



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101461031 B

(45) 授权公告日 2011.03.30

(21) 申请号 200780020946.2
 (22) 申请日 2007.06.01
 (30) 优先权数据
 60/811,139 2006.06.05 US
 11/756,074 2007.05.31 US
 (85) PCT申请进入国家阶段日
 2008.12.05
 (86) PCT申请的申请数据
 PCT/US2007/070252 2007.06.01
 (87) PCT申请的公布数据
 W02007/143572 EN 2007.12.13
 (73) 专利权人 奥立孔美国公司
 地址 美国佛罗里达州
 (72) 发明人 贾森·普卢姆霍夫 拉里·瑞安
 约翰·诺兰 大卫·约翰逊
 鲁塞尔·韦斯特曼
 (74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
 责任公司 11219
 代理人 安翔 林月俊

(51) Int. Cl.
G03F 1/08 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)
 (56) 对比文件
 US 5354416 A, 1994.10.11, 全文.
 CN 1480995 A, 2004.03.10, 全文.
 CN 1466770 A, 全文.
 EP 0488307 A2, 1992.06.03, 全文.
 审查员 王海涛

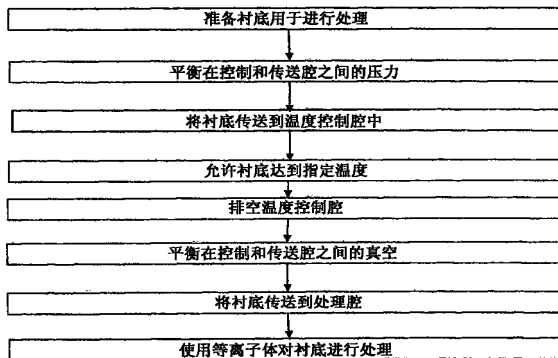
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于光刻衬底的温度控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种用于处理光刻衬底的方法，包括将光刻衬底放置在腔中的支撑构件上，其中，所述光刻衬底具有大约 0 摄氏度到大约 50 摄氏度的初始温度。将热传递流体引入到所述腔中，以将所述光刻衬底冷却至大约 0 摄氏度到大约负 40 摄氏度的目标温度。在被冷却的光刻衬底的温度达到初始温度之前，对该被冷却的光刻衬底执行等离子体工艺。



1. 一种用于处理光刻衬底的方法,包括:
将所述光刻衬底放置在腔中的支撑构件上,所述光刻衬底具有初始温度;
将热传递流体引入到所述腔中;
通过所述热传递流体将所述光刻衬底冷却到目标温度;
排空所述腔;以及
在所述被冷却的光刻衬底的温度达到所述初始温度之前,对所述被冷却的光刻衬底执行等离子体工艺。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述热传递流体以1托每秒的速率引入到所述腔中。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述热传递流体是干燥气体。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述热传递流体是惰性气体。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述热传递流体包含 N_2 。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述支撑构件沿着所述光刻衬底的外侧5毫米保持所述光刻衬底。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述支撑构件通过三个点保持所述光刻衬底。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述初始温度具有0摄氏度到50摄氏度的温度范围。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述目标温度具有0摄氏度到负40摄氏度的温度范围。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述目标温度具有低于负30摄氏度的温度范围。
11. 一种用于处理光刻衬底的方法,包括:
将所述光刻衬底放置在第一腔中的第一支撑构件上;
将热传递流体引入到所述第一腔中;
通过所述热传递流体将所述第一腔中的所述光刻衬底冷却到第一工艺设定点;
排空所述第一腔;
将所述被冷却的光刻衬底从所述第一腔传出到第二腔中的第二支撑构件上;以及
在所述被冷却的光刻衬底的温度达到第二工艺设定点之前,在所述第二腔中对所述被冷却的光刻衬底执行等离子体工艺。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述热传递流体以1托每秒的速率引入到所述第一腔中。
13. 根据权利要求11所述的方法,其中所述热传递流体是干燥气体。
14. 根据权利要求11所述的方法,其中所述热传递流体是惰性气体。
15. 根据权利要求11所述的方法,其中所述热传递流体包含 N_2 。
16. 根据权利要求11所述的方法,其中所述第一支撑构件和所述第二支撑构件沿着所述光刻衬底的外侧5毫米保持所述光刻衬底。
17. 根据权利要求11所述的方法,其中所述第一支撑构件和所述第二支撑构件通过三个点保持所述光刻衬底。
18. 根据权利要求11所述的方法,其中所述第一工艺设定点具有0摄氏度到负40摄氏度的温度范围。

19. 根据权利要求 11 所述的方法,其中所述第一工艺设定点具有低于负 30 摄氏度的温度范围。

20. 根据权利要求 11 所述的方法,其中所述第二工艺设定点具有 0 摄氏度到 20 摄氏度的温度范围。

用于光刻衬底的温度控制方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2006 年 6 月 5 日提交的名为“Temperature Control Method for Photolithographic Substrate”的共同拥有的美国临时专利申请系列号 60/811,139 的优先权,并且涉及与之相关的优先权,通过引用将该临时专利申请结合于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及集成电路制造,并且涉及在集成电路制造中使用的光掩模的制作。

背景技术

[0004] 为了改善器件性能,半导体器件电路密度正持续地增长。这种电路密度的增长通过减小特征尺寸来实现。当前的技术目标是期待在不远的将来进一步减小 0.15 微米和 0.13 微米的特征尺寸。

[0005] 器件内的准确的特征尺寸由制造工艺中所有的步骤来控制。竖直尺寸由掺杂和分层工艺来控制,而水平尺寸主要由光刻工艺来确定。形成电路图案的线和间隔的水平宽度通常被称为关键尺寸 (CD)。

[0006] 光刻是用于在衬底表面形成精确的电路图案的技术。这些图案通过后续的蚀刻或沉积工艺而转化成晶片结构。理想地,光刻步骤在所设计的位置生成与设计尺寸 (正确 CD) 完全匹配的图案 (也被称为对准或配准)。

[0007] 光刻是其中所需的图案首先形成在光掩模 (或光罩) 上的多步骤工艺。通过光掩蔽操作 (photomasking operation) 将所述图案转移到衬底上,在感光掩蔽操作中,将射线 (例如,UV 光) 发射通过有图案的光掩模,对衬底上的射线敏感涂层进行曝光。该涂层 (光致抗蚀剂) 在暴露于射线之后,发生了化学变化,该变化使得所曝光的区域对于后续的显影化学反应更易溶解或者是更难溶解。光刻技术在本领域中是公知的。可以在由汤普森等人编辑的《Introduction to Microlithography》教科书中找到对于这些技术的综述。

[0008] 由于光掩模作为用于在大量衬底上生成电路图案的母版,所以在制作光掩模期间引入的任何缺陷都将被复制到利用该光掩模成像的所有晶片上。因此,制作如实代表所设计的图案和尺寸的高质量的光掩模对于创造高产率器件的制造工艺是至关重要的。

[0009] 在本领域中公知有两种主要类型的光掩模光罩:吸收型和相移型。吸收型光掩模一般由涂覆有不透光膜 (例如,Cr) 的光学上透明的衬底 (例如,熔凝石英、CaF₂ 等) 组成。所述不透光膜可以包括单层或多层材料 (例如,在下面的铬层的顶部上有抗反射层 (AR 铬))。在二元铬光掩模 (binary chromium photomask) 的情况下,通常使用的不透光膜的实例 (按照商品名称列出) 包括,但是不限于,AR8、NTAR7、NTAR5、TF11、TF21。在光掩模的制作期间,在透明衬底上沉积不透光膜。然后将抗蚀剂层沉积在该不透光层的顶部上并且对其进行构图 (例如,在激光下或者电子束下曝光)。一旦被曝光,就对抗蚀剂层进行显影,暴露下面的不透光膜的要被去除的区域。随后的蚀刻操作去除所暴露的膜,形成吸收型光掩模。

[0010] 在本领域中存在两种相移掩模的子类：交替式掩模和嵌入式衰减掩模。交替式相移掩模一般由涂覆有不透光膜（例如，Cr 和抗反射 Cr）的光学上透明的衬底（例如，熔融石英、CaF₂ 等）组成。在制作光掩模期间，在透明衬底上沉积不透光膜。然后，将抗蚀剂层沉积在该不透光层的顶部上并且利用激光或电子束对其进行构图。一旦被曝光，则对该抗蚀剂层进行显影，暴露下面的不透光膜的要被去除的区域。蚀刻工艺去除所暴露的不透光膜以暴露下面的衬底。使用第二工艺来蚀刻进入到下面衬底中的精确的深度。任选地，如本领域公知地，可以对该衬底执行第二抗蚀剂涂覆工艺并且在第二蚀刻工艺之前执行显影工艺。

[0011] 嵌入式衰减相移掩模 (EAPSM) 一般由涂覆有一层膜或叠层膜的光学上透明的衬底（例如，熔融石英、CaF₂ 等）组成，所述一层膜或膜堆叠 (stack of film) 使发射光在以所需波长移相 180 度的同时衰减。于是，将不透光膜或膜堆叠（例如，Cr 和抗反射 Cr）沉积在该相移材料上。然后，将抗蚀剂层沉积在该不透光层的顶部上并且对其进行构图（例如，使用激光或电子束）。一旦被曝光，则对该抗蚀剂层进行显影，暴露下面的不透光膜的要被去除的区域。然后，使用蚀刻工艺来去除所暴露的不透光膜，暴露下面的相移 / 衰减膜或膜堆叠。在蚀刻该不透光膜之后，使用第二蚀刻工艺来蚀刻相移层，在下面的衬底上停止。可选地，可以在相移层和衬底之间引入蚀刻停止层，在这种情况下第二蚀刻工艺将选择性地停止在蚀刻停止层。

[0012] 理想地，蚀刻工艺将对最顶上的抗蚀掩模（例如，光致抗蚀剂、电子束抗蚀剂等）和下面的材料（衬底或蚀刻停止层）均具有高的蚀刻选择性同时创造出具有准确复制原始掩模（例如，抗蚀剂）图案的 CD 的平滑垂直侧壁的特征。湿法蚀刻工艺（例如，用于 AR Cr/Cr 蚀刻的硝酸铈铵和氯酸的水溶液）对于蚀刻掩模和下面的衬底显示出良好的蚀刻选择性，但是其是各向同性的并且导致掩模的明显的底切 (undercut)，该底切导致了倾斜的特征轮廓。底切和倾斜的特征轮廓导致了蚀刻特征 CD 的改变。在 CD 中不需要的改变和 / 或倾斜的特征轮廓使所完成的光掩模的光学性能劣化。

[0013] 干法蚀刻（等离子体）处理公知是用来代替湿法刻蚀处理的。等离子体蚀刻提供了比湿法工艺更好的各向异性蚀刻结果。干法蚀刻通常用于所有三种掩模类型的制作中。

[0014] 干法蚀刻性能受若干工艺因素影响，所述工艺因素包括工艺气体组成和流速、工艺压力、所施加的射频 (RF) 功率——包括等离子体产生中的和施加到衬底的 RF 偏置的射频功率、以及衬底表面温度。

[0015] 许多团体已经考虑在低于 25°C 的温度下进行材料的等离子体蚀刻。在降低的温度下蚀刻可以消除在接近室温的工艺中的不理想的折衷（例如，在维持竖直蚀刻轮廓的同时改善了对蚀刻掩模材料的选择性）。对于大多数材料（电介质、半导体和金属）而言，可实现降低温度的益处。在蚀刻包含上述材料的铬的情况下，许多团体已经提出在降低的温度下进行等离子体蚀刻的益处。

[0016] 在传统的等离子体蚀刻工艺中，用于控制衬底表面温度的最普遍的方法是确保衬底与温度受控的阴极紧密接触并且在衬底和该阴极之间引入增压气体。衬底一般使用通过机械方式或者静电方式而实现的夹紧机构来保持与该阴极接触。

[0017] 在机械夹紧的情况下，夹紧环将足够的力施加到衬底以使得衬底和阴极之间的空间能够利用热传递流体来增压。机械夹紧情况下的冷却具有对衬底材料不敏感的益处，以

及容易夹紧 / 松开衬底的益处。但是机械夹紧衬底的局限性也是显著的：例如，夹子的存在会对等离子体的均一性带来不利影响。而且，夹紧机构的移动以及夹子和衬底之间的物理接触易于产生微粒。最后，衬底上被夹子接触的区域一般被从等离子体的环境中屏蔽掉，导致在该区域没有蚀刻。在通过等离子体蚀刻工艺的光罩制作的情况下，这些局限性都是不可接受的。因此，在制作期间，光罩在等离子体蚀刻步骤期间一般不是机械夹紧的。

[0018] 在克服机械夹子的局限性的努力中，开发了静电夹紧。静电夹子 (ESC) 使用代替机械夹紧环而使用相反电荷的吸引力来在衬底和阴极之间施加作用力。静电夹紧具有能够当仅物理接触衬底的背面时夹紧材料的优点。这一优点能够转化成改善的工艺均一性以及更低的微粒等级。但是，ESC 构造也具有局限性。处理之后衬底上的残留电荷能够导致在 ESC 已经去电之后残留夹紧力。该残留夹紧力使得在处理之后传送衬底变得困难。ESC 的另一局限性是它们夹紧电介质衬底的能力有限。虽然它可以“夹通”电介质衬底至衬底正面上的导电膜，但是诸如光刻光罩的更厚的电介质衬底，一般难以被静电地夹紧。

[0019] 注意到，由于一般光刻衬底的质量而使得能够在没有夹紧的情况下在衬底和阴极之间以低压引入热传递气体（对于当前 150mm×150mm×6mm 石英光掩模衬底，小于大约 1 托 (Torr)）。虽然低压气体将受限的热传递提供给衬底，但是光掩模衬底的温度在暴露到等离子体期间也将升高。

[0020] 由于光刻衬底的缺陷敏感性，光掩模衬底的允许的接触以前被限制在大约距衬底背面的外侧 10mm 处。这种衬底接触约束已经妨碍了在干法蚀刻工艺期间机械夹紧光刻衬底。另外，由于大多数光刻衬底由电介质材料（例如，石英）制作，所以静电夹紧一般也是困难的。因此，在光罩制作期间传统等离子体蚀刻工艺不使用与背面冷却相结合的衬底夹紧。

[0021] 图 1 示出了用于在光罩制作中使用的光刻干法蚀刻系统的一般衬底台构造。衬底 105 被置于支撑盖板 115 上。盖板 115 可以与衬底支撑 120 热接触或者热隔离。支撑盖板 115 搁在衬底支撑 120 上。盖板 115 一般包含容纳衬底 105 使得衬底 105 的顶部表面和盖板 115 近似共面的凹槽。盖板 115 只在衬底 105 的背表面的外侧边缘 110 上接触衬底 105。衬底 105 的背面的接触区域一般处于衬底 105 背表面上的外侧 10mm 内。在衬底 105 和盖板 115 之间的接触可以是连续的凸缘 (ledge)、点接触或它们的组合。由于盖板 115 只在衬底 105 的背面的外侧边缘 110 处接触衬底 105，所以一般在衬底 105 的背面和衬底支撑 120 之间存在细小的间隙 100。

[0022] 虽然在处理期间通过与热传递流体（未示出）的接触来控制衬底支撑 120 的温度，但是在衬底 105 和盖板 115 之间只存在受限的热传递。因此，在缺少氦背面冷却的情况下，在干法蚀刻工艺期间对光刻衬底 105 进行等离子体加热。处理期间的加热速率是工艺参数的函数，所述工艺参数包括 RF 功率、腔壁温度等。一般地，在干法蚀刻工艺中不主动冷却光刻衬底 105。因此，衬底 105 的温度在其暴露在等离子体期间会升高。

[0023] 基于现有技术，需要改进用于在光罩制作工艺期间的等离子体蚀刻之前对光刻衬底的温度进行控制的方法。

[0024] 在现有技术中没有提供本发明所带来的益处。

[0025] 因此，本发明的目的在于提供克服现有技术器件的不足的改进以及对光掩模和光罩的处理的进步具有显著贡献的改进。

[0026] 本发明的另一目的在于提供一种用于处理光刻衬底的方法,包括:将所述光刻衬底放置在腔中的支撑构件上,所述光刻衬底具有初始温度;将热传递流体引入到所述腔中;通过所述热传递流体将所述光刻衬底冷却到目标温度;以及在所述被冷却的光刻衬底的温度达到所述初始温度之前,对所述被冷却的光刻衬底执行等离子体工艺。

[0027] 本发明的又一目的在于提供一种用于处理光刻衬底的方法,包括:将所述光刻衬底放置在第一腔中的第一支撑构件上;将热传递流体引入到所述第一腔中;通过所述热传递流体将所述光刻衬底冷却到第一工艺设定点;将所述被冷却的光刻衬底从所述第一腔传出到第二腔中的第二支撑构件上;以及在所述被冷却的光刻衬底的温度达到第二工艺设定点之前,在所述第二腔中对所述被冷却的光刻衬底执行等离子体工艺。

[0028] 上面已经概述了本发明的一些相关目的。这些目的应该理解为仅仅是说明了预期的发明的更多显著特征和应用中的一些。通过以不同的方式应用所公开的发明或在本公开内容的范围内对本发明进行修改,可以获得许多其他有益结果。因此,通过结合附图查阅由权利要求书所限定的本发明的范围以及本发明的概述和优选实施例的详细描述,可得知本发明的其他目的并得到对本发明更全面的理解。

[0029] 发明内容

[0030] 出于概括本发明的目的,本发明包括用于通过在等离子体处理之前预先冷却光刻衬底来而对光刻衬底的蚀刻进行改善的方法。

[0031] 本发明的特征是提供用于处理光刻衬底的方法,包括将光刻衬底放置在腔内的支撑构件上。所述腔可以是真空腔。所述支撑构件可以是与光刻衬底的外侧 5 毫米接触的台。或者,该台可以在三个点处接触光刻衬底。所述台可以具有多个搁架以保持多个衬底。光刻衬底被以初始温度放置在支撑构件上,该初始温度处于大约 0 摄氏度到大约 50 摄氏度的温度范围内。热传递流体被引入腔中以将光刻衬底冷却到目标温度,该目标温度在大约 0 摄氏度到大约负 40 摄氏度的温度范围内,或者更优选到低于大约负 30 摄氏度的温度范围内。所述热传递流体可以引入到腔中使得在腔中的压力升高大约为 1 托每秒。在腔中的压力达到大气压之后,可以增加热传递流体的引入。所述热传递流体可以是干燥气体或惰性气体,或者可以包括 N_2 。可以在热传递流体引入腔内期间连续地操作腔排出装置。热传递流体可以再循环到该腔中。热传递流体可以在其引入腔中之前进行冷却。一旦光刻衬底已经达到了目标温度,就可以排空该腔并且在被冷却的光刻衬底的温度达到它的初始温度之前,对被冷却的光刻衬底执行等离子体工艺。

[0032] 本发明的另一特征在于提供一种用于处理光刻衬底的方法,包括:将光刻衬底放置在第一腔内的第一支撑构件上。所述第一腔可以是真空腔。所述第一支撑构件可以是与光刻衬底的外侧 5 毫米接触的台。或者,该台可以在三个点处接触光刻衬底。所述台可以具有多个搁架以保持多个衬底。可以在小于大气压的压力下将光刻衬底放置在第一支撑构件上。热传递流体被引入到第一腔中以将光刻衬底冷却到第一工艺设定点,例如,大约 0 摄氏度到大约负 40 摄氏度的温度范围,或者更优选到低于大约负 30 摄氏度的温度范围。所述热传递流体可以引入到第一腔中使得第一腔中的压力升高大约为 1 托每秒。在第一腔中的压力已经达到大气压之后,可以增加热传递流体的引入。所述热传递流体可以是干燥气体或惰性气体,或者可以包括 N_2 。可以在热传递流体引入第一腔内期间连续地操作第一腔排出装置。热传递流体可以再循环到该第一腔中。热传递流体可以在其引入第一腔中之前

进行冷却。一旦光刻衬底已经达到了第一工艺设定点,就可以排空第一腔。然后,该被冷却的光刻衬底被从第一腔内传出到第二腔的第二支撑构件上。这一传送可以在真空下执行。所述第二腔可以是真空腔。所述第二支撑构件可以是与光刻衬底的外侧 5 毫米接触的台。或者,该台可以在三个点处接触光刻衬底。所述台可以具有多个搁架以保持多个衬底。在被冷却的光刻衬底的温度达到诸如大约 0 摄氏度到大约 50 摄氏度的温度范围的第二工艺设定点之前,在第二腔中对该被冷却的光刻衬底执行等离子体工艺。

[0033] 上面已经相当广泛地概述了本发明的更多相关的和重要的特征,以便可以更好地理解下面的本发明的详组说明,从而更全面的理解本发明对本领域的贡献。本发明的附加特征将在下文中描述,这形成了本发明的权利要求书的主题。本领域的技术人员应该理解,已公开的特定实施例和构思可以容易被用作用于对实现和本发明相同目的的其他结构进行修改和设计的基础。本领域的技术人员还应该认识到,这些等价的构造不脱离在所附权利要求书中所阐述的本发明的精神和范围。

[0034] 附图说明

[0035] 图 1 是用于在光罩制作中使用的光刻干法蚀刻系统的现有技术衬底台构造的示意性视图;

[0036] 图 2 是能够在暴露到后续工艺之前冷却光掩模光罩的处理腔的示意图;以及

[0037] 图 3 是根据本发明的工艺流程的框图。

[0038] 在附图的几个视图中,相同的附图标记表示相同的部件。

具体实施方式

[0039] 本发明提供一种用于在等离子体蚀刻工艺之前控制光刻衬底的温度的方法和装置。

[0040] 对于用于光刻衬底的一般的电感耦合等离子体 (ICP) 干法蚀刻工艺,衬底处的热负荷小于大约 $0.5\text{W}/\text{cm}^2$ 。由于光刻衬底的较高的热质量,所以没有主动冷却的干法蚀刻处理导致处理期间的最小温升(一般小于大约 $3^\circ\text{C}/\text{分钟}$)。对于用于蚀刻光刻衬底的一般的等离子体工艺,总的温升小于大约 50°C 。

[0041] 因此,虽然在等离子体蚀刻工艺期间可能不能冷却光罩,但是由于光罩的较高的热质量(对于 $6'' \times 6'' \times 1/4''$ 的石英光掩模而言大约为 $220\text{J}/\text{K}$),所以还是可能通过在等离子体蚀刻之前冷却掩模来等离子体蚀刻光罩,使得对于等离子体蚀刻工艺的至少某一部分,光罩的温度低于 0°C 。

[0042] 图 2 是能够在暴露到后续工艺之前冷却光掩模光罩的处理腔的示意图。所述后续工艺可以是等离子体蚀刻工艺。所述处理腔由真空兼容腔 (vacuum compatible chamber) 200 组成,所述真空兼容腔 200 具有至少一个开口 207,该开口 207 足够大以容许通过自动机械 (robot) (未示出) 而将衬底 210 传送到所述腔中。任选地,开口 207 可以通过真空兼容阀 (vacuum compatible valve) 205 关闭。衬底传送操作可以在真空或者压力接近大气压的压力下发生。开口 207 与传送腔 (未示出) 连通。

[0043] 衬底 210 由衬底支撑 220 保持在台 230 的上方。衬底支撑 220 在衬底 210 的背面的外侧 5mm 上与衬底 210 接触。可选地,支撑 220 可以接触衬底 210 的侧表面。衬底支撑 220 可以是围绕衬底边缘的一个连续环,或者是分立的支撑。在优选实施例中,三个分立点

接触件支撑衬底 210。

[0044] 衬底 210 被保持紧靠于被冷却的表面 203。在优选实施例中,衬底 210 被保持在被冷却的表面 203 的 10mm 内。被冷却的表面 203 被保持在低于或者等于衬底 210 的所需温度。被冷却的表面 203 通过冷却单元(未示出)而被保持在预定的温度。在优选实施例中,台 230 是被冷却的表面。在另一实施例中,腔壁 245 是被冷却的表面。

[0045] 为了将热量从被冷却的表面 203 传送到衬底 210,将热传递流体通过流体输入装置 240 引入到腔 200 中。热传递流体在冷却工艺期间不准残留在衬底 210 上。热传递流体可以是诸如氮气、氦气的不活泼气体或干净的干燥空气。如果流体是气体,则该流体的露点必须大大低于被冷却的表面的温度以便避免在衬底或被冷却的表面上上的冷凝。

[0046] 在可选实施例中,流体输入装置 240 没有直接瞄准衬底。

[0047] 在另一实施例中,流体在被引入到冷却腔中之前与被冷却的表面接触。

[0048] 热传递流体可以以间歇模式、半间歇模式、或连续地引入。在流体间歇引入的情况下,在衬底 210 和被冷却的表面之间的热传递可以通过自然对流或强迫对流来发生。在强迫对流的情况下,通过再循环泵(未示出)流体可以再循环经过腔。在冷却流体连续引入的情况下,流体通过流体排出装置 215 来排出。任选地,冷却流体可以通过传送开口 207 被排出。

[0049] 注意到,在可选实施例中,热传递流体可以在衬底 210 被传送到腔 200 内之前引入到冷却腔 200 中。如之前一样,热传递流体可以以间歇、半间歇、或连续的模式引入。

[0050] 图 3 示出了工艺流程的框图。工艺以在具有要被干法蚀刻的材料或已构图的膜的、在传送腔内处于某一初始温度的光刻衬底开始。使传送腔和冷却腔之间的压力近似于平衡。一旦该压力近似平衡,衬底就被传送到冷却腔中。传送操作可以在接近大气压下或者在真空下发生。

[0051] 衬底处于冷却腔中直到达到工艺设定点为止。工艺设定点可以是所需的掩模温度,或者该设定点可以是时间。在设定点是衬底温度的情况下,传感器 235 用于监测衬底温度。在任何情况下,衬底的至少某一部分的温度与初始温度相比都将降低。注意到,冷却腔的压力可以接近大气压或者可选地小于大气压。在优选实施例中,冷却腔中的压力在冷却工艺期间大于 10 托。冷却腔的压力可以在冷却工艺的至少某一部分期间受到监控并且几乎保持恒定。

[0052] 可选地,为了最小化在冷却工艺期间对衬底的初始热冲击,冷却腔的压力可以以低于大气压的压力开始,并且在冷却工艺期间至少增加一次。

[0053] 在优选实施例中,冷却处理在少于 30 分钟内完成。

[0054] 一旦冷却工艺已经达到了工艺设定点,冷却腔和传送腔就被排空。一旦冷却腔和传送腔中的压力已经近似平衡,衬底就被从冷却腔传送到传送腔中。然后,衬底被传送到等离子体处理腔并暴露在等离子体中。在等离子体工艺的至少某一部分期间,衬底的至少某一部分处于低于初始衬底温度的温度下。

[0055] 可选地,一旦干法蚀刻工艺已经完成,在暴露到大气条件之前,衬底可以被加热到大约 0°C 到大约 20°C 范围内的温度。在大气暴露之前加热衬底防止了会对掩模性能产生不利影响的冷凝。加热步骤可以在等离子体反应器中执行。等离子体加热步骤可以由反应气体混合物(例如,包含用于剥离剩余抗蚀剂的气体混合物的氧气)、或非反应气体(例如,

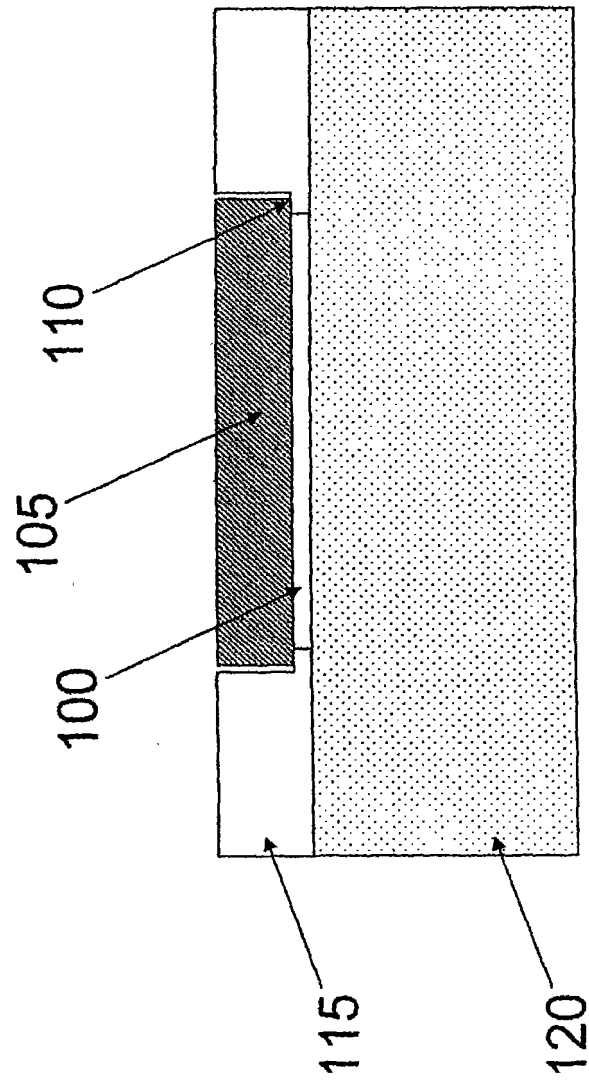
He、Ar 等) 组成。

[0056] 在另一实施例中, 通过在等离子体蚀刻工艺之前冷却掩模, 光罩温度在蚀刻工艺的持续期间仍然保持低于室温 (25°C)。这可以通过将掩模冷却到足够低的初始温度来补偿掩模在等离子体处理期间的温升而实现。

[0057] 可选地, 可以在蚀刻工艺期间对掩模的温度进行监控。如果掩模温度超过了预定的温度设定点, 则中断等离子体工艺, 并且在继续蚀刻工艺之前冷却该掩模。掩模的蚀刻和冷却处理可以根据需要重复多次, 以便使光罩的温度维持在所需温度值之下。

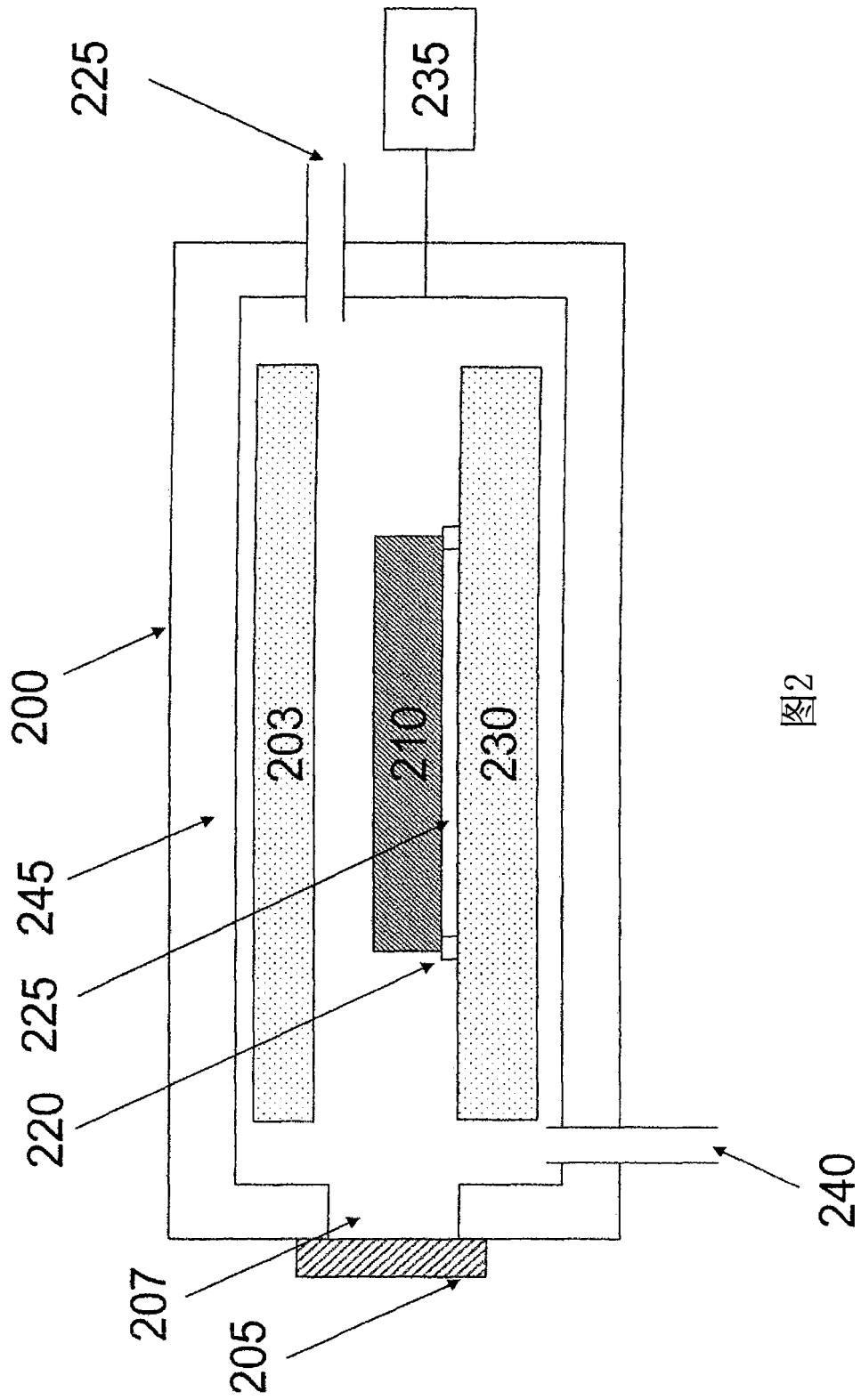
[0058] 虽然上述的公开内容主要关注于光刻衬底, 但是所述方法和装置也可以适用于其他衬底类型, 包括金属、电介质和半导体。所述方法尤其适用于具有高热质量 (例如, 高于 40J/K) 的衬底。高热质量衬底的实例是陶瓷衬底 (例如, AlTiC、Al₂O₃ 等)。

[0059] 本公开内容包括所附权利要求书中所包含的内容, 以及前面的说明书中的内容。虽然本发明已经用其带有某种程度的具体性的优选形式进行了描述, 但是应该理解的是, 优选形式的公开内容只以示例的方式, 并且可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下, 构造细节上的大量变化以及部件的组合排列都可以采用。



现有技术

图1



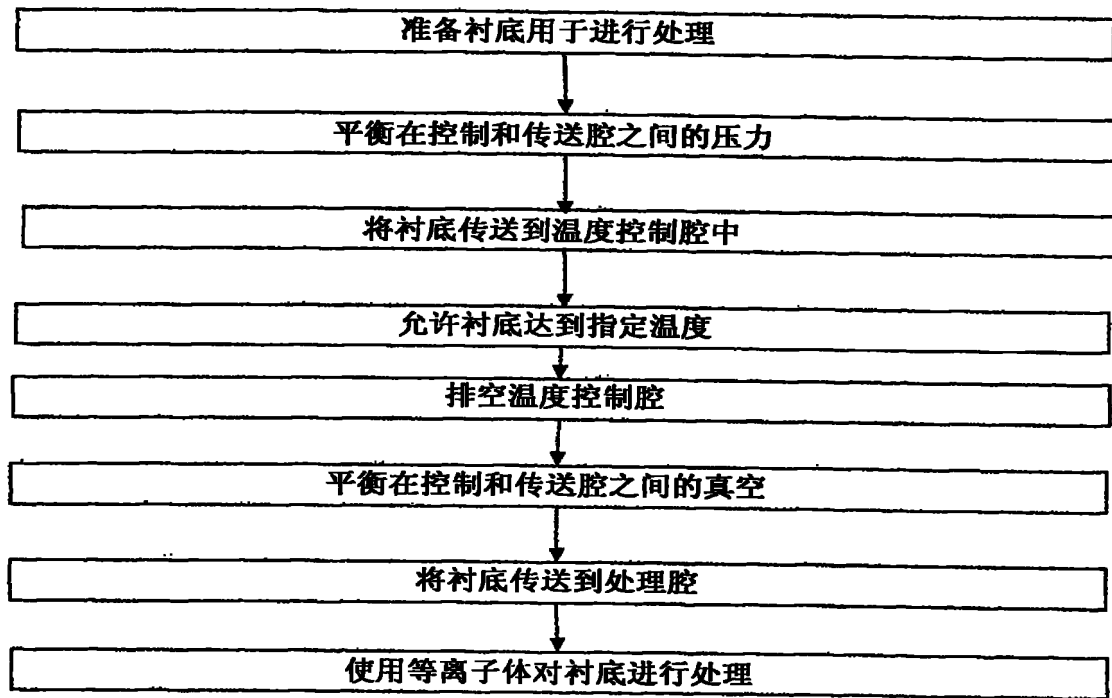


图3