

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101205605 B

(45) 授权公告日 2012.01.11

(21) 申请号 200610168334.5

(22) 申请日 2006.12.18

(73) 专利权人 东京毅力科创株式会社
地址 日本东京都(72) 发明人 李一成 石坂忠大 山本薰
五味淳 原正道 藤里敏章
雅克·法盖特 水泽宁(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 柳春雷

(51) Int. Cl.

C23C 16/46(2006.01)

C23C 16/513(2006.01)

C23C 16/52(2006.01)

C23C 16/06(2006.01)

C23C 16/22(2006.01)

(56) 对比文件

US 2006/0213439 A1, 2006.09.28, 全文.

US 6364954 B2, 2002.04.02, 全文.

WO 03/023835A1 A1, 2003.03.20, 全文.

US 6477980 B1, 2002.11.12, 全文.

US 5730801 A, 1998.03.24, 全文.

US 2006/0213439 A1, 2006.09.28, 全文.

US 2003/0209324 A1, 2003.11.13, 全文.

US 5582866 A, 1996.12.10, 全文.

US 5232508 A, 1993.08.03, 全文.

审查员 张建升

权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图 9 页

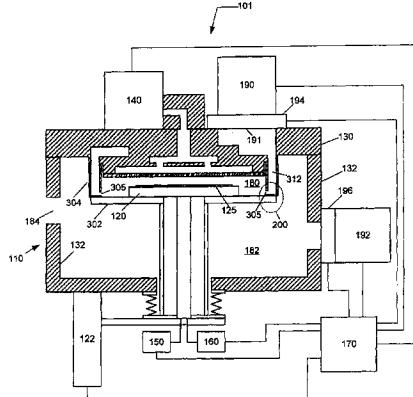
(54) 发明名称

用于热增强和等离子体增强气相沉积的装置
及操作方法

(57) 摘要

本发明公开了在衬底上进行气相沉积的方法、计算机可读介质以及系统：将衬底布置在处理系统的处理空间中，处理空间与处理系统的传递空间真空隔离；在处理空间中的第一位置或第二位置对衬底进行处理，同时保持与传递空间的真空隔离；在第一位置或第二位置在所述衬底上沉积材料。同样，该系统包括第一组件，第一组件设置有便于材料沉积的处理空间；第二组件，连接到第一组件并具有便于将衬底传递进出沉积系统的传递空间；衬底载台，连接到第二组件并设置为支撑衬底以及将衬底在传递空间中的第一位置到处理空间中的第二位置之间进行平移。该系统包括密封组件，密封组件设置为在衬底在处理空间中平移的过程中阻挡气体在处理空间与传递空间之间的流动。

CN 101205605 B



1. 一种用于在衬底上形成沉积物的沉积系统,包括:

第一组件,具有处理空间,所述处理空间设置为便于材料沉积;

第二组件,连接到所述第一组件并具有传递空间,所述传递空间便于将所述衬底传递进出所述沉积系统;

衬底载台,连接到所述第二组件并设置为对所述衬底进行支撑以及将所述衬底在所述处理空间中的第一沉积位置到所述处理空间中的第二沉积位置之间进行传递以改变所述处理空间的大小;以及

密封组件,具有密封件,所述密封件设置为在所述衬底在所述处理空间中的所述第一沉积位置和第二沉积位置之间平移过程中阻挡气体流动;

其中,所述第一组件包括从所述第一组件朝向所述第二组件延伸并具有内部气体传导通道的延伸物;并且

所述延伸物与所述第二组件不接触。

2. 根据权利要求 1 所述的沉积系统,其中,在所述衬底从所述第一沉积位置平移到所述传递空间中的第三位置过程中,所述密封组件设置成使所述密封件脱离接合。

3. 根据权利要求 1 所述的沉积系统,其中,所述密封件设置为使所述处理空间与所述传递空间真空隔离。

4. 根据权利要求 3 所述的沉积系统,其中,所述密封件设置为将从所述处理空间到所述传递空间的气体泄漏率减小到小于 10^{-3} Torr·l/s。

5. 根据权利要求 3 所述的沉积系统,其中,所述密封件设置为将从所述处理空间到所述传递空间的气体泄漏率减小到小于 10^{-4} Torr·l/s。

6. 根据权利要求 1 所述的沉积系统,还包括:

第一压力控制系统,连接到所述第一组件并设置为在处理过程中对所述处理空间进行抽气;

第二压力控制系统,连接到所述第二组件并设置为在所述传递空间中提供污染物较少的环境;

气体注入系统,连接到所述第一组件并设置为在所述材料沉积过程中向所述处理空间引入处理成分;以及

温度控制系统,连接到所述衬底载台并设置为对所述衬底的温度进行控制。

7. 根据权利要求 1 所述的沉积系统,其中:

所述第一组件包括所述沉积系统的上部,所述第二组件包括所述沉积系统的下部;

所述衬底载台设置为使所述衬底在垂直方向上平移。

8. 根据权利要求 1 所述的沉积系统,还包括:

功率源,设置为将能量耦合到所述处理空间中的处理气体成分以便形成等离子体。

9. 根据权利要求 8 所述的沉积系统,其中:

所述功率源包括射频电源,所述射频电源设置为输出频率从 0.1 到 100MHz 的射频能量;

所述衬底载台包括电极,所述电极连接到所述射频电源并设置为将所述射频能量耦合到所述处理空间中。

10. 根据权利要求 1 所述的沉积系统,其中,所述内部气体传导通道提供从所述延伸物

第一侧到第二侧的气体传导，所述延伸物第一侧靠近所述衬底载台，所述第二侧以纵向方式设在所述延伸物与所述第一侧相对的那端。

11. 根据权利要求 10 所述的沉积系统，其中，所述延伸物包括所述延伸物第一侧附近的密封板。

12. 根据权利要求 11 所述的沉积系统，其中，所述衬底载台包括：

凸缘，设置为在所述衬底载台向所述第一组件平移时接触所述延伸物的密封板。

13. 根据权利要求 12 所述的沉积系统，其中，所述凸缘包括设置为紧靠所述密封板进行密封的所述密封件。

14. 根据权利要求 13 所述的沉积系统，其中，所述密封件包括：

O 形圈、渐细弹性体或螺旋弹簧密封件中的至少一种。

15. 根据权利要求 14 所述的沉积系统，其中，所述渐细弹性体包括：

三角形的弹性体。

16. 根据权利要求 1 所述的沉积系统，其中，所述延伸物包括：

膜盒单元，设置为在所述衬底载台的平移方向上压缩。

17. 根据权利要求 1 所述的沉积系统，其中，所述延伸物包括：

保护装置，设置为将所述密封组件与所述处理空间遮蔽开。

18. 根据权利要求 1 所述的沉积系统，其中，所述延伸物包括：

滑块单元，包括向所述衬底载台延伸的至少一个纵向板。

19. 根据权利要求 18 所述的沉积系统，其中，所述衬底载台包括：

接收板，从所述衬底载台向所述第一组件延伸并设置为与所述纵向板交错。

20. 根据权利要求 19 所述的沉积系统，其中，所述密封件布置在所述接收板与所述纵向板中的至少一者上。

21. 根据权利要求 1 所述的沉积系统，其中，所述处理空间设置为用于原子层沉积或化学气相沉积中的至少一种。

22. 一种用于在衬底上形成沉积物的沉积系统，包括：

第一组件，具有外壁、设置为便于材料沉积的处理空间以及用于将处理气体引入处理空间的喷射板；

第二组件，沿着中间段连接到所述第一组件并具有传递空间，所述中间段将所述第一组件的所述外壁连接到所述第二组件，所述传递空间便于将所述衬底传递进出所述沉积系统；

衬底载台，连接到所述第二组件并设置为对所述衬底进行支撑以及将所述衬底在所述处理空间中的第一沉积位置到所述处理空间中的第二沉积位置之间进行传递以改变所述处理空间的大小；以及

密封组件，具有密封件，所述密封件设置为在所述衬底在所述处理空间中的所述第一沉积位置和第二沉积位置之间平移过程中阻挡气体流动；

其中，所述第一组件包括设置在所述外壁的外部并且与所述外壁间隔开的延伸物，所述延伸物具有从所述第一组件向所述第二组件竖直地延伸的内部气体传导通道。

23. 一种用于在气相沉积系统中在衬底上沉积材料的方法，所述气相沉积系统具有与传递空间隔开的处理空间，所述方法包括：

将所述衬底布置在所述气相沉积系统中，其中所述气相沉积系统包括：

第一组件，具有所述处理空间，所述处理空间设置为便于材料沉积，

第二组件，连接到所述第一组件并具有所述传递空间，所述传递空间便于将所述衬底传递进出所述沉积系统，

衬底载台，连接到所述第二组件并设置为对所述衬底进行支撑以及将所述衬底在所述处理空间中的第一沉积位置到所述处理空间中的第二沉积位置之间进行传递以改变所述处理空间的大小，以及

密封组件，具有密封件，所述密封件设置为在所述衬底在所述处理空间中的所述第一沉积位置和第二沉积位置之间平移过程中阻挡气体流动，

其中，所述第一组件包括从所述第一组件朝向所述第二组件延伸并具有内部气体传导通道的延伸物，并且

所述延伸物与所述第二组件不接触；

在所述处理空间中的所述第一沉积位置或所述第二沉积位置处对所述衬底进行处理，同时保持与所述传递空间的真空隔离；以及

在所述第一沉积位置或所述第二沉积位置处在所述衬底上沉积材料。

24. 根据权利要求 23 所述的方法，还包括：

维持所述处理空间高于或等于 100 摄氏度，

维持所述传递空间低于 100 摄氏度。

25. 根据权利要求 23 所述的方法，还包括：

维持所述处理空间高于或等于 50 摄氏度，

维持所述传递空间低于 50 摄氏度。

26. 根据权利要求 23 所述的方法，其中，所述沉积材料的步骤包括：

向所述处理空间引入处理气体成分用于气相沉积。

27. 根据权利要求 23 所述的方法，其中，所述沉积材料的步骤包括：

向所述处理空间引入处理气体成分用于等离子体增强气相沉积；以及

由所述处理气体成分形成等离子体。

28. 根据权利要求 23 所述的方法，其中，所述沉积材料的步骤包括：

沉积钽膜、碳化钽膜、氮化钽膜或碳氮化钽膜中的至少一种。

29. 根据权利要求 23 所述的方法，其中，所述沉积材料的步骤包括：

沉积下列中至少一项：金属、金属碳化物、金属氧化物、金属氮化物、金属碳氮化物、金属硅酸盐或这些材料的任意组合。

30. 根据权利要求 23 所述的方法，其中，所述布置步骤包括将所述衬底布置在室中，所述室设置为进行原子层沉积处理、等离子体增强原子层沉积处理、化学气相沉积处理或等离子体增强化学气相处理中的至少一种。

31. 根据权利要求 30 所述的方法，其中，所述沉积材料的步骤包括：

用所述原子层沉积处理沉积第一膜；以及

用所述等离子体增强化学气相沉积处理或所述等离子体增强原子层沉积处理沉积第二膜。

32. 根据权利要求 30 所述的方法，其中，所述沉积材料的步骤包括：

用所述化学气相沉积处理沉积第一膜；以及

用所述等离子体增强化学气相沉积处理或所述等离子体增强原子层沉积处理沉积第二膜。

33. 根据权利要求 30 所述的方法，其中，所述沉积材料的步骤包括：

用所述原子层沉积处理沉积第一膜；以及

用所述化学气相沉积处理沉积第二膜。

34. 根据权利要求 32 所述的方法，其中，所述沉积材料的步骤包括：

向所述处理空间中的处理气体施加频率从 0.1 到 100MHz 的射频能量。

35. 根据权利要求 32 所述的方法，还包括：

在所述沉积材料的步骤之后引入吹扫气体。

36. 根据权利要求 23 所述的方法，还包括：

使所述衬底在所述处理空间中平移以改善所沉积材料的均匀性。

37. 根据权利要求 23 所述的方法，其中，所述沉积材料的步骤包括：

设定所述衬底载台的位置，将所述衬底夹持在使所述处理空间中等离子体均匀性在直径 300mm 的整个衬底上优于 2% 的位置；以及

形成等离子体以在所述衬底上沉积材料。

38. 根据权利要求 37 所述的方法，其中，所述设定包括：

设定所述衬底载台的位置，在所述位置处，所述等离子体均匀性在直径 300mm 的整个衬底上优于 1%。

39. 根据权利要求 23 所述的方法，其中，所述布置所述衬底的步骤包括：

将所述衬底布置在气体从所述处理空间向所述传递空间的泄漏率小于 10^{-3} Torr·l/s 的处理空间中。

40. 根据权利要求 23 所述的方法，其中，所述布置所述衬底的步骤包括：

将所述衬底布置在气体从所述处理空间向所述传递空间的泄漏率小于 10^{-4} Torr·l/s 的处理空间中。

用于热增强和等离子体增强气相沉积的装置及操作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及沉积系统及其操作方法,更具体地说,涉及具有相隔区域用于材料沉积和材料传递的沉积系统。

背景技术

[0002] 通常,在材料处理过程中,当制造合成材料结构时,经常采用等离子体来促进材料膜的添加和去除。例如,在半导体处理中,经常采用干法等离子刻蚀处理来沿着细线条或者在过孔或触点中对材料进行去除和刻蚀,所述细线条、过孔或触点是硅衬底上图案化所得的。或者,例如采用气相沉积处理来沿着衬底上的细线条或者在其上的过孔或触点中沉积材料。在后一种情况下,气相沉积处理包括化学气相沉积 (CVD) 以及等离子体增强化学气相沉积 (PECVD)。

[0003] 在 PECVD 中,采用等离子体来改变或增强膜沉积机制。例如,等离子体激发通常使成膜反应可以在比通过热激发 CVD 产生类似膜所需一般温度低得多的温度下进行。另外,等离子体激发可以对热 CVD 中在能量方面或反应动力学方面不利的成膜反应进行活化。因此可以通过调整处理参数,在比较宽的范围内改变 PECVD 膜的化学和物理特性。

[0004] 最近,对于生产线前段 (FEOL) 操作中形成超薄栅膜以及在生产线后段 (BEOL) 操作中形成用于金属化的超薄阻挡层和种子层,出现了的原子层沉积 (ALD) 和等离子体增强 ALD (PEALD) 可以作为选择。在 ALD 中,在对衬底进行加热期间交替地依次引入两种或更多种处理气体 (例如膜前驱体和还原气体),以同时形成材料膜的一个单层。在 PEALD 中,在引入还原气体以形成还原等离子体的过程中形成等离子体。迄今为止,虽然 ALD 和 PEALD 处理比 CVD 和 PECVD 相应的处理慢,但已被证明改善了层厚的均匀性,并改善了沉积有层的构件的保形性 (conformality)。

发明内容

[0005] 随着半导体处理中线条尺寸不断减小,保形性、粘附性和纯度正在成为影响所得半导体器件的越来越重要的问题,本发明的一个目的是解决在此情况下出现的各种问题。

[0006] 本发明的另一个目的是减少依次沉积或处理的各个层界面之间的污染问题。

[0007] 本发明的另一个目的是提供一种结构,该结构使气相沉积和样品传递在同一系统中相容。

[0008] 本发明的这些和 / 或其他目的是通过本发明的一些实施例来提供的。

[0009] 在本发明的一种实施例中,提供了一种在气相沉积系统中在衬底上沉积材料的方法,其中,将衬底布置在处理系统的处理空间中,该处理空间是与处理系统的传递空间隔开的;在处理空间中的第一位置或第二位置处对衬底进行处理,并保持与衬底空间的真空隔离;在第一位置或第二位置处在所述衬底上沉积材料。

[0010] 在本发明的另一种实施例中,提供了一种用于在衬底上形成沉积物的沉积系统,该系统包括:第一组件,具有设置为便于材料沉积的处理空间;第二组件,连接到第一组件

并具有便于将衬底传递进出沉积系统的传递空间；衬底载台，连接到第二组件并设置为支撑衬底以及将衬底在处理空间中的第一位置到处理空间中的第二位置之间进行平移。该系统包括具有密封件的密封组件，密封件设置为在衬底在处理空间中平移的过程中阻挡气体在处理空间与传递空间之间的流动。

附图说明

[0011] 在附图中，易于对本发明及其所具有的优点获得完整的认识，因为参考下面的详细说明并结合附图考虑会对它们有更好的理解。在附图中：

[0012] 图 1 示出了根据本发明一种实施例的沉积系统示意图；

[0013] 图 2 示出了图 1 中根据本发明一种实施例的沉积系统示意图，其中较低的样品载台位置便于样品传递；

[0014] 图 3 示出了根据本发明一种实施例一种密封机构的示意图；

[0015] 图 4 图示了根据本发明一种实施例另一种密封机构的示意图；

[0016] 图 5 图示了根据本发明一种实施例另一种密封机构的示意图；

[0017] 图 6 图示了根据本发明一种实施例另一种密封机构的示意图；

[0018] 图 7 示出了根据本发明一种实施例的处理流程图。

具体实施方式

[0019] 在下面的说明中，为了便于对本发明有完整的理解，将出于说明性而不是限制性的目的对一些具体细节（例如沉积系统的具体几何形状以及各个元件的描述）进行阐述。但是，应当明白，本发明可以以脱离这些具体细节的其他具体方式来实施。

[0020] 现在参考附图，其中在若干附图中相同的标号代表相同或相应的部分。图 1A 图示了沉积系统 101，它使用例如等离子体增强原子层沉积 (PEALD) 处理在衬底上沉积薄膜（例如阻挡层膜）。在生产线后段 (BEOL) 操作中对半导体器件进行互连和内连的金属化过程中，可以在线条沟槽或过孔上沉积薄的保形阻挡层以减小金属在层间电介质或层内电介质中的迁移，可以在线条沟槽或过孔上沉积薄的保形种子层以使膜具有可接受的粘附性用于块状金属填充，和 / 或可以在线条沟槽或过孔上沉积薄的保形粘附层以使膜具有可接收的粘附性用于金属种子沉积。除了这些处理，还必须在线条沟槽或过孔中沉积块状金属，例如铜。

[0021] 随着线条尺寸减小，PEALD 已经成为这种薄膜的首选。例如，优选地使用自限制 (self-limiting) ALD（例如 PEALD）处理来形成薄的阻挡层，因为该处理可以对复杂、长宽比较高的构件提供可接受的保形性。为了获得自限制沉积特性，PEALD 处理涉及到不同处理气体（例如膜前驱体和还原气体）的更替，其中，在第一步骤中将膜前驱体吸附到衬底表面，然后在第二步骤中对其进行还原以形成期望的膜。由于要对真空室中的两种处理气体进行更替，所以沉积会以比较低的沉积速率进行。

[0022] 发明人认识到，在 PEALD 处理中，采用较小的处理空间体积以提高生产量和 / 或保持处理气体有利于 PEALD 处理中的第一（非等离子体）步骤（即膜前驱体吸附步骤），而第二（等离子体辅助还原）步骤过程中需要较大的处理空间体积来维持均匀的等离子体。

[0023] 因此，在相关的申请“METHOD AND SYSTEM FOR PERFORMING THERMAL AND PLASMA

ENHANCED VAPOR DEPOSITION” 和“ADEPOSITION SYSTEM AND METHOD FOR PLASMA ENHANCED ATOMIC LAYER DEPOSITION” 中描述了改变处理空间的尺寸来适应不同的处理或步骤。

[0024] 另外,本发明还令人满意地将处理空间与传递空间隔开,其中 PEALD 处理在处理空间中进行,而衬底传递进出处理室在传递空间中进行。对处理空间和传递空间进行实体隔离减少了对所处理衬底的污染。由于公知 CVD 和 ALD 处理比其他沉积技术——例如物理气相沉积 (PVD)——更“脏”,所以对处理空间和传递空间进行实体隔离还可以使污染物从处理室到与中心传递系统相连的其他处理室的传播减少。因此,本发明的一个方面提供并维持了处理空间与传递空间之间的隔离。因此,本发明的另一个方面在改变处理空间尺寸的同时提供并维持了处理空间与传递空间的隔离。

[0025] 此外,用于 CVD 和 ALD 处理的材料正在越来越复杂。例如,在沉积含有金属的膜时,采用金属卤化物膜前驱体或金属有机物膜前驱体。同样,处理室经常会受到在沉积系统侧壁上的前驱体残留物、部分分解的前驱体残留物或二者的污染。因此,已经采用了真空缓冲室来将沉积系统与将处理晶片传递到其他处理室的真空传递系统隔离开。但是,缓冲室增加了总体制造处理的成本和时间。

[0026] 使膜前驱体残余物在室表面上残余减少的一种方式是将处理室中的表面温度提高到前驱体不能发生积累的程度。但是,发明人认识到,这样的高温室(特别是采用弹性体密封件时)可能使来自(真空)处理室外部的空气和水蒸汽,因此使污染物渗过处理室密封件。例如,在将一个室元件维持在升高的温度,而另一个室元件处于较低温度时,发明人观察到,在密封元件包括传统密封方案采用的弹性体密封件时,来自室外的处理室污染物增多了。

[0027] 因此,本发明的另一个方面是在处理过程中将处理室的处理空间与传递空间从实体上隔开,从而使处理空间表面维持在较高温度以减少膜前驱体积累,而将传递空间表面维持在较低温度以使传递空间区域内的污染物减少。

[0028] 如图 1A 所示,在本发明的一种实施例中,沉积系统 101 包括处理室 110,处理室具有设置为支撑衬底 125 的衬底载台 120,材料沉积物(例如薄膜)形成于衬底 125 上。处理室 110 还包括上部室组件 130 和下部室组件 132,上部室组件 130 设置为在与衬底载台 120 连接时限定处理空间 180,下部室组件 132 设置为限定传递空间 182。如图 1B 所示,视情况还可以在沉积系统 101' 中使用中间段 131(即中部室组件)将上部室组件 130 连接到下部室组件 132。另外,沉积系统 101 还包括处理材料供给系统 140,它设置为向处理室 110 引入第一处理材料、第二处理材料或吹扫气体。另外,沉积系统 101 还包括第一功率源 150 和衬底温度控制系统 160,第一功率源 150 连接到处理室 110 并设置为在处理室 110 中产生等离子体,衬底温度控制系统 160 连接到衬底 120 并设置为使衬底 125 的温度升高及其进行控制。另外,沉积系统 101 还包括处理体积调节系统 122,它连接到处理室 110 和衬底载台 120,并设置为对衬底 125 附近的处理空间 180 的体积进行调整。例如,处理体积调节系统 180 可以设置为使衬底载台 120 在第一位置与第二位置之间垂直平移,所述第一位置用于对衬底 125 进行处理(见图 1A 和图 1B),第二位置用于将衬底 125 传递进出处理室 110(见图 2A 和图 2B)。

[0029] 此外,沉积系统 101 还包括连接到处理空间 180 的第一真空泵 190,在第一真空泵

190 中, 第一真空阀 194 用于对输送到处理空间 180 的泵送速度进行控制。沉积系统 101 包括连接到传递空间 182 的第二真空泵 192, 在第二真空泵 192 中, 第二真空阀 196 用于在必要时将第二真空泵 192 与传递空间 182 隔开。

[0030] 此外, 沉积系统 101 还包括控制器 170, 控制器 170 可以连接到处理室 110、衬底载台 120、上部组件 130、下部组件 132、处理材料供给系统 140、第一功率源 150、衬底温度控制系统 160、处理体积调节系统 122、第一真空泵 190、第一真空阀 194、第二真空泵 192 和第二真空阀 196。

[0031] 沉积系统 101 可以设置为对 200mm 的衬底、300mm 的衬底或更大尺寸的衬底进行处理。实际上, 正如本领域技术人员可能意识到那样, 这种沉积系统可以设置为对衬底、晶片或 LCD 进行处理而不论其尺寸大小。可以将衬底引入处理室 110, 并通过衬底升降系统 (未示出) 使之升到衬底载台 120 的上表面和从其上表面提升。

[0032] 处理材料供给系统 140 可以包括第一处理材料供给系统和第二处理材料供给系统, 它们设置为交替地将第一处理材料和第二处理材料引入处理室 110。对于引入第一处理材料和引入第二处理材料进行的交替可以是周期性的, 也可以在引入第一处理材料和引入第二处理材料之间采用可变时间长度进行非周期性的交替。第一处理材料可以包括例如膜前驱体, 例如具有衬底 125 上所形成的膜中主要原子或分子物种的组合物。例如, 膜前驱体可以以固相、液相或气相产生, 并以气相输送到处理室 110。第二处理材料可以包括例如还原剂。例如, 还原剂可以以固相、液相或气相产生, 并以气相输送到处理室 110。下面会给出气体膜前驱体和还原气体的示例。

[0033] 另外, 处理材料供给系统 140 还可以包括吹扫气体供给系统, 吹扫气体供给系统可以设置为在向处理室 110 分别引入第一处理材料和第二处理材料之间向处理室 110 引入吹扫气体。吹扫气体可以包括不活泼的气体, 例如惰性气体 (即氦、氖、氩、氙、氪) 或氮气 (以及含氮气体) 或氢气 (以及含氢气体)。

[0034] 处理气体系统 140 可以包括一个或多个材料源、一个或多个压力控制装置、一个或多个流动控制装置、一个或多个过滤器、一个或多个阀、或者一个或多个流动传感器。处理气体供给系统 140 可以向充气室 142 供给一种或多种处理气体, 气体经过充气室 142 分散到喷射板 144 中的多个孔 146。喷射板 144 中的多个孔 146 便于气体在处理空间 180 中分布。可以用本领域公知的喷头设计来将第一处理气体材料和第二处理气体材料均匀地分布到处理空间 180 中。在审美国专利申请公开 No. 20040123803 中对示例性喷头进行了更详细的说明, 其全部内容通过引用而全部结合于此, 在前面通过引用而结合的美国专利申请序号 No. 11/090, 255 中也有详细说明。

[0035] 再参考图 1A, 沉积系统 101 可以设置为进行热沉积处理 (即不使用等离子体的沉积处理), 例如热原子层沉积 (ALD) 处理或热化学气相沉积 (CVD) 处理。或者, 沉积系统 101 可以设置为用于等离子体增强沉积处理, 其中第一处理材料或第二处理材料可以是活化的等离子体。等离子体增强沉积处理可以包括等离子体增强 ALD (PEALD) 处理, 也可以包括等离子体增强 CVD (PECVD) 处理。

[0036] 在 PEALD 处理中, 依次交替引入第一处理材料 (例如膜前驱体) 和第二处理材料 (例如还原气体) 以在衬底上形成薄膜。例如, 在用 PEALD 处理制备含钽膜时, 膜前驱体可以包括金属卤化物 (例如五氯化钽) 或金属有机物 (例如 $Ta(NC(CH_3)_2C_2H_5)_3$; 下

文中称为**TAIMATA®**,更多细节参见美国专利 No. 6, 593, 484)。在这种示例中,还原气体可以包括氢气、氨气 (NH_3)、 N_2 和 H_2 、 N_2H_4 、 $\text{NH}(\text{CH}_3)_2$ 、或 $\text{N}_2\text{H}_3\text{CH}_3$, 也可以是它们的组合。

[0037] 将膜前驱体以第一时间长度引入处理室 110, 以使膜前驱体吸附到衬底 125 的暴露表面上。优选地, 材料发生单层吸附。此后, 用吹扫气体对处理室 110 进行第二时间长度的吹扫。在将膜前驱体吸附到衬底 125 上之后, 将还原气体以第三时间长度持续引入处理室 110, 同时使得能量经过例如上部组件 130 从第一功率源 150 耦合到还原气体。将能量耦合到还原气体会加热还原气体, 从而造成还原气体的离子化和解离, 以便形成例如解离物种(例如氢原子), 所述解离物种可以与吸附的 Ta 膜前驱体发生反应, 将吸附的 Ta 膜前驱体还原以形成期望的含 Ta 膜。这种循环可以反复进行, 直到产生足够厚度的含 Ta 层。

[0038] 此外, 可以在处理空间 180 的体积从 V1 增大到 V2 的时候, 同时(即就在这个时候)引入第二处理材料。可以经过衬底载台 120 从第一功率源 150 向第二处理材料耦合能量。将能量耦合到第二处理材料可以加热第二处理材料, 从而造成第二处理材料的离子化和解离(即等离子体形成), 以对第一处理材料的吸附成分进行还原。可以用吹扫气体对处理室进行吹扫另一段时间长度。引入第一处理气体材料的步骤、引入第二处理材料的步骤、以及在存在第二处理材料的同时形成等离子体的步骤可以重复进行任意次数, 以产生期望厚度的膜。

[0039] 此外, 第一体积(V1)可以足够小, 使得第一处理气体材料经过处理空间, 部分第一处理材料吸附在衬底表面上。随着处理空间的第一体积减小, 在衬底表面上进行吸附所需的第一处理材料量也减少, 第一处理空间中交换第一处理材料所需的时间也减少了。例如, 随着处理空间的第一体积减小, 逗留时间减少, 因此第一时间长度可以减少。

[0040] 如图 1 所示, 通过衬底载台 120、衬底载台 120 上的凸缘 302 以及上部室组件 130 的延伸物 304, 将处理空间 180 与传递空间 182 隔开, 这样, 延伸物 304 的基体处可以有密封机构对处理空间与传递空间之间的气体流动进行密封或者至少进行阻挡(下面会详细说明)。这样, 可以将处理空间 180 的表面维持在较高的温度以防处理残余物在围绕该空间的表面上积累, 同时可以将传递空间的表面维持在较低温度以减少下部组件 132(包括侧壁)、中间段 131 和上部组件 132 的污染。

[0041] 对此, 在本发明的一种实施例中, 将处理空间与传递空间隔开包括将温度较高的上部室组件 130 与温度较低的下部室组件 132 进行热隔离。对于热隔离, 延伸物 304 可以起辐射屏蔽作用。此外, 延伸物 304 包括内部通道 312, 它可以起热阻抗作用, 限制热量经过延伸元件流入围绕延伸物 304 的传递空间 182 中。

[0042] 在热隔离的另一种示例中, 上部室组件 130 中可以如图 1A 所示在靠近下部室组件 132 处, 或者如图 1B 所示在靠近中间段 131 处设置冷却通道, 也可以设在中间段 131 中。此外, 上部室组件 130 和中间段 131 所用材料的导热性可以不同。例如, 上部室组件 130 可以由铝或铝合金制成, 中间段 131 可以由不锈钢制成。下部室组件 132 可以由铝或铝合金制成。

[0043] 在一种示例中, 可以用气相沉积处理来沉积钽(Ta)、碳化钽、氮化钽、或碳氮化钽, 其中 Ta 膜前驱体吸附到衬底表面, 随后暴露于还原气体或等离子体, 所述 Ta 膜前驱体例如 TaF_5 、 TaCl_5 、 TaBr_5 、 TaI_5 、 $\text{Ta}(\text{CO})_5$ 、 $\text{Ta}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_3)]_5$ (PEMAT)、 $\text{Ta}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_5$ (PDMAT)、 $\text{Ta}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_5$ (PDEAT)、 $\text{Ta}(\text{NC}(\text{CH}_3)_3)(\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2)_3$ (TBTDET)、 $\text{Ta}(\text{NC}_2\text{H}_5)(\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2)_3$ 、

Ta (NC(CH₃)₂C₂H₅) (N(CH₃)₂)₃、或 Ta (NC(CH₃)₃) (N(CH₃)₂)₃, 所述还原气体或等离子体例如 H₂、NH₃、N₂ 和 H₂、N₂H₄、NH(CH₃)₂、或 N₂H₃CH₃。

[0044] 在另一种示例中,可以用 Ti 前驱体以及还原气体或等离子体来沉积钛 (Ti)、氮化钛、或碳氮化钛,其中 Ti 前驱体例如 TiF₄、TiCl₄、TiBr₄、TiI₄、Ti [N(C₂H₅CH₃)]₄ (TEMAT)、Ti [N(CH₃)₂]₄ (TDMAT)、Ti [N(C₂H₅)₂]₄ (TDEAT), 所述还原气体或等离子体包括 H₂、NH₃、N₂ 和 H₂、N₂H₄、NH(CH₃)₂、或 N₂H₃CH₃。

[0045] 作为另一种示例,可以用 W 前驱体以及还原气体或等离子体来沉积钨 (W)、氮化钨或碳氮化钨,所述 W 前驱体例如 WF₆ 或 W(CO)₆, 所述还原气体或等离子体包括 H₂、NH₃、N₂ 和 H₂、N₂H₄、NH(CH₃)₂、或 N₂H₃CH₃。

[0046] 在另一种示例中,可以用 Mo 前驱体以及还原气体或等离子体来沉积钼 (Mo), 所述 Mo 前驱体例如六氟化钼 (MoF₆), 所述还原气体或等离子体包括 H₂。

[0047] 在另一种示例中,可以用 Cu 前驱体以及还原气体或等离子体来沉积 Cu, 所述 Cu 前驱体具有含 Cu 的有机金属化合物或无机化合物 (例如 CuCl), 所述有机金属化合物例如 Cu(TMVS) (hfac), 它可以由从 AirProducts and Ehemicals, Inc., 1969 Palomar Oaks Way, Carlsbad, Calif. 92009 的部门 Schumacher 买到的CupraSelect®的商品名称获知。还原气体或等离子体可以包括 H₂、O₂、N₂、NH₃ 或 H₂O 中的至少一种。此处所用的术语“A、B、C、… 或 X 中的至少一种”指的是所列项目中至少任意一种或对多于一种所列项目的任意组合。

[0048] 在气相沉积处理的另一种示例中,在沉积氧化锆时, Zr 前驱体可以包括 Zr(NO₃)₄ 或 ZrCl₄, 还原气体可以包括 H₂O。

[0049] 在沉积氧化铪时, Hf 前驱体可以包括 Hf(OBu^t)₄、Hf(NO₃)₄ 或 HfCl₄, 还原气体可以包括 H₂O。在另一种示例中,在沉积铪 (Hf) 时, Hf 前驱体可以包括 HfCl₄, 第二处理材料可以包括 H₂。

[0050] 在沉积铌 (Nb) 时, Nb 前驱体可以包括五氯化铌 (NbCl₅), 还原气体可以包括 H₂。

[0051] 在沉积锌 (Zn) 时, Zn 前驱体可以包括二氯化锌 (ZnCl₂), 还原气体可以包括 H₂。

[0052] 在沉积氧化硅时, Si 前驱体可以包括 Si(OC₂H₅)₄、SiH₂Cl₂、SiCl₄ 或 Si(NO₃)₄, 还原气体可以包括 H₂O 或 O₂。在另一种示例中,在沉积氮化硅时, Si 前驱体可以包括 SiCl₄ 或 SiH₂Cl₂, 还原气体可以包括 NH₃, 或者 N₂ 和 H₂。在另一种示例中,在沉积 TiN 时, Ti 前驱体可以包括硝酸钛 (Ti(NO₃)), 还原气体可以包括 NH₃。

[0053] 在气相沉积处理的另一种示例中,在沉积铝时, Al 前驱体可以包括氯化铝 (Al₂Cl₆) 或三甲基铝 (Al(CH₃)₃), 还原气体可以包括 H₂。在沉积氮化铝时, Al 前驱体可以包括三氯化铝或三甲基铝, 还原气体可以包括 NH₃, 或者 N₂ 和 H₂。在另一种示例中,在沉积氧化铝时, Al 前驱体可以包括氯化铝或三甲基铝, 还原气体可以包括 H₂O, 或者 O₂ 和 H₂。

[0054] 在气相沉积处理的另一种示例中,在沉积 GaN 时, Ga 前驱体可以包括硝酸镓 (Ga(NO₃)₃) 或三甲基镓 (Ga(CH₃)₃), 还原气体可以包括 NH₃。

[0055] 在上文中给出的用于形成各种材料层的示例中,所沉积的处理材料可以包括金属膜、金属氮化物膜、金属碳氮化物膜、金属氧化物膜、或金属硅酸盐膜中的至少一种。例如,所沉积的处理材料可以包括钽膜、氮化钽膜或碳氮化钽膜中的至少一种。或者,例如,所沉积的处理材料可以包括诸如为了对过孔进行金属化而沉积的 Al 膜或 Cu 膜, 所述过孔用于将一条金属线条连接到另一金属线条,或者将金属线条连接到半导体器件的源极 / 漏极触

点。可以采用上述 Al 和 Cu 的前驱体通过等离子体处理或不通过等离子体处理来形成 Al 或 Cu 膜。或者,例如,所沉积的处理材料可以包括氧化铝膜、氧化铪膜、硅酸铪膜、氧化硅膜、氮化硅膜、氮化钛膜和 / 或 GaN 膜,这些膜沉积形成诸如上述的用于金属线条或半导体器件的栅结构的绝缘层。

[0056] 此外,还可以用硅烷和乙硅烷作为沉积硅基膜或含硅膜所用的硅前驱体。可以用锗烷作为沉积锗基膜或含锗膜所用的锗前驱体。同样,所沉积的处理材料可以包括金属硅化物膜和 / 或含锗膜,这些膜沉积例如用于形成半导体器件的导电栅结构。

[0057] 继续参考图 1A,沉积系统 101 包括等离子体产生系统,它用于至少在将第一处理材料和第二处理材料交替引入处理室 110 的过程一部分中产生等离子体。等离子体产生系统可以包括第一功率源 150,第一功率源 150 连接到处理室 110 并设置为将能量耦合到处理室 110 中的第一处理材料和 / 或第二处理材料或者两者。第一功率源 150 可以包括射频(RF)发生器和阻抗匹配网络(未示出),还可以包括电极(未示出),RF 功率经过该电极耦合到处理室 110 中的等离子体。电极可以在衬底载台 120 中形成,也可以在上部组件 130 中形成,并可以设置为与衬底载台 120 相对。可以通过 DC 电压使衬底载台 120 有偏压,也可以通过 RF 功率传输偏压到某个 RF 电压,所述 RF 功率传输从 RF 发生器(未示出)经过阻抗匹配网络(未示出)传输到衬底载台 120。

[0058] 阻抗匹配网络可以设置为通过使匹配网络的输出阻抗与处理室(包括电极和等离子体)的输入阻抗匹配来优化 RF 功率从 RF 发生器到等离子体的传送。例如,阻抗匹配网络用于通过减小反射功率来改善 RF 功率向等离子体处理室 110 中等离子体的传递。匹配网络的拓扑结构(例如 L 型、π 型、T 型等)以及自动控制方法是本领域技术人员公知的。RF 功率的典型频率范围可以从约 0.1MHz 到约 100MHz。或者,RF 频率范围可以例如从约 400kHz 到约 60MHz。又例如,RF 频率可以约为 13.56 或 27.12MHz。

[0059] 继续参考图 1A,沉积系统 101 包括衬底温度控制系统 160,它连接到衬底载台 120 并设置为对衬底 125 的温度进行升高和控制。衬底温度控制系统 160 包括温度控制元件(例如含有再循环冷却剂流的冷却系统),所述冷却系统接收来自衬底载台 120 的热量并将热量传递到热交换系统(未示出),或者在加热时传递来自热交换系统的热量。另外,温度控制元件可以包括加热/冷却元件,例如电阻加热元件,或者在衬底载台 120 中、处理室 110 的室壁中以及沉积系统 101 中任何其他元件中也可以包括热电加热器/冷却器。

[0060] 为了改善衬底 125 与衬底载台 120 之间的热传递,衬底载台 120 可以包括机械夹持系统或电夹持系统(例如静电夹持系统)以将衬底 125 固定于衬底载台 120 的上表面。此外,衬底载台 120 还可以包括衬底背面气体输送系统,该系统设置为将气体引入衬底 125 背面以改善衬底 125 与衬底载台 120 之间的气隙导热性。在升高或降低温度时需要对衬底温度进行控制的情况下,可以采用这样的系统。例如,衬底背面气体系统可以包括双区域气体分配系统,其中氦气隙压力在衬底 125 的中心和边缘之间可以单独改变。

[0061] 此外,处理室 110 还连接到第一真空泵 190 和第二真空泵 192。第一真空泵 190 可以包括涡轮分子泵,第二真空泵 192 可以包括低温泵。

[0062] 第一真空泵 190 可以包括涡轮分子泵(TMP),该泵能够以高达约每秒 5000 升(及更高)的速度进行泵送,阀 194 可以包括闸门阀用于对室压力进行节流调节。在采用干法等离子刻蚀的传统等离子体处理装置中,通常采用每秒 1000 到 3000 升的 TMP。此外,可以

将对室压力进行监视的装置（未示出）连接到处理室 110。压力测量装置可以是例如可从 MKS Instruments, Inc. (Andover, MA) 买到的 Type 628B Baratron absolutecapacitance manometer。

[0063] 如图 1A、1B、2A 和 2B 所示，第一真空泵 190 可以连接到处理空间 180 并位于衬底 125 平面的上方。但是，可以将第一真空泵 190 设置为进入处理空间 180 使得其从衬底 125 平面下的位置对处理空间 180 进行泵送，以便例如减少颗粒污染。从处理空间 180 进行泵送的位置与第一真空泵 190 的进气口之间的流体连接可以设计为使得流体传导率最大。或者，从处理空间 180 进行泵送的位置与第一真空泵 190 的进气口之间的流体连接可以设计为使截面积基本不变。

[0064] 在一种实施例中，第一真空泵 190 位于上部室组件 130 上方，并连接到其上表面（见图 1A）。第一真空泵 190 的进气口 191 连接到至少一个环形体积（例如泵送通道 312），泵送通道 312 经过延伸物 304 连接到一个或多个开口 305，所述开口 305 在低于衬底 125 表面的位置处进入处理空间 180。所述一个或多个开口 305 可以包括一个或多个槽、一个或多个孔，或者其组合。

[0065] 在另一种实施例中，第一真空泵 190 位于上部室组件 130 上方并连接到其上表面（见图 1A）。第一真空泵 190 的进气口 191 连接到第一环形体积，该环形体积接着连接到第二环形体积，由此通过一个或多个泵送端口将第一环形体积和第二环形体积连接起来。第二环形体积可以连接到泵送通道 312，泵送通道 312 经过延伸物 304 连接到一个或多个开口 305，所述开口 305 在低于衬底 125 表面的位置处进入处理空间 180。例如，所述一个或多个泵送端口可以包括第一环形体积与第二环形体积之间彼此径向相对（即分开 180 度）的两个通孔。不过，泵送端口的数目可以增加或减少，其位置也可以改变。另外，例如，所述一个或多个开口 305 可以包括彼此径向相对（即分开 180 度）的两个槽。此外，每个槽可以在以大约 120 度的方位角方向延伸。不过，开口 305 的数目可以增加或减少，其位置和尺寸也可以改变。

[0066] 如上所述，期望能够在上部室组件 130 与下部室组件 132 之间不失去密封的情况下，对处理空间 180 的体积进行调节。图 3、图 4、图 5 和图 6 图示了在沉积系统 101 处于正在进行处理的结构情况下，用上部室组件 130 对衬底载台 120 进行密封（以及可动密封）的几种实施例。同样，该系统包括密封元件，密封元件阻碍气体在处理空间与传递空间之间的流动。事实上，在一种实施例中，密封元件进行的密封将处理空间的真空环境与传递空间的真空环境隔开。通过将处理空间与传递空间进行真空隔离，这种密封可以将处理空间与传递空间之间的泄漏率减少到小于 10^{-3} Torr·l/s，优选地小于 10^{-4} Torr·l/s 的程度。

[0067] 图 3 是图示了密封结构的示意图，该密封结构用于在衬底载台 120 的凸缘 302 与上部室组件 130 的延伸物 304 之间产生密封。如图 3 所示，密封件 306 位于衬底载台 120 的凸缘 302 的沟槽 308 中。下面将说明密封件 306 的详细情况。如图 3 所示，密封件 306 接触延伸物 304 的底板 310（即密封板）。泵送通道 312 设在延伸物 304 中用于使气体从处理区域 180 向泵 190 抽出。图 3 所示结构提供了足够的密封，但是不能在不失去密封的情况下容纳相当大垂直平移。例如，在密封件与底板 310 之间的接触松开之前，只能容许进行距离与不超过大约半个密封件 306 厚度相当的垂直运动。

[0068] 在某些应用中，期望平移可以大于图 3 允许的平移。图 4 示出了一种这样的结构。

图 4 的示意图图示了用于在衬底载台 120 的凸缘 302 与上部室组件 130 的延伸物 304 之间产生密封的一种结构。如图 4 所示,密封件 314 沿垂直方向伸长。在图 4 的实施例中,密封件 314 具有三角形截面,其顶点接触底板 310。

[0069] 此外,在本发明的一种实施例中,底板 310 包括向凸缘 302 伸的保护装置 316 以防密封件 314 无意中受到材料沉积或暴露于等离子体物利(例如上述产生等离子体的还原剂)。为了适应衬底载台 120 向上运动到与渐细密封件 314 接触的位置,衬底载台 120 的凸缘 302 中设有凹部 318。这样,图 4 所示结构允许有比图 3 所示密封结构更大的平移。通过采用保护装置 316,可以保护密封件 314 并使之不易受到材料沉积物或等离子体的损害。

[0070] 图 5 的示意图图示了用于在衬底载台 120 的凸缘 302 与上部室组件 130 的延伸物 304 之间产生密封的一种密封结构。与图 3 和图 4 所示密封结构相比,图 5 所示密封结构允许衬底载台 120 在垂直方向有更大的平移。在本发明的一种实施例中,底板 310 连接到膜盒单元 320,膜盒单元 320 具有接触板 322(即密封板)。

[0071] 在这种结构中,衬底载台 120 在垂直平移时通过密封件 306 与接触板 322 接触以构成初始密封。随着衬底载台 120 进一步垂直平移,膜盒单元 320 压缩,使得可以在不失去密封的情况下进行进一步的垂直平移。如图 5 所示,与图 4 的密封结构类似,本发明的一种实施例中可以设置保护装置 324 来保护膜盒单元 320 免受无意的材料沉积影响。金属材料(例如不锈钢)的膜盒单元 320 不易受到暴露于等离子体的损害。此外,如图 4 所示,可以在衬底载台 120 的凸缘 302 中设置凹部 326。通过采用保护装置 324,可以保护膜盒单元 320 并使之不易受到材料沉积物影响。

[0072] 图 6 的示意图图示了用于在衬底载台 120 的凸缘 302 与上部室组件 130 的延伸物 304 之间产生密封的一种密封结构。与图 3 和图 4 所示密封结构相比,图 6 所示密封结构允许衬底载台 120 有更大的平移。在本发明的一种实施例中,底板 310 连接到滑块单元 328。滑块单元 328 具有至少一个在垂直方向延伸的纵向板 330,纵向板 330 与衬底载台 120 的凸缘 302 上有关的接收板 332 接合。

[0073] 在本发明的一种实施例中,如图 6 所示,纵向板 330 或接收板 332 中之一在侧壁上设有密封件 334 以提供密封作用。在本发明的一种实施例中,接收板 332 布置在凸缘的凹部 336 中,以保护密封件 334 免受材料沉积物或等离子体的无意损害。此外,密封件 334 可以是标准的 O 形圈,也可以优选为图 6 所示的渐细弹性体密封件,所述渐细弹性体密封件中,密封件具有例如三角形截面,其顶点处于衬底载台 120 的凸缘 302 与上部室组件 130 之间的密封位置处。与图 3 和图 4 所示密封结构相比,图 6 所示密封结构允许衬底载台在不失去密封的情况下有更大的平移。纵向板 330 保护密封件 334 免受材料沉积物或等离子体的损害。

[0074] 在图 4-图 6 所示密封结构中,例如,处理空间 180 的体积(V2)可以设置为下述体积:由第二处理材料形成等离子体造成在衬底上方形成均匀的等离子体,而不失去处理空间 180 与下部组件 132 中的真空之间的密封。本发明能够为处理结构提供同等均匀性的等离子体处理结构,这种能力使本发明可以在同一系统中进行连续的处理或处理步骤(即非等离子体处理或处理步骤以及等离子体处理步骤或处理步骤)而不必将衬底在不同处理系统之间进行传递,因此节省了处理时间并减少了处理膜之间界面处的表面污染,从而使所得膜的材料特性得到改善。

[0075] 图 7 示出了根据本发明一种实施例的处理流程图。图 7 的流程可以由图 1- 图 2 的处理系统进行,也可以由其他适当的处理系统进行。由图 7 可见,在步骤 710,处理包括将衬底布置在处理系统的处理空间中,该处理空间与处理系统的传递空间是真空隔离开的。在步骤 720,在处理空间中的第一位置或第二位置对衬底进行处理,同时保持与传递空间的真空隔离。在步骤 730,在第一位置或第二位置处在衬底上沉积材料。

[0076] 在步骤 710- 步骤 730 中,第一组件可以维持在高于或等于 100 摄氏度,而第二组件可以维持在低于或等于 100 摄氏度。在步骤 710- 步骤 730,第一组件可以维持在高于或等于 50 摄氏度,第二组件可以维持在低于或等于 50 摄氏度。在步骤 710- 步骤 730,从处理空间到传递空间的气体传导率小于 10^{-3} Torr-l/s,优选为小于 10^{-4} Torr-l/s。

[0077] 在步骤 730,为了沉积材料,可以给处理引入处理气体成分用于进行材料的气相沉积。此外,可以由处理气体成分形成等离子体以增强气相沉积速率。

[0078] 在步骤 730,所沉积的材料可以是金属、金属氧化物、金属氮化物、金属碳氮化物或金属硅酸盐中的至少一种。例如,所沉积的材料可以是钽膜、氮化钽膜或碳氮化钽膜中的至少一种。

[0079] 处理系统可以针对原子层沉积 (ALD) 处理、等离子体增强 ALD (PEALD) 处理、化学气相沉积 (CVD) 处理或等离子体增强 CVD (PECVD) 处理中的至少一种进行设置。

[0080] 在步骤 730,可以通过向处理空间中的处理气体施加频率从 0.1 到 100MHz 的射频 (RF) 能量来形成等离子体。在步骤 730 期间,电极可以连接到 RF 电源并设置为将 RF 能量耦合到处理空间中。在本发明的一个方面,在形成等离子体之前,增大处理空间的体积以便得到更有利的等离子体均匀性的条件。这样,在步骤 730 之前,可以将衬底载台平移到能够改善气相沉积处理的等离子体均匀性的位置处。例如,可以将衬底载台设在这样的位置,在该位置处等离子体均匀性在直径 200mm 的整个衬底上优于 2%,或者在直径 200mm 的整个衬底上优于 1%。或者,例如,衬底载台可以设在这样的位置,在该位置处等离子体均匀性在直径 300mm 的整个衬底上优于 2%,或者在直径 300mm 的整个衬底上优于 1%。

[0081] 此外,可以在沉积材料之后引入吹扫气体。而且,无论是否存在吹扫气体,都可以将电磁能量耦合到气相沉积系统以便使气相沉积系统或衬底中至少其一除去污染物。电磁能量可以以等离子体、紫外光或激光的形式耦合到气相沉积系统中。

[0082] 继续参考图 1,控制器 170 可以包括微处理器、存储器和能够产生控制电压的数字 I/O 端口,该电压足以与沉积系统 101 进行通信并激活其输入以及对沉积系统 101 的输出进行监视。此外,控制器 170 还可以与处理室 110、衬底载台 120、上部组件 130、下部室组件 132、处理材料供给系统 140、第一功率源 150、衬底温度控制系统 160、第一真空泵 190、第一真空阀 194、第二真空泵 192、第二真空阀 196 和处理体积调节系统 122 交换信息。例如,储存在存储器中的程序可以用于根据处理方案激活向前述沉积系统 101 元件的输入以便进行刻蚀处理或沉积处理。

[0083] 控制器 170 可以包括微处理器、存储器和能够产生控制电压的数字 I/O 端口,该电压足以与沉积系统 101(101') 进行通信并激活其输入以及对沉积系统 101(101') 的输出进行监视以控制和监视材料沉积的上述处理。例如,控制器 170 可以包括含有执行程序指令以完成与图 6 有关的上述步骤的程序指令的计算机可读介质。此外,控制器 170 可以连接到处理室 110、衬底载台 120、上部组件 130、处理材料供给系统 140、功率源 150、衬底温度

控制系统 160、第一真空泵 190 和 / 或第二真空泵 192 并与其交换信息。例如，储存在存储器中的程序可以用于根据处理方案激活向前述沉积系统 101(101') 元件的输入以便进行上述非等离子体增强沉积处理或等离子体增强沉积处理中的一种。

[0084] 控制器 170 的一种示例是 DELL PRECISION WORKSTATION610TM，它可以从 Dell Corporation, Austin, Texas 买到。但是，控制器 170 也可以由通用计算机系统来实现，所述计算机系统响应于处理器进行本发明中部分或全部基于微处理器的处理步骤，所述处理器执行存储器中所含的一条或多条指令的一个或多个序列。这种指令可以从另一计算机可读介质（例如硬盘或可拆卸介质驱动器）读入控制器存储器。也可以采用多处理结构中的一个或多个处理器作为控制器微处理器来执行主存储器中所含的指令序列。在可替换实施例中，可以用硬连线电路取代软件指令或与软件指令相结合。因此，实施方式不限于硬件电路和软件的任何具体结合方式。

[0085] 控制器 170 包括至少一个计算机可读介质或存储器（例如控制器存储器）用于保存根据本发明的教导而编程所得的指令并用于保存实施本发明可能需要的数据结构、表、记录或其他数据。计算机可读介质的示例是致密盘、硬盘、软盘、磁带、磁光盘、PROM (EPROM、EEPROM、flashEPROM)、DRAM、SRAM、SDRAM 或任何其他磁性介质、致密盘（例如 CD-ROM）或任何其他光介质、穿孔卡片、纸带或带有孔图案的其他物理介质、载波（下面会说明）或计算机可以读取的任何其他介质。

[0086] 本发明包括存储在计算机可读介质中任意一种或其组合中的软件，用于对控制器 170 进行控制、对实施本发明的一个或多个装置进行驱动、和 / 或使控制器能够与人类用户进行交互。这些软件可以包括但不限于设备驱动、操作系统、开发供给和应用软件。这种计算机可读介质还包括本发明的计算机程序产品，该程序产品用于执行实施本发明时执行的全部或部分（如果处理是分布式的）处理。

[0087] 本发明的计算机代码装置可以是任何可解释或可执行的代码机制，包括但不限于脚本、可解释程序、动态链接库 (DLL)、Java 类和完全可执行的程序。此外，本发明的部分处理可以是分布式的，以便在性能、可靠性和 / 或成本方面更好。

[0088] 此处所用的术语“计算机可读介质”指参与了向控制器 170 的处理器提供指令用于执行的任何介质。计算机可读介质可以采取许多形式，包括但不限于非易失性介质、易失性介质以及传输介质。非易失性介质包括例如光盘、磁盘和磁光盘，例如硬盘或可移动介质驱动器。易失性介质包括动态存储器，例如主存储器。此外，在控制器的处理器执行一个或多个指令的一个或多个序列的过程中，可能涉及多种形式的计算机可读介质。例如，一开始可以在远程计算机的磁盘上携带指令。远程计算机可以从远程将实施本发明的全部或部分内容所需的指令装入动态存储器并通过网络将该指令发送到控制器 170。

[0089] 控制器 170 可以相对于沉积系统 101(101') 设置在本地，也可以相对于沉积系统 101 设在远程位置。例如，控制器 170 可以采用直接连接、内部网、互联网和无线连接中的至少一种来与沉积系统 101 交换数据。控制器 170 可以在例如用户位置（即器件制造商等）处连接到内部网，也可以在例如卖主位置（即设备制造商）处连接到内部网。另外，例如，控制器 170 可以连接到互联网。此外，例如，另一种计算机（即控制器、服务器等）可以对控制器 170 进行访问以通过直接连接、内部网和互联网中的至少一种来交换数据。本领域技术人员还可以明白，控制器 170 可以通过无线连接与沉积系统 101(101') 交换数据。

[0090] 尽管前文只详细说明了本发明的某些示例性实施例，但是本领域技术人员易于理解，在实质上不脱离本发明的新颖教导及优点的情况下，可以对这些示例性实施例进行许多变动。

[0091] 本申请涉及美国专利申请序号 No. 11/090, 255, 该申请的代理人档案号为 No. 267366US, 客户卷号为 No. TTCA 19, 名称为“*A PLASMAENHANCED ATOMIC LAYER DEPOSITION SYSTEM*”，现为美国专利申请公开 No. 2004VVVVVVVVVVV, 其全部内容通过引用而结合于此。本申请涉及美国专利申请序号 No. 11/084, 176, 该申请的代理人档案号为 No. 265595US, 客户卷号为 No. TTCA 24, 名称为“*A DEPOSITION SYSTEMAND METHOD*”，现为美国专利申请公开 No. 2004VVVVVVVVVVV, 其全部内容通过引用而结合于此。本申请涉及美国专利申请序号 No. XX/XXX, XXX, 该申请的客户卷号为 No. TTCA 27, 名称为“*A PLASMAENHANCED ATOMIC LAYER DEPOSITION SYSTEM HAVINGREDUCED CONTAMINATION*”，现为美国专利申请公开 No. 2004VVVVVVVVVVV, 其全部内容通过引用而结合于此。本申请涉及美国专利申请序号 No. XX/XXX, XXX, 该申请的代理人档案号为 No. 2274017US, 客户卷号为 No. TTCA 54, 名称为“*METHOD ANDSYSTEM FOR PERFORMING THERMAL AND PLASMA ENHANCEDVAPOR DEPOSITION*”，现为美国专利申请公开 No. 2006VVVVVVVVVVV, 其全部内容通过引用而结合于此。本申请涉及美国专利申请序号 No. XX/XXX, XXX, 该申请的代理人档案号为 No. 2274020US, 客户卷号为 No. TTCA 55, 名称为“*A DEPOSITIONSYSTEM AND METHOD FOR PLASMA ENHANCED ATOMIC LAYERDEPOSITION*”，现为美国专利申请公开 No. 2006VVVVVVVVVVV, 其全部内容通过引用而结合于此。本申请涉及美国专利申请序号 No. XX/XXX, XXX, 该申请的代理人档案号为 No. 2274016US, 客户卷号为 No. TTCA 63, 名称为“*METHOD AND SYSTEM FOR SEALING A FIRSTCHAMBER PORTION TO A SECOND CHAMBER PORTION OF A PROCESSING SYSTEM*”，现为美国专利申请公开 No. 2006VVVVVVVVVVV, 其全部内容通过引用而结合于此。

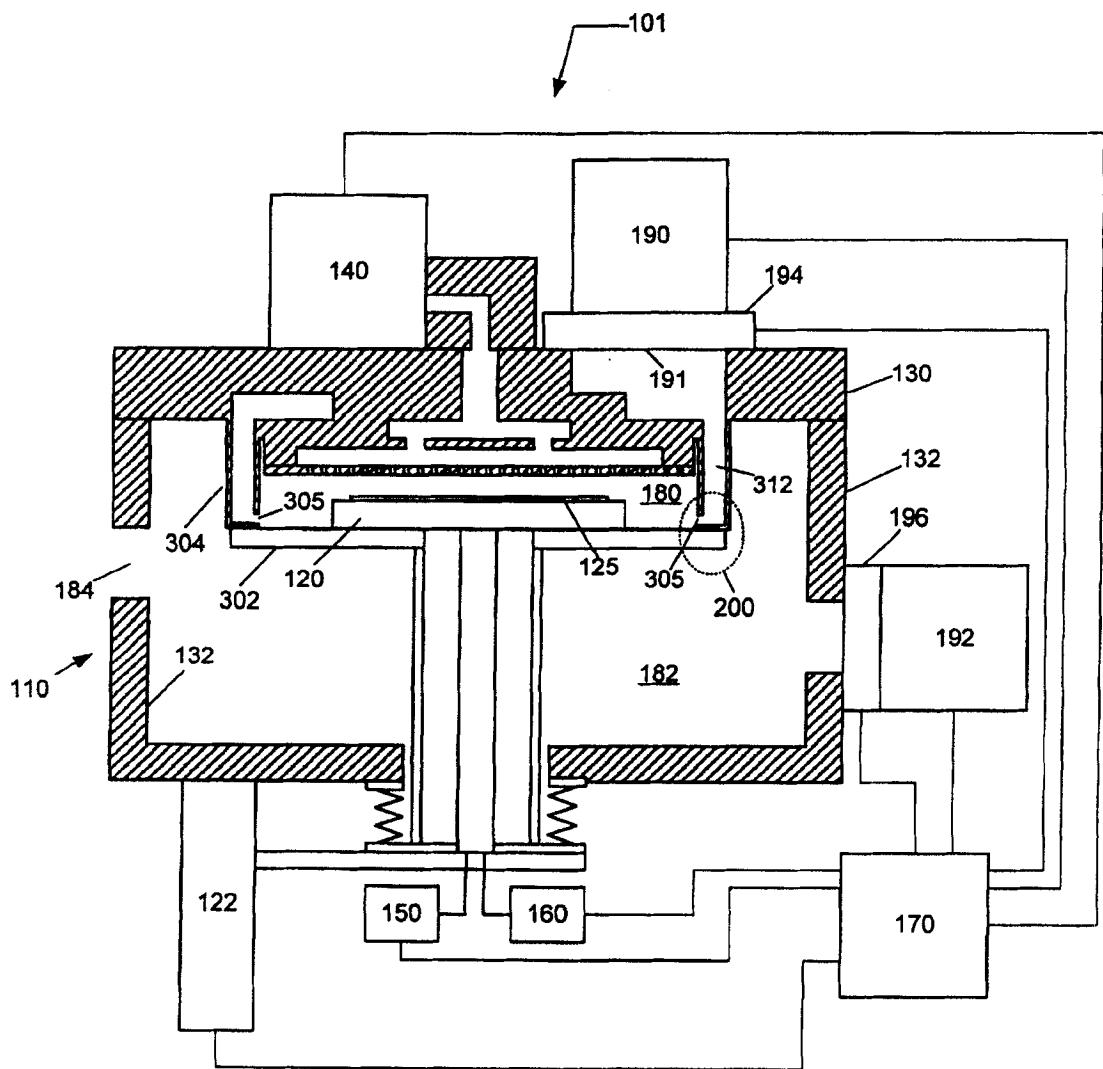


图 1A

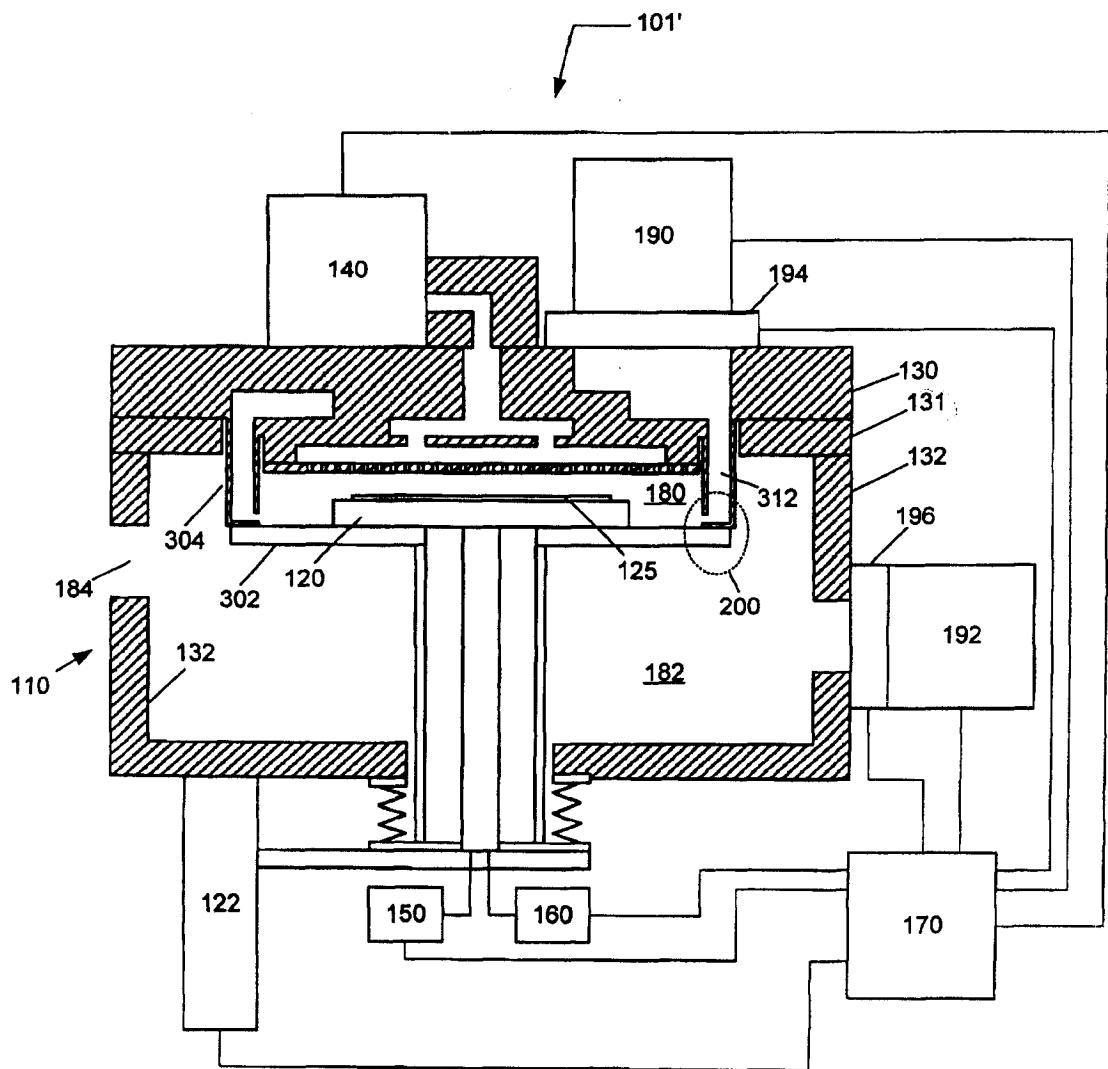


图 1B

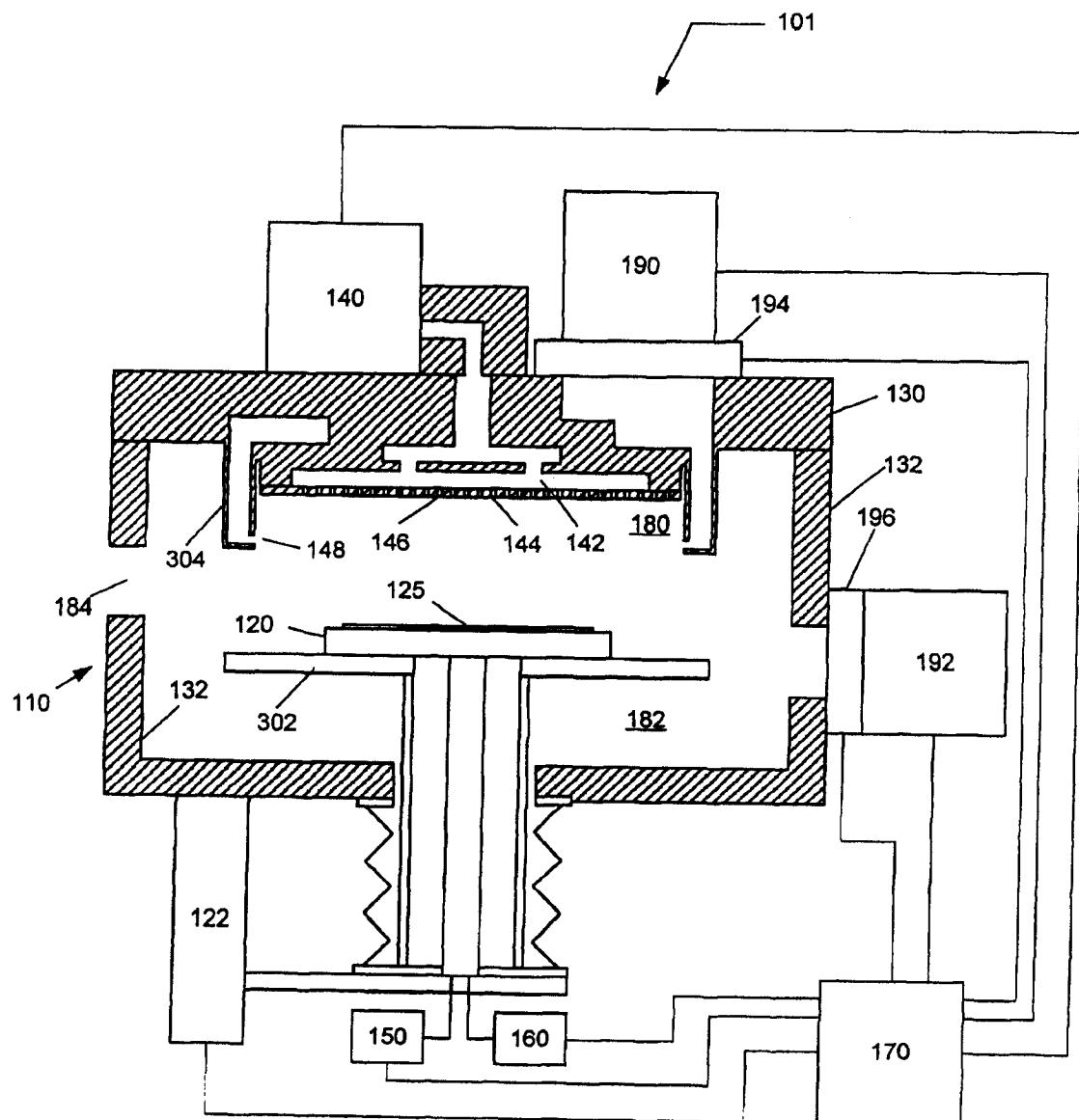


图 2A

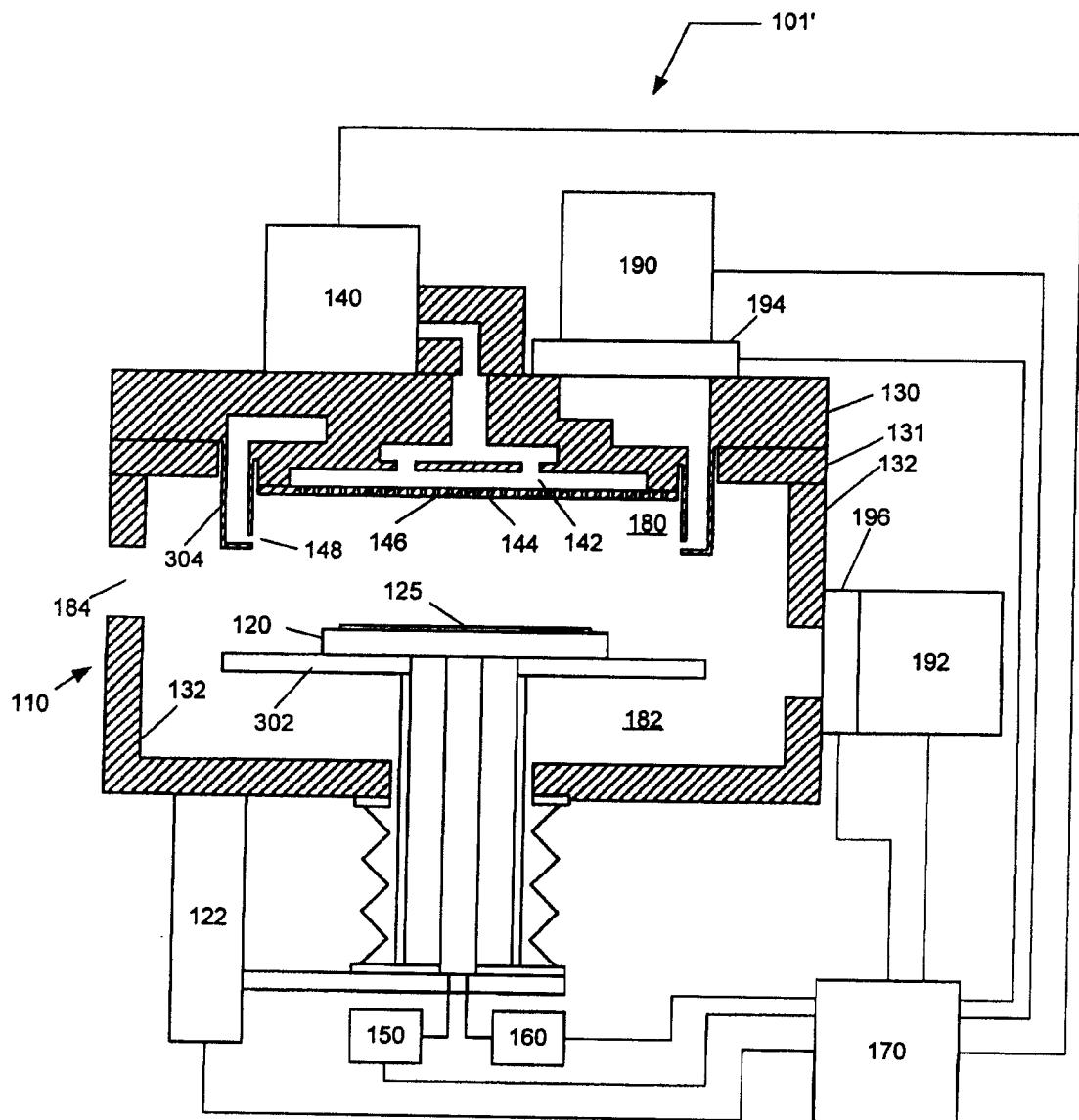


图 2B

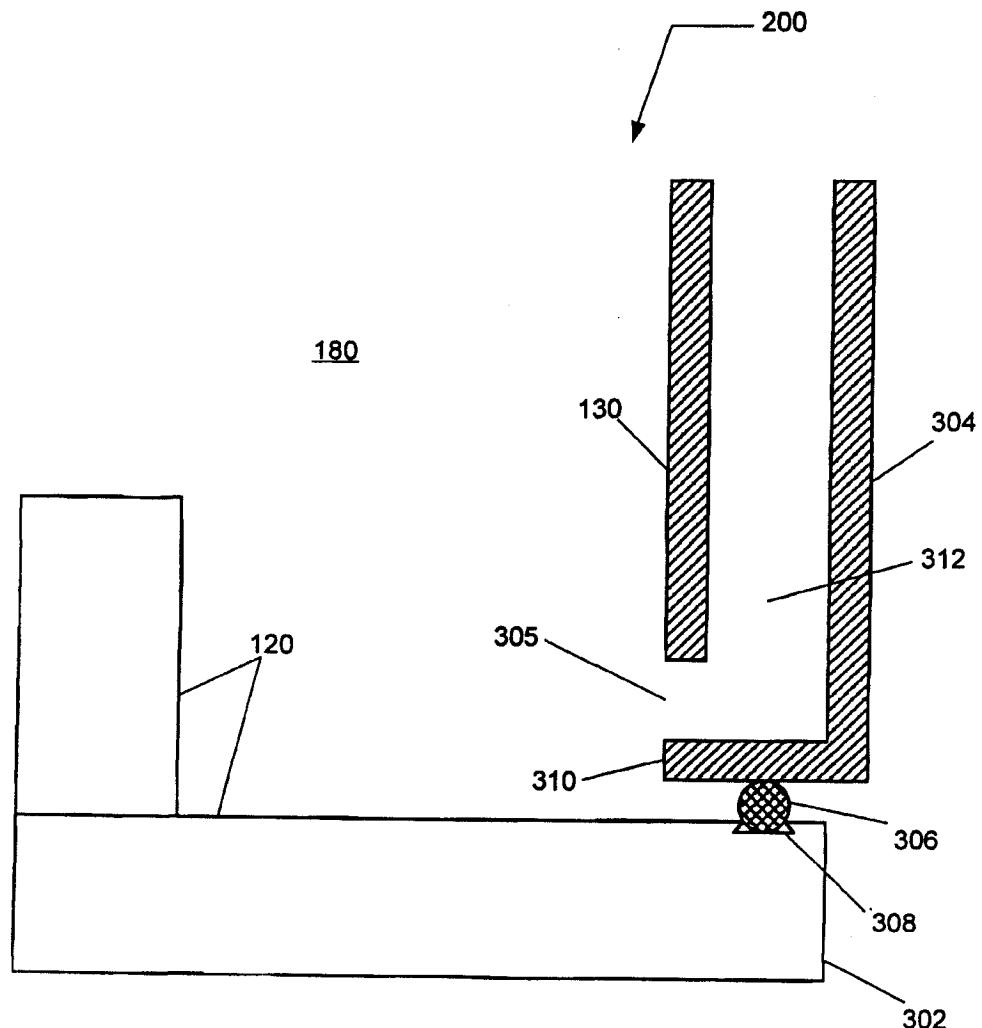


图 3

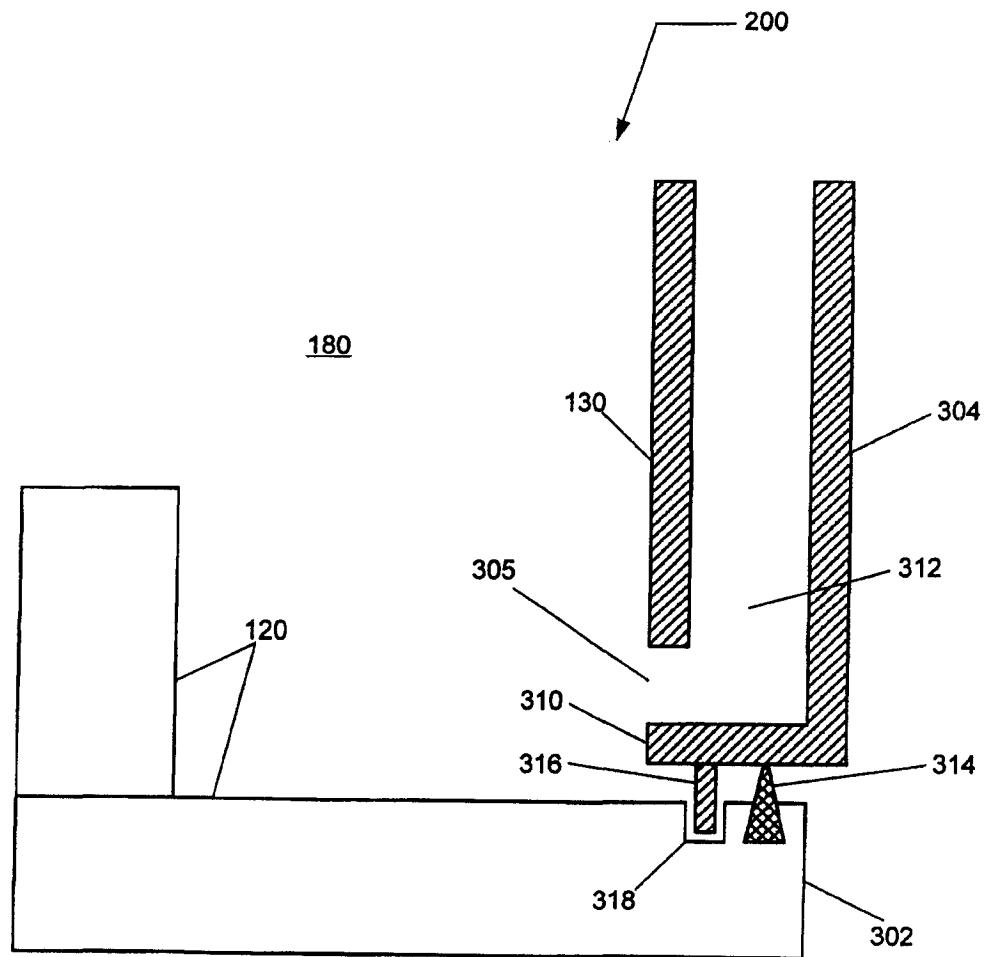


图 4

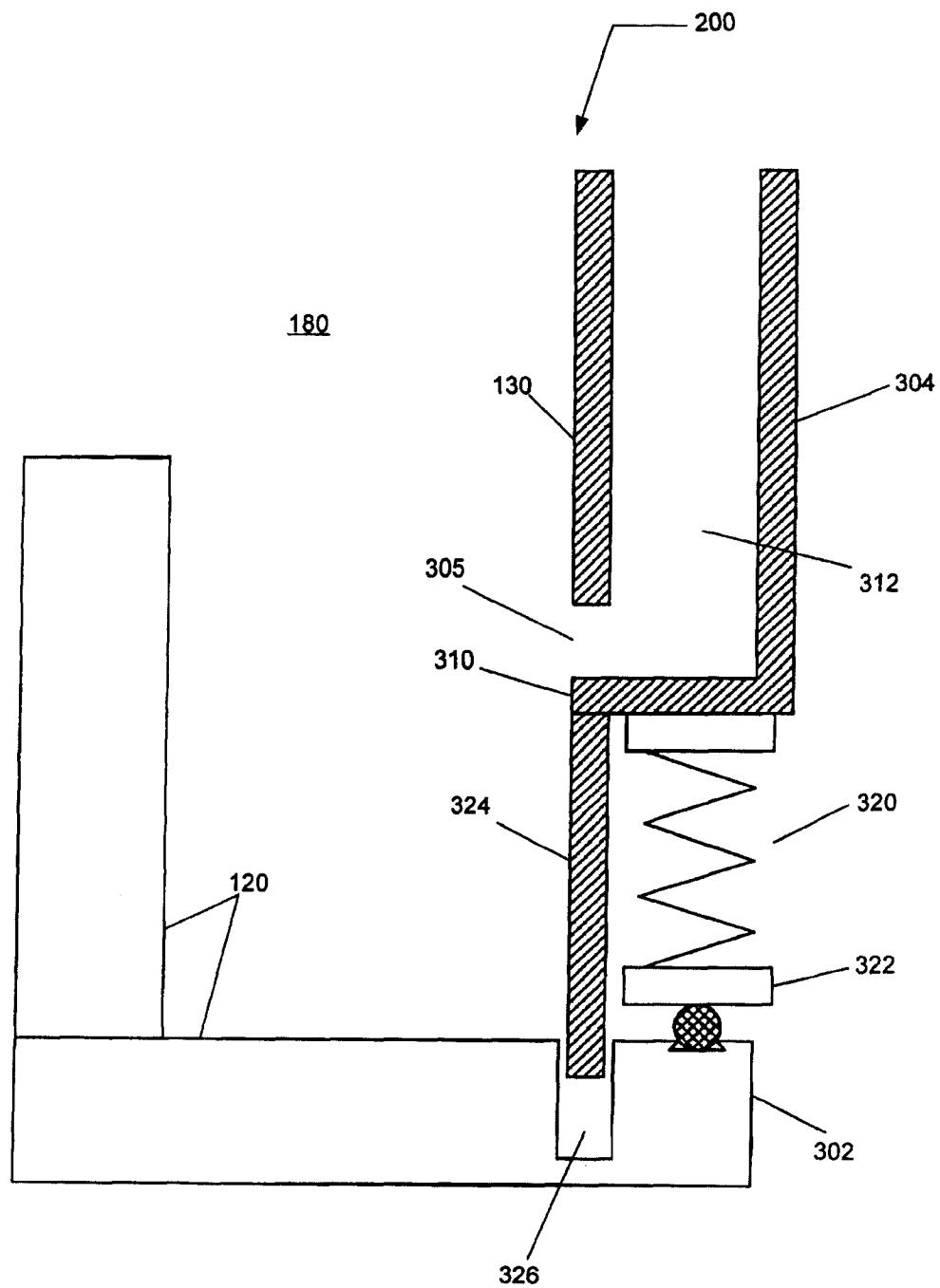


图 5

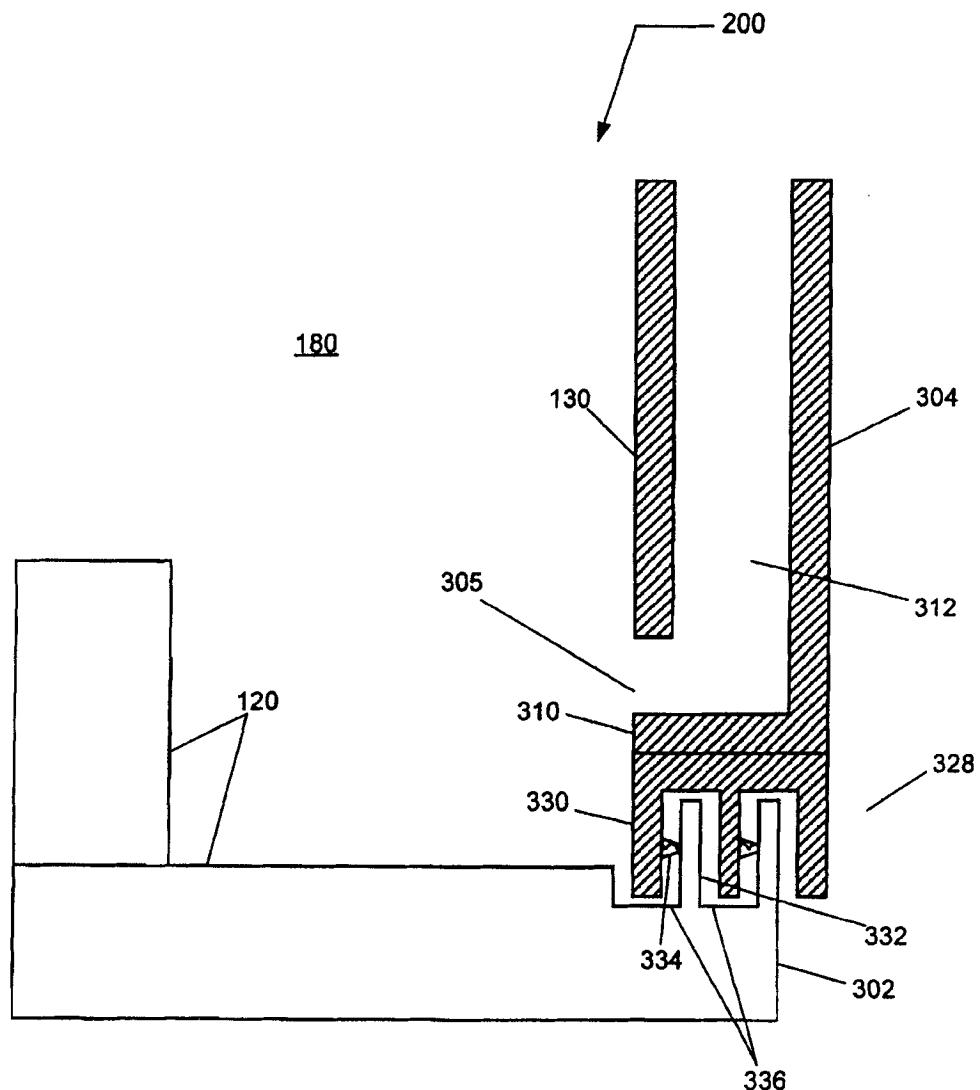


图 6

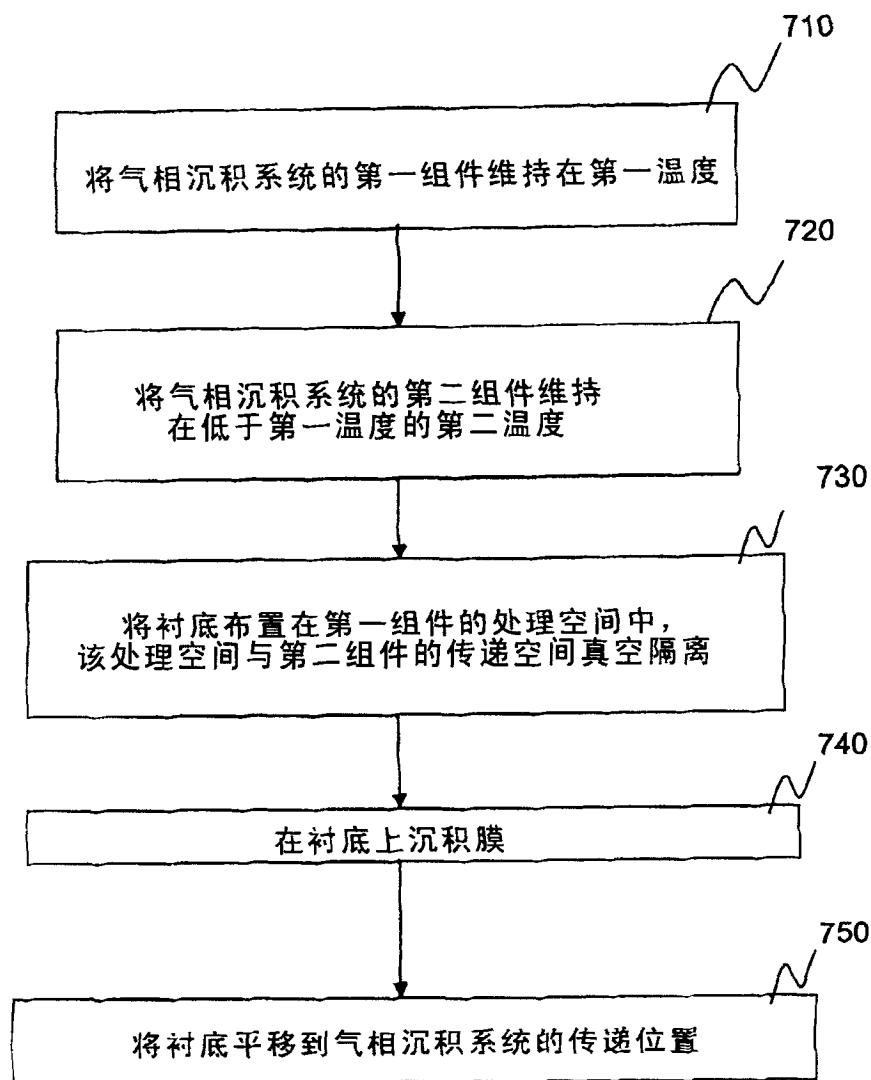


图 7