



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114981950 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 30

(21) 申请号 202180009037.9

(22) 申请日 2021.01.08

(30) 优先权数据

62/960,417 2020.01.13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.07.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/012593 2021.01.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/146098 EN 2021.07.22

(71) 申请人 朗姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 埃里克·萨穆隆 达雷尔·埃利希

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

专利代理师 樊英如 张静

(51) Int.Cl.

H01L 21/687 (2006.01)

H02N 13/00 (2006.01)

H01L 21/683 (2006.01)

C23C 16/458 (2006.01)

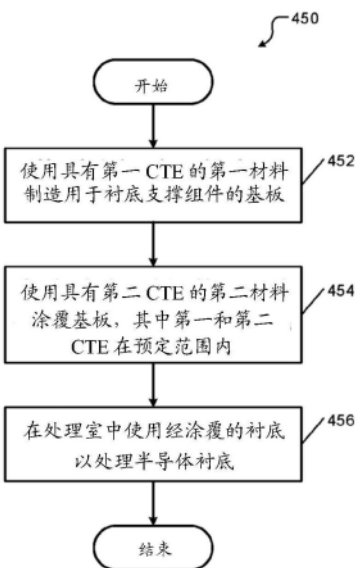
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

用于改善与热氧化物喷涂层的热膨胀匹配的混合金属基板

(57) 摘要

一种用于在处理室中支撑半导体衬底的衬底支撑组件的基板包括第一部件,其由包括金属和非金属的第一材料制成。所述第一材料具有第一热膨胀系数。涂覆所述第一部件的层由第二材料制成。所述第二材料具有第二热膨胀系数。所述第一热膨胀系数和所述第二热膨胀系数是不同的。



1. 一种用于在处理室中支撑半导体衬底的衬底支撑组件的基板,所述基板包括:
第一部件,其由包括金属和非金属的第一材料制成,所述第一材料具有第一热膨胀系数;和
涂覆所述第一部件并由第二材料制成的层,所述第二材料具有第二热膨胀系数,
其中所述第一热膨胀系数和所述第二热膨胀系数是不同的。
2. 根据权利要求1所述的基板,其中,所述第一热膨胀系数和所述第二热膨胀系数在预定范围内。
3. 根据权利要求1所述的基板,其中,所述第一热膨胀系数大于所述第二热膨胀系数。
4. 根据权利要求1所述的基板,其中,所述第一热膨胀系数小于所述金属的热膨胀系数。
5. 根据权利要求2所述的基板,其中:
所述预定范围介于第一值和第二值之间,所述第二值大于所述第一值;
所述第一热膨胀系数比所述第一值更接近所述第二值;以及
所述第二热膨胀系数比所述第二值更接近所述第一值。
6. 根据权利要求2所述的基板,其中,所述预定范围介于6和12之间。
7. 根据权利要求1所述的基板,其中,所述第二材料的层的厚度介于30 μm 和2mm之间。
8. 根据权利要求1所述的基板,其中:
所述第一热膨胀系数为约11;以及
所述第二热膨胀系数为约8。
9. 根据权利要求1所述的基板,其中:
所述金属是铝;以及
所述非金属是碳化硅。
10. 根据权利要求1所述的基板,其中,所述第二材料是陶瓷材料。
11. 根据权利要求1所述的基板,其中,所述第二材料是氧化铝或氧化钇。
12. 根据权利要求1所述的基板,其还包括:
由第三材料制成的第二层,其设置在涂覆所述第一部件的所述层上;以及
由第二材料制成的第三部件,其设置在所述第二层上。
13. 根据权利要求12所述的基板,其中,所述第二层将所述第三部件接合到所述第一部件上。
14. 根据权利要求12所述的基板,其中,所述第二层在所述第三部件和所述第一部件之间传导热量并且在预定温度范围内吸收剪切应力并持续预定时间段。
15. 一种制造用于在处理室中支撑半导体衬底的衬底支撑组件的基板的方法,所述方法包括:
使用包括金属和非金属的第一材料制造所述基板的第一部件,所述第一材料具有第一热膨胀系数;以及
用具有第二热膨胀系数的第二材料层涂覆所述基板的所述第一部件,
其中所述第一热膨胀系数和所述第二热膨胀系数是不同的。
16. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述第一热膨胀系数和所述第二热膨胀系数在预定范围内。

17. 根据权利要求15所述的方法, 其中, 所述第一热膨胀系数大于所述第二热膨胀系数。

18. 根据权利要求15所述的方法, 其中, 所述第一热膨胀系数小于所述金属的热膨胀系数。

19. 根据权利要求15所述的方法, 其中:

所述预定范围介于第一值和第二值之间, 所述第二值大于所述第一值;

所述第一热膨胀系数比所述第一值更接近所述第二值; 以及

所述第二热膨胀系数比所述第二值更接近所述第一值。

20. 根据权利要求16所述的方法, 其中, 所述预定范围介于6和12之间。

21. 根据权利要求15所述的方法, 其中, 所述第二材料的层的厚度介于30 μm 和2mm之间。

22. 根据权利要求15所述的方法, 其中:

所述第一热膨胀系数为约11; 以及

所述第二热膨胀系数为约8。

23. 根据权利要求15所述的方法, 其还包括:

选择铝作为所述金属; 以及

选择碳化硅作为所述非金属。

24. 根据权利要求15所述的方法, 其还包括选择陶瓷材料作为所述第二材料。

25. 根据权利要求15所述的方法, 其还包括选择氧化铝或氧化钇作为所述第二材料。

用于改善与热氧化物喷涂层的热膨胀匹配的混合金属基板

相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求于2020年1月13日申请的美国临时申请No.62/960,417的优先权。上述引用的申请其全部公开内容都通过引用合并于此。

技术领域

[0002] 本公开总体上涉及衬底处理系统,并且更具体地涉及在处理室中使用混合金属基板以改进与施加在基板上的喷涂层的热膨胀匹配。

背景技术

[0003] 这里提供的背景描述是为了总体呈现本公开的背景的目的。当前指定的发明人的工作在其在此背景技术部分以及在提交申请时不能确定为现有技术的说明书的各方面中描述的范围内既不明确也不暗示地承认是针对本公开的现有技术。

[0004] 衬底处理系统通常包含多个处理室(也称为处理模块)以进行衬底(例如半导体晶片)的沉积、蚀刻、及其他处理。可在衬底上进行的处理的示例包括但不限于等离子体增强化学气相沉积(PECVD)处理、化学增强等离子体气相沉积(CEPCD)处理、以及溅射物理气相沉积(PVD)处理。可以在衬底上进行的处理的附加示例包括但不限于蚀刻(如化学蚀刻、等离子体蚀刻、反应性离子蚀刻等)以及清洁处理。

[0005] 在处理期间,可以将衬底布置在衬底处理系统的处理室中的衬底支撑件(如基座、静电卡盘(ESC)等)上。在沉积期间,包含一或多种前体的气体混合物被导入处理室中,然后激励等离子体以活化化学反应。在蚀刻期间,包含蚀刻气体的气体混合物被导入处理室中,然后激励等离子体以活化化学反应。计算机控制的机械手通常按顺序将衬底从一处理室传输至另一处理室,衬底在处理室中进行处理。

发明内容

[0006] 一种用于在处理室中支撑半导体衬底的衬底支撑组件的基板包括第一部件,其由包括金属和非金属的第一材料制成。所述第一材料具有第一热膨胀系数。涂覆所述第一部件的层由第二材料制成。所述第二材料具有第二热膨胀系数。所述第一热膨胀系数和所述第二热膨胀系数是不同的。

[0007] 在另一特征中,所述第一热膨胀系数和所述第二热膨胀系数在预定范围内。

[0008] 在另一特征中,所述第一热膨胀系数大于所述第二热膨胀系数。

[0009] 在另一特征中,所述第一热膨胀系数小于所述金属的热膨胀系数。

[0010] 在另一特征中,所述预定范围介于第一值和第二值之间。所述第二值大于所述第一值。所述第一热膨胀系数比所述第一值更接近所述第二值。所述第二热膨胀系数比所述第二值更接近所述第一值。

[0011] 在另一特征中,所述预定范围介于6和12之间。

[0012] 在另一特征中,所述第二材料的层的厚度介于30 μ m和2mm之间。

- [0013] 在其他特征中,所述第一热膨胀系数为约11。所述第二热膨胀系数为约8。
- [0014] 在其他特征中,所述金属是铝。所述非金属是碳化硅。
- [0015] 在另一特征中,所述第二材料是陶瓷材料。
- [0016] 在另一特征中,所述第二材料是氧化铝或氧化钇。
- [0017] 在其他特征中,所述基板还包括由第三材料制成的第二层,其设置在涂覆所述第一部件的所述层上;以及由第二材料制成的第三部件,其设置在所述第二层上。
- [0018] 在另一特征中,所述第二层将所述第三部件接合到所述第一部件上。
- [0019] 在其他特征中,所述第二层在所述第三部件和所述第一部件之间传导热量并且在预定温度范围内吸收剪切应力并持续预定时间段。
- [0020] 在还有的其他特征中,一种制造用于在处理室中支撑半导体衬底的衬底支撑组件的基板的方法包括:使用包括金属和非金属的第一材料制造所述基板的第一部件。所述第一材料具有第一热膨胀系数。所述方法包括用具有第二热膨胀系数的第二材料层涂覆所述基板的所述第一部件。所述第一热膨胀系数和所述第二热膨胀系数是不同的。
- [0021] 在另一特征中,所述第一热膨胀系数和所述第二热膨胀系数在预定范围内。
- [0022] 在另一特征中,所述第一热膨胀系数大于所述第二热膨胀系数。
- [0023] 在另一特征中,所述第一热膨胀系数小于所述金属的热膨胀系数。
- [0024] 在另一特征中,所述预定范围介于第一值和第二值之间。所述第二值大于所述第一值。所述第一热膨胀系数比所述第一值更接近所述第二值。所述第二热膨胀系数比所述第二值更接近所述第一值。
- [0025] 在另一特征中,所述预定范围介于6和12之间。
- [0026] 在另一特征中,所述第二材料的层的厚度介于30 μm 和2mm之间。
- [0027] 在其他特征中,所述第一热膨胀系数为约11。所述第二热膨胀系数为约8。
- [0028] 在另一特征中,所述方法还包括:选择铝作为所述金属;以及选择碳化硅作为所述非金属。
- [0029] 在另一特征中,所述方法还包括:选择陶瓷材料作为所述第二材料。
- [0030] 在另一特征中,所述方法还包括:选择氧化铝或氧化钇作为所述第二材料。
- [0031] 根据详细描述、权利要求和附图,本公开内容的适用性的进一步的范围将变得显而易见。详细描述和具体示例意在仅用于说明的目的,并非意在限制本公开的范围。

附图说明

- [0032] 根据详细描述和附图将更充分地理解本公开内容,其中:
- [0033] 图1示出了包括处理室的衬底处理系统的第一示例;
- [0034] 图2示出了包括处理室的衬底处理系统的第二示例;
- [0035] 图3示出了包括处理室的衬底处理系统的第三示例;
- [0036] 图4和图5示意性地示出了根据本公开内容的可用于衬底处理系统的处理室中的基板的示例;
- [0037] 图6示出了根据本公开内容的用于制造图4和5所示基板的方法,所述基板用于衬底处理系统的衬底支撑组件;和
- [0038] 图7示出了根据本公开内容的用于制造图4和5所示基板的衬底的方法。

[0039] 在附图中,可以重复使用附图标记来标识相似和/或相同的元件。

具体实施方式

[0040] 基板是处理室的基本部件,在处理期间将晶片布置在该基本部件上。基板通常由金属基材制成,氧化物材料的喷涂层覆盖在金属基材的外部上。喷涂层用于保护基板(即金属基材)免受处理室极端环境的影响(例如,保护基板免受等离子体侵蚀和电弧放电的影响)。

[0041] 取决于工艺,基板可以在例如大于约100摄氏度的宽温度范围内使用。由于与喷涂层相比,金属基材热膨胀的不匹配,因此在整个操作状态中管理喷涂层上的应力以确保喷涂层与金属基材的适当粘附性并确保喷涂层开裂的减少可能是困难的。根据本公开内容,通过使用具有更好匹配喷涂层的热膨胀的混合金属基材,喷涂层上的应力可以在整个操作状态下相对减轻。

[0042] 基板通常由铝制成,其具有氧化铝喷涂覆盖层。铝的热膨胀系数大于 $20\mu\text{m}/^{\circ}\text{Cm}$ 。这明显大于氧化铝的接近 $8\mu\text{m}/^{\circ}\text{Cm}$ 的热膨胀系数。由于氧化层是在高温下施加的,因此涂层在低温下会承受很大的拉伸应力,此时铝基材的收缩比氧化喷涂涂层要大得多。

[0043] 本公开内容提供了包含混合金属基材的基板,以更好地使下伏基材的热膨胀特性与施加在基材上的喷涂层的热膨胀特性匹配。具体地,根据本公开内容,基板中的铝金属基材被替换为具有与喷涂层(例如氧化铝层)更好匹配的热膨胀系数的混合金属基材。例如,称为金属基复合物(如下所述)的材料用作基板基材,其上喷涂有陶瓷材料。通过更好地匹配混合金属基材和喷涂层之间的热膨胀系数,喷涂层上的应力可以在大多数或所有操作温度下保持接近零应力状态。这减轻了改变基板尺寸设计以最小化喷涂层上的应力的需要。

[0044] 本公开内容的教导不仅限于基板。相反,这些教导可以扩展并应用于处理室的各种其他部件,这些部件通常包括覆盖有氧化物喷涂层的金属基材,并且由于处理室的极端环境而承受应力。这些部件也可以使用涂有陶瓷层的混合金属基材制造,使得在基材和陶瓷层之间的热膨胀匹配改善,从而降低这些部件上的应力。此类部件的非限制性示例包括处理室的内壁、处理室中使用的各种环形部件、喷头。

[0045] 本公开内容组织如下。最初,为了理解处理室中的恶劣环境和可以应用本公开的教导的不同部件,参考图1-3示出和描述了不同处理室的示例。随后,详细解释了金属基复合物(MMC)材料。此后,参照图4-5示出并描述了根据本公开内容的基板的示例设计。随后,参照图6-7示出并描述了根据本公开内容的制造基板的示例性方法。

[0046] 图1示出了包括处理室102的衬底处理系统100的示例。尽管该示例是在等离子体增强化学气相沉积(PECVD)背景下进行描述的,但本公开内容的教导可应用于其他类型的衬底处理,例如原子层沉积(ALD)、等离子体增强ALD(PEALD)、CVD、或其他处理,包括蚀刻处理。该系统100包括处理室102,其包围系统100的其他部件并含有射频(RF)等离子体(如果使用的话)。处理室102包括上部电极104和静电卡盘(ESC)106或其他衬底支撑件。在操作期间,将衬底108布置在ESC 106上。

[0047] 例如,上部电极104可包括引入并且分配处理气体的气体分配设备110,例如喷头。气体分配设备110可包括杆部,其一端连接至处理室102的顶表面。喷头的基部一般为圆柱形,并在与处理室102的顶表面隔开的位置处从杆部的相对端径向朝外延伸。喷头的基部的面向衬底的表面或面板包括多个孔,汽化的前体、处理气体或清扫气体流过这些孔。替代

地,上部电极104可包括导电板,且处理气体可以另一方式被引入。

[0048] ESC106包括用作下电极的基板112。基板112可以包括用于使冷却剂流过基板112的一个或多个通道118。基板112支撑陶瓷板114,在处理期间衬底108布置在陶瓷板114上。接合层116设置在基板112和陶瓷板114之间。在一些应用中,陶瓷板114可以包括一个或多个加热器(例如,多区加热器,未示出)。

[0049] 如果使用等离子体,则RF产生系统120产生并输出RF电压至上部电极104与下部电极(例如,ESC106的基板112)中的一者。上部电极104与基板112中的另一者可以是DC接地、AC接地或浮动的。仅举例而言,RF产生系统120可以包括RF产生器122,其产生由匹配和分配网络124供应至上部电极104或基板112的RF功率。在其他示例中,等离子体可感应地或远程地产生。

[0050] 气体输送系统130包括一或多个气体源132-1、132-2、...和132-N(统称为气体源132),其中N为大于零的整数。气体源132通过阀134-1、134-2、...和134-N(统称为阀134)以及质量流量控制器136-1、136-2、...和136-N(统称为质量流量控制器136)连接至歧管140。蒸汽输送系统142将汽化前体供应至歧管140或连接至处理室102的另一歧管(未示出)。歧管140的输出供应至处理室102。

[0051] 温度控制器150可以与冷却剂组件154连通,以控制流过通道118的冷却剂流。例如,冷却剂组件154可包括冷却剂泵、贮存器以及一或多个温度传感器(未示出)。温度控制器150操作冷却剂组件154,以使冷却剂选择性地流过通道118以冷却ESC 106。在一些应用中,当陶瓷板114包括加热器152时,温度控制器150可以连接到布置在陶瓷板114中的多个热控制元件(TCE) 152。温度控制器150可用于控制多个TCE152以控制ESC106和衬底108的温度。阀156和泵158可用于从处理室102中排出反应物。系统控制器160控制系统100的部件。

[0052] 图2示出了衬底处理系统200的另一示例。衬底处理系统200包括线圈驱动电路211。在一些示例中,线圈驱动电路211包括RF源212、脉冲电路214以及调谐电路(即,匹配电路) 213。脉冲电路214控制由RF源212所产生的RF信号的变压器耦合等离子体(TCP)包络,并且使TCP包络的工作周期在操作期间在1%与99%之间变化。在一些实现方案中,如能理解的,脉冲电路214与RF源212可合并或分开。

[0053] 调谐电路213可以直接连接至感应线圈216。尽管衬底处理系统210使用单个线圈,但是,一些衬底处理系统可以使用多个线圈(例如,内部和外部线圈)。调谐电路213将RF源212的输出调谐至所期望的频率和/或所期望的相位,并且匹配线圈216的阻抗。

[0054] 介电窗224沿着处理室228的顶侧布置。处理室228包括衬底支撑件(或基座) 232,以支撑衬底234。衬底支撑件232可包括静电卡盘(ESC)、或机械卡盘或其他类型的卡盘。处理气体被供应至处理室228,且等离子体240在处理室228内部产生。等离子体240蚀刻衬底234的暴露表面。RF源250、脉冲电路251和偏置匹配电路252可以用于在操作期间偏置衬底支撑件232以控制离子能量。

[0055] 气体输送系统256可以用于将处理气体混合物供应至处理室228。气体输送系统256可以包括处理和惰性气体源257、气体计量系统258(例如阀和质量流量控制器)以及歧管259。气体注入器263可以布置于介电窗224的中心,并且用于将来自气体输送系统256的气体混合物注入至处理室228中。附加地或替代地,气体混合物可从处理室228的侧面注入。

[0056] 加热器/冷却器264可以用于加热/冷却衬底支撑件232至预定温度。排出系统265包括阀266和泵267,以控制处理室中的压力和/或通过清扫或抽空从处理室228中去除反应物。

[0057] 控制器254可以用于控制蚀刻处理。控制器254监测系统参数并控制气体混合物的输送;激励、维持并且熄灭等离子体;去除反应物;供应冷却气体;等等。另外,如下所述,控制器254可以控制线圈驱动电路210、RF源250以及偏置匹配电路252等等的各个方面。

[0058] 图3示出了用于蚀刻衬底的层的处理室300。处理室300包括下部室区域302和上部室区域304。下部室区域302由室侧壁表面308、室底表面310和气体分配设备314的下表面限定。上部室区域304由气体分配设备314的上表面和圆顶318的内表面限定。

[0059] 在一些示例中,圆顶318搁置在第一环形支撑件321上。在一些示例中,第一环形支撑件321包括一或多个隔开孔323,以输送处理气体至上部室区域304。在一些示例中,处理气体通过一或多个隔开孔323沿相对于包括气体分配设备314的平面呈锐角的向上方向来输送,但可使用其他角度/方向。在一些示例中,第一环形支撑件321中的气流通道334供应气体至一或多个隔开孔323。

[0060] 第一环形支撑件321可搁置于第二环形支撑件325上,其限定一或多个隔开孔327,其用于将处理气体从气流通道329输送至下部室区域302。在一些示例中,气体分配设备314中的孔331对准孔327。在其他示例中,气体分配设备314具有较小直径,且不需要孔331。在一些示例中,处理气体通过一或多个隔开孔327沿相对于包括气体分配设备314的平面呈锐角的向下方向朝衬底326来输送,但可使用其他角度/方向。在其他示例中,上部室区域304为具有平坦顶表面的圆柱形,且可使用一或多个平坦感应线圈。在一些示例中,单个室可以与位于喷头与衬底支撑件之间的间隔件一起使用。

[0061] 衬底支撑件322布置于下部室区域304中。在一些示例中,衬底支撑件322包括静电卡盘(ESC),但可使用其他类型的衬底支撑件。在蚀刻期间,衬底326被布置在衬底支撑件322的上表面上。在一些示例中,衬底326的温度可通过加热器板330、具有流体通道的任选冷却板、以及一或多个传感器(未示出)来控制,但可以使用任何其他合适的衬底支撑件温度控制系统。

[0062] 在一些示例中,气体分配设备314包括喷头(例如,具有多个隔开孔327的板328)。该多个隔开孔327从板328的上表面延伸至板328的下表面。在一些示例中,隔开孔327具有0.4”至0.75”范围内的直径,且喷头由导电材料(例如铝)或具有嵌入电极(由导电材料所制成)的非导电材料(例如陶瓷)制成。

[0063] 一或多个感应线圈340布置于圆顶318的外部周围。当通电时,一或多个感应线圈340在圆顶318内部产生电磁场。在一些示例中,使用上部线圈和下部线圈。气体注入器342注入来自气体输送系统350-1的一或更多种气体混合物。在一些示例中,气体输送系统350-1包括一或多个气体源352、一或多个阀354、一或多个质量流量控制器(MFC)356、以及混合歧管158,但可使用其他类型的气体输送系统。气体分流器(未示出)可用于改变气体混合物的流速。另一气体输送系统350-2可用于供应蚀刻气体或蚀刻气体混合物至气流通道329和/或334(作为气体注入器342的蚀刻气体的补充或代替来自气体注入器342的蚀刻气体)。

[0064] 在一些示例中,气体注入器342包括引导气体朝向下方向的中央注入位置以及相

对于向下方向呈一定角度注入气体的一或更多个侧方注入位置。在一些示例中,气体输送系统350-1以第一流速将气体混合物的第一部分输送至中央注入位置,并且以第二流速将气体混合物的第二部分输送至气体注入器342的侧方注入位置。在其他示例中,不同的气体混合物通过气体注入器342来输送。在一些示例中,气体输送系统350-1将调谐气体输送至气流通道329与334和/或处理室中的其他位置,将如下文所述的。

[0065] 等离子体产生器370可以用于产生输出至一或更多个感应线圈340的RF功率。等离子体390在上部室区域304中产生。在一些示例中,等离子体产生器370包括RF产生器372及匹配网络374。匹配网络374将RF产生器372的阻抗与一或更多个感应线圈340的阻抗匹配。在一些示例中,气体分配设备314连接至参考电位,例如接地。阀378和泵380可用于控制下部室区域302和上部室区域304内部的压力以及排出反应物。

[0066] 控制器376与气体输送系统350-1与350-2、阀378、泵380以及等离子体产生器370通信,以控制处理气体的流动、清扫气体的流动、RF等离子体以及室压力。在一些示例中,等离子体通过一或更多个感应线圈340维持在圆顶318内部。一或更多种气体混合物使用气体注入器342(和/或孔323)从室的顶部引入,且使用气体分配设备314而将等离子体约束在圆顶318内。

[0067] 将等离子体约束在圆顶318中允许等离子体物质的体积复合(volume recombination)并通过气体分配设备314流出所期望的蚀刻剂物质。在一些示例中,无RF偏置施加至衬底326。因此,衬底326上无活性鞘层(active sheath),且离子未以任何有限能量撞击衬底。一些离子量将通过气体分配设备314从等离子体区域扩散出来。然而,扩散的等离子体量比位于圆顶318内部的等离子体低一个数量级。等离子体中大多数离子在高压下因体积复合而损耗。气体分配设备314的上表面处的表面复合损耗也降低气体分配设备314下方的离子密度。

[0068] 在其他示例中,提供RF偏置产生器384,并且其包括RF产生器386以及匹配网络388。RF偏置可以用于在气体分配设备314与衬底支撑件之间产生等离子体,或在衬底326上产生自偏置以吸引离子。控制器376可用于控制RF偏置。

[0069] 现在详细解释金属基复合物(MMC)材料。金属基复合物(MMC)是具有至少两种成分的复合材料,一种是金属,而另一种可能是不同的金属或另一种材料,例如陶瓷或有机化合物。当使用至少三种材料时,MMC称为混合复合材料。

[0070] MMC是通过将增强材料分散到金属基体中制成的。可以对增强表面进行涂层以防止与基体发生化学反应。例如,碳纤维用于铝基体以合成表现出低密度和高强度的复合材料。然而,碳与铝发生反应,以在纤维表面生成一种易碎的水溶性化合物。为了防止反应,碳纤维涂有镍或硼化钛。

[0071] 基体是整体材料,增强材料嵌入其中,并且是连续的(即,存在通过基体到达材料中任何点的路径,这与将两种材料夹在一起时不同)。在结构应用中,基体通常是较轻的金属,例如铝、镁或钛,并为加强件提供支撑。在高温应用中,可以使用钴和钴镍合金基体。

[0072] 增强并不总是服务于纯粹的结构任务(例如,增强化合物),而是也用于改变物理特性,如耐磨性、摩擦系数和导热性。增强可以是连续的或不连续的。不连续的MMC可以是各向同性的,并且可以使用标准金属加工技术(例如挤压、锻造或轧制)进行加工。此外,它们可以使用传统技术进行加工,但可能需要使用诸如多晶金刚石工具加工(PCD)之类的技术

进行进一步的工具加工。

[0073] 连续增强使用单丝线或纤维,例如碳纤维或碳化硅。由于纤维以特定方向嵌入基体中,因此结果是一种各向异性结构,其中材料的排列会影响其强度。不连续增强使用短纤维或颗粒。这种增强材料的示例包括氧化铝和碳化硅。

[0074] MMC制造通常可以分为三种类型:固体、液体和蒸汽。MMC是在高温下制造的,以用于纤维/基体界面的扩散结合。后来,当它们冷却到环境温度时,由于金属基体和纤维的系数之间不匹配,复合材料中会产生残余应力。制造过程中的残余应力会显著影响MMC在所有负载条件下的机械性能。在某些情况下,热残余应力高到足以在制造处理过程中引发基体内的塑性变形。

[0075] 固态制造方法包括粉末混合和固结(粉末冶金)。在这种方法中,粉末金属和不连续的增强材料混合,然后通过压实、脱气和热机械处理过程(可能通过热等静压(HIP)或挤压)粘合。其他固态制造方法包括箔扩散结合。在这种方法中,用长纤维夹在金属箔层中间,然后压穿以形成基体。

[0076] 液态制造方法包括电镀和电铸。在该方法中,包含负载有增强颗粒的金属离子的溶液被共沉积,从而形成复合材料。其他液态制造方法包括搅拌铸造。在这种方法中,将不连续的增强材料搅拌到熔融金属中,使其凝固。在压力渗透法中,例如,使用气体压力将熔融金属渗透到增强材料中。在挤压铸造法中,熔融金属被注入到其中预先放置了纤维的成型体(form)中。在喷射沉积法中,熔融金属被喷射到连续纤维基材上。在反应性处理方法中,化学反应发生,其中一种反应物形成基体,另一种反应物形成增强材料。

[0077] 还有其他方法包括半固态粉末处理方法,其中将粉末混合物加热至半固态并施加压力以形成复合材料。在物理气相沉积方法中,纤维穿过对其进行涂覆的厚的汽化金属云。在原位制造方法中,纤维穿过对其进行涂覆的厚的汽化金属云。

[0078] MMC比它们所取代的传统材料更昂贵。因此,在改进的特性和性能可以证明所增加的成本是合理的情况下,使用它们。这些应用的示例包括飞机部件、空间系统以及高端或精品运动器材。

[0079] 与传统的聚合物基复合材料相比,MMC具有耐火性,可以在更宽的温度范围内工作,不吸湿,具有更好的导电性和导热性,抗辐射损伤,并且显示不放气。另一方面,MMC往往更昂贵,纤维增强材料可能难以制造,并且可用的使用经验有限。

[0080] 图4和5示意性地示出了根据本公开内容的基板400的示例。基板400的元件(例如冷却通道、加热器、电极等)被省略以强调关于基板400的组成的细节。如图4所示,基板400包括覆盖有陶瓷涂层404的混合金属基材402(在图5中详细示出)。例如,基材402可以包括由诸如铝之类的金属和诸如碳化硅之类的增强材料制成的MMC材料。例如,陶瓷涂层404可以包括喷涂在基材402上的氧化铝(例如氧化铝或 Al_2O_3)。

[0081] 图5显示了基材402的组成的示例。例如,基材402可以包括在金属中的不同密度的增强材料。例如,与金属412(例如铝)结合的增强材料410(例如碳化硅)的密度可以如三个示例中从左到右所示的那样变化。随着增强材料410的密度在从左到右所示的示例中增加,基材402的复合材料(即金属412和增强材料410)的热膨胀系数(CTE)降低。例如,当金属412为铝且增强材料410为碳化硅时,左、中、右框中所示的复合材料的CTE可以分别为14、12和11。因此,在所示示例中,可以认为复合材料的CTE与金属412中的增强材料410的密度成反

比降低。

[0082] 值得注意的是,在所示示例中,复合材料的CTE显著低于铝的CTE(其为约22),并且更接近于氧化铝的CTE(其为约8)。优选地,CTE在6-12范围内的复合材料可以用作基板400的基材402以及喷涂在基材402上的氧化铝层。因此,例如,图5中右框中所示的复合材料适合于形成基板400的基材402,其中金属(例如铝)412中的增强材料(例如碳化硅)410的密度产生具有约11的CTE的复合材料。如此形成的基材402然后可以喷涂有CTE为约8的氧化铝层。使用由CTE为约11的铝和碳化硅形成的复合材料组成的基材402和使用CTE为约8的氧化铝喷涂层的这种组合使处理室中基板400上的应力最小化。因此,由于基材402(例如铝和碳化硅)和陶瓷材料404(例如氧化铝)的CTE更好地匹配,铝和用氧化铝喷涂的碳化硅的组合防止了涂覆在基材402上的氧化铝层(即陶瓷材料404)破裂。

[0083] 图6示出了制造根据本公开的衬底支撑组件的基板(例如,图4和5中所示的基板400)的方法450。在452,方法450包括使用具有第一CTE的第一材料(例如,图4和5中所示的基板400的基材402)制造基板。在454,方法450包括用具有第二CTE的第二材料(例如,图4和5所示的基板400的陶瓷涂层404)涂覆第一材料(例如,图4和5所示的基板400的基材402),其中第一和第二CTE在预定范围内。

[0084] 例如,预定范围(例如,6-12)具有第一值(例如,6)和大于第一值的第二值(例如,12)。第一CTE具有在预定范围(例如6-12)内的值(例如11)。第二CTE具有预定范围(例如6-12)内的值(例如8)。例如,第二CTE小于第一CTE。例如,第一CTE(例如,11)比预定范围(例如,6-12)的第一值(例如,6)更接近预定范围(例如,6-12)的第二值(例如,12)。例如,第二CTE(例如,8)比预定范围(例如,6-12)的第二值(例如,12)更接近预定范围(例如,6-12)的第一值(例如,6)。在454,方法450包括在处理室中使用经涂覆的基板(例如,图4和5中所示的基板400)。

[0085] 当然,CTE在6-12范围内的任何其他材料都可用于制造基板。也就是说,CTE在6-12范围内的任何材料都可以用作基板的基材和涂层材料。此外,在一些实现方案中,只要CTE在6-12的范围内,涂层材料的第二CTE也可以大于基材材料的第一CTE。

[0086] 图7示出了根据本公开内容的用于制造基板的基材(例如,图4和5所示的基板400的基材402,其是图6中描述的第一材料)的方法480。在482,方法480包括选择用于制造基材(即,第一材料)的金属。例如,方法480包括选择图5所示的元素412。例如,方法480包括选择铝作为图5所示的元素412。在484,方法480包括向金属添加增强材料(例如,图5所示的元素410)。例如,方法480包括选择碳化硅作为图5所示的元素410。在486,方法480包括使用金属和增强材料制造基板的基材。

[0087] 应该注意,制造包括例如铝和碳化硅的组合以及氧化铝涂层的基板不仅仅是设计选择或常规实验的结果。相反,它是对各种材料、它们的特性以及它们在不同组合中以及在不同衬底处理系统中发生的广泛不同的热、化学和电操作条件下的行为进行彻底和广泛研究的产物。本公开内容满足了工业中长期以来的需求,即如何最小化基板上的涂层的应力并防止基板上的涂层开裂。本公开内容提供了通过将基板的基材和涂层两者的CTE保持在如上所述的窄范围内来最小化基板上的涂层的应力并防止基板上的涂层开裂的意想不到的结果。

[0088] MMC材料的基板可以使用各种工艺制造,所述工艺包括铸造、机械加工、3D打印等。

此外,在一些示例中,MMC材料上的涂层材料还可以包括其他材料,例如氧化钇(即,氧化钇或 Y_2O_3),其例如可以用于制造处理室的一些部件。

[0089] 将MMC材料用于基板的优点之一是能够以比基板由金属(例如铝)制成时更厚的喷涂层喷涂基板。例如,涂层材料的厚度可以为约 $30\mu m$ 至约2mm。铝基板上的喷涂层厚度的限制是涂层膜中产生的应力(这会导致喷涂层开裂)。应力与(尤其)在基材(金属)和涂层薄膜之间的晶格失配和粘附特性有关。通过将基板的基材从金属改为MMC,可以降低涂层上的应力,从而使得能有更厚的膜。

[0090] 较厚的膜涂层可以有多种用途。例如,更厚的膜可以简单地用于更高的电压隔离,以在ESC上实现更大的RF电压。此外,在处理室中进行的处理中,如果在等离子处理过程中稍微蚀刻掉一定量的膜,则较厚的膜可以延长基板的寿命。此外,如果需要去除部分膜来清洁ESC,则较厚的膜可以延长ESC的使用寿命。对于几个特性,也可能需要更薄的喷涂层:例如,减少涂层的温降(即,实现更冷的晶片);以及更好的电容匹配以提高RF性能。考虑到其他好处。

[0091] 将MMC材料用于基板的另一个有益效果是基板和陶瓷板之间的改进的CTE匹配可以帮助设置在基板和陶瓷板之间的接合层分层,还可以防止陶瓷板开裂。例如,在图1中,设置于基板112与陶瓷板114之间的接合层116具有多种用途,其包括物理接合基板112与陶瓷板114、改善基板112与陶瓷板114之间的热传导,以及维持足够的弹性来承受宽温度范围内的剪切应力(剪切应力是由于基板112和陶瓷板114在衬底处理过程中温度变化引起的热膨胀和收缩而产生的)。

[0092] 为了服务这些目的,当基板112和陶瓷板114的CTE显著不同时,选择用于接合层116的材料的组成和厚度可能具有挑战性。具体而言,上述热和弹性要求对接合层116的材料选择施加了严格的限制,从而增加了ESC的成本。例如,接合层116的材料不仅需要在基板112和陶瓷板114之间传递热量,还需要在很宽的温度范围内保持弹性,以吸收由于基板112和陶瓷板114的热胀冷缩而产生的剪切应力。接合层116的故障,例如玻璃化转变(即,当材料从刚性玻璃材料变为软材料时)仍然可能发生,但遵守严格的限制,这可能导致停机并进一步增加费用。

[0093] 使用CTE与陶瓷板114的CTE紧密匹配的用于基板112的MMC材料显著减轻了上述对用于接合层116的材料限制。基板112类似于图4和图5中所示的基板400,并且可以涂覆有如图4和5所示的陶瓷涂层404。此外,陶瓷涂层404和陶瓷板114可以包括相同的材料。因此,基板112的CTE与陶瓷板114的CTE匹配程度与基板400的CTE与基板400上的陶瓷涂层陶瓷涂层404的CTE匹配程度相同。

[0094] 由于基板112和陶瓷板114之间的CTE匹配,用于接合层116的材料可以从具有不同热和机械性能的多种材料中选择。接合层116的厚度可以放宽。由于改进的CTE匹配,基板112和陶瓷板114之间的接合与接合层116的不利的玻璃化转变可能仍然适用(即,不一定会导致分层)。接合层116在相对宽的温度范围内不会分层。接合层116在相对宽的温度范围内吸收剪切应力并持续相对较长的时间段(例如,ESC的寿命)。基板112采用CTE与陶瓷板114的CTE非常匹配的MMC材料也可以降低陶瓷板114开裂的风险。因此,降低ESC的成本,并且提高ESC的寿命和可靠性。

[0095] 前面的描述本质上仅仅是说明性的,绝不旨在限制本公开、其应用或用途。本公开

的广泛教导可以以各种形式实现。因此,虽然本公开包括特定示例,但是本公开的真实范围不应当被如此限制,因为在研究附图、说明书和所附权利要求时,其他修改方案将变得显而易见。应当理解,在不改变本公开的原理的情况下,方法中的一个或多个步骤可以以不同的顺序(或同时地)执行。此外,虽然每个实施方案在上面被描述为具有某些特征,但是相对于本公开的任何实施方案描述的那些特征中的任何一个或多个,可以在任何其它实施方案的特征中实现和/或与任何其它实施方案的特征组合,即使该组合没有明确描述。换句话说,所描述的实施方案不是相互排斥的,并且一个或多个实施方案彼此的置换保持在本公开的范围之内。

[0096] 使用各种术语来描述元件之间(例如,模块之间、电路元件之间、半导体层之间等)的空间和功能关系,各种术语包括“连接”、“接合”、“耦合”、“相邻”、“紧挨”、“在...顶部”、“在...上面”、“在...下面”和“设置”。除非将第一和第二元件之间的关系明确地描述为“直接”,否则在上述公开中描述这种关系时,该关系可以是直接关系,其中在第一和第二元件之间不存在其它中间元件,但是也可以是间接关系,其中在第一和第二元件之间(在空间上或功能上)存在一个或多个中间元件。如本文所使用的,短语“A、B和C中的至少一个”应当被解释为意味着使用非排他性逻辑或(OR)的逻辑(A或B或C),并且不应被解释为表示“A中的至少一个、B中的至少一个和C中的至少一个”。

[0097] 在一些实现方案中,控制器是系统的一部分,该系统可以是上述示例的一部分。这样的系统可以包括半导体处理设备,半导体处理设备包括一个或多个处理工具、一个或多个室、用于处理的一个或多个平台、和/或特定处理部件(晶片基座、气体流系统等)。这些系统可以与用于在半导体晶片或衬底的处理之前、期间和之后控制它们的操作的电子器件集成。电子器件可以被称为“控制器”,其可以控制一个或多个系统的各种部件或子部件。根据处理要求和/或系统类型,控制器可以被编程以控制本文公开的任何处理,包括处理气体的输送、温度设置(例如加热和/或冷却)、压力设置、真空设置、功率设置、射频(RF)产生器设置、RF匹配电路设置、频率设置、流率设置、流体输送设置、位置和操作设置、晶片转移进出与具体系统连接或通过接口连接的工具和其他转移工具和/或装载锁。

[0098] 概括地说,控制器可以定义为电子器件,电子器件具有接收指令、发出指令、控制操作、启用清洁操作、启用端点测量等的各种集成电路、逻辑、存储器和/或软件。集成电路可以包括存储程序指令的固件形式的芯片、数字信号处理器(DSP)、定义为专用集成电路(ASIC)的芯片、和/或一个或多个微处理器、或执行程序指令(例如,软件)的微控制器。程序指令可以是以各种单独设置(或程序文件)的形式发送到控制器的指令,单独设置(或程序文件)定义用于在半导体晶片或系统上或针对半导体晶片或系统执行特定处理的操作参数。在一些实施方案中,操作参数可以由工艺工程师定义的配方的一部分,以在一或多个(种)层、材料、金属、氧化物、硅、二氧化硅、表面、电路和/或晶片的管芯的制造期间完成一个或多个处理步骤。

[0099] 在一些实现方案中,控制器可以是与系统集成、耦合到系统、以其它方式联网到系统或其组合的计算机的一部分或耦合到该计算机。例如,控制器可以在“云”中或是晶片厂(fab)主机系统的全部或一部分,其可以允许对晶片处理的远程访问。计算机可以实现对系统的远程访问以监视制造操作的当前进展、检查过去制造操作的历史、检查多个制造操作的趋势或性能标准,以改变当前处理的参数、设置处理步骤以跟随当前的处理、或者开始新

的处理。

[0100] 在一些示例中,远程计算机(例如服务器)可以通过网络(其可以包括本地网络或因特网)向系统提供处理配方。远程计算机可以包括使得能够输入或编程参数和/或设置的用户界面,然后将该参数和/或设置从远程计算机发送到系统。在一些示例中,控制器接收数据形式的指令,其指定在一个或多个操作期间要执行的每个处理步骤的参数。应理解,参数可以特定于要执行的处理的类型和工具的类型,控制器被配置为与该工具接口或控制该工具。

[0101] 因此,如上所述,控制器可以是例如通过包括联网在一起并朝着共同目的(例如本文所述的处理和控制在室上的一个或多个分立的控制器而呈分布式。用于这种目的的分布式控制器的示例是在与远程(例如在平台级或作为远程计算机的一部分)的一个或多个集成电路通信的室上的一个或多个集成电路,其组合以控制在室上的处理。

[0102] 示例性系统可以包括但不限于等离子体蚀刻室或模块、沉积室或模块、旋转漂洗室或模块、金属电镀室或模块、清洁室或模块、倒角边缘蚀刻室或模块、物理气相沉积(PVD)室或模块、化学气相沉积(CVD)室或模块、原子层沉积(ALD)室或模块、原子层蚀刻(ALE)室或模块、离子注入室或模块、轨道室或模块、以及可以与半导体晶片的制造和/或制备相关联或用于半导体晶片的制造和/或制备的任何其它半导体处理系统。

[0103] 如上所述,根据将由工具执行的一个或多个处理步骤,控制器可以与一个或多个其他工具电路或模块、其它工具部件、群集工具、其他工具接口、相邻工具、邻近工具、位于整个工厂中的工具、主计算机、另一控制器、或在将晶片容器往返半导体制造工厂中的工具位置和/或装载口运输的材料运输中使用的工具通信。

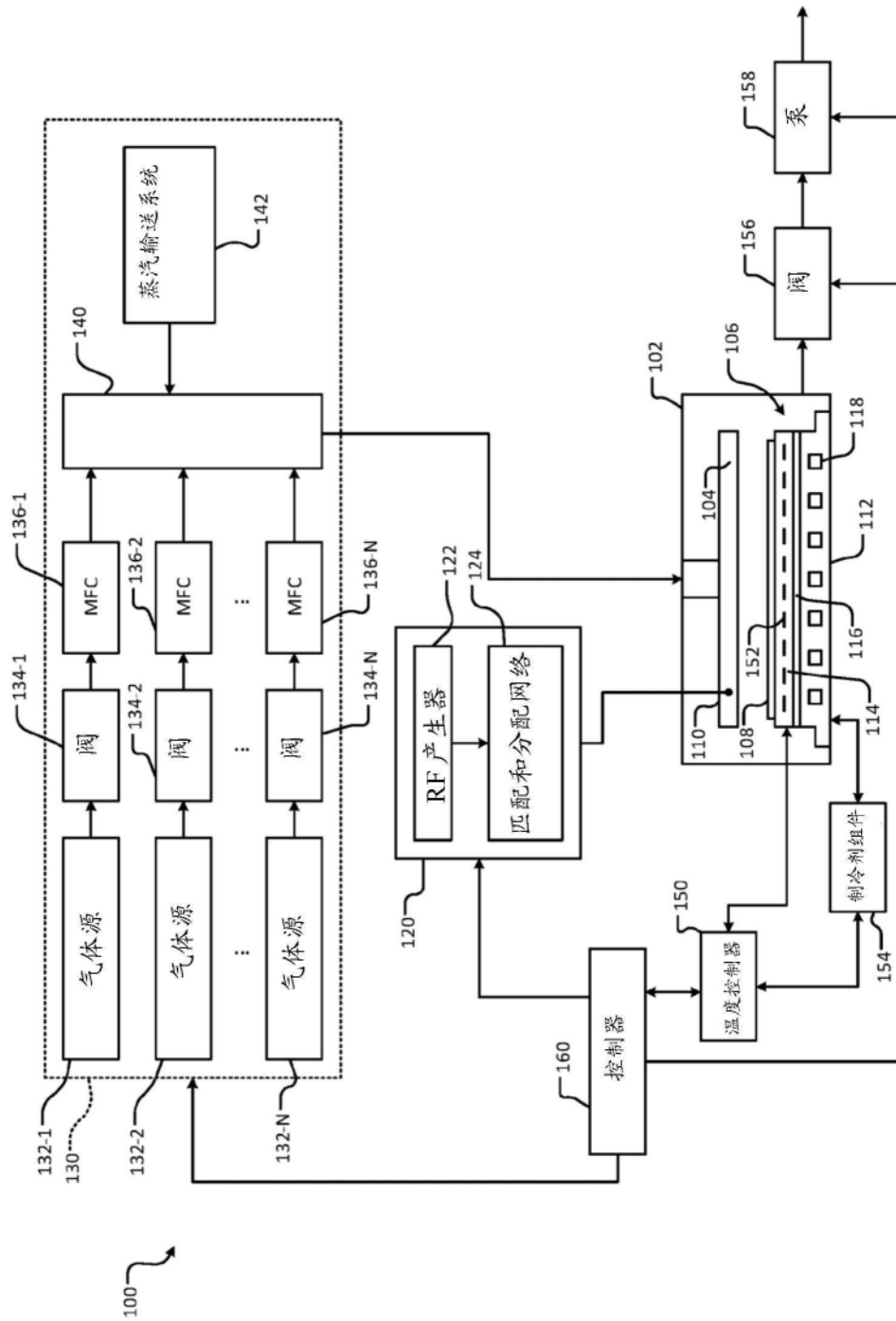


图1

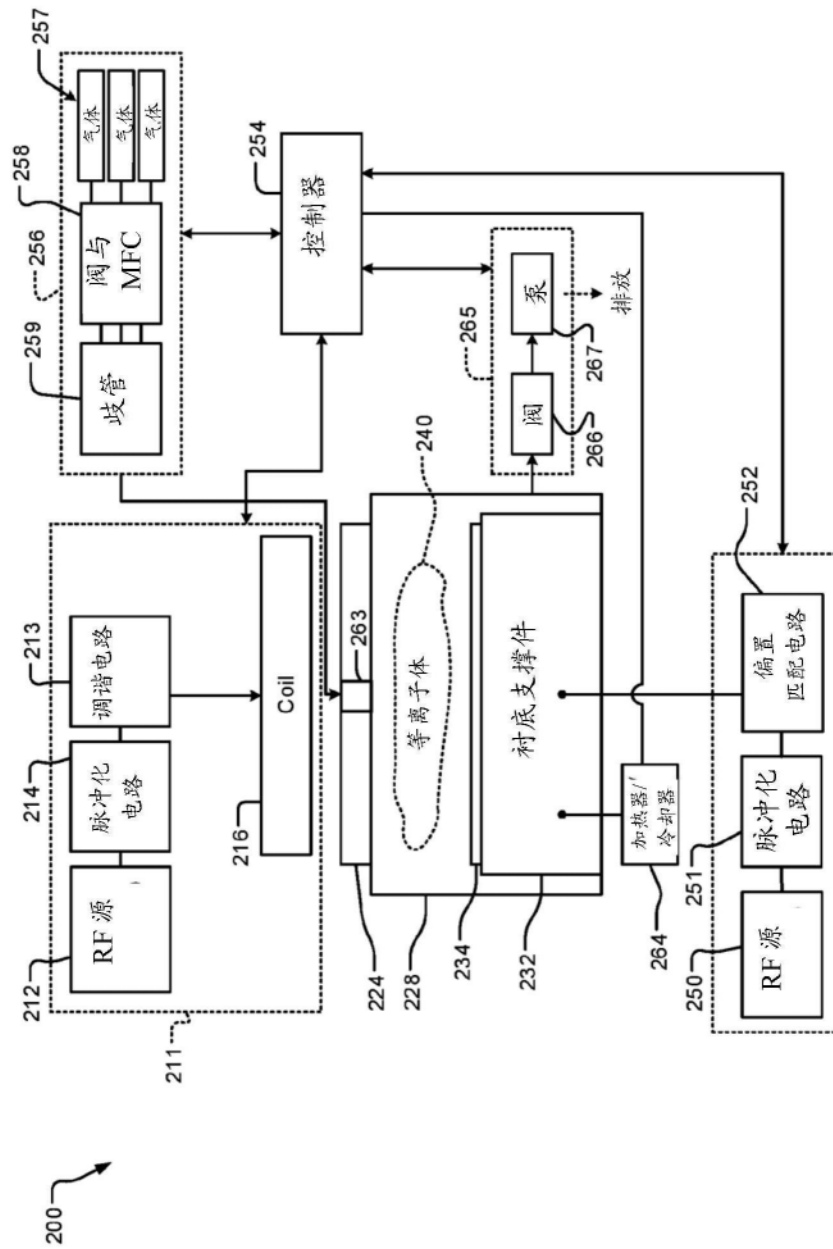


图2

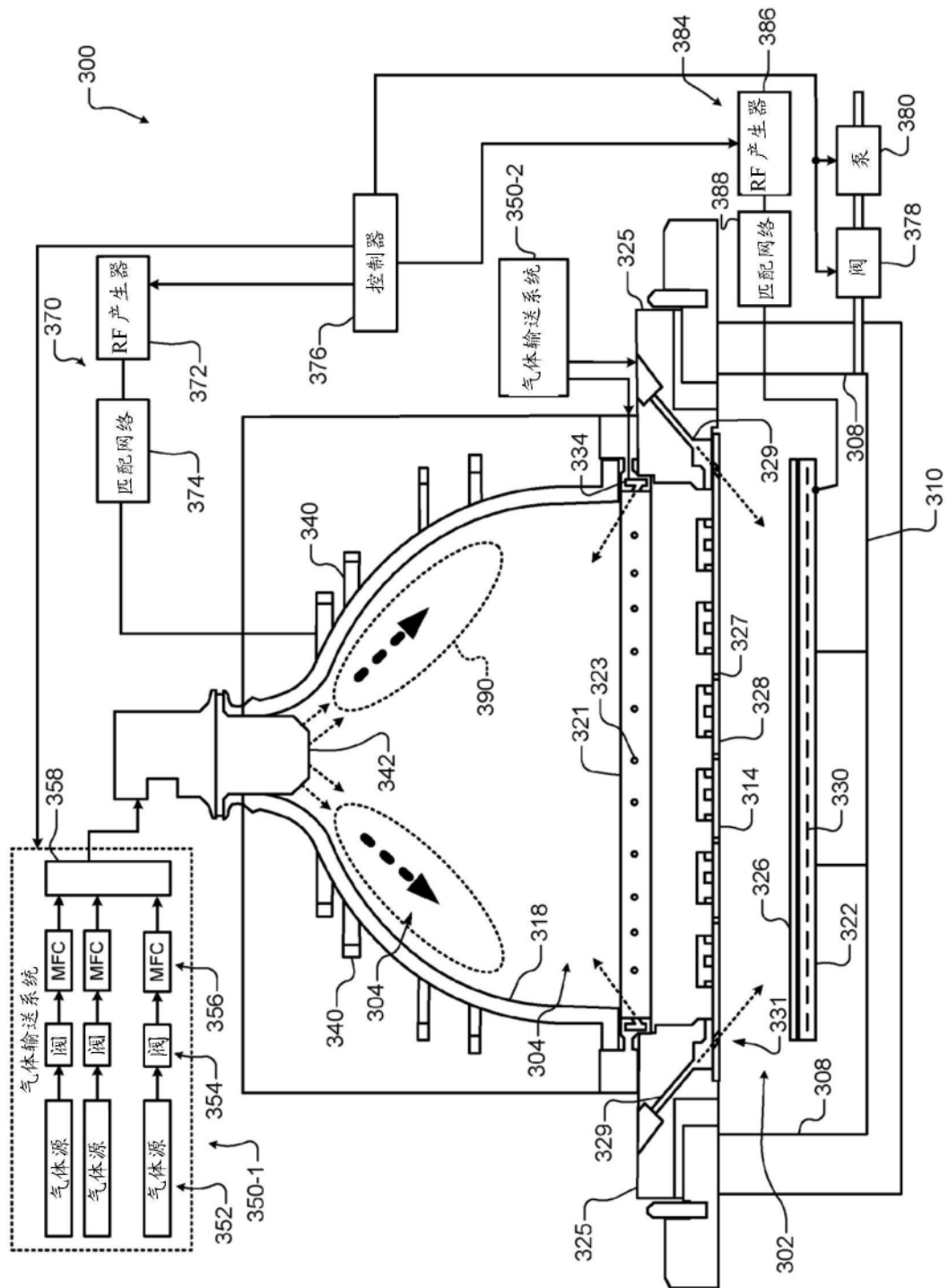


图3

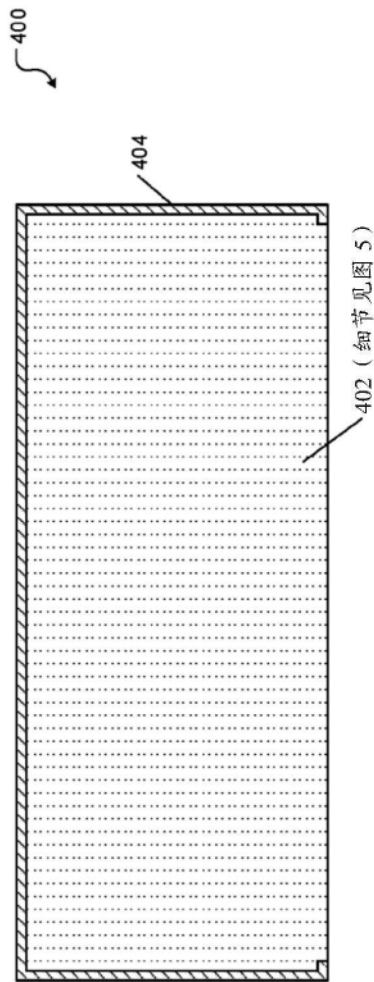


图4

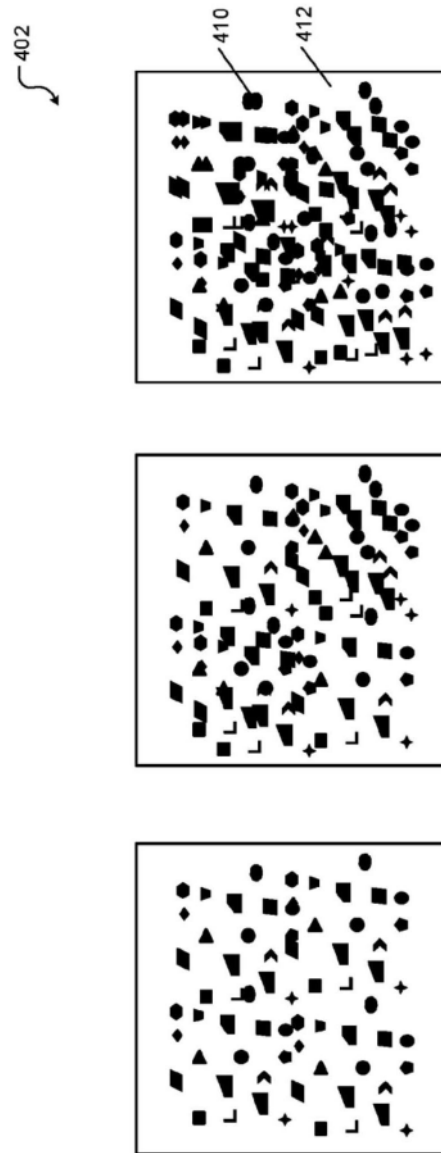


图5

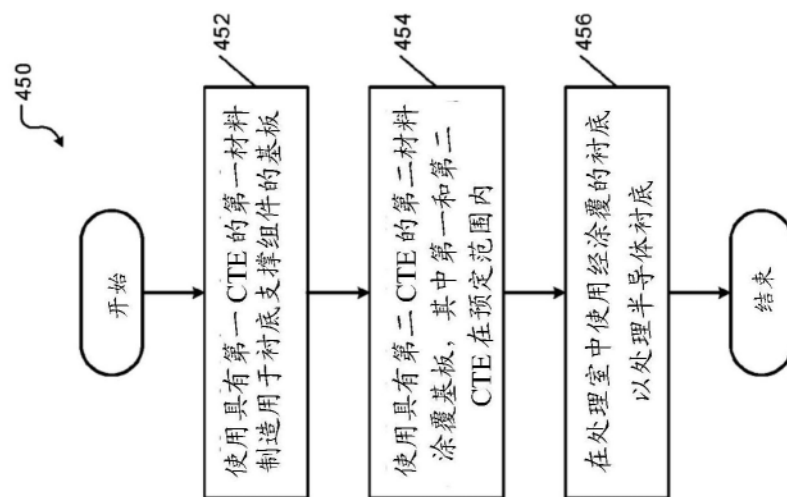


图6

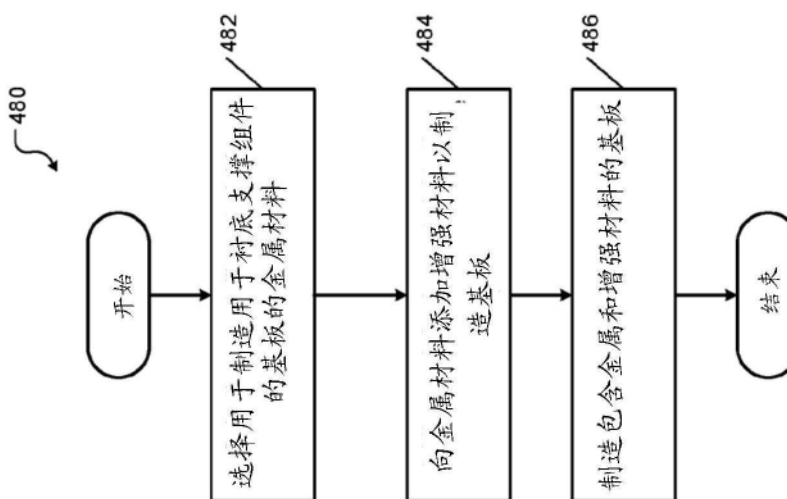


图7