

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

H01L 21/00 (2006.01)

C23C 16/458 (2006.01)

H01L 21/687 (2006.01)

专利号 ZL 200480011923.1

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 100444308C

[22] 申请日 2004.5.6

[21] 申请号 200480011923.1

[30] 优先权

[32] 2003.5.7 [33] US [31] 60/469,050

[86] 国际申请 PCT/US2004/014093 2004.5.6

[87] 国际公布 WO2004/102640 英 2004.11.25

[85] 进入国家阶段日期 2005.11.2

[73] 专利权人 亚舍立技术公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 A·王

[56] 参考文献

US2002/0153099A1 2002.10.24

US6461801B1 2002.10.8

US6495802B1 2002.12.17

US6409932B2 2002.6.25

CN1297670A 2001.5.30

JP2001139379A 2001.5.22

审查员 王文杰

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 赵蓉民

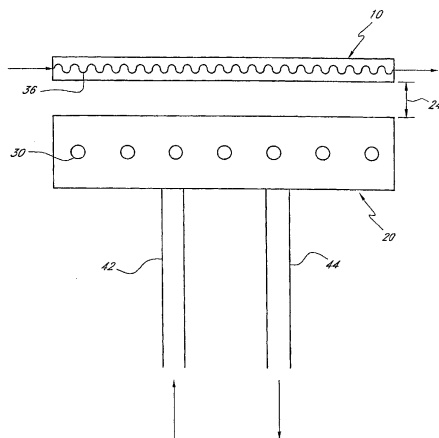
权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 7 页

[54] 发明名称

宽温度范围的卡盘系统

[57] 摘要

本发明提供了一种用于在处理腔内支撑工件的装置，其包括第一“热”卡盘和第二“冷”卡盘，其中所述第一“热”卡盘具有用于支撑工件的表面，并包括用于加热所述热卡盘的电加热元件，所述第二“冷”卡盘中形成有流体路径，用以循环热交换流体。所述冷卡盘能够选择性地朝着或离开所述热卡盘移动，从而改变所述热卡盘和所述冷卡盘之间的热交换速度。



1. 一种用于在处理腔内支撑工件的装置，所述装置包括第一卡盘，所述第一卡盘具有用于支撑所述工件的表面；
 连接到所述第一卡盘的加热器；
 第二卡盘，所述第二卡盘让冷却装置连接到其上，所述第二卡盘被设置成与所述第一卡盘热连接，从而可以改变所述第一卡盘和所述第二卡盘间的热交换速度；和
 至少一个流体出口，所述流体出口被设置成向所述第一和第二卡盘间的空间注入气体。
2. 根据权利要求 1 所述的装置，进一步包括一个控制系统，所述控制系统被编程为，通过改变所述第一卡盘和所述第二卡盘间的热交换速度来控制所述第一卡盘的温度。
3. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述冷却装置包括延伸穿过所述第二卡盘的流体路径，用于循环其中的热交换流体。
4. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述第二卡盘连到位置控制装置，所述位置控制装置被设置成选择性地朝着和离开所述第一卡盘移动所述第二卡盘。
5. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述加热器包括电阻加热元件。
6. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述流体出口处于所述第二卡盘的上表面中。
7. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述第二卡盘在所述处理腔内被设置在所述第一卡盘的竖直下方。
8. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述第二卡盘所包括的上表

面被设置成能够被移动，以与所述第一卡盘的下表面接触。

9. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述第二卡盘能够移动离所述第一卡盘至少 0.5 英寸（1.27 厘米）的距离。

10. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述第二卡盘由铝或铝合金制成。

11. 根据权利要求 10 所述的装置，其中所述第一卡盘由陶瓷材料制成。

12. 根据权利要求 11 所述的装置，其中所述陶瓷材料是氮化铝。

13. 一种用于在处理腔内支撑工件的装置，包括：连接到第一卡盘的加热器，该第一卡盘具有用于支撑所述工件的表面；第二卡盘，所述第二卡盘让冷却装置连接到其上，所述第二卡盘被设置成与所述第一卡盘热连接，从而可以改变所述第一卡盘和所述第二卡盘间的热交换速度；其中所述第二卡盘被中心柱支撑，所述中心柱被波纹管围绕。

14. 一种在装置中处理工件的方法，所述装置包括第一加热卡盘和第二冷却卡盘，所述方法包括下列步骤：

将所述工件放置在所述第一卡盘上；

相对于所述第一卡盘将所述第二卡盘定位在第一位置；

在第一温度下对所述工件进行第一处理；

相对于所述第一卡盘移动所述第二卡盘，直到所述第二卡盘位于相对于所述第一卡盘的第二位置；在第二温度下对所述工件进行第二处理；和

向所述第一卡盘和所述第二卡盘间的空间注入气体。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，进一步包括将所述工件从处理腔中移走。

16. 根据权利要求 14 所述的方法，其中移动所述第二卡盘包括，相对于所述第一卡盘竖直移动所述第二卡盘。

17. 根据权利要求 14 所述的方法，进一步包括泵送冷却流体，使其穿过所述第二卡盘。

18. 根据权利要求 14 所述的方法，其中所述第一卡盘包括在其中的电阻加热器，该方法进一步包括向所述电阻加热器施加功率。

19. 根据权利要求 14 所述的方法，其中所述第一温度小于所述第二温度，所述第一位置比所述第二位置更靠近所述第一卡盘。

20. 根据权利要求 14 所述的方法，其中将所述第二卡盘定位在第一位置包括，将所述第二卡盘放置成与所述第一卡盘接触。

21. 根据权利要求 19 所述的方法，其中所述第一处理是低温抗蚀材料清除。

22. 根据权利要求 19 所述的方法，其中所述第一处理是除渣处理。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，其中所述放置、定位、和进行第一处理的步骤是在第一处理腔内执行的；该方法进一步包括除渣处理后将所述工件从所述第一处理腔移走，并在第二处理腔内利用抗蚀掩模在所述工件上执行第二处理。

24. 根据权利要求 23 所述的方法，进一步包括将工件返回到所述第一处理腔，并在高温下进行第三处理。

25. 根据权利要求 24 所述的方法，其中所述第三处理是抗蚀材料清除处理。

26. 根据权利要求 14 所述的方法，其中所述第一温度大于所述第二

二温度，所述第一位置比所述第二位置更加远离所述第一卡盘。

27. 根据权利要求 26 所述的方法，其中将所述第二卡盘定位在第一位置包括将所述第二卡盘定位在所述第一卡盘下的至少 0.5 英寸（1.27 厘米）处。

28. 根据权利要求 26 所述的方法，其中所述第一处理是高温抗蚀材料清除处理。

29. 根据权利要求 26 所述的方法，其中所述第二处理是低温清理处理。

30. 一种在处理腔内处理工件的方法，所述方法包括：
将第一卡盘加热到第一温度；
将第二卡盘冷却到低于所述第一温度的第二温度；
将待处理工件放置到所述第一卡盘的支撑表面上；
通过调节所述第一卡盘和所述第二卡盘间的热交换速度来控制所述第一卡盘的温度，其中调节热交换速度包括改变注入到所述第一和第二卡盘间的空间的气流。

31. 根据权利要求 30 所述的方法，其中调节热交换速度进一步包括，物理地改变所述第一卡盘与所述第二卡盘的间距。

32. 根据权利要求 31 所述的方法，其中物理地改变所述第一卡盘与所述第二卡盘的间距包括，将所述卡盘放置成彼此直接地物理接触。

33. 根据权利要求 30 所述的方法，其中调节热交换速度进一步包括，改变影响所述第二卡盘散热速度的参数。

34. 根据权利要求 33 所述的方法，其中调节热交换速度进一步包括，改变循环穿过所述第二卡盘的冷却流体的流速。

宽温度范围的卡盘系统

技术领域

本发明一般涉及用于半导体处理装置的工件支撑卡盘的温度控制，更具体地是涉及类卡盘的快速加热和冷却。

背景技术

在很多半导体处理步骤（例如蚀刻、沉积、退火等）中，工件（例如硅晶片、玻璃衬底等）被支撑在处理腔内。当工件被加热到规定温度时，气体和/或等离子体反应物被供给到工件表面。

通常，较高的温度有助于获得较高的反应速率，因而获得较高的工件生产量。但是，较高的温度有时会对部分加工的集成电路上的结构造成损害。另外，某些化学反应在较低的温度下才能最有效地进行。

在本领域有很多已知的结构和方法用于控制处理腔内的工件温度。例如，通过由石英制成的“冷壁”将辐射热聚焦到工件上。辐射热经常用于很高温度的处理（例如，大于 500°C），在这种高温情况下，希望在每个工件的处理循环期间提高和降低温度。

在其它的方案中，可以通过加热工件支架或卡盘来调节工件温度。常规意义上，术语“卡盘”指的是用于处理工件的支架，当工件在循环中被传递到处理腔内、在处理腔内被处理以及被传递出处理腔的时候，该支架保持恒温。

一些系统，特别是等离子体处理系统，需要冷却卡盘而不是加热卡盘来保持所需的卡盘温度。一些等离子体处理向卡盘施加了相当的热载荷，这取决于化学和工艺参数。如果卡盘不提供消除这个热载荷的装置，卡盘温度就会升到所需的规定温度之上。这通常发生在低温处理中，因为卡盘温度接近于周围处理腔的温度，卡盘和处理腔之间的辐射传热不足。如果处理腔温度比卡盘温度还高，情况会更糟。

在较高温度的处理中，卡盘和周围处理腔间的辐射传热通常足以抵消由该处理产生的热载荷。在工业中经常利用液体来加热卡盘并散

去额外的热量。然而，利用液体加热来进行高温处理是危险且不经济的。另外，改变卡盘温度要求改变流体温度，这个过程较慢，因而降低了生产量。

发明内容

用一个卡盘获得两个温度级别的一种方法，就是用电热源来执行高温处理并用液热源来进行低温处理。例如，在美国专利 6,461,801 中已经公开了这样的系统被。然而，在这样的系统中，进行高温处理的时候应当将液体从卡盘清除以避免液体在卡盘内沸腾。这通常是耗时并降低产量的。因此，需要一种改进的系统用于对工件支撑卡盘提供温度控制。

因此，根据一个实施例，提供了一种在处理腔内处理工件的方法。该实施例的方法包括将第一卡盘加热到第一温度，将第二卡盘冷却到低于所述第一温度的第二温度，将待处理工件放置到所述第一卡盘的支撑表面上，并通过调节所述第一卡盘和所述第二卡盘间的热交换速度来控制所述第一卡盘的温度。

在一个实施例中，调节热交换速度包括，以物理方式改变所述第一卡盘与所述第二卡盘的间距。以物理方式改变所述第一卡盘与所述第二卡盘的间距包括，将所述卡盘放置成直接地彼此物理接触。在另一个实施例中，调节热交换速度包括改变进入到所述第一卡盘和所述第二卡盘之间的空间内的气体流速。在另一个实施例中，调节热交换速度包括改变影响所述第二卡盘散热速度的参数。例如，可以调节在穿过所述第二卡盘循环的冷却流体的流速。

另一个实施例提供了一种装置，用于支撑处理腔内的工件。该实施例的装置包括连到第一卡盘的加热器，该第一卡盘具有用于支撑所述工件的表面。所述装置进一步包括第二卡盘，该第二卡盘让冷却装置连接到其上。所述第二卡盘可以与所述第一卡盘热连接从而可以改变所述第一卡盘和所述第二卡盘间的热交换速度。在一些实施例中，所述装置进一步包括一个控制系统，该系统被设置成可以通过改变所述第一卡盘和所述第二卡盘间的热交换速度来控制所述第一卡盘的温度。

又一个实施例提供了在一种装置中处理工件的一种方法，该装置包括第一加热卡盘和第二冷却卡盘。该实施例的方法包括将所述工件放到所述第一卡盘上，相对于所述第一卡盘将所述第二卡盘定位在第一位置，和在第一温度下在所述工件上进行第一处理。然后相对于所述第一卡盘移动所述第二卡盘直到所述第二卡盘位于相对于所述第一卡盘的第二位置，和在第二温度下在所述工件上进行第二处理。

在又一个实施例中，在一种装置中处理工件的一种方法包括提供第一卡盘和第二卡盘。这个实施例的方法包括在所述第一卡盘上定位所述工件，使所述第二卡盘离所述第一卡盘为第一距离。所述方法包括在所述工件上开始抗蚀材料清除处理，通过将所述第二卡盘移动到离所述第一卡盘为第二距离的位置来改变所述第一卡盘的温度，和继续在所述工件上进行所述抗蚀材料清除处理。

在另一个实施例中，一种方法包括在第一温度下在第一批工件上进行第一抗蚀材料清除处理，朝着所述第一卡盘移动第二卡盘，和在低于所述第一温度的第二温度下在第二批工件上进行清理处理。

附图说明

上面总结了本发明的总体性质，对于本领域普通技术人员而言，根据下面参考附图所进行的详细描述，本发明的实施例及其变型将会变得更加清晰，其中：

图 1 是一种温控双卡盘装置的示意性图示；

图 2 是位于处理腔内的一种双卡盘装置的示意性剖面图；

图 3 是图 2 中的系统的示意性部件分解透视剖面图；

图 4 是说明使用双卡盘装置的一种方法的流程图；

图 5 是说明使用双卡盘装置的一种方法的流程图；

图 6 是说明使用双卡盘装置的一种方法的流程图；

图 7 是说明使用双卡盘装置的一种方法的流程图；

具体实施方式

参考附图，用于支撑工件的温度控制装置的一些优选实施例包括热源和散热器，其中该热源被设置成能够向工件支架输入热量，而散

射器被设置能从支架散热。在一个实施例中，例如图 1 所示的，热源被提供在第一卡盘 10 中，工件被支撑在第一卡盘上，散热器被提供在第二卡盘 20 中，该第二卡盘被定位成邻近第一卡盘 10。

总体上，第一卡盘（或“热卡盘”）10 被设置成能够以有源的方式被加热，并能够在其上表面上（或在从其向上延伸的支撑销上）支撑工件。第二卡盘（或“冷卡盘”）20 的温度通常被保持为低于第一卡盘 10 的温度，并被设置成能够通过辐射、对流和/或传导等热传递方式散走热卡盘 10 的热量。热卡盘和冷卡盘之间热传递的速度可以通过调节若干参数中的任一个来改变，这些参数例如卡盘 10、20 的间距；冷卡盘的温度或从冷卡盘的热传递速度；占据卡盘之间空间的气体的数量或组分，或其它本领域技术人员意识到的参数。

在图 1 所示的实施例中，热卡盘 10 通过嵌入在卡盘 10 内的电加热元件 36 被加热。普通技术人员能够选择一种合适的加热元件或其它的热源来用于如本文所描述的工件卡盘中。具有加热元件的热卡盘的一个实例在美国专利 6,60,975 中有所描述。或者，热卡盘可以通过其它方式被加热，例如辐射加热器、流体加热器、热电器件等。

热卡盘 10 可以具有任意合适的结构。例如，卡盘 10 可以包括真空沟槽用于将工件固定就位，或者工件可以通过重力被固定就位。热卡盘 10 可以由任何合适的材料制成，通常是具有高导热率的材料。在一个实施例中，热卡盘 10 由例如氮化铝（AlN）的一种陶瓷材料制成，质量为约 700—约 2500 克之间，在一个优选实施例中，质量为大约 1200 克。因为 AlN 具有较高的导热率、在高温下的刚性、和抗腐蚀性而成为用于本系统期望材料。或者，热卡盘 10 可以由任何其它合适的金属或陶瓷材料制成。在所示的实施例中，热卡盘 10 相对于处理腔 50（参考图 2 和图 3）被静止地支撑或固定，热卡盘位于在处理腔内。然而，在备选实施例中，热卡盘 10 可以被设置成在处理腔内是可移动的。

冷卡盘 20 同样可以由任意合适的材料制成。在一个实施例中，冷卡盘 20 的材料被选成是具有高导热率，在一些实施例中，冷卡盘 20 也可以被选择成是相对于热卡盘 10 具有高质量和高热容量（即材料的比热与密度的乘积），热卡盘优选地具有相对低的质量和热容量。在一个实施例中，冷卡盘 20 由纯铝或铝合金制成，并且质量为约 3,000

克—约 10,000 克，在一个优选实施例中，质量为约 5,000 克。这样，在某些实施例中，热卡盘的质量有利地为冷卡盘质量的约 20%和 30%之间。在一些优选实施例中，热卡盘的质量在冷卡盘质量的约 23%和约 28%之间，在一个特定的实施例中，热卡盘的质量是冷卡盘质量的约 24%。

在一个实施例中，特别希望的是提供由 AlN 陶瓷制成的质量约 1,200 克的热卡盘，结合由铝制成的质量约 5,000 克的冷卡盘。这些材料相对于彼此具有独特所需的物理性质和热性质。或者，其它具有较大热容量的材料，例如铍、硼、铬、铜等，也能以合适的质量被利用。然而，铝之外的金属通常配有保护镀层从而得以存在于等离子体环境中，并得以在半导体处理期间避免金属污染。在以下更详细地讨论的一个实施例中，冷卡盘 20 可以根据需要相对于热卡盘 10 移动从而增大或减小热冷卡盘 10、20 间的间距（或间隙）24。

在图 1 所示的实施例中，液流槽道 30 被设置在冷卡盘 20 中。可以理解的是，槽道 30 可以串连起来从而确定弯曲穿过卡盘 20 的单个路径，或并联起来从而提供穿过冷卡盘 20 的多个流体路径。热交换流体，例如水、水和乙二醇的混合物、或其它合适的冷却气体或液体，在冷卡盘 20 内循环以冷却卡盘 20。

这样的一种流体冷却系统通常也包括泵或其它器件，用于使冷却流体穿过槽道 30 在冷卡盘 20 内循环。在相对低温下存储热交换流体的液流源（未示出），经由供给线 42 和回线 44 与冷卡盘 20 中的液流槽道连通。流控阀（未示出）可以被设置在液流线中以调节热交换流体穿过冷卡盘 20 的流速。可以选择地，热交换流体的流速可以通过改变抽运速率或其它参数来设置。

在另外的备选实施例中，冷卡盘 20 可以根据需要通过其它方法或器件被冷却。例如，冷卡盘可以被热电冷却器（TEC）或任何其它能使物体散热的器件。

现在参考图 2 和图 3，所示的热卡盘 10 和冷卡盘 20 在处理腔 50 内。如所示的那样，支柱 54 可以被设置成在热卡盘 10 和处理腔 50 底面间延伸，从而在处理腔 50 内支撑热卡盘 10。或者，可以用任何其它认为合适的方式来支撑热卡盘 10。在一些实施例中，热卡盘 10 相对于

处理腔 50 的位置是固定的。或者，除了冷卡盘 20 可以移动之外，热卡盘可以被设置成能够在处理腔内移动，或者热卡盘可以被设置成代替冷卡盘 20 在处理腔内移动。可以配置若干起模顶杆 38，以在加载或卸载工件期间将工件抬离热卡盘 10。

如图 2 和图 3 所示，冷卡盘 20 通过中心柱 58 被支撑在热卡盘 10 下。中心柱 58 从冷卡盘 20 的中心穿过处理腔 50 的底部到位置控制系统 62。可以在冷卡盘 20 中设置若干通孔 60，从而使得热卡盘 10 的支柱 54 可以延伸穿过处理腔 50 的底面。或者，第一卡盘 10 可以在四周被支撑，例如被支撑在从处理腔 50 侧壁延伸的托架上或以任何其它合适的方式被支撑。

入口通道 64 通常穿过处理腔 50 的顶部，从而使得处理气体通过入口折流板 65 和喷头板 66 进入处理腔 50。排出通道 68 可以穿过处理腔 50 的底部。如图所示，中心流出（center-draw）的折流板 70 可以设置在冷卡盘 20 下，该折流板 70 具有中心开口 72。折流板 70 可以使处理气体更加均匀地在工件上流动，从入口通道 64 到排出通道 68。

在图 2 所示的一个实施例中，柔性波纹管或伸缩管（bellows）76 绕着中心柱 58 设置，从而将流体供给线 42、流体回线 44、气体供给线 74、和支撑柱 58 与处理腔 50 内的处理气体隔离开。波纹管 76 也可以优选地被设置成可以随着冷卡盘 20 在处理腔内的竖直移动而弯曲，从而保持处理腔 50 和波纹管 76 内空间之间的气压不同。波纹管 76 可以由任何合适的抗腐蚀材料制成，例如 INCONEL™ 合金或其它的镍基合金。流体供给线 42 和流体回线 44 与柱 58 并排延伸穿过波纹管 76 到冷卡盘 20。气体供给线 74 优选地也与支撑柱 58 并排延伸穿过波纹管 76，从而向卡盘 10、20 间的间隙 24 提供惰性气体。在一个实施例中，如所示的那样，气体供给线可以终止在气体出口 75。在备选实施例中，气体 74 和/或流体 42、44 线可以通过支撑柱的中心、支柱 54、或任何其它的结构来被设置路线，从而向冷卡盘 20 和/或卡盘间的间隙 24 提供所需的流体连通。在另外备选实施例中，气体和/或流体线可以延伸穿过处理腔的侧壁，而且可以直接暴露到处理气体中（如果这些线是由能够抵抗处理气体损害的合适材料制成）。流体线延伸穿过侧壁的实施例尤其适用与冷卡盘在处理腔内是静止的系统。

在所示的实施例中，冷卡盘 20 可以相对于热卡盘 10 竖直地移动。可以根据需要来设置任何合适的电动机和位置控制装置，驱动支撑柱 58 和冷卡盘 20 朝向或离开热卡盘 10。例如，在一些实施例中，中心柱 58 可以通过齿条齿轮或蜗杆来上升或下降。可以选择地，冷卡盘 20 可以由多个可移动的支架来支撑，而不是由单个柱来支撑。

参考图 1—图 3，现在将描述温控工件支架实施例的操作方法。温控工件支架的实施例有利地允许在宽温度范围内对热卡盘 10 进行快速加热和冷却。热卡盘 10 温度的增加通常是由增加热卡盘 10 内加热器 36 的功率（或者改变流体加热系统中流体的温度或流速）来实现。降低热卡盘 10 的温度可以通过改变从热卡盘 10 到冷卡盘 20 的热交换速度来实现。热卡盘 10 和冷卡盘 20 之间的热交换速度可以通过调节若干参数中的任一个来改变，这些参数例如卡盘 10、20 的间距 24；冷卡盘的温度；占据卡盘之间空间的气体的数量或类型，或其它普通技术人员意识到的参数。

在一个优选实施例中，惰性气体被持续地注入到卡盘间的间隙 24 内。这使得热量通过气体的“自由对流”和（一定程度上）传导来从热卡盘传到冷卡盘。普通技术人员可以意识到的是（与其它因素一起），气体的类型和气体注入和/或清除的速度可以影响卡盘间的热交换速度。如果卡盘 10、20 发生物理接触，传导变成它们之间的主导热交换方式。普通技术人员能够意识到的是，传导热交换取决于温差和卡盘材料的特定热状况、以及其它因素。这样，在一个优选实施例中，热卡盘 10 的温度由增大或减小（可能到零）卡盘 10、20 间的间隙 24 来控制。

术语“热连接”在此以其惯常的意义被使用，并不是限制性的，指的是将热卡盘和冷卡盘间的热交换速度增大到或超过所需水平的操作。普通技术人员能够认识到的是，使热卡盘和冷卡盘发生直接物理接触就可以达到热交换的最大速度。然而，对于给定的系统，足以“热连接”卡盘所需的热交换水平可以小于最大值。这样，在一些实施例中，如果卡盘彼此邻近（例如，小于大约 2 毫米）但并没有物理接触彼此，卡盘就可以视为“热连接”。同样，术语“热分离”在此以其惯常的意义被使用，并不是限制性的，指的是将热卡盘和冷卡盘间的

热交换速度减小到所需最小值的操作。普通技术人员可以理解的是，所需的热交换速度最小值可以不必是给定系统能够达到的绝对最小值。

对于高温处理（例如大于约 110°C）而言，通过使卡盘热分离就可以增加从热卡盘到冷卡盘的热交换速度。在一些实施例中，通过将冷卡盘 20 向下移动离开热卡盘 10 就可以使卡盘热分离。在一个实施例中，当冷卡盘被移动到离开热卡盘 10 至少约 0.5 英寸（约 1.27 厘米）的位置时，冷卡盘 20 就从热卡盘 10 热分离。在另外的实施例中，在以下情况下卡盘可以被设置成是热分离，即，卡盘 10、20 被分开更小或更大的距离、或另一个参数例如冷却流体的流速或注入到卡盘间间隙的气体流速被调节到特定的水平。

对于低温处理（例如，低于大约 110°C）而言，冷卡盘 20 向上移动或朝热卡盘 10 移动。优选地，冷卡盘 20 可以移动到与热卡盘 10 接触从而增大热卡盘 10 和冷卡盘 20 间的热交换速度。在另外备选实施例中，直接热传导或绝缘结构或材料可以放置在热卡盘和冷卡盘间以改变其间的热交换速度。

在一个实施例中，热卡盘 10 的所需温度是由外部闭环温度控制器（未示出）来控制的，该控制器被设置成能够从热电偶 80 接收温度测量值，并控制以上讨论的影响热交换速度的参数。如果热卡盘 10 的测量温度高于所需温度，控制器就减小或关闭加热元件 36 的功率。控制器也可以向上朝热卡盘 10 升高冷卡盘 20 从而热连接卡盘 10、20。

在一些实施例中，当冷卡盘被移动到离热卡盘 10 小于 0.5 英寸（12.7 毫米）的位置时，冷卡盘 20 就热连接到热卡盘 10。在一个特定的实施例中，当冷卡盘移动到与热卡盘 10 接触时，冷卡盘 20 热连接到热卡盘 10。当冷卡盘 20 接触热卡盘 10 的时候，热卡盘 10 的温度通常会急剧下降，这是因为与冷卡盘 20 相比其低质量和热容量。冷卡盘 20 的温度只会平稳地上升，这是因为其高质量和高热容量。

如以上讨论的那样，如果卡盘间存在间隙，惰性气体可以被供给到热卡盘 10 和冷卡盘 20 之间从而增大卡盘 10、20 间的热交换速度。例如，即使卡盘 10、20 彼此物理接触，由于卡盘配合表面中的粗糙不同，可能会存在间隙。普通技术人员可以意识到，与真空情形相比，

如果存在气体，跨越任何间隙的热交换会更快。因此，在一些实施例中，可以将惰性气体选择成具有尽可能高的导热率。这样卡盘 10、20 间的温度平衡可以相对快地达到。

为了将热卡盘 10 的温度保持在所需的范围内，控制器可以调节系统参数以增大或减小从热卡盘 10 的热交换速度，因此升高或降低热卡盘 10 的温度。根据一个实施例，如果热卡盘 10 的测量温度低于所需温度，控制器就重新启动热卡盘 10 的加热元件 36 从而升高热卡盘 10 的温度。热卡盘 10 如所需的低质量和热容量使得热卡盘 10 的温度能够快速改变。如果测量温度高于热卡盘 10 的所需温度，当热交换流体穿过冷卡盘 20 循环时，加热元件 36 可以保持未启动以从卡盘 10、20 散掉额外的热量。

在一些实施例中，所示的工件支架装置可以实施在微波等离子体灰化机 (asher) 中，用于从集成电路工件中去除有机抗蚀材料。灰化机可以利用远程微波等离子体源，该等离子体源能够在处理腔的上游侧产生氧和/或氟原子团。可以选择地，该装置可以在处理腔 50 内使用内部射频(RF)等离子体发生器。

如先前指出的那样，所示装置的一些实施例特别用于抗蚀材料的清除和/或清理操作。在半导体加工的不同阶段，抗蚀材料被涂到工件上，而后从工件上被清除掉。如以下实例所述的那样，所示装置可以用于很多抗蚀材料清除情形下。例如，所示装置特别地用于两步抗蚀材料清除工艺，其中一个处理步骤执行的温度高于另一个处理步骤。通过调节热卡盘和冷卡盘 10、20 间的热交换速度，一个处理步骤可以紧接着另一个处理步骤被执行，而不必将工件从处理腔 50 取出。另外，可以使用所示装置以不同的温度处理不同批的工件。第一批工件可以在处理腔 50 内以第一温度被处理。然后，通过调节卡盘 10、20 间的距离（或另一个影响卡盘间热交换速度的参数），可以紧接着在处理腔 50 内以第二温度处理第二批工件。

图 4 示出在两步注入后抗蚀材料清除工艺中使用温控工件支撑系统的一种方法的一个实例。在半导体加工的初始阶段中，半导体衬底的区域通过抗蚀材料掩模被注入掺杂剂（例如，硼、磷、砷）。在很多其它掺杂步骤中，类似地通过掩模来进行离子注入。离子注入工艺

导致在抗蚀材料顶面的硬壳。在高温步骤期间的释气会被硬壳阻滞，直到在抗蚀材料内建立爆炸压强，从而可能会引起对部分加工过的工件以及反应器的损害。传统地，使用可以避免过量气体累积的低温清除工艺使这种风险最小化。

这样，在抗蚀材料清除工艺的一个实例中，当热交换流体穿过冷卡盘 20 循环时，热卡盘和冷卡盘是热连接 110 的，在低温下首先进行初始清除 120 直到阻滞硬壳从抗蚀材料清除掉。在初始步骤期间工件温度优选地被保持在大约 100°C 到 140°C 之间，更优选地在大约 110°C 到 125°C 之间。反应气体可以包括氧化剂以帮助抗蚀材料的氧化（例如，O₂，优选地被转换成氧原子团）；氟源以帮助注入部分的清除（例如，NF₃ 或 CF₄，优选地被转换成氟原子团）；和稀释气体（例如，He 或 Ar）和/或合成气体（H₂/N₂）以作为载气。原子团可以在远程微波等离子体发生器或任何其它合适的等离子体源中产生。抗蚀材料的注入上部通常在大约 30 秒内被除去。

一旦除去了硬壳，热卡盘和冷卡盘就热分离 130，热卡盘 10 的温度上升 140，反应继续 150。优选地，温度升高到大约 150°C 和 300°C 之间，更优选地到大约 200°C 和 250°C 之间。在这个较高的温度步骤期间，冷卡盘 20 优选地从热卡盘 10 热分离。例如，冷卡盘 20 可以被移动到离开热卡盘 10 至少约 0.5 英寸（12.7 毫米）。一旦热卡盘 10 与冷卡盘 20 分离，电加热元件 36 导致热卡盘 10 的温度升高。在清除的第二阶段中同样的反应化学气体可以继续流动。然而，在一些实施例中，N₂（或合成气体）与 O₂ 一起流动，氟流可以中断。升高的温度导致蚀刻速度显著增加，因此提高了工件产量。特别地，大约 250°C 的温度导致大约 7 微米/分钟的清除速度。大约 1 微米的典型抗蚀材料掩模因此可以在大约 5 到 10 秒钟内被除去。

现在参考图 5，将讨论在成孔后（post-via）抗蚀材料清除工艺中使用温控工件支撑系统的一种方法的一个实例。在一些半导体加工工艺中的不同阶段，会穿过层形成孔，通常穿过绝缘层例如硼磷矽玻璃（borophosphosilicate glass, BPSG）或由氟硅玻璃（tetraethylorthosilicate, TEOS）形成的氧化物。抗蚀材料掩模选择性地被曝光并显影成所需的图案，然后显影的和未显影的抗蚀材料被除去，这取决于使用的是正

抗蚀或负抗蚀材料。然后穿过图案化的抗蚀材料掩模和下层（通常是氧化物）的未曝光部分形成孔。

形成孔后，就除去抗蚀材料掩模。不幸的是，成孔工艺会在孔内产生有机残留物，通常很难清除。在工业中残留物通常指聚合物“罩”，接着在末后或金属化加工阶段对孔进行反应离子蚀刻，此时这些残留物特别成问题。在经常用相对活波的化学清除方法除去这种聚合物残留物时，对结构的过度蚀刻会产生损坏孔内暴露特征的风险。因此，快速清除抗蚀材料后，在相对低的温度下进行成孔后清理是有利的。

在热卡盘和冷卡盘热分离 210 的状态下，热工件卡盘 10 在高温（例如 200°C 到 250°C）下，如上述关于注入后处理的第二阶段那样，可以快速执行高温抗蚀材料清除 220。如以上先前的实例所讨论的那样，也可以提供具有选择的氟流的反应剂。在一个实施例中，将冷卡盘 20 移动到离开热卡盘 10 至少 0.5 英寸（12.7 毫米）就可以达到热分离。

所示的两卡盘系统使得成孔后清理可以在与高温抗蚀材料清除 220 同样的处理腔内进行。因此，高温抗蚀材料清除 220 后，热卡盘和冷卡盘可以热连接 230，因此“热”卡盘 10 被冷却 240 用于低温清理工艺 250。在清除后的清理工艺中，工件温度通常保持在大约室温和大约 100°C 之间，更优选地在大约 50°C 和 80°C 之间。在这个工艺中的化学气体优选地包括氧化剂（例如， O_2 ）、稀释气体（例如，He、Ar、和/或合成气体例如 N_2/H_2 ）、和氟源气体（例如， NF_3 或 CF_4 ）。氟在帮助除掉聚合物的同时也会侵蚀孔的氧化物侧壁。氧化剂和氟反应剂可以包括在处理腔上游侧形成的原子团。

清除后清理工艺可以在处理腔内产生 RF 等离子体，来补偿在工艺中降低的温度。 N_2 或合成气体帮助维持等离子体放电。另外，可以选择地，可以在氧气或氟源处理后施行短暂的物理喷溅蚀刻。

一旦完成孔的清理步骤 250，工件就从处理腔 50 移走 260。然后，就将冷卡盘 20 和热卡盘 10 热分离，热卡盘 10 又被加热 280 以准备处理另一个工件。

图 6 所示为即将描述的在除渣（de-scum）工艺中使用温控工件支撑系统的一种方法的一个实例。如以上讨论的那样，在一些半导体加工工艺的不同阶段，抗蚀材料掩模选择性地被曝光并显影成所需的图

案，然后显影的和未显影的抗蚀材料被除去（取决于所用的是正或负抗蚀材料）。除去显影或未显影的抗蚀材料后，经常留有薄层聚合物残渣。在蚀刻或其它具有掩模的工艺（marked process）（例如离子注入）之前，需要执行清理或“除渣”工艺来除去这些残渣。

这样，在图 6 中所示的实施例中，抗蚀材料层在第一显影腔（未示出）被显影 310。在显影步骤后或在显影步骤中，处理腔 50 内双卡盘系统的卡盘 10、20 被热连接 320，工件支撑卡盘 10 被冷却到所需的“冷却”温度。然后工件被加载 330 到“冷却”卡盘系统上，从而在“冷却”温度下进行除渣工艺 340。除渣工艺优选地在相对低的温度（例如，在大约 100℃）下进行以避免除去抗蚀材料掩模。一旦完成除渣工艺，工件就可以从处理腔 50 移走 350 并被转移到另一个处理腔以进行具有掩模的工艺或蚀刻步骤 360。在具有掩模的处理步骤 360 后或在该处理步骤中，双卡盘系统的热卡盘和冷卡盘 10、20 可以被热分离 370 并升温到所需的“高”温。然后工件被重新加载 380 到处理腔 50 内，并执行抗蚀材料清除工艺 390。

普通技术人员可以认识到的是，可以根据在此描述的工艺以“成批模式”或单个模式处理工件。例如，在一个实施例中，在开始处理新晶片之前，可以通过图 6 中所示的方法来处理单个晶片。可以替换地，可以在图 6 的不同处理腔之间移动两个或更多个工件以进行同时处理。这样，一批工件可以通过两个处理腔进行循环从而最小化一个或两个处理腔的辅助操作时间（overhead time）。普通技术人员可以理解的是，根据这里的公开内容，在另一种方案中，在热分离卡盘从而在“高”温下处理一批晶片之前，可以在处理腔 50 内用双卡盘系统处理在“冷却”温度下处理一批工件。这样的成批或单个工件处理循环也可以适用于这样的工艺，在该工艺中高温处理之后就接着进行低温处理（可以具有或没有在不同处理腔中进行的中间处理）。

再参考图 5，描述利用温控工件支撑系统以减小硅或其它氧化物损失的一种方法的一个实例。如关于成孔后清除工艺所讨论的那样，抗蚀材料清理后，就可以清理在末后金属化期间由 RIE 形成的孔中的残渣。然而，接触孔口或孔也可以在集成电路加工的很多其它阶段形成，可以通过湿法蚀刻、干燥气相蚀刻或 RIE 形成。

集成电路包括很多用于电绝缘导电元件的介质元件。用于这些介质元件的惯常材料是各种形式的二氧化硅，虽然对于很多应用氮化硅也很流行。

在形成导电元件中的电接触的过程中，接触孔或孔口穿过绝缘层形成，这些绝缘层已知为内层介质（ILD）。向半导体衬底内的有源区域开放接触孔通常会将晶体管栅电极上的绝缘侧壁隔片暴露。在这些实例中的每个实例中，都要利用掩模来确定孔或通孔，蚀刻工艺使氧化物表面暴露。

这些氧化物表面确定了由电路设计所选择的尺寸。因为为了追求更快的集成电路（IC）运行速度和更低的功率消耗器件组装密度一直在增大，因此保持这些尺寸就变得愈发重要，而且过度蚀刻的公差也同等地减小。这样，抗蚀材料掩模清除后对孔口清理进行精确控制就愈发重要，以避免对暴露绝缘表面（特别是氧化物表面）的过度蚀刻。

因此，减少氧化物损失的一种方法的一个实例包括热分离 210 热卡盘和冷卡盘，然后在高温（优选地在大约 100°C 和 300°C 之间，更优选地在大约 200°C 和 250°C 之间）下执行接触后蚀刻抗蚀材料清除 220 的第一阶段。实例性的反应剂流包括比例为 1: 10 的 N_2 : O_2 。

进行接触后蚀刻抗蚀材料清除 220 后，可以利用双卡盘装置来进行更低温度下的清除后清理。因此，热卡盘和冷卡盘被热连接 230，热卡盘被冷却 240 到所需的温度，从而进行清除后清理工艺 250。如关于成孔后清理所指出的那样，氟有助于清理光刻副产物的氧化物表面。如所需地，向反应剂流中加入相对小百分比的氟气源（例如，小于约 5% 的 CF_4 ）。

有利地，对于给定的蚀刻速度而言，除了远程等离子体发生器外使用 RF 等离子体会降低所需的工艺温度。在低温清理步骤 250 中，热卡盘 10 的温度优选地保持在大约 15°C 和 100°C 之间，更优选地在大约 20°C 和 100°C 之间，最优选地在大约 25°C 和 50°C 之间。虽然蚀刻速度很快，通过限制 RF 电极通电的时间（例如，大约 15 秒）就可以严格地控制清除后清理。

除了上述的两阶段工艺外，图 1—图 3 的两卡盘装置可以有利地用于任何所需的工艺从而增加工件产量，这些工艺包括在高温下进行的

单温度工艺 (single-temperature process)。这种产量的增加可以通过提高工件处理后冷却的速度和效率来获得。

关于这些工艺, 例如图 7 所示, 抗蚀材料快速清除工艺 420 (优选地在大约 100°C 和 300°C 之间, 更优选地在大约 200°C 和 250°C 之间) 后, 可以接着将工件温度降到 440 商用存储盒容许的级别, 此时工件仍然位于卡盘 10 上。该方法通常包括将冷卡盘 20 与热卡盘 10 热连接 430 从而降低工件和热卡盘 10 的温度到所需的移出温度 440。在一些实施例中, 工件和卡盘被冷却到小于大约 100°C 的温度, 而在一个实施例中, 冷却到小于约 70°C 的温度。这样, 工件从卡盘 10 和处理腔 50 被移走 450, 而且, 除了打开处理腔闸门阀和伸入传递机械手以提出工件所需的时间外, 无需等待工件就被直接放到低温储存盒内。

因此, 所描述的装置本身固有若干优点。例如, 需要在不同温度下进行两步处理的工艺可以在同一个处理腔内高效地进行。另外, 通过取消分离的冷却站可以增大工件产量, 所述冷却站通常用于在放入低价存储盒之前对工件进行冷却。

虽然在此描述了某些实施例和实例, 本领域普通技术人员可以理解的是, 在本公开内容中所示和所描述的方法和器件的很多方面可以被不同地组合和/或改变以形成另外的实施例。另外, 应该认识到的是, 可以利用任何适于执行所述步骤的结构来实施在此描述的方法。这些备选实施例和/或上述方法和器件的应用及其明显的变型和等同都在本公开内容的范围内。因此, 本发明的范围不应该被上述特定实施例限制, 而只应该在仔细理解所附权利要求后确定。

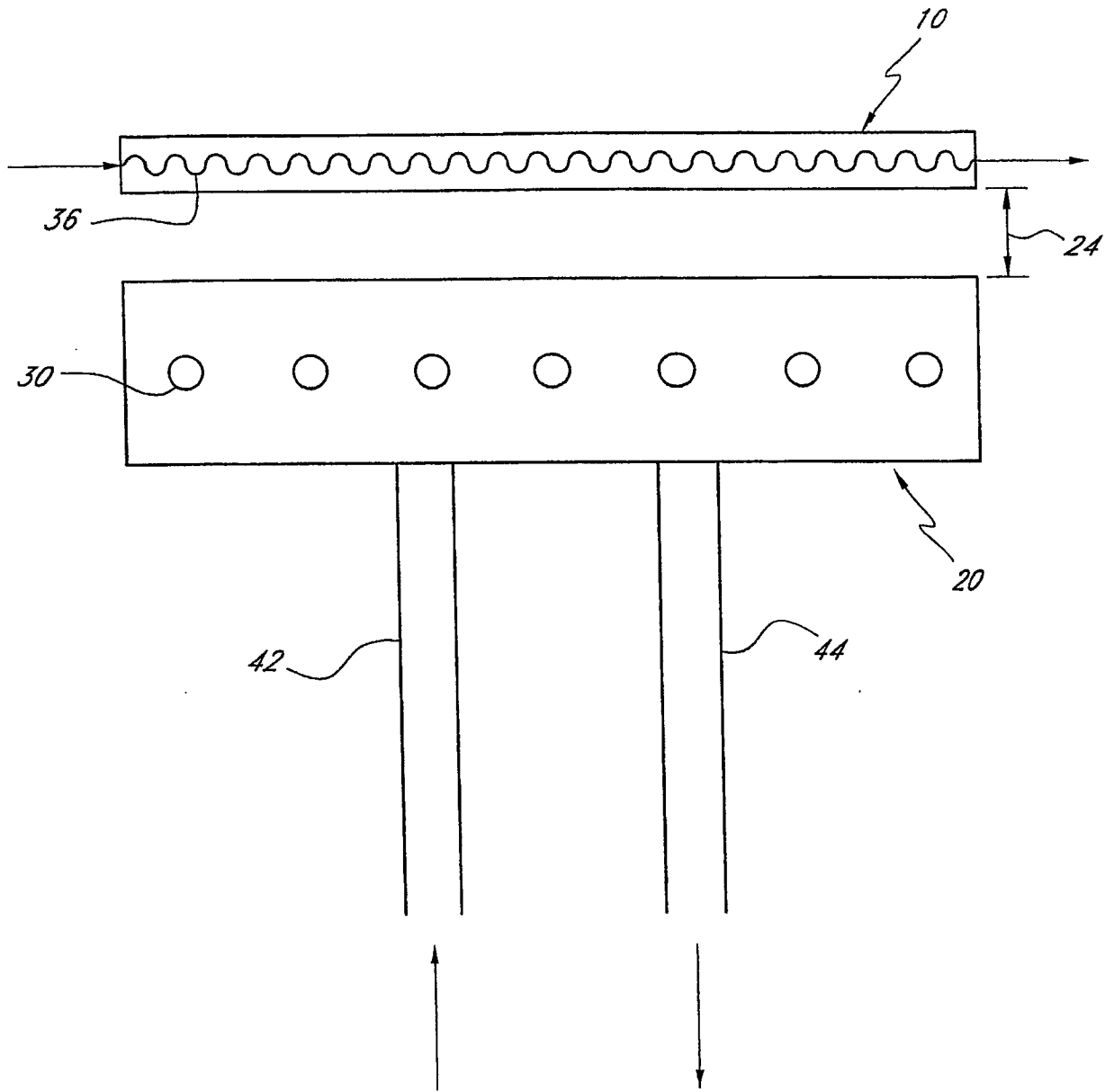


图1

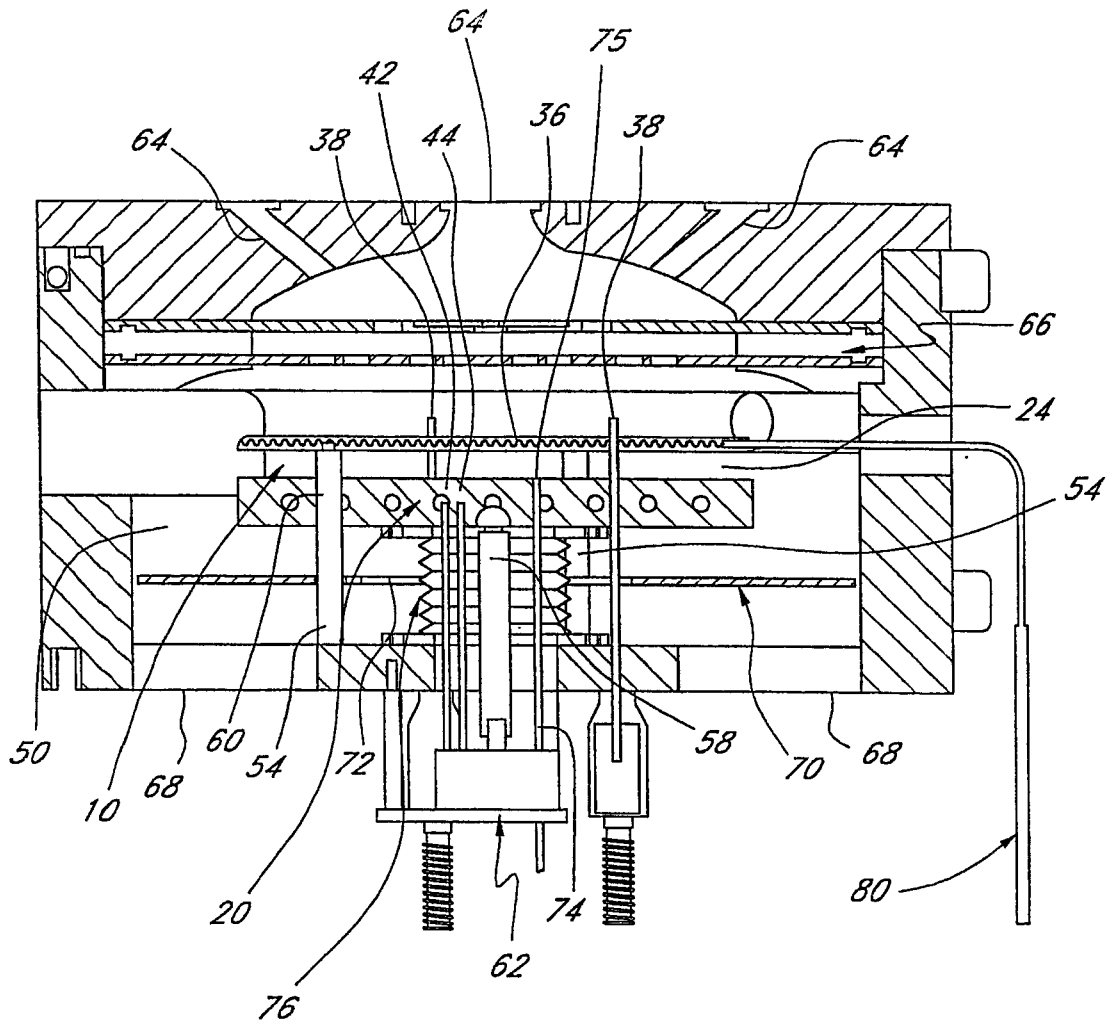


图2

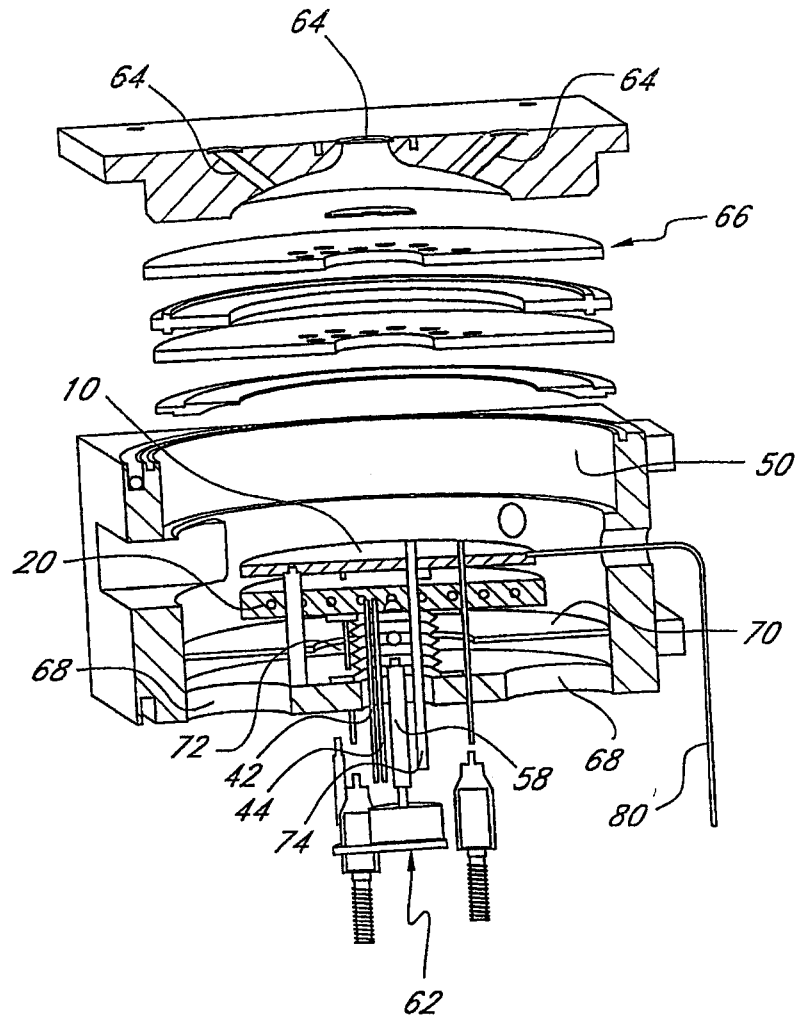


图3

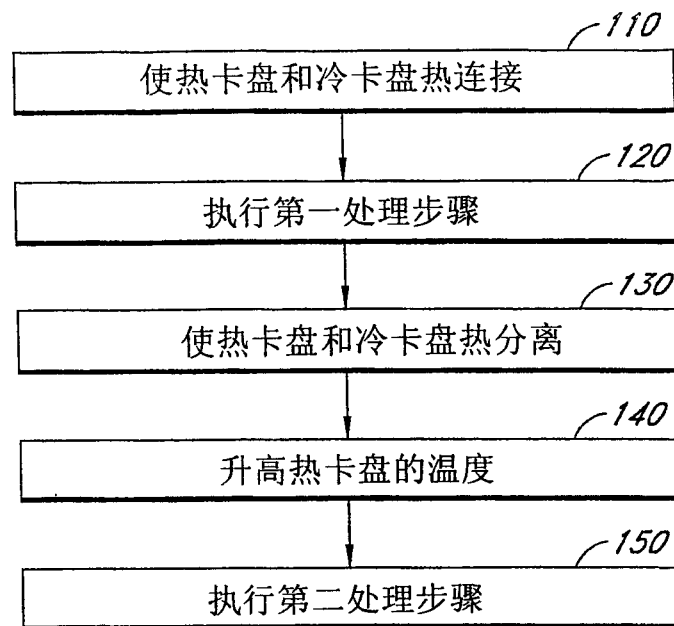


图4

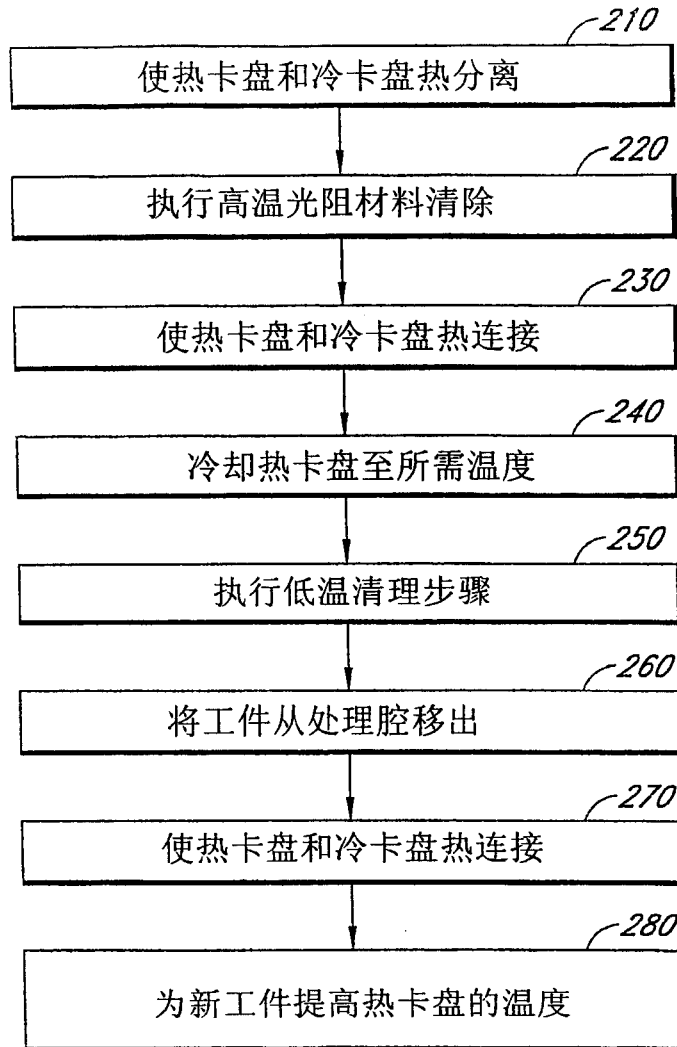


图5

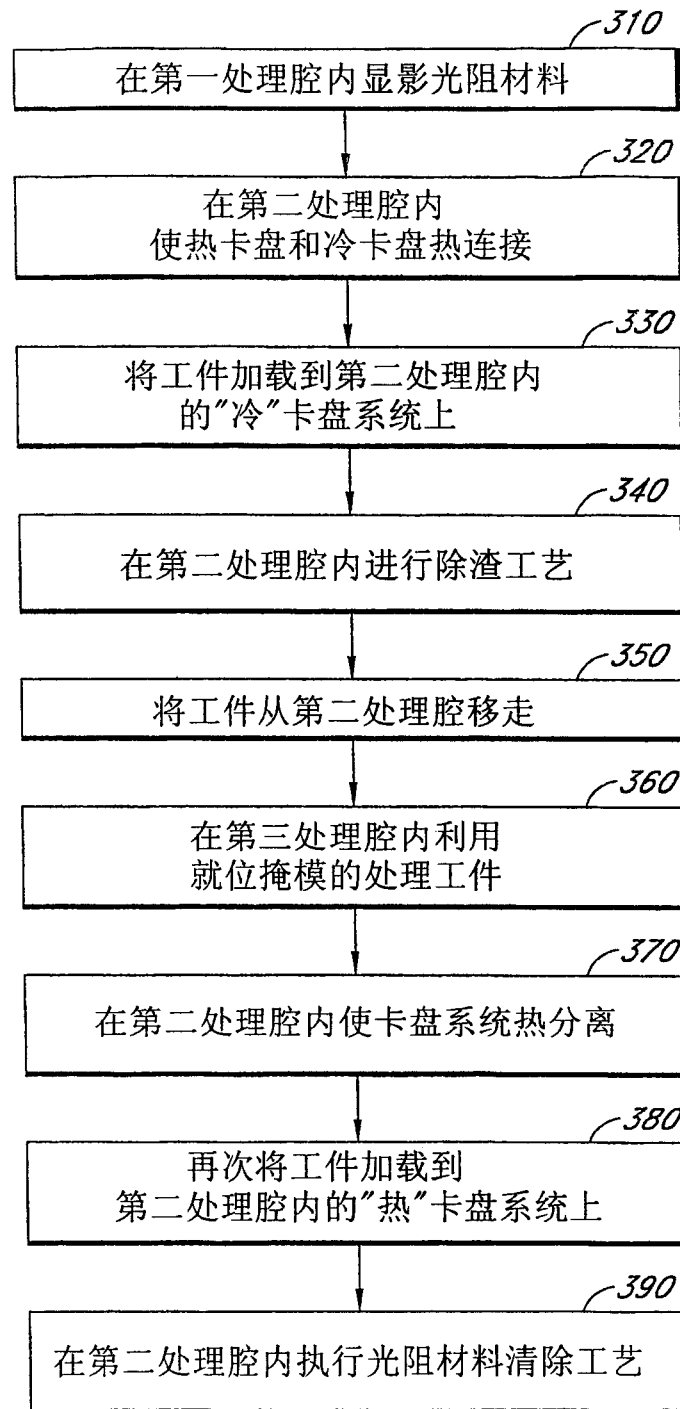


图6

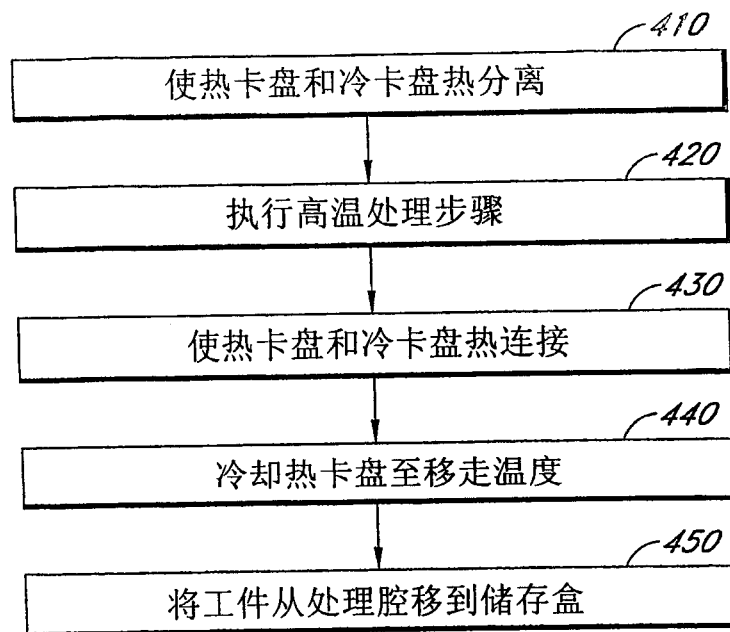


图7