良好精度在物体上形成图案。

[0035] 根据本发明的第12观点为一种用能量束使物体曝光的第2曝光方法,其特征在于:将物体装载于至少能在规定平面内正交的第1及第2方向移动的移动体;基于在装载上述物体的上述移动体的一面设有栅格部与读头单元的一方,且另一方与上述移动体的一面对向设置,测量上述移动体在上述第1及第2方向的至少一方的位置信息的编码器系统的测量信息与关于上述移动体在与上述第1及第2方向不同方向的位置信息,在上述规定平面内驱动上述移动体。

[0036] 据此,能不受移动体向编码器系统测量方向以外的方向位移的影响,将移动体以良好精度驱动于编码器系统的测量方向,进而能使移动体上所保持的物体以良好精度曝光。

[0037] 根据本发明的第13观点为一种用能量束使物体曝光的第3曝光方法,其特征在于:将物体装载于能至少在规定平面内正交的第1及第2方向移动、且相对上述规定平面倾斜的移动体,基于编码器系统的测量信息与上述移动体的倾斜信息,在上述规定平面内驱动上述移动体,上述编码器系统在装载上述物体的上述移动体的一面设有栅格部与读头单元的一方,且另一方与上述移动体的一面对向设置,以测量上述移动体在上述第1及第2方向的至少一方的位置信息。

[0038] 据此,能不受移动体倾斜(往倾斜方向的位移)的影响,将移动体以良好精度驱动于编码器系统的测量方向,进而能使移动体上所保持的物体以良好精度曝光。

[0039] 根据本发明的第14观点为一种用能量束使物体曝光的第4曝光方法,其特征在于:将物体装载于能至少在规定平面内正交的第1及第2方向移动的移动体;根据编码器系统的测量信息与上述编码器系统测量误差产生原因的上述读头单元的特性信息,在上述规定平面内驱动上述移动体,上述编码器系统在装载上述物体的上述移动体的一面设有栅格部与读头单元的一方,且另一方与上述移动体的一面对向设置,测量上述移动体在上述第1及第2方向的至少一方的位置信息。

[0040] 据此,能不受起因于读头单元(的特性)的编码器系统测量误差的影响,将移动体以良好精度驱动于编码器系统的测量方向,进而能使移动体上所保持的物体以良好精度曝

光。

[0041] 根据本发明的第15观点为一种以能量束使物体曝光的第5曝光方法,其特征在于:将物体装载于能至少在规定平面内正交的第1及第2方向移动的移动体;基于编码器系统的测量信息,在上述规定平面内驱动上述移动体,以补偿因上述读头单元所产生的上述编码器系统的测量误差性信息,上述编码器系统在装载上述物体的上述移动体的一面设有栅格部与读头单元的一方,且另一方与上述移动体的一面对向设置,以测量上述移动体在上述第1及第2方向的至少一方的位置信息。

[0042] 据此,能不受起因于读头单元的编码器系统测量误差的影响,将移动体以良好精度驱动于编码器系统的测量方向,进而能使移动体上所保持的物体以良好精度曝光。

[0043] 根据本发明的第16观点为一种包含光刻步骤的组件制造方法,其特征在于:上述光刻步骤,使用本发明的第2至第5曝光方法中的任一所述的曝光方法使感应物体曝光,以将图案形成在上述感应物体上。

[0044] 根据本发明的第17观点为一种决定编码器系统测量值的修正信息的第1决定方法,上述编码器系统具备设于能实质上沿规定平面移动的移动体、对具有把规定方向作为周期方向的栅格的标尺照射检测光并接收来自上述标尺的反射光的读头,测量上述移动体在关于与上述规定平面平行的平面内规定方向的位置信息,所述决定方法的特征在于包括:使上述移动体变化为不同的多姿势,针对各姿势,在维持上述移动体的姿势的状态下,一边从作为对象的读头对上述标尺的特定区域照射检测光、一边使上述移动体在与上述规定平面正交方向以规定行程范围移动,在上述移动中对上述编码器系统的测量结果进行取样的步骤;以及基于上述取样结果,通过进行规定的运算,求取与上述移动体的规定方向不同的方向的位置信息对应的上述编码器系统的测量值的修正信息的步骤。

[0045] 据此,使移动体变化为不同的多姿势,就各姿势,在维持移动体的姿势的状态下,一边从读头该标尺的特定区域照射检测光、一边使该移动体在与该规定平面正交方向以规定行程范围移动,在该移动中对编码器的测量结果进行取样。如此,能获得针对各姿势的编码器系统测量值对应移动体在与规定平面正交方向位置的变化信息(例如特性曲线)。然后,根据此取样结果、也即根据针对各姿势的编码器系统测量值对应移动体在与规定平面正交方向位置的变化信息,通过进行规定的运算,求取移动体在与规定方向不同方向(非测量方向)的位置信息所对应的编码器系统测量值的修正信息。因此,能以简单的方法,决定用于修正于非测量方向的因读头与标尺的相对变化所产生的编码器系统测量误差的修正信息。

[0046] 根据本发明的第18观点为一种决定编码器系统测量值的修正信息的第2决定方法,上述编码器系统具备多个构成具有设于能实质上沿规定平面移动的移动体、对具有以规定方向为周期方向的栅格的标尺照射检测光并接收来自上述标尺的反射光的读头,分别测量与上述规定平面平行的平面内规定方向的位置信息的编码器的读头单元,所述决定方法的特征在于包括:使上述移动体变化为不同的多姿势,针对各姿势,在维持上述移动体的姿势的状态下,一边从作为对象的读头对上述标尺的特定区域照射检测光、一边使上述移动体在与上述规定平面正交方向以规定行程范围移动,在上述移动中对上述作为对象的读头构成的编码器测量结果进行取样,将此动作针对上述多个读头进行的步骤;以及基于上述取样结果,通过进行规定的运算,求取与上述移动体的规定方向不同的方向位置信息对

应的上述多个编码器各自的测量值的修正信息的步骤。

[0047] 据此,能以简单的方法,决定用于修正于非测量方向的因读头与标尺的相对变化所产生的编码器系统测量误差的修正信息,并能决定可同时修正起因于各读头偏移造成的几何上测量误差(余弦误差)的修正信息。

附图说明

[0048] 图1是表示一个实施形态的曝光装置的概略构成图。

[0049] 图2是表示图1的载台装置的俯视图。

[0050] 图3是表示图1的曝光装置所具备的各种测量装置(编码器、对准系统、多点AF系统、Z传感器等)配置的俯视图。

[0051] 图4(A)是表示晶片载台的俯视图,图4(B)是表示晶片载台的部分截面的概略侧视图。

[0052] 图5(A)是表示测量载台的俯视图,图5(B)是表示测量载台的部分截面的概略侧视图。

[0053] 图6是表示一个实施形态的曝光装置的控制系统主要构成的方块图。

[0054] 图7(A)及图7(B)是用于说明分别包含配置成数组状的多个读头的多个编码器对晶片台在XY平面内的位置测量及读头间的测量值的接续的图。

[0055] 图8(A)是表示编码器一个构成例的图,图8(B)是说明表示产生此测量误差的构造的图,且用于说明编码器读头内的光束对反射型衍射光栅的入射光、衍射光的关系的图。

[0056] 图9(A)是表示即使在编码器的读头与标尺之间产生非测量方向的相对运动时计数值也不会变化的情况的图,图9(B)是表示于编码器的读头与标尺之间产生在非测量方向的相对运动时计数值变化的情形一例的图。

[0057] 图10(A)~图10(D)是用于说明在读头与标尺之间产生在非测量方向的相对运动时,编码器的计数值变化的情形与计数值不变化的情形的图。

[0058] 图11(A)及图11(B)是用于说明用于取得修正信息的动作的图,该修正信息用于修正因向非测量方向的读头与标尺的相对运动而产生的编码器(第1编号的编码器)的测量误差。

[0059] 图12是表示纵摇量 $\theta_x=a$ 时编码器对Z位置变化的测量误差的图表。

[0060] 图13是用于说明用于取得修正信息的动作的图,该修正信息用于修正因向非测量方向的读头与标尺的相对运动而产生的编码器(第2编号的编码器)的测量误差。

[0061] 图14是表示对液体晶片载台上的晶片进行步进扫描方式曝光的状态下,晶片载台及测量载台的状态的图。

[0062] 图15是表示曝光结束后,晶片载台与测量载台从分离的状态到成为两载台接触的状态后两载台的状态的图。

[0063] 图16是表示在保持晶片台与测量台的Y轴方向位置关系的同时,测量载台向-Y方向移动、晶片载台朝向卸载位置移动时两载台的状态的图。

[0064] 图17是表示测量载台到达将进行Sec—BCHK(时距)的位置时晶片载台与测量载台的状态。

[0065] 图18是与表示进行Sec—BCHK(时距)同时将晶片载台从卸载位置移动至装载位置

时晶片载台与测量载台的状态的图。

[0066] 图19是表示测量载台向最佳急停待机位置移动、晶片装载于晶片台上时晶片载台与测量载台的状态的图。

[0067] 图20是表示测量载台在最佳急停待机位置待机中、晶片载台向进行Pri-BCHK前半处理的位置移动时两载台的状态的图。

[0068] 图21是表示使用对准系统AL1,AL2₂,AL2₃,来同时检测附设于三个第一对准照射区域的对准标记时晶片载台与测量载台的状态的图。

[0069] 图22是表示进行聚焦校正前半处理时晶片载台与测量载台的状态的图。

[0070] 图23是表示使用对准系统AL1,AL2₁~AL2₄,来同时检测附设于五个第二对准照射区域的对准标记时晶片载台与测量载台的状态的图。

[0071] 图24是表示在进行Pri-BCHK后半处理及聚焦校正后半处理的至少一方时晶片载台与测量载台的状态的图。

[0072] 图25是表示使用对准系统AL1,AL2₁~AL2₄,来同时检测附设于五个第三对准照射区域的对准标记时晶片载台与测量载台的状态的图。

[0073] 图26是表示使用对准系统AL1,AL2₂,AL2₃,来同时检测附设于三个第四对准照射区域的对准标记时晶片载台与测量载台的状态的图。

[0074] 图27是表示对焦匹配结束时晶片载台与测量载台的状态的图。

[0075] 图28是用于说明组件制造方法的实施形态的流程图。

[0076] 图29是用于表示图28的步骤204的具体例的流程图。

[0077] 附图标记说明

[0078] 5:液体供应装置;6:液体回收装置;8:局部液浸装置;10:照明系统;11:标线片载台驱动系统;12:底座;14:液浸区域;15:移动镜;16,18:Y干涉仪;17a,17b,19a,19b:反射面;20:主控制装置;28:板体;28a:第1疏液区域;28b:第2疏液区域;28b₁:第1部分区域;28b₂:第2部分区域;30:测量板;31A:液体供应管;31B:液体回收管;32:嘴单元;34:内存;36:框体;37,38:光栅线;39X₁,39X₂:X标尺;39Y₁,39Y₂:Y标尺;40:镜筒;41A,41B:板状构件;42:安装构件;43A,43B:Z干涉仪;44:受光系统;45:空间像测量装置;46:CD杆;47A,47B:减震器;47A,48B:制动器机构;49A,49B:开闭器;50:载台装置;51A,51B:开口;52:基准光栅;54:支撑构件;56₁~56₄:臂;58₁~58₄:真空垫;60₁~60₄:旋转驱动机构;62A~62D:读头单元;64:Y读头;64a:照射系统;64b:光学系统;64c:受光系统;64y₁,64y₂:Y读头;66:X读头;68:调整装置;70A,70C:Y线性编码器;70B,70D:X线性编码器;70E,70F:Y轴线性编码器;72a~72d:Z传感器;74_{1,1}~74_{2,6}:Z传感器;76_{1,1}~76_{2,6}:Z传感器;78:局部空调系统;80,81:X轴固定件;82,84,83,85:Y轴可动件;86,87:Y轴固定件;90a:照射系统;90b:受光系统;91,92:载台本体;94:照度不均传感器;96:空间像测量器;98:波面像差测量器;99:传感器群;100:曝光装置;116:标线片干涉仪;118:干涉仪系统;124:载台驱动系统;126,130:X干涉仪;142,143:固定构件;144A,145A:发光部;144B,145B:受光部;191:前端透镜;AL1:一次对准系统;AL2₁~AL2₄:二次对准系统;AS:照射区域;AX:光轴;B4₁,B4₂,B5₁,B5₂:测距光束;CL,LL:中心线;CT:上下动销;FM:基准标记;IA:曝光区域;IAR:照明区域;IBX₁,IBX₂,IBY₁,IBY₂:测距光束;IL:照明用光;L2a,L2b:透镜;LB:激光束;LB₁,LB₂:光束;LD:半导体激光;LP:装载位置;Lq:液体;LH,LV:直线;M:掩膜;MTB:测量台;MST:测量载台;O:旋转中心;

PBS:偏光分光器;PL:投影光学系统;PU:投影单元;R:标线片;R1a,R1b,R2a,R2b:反射镜;RG:反射型衍射光栅;RST:标线片载台;SL:空间像测量狭缝图案;UP:卸载位置;W:晶片;WP1a,WP1b: $\lambda/4$ 板;WTB:晶片台;WST:晶片载台。

具体实施方式

[0079] 以下,根据图1~图27说明本发明的一个实施形态。

[0080] 图1概略表示一个实施形态的曝光装置100的构成。此曝光装置100是步进扫描方式的扫描型曝光装置、也即所谓扫描机。如后所述,本实施形态中设有投影光学系统PL,以下,将与此投影光学系统PL的光轴AX平行的方向设为Z轴方向、将在与该Z轴方向正交的面内标线片与晶片相对扫描的方向设为Y轴方向、将与Z轴及Y轴正交的方向设为X轴方向,且将绕X轴、Y轴、及Z轴的旋转(倾斜)方向分别设为 θ_x 、 θ_y 、及 θ_z 方向。

[0081] 曝光装置100包含:照明系统10;标线片载台RST,保持该照明系统10的曝光用照明用光(以下称为「照明光」或「曝光用光」)IL所照明的标线片R;投影单元PU,包含用于使从标线片R射出的照明光IL投射到晶片W上的投影光学系统PL;载台装置50,具有晶片载台WST及测量载台MST;以及上述装置的控制系统等。在晶片载台WST上装载有晶片W。

[0082] 照明系统10,例如特开2001-313250号公号(对应美国专利申请公开第2003/0025890号说明书)等所公开的,包含光源、具有包含光学积分器等照度均一化光学系统、标线片遮帘等(均未图示)的照明光学系统。该照明系统10,通过照明光(曝光用光)IL,以大致均一的照度来照明被标线片遮帘(屏蔽系统)规定的标线片R上的狭缝状照明区域。此处,作为一个例子,使用ArF准分子激光(波长193nm)来作为照明光IL。另外,作为光学积分器可使用例如复眼透镜、棒状积分器(内面反射型积分器)或衍射光学元件等。

[0083] 在标线片载台RST上例如通过真空吸附固定有标线片R,该标线片R在其图案面(图1的下面)形成有电路图案等。标线片载台RST,能通过包含例如线性马达等的标线片载台驱动系统11(在图1未图示、参照图6)而在XY平面内微幅驱动,且能以指定的扫描速度驱动于规定扫描方向(指图1的图面内左右方向的Y轴方向)。

[0084] 标线片载台RST在移动面内的位置信息(包含 θ_z 方向的旋转信息),通过标线片激光干涉仪(以下称为「标线片干涉仪」)116,经由移动镜15(实际上,设有具有与Y轴方向正交的反射面的Y移动镜、以及具有与X轴方向正交的反射面的X移动镜)例如以0.5~1nm左右的分析能力随时检测。标线片干涉仪116的测量值被传送至主控制装置20(于图1未图示,参照图6),主控制装置20根据标线片干涉仪116的测量值算出标线片载台RST在X轴方向、Y轴方向及 θ_z 方向的位置,并通过基于该计算结果控制标线片载台驱动系统11,来控制标线片载台RST的位置(及速度)。此外,也可对标线片载台RST的端面进行镜面加工来形成反射面(相当于移动镜15的反射面),以代替移动镜15。另外,标线片干涉仪116也可测量标线片载台RST在Z轴、 θ_x 及 θ_y 方向的至少一个方向的位置信息。

[0085] 投影单元PU配置于标线片载台RST的图1下方。投影单元PU包含:镜筒40;以及投影光学系统PL,具有以规定位置关系保持于该镜筒40内的多个光学元件。作为投影光学系统PL,例如使用沿与Z轴方向平行的光轴AX排列的多个透镜(透镜组件)所构成的折射光学系统。投影光学系统PL例如是两侧远心且具有规定投影倍率(例如1/4倍、1/5倍、或1/8倍等)。由此,当用来自照明系统10的照明光IL来照明照明区域IAR时,利用通过投影光学系统PL的

第1面(物体面)与其图案面大致配置成一致的标线片R的照明光IL,使该照明区域IAR内的标线片的电路图案缩小像(电路图案的一部分缩小像)经由投影光学系统PL(投影单元PU)及液体Lq(参照图1)形成于与配置在其第2面(像面)侧的、表面涂布有抗蚀剂(感光剂)的晶片W上的前述照明区域IAR共轭的区域(曝光区域)IA。接着,通过标线片载台RST与晶片载台WST的同步驱动,使标线片相对照明区域IAR(照明光IL)移动于扫描方向(Y轴方向),且使晶片W相对曝光区域(照明用光IL)移动于扫描方向(Y轴方向),由此对晶片W上的一个照射区域(区划区域)进行扫描曝光,以将标线片的图案转印于该照射区域。也即,在本实施形态中,通过照明系统10、标线片及投影光学系统PL将图案生成于晶片W上,通过照明光IL对晶片W上的感应层(抗蚀剂层)的曝光将该图案形成于晶片W上。此处虽未图示,但投影单元PU经由防振机构搭载于以三个支柱支持的镜筒固定座,但例如也可如国际公开第2006/038952号小册子所公开的,将投影单元PU悬吊支撑于配置在投影单元PU上方的未图示的主框架构件、或悬吊支撑于配置标线片载台RST的底座构件等。

[0086] 另外,在本实形形态的曝光装置100中,为了进行适用液浸法的曝光,设有构成局部液浸装置8的一部分的嘴单元32以便包围保持构成投影光学系统PL的最靠像面侧(晶片W侧)的光学元件、此处为透镜(以下也称「前端透镜」)191,的镜筒40的下端部周围。在本实施形态中,嘴单元32如图1所示其下端面与前端透镜191的下端面设定成大致同一面高。另外,嘴单元32,具备液体Lq的供应口及回收口,与晶片W对向配置且设有回收口的下面,以及分别与液体供应管31A及液体回收管31B连接的供应流路及回收流路。液体供应管31A与液体回收管31B,如图3所示,在俯视时(从上方观看)相对X轴方向及Y轴方向倾斜 45° ,关于通过投影光学系统PL的光轴AX的Y轴方向的直线LV配置成对称。

[0087] 在液体供应管31A,连接有其一端连接于液体供应装置5(在图1中未图示、参照图6)的未图示供应管的另一端,在液体回收管31B,连接有其一端连接于液体回收装置6(在图1中未图示、参照图6)的未图示回收管的另一端。

[0088] 液体供应装置5,包含有液体槽、加压泵、温度控制装置、以及用于控制液体对液体供应管31A的供应及停止的阀等。该阀最好使用例如不仅可进行液体的供应及停止、也能调整流量的流量控制阀。前述温度控制装置,将液体槽内的液体温度调整至收纳有曝光装置的处理室(未图示)内的温度同样程度。此外,供应液体的槽、加压泵、温度控制装置、阀等,曝光装置100不需全部具备,也能将其至少一部分由设有曝光装置100的工厂等的设备来代替。

[0089] 液体回收装置6包含有液体的槽及吸引泵、以及经由液体回收管31B控制液体的回收及停止的阀等。该阀最好使用与液体供应装置5的阀相同的流量控制阀。此外,回收液体的槽、吸引泵、阀等,曝光装置100不需全部具备,也能将其至少一部分由设有曝光装置100的工厂等的设备来代替。

[0090] 在本实施形态中,作为上述液体,使用ArF准分子激光(波长193nm的光)可透射的纯水(以下除特别必要情况外,仅记述为「水」)。纯水具有能在半导体制造工厂等容易地大量获得且对晶片上的抗蚀剂及光学透镜等无不良影响的优点。

[0091] 水对ArF准分子激光的折射率 n 大致为1.44。于该水中,照明光IL的波长被缩短至 $193\text{nm} \times 1/n \approx 134\text{nm}$ 。

[0092] 液体供应装置5及液体回收装置6分别具备控制器,各控制器通过主控制装置20来

控制(参照图6)。液体供应装置5的控制器根据来自主控制器20的指令,以规定开度开启连接于液体供应管31A的阀,经由液体供应管31A、供应流路、以及供应口将水Lq供应至前端透镜191与晶片W之间。另外,此时,液体回收装置6的控制器根据来自主控制器20的指令,以规定开度开启连接于液体回收管31B的阀,经由回收口、回收流路、以及液体回收管31B,从前端透镜191与晶片W之间将水Lq回收至液体回收装置6(液体槽)内部。此时,主控制装置20对液体供应装置5的控制器、液体回收装置6的控制器发出指令,以使供应至前端透镜191与晶片W间的水Lq量与回收的水Lq量恒相等。据此,使前端透镜191与晶片W间的水Lq(参照图1)保持一定量。此时,保持于前端透镜191与晶片W之间的水Lq随时更换。

[0093] 从上述说明可清楚得知,本实施形态的局部液浸装置8包含嘴单元32、液体供应装置5、液体回收装置6、液体供应管31A及液体回收管31B等。局部液浸装置8通过嘴单元32,以液体Lq充满前端透镜191与晶片W之间,以形成包含光路空间的局部液浸空间(相当于液浸区域14)。因此,嘴单元32也称为液浸空间形成构件或containment member (confinement member)等。此外,局部液浸装置8的一部分、例如至少嘴单元32,也可悬吊支撑于用于保持投影单元PU的主框架(包含前述的镜筒固定座),或也可设于与主框架不同的框架构件。或者,当如前所述将投影单元PU悬吊支撑时,虽也可将投影单元PU与嘴单元32一体悬吊支撑,但在本实施形态中,将嘴单元32设于独立于投影单元PU而悬吊支撑的测量框架。在此情况下,也可不悬吊支撑投影单元PU。

[0094] 此外,即使测量载台MST位于投影单元PU下方时,也能与上述同样地将水充满于后述测量台与前端透镜191之间。

[0095] 另外,在上述说明中,作为一个例子,虽分别各设有一个液体供应管(嘴)与液体回收管(嘴),但并不限于此,只要考虑到与周围构件的关系也能进行配置的话,也可采用例如国际公开第99/49504号小册子所公开的具有多个嘴的构成。另外,也能将例如嘴单元32的下面配置成比前端透镜191的射出面更接近投影光学系统PL的像面(也即晶片)附近,或除了前端透镜191的像面侧的光路以外,在前端透镜191的物体面侧的光路空间也用液体充满。也就是说,只要至少能将液体供应至构成投影光学系统PL的最下端的光学构件(前端透镜)191与晶片W之间的构成,该构成可为任意。例如,本实施形态的曝光装置,也能适用在公开于国际公开第2004/053955号小册子的液浸机构或欧洲专利公开第1420298号公报的液浸机构等。

[0096] 返回到图1,所述载台装置50,具备:晶片载台WST及测量载台MST,配置于底座12上方;干涉仪系统118(参照图6),包含测量这些载台WST、MST的位置信息的Y干涉仪16、18;后述的编码器系统,在曝光时等用于测量晶片载台WST的位置信息;以及载台驱动系统124(参照图6),用于驱动载台WST、MST等。

[0097] 在晶片载台WST、测量载台MST各自的底面的多处,设有未图示的非接触轴承、例如真空预压型空气静压轴承(以下称为「空气垫」)。通过从这些空气垫往底座12上面喷出的加压空气的静压,使晶片载台WST、测量载台MST经由数 μm 程度的间隙以非接触方式支撑于底座12的上方。另外,载台WST、MST可通过载台驱动系统124而独立驱动于规定平面内(XY平面)的Y轴方向(图1的纸面内左右方向)及X轴方向(图1的纸面正交方向)的二维方向。

[0098] 更详细地说,如图2的俯视图所示,在底面上,延伸于Y轴方向的一对Y轴固定件86,87夹着底座12分别配置于X轴方向的一侧与另一侧。Y轴固定件86,87例如由内装有永久磁

石群的磁极单元构成,该永久磁石群由沿Y轴方向以规定间隔交互配置的多组N极磁石与S极磁石构成。在Y轴固定件86,87,各两个的Y轴可动件82,84及83,85设置成分别以非接触方式卡合的状态。也即,合计四个的Y轴可动件82,84,83,85,呈插入于XZ截面为U字型的Y轴固定件86或87的内部空间的状态,分别经由未图示空气垫例如经由数 μm 程度的间隙来以非接触方式支撑于所对应的Y轴固定件86或87。各Y轴可动件82,84,83,85,例如由内装有沿Y轴方向相距规定间隔所配置的电枢线圈的电枢组件单元所构成。也即,在本实施形态中,以电枢组件单元所构成的Y轴可动件82,84与磁极单元所构成的Y轴固定件86,来分别构成移动线圈型的Y轴线性马达。同样地,以Y轴可动件83,85与Y轴固定件87,分别构成移动线圈型的Y轴线性马达。以下,将上述四个Y轴线性马达分别使用与各可动件82,84,83,85相同的符号适当称为Y轴线性马达82、Y轴线性马达84、Y轴线性马达83及Y轴线性马达85。

[0099] 在上述四个Y轴线性马达中,两个Y轴线性马达82,83的可动件82,83,分别固定于延伸于X轴方向的X轴固定件80长边方向的一端与另一端。另外,其余两个Y轴线性马达84,85的可动件84,85,固定于延伸于X轴方向的X轴固定件81的一端与另一端。据此,X轴固定件80,81,即可通过各一对的Y轴线性马达82,83,84,85分别沿Y轴加以驱动。

[0100] 各X轴固定件80,81,例如由分别内装有沿X轴方向相距规定间隔配置的电枢线圈的电枢单元所构成。

[0101] 一X轴固定件81,以插入状态设置于形成于构成晶片载台WST一部分的载台本体91(在图2中未图示,参照图1)的未图示开口。在该载台本体91的上述开口内部例如设有具永久磁石群的磁极单元,该永久磁石群由沿X轴方向以规定间隔且交互配置的多组N极磁石与S极磁石构成。以该磁极单元与X轴固定件来构成用于将载台本体91驱动于X轴方向的动磁型X轴线性马达。同样地,另一X轴固定件80,以插入状态设置于形成于构成测量载台MST的载台本体92(在图2中未图示,参照图1)的未图示开口。在该载台本体92的上述开口内部设有与晶片载台WST侧载台本体91侧)同样的磁极单元。用该磁极单元与X轴固定件80来构成用于将测量载台MST驱动于X轴方向的动磁型X轴线性马达。

[0102] 在本实施形态中,构成载台驱动系统124的上述各线性马达,由图8所示的主控制装置20来控制。此外,各线性马达,并不限定于动磁型或移动线圈型的任何一方,能根据需要适当选择。

[0103] 此外,通过稍微改变一对Y轴线性马达84,85分别产生的推力,而能控制晶片载台WST的偏转(绕 θ_z 的方向的旋转)。另外,通过稍微改变一对Y轴线性马达82,83分别产生的推力,而能控制测量载台MST的偏转。

[0104] 晶片载台WST,包含:前述载台本体91;以及装载于该载台本体91上的晶片台WTB。此晶片台WTB及载台本体91,可通过未图示的Z调平机构(包含例如音圈马达等),相对底座12及X轴固定件81被微小驱动于Z轴方向、 θ_x 方向、以及 θ_z 方向。也即,晶片台WTB可相对XY平面(或投影光学系统PL的像面)微幅移动于Z轴方向或倾斜。此外,图6中将上述各线性马达及Z调平机构、以及测量载台MST的驱动系统一起表示为载台驱动系统124。另外,晶片台WTB也可构成为可微动于X轴、Y轴、以及 θ_z 方向的至少一个。

[0105] 在前述晶片台WTB上设有通过真空吸附等来保持晶片W的晶片保持具(未图示)。晶片保持具虽可与晶片台WTB形成为一体,但在本实施形态中晶片保持具与晶片台WTB分别构成,通过例如真空吸附等将晶片保持具固定于晶片台WTB的凹部内。另外,在晶片台WTB上面

设有板体(疏液板)28,该板体具有与装载于晶片保持具上的晶片表面大致同一面高、已对液体 L_q 进行疏液化处理的表面(疏液面),其外形(轮廓)为矩形且于其中央部形成有比晶片保持具(晶片的装载区域)大一圈的圆形开口。板体28,由低热膨胀率的材料、例如玻璃或陶瓷(首德公司的Zerodur(商品名))、 Al_2O_3 或TiC等)构成,于其表面例如由氟树脂材料、聚四氟乙烯(铁氟龙(注册商标))等氟系树脂材料、丙烯酸系树脂材料或硅系树脂材料等来形成疏液膜。还有,如图4(A)的晶片台WTB(晶片载台WST)的俯视图所示,板体28具有用于包围圆形开口的外形(轮廓)为矩形的第1疏液区域28a、以及配置于第1疏液区域28a周围的矩形框状(环状)第2疏液区域28b。第1疏液区域28a,例如在进行曝光动作时,形成有从晶片表面超出的液浸区域14的至少一部分,第2疏液区域28b,形成有后述编码器系统用的标尺。此外,板体28的表面的至少一部分也可不与晶片表面为同一面高,也即也可为相异的高度。另外,板体28虽可是单一板体,但在本实施形态中为多个板体,例如组合分别与第1及第2疏液区域28a,28b对应的第1及第2疏液板来构成。在本实施形态中,由于如前所述使用纯水来作为液体 L_q ,因此以下将第1及第2疏液区域28a,28b也称为第1及第2疏水板28a,28b。

[0106] 在此情形下,与曝光用光IL照射于内侧的第1疏水板28a,相对地曝光用光IL几乎不会照射到外侧的第2疏水板28b。考虑到这一点,本实施形态中在第1疏水板28a表面形成有第1疏水区域,其被施以对曝光用光IL(此时为真空紫外区的光)具有充分的耐性的疏水涂布膜,而于第2疏水板28b表面则形成第2疏水区域,其被施以对曝光用光IL的耐性比第1疏水区域差的疏水涂布膜。由于一般而言,并不容易对玻璃板施以对曝光用光IL(此时为真空紫外区的光)具有充分的耐性的疏水涂布膜,因此若如上述般将第1疏水板28a与其周围的第2疏水板28b分离成两个部分可更具效果。此外也并不限于此,也可对同一板体的上面施加对曝光用光IL的耐性相异的两种疏水涂布膜,以形成第1疏水区域及第2疏水区域。另外,第1及第2疏水区域的疏水涂布膜的种类也可相同。或例如也可于同一板体仅形成一个疏水区域。

[0107] 另外,由图4(A)可清楚得知,在第1疏水板28a的+Y侧端部的X轴方向的中央部形成有长方形缺口,在此缺口与第2疏水板28b所包围的长方形空间内部(缺口内部)埋入有测量板30。在此测量板30的长边方向中央(晶片台WTB的中心线LL上)形成基准标记FM,且在该基准标记的X轴方向一侧与另一侧,形成有相对基准标记中心配置成对称的一对空间像测量狭缝图案SL。各空间像测量狭缝图案SL,例如使用具有沿Y轴方向与X轴方向的边的L字形狭缝图案。

[0108] 另外,如图4(B)所示,在其内部收纳有光学系统(包含物镜、反射镜、中继透镜等)的L字形框体36,以从晶片台WTB贯通载台本体91内部一部分的状态,安装成一部分埋入于上述各空间像测量狭缝图案SL下方的晶片载台WST部分的状态。虽省略图示,但框体36与上述一对空间像测量狭缝图案SL对应设置有一对。

[0109] 上述框体36内部的光学系统,将从上方往下方透射过空间像测量狭缝图案SL的照明光IL沿L字形路径导引,并朝向-Y方向射出。此外,以下为了方便说明,使用与框体36相同的符号将上述框体36内部的光学系统记述为送光系统36。

[0110] 进而,在第2疏水板28b上面,沿其四边各以规定间距直接形成有多个栅格线。更详细地说,在第2疏水板28b的X轴方向一侧与另一侧(图4(A)中的左右两侧)的区域分别形成有Y标尺39Y₁,39Y₂。Y标尺39Y₁,39Y₂,例如以X轴方向为长边方向的栅格线38以规定间距沿

平行于Y轴的方向(Y轴方向)而形成的、以Y轴方向为周期方向的反射型栅格(例如衍射光栅)所构成。

[0111] 同样地,在第2疏水板28b的Y轴方向一侧与另一侧(图4(A)中的上下两侧)的区域分别形成有X标尺39X₁,39X₂,X标尺39X₁,39X₂,例如以Y轴方向为长边方向的栅格线37以规定间距沿平行于X轴的方向(X轴方向)而形成的、以X轴方向为周期方向的反射型栅格(例如衍射光栅)所构成。上述各标尺,例如以全像片等来于第2疏水板28b表面作成反射型衍射光栅RG(图8(A))。此时,在各标尺以规定间隔(间距)刻出由窄狭缝或槽等构成的栅格来作为标度。用于各标尺的衍射光栅的种类并不限定,不仅能以机械方式形成槽等,例如也可将干涉纹烧结于感旋光性树脂来加以作成。不过,各标尺,例如以138nm~4μm间的间距(例如1μm间距)将上述衍射光栅的标度刻于薄板状玻璃来作成。这些标尺被前述疏液膜(疏水膜)覆盖。此外,图4(A)中为了方便表示,光栅的间距图示成比实际间距大许多。这一点在其它的图中也相同。

[0112] 这样,本实施形态由于将第2疏水板28b本身构成为标尺,因此使用低热膨胀的玻璃板来作为第2疏水板28b。然而并不限于此,也可将形成有栅格的低热膨胀的玻璃板等所构成的标尺构件,通过例如板弹簧(或真空吸附)等固定于晶片台WTB上面,以避免其产生局部性的伸缩,此时,也可将在全面施有同一疏水涂布膜的疏水板代用为板体28。或者,也可用低热膨胀率的材料来形成晶片台WTB,在这种情形下,一对Y标尺与一对X标尺也可直接形成于该晶片台WTB上面。

[0113] 晶片台WTB的一Y端面,一X端面分别施以镜面加工而形成成为图2所示的反射面17a,反射面17b。构成干涉仪系统118(参照图6)一部分的Y干涉仪16及X干涉仪126,127,128(图1中X干涉仪126~128并未图示,参照图2),分别对这些反射面17a,17b投射干涉仪光束(测距光束),并通过接收各自的反射光,测量各反射面从基准位置(一般在投影单元PU侧面配置固定镜,再以该处为基准面)的位移、也即晶片载台WST在XY平面内的位置信息,并将该测量值供应至主控制装置20。在本实施形态中,如后所述,作为上述各干涉仪,除了一部分以外均使用具有多个侧长轴的多轴干涉仪。

[0114] 另一方面,在载台本体91的一Y侧端面,如图1及图4(B)所示,经由未图示动态支撑机构安装有以X轴方向为长边方向的移动镜41。

[0115] 与移动镜41对向设有用于将测距光束照射于该移动镜41的、构成干涉仪系统118(参照图6)一部分的一对干涉仪43A,43B(参照图1及图2)。更详细地说,从综合图2及图4(B)后可知,移动镜41设计成其X轴方向的长度比晶片台WTB的反射面17a长至少Z干涉仪43A,43B的间隔量。另外,移动镜41由具有将长方形与等角梯形一体化的六角形截面形状的构件构成。对移动镜41-Y侧的面施以镜面加工,形成有三个反射面41b,41a,41c。

[0116] 反射面41a构成移动镜41的一Y侧端面,与XZ平面成平行且延伸于X轴方向。反射面41b构成与反射面41a的+Z侧相邻的面,与相对XZ平面绕图4(B)的顺时针方向倾斜规定角度的面平行且延伸于X轴方向。反射面41c构成与反射面41a的一Z侧相邻的面,设置成夹着反射面41a与反射面41b对称。

[0117] 综合图1及图2可知,Z干涉仪43A,43B在Y干涉仪16的X轴方向一侧与另一侧分离大致同一距离,且分别配置成略低于Y干涉仪16的位置。

[0118] 如图1所示,从Z干涉仪43A,43B分别向反射面41b投射沿Y轴方向的测距光束B1,且

向反射面41c(参照图4(B))投射沿Y轴方向的测距光束B2。在本实施形态中,具有与被反射面41b反射的测距光束B1正交的反射面的固定镜47A、以及具有与被反射面41c反射的测距光束B2正交的反射面的固定镜47B,在从移动镜41向-Y方向分离规定距离的位置,在不干涉于测距光束B1,B2的状态下分别延伸设置于X轴方向。

[0119] 固定镜47A,47B被支撑于设在用于支撑例如投影单元PU的框架(未图示)的同一支撑体(未图示)。此外,固定镜47A,47B也可设于前述测量框架等。另外,在本实施形态中,虽设置有三个反射面41b,41a,41c的移动镜41、以及固定镜47A,47B,但并不限于此,例如可将具有45度斜面的移动镜设于载台本体91侧面,并将固定镜配置于晶片载台WST上方。此时,只要将固定镜设于前述支撑体或测量框架等即可。

[0120] 如图2所示,Y干涉仪16从平行于通过投影光学系统PL的投影中心(光轴AX,参照图1)的Y轴的直线沿在-X侧,+X侧分离同一距离的Y轴方向测距轴,将测距光束B4₁,B4₂投射于晶片台WTB的反射面17a,再接收各自的反射光,由此来检测晶片台WTB的测距光束B4₁,B4₂的照射点中的Y轴方向位置(Y位置)。此外,图1中仅代表性地将测距光束B4₁,B4₂图示为测距光束B4。

[0121] 另外,Y干涉仪16在测距光束B4₁,B4₂之间在Z轴方向隔开规定间隔,沿Y轴方向测距轴将测距光束B3投射向反射面41a,再接收被反射面41a反射的测距光束B3,由此来检测移动镜41的反射面41a(也即晶片载台WST)的Y位置。

[0122] 主控制装置20根据Y干涉仪16的与测距光束B4₁,B4₂对应的测距轴的测量值平均值,算出反射面17a也即晶片台WTB(晶片载台WST)的Y位置(更正确地说为Y轴方向的移位 ΔY)。另外,主控制装置20从与测距光束B4₁,B4₂对应的测距轴的测量值差,算出晶片台WTB在绕Z轴的旋转方向(θ_z)的移位(偏摇量) $\Delta \theta_z^{(Y)}$ 。另外,主控制装置20,根据反射面17a及在反射面41a的Y位置(Y轴方向的移位 ΔY),算出晶片载台WST在 θ_x 方向的移位(纵摇量) $\Delta \theta_x$ 。

[0123] 另外,如图2所示,X干涉仪126,沿与通过投影光学系统PL的光轴的X轴方向的直线LH相距同一距离的双轴测距轴,将测距光束B5₁,B5₂投射于晶片台WTB,主控制装置20,根据与测距光束B5₁,B5₂对应的测距轴的测量值,算出晶片台WTB在X轴方向的位置(X位置,更正确地说为X轴方向的移位 ΔX)。另外,主控制装置20从与测距光束B5₁,B5₂对应的测距轴的测量值差,算出晶片台WTB在 θ_z 方向的移位(偏摇量) $\Delta \theta_z^{(X)}$ 。此外,从X干涉仪126获得的 $\Delta \theta_z^{(X)}$ 与从Y干涉仪16获得的 $\Delta \theta_z^{(Y)}$ 彼此相等,代表晶片台WTB往 θ_z 方向的移位(偏摇量) $\Delta \theta_z$ 。

[0124] 另外,如图2的虚线所示,从X干涉仪128沿平行于X轴的测距轴射出测距光束B7。此X干涉仪128,实际上沿连结后述卸载位置UP与装载位置LP(参照图3)的X轴的平行测距轴,将测距光束B7投射于位在卸载位置UP与装载位置LP附近位置的晶片台WTB的反射面17b。另外,如图2所示,来自X干涉仪127的测距光束B6投射至晶片台WTB的反射面17b。实际上,测距光束B6沿通过对准系统AL1检测中心的X轴的平行测距轴,投射至晶片台WTB的反射面17b。

[0125] 主控制装置20,也可从X干涉仪127的测距光束B6的测量值、以及X干涉仪128的测距光束B7的测量值,求出晶片台WTB在X轴方向的移位 ΔX 。不过,三个X干涉仪126,127,128的配置在Y轴方向不同,X干涉仪126使用于进行图18所示的曝光时,X干涉仪127使用于进行图25等所示的晶片对准时,X干涉仪128使用于进行图22及图23所示的晶片装载时、及图21所示的卸载时。

[0126] 另外,从Z干涉仪43A,43B分别投射沿Y轴的测距光束B1,B2向移动镜41。这些测距光束B1,B2分别以规定入射角(设为 $\theta/2$)射入到移动镜41的反射面41b,41c。另外,测距光束B1,B2分别在反射面41b,41c反射,而呈垂直射入固定镜47A,47B的反射面。接着,在固定镜47A,47B的反射面反射的测距光束B1,B2,分别在反射面41b,41c反射(反向回至射入时的光路)而以Z干涉仪43A,43B接收光。

[0127] 此处,若将晶片载台WST(也即移动镜41)向Y轴方向的移位设为 ΔY_o ,将向Z轴方向的移位设为 ΔZ_o ,则以Z干涉仪43A,43B接收光的测距光束B1的光路长变化 ΔL_1 及测距光束B2的光路长变化 ΔL_2 ,可分别以下式(1),(2)表示。

$$[0128] \quad \Delta L_1 = \Delta Y_o \times (1 + \cos\theta) - \Delta Z_o \times \sin\theta \quad \cdots (1)$$

$$[0129] \quad \Delta L_2 = \Delta Y_o \times (1 + \cos\theta) + \Delta Z_o \times \sin\theta \quad \cdots (2)$$

[0130] 因此,从式(1),(2), ΔY_o 及 ΔZ_o 可由下式(3),(4)求出。

$$[0131] \quad \Delta Z_o = (\Delta L_2 - \Delta L_1) / 2\sin\theta \quad \cdots (3)$$

$$[0132] \quad \Delta Y_o = (\Delta L_1 + \Delta L_2) / \{2(1 + \cos\theta)\} \quad \cdots (4)$$

[0133] 上述的移位 ΔZ_o 、 ΔY_o 分别用Z干涉仪43A,43B求出。因此,将以Z干涉仪43A求出的移位设为 ΔZ_oR , ΔY_oR ,将用Z干涉仪43B求出的移位设为 ΔZ_oL , ΔY_oL 。接着,将Z干涉仪43A,43B分别投射的测距光束B1,B2在X轴方向分离的距离设为D(参照图2)。在上述前提之下,移动镜41(也即晶片载台WST)向 θ_z 方向的移位(偏摇量) $\Delta \theta_z$ 、以及移动镜41(也即晶片载台WST)向 θ_y 方向的移位(偏摇量) $\Delta \theta_y$ 可由下式(5),(6)求出。

$$[0134] \quad \Delta \theta_z = (\Delta Y_oR - \Delta Y_oL) / D \cdots (5)$$

$$[0135] \quad \Delta \theta_y = (\Delta Z_oL - \Delta Z_oR) / D \cdots (6)$$

[0136] 因此,主控制装置20可通过使用上述式(3)~式(6),根据Z干涉仪43A,43B的测量结果,算出晶片载台WST在四自由度的移位 ΔZ_o 、 ΔY_o 、 $\Delta \theta_z$ 、 $\Delta \theta_y$ 。

[0137] 这样,主控制装置20,可从干涉仪系统118的测量结果,算出晶片载台WST在六自由度方向(Z,X,Y, $\Delta \theta_z$, $\Delta \theta_x$, $\Delta \theta_y$ 方向)的移位。此外,在本实施形态中,干涉仪系统118虽能测量晶片载台WST在六自由度方向的位置信息,但测量方向不限于六自由度方向,也可是五自由度以下的方向。

[0138] 此外,在本实施形态中,虽说明了晶片载台WST(91,WTB)可在六自由度移动的单一载台,但并不限于此,也可使晶片载台WST构成为包含可在XY面内移动自如的载台本体91,以及搭载于该载台本体91上、能相对载台本体91相对微幅驱动于至少Z轴方向、 θ_x 方向、以及 θ_y 方向的晶片台WTB。此时,前述的移动镜41设于晶片台WTB。另外,也可在晶片台WTB设置由平面镜构成的移动镜来代替反射面17a,反射面17b。

[0139] 不过,在本实施形态中,晶片载台WST(晶片台WTB)在XY平面内的位置信息(包含 θ_z 方向的旋转信息的三自由度方向的位置信息),主要通过后述编码器系统来测量,干涉仪16,126,127的测量值辅助性地用于修正(校正)该编码器系统的测量值长期性变动(例如因标尺随时间的变化等所造成)、以及编码器的输出异常发生时的备用等。此外,在本实施形态中,晶片载台WST的六自由度方向的位置信息中、包含X轴方向、Y轴方向、以及 θ_z 方向的三自由度方向的位置信息由后述编码器系统来测量,剩下的三自由度方向也即Z轴方向、 θ_x 方向、以及 θ_y 方向的位置信息,则通过后述的具有多个Z传感器的测量系统来测量。此处,剩下的三自由度方向也可通过测量系统与干涉仪系统18两者来测量。例如可通过测量系统测

量在Z轴方向及 θ_y 方向的位置信息,通过干涉仪系统118测量在 θ_x 方向的位置信息。

[0140] 此外,干涉仪系统118的至少一部分(例如光学系统等),虽可设于用于保持投影单元PU的主框架,或与如前所述悬吊支撑的投影单元PU设置成一体,但本实施形态中设于前述测量框架。

[0141] 前述测量载台MST,包含前述载台本体92与装载于该载台本体92上的测量台MTB。测量台MTB也经由未图示的Z调平机构装载于载台本体92上。然而并不限于此,也可采用可将测量台MTB相对载台本体92微动于X轴方向、Y轴方向及 θ_z 方向的所谓粗微动构造的测量载台MST,或将测量载台MST固定于载台本体92,并使包含该测量台MTB与载台本体92的测量载台MST整体构成为可驱动于六自由度方向。

[0142] 在测量台MTB(及载台本体92)设有各种测量用构件。作为该测量用构件,例如如图2及图5(A)所示,采用具有针孔状受光部来在投影光学系统PL的像面上接收照明光IL的照度不均传感器94、用于测量投影光学系统PL所投影的图案空间像(投影像)的空间像测量器96、以及例如国际公开第03/065428号小册子等所公开的夏克-哈特曼(Shack-Hartman)方式的波面像差测量器98等。波面像差传感器98,例如能使用国际公开第99/60361号小册子(对应欧洲专利第1,079,223号)所公开的。

[0143] 照度不均传感器94,例如能使用与日本特开昭57-117238号公报(对应美国专利第4,465,368号说明书)等所公开的相同的构造。另外,空间像测量器96,例如能使用与日本特开2002-14005号公报(对应美国专利申请公开第2002/0041377号说明书)等所公开的相同的构造。此外,本实施形态中虽将三个测量用构件(94,96,98)设于测量载台MST,但测量用构件的种类、及/或数量等并不限于此。测量用构件,例如可使用用于测量投影光学系统PL的透射率的透射率测量器、及/或能采用用于观察前述局部液浸装置8、例如嘴单元32(或前端透镜191)等的测量器等。再者,也可将与测量用构件相异的构件、例如用于清洁嘴单元32、前端透镜191等的清洁构件等装载于测量载台MST。

[0144] 在本实施形态中,参照图5(A)可知,使用频率高的传感器类、照度不均传感器94及空间像测量器96等配置于测量载台MST的中心线CL(通过中心的Y轴)上。因此,在本实施形态中,使用这些传感器类的测量,并非以使测量载台MST移动于X轴方向的方式来进行,而仅以使其移动于Y轴方向的方式来进行。

[0145] 除了上述传感器以外,尚能采用例如日本特开平11-16816号公报(对应美国专利申请公开第2002/0061469号说明书)等所公开的具有在投影光学系统PL的像面上接收照明光IL的规定面积的受光部的照度监测器,此照度监测器最好也配置于中心线上。

[0146] 此外,在本实施形态中,对应所进行的通过经由投影光学系统PL与液体(水)Lq的曝光用光(照明光)IL来使晶片W曝光的液浸曝光,在使用照明光IL的测量中所使用的上述照度不均传感器94(以及照度监测器)、空间像测量器96、以及波面像差传感器98中,成为经由投影光学系统PL及水来接收照明光IL。另外,各传感器,例如也可仅有光学系统等的一部分装载于测量台MTB(及载台本体92),或也可将传感器整体配置于测量台MTB(及载台本体92)。

[0147] 如图5(B)所示,在测量载台MST的载台本体92的一Y侧端面固定有框状安装构件42。另外,在载台本体92的一Y侧端面,在安装构件42的开口内部的在X轴方向的中心位置附近,以能与前述一对送光系统36对向的配置固定有一对受光系统44。各受光系统44,由中

继透镜等的光学系统、受光元件(例如光电倍增管等)、以及收纳这些的框体来构成。由图4(B)及图5(B)、以及截至目前为止的说明可知,在本实施形态中,在晶片载台WST与测量载台MST于Y轴方向接近规定距离以内的状态(包含接触状态)下,透射过测量板30的各空间像测量狭缝图案SL的照明光IL被前述各送光系统36导引,而被在各受光系统44内部的受光元件接收。也即,通过测量板30、送光系统36、以及受光系统44,来构成与前述日本特开2002-14005号公报(对应美国专利申请公开第2002/0041377号说明书)等所公开的相同的空间像测量装置45(参照图6)。

[0148] 在前述安装构件42上,沿X轴方向延伸设置有由截面矩形的棒状构件构成的作为基准构件的基准杆(以下简称为「CD杆」)。此CD杆46,通过全动态框构造以动态方式支撑于测量载台MST上。

[0149] 由于CD杆46为标准器(测量基准),因此其材料采用低热膨胀率的光学玻璃陶瓷、例如首德公司的Zerodur(商品名)等。此CD杆46的上面(表面)的平坦度设定得较高,与所谓基准平板相同程度。另外,在该CD杆46的长边方向一侧与另一侧端部附近,如图5(A)所示分别形成有以Y轴方向为周期方向的基准栅格(例如衍射光栅)52。这一对基准栅格52的形成方式为,隔着规定距离(L)在关于CD杆46的X轴方向中心也即相隔前述中心线CL彼此配置成对称。

[0150] 另外,在该CD杆46上面以图5(A)所示的配置形成有多个基准标记M。该多个基准标记M是以同一间距在Y轴方向形成为三行的排列,各行排列形成为在X轴方向彼此偏移规定距离。各基准标记M,例如使用可通过后述一次对准系统、二次对准系统来检测的尺寸的二维标记。基准标记M的形状(构成)虽也可与前述基准标记FM相异,但本实施形态中基准标记M与基准标记FM为相同构成,且也与晶片W的对准标记相同构成。此外,在本实施形态中,CD杆46的表面及测量台MTB(也可包含前述测量用构件)的表面均分别以疏液膜(疏水膜)覆盖。

[0151] 测量台MTB的+Y端面、-X端面也形成有与前述晶片台WTB同样的反射面19a,19b(参照图2及图5(A))。干涉仪系统118(参照图6)的Y干涉仪18及X干涉仪130(图1中X干涉仪130并未图示,参照图2),如图2所示分别对这些反射面19a,19b投射干涉仪光束(测距光束),并通过接收各自的反射光,测量各反射面从基准位置的位移、也即测量载台MST的位置信息(例如至少包含X轴及Y轴方向的位置信息与 θ_z 方向的旋转信息),并将该测量值供应至主控制装置120。

[0152] 本实施形态的曝光装置100,虽在图1中为了避免图式过于复杂而予以省略,但实际上如图3所示,配置有一次对准系统AL1,该一次对准系统AL1在通过投影单元PU的中心(与投影光学系统PL的光轴AX一致,在本实施形态中也与前述曝光区域IA的中心一致)且与Y轴平行的直线LV上,从该光轴向-Y侧相隔规定距离的位置具有检测中心。此一次(primary)对准系统AL1经由支撑构件54固定于未图示主框架的下面。夹着此一次对准系统AL1的X轴方向一侧与另一侧,分别设有其检测中心相对该直线LV配置成大致对称的二次(secondary)对准系统AL2₁,AL2₂与AL2₃,AL2₄。也即,五个对准系统AL1,AL2₁~AL2₄的检测中心,在X轴方向配置于不同的位置,也即沿X轴方向配置。

[0153] 各二次对准系统AL2_n($n=1\sim 4$),如代表性地表示的对准系统AL2₄那样,固定于能以旋转中心O为中心向图3中的顺时针及逆时针方向旋转规定角度范围的臂56_n($n=1\sim 4$)

的前端(旋动端)。在本实施形态中,各二次对准系统AL2_n的一部分(例如至少包含将对准光照射于检测区域、且将检测区域内的对象标记所产生的光导至受光元件的光学系统)固定于臂56_n,剩余的一部分则设于用于保持投影单元PU的主框架。二次对准系统AL2₁,AL2₂,AL2₃,AL2₄能通过分别以旋转中心O旋动来调整X位置。也即,二次对准系统AL2₁,AL2₂,AL2₃,AL2₄的检测区域(或检测中心)能独立移动于X轴方向。因此,一次对准系统AL1及二次对准系统AL2₁,AL2₂,AL2₃,AL2₄能调整其检测区域在X轴方向的相对位置。此外,在本实施形态中,虽通过臂的旋动来调整二次对准系统AL2₁,AL2₂,AL2₃,AL2₄的X位置,但并不限于此,也可设置将二次对准系统AL2₁,AL2₂,AL2₃,AL2₄往复驱动于X轴方向的驱动机构。另外,二次对准系统AL2₁,AL2₂,AL2₃,AL2₄的至少一个也可不仅可移动于X轴方向而也可移动于Y轴方向。此外,由于各二次对准系统AL2_n的一部分通过臂56_n来移动,因此可通过未图示传感器例如干涉仪或编码器等来测量固定于臂56_n的一部分的位置信息。此传感器可仅测量二次对准系统AL2_n在X轴方向的位置信息,也能使其可测量其它方向例如Y轴方向及/或旋转方向(包含 θ_x 及 θ_y 方向的至少一方)的位置信息。

[0154] 在前述各臂56_n上面,设有由差动排气型的空气轴承构成的真空垫58_n($n=1\sim 4$)。另外,臂56_n,例如通过包含马达等的旋转驱动机构60_n($n=1\sim 4$,图3中未图示,参照图6),可依照主控制装置20的指示来旋动。主控制装置20在臂56_n的旋转调整后,即使各真空垫58_n动作以将各臂56_n吸附固定于未图示主框架。由此,即可维持各臂56_n的旋转角度后的状态,也即维持相对一次对准系统AL1的4个二次对准系统AL2₁~AL2₄的所希望的位置关系。

[0155] 此外,与主框架的臂56_n对向的部分只要是磁性体,也可代替真空垫58采用电磁石。

[0156] 本实施形态的一次对准系统AL1及4个二次对准系统AL2₁~AL2₄,可使用例如影像处理方式的FIA(Field Image Alignment(场像对准))系统,其能将不会使晶片上的抗蚀剂感光的宽频检测光束照射于对象标记,并用摄影组件(CCD(电荷耦合装置)等)拍摄通过来自该对象标记的反射光而成像于受光面的对象标记像、以及未图示的指针(设于各对准系统内的指针板上的指针图案)像,并输出这些的拍摄信号。来自一次对准系统AL1及4个二次对准系统AL2₁~AL2₄各自的摄像信号,供应至图6的主控制装置20。

[0157] 此外,作为上述各对准系统不限于FIA系统,当然也能单独或适当组合使用能将相干的检测光照射于对象标记以检测从此对象标记产生的散射光或衍射光的对准传感器,或是干涉从该对象标记产生的两衍射光(例如同阶数的衍射光、或衍射于同方向的衍射光)来加以检测的对准传感器。另外,本实施形态中虽设置了五个对准系统AL1,AL2₁~AL2₄,但其数目并不限于五个,也可是两个以上且四个以下,或六个以上也可,或也可不为奇数而为偶数。进而,在本实施形态中,五个对准系统AL1,AL2₁~AL2₄,虽经由支撑构件54固定于用于保持投影单元PU的主框架下面,但并不限于此,也可设于例如前述测量框架。另外,对准系统AL1,AL2₁~AL2₄,由于检测晶片W的对准标记、以及CD杆46的基准标记,因此在本实施形态中也可单称为标记检测系统。

[0158] 本实施形态的曝光装置100,如图3所示,以从四方围绕前述嘴单元32周围的状态配置有编码器系统的四个读头单元62A~62D。这些读头单元62A~62D,虽在图3等中为了避免图式过于复杂而予以省略,但实际上经由支撑构件以悬吊状态固定于用于保持前述投影单元PU的主框架。此外,读头单元62A~62D在例如投影单元PU为悬吊支撑的情形下,也可与

投影PU悬吊支撑成一体,或设于前述测量框架。

[0159] 读头单元62A,62C,在投影单元PU的+X侧、-X侧,分别以X轴方向为长边方向且相对投影光学系统PL的光轴AX配置成从光轴AX大致相隔同一距离。另外,读头单元62B,62D,在投影单元PU的+Y侧、-Y侧,分别以Y轴方向为长边方向且相对投影光学系统PL的光轴AX配置成从光轴AX大致相隔同一距离。

[0160] 如图3所示,读头单元62A,62C,具备多个(此处为六个)以规定间隔配置于通过投影光学系统PL的光轴AX且与X轴平行的直线LH上的Y读头64。读头单元62A,构成使用前述Y标尺39Y₁来测量晶片载台WST(晶片台WTB)在Y轴方向的位置(Y位置)的多眼(此处为六眼)的Y线性编码器(以下适当简称为「Y编码器」或「编码器」)70A(参照图6)。同样地,读头单元62C,构成使用前述Y标尺39Y₂来测量晶片载台WST(晶片台WTB)的Y位置的多眼(此处为六眼)的Y编码器70C(参照图6)。此处,读头单元62A,62C所具备的相邻Y读头64(也即测量光束)的间隔,设定成比前述Y标尺39Y₁,39Y₂在X轴方向的宽度(更正确而言为栅格线38的长度)窄。另外,读头单元62A,62C各自具备的多个Y读头64中位于最内侧的Y读头64,为了尽可能配置于投影光学系统PL的光轴,固定于投影光学系统PL的镜筒40下端部(更正确而言为包围前端透镜191的嘴单元32的横方向侧)。

[0161] 如图3所示,读头单元62B,具备多个(此处为七个)以规定间隔配置于上述直线LV上的X读头66。另外,读头单元62D,具备多个(此处为十一个(不过,图3的十一个中与一次对准系统AL1重叠的三个未图示))以规定间隔配置于上述直线LV上的X读头66。读头单元62B,构成使用前述X标尺39X₁来测量晶片载台WST(晶片台WTB)在X轴方向的位置(X位置)的多眼(此处为七眼)的X线性编码器(以下适当简称为「X编码器」或「编码器」)70B(参照图6)。另外,读头单元62D,构成使用前述X标尺39X₂来测量晶片载台WST(晶片台WTB)的X位置的多眼(此处为十一眼)的X编码器70D(参照图6)。另外,在本实施形态中,例如在进行后述对准时等读头单元62D所具备的十一个X读头66中的两个读头66,有时会同时对向于X标尺39X₁,X标尺39X₂。此时,通过X标尺39X₁与对向于此的X读头66来构成X线性编码器70B,并通过X标尺39X₂与对向于此的X读头66来构成X线性编码器70D。

[0162] 此处,十一个X读头66中的一部分、此处为三个X读头,安装于一次对准系统AL1的支撑构件54下面侧。另外,读头单元62B,62D各自具备的相邻X读头66(测量光束)的间隔,设定成比前述X标尺39X₁,39X₂在Y轴方向的宽度(更正确而言为栅格线37的长度)窄。另外,读头单元62B,62D各自具备的多个X读头66中位于最内侧的X读头66,为了尽可能配置于投影光学系统PL的光轴,固定于投影光学系统PL的镜筒40下端部(更正确而言为包围前端透镜191的嘴单元32的横方向侧)。

[0163] 进而,在二次对准系统AL2₁的-X侧、二次对准系统AL2₄的+Y侧,分别设有在平行于在通过一次对准系统AL1的检测中心的X轴的直线上且其检测点相对该检测中心配置成大致对称的Y读头64y₁,64y₂。Y读头64y₁,64y₂的间隔,设定成大致与前述距离L相等。Y读头64y₁,64y₂,在晶片载台WST上的晶片W中心位于上述直线LV上的图3所示的状态下,分别与Y标尺39Y₂,39Y₁对向。在进行后述的对准动作时,Y标尺39Y₂,39Y₁分别与Y读头64y₁,64y₂对向配置,通过该Y读头64y₁,64y₂(也即通过这些Y读头64y₁,64y₂构成的Y编码器70C,70A)来测量晶片载台WST的Y位置(及 θ_z 旋转)。

[0164] 另外,在本实施形态中,在进行二次对准系统的后述基线测量时,CD杆46的一对基

准栅格52与Y读头64y₁,64y₂分别对向,通过与Y读头64y₁,64y₂对向的基准栅格52,以各自的基准栅格52的位置来测量CD杆46的Y位置。以下,将通过与基准栅格52分别对向的Y读头64y₁,64y₂所构成的编码器称为Y轴线性编码器70E,70F(参照图6)。

[0165] 上述的六个线性编码器70A~70E,例如以0.1nm左右的分解能力测量晶片载台WST各自的测量方向的位置信息,而这些的测量值(测量信息)被供应至主控制装置20,主控制装置20即根据线性编码器70A~70D的测量值控制晶片台WTB在XY平面内的位置,并根据编码器70E,70F的测量值控制CD杆46在 θ_z 方向的旋转。此外,线性编码器的构成等,留待后述。

[0166] 本实施形态的曝光装置100,设有用于测量晶片W在Z轴方向的位置信息的位置测量装置。如图3所示,本实施形态的曝光装置100,设有与照射系统90a及受光系统90b(参照图8)所构成的、例如在日本特开平6-283403号公报(对应美国专利第5,448,332号说明书)等所公开的相同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」)。在本实施形态中,作为其一例,在前述读头单元62C的-X端部的-Y侧配置照射系统90a,并以与其相对的状态在前述读头单元62A的+X端部的-Y侧配置受光系统90b。

[0167] 虽省略图示,此多点AF系统(90a,90b)的多个检测点,在被检测面上沿X轴方向以规定间隔配置。在本实施形态中,例如配置成一行M列(M为检测点的总数)或两行N列(N为检测点总数的1/2)的矩阵状。图3中并未个别图示检测光束分别照射的多个检测点,而表示在照射系统90a及受光系统90b之间延伸于X轴方向的细长检测区域(光束区域)AF。此检测区域AF,由于其X轴方向的长度设定成与晶片W的直径相同,因此通过仅沿Y轴方向扫描晶片W一次,即能测量晶片W的大致全面的Z轴方向位置信息(面位置信息)。另外,该检测区域AF,由于就Y轴方向,配置于前述液浸区域14(曝光区域1A)与对准系统(AL1,AL2₁,AL2₂,AL2₃,AL2₄)的检测区域之间,因此能同时以多点AF系统与对准系统进行其检测动作。多点AF系统虽可设于用于保持投影单元PU的主框架等,但在本实施形态中设于前述测量框架。

[0168] 此外,多个检测点虽以1行M列或2行N列来配置,但行数及/或列数并不限于此。不过,当行数为2以上时,最好在不同行之间使检测点在X轴方向的位置也相异。进而,虽多个检测点沿X轴方向配置,但并不限于此,例如也可沿与X轴及Y轴两方交叉的方向配置多个检测点。也即,多个检测点只要至少在X轴方向位置不同即可。另外,虽在本实施形态中对多个检测点照射检测光束,但例如也可对检测区域AF全区照射检测光束。再者,检测区域AF在X轴方向的长度也可不与晶片W的直径为相同程度。

[0169] 在本实施形态中,在多点AF系统的多个检测点中的位于两端的检测点附近、也即检测区域AF的两端部附近,以相对前述直线LV呈对称的配置设有各一对的Z位置测量用位置传感器(以下简称为「Z传感器」)。72a,72b及72c,72d。这些Z传感器72a~72d固定于未图示主框架的下面。作为Z传感器72a~72d,使用例如使用在CD驱动装置等的光拾取器那样构成的光学式位移传感器(光拾取器方式的传感器),其对晶片台WTB上方照射光,并接收其反射光来测量该光的照射点中晶片台WTB表面在与XY平面正交的Z轴方向的位置信息。此外,Z传感器72a~72d也可设于前述测量框架等。

[0170] 进而,前述的读头单元62C,具备夹着的连结多个Y读头64的X轴方向的直线LH位于一侧与另一侧、分别沿平行于直线LH的两条直线上且以规定间隔配置的多个(此处为各六个,合计为十二个)Z传感器74_{i,j}($i=1,2,j=1,2,\dots,6$)。此时,成对的Z传感器74_{1,j}、Z传感器74_{2,j},相对上述直线LH配置成对称。进而,多对(此处为六对)的Z传感器74_{1,j}、Z传感器

74_{2,j}与多个Y读头64,在X轴方向交互配置。各Z传感器74_{i,j},例如使用与前述Z传感器72a~72d相同的光拾取方式的传感器。

[0171] 此处,位于相对直线LH成对称的位置的各对Z传感器74_{1,j},74_{2,j}的间隔,设定成与前述Z传感器74c,74d的间隔相同的间隔。另外,一对Z传感器74_{1,4},74_{2,4},位于与Z传感器72a,72b相同的与Y轴方向平行的直线上。

[0172] 另外,前述读头单元62A,具备相对前述直线LV与上述多个Z传感器74_{i,j}配置成对称的多个、此处为12个的Z传感器76_{p,q}($p=1,2,q=1,2,\dots,6$)。各Z传感器76_{p,q},例如使用与前述Z传感器72a~72d相同的CD拾取方式的传感器。另外,一对Z传感器76_{1,3},76_{2,3},位于与Z传感器72c,72d相同的Y轴方向的直线上。此外,Z传感器76_{i,j},76_{p,q},例如设于前述主框架或测量框架。另外,在本实施形态中,具有Z传感器72a~72d、74_{i,j},74_{p,q}的测量系统,通过与前述标尺对向的一个或多个Z传感器测量晶片载台WST在Z轴方向的位置信息。因此,在曝光动作中,依据晶片载台WST的移动切换用于位置测量的Z传感器74_{i,j},76_{p,q}。进而,在曝光动作中,Y标尺39Y₁至少与一个Z传感器76_{p,q}对向,且Y标尺39Y₂至少与一个Z传感器74_{i,j}对向。因此,测量系统不仅能测量晶片载台WST在Z轴方向的位置信息,也能测量在 θ_y 方向的位置信息(横摇)。另外,在本实施形态中,虽测量系统的各Z传感器测量标尺的栅格面(衍射光栅的形成面),但也可测量与栅格面不同的面,例如覆盖栅格面的罩玻璃的一面。

[0173] 此外,图3中省略测量载台MST的图示,以保持于该测量载台MST与前端透镜191之间的水Lq而形成的液浸区域由符号14表示。另外,在该图3中,符号78表示局部空调系统,其用于将温度被调整至规定温度的干燥空气沿图3中所示的白色箭头经由降流送至多点AF系统(90a,90b)的光束路附近。另外,符号UP表示进行晶片在晶片台WTB上的卸载的卸载位置,符号LP表示进行将晶片装载于晶片台WTB上的装载位置。在本实施形态中,卸载位置UP与装载位置LP相对直线LV设定成对称。此外,也能使卸载位置UP与装载位置LP为同一位置。

[0174] 图6表示曝光装置100的控制系统的主要构成。此控制系统,以由用于统筹装置整体的微电脑(或工作站)所构成的主控制装置20为中心。在连接于此主控制装置20的外部记忆装置的内存34储存有后述修正信息。此外,在图6中,将前述照度不均传感器94、空间像测量器96、以及波面像差传感器98等设于测量载台MST的各种传感器,合称为传感器群99。

[0175] 以上述方式构成的本实施形态的曝光装置100,由于采用如前所述的晶片台WTB上的X标尺、Y标尺的配置及如前述的X读头、Y测头的配置,因此会如图7(A)及图7(B)等的示例所示,在晶片载台WST的有效动程范围(也即本实施形态中的为了进行对准及曝光动作而移动的范围)中,属于读头单元62B,62D的合计18个X读头中的至少一个X读头66必定会对向于X标尺39X₁,39X₂中的至少一个,且分别属于读头单元62A,62C的至少各1个Y读头中的至少一个Y读头64、或Y读头64y₁,64y₂必定会对向于Y标尺39Y₁,39Y₂。也即,对应的读头至少会有各一个与四个标尺中的至少三个对向。

[0176] 此外,在图7(A)及图7(B)中,与相对应的X标尺或Y标尺对向的读头用圆圈框住表示。

[0177] 因此,主控制装置20可在前述晶片载台WST的有效动程范围中,通过根据编码器70A,70C、以及编码器70B及70D的至少一个的至少合计三个编码器的测量值控制构成载台驱动系统124的各马达,高精度地控制晶片载台WST在XY平面内的位置信息(包含 θ_z 方向的旋转信息)。编码器70A~70D的测量值所承受的空气晃动的影响,由于与干涉仪相比小到

几乎可忽视,因此起因于空气晃动的测量值的短期稳定性,比干涉仪好上许多。

[0178] 另外,当如图7(A)中白色箭头所示将晶片载台WST驱动于X轴方向时,用于测量该晶片载台WST在Y轴方向的位置的Y读头64,如该图中的箭头 e_1, e_2 所示按顺序切换至相邻的Y读头64。例如从实线圆圈框住的Y读头64切换至以虚线圆圈框住的Y读头64。如此,测量值在此切换的前后被接续。也即在本实施形态中,为了能顺利地进行该Y读头64的切换及测量值的接续,如前所述那样将读头单元62A, 62C所具备的相邻Y读头64的间隔设定成比Y标尺 $39Y_1, 39Y_2$ 在X轴方向的宽度窄。

[0179] 另外,在本实施形态中,由于如前所述将读头单元62B, 62D所具备的相邻Y读头66的间隔设定成比前述X标尺 $39X_1, 39X_2$ 在Y轴方向的宽度窄,因此与上述同样地,当如图7(B)中白色箭头所示将晶片载台WST驱动于Y轴方向时,用于测量该晶片载台WST在X轴方向的位置的X读头66,即按顺序切换至相邻的X读头66(例如从实线圆圈框住的X读头66切换至以虚线圆圈框住的X读头66),测量值在此切换的前后被接续。

[0180] 其次,针对编码器70A~70F的构成等,以放大表示于图8(A)的Y编码器70A为代表进行说明。在此图8(A)中,表示用于将检测光(测量光束)照射于Y标尺 $39Y_1$ 的读头单元62A的一个Y读头64。

[0181] Y读头64,粗略地分为照射系统64a、光学系统64b、以及受光系统64c的三部分构成。

[0182] 照射系统64a,包含将激光束LB沿相对Y轴及Z轴成 45° 的方向射出的光源(例如半导体激光LD),以及配置在该半导体激光LD所射出的激光束LB的光路上的收敛透镜L1。

[0183] 光学系统64b,包含其分离面与XZ平面平行的偏振分光器PBS,一对反射镜R1a, R1b,透镜L2a, L2b,四分的一波长板(以下记述为 $\lambda/4$ 板)WP1a, WP1b,以及反射镜R2a, R2b等。

[0184] 受光系统64c包含偏光件(测光件)及光检测器等。

[0185] 在该Y编码器70A中,从半导体激光LD射出的激光束LB经由透镜L1射入到偏振分光器PBS,使其偏振光被分离成两个光束 LB_1, LB_2 。透射过偏振分光器PBS的光束 LB_1 经由反射镜R1a到达形成于Y标尺 $39Y_1$ 的反射型衍射光栅RG,在偏振分光器PBS反射的光束 LB_2 则经由反射镜R1b到达反射型衍射光栅RG。此外,此处的「偏振光分离」是指将入射光束分离成P偏光成分与S偏光成分。

[0186] 通过光束 LB_1, LB_2 的照射而从衍射光栅RG产生的规定次数的衍射光束、例如一次衍射光束,在经由透镜L2b, L2a而被 $\lambda/4$ 板WP1a, WP1b转换成圆偏光后,在反射镜R2a, R2b反射而再次通过 $\lambda/4$ 板WP1a, WP1b,沿与返路相同光路的相反方向到达偏振分光器PBS。

[0187] 到达偏振分光器PBS的两个光束,其各自的偏光方向相对原本的方向被旋转了90度。因此,先透射过偏振分光器PBS的光束 LB_1 的一次衍射光束,在偏振分光器PBS反射而射入到受光系统64c,先在偏振分光器PBS反射的光束 LB_2 的一次衍射光束,则透射过偏振分光器PBS后与光束 LB_1 合成为同轴而射入到受光系统64c。

[0188] 接着,上述两个一次衍射光束,在受光系统64c内部被测光件整合其偏光方向,而彼此干涉成为干涉光,该干涉光被光检测器检测,并转换成与干涉光强度对应的电气信号。

[0189] 从上述说明可知,在Y编码器70A,由于彼此干涉的两个光束的光路长极短且大致相等,因此几乎可忽视空气晃动的影响。另外,当Y标尺 $39Y_1$ (也即晶片载台WST)移动于测量方向(此时为Y轴方向)时,两个光束各自的相位即变化使干涉光的强度变化。该干涉光的强

度变化被受光系统64c检测出,与该强度变化相对应的位置信息即作为Y编码器70A的测量值输出。其它的编码器70B,70C,70D等也与编码器70A为相同构成。

[0190] 另一方面,当晶片载台WST向与Y轴方向不同的方向移动,而在读头64与Y标尺39Y₁之间向要测量的方向以外的方向进行相对运动(非测量方向的相对运动)时,大部分的情形下,会因此而使Y编码器70A产生测量误差。以下,说明此测量误差产生的情形。

[0191] 首先,导出两个返回光束LB₁,LB₂所合成的干涉光的强度、以及Y标尺39Y₂(反射型衍射光栅RG)的移位(与Y读头64的相对移位)的关系。

[0192] 在图8(B)中,用反射镜R1a反射的返回光束LB₁以角度 θ_{a0} 射入到反射型衍射光栅RG,而在 θ_{a1} 产生 n_a 次衍射光。接着,被反射镜R2a反射而沿返路的返回光束即以角度 θ_{a1} 射入到反射型衍射光栅RG。接着再次产生衍射光。此处,以 θ_{a0} 产生而沿原来光路射向反射镜R1a的衍射光是与在返路产生的衍射光相同次数的 n_a 次衍射光。

[0193] 另一方面,用反射镜R1b反射的返回光束LB₂,以角度 θ_{b0} 射入到反射型衍射光栅RG,而在 θ_{b1} 产生 n_b 次衍射光。此衍射光在反射镜R2b反射而沿相同光路返回至反射镜R1b。

[0194] 此情形下,两个返回光束LB₁,LB₂所合成的干涉光的强度I,与光检测器的受光位置的两个返回光束LB₁,LB₂间的相位的差(相位差) ϕ ,依存于 $I \propto 1 + \cos \phi$ 的关系。不过,两个光束的强度LB₁,LB₂彼此相等。

[0195] 此处,虽然对相位差 ϕ 的详细导出方法进行省略,但理论上能以下式(7)求出。

$$[0196] \quad \phi = K \Delta L + 4\pi (n_b - n_a) \Delta Y / p + 2K \Delta Z (\cos \theta_{b1} + \cos \theta_{b0} - \cos \theta_{a1} - \cos \theta_{a0}) \cdots (7)$$

[0197] 此处, $K \Delta L$ 是起因于两个光束LB₁,LB₂的光路差 ΔL 的相位差, ΔY 是反射型衍射光栅RG的+Y方向的移位, ΔZ 是反射型衍射光栅RG的+Z方向的移位, p 是衍射光栅的间距, $n_b - n_a$ 是上述各衍射光的衍射次数。

[0198] 此处,编码器构成为可满足光路差 $\Delta L = 0$ 及下式(8)所示对称性。

$$[0199] \quad \theta_{a0} = \cos \theta_{b0}, \theta_{a1} = \cos \theta_{b1} \cdots (8)$$

[0200] 此时,由于式(7)的右边第三项的括号内为零,同时满足 $n_b = -n_a (=n)$,因此可得到次式(9)。

$$[0201] \quad \phi_{\text{sym}}(\Delta Y) = 2\pi \Delta Y / (p/4n) \cdots (9)$$

[0202] 从上述(9)可知,相位差 ϕ_{sym} 不取决于光的波长。

[0203] 此处,简单举出图9(A),图9(B)的两个情形例来分析。首先,在图9(A)的情形中,读头64的光轴一致于Z轴方向(读头64并未倾斜)。此处,晶片载台WST已于Z轴方向移位($\Delta Z \neq 0, \Delta Y = 0$)。此时,由于光路差 ΔL 不会变化,因此式(7)右边的第1项不会变化。第2项则因假定 $\Delta Y = 0$ 而为零。接着,第3项由于满足了式(8)的对称性,因此为零。综上所述,相位差 ϕ 不会产生变化,且也不会产生干涉光的强度变化。其结果,编码器的测量值(计数值)也不会变化。

[0204] 另一方面,在图9(B)的情形中,读头64的光轴相对Z轴呈倾斜(读头64为倾斜)。在此状态下,晶片载台WST已于Z轴方向移位($\Delta Z \neq 0, \Delta Y = 0$)。此时也同样地,由于光路差 ΔL 不会变化,因此式(7)右边的第1项不会变化。第2项则因假定 $\Delta Y = 0$ 而为零。不过,由于读头倾斜而破坏了式(8)的对称性,因此第3项不为零,而与Z移位 ΔZ 成正比变化。综上所述,相位差 ϕ 会产生变化,其结果则使测量值变化。此外,即使读头64不产生倾斜,例如也会因读头的光学特性(聚焦远心(telecentricity)等)而破坏式(8)的对称性,同样地测量值也发

生变化。也即,编码器系统的测量误差产生主因的读头单元的特性信息,不仅读头的倾倒,也包含其光学特性等。

[0205] 另外,虽省略图示,在晶片载台WST往垂直于测量方向(Y轴方向)与光轴方向(Z轴方向)移位的情形($\Delta X \neq 0$, $\Delta Y = 0$, $\Delta Z = 0$)下,衍射光栅RG的栅格线所朝向的方向(长边方向)仅在与测量方向正交时测量值不会变化,但只要不正交即会以与其角度成正比的增益产生感度。

[0206] 其次,分析例如图10(A)~图10(D)所示的四种情况。首先,图10(A)的情形,读头64的光轴一致于Z轴方向(读头64并未倾斜)。在此状态下,即使晶片载台WST往+Z方向移动而成为图10(B)的状态,由于与先前的图9(A)的情形相同,因此编码器的测量值不会变化。

[0207] 其次,假设在图10(B)的状态下,晶片载台WST绕X轴旋转而成为图10(C)所示的状态。此时,虽读头与标尺未相对运动,也即为 $\Delta X = \Delta Z = 0$,但由于会因晶片载台WST的旋转使光路差 ΔL 产生变化,因此编码器的测量值会变化。也即,会因晶片载台WST的倾斜(tilt)使编码器系统产生测量误差。

[0208] 其次,假设在图10(C)的状态下,晶片载台WST往下方移动而成为图10(D)所示的状态。此时,由于晶片载台WST不旋转,因此光路差 ΔL 不会产生变化。然而,由于破坏了式(8)的对称性,因此经由式(7)的右边第3项可知会因Z移位 ΔZ 使相位差 Φ 变化。如此,会使编码器的测量值变化。此外,图10(D)的情形的编码器的测量值成为与图10(A)相同的测量值。

[0209] 从发明人等进行模拟后的结果获知,编码器的测量值,不仅对测量方向的Y轴方向的标尺位置变化,对 θ_x 方向(纵摇)、 θ_z 旋转(偏摇)的姿势变化也具有感度,且在前述对称性被破坏的情形下,也取决于Z轴方向的位置变化。也即,上述的理论性的说明与模拟结果一致。

[0210] 因此,在本实施形态中,以下述方式取得修正信息,该修正信息用于修正因向上述非测量方向的读头与标尺的相对运动而导致的各编码器的测量误差。

[0211] a. 首先,主控制装置20,一边监测干涉仪系统118的Y干涉仪16、X干涉仪126及Z干涉仪43A,43B的测量值,一边经由载台驱动系统124驱动晶片载台WST,而如图11(A)及图11(B)所示,使读头单元62A的最靠-Y侧的Y读头64,对向于晶片台WTB上面的Y标尺39Y₁的任意区域(图11(A)中以圆圈框住的区域)AR。

[0212] b. 接着,主控制装置20根据Y干涉仪16及Z干涉仪43A,43B的测量值驱动晶片台WTB(晶片载台WST),以使晶片台WTB(晶片载台WST)的横摇量 θ_y 及偏摇量 θ_z 均为零且使纵摇量 θ_x 成为所希望的值 a_0 (此处为 $a_0 = 200\mu\text{rad}$),在其驱动后从上述Y读头64将检测光照射于Y标尺39Y₁的区域AR,并将来自接收其反射光的读头64的与光电转换信号对应的测量值储存于内部存储器。

[0213] c. 其次,主控制装置20,根据Y干涉仪16及Z干涉仪43A,43B的测量值维持晶片台WTB(晶片载台WST)的姿势(纵摇量 $\theta_y = a_0$, 偏摇量 $\theta_z = 0$, 横摇量 $\theta_x = 0$),并如图11(B)中的箭头所示,使晶片台WTB(晶片载台WST)在规定范围内、例如 $-100\mu\text{m} \sim +100\mu\text{m}$ 的范围内驱动于Z轴方向,在该驱动中从上述读头64向Y标尺39Y₁的区域AR照射检测光,并以规定取样间隔按顺序撷取来自接收其反射光的读头64的与光电转换信号对应的测量值,并储存于内部存储器。

[0214] d. 其次,主控制装置20根据Y干涉仪16的测量值将晶片台WTB(晶片载台WST)的纵

摇量变更成($\theta_x = \alpha_0 - \Delta\alpha$)。

[0215] e.其次,就该变更后的姿势重复进行与上述c.相同的动作。

[0216] f.其后,交互反复进行上述d.与e.的动作,而在纵摇量 θ_x 例如 $-200\mu\text{rad} < \theta_x < +200\mu\text{rad}$ 的范围,以 $\Delta\alpha$ (rad)、例如 $40\mu\text{rad}$ 的间隔撷取上述Z驱动范围内的读头64的测量值。

[0217] g.其次,将经由上述b.~e.的处理而获得的内部存储器内的各数据标记于以横轴为Z位置、纵轴为编码器测量值的二维坐标系统上,按顺序连结纵摇量为相同时的标记点,通过使纵摇量为零的线(中央的横线)以通过原点的方式,在纵轴方向使横轴位移,即能得到如图12所示的图表(用于表示与晶片载台的Z调平对应的编码器(读头)的测量值变化特性的图表)。

[0218] 此图12的图表上各点的纵轴的值,必定是纵摇量 $\theta_x = \alpha$ 的编码器在各Z位置的测量误差。因此,主控制装置20将此图12的图表上各点的纵摇量 θ_x 、Z位置、编码器测量误差作成数据表,并将该数据表作为载台位置起因误差修正信息储存于内存34(参照图6)。或者,主控制装置20将测量误差设为Z位置z、纵摇量 θ_x 的函数,以例如最小平方算法算出未定系数以求出其函数,并将该函数作为载台位置起因误差修正信息储存于内存34。

[0219] h.其次,主控制装置20,一边监测干涉仪系统118的X干涉仪126的测量值,一边经由载台驱动系统124将晶片载台WST向-X方向驱动规定量,而如图13所示,使自读头单元62A的-X侧端起第二个Y读头64(上面已取得数据的Y读头64旁边的读头),对向于晶片台WTB上面的Y标尺39Y₁的前述区域AR(图13中以圆圈框住所示的区域)。

[0220] i.接着,主控制装置20即使该Y读头64进行与上述相同的处理,将该Y读头64与Y标尺39Y₁所构成的Y编码器70A的修正信息储存于内存34。

[0221] j.其后也同样地,分别求出读头单元62A的其余各Y读头64与Y标尺39Y₁所构成的Y编码器70A的修正信息、读头单元62B的各X读头66与X标尺39X₁所构成的X编码器70B的修正信息、读头单元62C的各X读头64与Y标尺39Y₂所构成的Y编码器70C的修正信息、读头单元62D的各X读头66与X标尺39X₂所构成的X编码器70D的修正信息,并储存于内存34。

[0222] 此处重要的是,当使用读头单元62B的各X读头66来进行上述测量时,与前述同样地使用X标尺39X₁上的同一区域,当使用读头单元62C的各Y读头64来进行上述测量时,使用Y标尺39Y₂上的同一区域,当使用读头单元62D的各Y读头66来进行上述测量时,使用X标尺39X₂上的同一区域。其理由在于,只要干涉仪系统118的各干涉仪的修正(包含反射面17a, 17b及反射面41a, 41b, 41c的弯曲修正)结束,任何时候均可根据这些干涉仪的测量值将晶片载台WST的姿势设定成所希望姿势,通过使用各标尺的同一部位,即使标尺面倾斜也不会受其影响而在各读头间产生测量误差。

[0223] 另外,主控制装置20,针对Y读头64y₁, 64y₂,与上述读头单元62C, 64A的各Y读头64同样地,分别使用Y标尺39Y₂, 39Y₂上的同一区域进行上述测量,求出与Y标尺39Y₂对向的Y读头64y₁(编码器70C)的修正信息、以及与Y标尺39Y₁对向的Y读头64y₂(编码器70A)的修正信息,储存于内存34。

[0224] 其次,主控制装置20,以与上述使纵摇量变化的情形同样的顺序,将晶片载台WST的纵摇量及横摇量均维持于零,并将晶片载台WST的偏摇量 θ_z 在 $-200\mu\text{rad} < \theta_z < +200\mu\text{rad}$ 的范围按顺序变化,并在各位置,使晶片台WTB(晶片载台WST)在规定范围内、例如 $-100\mu\text{m} \sim +100\mu\text{m}$ 的范围内驱动于Z轴方向,在该驱动中以规定取样间隔按顺序撷取读头64的测量

值,并储存于内部存储器。在所有读头64或66进行上述测量,并以与前述相同的顺序,将内部存储器内的各数据标记于以横轴为Z位置、纵轴为编码器测量值的二维坐标系统上,按顺序连结偏摇量为相同时的标记点,通过使偏摇量为零的线(中央的横线)以通过原点的方式使横轴位移,即能得到与图12相同的图表。接着,主控制装置20即将所得到的图表上各点的偏摇量 θ_z 、Z位置、测量误差作成数据表,并将该数据表作为修正信息储存于内存34。或者,主控制装置20将测量误差设为Z位置 z 、偏摇量 θ_z 的函数,通过例如最小平方法算出未定系数,以求出其函数,来并将该函数作为修正信息储存于内存34。

[0225] 此处,当晶片载台WST的纵摇量不为零,且偏摇量不为零时,晶片载台WST在Z位置 z 时的各编码器的测量误差,可考虑为在该Z位置 z 时与上述纵摇量对应的测量误差、以及上述偏摇量对应的测量误差的单纯的和(线形和)。其理由在于,经模拟的结果,可知使偏摇量变化的情形下,测量误差(计数值(测量值))也会随着Z位置的变化而线性变化。

[0226] 以下,为了简化说明,对各Y编码器的Y读头,求出以下式(10)所示表示测量误差 Δy 的晶片载台WST的纵摇量 θ_x 、偏摇量 θ_z 、Z位置 z 的函数,并储存于内存34内。并对各X编码器的X读头,求出以下式(11)所示表示测量误差 Δx 的晶片载台WST的横摇量 θ_y 、偏摇量 θ_z 、Z位置 z 的函数,并储存于内存34内。

$$[0227] \quad \Delta y = f(z, \theta_x, \theta_z) = \theta_x(z-a) + \theta_z(z-b) \cdots (10)$$

$$[0228] \quad \Delta x = g(z, \theta_y, \theta_z) = \theta_y(z-c) + \theta_z(z-d) \cdots (11)$$

[0229] 在上式(10)中, a 为图12的图表的各直线交叉的点的Z坐标, b 是为了取得Y编码器的修正信息而使偏摇量变化时与图12相同图表的各直线交叉的点的Z坐标。另外,在上式(11)中, c 为了取得X编码器的修正信息而使横摇量变化时与图12相同图表的各直线交叉的点的Z坐标, d 为了取得X编码器的修正信息而使偏摇量变化时与图12相同图表的各直线交叉的点的Z坐标。

[0230] 其次,根据图14~图27说明本实施形态的曝光装置100中使用晶片载台WST与测量载台MST的并行处理动作。在以下动作中,经由主控制装置20,以前述方式进行局部液浸装置8的液体供应装置5及液体回收装置6的各阀的开关控制,随时将水充满于投影光学系统PL的前端透镜191的正下方。以下为了使说明易于理解,省略与液体供应装置5及液体回收装置6的控制相关的说明。另外,之后的动作说明虽会利用到多个图,但于各图中有时会对同一构件赋予符号,有时则不会赋予。也即各图所记载的符号虽相异,但不论这些图式中有无符号,均为同一构成。此点与截至目前为止的说明中所使用的各图式也相同。

[0231] 图14表示对晶片载台WST上的晶片W(此处为例举某批量(一批量为25片或50片)中间的晶片)进行步进扫描方式的曝光的状态。此时的测量载台MST,也可以在避免与晶片载台WST冲撞的退避位置待机,但在本实施形态中与晶片载台WST保持规定距离追随移动。因此,在曝光结束后,在移行至与晶片载台WST为前述接触状态(或接近状态)时的测量载台MST的移动距离,只要与上述规定距离为相同距离即足够。

[0232] 在此曝光中,通过主控制装置20,根据分别对向于X标尺39X₁,39X₂的图14中以圆圈框住表示的两个X读头66(X编码器70B,70D)、以及分别对向于Y标尺39Y₁,39Y₂的图18中以圆圈框住表示的两个Y读头64(Y编码器70A,70C)中、至少三个编码器的测量值,以及干涉仪系统118所测量的与晶片载台WST的纵摇量、横摇量、偏摇量、以及Z位置对应的各编码器的载台位置起因误差修正信息(由前述式(10)或式(11)所求出的修正信息),以及各标尺的栅格

间距的修正信息及栅格线的弯曲修正信息,控制晶片台WTB(晶片载台WST)在XY平面内的位置(包含 θ_z 旋转)。另外,通过主控制装置20,根据分别对向于晶片台WTB表面的X轴方向一侧与另一侧端部(本实施形态中为Y标尺39Y₁,39Y₂)的各一对Z传感器74_{1,j},74_{2,j},76_{1,q},76_{2,q}的测量值,来控制晶片台WTB在Z轴方向的位置与 θ_y 旋转(横摇)及 θ_x 旋转(纵摇)。此外,晶片台WTB在Z轴方向的位置与 θ_y 旋转(横摇)根据Z传感器74_{1,j},74_{2,j},76_{1,q},76_{2,q}的测量值来控制, θ_x 旋转(纵摇)也可根据Y干涉仪16的测量值来控制。不管怎样,在该曝光中晶片台WTB在Z轴方向的位置、 θ_y 旋转及 θ_x 旋转的控制(晶片W的聚焦调平控制),根据通过前述多点AF系统事前进行的对焦匹配的结果来进行。

[0233] 上述曝光动作,是通过主控制装置20根据事前进行的晶片对准(例如:EGA,加强型全晶片对准)的结果及对准系统AL1,AL2₁~AL2₂的最新基线等,反复进行使晶片载台WST向用于使晶片W上的各照射区域曝光的扫描开始位置(加速开始位置)移动的照射区域间移动动作与用扫描曝光方式对各照射区域转印形成于标线片R的图案的扫描曝光动作来进行。此外,上述曝光动作,在将水保持在前端透镜191与晶片W间的状态下进行。另外,依照位于图18的-Y侧的照射区域至位于+Y侧的照射区域的顺序来进行曝光。此外,EGA方式,例如公开于美国专利第4,780,617号说明书等。

[0234] 接着,主控制装置20,当对晶片W上的最终照射区域进行曝光前,一边将X干涉仪130的测量值维持于一定值,一边根据Y干涉仪18的测量值控制载台驱动系统124,使测量载台MST(测量台MTB)移动至图15所示的位置。此时,CD杆46(测量台MTB)的-Y侧端面与晶片台WTB的+Y侧端面接触。此外,也可监控例如用于测量各台在Y轴方向的位置的干涉仪或编码器的测量值,使测量台MTB与晶片台WTB在Y轴方向分离300 μ m左右,保持非接触的状态(接近状态)。晶片载台WST与测量载台MST在晶片W的曝光中设定成图15所示的位置关系后,便以维持此位置关系的方式进行移动。

[0235] 其次,如图16所示,主控制装置20一边保持晶片台WTB与测量台MTB在Y轴方向的位置关系,一边开始将测量载台MST驱动于-Y方向、将晶片载台WST驱动向卸载位置UP的动作。当此动作开始时,在本实施形态中测量载台MST仅移动于-Y方向,晶片载台WST则移动于-Y方向及-X方向。

[0236] 如此,当通过主控制装置20同时驱动晶片载台WST、测量载台MST时,保持于投影单元PU的前端透镜191与晶片W之间的水(图16中所示液浸区域14的水),便随着晶片载台WST及测量载台MST往-Y侧的移动,而按顺序照晶片W→板体28→CD杆46→测量台MTB上的顺序移动。此外,在上述移动当中,晶片台WTB、测量台MTB保持前述接触状态(或接近状态)。此外,在图16中表示了液浸区域14的水从板体28移至CD杆46前一刻的状态。另外,在此图16所示的状态下,通过主控制装置20,根据三个编码器70A,70B,70D的测量值(以及由干涉仪系统118所测量的与晶片载台WST的纵摇量、横摇量、偏摇量、以及Z位置对应的储存于内存34内的编码器70A,70B或70D的修正信息,控制晶片台WTB(晶片载台WST)在XY平面内的位置(包含 θ_z 旋转)。

[0237] 当从图16的状态进一步地将晶片载台WST、测量载台MST分别向-Y方向同时驱动些微距离时,由于Y编码器70A(70C)无法测量晶片载台WST(晶片台WTB)的位置,因此在此的前一刻,主控制装置20将晶片载台WST(晶片台WTB)的Y位置及 θ_z 旋转的控制,从基于Y编码器70A,70C的测量值的控制切换成基于Y干涉仪16及Z干涉仪43A,43B的测量值的控制。接着

在规定的时间内,如图17所示,由于测量载台MST到达进行以规定时距(此处为每次更换晶片的时距)进行的二次对准系统的基线测量(以下也适当称为Sec-BCHK(时距))的位置。接着,主控制装置20使测量载台MST停止在该位置,且通过与X标尺39X₁对向的图17中以圆圈框住表示的X读头66(X线性编码器70B)来测量晶片载台WST的X位置,用Y干涉仪16及Z干涉仪43A,43B测量Y轴方向及 θ_z 旋转等,同时使晶片载台WST进一步向卸载位置UP驱动并使其在卸载位置UP停止。此外,在图17的状态下,在测量台MTB与前端透镜191之间保持有水。

[0238] 其次,主控制装置20如图17及图18所示,根据由图18中以圆圈框住的所示的、分别对向于被测量载台MST支撑的CD杆上的一对基准栅格52的Y读头64y₁,64y₂构成的前述Y轴线性编码器70E,70F的测量值,调整CD杆46的 θ_z 旋转,且根据用于检测位于测量台MTB的中心线CL上或其附近的基准标记M的一次对准系统AL1(由图18中以圆圈框住所示)的测量值,调整CD杆46的XY位置。接着,在此状态下,主控制装置20使用四个第2对准系统AL2₁~AL2₄,同时测量位于各二次对准系统的视野内的CD杆46上的基准标记M,以进行Sec-BCHK(时距)来分别求出四个第2对准系统AL2₁~AL2₄的基线(四个第2对准系统相对第1对准系统AL1的相对位置)。主控制装置20,以与此Sec-BCHK(时距)同时进行的方式,对未图示卸载臂的驱动系统下达指令以卸载停在卸载位置UP的晶片载台WST上的晶片W,且在卸载时使上升驱动的上下动销CT(图17中未图示,参照图18)上升规定量,并将晶片载台WST向+X方向驱动使其移动至装载位置LP。

[0239] 其次,主控制装置20如图19所示将测量载台MST移动至最佳待机位置(以下称为「最佳急停待机位置」),该待机位置是将测量载台MST从离开晶片载台WST的状态移行至与晶片载台WST的前述接触状态(或接近状态)的位置。主控制装置20以与上述动作同时进行的方式,对未图示装载臂的驱动系统下达指令以将新的晶片W装载于晶片台WTB上。此时,由于维持上下动销CT上升规定量的状态,因此与将上下动销CT下降驱动后收纳于晶片保持具内部的情形相比较,能以更短时间来晶片装载动作。此外,图19表示了晶片W装载于晶片台WTB的状态。

[0240] 在本实施形态中,上述测量载台MST的最佳急停待机位置是根据附设于晶片上的对准照射区域的对准标记的Y坐标来适当地设定。另外,在本实施形态中,将最佳急停待机位置设定成能使晶片载台WST停止于供进行晶片对准的位置,且能移行至接触状态(或接近状态)的位置。

[0241] 其次,主控制装置20,如图20所示使晶片载台WST从装载位置LP移动至测量板30上的基准标记FM定位在一次对准系统AL1的视野(检测区域)内的位置(也即进行一次对准系统的基线测量(Pri-BCHK)的前半处理的位置)。在此移动的途中,主控制装置20将晶片台WTB在XY平面内的位置的控制,从基于编码器70B对前述X轴方向的测量值的控制、及基于Y干涉仪16及Z干涉仪43A,43B对Y轴方向及 θ_z 旋转)测量值的控制,切换成基于下述信息的在XY面内的位置控制,也即:对向于X标尺39X₁,39X₂的图20中以圆圈框住表示的两个X读头66(编码器70B,70D)的至少一个、对向于Y标尺39Y₁,39Y₂的图24中以圆圈框住表示的两个Y读头64y₂,64y₁(编码器70A,70C)的至少三个的编码器的测量值,干涉仪系统118所测量的与晶片载台WST的纵摇量、横摇量、偏摇量、以及Z位置对应的各编码器的载台位置起因误差修正信息(由前述式(10)或式(11)所求出的修正信息),以及各标尺的栅格间距的修正信息及栅格线的弯曲修正信息。

[0242] 接着,主控制装置20,进行使用一次对准系统AL1来检测基准标记FM的Pri-BCHK的前半处理。此时,测量载台MST在前述最佳急停位置待机中。

[0243] 其次,主控制装置20一边根据上述至少三个编码器的测量值与上述各修正信息来管理晶片载台WST的位置,一边开始朝着用于检测附设于三个第一对准照射区域的对准标记的位置使晶片载台WST向+Y方向移动。接着,当晶片载台WST到达图21所示的位置时,主控制装置20使晶片载台WST停止。在此之前,主控制装置20在Z传感器72a~72d置于晶片台WTB上的时刻或在此之前的时刻使这些Z传感器72a~72d动作(使其导通),以开始晶片台WTB的Z位置及倾斜(θ_y 旋转及 θ_x 旋转)的测量。

[0244] 在晶片载台WST停止后,主控制装置20使用一次对准系统AL1,二次对准系统AL2₂,AL2₃大致同时且独立地检测出附设于三个第一对准照射区域AS的对准标记(参照图21中的星标记),再将上述三个 对准系统AL1₁,AL2₂,AL2₃的检测结果与进行该检测时的上述至少三个编码器的测量值(上述各修正信息经修正后的测量值)以彼此相关联的方式储存于内部存储器。

[0245] 如上所述,在本实施形态中,在检测第一对准照射区域的对准标记的位置,结束移行至测量载台MST与晶片载台WST成为接触状态(或接近状态)的动作,并通过主控制装置20,开始在该接触状态(或接近状态)下的两载台WST,MST从上述位置往+Y方向的移动(步进移动向用于检测附设于五个第二对准照射区域的对准标记的位置)。在该两载台WST,MST向+Y方向的移动开始之前,主控制装置20如图21所示开始从多点AF系统(90a,90b)的照射系统09a将检测光束对晶片台WTB照射。由此在晶片台WTB上形成多点AF系统的检测区域。

[0246] 接着,在上述两载台WST,MST向+Y方向的移动中,当两载台WST,MST到达图22所示的位置时,主控制装置20即进行前述聚焦校正的前半处理,求出在通过晶片台WTB的中心(与晶片W的中心大致一致)的Y轴方向直线(中心线)与前述直线LV一致的状态下,Z传感器72a,72b,72c,72d的测量值(晶片台WTB在X轴方向一侧与另一侧端部的面位置信息)、以及多点AF系统(90a,90b)对测量板30表面的检测点(多个检测点中位于中央或其附近的检测点)中的检测结果(面位置信息)的关系。此时,液浸区域14形成于CD杆46与晶片台WTB的边界附近。也即,液浸区域14从CD杆46移至晶片台WTB前一刻的状态。

[0247] 接着,使两载台WST,MST在保持接触状态(或接近状态)的状态下向+Y方向更进一步移动,而到达图23所示的位置时,即使用五个对准系统AL1,AL2₁~AL2₄大致同时且独立地检测出附设于五个第二对准照射区域的对准标记(参照图23中的星标记),再将上述五个对准系统AL1,AL2₁~AL2₄的检测结果与进行该检测时的三个编码器70A,70C,70D的测量值(修正信息的经修正后的测量值)以彼此相关联的方式储存于内部存储器。此时,由于不存在与X标尺39X₁对向且位于通过投影光学系统PL的光轴的Y轴方向直线LV上的X读头,因此主控制装置20根据与X标尺39X₂对向的X读头66(Y线性编码器70D)及Y线性编码器70A,70C的测量值来控制晶片台WTB在XY平面内的位置。

[0248] 如上所述,在本实施形态中,在第二对准照射区域的对准标记的检测结束的时间刻,可检测出合计八个的对准标记的位置信息(二维位置信息)。因此在此阶段时,主控制装置20也可使用这些的位置信息,来进行例如日本特开昭61-44429号公报(对应美国专利第4,780,617号说明书)等所公开的统计运算,求出晶片W的标尺(照射倍率),并根据该算出的照射倍率控制调整装置68(参照图6),来调整投影光学系统PL的光学特性、例如投影倍率。

调整装置68,例如可通过驱动构成投影光学系统PL的特定可动透镜,或改变构成投影光学系统PL的特定透镜间所形成的气密室内部的压力,来调整投影光学系统PL的光学特性。

[0249] 另外,主控制装置20,在结束上述附设于五个第二对准照射区域的对准标记的同时检测动作后,再次开始在接触状态(或接近状态)下的两载台WST,MST向+Y方向的移动,同时如图23所示,使用Z传感器72a~72d与多点AF系统(90a,90b)开始前述的对焦匹配。

[0250] 接着,当两载台WST,MST到达图24所示测量板30配置于投影光学系统PL正下方的位置时,主控制装置20进行前述Pri-BCHK的后半处理及聚焦校正的后半处理。此处的Pri-BCHK的后半处理是指使用包含前述空间像测量装置45(将空间像测量狭缝图案SL形成于测量板30)来测量投影光学系统PL所投影的标线片R上的一对测量标记投影像(空间像),并将其测量结果(与晶片台WTB的XY位置对应的空间像强度)储存于内部存储器的处理。此处理,例如可使用与前述美国专利申请公开第2002/0041377号说明书等公开的方法同样的方法,经由使用一对空间像测量狭缝图案SL的狭缝扫描方式的空间像测量动作,测量一对测量标记的空间像。另外,聚焦校正的后半处理是指主控制装置20,一边如图24所示根据Z传感器72a,72b,72c,72d所测量的面位置信息控制测量板30(晶片台WTB)在投影光学系统PL的光轴方向的位置(Z位置),一边使用空间像测量装置45,测量标线片R或形成于标线片载台RST上未图示标记板的测量标记的空间像,并根据其结果测量投影光学系统PL的最佳聚焦位置的处理。此测量标记的投影像的测量动作,公开于例如国际公开第2005/124834号小册子等。主控制装置20一边使测量载台30移动于Z轴方向、一边与来自空间像测量装置45的输出信号的撷取动作同步,撷取Z传感器74_{1,4}、74_{2,4}、Z传感器76_{1,3}、76_{2,3}的测量值。接着,将与投影光学系统PL的最佳聚焦位置对应的Z传感器74_{1,4}、74_{2,4}、Z传感器76_{1,3}、76_{2,3}的值储存于未图示的内存。此外,之所以在聚焦校正的后半处理中,使用Z传感器72a,72b,72c,72d所测量的面位置信息,来控制测量板30(晶片载台WST)在投影光学系统PL的光轴方向的位置(Z位置)是因为该聚焦校正的后半处理是在前述聚焦的途中进行的。

[0251] 此时,由于液浸区域14形成于投影光学系统PL与测量板30(晶片台WTB)之间,因此上述空间像的测量经由投影光学系统PL及水Lq进行。另外,测量板30等装载于晶片载台WST(晶片台WTB),受光元件等装载于测量载台MST,因此上述空间像的测量如图24所示,在晶片载台WST与测量载台MST保持接触状态(或接近状态)下进行。通过上述测量,求出与投影光学系统PL的最佳聚焦位置对应的、通过晶片台WTB中心的Y轴方向直线一致于前述直线LV的状态下Z传感器74_{1,4}、74_{2,4}、76_{1,3}、76_{2,3}的测量值(也即晶片台WTB的面位置信息)。

[0252] 接着,主控制装置20根据上述Pri-BCHK的前半处理的结果与Pri-BCHK的后半处理的结果算出一次对准系统AL1的基线。同时,主控制装置20根据前述聚焦校正前半处理所求得的Z传感器72a,72b,72c,72d的测量值(晶片台WTB的面位置信息)、与多点AF系统(90a,90b)对测量板30表面的检测点中检测结果(面位置信息)的关系、以及在前述聚焦校正后半处理所求得的与投影光学系统PL的最佳聚焦位置对应的Z传感器74_{1,4}、74_{2,4}、76_{1,3}、76_{2,3}的测量值(也即,晶片台WTB的面位置信息),求出多点AF系统(90a,90b)对投影光学系统PL的最佳聚焦位置的代表检测点(此时多个检测点中位于中央或其附近的检测点)的偏置,并通过例如光学方法将多点AF系统的检测原点调整到该偏置成为零。

[0253] 在此情形下,从提升生产量的观点来看,也可仅进行上述Pri-BCHK的后半处理及

聚焦校正的后半处理的其中一方,也可在不进行两处理的状态下移行至下一处理。当然,若不进行Pri-BCHK的后半处理即也无进行前述Pri-BCHK的前半处理的必要,此时,主控制装置20只要使晶片载台WST移动至可从前述装载位置LP检测出附设于第一对准照射区域AS的对准标记的位置即可。此外,当不进行Pri-BCHK处理时,使用已用相同的动作在曝光对象晶片W前的晶片的曝光前一刻进行了测量的基线。另外,当不进行聚焦校正的后半处理时,与基线同样地,使用已在先前的晶片的曝光前一刻进行了测量的投影光学系统PL的最佳聚焦位置。

[0254] 此外,在此图24的状态下,继续进行前述聚焦校正。

[0255] 通过使在上述接触状态(或接近状态)下的两载台WST,MST向+Y方向移动,而使晶片载台WST在规定时间内到达图25所示的位置时,主控制装置20使晶片载台WST停止在该位置,且使测量载台MST继续向+Y方向移动。接着,主控制装置20使用五个对准系统AL1,AL2₁~AL2₄大致同时且独立地检测出附设于五个第三对准照射区域的对准标记(参照图25中的星标记),并将上述五个对准系统AL1,AL2₁~AL2₄的检测结果与进行该检测时的上述四个编码器中至少三个编码器(经前述各修正信息修正后的测量值)的测量值以彼此相关联的方式储存于内部存储器。此时,也持续进行对焦匹配。

[0256] 另一方面,从上述晶片载台WST的停止起经过规定时间后,测量载台MST与晶片载台WST从接触(或接近状态)移行至分离状态。在移行至此分离状态后,主控制装置20使测量载台MST在到达至曝光开始为止在该处待机的曝光开始待机位置后停在该位置。

[0257] 其次,主控制装置20使晶片载台WST向+Y方向移动向附设于前述三个第一对准照射区域的对准标记的检测位置。此时仍持续进行对焦匹配。另一方面,晶片载台WST在上述曝光开始待机位置待机中。

[0258] 接着,当晶片载台WST到达图26所示的位置时,主控制装置20立即使晶片载台WST停止,且使用一次对准系统AL1、二次对准系统AL2₂,AL2₃大致同时且独立地检测出附设于晶片W上三个第一对准照射区域的对准标记(参照图26中的星标记),并将上述三个对准系统AL1,AL2₂,AL2₃的检测结果与进行该检测时的上述四个编码器中至少个编码器的测量值以彼此相关联的方式储存于内部存储器。在此时点也持续进行对焦匹配,测量载台MST持续在上述曝光开始待机位置待机。接着,主控制装置20使用于上述方式获得的合计十六个对准标记的检测结果与所对应的编码器的测量值(经前述各修正信息修正后的测量值),经由例如美国专利第4,780,617号说明书等所公开的EGA方式,算出上述四个编码器的测量轴所规定的坐标系(以晶片台WTB的中心为原点的XY坐标系)上晶片W上的所有照射区域的排列信息(坐标值)。

[0259] 其次,主控制装置20一边再次使晶片载台WST向+Y方向移动,一边持续进行对焦匹配。接着,当来自多点AF系统(90a,90b)的检测光束自晶片W表面偏离时,即如图27所示结束对焦匹配。其后,主控制装置20根据事前进行的晶片对准(EGA)的结果及五个对准系统AL1,AL2₁~AL2₂的最新的基线测量结果等,经由液浸曝光进行步进扫描方式的曝光,以将标线片图案按顺序转印至晶片W上的多个照射区域。其后,对批量内的剩余晶片也反复进行同样的动作以使其曝光。

[0260] 另外,到此为止,为了简化说明,将主控制装置20设定为进行载台系统等的曝光装置各部的控制,但并不限于此,当然也可将上述主控制装置20所进行的控制的至少一部分,

由多个控制装置分担进行。例如,可根据编码器系统、Z传感器及干涉仪系统的测量值进行晶片载台WST等的控制的载台控制装置,设置在主控制装置20的控制下。此外,上述主控制装置20所进行的控制不一定必须用硬件来实现,也可使用用于规定主控制装置20、或前述分担进行控制的若干个控制装置各自的动作的计算机程序,以软件方式加以实现。

[0261] 如以上所详细说明,根据本实施形态的曝光装置100,在晶片对准或曝光时等,使晶片载台WST移动于规定方向、例如Y轴方向时,根据编码器系统的测量信息、晶片载台WST在与Y轴方向不同的方向的位置信息(包含倾斜信息,例如 θ_x 方向的旋转信息等),将晶片载台WST驱动于Y轴方向。也即,驱动晶片载台WST以补偿因晶片载台WST向与Y轴方向不同的方向的移位(包含倾斜)与标尺而产生的编码器系统(编码器70A,70C)的测量误差。在本实施形态中,通过主控制装置20,根据用于测量晶片载台WST在Y轴方向的位置信息的编码器70A,70C的测量值、该测量时晶片载台WST在与Y轴方向不同的方向(非测量方向)的位置信息(例如干涉仪系统118的Y干涉仪16、Z干涉仪43A,43B所测量的与晶片载台WST的 θ_x 方向、 θ_z 方向、以及Z轴方向的位置信息对应的载台位置起因误差修正信息(由前述式(10)所算出的修正信息))将晶片载台WST驱动于Y轴方向。如此,可根据将标尺39Y₁、39Y₂与Y读头64在非测量方向的相对移位的编码器70A,70C测量误差,控制载台驱动系统124以将晶片载台WST驱动于Y轴方向。

[0262] 另外,当使晶片载台WST移动于X轴方向时,根据编码器系统的测量信息、晶片载台WST在与X轴方向不同的方向的位置信息(包含倾斜信息,例如 θ_y 方向的旋转信息等),将晶片载台WST驱动于X轴方向。也即,驱动晶片载台WST以补偿因晶片载台WST向与X轴方向不同的方向的移位(包含倾斜)而产生的编码器系统(编码器70B,70D)的测量误差。在本实施形态中,通过主控制装置20,根据用于测量晶片载台WST在X轴方向的位置信息的编码器70B,70D的测量值、该测量时晶片载台WST在与X轴方向不同的方向(非测量方向)的位置信息(例如干涉仪系统118Z干涉仪43A,43B所测量的与晶片载台WST的 θ_y 方向、 θ_z 方向、以及Z轴方向的位置信息对应的载台位置起因误差修正信息(由前述式(11)所算出的修正信息)),将晶片载台WST驱动于X轴方向。因此,不会受到读头与标尺间往希望测量的方向(测量方向)以外的相对运动的影响,而可使用编码器将晶片载台WST向所希望的方向以良好精度驱动。

[0263] 另外,根据本实施形态的曝光装置100,为了使来自照明系统10经由标线片R、投影光学系统PL、及水Lq而照射于晶片W的照明光IL与晶片W的相对运动,通过主控制装置20,根据上述各编码器的测量值、该测量时与晶片载台WST在非测量方向的位置信息,以良好精度驱动装载晶片W的晶片载台WST。因此,可通过扫描曝光及液浸曝光,以良好精度将标线片R的图案形成于晶片上。

[0264] 另外,根据本实施形态,主控制装置20在取得前述编码器的测量值的修正信息时,使晶片载台WST变化成不同的多个姿势,就各姿势,在根据干涉仪测量系统118的测量结果维持晶片载台WST的姿势的状态下,一边从编码器的读头64或66将检测光照射于标尺39Y₁、39Y₂,39X₁、39X₂的特定区域,一边使晶片载台WST在规定动程范围内移动于Z轴方向,并在该移动中对编码器的测量结果进行取样。由此,来得到就各姿势的与晶片载台WST在正交于移动面的方向(Z轴方向)的位置对应的编码器测量值的变化信息(例如图12的图表所示的特性曲线)。

[0265] 接着,主控制装置20根据此取样结果,也即就各姿势的与晶片载台WST在Z轴方向

的位置对应的编码器测量值的变化信息,进行规定运算,由此求出与晶片载台WST在非测量方向的位置信息对应的编码器测量值的修正信息。因此,能以简单的方法,决定用于修正因读头与标尺在非测量方向的相对变化而产生的编码器测量误差的修正信息。

[0266] 另外,在本实施形态中,由在对构成同一读头单元的多个读头、例如构成读头单元62A的多个Y读头64,决定上述修正信息时,从各Y读头64将检测光照射于所对应的Y标尺39Y₁的相同特定区域,进行上述编码器的测量结果的取样,并根据其取样结果,决定由各Y读头64与Y标尺39Y₁构成的各编码器的载台位置起因误差修正信息,其结果,可通过使用此修正信息也修正因读头倾倒产生的几何性误差。换言之,主控制装置20,在以与同一标尺对应的多个编码器为对象求出前述修正信息时,考虑使晶片载台WST移动于Z轴方向时因作为对象的编码器的读头倾倒而产生的几何误差,求出作为前述对象的编码器的修正信息。因此,本实施形态,也不会产生因多个读头的倾倒角度不同而产生的余弦误差,另外,即使Y读头64不产生倾倒,而例如因读头的光学特性(倾斜度等)等使编码器产生测量误差时,同样地可通过求出前述修正信息,来防止测量误差的产生,进而防止晶片载台WST的位置控制精度降低。也即在本实施形态中,驱动晶片载台WST以补偿因读头单元而产生的编码器系统的测量误差(以下也称为读头起因误差)。此外,也可根据读头单元的特性信息(包含例如读头的倾倒、及/或光学特性等),算出例如编码器系统的测量值修正信息。另外,在本实施形态中,也可分别单独修正前述载台位置起因误差与上述读头起因误差。

[0267] 另外,上述各实施形态的编码器系统、干涉仪系统、多点AF系统及Z传感器等构成或配置仅为一例,本发明当然并不限于此。例如,上述实施形态中的例,虽用于Y轴方向位置的测量的一对Y读头39Y₁,39Y₂、以及用于X轴方向位置的测量的一对X读头39X₁,39X₂,设于晶片台WTB上,而与此对应地,一对读头单元62A,62C配置于投影光学系统PL的X轴方向一侧与另一侧,一对读头单元62B,62D配置于投影光学系统PL的Y轴方向一侧与另一侧,然而并不限于此,也可Y轴方向位置测量用的Y读头39Y₁,39Y₂及X轴方向位置测量用的X读头39X₁,39X₂中至少一方的一个(非一对)设于晶片台WTB上,或仅设置一对读头单元62A,62C及一对读头单元62B,62D中至少一方的一个。另外,标尺的延设方向及读头单元的延设方向,并不限于上述实施形态的X轴方向、Y轴方向的正交方向,也可为相互交叉的方向。另外,衍射光栅的周期方向也可可是与各标尺的长边方向正交(或交叉)的方向,此时,只要在与衍射光栅周期方向正交的方向配置对应的读头单元的多个读头即可。另外,各读头单元,也可具有在与上述衍射光栅周期方向正交的方向无间隙地配置的多个读头。

[0268] 另外,上述实施形态中的例子,虽采用于晶片台(晶片载台)上配置栅格部(X标尺,Y标尺),并与此对向地将读头单元(X读头,Y读头)配置于晶片载台外部的构成的编码器系统,但并不限于此,也可采用在晶片载台(晶片台)上配置编码器读头,并与此对向地将二维栅格(或二维配置的一维栅格部)配置于晶片载台外部的构成的编码器系统。此时,当于晶片载台上面也配置Z传感器时,可将该二维栅格(或二维配置的一维栅格部)兼用为用于反射来自Z传感器的测量光束的反射面。即使采用此种构成的编码器系统,基本上也与上述实施形态同样地,可根据编码器的测量值与标尺的平面度的相关信息,将晶片载台WST驱动于编码器的测量方向。由此,可不受标尺凹凸的影响,使用编码器将晶片载台WST以良好精度驱动于所欲方向。

[0269] 此外,在上述实施形态中,虽用干涉仪系统测量晶片载台WST在 θ_x 方向的旋转信息

(纵摇量),但例如也可从一对Z传感器74_{i,j}或76_{p,q}的测量值得纵摇量。或者,也可与读头单元62A,62C同样地,例如于读头单元62B,62D的各读头接近配置一个或一对Z传感器,再从与X标尺39X₁,39X₂分别对向的Z传感器的测量值得纵摇量。由此,可不使用干涉仪系统118,而使用前述编码器与Z传感器测量晶片载台WST在六自由度的方向、也即X轴、Y轴、Z轴、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z 方向的位置信息。前述编码器与Z传感器测量晶片载台WST在六自由度方向的位置信息的动作,不仅可在曝光动作进行,也可在前述对准动作及/或对焦匹配动作进行。

[0270] 另外,在上述实施形态中,虽根据前述修正信息来修正编码器系统的测量值,来补偿因晶片载台WST往与晶片载台WST所驱动的规定方向不同的方向的移位(读头与标尺的相对移位)而产生的编码器系统的测量误差,但并不限于此,例如也可一边根据编码器系统的测量值驱动晶片载台WST,一边根据前述修正信息修正用于定位晶片载台WST的目标位置。或者,特别是在曝光动作中,也可一边根据编码器系统的测量值驱动晶片载台WST,一边根据前述修正信息修正标线片载台RST的位置。

[0271] 另外,在上述实施形态中,例如在曝光时等,根据编码器系统的测量值仅驱动晶片载台WST,但例如也可追加用于测量标线片载台RST位置的编码器系统,再根据该编码器系统的测量值、与标线片干涉仪116所测量的标线片载台在非测量方向的位置信息对应的修正信息,来驱动标线片载台RST。

[0272] 另外,在上述实施形态中,虽说明了具备一个固定的一次对准系统与四个可动的二次对准系统,且以与这些五个对准系统对应的行程检测附设于晶片上的十六个对准照射区域的对准标记。然而,二次对准系统也可不为可动,另外,二次对准系统的数目也可任意。总之,只要有能检测晶片上的对准标记的至少一个对准系统即可。

[0273] 此外,在上述实施形态中,虽说明了与例如国际公开W02005/074014号小册子等所公开的曝光装置同样地,与晶片载台WST分开独立地具备测量载台MST的曝光装置,但并不限于此,即使例如日本特开平10-214783号小册子及对应美国专利第6,341,007号、以及国际公开第98/40791号小册子及对应美国专利第6,262,796号等所公开的,可使用两个晶片载台来大致同时执行曝光动作与测量动作(例如对准系统对标记的检测等)的双晶片载台方式的曝光装置,也可使用前述编码器系统(参照图3等)来进行各晶片载台的位置控制。此处,虽不仅在曝光动作而在测量动作时,也可通过适当地设定各读头单元的配置、长度等,来直接使用前述编码器系统而进行各晶片载台的位置控制,但也可与前述读头单元(62A~62D)分别独立地设置可在其测量动作中使用的读头单元。例如,也可设置以一个或两个对准系统为中心配置成十字形的四个读头单元,在上述测量动作时通过这些读头单元与所对应的移动标尺(62A~62D)来测量各晶片载台WST的位置信息。双晶片载台方式的曝光装置,在两个晶片载台分别设置至少各两个移动标尺,当装载于一晶片载台的晶片的曝光动作结束后,即通过与该一晶片载台的更换,来将用于装载已在测量位置进行了标记检测等的次一晶片的另一晶片载台配置于曝光位置。另外,与曝光动作同时进行的测量动作,并不限于对准系统对晶片等的标记检测,也可代替此方式或与其组合,进行晶片的面位置信息(段差信息等)的检测。

[0274] 此外,在上述实施形态中,虽说明了在晶片载台WST侧进行晶片更换的期间,使用测量载台MST的CD杆46来进行Sec-BCHK(时距),但并不限于此,也可使用测量载台MST的测量器(测量用构件)进行照度不均测量(及照度测量)、空间像测量、波面像差测量等的至少

一个,并将该测量结果反映于其后进行的晶片曝光。具体而言,例如能根据测量结果,通过调整装置68来进行投影光学系统PL的调整。

[0275] 另外,在上述实施形态中,也可在测量载台MST配置标尺,并使用前述编码器系统(读头单元)来进行测量载台的位置控制。也即,进行由编码器系统进行的位置信息的测量的移动体,并不限于晶片载台。

[0276] 此外,若考虑到晶片载台WST的小型化或轻量化等,虽最好在晶片载台WST上尽可能地将标尺配置成接近晶片W,但在可增大晶片载台大小的情形时,也可增大晶片载台,以增加对向配置的一对标尺的间隔,由此至少在晶片的曝光动作中,可随时在X轴方向及Y轴方分别测量各两个、合计四个的位置信息。另外,也可代替增大晶片载台的方式,将例如标尺设置成其一部分从晶片载台超出,或使用至少设有一个标尺的辅助板,将标尺配置于晶片载台本体的外侧,由此来增大同样对向配置的一对标尺的间隔。

[0277] 另外,在上述实施形态中,为了防止异物附着于Y标尺39Y₁,39Y₂、X标尺39X₁,39X₂、或污染等导致测量精度降低,例如可对表面施以涂布以覆盖至少衍射光栅,或设置罩玻璃。此时,特别是液浸型曝光装置,也可将疏液性保护膜涂布于标尺(栅格面),或于罩玻璃表面(上面)形成疏液膜。再者,各标尺虽于其长边方向的大致全区连续地形成衍射光栅,但也可将衍射光栅区分成多个区域来断续地形成,或将各移动标尺以多个标尺构成。另外,在上述实施形态中,虽例示了使用衍射干涉方式的编码器来作为编码器的情形,但并不限于此,也可使用所谓拾取方式、磁气方式等,例如美国专利第6,639,686号说明书等所公开的所谓扫描编码器等。

[0278] 另外,在上述实施形态中,作为Z传感器,也可代替前述光拾取方式的传感器,而使用例如具备下述构成的传感器,也即:将例如探测光束投射于测量对象面且通过接收其反射光来以光学方式读取测量对象面在Z轴方向的位移的第1传感器(也可是光拾取方式的传感器,或其它的光学式位移传感器),用于将该第1驱动于Z轴方向的驱动部,以及用于测量第1传感器再Z轴方向的位移的第2传感器(例如编码器等)。此种构成的Z传感器,可设定下述两模式,也即根据第1传感器的输出由驱动部将第1传感器驱动于Z轴方向,以使测量对象面例如标尺的面与第1传感器在Z轴方向的距离恒为一定的模式(第1伺服控制模式),以及从外部(控制装置)给予第2传感器的目标值,并使驱动部维持第1传感器在Z轴方向的位置以使第2传感器的测量值与该目标值一致(第2伺服控制模式)。在第1伺服控制模式时,Z传感器的输出可使用测量部(第2传感器)的输出,在第2伺服控制模式时也可使用第2传感器的输出。另外,在使用上述Z传感器的情形下,采用编码器来作为第2传感器时,其结果能使用编码器来测量晶片载台WST(晶片台WTB)在六自由度方向的位置信息。另外,在上述各实施形态中,作为Z传感器也可采用其它检测方式的传感器。

[0279] 另外,在上述实施形态中,用于测量晶片载台WST的位置信息的多个干涉仪的构成或组合,并不限定于前述的构成或组合。总之,只要能测量除了编码器系统的测量方向以外的方向的晶片载台WST的位置信息,干涉仪的构成及组合可为任意。另外,除了上述编码器系统以外,只要有能测量除了编码器系统的测量方向以外的方向的晶片载台WST位置信息的测量装置(是否为干涉仪均可)即可。例如也可将前述Z传感器作为测量装置。

[0280] 另外,在上述实施形态中,除了多点AF系统以外也还设有Z传感器,但只要能以多点AF系统在曝光时检测晶片W的曝光对象照射区域中的面位置信息,即不一定要设置测量Z

传感器。

[0281] 此外,在上述实施形态中,虽使用纯水(水)作为液体,但本发明当然并不限于此。也可使用化学性质稳定、照明光IL的透射率高的安全液体来作为液体,例如氟系惰性液体。作为此氟系惰性液体,例如能使用氟洛黎纳特(Fluorinert,美国3M公司的商品名称)。此氟系惰性液体也具优异冷却效果。另外,作为液体,也能使用对照明光IL的折射率比纯水(折射率1.44左右)高的,例如折射率为1.5以上的液体。此种液体,例如有折射率约1.50的异丙醇、折射率约1.61的甘油(glycerine)的类具有C-H键结或O-H键结的规定液体、己烷、庚烷、癸烷等规定液体(有机溶剂)、或折射率约1.60的十氢萘(Decalin: Decahydronaphthalene)等。或者,也可混合上述液体中任意两种类以上的液体,也可在纯水中添加(混合)上述液体的至少一种者。或者,液体LQ,也可在纯水中添加(混合) H^+ 、 Cs^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{2-} 等碱基或酸等者。再者,也可在纯水中添加(混合)Al氧化物等微粒子。上述液体能使ArF准分子激光透射。另外,作为液体,最好是光的吸收系数较小,温度依存性较少,并对涂布于投影光学系统PL及/或晶片表面的感光材(或保护膜(顶层涂布膜)或反射防止膜等)较稳定的。另外,在以F₂激光为光源时,只要选择全氟聚醚油(Fomblin Oil)即可。

[0282] 另外,在上述实施形态中,也可再利用回收的液体,此时,最好是能在液体回收装置、或回收管等设置用于从回收的液体中除去杂质的过滤器。

[0283] 此外,在上述实施形态中,虽就曝光装置为液浸型曝光装置的情形作了说明,但并不限于此,本发明也非常适合应用于不经由过液体(水)进行晶片W的曝光的干式曝光装置。

[0284] 另外,上述实施形态中,虽说明了将本发明适用于步进扫描方式等的扫描型曝光装置,但并不限于此,也能将本发明适用于步进器等静止型曝光装置。即使是步进器等,也能通过编码器来测量装载有曝光对象物体的载台的位置,而能同样地使因空气动荡所导致的位置测量误差的产生可能性几乎为零。此时,可根据编码器的测量值与前述各修正信息,来以高精度定位载台,其结果能将高精度的标线片图案转印至物体上。另外,本发明也适用于用于合成照射区域与照射区域的步进接合方式的缩小投影曝光装置、近接方式的曝光装置、或镜面投影对准曝光器等。

[0285] 另外,上述实施形态的曝光装置中的投影光学系统不仅可为缩小系统,也可为等倍系统及放大系统的任一个,投影光学系统PL不仅可为折射系统,也可为反射系统及反折射系统的任一个,其投影像也可为倒立像与正立像的任一个。再者,经由投影光学系统PL来照射照明光IL的曝光区域IA,虽在投影光学系统PL的视野内包含光轴AX的轴上区域,但例如也可与如国际公开第2004/107011号小册子所公开的所谓在线型反折射系统同样地,其曝光区域为不含光轴AX的离轴区域,该在线型反折射系统具有多个反射面且将至少形成一次中间像的光学系统(反射系统或反折射系统)设于其一部分,并具有单一光轴。另外,前述照明区域及曝光区域的形状虽为矩形,但并不限于此,也可为例如圆弧、梯形、或平行四边形等。

[0286] 另外,上述实施形态的曝光装置的光源,不限于ArF准分子激光源,也能使用KrF准分子激光源(输出波长248nm)、F₂激光(输出波长157nm)、Ar₂激光(输出波长126nm)、Kr₂激光(输出波长146nm)等脉冲激光源,或发出g线(波长436nm)、i线(波长365nm)等发射亮线的超高压水银灯等。另外,也可使用YAG激光的谐波产生装置等。另外,可使用例如国际公开第1999/46835号小册子(对应美国专利第7,023,610号说明书)所公开的谐波,用涂布有铟(或

铒及镱两者)的光纤放大器,将从DFB半导体激光或纤维激光射出的红外线区或可见区的单一波长激光放大来作为真空紫外光,并用非线性光学结晶将其转换波长成紫外光。

[0287] 另外,在上述实施形态中,作为曝光装置的照明光IL,并不限于波长大于100nm的光,也可使用波长未满足100nm的光。例如,近年来,为了曝光70nm以下的图案,已进行了一种EUV曝光装置的开发,其用SOR或电浆激光为光源来产生软X线区域(例如5~15nm的波长域)的EUV(Extreme Ultra Violet)光,且使用根据其曝光波长(例如13.5nm)所设计的全反射缩小光学系统及反射型掩膜。此装置由于使用圆弧照明同步扫描掩膜与晶片来进行扫描曝光的构成,因此能将本发明非常合适地适用于上述装置。此外,本发明也适用于使用电子射线或离子束等的带电粒子射线的曝光装置。

[0288] 另外,在上述实施形态中,虽使用在具光透射性的基板上形成规定遮光图案(或相位图案,减光图案)的光透射性掩膜(标线片),但也可使用例如美国专利第6,778,257号说明书所公开的电子掩膜来代替此掩膜,该电子掩膜(也称为可变成形掩膜、主动掩膜、或影像产生器,例如包含非发光型影像表示组件(空间光调变器)的一的DMD(Digital Micro-mirror Device)等)根据要曝光图案的电子数据来形成透射图案、反射图案、或发光图案。使用此种可变成形掩膜时,由于装载有晶片或罩玻璃等的载台对可变成形掩膜进行扫描,因此可使用编码器测量该载台的位置,根据该编码器的测量值、与干涉仪所测量的载台在非测量方向的位置信息对应的修正信息,来驱动该载台,由此获得与上述实施形态同等的效果。

[0289] 另外,本发明也能适用于,例如国际公开第2001/035168号说明书所公开的,通过将干涉纹形成于晶片上、而在晶片上形成等间隔线图案的曝光装置(光刻系统)。

[0290] 进而,例如也能将本发明适用于例如日本特表2004-519850号公报(对应美国专利第6,611,316号)所公开的曝光装置,将两个标线片图案经由投影光学系统在晶片上合成,通过一次的扫描曝光来对晶片上的一个照射区域大致同时进行双重曝光。

[0291] 另外,在物体上形成图案的装置并不限于前述曝光装置(光刻系统),例如也能将本发明适用于以喷墨式来将图案形成于物体上的装置。

[0292] 此外,上述实施形态及变形例中待形成图案的物体(能量束所照射的曝光对象的物体)并不限于晶片,也可是玻璃板、陶瓷基板、膜构件、或者掩膜基板等其它物体。

[0293] 作为曝光装置用途并不限于半导体制造用的曝光装置,也可广泛适用于例如用来制造将液晶表示组件图案转印于方型玻璃板的液晶用曝光装置,或制造有机EL、薄膜磁头、摄影组件(CCD等)、微型机器及DNA芯片等的曝光装置。另外,除了制造半导体组件等微型组件以外,为了制造用于光曝光装置、EUV(极远紫外线)曝光装置、X射线曝光装置及电子射线曝光装置等的标线片或掩膜,也能将本发明适用于用于将电路图案转印至玻璃基板或硅晶片等的曝光装置。

[0294] 此外,本发明的移动体驱动系统、移动体驱动方法或决定方法,并不限于曝光装置,也可广泛适用于其它的基板处理装置(例如激光修理装置、基板检查装置等其它),或其它精密机械中的试料定位装置、打线装置等具备在二维面内移动的载台等移动体的装置。

[0295] 另外,上述实施形态的曝光装置(图案形成装置),通过组装各种次系统(包含本案申请范围中所列举的各构成要素),以能保持规定的机械精度、电气精度、光学精度的方式所制造。为确保这些各种精度,在组装前后,进行对各种光学系统进行用于达成光学精度的

调整、对各种机械系统进行用于达成机械精度的调整、对各种电气系统进行用于达成电气精度的调整。从各种次系统至曝光装置的组装步骤,包含机械连接、电路的配线连接、气压回路的配管连接等。当然,从各种次系统至曝光装置的组装步骤前,有各次系统个别的组装步骤。当各种次系统至曝光装置的组装步骤结束后,即进行综合调整,以确保曝光装置整体的各种精度。此外,曝光装置的制造最好是在温度及清洁度等都受到管理的洁净室进行。

[0296] 此外,援用与上述实施形态所引用的曝光装置等相关的所有公报、国际公开小册子、美国专利申请公开说明书及美国专利说明书的公开,来作为本说明书的记载的一部分。

[0297] 接着,说明在光刻步骤使用上述曝光装置(图案形成装置)的组件制造方法的实施形态。

[0298] 图28表示组件(IC(集成电路)或LSI等半导体芯片、液晶面板、CCD、薄膜磁头、微型机器等)的制造例流程图。如图28所示,首先,在步骤201(设计步骤)中,进行组件的功能/性能设计(例如半导体组件的电路设计等),并进行用于实现其功能的图案设计。接着,在步骤202(掩膜制作步骤)中,制作形成有所设计电路图案的掩膜。另一方面,在步骤203(晶片制造步骤)中,使用硅等材料来制造晶片。

[0299] 其次,在步骤204(晶片处理步骤)中,使用在步骤201~步骤203所准备的掩膜及晶片,如后所述,通过光刻技术等将实际电路等形成于晶片上。其次,步骤205(组件组装步骤)中,使用在步骤204所处理的晶片进行组件组装。于此步骤205中,根据需要而包含切割步骤、接合步骤及封装步骤(芯片封入)等步骤。

[0300] 最后,在步骤206(检查步骤)中,进行在步骤205制成的组件的动作确认测试、耐久测试等检查。在经过这些步骤后组件即告完成,并将其出荷。

[0301] 图29表示半导体组件时上述步骤204的详细流程例。在图29中,步骤211(氧化步骤)使晶片表面氧化。步骤212(CVD(化学气相沉积)步骤)于晶片表面形成绝缘膜。步骤213(电极形成步骤)通过蒸镀将电极形成于晶片上。步骤214(离子植入步骤)将离子植入晶片。以上步骤211~步骤214的各步骤构成晶片处理的各阶段的前处理步骤,并视各阶段所需处理加以选择并执行。

[0302] 在晶片处理的各阶段中,当结束上述前处理步骤时,即如以下进行后处理步骤。此后处理步骤中,首先,步骤215(抗蚀剂形成步骤),将感光剂涂布于晶片。接着,在步骤216(曝光步骤)中,使用于上说明的曝光装置(图案形成装置)及曝光方法(图案形成方法)将掩膜的电路图案转印于晶片。其次,在步骤217(显影步骤)中,使曝光的晶片显影,在步骤218(蚀刻步骤)中,通过蚀刻除去抗蚀剂残存部分以外部分的露出构件。接着,在步骤219(抗蚀剂除去步骤)中,除去结束蚀刻后不需要的抗蚀剂。

[0303] 通过反复进行这些前处理步骤及后处理步骤,来在晶片上形成多重电路图案。

[0304] 由于只要使用于上说明的本实施形态的组件制造方法,即会在曝光步骤(步骤216)中使用上述实施形态的曝光装置(图案形成装置)及曝光方法(图案形成方法),因此可一边维持高重叠精度,一边进行高生产率的曝光。据此,能提升形成有微细图案的高集成度的微型组件的生产性。

[0305] 如以上的说明,本发明的移动体驱动系统及移动体驱动方法,适在移动面内驱动移动体。另外,本发明的图案形成装置及图案形成方法,适在物体上形成图案。另外,本发明的曝光装置及曝光方法、以及组件制造方法,适于制造微型组件。此外,本发明的决定方法,

适于决定供测量移动体在前述移动面内的规定方向位置信息的编码器测量值的修正信息。

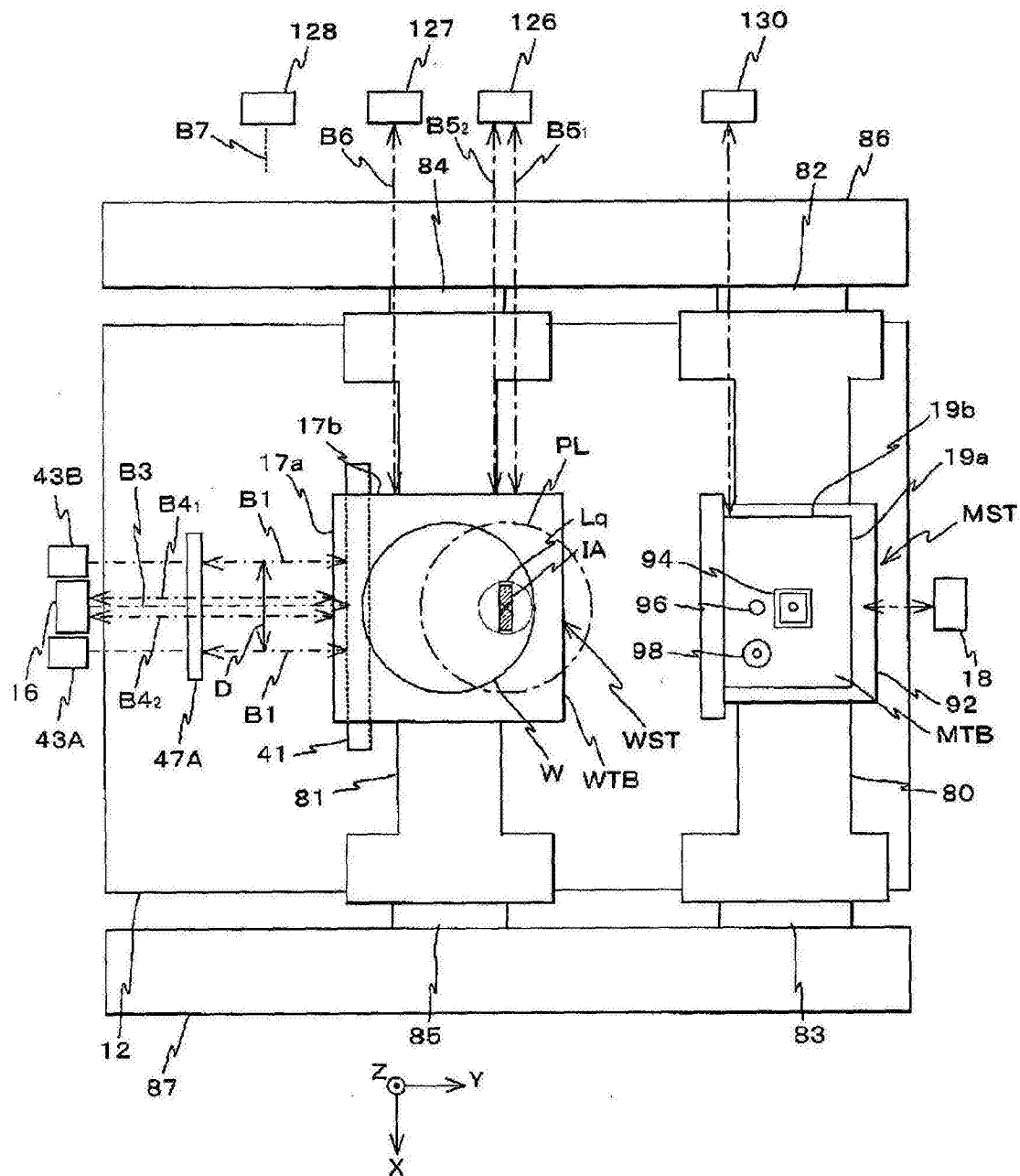


图2

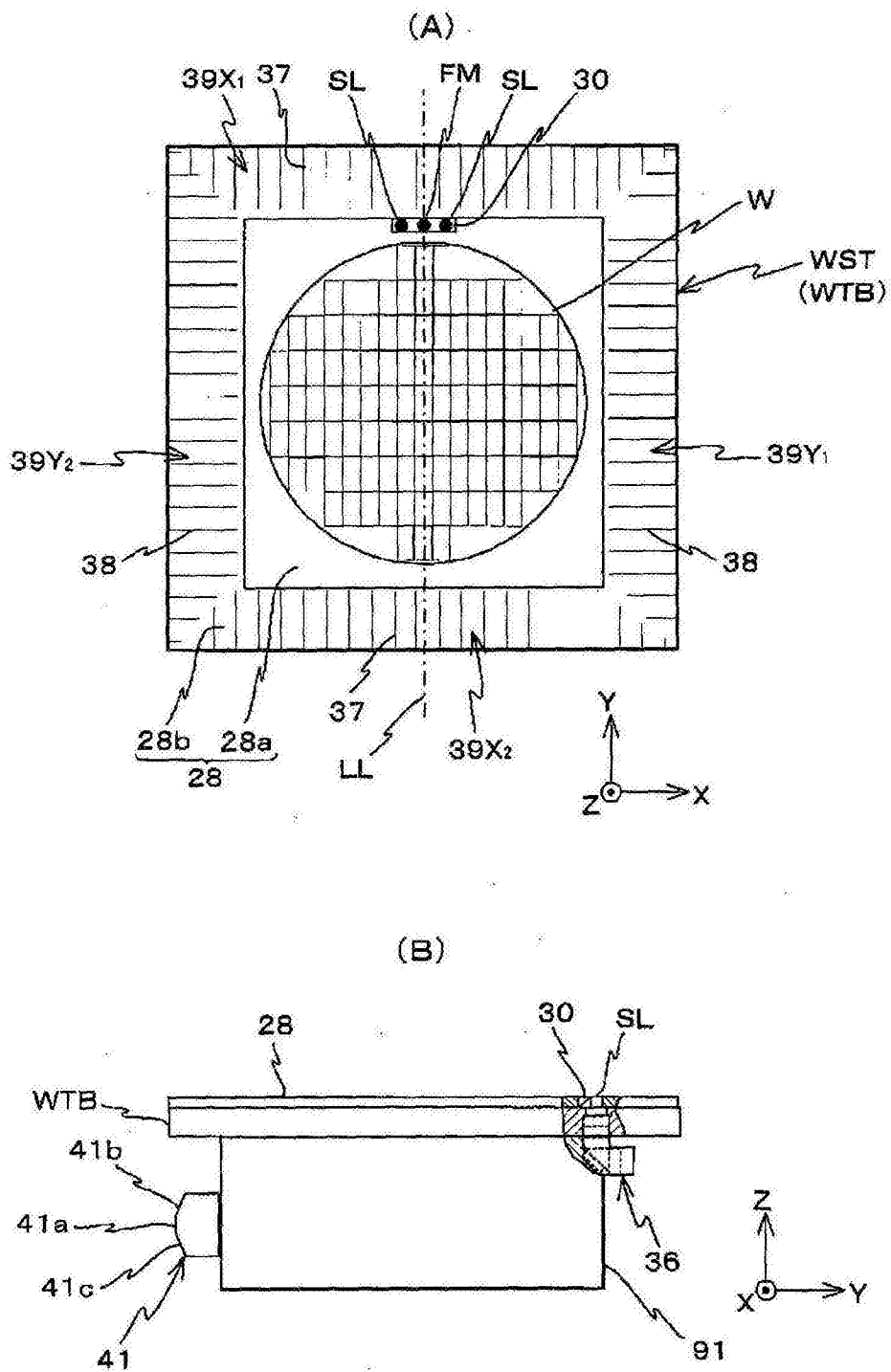


图4

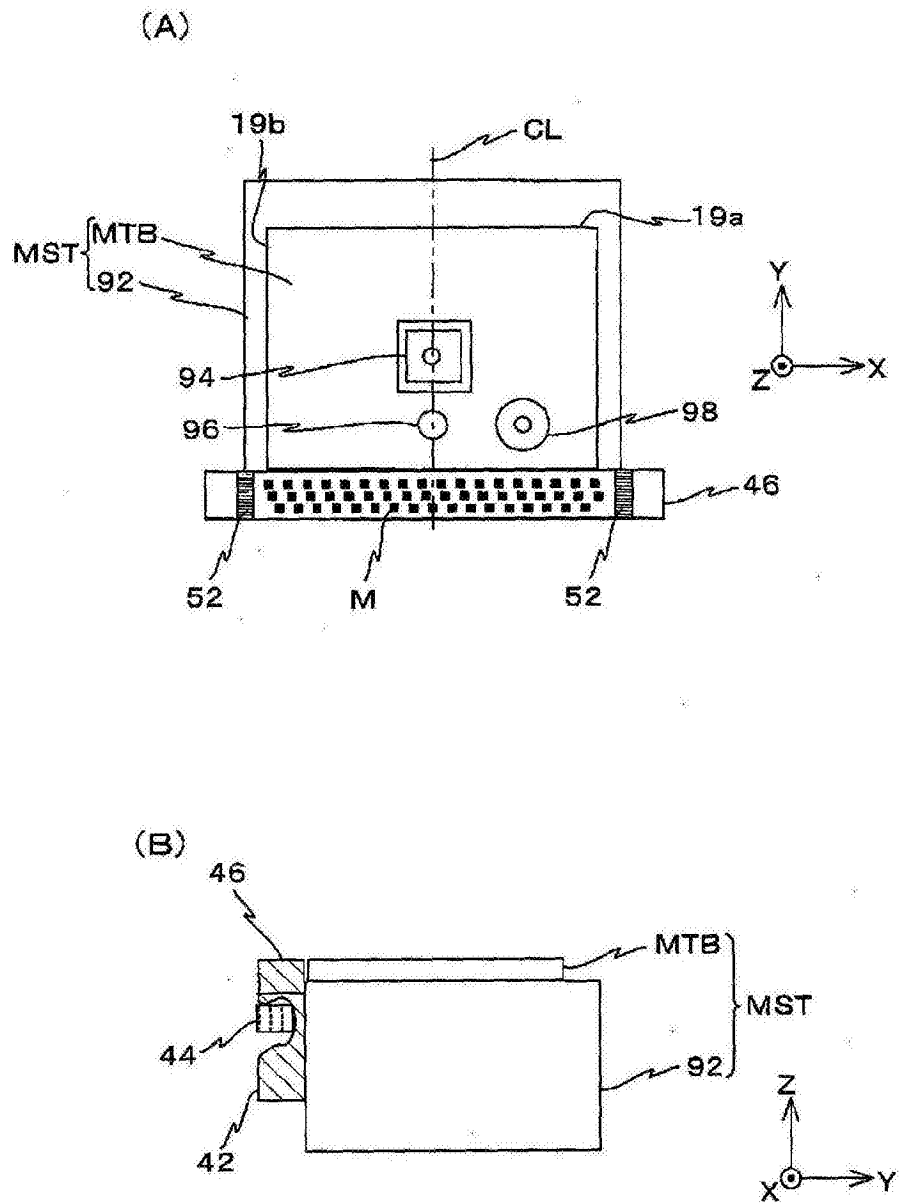


图5

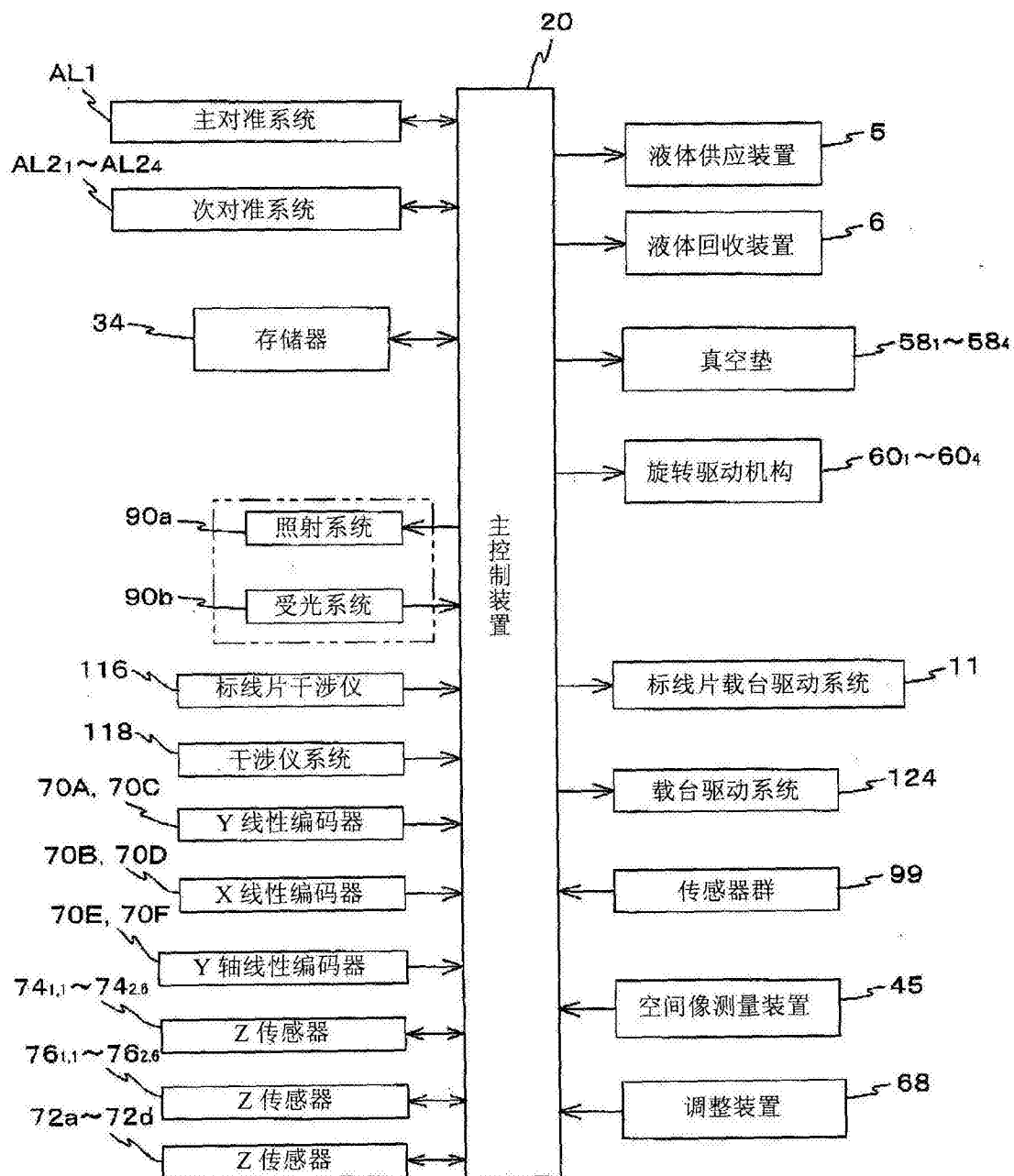


图6

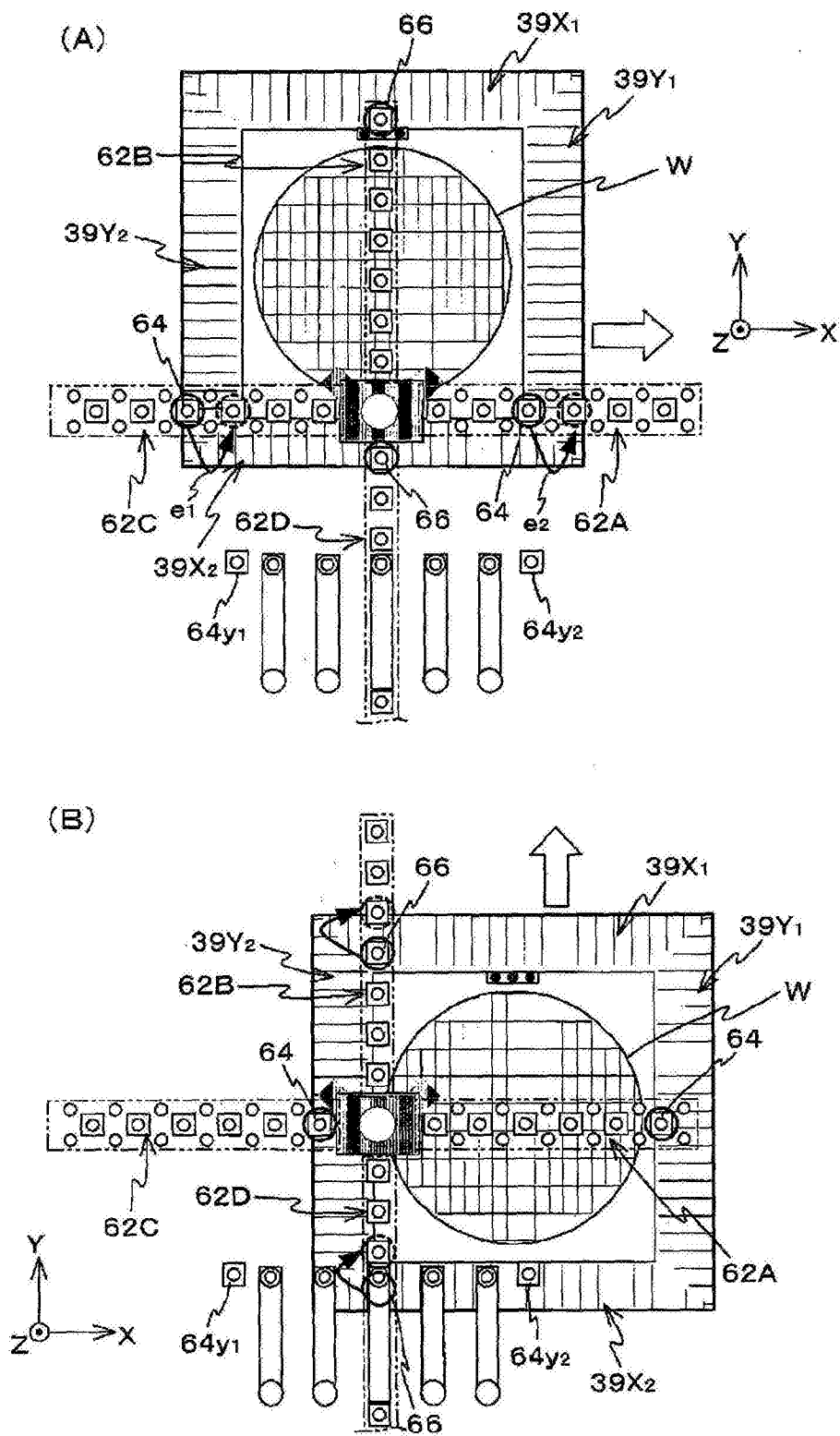


图7

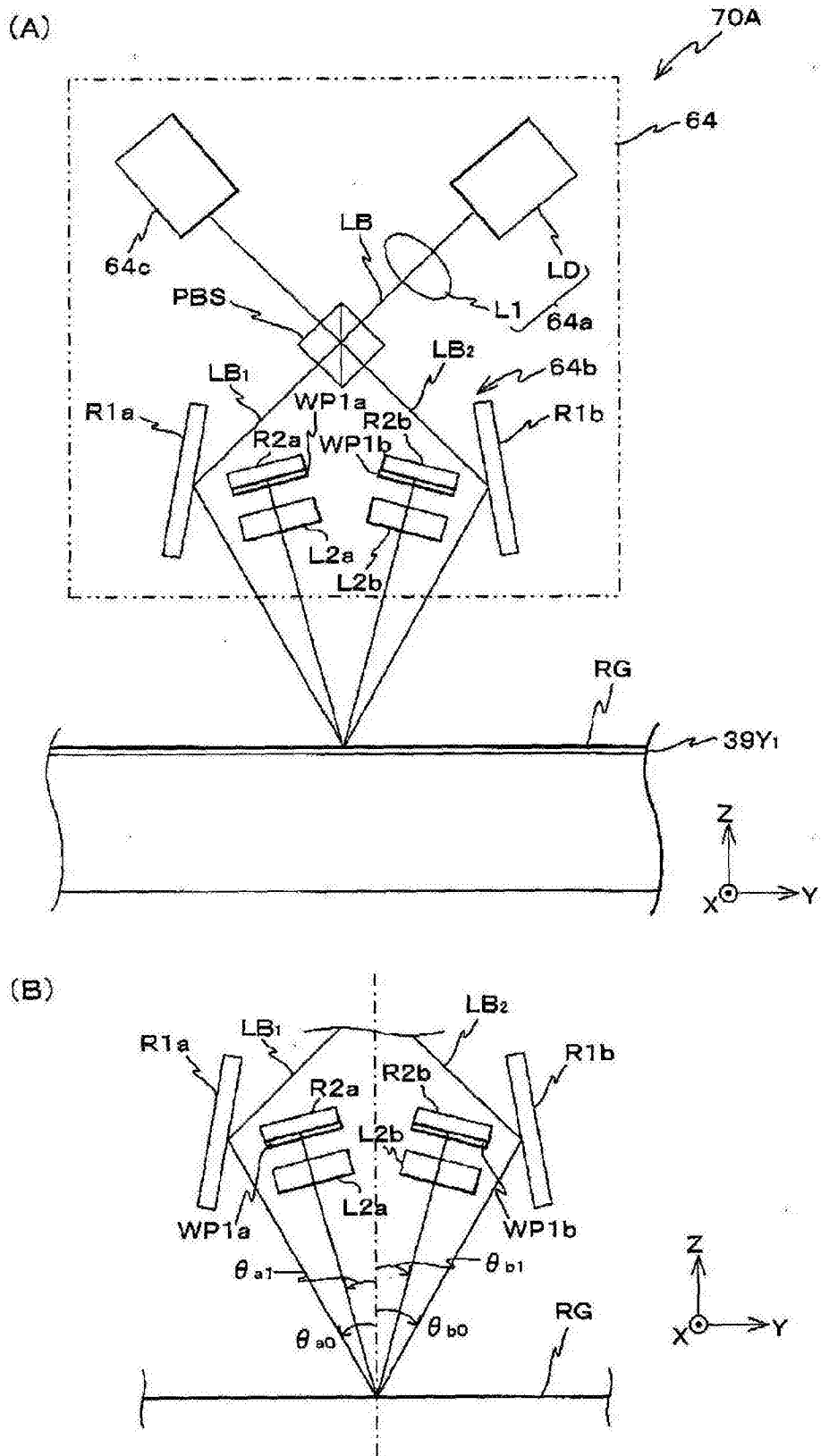


图8

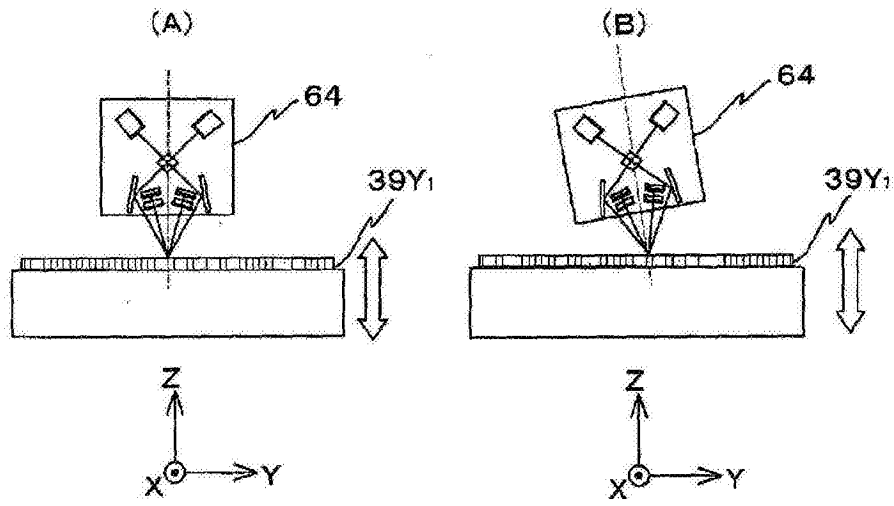


图9

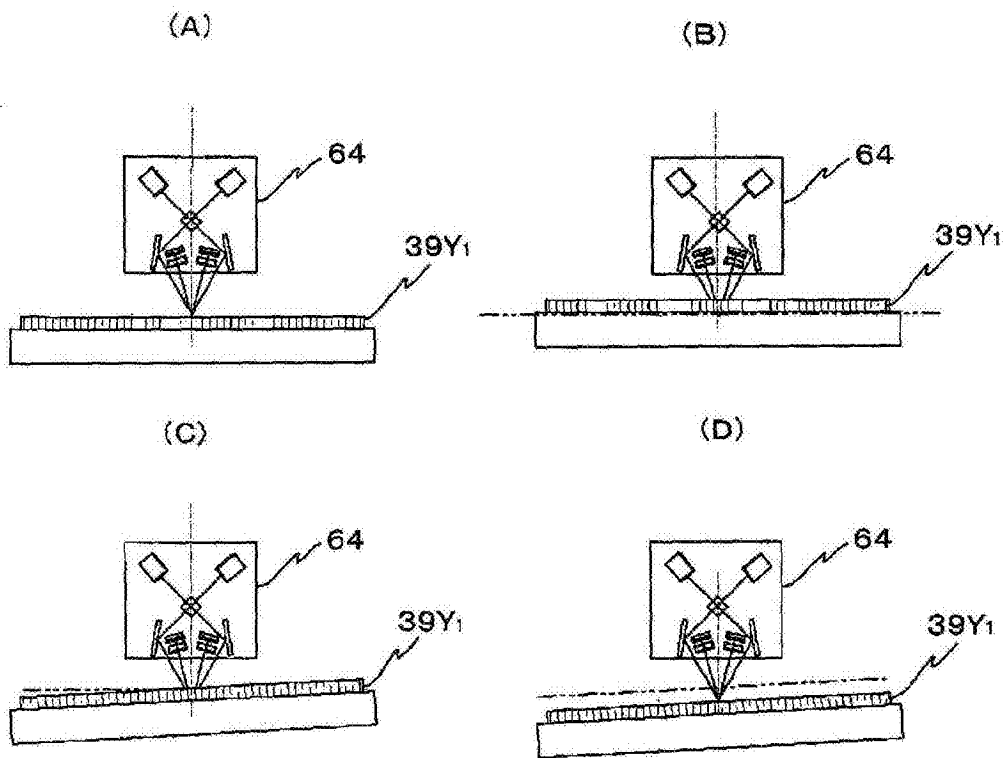


图10

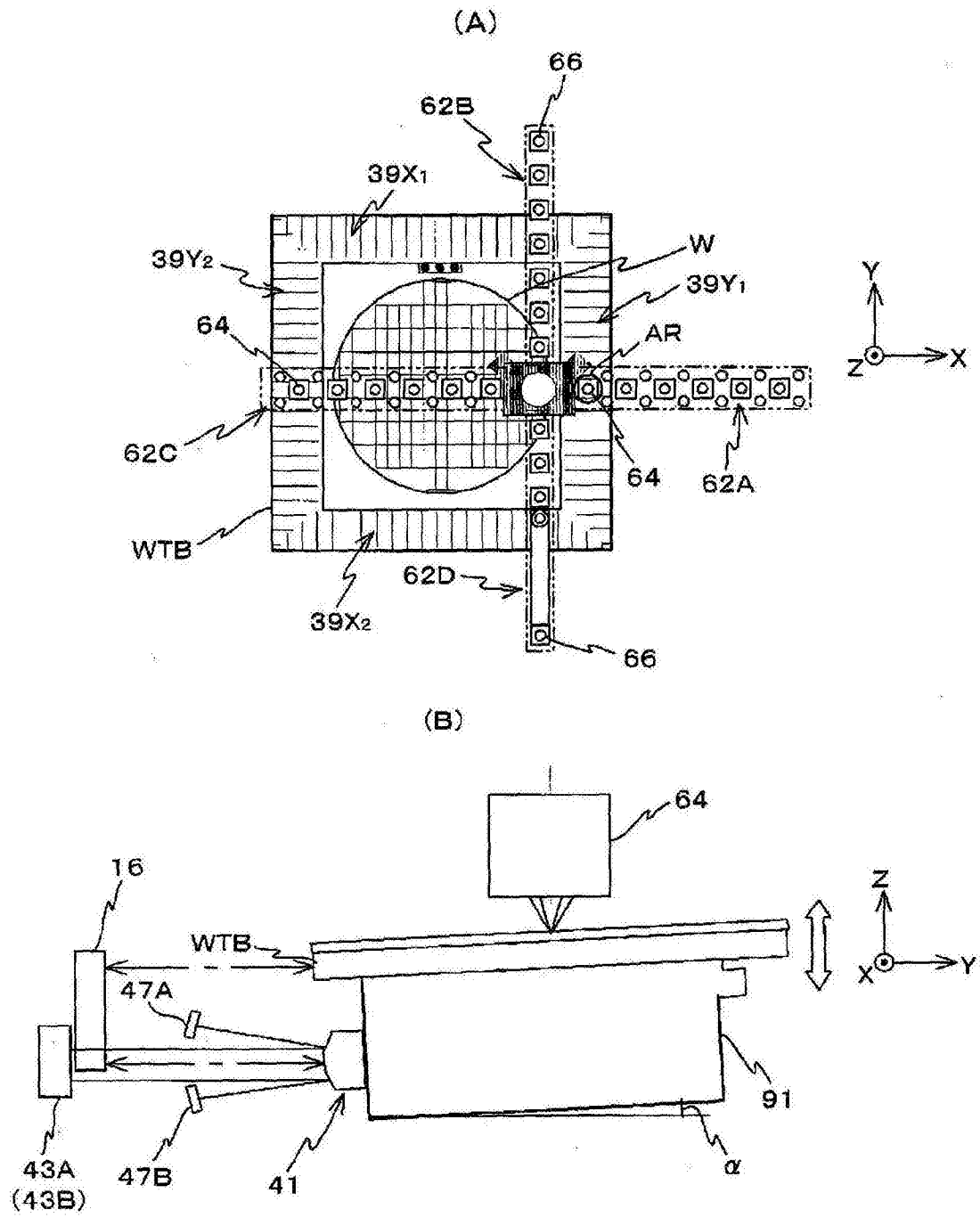


图11

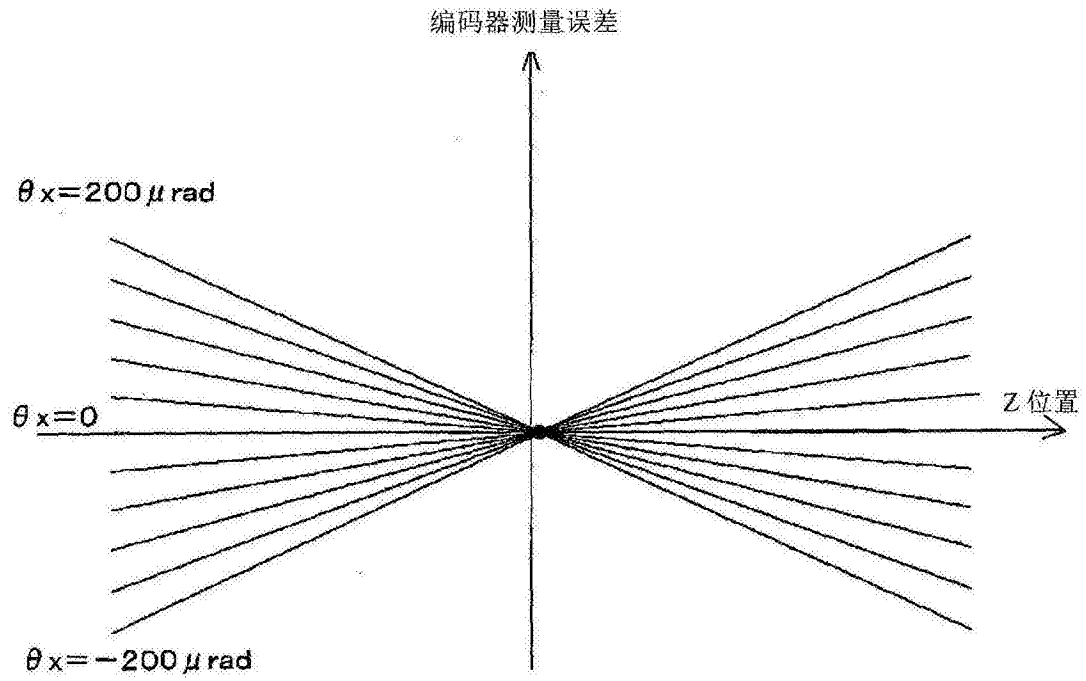


图12

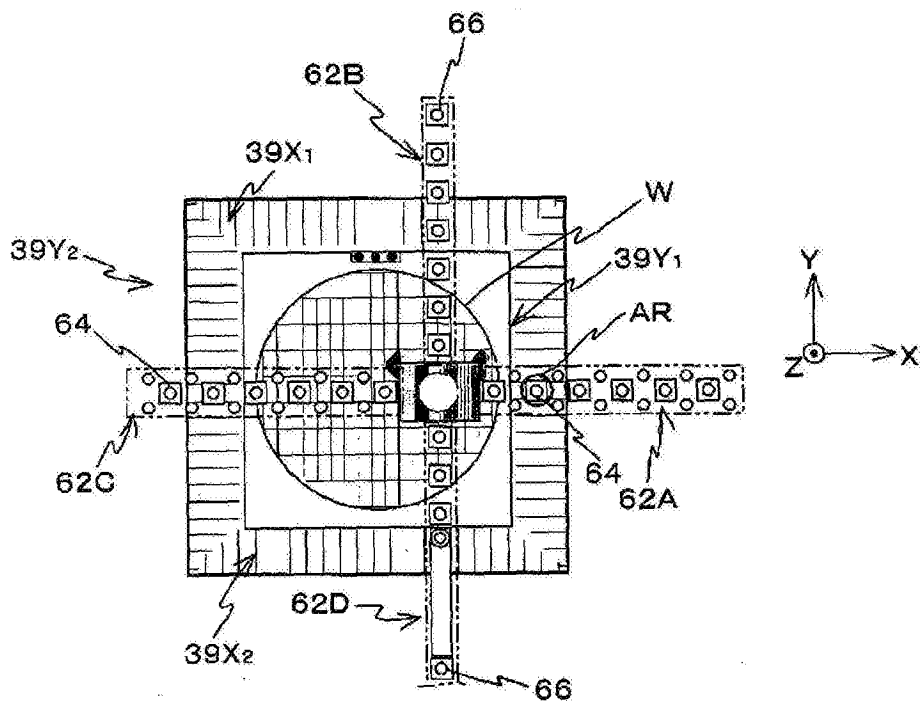


图13

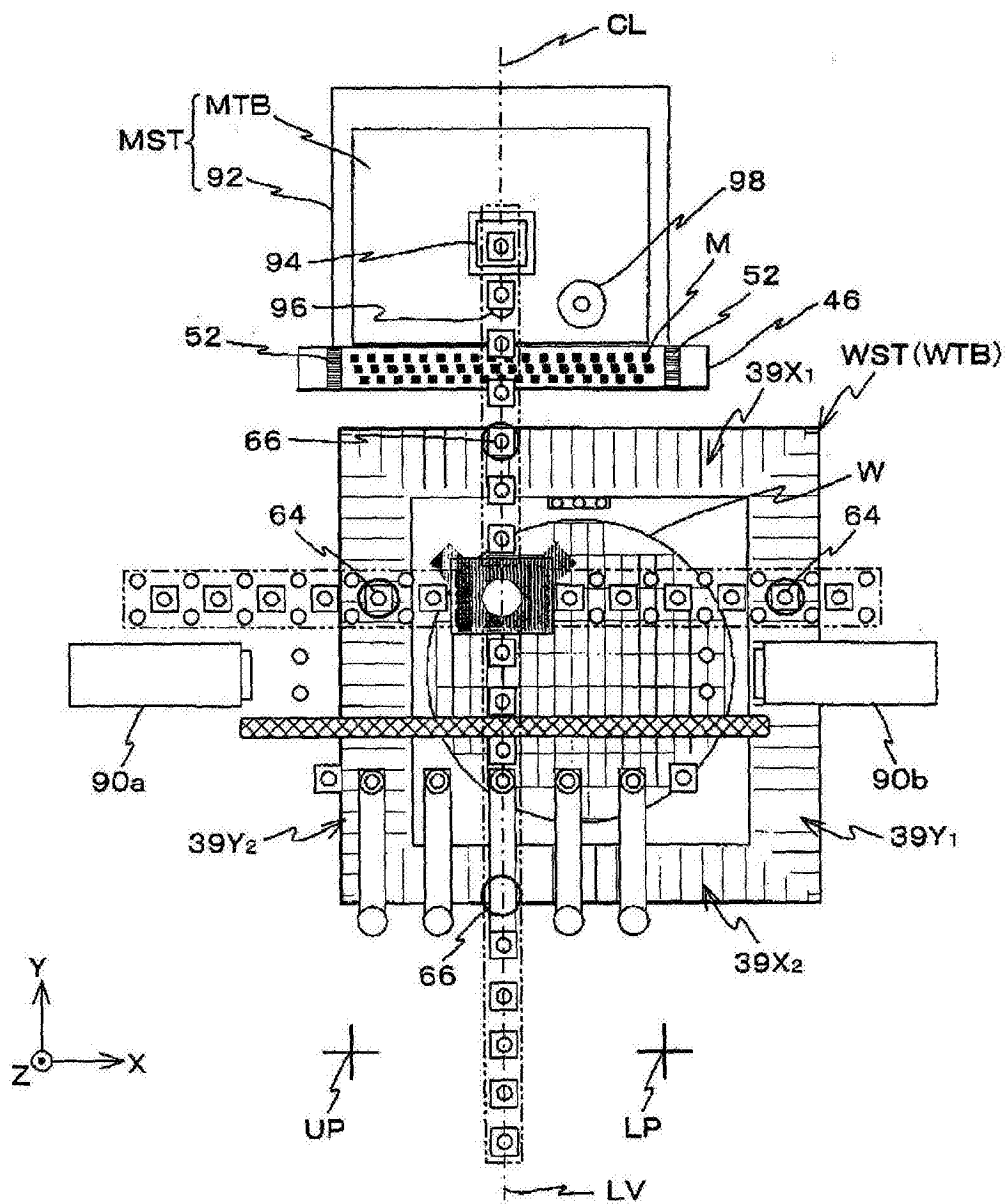


图14

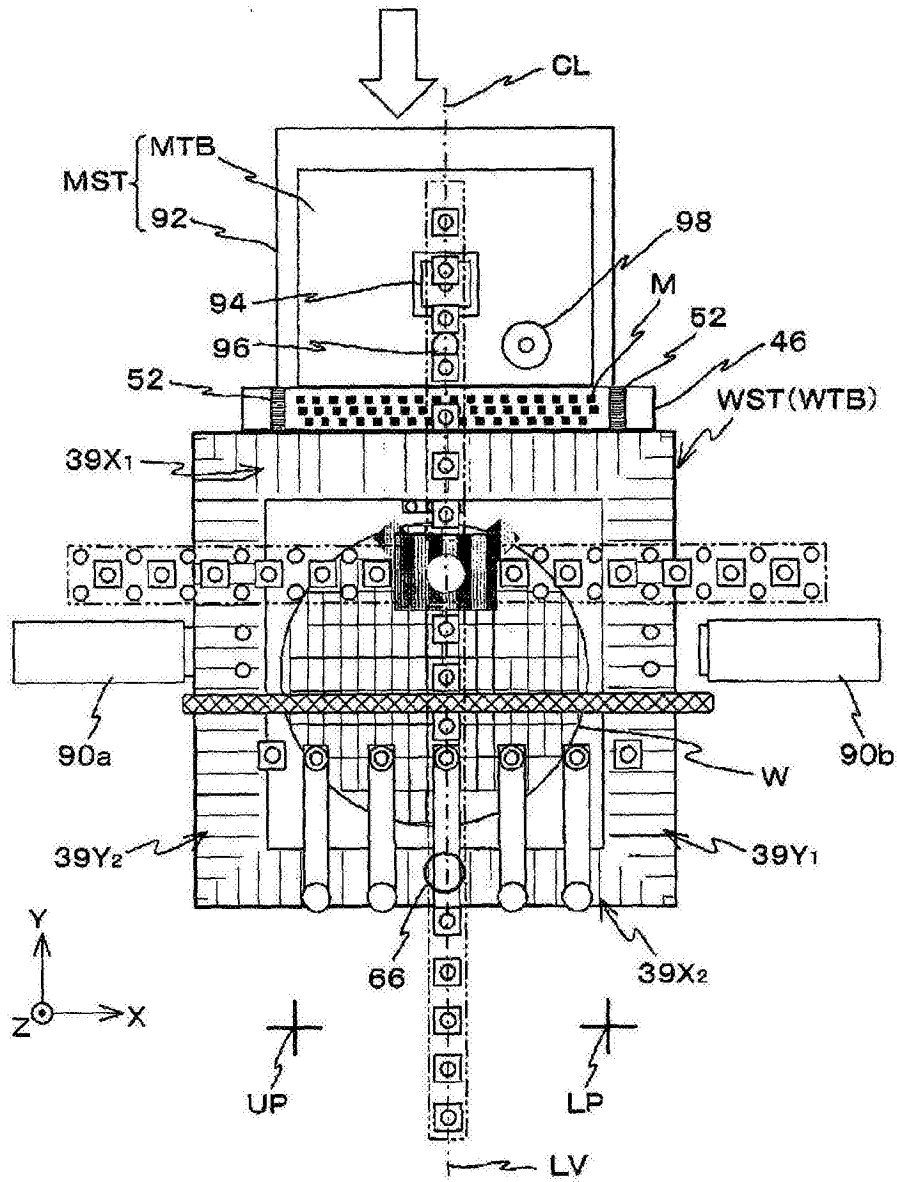


图15

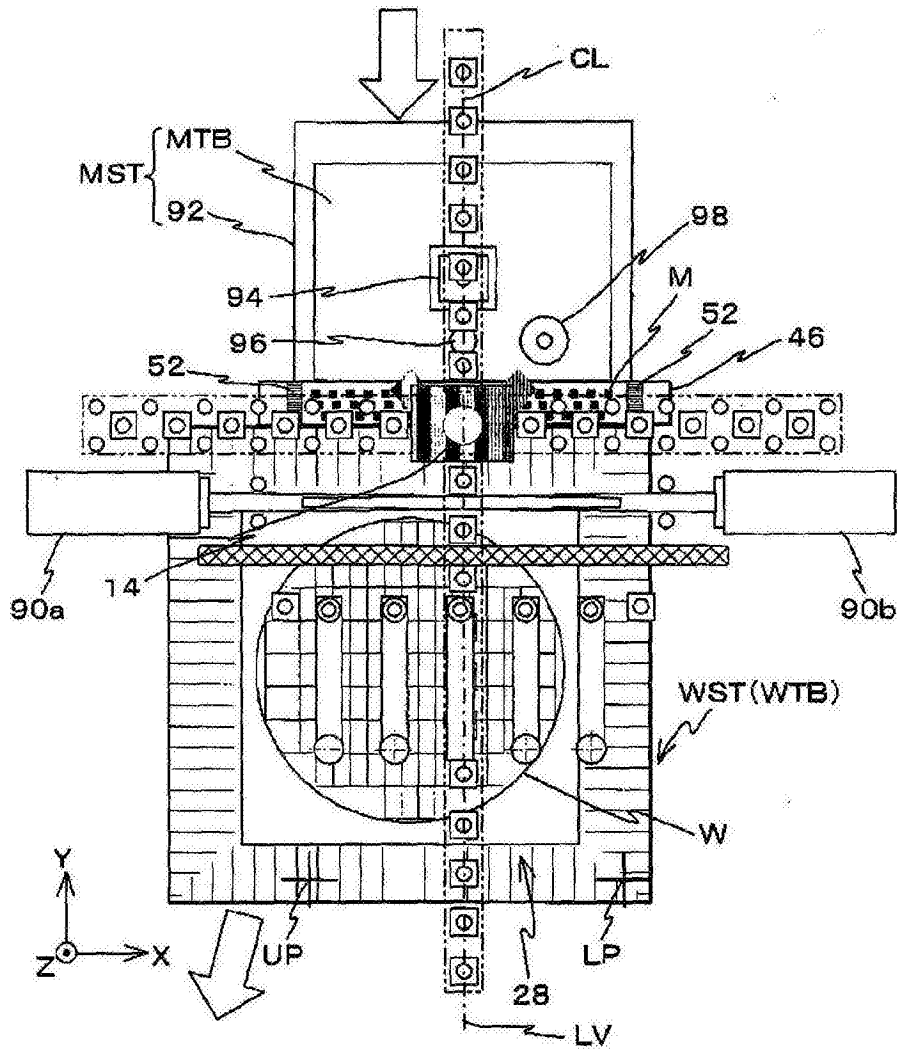


图16

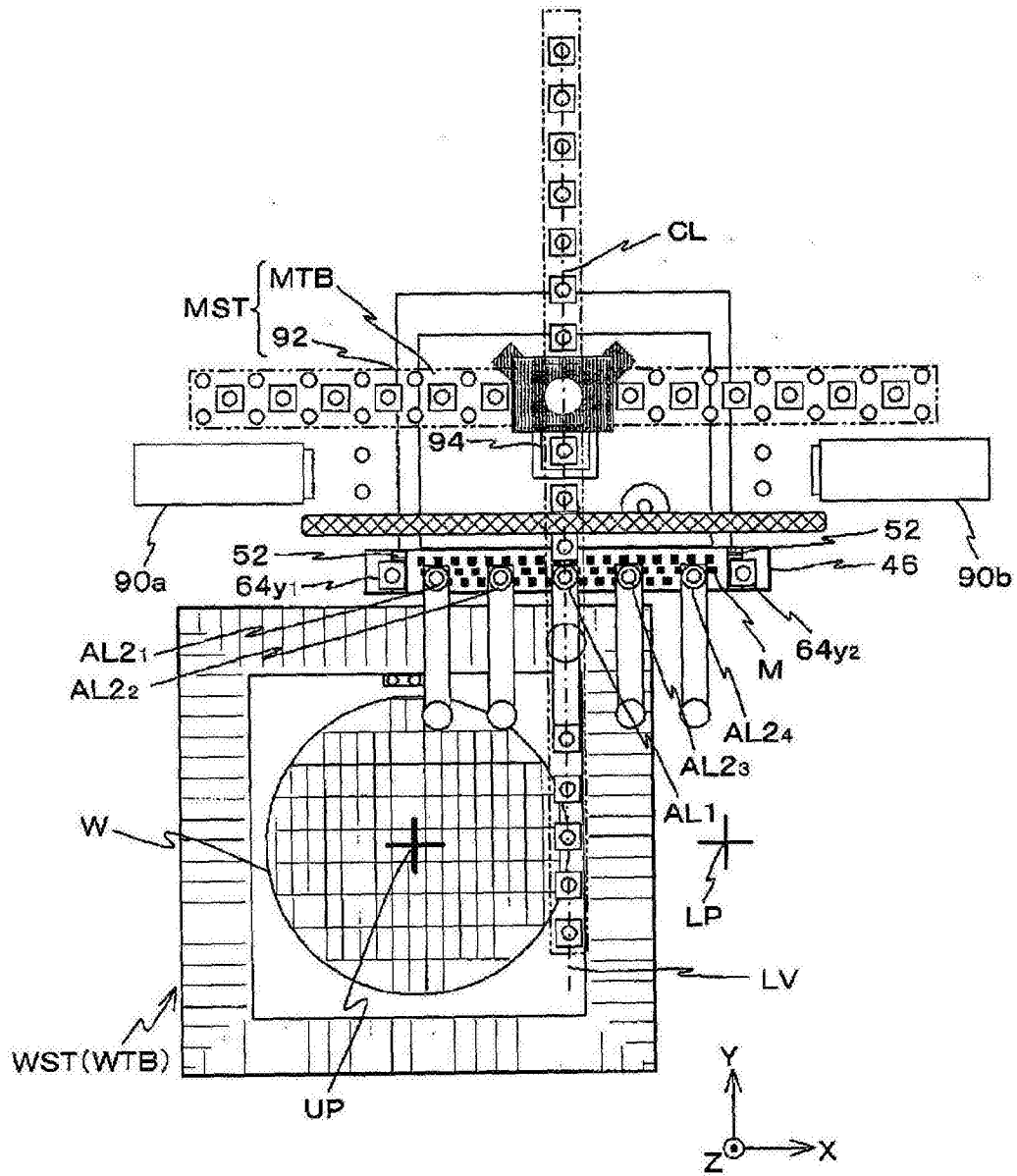


图17

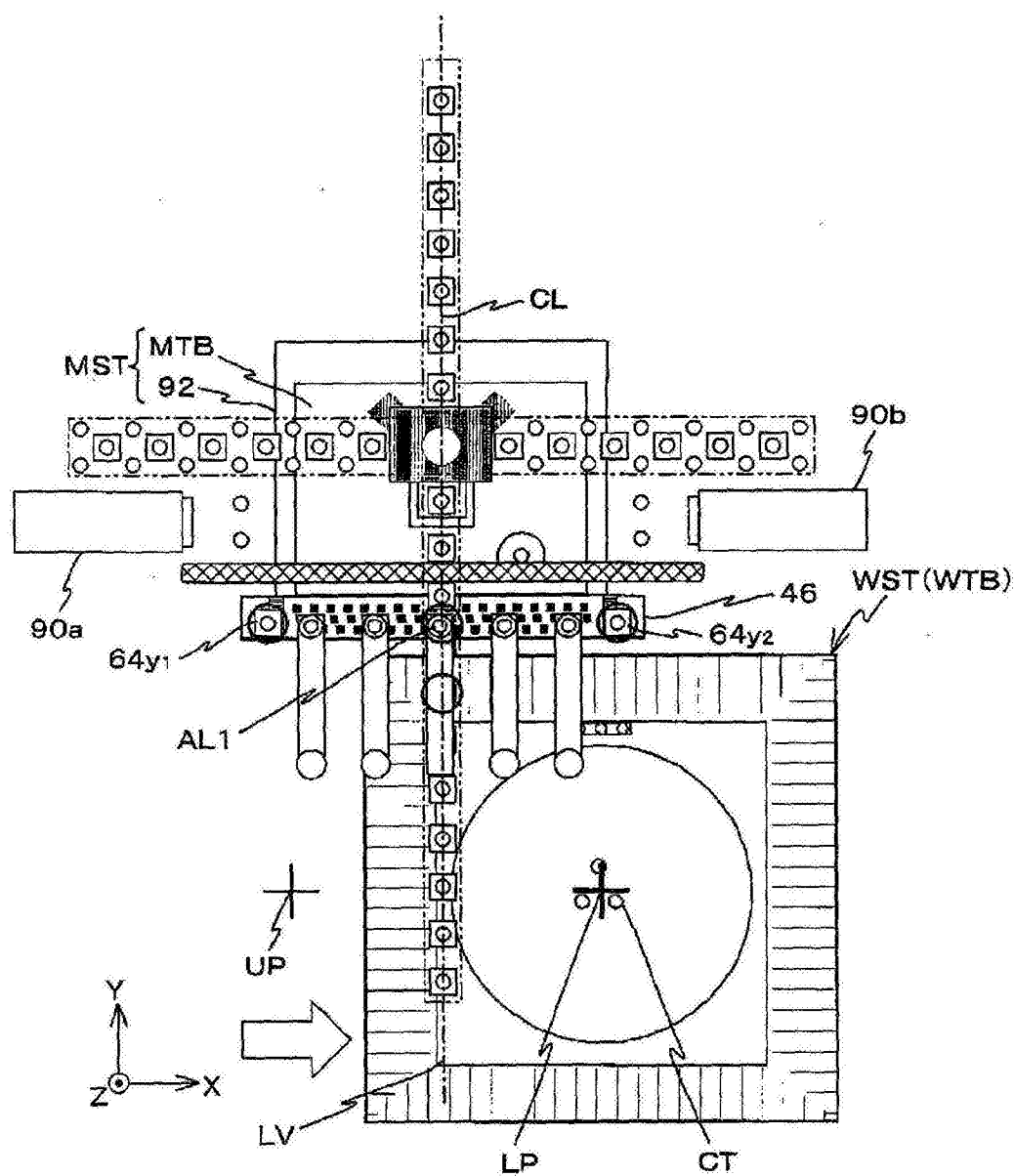


图18

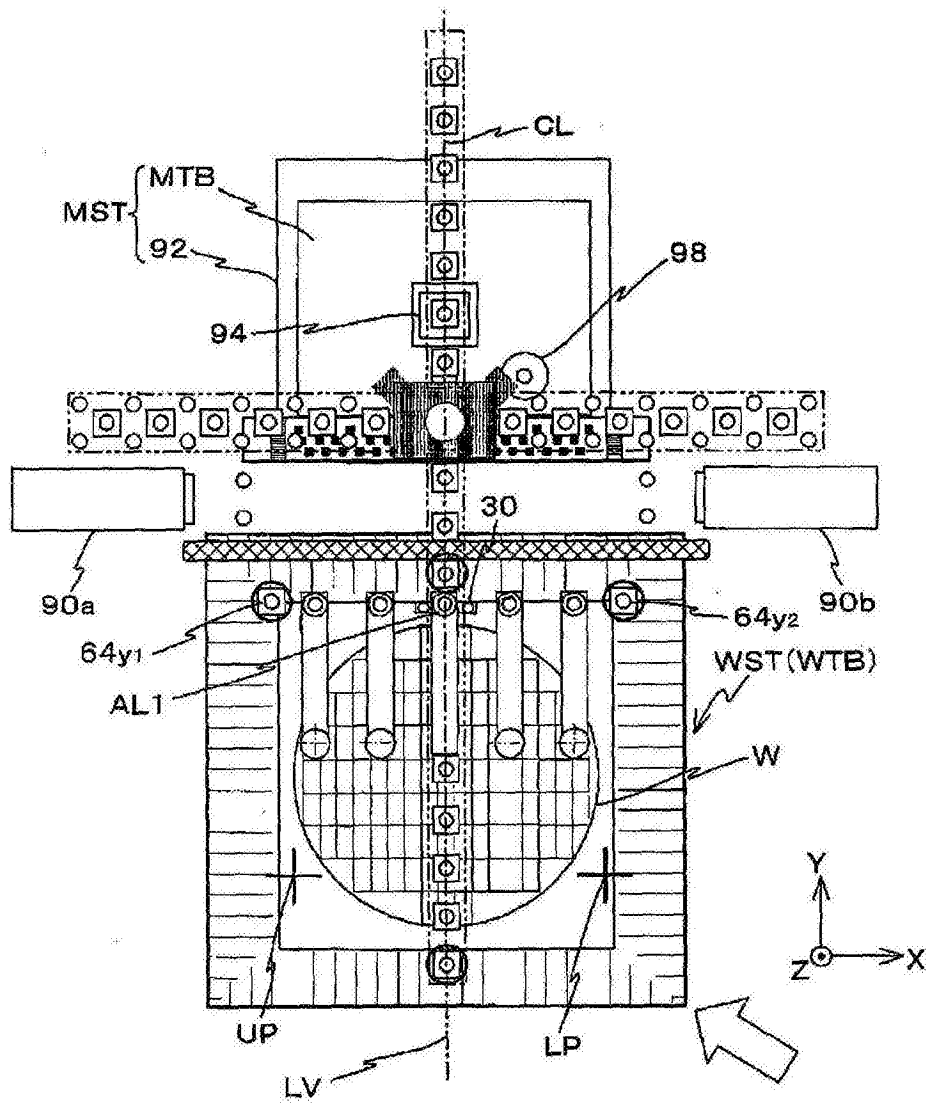


图20

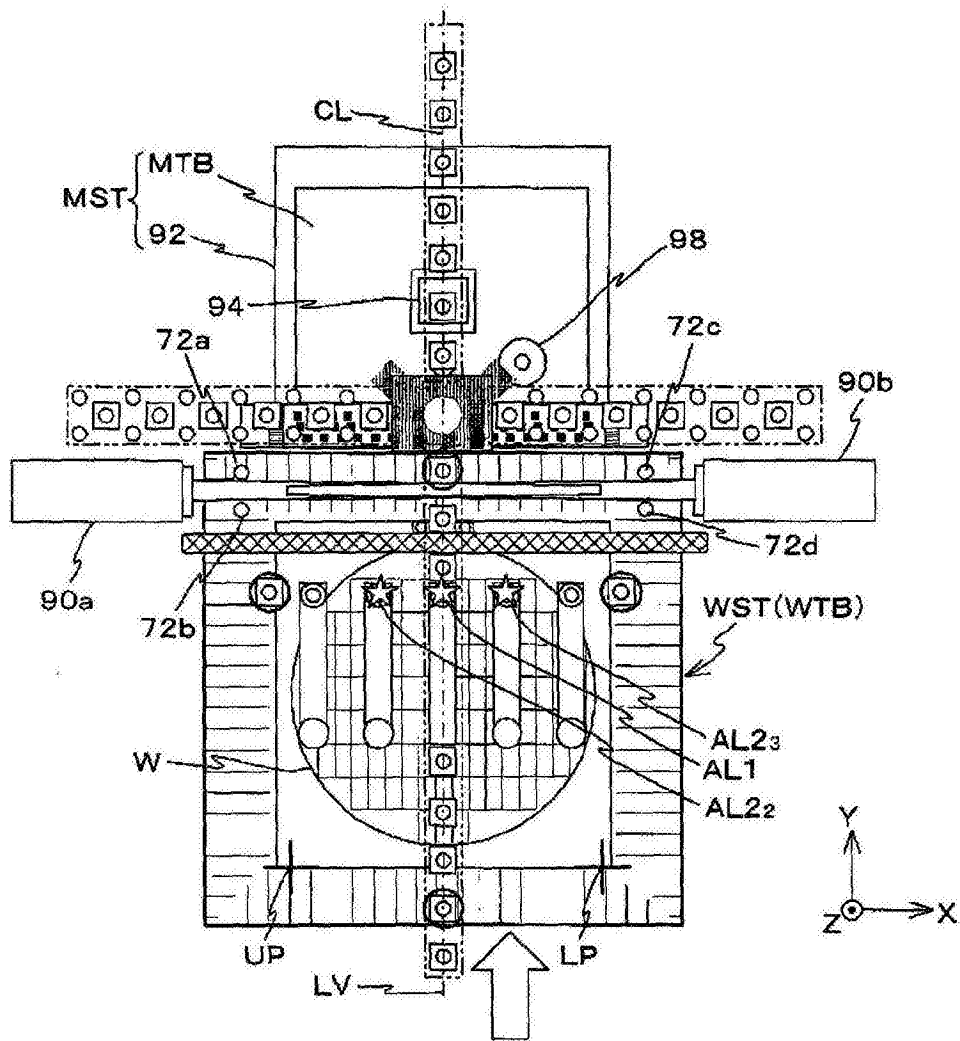


图21

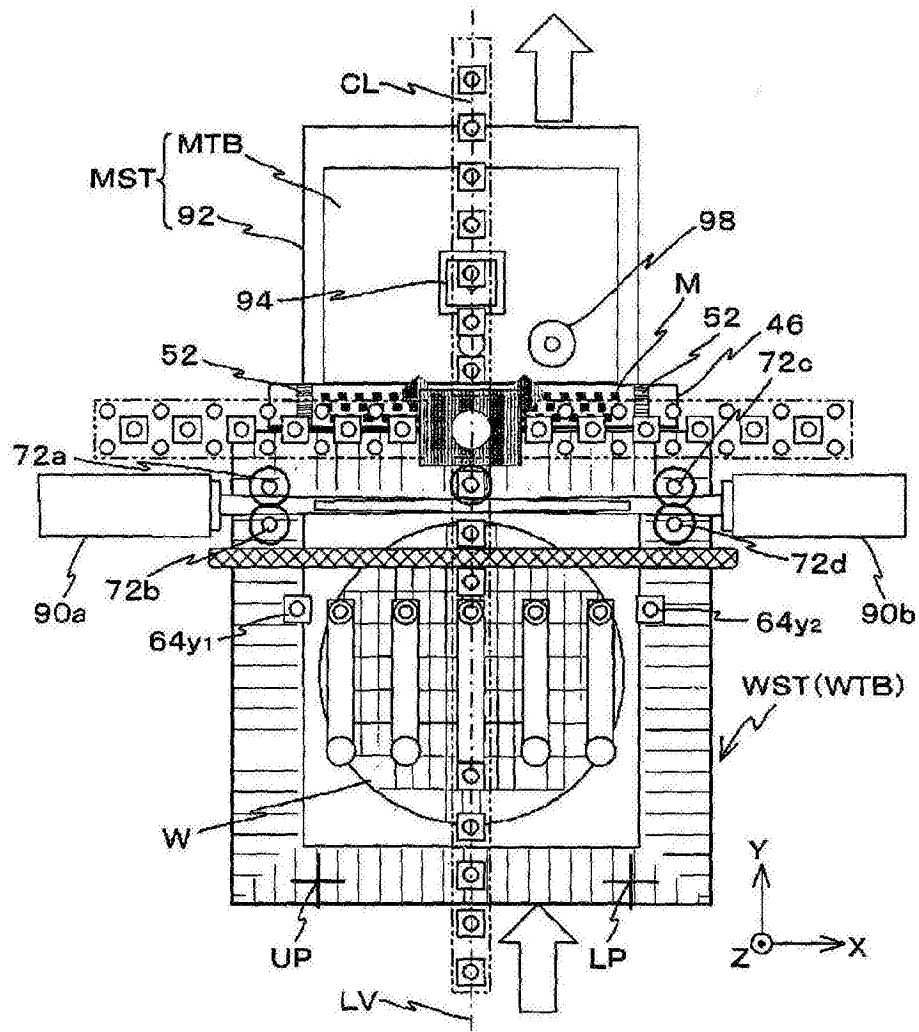


图22

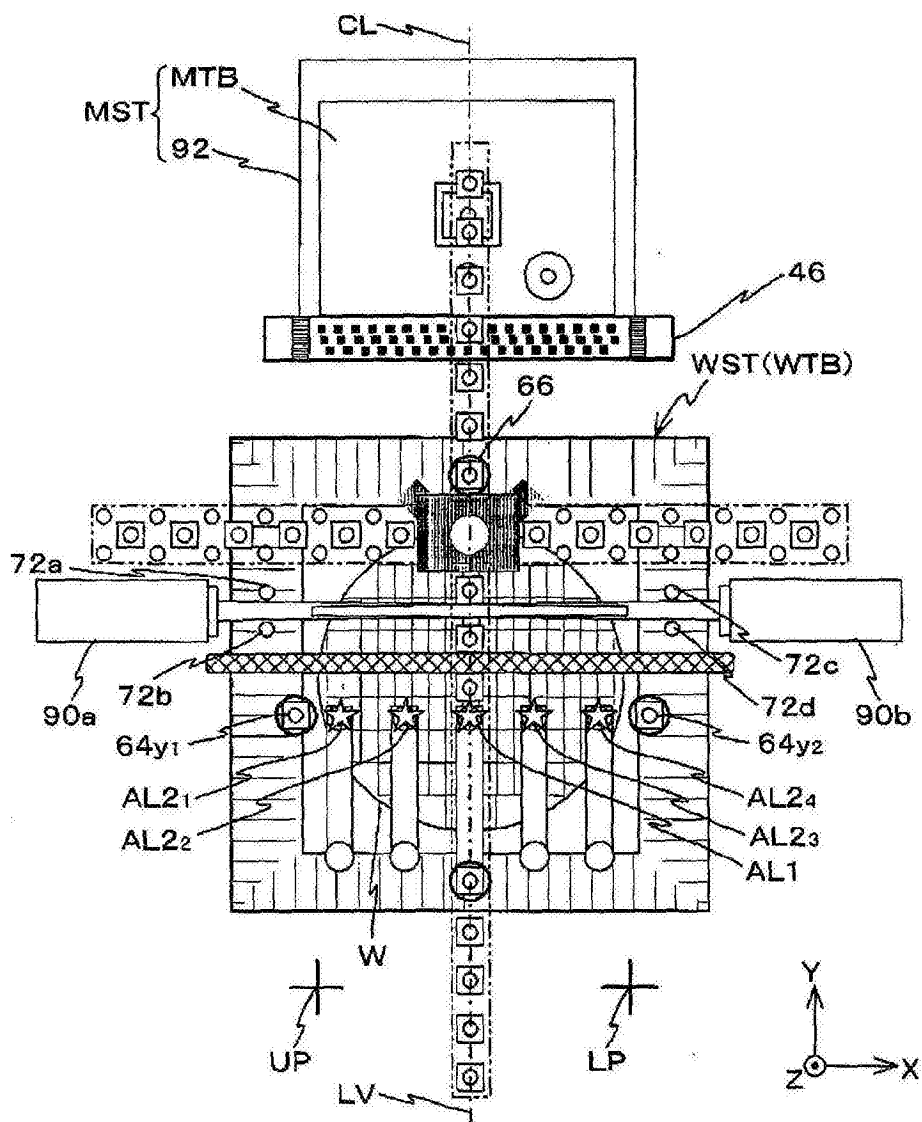


图25

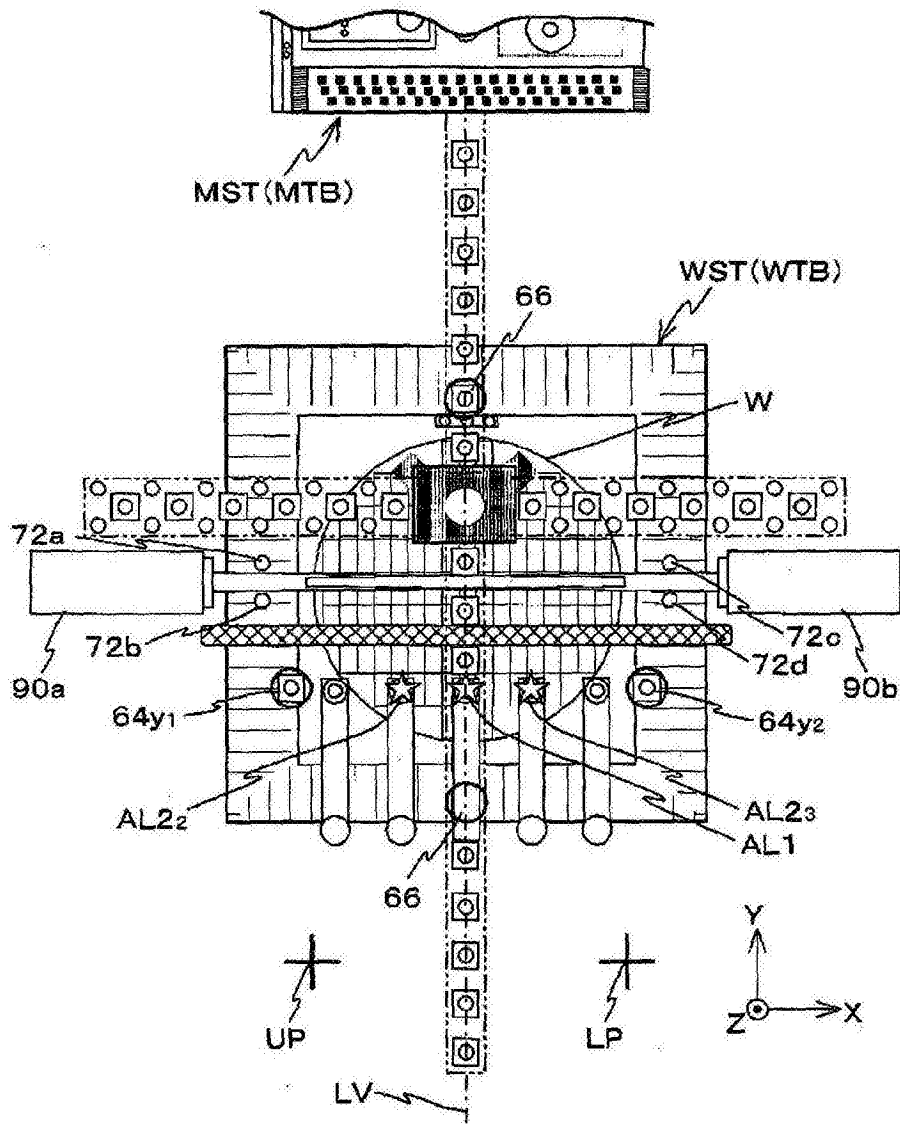


图26

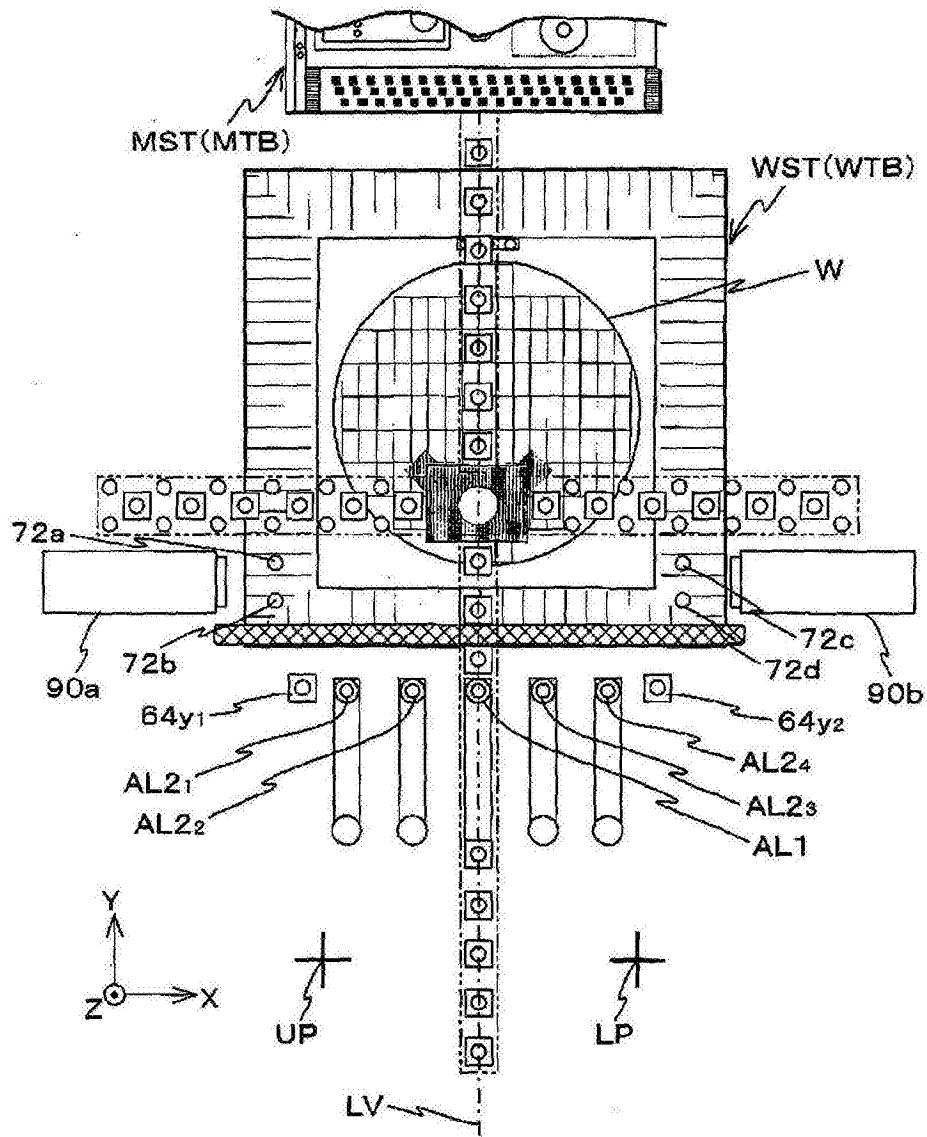


图 27

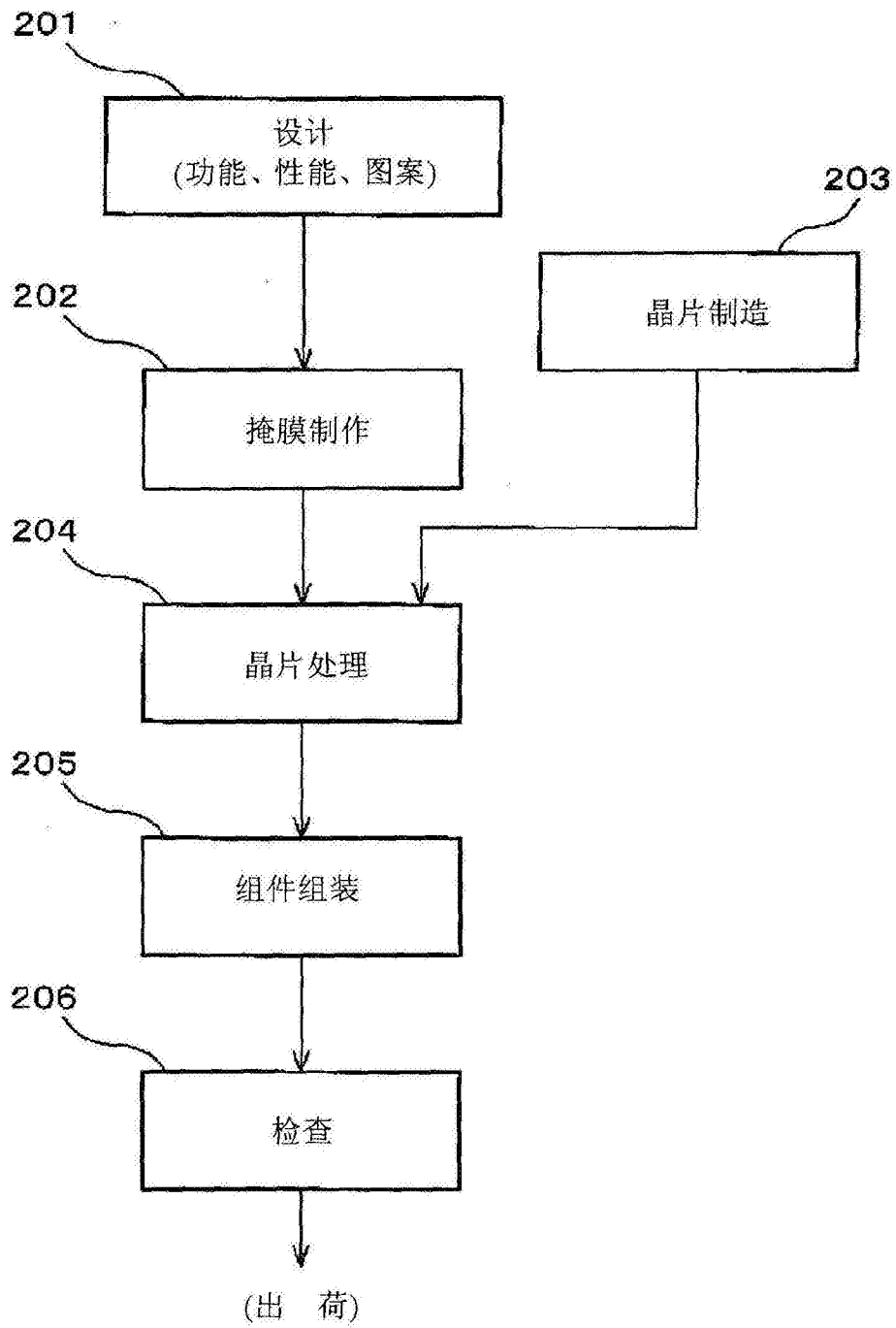


图28

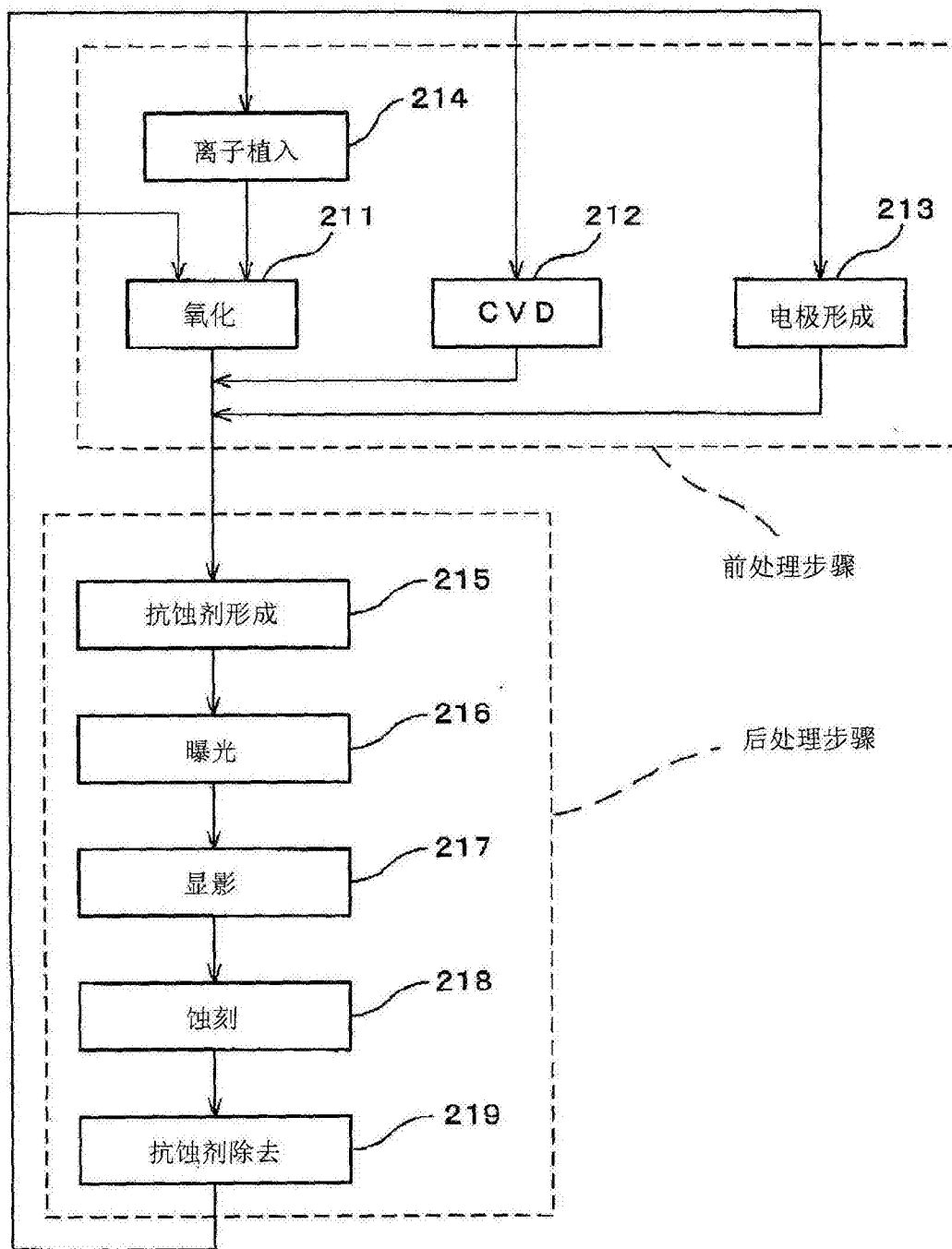


图29