



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105122430 B

(45)授权公告日 2018.12.21

(21)申请号 201480012165.9

(22)申请日 2014.02.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105122430 A

(43)申请公布日 2015.12.02

(30)优先权数据

13/798,028 2013.03.12 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.09.02

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/016719 2014.02.17

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2014/163800 EN 2014.10.09

(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 拉里·弗雷泽 振雄·马修·蔡

约翰·C·福斯特 梅宝·杨

迈克尔·S·杰克逊

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

代理人 徐金国 赵静

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065(2006.01)

(56)对比文件

US 4692836 A, 1987.09.08,

US 5716486 A, 1998.02.10,

US 6077353 A, 2000.06.20,

US 2011/0073037 A1, 2011.03.31,

CN 102160166 A, 2011.08.17,

CN 102731072 A, 2012.10.17,

US 4692836 A, 1987.09.08,

审查员 王建霞

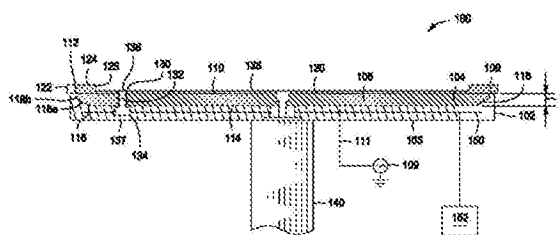
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

用于等离子体蚀刻操作的基板支撑件

(57)摘要

本文公开用于处理基板的方法及装置。在某些实施方式中,用于在处理腔室中支撑基板的基板支撑件包括:介电绝缘体板;支撑于所述介电绝缘体板的导电板,所述导电板包括顶表面及底表面,所述顶表面及所述底表面限定了介于所述顶表面及所述底表面之间的厚度,其中所述导电板的边缘部分在径向向外的方向中渐缩;及介电板,所述介电板包括设置在所述导电板的所述顶表面上的基板支撑件表面。



1. 一种在处理腔室中支撑基板的基板支撑件,所述基板支撑件包括:

介电绝缘体板;

导电板,所述导电板支撑于所述介电绝缘体板上,所述导电板包括具有顶边缘的顶表面及具有底边缘的底表面,所述顶表面及所述底表面限定了介于所述顶表面及所述底表面之间的厚度,其中所述导电板的边缘部分从所述底边缘朝向所述顶边缘在径向向外的方向上向上渐缩(taper);及

介电板,所述介电板包括基板支撑件表面,所述基板支撑件表面设置在所述导电板的所述顶表面上,

其中所述导电板的所述渐缩部分位于径向超出所述基板支撑件表面的位置。

2. 如权利要求1所述的基板支撑件,其中至少一部分的所述底表面是向上渐缩。

3. 如权利要求2所述的基板支撑件,其中所述渐缩部分包括连接所述顶表面及所述底表面的侧壁,其中所述侧壁以从水平位置起15度至75度的角度倾斜。

4. 如权利要求2所述的基板支撑件,其中所述渐缩部分包括连接所述顶表面及所述底表面的侧壁,其中所述侧壁包括一个或更多个直的或弯曲的段。

5. 如权利要求1至4中任一项所述的基板支撑件,其中所述介电绝缘体板包括凹槽,所述凹槽形成于所述介电绝缘体板的顶表面,所述凹槽被配置为接收所述导电板的至少一部分,并维持与所述底表面的至少一部分接触。

6. 如权利要求5所述的基板支撑件,其中所述凹槽是被配置为使得所述导电板的所述顶表面与所述介电绝缘体板的所述顶表面的一部分共面。

7. 如权利要求1至4中任一项所述的基板支撑件,其中所述介电绝缘体板由石英形成。

8. 如权利要求1至4中任一项所述的基板支撑件,其中所述导电板是由金属材料形成。

9. 如权利要求8所述的基板支撑件,其中所述导电板是由钛形成。

10. 如权利要求1至4中任一项所述的基板支撑件,其中所述导电板是由掺杂的(doped)陶瓷形成。

11. 如权利要求1至4中任一项所述的基板支撑件,其中所述介电板包括升起的唇部,所述唇部具有对应至所述基板支撑件表面的内壁。

12. 如权利要求1至4中任一项所述的基板支撑件,其中所述介电板包括石英或陶瓷的至少一种。

13. 如权利要求1至4中任一项所述的基板支撑件,其中所述导电板是经适配以连接至射频偏压源。

14. 如权利要求1至4中任一项所述的基板支撑件,所述基板支撑件进一步包括:

所述介电板中的第一定位孔;

所述导电板中的第二定位孔,所述第二定位孔与所述第一定位孔共轴;及

定位装置,所述定位装置的设置是部分穿过所述第一定位孔且部分在所述导电板内。

用于等离子体蚀刻操作的基板支撑件

技术领域

[0001] 本发明的实施方式大致关于半导体基板处理。

背景技术

[0002] 在半导体基板处理中,存在于基板上或存在于施加到基板的层上的污染物可能不利地影响后续的工艺或已完成的半导体器件的性能。污染物可包含不希望有的施加到基材的金属氧化物或工艺残留物(诸如来自蚀刻工艺的掩模残留物)。

[0003] 为了去除所述污染物,基板的处理可包含非选择性的蚀刻工艺,例如,利用离子化形式惰性气体(诸如氩(argon))的蚀刻。所述蚀刻工艺可发生于腔室中,在所述腔室中惰性气体的等离子体在被基板支撑件支撑的基板的上方形成。某些情况中,所述基板支撑件耦合至偏压射频(radio frequency, RF)源以吸引氩分子朝向所述基板。

[0004] 发明人观察到,在蚀刻程序中,蚀刻速度的不均匀性发生在所述基板的边缘。在某些处理状态下,所观察到的不均匀性是显著的,并且可能不利地影响被处理的所述基板。

[0005] 因此,发明人设计了能够在等离子体蚀刻处理时,有助于改善蚀刻速度均匀性的基板支撑件的实施方式。

发明内容

[0006] 本文公开用于处理基板的方法及设备。某些实施方式中,用以在处理腔室中支撑基板的基板支撑件包括:介电绝缘体板;支撑在所述介电绝缘体板上的导电板,所述导电板包括顶表面及底表面,所述顶表面及所述底表面限定了在所述顶表面及所述底表面之间的厚度,其中所述导电板的边缘部分在径向向外的方向上渐缩(taper);及包括基板支撑件表面的介电板,所述基板支撑件表面设置在所述导电板的所述顶表面上。

[0007] 某些实施方式中,基板处理装置包括:具有内部处理空间的处理腔室;射频(RF)线圈,所述射频线圈设置在所述处理腔室附近,以将射频能量耦合至所述处理空间中;偏压射频源;及如本文公开的任何实施方式中所描述的基板支撑件,所述基板支撑件设置在所述处理空间内,其中所述导电板耦合至所述偏压射频源。

[0008] 某些实施方式中,用以在处理腔室中支撑基板的基板支撑件包括:石英介电绝缘体板;被支撑在所述石英介电绝缘体板上的钛(titanium)导电板,所述导电板包括顶表面及底表面,所述顶表面及所述底表面限定了介于所述顶表面及所述底表面之间的厚度,其中所述厚度在径向向外的方向上沿着所述导电板的边缘部分渐缩;及设置在所述导电板的顶表面上的石英或陶瓷介电板,所述介电板包括升起的唇部,所述唇部具有对应于基板支撑件表面的内壁;其中所述石英介电绝缘体板包括凹槽,所述凹槽形成在所述石英介质绝缘体板顶表面中,所述凹槽被配置为接收所述导电板及维持至少与所述底表面的一部分及所述侧壁的一部分的接触。

[0009] 本发明其它及进一步的实施方式在下文描述。

附图说明

[0010] 以上简短概述及以下更加详细讨论的本发明的实施方式,可通过参考附图中所描绘的本发明的说明性实施方式而理解。然而应了解,附图仅说明本发明的典型实施方式,且因此不应考虑为限制本发明的范围,因为本发明可认知有其它等同效果的实施方式。

[0011] 图1表示根据本发明某些实施方式的基板支撑件的侧面剖视示意图。

[0012] 图2表示根据本申请某些实施方式的处理腔室内的基板支撑件示意图。

[0013] 为了帮助理解,已尽可能地使用相同的元件符号以标示各图都有的相同元件。附图并非依比例绘制且为了清楚而可能简化。应考虑一个实施方式的元件及特征可有益地并入其它实施方式中而无需进一步说明。

具体实施方式

[0014] 本文公开用于处理基板的方法及设备。更具体地说,本文提供能够有益地影响被蚀刻的基板边缘附近的处理均匀性(例如,边缘效应)的基板支撑件实施方式。通过有益地影响所述边缘效应,本发明的实施方式可提供横越所述基板的更均匀的蚀刻处理。

[0015] 在不希望限制本发明的范围的同时,本文公开的本发明的设备在处理腔室中可能特别地有利,所述处理腔室是被配置为执行等离子体蚀刻处理,例如,具有氩气溅射功能的预清洁腔室。合适的等离子体蚀刻处理腔室的范例包括任何PC-XT®产品线的处理腔室,或Preclean II产品线的预清洁腔室,所述腔室由加利福尼亚州圣塔克拉拉郡(Santa Clara, California)的应用材料公司(Applied Materials, Inc.)市售。来自应用材料公司或其他制造商的其他处理腔室也可受益于本文公开的本发明的设备。

[0016] 图1是依据本发明某些实施方式的基板支撑件100的侧面剖视示意图。所述本发明的基板支撑件包括介电绝缘体102(例如,介电绝缘体板),所述介电绝缘体可包括一个或更多个工艺相容的材料,所述材料包括诸如石英或陶瓷的非限制性范例。

[0017] 介电绝缘体102的尺寸至少与被基板支撑件100所支撑的所述基板一样大,且所述介电绝缘体具有顶表面106及底表面103。某些实施方式中,介电绝缘体102可包括位于中心的凹槽104,所述凹槽形成于介电绝缘体102的顶表面106中。凹槽104被配置为接收导电板108(在下文更完整地探讨)以及维持至少与导电板108的一部分的接触。介电绝缘体102在支撑轴140上可以在垂直移动中或转动中,或是既垂直移动又转动中被支撑。

[0018] 导电板108具有有限定了介于顶表面110及底表面114之间厚度T的顶表面110及底表面114,所述顶表面具有顶边缘112,所述底表面具有底边缘116。导电板108可具有渐缩的边缘部分,即,厚度T在径向向外方向沿着导电板108的边缘附近的一部分半径减少。在图1所示的非限制性实施方式中,在导电板108的所述边缘部分处,大致向上倾斜的侧壁118连接至顶边缘112及底边缘116,所述侧壁具有一个或更多个直的或弯曲的段。所述渐缩的边缘可为连续的或部分连续的变化,如图1所示,或所述渐缩的边缘可以是从底边缘116至顶边缘112的阶梯式变化,所述阶梯式变化包括一个或更多个台阶。在包括弯曲段的实施方式中,所述段的曲线可以是凹形或是凸形,并且所述曲线可以是凹形和凸形段的组合。

[0019] 在图1所示的非限制性实施方式中,侧壁118包括两段。第一侧壁段118a从底边缘116朝向顶边缘112以大约15度至大约75度(例如大约45度)的角度倾斜。第二侧壁段118b相

对于底边缘116的第一侧壁段118a的端点连接至顶边缘112。第二侧壁段118b及附加段(如果有使用)(未图示)可以以相同于第一侧壁段118a的角度延伸,或可以以不同角度延伸,如图所示。例如,某些实施方式中,第二侧壁段118b,或邻近顶表面110的最终侧壁段可大体上垂直地延伸至顶表面110。

[0020] 某些实施方式中,形成于介电绝缘体102的顶表面106的凹槽104被配置以对应于(例如,配对于)导电板108的底表面114。在图1所示的非限制性实施方式中,凹槽104被配置以共轴接收导电板108,使得顶表面110与介电绝缘体102的顶表面106的一部分共面或大体上共面。在其他实施方式中,顶表面110可设置在顶表面106的上方或下方。

[0021] 导电板108可由至少传导射频能量的材料形成,所述材料所包括非限制性范例,诸如金属材料(诸如钛或铝),或掺杂(doped)陶瓷。某些实施方式中,导电板108可通过射频导管111耦合至射频偏压源(例如,电源109)。

[0022] 某些实施方式中,介电板120设置在导电板108的顶表面110上。介电板120可由类似于介电绝缘体102的材料制成。介电板120的外周边可延伸超出导电板108的周边并安置在介电绝缘体102的顶表面106的一部分上。某些实施方式中,介电板120可延伸超出介电绝缘体102的径向范围,例如最外围边缘122。

[0023] 根据某些实施方式,介电板120包括升起的唇部124,所述唇部具有内壁126,所述内壁限定了基板支撑件表面128。基板支撑件表面被配置为在内壁126内支撑基板,例如200mm、300mm,或450mm直径的半导体基板。某些实施方式中,当所述介电板设置在导电板108的顶表面110上时,导电板108的渐缩边缘部分延伸超出基板支撑件表面128。

[0024] 介电板120可包括第一定位孔130,所述第一定位孔共轴对准至第二定位孔132,所述第二定位孔被形成至少部分穿过导电板108。第一定位装置,例如第一定位销136,可穿过介电板120使得所述销安置在所述介电板内的基板支撑件表面128处或所述基板支撑件表面之下,且第一定位销136部分穿过导电板108以将介电板120至少有角度地相对于导电板108定位。第三定位孔134可被形成至少部分地穿过介电绝缘体102,并与第一定位孔130共轴对准。第二定位装置,例如第二定位销137,可穿过介电绝缘体102并部分延伸至第二定位孔132中以将导电板108相对于介电绝缘体102至少有角度地定位。

[0025] 第一、第二及第三定位孔130、132及134不需要共轴对准以为了将所述基板支撑件的组件定位。为了对准,相邻的组件,例如介电板120及导电板108,可具有一个或更多个轴向对准的孔以接收第一定位销136。相似地,导电板108及介电绝缘体102可具有一个或更多个轴向对准的孔以接收第二定位销137。当一起使用时,所述定位孔及定位销可至少为介电绝缘体102、导电板108及介电板120提供径向对准。

[0026] 发明人观察到,如上文描述的被配置并定位于导电板108的所述顶表面上的介电板有利地影响等离子体的形成,且在所述基板的所述边缘处对于蚀刻速度的均匀性具有有益的效果。发明人观察到,具有延伸超出基板支撑件表面128的渐缩边缘的导电板108可减少所述边缘效应的显著性。在不受限于理论的情况下,发明人相信介电板120通过电场的扩散(diffusion)或蔓延(spreading)离开下方的导电板108的所述边缘而改善了所述等离子体的均匀性。

[0027] 所述基板支撑件可包括加热器150,以在基板设置在基板支撑件100上时,将所述基板加热至所需的温度。加热器150可为适合提供基板温度控制的任何种类的加热器。例

如,加热器150可为电阻式加热器。在这样的实施方式中,加热器150可耦合至电源152,所述电源被配置为提供加热器150电力以有助于操作加热器150。某些实施方式中,加热器150可内建于介电绝缘体102、导电板108及基板支撑件100的介电板120中的一个或多个中。加热器150也可位于介电绝缘体102及导电板108的界面中,或在导电板108及介电板120的界面上。替代地或组合地,某些实施方式中,加热器150可设置在基板支撑件100的所述表面之上或附近。加热器150的数量及排列可被变更以对基板216温度提供额外的控制(图2)。例如,在使用多于一个加热器的实施方式中,所述加热器可被排列在多个区域以有助于横越基板216的温度的控制,因此提供增进的温度控制。

[0028] 发明人观察到,某些现有基板支撑件的典型的边缘效应在所述基板的边缘处不利地影响基板处理。一般而言,在预清洁处理或其他蚀刻或溅射-蚀刻处理期间,观察到所述边缘效应造成所述蚀刻速度的不均匀性,其中所述基板边缘比所述基板的其它部分更积极地(aggressively)被蚀刻。

[0029] 某些处理状况下,及对于某些基板,所述基板边缘增加的蚀刻速度并不足以造成制造上的困扰。然而,某些处理中,例如利用偏压射频(RF)能量源的处理,所述不均匀性无法被容忍,且目前的技术无法充分地纠正所述状况。某些处理中,例如利用特定硬件配置的高偏压处理,其中所述导电板被提供大约500W至大约1kW的偏压射频功率,在所述基板边缘处的所述边缘效应足够使处理不均匀性造成制造上的困扰。在其他硬件配置的其他情况中,高偏压状况可存在于偏压功率超过系统能力大约50%的时候。其他实施方式中,高偏压可具有不同的特性,但在所有的情况中,随着施加至所述基板支撑件的所述偏压功率增加到所期望用于其他处理考虑的水平,所述基板边缘处的不均匀性成为问题。

[0030] 在高偏压的情况中,不希望有的不均匀性状况存在于所述边缘处,且所述不均匀性的量足以影响由所述基板生产的半导体的产率。所述不均匀性无法在商业化中被容许,且无法利用目前的设备以将所述不均匀性充分地控制到可接受的程度。

[0031] 本文公开的本发明的基板支撑件可有利地改变典型基板支撑件上所看到的所述基板边缘的更高蚀刻速度。测试结果显示本基板支撑件可将所述边缘效应所造成的蚀刻不均匀性减少至可接受的程度,甚至是在高偏压的情况下。某些蚀刻均匀性测试的结果中,当相较于利用目前基板支撑件在相似的状况下处理的基板时,所移除或蚀刻的材料的均匀性上显示出有所改善。

[0032] 发明人注意到在某些测试中,所述本发明的基板支撑件产生了均匀但较低的蚀刻速度。即,相较于利用当前的基板支撑件在相似状况下处理的相似基板,所述蚀刻速度在横越所述基板上更均匀且在计时的时段中被去除材料的量更少。利用本基板支撑件所观察到的蚀刻速度在横越所述基板上是均匀的,或是大体上均匀的。所述较低的蚀刻速度显示出能有益地改善所述蚀刻处理的可控制性。

[0033] 图2表示根据本发明的某些实施方式的基板处理系统。其他配置的其他处理腔室也可依据在此提供的教导而改变。

[0034] 一般而言,基板处理系统200包括处理腔室202,所述处理腔室具有第一空间203及第二空间205。第一空间203可包括将接收(例如引入或形成)等离子体207的处理腔室202的一部分。第二空间205可包括处理腔室202的一部分,在第二空间中,将来自等离子体207的反应物处理基板。例如,基板支撑件100可被设置在处理腔室202的第二空间205内。

[0035] 基板处理系统200可包括气体入口206,所述气体入口耦合至所述处理腔室以提供一种或更多种可被用于在所述第一空间中形成等离子体207的处理气体。气体排放装置208可被耦合到处理腔室202,例如在包括第二空间205的处理腔室202的较低部分中。某些实施方式中,射频电源210可被耦合至感应线圈212以在处理腔室202内产生等离子体207。或者,(未显示),所述等离子体可由例如远程等离子体源或类似物来远程产生,并流至所述处理腔室的第一空间203中。某些实施方式中,电源109可被耦合至基板支撑件100,以在基板216存在于基板支撑件100的表面上时,控制流至所述基板的离子通量(flux)。基板处理系统200可包括控制器220,例如,以控制基板处理系统200的一个或更多个部件以执行基板216上的操作。其他及进一步的部件及基板处理系统200在下文探讨。

[0036] 处理腔室202包括壁230、底部232及顶部234。介电盖236可被设置在顶部234之下及处理配件228之上,处理配件228耦合至处理腔室202。介电盖236可为如图2所示的圆顶形。介电盖236可由诸如玻璃或石英的介电材料所制成,且所述介电盖通常是可在特定数量的基板在基板处理系统200中被处理后而替换的可替换部件。感应线圈212可设置在介电盖236周围并耦合到射频电源210以将射频功率感应耦合到第一空间203,以在第一空间203中形成等离子体207。以替代感应线圈212或与感应线圈212组合的方式,远程等离子体源(未显示)可被用以在第一空间203中形成等离子体207或将等离子体207提供到第一空间203。

[0037] 处理配件228可包括诸如凸缘的环238,所述环具有被配置以安置在处理腔室202的壁230上的外围边缘240。例如,如图2所示,环238的外围边缘240可安置在壁230上并使介电盖236及顶部234安置在环238上。然而,图2所示的实施方式仅为范例性的,且其他实施方式是可能的。例如,环238可被配置为安置在腔室的内部特征上(未显示),例如从壁230向内延伸的唇部或类似物。环238可进一步包括内围边缘242。

[0038] 处理配件228可包括主体244,所述主体从环238的内围边缘242向下延伸。主体244可包括侧壁246,所述侧壁限定了基板支撑件100上方的开口248。例如,如图2所示,开口248的直径可超出基板支撑件100的直径。例如,形成于基板支撑件100及主体244的侧壁246之间的缝隙250可被用来当作流动路径以用在将要排放到气体排放装置208的处理气体、副产物及其他材料上。

[0039] 处理配件228可包括任何能与基板处理系统200中执行的处理兼容的合适材料。处理配件228的部件可有助于限定第一空间及第二空间203、205。例如,第一空间203可至少由环238及介电盖236限定。例如,某些实施方式中,如图2所示,第一空间203可进一步由主体244的侧壁246所限定。例如,第二空间205可由主体244及基板支撑件100所限定。

[0040] 气体入口206连接至处理气体供应器218且在处理期间将处理气体引进至基板处理系统200。如图示的,气体入口206是透过介电盖236而耦合到第一空间203。然而,气体入口206可于任何适当的位置耦合至第一空间203中。气体排放装置208可包括伺服控制节流阀252及真空泵254。真空泵254在处理前抽空基板处理系统200。在处理期间,真空泵254及伺服控制节流阀252维持基板处理系统200内的所需压力。加热器150被提供以将基板216加热至所需温度。加热器150耦合至电源264,所述电源被配置为提供电力给加热器150以有助于加热器150的操作。

[0041] 控制器220包括中央处理器(CPU) 222、内存224及用于CPU 222的支持电路226,且所述控制器有助于基板处理系统200的部件的控制,也因此有助于在基板处理系统200中处

理基板的方法。控制器220可以是任何形式之一的一般用途计算机处理器,所述一般用途计算机处理器能被用于在工业环境中控制各种腔室及子处理器。CPU 222的内存,或计算机可读取媒体224可为一个或更多个容易取得的内存,例如随机存取内存(RAM)、只读存储器(ROM)、软盘、硬盘,或任何其他形式的本地或远程数字储存。支持电路226耦合至CPU 222以用于以已知的方式支持所述处理器。所述电路包括高速缓存(cache)、电源、时钟电路、输入/输出电路及子系统,及类似物。内存224储存了软件(原始或目标代码),所述软件可被执行或调用(invoked)并以本文所描述的方式控制基板处理系统200的操作。软件例程(routine)亦可被第二CPU(未显示)储存及/或执行,所述第二CPU位于远离CPU 222所控制的硬件处。

[0042] 在操作的例子中,基板216设置在基板支撑件100的基板支撑件表面128上。基板处理系统200可被抽空以提供真空处理环境。处理气体透过气体入口206引进至第一空间203中。为了激活反应,处理气体的等离子体在处理区域中通过感应性耦合及/或电容性耦合产生。等离子体207可通过将足以在处理区域中维持等离子体的电力施加至感应线圈212而产生。应考虑到,所述处理区域内的所述等离子体可于处理时仅被感应性耦合、仅被电容性耦合或被感应性及电容性耦合两者所激发及维持。

[0043] 在非限制性的实施方式中,所揭示的基板支撑件可有利地利用于预清洁腔室,所述预清洁腔室是用于在沉积处理之前清洗基板或用于处理步骤之间的清洗步骤。在这些情况中,诸如氩的惰性气体可被用作处理气体。所述感应线圈在处理腔室202中产生离子化形式的氩分子,即等离子体207。

[0044] 为了将所述等离子体化分子导引至所需的方向,例如朝向基板216,某些实施方式中,偏压或高偏压射频功率耦合至基板支撑件100上,例如通过电源109。在本发明中,所述射频是施加至导电板108。发明人观察到,至少如图1所示的在径向向外方向渐缩的导电板108的厚度有益地将位于所述基板边缘的边缘效应减至最低,并在横越所述基板上产生更均匀的蚀刻。

[0045] 因此,本文提供了用于处理基板的改进的装置。所述本发明的装置的实施方式以关于氩气溅射蚀刻处理为说明而并非限制的方式描述。其他等离子体蚀刻处理可有利地采用本基板支撑件以减少处理放置在所述基板支撑件上的基板时的边缘效应。

[0046] 尽管以上针对本发明的实施方式,但可在并未背离本发明的基本范畴的情况下设计本发明的其它及进一步的实施方式。

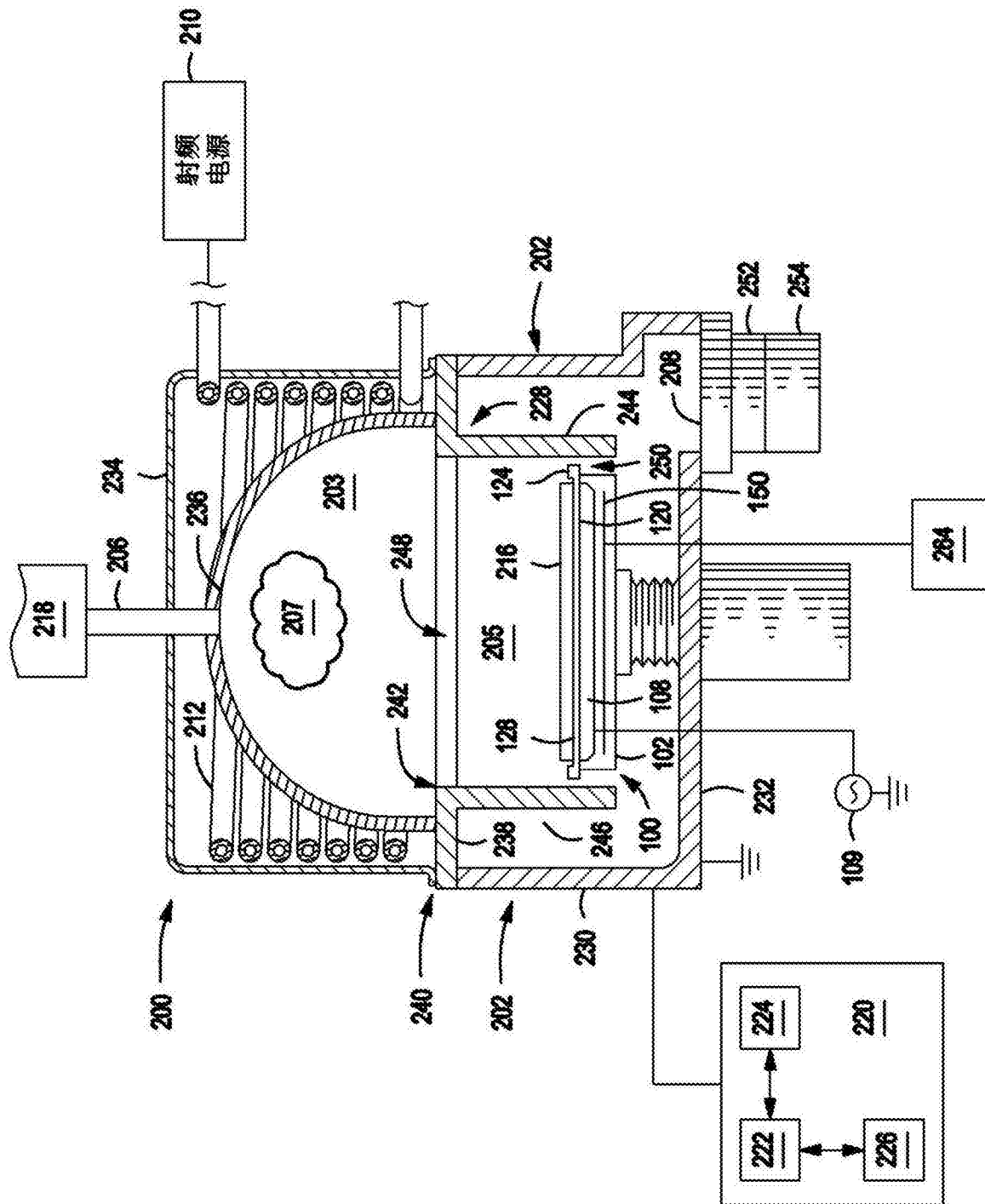


图2