



(10) 授权公告号 CN 110226222 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 07

(21) 申请号 201880007192.5

(22) 申请日 2018.01.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110226222 A

(43) 申请公布日 2019.09.10

(30) 优先权数据
15/411,896 2017.01.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.07.16

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/013631 2018.01.12

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/136335 EN 2018.07.26

(73) 专利权人 应用材料公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 大卫·班杰明森 肯·沙茨
德米特里·卢博米爾斯基

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理
有限公司 11006
专利代理师 徐金国 赵静

(51) Int.Cl.
H01L 21/67 (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01)

(56) 对比文件
WO 2013078434 A1, 2013.05.30
TW 201534754 A, 2015.09.16
US 2015170952 A1, 2015.06.18
US 5192849 A, 1993.03.09

审查员 王洲玲

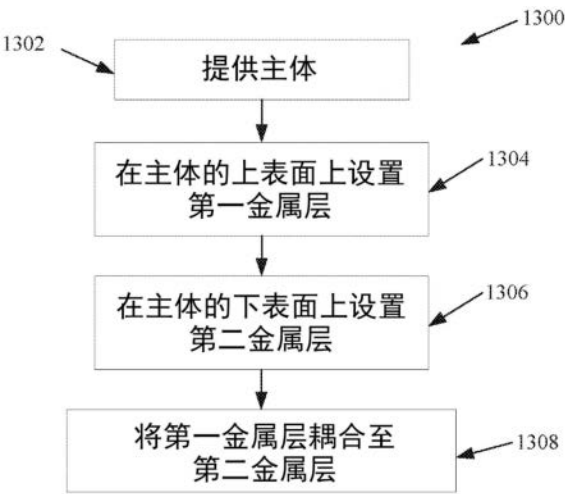
权利要求书2页 说明书19页 附图10页

(54) 发明名称

具有射频隔离式加热器的静电吸盘

(57) 摘要

一种用于基板支撑组件的加热器组件,包含柔性主体。加热器组件进一步包含设置在柔性主体中的一或多个电阻式加热元件。加热器组件进一步包含第一金属层,第一金属层设置在柔性主体的顶表面上,并至少部分延伸至柔性主体的外侧壁上。加热器组件进一步包含第二金属层,第二金属层设置在柔性主体的底表面上,并至少部分延伸至柔性主体的外侧壁上,其中第二金属层在柔性主体的外侧壁处耦合至第一金属层,使得第一金属层与第二金属层包围柔性主体的外侧壁,并在柔性主体的外侧壁周围形成连续导电路径。



1. 一种用于基板支撑组件的加热器组件,所述加热器组件包含:

柔性主体;

至少一个电阻式加热元件,所述至少一个电阻式加热元件设置在所述柔性主体中,并且配置为耦合至电源;

第一金属层的第一部分和第二部分,所述第一金属层的第一部分设置平行于并跨越所述柔性主体的顶表面,且所述第一金属层的第二部分延伸平行于所述柔性主体的侧壁;以及

第二金属层的第一部分和第二部分,所述第二金属层的第一部分设置平行于并跨越所述柔性主体的底表面,且所述第二金属层的第二部分延伸平行于所述柔性主体的所述侧壁,其中所述第二金属层经由所述加热器组件周围的连续焊接耦合至所述第一金属层以包围所述柔性主体,并且形成射频RF信号屏蔽以在所述柔性主体的外侧壁周围提供连续导电路径,其中所述加热器组件的所述第一金属层和所述第二金属层提供所述连续导电路径,而不提供静电吸附。

2. 如权利要求1所述的加热器组件,其中所述柔性主体包含聚酰亚胺。

3. 如权利要求1所述的加热器组件,其中所述第一金属层或所述第二金属层中的至少一个包含铝。

4. 如权利要求1所述的加热器组件,其中所述连续焊接将所述第一金属层的第二部分的第一周长耦合至所述第二金属层的第二部分的第二周长,并且其中所述第一金属层经由所述连续焊接而焊接至所述第二金属层,而在所述第一金属层和所述第二金属层之间没有间隙以包围所述柔性主体。

5. 如权利要求1所述的加热器组件,其中所述第一金属层的第一部分的第一直径与所述第二金属层的第一部分的第二直径大于所述柔性主体的第三直径。

6. 如权利要求1所述的加热器组件,其中所述第一金属层的第一部分具有第一厚度,且其中所述第一金属层的第二部分具有第二厚度,所述第二厚度大于所述第一厚度。

7. 如权利要求1所述的加热器组件,其中所述加热器组件为所述基板支撑组件的部件,所述基板支撑组件包含所述加热器组件、金属冷却板以及静电吸盘,所述金属冷却板耦合至所述加热器组件的底表面,所述静电吸盘耦合至所述加热器组件的上表面。

8. 一种基板支撑组件,包含:

金属冷却板;

加热器组件,所述加热器组件耦合至所述金属冷却板,其中所述加热器组件包含:

柔性主体;

至少一个电阻式加热元件,所述至少一个电阻式加热元件设置在所述柔性主体中并且配置为耦合至电源;

第一金属层的第一部分和所述第一金属层的第二部分,所述第一金属层的第一部分设置平行于并且跨越所述柔性主体的顶表面,所述第一金属层的第二部分延伸平行于所述柔性主体的侧壁;以及

第二金属层的第一部分和所述第二金属层的第二部分,所述第二金属层的第一部分设置平行于且跨越所述柔性主体的底表面,并且所述第二金属层的第二部分延伸平行于所述柔性主体的所述侧壁,其中所述第二金属层经由所述加热器组件周围的连续焊接耦合至所

述第一金属层,以包围所述柔性主体并形成射频RF信号屏蔽,以在所述柔性主体的外侧壁周围提供连续导电路径,其中所述加热器组件的所述第一金属层和所述第二金属层提供所述连续导电路径,而不提供静电吸附;以及

静电吸盘,所述静电吸盘设置在所述加热器组件上,所述静电吸盘包含陶瓷主体与设置在所述陶瓷主体中的电极,其中所述电极配置为提供所述静电吸盘和基板之间的静电吸附。

9.如权利要求8所述的基板支撑组件,其中所述柔性主体包含聚酰亚胺,并且所述第一金属层和所述第二金属层每个包含铝。

10.如权利要求8所述的基板支撑组件,其中所述金属冷却板的上表面包含凹槽部分,且其中所述加热器组件被设置在所述金属冷却板的所述凹槽部分中。

11.如权利要求8所述的基板支撑组件,其中所述第一金属层的第一部分的第一直径与所述第二金属层的第一部分的第二直径大于所述柔性主体的第三直径。

12.如权利要求8所述的基板支撑组件,其中所述第一金属层的第一部分具有第一厚度,且其中所述第一金属层的第二部分具有第二厚度,所述第二厚度大于所述第一厚度。

13.如权利要求8所述的基板支撑组件,其中所述第一金属层和所述第二金属层包围所述柔性主体,而不接触所述至少一个电阻式加热元件。

14.如权利要求8所述的基板支撑组件,所述基板支撑组件进一步包含耦合至所述金属冷却板的RF信号发生器,其中由所述RF信号发生器产生的RF信号沿所述连续导电路径行进而不进入所述加热器组件。

具有射频隔离式加热器的静电吸盘

技术领域

[0001] 本文说明的实施方式一般涉及半导体制造,且更特定而言,涉及温度受控基板支撑组件及其使用方法。

背景技术

[0002] 随着对于集成电路的装置图案的特征尺寸变小,为了稳定且可重复的装置性能,这些特征的临界尺寸(CD)规格变成更为重要的准则。因为腔室不对称性(如腔室与基板温度、流导、与射频(RF)场),在处理腔室内处理的基板上实现可允许的CD变异是困难的。

[0003] 在利用静电吸盘的工艺中,由于RF干扰,在基板表面上控制温度甚至更具有挑战性。例如,静电吸盘包含电阻式加热器组件,电阻式加热器组件暴露至来自RF产生器的RF信号。电阻式加热器组件变成对于RF信号的路径,防止RF信号均匀分布在静电吸盘表面上,并影响电阻式加热器组件的性能。加热器组件在蚀刻工艺期间内亦可暴露至化学物质,此将使得加热器组件劣化。

发明内容

[0004] 本文说明的实施方式提供了具有加热器组件的基板支撑组件,此加热器组件受到保护而不受RF信号影响。

[0005] 在一个实施方式中,用于基板支撑组件的加热器组件,包含柔性主体,以及设置在柔性主体中的一或多个主电阻式加热元件。加热器组件进一步包含设置在柔性主体中的多个额外电阻式加热元件。加热器组件进一步包含第一金属层,第一金属层设置在柔性主体的顶表面上,并至少部分延伸至柔性主体的外侧壁上。加热器组件进一步包含第二金属层,第二金属层设置在柔性主体的底表面上,并至少部分延伸至柔性主体的外侧壁上,其中第二金属层在柔性主体的外侧壁处耦合至第一金属层,使得第一金属层与第二金属层包围柔性主体的外侧壁,并在柔性主体的外侧壁周围形成连续导电路径。

[0006] 在一个实施方式中,基板支撑组件包含金属冷却板、耦合至金属冷却板的加热器组件以及设置在加热器组件上的静电吸盘。加热器组件包含主体,主体包含上表面、下表面与外侧壁,其中主体的下表面设置在金属冷却板上。主体进一步包含设置在主体中的一或多个电阻式加热元件。主体进一步包含金属层,金属层设置在主体的上表面上,其中金属层沿着主体的外侧壁延伸至金属冷却板并耦合至金属冷却板,且其中金属层与金属冷却板一起包围加热器组件,并在加热器组件的外侧壁周围形成连续导电路径。静电吸盘包含陶瓷主体与设置在陶瓷主体中的电极。

[0007] 在一个实施方式中,方法包含:提供加热器组件,加热器组件包含主体,主体具有上表面、下表面与外侧壁,其中加热器组件进一步包含柔性主体和与设置在柔性主体中的多个加热元件。方法进一步包含:在加热器组件的上表面上设置第一金属层,其中第一金属层至少部分延伸至主体的外侧壁上。方法进一步包含:在加热器组件的下表面上设置第二金属层,其中第二金属层至少部分延伸至主体的外侧壁上。方法进一步包含:耦合第一金属

层与第二金属层,使得第一金属层与第二金属层包围主体的外侧壁,并在主体的外侧壁周围形成连续导电路径。

附图说明

[0008] 可参考多个实施方式以更特定地说明以上简要总结的更特定的说明,以更详细了解本发明的实施方式的上述特征,附图图标说明了其中一些实施方式。然而应注意到,附图仅说明本发明的一些实施方式,且因此不应被视为限制本发明的范围。

[0009] 图1为处理腔室的截面示意侧面图,此处理腔室具有基板支撑组件的一个实施方式;

[0010] 图2为详细图标基板支撑组件部分的部分截面示意侧面图;

[0011] 图3A至图3D为图标说明基板支撑组件内的空间可调谐式加热器与主电阻式加热器的各种位置的部分示意侧面图;

[0012] 图4为沿着图2剖面线3A-3A的截面图;

[0013] 图5为空间可调谐式加热器与主电阻式加热器的配线方案的图形绘示;

[0014] 图6为空间可调谐式加热器与主电阻式加热器的另一配线方案的图形绘示;

[0015] 图7为根据实施方式的将金属层设置到主体上的绘示。

[0016] 图8为根据一个实施方式的加热器组件的绘示。

[0017] 图9为根据另一实施方式的加热器组件的绘示。

[0018] 图10为根据又一实施方式的加热器组件的绘示。

[0019] 图11为根据实施方式的金属层的绘示。

[0020] 图12为根据实施方式的加热器组件的绘示。

[0021] 图13为一种用于处理加热器组件的方法的一个实施方式的流程图。

[0022] 图14为一种用于处理加热器组件的方法的另一实施方式的流程图。

[0023] 为了协助理解,已尽可能使用相同的元件符号标定图中共有的相同元件。已思及到,公开于一个实施方式中的要素,可无需进一步的叙述即可被有益地并入其他实施方式中。

具体实施方式

[0024] 本文说明的实施方式提供了包含加热器组件的基板支撑组件,此加热器组件被金属包围。金属包围加热器组件,并在加热器组件周围提供连续导电路径。在实施方式中通过包围加热器组件,而屏蔽加热器组件以不受任何RF信号的影响。RF信号一般而言将对加热器组件中的电阻式加热器的操作,引入一定量的RF影响。RF信号对电阻式加热器的影响量在加热器组件周围附近可较大,而在加热器组件中心附近可较小。此种干扰可使电阻式加热器输出高于及(或)低于目标温度的温度,且因此可对生产工艺引入不确定性。通过将加热器组件包装在金属层或膜中,可减少或消除此种RF信号的RF影响。在加热器组件周围的金属层或膜可作为法拉第笼,并可在加热器组件周围提供连续导电路径。因此,在RF信号到达加热器组件时,此RF信号将在加热器组件周围流动,而非流动通过加热器组件的任何部分。使RF信号在加热器组件周围流动,可提升加热器组件输出的温度的精确性。此外,此可使得RF信号在加热器组件周围流动,并且亦可使得更均匀的RF功率分布被传递至基板支撑

组件支撑的基板。

[0025] 再者,加热器组件可由柔性材料(如聚酰亚胺)组成,此种材料可容易受到腐蚀环境造成的侵蚀及(或)腐蚀的影响。通过以金属包围加热器组件,加热器组件可受到保护而不受到腐蚀环境(例如处理腔室内的化学物质与蚀刻化学物质)的影响。本文亦说明了包围加热器组件并在加热器组件周围提供连续导电路径的方法。

[0026] 在实施方式中,基板支撑组件包含多个加热区。每一加热区可由放置在此加热区中的加热元件来加热。基板支撑组件可包含两个至数百个加热区(例如在一些实施方式中包含150个加热区或200个加热区)。

[0027] 尽管下文将基板支撑组件说明为在蚀刻处理腔室中,但基板处理组件可被利用于其他类型的处理腔室中,如物理气相沉积腔室、化学气相沉积腔室、离子注入腔室、与其他处理腔室,其中期望包围加热器组件并在加热器组件周围提供连续导电路径。亦思及的所包围的加热器组件亦可用于控制其他表面的温度,包含未用于半导体处理的表面。

[0028] 在一或多个实施方式中,基板支撑组件允许在工艺(如蚀刻、沉积、注入和类似工艺)期间内,基于调整基板温度以补偿腔室不均匀性(如温度、流导、电场(例如RF场)、等离子体化学物质和类似物),来校正正在所支撑基板边缘处的临界尺寸(CD)。此外,一些实施方式提供基板支撑组件,此基板支撑组件能够将基板上的温度均匀性控制在小于约摄氏正负0.3度。

[0029] 图1为示例性蚀刻处理腔室100的截面示意图,处理腔室100具有基板支撑组件126。如前述,基板支撑组件126可被利用于其他处理腔室中,如等离子体处理腔室、退火腔室、物理气相沉积腔室、化学气相沉积腔室、离子注入腔室等等。此外,基板支撑组件126可被用于其他系统,其中期望具有控制表面或工件(如基板)的温度分布的能力。独立且局部地控制整个表面上的许多分立区域,有益地能够实现温度分布的方位性调谐、温度分布的中心至边缘调谐、以及减少局部温度粗糙度(如热点与冷点)。

[0030] 在一个实施方式中,处理腔室100包含接地腔室主体102。腔室主体102包含包围内部容积124的壁104、底部106与盖108。基板支撑组件126设置在内部容积124中,并在处理期间内支撑基板134。

[0031] 处理腔室100的壁104可包含开口(未图示),基板134可通过此开口用机器人传输进出内部容积124。泵吸端口110形成在壁104中的一个或腔室主体102的底部106中,且被流体连接至泵吸系统(未图标)。泵吸系统可在处理腔室100的内部容积124内维持真空环境,并可从处理腔室移除处理的副产品。

[0032] 气体面板112可通过形成在腔室主体102的盖108及(或)壁104中的一或多个入口端口114,提供处理气体及(或)其他气体至处理腔室100的内部容积124。由气体面板112提供的处理气体在内部容积124中可被激励以形成等离子体122,等离子体122被用于处理设置在基板支撑组件126上的基板134。可由感应耦合至处理气体的RF功率来激励处理气体,RF功率来自放置在腔室主体102外侧的等离子体施加器120。在图1绘制的实施方式中,等离子体施加器120为通过匹配电路118耦合至RF功率源116的一对同轴线圈。

[0033] 控制器148耦合至处理腔室100,以控制处理腔室100的操作与基板134的处理。控制器148可为可用于工业设定中,以控制各种子处理器与子控制器的一般用途数据处理系统。一般而言,控制器148包含中央处理单元(CPU) 172,CPU 172与存储器174、输入输出(I/

0) 电路系统176以及其他常见部件通讯。由控制器148的CPU执行的软件指令,可例如使处理腔室将蚀刻剂气体混合物(亦即处理气体)引入内部容积124,通过从等离子体施加器120施加RF功率而利用处理气体形成等离子体122,并蚀刻基板134上的材料层。

[0034] 基板支撑组件126一般至少包含基板支架132。基板支架132可为真空吸盘、静电吸盘、基座、或其他工件支撑表面。在图1的实施方式中,基板支架132为静电吸盘(此后将被说明为静电吸盘132)。基板支撑组件126可额外包含加热器组件170,加热器组件170包含主电阻式加热组件154(亦称为主电阻式加热器)与在本文中称为空间可调谐式加热元件140的多个额外电阻式加热元件(亦称为空间可调谐式加热器)。在实施方式中,以金属层包围加热器组件170,金属层可由铝、铜、钛、钨、不锈钢、这些金属中的一种或多种的组合或合金、或另一种金属所组成。包围加热器组件170的金属层,可使RF场在加热器组件170周围流动,并可额外地保护加热器组件170的主体不受腐蚀与侵蚀的影响。

[0035] 基板支撑组件126亦可包含冷却基座130。冷却基座130可替代性地与基板支撑组件126分离。基板支撑组件126可被可移除式地耦合至支撑底座125。支撑底座125(可包含底座基座128与设施板180)被安装至腔室主体102。基板支撑组件126可被周期性地自支撑底座125移除,以允许翻新基板支撑组件126的一或多个部件。

[0036] 设施板180经配置以容纳一或多个驱动机制,驱动机制经配置以升高并降低多个升降杆。此外,设施板180经配置以容纳来自静电吸盘132与冷却基座130的流体连接。设施板180亦经配置以容纳来自静电吸盘132与加热器组件170的电性连接。多样的连接可在基板支撑组件126外部或内部运行,且设施板180可提供用于与各个终端连接的接口。

[0037] 静电吸盘132具有安装表面131,以及与安装表面131相对的工件表面133。静电吸盘132一般包含嵌入介电主体150中的吸附电极136。吸附电极136可经配置为单极性 or 双极性电极,或其他适合的布置。吸附电极136可被通过射频(RF)滤波器182耦合至吸附功率源138,吸附功率源138提供RF或直流(DC)功率以静电性地将基板134固定至介电主体150的上表面。RF滤波器182防止用于在处理腔室100内形成等离子体122的RF功率,伤害电性设备或在腔室外侧产生触电危险。介电主体150可由陶瓷材料制成(如AlN或 Al_2O_3)。替代性的,可由聚合物制成介电主体150,如聚酰亚胺、聚醚醚酮,聚芳醚酮和类似物。

[0038] 静电吸盘132的工件表面133可包含气体通道(未图标),以提供背侧热传输气体至基板134与静电吸盘132的工件表面133之间所限定的间质空间。静电吸盘132亦可包含升降杆孔以容纳升降杆(两者皆未图示),升降杆用于将基板134升高到静电吸盘132的工件表面133之上,以协助由机器人传输进出处理腔室100。

[0039] 温度受控冷却基座130耦合至热传输流体源144。热传输流体源144提供热传输流体(如液体、气体或以上的组合),热传输流体循环通过设置在冷却基座130中的一或多个导管160。流过邻近导管160的流体可被隔绝,以致能够对静电吸盘132与冷却基座130的不同区域之间的热传输的局部控制,此有助于控制基板134的横向温度分布。

[0040] 流体分配器(未图示)可被流体耦合于热传输流体源144的出口与温度受控冷却基座130之间。流体分配器操作以控制提供至导管160的热传输流体的量。流体分配器可设置在处理腔室100的外侧、设置在基板支撑组件126内、设置在底座基座128内、或设置在另一适合的位置。

[0041] 加热器组件170可包含嵌入主体152的一或多个主电阻式加热器154及(或)多个空

间可调谐式加热器140。主体152可额外包含多个温度传感器。多个温度传感器的每一个可用于测量加热器组件的区域处的温度,及(或)相关联于加热器组件的区域的静电吸盘的区域温度。在一个实施方式中,主体152为柔性聚酰亚胺或其他柔性聚合物。在另一实施方式中,主体为陶瓷,如AlN或Al₂O₃。在一个实施方式中,主体具有碟形。

[0042] 主电阻式加热器154可被提供以将基板支撑组件126的温度升高至用于进行腔室工艺的温度。空间可调谐式加热器140与主电阻式加热器154互补,且经配置以在主电阻式加热器154限定的多个横向分离的加热区的一或多个内的多个分立位置中调整静电吸盘132的局部温度。空间可调谐式加热器140局部调整放置在基板支撑组件126上的基板134的温度分布。主电阻式加热器154以全局宏观尺度操作,而空间可调谐式加热器140以局部微观尺度操作。

[0043] 主电阻式加热器154可通过RF滤波器184耦合至主加热器功率源156。主加热器功率源156可提供900瓦或更高功率至主电阻式加热器154。控制器148可控制主加热器功率源156的操作,主加热器功率源156被一般设定以将基板134加热至约为预定温度。在一个实施方式中,主电阻式加热器154包含横向分离的加热区,其中控制器148启动主电阻式加热器154的一个区被优先加热,相对于位于其他区的一或多个中的主电阻式加热器154。例如,主电阻式加热器154可被同心圆式布置于多个分离的加热区中。

[0044] 空间可调谐式加热器140可通过RF滤波器186耦合至调谐加热器功率源142。调谐加热器功率源142可提供10瓦或更少的功率至空间可调谐式加热器140。在一个实施方式中,调谐加热器功率源142供应的功率,比主电阻式加热器的功率源156供应的功率要少一个量级。空间可调谐式加热器140可额外地耦合至调谐加热器控制器202。调谐加热器控制器202可位于基板支撑组件126内或基板支撑组件126的外部。调谐加热器控制器202可管理从调谐加热器功率源142提供至单独可调谐式加热器140(或空间可调谐式加热器140组)的功率,以控制在整个基板支撑组件126横向散布的每一空间可调谐式加热器140处局部产生的热。调谐加热器控制器202经配置以独立控制空间可调谐式加热器140的一个的输出(相对于空间可调谐式加热器140的另一个)。光学转换器178可耦合至调谐加热器控制器202与控制器148,以使控制器148解耦于处理腔室100内的RF能量的影响。

[0045] 静电吸盘132及(或)加热器组件170可包含多个温度传感器(未图标)以提供温度反馈信息。温度反馈信息可被传送至控制器148以确定主电阻式加热器154的可操作性、控制主加热器功率源156施加至主电阻式加热器154的功率、控制冷却基座130的操作、及(或)控制调谐加热器功率源142施加至空间可调谐式加热器140的功率。或者或额外的,温度反馈信息可被提供至加热器控制器202,以确定空间可调谐式加热器140的可操作性,及(或)控制施加至空间可调谐式加热器140的功率。每一温度传感器可位于邻近空间可调谐式加热器的一个之处,并可用来确定附近的空间可调谐式加热器的可操作性。在一个实施方式中,每一温度传感器为电阻值温度检测器(resistance temperature detector,RTD)。本文所使用的用词邻近可表示相距少于2mm。将空间可调谐式加热器140与温度传感器分离的材料,可为聚酰亚胺、Al₂O₃、AlN、或另一介电材料。

[0046] 对于处理腔室100中的基板134的表面温度,可受到处理气体被由泵、狭缝阀门、等离子体122、RF信号或RF场及(或)其他因素抽气的影响。冷却基座130、一或多个主电阻式加热器154、以及空间可调谐式加热器140,全部有助于控制基板134的表面温度。

[0047] 在主电阻式加热器154的双区配置中,主电阻式加热器154可用以将基板134加热至适合处理的温度,且区之间的变异为约摄氏正负10度。在主电阻式加热器154的四区配置中,主电阻式加热器154可用以将基板134加热至适合处理的温度,且特定区之内的变异为约摄氏正负1.5度。每一区与邻接区之间的变异可从约摄氏0度至约摄氏20度,取决于处理条件与参数。然而,将整个基板上的临界尺寸中的变异最小化的优点,已减少了基板表面的表面的已确定处理温度中的可接受的变异。对于基板134,表面温度变异半度,可造成形成于基板中的结构差异达纳米之多。空间可调谐式加热器140改良由主电阻式加热器154产生的基板134表面的温度分布,通过将温度分布中的变异减少到约摄氏正负0.3度。通过使用空间可调谐式加热器140,在基板134的整个区域上可使得温度分布一致或以预定方式精确地变化。

[0048] 图2为图标说明基板支撑组件126部分的部分截面示意侧面图。图2包含静电吸盘132、冷却基座130、加热器组件170与设施板180的部分。

[0049] 加热器组件170的主体152可由聚合物制成,如聚酰亚胺。因此,在实施方式中主体152可为柔性主体。主体152一般可为圆柱形,但亦可被形成为其他几何形状。主体152具有上表面270与下表面272。上表面270面向静电吸盘132,同时下表面272面向冷却基座130。在一个实施方式中,冷却基座130的上表面可包含凹槽部分,且主体152可被设置在冷却基座130的凹槽部分中。

[0050] 加热器组件170的主体152可被由两个或更多个以上介电层形成(在图2中图示为四个介电层260、261、262、264),并在压力下加热层260、261、262、264以形成单一主体152。例如,可由聚酰亚胺层260、261、262、264形成主体152,聚酰亚胺层260、261、262、264分隔主电阻式加热器154与空间可调谐式加热器140。聚酰亚胺层260、261、262、264可在压力下加热,以形成加热器组件170的单一主体152。在形成主体152之前,空间可调谐式加热器140可被放置在第一层260、第二层261、第三层262及(或)第四层264之中、之上、或之间。此外,在组装之前,可将主电阻式加热器154放置在第一层260、第二层261、第三层262及(或)第四层264之中、之上、或之间,且层260、261、262、264的至少一个分隔且电性隔离主电阻式加热器154与空间可调谐式加热器140。以此方式,空间可调谐式加热器140与主电阻式加热器154成为加热器组件170的整体部件。在一个实施方式中,加热器组件170可包含温度传感器。或者,加热器组件170可不包含任何温度传感器。

[0051] 金属层141可被设置在主体152的底表面上。金属层141可延伸过主体152的侧壁280,及(或)延伸至侧壁280上。此外,金属层143可设置在主体152的顶表面上,并可延伸过主体152的侧壁280及(或)延伸至侧壁280上。金属层141与143可耦合以包围主体152。在一个实施方式中,可通过将金属层141焊接至金属层143以耦合金属层141与143(例如通过将靠近或在金属层141外径处的区域,焊接至靠近或在金属层143外径处的区域,如图10所图示)。焊接可为连续焊接,而金属层141与143之间不具有缝隙。连续焊接可围绕金属层141与143的直径以包围主体152。连续焊接可沿着主体152的侧壁280,提供对于RF信号的连续导电路径。可使用能够在金属层141与143直径周围形成连续焊接的任何操作,来执行焊接操作。在一个实施方式中,焊接可为电子束焊接(在本文中亦称为“EB焊接”),其中在金属层141与143接触的同时施加高速电子束至金属层141与143。在另一实施方式中,焊接可为使用非自耗钨电极来产生焊接的钨惰性气体焊接(在本文中亦称为“TIG焊接”)。金属层141与

143可由铝(Al)、银(Ag)、铜(Cu)、金(Au)、锌(Zn)、钨、不锈钢、这些金属中任何的合金或组合形成,或由另一种合适的材料形成。金属层141与143的厚度可从0.001英寸至0.125英寸。在一个实施方式中,金属层的厚度可从0.002英寸至0.030英寸。

[0052] 在一个实施方式中,可由金属环(未图示)将金属层141耦接至金属层143,如图11与图12图示说明。

[0053] 在一个实施方式中,加热器组件170可包含金属层143于主体152的顶表面上,但可不包含金属层141于主体152的底表面上。在缺少金属层141的实施方式中,金属层143可耦合至冷却基座130以包围主体152。可由连续焊接将金属层143耦合至冷却基座130。可由能够形成连续焊接的任何工艺来执行焊接操作,如EB焊接、TIG焊接、或另一适合的工艺。

[0054] 主电阻式加热器154与空间可调谐式加热器140的替代性位置配置可将主电阻式加热器154及(或)空间可调谐式加热器140之一或多个放置在静电吸盘132中或静电吸盘132之下。图3A至图3D为基板支撑组件126的部分示意图,详细图示了空间可调谐式加热器140与主电阻式加热器154的各种位置。

[0055] 在图3A绘制的实施方式中,用于基板支撑组件126的加热器组件170包含空间可调谐式加热器140与金属层141与143,同时主电阻式加热器154被设置在静电吸盘132中(例如在吸附电极136下方)。或者,空间可调谐式加热器140可被设置在静电吸盘132中,同时主电阻式加热器154被设置在加热器组件170中。

[0056] 在图3B绘示的实施方式中,用于基板支撑组件126的加热器组件170包含金属层141与143,且主电阻式加热器154设置在加热器组件170。空间可调谐式加热器140被设置在静电吸盘132中(例如在吸附电极136下方)。

[0057] 在图3C绘制的实施方式中,用于基板支撑组件126的加热器组件170包含空间可调谐式加热器140与金属层143,同时主电阻式加热器154被设置在静电吸盘132中(例如在吸附电极136下方)。金属层143可被耦合至冷却基座器130。或者,空间可调谐式加热器140可被设置在静电吸盘132中,同时主电阻式加热器154被设置在加热器组件170中。或者,加热器组件170可包含主电阻式加热器154且静电吸盘可不包含任何加热器,或加热器组件170可包含空间可调谐式加热器140且静电吸盘可不包含任何加热器。

[0058] 在图3D绘示的实施方式中,用于基板支撑组件126的加热器组件170包含金属层143,且主电阻式加热器154设置在加热器组件170之中。金属层143可被耦合至冷却基座器130。空间可调谐式加热器140被设置在静电吸盘132中(例如在吸附电极136下方)。

[0059] 已思及到,空间可调谐式加热器140与主电阻式加热器154可被设置于其他定向。例如,基板支撑组件126可具有多个空间可调谐式加热器140以加热基板134,但可缺少主电阻式加热器154。或者,基板支撑组件126可具有主电阻式加热器154,但可缺少空间可调谐式加热器140。在一个实施方式中,空间可调谐式加热器140与主电阻式加热器154在基板支撑组件126内被直接设置在彼此之下。空间可调谐式加热器140可精细调谐对基板支撑组件126支撑的基板134的温度分布的控制。

[0060] 在图3A至图3D图标实例的每一个中,一或多个传导平面可被形成在静电吸盘132及(或)加热器组件170中,以用作多个空间可调谐式加热器140的共享基础。在一个实施方式中,第一传导平面作为空间可调谐式加热器的共享基础,且经由通孔连接至空间可调谐式加热器。在一个实施方式中,第二传导平面作为温度传感器的共享基础,且经由通孔连

接至温度传感器。传导平面中每一个可为设置在静电吸盘内的金属层,或设置在加热器组件170内的传导平面。

[0061] 返回图2,空间可调谐式加热器140可被形成或设置在加热器组件170的主体152中。或者,空间可调谐式加热器140可被形成或设置在静电吸盘132中。可以通过电镀、喷墨印刷、丝网印刷、物理气相沉积、冲压、丝网、图案聚酰亚胺柔性电路或通过其他合适的方式,来形成空间可调谐式加热器140。可在加热器组件170或静电吸盘132中形成通孔,以提供从空间可调谐式加热器140至加热器组件170或静电吸盘132的外表面的连接。或者或额外的,可在加热器组件170或静电吸盘132中形成金属层(未图示)。可在加热器组件170或静电吸盘132中形成通孔,以提供从空间可调谐式加热器140至金属层的连接。可形成额外的通孔以将金属层连接至加热器组件170的外表面或静电吸盘132。

[0062] 在一个实例中,静电吸盘132的主体150可具有形成于其中的通孔,所述通孔位于空间可调谐式加热器140与主体150的安装表面131之间。在另一实例中,加热器组件170的主体152可具有形成于其中的通孔,所述通孔位于空间可调谐式加热器140与邻接冷却基座130的主体152的表面之间。在另一实例中,静电吸盘132的主体150可具有形成于其中的通孔,所述通孔位于空间可调谐式加热器140与金属层之间,且位于金属层与主体150的安装表面131之间。以此方式,简化了基板支撑组件126的制造。

[0063] 在一个实施方式中,在形成加热器组件170的同时将空间可调谐式加热器140设置在加热器组件170内。在另一实施方式中,空间可调谐式加热器140被直接设置在静电吸盘132的安装表面131上。例如,空间可调谐式加热器140可为片形,而可黏附至静电吸盘132的安装表面131,或可由其他技术沉积空间可调谐式加热器140。例如,可通过物理气相沉积、化学气相沉积、丝网印刷或其他合适的方法,将空间可调谐式加热器140沉积在安装表面131上。主电阻式加热器154可位于静电吸盘132或加热器组件170中,如上文所示。

[0064] 主电阻式加热器154可被形成或设置在加热器组件170的主体152或静电吸盘132中。可由电镀、喷墨印刷、丝网印刷、物理气相沉积、冲压、丝网或其他合适的方式,来形成主电阻式加热器154。以此方式,简化了基板支撑组件126的制造。在一个实施方式中,在形成加热器组件170的同时将主电阻式加热器154设置在加热器组件170内。在另一实施方式中,主电阻式加热器154被直接设置在静电吸盘132的安装表面131上。例如,主电阻式加热器154可为片形,而可黏附至静电吸盘132的安装表面131,或可由其他技术沉积主电阻式加热器154。例如,可通过物理气相沉积、化学气相沉积、丝网印刷或其他合适的方法,将主电阻式加热器154沉积在安装表面131上。空间可调谐式加热器140可位于静电吸盘132或加热器组件170中,如上文所示。

[0065] 在一些实施方式中,主电阻式加热器154被以类似于空间可调谐式加热器140的方式制造。在主电阻式加热器154被以类似于空间可调谐式加热器140的方式制造的实施方式中,主电阻式加热器154可可选地被利用而不得得益自额外的空间可调谐式加热器140。换言之,基板支撑组件126的主电阻式加热器154自身可为空间可调谐式,亦即被分段成多个分立的电阻式加热元件。将主电阻式加热器154分段成小电阻式加热器的形式,允许局部控制基板134表面上的热点与冷点。额外的空间可调谐式加热器140层是可选的,此取决于要实施的温度控制位准。

[0066] 可利用接合剂244,以将加热器组件170耦合至静电吸盘132的安装表面131。接合

剂244可为黏着剂,如基于丙烯酸的黏着剂、环氧树脂、基于硅酮的黏着剂、氯丁橡胶基黏着剂或其他合适的黏着剂。在一个实施方式中,接合剂244为环氧树脂。接合剂244的导热系数的范围可选于从0.01至200W/mk,且在一个示例性实施方式中可从0.1至10W/mk。包含接合剂244的黏着材料可额外包含至少一种导热陶瓷填料,例如氧化铝(Al_2O_3)、氮化铝(AlN)和二硼化钛(TiB_2)和类似物。

[0067] 在一个实施方式中,由接合剂242将加热器组件170耦合至冷却基座130。接合剂242可类似于接合剂244并可为黏着剂,如基于丙烯酸的黏着剂、环氧树脂、氯丁橡胶基黏着剂、硅酮基黏着剂或其他合适的黏着剂。在一个实施方式中,接合剂242为环氧树脂。接合剂242的导热系数的范围可选于从0.01至200W/mk,且在一个示例性实施方式中可从0.1至10W/mk。包含接合剂242的黏着材料可额外包含至少一种导热陶瓷填料,例如氧化铝(Al_2O_3)、氮化铝(AlN)和二硼化钛(TiB_2)和类似物。在一个实施方式中,接合剂可为介电质。在一个实施方式中,接合剂在直流时可为不导电的。

[0068] 在翻新静电吸盘132、冷却基座130与加热器组件170的一或更多者时,可移除接合剂244、242。在其他实施方式中,可利用紧固件或夹持件(未图标)将加热器组件170可移除式地耦合至静电吸盘132与冷却基座130。

[0069] 加热器组件170可包含多个空间可调谐式加热器140,示意图示为空间可调谐式加热器140A、140B、140C、140D等等。空间可调谐式加热器140一般为加热器组件170内的封闭容积,其中多个电阻式加热器进行加热器组件170与静电吸盘132之间的热传输。每一空间可调谐式加热器140可跨加热器组件170而横向布置,并在加热器组件170内限定单元200,以局部提供额外的热至与此单元200对齐的加热器组件170的区域(以及主电阻式加热器154的部分)。形成在加热器组件170中的空间可调谐式加热器140的数量可变化,且已思及到,空间可调谐式加热器140(与单元200)要比主电阻式加热器154的数量多至少一个量级。在加热器组件170具有四个主电阻式加热器154的一个实施方式中,可存在多于40个空间可调谐式加热器140。然而已思及到,在配置以用于300mm基板的基板支撑组件126的给定实施方式中,可存在约200个、约400个或甚至更多的空间可调谐式加热器140。下文参照图3A至图3D进一步说明空间可调谐式加热器140的示例性分布。

[0070] 加热器组件170可进一步包含金属层141与143。金属层141与143可被耦合以包围加热器组件170的主体152。在一个实施方式中,可通过将金属层141外径附近的区域,焊接至金属层143外径附近的区域,以耦合金属层141与143,如图10图示说明。焊接可为连续焊接,围绕金属层141与143的直径以包围主体152。金属层141和143可由Al、Ag、Cu、Au、Zn或另一合适的材料形成。在一个实施方式中,金属层141、143的厚度至少为用于金属层141、143的金属在所使用的RF频率下的趋肤深度(skin depth)。在一个实施方式中,金属层141、143的厚度至少为用于金属层141、143的金属在所使用的RF频率下的趋肤深度的2倍至50倍(例如3倍、4倍、5倍、10倍等等)。趋肤深度为材料的导电率与磁导率以及RF频率的函数。对于铝,在13.56MHz的RF频率下(可使用于实施方式中),趋肤深度为约0.001英寸。因此,金属层141与143的厚度可从0.001英寸至0.040英寸。在一个实施方式中,金属层的厚度可为约0.002-0.03英寸。在另一实施方式中,金属层141可由金属环耦合至金属层143,如图11与图12图示说明。

[0071] 可通过包含加热器组件170的主体152的一或多层260、262、264形成单元200。在一

个实施方式中,单元对主体152的下表面270与上表面272开放。单元可包含侧壁214。侧壁214可由充当热扼流器216的材料(或间隙)构成。热扼流器216可被形成在主体152的上表面270中。热扼流器216分隔并减少邻接单元200之间的传导。通过单独并独立地控制提供至每一空间可调谐式加热器140的功率(且因此控制通过单元200传输的热),可对温度控制实现逐一像元作法,此使得基板134的特定点能够被加热或冷却,而能够实现基板134表面的真实可寻址式横向温度分布调谐与控制。

[0072] 可在径向最外侧的单元200与主体152的横向最外侧侧壁280之间形成额外的热扼流器216。位于最外侧的单元200与主体152的横向最外侧侧壁280之间的此最外侧的热扼流器216,将邻接横向最外侧的侧壁280的单元200与处理腔室100的内部容积124之间的热传输最小化。将最外侧单元200与内部容积124之间的热传输最小化,允许更精确地控制更接近基板支撑组件126边缘处的温度,且因此更佳地控制基板134外径边缘的温度。

[0073] 每一空间可调谐式加热器140可被独立耦合至调谐加热器控制器202。在一个实施方式中,调谐加热器控制器202可被设置在基板支撑组件126中。调谐加热器控制器202可在每一单元200相对于其他单元200调节加热器组件170中的空间可调谐式加热器140的温度。或者,调谐加热器控制器202在整个单元200组相对于另一单元200组调节加热器组件170中的空间可调谐式加热器140组的温度。调谐加热器控制器202可切换开闭状态,及(或)控制单独空间可调谐式加热器140的工作周期。或者,调谐加热器控制器202可控制传递至单独的空间可调谐式加热器140的功率量。例如,调谐加热器控制器202可提供10瓦功率至一或多个空间可调谐式加热器140,提供9瓦功率至别的空间可调谐式加热器140,并提供1瓦功率至其他的空间可调谐式加热器140。

[0074] 在一个实施方式中,每一单元200可与邻近的单元200热性隔离(例如使用热扼流器216),以能够更精确的温度控制。在另一实施方式中,每一单元200可热接合至邻接单元,沿着加热器组件170的上表面270产生类似(亦即平滑或混合)的温度分布。例如,诸如铝箔的金属层可作为主电阻式加热器154和空间可调谐式加热器140之间的热分散器。

[0075] 使用独立可控制式空间可调谐式加热器140平滑化或校正主电阻式加热器154产生的温度分布,使得整个基板上的局部温度均匀度能够被控制为具有非常小的容差(tolerance),并能够实现在处理基板134时的精确工艺与CD控制。此外,空间可调谐式加热器140相对于主电阻式加热器154的小尺寸与高密度,能够实现基板支撑组件126上的特定位置处的温度控制,而不会大幅影响邻近区域的温度。此允许补偿局部的热点与冷点,而不会引入偏斜或其他温度不对称性。具有多个空间可调谐式加热器140的基板支撑组件126,能够将在基板支撑组件126上处理的基板134的温度均匀度控制为小于约摄氏正负0.3度。

[0076] 基板支撑组件126的一些实施方式的另一益处,为防止RF功率行进通过控制电路系统的能力。例如,调谐加热器控制器202可包含电性功率电路210与光学功率控制器220。电性功率电路210耦合至空间可调谐式加热器140。每一空间可调谐式加热器140具有连接至电性功率电路210的一对功率引线(连接器250)。在具有50个空间可调谐式加热器140的示例性加热器组件170中,可使用60个热功率引线(连接器250)以控制空间可调谐式加热器140。RF能量可被供应入处理腔室100以形成等离子体,并可耦合至功率引线。滤波器(如图1图示的RF滤波器182、184、186)可用于保护电性设备(如主加热器功率源156)以不受到RF能量的影响。通过将功率引线(连接器250)端接于电性功率电路210,

并对每一空间可调谐式加热器140利用光学功率控制器220,可在电性功率电路210与功率源156之间使用单一RF滤波器184。空间可调谐式加热器能够仅使用一个RF滤波器,而非使每一加热器都具有专属的RF滤波器,此大大减少了所使用的RF滤波器数量。用于专属RF滤波器的空间是非常受限的,且利用在基板支撑组件内的加热器数量亦受到限制。主加热器区的数量不受限制,因此实施空间可调谐式加热器成为可能。使用电性功率电路210与光学功率控制器220,允许使用更多的加热器,且因此允许了优越的横向温度控制。

[0077] 电性功率电路210可切换或循环对多个连接器250的功率。电性功率电路210提供功率至连接器250的每一个,以启动一或多个空间可调谐式加热器140。尽管电性功率源最终供应功率至多个空间可调谐式加热器140,但电性功率电路210具有单一功率源,亦即调谐加热器功率源142,并使用单一滤波器184。有利地轻缓了额外的滤波器的空间与花费,同时能够使用许多加热器与加热器区。

[0078] 光学功率控制器220可通过光纤接口226(如光纤线)耦合至电性功率控制器210,以控制供应至连接器250与空间可调谐式加热器140的功率。光学功率控制器220可通过光学波导228耦合至光学转换器178。光学转换器178耦合至控制器148,以提供控制空间可调谐式加热器140的功能的信号。光纤接口226与光学波导228并不经受电磁干扰或射频(RF)能量影响。并不需要保护控制器148以不受到来自调谐加热器控制器202的RF能量传输的影响的RF滤波器,此允许基板支撑组件126中有更多空间以配置其他设施。

[0079] 光学控制器220可传送命令或指令至电性功率电路210,以调节每一空间可调谐式加热器140或空间可调谐式加热器140的组/区域。可使用附接至电性功率电路210的正引线与负引线的结合(亦即连接器250)来启动每一空间可调谐式加热器140。功率可从电性功率电路210通过正引线流至空间可调谐式加热器140,并通过负引线返回电性功率电路210。在一个实施方式中,负引线为空间可调谐式加热器140所共享。空间可调谐式加热器140每一个可具有单独的专属正引线,同时共享共同负引线。在此布置中,从电性功率电路210至多个空间可调谐式加热器140的连接器250的数量,比空间可调谐式加热器140的数量多一个。例如,若基板支撑组件126具有一百个(100)空间可调谐式加热器140,则空间可调谐式加热器140与电性功率电路210之间将有100个正引线与1个负引线,而总和为101个连接器250。在另一实施方式中,每一空间可调谐式加热器140具有将空间可调谐式加热器140连接至电性功率电路210的独立负引线。在此布置中,从电性功率电路210至空间可调谐式加热器140的连接器250的数量,为空间可调谐式加热器140的数量的两倍。例如,若基板支撑组件126具有一百个(100)空间可调谐式加热器140,则空间可调谐式加热器140与电性功率电路210之间将有100个正引线与100个负引线,而总和为200个连接器250。

[0080] 可通过测量每一空间可调谐式加热器140处的温度,来编程并校正光学功率控制器220。光学控制器220可通过调整对于单独的空间可调谐式加热器140的功率参数来控制温度。在一个实施方式中,可由增量式提升空间可调谐式加热器140的功率来调节温度。例如,可提升供应至空间可调谐式加热器140的功率的比率(例如提升9%),以升高温度。在另一实施方式中,可通过循环开启与关闭空间可调谐式加热器140来调节温度。在又另一实施方式中,可由循环与增量式调整对每一空间可调谐式加热器140的功率的结合,来调节温度。可使用此方法获得温度地图。温度地图可使CD或温度相关联于对于每一空间可调谐式加热器140的功率分布曲线。空间可调谐式加热器140可用于基于程序来产生基板上的温度

分布。此程序调节对于单独空间可调谐式加热器140的功率设定。逻辑可直接放置在光学控制器220中,或放置在外部连接的控制器中(如控制器148)。

[0081] 现将参照图4论述空间可调谐式加热器140的布置。图4为根据一个实施方式的沿着图2剖面线3A-3A的截面图。

[0082] 现参照图4,沿着剖面线3A-3A的平面穿过加热器组件170的主体152设置多个空间可调谐式加热器140。在每一邻接单元200之间设置热扼流器216,每一单元200相关联于空间可调谐式加热器140的至少一个。额外的,沿着基板支撑组件126的外表面426设置热扼流器216。包含金属层141与143的金属层442围绕外表面426。金属层442包含在金属层141与143之间的连续焊接,以包围加热器组件170。所示的单元200的数量仅用于示例说明,且任何数量的实施方式可具有要多得多(或少得多)的单元200。空间可调谐式加热器140的数量可比主电阻式加热器154的数量至少多一个量级。整个基板支撑组件126上放置的空间可调谐式加热器140的数量,在一些实施方式中可超过数百个以上。

[0083] 每一空间可调谐式加热器140具有电阻器404,电阻器404终止于端点406、408。随着电流进入一个端点(如为406的端点)并流出另一端点(如为408的端点),电流行进过电阻器404的线并产生热。空间可调谐式加热器140的功率密度可经设计,以沿着基板支撑组件126的外表面426适当地升高温度。电阻器404释放的热量与通过电阻器404的电流的平方成比例。功率设计密度可位于约1瓦/单元至约100瓦/单元之间(如10瓦/单元)。

[0084] 可由镍铬合金、铈、钨、铂、钽或其他合适材料的膜形成电阻器404。电阻器404可具有电阻系数(ρ)。低的 ρ ,指示轻易允许电荷移动跨过电阻器404的材料。电阻值(R)取决于 ρ 乘上长度(l)除以线的截面面积(A),或简示为 $R = \rho \cdot l/A$ 。铂的 ρ 约为 $1.06 \times 10^{-7} (\Omega \cdot m)$ (在20°C下)。钨的 ρ 约为 $6.60 \times 10^{-8} (\Omega \cdot m)$ (在20°C下)。镍铬合金的 ρ 约为 1.1×10^{-8} 至约 $1.5 \times 10^{-8} (\Omega \cdot m)$ (在20°C下)。在上面提及的三种材料中,由镍铬合金构成的电阻器404允许电荷更轻易移动,并产生更多热。然而,钨的电气性质可在某些温度范围内将材料区分(differentiate)为电阻式加热器。

[0085] 电阻器404可具有膜厚度(未图示)与线厚度472,经配置以在电流通过电阻器404时有效率地提供热。提升电阻器404的线厚度472,可使得电阻器404的电阻值R降低。线厚度472的范围,对于钨线可为约0.05mm至约0.5mm,而对于镍铬合金线可为约0.5mm至约1mm。

[0086] 回忆公式 $R = \rho \cdot l/A$,可看到可对电阻器404选定材料、线长、以及线厚度,以控制成本、功率消耗、以及每一空间可调谐式加热器140产生的热。在一个实施方式中,电阻器404由钨构成,线厚度472为约0.08mm,且电阻值为约90欧姆(在10瓦功率下)。

[0087] 空间可调谐式加热器140可经配置于图案490中,以沿着基板支撑组件126的表面有效率地产生热分布。图案490可沿一中点对称,同时在孔422中与孔422周围提供净空间距给升降杆或其他机械、流体或电性的连接。可由调谐加热器控制器202控制每一空间可调谐式加热器140。调谐加热器控制器202可开启限定加热器440的单一空间可调谐式加热器140;或多个空间可调谐式加热器140,多个空间可调谐式加热器140被成组以限定内楔形462、周边组464、饼形区域460、或其他几何构造(包括非连续构造)。以此方式,可在沿着基板支撑组件126表面的独立位置处精确控制温度,此种独立位置不限于诸如所属技术领域已知的同心圆环。尽管所图标图案是由较小的单位构成的,但图案可替代性地具有较大的单位及(或)较小的单位、延伸至边缘、或具有其他形式。

[0088] 在替代性实施方式中,空间可调谐式加热器140被布置为网格形式,限定亦布置于网格图案中的温度控制单元200阵列。空间可调谐式加热器140的网格图案可为由列与行构成的X/Y网格。或者,空间可调谐式加热器140的网格图案可具有一些其他的均匀堆积形式,如六边形紧密堆积。应理解到,如上文所述,空间可调谐式加热器140可被依组启动或单独启动。

[0089] 在另一实施方式中,多个空间可调谐式加热器140可被布置于主体152中的极性阵列中。可选的,热扼流器216的一或多个可被设置在空间可调谐式加热器140之间。空间可调谐式加热器140的极化阵列图案限定邻近单元200,邻近单元200亦布置于极化阵列中。可选的,可利用热扼流器216以隔离邻接单元200与邻近的单元200。

[0090] 在另一实施方式中,多个空间可调谐式加热器140被以同心圆通道布置在主体152中。可选的,空间可调谐式加热器140的同心圆通道图案,可可选地由热扼流器216分隔。已思及到,空间可调谐式加热器140与单元200可被布置于其他定向中。

[0091] 空间可调谐式加热器140的数量与密度,影响将整个基板上的温度均匀度控制为具有非常小的容差的能力,此能够实现在处理基板134时的精确处理与CD控制。此外,单独控制一个空间可调谐式加热器140(相对于另一空间可调谐式加热器140),能够实现在基板支撑组件126中特定位置的温度控制,而不会大量影响邻近区域的温度,此允许补偿局部的热点与冷点,而不会引入偏斜或其他温度不对称性。空间可调谐式加热器140可具有在约摄氏0.0度至约摄氏10.0度之间的单独温度范围,且控制温度上升的能力的增量为约摄氏0.1度。在一个实施方式中,基板支撑组件126中的多个空间可调谐式加热器140,在与主电阻式加热器154结合之下,具有能够将基板支撑组件126上处理的基板134的温度均匀度控制为小于约正负摄氏0.3度。空间可调谐式加热器140允许基板支撑组件126上处理的基板134的横向温度分布的横向调谐与方位角调谐。

[0092] 看到图5,提供对于主电阻式加热器154与空间可调谐式加热器140的配线方案的图形绘制。配线方案提供对于空间可调谐式加热器140的单独控制,而非多任务控制。单独控制使得任一空间可调谐式加热器140(或所选的空间可调谐式加热器140),能够被与任何其他的空间可调谐式加热器140(或其他所选的空间可调谐式加热器140)被同时启用。配线方案允许独立控制对多个空间可调谐式加热器中的一个(相对于多个空间可调谐式加热器的另一个)的输出。空间可调谐式加热器140不具有在开启与关闭状态之间循环的功率,以允许功率传至其他空间可调谐式加热器140(或所选的空间可调谐式加热器140)。此布置有益地允许在空间可调谐式加热器140处的快速响应时间,以得到量身订制的温度分布。

[0093] 主电阻式加热器154与空间可调谐式加热器140可附接至控制板502。控制板502可通过单一RF滤波器510附接至功率源578。因为每一加热器154、140共享单一RF滤波器510且不具有自身的RF滤波器,节省了基板支撑组件126中的空间,并额外地轻缓了相关联于额外滤波器的成本。控制板502类似于图1与图2图示的控制器202,且具有电性控制器210与光学控制器220的类似版本。控制板502可位于基板支撑组件126的内部或外部。在一个实施方式中,控制板502形成于设施板180与冷却基座130之间。

[0094] 空间可调谐式加热器140_(1-n)被图示地示出,并且应理解的是,空间可调谐式加热器140₁可代表在共同区中的空间可调谐式加热器大群组,或者作为替代,代表设置在跨基板支撑组件126上的所有空间可调谐式加热器140。在一个实施方式中,空间可调谐式加热

器140可比主电阻式加热器154多一个量级,且对电性控制器210与光学控制器220的连接多一个量级。

[0095] 电性控制器210接受来自空间可调谐式加热器140的多个连接器512,通过形成穿过冷却基座130的一或多个孔或槽520。连接器512可包含数个连接,所述连接适合在空间可调谐式加热器140与电性控制器210之间进行通讯。连接器512可为缆线、单独的接线、扁平柔性缆线(诸如条带)、配接连接器、或用于在空间可调谐式加热器140与电性控制器210之间发送信号的其他适合的技术。在一个实施方式中,连接器512为条带缆线。将用词功率条带512来论述连接器512。

[0096] 功率条带512一端可连接ESC 132中的空间可调谐式加热器140,另一端可连接电性控制器210。功率条带512可经由直接配线、插槽、或适合的接收器,来连接电性控制器。在一个实施方式中,电性控制器210具有经配置以用于高密度连接的插槽。功率条带512可使用高密度连接器,以提供从空间可调谐式加热器140至电性控制器210的大量连接(诸如50或更多个连接)。电性控制器210可具有高密度互连(HDI),且每单位面积的配线密度大于传统的印刷电路板。HDI可与功率条带512的高密度连接器接口连接。连接器有益地允许高密度连接,并使基板支撑组件126容易组装与拆卸。例如,ESC 132可经受维护、翻修或更换,且连接器提供了快速与容易的方式来移除ESC 132以进行维护,并将ESC 132快速再连接回基板支撑组件126。

[0097] 电性控制器210可额外地接受来自主电阻式加热器154的多个功率条带522,通过形成穿过冷却基座130的槽520。功率条带512、522图示绘制每一空间可调谐式加热器140与主电阻式加热器154的数个功率引线。例如,功率条带512包含多个独立的正功率引线及负功率引线,以用于每一空间可调谐式加热器140。类似的,功率条带522包含数个正功率引线及负功率引线,以用于每一主电阻式加热器154。在一个实施方式中,每一功率引线具有由光学控制器220管理的切换器560。切换器560可位于电性控制器210中、位于控制板502上、或其他适合的位置。已思及到,可利用单一条带(或甚至三个或更多个等距放置的条带),以择路用于空间可调谐式加热器140与主电阻式加热器154的功率引线。等距放置的条带增强了场均匀度以及处理结果均匀度。

[0098] 光学控制器220连接至外部控制器(图1中的148),并经配置以提供指令至电性控制器,以供电每一空间可调谐式加热器140。光学控制器220接受用于管理空间可调谐式加热器140的多个控制条带540。在一个实施方式中,控制条带540被嵌入控制板502并将光学控制器220连接至电性控制器210。例如,控制条带540可为连接两个控制器210、220的电路系统。在另一实施方式中,控制条带可经由控制板502外部的缆线或其他适合的连接,将光学控制器220附接至电性控制器210。在又另一实施方式中,控制条带540可通过形成穿过冷却基座的槽520,并单独管理每一空间可调谐式加热器140。

[0099] 光学控制器220可可选地接受用于管理主电阻式加热器154的多个控制条带550。或者,可由第二光学控制器或由外部控制器管理主电阻式加热器。类似于控制条带540,控制条带550可被嵌入控制板502或附接至主电阻式加热器154。或者,主电阻式加热器可不具有控制条带550,且功率的循环与密度可在功率源138外部地控制。

[0100] 条带540、550图示绘制每一空间可调谐式加热器140与主电阻式加热器154的数个控制引线。例如,控制条带540包含用于多个空间可调谐式加热器140的独立的正控制引线

与负控制引线。光学控制器220可接收来自程序、温度测量装置、外部控制器、使用者、或另一其他源的输入。光学功率控制器220可确定要管理哪些空间可调谐式加热器140及(或)主电阻式加热器154。由于光学控制器200使用光学元件以与RF环境外部的其他装置通讯(诸如电性控制器210),光学功率控制器220不经受RF干扰,且不传播RF信号至处理腔室外侧的区域。已思及到,可利用单一条带(或甚至三个或更多个条带)以择路控制引线。

[0101] 控制条带540提供由光学控制器220产生的信号,以控制切换器560的状态。切换器560可为场效应晶体管,或其他适合的电子切换器。或者,切换器560可被嵌入电性控制器210中的光学控制式电路板。切换器560可对加热器154、140提供单纯的在赋能(启用)状态与去能(停用)状态之间的循环。

[0102] 控制器202可(相对彼此且同时)控制施加至一或多个所选空间可调谐式加热器140的工作周期、电压、电流、或功率持续期间。在一个实施方式中,控制器202沿着控制条带540₁提供信号以指示切换器560₁,以允许90%的功率通过切换器560₁。电性控制器210沿着功率条带512₁提供约10瓦的功率。切换器560₁允许90%的所供应功率通过到空间可调谐式加热器140₁,而空间可调谐式加热器140₁以约9瓦的功率加热。

[0103] 在另一实施方式中,控制器202沿着控制条带550₂提供信号以指示切换器560₂,以允许100%的功率通过切换器560₂。电性控制器210沿着功率条带522₂提供约100瓦的功率。切换器560₂允许100%的所供应功率通过到主电阻式加热器154₂,而主电阻式加热器154₂以约100瓦的功率加热。类似的,主电阻式加热器154_(1-N)可全部由控制器202操作。

[0104] 在又另一实施方式中,调谐加热器控制器202沿着控制条带540提供信号,以指示切换器560位于启用状态或停用状态,在启用状态中切换器560允许功率通过,而在停用状态中切换器560防止功率通过。电性控制器210沿着功率条带512提供约10瓦的功率至耦合至在启用状态中的切换器560的每一单独的空间可调谐式加热器140。调谐加热器控制器202独立控制切换器560维持在启用状态中的持续期间以及每一切换器560相对于其他切换器560的工作周期中的至少一个,此最终控制基板支撑组件126以及放置在基板支撑组件126上的基板的温度均匀度。控制对主电阻式加热器154的功率的切换器560,可被类似地控制。

[0105] 在另一实施方式中,每一主电阻式加热器154_(1-N)(代表独立的区)可具有独立的控制器202。在此实施方式中,共同于具有一个主电阻式加热器154_(1-N)的区的空间可调谐式加热器140_(1-N),可与共同主电阻式加热器154_(1-N)共享控制器202。例如,若存在四个区,则将有四个主电阻式加热器154₍₁₋₄₎与四个等距的控制器202。

[0106] 在其他实施方式中,可利用独立的控制器202,以分散单一控制器所服务的空间可调谐式加热器140的数量。例如,每一控制条带540可具有独立的光学控制器220,以管理一组数量的空间可调谐式加热器140个体。分散控制空间可调谐式加热器140,允许使用较小的控制器,且使得将条带择路通过形成穿过冷却基座的槽520所需的空间较少。

[0107] 看到图6,提供对于主电阻式加热器154与空间可调谐式加热器140的另一配线方案的图形绘制。图6绘制的配线方案提供对于空间可调谐式加热器140的单独控制。空间可调谐式加热器140附接至调谐加热器控制器202。控制板502上的电性控制器210通过RF滤波器184附接至功率源156。光学控制器220连接至外部控制器(图1中的148),并经配置以提供指令至电性控制器,以供电每一空间可调谐式加热器140。光学控制器220通过光纤接口226

与电性控制器210通讯,以管理空间可调谐式加热器140。类似于图5的配线方案,图6的配线方案提供独立控制对多个空间可调谐式加热器中的一个(相对于其他空间可调谐式加热器)的输出。

[0108] 主电阻式加热器154可可选地附接至调谐加热器控制器202'、调谐加热器控制器202、或在基板支撑组件126外部的其他控制器。调谐加热器控制器202'可实质上类似于调谐加热器控制器202。应理解到,主电阻式加热器154的控制,可类似于本文所说明的空间可调谐式加热器140的控制。或者,主电阻式加热器154可被外部管理,如图1图示。

[0109] 空间可调谐式加热器 $140_{(1-n)}$ 被图示地示出,并且应了解到,空间可调谐式加热器 140_1 可代表在共同区中的空间可调谐式加热器大群组,或者作为替代,代表设置在跨基板支撑组件126上的所有空间可调谐式加热器140。每一空间可调谐式加热器140具有连接器250,以从电性控制器210发送功率至空间可调谐式加热器140。

[0110] 电性控制器210接受来自空间可调谐式加热器140的多个功率条带612,通过形成穿过冷却基座130的一或多个孔或槽520。条带612图示绘制用于每一空间可调谐式加热器140的数个功率引线。功率引线612提供电性路径以让功率传至空间可调谐式加热器140。在一个实施方式中,功率条带612包含对于每一空间可调谐式加热器140的独立的正功率引线。功率条带612可可选地具有单一负功率引线,单一负功率引线共通于附接至功率条带612的所有空间可调谐式加热器140。或者,功率条带612可不具有负功率返回路径,且可通过独立的缆线、共享总线、或其他适合的连接器来提供电流的返回路径。在另一实施方式中,功率条带612包含对于每一空间可调谐式加热器140的独立的负功率引线。功率条带612可可选地具有单一正功率引线,单一正功率引线共通于附接至功率条带612的所有空间可调谐式加热器140。或者,功率条带612可不具有正功率供应路径,且可通过独立的缆线、共享总线、或其他适合的连接器来提供电流的功率供应路径。

[0111] 电性控制器210可具有形成于其中的多个切换器660。每一切换器660可接受来自功率条带612中的一个的正功率引线,以控制单独的空间可调谐式加热器140。光学控制器220经由对电性控制器210的光纤接口226来管理切换器660。电路系统640可被嵌入电性控制器210或调谐加热器控制器202,以将光学信号转换至用于提供指令给切换器660的电性信号。

[0112] 切换器660可为场效应晶体管,或其他适合的电子切换器。切换器660可对加热器154、140提供单纯的在赋能(启用)状态与去能(停用)状态之间的循环。或者,切换器660可为另一适合的装置,此装置可控制供应至空间可调谐式加热器140的功率量。

[0113] 切换器660可形成于基板支撑组件126内部,诸如在静电吸盘132、冷却基座130、加热器组件170与设施板180中。或者,切换器660可被形成于基板支撑组件126外部(或甚至处理腔室100外部),诸如在控制器148中。

[0114] 图7至图10与图12图示说明封装在金属层中的加热器组件的各种配置。图7为图示将金属层702与706设置在加热器组件的主体704上的处理的图示700。金属层702与706可分别对应于图2的金属层143与141。主体704可对应于图2的主体152。尽管主体704的侧壁可被图示为垂直的,但在一些实施方式中主体704的侧壁可为弯曲的(如图14图示),或可具有其他形状。金属层702与706的直径可大于主体704,使得金属层702与706的部分延伸超过主体704的侧壁。金属层702可被设置在主体704的顶表面上。此外,金属层706可被设置在主体

704的底表面上。在一个实施方式中,金属层702与706可由层压(lamination)处理被设置在主体704上。层压处理包含使金属层702与706及主体704经受热与压力、在主体704与金属层702与706的表面之间形成接合。在另一实施方式中,可使用接合剂将金属层702与706黏附至主体704,以将金属层702与706设置在主体704上。一旦金属层702与706已被设置在主体704上,延伸超过主体704侧壁的金属层702与706的部分,可被折叠(如图7图示)并卷曲(例如折叠或压缩)在一起。

[0115] 图8为根据一个实施方式的加热器组件800的绘示。加热器组件800包含主体804、金属层802与金属层806。加热器组件800、金属层802与806以及主体804,可各自对应于图2的加热器组件170、金属层143与141以及主体152。金属层802与806可被设置在主体804的顶(上)表面与底(下)表面,并使用先前于图7所述的处理卷曲在一起。随后可执行焊接处理,以将金属层接合在一起。连续焊接808可耦合金属层802与806,以包围主体804。可使用能够产生连续焊接的任何处理来执行焊接,诸如EB焊接、TIG焊接、或另一适合的处理。此产生具有屏蔽自RF信号与蚀刻化学物质的主体的加热器组件800。

[0116] 图9为根据另一实施方式的加热器组件900的绘示。加热器组件900包含主体904、金属层902、金属层906以及金属环908。加热器组件900、金属层902与906以及主体904,可各自对应于图2的加热器组件170、金属层143与141以及主体152。可使用先前于图7说明的处理来将金属层902与906设置到主体904的表面上,且金属层902与906具有厚度912。在一个实施方式中,厚度912可位于0.001英寸与0.125英寸之间。在本实施方式中,金属层902与906可不具有延伸超过主体904侧壁的部分,或可具有仅最小程度地延伸超过主体904侧壁的部分。例如,金属层902、906的直径可大约等于主体904的直径。金属环908可位于主体904的侧壁上。金属环908可由Al、Ag、Cu、Au、Zn、不锈钢、这些金属的任意的合金、或其他合适的材料形成。金属环908的厚度914可从0.001英寸至0.25英寸。在一个实施方式中,金属环908的厚度为约0.125至0.25英寸。金属环908可通过金属层902顶表面上与金属层906底表面上的连续焊接910耦合至金属层902与906,以包围主体904。可使用能够产生连续焊接的任何处理来执行焊接,诸如EB焊接、TIG焊接、或另一适合的处理。

[0117] 图10为根据又一实施方式的加热器组件1000的绘示。加热器组件1000包含主体1004、金属层1002、金属层1006以及金属环1008。加热器组件1000、金属层1002与1006以及主体1004,可各自对应于图2的加热器组件170、金属层143与141以及主体152。可使用先前于图7说明的处理来将金属层1002与1006设置到主体1004的表面上。在本实施方式中,金属层1002与1006具有延伸超过主体1004侧壁的部分。金属环1008可位于主体1004的侧壁上。金属环1008可由Al、Ag、Cu、Au、Zn、不锈钢、这些金属的任意的合金、或其他合适的材料形成。金属环1008的厚度1012可从0.001英寸至0.25英寸。金属环1008可由金属层1002与1006侧边上的连续焊接1010耦合至金属层1002与1006,以包围主体1004。可使用能够产生连续焊接的任何处理来执行焊接,诸如EB焊接、TIG焊接、或另一适合的处理。

[0118] 图11为根据实施方式的金属层1100的绘示。金属层1100可对应于图2的金属层141与143。金属层1100包含接近外径1102的部分以及接近中心1104的部分。接近外径1102的部分的厚度可大于接近中心1104的部分,以在外径处提供较多材料以执行如前述的焊接处理。在一个实施方式中,接近外径的部分可从外径大约延伸至加热器组件主体的直径。在一个实施方式中,接近中心的部分可大约从加热器组件主体的直径,延伸至金属层1100的中

心。接近外径1102的部分的厚度可从0.001英寸至0.125英寸之间。接近中心1104的部分的厚度可从0.001英寸至0.125英寸之间。因此,金属层1100可具有沿着外侧周边的环,此环比金属层1100的剩余部分厚。

[0119] 图12为根据另一实施方式的加热器组件1200的绘示。加热器组件1200包含主体1204、金属层1202与金属层1206。加热器组件1200、金属层1202与1206以及主体1204,可各自对应于图2的加热器组件170、金属层143与141以及主体152。在本实施方式中,主体1204的侧壁可为弯曲的。可使用先前于图7说明的处理,设置金属层1202与1206并将金属层1202与1206卷曲在一起。由于主体1204的弯曲侧壁,卷曲金属层1202与1206可产生围绕主体1204周边的弯曲形状或锥形形状。连续焊接1208可耦合金属层1202与1206,以包围主体1204。可使用能够产生连续焊接的任何处理来执行焊接,诸如EB焊接、TIG焊接、或另一适合的处理。此产生具有屏蔽自处理腔室中的RF信号与蚀刻化学物质的主体的加热器组件1200。

[0120] 图13为一种用于处理加热器组件的方法的一个实施方式的流程图1300。在方块1302,可对加热器组件提供主体。方块1302的主体可对应于图2的主体152。在一个实施方式中,主体可为由聚酰亚胺形成的柔性主体。主体可包含空间可调谐式加热器、主电阻式加热器以及温度传感器。在一个实施方式中,主体厚度可位于0.003英寸与0.020英寸之间。在方块1304,可在主体上表面上设置第一金属层。第一金属层可对应于图2的金属层143。在一个实施方式中,第一金属层可通过层压工艺设置在主体上表面上。在另一实施方式中,可使用接合剂将金属层黏附至主体上表面,以将第一金属层设置在主体的上表面上。在方块1306,可在主体下表面上设置第二金属层。第二金属层可对应于图2的金属层141。可使用类似于方块1304所公开的工艺,来在主体下表面上设置第二金属层。在一个实施方式中,以单一处理将第一金属层与第二金属层接合至主体。例如,可在上表面上设置第一金属层,可在下表面上设置第二金属层,且随后可执行层压工艺。在一个实施方式中,层压处理使两个金属层围绕主体外侧卷曲并接触彼此。

[0121] 在方块1308,第一金属层与第二金属层可被耦合以包围主体,并形成围绕主体的连续导电路径。在一个实施方式中,可由焊接处理将第一金属层耦合至第二金属层,诸如EB焊接、TIG焊接、或另一适合的工艺,如图7与图8所说明的。在另一实施方式中,可通过将第一金属层与第二金属层焊接至金属环,以耦合第一金属层与第二金属层,如图9与图10所说明。

[0122] 图14为一种用于处理加热器组件的方法的另一实施方式的流程图1400。在方块1402,可对加热器组件提供主体。方块1402的主体可对应于图2的主体152。在一个实施方式中,主体可为由聚酰亚胺形成的柔性主体。主体可包含空间可调谐式加热器、主电阻式加热器以及温度传感器。在方块1404,可在主体上表面上设置金属层。金属层可对应于图2的金属层143。在一个实施方式中,第一金属层可通过层压工艺设置在主体上表面上。在另一实施方式中,可使用接合剂将金属层黏附至主体上表面,以将第一金属层设置在主体的上表面上。在方块1406,可将金属层耦合至冷却基座以包围主体,并形成围绕主体的连续导电路径。金属层的直径可大于主体,并可沿着主体的外侧壁延伸至金属冷却板(亦称为冷却基座)。方块1406的冷却基座可对应于图2的冷却基座130。在一个实施方式中,可由焊接工艺将金属层耦合至冷却基座,诸如EB焊接、TIG焊接、或另一适合的工艺,如图7与图8所说明。

的。在另一实施方式中,可通过使用类似于图9与图10所说明的工艺,将金属层与冷却基座焊接至金属环,以耦合金属层与冷却基座。金属层与金属冷却板一起包围加热器组件,并在加热器组件的外侧壁周围形成连续导电路径。在另一实施方式中,可在冷却基座上设置主体,且随后金属层可被设置在主体上并耦合至冷却基座。

[0123] 尽管前述内容针对本发明的实施方式,但可设计其他与进一步的实施方式而不脱离前述内容的基本范围,且前述内容的范围由下列权利要求确定。

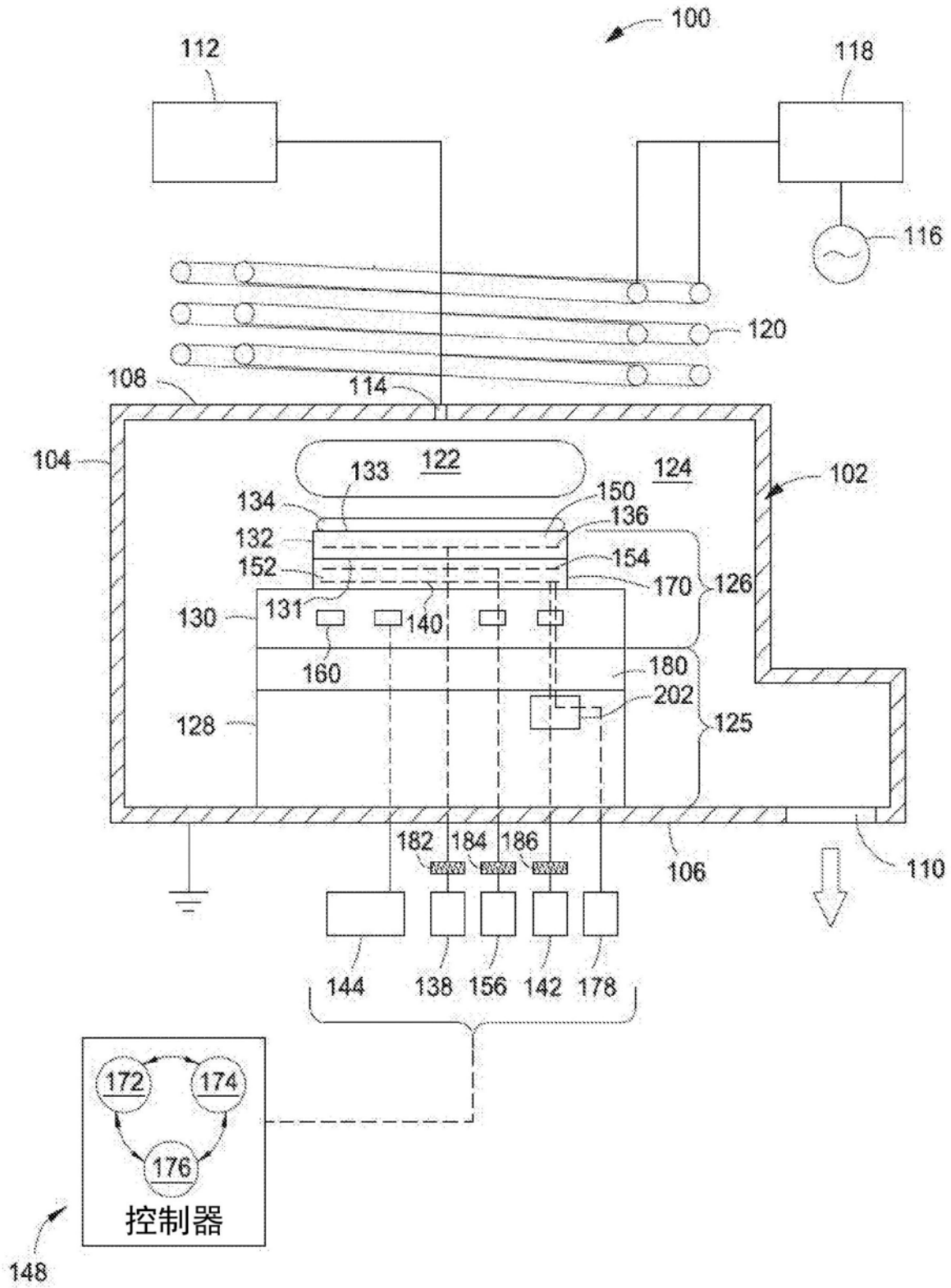


图1

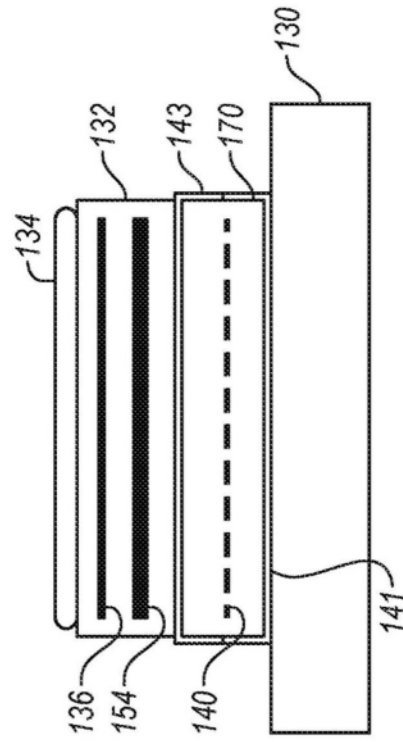


图3A

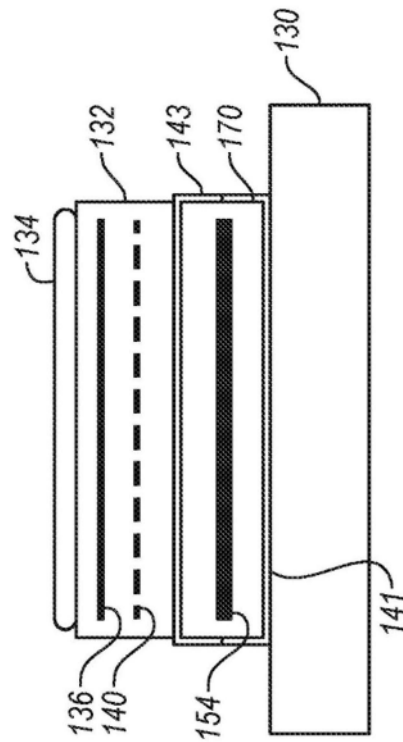


图3B

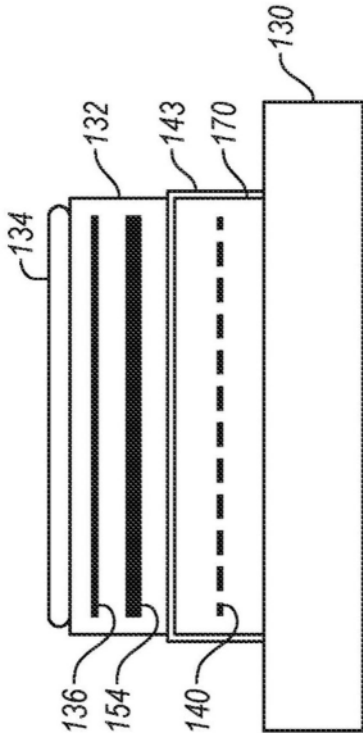


图3C

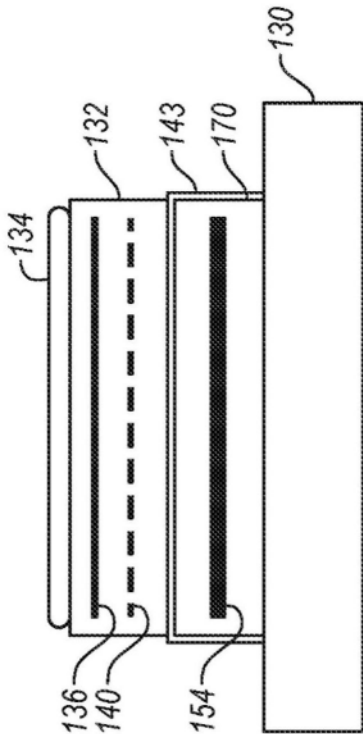


图3D

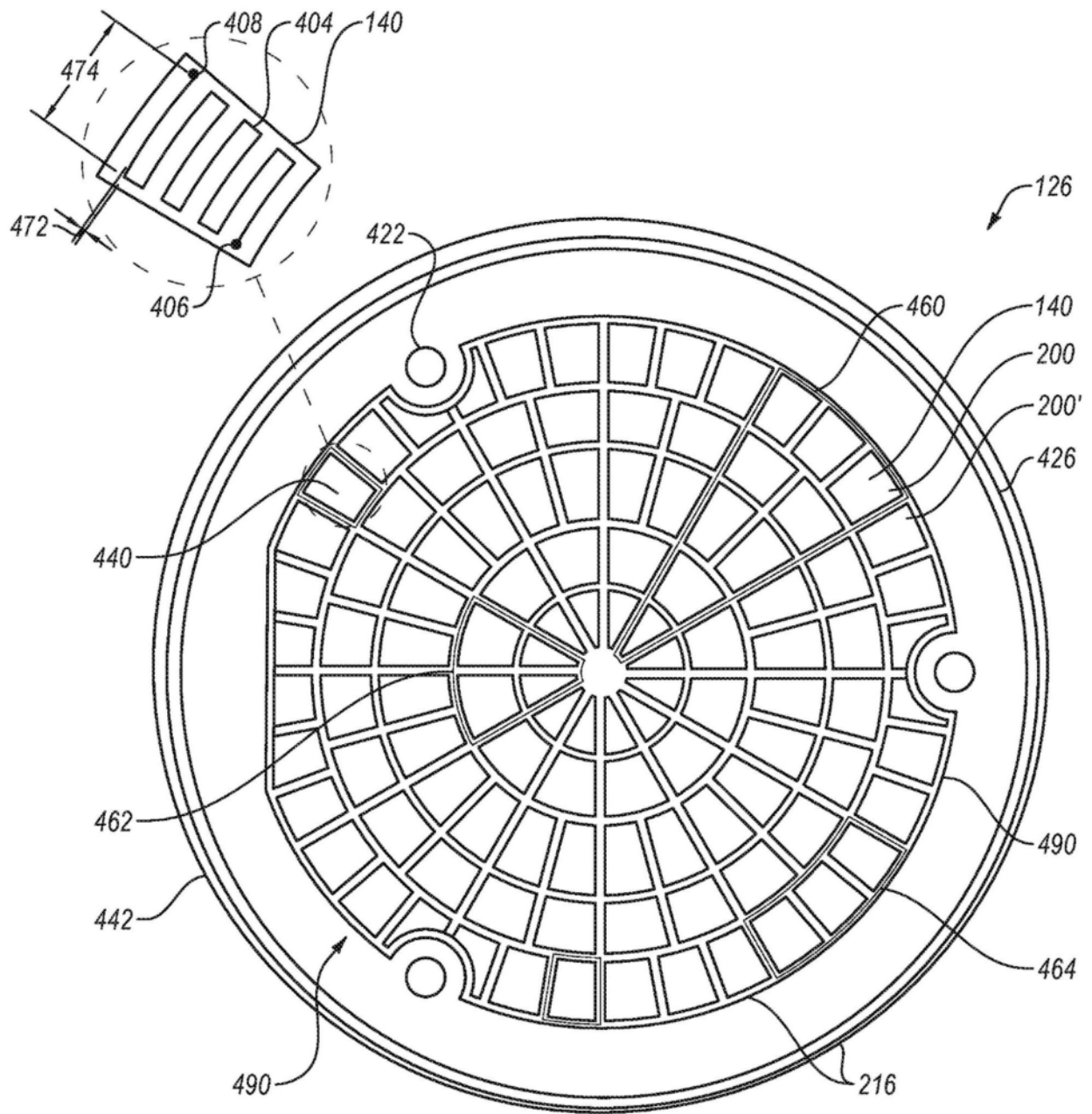


图4

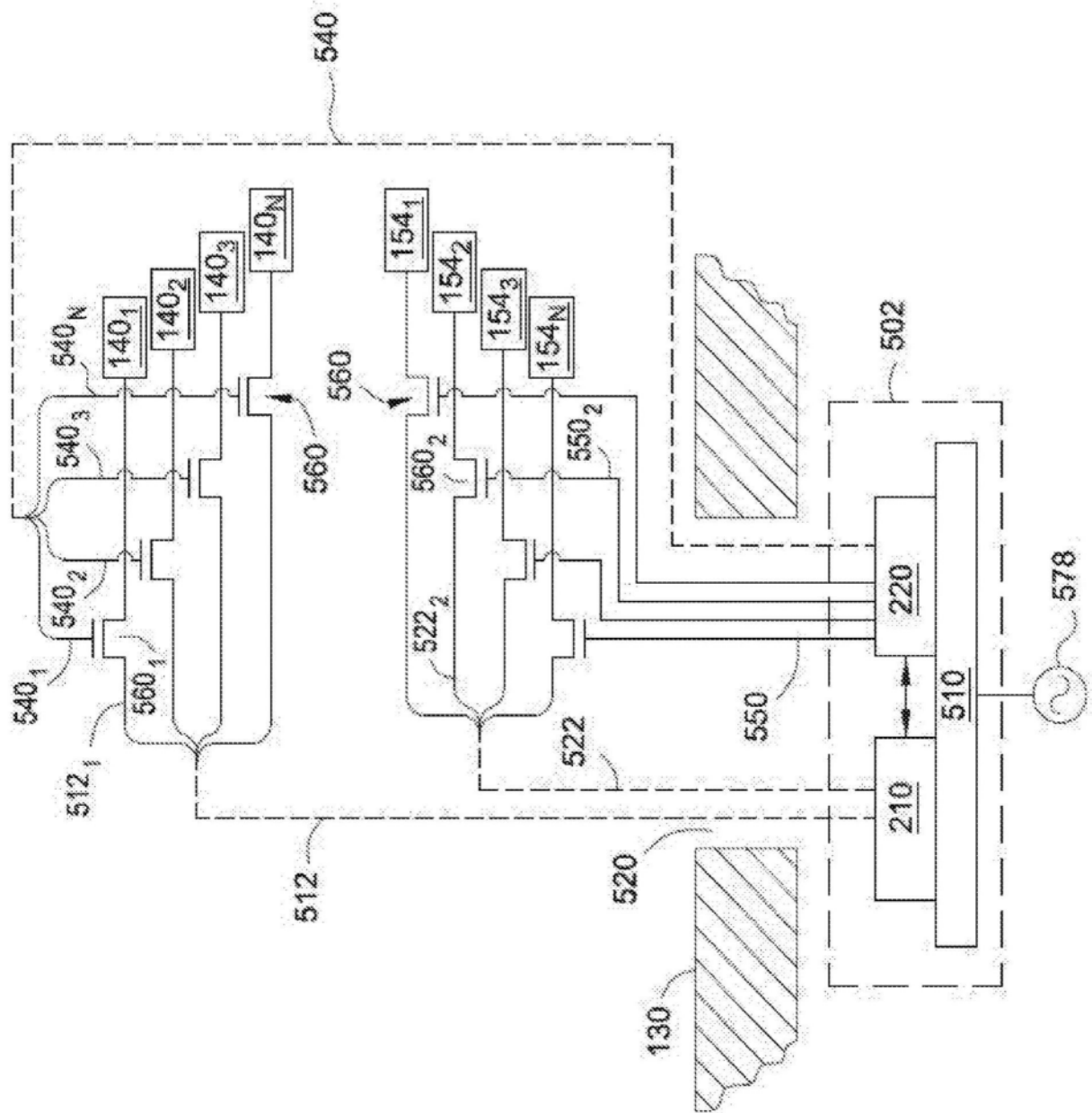


图5

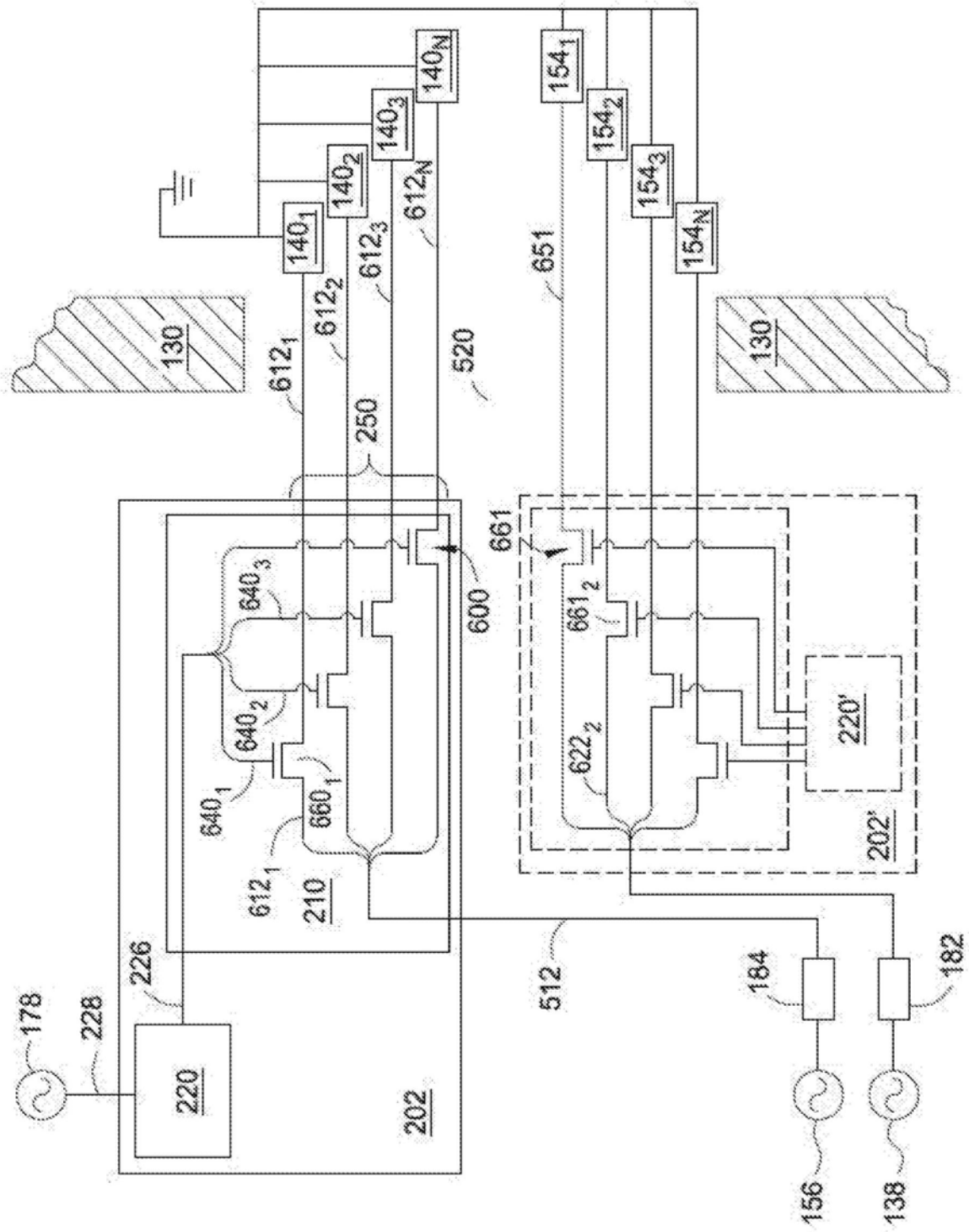


图6

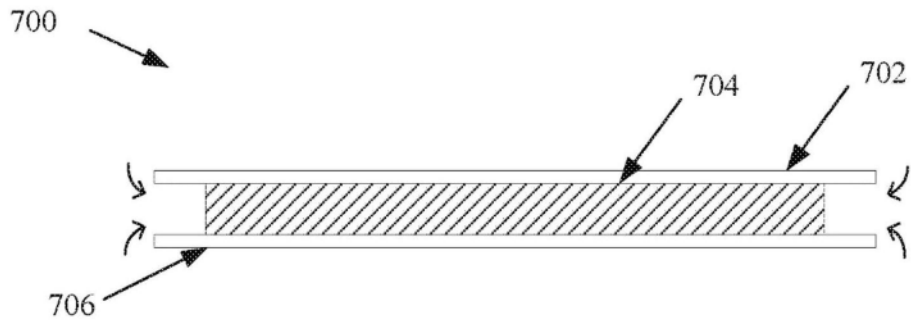


图7

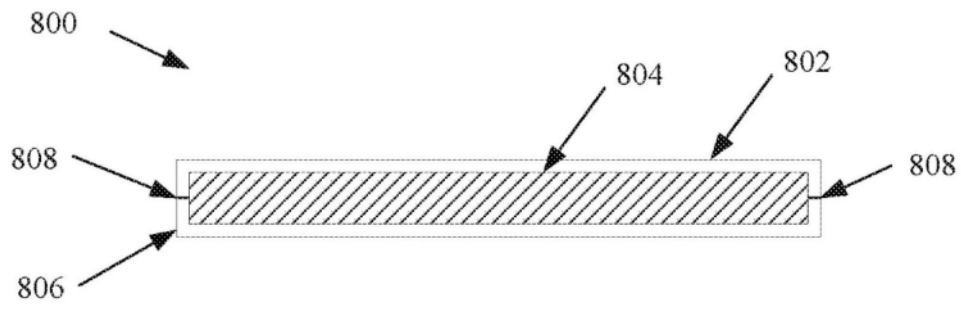


图8

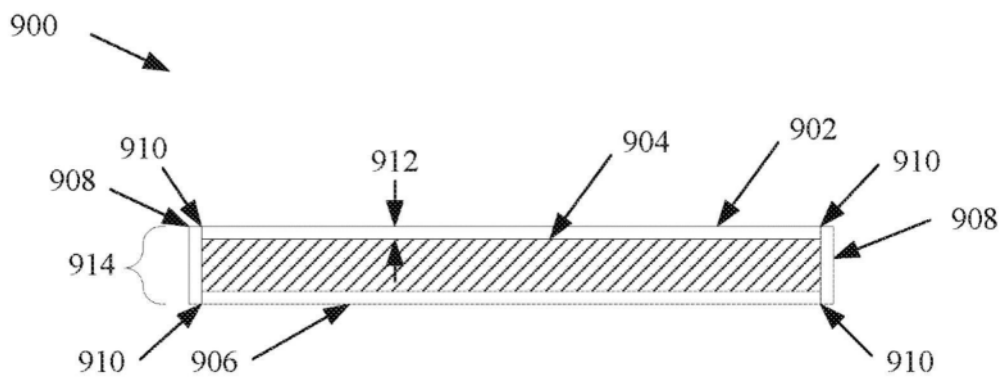


图9

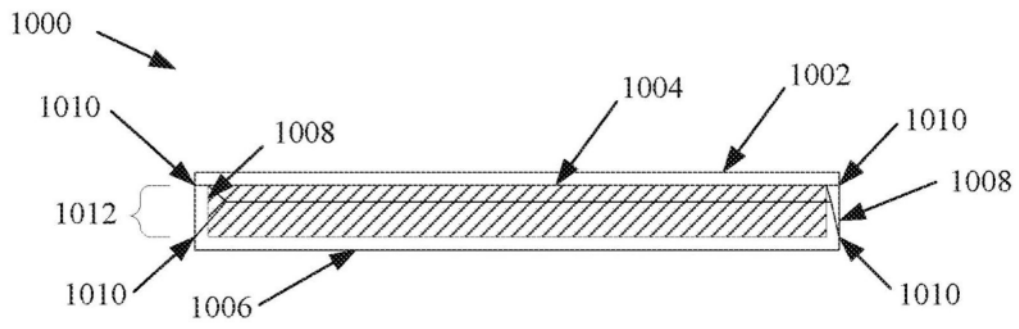


图10

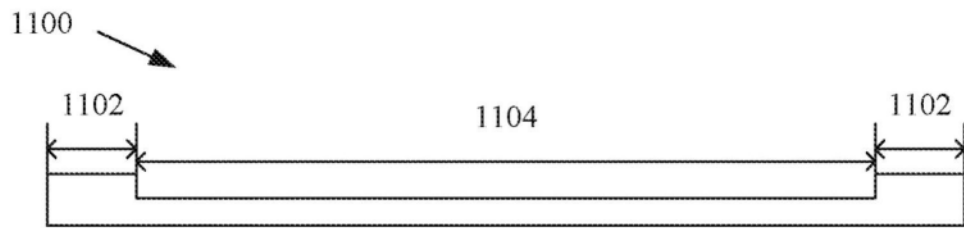


图11

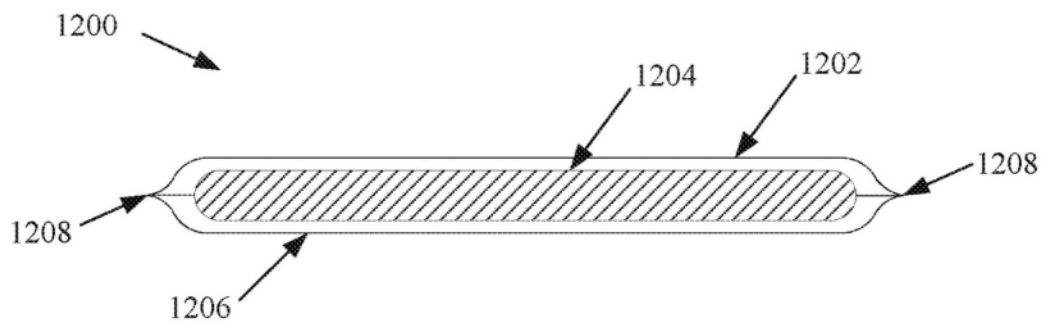


图12

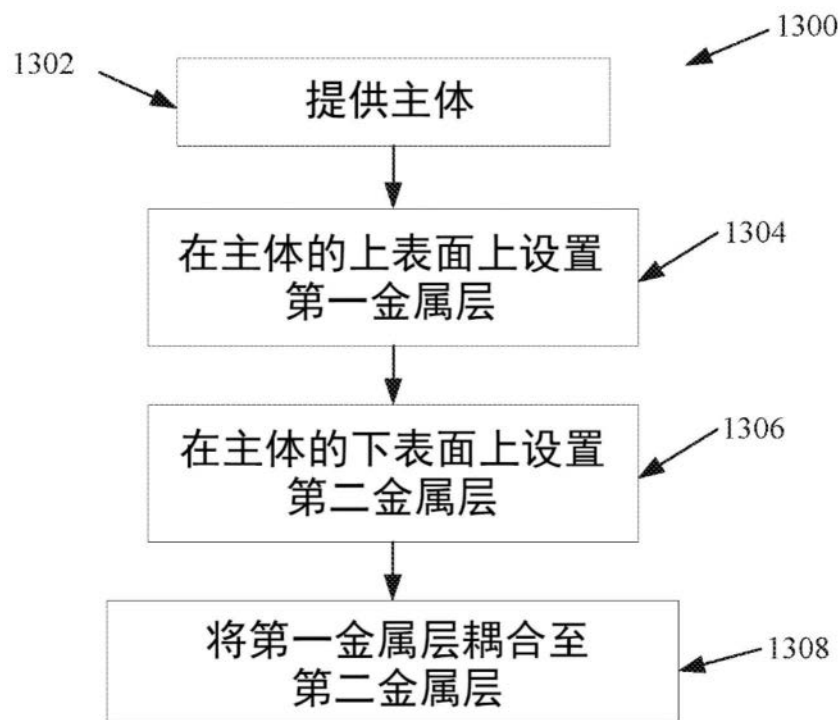


图13

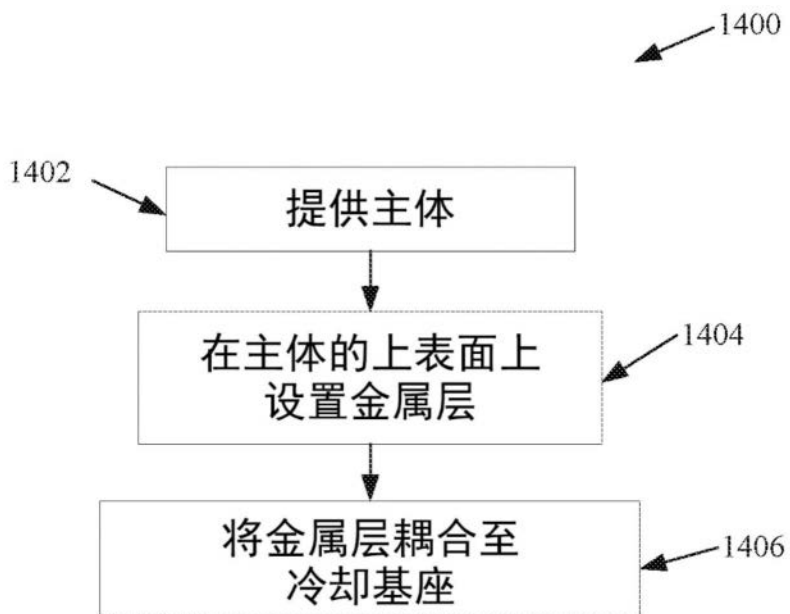


图14