

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102414781 B

(45) 授权公告日 2015.07.15

(21) 申请号 201080017871.4

H01J 37/317(2006.01)

(22) 申请日 2010.02.22

G03B 27/58(2006.01)

(30) 优先权数据

61/154,411 2009.02.22 US

61/306,199 2010.02.19 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011.10.24

(56) 对比文件

WO 2009/011574 A1, 2009.01.22, 说明书第1页第3-26行、第8页第9行-第16页第24行及附图1-9.

US 7105463 B2, 2006.09.12, 说明书第3栏第9行-第6栏第30行以及附图1-8.

US 5088006 A, 1992.02.11, 全文.

WO 2009/011574 A1, 2009.01.22, 说明书第1页第3-26行、第8页第9行-第16页第24行及附图1-9.

US 2005/0259236 A1, 2005.11.24, 全文.

审查员 张思秘

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2010/052217 2010.02.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/094800 EN 2010.08.26

(73) 专利权人 迈普尔平版印刷 IP 有限公司

地址 荷兰代夫特

(72) 发明人 H. J. 德琼

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 陈尧剑

(51) Int. Cl.

H01L 21/00(2006.01)

G03F 7/00(2006.01)

H01L 21/67(2006.01)

G03F 7/20(2006.01)

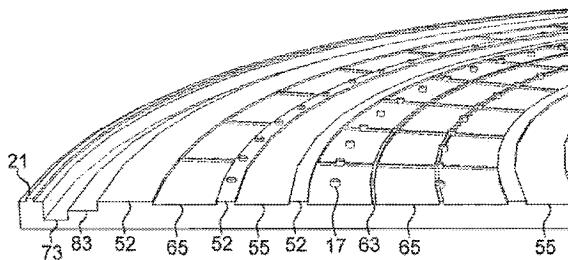
权利要求书3页 说明书13页 附图11页

(54) 发明名称

基板支撑结构、箱制准备单元及微影系统

(57) 摘要

一种基板支撑结构(13)，其用于通过由液体箱制层(11)所产生的毛细作用力来箱制基板(12)，液体箱制层(11)具有低于其周围环境的压力。该基板支撑结构包括设置有用于保持基板的多个基板支撑元件(17)的表面(16)，且该表面进一步包含具有不同毛细势的部分(51、52、83)，以在箱制期间引发该液体箱制层内的预定毛细流。



1. 一种基板支撑结构 (13), 用于通过液体箝制层 (11) 所产生的毛细作用力来箝制基板 (12), 所述液体箝制层 (11) 具有低于其周围环境的压力, 所述基板支撑结构包括表面 (16), 所述表面 (16) 设置有用于保持所述基板的多个基板支撑元件 (17), 所述表面进一步包括具有不同毛细势的部分 (51、52、83), 用于在箝制期间在所述液体箝制层内引发预定毛细流, 以补充所述基板支撑结构的所述表面具有较高毛细势的部分内蒸发的液体。

2. 如权利要求 1 所述的基板支撑结构, 其中具有不同毛细势的所述部分进一步在箝制期间在沿所述液体箝制层的外围的一个或多个预定位置处引发形成牺牲间隙。

3. 如权利要求 1 所述的基板支撑结构, 其中所述表面在所述基板支撑结构表面的周边的一个或多个预定位置处包括具有较低毛细势的部分, 而所述周边的大部分具有较高毛细势。

4. 如权利要求 3 所述的基板支撑结构, 其中位置的数目被限制为等于一。

5. 如权利要求 3 所述的基板支撑结构, 其中具有较低毛细势的表面部分的至少一部分呈通道形式。

6. 如权利要求 5 所述的基板支撑结构, 其中所述通道被布置成引发从所述通道至所述液体箝制层的外围的毛细流。

7. 如权利要求 5 所述的基板支撑结构, 其中所述基板支撑元件被布置成具有相互节距的规则图案, 且其中所述通道宽度小于所述相互节距。

8. 如权利要求 5 所述的基板支撑结构, 其中所述通道包括弯曲部分。

9. 如权利要求 8 所述的基板支撑结构, 其中所述通道的至少一部分呈螺旋形式。

10. 如权利要求 8 所述的基板支撑结构, 其中所述通道的至少一部分具有蜿蜒形式。

11. 如权利要求 1-5 中任一项所述的基板支撑结构, 其中具有较低毛细势的表面部分是具有较低高度水平的表面部分, 具有较低高度水平的表面部分的至少一部分呈一个或多个通道的形式。

12. 如权利要求 11 所述的基板支撑结构, 其中所述一个或多个通道包括弯曲部分。

13. 如权利要求 12 所述的基板支撑结构, 其中所述一个或多个通道的至少一部分呈螺旋形式。

14. 如权利要求 12 所述的基板支撑结构, 其中所述一个或多个通道的至少一部分具有蜿蜒形式。

15. 如权利要求 11 所述的基板支撑结构, 其中所述一个或多个通道所覆盖的表面积小于所述基板支撑结构的表面的 25%。

16. 如权利要求 15 所述的基板支撑结构, 其中所述一个或多个通道的表面区域均匀遍布在所述基板支撑结构的表面上。

17. 如权利要求 1-5 中任一项所述的基板支撑结构, 其中具有最低毛细势的表面部分设置在所述表面的周边处。

18. 如权利要求 17 所述的基板支撑结构, 其中在所述基板支撑元件的顶表面与具有最低毛细势的表面部分的高度水平之间的高度差等于在具有较低毛细势的表面部分上所设置的所述基板支撑元件的高度的两倍, 其中具有最低毛细势的所述表面部分围绕所述表面的其余部分, 具有较低毛细势的所述表面部分在所述表面的所述其余部分内。

19. 如权利要求 1 所述的基板支撑结构, 其中具有最低毛细势的表面部分是具有最

低高度水平的表面部分，具有较高毛细势的的表面部分是具有较高高度水平的表面部分，具有最低高度水平的表面部分设置在具有较高高度水平的表面部分的外周。

20. 如权利要求 1-5 中任一项所述的基板支撑结构，其中所述表面设置有用于形成多个隔室的升高结构。

21. 如权利要求 20 所述的基板支撑结构，其中所述升高结构的高度小于所述基板支撑元件的高度。

22. 如权利要求 21 所述的基板支撑结构，其中所述升高结构与所述基板支撑元件之间的高度差为至少 1.5 微米。

23. 如权利要求 1-5 中任一项所述的基板支撑结构，其中具有不同毛细势的所述部分 (51、52、83) 具有不同高度水平以提供毛细势差。

24. 如权利要求 1 至 5 中任一项所述的基板支撑结构，其中具有不同毛细势的所述部分 (51、52、83) 对所述箝制液体的亲和力不同以提供毛细势差。

25. 如权利要求 24 所述的基板支撑结构，其中具有不同毛细势的所述部分 (51、52、83) 具有不同表面处理、表面材料或表面涂层以提供毛细势差。

26. 如权利要求 1-5 中任一项所述的基板支撑结构，其中所述基板支撑结构进一步包括液体移除系统以用于移除所述表面的外周的液体。

27. 如权利要求 26 所述的基板支撑结构，其中所述液体移除系统包括气体分配系统。

28. 如权利要求 27 所述的基板支撑结构，其中所述气体分配系统包括用于提供气体的至少一个进气口，和用于移除气体的至少一个出气口。

29. 如权利要求 28 所述的基板支撑结构，其中所述气体分配系统在相对于彼此的等距离位置上具有多个进气口和多个出气口。

30. 如权利要求 27 至 29 中任一项所述的基板支撑结构，其中所述基板支撑结构进一步包括围绕所述基板支撑结构表面的密封结构，使得由所述气体分配系统提供的气体能在所述基板支撑结构的表面和所述密封结构之间流动。

31. 如权利要求 30 所述的基板支撑结构，其中所述密封结构的高度水平对应于所述多个基板支撑元件的高度水平。

32. 如权利要求 30 所述的基板支撑结构，其中所述基板支撑元件被布置成具有相互节距的规则图案，且所述密封结构与最近的所述基板支撑元件之间的距离超过所述节距。

33. 如权利要求 1-5 中任一项所述的基板支撑结构，其中所述液体箝制层中使用的液体包括水。

34. 如权利要求 1-5 中任一项所述的基板支撑结构，其中所述基板支撑元件呈粒结形式。

35. 一种箝制准备单元，包括：

外壳，用于提供受控压力环境；

至少一个装载端口，用于分别将基板装载至所述外壳中和从所述外壳卸载基板；

基板转移单元，用于在所述外壳内移动所述基板；和

如权利要求 1-5 中任一项所述的基板支撑结构，且其中所述箝制准备单元进一步被配置成通过液体箝制层将基板箝制在所述基板支撑结构的表面上。

36. 如权利要求 35 所述的箝制准备单元，其中所述箝制准备单元进一步包括用于在所

述基板支撑结构表面上分配液体的液体分配器。

37. 一种包括微影装置的微影系统,所述微影装置包括:

辐射系统,用以提供图案化的辐射射束;

基板支撑结构,用以支撑基板;和

光学系统,用以将所述图案化的辐射射束投射至所述基板的目标部分上;

其中所述基板支撑结构是如权利要求 1-5 项中任一项所述的基板支撑结构。

38. 如权利要求 37 所述的微影系统,其中所述辐射射束由多个带电粒子子束形成。

39. 如权利要求 38 所述的微影系统,其中所述带电粒子子束为电子子束。

40. 一种包括箝制准备单元和微影系统的装置,

其中所述箝制准备单元包括:

外壳,用于提供受控压力环境;

至少一个装载端口,用于分别将基板装载至所述外壳中和从所述外壳卸载基板;和

基板转移单元,用于在所述外壳内移动所述基板;

其中所述箝制准备单元配置成接纳如权利要求 1-5 中任一项所述的基板支撑结构,且其中所述箝制准备单元进一步被配置成通过液体箝制层将基板箝制在所述基板支撑结构的表面上;

其中所述微影系统是如权利要求 37 至 39 中任一项所述的微影系统;

其中所述箝制准备单元配置成服务于所述微影系统。

41. 一种将基板箝制至基板支撑结构的方法,所述方法包括:

提供如权利要求 35 或 36 所述的箝制准备单元;

将液体施加于所述基板支撑结构(16) 的表面(16) 上以形成液体层;

将基板置放于所述液体层上;和

通过将过量液体从所述基板支撑结构移走,以在所述基板与所述基板支撑结构之间形成液体箝制层。

42. 一种基板,其包括被布置用于形成图案的第一表面侧、和第二表面侧,所述第二表面侧被布置用于通过液体箝制层(1) 所产生的毛细作用力被箝制至基板支撑结构,所述液体箝制层具有低于其周围环境的压力,其中所述第二表面侧包括具有不同毛细势的部分,用于在箝制期间引发所述液体箝制层内的预定毛细流。

## 基板支撑结构、箝制准备单元及微影系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于将基板箝制在其表面上的基板支撑结构、一种配置成用于基板支撑结构的箝制准备单元、一种包括这种基板支撑结构的微影 (lithography) 系统，及一种包括箝制准备单元及多个这种微影装置的装置。

### 背景技术

[0002] 在半导体工业中且具体而言在微影系统中，将基板（例如晶圆）箝制在基板支撑结构（例如晶圆台）的表面上是众所周知的。在这种微影系统中，通过暴露于入射光子或带电粒子（诸如离子或电子）而使所箝制基板形成图案。箝制使得能实现基板表面的目标部分形成高精确度图案。

[0003] 一种箝制方法是通过吸走基板与基板支撑结构之间的空气，亦即通过在其间产生真空。然而，若要在真空环境中处理所箝制基板，则此方法将会失效。存在用于在真空环境中箝制基板的各种其他解决方法，例如借助于电动机械箝制。然而，此种解决方法并不适合用于带电粒子微影，因为用于箝制的电场对带电粒子束有不良影响。

[0004] 在微影系统中，将基板箝制至基板支撑结构应不仅使得基板在曝光期间维持其相对于基板支撑结构的位置。基板与基板支撑结构之间的热接触亦应使得基板上由辐射引起的热负荷被有效移除，从而热收缩及膨胀保持在规格内。可通过基板支撑结构内的散热装置执行此热移除，例如通过使用与基板支撑结构表面热接触的吸热材料的相变，如申请人提交的国际申请案 WO2008/013443 中所述。

[0005] 一般用于静电箝制应用以保持基板的基板支撑结构的表面典型设置有多个称为粒结 (burl) 的凸起。基板与这些粒结之间的接触面积有限。因此，尤其如果需要迅速将热转移至散热装置，则热自基板向散热装置的传递可为限制因素。

[0006] 本申请人申请的国际申请案 WO2009/011574 描述一种微影系统，其具有通过液体层来箝制基板的基板支撑结构。液体层被布置成引起毛细作用力，使得基板被箝制在基板支撑结构的表面上。液体一方面对基板表面的粘附且另一方面对基板支撑结构的粘附产生在周边延伸的液体表面，其在该两个表面之间凹入地延伸。如此形成的凹入液体表面倾向于维持其形状，即使在施加力以从基板支撑结构表面移除基板的时候。

[0007] 液体层可进一步用于达成增强基板与基板支撑结构表面之间的热接触之目的。该增强的热接触可使基板能够经受住较高热负荷，而不会过度收缩或膨胀。此在诸如微影系统希望实现较高产量（亦即按每小时之晶圆数计）的应用中特别重要。在该等应用中，晶圆经受相对高之能量负荷，该等能量负荷通常在基板上转化成较高热负荷。

[0008] 然而，如 WO2009/011574 中所述的使用液体箝制层的基板箝制机制例如由于蒸发和 / 或凝结过程而将仅在有限时段中存在。对于许多应用需要较长箝制时段。

### 发明内容

[0009] 本发明的一个目的是提供一种用于箝制基板之方式，其解决了先前方法中所遇到

的问题。为此，本发明提供一种基板支撑结构，其用于通过由具有低于其周围环境的压力的液体箝制层产生的毛细作用力箝制基板，该基板支撑结构包括设置有用于保持基板的多个基板支撑元件的表面，该表面进一步包含具有不同毛细势 (capillary potential) 的部分以用于在箝制期间引发液体箝制层内的预定毛细流。

[0010] 具有不同毛细势的部分可进一步在箝制期间在沿液体箝制层的周边的一个或多个预定位置处引发形成牺牲间隙。基板支撑结构的表面可在基板支撑结构表面的周边上的一个或多个预定位置上包含毛细势较低的部分，而周边的大部分具有较高毛细势。具有较低毛细势的表面部分的至少一部分可呈通道形式，且该通道可被布置以引发从通道至液体箝制层的周边的毛细流。

[0011] 基板支撑元件可以被布置成具有相互节距的规则图案，其中通道宽度小于相互节距。通道可包含弯曲部分，该通道的至少一部分可呈螺旋和 / 或蜿蜒形式。具有较高高度水平的表面部分的至少一部分可呈一个或多个可包含弯曲部分的通道形式，且通道的至少一部分可呈螺旋或蜿蜒形式。该一个或多个通道所覆盖的表面积可小于基板支撑结构表面的 25%，且可均匀遍布在基板支撑结构表面上。

[0012] 基板支撑结构的具有最低毛细势的表面部分可设置于表面的周界处，且具有最低高度水平的表面部分可设置于具有较高高度水平的表面部分的外周处。表面可设置有用于形成多个隔室的升高结构，且升高结构的高度可小于基板支撑元件的高度。

[0013] 具有不同毛细势的部分可具有不同高度水平以提供毛细势差。具有不同毛细势的部分对箝制液体的亲和力可不同以提供毛细势差，且可具有不同表面处理、表面材料或表面涂层以提供毛细势差。

[0014] 在另一方面，本发明提供一种基板支撑结构，其借助于由液体箝制层施加的毛细作用力来箝制基板，该基板支撑结构包括表面，该表面设置有用于保持基板的多个基板支撑元件和用于形成多个隔室的升高结构。升高结构的高度可小于基板支撑元件的高度。

[0015] 基板支撑结构可进一步包括用于移除表面外周的液体的液体移除系统，且该液体移除系统包含气体分配系统。气体分配系统可包含用于提供气体的至少一个进气口和用于移除气体的至少一个出气口，且可具有在相对彼此的等距离位置上的多个进气口及多个出气口。基板支撑结构可进一步包括围绕基板支撑结构表面的密封结构，使得由气体分配系统提供的气体可在基板支撑结构表面与密封结构之间流动。密封结构可具有与多个基板支撑元件的高度水平对应的高度水平。基板支撑元件可被布置成具有相互节距的规则图案，且密封结构与最近的基板支撑元件之间的距离超过该节距。

[0016] 用于基板支撑结构的液体层中的液体可包括水，且基板支撑元件呈粒结形式。

[0017] 在另一方面，本发明包含一种箝制准备单元，该单元包含：用于提供受控压力环境的外壳、用于分别将基板装载至外壳中且从外壳卸载基板的至少一个装载端口、和用于在外壳内移动基板的基板转移单元，其中箝制准备单元配置成接纳如前述权利要求中任一项所述的基板支撑结构，且其中箝制准备单元被配置成通过液体箝制层将基板箝制在基板支撑结构的基板支撑表面上。箝制准备单元可进一步包括用于在基板支撑结构表面上分配液体的液体分配器。

[0018] 在另一方面，本发明涉及一种包括微影装置的微影系统，该装置包含：用以提供图案化辐射射束的辐射系统、用以支撑基板的基板支撑结构、和用以将图案化辐射射束投射

至基板的目标部分上的光学系统，其中该基板支撑结构呈如上所述的形式。辐射束可由多个带电粒子子束 (beamlet) 形成，且可为电子子束。

[0019] 在另一方面，本发明涉及一种装置，其包括如上所述的箝制准备单元和微影系统，且其中该箝制准备单元配置成服务于该微影系统。

[0020] 在另一方面，本发明涉及一种将基板箝制至基板支撑结构的方法，该方法包含：提供如上所述的箝制准备单元；将液体施加于基板支撑结构的表面上以形成液体层；将基板置放于液体层上；和通过将过量液体从基板支撑结构移走而在基板和基板支撑结构之间形成箝制层。

[0021] 在另一方面，本发明涉及一种基板，该基板包括被布置以用于形成图案的第一表面侧，和第二表面侧，其被布置以通过液体箝制层所产生的毛细作用力来被箝制至基板支撑结构，液体箝制层具有低于周围环境的压力，其中第二表面侧包括具有不同毛细势的部分，用于在箝制期间引发液体箝制层内的预定毛细流。

[0022] 显然本发明的原理可以多种方式实施。

## 附图说明

- [0023] 将参考图示中所示实施例进一步解释本发明的各个方面，其中：
- [0024] 图 1 为示意性示出两个实质上平坦结构之间的箝制层的剖视图；
- [0025] 图 2A 为适合于通过箝制层来箝制基板的基板支撑结构的剖视图；
- [0026] 图 2B 为图 2A 的基板支撑结构的俯视图；
- [0027] 图 3 为示意性示出沿箝制层的外表面的蒸发过程的剖视图；
- [0028] 图 4 和 5A 示意性说明基板剥离的概念；
- [0029] 图 5B 示意性说明本发明的实施例的概念；
- [0030] 图 6 为根据本发明的实施例的基板支撑结构的剖视图；
- [0031] 图 7A-7C 为图 6 的基板支撑结构的俯视图，进一步示意性示出再箝制概念；
- [0032] 图 8A 为根据本发明的另一实施例的基板支撑结构的俯视图；
- [0033] 图 8B 为具有箝制层的图 8A 的基板支撑结构的俯视图；
- [0034] 图 9 为根据本发明的另一实施例的基板支撑结构的俯视图；
- [0035] 图 10A、10B 示意性示出由于形成真空而导致空隙形成及 / 或空化的概念；
- [0036] 图 11 示意性示出根据本发明的实施例的空隙包围物的概念；
- [0037] 图 12 为根据本发明的另一实施例的基板支撑结构的俯视图；
- [0038] 图 13A 示意性示出蒸气朝外部环境散发的概念；
- [0039] 图 13B 示意性示出相较于图 13A，基板支撑元件的替代性置放的效果；
- [0040] 图 14A 示意性示出使用液体箝制层的基板支撑结构中的凝结；
- [0041] 图 14B 示意性示出根据本发明的另一实施例的基板支撑结构；
- [0042] 图 15A 为根据本发明的另一实施例的基板支撑结构的俯视图；
- [0043] 图 15B 为图 15A 的基板支撑结构的一部分的横截面图；
- [0044] 图 15C 为图 15A 的结构的一部分的透视图；
- [0045] 图 16 示意性示出可与基板支撑结构的实施例结合使用的基板操纵和曝光配置；
- [0046] 图 17 示意性示出包括承载闭锁室的另一基板操纵和曝光配置；

[0047] 图 18 示出图 17 基板操纵和曝光配置的更多细节 ; 及

[0048] 图 19 示意性示出可与基板支撑结构的实施例结合使用的不同基板操纵和曝光配置。

## 具体实施方式

[0049] 以下为本发明的各个实施例的描述, 其仅通过实施例且参考附图来给出。

[0050] 图 1 为示意性示出在第一基板 2( 例如晶圆 ) 与第二基板 3( 例如基板支撑结构, 如晶圆台 ) 之间的液体层 1 的剖视图。适用于与微影处理相关的应用的一种液体为水。包含通过液体层 1( 下面称为箝制层 ) 以如图 1 中所示的方式箝制在一起的第一基板 2 和第二基板 3 的配置在下文中将称为 “ 箝制 ” 。

[0051] 因为箝制层的厚度一般很小, 且在这种情况下毛细作用力是重要的, 所以箝制层亦可称为毛细层。第一及第二基板 2、3 分别具有实质上平坦的表面 5、6。在第一及第二基板 2、3 的相对表面 5、6 之间的标称距离由高度 h 给出。箝制层 1 具有外液体表面 8, 亦称为弯液面, 其由于液体粘性连接至第一基板 2 和第二基板 3 而为大体凹入状。在将水用作箝制液体的情况下, 由水分子之偶极排列而产生的范德华 (Van der Waals) 力引起分子彼此粘附 ( 表面张力 ) 及粘附至其他表面 ( 粘附 ) 。

[0052] 外液体表面 8 的凹度 ( 亦称为弯液面曲率 ) 取决于外液体表面 8 与第一基板 2 的表面 5 之间的接触角, 且取决于外液体表面 8 与第二基板 3 的表面 6 之间的接触角。各自接触角取决于用于箝制层 1 中的液体以及两个基板 2、3 的材料性质。此外, 弯液面曲率提供跨越外液体表面 8 的压力差。弯液面曲率愈高 ( 亦即外表面更凹 ), 压力差愈高。关于箝制层将两个具有实质上平坦相对表面的结构保持在一起的更多细节提供于国际专利申请案 WO2009/011574( 其以全文引用方式并入本文 ) 。

[0053] 图 2A 及 2B 示意性示出适于以如参考图 1 所述的方式通过箝制层 11 簈制基板 12 的基板支撑结构 13 的剖视图及俯视图。基板支撑结构 13 包含表面 16, 该表面 16 具有多个基板支撑元件 17 。

[0054] 基板支撑元件 17 被布置以限定和维持第一基板 2 与第二基板 3 之间的距离。它们可呈如图 2A、2B 所示之粒结形式。额外或替代性地, 多个间隔物 ( 例如玻璃颗粒、SiO<sub>2</sub> 颗粒或其类似物 ) 可均匀散布在表面 16 上, 用作基板支撑元件。

[0055] 基板支撑元件 17 可被布置以减少由箝制层 11 施加的箝制力所引起的第一基板 2 的变形。它们的存在可例如防止发生基板弯曲。此外, 基板支撑元件 17 的存在可减少粒子对基板 12 的背面 15 的污染的影响。

[0056] 基板支撑元件 17 的节距 (pitch) 可基于由箝制层的箝制力引起的最大基板偏转的要求设定。每个基板支撑元件 17 的接触表面使得足以在受到所施加的箝制压力时经受住变形和 / 或破坏。优选地, 接触元件的边缘为圆形, 以减少例如在清洁操作期间粒子污染的可能性。具有圆形接触区域的粒结直径的典型值将在 10–500 微米范围内, 例如为 200 微米。多个粒结的节距的典型值将在 1–5mm 范围内, 例如为 3mm 。

[0057] 基板支撑元件 17 的标称高度确定基板 12 与基板支撑结构 13 的表面 16 之间的距离。此外, 该标称高度对可获得的箝制压力有影响。基板支撑元件 17 的标称高度的选择大体上将为在所需箝制压力与由粒子造成的变形的合理风险之间的取舍。

[0058] 较低高度大体上会增加可获得的箝制压力。较高箝制压力大体会提高箝制稳定性。另外，较低标称高度会减小箝制层的厚度，且因此改进基板 12 与基板支撑结构 13 之间的热转移。

[0059] 另一方面，虽然真空系统中并不存在许多漂移粒子，但其出现在基板支撑结构表面上时可引起严重局部不稳定性，尤其在粒子尺寸超过基板支撑元件 17 的标称高度时。因此，较高高度减少了遭遇此种负面影响的机会。

[0060] 可进行变化以获得所需箝制压力的其他参数包括：基板 12 的材料性质、基板支撑结构 13 的表面 16 的材料性质、表面 16 的表面积、基板支撑元件 17 的形状和数目、基板支撑元件的节距、及用以形成箝制层 11 的液体的类型。作为一种特定措施，基板 12 和基板支撑结构 13 的接触表面中的一个或两个可经表面处理，或涂有用于影响形成箝制层 11 的液体与相关接触表面之间的接触角的材料。

[0061] 基板支撑结构 13 的表面 16 可被槽沟 19 或类似结构围绕。槽沟 19 可用于建立箝制的过程中。出于此目的，槽沟 19 可连接至液体调节系统及 / 或气体调节系统。在建立箝制的过程中，可经由槽沟 19 来执行一个或多个动作，包括供应箝制液体、移除过量液体及分配干燥气体。气体分配动作优选包括沿基板支撑结构表面的外表面的周围分配干燥气体以使得能够进一步移除过量箝制液体，以便能够形成箝制。用于气体分布动作之适合干燥气体包括氮气及惰性气体，如氩气。

[0062] 液体调节系统可配置成供应液体至基板支撑结构表面，和 / 或在将基板置放于液体层顶部之后，移除基板下方的液体以使得能够形成箝制层。关于通过利用如图 2A、2B 中所描绘的槽沟，使用外部液体供应及液体移除系统来形成箝制层的更多细节详细系描述于美国临时专利申请案第 61/154,411 号中，其内容以全文引用方式并入本文中。

[0063] 槽沟 19 又可由密封结构 21 围绕。当存在于周围环境（例如真空室）中时，密封结构 21 可限制源自箝制层 11 的蒸气泄漏。优选地，密封结构 21 的顶面具有在高度上对应于多个基板支撑元件 17 的标称高度的高度水平。这种配置增加防止蒸气泄漏的效率，蒸气泄漏在真空环境中尤其成问题。

[0064] 密封结构 21 可包含一个或多个弹性可变形元件，如 O 型环（例如由氟橡胶或橡胶制成）。这种 O 型环可插入基板支撑结构 13 的具有减小高度的一部分中，使得 O 型环的顶面被设置成上文所提及的高度水平。O 型环在径向侧面（例如面向基板支撑结构 13 的中心的径向侧面）可具有切口，使得 O 型环在无需过度用力下即可在基板支撑结构 13 与基板 12 之间被压缩，但足以限制蒸气泄漏。可选地，如图 2A 中，密封结构 21 可包含蒸气限制环状结构。限制蒸气环状结构封闭面向箝制液体表面的外周开口。

[0065] 如前所提及，槽沟 19 可例如经由一个或多个进气口 23 和一个或多个出气口 25 与气体分配系统接触。若存在密封结构 21，则可在具有液体层的基板支撑结构表面 16 与密封结构 21 之间建立气体流动，因此形成如图 2B 中由虚线箭头所示的通道流动。

[0066] 可沿槽沟 21 以对称方式提供一个或多个进气口 23 和一个或多个出气口 25。在图 2B 的实施例中，存在两个进气口 23 及两个出气口 25。进气口 23 及出气口 25 的定位方式可使得通过连接两个进气口 23 形成的第一虚拟线 27 与通过连接两个出气口 25 形成的第二虚拟线 29 实质上彼此垂直。

[0067] 在大部分图中，未提及槽沟 19 和 / 或密封结构 21 或该等组件的任何等效结构。必

须了解,虽然未明确示出,但这些图中的箝制物亦包括用以抑制蒸气从箝制层蒸发的构件。箝制层的外表面与真空环境之间的直接接触将严重限制箝制物的使用寿命。

[0068] 图3为示意性示出在通过液体箝制层1执行的箝制动作期间会发生的蒸发过程的剖视图。在液体层界面处的蒸发(亦即在凹形液体表面处的蒸发)对箝制稳定性具有负面影响。由于蒸发,外液体表面8的位置可偏移向新位置而形成外液体表面8'。作为此偏移的结果,由液体箝制层1覆盖的表面积减少,且因此用以将基板2与3箝制在一起的表面积减少。结果,箝制稳定性降低。若被箝制层1覆盖的表面积变得过低,则箝制可破裂,且基板2和3不再保持在一起。

[0069] 当检查箝制失效的起因时,发明人识别出诱发箝制破裂的主要机制中一个是由基板剥离的机制。图4示意性说明基板剥离的概念。不希望受理论束缚,相信由于沿液体箝制层11的外表面的蒸发的不可避免的差异,在具有较高蒸发的位置处,基板12的边缘开始自基板支撑结构13抬起。图4中箭头41示意性表示该抬起运动。由于剥离,蒸气可更容易地从液体箝制层11漏出。另外,液体箝制层11的外液体表面18的表面积增加,引起蒸发速率增加。此外,局部剥离引起箝制层11从发生剥离的区域偏移走。此偏移会引起进一步松开箝制(unclamping)。因此,局部剥离可显著限制箝制物的使用寿命。

[0070] 如前所提及,希望延长箝制物的平均使用寿命,尤其在用于微影相关应用时。意外地,可通过引入基板支撑结构的具有不同毛细势的部分来实现此使用寿命的延长。毛细势可定义为通过毛细作用压力吸引液体的潜能。具有高毛细势的表面部分对箝制液体有吸引力,而具有较低毛细势的表面部分吸引力较小。此特征可用于使箝制液体在预定方向上产生流动,以确保在关键位置处蒸发的液体得以补充。

[0071] 具体而言,本发明人发现具有包括不同毛细势的多个部分的表面的基板支撑结构可导致箝制的平均持续时段更长。不同表面部分应被布置,使得在箝制层内建立可预测的毛细流。可通过在箝制层内液体从具有低毛细势的地点至具有较高毛细势的地点(尤其在外表面处具有高蒸发速率的地点)的运动来诱发毛细流。基于特定情况,可通过适当配置基板支撑结构的表面上的不同表面部分以可预测方式来引导毛细流。

[0072] 可以若干方式来影响表面部分的毛细势。贯穿此说明书,将参照使用不同高度水平来描述本发明的实施例。使用不同高度水平为一种获得具有不同毛细势的部分的稳固方式。具有较低高度水平的表面部分将在基板与表面部分之间容纳相对厚的箝制液体层。相较于具有较高高度水平及相对薄的箝制液体层的表面部分,该表面部分的毛细势将相对低。

[0073] 达成表面部分的不同毛细势的其他方式包括(但不限于)表面处理、针对每个表面部分选择不同材料、及在表面部分上提供一个或多个涂层。在水之情况下,举例而言,表面部分可被制作成实质上亲水性的,或表面部分可被制作成实质上疏水性的,或两种技术可组合。施加于表面的水就将被吸引至亲水性较大的表面部分。

[0074] 图5A示出基板剥离的概念。在此情况下,基板在右手侧抬起,这扩大箝制层11在此位置的外表面。由于基板12抬起,更多蒸气将漏进靠近基板抬起区域的周围真空系统中。为补偿蒸气损失,箝制液体的蒸发增加。此外,基板抬起会引起靠近基板12抬起区域的外表面22的拉伸。此拉伸引起弯液面曲率减小,亦即外表面凹入较少。如前所述,外表面凹入较少对应于跨越表面的较小压力差。因为蒸气压力沿外表面保持大约相同,所以在

箝制层 11 内产生压力差。图 5A 中,右侧外表面处箝制层内的压力将高于左侧外表面处箝制层内的压力。或换言之,左侧外表面处的毛细势高于右侧外表面处的毛细势,因此,诱发箝制层内自右向左之毛细流,其由白色箭头示意表示。此毛细流可使左侧的外表面 18 保持其原始位置。可选地,若左侧外表面已回缩形成外表面 18',则毛细流可允许该外表面返回至其原始位置。回缩及返回动作由双箭头示意表示。在图 5A 中箝制物之右手侧,毛细流引起箝制层 11 的外表面 22 回缩,如箭头示意表示。由于基板 12 下方的液体的移除,由箝制层 11 覆盖的区域减少。在右手侧缺乏箝制力可引起基板 12 的边缘进一步抬起,此可导致箝制进一步退化,且最终可引起箝制失效。

[0075] 图 5B 示意性示出本发明的若干实施例中使用的概念。发明人认识到通过形成基板支撑结构 13 可诱发类似之弯液面曲率差,该基板支撑结构 13 的表面包含具有不同高度水平的部分。图 5B 中,元件 45 表示基板支撑结构一部分表面,其相较于表面的其余部分具有升高的高度水平。

[0076] 在平衡状态中,左手侧及右手侧上的弯液面具有实质上相同的曲率。由于蒸发,两侧上的外表面 18 可稍微后退。如轻易可见,在由元件 45 覆盖的区域内的位置处基板 12 与基板支撑结构 13 之间的液体箝制层 11 的高度小于在未由元件 45 覆盖之位置处液体箝制层 11 的高度。在左手侧外表面 18 的回缩将引起弯液面高度减小及其曲率增加。在右手侧,外表面回缩对弯液面尺寸及形状无显著影响。因此,以与参看图 5A 所论述类似的方式诱发毛细流(由白色箭头表示)。毛细流允许在左手侧箝制层的周界处补充液体,使得外表面 18 返回其位置,而右手侧的外表面自位置 22 后退至更向内的位置。

[0077] 图 6 为根据本发明的实施例的用于支撑基板 12 的基板支撑结构 13 的剖视图。图 6 的基板支撑结构 13 包含周边边缘 41。周边边缘 41 提供基板支撑结构 13 与基板 12 之间的较小距离。基板支撑结构 13 与基板 12 之间的标称距离(图 1 中称为高度 h)典型地为约 3-10 微米。周边边缘 41 与基板 12 之间的距离典型地处于 500nm 至 1.5 微米范围内。优选地,周边边缘 41 的高度比设置于基板支撑结构 13 的表面 16 上的接触元件的标称高度小不足 1 微米。

[0078] 不希望受理论束缚,相信周边边缘 41 以参照图 7A-7C 所描述的方式来限制基板剥离,图 7A-7C 示出具有箝制层的基板支撑件的俯视图。虽已参照图 6 论述周边边缘 41 的存在,但此种周边边缘 41 的使用并不局限于此实施例。

[0079] 首先,当液体自外表面 8 蒸发时,外表面 8 将后退至周边边缘 41 与基板 12 之间的小间隙。由于蒸发不均匀,外表面 8 可能如图 7A 中示意示出局部更向内后退。周边边缘 41 与基板 12 之间的较小间隙上的压力差比主要箝制区域中的压力差大得多,例如分别约 1 巴(bar)对约 200 毫巴。换言之,周边边缘 41 处的毛细势高于主要箝制区域中的毛细势。当外表面 8 由于蒸发而达到周边边缘 41 的内侧表面时,该表面遭遇基板 12 与基板支撑结构 13 之间的较大距离。此区域中的较低压力差引起少量液体流入周边边缘 41 与基板 12 之间的间隙中,如图 7B 中示意性示出。该流动将继续,直至周边边缘 41 与基板 12 之间的间隙如图 7C 中所示完全填满。在主要箝制区域中将留下空隙。该空隙完全被液体层包围。实际上,由于蒸发而损失的毛细作用箝制区域向内移动。外部毛细表面保持在相同位置。因此,基板边缘不易剥离且将箝制物使用寿命延长。

[0080] 图 8A 示意性示出根据本发明的一实施例的基板支撑结构的表面 16 的俯视图。为

求清晰,可能存在的一些其他结构(例如其他图中所示的槽沟及/或密封结构)未示出于图8A中。在此实施例中,表面包含具有两个不同高度水平的部分。具有第一高度水平的表面部分由阴影线区域表示(自左上至右下方向的阴影线),下文称为第一部分51。具有第二高度水平的表面部分由非阴影区域表示,下文称为第二部分52。

[0081] 第一部分51的高度水平低于第二部分52的高度水平。若在基板支撑结构表面16的顶部上形成液体箝制层,则第二部分52的顶部上的液体箝制层的厚度将小于其在第一部分51的顶部上的厚度,例如分别为2-4微米、优选3微米相对于3-10微米、优选5微米。

[0082] 图8B示意性示出由箝制液体层(由自左下至右上的阴影线的阴影轮廓示意性表示)覆盖的图8A的基板支撑结构表面16的俯视图。为求清晰未示出基板。液体箝制层的外表面主要接触基板支撑结构表面16的具有较高高度水平的部分,亦即第二部分52。然而,在单个位置,亦即由附图标记54表示的位置,外表面接触表面16的具有较低高度水平之部分,亦即第一部分51。如参看图5B所解释,外表面之回缩将集中于此间隙位置,其又称为牺牲间隙。

[0083] 图8B中,外表面在大的黑色箭头方向上回缩。如参看图5A、5B所解释,诱发箝制层内的毛细流(图8B中由白色箭头示意示出)。毛细流允许将液体供应至与第二部分52接触的液体箝制层的外表面,以便限制在与第二部分52接触的周界处箝制液体层的外表面由于蒸发之回缩(小黑色箭头)。

[0084] 第一部分51的高度水平与第二部分52的高度水平之间的高度差使得流动阻力可被毛细作用压力差克服。此外,为了避免在与第二部分52接触的箝制层的周界处外表面回缩,毛细流的流速可被布置成使得其可跟上箝制层的外表面处的箝制液体的蒸发速率。

[0085] 通过允许在特定预定位置(亦即与第一部分51接触的外表面位置)处外表面的回缩,且补偿箝制液体从外表面的其余部分(亦即与第二部分52接触的外表面位置)的蒸发,在箝制过程期间使液体箝制层的外表面的大部分保持原位。因此,可延长箝制物使用寿命。

[0086] 第一部分51和第二部分52的分布设计以及一个或多个牺牲间隙54的位置及数目可确定箝制物使用寿命可延长至什么程度。图8A、8B中所示的设计示出沿基板支撑结构表面的周界上具有较低高度水平的单个位置,亦即用于形成牺牲间隙的单个选择。为延长箝制层的外表面仅经由该单个牺牲间隙回缩的时间,第一部分51包含呈通道55形式的部分。优选地,该通道之宽度小于基板支撑元件(例如粒结)的节距。举例而言,若粒结节距为约3mm,则通道宽度可为约0.5-3mm,例如1.5mm。

[0087] 为了进一步延长箝制物使用寿命,通道可包含弯曲部分。在另一实施例中,通道可呈螺旋形式,此实例示意性示出于图9中。这种通道的长度可非常大。举例而言,在基板直径为300mm且液体箝制层内可允许的空隙面积为总面积的20%的情况下,通道宽度为1.5mm的通道可达到6000mm之长度。该长通道长度增加了在箝制层的外表面的特定预定位置处发生蒸发的时段。

[0088] 在图8A、8B的实施例中,通道从具有较低高度水平的沿周界的预定位置54延伸。预定位置54被定位,使得箝制层的外表面在最初建立时与通道接触。

[0089] 图9的实施例中的通道不始于基板支撑结构表面的周界,而是始于自周界稍微径向向内的位置。该位置允许液体箝制层稳定,使得其外表面亦位于距基板支撑结构表面的

周界的小径向距离处。因此,可减少边缘影响与凝结相关的影响,其将在下文论述。

[0090] 虽然图 8A、8B 描绘表面具有单个牺牲间隙的实施例,但允许形成多个牺牲间隙的基板支撑结构的表面设计是可能的。产生更多牺牲间隙(例如沿箝制层的外表面的外周彼此等距间隔的三个牺牲间隙)会减少回缩表面的位置与液体所供应的沿着箝制层的外表面位置之间的毛细流距离。因此,可减小诱发毛细流所需的驱动力,该毛细流用于再供应液体至位于第二部分 52 顶部的外表面,使得液体箝制层的外表面在这些位置处维持其位置。

[0091] 模型化表面包含两种不同高度水平的基板支撑结构的实验已示出:将具有与一个或多个通道有关的较低高度水平的表面部分的百分比限制于覆盖该液体箝制层的全部面积的小于 25%、优选小于 20% 的表面积是有益的。若一个或多个通道覆盖更多空间,则由使用具有不同高度水平的基板支撑结构所引起的改良的箝制效能可能降低。

[0092] 若在用以准备液体箝制层的箝制液体中具有预先存在的气泡,则将箝制物引入真空中环境中会引起这种气泡在箝制层内膨胀,如图 10A 及 10B 中示意性说明。若周围压力减小,例如自 1 巴减小至 20–40 毫巴(此值为箝制液体为水的情况下液体箝制层的外表面的周围环境中的蒸气压力的典型值),则如图 10A 中所示之初始小气泡 61 的尺寸可增大数个数量级,如图 10B 中所示。如轻易可见,具有图 10B 中的气泡 61 的尺寸的气泡可至少局部严重地影响箝制强度,且对箝制稳定性可具有负面影响。

[0093] 可导致箝制不稳定的另一机制为自发空隙形成,例如由液体空化或箝制层中的溶解气体析出所引起。若使箝制物进入真空中环境,则由空化形成的空隙可以如上文关于预先存在的气泡所论述类似方式增大。所产生的空隙对箝制稳定性可具有负面影响。

[0094] 基板支撑结构 13 的实施例(如图 2A 中所示者)可被设计使得空化效应减至最小。不希望受理论束缚,应了解空腔存在临界半径。若空腔半径大于此临界半径,则该空腔可大规模增大。通过设计一种基板支撑结构 13 使得能够形成具有小于此临界半径的最小尺寸(亦即厚度 h)的箝制层,可基本上限制空化。实验示出最大厚度 h 为约 3–10 微米的水箝制层似乎不经历空化。

[0095] 图 11 示意性说明可用于一些实施例中的空隙包围物(void enclosure)的概念。在这些实施例中,表面进一步设置有用于形成多个隔室的升高结构 63。若在准备箝制层期间存在小气泡 61,例如如图 10A 中所示之气泡,则替代如图 10B 中所示由于周围压力降低而膨胀为大空隙,气泡 61 的膨胀可被升高结构 63 限制。膨胀气泡的最大尺寸就由围住气泡的隔室的尺寸确定。另外,除限制气泡 61 的膨胀外,由升高结构 63 形成的隔室可被布置以约束气泡 61。防止气泡运动可改良箝制稳定性。在存在升高结构 63 的情况下,自发空隙形成和/或空化的影响可因此进一步降低,此可导致箝制的可靠性和稳定性提高。

[0096] 图 12 为根据本发明的另一实施例的基板支撑结构的俯视图。在此实施例中,正如图 9 中所示的实施例,具有较低高度水平的部分 51 的至少一部分呈螺旋状通道形式。与图 9 中所示的实施例对比,该螺旋形状使得具有较低高度水平的表面部分 51 均匀遍布在基板支撑结构表面 16 上。此外,表面 16 具有形成隔室 65 的升高结构以允许如参照图 11 所述的方式限制气泡。

[0097] 为了进一步限制从液体箝制层蒸发的蒸气释放至外部环境,例如真空室,多个基板支撑元件可在距基板支撑保持器表面 16 的周界的最小距离处间隔开。此措施可用于基板支撑结构的任何实施例。图 13A 示意性说明蒸气散发至外部环境之概念。从液体箝制层

蒸发的蒸气释放于槽沟 73 中。若蒸气压力超过某一临限值，则基板将稍微抬起（由向上箭头表示）使得蒸气“逃逸”向其周围环境，由箭头 71 示意性表示。

[0098] 尤其在真空环境下执行的微影应用中，希望保持蒸气散发至真空系统的程度最低。图 13B 示意说明在图 13A 的表面的外基板支撑元件被移除的情形。结果，自最后的基板支撑元件延伸的基板部分增加，此引起基板被拉至与密封结构 21 相抵的高度水平。因此，蒸气向外部环境的释放将减少，此由实质上小于图 13A 中的箭头 71 的箭头 75 示意性表示。

[0099] 图 14A 示意描绘由使用液体箝制层的基板支撑结构中的凝结所引起的效应。当蒸气冷却至其露点时，发生凝结。露点取决于如温度、体积及压力的参数。若基板 12 的温度充分地低于蒸气温度，则沿围绕外箝制表面 18 的槽沟的区域 19 中所存在的蒸气可凝结在基板 12 上。由此形成的凝结小液滴 81 可沿基板表面移动，如虚线箭头示意性描绘。若凝结小液滴 81 移向箝制层 11 的外表面 18，则小液滴 81 可被箝制层 11 吸收，此将导致箝制层内液体含量增加。正如关于蒸发所论述，增加之液体将同样分散于整个箝制层中。

[0100] 然而，若箝制层的外表面具有两侧相等的凹面，且所吸收的小液滴足够大，则液体的同等分散可引起基板暂时局部变形，亦即，波可在基板下方移动且基板可能相应地起反作用。

[0101] 为了限制因吸收凝结小液滴而导致的暂时性局部变形，可按如图 14B 中示意性示出的方式修正基板支撑结构 13 的表面 16。基板支撑结构 13 在表面的周边包含具有稍微较低高度的阶梯状部分 83。表面的其余部分可具有如图 14B 中所示的单一高度水平，但亦可具有带着不同高度水平的部分，例如具有如图 8A、8B、9 及 12 中所示及参照其所论述的外形。

[0102] 由于存在较低阶梯状部分 83，在吸收小液滴后，箝制层的外表面扩展至该层具有更大厚度的区域。因此，由吸收小液滴所引起的液体流动得到抑制 (damp)。因为在覆盖最低阶梯状部分时箝制层的弯液面曲率相较于沿液体箝制层的外表面的其他位置处的弯液面曲率减小，所以将诱发毛细流，从而允许外表面朝如图 14A 中所示位置回缩。由于此抑制，如参看图 14A 所论述的基板 12 的暂时性局部变形将受到限制。

[0103] 实验已示出阶梯状围绕部分 83 的高度水平与主要箝制表面之间的适合高度差对应于基板支撑结构 17 的标称高度。换言之，基板支撑结构 17 的高度与围绕部分 83 的深度优选为相等的。围绕部分 83 可在基板支撑结构的任何实施例中用于缓冲箝制液体。

[0104] 图 15A 为根据本发明的另一实施例的基板支撑结构的俯视图。在此实施例中，参考先前实施例论述的若干特征被组合。图 15B 为图 15A 的一部分基板支撑结构的横截面图，具体如在箭头方向上所见的沿线 XV-XV' 的部分。

[0105] 在图 15A 的实施例中，表面 16 设置有在较高部分 52 之间形成的通道 55。通道呈蜿蜒状形式。箝制层中的流动阻力随流动距离而增加，而克服此流动阻力之毛细作用压力保持相同，与流动距离无关。蜿蜒状通道形式（如图 15A 中所示者）减少了为了补充液体至外表面毛细流所需行进的距离。因此，此设计不易受流动阻力负面影响。

[0106] 图 15B 示出此设计包含至少 5 个高度水平  $h_1-h_5$ 。对箝制操作无实际影响的第一高度水平为槽沟 73 的底部高度  $h_1$ 。基板支撑结构的最低高度为用于（例如在凝结之情况下）缓冲箝制液体的围绕部分 83 的高度水平  $h_2$ 。在此实施例中，高度水平  $h_3$  为表面的其余部分的低高度水平 51。在此实施例中，高度水平  $h_4$  为周边边缘 41 的高度水平，以及界定

通道 55 的较高部分 52, 及如先前所解释的产生用于限定空隙及其类似物的隔室 65 的升高结构 63 的高度水平。最终, 在此特定实施例中, 高度水平  $h_5$  对应于基板支撑元件 17 和密封结构 21 的高度水平。图 15C 为图 15A 之设计的一部分的透视图, 其示出参照图 15B 所论述的元件, 其配置稍有不同。

[0107] 图 16 及 17 示意示出不同基板操纵和曝光配置, 其可结合先前所论述的基板支撑结构之实施例使用。将参考与晶圆的微影加工有关的实施例解释图 16 及 17。用于此应用的基板称为晶圆。用于此应用的基板支撑结构称为晶圆支撑结构。必须了解该配置不限于这种应用。

[0108] 现参照图 16, 在基板操纵和曝光配置中, 使用箝制准备单元 112 来自动化将晶圆箝制在晶圆支撑结构上的方法。箝制准备单元 112 接收来自基板分配设备 (在此实施例中为所谓的晶圆轨道 111) 的待箝制晶圆。在箝制准备单元 112 中, 例如通过使用如美国专利申请案第 61/154,411 号 (以全文引用的方式并入本文中) 中概述的方法来准备箝制物。在准备箝制物后, 将箝制物送至基板处理单元, 在此实施例中其为微影装置 113。如本领域普通技术人员所了解, 微影装置 113 可包含: 用以提供图案化辐射束的辐射系统、用以支撑基板的基板支撑结构, 及用以将图案化辐射束投射至基板的目标部分上的光学系统。

[0109] 图 16 中, 簈制程序由附图标记 115 示意性表示。箝制准备单元 112 包含真空系统以提供受控压力环境。箈制程序可始于例如通过机械臂将晶圆引入箝制准备单元 112 的真空系统中。

[0110] 可经由真空密封门或承载闭锁室引入晶圆。晶圆支撑结构可已存在于箝制准备单元 112 中。可选地, 可按与晶圆类似的方式引入晶圆支撑结构。

[0111] 接着可将液体施加于晶圆支撑结构的表面上。可通过提供液体流的液体分配单元施加液体。当足够“厚”的液体层被提供时切断液体流。液体分配单元优选可在箝制准备单元 112 内移动, 使得在不干扰箈制程序中的先前及随后动作的情况下以有效方式来执行液体的施加。在施加液体至晶圆支撑结构的表面期间箝制准备单元 112 中的压力优选低于环境压力, 例如实质上等于液体层中液体的蒸气压力。

[0112] 接着将晶圆与晶圆支撑结构相对于彼此移动以使晶圆置放在液体层上。出于此目的, 可通过晶圆转移单元将晶圆下降至液体层上。晶圆与液体层之间的首次接触可以倾斜角  $\alpha$  (较佳小于  $10^\circ$ ) 进行。将晶圆置放在液体层上可以环境压力 (亦即约 1 巴) 执行。然而, 优选在较低压力下置放, 例如实质上等于液体层中的液体的蒸气压力的压力。

[0113] 晶圆支撑结构现可连接至一个或多个液体连接单元, 该液体连接单元可连接至晶圆支撑结构用于将液体从晶圆支撑结构移除。可选地, 更早地建立该一个或多个液体连接单元的连接。连接后, 可经由该一个或多个液体连接单元移除过量液体。可在环境压力 (亦即约 1 巴) 下执行液体的移除。

[0114] 此外, 晶圆支撑结构可包含一个或多个气体连接单元, 用于连接晶圆支撑结构与气体供应。该连接单元可通过“连接”至真空来建立低压。额外和 / 或替代性地, 气体连接单元可提供在晶圆与晶圆支撑结构之间允许形成箝制层的气体流。可在环境压力 (亦即约 1 巴) 下提供气体流。注意由气体流提供的压力需低于环境压力, 以确保晶圆保持其相对于晶圆支撑结构的位置。

[0115] 在转移至微影装置之前, 簈制准备单元亦可对基板支撑结构执行调节。这可包括

例如冷却基板支撑结构或从基板支撑结构移除所储存的能量,以开始与基板支撑结构表面热接触的吸热材料的相变。

[0116] 可借助于机械臂,经由真空密封门或承载闭锁室来执行经箝制基板的运送。

[0117] 在微影装置 113 中的处理之后,可将箝制的基板转移回箝制准备单元 112 以松开箝制,亦即自晶圆支撑结构移除晶圆。图 16 中,松开箝制的处理以附图标记 116 示意性表示。通过将箝夹引入箝制准备单元 112 中,将一个或多个液体连接器连接至晶圆支撑结构来执行松开箝制。经由一个或多个液体连接器,可提供额外液体至箝制层,使得晶圆开始浮在液体层的顶部上。可按使液体压力实质上均匀分布的方式来引入额外液体,以便晶圆不会变形或破裂。

[0118] 在此阶段,可例如通过支撑销从晶圆基板支撑表面上的液体层抬起晶圆。最终,可例如通过使用设置有晶圆支撑件的机械臂从箝制准备单元 112 取走晶圆,且向晶圆轨道 111 转移。

[0119] 图 16 中,将箝制准备单元 112 与微影装置 113 描绘为单独的单元。然而,必须了解亦可能将箝制准备 112 整合至微影装置 113 中,例如通过在微影装置 113 的承载闭锁室中包括箝制准备单元 112 的所需功能性。在这种情况下,当晶圆进入和退出微影装置时,晶圆将分别被箝制及松开箝制。

[0120] 图 17 示出包括承载闭锁 114 的另一基板操纵和曝光配置。承载闭锁从箝制准备单元 112 接收被箝制至基板支撑表面的基板。承载闭锁包含真空室,该真空室具有真空泵以抽空至适于将箝制的基板转移至微影装置 113 的真空,及通气孔以在经箝制基板在微影装置中的加工之后通气以减少真空。

[0121] 图 18 示出具有用于从晶圆轨道 111 转移未箝制基板 12 的端口的图 17 的基板操纵及曝光装置,其示出在晶匣或供应装置中的多个基板。经由尺寸被设置成接收未箝制基板的装载口 121,将基板装载至箝制准备单元 112 中。将基板箝制至基板支撑表面 13 且经由卸载端口 122 将箝制的基板转移至承载闭锁室 114。亦可在箝制准备单元中执行基板支撑表面的调节。将承载闭锁室抽空至适于将经箝制基板经由端口 123 转移至微影装置 113 的真空。

[0122] 图 19 示意性示出不同基板操纵和曝光配置,其可结合基板支撑结构的实施例使用。在图 19 的配置中,使用更多微影装置 113a、113b、113c,而非单个微影装置 113。晶圆轨道 111 及箝制准备单元 112 的功能性与参看图 16 所述的相同。

[0123] 图 19 中,准备好转移至微影装置以供加工的箝夹可经由另外的晶圆轨道 117 转移至三个不同微影装置 113a、113b、113c。若在箝制准备单元 112 内执行的箝制方法的典型持续时间快于在微影装置 113a、113b、113c 中的任一者中执行的微影处理的典型持续时间,则图 19 的配置可更为有效。

[0124] 如从上述显而易见,通过使用具有用于保持基板的箝制层的基板支撑结构表面的高度差来诱发毛细流,可达成不同目的,例如蒸发控制及凝结控制。必须了解,本发明不局限于这些目的,而是亦可应用于提供与液体箝制层的稳定性及可靠性有关的其他问题的解决方案。

[0125] 在整篇描述中,提及了表述“箝制层”。应了解表述“箝制层”是指具有凹入弯液面形状的液体薄层,其具有低于其周围环境压力的压力。

[0126] 已参考以上所论述的某些实施例来描述本发明。应认识到在不偏离本发明的精神及范畴的情况下这些实施例易具有本领域普通技术人员所熟知的各种修改及替代形式。因此，虽然已描述特定实施例，但这些实施例仅为实例且不限制随附权利要求中所定义的本发明范畴。

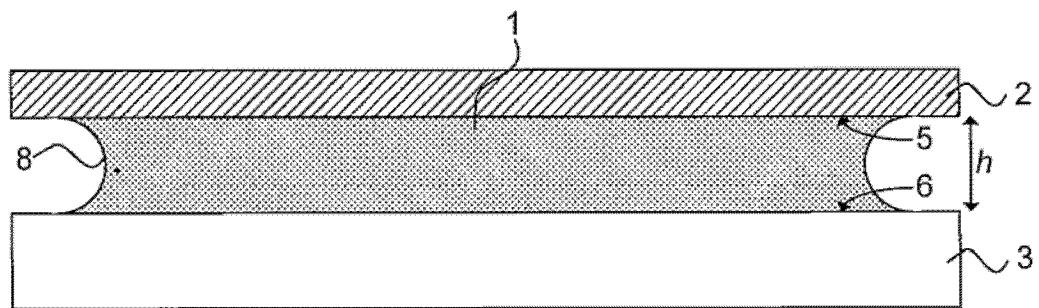


图 1

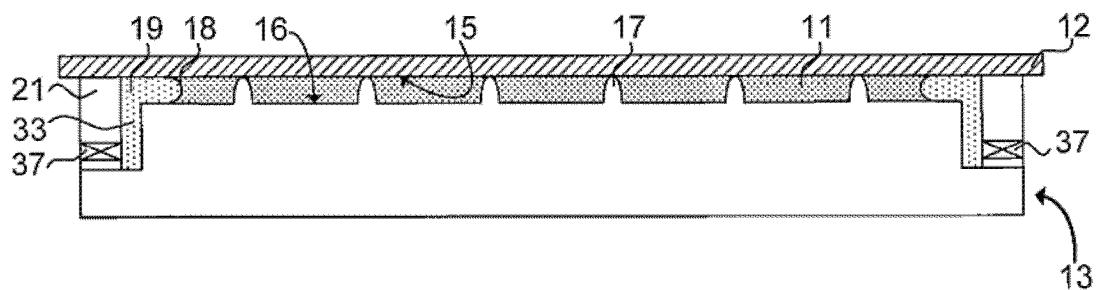


图 2A

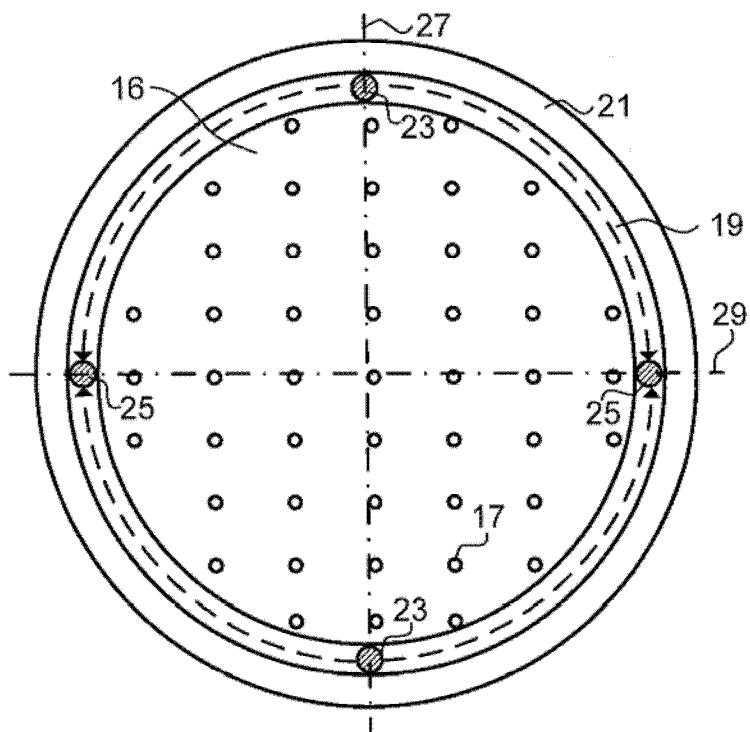


图 2B

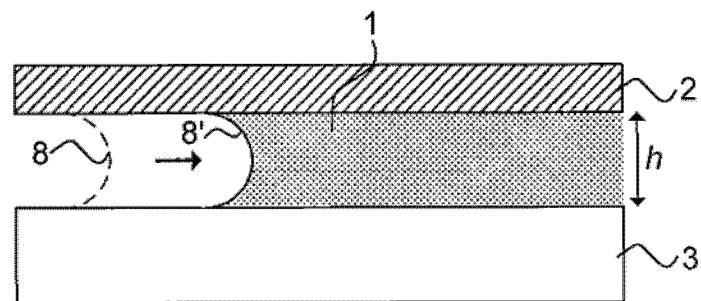


图 3

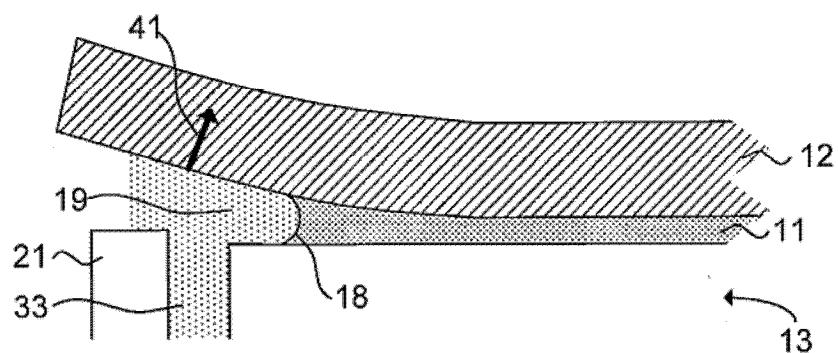


图 4

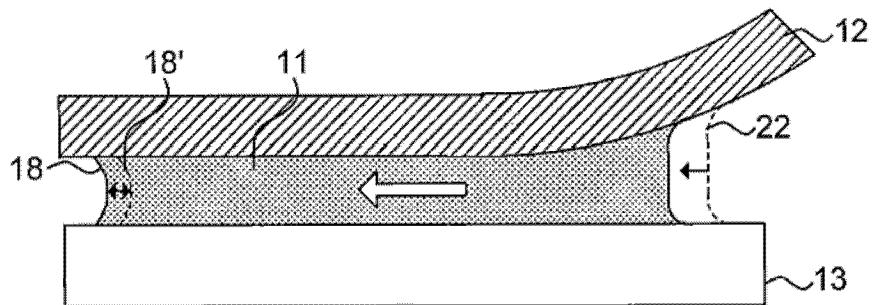


图 5A

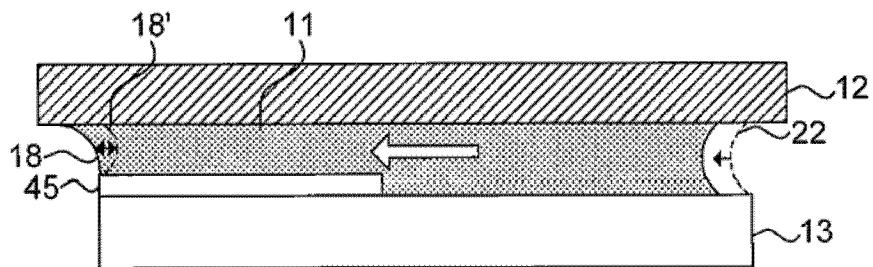


图 5B

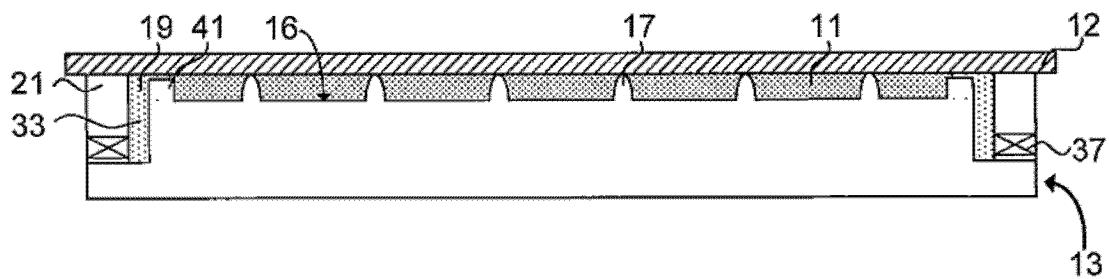


图 6

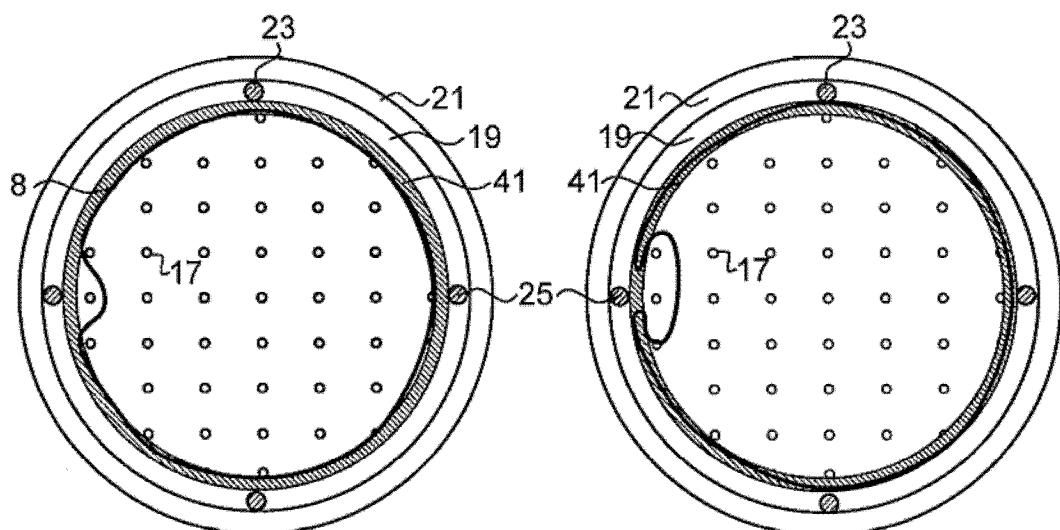


图 7A

图 7B

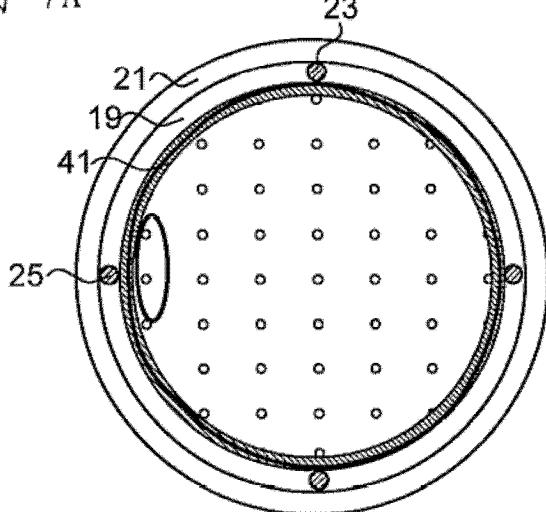


图 7C

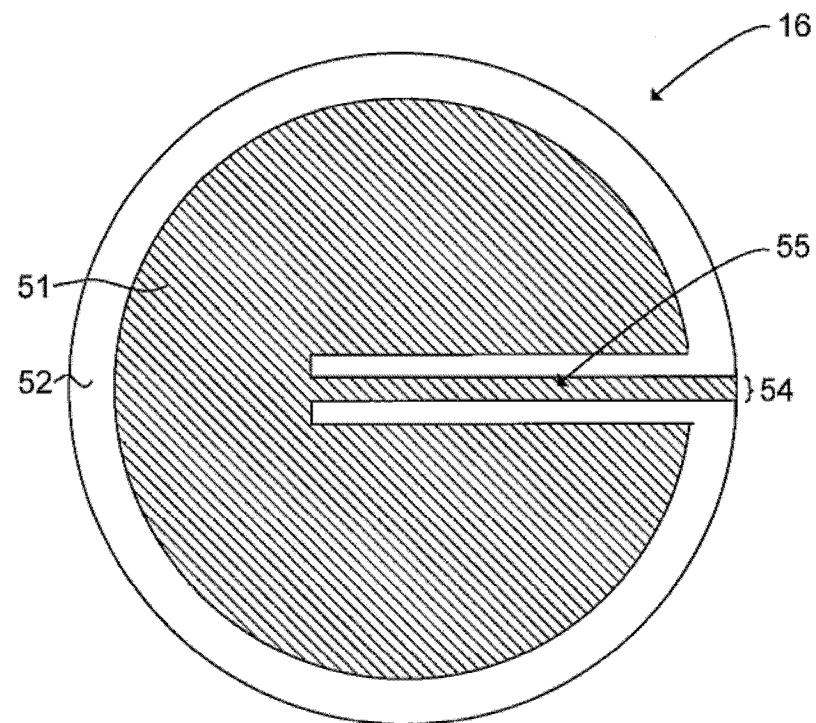


图 8A

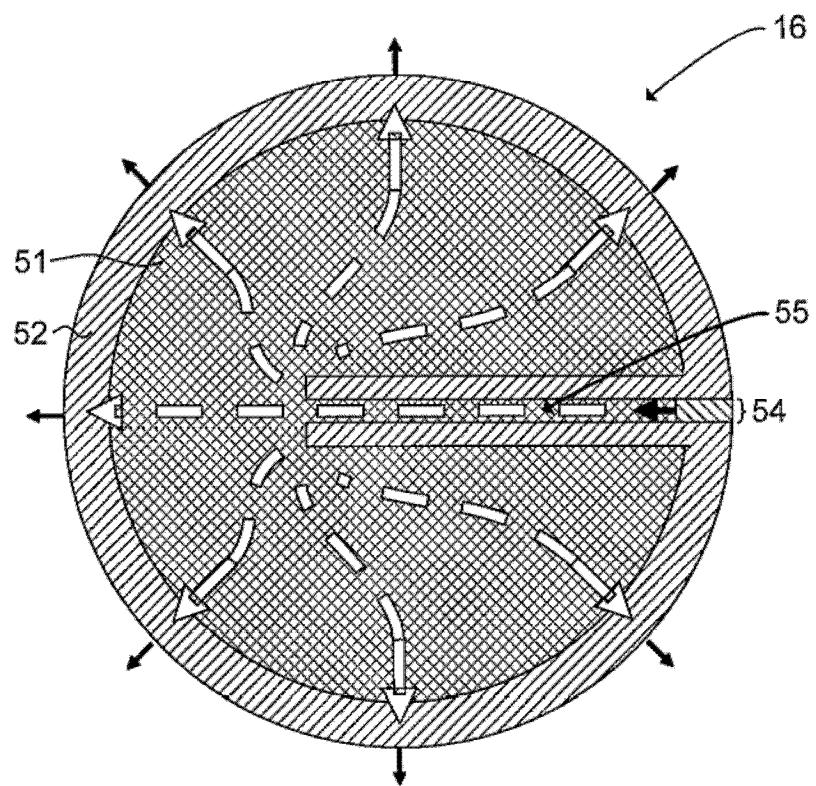


图 8B

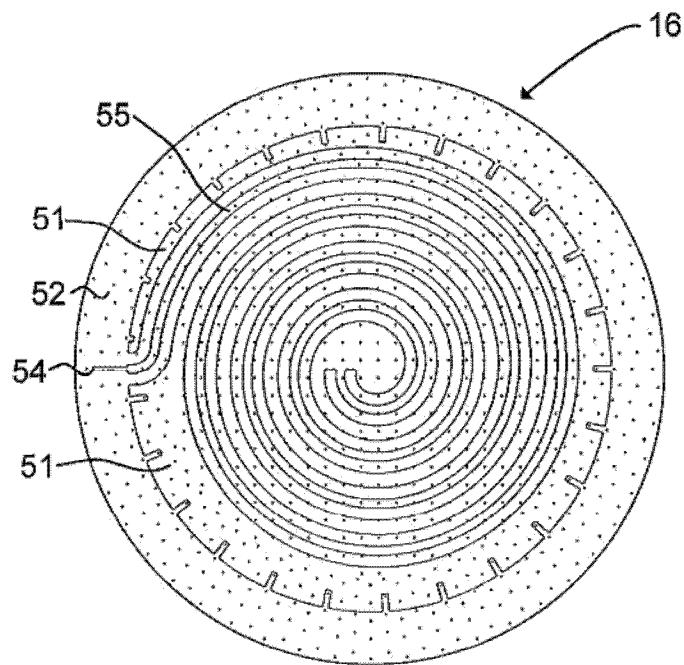


图 9

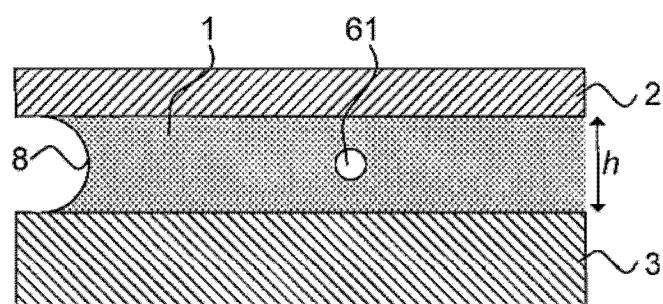


图 10A

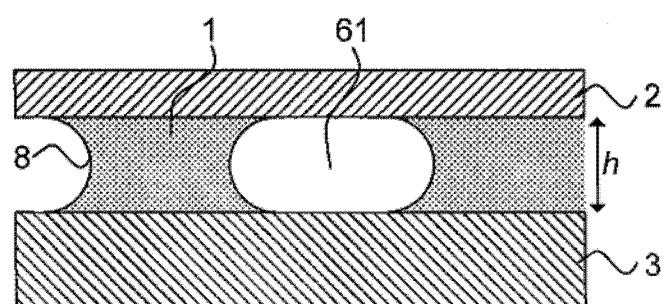


图 10B

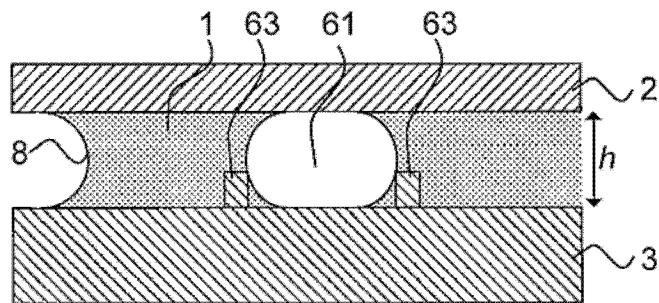


图 11

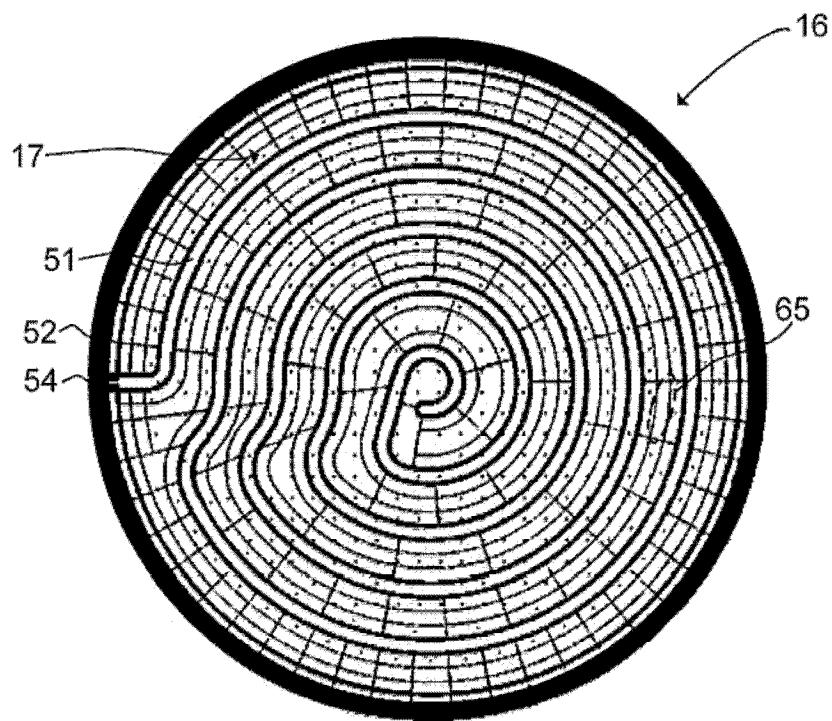


图 12

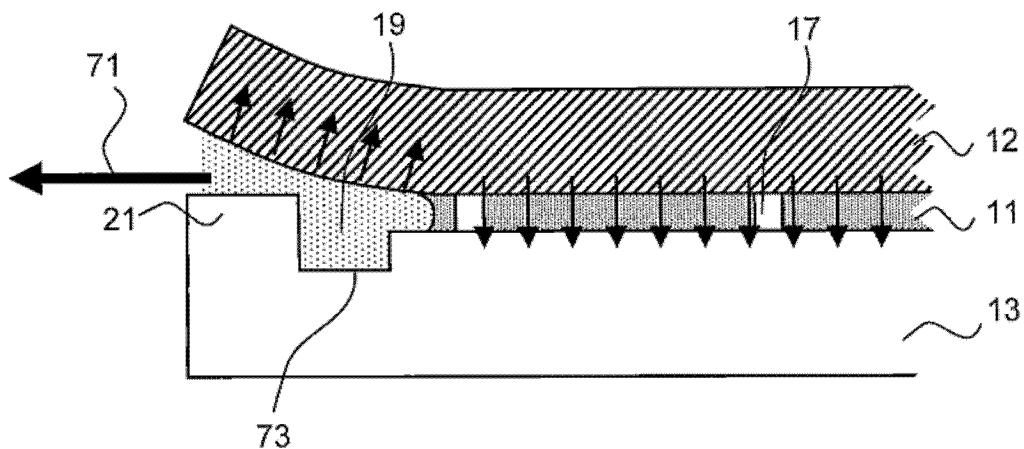


图 13A

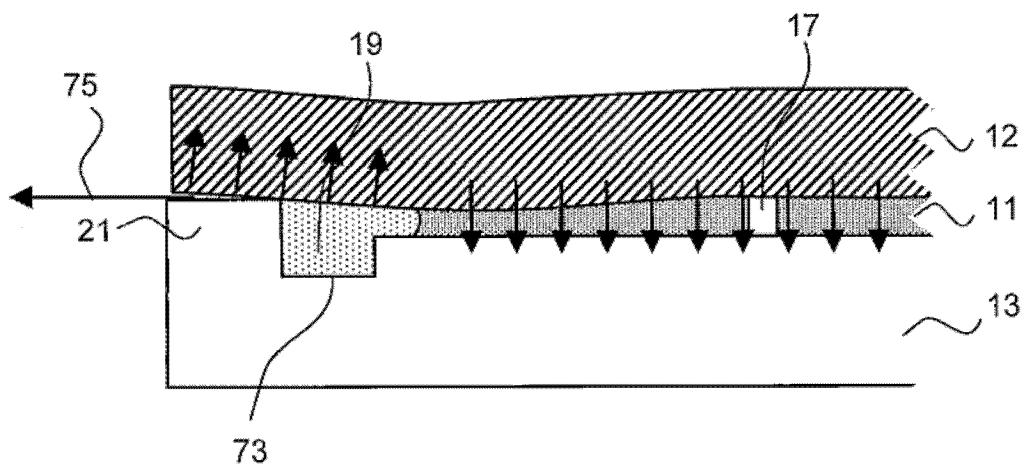


图 13B

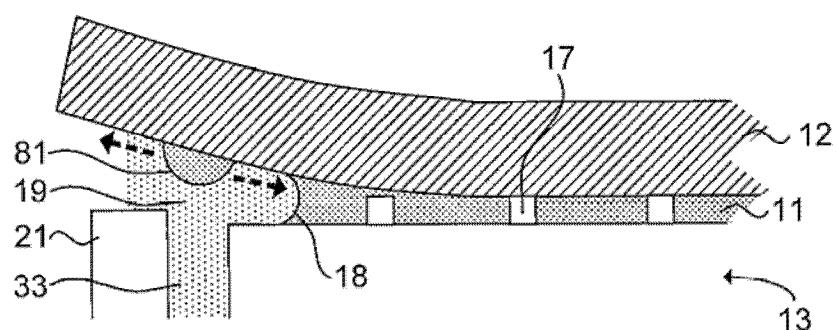


图 14A

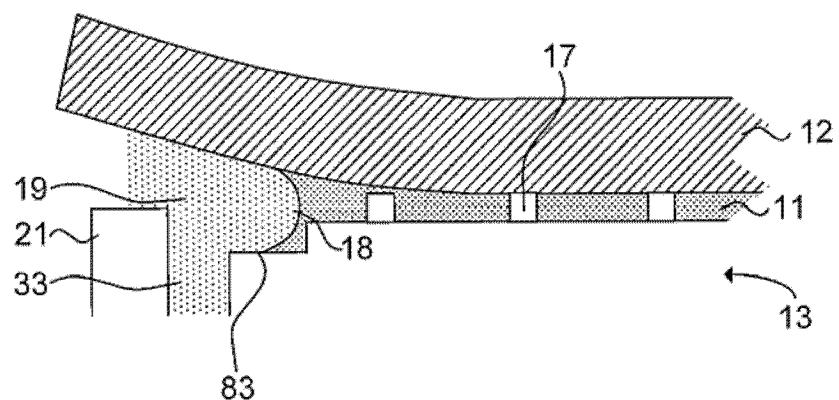


图 14B

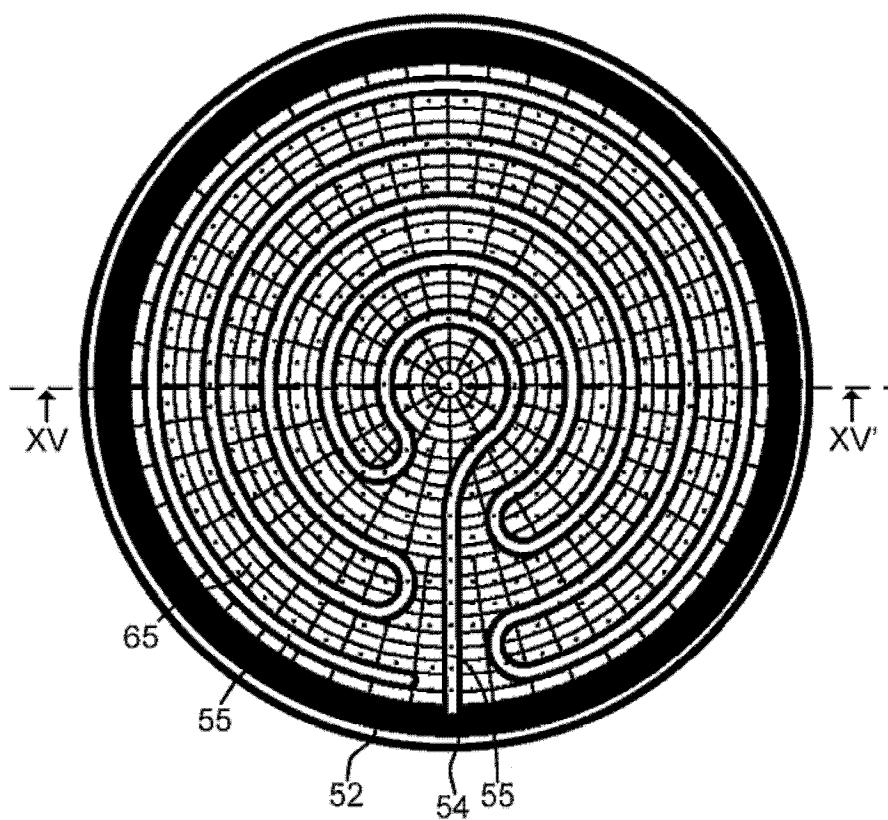


图 15A

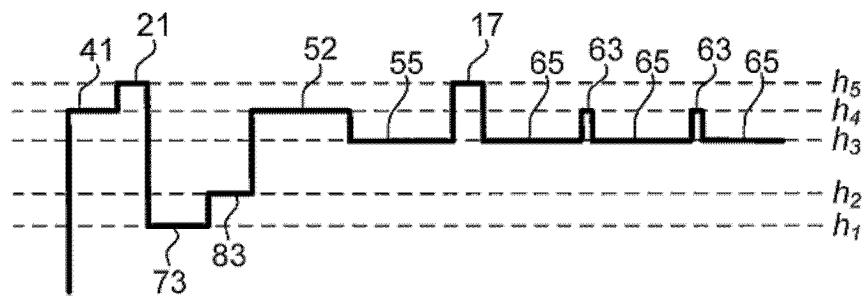


图 15B

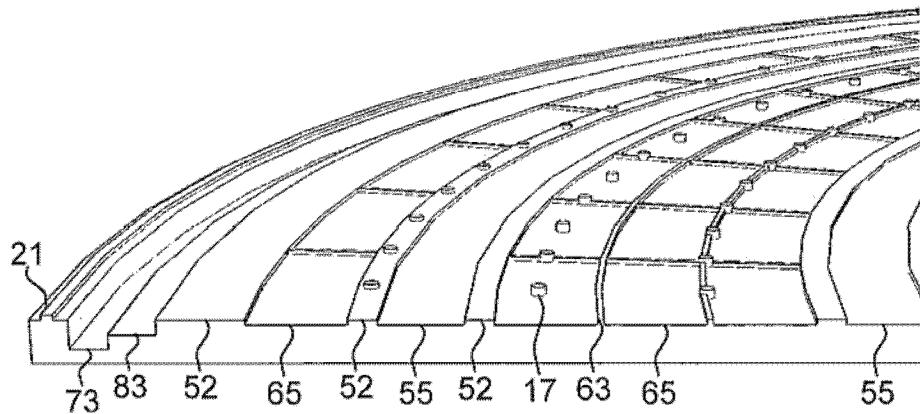


图 15C

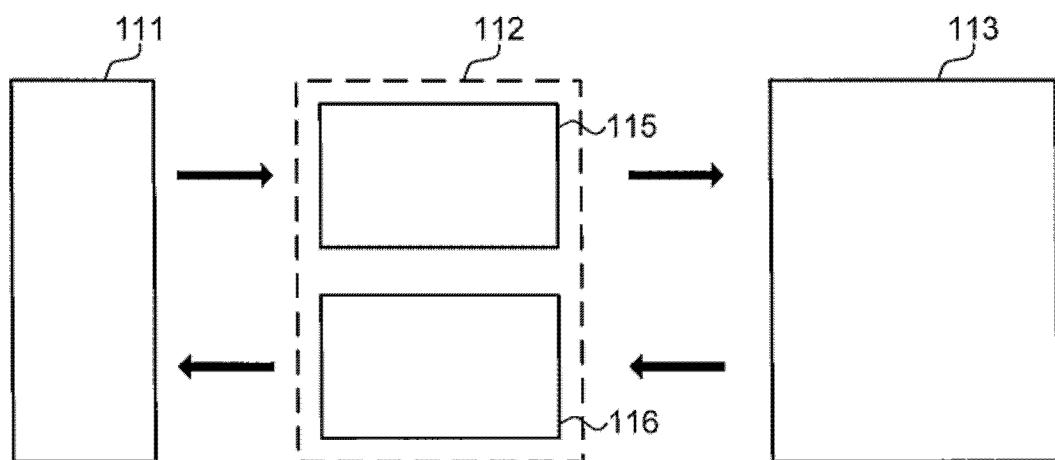


图 16

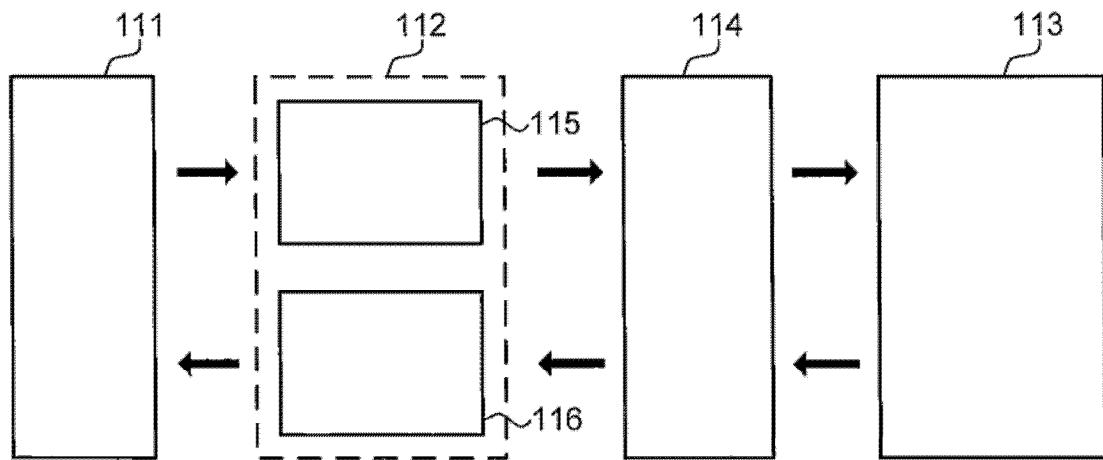


图 17

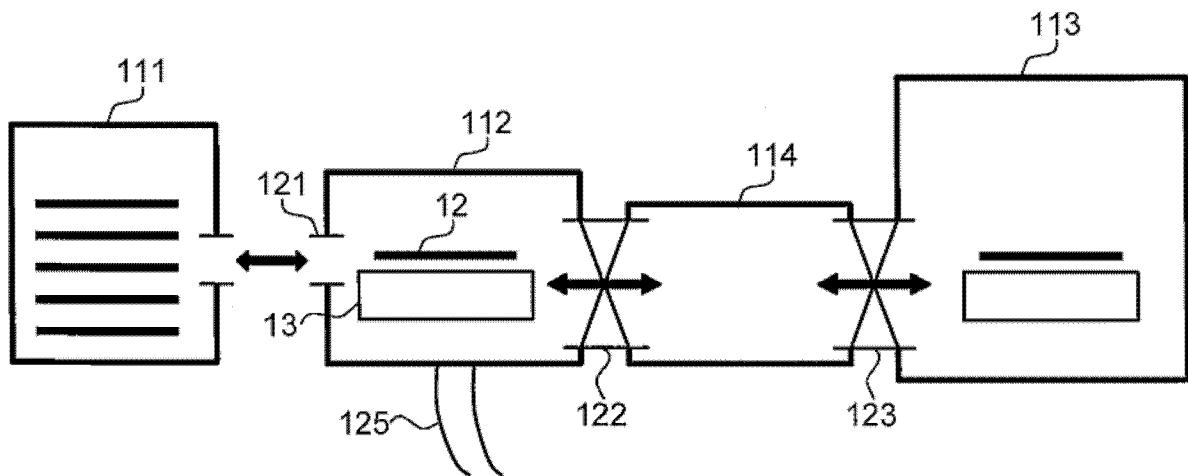


图 18

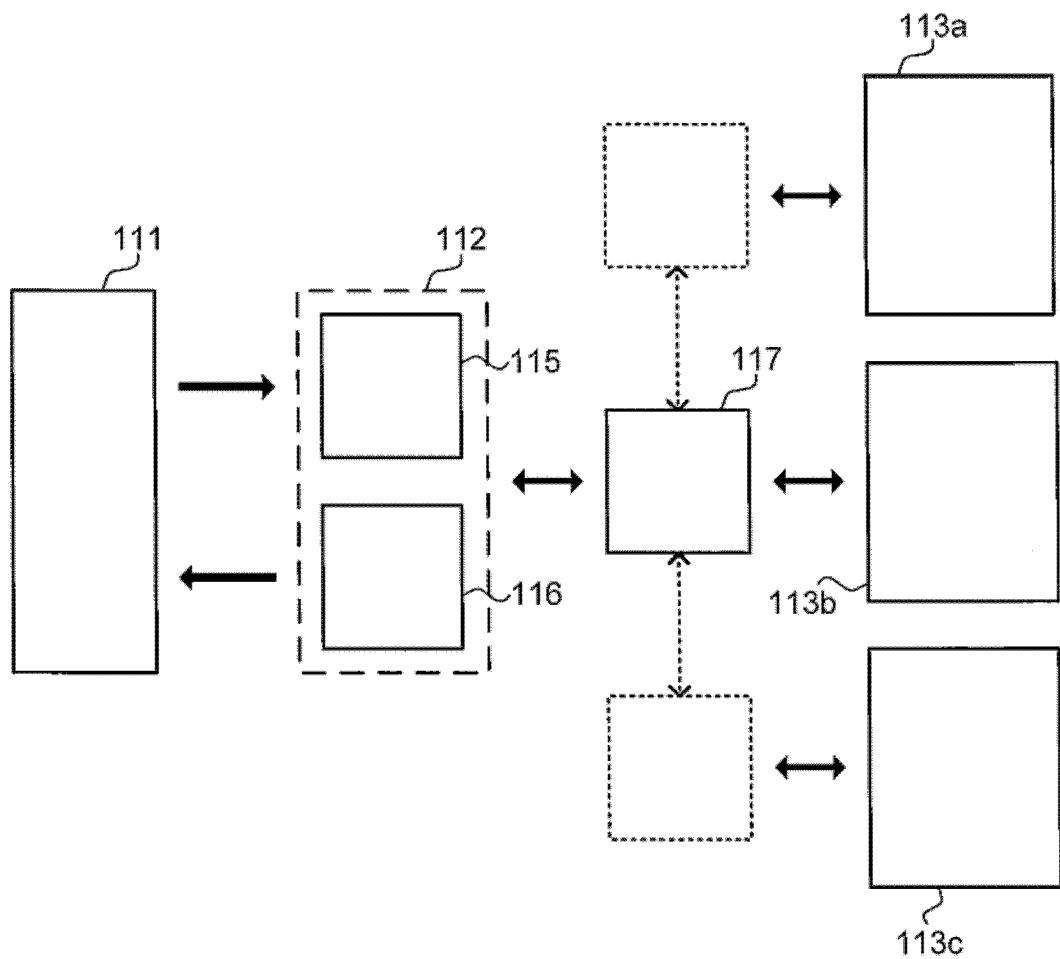


图 19