



(10)授权公告号 CN 103140782 B

(45)授权公告日 2018.11.27

(21)申请号 201080069330.6

(22)申请日 2010.07.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103140782 A

(43)申请公布日 2013.06.05

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.03.28

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2010/060955 2010.07.28

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/013227 EN 2012.02.02

(73)专利权人 卡尔蔡司SMT有限责任公司

地址 德国上科亨

(72)发明人 J.哈特杰斯

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邱军

(51)Int.Cl.

G02B 5/09(2006.01)

G02B 5/08(2006.01)

G03F 7/20(2006.01)

G02B 7/182(2006.01)

(56)对比文件

CN 1292103 A,2001.04.18,全文.

US 6043863 A,2000.03.28,全文.

US 2005/0030653 A1,2005.02.10,说明书
第45—97段及图1—22.

审查员 谢璐雯

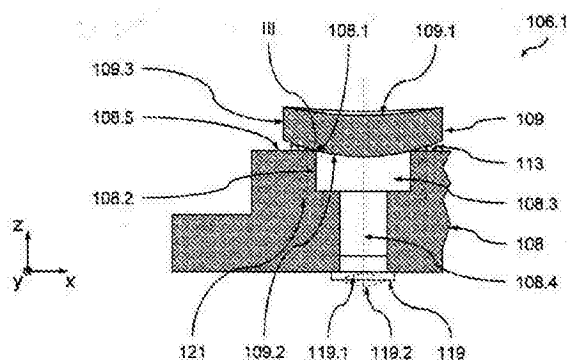
权利要求书7页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

分面反射镜装置

(57)摘要

本发明提供了一种分面反射镜装置,其包含分面元件和支撑元件,该支撑元件支撑所述分面元件。所述分面元件包含弯曲的第一支撑部分,而支撑元件包含第二支撑部分,第二支撑部分形成与第一支撑部分在接触区域中接触的支撑边缘,以支撑分面元件。



1. 一种分面反射镜装置,其包含:
 - 分面元件,和
 - 支撑元件;
 - 所述支撑元件支撑所述分面元件;
 - 所述分面元件包含弯曲的第一支撑部分;
 - 所述支撑元件包含第二支撑部分;
 - 所述第二支撑部分形成支撑边缘,该支撑边缘限定大体线形接触区域,以支撑所述分面元件,其中,所述支撑边缘形成于在所述支撑元件内界定凹槽的壁的末端与所述支撑元件的平面上表面的相交处,所述平面上表面面向所述分面元件。
2. 根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中,满足以下中的至少一项:
 - 所述第一支撑部分具有第一曲率,并且所述第二支撑部分具有第二曲率,所述第二曲率对应于所述第一曲率,使得在所述支撑边缘和所述分面元件之间大体存在线接触;以及
 - 所述支撑边缘由至少一个边缘区段形成;以及
 - 所述第一支撑部分在所述接触区域中具有球面。
3. 根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中,满足以下中的至少一项:
 - 所述第一支撑部分具有第一曲率,并且所述第二支撑部分具有第二曲率,所述第二曲率对应于所述第一曲率,使得在所述支撑边缘和所述分面元件之间大体存在线接触;以及
 - 所述支撑边缘为连续的环形边缘;以及
 - 所述第一支撑部分在所述接触区域中具有球面。
4. 根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中,
 - 通过粘性接合将所述分面元件连接至所述支撑元件。
5. 根据权利要求1或4所述的分面反射镜装置,其中,
 - 经由与所述支撑边缘相邻的接合材料,将所述分面元件连接至所述支撑元件。
6. 根据权利要求4所述的分面反射镜装置,其中,
 - 在所述支撑边缘和所述第一支撑部分之间的接触区域中,将所述分面元件粘连地连接至所述支撑元件。
7. 根据权利要求4或6所述的分面反射镜装置,其中,
 - 通过胶合接合技术,将所述分面元件连接至所述支撑元件。
8. 根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中,
 - 通过选自焊接、熔接、扩散接合的至少一种接合技术,将所述分面元件连接至所述支撑元件。
9. 根据权利要求8所述的分面反射镜装置,其中,
 - 通过选自激光焊接和激光熔接的至少一种接合技术,将所述分面元件连接至所述支撑元件。
10. 根据权利要求5所述的分面反射镜装置,其中,满足以下中的至少一项:
 - 所述接合材料的至少大部分位于所述支撑边缘的背离所述凹槽的一侧;以及
 - 所述接合材料密封所述分面元件和所述支撑元件之间的间隙。
11. 根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中,满足以下中的至少一项:
 - 所述支撑边缘为锐利的边缘,该锐利的边缘限定最小边缘曲率半径,所述最小边缘曲

率半径小于3mm,以及

-以制造精度制造所述支撑边缘和所述分面元件,所述制造精度被选择为使得在所述支撑边缘的任意边缘点上,所述支撑边缘和所述分面元件之间的与制造公差相关的间隙的宽度小于10 μ m。

12.根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中,满足以下中的至少一项:

-所述支撑边缘为锐利的边缘,该锐利的边缘限定最小边缘曲率半径,所述最小边缘曲率半径小于0.5mm,以及

-以制造精度制造所述支撑边缘和所述分面元件,所述制造精度被选择为使得在所述支撑边缘的任意边缘点上,所述支撑边缘和所述分面元件之间的与制造公差相关的间隙的宽度小于0.5 μ m。

13.根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中

-所述分面元件包含后表面和至少部分反射的前表面,所述第一支撑部分为所述后表面的一部分,

其中,满足以下中的至少一项:

-所述后表面没有突出体;以及

-所述第一支撑部分为所述分面元件的后表面的一部分,所述第一支撑部分限定连续弯曲的壳;以及

-以透镜制造工艺制造所述分面元件的至少所述后表面;以及

-所述分面元件的所述前表面包含反射的表面区域,该反射的表面区域适配于在将所述分面元件安装至所述支撑元件期间用于取向调节操作中;以及

-所述分面元件的所述前表面具有外部轮廓,该外部轮廓为弯曲外部轮廓和多边形外部轮廓中的至少一个。

14.根据权利要求13所述的分面反射镜装置,其中

所述第一支撑部分限定球形壳,并且所述后表面没有从所述后表面突出至所述球形壳之外的突出体。

15.根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中,满足以下中的至少一项:

-所述分面元件由第一材料制成,该第一材料选自由硅(Si)、碳化硅(SiC)、石英(SiO₂)、镀镍铜和钢组成的第一材料组;以及

-所述支撑元件由第二材料制成,该第二材料选自由碳化硅(SiC)、渗硅碳化硅(SiSiC)、和碳化钨(WC)组成的第二材料组。

16.根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中,满足以下中的至少一项:

-所述壁设有连接器部分,该连接器部分适配于将抽气装置连接至所述凹槽,从而在所述凹槽内产生负压,在将所述分面元件安装至所述支撑元件期间,所述负压可调节地将所述分面元件固定至所述支撑元件;以及

-所述支撑元件包含至少一个冷却通道,该冷却通道适配于在所述分面反射镜装置的操作期间接收冷却介质;以及

-所述凹槽填充传热介质,所述传热介质改善从所述分面元件至所述支撑元件的热传导。

17.根据根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中,满足以下中的至少一项:

-所述壁设有连接器部分,该连接器部分适配于将抽气装置连接至所述凹槽,从而在所述凹槽内产生负压,在将所述分面元件安装至所述支撑元件期间,所述负压可调节地将所述分面元件固定至所述支撑元件;以及

-所述支撑元件包含至少一个冷却通道,该冷却通道适配于在所述分面反射镜装置的操作期间接收冷却介质;以及

-所述凹槽填充冷却介质。

18. 根据权利要求1所述的分面反射镜装置,其中,满足以下中的至少一项:

-所述支撑元件包含多个另外的第二支撑部分,每一个所述另外的第二支撑部分支撑另一个分面元件;以及

-所述支撑元件支撑至少1000个分面元件。

19. 一种光学成像设备,其包含:

-适配于接收图案的掩模单元;

-适配于接收基底的基底单元;

-适配于照明所述图案的照明单元;

-适配于将所述图案的图像转移至所述基底上的光学投射单元;

-所述照明单元和所述光学投射单元中的至少一个包含分面反射镜装置;

-所述分面反射镜装置包含分面元件和支撑元件;

-所述支撑元件支撑所述分面元件;

-所述分面元件包含弯曲的第一支撑部分;

-所述支撑元件包含第二支撑部分;

-所述第二支撑部分形成支撑边缘,该支撑边缘限定大体线形接触区域,以支撑所述分面元件,其中,所述支撑边缘形成于在所述支撑元件内界定凹槽的壁的末端与所述支撑元件的平面上表面的相交处,所述平面上表面面向所述分面元件。

20. 一种支撑分面反射镜装置的分面元件的方法,其包含:

-提供分面元件和支撑元件;

-经由所述支撑元件的第二支撑部分,在所述分面元件的弯曲的第一支撑部分处支撑所述分面元件;

-所述第二支撑部分形成支撑边缘,该支撑边缘限定大体线形接触区域,以支撑所述分面元件,其中,所述支撑边缘形成于在所述支撑元件内界定凹槽的壁的末端与所述支撑元件的平面上表面的相交处,所述平面上表面面向所述分面元件。

21. 根据权利要求20所述的方法,其中,

-通过粘性接合,将所述分面元件连接至所述支撑元件。

22. 根据权利要求20或21所述的方法,其中,

-经由与所述支撑边缘相邻的接合材料,将所述分面元件连接至所述支撑元件。

23. 根据权利要求20所述的方法,其中,

-在所述支撑边缘和所述第一支撑部分之间的接触区域中,将所述分面元件粘连地连接至所述支撑元件。

24. 根据权利要求20或23所述的方法,其中,

-通过胶合接合技术,将所述分面元件连接至所述支撑元件。

25. 根据权利要求20所述的方法, 其中,

-通过选自焊接、熔接、扩散接合的至少一种接合技术, 将所述分面元件连接至所述支撑元件。

26. 根据权利要求25所述的方法, 其中,

-通过选自激光焊接和激光熔接的至少一种接合技术, 将所述分面元件连接至所述支撑元件。

27. 根据权利要求22所述的方法, 其中, 满足以下中的至少一项:

-所述接合材料的大部分位于所述支撑边缘的背离所述凹槽的一侧; 以及
-所述接合材料密封所述分面元件和所述支撑元件之间的间隙; 以及
-所述凹槽填充传热介质, 所述传热介质改善从所述分面元件至所述支撑元件的热传导。

28. 根据权利要求22所述的方法, 其中, 满足以下中的至少一项:

-所述接合材料的大部分位于所述支撑边缘的背离所述凹槽的一侧; 以及
-所述接合材料密封所述分面元件和所述支撑元件之间的间隙; 以及
-所述凹槽填充冷却介质。

29. 一种制造分面反射镜装置的方法, 其包含:

-在准备步骤中, 提供分面元件和支撑元件, 所述分面元件具有前表面和后表面, 该前表面在所述分面反射镜装置的操作期间被光学地使用, 该后表面包含弯曲的第一支撑部分, 并且所述支撑元件具有形成支撑边缘的第二支撑部分;

-在支撑步骤中, 将所述分面元件置于所述支撑元件上, 使得弯曲的所述支撑边缘与所述第一支撑部分接触, 所述支撑边缘限定大体线形接触区域, 以支撑所述分面元件, 其中, 所述支撑边缘形成于在所述支撑元件内界定凹槽的壁的末端与所述支撑元件的平面上表面的相交处, 所述平面上表面面向所述分面元件。

30. 根据权利要求29所述的方法, 其中, 满足以下中的至少一项:

-在所述支撑步骤的接触步骤中, 产生负压, 所述负压作用于所述分面元件的所述后表面的一部分上, 使得所述第一支撑部分压靠所述支撑边缘; 以及

-在所述支撑步骤的分面调节步骤中, 根据所述分面反射镜装置的操作期间的光学需要, 执行所述分面元件相对于所述支撑元件的位置和取向的至少一个的调节; 以及

-在所述支撑步骤的分面固定步骤中, 执行所述分面元件相对于所述支撑元件的固定。

31. 根据权利要求29所述的方法, 其中,

-在所述支撑步骤的接触步骤中, 产生负压, 所述负压作用于所述分面元件的所述后表面的一部分上, 使得所述第一支撑部分压靠所述支撑边缘; 以及

-在所述支撑步骤的分面调节步骤中, 根据所述分面反射镜装置的操作期间的光学需要, 执行所述分面元件相对于所述支撑元件的位置和取向的至少一个的调节; 以及

-在所述支撑步骤的分面固定步骤中, 执行所述分面元件相对于所述支撑元件的固定; 以及

其中, 满足以下中的至少一项:

-在所述接触步骤中, 所述负压产生于所述支撑元件中的凹槽中, 所述凹槽由形成所述支撑边缘的壁界定; 以及

-在所述分面调节步骤中,维持所述负压的至少一部分,使得必须抵抗由所述支撑边缘和所述分面元件之间的接触负载所产生的阻力而执行所述调节;以及

-在所述分面调节步骤中,在所述调节完成时,至少临时增加所述负压,以确保所述分面元件相对于所述支撑元件没有相对运动;以及

-在所述分面固定步骤中,在所述分面元件和所述支撑元件之间产生粘性接合;以及

-在所述分面固定步骤中,通过选自胶合、焊接、熔接、扩散接合的至少一种接合技术,将所述分面元件连接至所述支撑元件;以及

-在所述分面固定步骤之后,由形成所述支撑边缘的壁界定的凹槽填充传热介质,所述传热介质改善从所述分面元件至所述支撑元件的热传导。

32. 根据权利要求29所述的方法,其中,

-在所述支撑步骤的接触步骤中,产生负压,所述负压作用于所述分面元件的所述后表面的一部分上,使得所述第一支撑部分压靠所述支撑边缘;以及

-在所述支撑步骤的分面调节步骤中,根据所述分面反射镜装置的操作期间的光学需要,执行所述分面元件相对于所述支撑元件的位置和取向的至少一个的调节;以及

-在所述支撑步骤的分面固定步骤中,执行所述分面元件相对于所述支撑元件的固定;以及

其中,满足以下中的至少一项:

-在所述接触步骤中,所述负压产生于所述支撑元件中的凹槽中,所述凹槽由形成所述支撑边缘的壁界定;以及

-在所述分面调节步骤中,维持所述负压的至少一部分,使得必须抵抗由所述支撑边缘和所述分面元件之间的接触负载所产生的阻力而执行所述调节;以及

-在所述分面调节步骤中,在所述调节完成时,至少临时增加所述负压,以确保所述分面元件相对于所述支撑元件没有相对运动;以及

-在所述分面固定步骤中,在所述分面元件和所述支撑元件之间产生粘性接合;以及

-在所述分面固定步骤中,通过选自胶合、焊接、熔接、扩散接合的至少一种接合技术,将所述分面元件连接至所述支撑元件;以及

-在所述分面固定步骤之后,由形成所述支撑边缘的壁界定的凹槽填充冷却介质。

33. 根据权利要求31或32所述的方法,其中,

-在所述分面固定步骤中,通过选自激光焊接和激光熔接的至少一种接合技术,将所述分面元件连接至所述支撑元件。

34. 根据权利要求31或32所述的方法,其中:

-在所述接触步骤、所述分面调节步骤和所述分面固定步骤之一中,将接合材料布置为与所述支撑边缘相邻;

其中,满足以下中的至少一项:

-所述接合材料接触所述分面元件和所述支撑元件中的至少一个,并且密封所述分面元件和所述支撑元件之间的间隙;以及

-所述接合材料的大部分位于所述支撑边缘的背离所述凹槽的一侧。

35. 根据权利要求30所述的方法,其中,在所述支撑步骤的分面调节步骤中,根据所述分面反射镜装置的操作期间的光学需要,执行所述分面元件相对于所述支撑元件的位置和

取向的至少一个的调节,

在所述调节步骤中,满足以下中的至少一项:

-使用操纵器来提供所述调节,所述操纵器与所述分面元件的所述前表面和侧表面中的至少一个相作用;以及

-使用操纵器来提供所述调节,所述操纵器选自触觉操纵器、悬臂弹簧操纵器、非接触式声学操纵器和非接触式气动操纵器构成的操纵器组中的至少一个;以及

-使用测量单元来提供表示所述分面元件的实际调节的信号,所述测量单元选自接触所述分面元件的表面的触觉测量单元、与所述分面元件协作的非接触式测量单元和与所述分面元件的反射式表面协作的光学测量装置构成的测量单元组中的至少一个。

36. 根据权利要求29所述的方法,其中,在所述准备步骤中,满足以下中的至少一项:

-以透镜制造工艺制造所述分面元件的至少所述后表面;以及

-所述分面元件由第一材料制成,该第一材料选自由硅(Si)、碳化硅(SiC)、石英(SiO₂)、镀镍铜和钢组成的第一材料组;以及

-所述支撑元件由第二材料制成,该第二材料选自由碳化硅(SiC)、渗硅碳化硅(SiSiC)、和碳化钨(WC)组成的第二材料组;以及

-使用处理技术形成所述支撑边缘,所述处理技术选自抛光;以及

-所述支撑边缘被形成为锐利的边缘,该锐利的边缘限定最小边缘曲率半径,所述最小边缘曲率半径小于3mm,以及

-以制造精度制造所述支撑边缘和所述分面元件,所述制造精度被选择为使得在所述支撑边缘的任意边缘点上,所述支撑边缘和所述分面元件之间的与制造公差相关的间隙的宽度小于10μm。

37. 根据权利要求29所述的方法,其中,在所述准备步骤中,满足以下中的至少一项:

-以透镜制造工艺制造所述分面元件的至少所述后表面;以及

-所述分面元件由第一材料制成,该第一材料选自由硅(Si)、碳化硅(SiC)、石英(SiO₂)、镀镍铜和钢组成的第一材料组;以及

-所述支撑元件由第二材料制成,该第二材料选自由碳化硅(SiC)、渗硅碳化硅(SiSiC)、和碳化钨(WC)组成的第二材料组;以及

-使用处理技术形成所述支撑边缘,所述处理技术选自抛光;以及

-所述支撑边缘被形成为锐利的边缘,该锐利的边缘限定最小边缘曲率半径,所述最小边缘曲率半径小于0.5mm,以及

-以制造精度制造所述支撑边缘和所述分面元件,所述制造精度被选择为使得在所述支撑边缘的任意边缘点上,所述支撑边缘和所述分面元件之间的与制造公差相关的间隙的宽度小于0.5μm。

38. 根据权利要求36所述的方法,其中,

-使用处理技术形成所述支撑边缘,所述处理技术为化学机械抛光(CMP)、节距抛光、磁流变液体抛光(MRFP)或机器人抛光。

39. 根据权利要求29所述的方法,其中,满足以下中的至少一项:

-在至少一个另外的支撑步骤中,至少一个另外的分面元件被支撑于所述支撑元件的另一个第二支撑部分上;以及

-在先于所述支撑步骤的拆卸步骤中,使用施加于原有的分面元件的热负载,移除安装至所述支撑元件的所述原有的分面元件,使其不与所述支撑边缘接触,所述热负载引起所述原有的分面元件的热膨胀,所述热膨胀足以导致所述原有的分面元件和所述支撑元件之间的粘性连接的瓦解。

40.一种制造分面反射镜装置的方法,其包含:

-在准备步骤中,提供分面元件和支撑元件,所述分面元件具有前表面和后表面,该前表面在所述分面反射镜装置的操作期间被光学地使用,该后表面包含弯曲的第一支撑部分,并且所述支撑元件具有第二支撑部分;

-在支撑步骤中,将所述分面元件置于所述支撑元件上,使得所述第二支撑部分与所述第一支撑部分接触,所述第二支撑部分限定大体线形接触区域,以支撑所述分面元件;

-在所述支撑步骤的接触步骤中,产生负压,所述负压作用于所述分面元件的所述后表面的一部分上,使得所述第一支撑部分压靠所述第二支撑部分,其中,所述支撑边缘形成于在所述支撑元件内界定凹槽的壁的末端与所述支撑元件的平面上表面的相交处,所述平面上表面面向所述分面元件。

分面反射镜装置

技术领域

[0001] 本发明涉及分面 (facet) 反射镜装置,其可用于在曝光工艺中使用的光学装置中,尤其是用于微光刻系统中。本发明还涉及包含这种分面反射镜装置的光学成像设备。本发明还涉及支撑分面反射镜装置的分面元件的方法和制造分面反射镜装置的方法。本发明可用于制造微电子器件、尤其是半导体器件的光刻工艺的背景中,或者用于制造这种光刻工艺期间使用的诸如掩模或掩模母版的装置的背景中。

背景技术

[0002] 典型地,在制造诸如半导体器件的微电子器件的背景中使用的光学系统包含多个光学元件模块,其在光学系统的光路上包含光学元件,例如透镜、反射镜、光栅等。这些光学元件通常在曝光过程中合作,以照明形成在掩模、掩模母版等上的图案,以及将该图案的图像转移至诸如晶片的基底上。通常,光学元件组合成一个或多个功能上不同的光学元件组,其可保持在不同的光学元件单元中。作为上面提及的一种,分面反射镜装置等可用作使曝光光束均匀化,即使得曝光光束中的功率分布 (power distribution) 尽可能均匀。

[0003] 由于半导体器件的不断小型化,不仅仅存在对用于制造这些半导体器件的光学系统的增强的分辨率的持久需要,也存在对该光学系统的增强的精度的需要。明显地,该精度不仅仅必须在开始时出现,而且必须在光学系统的整个操作期间得到保持。在该背景下的一个具体问题是光学组件适当地移除热,以避免这些组件的不均匀热膨胀,该不均匀热膨胀导致这些组件的不均匀变形,并且最终导致不期望的成像误差。

[0004] 因此,高精密切面反射镜装置已经得到发展,例如,在DE10205425A1 (Holderer等)和DE 10324796A1 (Roß-Meßemer) 中公开了它们,通过引用分别将这些文献的全部公开合并于此。

[0005] 这些文件等还显示了如下分面反射镜装置,其中具有球形后表面的分面元件位于在支撑元件内的关联的凹槽中。球形后表面依靠在界定 (confine) 该凹槽的支撑元件的相应球形壁上。虽然这种球对球分界面理论上可提供大的接触面积,使得从分面元件至支撑元件具有良好传热性,但该大的接触面积主要依赖于分面元件和支撑元件二者的制造精度。尤其是,在空间的所有三个方向上以几微米或更小的精度 (如在很多情况下所需要的) 制造球形凹槽是相当昂贵的。

[0006] 为了克服该问题,DE 10324796A1 (Roß-Meßemer) 提出将相对软的涂层 (例如金涂层) 置于所述球形表面中的一个上,其通过变形而弥补制造公差。然而,尽管该涂层的硬度低,但是由于大的接触面积,这种变形需要相对大的力,这倾向于将不期望的变形引入到分面元件中。

[0007] 在DE 10205425A1 (Holderer等) 中公开了另一方法,其中分面元件的球形后表面,或多或少以线接触依靠在圆锥形壁上,该圆锥形壁界定接收分面元件的凹槽。由于线接触,该解决方法提供了较低的传热性,而依然没有显著减少对于使圆锥形壁具有期望的精度所必需的制造努力 (manufacturing effort)。

[0008] DE 10205425A1 (Holderer等)中公开了支撑分面元件的第三种方法,其中分面元件的球形后表面,或多或少以三点接触依靠在三个小球体上,该三个小球体的每一个都位于支撑销元件的自由末端。这里,热传递甚至更差,虽然仍没有显著减少对于使三个球体具有期望的精度所必需的制造努力。

[0009] 在上述所有的三种情况下,将操纵杆连接至分面元件的后表面,相应操纵器作用于所述操纵杆上,以调节分面元件关于支撑元件的位置,以及主要调节分面元件关于支撑元件的取向。此外,在一些情况下,一旦调节了分面元件,则使用操纵杆相对于支撑元件固定分面元件。

[0010] 该解决方法具有如下缺点,即操纵杆不仅增加分面元件而且增加诸如支撑元件的其他组件的复杂性,并最终增加成本。此外,需要多个操纵器产生相互抵消的操纵力,以允许在合理的时间量中进行精确调节。

发明内容

[0011] 因此,本发明的一个目的是至少在某种程度上克服上述缺点,并且提供以高精度,尤其是几微米或更小的精度来支撑分面反射镜装置的分面元件的简单方式。

[0012] 本发明的进一步目的是允许关于支撑元件将分面元件调节至期望的位置和取向。

[0013] 一方面,根据基于以下教导的本发明来实现这些和其他目,该教导为:如果分面元件被支撑于形成在支撑元件上的(优选是弯曲的)支撑边缘(support edge)上,使得在支撑边缘和分面元件之间存在大体的线接触,则可以为分面元件提供简单、可靠、易调节的支撑来。可以更容易地以期望的精度制造这种弯曲的支撑边缘。

[0014] 此外,作为支撑分面元件的一个可能的变型,这种高精度边缘可以简单地实施本发明的另一方面,即,使用作用于分面元件上的负压在支撑元件和分面元件之间产生接触负载。这具有以下优点:接触负载(最终可经由负压的相应调节而调节)产生抵抗操纵力的阻力,这减小了调节分面元件所必需的努力,尤其是操纵器的数量和/或复杂度。

[0015] 因此,根据本发明的第一方面,提供了分面反射镜装置,其包含分面元件和支撑元件,支撑元件支撑分面元件。分面元件包含弯曲的第一支撑部分,而支撑元件包含第二支撑部分,第二支撑部分形成支撑边缘,其在接触区域中与第一支撑部分接触,以支撑分面元件。

[0016] 根据本发明的第二方面,提供了光学成像设备,其包含适配于接收图案的掩模单元、适配于接收基底的基底单元、适配于照明图案的照明单元、适配于将图案的图像转移至基底上的光学投射单元。照明单元和光学投射单元的至少一个包含分面反射镜装置,分面反射镜装置包含分面元件和支撑元件,支撑元件支撑分面元件。分面元件包含弯曲的第一支撑部分,而支撑元件包含第二支撑部分,第二支撑部分形成支撑边缘,其在接触区域中与第一支撑部分接触,以支撑分面元件。

[0017] 根据本发明的第三方面,提供了支撑分面反射镜装置的分面元件的方法,其包含:提供分面元件和支撑元件;以及经由支撑元件的第二支撑部分,在分面元件的弯曲的第一支撑部分处支撑分面元件。第二支撑部分形成支撑边缘,该支撑边缘在接触区域中与第一支撑部分接触,以支撑分面元件。

[0018] 根据本发明的第四方面,提供了制造分面反射镜装置的方法,其包含:在准备步骤

中,提供分面元件和支撑元件,分面元件具有前表面和后表面,该前表面在分面反射镜装置的操作期间被光学地使用,该后表面包含弯曲的第一支撑部分,并且支撑元件具有形成支撑边缘的第二支撑部分;在支撑步骤中,将分面元件置于支撑元件上,使得弯曲的支撑边缘在接触区域中与第一支撑部分接触,以支撑分面元件。

[0019] 根据本发明的第五方面,提供了制造分面反射镜装置的方法,其包含:在准备步骤中,提供分面元件和支撑元件,分面元件具有前表面和后表面,该前表面在分面反射镜装置的操作期间被光学地使用,该后表面包含弯曲的第一支撑部分,并且支撑元件具有第二支撑部分;在支撑步骤中,将分面元件置于支撑元件上,使得第二支撑部分在接触区域中与第一支撑部分接触,以支撑分面元件;在支撑步骤的接触步骤中,产生负压,负压作用于分面元件的后表面的一部分上,使得第一支撑部分被压靠第二支撑部分。

[0020] 由从属权利要求和以下参考附图的优选实施例的描述,本发明的其它方面和实施例将变得显而易见。公开的特征的所有组合,不论是否在权利要求中得到了明确陈述,都在本发明的范围中。

附图说明

[0021] 图1是根据本发明的光学成像设备的优选实施例的示意图,该光学成像设备包含根据本发明的分面反射镜装置的优选实施例,并且利用该光学成像设备,可执行根据本发明的方法的优选实施例;

[0022] 图2是根据本发明的分面反射镜装置的一部分的截面示意图,该分面反射镜装置为图1的光学成像设备的一部分(在沿着图8的线VII-VII的截面中);

[0023] 图3是图2的细节III的截面示意图;

[0024] 图4是在第一制造阶段中的、图2的分面反射镜装置的一部分的截面示意图;

[0025] 图5是在第二制造阶段中的、图2的分面反射镜装置的一部分的截面示意图;

[0026] 图6是在图1的光学成像设备的操作期间的、图2的分面反射镜装置的一部分的截面示意图;

[0027] 图7是图2至6的分面反射镜装置的截面示意图(在沿着图8的线VII-VII的截面中);

[0028] 图8是图2至7的分面反射镜装置的俯视示意图;

[0029] 图9是图2至8的分面反射镜装置的支撑元件的一部分的俯视示意图;

[0030] 图10是制造分面反射镜装置的方法的优选实施例的框图,该方法包含支撑根据本发明的可用于图1的光学成像设备的分面元件的方法的优选实施例;

[0031] 图11是在第一制造阶段中的、根据本发明的分面反射镜装置的另一优选实施例的细节的截面示意图;

[0032] 图12是在第二制造阶段中的、图11的细节的截面示意图;

[0033] 图13是图11和图12的分面反射镜装置的支撑元件的一部分的俯视示意图。

具体实施方式

[0034] 第一实施例

[0035] 下面,参考图1至10,将描述根据本发明的光学成像设备101的第一优选实施例。为

了便于进行下文给出的说明,已在图中引入xyz-坐标系统,其将用于下面的整个描述中。下文中,z-方向表示垂直方向。然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,可分别选择该xyz-坐标系统的空间中的任何其他取向以及光学成像设备的组件。

[0036] 图1是光学成像设备的示意性且不成比例的示图,该成像光学设备为在制造半导体器件期间用于微光刻工艺的光学曝光设备101的形式。光学曝光设备101包含照明单元102和光学投射单元103,光学投射单元103适配于在曝光过程中将形成于掩模单元104的掩模104.1上的图案的图像转移至基底单元105的基底105.1上。为了该目的,照明单元102照明掩模104.1。光学投射单元103接收来自掩模104.1的光,并将形成于掩模104.1上的图案的图像投射至基底105.1(例如晶片等)上。

[0037] 照明单元102包含光学元件系统106(在图1中仅以非常简化的方式示出),该光学元件系统106包括多个光学元件单元,例如光学元件单元106.1。如将在下文中进一步详细解释的,根据本发明,光学元件单元106.1形成为分面反射镜的优选实施例。光学投射单元103包含另一光学元件系统107,其包括多个光学元件单元107.1。光学元件系统106和107的光学元件单元沿着光学曝光设备101的折叠的光轴101.1排列。

[0038] 在示出的实施例中,光学曝光设备101使用在EUV范围中的光来工作,EUV范围的波长在5nm至20nm之间,更精确地为13nm。因此,在照明单元102和光学投射单元103中使用的光学元件仅为反射光学元件。然而,应意识到,在本发明的以不同波长工作的其他实施例的情况下,可单独或以任意组合的方式使用任何类型的光学元件(折射、反射或衍射)。根据本发明,光学元件系统107可包含另一分面反射镜装置。

[0039] 如从图2至9,尤其是从图7和8中所看到的,分面反射镜装置106.1包含支撑元件108,其支撑多个分面元件109。在示出的实施例中,900个分面反射元件109被支撑于支撑元件108上。然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,支撑元件108可承载任何其他数量的分面元件109。例如,在本发明的某些优选实施例的情况下,至少1000个分面元件,或者高达2000或者甚至更多个分面元件109被支撑在支撑元件108上。

[0040] 在示出的实施例中,将分面元件109布置为使得其间留有小于0.05mm的小间隙。因此,尤其如从图8所能看到的,在支撑元件108上形成分面元件109的规则矩形矩阵,提供辐射功率的最小损失量。然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,根据使用分面反射镜装置的成像装置的光学需要,可以选择分面元件的任何其他布置。

[0041] 如从图2至9,尤其是从图8所能进一步看到的,在俯视图(沿着z方向)中,每一个分面元件109具有大致矩形形状、更精确的是大致正方形形状的外部轮廓。然而,在本发明的其他实施例的情况下,可选择该外部轮廓的任何其他几何形状,例如任意弯曲的外部轮廓、圆形外部轮廓、椭圆形外部轮廓、多边形外部轮廓或其任意组合。

[0042] 在示出的实施例中,每一个分面元件具有凹的前表面109.1、凸的后表面109.2、和侧表面109.3。前表面109.1为反射表面,其在光学成像设备101的操作期间被光学地使用,以提供对由照明单元102提供的曝光光的均匀化。可经由施加于前表面109.1的适配于所使用的曝光光的波长(典型地是为了在相应波长处提供最大反射率)的反射涂层提供反射表面109.1。

[0043] 在示出的实施例中,前表面109.1为球面。然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,依赖于由分面反射镜装置执行的光学任务,可选择前表面的任何其他形状。因

此,除这种球面之外,可使用非球面和平面,以及其任意组合。此外,也可使用凸的前表面。

[0044] 此外,在示出的实施例中,后表面109.2也为球面,其没有径向突出至该球面之外的任何突出体,该球面由后表面109.2的第一支撑部分109.4限定。一方面,这具有以下优点:可以在提供高精度的后表面109.2的、已很好地建立的典型透镜制造工艺中,容易地制造后表面109.2的与支撑元件108接触的部分(即第一支撑部分109.4)以及后表面109.2的延伸进凹槽108.3中的部分。

[0045] 使用这种已很好地建立的透镜制造工艺,可使用这种传统的透镜制造技术,以非常高的精度制造前表面109.1和后表面109.2的曲率半径、侧面109.3的外部轮廓、分面元件109的定中心(centering)、中心以及横向厚度(z-方向上的尺寸)。

[0046] 另一方面,因为没有径向突出的操纵杆或类似物被安装在后表面109.2上(不同于开始提及的现有设计),所以没有以下危险:这种安装工艺引起变形,该变形不利地影响后表面109.2的几何精度。

[0047] 在示出的实施例中,分面元件109的后表面109.2的一部分形成球形第一支撑部分109.4,其与由支撑元件108的支撑边缘108.1形成的第二支撑部分接触。支撑边缘108.1形成于圆柱形壁108.2的末端,该圆柱形壁在支撑元件108中界定圆柱形凹槽108.3。

[0048] 如从图9可看到的,凹槽108.3具有圆形截面,使得支撑边缘108.1在xy-平面中的曲率对应于后表面109.2在接触区域中的曲率,该接触区域是在第一支撑部分109.4和第二支撑部分(即支撑边缘108.1)之间的接触区域。

[0049] 此外,支撑边缘108.1形成为锐利的边缘,其具有小于0.5mm至3mm的边缘半径,即最小曲率半径。优选地,边缘半径在从1.0mm至2.0mm的范围内变化。在径向平面中测量该最小曲率半径,在示出的实施例中,该径向平面包含凹槽108.3的轴108.4。

[0050] 应意识到,典型地,边缘半径为分面元件109在其主要延展范围的平面(这里为xy-平面)内的最大尺寸的大约5%至20%,优选地大约10%至15%。在示出的实施例中,该最大尺寸大约为5mm至10mm,但可依赖于用于分面反射镜装置的光学要求而选择较小或较大的尺寸。

[0051] 使用这种锐利的支撑边缘108.1具有以下优点:可以容易地以非常高的精度制造支撑边缘108.1。仅要采用的相对简单的制造步骤为提供支撑元件108的圆柱形凹槽108.3和平面上表面108.5。可以相对容易地以非常高的精度执行这两个操作。例如,当制造支撑边缘108.1时,可使用诸如化学机械抛光(CMP)、节距(pitch)抛光、磁流变液体抛光(MRFP)和机器人抛光等高精度制造技术。

[0052] 因此,在示出的实施例中,可获得几微米(典型为大约5 μ m)的、相邻凹槽108.3的轴108.4之间的距离公差。此外,轴108.4与上表面108.5的表面法线的角度偏差小于0.005°。

[0053] 因此,一般地,连续的环形线接触存在于后表面109.2的球形第一支撑部分109.4和连续的环形支撑边缘108.1之间。显然,制造公差(如图3中由虚轮廓线110和111所示)可依然导致从该(理想)线接触的偏离。然而,在示出的实施例中,以如下制造精度来制造支撑边缘和分面元件,该制造精度被选择为使得在支撑边缘108.1的任意边缘点处,支撑边缘108.1和分面元件109的后表面109.2之间与制造公差相关的局部间隙的宽度GW小于0.5 μ m至10 μ m,优选地小于1 μ m至5 μ m。如图3中所示,该间隙宽度GW为后表面109.2的表面法线方向上延伸通过相应边缘点的尺寸。

[0054] 如现在参考图2至10以更详细的描述所解释的一样,使用根据本发明的支撑分面元件的方法的优选实施例,根据本发明的方法的优选实施例,制造分面元件106.1。

[0055] 根据图10,在准备步骤112.1中,如上文已概述的,制造支撑元件108和分面元件109。在示出的实施例中,分面元件由硅(Si)制成,而支撑元件由碳化硅(SiC)制成。使用这种材料配对,可获得从分面元件109(在成像设备101的操作期间,典型地达到100℃至150℃的温度)的有利热传递。

[0056] 然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,分面元件可由碳化硅(SiC)、石英(SiO₂)、镀镍铜或钢制成,而支撑元件可由渗硅碳化硅(SiSiC)、或碳化钨(WC)制成。

[0057] 然后,在支撑步骤112.2的接触步骤112.3中,在已经将粘性接合材料(adhesive bonding material)113的环置于支撑元件108的与支撑边缘108.1相邻的上表面108.5上之后,(使用未示出的适当的操作装置)将分面元件109从上方沿着z-方向置于支撑边缘108.1上(见图4)。

[0058] 在已经将分面元件109置于支撑边缘108.1上稍前或稍后,使用由控制装置115控制的抽气装置114,在凹槽108.3中产生负压。为了该目的,将抽气装置114连接至连接器116,连接器116顺次连接至壁108.2的连接器部分108.6。

[0059] 凹槽108.3中的该负压具有以下效果:分面元件109的后表面109.2被压靠支撑边缘108.1,其将分面元件保持在适当位置,而不需附加的操纵器、箝位装置等。支撑边缘108.1和后表面109.2本身的高精度已经保证了(由于仅在最差的情况下存在的非常小的间隙)甚至仅凹槽108.3中的微小负压就足以可靠地在支撑边缘108.1和分面元件109之间产生良好限定的线负载,从而可靠地将分面元件109保持在适当的位置。

[0060] 此外,即使由于制造公差而存在间隙(具有间隙宽度GW),粘性材料113仍将被吸进该间隙,从而密封该间隙。因此,在任何情况下,由抽气装置114产生的负压提供合适的保持力,以将分面元件109保持在适当位置。

[0061] 在示出的实施例中,抽气装置114在凹槽108.3中产生大约 $5 \cdot 10^{-3}$ mbar的压力。然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,可在凹槽中提供任何其他压力水平,将该压力水平选择为为了将分面元件保持在适当位置而产生的力的函数。

[0062] 应意识到,可将粘性材料113的粘性选择为足够高,以避免粘性材料113通过这种可能的间隙过度地进入凹槽108.3中。因此,在任何情况下,粘性材料形成密封环,该密封环(至少主要地)位于凹槽108.3的外面(即在支撑边缘108.1的背离凹槽108.3的一侧上),并且围绕分面元件109和支撑元件108之间的接触区域(参见例如图2和4至7)。

[0063] 然后,在支撑步骤112.2的调节步骤112.4中,根据在成像设备101的后续操作期间对分面反射镜装置106.1的光学需要,调节分面元件109相对于支撑元件108的取向。

[0064] 为了该目的,由控制装置115控制的非接触式操纵器117用于在分面元件109的前表面109.1上产生相应调节力,如图5中所示。操纵器为产生气体喷射117.1的气动操纵器,该气体喷射117.1朝着前表面109.1排出,因此在分面元件109上施加调节力。在控制装置115的控制下,在操纵器117和分面反射镜装置106.1之间可以产生相对运动,使得由气体喷射117.1产生的操纵力F可在合适的位置处作用于分面元件109上,以提供对分面元件109的合适调节。

[0065] 在本发明的实施例中,所述操纵器可与所述分面元件的所述前表面和侧表面中的

至少一个相作用。

[0066] 然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,可选择任何其他非接触式或接触式操纵器(例如触觉操纵器、悬臂弹簧操纵器等)或其组合,以在分面元件上施加调节力。尤其是,作为另一非接触式操纵器,声学操纵器可用于产生声学驻波,其声压产生作用在分面元件上的操纵力F。

[0067] 使用测量装置118的测量结果,执行对光学使用的前表面109.1的调节的评估。在当前实施例中,测量装置118为光学装置,其包含朝着前表面109.1发射测量光束118.2的发射器118.1。测量光束118.2在前表面109.1处反射,并到达测量装置118的传感器118.3。

[0068] 在示出的实施例中,发射器为使用波长为633nm的测量光的传统的发射器。因此,可能有必要在前表面109.1处提供测量部分119,测量部分119具有与测量光的波长适配的反射涂层(假设适配于曝光光的前表面109.1的反射涂层在测量光波长处不提供足够的反射)。然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,其他波长也可用于测量光,使得,最终这种附加的测量部分可能不是必需的。

[0069] 传感器118.3的信号被转发至控制装置115,其继而使用这些信号执行对前表面109.1的调节的评估。应意识到,作为传感器118.3的信号的函数,控制装置115控制抽气装置114和操纵器117,以提供对前表面109.1的快速的适当调节。

[0070] 应意识到,在示出的实施例中,以小于100 μ rad的角精度调节前表面109.1。然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,依赖于成像设备101的后续操作期间的光学要求,可选择任何其他角精度。

[0071] 例如,受控制装置115的控制,凹槽108.3内的负压可减少,以减少施加于分面元件109上的保持力。这继而减少为了实现前表面109.1的调节运动而将由操纵器117施加的操纵力的量。另一方面,一旦检测到已经实现了前表面109.1的合适对准,控制装置115可使得抽气装置114增加负压,以安全地将分面元件保持在合适的位置。

[0072] 因此,以非常有利的形式,该抽气装置114形成在凹槽108.3内产生负压的保持装置,其以非常简单的、非接触的方式在分面元件109和支撑元件108之间产生稳定的接触力。该接触力继而产生抵抗分面元件109的错位的可调节阻力,而不存在由于保持装置的故障所导致的分面元件109的移位的任何风险。

[0073] 应意识到,使用如上所述的具有支撑边缘108.1的支撑元件108的特定设计,可以非常简单的方式实现该稳定效果。然而,产生作用于分面元件上以将分面元件保持在合适位置的负压的发明构思独立于分面元件和支撑元件的协作运转的支撑部分的设计,只要在支撑部分之间存在足够的气密连接,使得负压可在支撑元件和分面元件之间产生稳定的接触力即可。

[0074] 一旦完成了对分面元件109的调节,在支撑步骤112.2的分面固定步骤112.5中,通过固化粘性接合材料113,将分面元件109固定在合适的位置,使得在分面元件109和支撑元件108之间建立固定的粘性连接。然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,除了上述胶合技术外,任何其他合适的接合(bonding)技术可单独地或以任意组合的形式使用,以在分面元件和支撑元件之间提供合适的连接和相对固定。这样的合适接合技术例如包括焊接、激光焊接、熔接、激光熔接、扩散接合等。应意识到,如果使用扩散接合,凹槽108.3内的负压可能被增加到至少支持接合工艺(bonding process)中所需的接触压力。

[0075] 应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,也可以在如上所述的调节分面元件的期间或之后的任何时间点处施加接合材料113。

[0076] 此外,应意识到,接合材料113可被选择为具有高导热率,使得实现从分面元件109至支撑元件108的良好热传导。此外,在分面元件和支撑元件之间的接合的高导热率至关紧要的情况中,可使用提供更好热传导的其他接合技术(例如焊接、熔接、扩散接合)。

[0077] 接着,在步骤112.6中,检查另一分面元件109是否要被安装到支撑元件108上。如果是这种情况,那么该方法立即返回至步骤112.3,对要被安装的下一个分面元件109执行支撑步骤。否则,方法在步骤112.7中结束。

[0078] 在本发明的某些实施例中,在固定步骤112.5结束时,或在后面的任意时间点处(尤其是在安装了所有的分面元件109之后),凹槽108.3可充满具有高导热率的液体传热介质,以改进从分面元件109至支撑元件108的热传导。为了该目的,可使用盖子(cap) 120来密封凹槽108.3,如图2所示。

[0079] 盖子120可设有弹性部分,其通过弹性变形来补偿传热介质的热膨胀,如图2中轮廓线120.1和120.2所示。通过这种手段,可避免分面元件109上的过量负载(由传热介质的这种热膨胀引起),否则,该过量负载可能会导致分面元件109(尤其是在操作期间被光学地使用的反射前表面109.1)的不期望的变形。

[0080] 应意识到,将传热介质引入至各个凹槽108.3中可以是一次操作,因为环形粘性材料113和盖子120提供对凹槽108.3的长期密封。然而,如果需要,可提供传热介质的定期更换再填充(例如通过盖子120)。

[0081] 使用通过冷却通道循环的冷却介质,可实现在成像设备的操作期间从分面反射镜装置106.1移除热,该冷却通道由虚轮廓线121表示(参见例如图2至6)。

[0082] 在本发明的其他实施例的情况下,各个凹槽108.3本身形成冷却通道系统的一部分,其中,在成像设备101的操作期间,通过冷却装置122(由控制装置115控制)来循环冷却介质,经由连接器116,将该冷却装置122连接至凹槽108.3,如图6所示。

[0083] 在本发明的某些实施例的情况下,例如,在分面反射镜装置106.1的最初制造之后的后面的阶段中,可以使用如上所述的方法的修理变型,执行一个或多个分面元件109的修理和更换。

[0084] 为了该目的,在准备步骤112.1的拆卸步骤中,可将热负载应用于要被修理或更换的各个分面元件109上。选择该热负载,以在分面元件109和支撑元件108之间引起足够高和/或快的热膨胀差别,使得接合材料113的失效(例如破裂或瓦解)。在该阶段,然后,可将分面元件109从支撑元件108移开。对于要被移除的任何分面元件109,可重复该步骤。

[0085] 此外,在准备步骤112.1的进一步处理(working)步骤中,处理支撑元件(例如,移除破碎的或瓦解的接合材料113的任何残留物),以允许安装更换的分面元件109。一旦完成这些,方法可进入步骤122.2,并且可如上所述执行方法,以对先前移除的任何分面元件109,安装更换的分面元件109。

[0086] 第二实施例

[0087] 在下文中,将参考图11至13描述根据本发明的分面反射镜装置206.1的第二实施例。分面反射镜装置206.1在其基本设计上以及功能上很大程度上对应于分面反射镜装置106.1,并且可在图1的光学成像设备101中替换分面反射镜装置106.1。尤其是,在该分面反

射镜装置206.1的情况中,也可执行如上关于第一实施例所述的支撑分面元件的方法和制造分面反射镜装置的方法(图10)。因此,这里主要引用上面已经给出的说明,并且仅将更详细地说明与分面反射镜装置106.1的差别。尤其是,相似的部分由相同的参考数字加上100给出,并且关于这些部分,参考上文在第一实施例的情况中给出的说明(除非在下文中明确地进行了描述)。

[0088] 关于分面反射镜装置106.1的仅有差别在于以下事实:支撑边缘208.1设有八个小的径向狭缝208.7(均匀地分布在支撑边缘208.1的周边)。因此,支撑边缘208.1为分段的边缘,其包含通过径向狭缝208.7之一相互分开的八个支撑边缘区段208.8。然而,应意识到,在本发明的其他实施例的情况下,可选择径向狭缝的任何其他数量和/或布置。

[0089] 从图11和12可见到的是径向狭缝208.7和以下事实:凹槽208.3中的负压在粘性材料113和接触区域之间排除气体223的任何混入(见图11),该接触区域在分面元件109的后表面109.2和支撑边缘208.1之间。

[0090] 在示出的实施例中,各个径向狭缝208.7的尺寸、粘性材料113的粘性、以及负压相互适配,从而,一方面粘性材料被部分地拉入周围的各个径向狭缝208.7中,另一方面基本不发生粘性材料113进入到凹槽208.3内。

[0091] 这种构造具有以下优点:通过分别在粘性材料113和分面元件109以及支撑元件208之间产生良好粘连接触的粘性材料,可靠且完全地弄湿(wet)支撑元件208和分面元件109的后表面109.2二者的相对大的表面。

[0092] 在上文中,已经在多个实施例的情况下描述了本发明,其中,分面元件的后表面上的第一支撑部分为球面,而支撑边缘为平面圆形边缘。然而,应意识到的是,在本发明的其他实施例的情况下,可选择在第一支撑部分和支撑边缘之间具有匹配的(任意)曲率的任何其他设计。例如,可选择如下构造,其中,分面元件的后表面上的第一支撑部分是接触弯曲的支撑边缘(大致沿着圆柱面的圆周延伸)的圆柱形表面。附加的或作为替代,第一支撑部分的圆柱面可与至少一个直的支撑边缘(大致平行于圆柱面的纵轴延伸)接触。

[0093] 在上文中,已经在照明单元中使用根据本发明的光学模块的实施例的情况中描述了本发明。然而,应意识到,在光学投射单元中,根据本发明的光学模块也可提供其有利效果。

[0094] 在上文中,已经在EUV范围中工作的实施例的情况下描述了本发明。然而,应意识到,本发明也可用于任何其他波长的曝光光,例如工作于193nm等的系统中。

[0095] 最后,在上文中,仅在微光刻系统的情况中描述了本发明。然而,应意识到,本发明也可用于使用分面反射镜装置的任何其他光学装置的情况中。

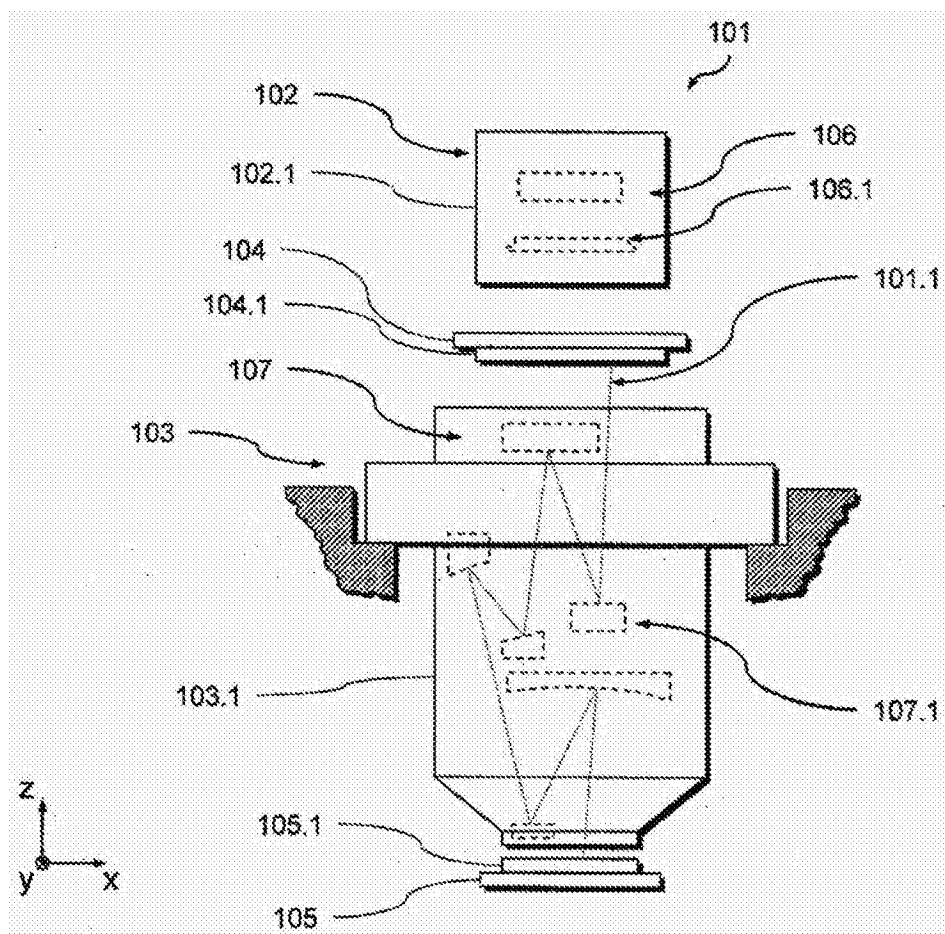


图1

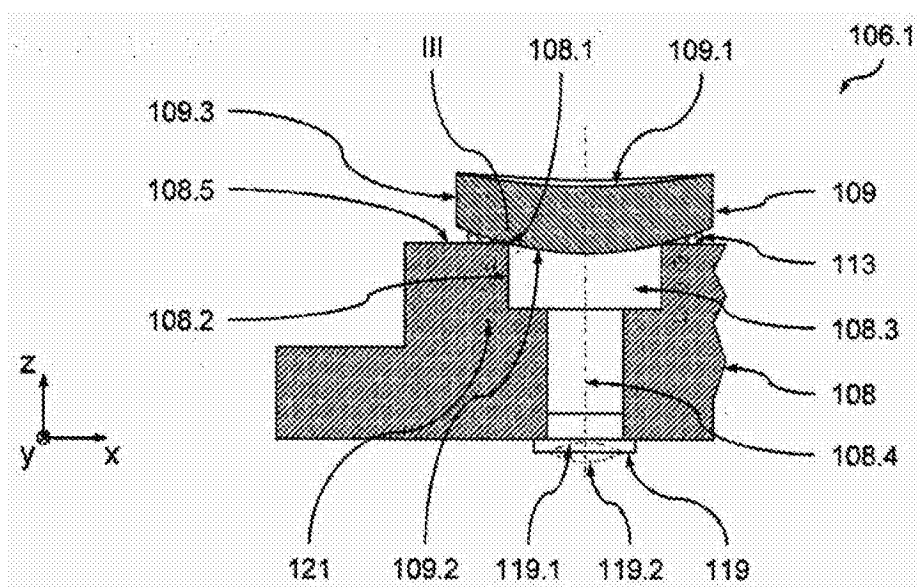


图2

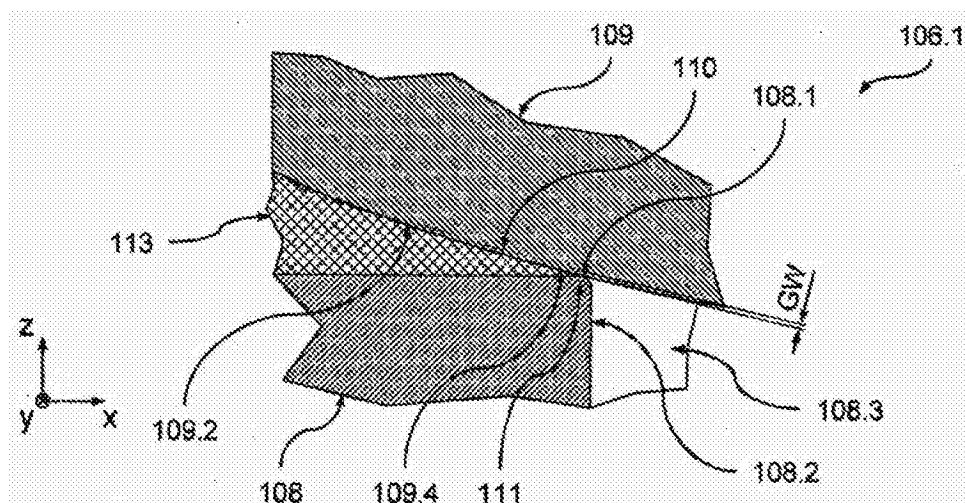


图3

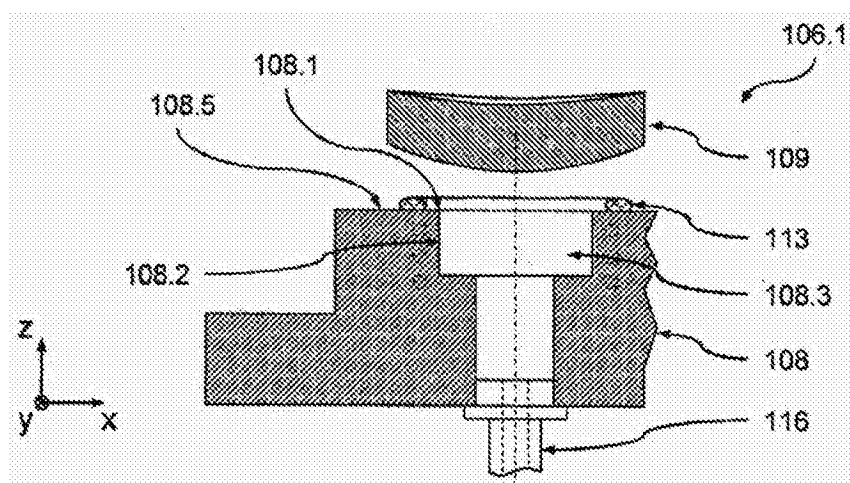


图4

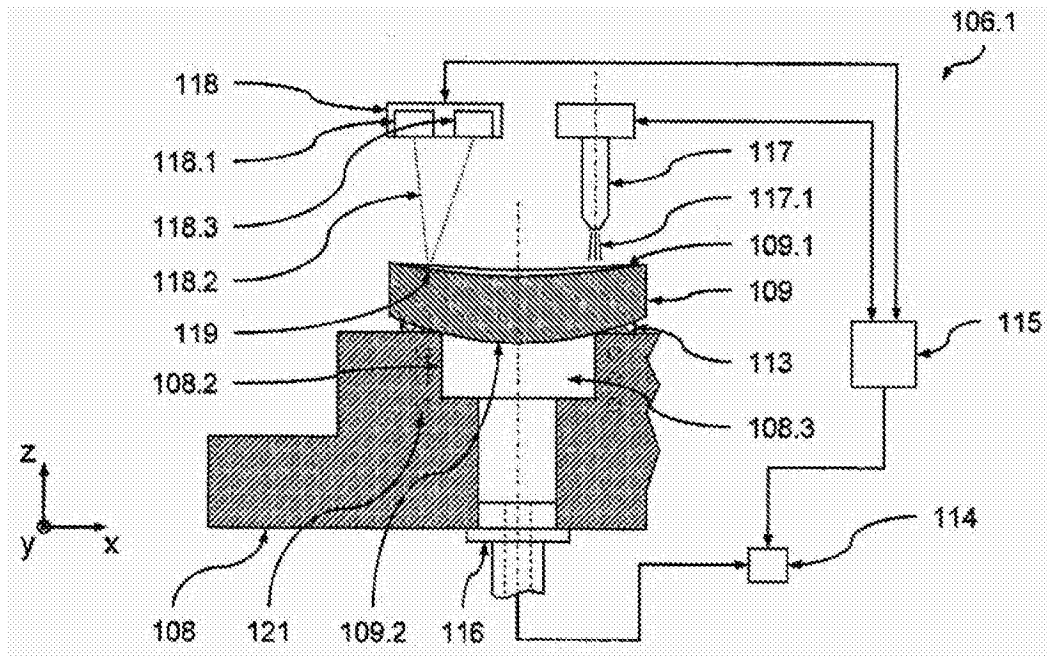


图5

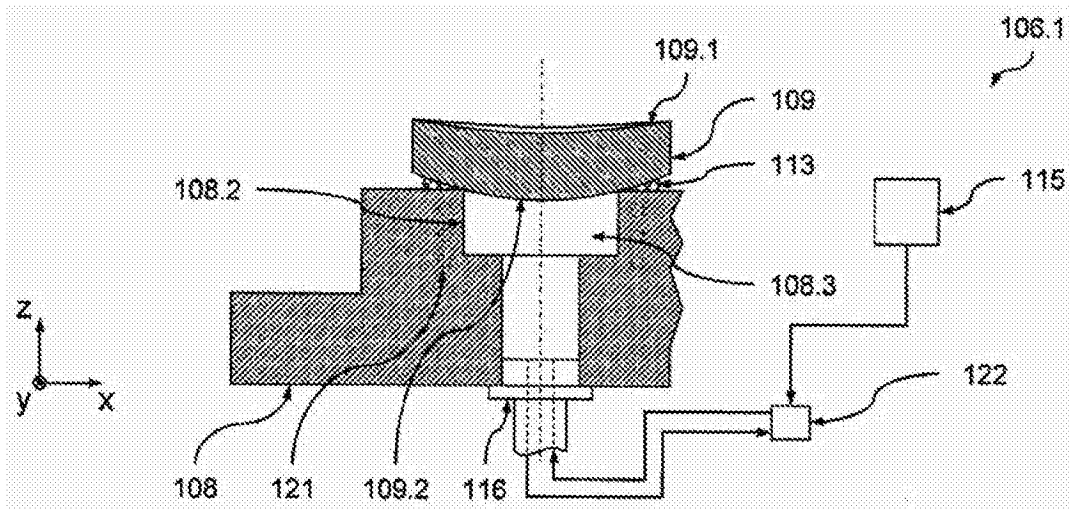


图6

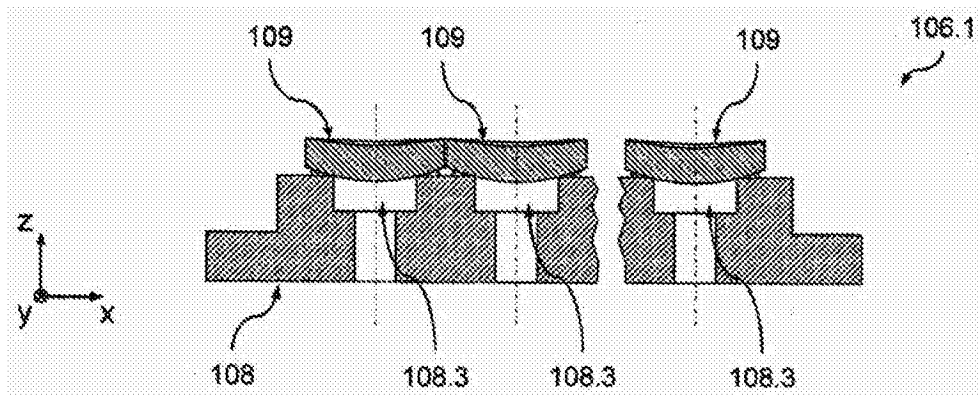


图7

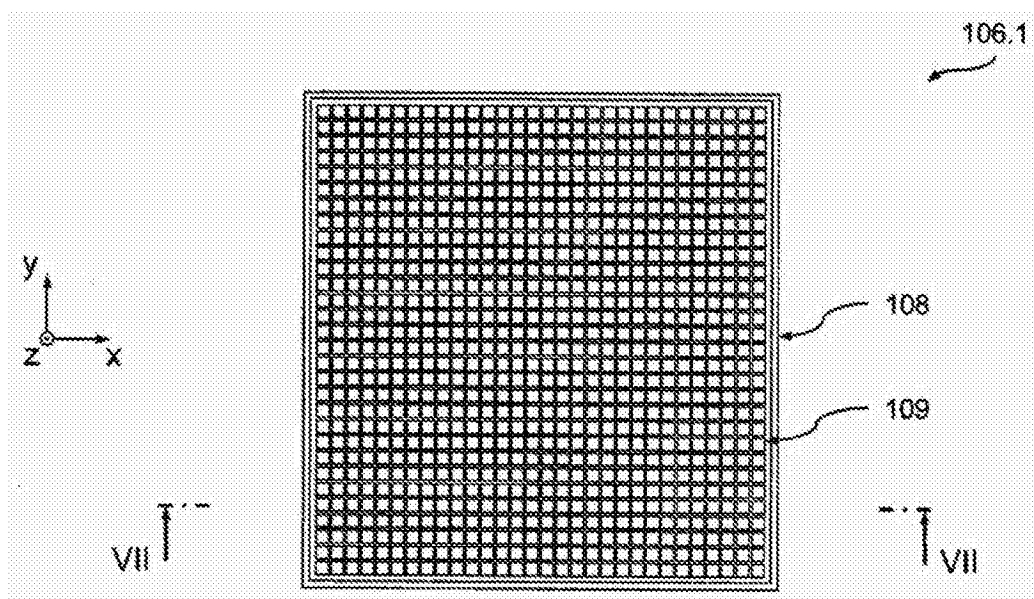


图8

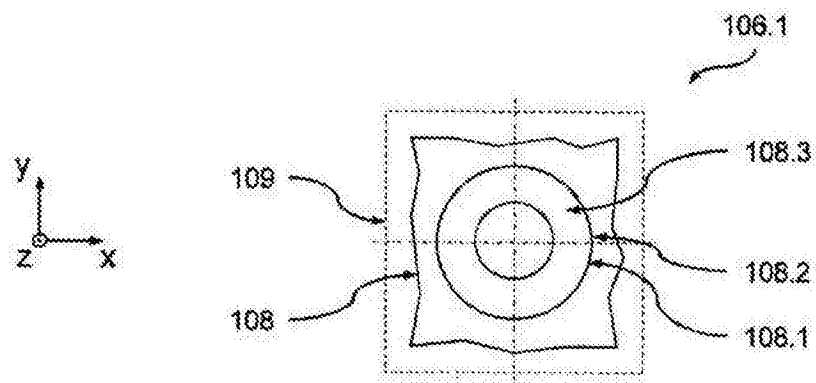


图9

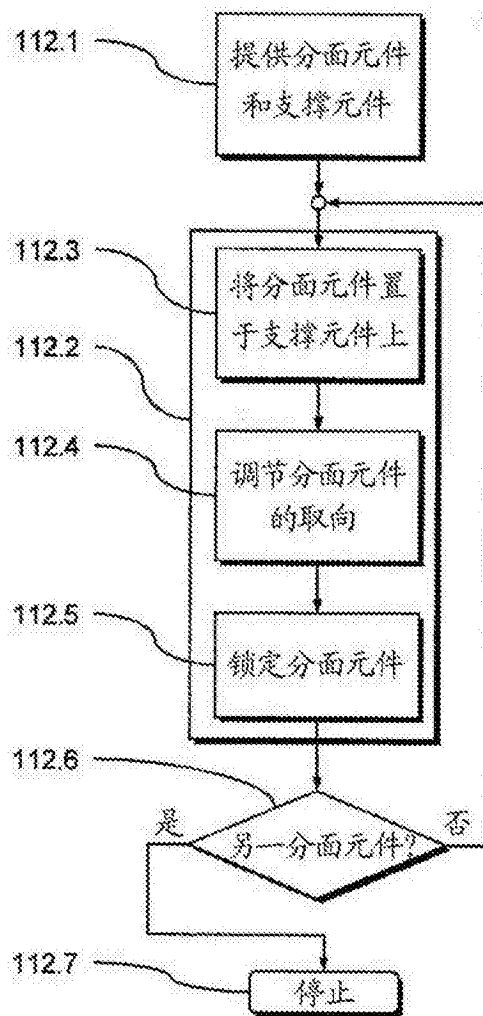


图10

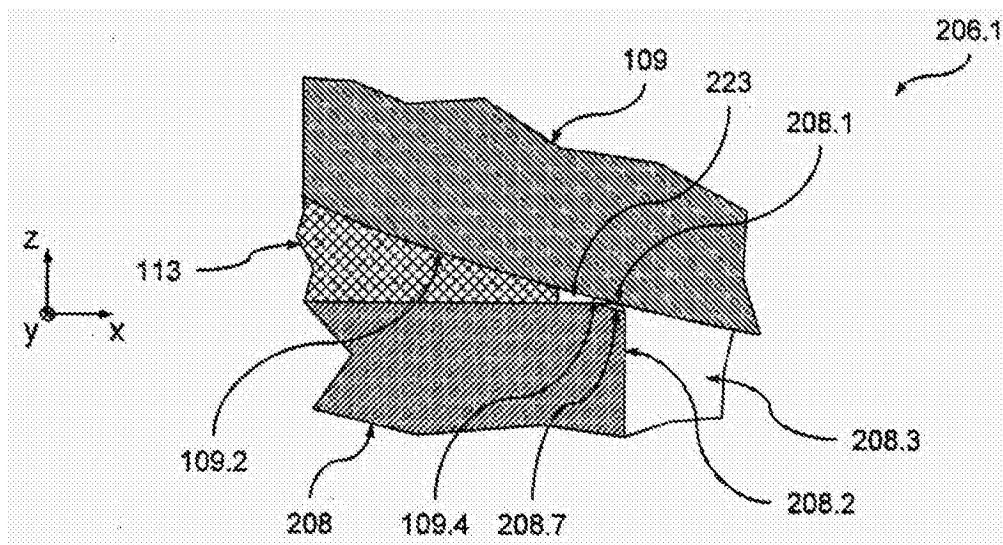


图11

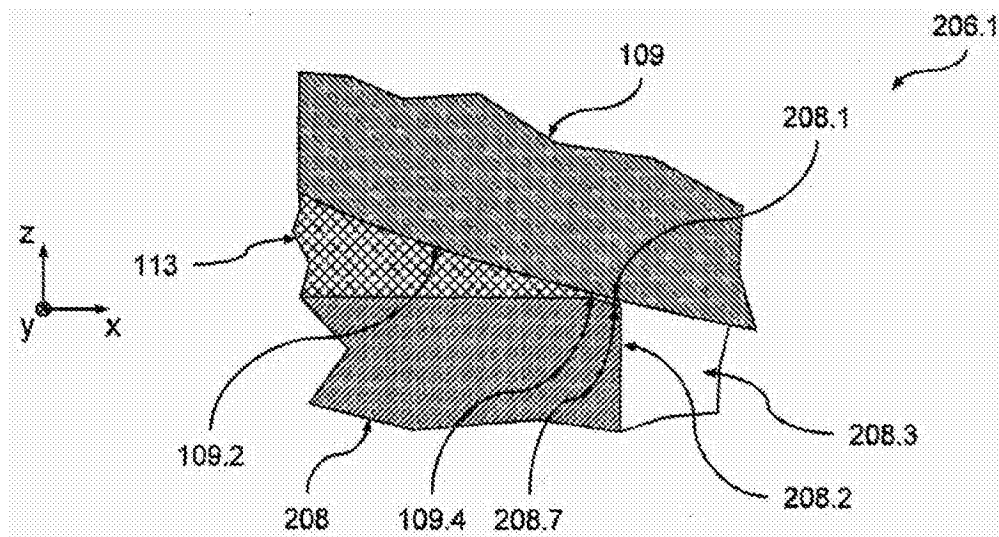


图12

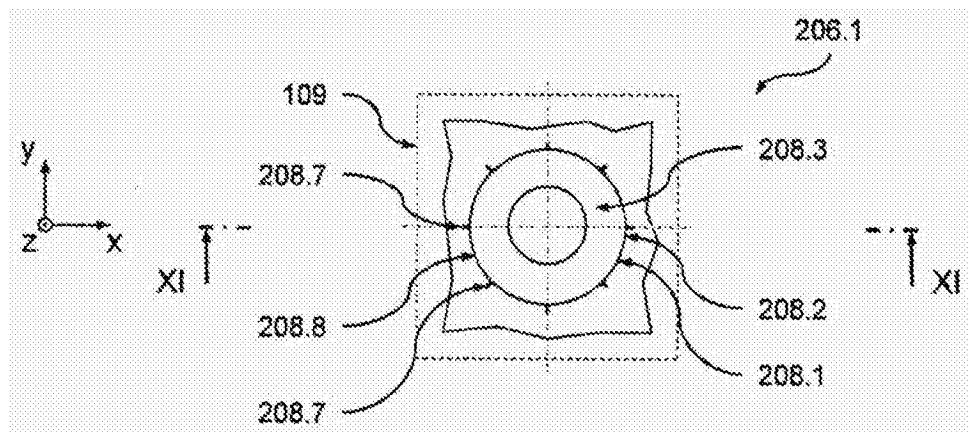


图13