



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111247619 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 05

(21) 申请号 201880067780.8

(22) 申请日 2018.09.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111247619 A

(43) 申请公布日 2020.06.05

(30) 优先权数据
15/786,497 2017.10.17 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.04.17

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/053129 2018.09.27

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/079013 EN 2019.04.25

(73) 专利权人 朗姆研究公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 亚伦·宾汉
帕特里克·范克利蒙布特

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263
专利代理师 李献忠 张华

(51) Int.Cl.
H01J 37/32 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2008180028 A1, 2008.07.31
US 2010276391 A1, 2010.11.04
EP 0731559 A1, 1996.09.11
US 2010099263 A1, 2010.04.22
US 2016079057 A1, 2016.03.17
CN 106128931 A, 2016.11.16
CN 103703870 A, 2014.04.02

审查员 崔文凯

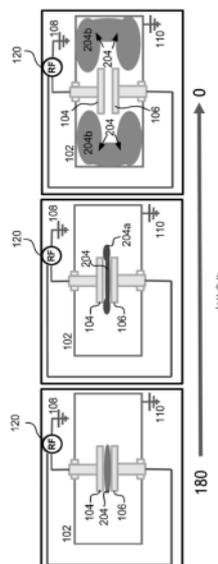
权利要求书3页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

用于控制等离子体室中的等离子体辉光放电的方法和系统

(57) 摘要

公开了用于控制等离子体室内的辉光放电的方法和系统。示例性的设备包含具有连接至地的室壁的室和射频(RF)电源。顶部电极连接至该RF电源,且底部电极连接至该RF电源。相变控制部连接至该RF电源的输出,以控制由该RF电源供应至该顶部电极的RF信号的第一相位、以及由该RF电源供应至该底部电极的该RF信号的第二相位。控制器与该相变控制部通信,以调整该第一相位与该第二相位之间的相位差,从而调整该室内等离子体辉光放电的位置。



1. 一种用于控制等离子体辉光放电的定位的方法,其包含:
将射频产生器连接至室的顶部电极,所述室具有耦合至地的室壁;
将所述射频产生器连接至所述室的底部电极;
对待在所述室中执行的沉积的处理操作进行识别;
将待供应至所述顶部电极的来自所述射频产生器的射频信号设定在第一相位;
将待供应至所述底部电极的来自所述射频产生器的所述射频信号设定在第二相位,所述第一相位与所述第二相位能调整至一定相位差,以使所述等离子体辉光放电可控地定位;
其中所述相位差的第一设置使得所述等离子体辉光放电实质上被定位于所述顶部电极与所述底部电极之间,并且所述相位差的第二设置使得所述等离子体辉光放电被定位成实质上远离所述顶部电极与所述底部电极之间并且实质上朝所述室壁集中。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一相位与所述第二相位的设定响应于控制器输入,以调整至所述相位差。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中设定所述相位差的所述第一设置以将所述第一相位设置为与所述第二相位呈180度异相,使得供应至所述顶部电极的所述射频信号与供应至所述底部电极的所述射频信号为180度异相,以影响所述等离子体辉光放电至实质上被包含于所述顶部电极与所述底部电极之间。
4. 根据权利要求2所述的方法,其中设定所述相位差的所述第二设置以将所述第一相位设置为与所述第二相位呈0度异相,使得供应至所述顶部电极的所述射频信号与供应至所述底部电极的所述射频信号为0度异相,以影响所述等离子体辉光放电至实质上远离所述顶部电极与所述底部电极之间并且实质上朝所述室壁集中。
5. 根据权利要求2所述的方法,其中设定所述相位差的第三设置以将所述第一相位设置为与所述第二相位呈介于180度异相与0度异相之间,以影响所述等离子体辉光放电至,介于以下两者之间:实质上在所述顶部电极与所述底部电极之间,和实质上远离所述顶部电极与所述底部电极并且实质上朝所述室壁移动。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中通过介于所述射频产生器与所述顶部电极之间的第一电缆长度而设定所述第一相位,且通过介于所述射频产生器与所述底部电极之间的第二电缆长度而设定所述第二相位。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述第一电缆长度不同于所述第二电缆长度。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一相位与第二相位由相变控制部设定,所述相变控制部与控制器接合,所述控制器被配置为从相位传感器接收来自所述室的相位信息,所述相位信息由所述控制器使用以对所述相位差进行调整。
9. 根据权利要求1所述的方法,其还包含,
基于所述室中减少的功率寄生而调整二次氧清扫流动,所述减少的功率寄生起因于在所述顶部电极与所述底部电极之间拆分所述射频产生器的射频功率。
10. 根据权利要求1所述的方法,其还包含,
将所述相位差设定为0度异相,同时将氢/氦气体流供应至所述室中以产生氢自由基,所述氢自由基用于清洁所述室壁的至少一部分上的沉积微粒或残留物。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中所述处理操作为沉积操作,所述方法还包含,

在所述相位差被设定于180度异相时执行所述沉积操作；
判定所述沉积操作的结束；
将所述相位差切换为0度异相；并且
在所述切换之后使所述沉积操作停止。

12. 一种用于处理衬底的设备，其包含，
室，其具有连接至地的室壁；
射频电源；
顶部电极，其连接至所述射频电源；
底部电极，其连接至所述射频电源；

相变控制部，其连接至所述射频电源的输出，以控制由所述射频电源供应至所述顶部电极的射频信号的第一相位、以及由所述射频电源供应至所述底部电极的所述射频信号的第二相位，其中控制器与所述相变控制部通信，以调整所述第一相位与所述第二相位之间的相位差，从而调整等离子体辉光放电的位置；

其中所述相位差的第一设置使得所述等离子体辉光放电实质上被定位于所述顶部电极与所述底部电极之间，并且所述相位差的第二设置使得所述等离子体辉光放电被定位成朝所述室的所述室壁集中且远离所述顶部电极与所述底部电极之间。

13. 根据权利要求12所述的设备，其中设定所述相位差的所述第一设置以将所述第一相位设置为与所述第二相位呈180度异相，使得供应至所述顶部电极的所述射频信号与供应至所述底部电极的所述射频信号为180度异相，以影响所述等离子体辉光放电至实质上容纳于所述顶部电极与所述底部电极之间。

14. 根据权利要求12所述的设备，其中设定所述相位差的所述第二设置以将所述第一相位设置为与所述第二相位呈0度异相，使得供应至所述顶部电极的所述射频信号与供应至所述底部电极的所述射频信号为0度异相，以影响所述等离子体辉光放电至实质上远离所述顶部电极与所述底部电极之间并且实质上朝所述室壁集中。

15. 根据权利要求12所述的设备，其中设定所述相位差的第三设置以将所述第一相位设置为与所述第二相位呈介于180度异相与0度异相之间，以影响所述等离子体辉光放电至，

介于以下两者之间：实质上在所述顶部电极与所述底部电极之间，和实质上远离所述顶部电极与所述底部电极并且实质上朝所述室壁移动。

16. 根据权利要求12所述的设备，其中所述控制器被配置为从相位传感器接收来自所述室的相位信息，所述相位信息由所述控制器使用以对所述相位差进行调整，从而在处理期间影响所述室内的沉积均匀度。

17. 根据权利要求12所述的设备，其还包含，

基于所述室中减少的功率寄生而调整二次氧清扫流动，减少的功率寄生起因于在所述顶部电极与所述底部电极之间拆分所述射频电源。

18. 根据权利要求12所述的设备，其还包含，

将所述相位差设定为0度异相，同时将氢/氦气体流供应至所述室中以产生氢自由基，所述氢自由基用于清洁所述室壁的至少一部分上的沉积微粒或残留物。

19. 根据权利要求12所述的设备，其中所述控制器被配置为通过以下方式来控制沉积

操作:在所述沉积操作期间将所述相位差设定为180度异相,并在完成所述沉积操作之后且在停止所述射频电源之前将所述相位差切换为0度异相。

20. 根据权利要求12所述的设备,其中所述顶部电极为喷头且所述底部电极为基座。

用于控制等离子体室中的等离子体辉光放电的方法和系统

技术领域

[0001] 本实施方案涉及等离子体室的电极间等离子体的等离子体辉光放电的控制方法，更具体而言，涉及提供至等离子体室的喷头和基座中的每一个的射频(RF)功率信号之间的相位控制方法。

背景技术

[0002] 等离子体增强化学气相沉积(PECVD)为一种类型的等离子体沉积，其用于在衬底(例如，晶片)上由气态(亦即，蒸气)至固态沉积薄膜。PECVD系统将液体前体转化为蒸气前体，该蒸气前体被输送至室。PECVD系统可包含蒸发器，其以受控方式使液体前体蒸发以产生蒸气前体。等离子体室用于利用等离子体增强原子层沉积(PEALD)处理来沉积精密材料层。相似地，等离子体被用于为了从衬底移除材料而优化的室中。

[0003] 这些系统均需要从导入室中的气体激励等离子体，其在本文中称为等离子体辉光放电，等离子体辉光放电起因于将功率提供至室的一或更多电极。依赖于在电极间点燃等离子体的任何系统的当前挑战为辉光放电的控制。例如，一旦辉光放电在电极之间产生，通常不可能对所有等离子体主体的在室内不同位置或区域中的定位部分造成影响。为了解决这些问题，现今技术依赖多个频率和/或多个RF产生器以控制PEALD、PEALD、或蚀刻中的辉光放电。

[0004] 本实施方案就是在此背景中产生的。

发明内容

[0005] 提供了用于控制室内等离子体辉光放电的方法和系统。针对从RF电源供应至顶部电极与底部电极两者的RF信号而控制相位差。相位差的控制协助控制等离子体辉光放电的定位，使其由实质上在顶部电极与底部电极之间到实质上远离顶部与底部电极并接近室的室壁，这些室壁是接地的。

[0006] 在一实施方案中，公开了一种用于控制等离子体辉光放电的定位的方法。射频(RF)产生器连接至室的顶部电极，且该室具有耦合至地的室壁。该RF产生器连接至该室的底部电极。该方法包含对将在该室中执行的沉积的处理操作进行识别。该方法还包含将待供应至该顶部电极的来自该RF产生器的RF信号设定在第一相位，且将待供应至该底部电极的来自该RF产生器的该RF信号设定在第二相位。该第一相位与该第二相位可调整至一定相位差，以使等离子体辉光放电基于该相位差而可控地定位于该室内。

[0007] 公开了用于处理衬底的设备。该设备包含具有连接至地的室壁的室和射频(RF)电源。顶部电极连接至该RF电源，且底部电极连接至该RF电源。相变控制部连接至该RF电源的输出，以控制由该RF电源供应至该顶部电极的RF信号的第一相位、以及由该RF电源供应至该底部电极的该RF信号的第二相位。控制器与该相变控制部通信，以调整该第一相位与该第二相位之间的相位差，从而调整该室内等离子体辉光放电的位置。

[0008] 根据下文结合附图进行的详细描述，其他方面将变得清楚。

附图说明

[0009] 通过参照下文结合附图进行的描述,可最适当理解实施方案。

[0010] 图1依据一构造说明等离子体室的示例,该等离子体室包含具有室壁的用于处理衬底的室。

[0011] 图2说明通过改变输送至顶部电极的第一相位与输送至底部电极的第二相位(如由RF电源供应的RF信号所输送)之间的相位而提供的功能的示例。

[0012] 图3根据一实施方案说明处理室的示例构造,以及通过将输送至顶部电极与底部电极的RF功率拆分(split)而获得的某些优点。

[0013] 图4-8根据本公开的若干实施方案提供了示例性的方法流程。

具体实施方式

[0014] 下述的实施方案描述用于以下操作的方法、装置、系统以及计算机程序:对输送至顶部电极(例如喷头)与底部电极(例如基座)中的每一者的RF功率之间的相位差进行控制或设定,以对等离子体室内等离子体辉光放电的主体的位置或定位造成影响。显然,在没有这些特定细节中的一些或全部的情况下可实行本发明。在其他示例中,为了不使本发明难以理解,公知的处理操作没有详细叙述。

[0015] 在一实施方案中,将单一的RF产生器连接至喷头和基座两者。在该构造中,喷头用作顶部电极,而基座用作底部电极。在一示例中,单一的RF产生器被配置为将RF功率的一半供应至喷头的电极,且将RF功率的一半供应至基座的电极,同时控制所输送的RF功率信号之间的相位差。在一示例中,提供至喷头的电极的RF功率信号与提供至基座的电极的RF功率信号为180度异相(out-of-phase)。在另一示例中,提供至喷头的电极的RF功率信号与提供至基座的电极的RF功率信号为0度异相(例如,同相)。在又一示例中,通过控制RF功率信号的介于0和180度异相之间的量,可能会对室中等离子体的等离子体辉光放电的形状和/或定位造成影响。举例而言,通过改变相位,系统能够使等离子体辉光放电集中为实质上在顶部与底部电极之间、或远离顶部与底部电极并朝向接地的室壁,这些室壁提供一地回路。

[0016] 在一些实施方案中,通过选择从RF产生器至电极中的每一个的电缆长度而设定相位差。在其他实施方案中,与室的控制器接合的电子组件是可程序化的,以自动设定并控制通往两电极的RF之间的相变/相移。在一些实施方案中,电缆长度和控制器控制可一起运行,以提供微调,从而使等离子体辉光放电定位于期望位置中。本文所述的实施方案并不限于任何频率。本文所述实施方案中的若干可使用介于约100KHz至约100MHz之间的频率,尤其是,一些示例频率包含约400KHz、约2MHz、约13.56MHz、约27MHz、约60MHz等。

[0017] 图1说明等离子体室100的示例,等离子体室100包含具有室壁102的用于处理衬底的室。室壁102接地110。在一实施方案中,底部电极106用作支撑衬底的基座。顶部电极104用作输送用于沉积或蚀刻材料的气体的喷头。在一实施方案中,射频(RF)电源120在一端耦合至地108,且同时耦合至顶部电极104与底部电极106两者。如图所示,相变控制部142连接至RF电源120的输出,并与控制器140接合。在一实施方案中,相变控制部142用于修改由RF电源120输出的RF信号的相位。

[0018] 相变控制部142被配置为针对由RF电源120输出的相同的RF信号输出,而调整输送至顶部电极104的第一相位与输送至底部电极106的第二相位之间的相位差。相位传感器

144通过室壁102的端口而连接至室。相位传感器144被配置为监视和感测室的内部区域,以判定等离子体辉光放电的位置或实质集中度。如果等离子体辉光放电集中在顶部电极104与底部电极106之间,则相位传感器144会判定输送至顶部电极104与底部电极106的RF信号之间的相位为实质上180度异相。

[0019] 如果传感器判定等离子体辉光放电的集中度实质上靠近室壁102,则传感器会判定输送至顶部电极104与底部电极106的RF信号之间的相位为实质上0度异相、或实质上同相。在一些实施方案中,相位传感器144作为相位检测器操作,其可监视或感测室内的电流及电压特性。在一些实施方案中,相位传感器144可由整合于不同位置中、面向室内部的多个检测器限定。以此方式,可进行相位及等离子体辉光放电强度的更精确的检测,以在处理期间或处理之前判定或估计存在于室中的相位差。

[0020] 在一实施方案中,相位传感器144可为电压-电流(VI)探针,其用于在操作期间从室获取电压及电流的测量结果。举例而言,VI探针可被连接于室的外部,例如,通过电性耦合至电极(即,喷头电极或基座电极),或可被耦合至面向室的内部区域或朝向一或两电极的内表面、端口、或延伸部。有些示例性探针包含由设备供货商所制造的定制探针或VI探针,例如由MKS Instruments, Inc.所制造的VI探针、由Bird Technologies所制造的VI探针、或其他。在一些实施方案中,相位传感器144可作为幅值相位检测器而实施,其接收并处理电压和电流信号以检测相位。此外,其他类型的系统(例如示波器、网络分析器及试验设备)也可用于监视室内的相位。

[0021] 在一些实施方案中,相变控制部142可用于感测供应至顶部电极与底部电极中的每一者的RF信号的相位。举例而言,通过选择RF电源120的输出与顶部电极104和底部电极106中的每一者之间的电缆长度而控制相位。因此,相变控制部142可感测RF信号并基于从控制器140接收的控制而在必要时进行调整。控制器140还显示为与RF电源120相接合,从而在操作期间提供控制。

[0022] 图2说明通过改变输送至顶部电极104的第一相位与输送至底部电极106的第二相位(如由RF电源120供应的RF信号所输送)之间的相位而提供的功能的示例。在此示例中,当第一相位与第二相位被设定为约180度异相时,等离子体辉光放电204主要被容纳于顶部电极104与底部电极106之间,同时使室壁102维持接地110。在另一极端情况下,当供应至顶部电极104与底部电极106的RF信号被同相输送时(例如,0度异相),将等离子体辉光放电104朝向室壁102推动或移动,室壁102提供通往地110的路径。

[0023] 在一实施方案中,可在其他的处理应用期间利用将等离子体辉光放电204b朝向室壁102移动。举例而言,通过将输送至顶部电极104的RF信号的第一相位与输送至底部电极106的RF信号的第二相位设置为同相,也可使室壁清洁优化。此时,可在使氦与氢的气体混合物流动时使经移动的等离子体辉光放电204b优化。使该气体混合物优化以产生氢自由基*H(例如,原位低寿命自由基),其用于蚀刻附着于等离子体室表面或室内围绕电极的其他部件的副产物。

[0024] 这在电极104和电极106之间不提供等离子体,且所有的等离子体及电位流至室壁的地110或也接地的室内结构。在一实施方案中,对于低温处理,该室清洁配置可代替远程等离子体清洁(RPC),其中在电极之间不造成损害。这更容许移除室内的大量管件及整合部件,因为不再需要RPC。在一些实施方案中,可利用不同的化学品以执行室部件或室内的清

洁。应理解,氢和氦的气体混合物仅提供作为一个示例化学品组合。

[0025] 在介于180度异相与0度异相之间的一些相位下,可迫使等离子体辉光放电204具有周边等离子体辉光放电204a,从而等离子体辉光放电204伸长或整形。该控制在沉积操作期间提供沉积处理的均匀性调谐。举例而言,如果期望在周边有较多或较少的等离子体辉光放电204,并且期望实质上在衬底中间有较少的等离子体辉光放电204,则使相位从180度异相往更接近0度异相的一些数值移动。在一示例中,90度异相可提供一些周边等离子体辉光放电204a,其使受处理的衬底上的中心区域内的等离子体密度减低,而在衬底边缘附近产生较多的周边等离子体辉光放电。

[0026] 可理解,使输送至顶部电极104的第一相位与输送至底部电极106的底部相位之间的相位差改变,可对于在处理期间使衬底上的等离子体辉光放电成形提供有用的调谐参数。对于相位差的调整可在处理期间于原位上进行,或可针对特定处理配方而预先识别。在一些实施方案中,控制器140利用从相位传感器144所接收的反馈信号,以动态且实时地调整相位以使沉积处理或蚀刻处理优化。

[0027] 图3根据一实施方案说明处理室100的示例构造,以及通过将输送至顶部电极104与底部电极106的RF功率拆分而获得的某些优点。如图所示,设置多个端口302,以使清扫气体能在处理期间被输入以减少寄生等离子体产生及非期望的区域。举例而言,顶部电极104上方的区域为处理期间不期望有寄生等离子体的区域,因此利用端口302以提供氧二次清扫。

[0028] 氧二次清扫用于应对形成于顶部电极104上的区域上方的寄生等离子体。根据一实施方案,通过将从RF电源120输出至顶部电极104与底部电极106两者的RF信号拆分(在180度异相位移期间),通常被供应至顶部电极104的电压的一半会被拆分为约四分之一的接地的寄生功率(V^2/R)。因此,通过将RF功率拆分,RF功率在顶部电极104与底部电极106之间共享,区域304会有约四分之一的寄生功率。区域306也会有减低的寄生功率,其再次使得顶部电极104与底部电极106之间的处理区域之外的颗粒产生减少。

[0029] 一个额外的技术效益为:由于区域304中的寄生功率降低,也可使氧二次清扫显著减少。氧二次清扫用于避免等离子体点燃,但在区域304及306中的寄生功率降低时,可实现氧二次清扫气体的显著减少。

[0030] 根据一实施方案,图4说明可处理的方法的一个示例流程图。在操作402中,使RF功率连接至沉积室的顶部电极与底部电极。RF功率被配置为产生RF信号,该RF信号会被提供至顶部电极与底部电极中的每一者。在操作404中,对待在室中进行的沉积的处理操作进行识别。举例而言,可在室100内执行用于不同类型的沉积或蚀刻的不同类型的处理操作,且需要识别处理操作,以决定待为室进行的设定和/或待由控制器140施加的设定。

[0031] 在操作406中,设定RF信号以将功率输送至顶部电极与底部电极。RF信号从RF电源120输出,并被拆分以将RF信号提供至顶部电极与底部电极两者。在操作408中,设定RF信号的第一相位以将RF功率输送至顶部电极104。在操作410中,设定RF信号的第二相位以将RF功率输送至底部电极106。如上所述,根据沉积操作或配方的期望处理,调整第一相位与第二相位之间的相位差,以在室内实现期望的等离子体辉光放电。在操作412中,使用输送至顶部与底部电极的RF功率、以及所设定的第一相位与第二相位来操作沉积室。

[0032] 图5说明用于处理室中的沉积操作、同时控制输送至顶部电极与底部电极的期望

相位差的方法的另一示例流程图。操作402至406参照图4而描述。在操作502中,设定RF信号的第一相位以将RF功率输送至顶部电极,同时将RF信号的第一相位设定为与RF信号的第二相位180度异相。如上所述,相信,将相位设定为180度异相会实现实质上介于电极104与电极106之间的等离子体辉光放电集中度。在操作504中,使用输送至顶部电极与底部电极的RF功率以及在第一相位与第二相位之间的180度异相设定来操作沉积室。

[0033] 图6说明用于处理室中的沉积操作、同时控制输送至顶部与底部电极的期望相位差的方法的另一示例流程图。操作402至406参照图4而描述。在操作602中,设定RF信号的第一相位以将RF功率输送至顶部电极,并且设定RF信号的第二相位以将功率输送至底部电极。将第一相位与第二相位之间的相位差设定在中间相位,该中间相位可调整地设定在180度异相与0度异相(同相)之间。这使得能将等离子体辉光放电调整为实质上介于电极之间,或调整为等离子体辉光放电开始从电极边缘向外散发而产生周边等离子体辉光放电的情况。接着,在操作604中,使用输送至顶部与底部电极的RF功率以及中间相位来操作沉积室。

[0034] 图7说明用于处理在室中的沉积操作、同时控制输送至顶部电极与底部电极的期望相位差的方法的另一示例流程图。操作402至406参照图4描述。在操作702中,用于输送RF功率至顶部电极的RF信号的第一相位被设定为与RF信号的第二相位0度异相,RF信号的第二相位为输送RF功率至底部电极而设定。

[0035] 举例而言,这将第一相位与第二相位设置为实质上同相,其迫使等离子体辉光放电被移至室壁102,以寻找通往地110的路径。如上所述,可针对等离子体清洁(例如,当没有晶片存在于基座上时)而利用该特定设定。如以上进一步描述的,可通过喷头供应氮与氢的气体混合物,以产生等离子体辉光放电及低寿命自由基 $\cdot\text{H}$,其用于清洁室内的顶部电极104与底部电极106周围的周边区域、或室壁、或室内表面中的接地的部件。

[0036] 图8说明用于处理室中的沉积操作、同时控制输送至顶部电极与底部电极的期望相位差的方法的另一示例流程图。操作402至410参照图4描述。在该方法中,可能在处理序列期间控制第一与第二相位之间的相位差。处理序列可为,例如,在主沉积处理之后进行沉积处理终止,其中相位在主沉积处理与沉积处理终止之间进行改变。

[0037] 在操作802中,沉积处理是在第一相位与第二相位为实质上180度异相的情况下操作。沉积处理会持续直到在操作804中判定沉积处理完成为止。一旦判定沉积处理完成,即切换相位,使得第一相位与第二相位为实质上同相(例如,0度异相)。这迫使等离子体辉光放电远离衬底上方并接近室壁102。一旦通过操作806的相位切换而将等离子体从晶片上方移去,沉积操作可在操作808结束。使沉积操作结束会包含关闭RF电源。

[0038] 通过在关闭电源之前执行相位切换,可能避免在晶片上沉积过量的颗粒,并驱使在蚀刻或沉积操作结束时产生的任何过量颗粒实质上被推向室壁、和/或靠近或邻近接地的室壁的其他接地表面。具体而言,通过控制等离子体辉光放电的位置及定位,可能在处理操作完成时减少晶片上的微粒产生,并迫使在室壁处或附近的那些颗粒远离晶片。这将等离子体在RF功率被关闭以结束等离子体辉光放电之前远离晶片放置。可理解,该处理可改善晶片沉积性能。

[0039] 如上所述,所公开的构造相对于先前技术具有许多优点。一些示例性优点包含在 0° 相移的实现方式中电极与室之间低许多的寄生放电(例如,降低至标准的RF设置的约25%)。在没有当前实施方案的配置中,PECVD小颗粒悬浮于等离子体中,并在等离子体熄灭

时落在晶片上。为解决此问题,加入DC偏置以使等离子体始终保持微弱地点燃,其导致额外的成本及复杂性。根据图8所述的实施方案,可使等离子体快速地移动远离电极,以远离晶片设施而熄灭及倾卸任何小颗粒。

[0040] 更进一步,在 0° 相移的条件下,等离子体放电是在电极之外,并使用室壁作为通往地的路径。如参照图3所讨论的,该情况可用于局部地产生 H^* 自由基,其消除了电极间产生自由基时的快速重组问题。在一些实施方案中, 0° 相移条件用于通过低温($<50^\circ\text{C}$) H^* 自由基清洁将锡氧化物(SnO_2)移除。

[0041] 此外,PECVD碳(可灰化硬掩模(AHM))难以从反应器的角落移除C。随着C材料变得越来越像钻石,其也开始变得具导电性且对RF性能产生不利影响。因此,在每个晶片或每隔一个晶片之间、或周期性地需要反应器(亦即,室)清洁。因此,本文所述实施方案使得能针对反应器中某些区域进行非常快速的C-移除。

[0042] 在一实施方案中,以上参照图1而描述的控制器140可包含处理器、内存、软件逻辑、硬件逻辑、以及与等离子体处理系统通信、监视并控制等离子体处理系统的输入及输出子系统。控制器140也可操作一或更多配方的处理,这些配方包含用于各种操作参数(例如,电压、电流、频率、压力、流率、功率、温度等)的多个设定点,例如,用于操作等离子体处理系统。另外,虽然参照蚀刻操作(例如,蚀刻工具)提供较详细的示例,但应理解,这些操作可同样地用于沉积操作(例如,沉积工具)。例如,在验证操作中,验证可为沉积性能,而非对蚀刻性能进行验证。可以各种方式将沉积性能量化,并且可不受限制地使用各种类型的计量方法和/或工具。此外,可原位或脱机地测量、感测、估计、和/或测试沉积性能。

[0043] 在一些实现方式中,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、晶片转移进出工具和其他转移工具和/或与具体系统连接或通过接口连接的加载锁。

[0044] 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、内存和/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。在一些实施方式中,操作参数可以由处理定义的配方的一部分,该处理被设计成在一个或多个(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。

[0045] 在一些实现方式中,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,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。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。

[0046] 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。应当理解,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。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)工作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。

[0047] 示例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。

[0048] 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。

[0049] 有鉴于以上实施方案,应理解,这些实施方案可采用许多以计算机实施的操作,其涉及储存于计算机系统中的数据。这些操作是需要物理量的实体操控的操作。本文所述的构成实施方案的一部分的任何操作是有用的机器操作。其中一些实施方案也涉及装置或执行这些操作的设备。该设备可特别地针对所需用途而构建,例如特殊用途计算机。当被定义为特殊用途计算机时,该计算机也可执行其他处理、程序执行或非特殊用途的部分的例程、而仍有特殊用途的操作的能力。替代地,可通过储存于计算机内存、高速缓存中、或经由网络获取的一或更多计算机程序选择性地启用或配置的一般用途计算机来处理所述操作。当数据通过网络获取时,可通过计算机网络上的其他计算机(例如,计算资源的云端)以处理该数据。

[0050] 还可将一或更多实施方案编成计算机可读介质上的计算机可读代码。计算机可读介质是可储存数据的任何的数据储存装置,其之后可通过计算机系统加以读取。计算机可读介质的示例包含硬盘、网络附加储存(NAS)、只读存储器、随机存取内存、CD-ROMs、CD-Rs、CD-RWs、磁带、及其他光学式及非光学式数据储存装置。计算机可读介质可包含分布于网络耦合计算机系统范围内的计算机可读实质介质,使得计算机可读代码系以分散方式储存及执行。

[0051] 尽管该等方法操作系以特定顺序描述,但应理解,可在多个操作之间执行其他内部操作,或者,可将操作调整成使得这些操作在稍微不同的时间发生,或者这些操作可分布

于容许多个处理操作以与该处理相关的许多间隔发生的系统中,只要以期望的方式执行重叠操作的处理即可。

[0052] 虽然前述的实施方案已为了清楚理解的目的而相当详细地进行了描述,但应明白,某些改变与修改可在随附的权利要求的范围内实施。因此,本实施方案应视为说明性的而非限制性的,且这些实施方案不应受限于本文中所提供的细节,而是可在随附的权利要求的范围及等同方案内进行修改。

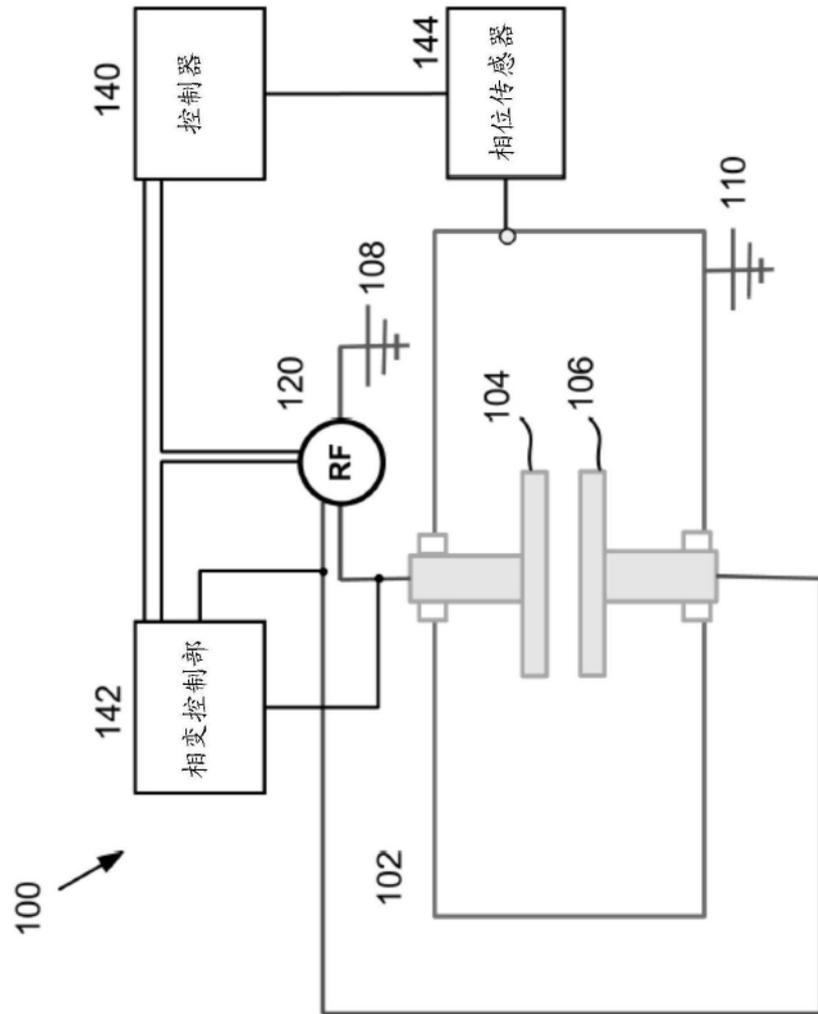


图1

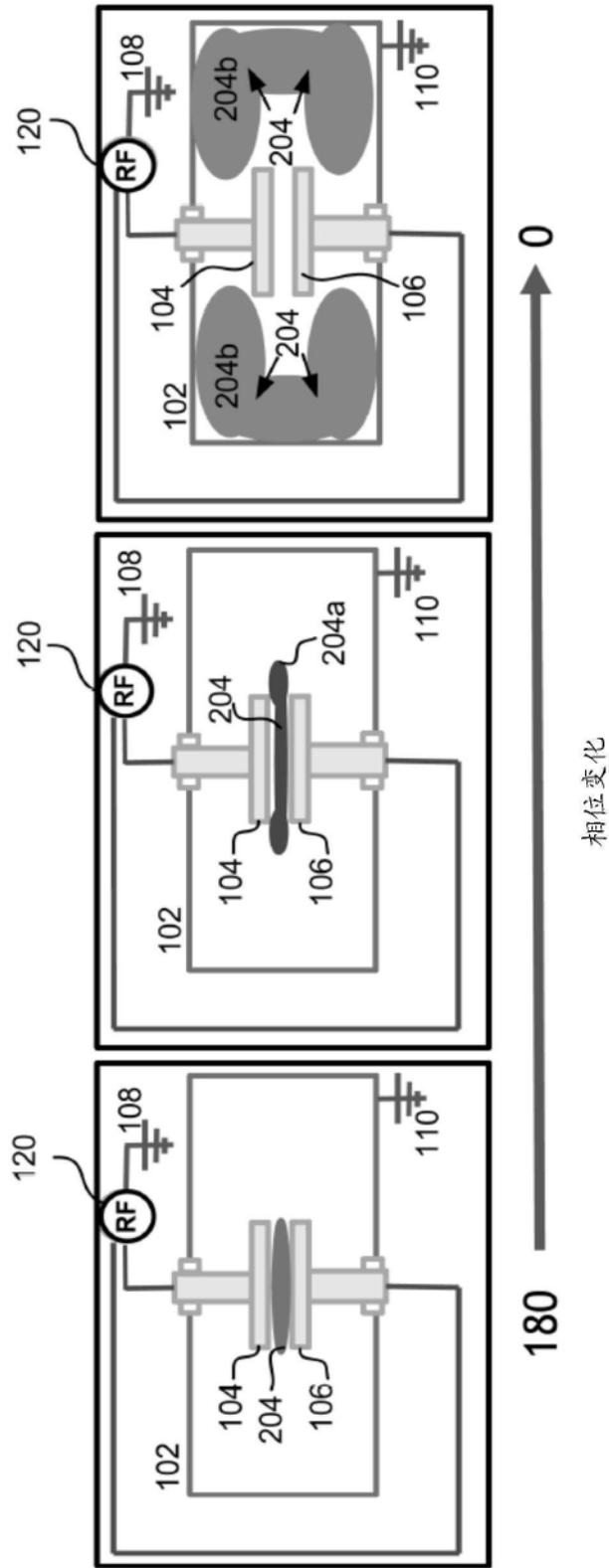


图2

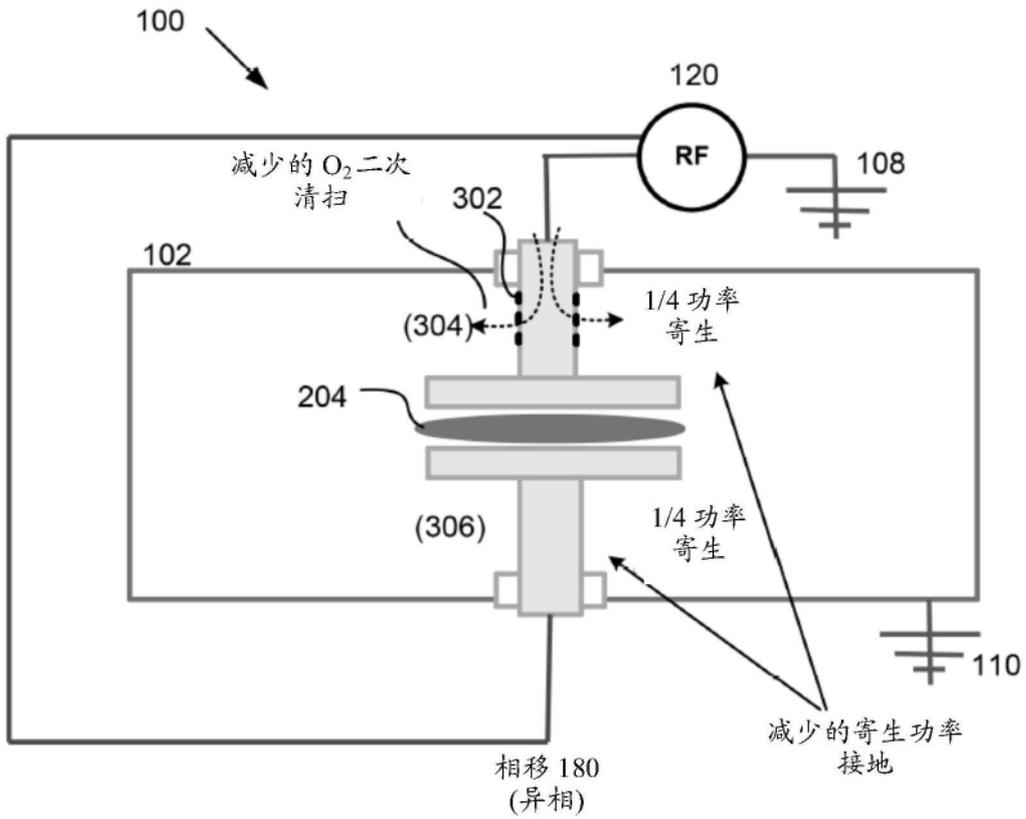


图3

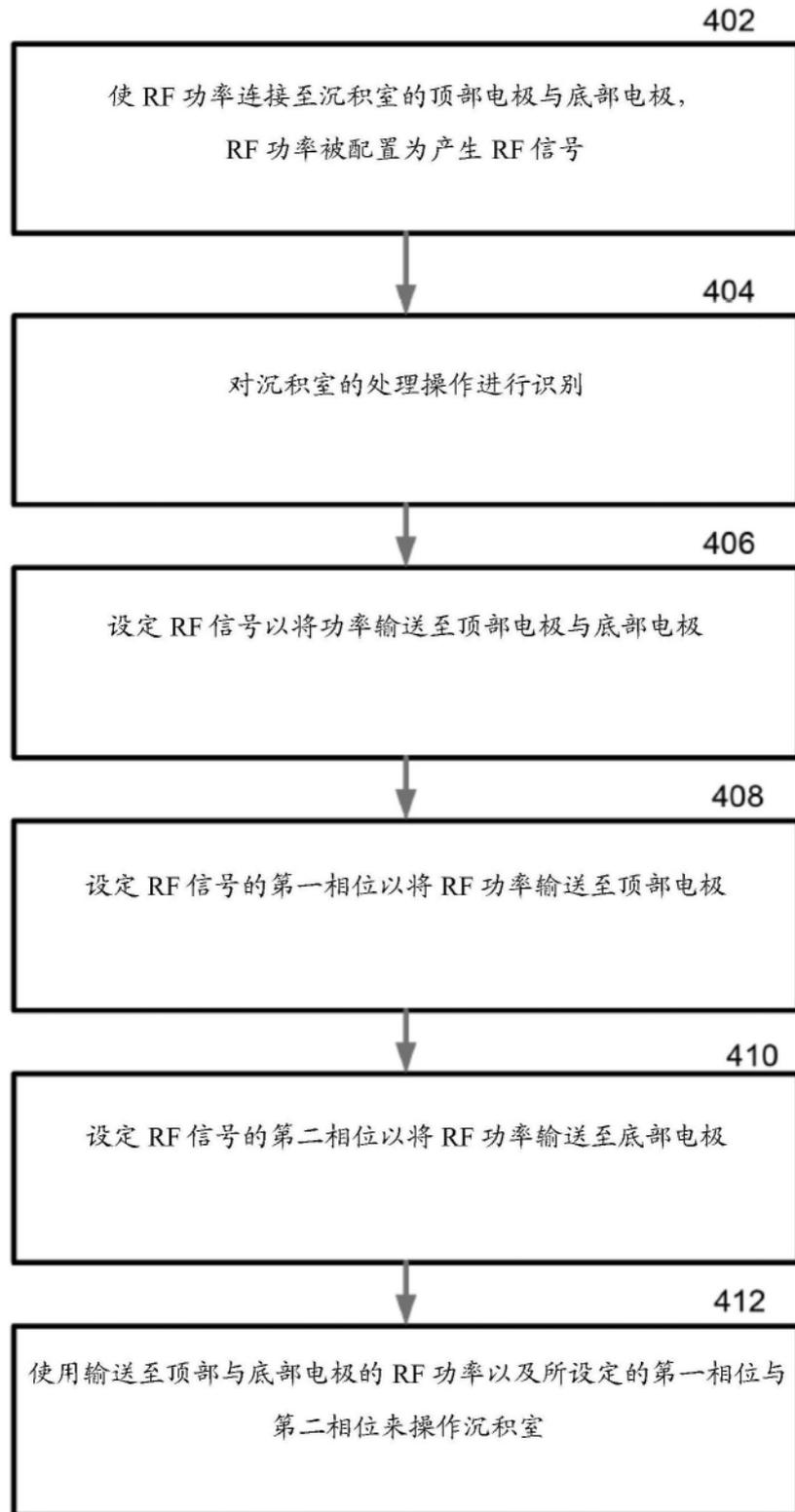


图4

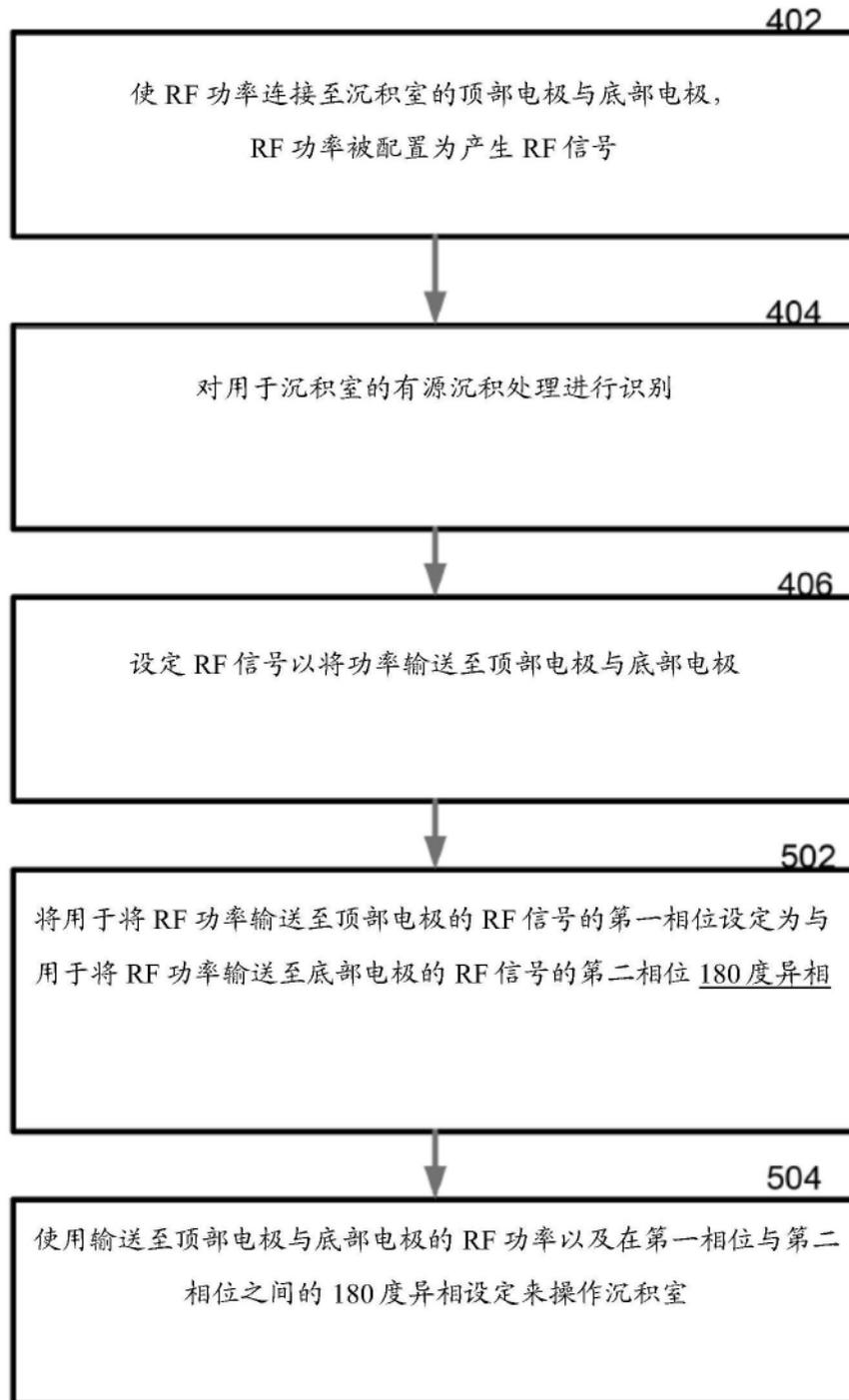


图5

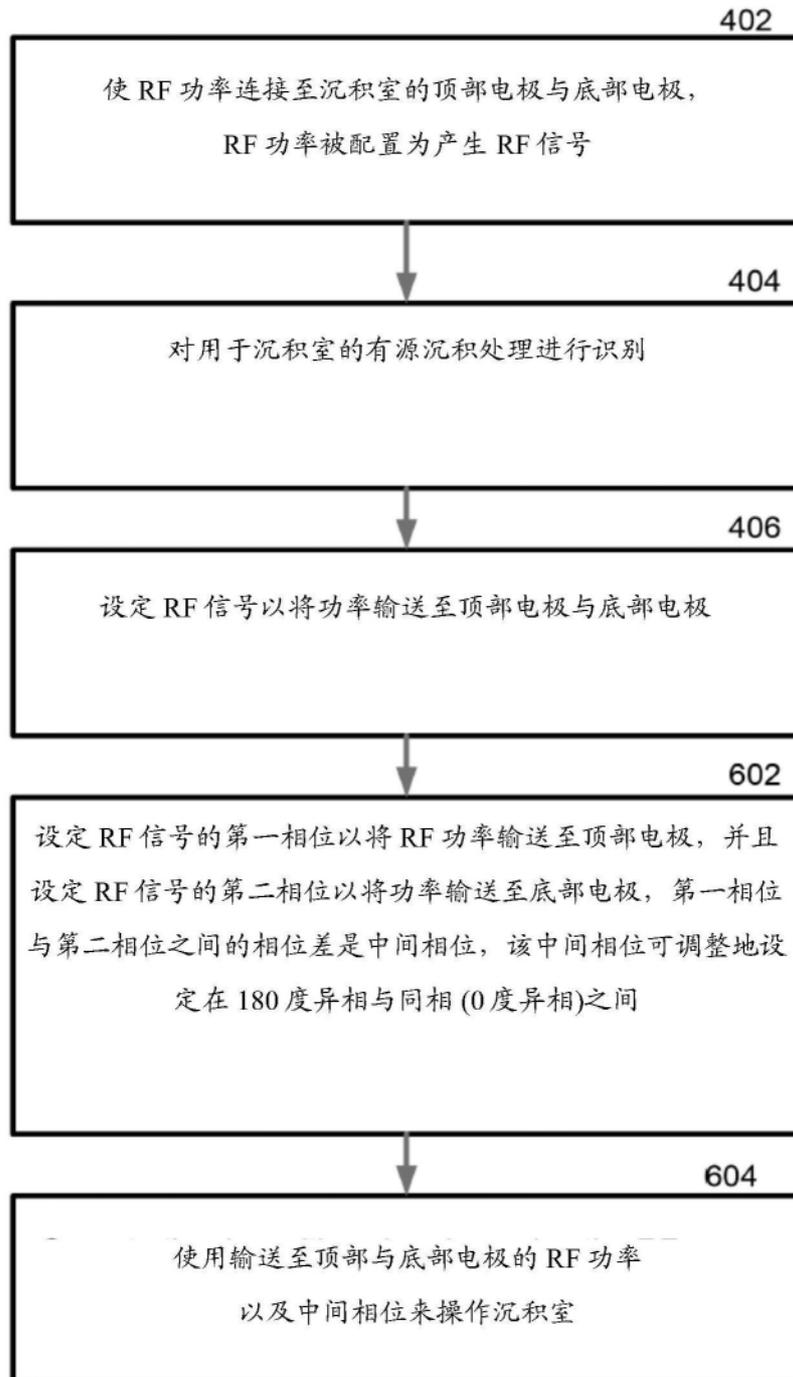


图6

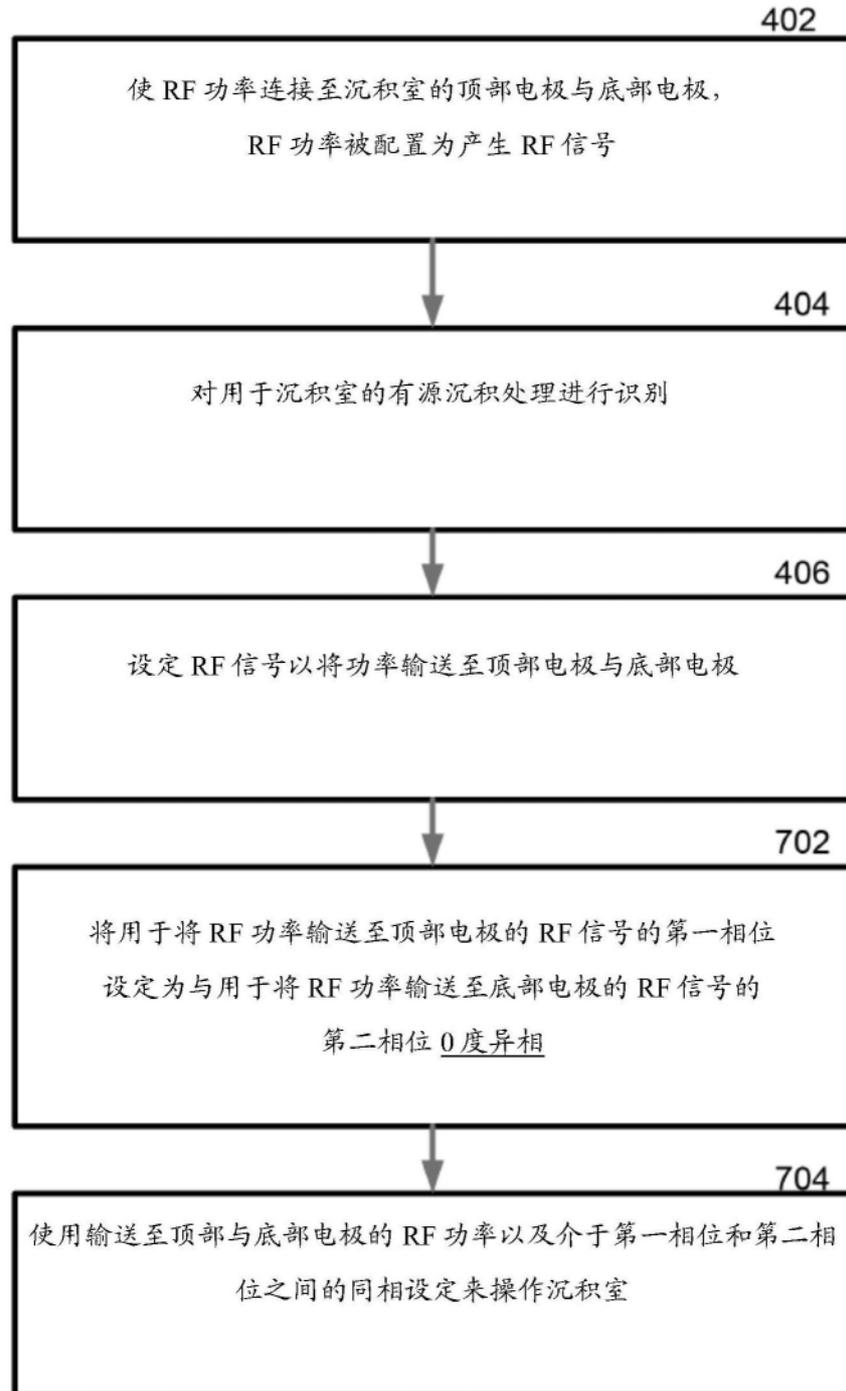


图7

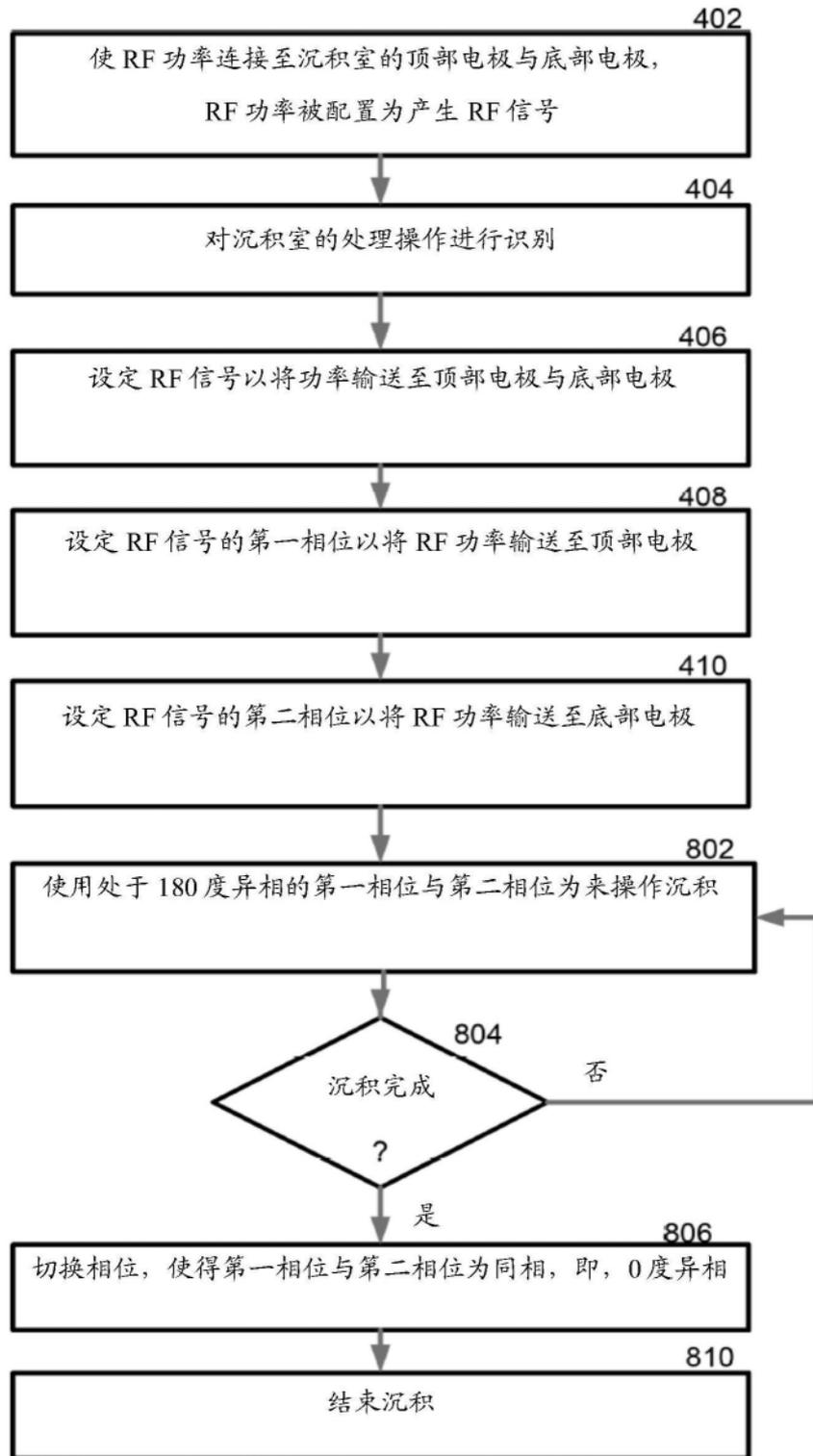


图8