



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108604066 B

(45) 授权公告日 2021.06.29

(21) 申请号 201680081242.5

(22) 申请日 2016.12.22

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108604066 A

(43) 申请公布日 2018.09.28

(30) 优先权数据

16154599.1 2016.02.08 EP

16172678.1 2016.06.02 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2018.08.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2016/082484 2016.12.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/137129 EN 2017.08.17

(73) 专利权人 ASML荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72) 发明人 A·B·热因克 R·F·J·马腾斯

Y·K·M·德沃斯

R·P·C·范多斯特

G·A·滕布林克 D·J·A·森登

C·H·M·巴尔蒂斯

J·J·H·格里特曾

J·M·卡姆明加 E·W·帕西蒂

T·波伊兹 A·C·沙伊贝利希

B·D·肖尔滕 A·施雷伊德

A·A·索伊硕特 S·A·特罗普

Y·J·G·范德威杰费

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华 崔卿虎

(51) Int.Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

H01L 21/683 (2006.01)

H01L 21/687 (2006.01)

审查员 魏可嘉

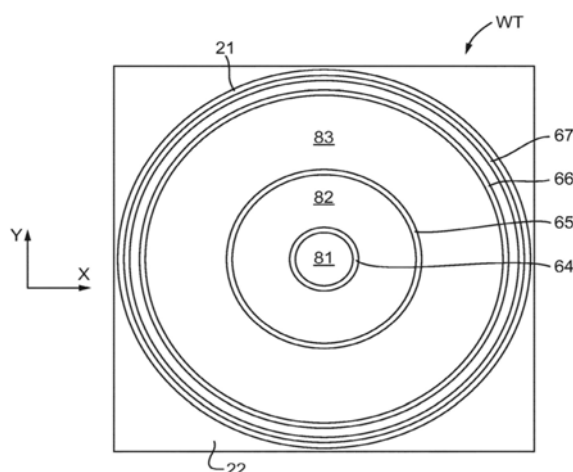
权利要求书6页 说明书19页 附图9页

(54) 发明名称

光刻设备、用于卸载衬底的方法和用于装载衬底的方法

(57) 摘要

一种用于从被配置为支撑衬底的支撑台卸载衬底的方法,该方法包括:经由支撑台中的多个气流开口向支撑台的基面与衬底之间的间隙供应气体,其中在初始卸载阶段期间,通过支撑台的外部区域中的至少一个气流开口而不是通过支撑台的在外部区域的径向向内的中央区域中的任何气流开口来供应气体,并且在随后卸载阶段期间,通过外部区域中的至少一个气流开口和中央区域中的至少一个气流开口来供应气体。



1. 一种用于将衬底装载到被配置为支撑所述衬底的支撑台上的方法,所述方法包括:

基于每个流动通道的感测压力,控制经由所述支撑台的中央区域、中间区域和外部区域中的每个区域中的气流开口从所述支撑台的基面与所述衬底之间的间隙中抽取气体的定时,所述流动通道与该区域中的气流开口流体连通,

其中基于每个流动通道的所述感测压力来确定针对每个区域的抽吸流量,并且基于针对每个区域的所述抽吸流量来确定从所述中央区域或从所述外部区域开始抽取气体的顺序,

其中在第一装载阶段期间,所述气体通过所述支撑台的所述中央区域中的至少一个气流开口而不是通过所述支撑台的在所述中央区域的径向向外的所述中间区域中的任何气流开口和所述支撑台的在所述中间区域的径向向外的所述外部区域中的任何气流开口来被抽取,

在第二装载阶段期间,所述气体通过所述中央区域中的至少一个气流开口和所述中间区域中的至少一个气流开口而不是通过所述外部区域中的任何气流开口来被抽取,以及

在第三装载阶段期间,所述气体通过所述中央区域中的至少一个气流开口、所述中间区域中的至少一个气流开口和所述外部区域中的至少一个气流开口来被抽取。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中:

在所述第一装载阶段期间,大于环境压力的压力下的气体通过所述中间区域中的至少一个气流开口和/或所述外部区域中的至少一个气流开口来被供应。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中:

在所述第二装载阶段期间,通过所述外部区域中的至少一个气流开口以大于环境压力的压力来供应气体。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中:

当所述衬底正朝向所述支撑台降低时,所述气体通过所述中央区域中的至少一个气流开口、所述中间区域中的至少一个气流开口和所述外部区域中的至少一个气流开口来被抽取;

当所述衬底到达所述支撑台上方预定距离时,所述气体不通过所述中央区域中的任何气流开口、所述中间区域中的任何气流开口和所述外部区域中的任何气流开口来被抽取; 以及

当所述衬底已向下接触到所述支撑台上时,执行所述第一装载阶段、所述第二装载阶段和所述第三装载阶段。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,包括:

限制所述中央区域与所述中间区域之间的气体的流动,使得能够基本上独立地从针对所述中央区域和所述中间区域中的每个区域的间隙中抽取气体或者向所述间隙供应气体。

6. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其中所述中间区域围绕所述中央区域。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其中所述中间区域在其径向外周处由中间区域壁限定,所述中间区域壁突出至所述基面上方并且限制所述中间区域与所述外部区域之间的气体的流动。

8. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其中所述中间区域包括多个非交叠中间子区域,在所述多个非交叠中间子区域之间气体的流动被限制。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其中每个中间子区域由中间子区域壁限定, 所述中间子区域壁突出至所述基面上方并且限制所述中间区域与所述中央区域或所述外部区域之间的气体的流动。

10. 根据权利要求8所述的方法, 其中所述中间子区域彼此间隔开。

11. 根据权利要求8所述的方法, 其中能够基本上彼此独立地从针对所述中间子区域中的每个中间子区域的间隙中抽取气体或者向所述间隙供应气体。

12. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法, 包括:

限制所述中间区域与所述外部区域之间的气体的流动, 使得能够基本上独立地从针对所述中间区域和所述外部区域中的每个区域的间隙中抽取气体或者向所述间隙供应气体。

13. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法, 其中所述外部区域围绕所述中间区域。

14. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法, 包括:

限制所述中央区域与所述外部区域之间的气体的流动, 使得能够基本上独立地从针对所述中央区域和所述外部区域中的每个区域的间隙中抽取气体或者向所述间隙供应气体。

15. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法, 其中所述中央区域包括多个非交叠中央子区域, 在所述多个非交叠中央子区域之间气体的流动被限制。

16. 根据权利要求15所述的方法, 其中每个中央子区域由中央子区域壁限定, 所述中央子区域壁突出至所述基面上方并且限制所述中央区域与所述外部区域之间的气体的流动。

17. 根据权利要求15所述的方法, 其中所述中央子区域彼此间隔开。

18. 根据权利要求15所述的方法, 其中能够基本上彼此独立地从针对所述中央子区域中的每个中央子区域的间隙中抽取气体或者向所述间隙供应气体。

19. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法, 其中所述外部区域在其径向外周处由外部区域壁限定, 所述外部区域壁突出至所述基面上方并且限制所述外部区域与在所述外部区域的径向向外的任何区域之间的气体的流动。

20. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法, 其中所述外部区域包括多个非交叠外部子区域, 在所述多个非交叠外部子区域之间气体的流动被限制。

21. 根据权利要求20所述的方法, 其中每个外部子区域由外部子区域壁限定, 所述外部子区域壁突出至所述基面上方并且限制所述外部区域与在所述外部区域的径向向外的任何区域之间的气体的流动。

22. 根据权利要求20所述的方法, 其中所述外部子区域彼此间隔开。

23. 根据权利要求20所述的方法, 其中能够基本上彼此独立地从针对所述外部子区域中的每个外部子区域的间隙中抽取气体或者向所述间隙供应气体。

24. 一种光刻设备, 包括:

气流系统;

控制器, 被配置为控制所述气流系统; 以及

支撑台, 被配置为支撑衬底, 其中所述支撑台包括:

基面;

中央区域;

中间区域, 在所述中央区域的径向向外;

外部区域, 在所述中间区域的径向向外; 以及

多个气流开口,所述气流系统被配置为通过所述多个气流开口从所述基面与所述衬底之间的间隙中抽取气体;

其中当所述衬底正被装载到所述支撑台上时:

所述控制器被配置为基于每个流动通道的感测压力来控制通过每个区域中的气流开口抽取气体的定时,所述流动通道与该区域中的气流开口流体连通,

所述控制器被配置为基于每个流动通道的所述感测压力来确定针对每个区域的抽吸流量,并且基于针对每个区域的所述抽吸流量来确定从所述中央区域或从所述外部区域开始抽取气体的顺序,

在第一装载阶段期间,所述控制器被配置为控制所述气流系统通过所述中央区域中的至少一个气流开口而不是通过所述中间区域中的任何气流开口和所述外部区域中的任何气流开口来抽取所述气体,

在第二装载阶段期间,所述控制器被配置为控制所述气流系统通过所述中央区域中的至少一个气流开口和所述中间区域中的至少一个气流开口而不是通过所述外部区域中的任何气流开口来抽取所述气体,以及

在第三装载阶段期间,所述控制器被配置为控制所述气流系统通过所述中央区域中的至少一个气流开口、所述中间区域中的至少一个气流开口和所述外部区域中的至少一个气流开口来抽取所述气体。

25. 根据权利要求24所述的光刻设备,其中:

在所述第一装载阶段期间,所述控制器被配置为控制所述气流系统通过所述中间区域中的至少一个气流开口和/或所述外部区域中的至少一个气流开口来供应大于环境压力的压力下的气体。

26. 根据权利要求24所述的光刻设备,其中:

在所述第二装载阶段期间,所述控制器被配置为控制所述气流系统通过所述外部区域中的至少一个气流开口以大于环境压力的压力来供应气体。

27. 根据权利要求24所述的光刻设备,其中:

当所述衬底正朝向所述支撑台降低时,所述控制器被配置为控制所述气流系统通过所述中央区域中的至少一个气流开口、所述中间区域中的至少一个气流开口和所述外部区域中的至少一个气流开口来抽取所述气体;

当所述衬底到达所述支撑台上方预定距离时,所述控制器被配置为控制所述气流系统不通过所述中央区域中的任何气流开口、所述中间区域中的任何气流开口和所述外部区域中的任何气流开口来抽取气体;以及

当所述衬底已向下接触到所述支撑台上时,所述控制器被配置为控制所述气流系统执行所述第一装载阶段、所述第二装载阶段和所述第三装载阶段。

28. 根据权利要求24所述的光刻设备,其中能够基本上独立地向针对所述中央区域和所述中间区域中的每个区域的间隙供应气体或者从所述间隙中抽取气体。

29. 根据权利要求24至28中任一项所述的光刻设备,其中所述中间区域围绕所述中央区域。

30. 根据权利要求24至28中任一项所述的光刻设备,其中所述中间区域在其径向外周处由中间区域壁限定,所述中间区域壁突出至所述基面上方并且限制所述中间区域与所述

外部区域之间的气体的流动。

31. 根据权利要求24至28中任一项所述的光刻设备, 其中所述中间区域包括多个非交叠中间子区域, 其中每个中间子区域由中间子区域壁限定, 所述中间子区域壁突出至所述基面上方并且限制所述中间区域与所述外部区域之间的气体的流动, 使得能够基本上独立地向针对所述中间区域和所述外部区域中的每个区域的间隙供应气体或者从所述间隙中抽取气体。

32. 根据权利要求31所述的光刻设备, 其中所述中间子区域彼此间隔开。

33. 根据权利要求31所述的光刻设备, 其中所述气流系统被配置为基本上彼此独立地从针对所述中间子区域中的每个中间子区域的间隙中抽取气体或者向所述间隙供应气体。

34. 根据权利要求24至28中任一项所述的光刻设备, 其中所述外部区域围绕所述中间区域。

35. 根据权利要求24至28中任一项所述的光刻设备, 其中所述气流系统包括:  
中央流动通道, 连接到所述中央区域中的所述至少一个气流开口; 以及  
外部流动通道, 连接到所述外部区域中的所述至少一个气流开口, 其中所述中央流动通道独立于所述外部流动通道。

36. 根据权利要求24至28中任一项所述的光刻设备, 其中所述气流系统包括:  
中央流动通道, 连接到所述中央区域中的所述至少一个气流开口;  
中间流动通道, 连接到所述中间区域中的所述至少一个气流开口; 以及  
外部流动通道, 连接到所述外部区域中的所述至少一个气流开口; 其中所述中央流动通道、所述中间流动通道和所述外部流动通道彼此独立。

37. 根据权利要求36所述的光刻设备, 其中所述气流系统包括被配置为改变通过所述中央流动通道、所述中间流动通道和/或所述外部流动通道的流速的至少一个压电阀。

38. 根据权利要求36所述的光刻设备, 包括被配置为感测所述中央流动通道、所述中间流动通道和/或所述外部流动通道的压力的至少一个压力传感器,

其中所述控制器被配置为基于由所述压力传感器感测的压力来改变通过所述中央流动通道、所述中间流动通道和/或所述外部流动通道的流速。

39. 根据权利要求24至28中任一项所述的光刻设备, 其中能够基本上独立地向针对所述中央区域和所述外部区域中的每个区域的间隙供应气体或者从所述间隙中抽取气体。

40. 根据权利要求24至28中任一项所述的光刻设备, 其中所述中央区域包括多个非交叠中央子区域, 其中每个中央子区域由中央子区域壁限定, 所述中央子区域壁突出至所述基面上方并且限制所述中央区域与所述外部区域之间的气体的流动, 使得能够基本上独立地向针对所述中央区域和所述外部区域中的每个区域的间隙供应气体或者从所述间隙中抽取气体。

41. 根据权利要求40所述的光刻设备, 其中所述中央子区域彼此间隔开。

42. 根据权利要求40所述的光刻设备, 其中所述气流系统被配置为基本上彼此独立地从针对所述中央子区域中的每个中央子区域的间隙中抽取气体或者向所述间隙供应气体。

43. 根据权利要求24至28中任一项所述的光刻设备, 其中所述外部区域在其径向外周处由外部区域壁限定, 所述外部区域壁突出至所述基面上方并且限制所述外部区域与在所述外部区域的径向向外的任何区域之间的气体的流动。

44. 根据权利要求24至28中任一项所述的光刻设备,其中所述外部区域包括多个非交叠外部子区域,在所述多个非交叠外部子区域之间气体的流动被限制,其中每个外部子区域由外部子区域壁限定,所述外部子区域壁突出至所述基面上方并且限制所述中央区域与所述外部区域之间的气体的流动。

45. 根据权利要求44所述的光刻设备,其中所述外部子区域彼此间隔开。

46. 根据权利要求44所述的光刻设备,其中所述气流系统被配置为基本上彼此独立地从针对所述外部子区域中的每个外部子区域的间隙中抽取气体或者向所述间隙供应气体。

47. 一种用于将衬底装载到被配置为支撑所述衬底的支撑台上的方法,所述方法包括:  
朝向所述支撑台降低所述衬底;

当所述衬底正朝向所述支撑台降低时,控制负压源施加负压以便经由所述支撑台中的多个气流开口从所述支撑台的基面与所述衬底之间的间隙中抽取气体,

当所述衬底到达所述支撑台上方预定距离时,控制所述负压源停止施加与所述支撑台中的所述气流开口中的任何气流开口流体连通的负压;以及

当所述衬底已向下接触到所述支撑台上时,控制所述负压源重新开始施加负压以便经由所述支撑台中的所述多个气流开口抽取所述气体,

其中当所述衬底正被装载到所述支撑台上时,基于每个流动通道的感测压力来控制通过所述支撑台的中央区域和外部区域中的每个区域中的气流开口抽取气体的定时,所述流动通道与该区域中的气流开口流体连通,并且

其中基于每个流动通道的所述感测压力来确定针对每个区域的抽吸流量,并且基于针对每个区域的所述抽吸流量来确定从所述中央区域或从所述外部区域开始抽取气体的顺序。

48. 根据权利要求47所述的方法,其中当所述衬底已经向下接触到所述支撑台上时,控制所述负压源在多个阶段中逐渐建立所述负压使得经由所述多个气流开口从所述间隙中抽取的气体的流量逐渐增加。

49. 一种光刻设备,包括:

气流系统,包括负压源;

控制器,被配置为控制所述气流系统;以及

支撑台,被配置为支撑衬底,

其中当所述衬底正朝向所述支撑台降低时,所述控制器被配置为控制所述负压源施加负压以便经由所述支撑台中的多个气流开口从所述支撑台与所述衬底之间的间隙中抽取气体,

当所述衬底到达所述支撑台上方预定距离时,所述控制器被配置为控制所述负压源停止施加与所述支撑台中的所述气流开口中的任何气流开口流体连通的负压;以及

当所述衬底已经向下接触到所述支撑台上时,所述控制器被配置为控制所述负压源以重新开始施加负压以便经由所述支撑台中的所述多个气流开口抽取所述气体,

其中当所述衬底正被装载到所述支撑台上时,所述控制器被配置为基于每个流动通道的感测压力来控制通过所述支撑台的中央区域和外部区域中的每个区域中的气流开口抽取气体的定时,所述流动通道与该区域中的气流开口流体连通,并且

其中所述控制器被配置为基于每个流动通道的所述感测压力来确定针对每个区域的

抽吸流量,并且基于针对每个区域的所述抽吸流量来确定从所述中央区域或从所述外部区域开始抽取气体的顺序。

50.一种光刻设备,包括:

气流系统;

控制器,被配置为控制所述气流系统;以及

支撑台,被配置为支撑衬底,其中所述支撑台包括:

基面;

中央区域;

中间区域,在所述中央区域的径向向外;

外部区域,在所述中间区域的径向向外;以及

多个气流开口,所述气流系统被配置为通过所述多个气流开口从所述基面与所述衬底之间的间隙中抽取气体;

其中每个区域设置有:

流动通道,与该区域中的气流开口流体连通;以及

压力传感器,被配置为感测所述流动通道的压力;

其中当所述衬底正被装载到所述支撑台上时,所述控制器被配置为基于每个流动通道的感测的所述压力来控制通过每个区域中的气流开口抽取气体的定时,并且

其中所述控制器被配置为基于感测到的每个流动通道的压力来确定针对每个区域的抽吸流量,并且基于针对每个区域的所述抽吸流量来确定从所述中央区域或从所述外部区域开始抽取气体的顺序。

51.根据权利要求50所述的光刻设备,其中所述区域中的至少一个区域包括多个切向分布的子区域,其中每个子区域设置有:

流动通道,与该子区域中的气流开口流体连通;以及

压力传感器,被配置为感测所述流动通道的压力;

其中当所述衬底正被装载到所述支撑台上时,所述控制器被配置为基于每个流动通道的感测的所述压力来控制通过每个子区域中的气流开口抽取气体的定时。

## 光刻设备、用于卸载衬底的方法和用于装载衬底的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本参考要求于2016年2月8日和2016年6月2日提交的EP 16154599.1和EP 16172678.1的优先权,其全部内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及光刻设备、用于卸载衬底的方法和用于将衬底特别地装载到用于光刻设备的支撑台上的方法。

### 背景技术

[0004] 光刻设备是一种将期望图案施加到衬底上、通常施加到衬底的目标部分上的机器。例如,光刻设备可以用于制造集成电路(IC)。在这种情况下,可以使用图案化装置(替代地称为掩模或掩模版)来生成要形成在IC的单个层上的电路图案。该图案可以转移到衬底(例如,硅晶片)上的目标部分(例如,包括一个或几个管芯的部分)上。图案的转移通常经由到设置在衬底上的辐射敏感材料(抗蚀剂)层上的成像来进行。通常,单个衬底将包含连续地图案化的相邻目标部分的网络。已知的光刻设备包括所谓的步进器和所谓的扫描仪,在步进器中,通过一次性将整个图案暴露到目标部分上来照射每个目标部分,在扫描仪中,通过在给定方向(“扫描”方向)上通过辐射束扫描图案同时在与该方向平行或反平行的方向上扫描衬底来照射每个目标部分。还可以通过将图案压印到衬底上来将图案从图案化装置转移到衬底。

[0005] 已经提出了将光刻投影设备中的衬底浸入具有相对较高折射率的液体(例如,水)中以填充投影系统的最终元件与衬底之间的空间。在一个实施例中,液体是超纯水,但是可以使用另一种液体。将参考液体描述本发明的实施例。然而,另一种流体可能是合适的,特别是润湿流体、不可压缩流体和/或折射率高于空气的流体(期望地是折射率高于水的流体)。排除气体的流体是特别期望的。其重点是能够对较小特征进行成像,因为曝光辐射在液体中具有较短的波长。(液体的效果也可以被认为是增加系统的有效数值孔径(NA)并且还增加聚焦深度。)已经提出了其他浸没液体,包括其中悬浮有固体颗粒(例如,石英)的水、或具有纳米颗粒悬浮物(例如,最大尺寸多达10nm的颗粒)的液体。悬浮颗粒可以具有或不具有与悬浮颗粒悬浮在其中的液体相似或相同的折射率。可能合适的其他液体包括烃,诸如芳族烃、氟代烃和/或水溶液。

[0006] 将衬底或衬底和支撑台浸没在液体浴中(参见例如美国专利No.4,509,852)表示在扫描曝光期间必须加速大体积的液体。这需要附加的或更强大的电机并且液体中的湍流可能导致不期望的和不可预测的影响。

[0007] 在浸没设备中,浸没流体由流体处理系统、装置结构或设备来处理。在一个实施例中,流体处理系统可以供应浸没流体并且因此是流体供应系统。在一个实施例中,流体处理系统可以至少部分限制浸没流体并且从而是流体限制系统。在一个实施例中,流体处理系统可以向浸没流体提供屏障并且从而是阻挡构件,诸如流体限制结构。在一个实施例中,流



体处理系统可以产生或使用气流,例如以帮助控制浸没流体的流动和/或位置。气流可以形成密封以限制浸没流体,因此流体处理结构可以称为密封构件;这样的密封构件可以是流体限制结构。在一个实施例中,浸没液体用作浸没流体。在这种情况下,流体处理系统可以是液体处理系统。参考以上描述,在该段落中对关于流体而限定的特征的提及可以被理解为包括关于液体而限定的特征。

## 发明内容

[0008] 在浸没设备或干燥设备中,在曝光过程中将衬底夹紧到支撑台上。通过使衬底与支撑台之间的间隙处于与环境压力相比较低的压力,可以辅助夹紧。环境压力是衬底和支撑台周围的压力。由支撑台和衬底包围的区域可以处于近真空压力下,使得衬底被真空夹紧到支撑台。

[0009] 支撑台包括形成在其中的一个或多个孔。这些孔便于夹紧衬底。可以通过孔从由衬底和支撑台包围的间隙中抽取气体,从而减小该间隙中的压力以用于夹紧衬底。

[0010] 衬底被装载到支撑台上。在衬底的装载期间,衬底可能由于重力而变形。衬底在其变形状态中可以被夹紧,这增加了套刻精度。

[0011] 在卸载期间,近真空压力可以被施加到衬底的一些区域而不是其他区域。在未施加(例如,释放)近真空压力的情况下,衬底可能离开支撑台。在仍然施加近真空压力的其他区域中,衬底可能会滑动。这可能导致在衬底滑动的情况下的支撑台的磨损。支撑台的上表面的周边特别容易磨损。

[0012] 期望例如提供一种光刻设备、一种卸载衬底的方法和一种装载衬底的方法,其中改善了夹紧衬底的平坦度和/或减少了支撑台的磨损。

[0013] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于从被配置为支撑衬底的支撑台卸载衬底的方法,该方法包括:经由支撑台中的多个气流开口向支撑台的基面与衬底之间的间隙供应气体,其中在初始卸载阶段期间,气体通过支撑台的外部区域中的至少一个气流开口而不是通过支撑台的在外部区域的径向向内的中央区域中的任何气流开口来被供应,以及在随后卸载阶段期间,气体通过外部区域中的至少一个气流开口和中央区域中的至少一个气流开口来被供应。

[0014] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于将衬底装载到被配置为支撑衬底的支撑台上的方法,该方法包括:经由支撑台中的多个气流开口从支撑台的基面与衬底之间的间隙中抽取气体,其中在第一装载阶段期间,气体通过支撑台的中央区域中的至少一个气流开口而不是通过支撑台的在中央区域的径向向外的中间区域中的任何气流开口和支撑台的在中间区域的径向向外的外部区域中的任何气流开口来被抽取,在第二装载阶段期间,气体通过中央区域中的至少一个气流开口和中间区域中的至少一个气流开口而不是通过外部区域中的任何气流开口来被抽取,以及在第三装载阶段期间,气体通过中央区域中的至少一个气流开口、中间区域中的至少一个气流开口和外部区域中的至少一个气流开口来被抽取。

[0015] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于将衬底装载到被配置为支撑衬底的支撑台上的方法,该方法包括:朝向支撑台降低衬底;当衬底正朝向支撑台降低时,控制负压源施加负压以便经由支撑台中的多个气流开口从支撑台的基面与衬底之间的间隙中抽取气

体,当衬底到达支撑台上方预定距离时,控制负压源停止施加与支撑台中的任何气流开口流体连通的负压;以及当衬底已向下接触到支撑台上时,控制负压源重新开始施加负压以便经由支撑台中的多个气流开口来抽取气体。

[0016] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于将衬底装载到被配置为支撑衬底的支撑台上的方法,该方法包括:经由支撑台中的多个气流开口从支撑台的基面与衬底之间的间隙中抽取气体,其中在第一装载阶段期间,气体通过支撑台的外部区域中的至少一个气流开口而不是通过支撑台的在外部区域的径向向内的中间区域中的任何气流开口和支撑台的在中间区域的径向向内的中央区域中的任何气流开口来被抽取,在第二装载阶段期间,气体通过外部区域中的至少一个气流开口和中间区域中的至少一个气流开口而不是通过中央区域中的任何气流开口来被抽取,以及在第三装载阶段期间,气体通过外部区域中的至少一个气流开口、中间区域中的至少一个气流开口和中央区域中的至少一个气流开口来被抽取。

[0017] 根据本发明的一个方面,提供了一种光刻设备,其包括:气流系统;被配置为控制气流系统的控制器;以及被配置为支撑衬底的支撑台,其中支撑台包括:基面;中央区域;在中央区域的径向向外的外部区域;多个气流开口,气流系统被配置为通过多个气流开口向基面与衬底之间的间隙供应气体;以及其中当衬底要从支撑台被卸载时:在初始卸载阶段期间,控制器被配置为控制气流系统通过外部区域中的至少一个气流开口而不是通过中央区域中的任何气流开口来供应气体,以及在随后卸载阶段期间,控制器被配置为控制气流系统通过外部区域的至少一个气流开口和中央区域的至少一个气流开口来供应气体。

[0018] 根据本发明的一个方面,提供了一种光刻设备,其包括:气流系统;被配置为控制气流系统的控制器;以及被配置为支撑衬底的支撑台,其中支撑台包括:基面;中央区域;在中央区域的径向向外的中间区域;在中间区域的径向向外的外部区域;以及多个气流开口,气流系统被配置为通过多个气流开口从基面与衬底之间的间隙中抽取气体;其中当衬底正被装载到支撑台上时:在第一装载阶段期间,控制器被配置为控制气流系统通过中央区域中的至少一个气流开口而不是通过中间区域中的任何气流开口和外部区域中的任何气流开口来抽取气体,在第二装载阶段期间,控制器被配置为控制气流系统通过中央区域中的至少一个气流开口和中间区域中的至少一个气流开口而不是通过外部区域中的任何气流开口来抽取气体,以及在第三装载阶段期间,控制器被配置为控制气流系统通过中央区域中的至少一个气流开口、中间区域中的至少一个气流开口和外部区域中的至少一个气流开口来抽取气体。

[0019] 根据本发明的一个方面,提供了一种光刻设备,其包括:包括负压源的气流系统;被配置为控制气流系统的控制器;以及被配置为支撑衬底的支撑台,其中当衬底正朝向支撑台降低时,控制器被配置为控制负压源施加负压以便经由支撑台中的多个气流开口从支撑台与衬底之间的间隙中抽取气体,当衬底到达支撑台上方预定距离时,控制器被配置为控制负压源停止施加与支撑台中的气流开口中的任何气流开口流体连通的负压;以及当衬底已经向下接触到支撑台上时,控制器被配置为控制负压源重新开始施加负压以便经由支撑台中的多个气流开口抽取气体。

[0020] 根据本发明的一个方面,提供了一种光刻设备,其包括:气流系统;被配置为控制气流系统的控制器;以及被配置为支撑衬底的支撑台,其中支撑台包括:基面;中央区域;在

中央区域的径向向外的中间区域；在中间区域的径向向外的外部区域；以及多个气流开口，气流系统被配置为通过多个气流开口从基面与衬底之间的间隙中抽取气体；其中每个区域设置有：与该区域中的气流开口流体连通的流动通道；以及被配置为感测与该区域相关的压力的压力传感器；其中当衬底正被装载到支撑台上时，控制器被配置为基于每个区域的感测的压力来控制通过每个区域中的气流开口抽取气体的定时。

## 附图说明

[0021] 现在将仅通过示例的方式参考所附示意图描述本发明的实施例，附图中的相应的附图标记表示相应的部件，并且在附图中：

[0022] 图1描绘了根据本发明的实施例的光刻设备；

[0023] 图2描绘了用于在光刻投影设备中使用的液体供应系统；

[0024] 图3是描绘根据一个实施例的另外的液体供应系统的侧视截面图；

[0025] 图4以截面描绘了根据本发明的实施例的用于光刻设备的支撑台；

[0026] 图5以平面图描绘了根据本发明的实施例的用于光刻设备的支撑台；

[0027] 图6以平面图描绘了根据本发明的另一实施例的用于光刻设备的支撑台；

[0028] 图7示意性地描绘了根据本发明的实施例的用于光刻设备的支撑台和气流系统的一部分；

[0029] 图8示意性地描绘了根据本发明的实施例的用于光刻设备的支撑台和气流系统；

[0030] 图9示意性地描绘了根据本发明的实施例的用于光刻设备的支撑台和气流系统；

[0031] 图10示出了当衬底降低到支撑台上时衬底的垂直高度随时间的变化；

[0032] 图11示出了当衬底降低到支撑台上时光刻设备的不同部分的压力；

[0033] 图12示意性地描绘了根据本发明的实施例的降低到支撑台上的衬底；以及

[0034] 图13以平面图描绘了根据本发明的实施例的用于光刻设备的支撑台。

## 具体实施方式

[0035] 图1示意性地描绘了根据本发明的一个实施例的光刻设备。该设备包括：

[0036] a. 被配置为调节辐射束B(例如，UV辐射或DUV辐射)的照射系统(照射器)IL；

[0037] b. 被构造为支撑图案化装置(例如，掩模)MA并且连接到第一定位器PM的支撑结构(例如，掩模台)MT，第一定位器PM被配置为根据某些参数准确地定位图案化装置MA；

[0038] c. 连接到第二定位器PW的支撑台，例如用于支撑一个或多个传感器的传感器台或者用于保持衬底(例如，涂有抗蚀剂的衬底)W的支撑台WT，第二定位器PW被配置为根据某些参数准确地定位工作台的表面，例如衬底W的表面；以及

[0039] d. 被配置为通过图案化装置MA将被赋予辐射束B的图案投影到衬底W的目标部分C(例如，包括一个或多个管芯)上的投影系统(例如，折射投影透镜系统)PS。

[0040] 照射系统IL可以包括各种类型的光学部件，诸如折射、反射、磁性、电磁、静电或其他类型的光学部件、或其任何组合，用于引导、成形或控制辐射。

[0041] 支撑结构MT保持图案化装置MA。它以取决于图案化装置MA的取向、光刻设备的设计和其他条件(诸如例如，图案化装置MA是否被保持在真空环境中)的方式来保持图案化装置MA。支撑结构MT可以使用机械、真空、静电或其他夹紧技术来保持图案化装置MA。支撑结

构MT可以是例如框架或工作台,其可以根据需要是固定的或可移动的。支撑结构MT可以确保图案化装置MA处于期望的位置,例如相对于投影系统PS。本文中对术语“掩模版”或“掩模”的任何使用可以被认为与更通用的术语“图案化装置”同义。

[0042] 本文中使用的术语“图案化装置”应当广义地解释为指代可以用于向辐射束在其截面中赋予图案以便在衬底的目标部分中产生图案的任何装置。应当注意,被赋予辐射束的图案可能不完全对应于衬底的目标部分中的期望图案,例如,在图案包括相移特征或所谓的辅助特征的情况下。通常,被赋予辐射束的图案将对应于在目标部分中产生的器件(诸如集成电路)中的特定功能层。

[0043] 本文中使用的术语“投影系统”应当广义地解释为包括任何类型的投影系统,包括折射、反射、反射折射、磁、电磁和静电光学系统、或其任何组合,以适合于使用曝光辐射,或者适合于其他因素,诸如浸没液体的使用或真空的使用。本文中对术语“投影透镜”的任何使用可以被认为与更通用的术语“投影系统”同义。

[0044] 如这里描绘,该设备是透射型的(例如,采用透射掩模)。备选地,该设备可以是反射型的(例如,采用如上所述类型的可编程反射镜阵列,或者采用反射掩模)。

[0045] 光刻设备可以是具有两个或更多个工作台(或级或支撑件)的类型,例如,两个或更多个支撑台或者一个或多个支撑台和一个或多个清洁、传感器或测量台的组合。例如,在一个实施例中,光刻设备是包括位于投影系统的曝光侧的两个或更多个工作台的多级设备,每个工作台包括和/或保持一个或多个物体。在一个实施例中,一个或多个工作台可以保持辐射敏感衬底。在一个实施例中,一个或多个工作台可以保持传感器以测量来自投影系统的辐射。在一个实施例中,多级设备包括:被配置为保持辐射敏感衬底的第一工作台(即,支撑台);以及没有被配置为保持辐射敏感衬底的第二工作台(在下文中一般地并且在没有限制的情况下称为测量、传感器和/或清洁工作台)。除了辐射敏感衬底之外,第二工作台可以包括和/或可以保持一个或多个物体。这样的一个或多个物体可以包括选自以下中的一个或多个:用于测量来自投影系统的辐射的传感器、一个或多个对准标记、和/或清洁装置(用于清洁例如液体限制结构)。

[0046] 在这样的“多重级”(或“多级”)机器中,可以并行使用多个工作台,或者可以在一个或多个工作台上执行准备步骤,同时使用一个或多个其他工作台进行曝光。光刻设备可以具有两个或更多个图案化装置台(或级或支撑件),这些图案化装置台可以以与衬底、清洁、传感器和/或测量台类似的方式并行使用。

[0047] 参考图1,照射系统IL从源S0或辐射接收辐射束。源S0和光刻设备可以是单独的实体,例如当源S0是准分子激光器时。在这种情况下,源S0不被认为形成光刻设备的一部分,并且辐射束借助于包括例如合适的定向镜和/或扩束器的光束传递系统BD来从源S0传递到照射系统IL。在其他情况下,源S0可以是光刻设备的组成部分,例如当源S0是汞灯时。如果需要,源S0和照射系统IL以及光束传递系统BD可以称为辐射系统。

[0048] 照射系统IL可以包括用于调节辐射束的角强度分布的调节器AD。通常,可以调节照射系统IL的光瞳面中的强度分布的至少外部和/或内部径向范围(通常分别称为 $\sigma$ -外部和 $\sigma$ -内部)。另外,照射系统IL可以包括各种其他部件,诸如积分器IN和聚光器CO。照射系统IL可以用于调节辐射束,以在其截面中具有期望的均匀性和强度分布。类似于源S0,照射系统IL可以或可以不被认为形成光刻设备的一部分。例如,照射系统IL可以是光刻设备的组

成部分,或者可以是与光刻设备分开的实体。在后一种情况下,光刻设备可以被配置为允许照射系统IL安装在其上。可选地,照射系统IL是可拆卸的并且可以单独提供(例如,由光刻设备制造商或其他供应商)。

[0049] 辐射束B入射在被保持在支撑结构MT上的图案化装置MA上,并且由图案化装置MA图案化。在穿过图案化装置MA之后,辐射束B穿过投影系统PS,投影系统PS将光束聚焦到衬底W的目标部分C上。借助于第二定位器PW和位置传感器IF(例如,干涉测量装置、线性编码器或电容传感器),支撑台WT可以准确地移动,例如以便在辐射束B的路径中定位不同的目标部分C。类似地,第一定位器PM和另一位置传感器(其在图1中未明确描绘)可以用于关于辐射束B的路径来准确地定位图案化装置MA,例如,在从掩模库中进行机械取回之后,或者在扫描过程中。通常,支撑结构MT的移动可以借助于形成第一定位器PM的一部分的长行程模块(粗略定位)和短行程模块(精细定位)来实现。类似地,支撑台WT的移动可以使用形成第二定位器PW的一部分的长行程模块和短行程模块来实现。在步进器的情况下(与扫描器相反),支撑结构MT可以仅连接到短行程致动器,或者可以是固定的。可以使用图案化装置对准标记 $M_1$ 、 $M_2$ 和衬底对准标记 $P_1$ 、 $P_2$ 来将图案化装置MA和衬底W对准。尽管如图所示的图案化装置对准标记 $M_1$ 、 $M_2$ 占据专用目标部分,但是它们可以位于目标部分C之间的空间中(这些被称为划线对准标记)。类似地,当在图案化装置MA上提供多于一个管芯的情况下,图案化装置对准标记可以位于管芯之间。

[0050] 尽管在本文中可以具体参考光刻设备在IC制造中的使用,但是应当理解,本文中描述的光刻设备可以在制造具有微米级或甚至纳米级特征的部件方面具有其他应用,诸如集成光学系统、磁畴存储器的引导和检测模式、平板显示器、液晶显示器(LCD)、薄膜磁头等制造。

[0051] 用于在投影系统PS的最终元件与衬底之间提供液体的布置可以分为三大类。这些是浴型布置、所谓的局部浸没系统和全湿式浸没系统。在浴型布置中,基本上整个衬底W和可选的支撑台WT的一部分浸没在液体浴中。

[0052] 局部浸没系统使用其中液体仅被提供到衬底的局部区域的液体供应系统。由液体填充的空间在平面上小于衬底的顶表面,并且填充有液体的区域相对于投影系统PS保持基本上静止,同时衬底W在该区域下方移动。图2和图3示出了可以用于这样的系统中的不同的供应装置。存在密封特征以将液体密封到局部区域。已经提出用于布置这种装置的一种方法在PCT专利申请公开No. WO 99/49504中公开。

[0053] 已经提出的布置是为液体供应系统提供液体限制结构,液体限制结构沿着投影系统的最终元件与支撑台之间的空间的边界的至少一部分延伸。这样的布置在图2中示出。

[0054] 图2示意性地描绘了局部液体供应系统或流体处理系统。液体供应系统设置有流体处理结构IH(或液体限制结构),流体处理结构IH沿着投影系统PS的最终元件与支撑台WT或衬底W之间的空间11的边界的至少一部分延伸。(请注意,除非另有明确说明,否则作为补充或替代,在下文中提及衬底W的表面也是指支撑台WT的表面。)流体处理结构IH在XY平面中相对于投影系统PS基本上是固定的,尽管在Z方向上(在光轴方向上)可能存在一些相对移动。在一个实施例中,在流体处理结构IH与衬底W的表面之间形成密封,并且该密封可以是诸如气体密封(这样的具有气体密封的系统在欧洲专利申请公开No. EP-A-1,420,298中公开)或液体密封等非接触式密封。

[0055] 流体处理结构IH至少部分地限制投影系统PS的最终元件与衬底W之间的空间11中的液体。可以在投影系统PS的像场周围形成对衬底W的非接触式密封使得液体被限制在衬底W表面与投影系统PS的最终元件之间的空间11内。空间11至少部分地由位于投影系统PS的最终元件下方并且围绕投影系统PS的最终元件的流体处理结构IH形成。液体通过液体开口13之一进入在投影系统PS下方并且在流体处理结构IH内的空间11。液体可以通过另一液体开口13被移除。液体可以通过至少两个液体开口13进入空间11。哪个液体开口13用于供应液体并且可选地哪个液体开口13用于移除液体可以取决于支撑台WT的运动方向。流体处理结构IH可以延伸到投影系统PS的最终元件稍微上方。液体水平上升高于最终元件使得能够提供液体缓冲器。在一个实施例中,流体处理结构IH具有内周边,内周边在上端处紧密地符合投影系统PS或其最终元件的形状,并且可以例如是圆形的。在底部,内周边紧密地符合像场的形状,例如矩形,但是,情况不一定如此。

[0056] 液体可以通过气体密封16被限制在空间11中,气体密封16在使用期间形成在流体处理结构IH的底部与衬底W的表面之间。气体密封16由气体形成。气体密封16中的气体在压力下经由入口15被提供到流体处理结构IH与衬底W之间的间隙。气体经由出口14被抽取。气体入口15上的过压、出口14上的真空水平和间隙的几何形状被布置为使得存在限制液体的向内高速气流。流体处理结构IH与衬底W之间的液体上的气体的力将液体限制在空间11中。入口/出口可以是环绕空间11的环形槽。环形槽可以是连续的或不连续的。气体的流动有效地将液体限制在空间11中。这样的系统在美国专利申请公开No.US 2004-0207824中公开,其全部内容通过引用并入本文。在一个实施例中,流体处理结构IH不具有气体密封16。

[0057] 图3是描绘了根据一个实施例的另外的液体供应系统或流体处理系统的侧视截面图。图3中所示和下面描述的布置可以应用于以上描述和在图1中示出的光刻设备。液体供应系统设置有流体处理结构IH(或液体限制结构),流体处理结构IH沿着投影系统PS的最终元件与支撑台WT或衬底W之间的空间11的边界的至少一部分延伸。(请注意,除非另有明确说明,否则作为补充或替代,在下文中提及衬底W的表面也是指支撑台WT的表面。)

[0058] 流体处理结构IH至少部分地将液体限制在投影系统PS的最终元件与衬底W之间的空间11中。空间11至少部分由位于投影系统PS的最终元件下方并且围绕投影系统PS的最终元件的流体处理结构IH形成。在一个实施例中,流体处理结构IH包括主体构件53和多孔构件33。多孔构件33是板状的并且具有多个孔(即,开口或小孔)。在一个实施例中,多孔构件33是其中在网中形成有很多小孔84的网板。这样的系统在美国专利申请公开No.US 2010/0045949A1中公开,其全部内容通过引用并入本文。

[0059] 主体构件53包括能够向空间11供应液体的供应端口72、以及能够从空间11回收液体的回收端口73。供应端口72经由通道74连接到液体供应设备75。液体供应设备75能够向供应端口72供应液体。从液体供应设备75馈送的液体通过相应的通道被供应到每个供应端口72。供应端口72在主体构件53的面向光路的规定位置处设置在光路附近。回收端口73能够从空间11回收液体。回收端口73经由通道79连接到液体回收设备80。液体回收设备80包括真空系统并且能够通过经由回收端口73抽吸来回收液体。液体回收设备80通过通道79回收经由回收端口73回收的液体。多孔构件33设置在回收端口73中。

[0060] 在一个实施例中,为了在一侧上的投影系统PS和流体处理结构IH与另一侧上的衬底W之间形成具有液体的空间,液体从供应端口72被供应到空间11,并且流体处理结构IH中

的回收室31中的压力被调节到负压,以便经由多孔构件33的孔84(即,回收端口73)回收液体。使用供应端口72执行液体供应操作和使用多孔构件33执行液体回收操作在一侧上的投影系统PS和流体处理结构IH与另一侧上的衬底W之间形成空间11。

[0061] 如图中所描绘,该设备可以是浸入式。备选地,该设备可以是干式的,其中衬底不浸入液体中。

[0062] 图4以截面描绘了根据本发明的实施例的用于光刻设备的支撑台WT。支撑台WT被配置为支撑衬底W。光刻设备还包括与支撑台WT交互的气流系统。

[0063] 支撑台WT包括基面61。在一个实施例中,基面61被配置为基本上平行于被支撑在支撑台WT上的衬底W的下表面。在一个实施例中,支撑台WT包括多个突节62。突节62突出到基面61上方。多个突节62中的每一个具有相应的突出远端63。突出远端63布置在支撑平面中以便支撑衬底W。当衬底W由支撑台WT支撑时,衬底W由多个突节62中的每一个的相应的突出远端63支撑。

[0064] 在使用中,衬底W由支撑台WT支撑。当衬底W由支撑台WT支撑时,衬底W由每个突节62的相应突出远端63支撑。

[0065] 在支撑台WT的基面61与衬底W之间限定有间隙。间隙的宽度对应于基面61上方的突出远端63的高度。

[0066] 图7以截面示意性地描绘了根据本发明的实施例的用于光刻设备的支撑台WT和气流系统97的一部分。光刻设备包括气流系统97。气流系统97与支撑台WT交互。如图7所示,在一个实施例中,支撑台WT包括多个气流开口69。气流开口69促进衬底W的夹紧。气体可以通过气流开口69从被衬底W和支撑台WT包围的间隙中被抽取,从而减小该间隙中的压力以用于衬底W的夹紧。在一个实施例中,另外的两阶段抽取器(图7中未示出)在外部密封67的径向向外以便从衬底W与支撑台WT之间抽取气体和液体的气泡。

[0067] 在一个实施例中,气流系统97被配置为通过气流开口69向基面61与衬底W之间的间隙供应气体。在一个实施例中,气流系统97被配置为经由气流开口69从基面61与衬底W之间的间隙中抽取气体。在一个实施例中,气流系统97被配置为通过气流开口69向间隙供应气体并且从间隙中抽取气体。

[0068] 在用于从支撑台WT卸载衬底W的方法中,经由支撑台WT中的气流开口69向基面61与衬底W之间的间隙供应气体。在一个实施例中,用于卸载衬底W的方法包括不同的卸载阶段,在这些不同的卸载阶段期间,不同的压力分布被施加到基面61与衬底W之间的间隙。

[0069] 可能存在两个不同的卸载阶段。在一个实施例中,该方法包括初始卸载阶段和随后卸载阶段。随后卸载阶段在初始卸载阶段之后。在一个实施例中,随后卸载阶段接着初始卸载阶段。在替代实施例中,存在三个卸载阶段。在一个实施例中,中间卸载阶段在初始卸载阶段之后并且在随后卸载阶段之前。在一个实施例中,存在多于三个卸载阶段。

[0070] 在一个实施例中,支撑台WT包括中央区域81和外部区域83,如图4所示。外部区域83在中央区域81的径向向外。

[0071] 在初始卸载阶段期间,通过外部区域83中的至少一个气流开口69而不是通过中央区域81中的任何气流开口来供应气体。在随后卸载阶段期间,通过外部区域83中的至少一个气流开口69并且还通过中央区域81中的至少一个气流开口来供应气体。

[0072] 当衬底W被夹紧在支撑台WT上时,在中央区域81和外部区域83中施加真空(或近真

空压力)。当衬底W被卸载时,在中央区域81中释放真空之前,在外部区域83中释放真空。通过首先释放外部区域83上的真空并且然后释放中央区域81上的真空,衬底W预期从边缘到中央被释放(或滚离)。本发明的实施例预期实现衬底W在支撑台WT的外部区域83(例如,周边)中的突节62上的滑动的减少。因此,本发明的实施例预期实现在支撑台WT的外周处的突节62的磨损的减少。

[0073] 在一个实施例中,中央区域81与外部区域83接界。然而,情况不一定如此。例如,如图4所示,在一个实施例中,支撑台包括中间区域82。

[0074] 如上所述,在一个实施例中,该方法包括中间卸载阶段。特别地,当支撑台WT包括中间区域82时,可能是这种情况。中间区域82在中央区域81的径向向外。中间区域82在外部区域83的径向向内。在一个实施例中,中间区域82与中央区域81接界。在一个实施例中,中间区域82与外部区域83接界。

[0075] 在一个实施例中,在初始卸载阶段期间,通过外部区域83中的至少一个气流开口69而不是通过中央区域81和中间区域82中的任何气流开口来供应气体。在中间卸载阶段期间,通过外部区域83中的至少一个气流开口69并且通过中间区域82中的至少一个气流开口69而不是通过中央区域81中的任何气流开口69来供应气体。在随后卸载阶段(在中间卸载阶段之后),通过外部区域83中的至少一个气流开口69、通过中间区域82中的至少一个气流开口69并且通过中央区域81中的至少一个气流开口69来供应气体。

[0076] 因此,在一个实施例中,支撑台WT包括三个不同的区段或夹紧区域,其中可以在不同的时刻施加和释放真空。通过提供附加的中间区域82并且释放外部区域83上的真空,然后释放中间区域82处的真空并且然后释放中央区域81处的真空,本发明的实施例预期减少突节62的磨损。这是因为通过提供从外周开始并且在中央区域81处结束的释放真空的顺序,衬底W预期不太可能在突节62之上滑动,或者减小滑动力。在一个实施例中,支撑台WT包括其中可以在不同的时刻释放真空的多于三个不同的区段或夹紧区域,以从外周开始并且在中央区域81处结束来释放真空。

[0077] 在一个实施例中,气流系统97被配置为在释放真空之前通过气流开口69提供一股气体(例如,空气)。这股气体用于帮助衬底W远离突节62移动,从而减少滑动的可能性。在一个实施例中,在初始卸载阶段期间,通过外部区域83中的至少一个气流开口69以大于环境压力的第一压力来供应气体。在大于环境压力的第一压力下供应的气体是帮助衬底W远离突节62移动的这股气体。在这股气体之后,通过外部区域83中的至少一个气流开口69以小于第一压力的第二压力来供应气体。在一个实施例中,第二压力大于环境压力。因此,当施加第二压力时,衬底W不会粘附回支撑台WT。在替代实施例中,第二压力小于环境压力,使得在初始的这股气体之后释放真空。通过以低于环境压力的第二压力来供应气体,在外部区域83中逐渐释放真空。因此,在外部区域83的真空的释放之前可以是这股气体。通过以大于环境压力的第一压力来供应气体,减少了在卸载过程中翘曲的衬底W不期望地接触突节62的可能性。通常,如果衬底W翘曲,则衬底W在其边缘处翘曲。因此,在卸载过程中,衬底W处于不期望地接触外部区域83处的突节62的最大危险。

[0078] 在一个实施例中,可以在外部区域83、中间区域82和中央区域81中的任何一个中以大于环境压力的第一压力来供应气体。例如,在一个实施例中,在中间卸载阶段期间,通过中间区域82中的至少一个气流开口69以大于环境压力的第一压力来供应气体,然后通过



中间区域82中的至少一个气流开口69以小于第一压力的第二压力来供应气体。

[0079] 在一个实施例中,在随后卸载阶段期间,通过中央区域81中的至少一个气流开口69以大于环境压力的第一压力来供应气体,之后通过中央区域81中的至少一个气流开口69以小于第一压力的第二压力来供应气体。因此,对于每个区域,可以在释放真空之前添加一股气体。这减小了衬底W在突节62之上的滑动力,或者减小了衬底W在突节62之上滑动的机会,从而减少了突节62处的磨损。

[0080] 上面已经在用于从支撑台WT卸载衬底W的方法的上下文中描述了本发明。本发明同样适用于将衬底W装载到支撑台WT上的方法。

[0081] 根据一种用于将衬底W装载到支撑台WT上的方法,该方法包括经由支撑台WT中的多个气流开口69从间隙中抽取气体。用于装载衬底W的方法包括至少三个装载阶段。可能有多于三个阶段。

[0082] 在第一装载阶段期间,通过中央区域81中的至少一个气流开口69并且不通过中间区域82和外部区域83中的任何气流开口69来抽取气体。然后,在第二装载阶段期间,通过中央区域81中的至少一个气流开口69和中间区域82中的至少一个气流开口69而不是通过外部区域83中的任何气流开口69来抽取气体。然后,在第三装载阶段期间,通过中央区域81中的至少一个气流开口69、中间区域82中的至少一个气流开口69和外部区域83中的至少一个气流开口69来抽取气体。

[0083] 因此,可以首先在中央区域81中,然后在中间区域和此后外部区域83中施加真空。本发明的实施例预期实现在衬底W的装载之后剩余的栅格变形的减少。衬底W的任何变形都可能导致更大的套刻误差。例如,衬底W的变形会降低在衬底W上入射的辐射的准确度。可能是衬底W的表面中的曲率引起辐射略微偏离目标地接触衬底W。特别地,如果衬底W首先在支撑台WT的外周处被夹紧到突节62,则在衬底W被夹紧时衬底W中的任何变形可能保留。通过首先在中央区域81处并且最后在外部区域83处施加真空,预期衬底W将从中央区域81中开始被夹紧到突节62。这预期在衬底W被装载到支撑台WT上时减小衬底W的变形。在一个实施例中,支撑台WT包括多于三个区域。在装载期间,首先在最中央区域处施加真空,并且最后在最外区域处施加真空。

[0084] 如上所述,可以在相同区域中在不同的卸载阶段供应气体。例如,在中央区域81中针对初始卸载阶段、中间卸载阶段和随后卸载阶段而供应气体。可能的是用于在不同阶段供应气体的气流开口69是相同的气流开口69。备选地,不同的气流开口69可以用于特定区域内的不同阶段。

[0085] 类似地,在装载过程期间,可以在一个区域中针对装载过程的不同阶段而抽取气体。例如,在第一装载阶段、第二装载阶段和第三装载阶段期间,在中央区域81处抽取气体。可能的是在不同阶段期间用于特定区域的气流开口69可以是相同的气流开口69。备选地,不同的气流开口可以用于特定区域的不同阶段。

[0086] 在一个实施例中,可以在装载过程期间通过气流开口69供应气体。这是为了防止翘曲的衬底W不期望地接触突节62,特别是在支撑台WT的外周处。在一个实施例中,在第一装载阶段期间,通过中间区域82中的至少一个气流开口69和/或通过外部区域83中的至少一个气流开口69以大于环境压力的压力来供应气体。因此,当在中央区域81中产生真空时,在中间区域82和外部区域83中供应一股气体。这防止在衬底W与中央区域81中的突节62接

触之前衬底W不期望地接触中间区域82或外部区域83中的突节62。

[0087] 在一个实施例中,在第二装载阶段期间,通过外部区域83中的至少一个气流开口69以大于环境压力的压力来供应气体。因此,可以在外部区域83中提供一股气体,即使在中间区域82中产生真空。

[0088] 如上所述,在一个实施例中,首先在中央区域81上,然后在中间区域82上,并且然后在外部区域83上施加真空。然而,在替代实施例中,装载序列是相反的。在一个实施例中,在第一装载阶段期间,通过支撑台WT的外部区域83中的至少一个气流开口69而不是通过支撑台WT的中间区域82中的任何气流开口69和支撑台WT的中央区域81中的任何气流开口69来抽取气体。在第二装载阶段期间,通过外部区域83中的至少一个气流开口69和中间区域82中的至少一个气流开口69而不是通过中央区域81中的任何气流开口69来抽取气体。在第三装载阶段期间,通过外部区域83中的至少一个气流开口69、中间区域82中的至少一个气流开口69和中央区域81中的至少一个气流开口69来抽取气体。

[0089] 本发明的这个实施例预期对于夹紧具有碗形的翘曲衬底W(即,在衬底W的外周升高至衬底W的中央部分上方的情况下)更好。

[0090] 在一个实施例中,中央区域81与中间区域82之间的气体的流动被限制。通过限制中央区域81与中间区域82之间的气体的流动,可以基本上独立地从针对中央区域81和中间区域82中的每一个的间隙中抽取气体或者向该间隙供应气体。

[0091] 例如,图4示出了中央区域壁64。中央区域壁64突出至基面61上方。中央区域壁64限制中间区域82与中央区域81之间的气体的流动。在一个实施例中,中央区域壁64被配置为限制中央区域81与中间区域82之间的气体的流动。当衬底W被夹紧在支撑台WT上时,中央区域壁64的顶部不与衬底W接触。中央区域壁64用作密封。中央区域壁64不像突节62那么高。在衬底W与中央区域壁64的顶部之间存在小的间隙。

[0092] 图5以平面图描绘了图4所示的支撑台WT。为简单起见,图5中省略了突节62。在一个实施例中,中央区域壁64是连续的。中央区域壁64不具有气体可以通过其在中间区域82与中央区域81之间流动的任何间断。如图5所示,在一个实施例中,中央区域壁64在平面图中形成圆形形状。然而,其他形状也是可能的。例如,中央区域壁64可以形成正方形或矩形。

[0093] 如图5所示,在一个实施例中,中间区域82围绕中央区域81。中间区域82在平面图中围绕中央区域81。如图5所示,在一个实施例中,中间区域82在其径向外周处由中间区域壁65限定。中间区域壁65突出至基面61上方。中间区域壁65被配置为限制中间区域82与外部区域83之间的气体的流动。这允许气体可以基本上独立地被供应给针对中间区域82和外部区域83中的每一个的间隙或者从该间隙中被抽取。中间区域壁65用作密封。中间区域壁65不像突节62那么高。在衬底W与中间区域壁65的顶部之间存在小的间隙。

[0094] 通过针对每个区域允许基本上独立的气体的流动,可以更准确地控制装载和卸载过程。如图5所示,在一个实施例中,外部区域83围绕中间区域82。外部区域83在平面图中围绕中间区域82。

[0095] 如图5所示,在一个实施例中,外部区域83在其径向外周处由外部区域壁66限定。外部区域壁66突出至基面61上方。外部区域壁66被配置为限制外部区域83与在外部区域83的径向向外的区域之间的气体的流动。外部区域壁66用作密封。外部区域壁66不像突节62那样高。在衬底W与外部区域壁66的顶部之间存在小的间隙。

[0096] 在一个实施例中,支撑台WT包括一个或多个外部密封67。外部区域壁66和外部密封67可以形成双密封。双密封可以用于水抽取系统。例如,可以提供流体抽取开口88(参见图7),以用于从外部区域壁66与外部密封67之间的空间中抽取液体(以及气体)。

[0097] 在一个实施例中,每个区域具有其自己的气体抽吸通道。这表示可以单独地控制每个区域中的气体压力。在一个实施例中,气流系统97包括用于每个区域的流动通道98。例如,在一个实施例中,气流系统97包括连接到中央区域81中的至少一个气流开口69的中央流动通道、连接到中间区域82中的至少一个气流开口69的中间流动通道和连接到外部区域83中的至少一个气流开口的外部流动通道。中央流动通道、中间流动通道和外部流动通道彼此独立。中央流动通道、中间流动通道和外部流动通道在图7中描绘为双端箭头。

[0098] 图6以平面图描绘了作为图5所示的支撑台WT的替代方案的支撑台WT。然而,本发明的功能对于图6所示的实施例与对于图5所示的实施例基本上相同。为简单起见,图6中省略了突节62。

[0099] 如图6所示,在一个实施例中,中央区域81包括多个非交叠中央子区域91。每个中央子区域91由中央子区域壁94限定。每个中央子区域壁94突出至基面61上方。每个中央子区域壁94被配置为限制中央区域81与任何其他区域(例如,外部区域83或中间区域82)之间的气体的流动。这允许气体基本上独立于其他区域被供应到针对中央区域81的间隙或从该间隙中被抽取。每个中央子区域壁94用作密封。每个中央子区域壁94不像突节62那么高。在衬底W与每个中央子区域壁94的顶部之间存在小的间隙。

[0100] 如图6所示,在一个实施例中,中央子区域91彼此间隔开。相邻的中央子区域91的中央子区域壁94是分开的并且彼此不接触。这表示在中央子区域91之间(即,中央子区域壁94的外部)存在不属于中央区域81、中间区域82或外部区域83中的任何一个区域的空间。因此,中间区域82或外部区域83并非必须完全包围中央区域81。

[0101] 备选地,相邻的中央子区域91可以彼此接界。中央子区域壁94可以由相邻的中央子区域91共享。这表示中央子区域壁94可以是相邻的中央子区域91之间的分界线。一个中央子区域91可以在中央子区域壁94的一侧,另一中央子区域91在中央子区域壁94的另一侧。

[0102] 如图6所示,中间区域82和中央区域83可以与中央区域81类似地布置。具体地,本发明可以通过使用密封岛(由子区域壁形成)来实现。子区域可以被称作密封岛,因为在平面图中,子区域可以表现为在其边缘处由密封(即,子区域壁)限定的岛。特别地,在一个实施例中,中间区域82包括多个非交叠中间子区域92。每个中间子区域92由中间子区域壁95限定。每个中间子区域壁95突出至基面6195上方。每个中间子区域壁95被配置为限制中间区域82与任何其他区域之间的气体的流动。这表示可以基本上独立于其他区域向中间区域82的间隙供应气体或从该间隙中抽取气体。每个中间子区域壁95用作密封。每个中间子区域壁95不像突节62那么高。在衬底W与每个中间子区域壁95的顶部之间存在小的间隙。

[0103] 如图6所示,在一个实施例中,中间子区域92彼此间隔开。但是,情况不一定如此。在一个实施例中,中间子区域92彼此紧邻,在它们之间没有空间。例如,一个中间子区域92的中间子区域壁95可以与相邻的中间子区域92的中间子区域壁95合并,使得在相邻的中间子区域92之间没有空间。

[0104] 如图6所示,在一个实施例中,外部区域83包括多个不交叠外部子区域93,在多个

不交叠外部子区域93之间限制气体的流动。每个外部子区域93由外部子区域壁96限定。每个子区域壁96突出至基面61上方。外部区域83由外部子区域93组成。外部子区域93(气体可以自由流动通过该区域)之间的空间不形成外部区域83的一部分。每个外部子区域壁96被配置为限制外部区域83与任何其他区域之间的气体的流动。这表示可以基本上独立于任何其他区域向外部区域83供应气体或从外部区域83中抽取气体。每个外部子区域壁96用作密封。每个外部子区域壁96不像突节62那么高。在衬底W与每个外部子区域壁96的顶部之间存在小的间隙。

[0105] 如图6所示,在一个实施例中,外部子区域93彼此间隔开。但是,情况不一定如此。在替代实施例中,外部子区域93彼此紧邻,在它们之间没有空间。

[0106] 图5示出了支撑台WT的同心区域。相反,图6示出了通过使用密封岛(由子区域壁形成)形成的区域。在一个实施例中,至少一个区域可以以图5所示的方式形成,并且至少一个区域可以以图6所示的方式形成。例如,在一个实施例中,如图6所示,从中央子区域91形成中央区域81,而外部区域83由中间区域壁65和外部区域壁66限定。图5和图6所示的实施例的另外的组合也是可能的。

[0107] 如上所述并且在图5至图7中示出,例如,在一个实施例中,支撑台WT的不同区域通过壁彼此分开。但是,提供壁并不是必需的。在替代实施例中,不提供壁。

[0108] 图13以平面图示意性地描绘了根据本发明的实施例的支撑台WT。在一个实施例中,支撑台WT包括多个可独立控制的流动通道98(参见图9),每个流动通道98连接到支撑台WT的不同区域中的气流开口69。图13示出了三组气流开口69。每组气流开口69与流动通道98流体连通。流动通道98可以彼此可独立控制。这使得可以彼此独立地控制每组气流开口69的压力。

[0109] 每组气流开口69包括多个气流开口69。如图13所示,在一个实施例中,一组气流开口69设置成环形。其他布置也是可能的,诸如方形或菱形。如图13所示,在一个实施例中,每组具有12个气流开口69。然而,每组中的气流开口69的数目没有特别限制,并且例如可以是六个、十个或十六个。

[0110] 每组气流开口69设置在距支撑台WT的中央不同的径向距离处。图13示出了其中第一组气流开口69定位在距支撑台WT的中央的径向距离 $r_1$ 处的布置。第二组气流开口69定位在距支撑台WT的中央的径向距离 $r_2$ 处。第三组气流开口69定位在距支撑台WT的中央的径向距离 $r_3$ 处。在图13中,虚线表示支撑台的中央区域81与中间区域82之间的边界。另一虚线表示支撑台的中间区域82与外部区域83之间的边界。如图13所示,第一组气流开口69设置在支撑台WT的中央区域81中。第二组气流开口69设置在支撑台WT的中间区域82中。第三组气流开口69设置在支撑台WT的外部区域83中。

[0111] 可以控制通过每组气流开口69的流动以提供如上所述的装载或卸载序列。例如,在一个实施例中,首先通过第一组气流开口69,然后附加地通过第二组气流开口69,并且然后附加地通过第三组气流开口69,来抽取气体。气流开口69的组的数目没有特别限制,并且例如可以是两个、四个或更多个。

[0112] 图13主要示出了支撑台WT的突节板21(参见图5和图6,用于区分支撑台WT的突节板21和卡盘22)。如图13所示,突节板21的半径为 $r_0$ 。在一个实施例中,第一组气流开口69被布置为使得 $r_1:r_0$ 至少为0.2。在一个实施例中,第一组气流开口69被布置为使得 $r_1:r_0$ 至多

为0.5。在一个实施例中,第一组气流开口69被布置为使得 $r_1:r_0$ 约为0.4。

[0113] 在一个实施例中,第二组气流开口69被布置为使得 $r_2:r_0$ 至少为0.5。在一个实施例中,第二组气流开口69被布置为使得 $r_2:r_0$ 至多为0.8。在一个实施例中,第二组气流开口69被布置为使得 $r_2:r_0$ 约为0.6。

[0114] 在一个实施例中,第三组气流开口69被布置为使得 $r_3:r_0$ 至少为0.5。在一个实施例中,第三组气流开口69被布置为使得 $r_3:r_0$ 至多为0.95。在一个实施例中,第三组气流开口69被布置为使得 $r_3:r_0$ 约为0.9。

[0115] 如上所述,气流开口69的其他布置也是可能的,诸如方形或菱形。所描述的任何壁可以被提供用于其他配置,诸如非径向开口配置。这可能是有用的,因为衬底W可能不对称地或者旋转对称地翘曲,例如,衬底W可能以鞍形翘曲。

[0116] 如图13所示,尽管图5中描绘的壁没有设置在各组气流开口69之间,但是在一个实施例中,支撑台包括外部密封67。

[0117] 如图13所示,在一个实施例中,支撑台WT包括多个销孔71。图13中示出了六个销孔71,然而,可以使用任何适当数目的销孔71,即,销孔71的数目不限于六个。销孔71允许销70(如图12所示并且在下面描述)垂直地延伸穿过支撑台WT。在一个实施例中,与销孔71相比,各组气流开口WT中的一组设置在距支撑台WT的中央基本上相同的径向距离处。在图13所示的布置中,第二组气流开口69和销孔71设置在距支撑台WT的中央的径向距离 $r_2$ 处。

[0118] 图8示意性地描绘了根据本发明的实施例的支撑台WT和气流系统97。图8示出了气流系统97的流动通道98。流动通道98与支撑台WT的气流开口69流体连通。图8仅示出了一个流动通道98,仅作为示例。气流系统97包括多个流动通道98,以便独立地控制针对支撑台WT的每个区域的真空的施加和释放。

[0119] 如图8所示,在一个实施例中,气流系统97包括至少一个压电阀99。压电阀99被配置为改变通过流动通道98的流速,流动通道98可以是中央流动通道、中间流动通道或外部流动通道。但是,不一定使用压电阀。其他阀门也可以用于改变流速。例如,可以使用电磁阀。

[0120] 在一个实施例中,压电阀99用于在衬底装载序列和/或衬底卸载序列期间控制压力和流量。压电阀99的使用被预期以使得更容易为不同目的而准备装载/卸载序列。例如,序列可以取决于在曝光操作期间形成在衬底W上的层的类型。这允许在衬底装载过程期间减小衬底W的栅格误差。

[0121] 通过提供诸如压电阀99等可变阀,可以使用闭环反馈控制来改善任何形状的衬底W的装载序列。例如,在一个实施例中,支撑台WT包括至少一个压力传感器85。压力传感器85被配置为感测衬底W附近的压力。例如,压力传感器85被配置为感测流动通道98的压力,如图8所示。备选地,压力传感器可以位于其他位置。压力传感器85可以被配置为感测支撑台WT与衬底W之间的压力。在一个实施例中,气流系统97的控制器被配置为基于由压力传感器85感测的压力来改变通过流动通道98的流速。

[0122] 在一个实施例中,气流系统97包括阀压力传感器86。阀压力传感器86被配置为感测靠近压电阀99的流动通道98中的压力。在一个实施例中,气流系统97包括负压源87。负压源87可以是例如真空发生器。

[0123] 在一个实施例中,压力传感器85尽可能靠近衬底W。例如,压力传感器85是衬底台

WT的一部分。在一个实施例中,支撑台WT包括卡盘22和突节板21(例如,参见图5和图6)。突节板21包括基面61和突节62。突节板21装配到卡盘22上。在一个实施例中,压力传感器85设置在突节板21上,使得它尽可能靠近衬底W。这有助于更好地测量在衬底W处发生的情况。阀压力传感器86设置在压电阀99的出口附近。阀压力传感器86可以用于保持控制稳定。

[0124] 可以通过压力传感器85测量压电阀99的设置与衬底W处的压力响应之间的关系。这个测量可以用作下一衬底W的前馈校正,特别是在对于该批衬底中的所有衬底而言变形(例如,翘曲)可比较的情况下。

[0125] 可以基于来自压力传感器85的输出来控制压电阀99(或任何其他类型的阀)。可以为支撑台WT中的每个区域提供压力传感器85,以便提供反馈。通过将压力传感器85与压电阀99(或任何其他类型的阀)结合使用,可以使装载/卸载序列更加鲁棒。

[0126] 在一个实施例中,气流系统97包括用于支撑台WT的每个区域的质量流量控制器。每个质量流量控制器被配置为测量和控制通过与中央区域81、中间区域82和外部区域83中的一个相关联的流动通道98的气体的流动。

[0127] 在一个实施例中,每个区域设置有流动通道98和压力传感器85。流动通道98与该区域中的气流开口69流体连通。压力传感器85被配置为感测与该区域相关的压力,即与中央区域81、中间区域82或外部区域83相关的压力。这可以包括感测衬底W与支撑台WT之间在该区域中的压力,以及/或者感测流动通道98的压力。这使得可以独立地确定针对每个区域的抽吸流量,使得可以每个区域施加最佳的时间压力分布。测量衬底W与支撑台WT之间的压力可能是有益的,因为它关于影响衬底W的压力可以更准确,并且因此可以用作更准确地控制夹紧的参数。

[0128] 在一个实施例中,当衬底W被装载到支撑台WT上时,控制器500被配置为基于每个流动通道98的感测压力来控制通过每个区域中的气流开口69抽取气体的定时。

[0129] 本发明的实施例预期实现改进的装载序列而无需预先知道衬底W的翘曲。通过确定针对每个区域的抽吸流量,控制器500可以自动确定最佳装载序列。例如,控制器500可以确定从中央区域81开始或者备选地从外部区域83开始开启真空的顺序。

[0130] 图9示意性地描绘了根据本发明的实施例的结合有气流系统97的支撑台WT的区域的布置。图9所示的区域的布置是图5的同心环布置与图6的岛密封布置之间的混合的示例。在图9的布置中,中央区域81由中央区域壁64限定,类似于图5中所示和上面描述的方式。同时,中间区域82包括由中间子区域壁95限定的多个中间子区域92,类似于图6中所示和上面描述的布置。外部区域83包括由外部子区域壁96限定的多个外部子区域93,类似于图6中所示和上面描述的布置。

[0131] 图9是非圆形的密封岛(即,子区域)的示例。相反,中间子区域92和外部子区域93具有环的一段的形状。在图9所示的布置中,每个中间子区域92对应于环的象限。存在四个中间子区域92。然而,中间子区域92的数目可以少于四个或多于四个。如图9所示,在一个实施例中,支撑台WT包括八个外部子区域93,每个外部子区域93对应于环的象限的一半。然而,外部子区域93的数目可以小于八个或多于八个。

[0132] 如上所述,在一个实施例中,对于不同径向位置(即,距支撑台WT的中央的不同距离)处的区域,可以基本上独立地控制真空压力。支撑台WT具有用于控制夹紧压力的径向自由度。

[0133] 在一个实施例中,光刻设备具有用于控制夹紧压力的切向(或旋转)自由度。特别地,在一个实施例中,可以独立地控制相同区域的不同子区域(在不同切向位置处)的夹紧压力。例如,在一个实施例中,限制中间子区域92之间的气体的流动,使得可以基本上独立地从针对每个中间子区域92的间隙中抽取气体或向该间隙供应气体。

[0134] 如图9所示,在一个实施例中,至少一个区域包括多个切向分布的子区域。每个子区域设置有流动通道98和压力传感器85。流动通道98与该子区域中的气流开口69流体连通。压力传感器85被配置为感测与子区域相关的压力,例如,压力传感器85可以被配置为感测支撑台WT与衬底W之间在该子区域中的压力、或者流动通道98的压力。

[0135] 当衬底W被装载到支撑台WT上时,控制器500被配置为基于每个流动通道98的感测压力来控制通过每个子区域中的气流开口69抽取气体的定时。控制器500可以确定最佳装载序列,以独立地控制不同切向位置处的子区域。这在夹紧以切向变化的方式翘曲的衬底W时尤其有用。

[0136] 在一个实施例中,中间子区域92之间的气体的流动受到中间子区域壁95的限制。在一个实施例中,气体的流动在外部子区域93之间被限制,使得可以基本上独立地从针对每个外部子区域93的间隙中抽取气体或向该间隙供应气体。例如,外部子区域之间的气体的流动可以由外部子区域壁96限制。

[0137] 在其中中央区域81包括多个非交叠中央子区域91的实施例中,可以限制中央子区域91之间的气体的流动,使得可以基本上独立地从针对每个中央子区域91的间隙中抽取气体或向该间隙供应气体。例如,气流可以由中央子区域壁94限制。

[0138] 在一个实施例中,气流系统97包括用于支撑台WT的区域内的每个子区域的单独的流动通道98。图9示意性地描绘了连接到外部子区域93之一中的至少一个气流开口69的流动通道98。这仅表示用于子区域的流动通道98。可以针对每个外部子区域93提供单独的流动通道98。类似地,可以针对每个中间子区域92提供单独的流动通道98。如果中央区域81包括多个中央子区域91,则可以针对每个中央子区域91提供单独的流动通道98。流动通道98彼此独立。

[0139] 如图9所示,在一个实施例中,压力传感器85与外部子区域93相关联。压力传感器85被配置为感测外部子区域93中的压力。因此,压力传感器85提供在外部子区域93内的在基面61与衬底W之间的间隙中的夹紧压力的量度。

[0140] 在一个实施例中,气流系统97包括被配置为控制施加到外部子区域93的压力的压电阀99(或另一类型的阀,诸如电磁阀)。压电阀99可以基于来自压力传感器85的信息来控制。在一个实施例中,控制器500基于来自压力传感器85的输入来控制压电阀99。因此,控制器500可以基本上独立地控制针对每个外部子区域93的压力。类似地,在一个实施例中,控制器500可以基本上独立地控制针对每个中间子区域92的压力。在一个实施例中,控制器500可以基本上独立地控制针对每个中央子区域91的压力。

[0141] 因此,可以在支撑台WT中的不同切向位置处施加不同的压力。这表示支撑台WT具有用于控制夹紧压力的切向自由度。在一个实施例中,压力的设定点对于不同的切向位置没有不同。在一个实施例中,每个子区域具有其自己的压力控制回路。这有助于处理在切线方向上翘曲(即,弯曲)的衬底。例如,这允许在不同的切向(即,旋转)位置处施加相同的压力,即使衬底W的曲率在不同的切向位置处不同。

[0142] 本发明的实施例预期改善具有非圆对称翘曲(例如,鞍形翘曲)的夹紧衬底W的平坦度。这不需要预先知道要被夹紧的衬底W的翘曲。

[0143] 如上所述,可能的是,气流系统97在特定区域内提供高于环境压力的压力(即,一股气体)。在一个实施例中,气流系统97被配置为独立地在每个子区域中以大于环境压力的压力施加气体。因此,可以根据支撑台WT内的切向位置来控制一股气体的提供。切向位置表示沿着切线(或方位角)方向的位置。

[0144] 在替代实施例中,气体抽取系统97被控制以在衬底W在支撑台WT上方预定距离时停止抽取气体。预定距离可以根据光刻设备而变化。预定距离可以针对特定的光刻设备进行校准。更具体地,在一个实施例中,用于将衬底W装载到支撑台WT上的方法包括将衬底W朝向支撑台WT降低。例如,在一个实施例中,衬底W由接触衬底W的下表面的多个销70(如图12所示)支撑。销70垂直地延伸穿过支撑台WT。控制器500被配置为控制销70(例如,经由致动器),使得销70垂直向下移动。当销70垂直向下移动时,衬底W朝向支撑台WT降低。

[0145] 在一个实施例中,当衬底W朝向支撑台WT降低时,负压源87被控制施加负压以便经由支撑台WT中的多个气流开口69(如图8和图9所示)从支撑台WT的基面61与衬底W之间的间隙中抽取气体。例如,当衬底W朝向支撑台WT降低时,可以是真空供应的负压源87接通。

[0146] 在一个实施例中,控制器500被配置为当确定销70正垂直降低时接通负压源87。在一个实施例中,一旦具有衬底W的销70向下朝向支撑台WT移动,最高可能的气体抽取流动被接通。这是为了在衬底W朝向支撑台WT移动期间减小衬底W与支撑台WT之间的空气阻力。这也导致更快的生产量。

[0147] 在一个实施例中,当衬底W到达支撑台WT上方预定距离时,负压源87被控制以停止施加将与支撑台WT中的气流开口69流体连通的负压。当销70刚好在支撑台WT的水平之上时,真空关闭。

[0148] 在一个实施例中,控制器500被配置为监测支撑衬底W的销70的垂直高度。如图12所示,在一个实施例中,光刻设备包括高度传感器60。高度传感器60被配置为测量销70的垂直位置。高度传感器60被配置为输出表示支撑台WT上方的衬底W的高度的值。高度传感器60连接到控制器500。高度传感器60被配置为向控制器500输出指示销70的高度的信号。具体地,高度传感器60被配置为向控制器500输出指示支撑台WT上方的销70的顶部的高度的信号。控制器500被配置为基于从高度传感器60接收的信号来控制负压源87。在一个实施例中,控制器500被配置为通过控制压电阀99(如图8和图9所示)来控制负压源87。

[0149] 在一个实施例中,高度传感器60位于支撑台WT附近。在一个实施例中,高度传感器60连接到支撑台WT或者在支撑台WT中或支撑台WT上。备选地,如图12所示,在一个实施例中,高度传感器60与支撑台WT分开。

[0150] 根据实施例,衬底W落在支撑台WT上而没有施加真空。这提高了衬底W可以被夹紧到支撑台WT上的位置准确度。

[0151] 在一个实施例中,当衬底W已经向下接触到支撑台WT上时,负压源87被控制以重新施加负压以便经由支撑台WT中的多个气流开口69从间隙中抽取气体。在衬底W在没有启用真空的情况下落在支撑台WT上之后,重新施加真空。

[0152] 在一个实施例中,真空在各阶段中从低流动到高流动逐渐建立。特别地,在一个实施例中,当衬底W已经向下接触到支撑台WT上时,负压源87被控制以在多个阶段中逐渐建立



负压使得经由多个气流开口69从间隙中抽取的气体的流量逐渐增加。

[0153] 图10示出了在衬底W的装载期间衬底W在支撑台WT上方的垂直高度。Y轴表示Z方向上的垂直高度。X轴表示装载衬底W期间的时间。

[0154] 图11示出了在装载衬底W的相同时间段内在光刻设备的不同部分处测量的压力。实线表示施加到销70的压力。当销70支撑衬底W时,通过衬底W的重量在销70上施加负压力(即,向下的力)。当销70不再支撑衬底W时(因为衬底W完全由支撑台WT支撑而不是由销70支撑),负压力消失。这可以在图11的右侧看到,其中实线在图的Y轴上上升至零压力值。这对应于当衬底W被支撑台WT完全支撑的时间。这是因为,当衬底W被支撑台WT完全支撑时,衬底W的重量不再向下压在销70上。

[0155] 图11中的虚线表示在支撑台WT的周边处通过流体抽取开口88(如图7中所示)的压力。当衬底W完全由支撑台WT支撑时,针对流体抽取开口88接通真空。在图10和图11中,时间 $t_0$ 表示销70开始与衬底W一起向下移动的时间。时间 $t_1$ 表示衬底W向下接触到支撑台WT上的时间。时间 $t_2$ 表示衬底W被支撑台WT完全支撑的时间。

[0156] 图11中的点划线表示针对支撑台WT中的气流开口69的负压。在衬底W向下接触到支撑台WT上之后,负压的大小逐渐增加。

[0157] 本发明的实施例预期提高夹紧衬底W的准确度,同时还提高生产量。本发明的实施例预期能够夹紧更多种类的衬底W。例如,一些衬底W是扁平的,而其他衬底W更翘曲(即,较不平坦)。如上所述,在衬底W已落在支撑台WT上之后,真空在各阶段中从低流动到高流动逐渐建立。可以以尽可能低的流量夹紧平坦和低/中翘曲的衬底W,从而提高衬底W在支撑台WT上的位置准确度。当流速上升时,可以在稍后的时间点处夹紧不能用最低流量夹紧的高度翘曲的衬底W。

[0158] 本发明的实施例预期改善将衬底W夹紧到支撑台WT上的位置准确度,特别是对于新衬底W(即,先前未使用的衬底W)。已经发现,大量使用的衬底W在夹紧期间对位置不准确性稍微不敏感。

[0159] 本发明的一个实施例包括利用若干不同的预夹紧流量的用于衬底W的装载序列。这导致动态衬底装载,其提供了优化位置准确度和生产量的可能性以及使得可以夹紧不同类型的衬底W。可以在销70的某些垂直位置处切换预夹紧的真空。在替代实施例中,控制器500被配置为控制负压源87以基于特定压力水平来改变负压。例如,压力水平可以由压力传感器85(如图8所示)测量。

[0160] 其中当销70刚好在支撑台WT的水平之上时真空关闭的装载序列可以与其中在不同装载阶段通过不同区域中的气流开口69抽取气体的前面描述的装载序列组合。特别地,在一个实施例中,当衬底W已经向下接触到支撑台WT上时,执行如上所述的第一装载阶段、第二装载阶段和第三装载阶段。以这种方式,当衬底W已经向下接触到支撑台WT上时,流量逐渐增加。然而,在衬底W已经向下接触到支撑台WT上之前,在衬底W的降低期间抽取气体,并且然后当衬底W到达支撑台WT上方预定距离时关闭真空。

[0161] 其中当销70刚好在支撑台WT的水平之上时关闭真空的装载序列可以在任何类型的支撑台WT上实现。上面描述并且在图5中示出的具有三个单独的真空区域的支撑台仅是可以使用的支撑台WT类型的一个示例。例如,可以使用的其他支撑台WT可以仅具有一个或两个真空区域。

[0162] 在一个实施例中,光刻设备包括被配置为控制气流系统97的控制器500。控制器500可以实现上述施加压力的序列。

[0163] 已经在浸没式光刻设备的上下文中描述了上面的很多示例。然而,本发明同样适用于干式光刻设备。可以理解,任何上述特征可以与任何其他特征一起使用,并且不仅是在本申请中涵盖的明确描述的那些组合。

[0164] 可以理解,任何上述特征可以与任何其他特征一起使用,并且不仅是在本申请中涵盖的明确描述的那些组合。例如,本发明的实施例可以应用于图3的实施例。此外,尽管为了方便在上面已经在浸没式光刻设备的上下文中描述了本发明的实施例,但是应当理解,本发明的实施例可以与任何形式的光刻设备结合使用。

[0165] 技术人员将理解,在这样的替代应用的上下文中,本文中的术语“晶片”或“管芯”的任何使用可以被视为分别与更一般的术语“衬底”或“目标部分”同义。本文中提到的衬底可以在曝光之前或之后使用例如轨道(通常向衬底施加抗蚀剂层并且显影曝光的抗蚀剂的工具)、计量工具和/或检查工具中被处理。在适用的情况下,本文中的公开内容可以应用于这样的和其他的衬底处理工具。此外,衬底可以被处理一次以上,例如以便创建多层IC,使得本文中使用的术语衬底也可以指代已经包含多个经处理的层的衬底。

[0166] 本文中使用的术语“辐射”和“光束”包括所有类型的电磁辐射,包括紫外(UV)辐射(例如,具有的波长为或约为365、248、193、157或126nm)。在上下文允许的情况下,术语“透镜”可以指代各种类型的光学部件中的任何一个或组合,包括折射和反射光学部件。

[0167] 尽管上面已经描述了本发明的特定实施例,但是应当理解,本发明可以用不同于所描述的方式来实施。以上描述旨在说明而非限制。因此,对于本领域技术人员很清楚的是,在不脱离下面陈述的权利要求的范围的情况下,可以对所描述的本发明进行修改。



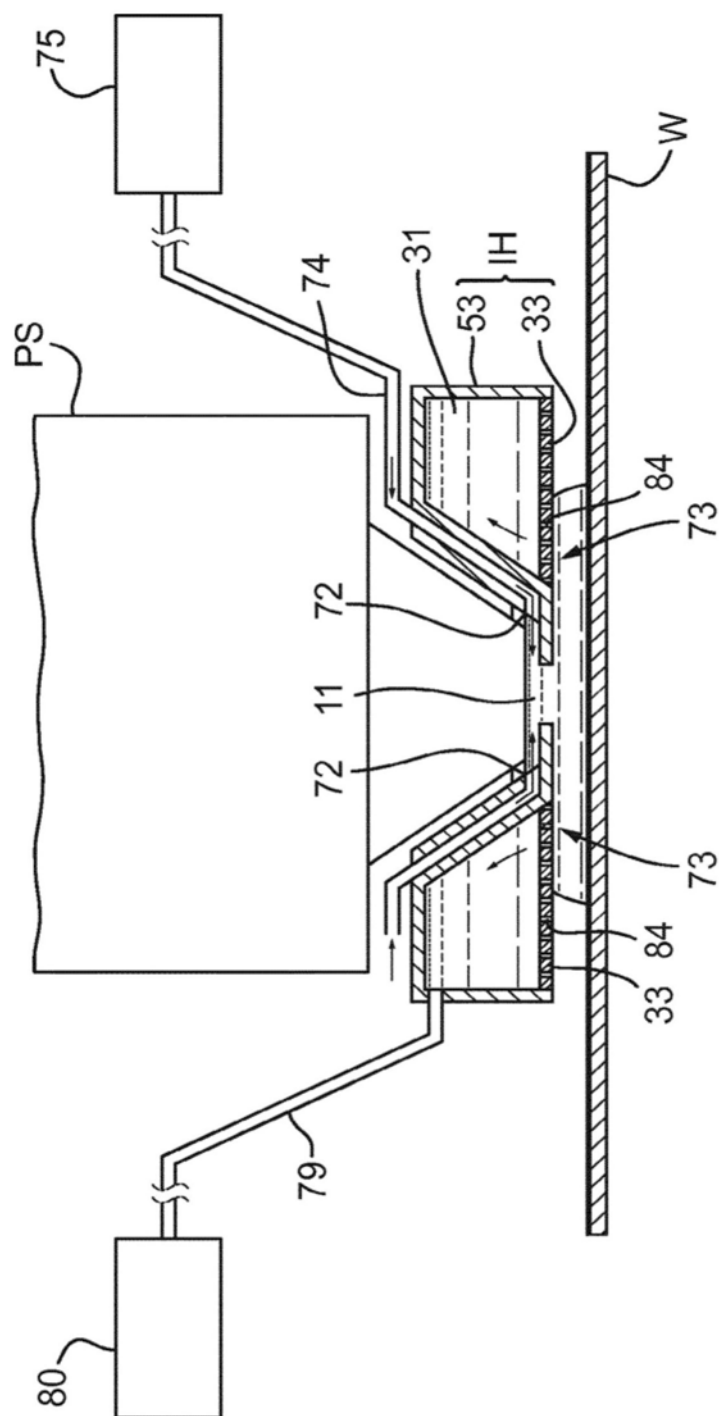


图3

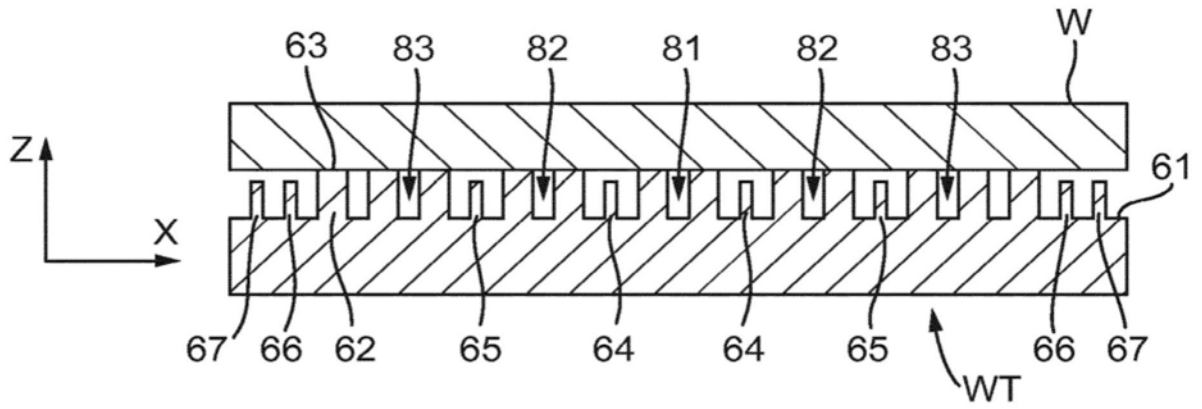


图4

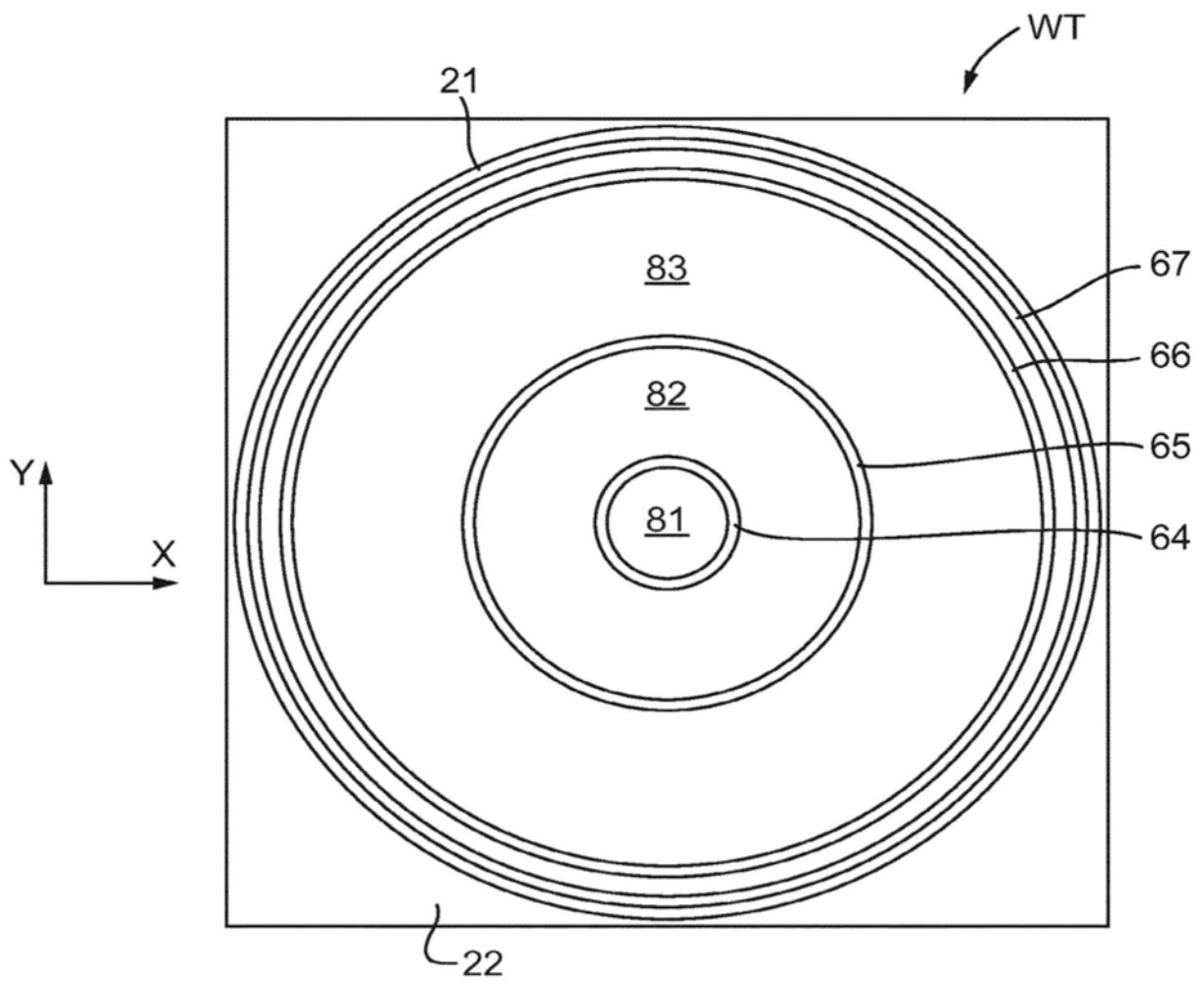


图5

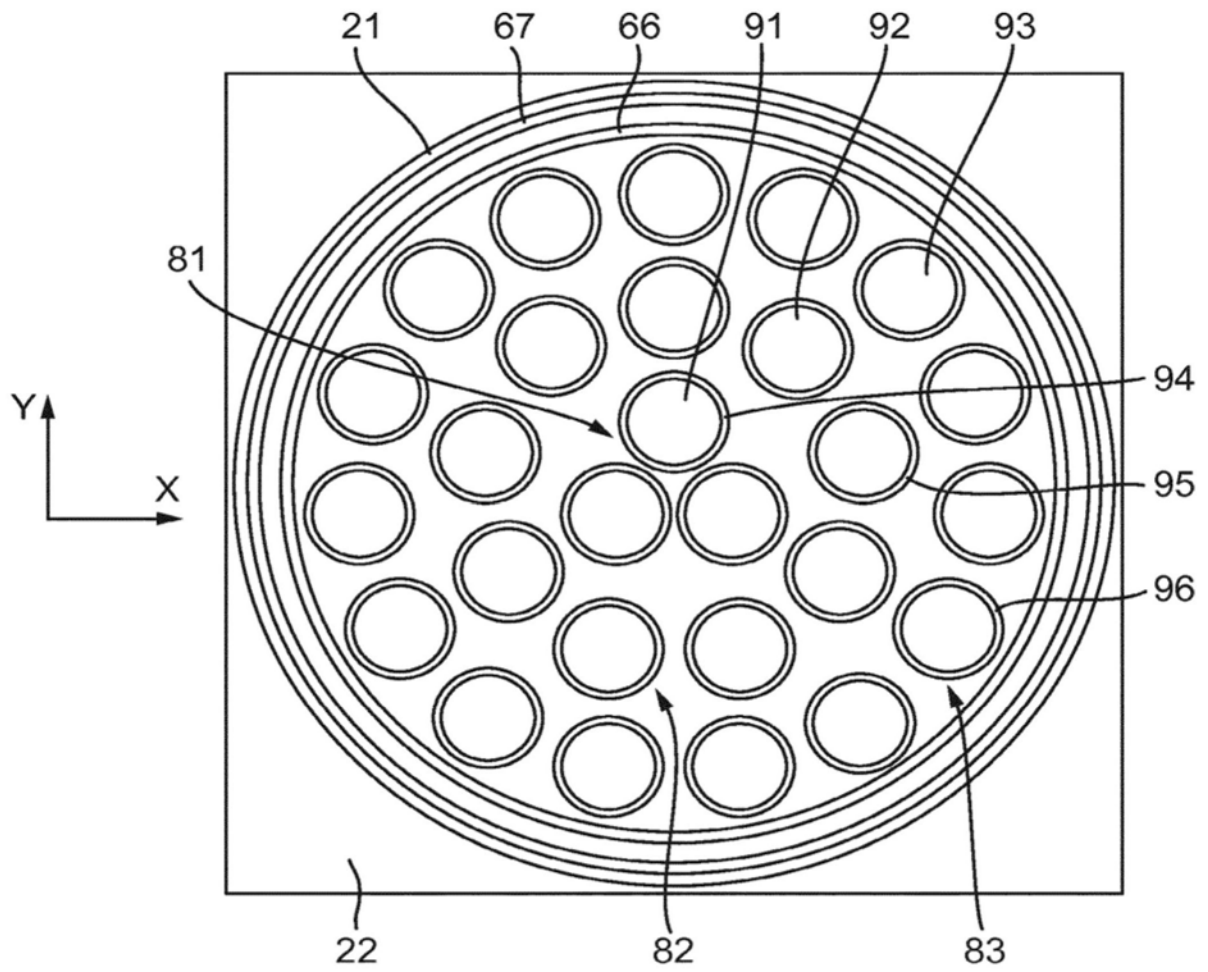


图6

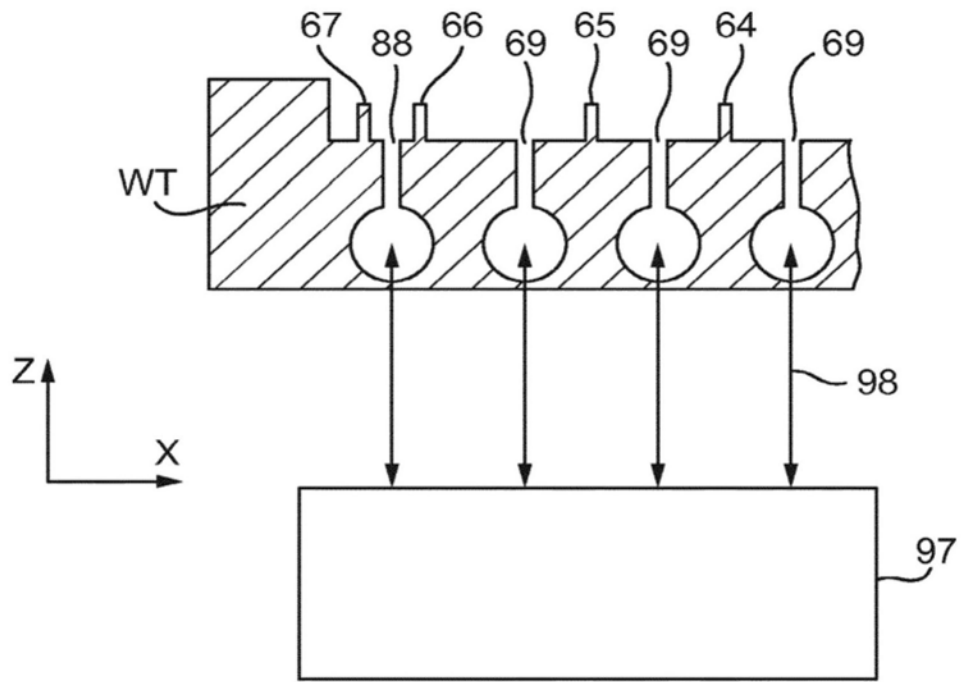


图7

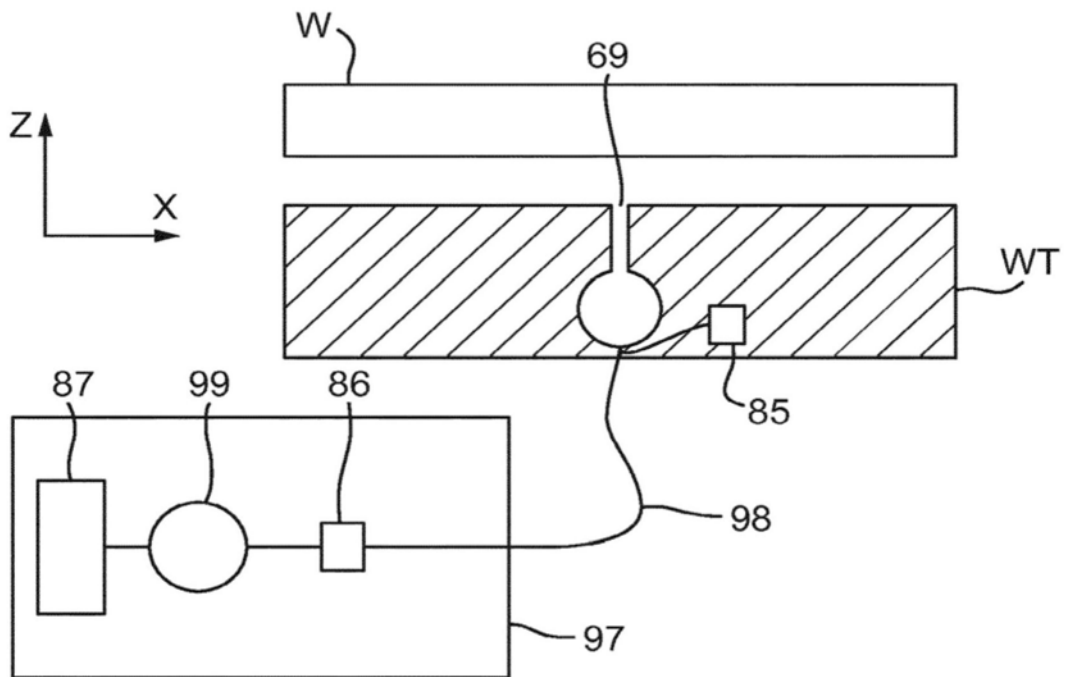


图8

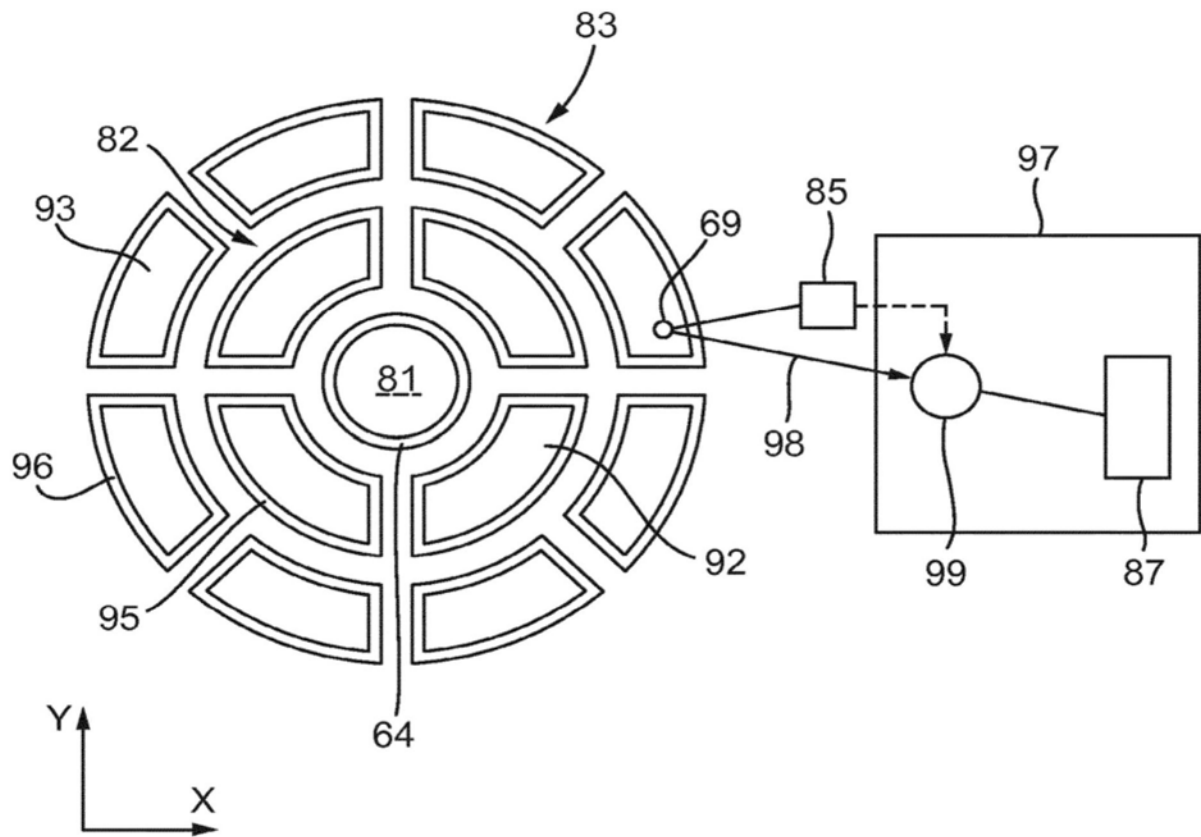


图9



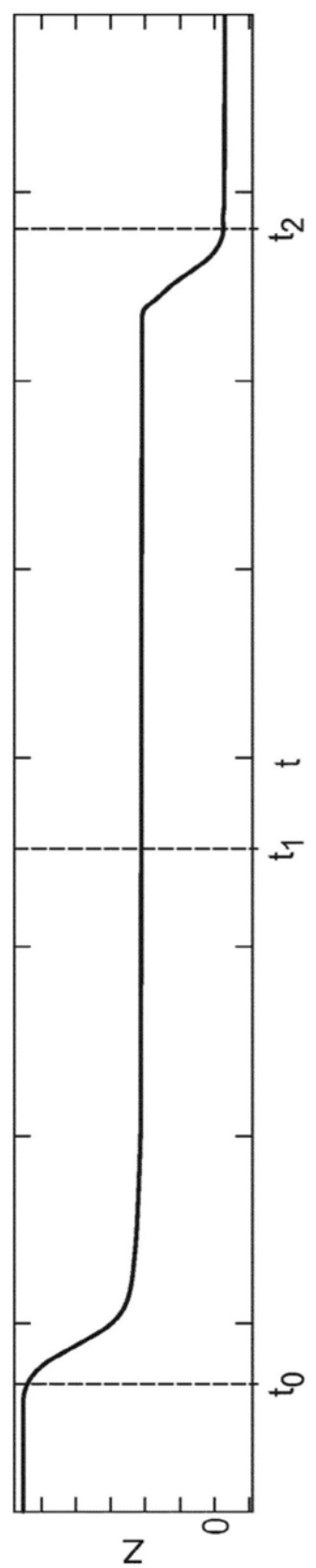


图10

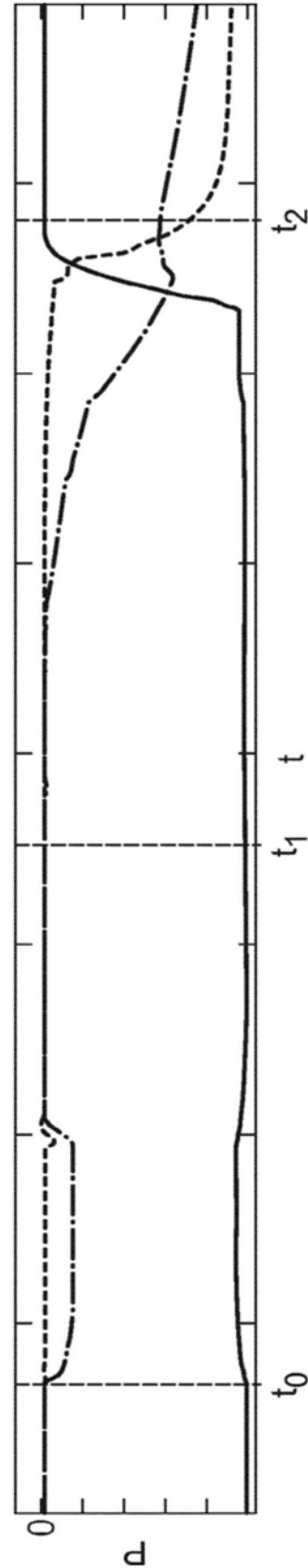


图11

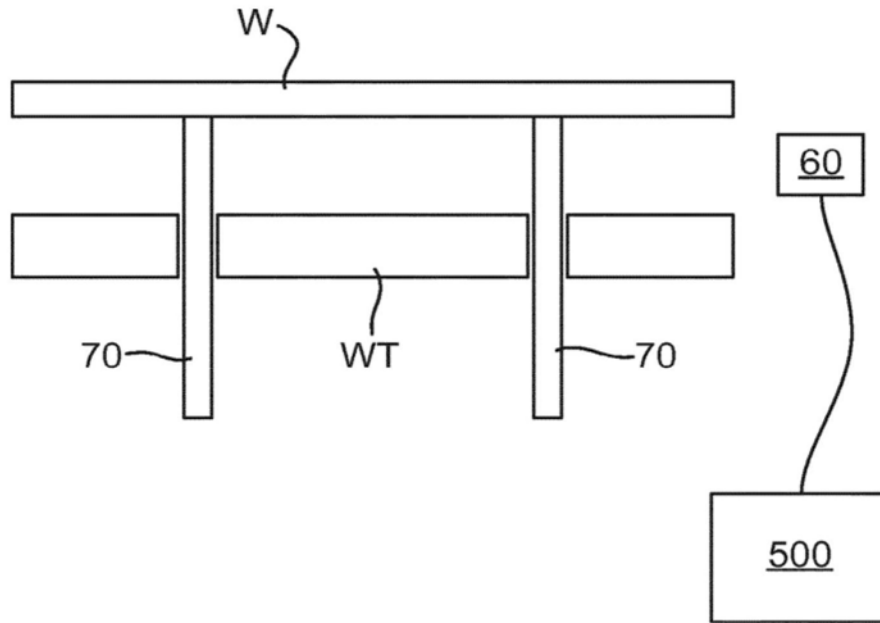


图12

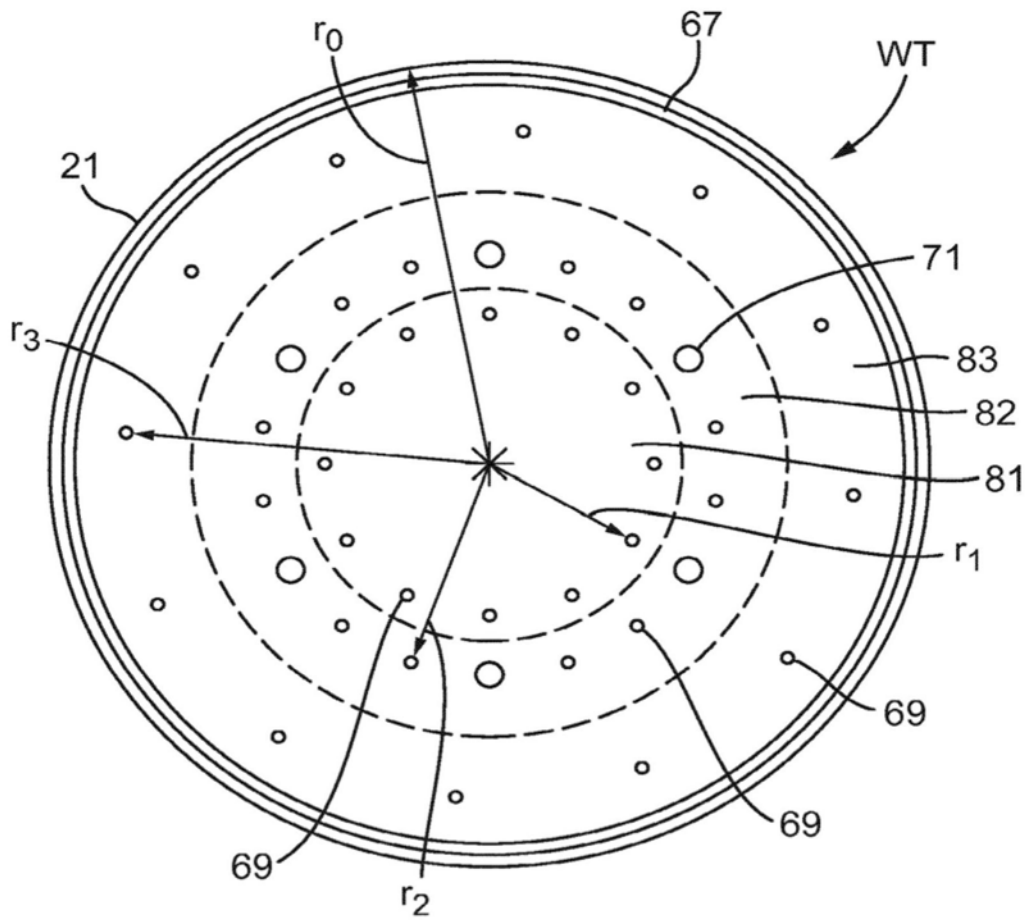


图13