



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102017813 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 13

(21) 申请号 200980115050. 1

代理人 徐金国 钟强

(22) 申请日 2009. 04. 06

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

12/110, 879 2008. 04. 28 US

H05H 1/34 (2006. 01)

H01L 21/205 (2006. 01)

H01L 21/3065 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 10. 28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/039674 2009. 04. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02009/134588 EN 2009. 11. 05

(71) 申请人 应用材料股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 周建华 迪内士·帕德希

卡希克·贾纳基拉曼 笑·F·郑

航·于 尤加南德·N·萨利帕里

特西姆·萨姆曼

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

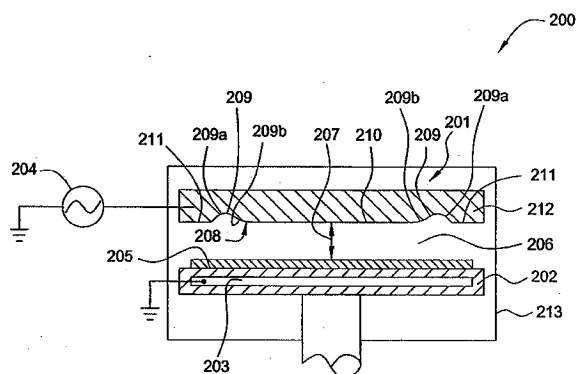
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

等离子体处理腔室的非平面面板

(57) 摘要

一种用以在等离子体处理期间调整局部等离子体密度的方法与设备。一个实施例提供一种电极组件,其包含一具有一非平面表面的导电面板。该非平面表面建构成在处理期间面对该基板,且该导电面板经设置,使得该非平面表面与一具有电极的基板支撑件相对。该导电面板与该基板支撑件形成一等离子体容积。该非平面表面建构成通过改变该导电面板与该电极间的距离,调整该导电面板与该电极间的电场。



1. 一种用以处理基板的电极组件，包含：

一导电面板，其具有一非平面表面，该非平面表面被建构成在处理期间面对该基板，其中该导电面板被设置使得该非平面表面与一具有电极的基板支撑件相对，该导电面板与该基板支撑件形成一等离子体容积，一 RF 功率源施加于该导电面板与该电极间，且该非平面表面被建构成通过改变该导电面板与该电极间的距离来调整该导电面板与该电极间的电场。

2. 如权利要求 1 所述的电极组件，其中该非平面表面被建构成降低该基板的一边缘区域附近的电场密度，该导电面板的该非平面表面包含：

一内平面部分，对应于该基板的中央部分；

一凹槽，在该内平面部分外，且对应于该基板的该边缘部分；以及

一外平面部分，在该凹槽外，其中该凹槽连接该内平面部分与该外平面部分而无尖角。

3. 如权利要求 2 所述的电极组件，其中该凹槽具有约 0.5mm 至约 2mm 间的深度。

4. 如权利要求 2 所述的电极组件，其中该凹槽由一第一斜面与一第二斜面形成，该第一斜面自该内平面部分开始向外，该第二斜面自该外平面部分开始向内，且该第一与第二斜面于该凹槽的一底部相遇。

5. 如权利要求 1 所述的电极组件，还包含一气体分配板，其在该非平面表面的一相反侧上耦接至该导电面板，其中该气体分配板与该导电面板于一边缘区域处密封连接，一内部容积形成于该气体分配板与该导电面板间，且该导电面板具有多个气体分配孔与该内部容积流体连通。

6. 如权利要求 5 所述的电极组件，其中该气体分配板包含：

一气体箱，其具有一入口端，该入口端被建构成接收处理气体；以及

一阻隔板，接合至该气体箱，并面对该导电面板，其中该阻隔板具有多个穿孔，这些穿孔被建构成提供该入口端与该内部容积间的流体连通。

7. 如权利要求 1 所述的电极组件，其中该非平面表面包含一凹面部分与一凸起部分的至少一个，该凹面部分被建构成降低一局部电场的密度，而该凸起部分被建构成增加一局部电场的密度。

8. 一种用以处理基板的设备，包含：

一腔室主体，其具有多个侧壁；

一基板支撑件，设置于该腔室主体中，并建构成支撑该基板，其中该基板支撑件包含一电极；

一盖组件，设置于该腔室主体的这些侧壁上，其中该盖组件与该基板支撑件限定一等离子体容积，且该盖组件包含一导电面板，该导电面板具有一面对该基板支撑件的非平面表面，且该非平面表面被建构成通过改变该导电面板与该电极间的距离来调整该导电面板与该电极间的电场；以及

一 RF 功率源，耦接至该导电面板或该电极之一，并建构成在该等离子体容积内产生一等离子体。

9. 如权利要求 8 所述的设备，其中该非平面表面被建构成降低该基板的一边缘区域附近的电场密度，该导电面板的该非平面表面包含：

一内平面部分，对应于该基板的中央部分；
一凹槽，在该内平面部分外，且对应于该基板的该边缘部分；以及
一外平面部分，在该凹槽外，其中该凹槽连接该内平面部分与该外平面部分而无尖角。

10. 如权利要求 9 所述的设备，其中该凹槽由一第一斜面与一第二斜面形成，该第一斜面自该内平面部分开始向外，该第二斜面自该外平面部分开始向内，且该第一与第二斜面于该凹槽的一底部相遇。

11. 如权利要求 10 所述的设备，其中该凹槽为圆形，且该凹槽的半径与该基板的半径之比为约 13 : 15 至约 14 : 15 之间。

12. 如权利要求 8 所述的设备，其中该盖组件还包含：

一气体分配板，其在该非平面表面的一相反侧上耦接至该导电面板，其中该气体分配板与该导电面板于一边缘区域处密封连接，一内部容积形成于该气体分配板与该导电面板间，且该内部容积经由该导电面板的这些气体分配孔与该等离子体容积流体连通。

13. 一种处理基板的方法，包含：

放置该基板于一基板支撑件上，该基板支撑件设置于一处理腔室中，其中该基板支撑件具有一电极；

提供一处理气体至该处理腔室；以及

通过在该基板支撑件的该电极与一设置在该基板上方的导电面板间施加一 RF 功率，来产生该处理气体的等离子体，其中该导电面板具有一非平面表面，该非平面表面被建构成调整局部等离子体密度。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中该非平面表面包含一凹槽，该凹槽对应至该基板的一边缘部分。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其中产生等离子体包含使用一导电面板上的一凹面部分以降低局部等离子体密度、以及使用该导电面板上的一凸起部分以增加局部等离子体密度的至少一个。

等离子体处理腔室的非平面面板

技术领域

[0001] 本发明的实施例一般地涉及一种用于处理半导体基板的等离子体处理腔室。更具体地，本发明的实施例涉及一种等离子体腔室，其包含具有非平面顶表面的电极。

背景技术

[0002] 当在等离子体环境中处理基板时，等离子体强度的均匀性将会影响处理的均匀性。举例而言，在等离子体增强化学气相沉积 (Plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD) 处理以沉积先进图膜 (advanced patterning film, APF) (例如无定形碳) 期间，基板范围内的厚度主要由等离子体强度均匀性决定。在基板上高等离子体强度处有较多材料沉积，而在基板上等离子体强度低处则沉积较少材料。类似地，在蚀刻处理中，可能从基板对应于高等离子体强度区域处移除或蚀刻较多材料。

[0003] 因此，等离子体处理中的非均匀性会显著降低器件的性能并导致耗损，这是由于等离子体强度的非均匀性造成在基板各处沉积层或蚀刻部分并非一致的缘故。

[0004] 随着半导体器件持续变得更为复杂，良好的处理均匀性逐渐变得重要。均匀性在特征尺度 (< 1 微米) 以及晶片尺度 (300mm) 两方面是重要的。种种因素造成非均匀性，例如处理气体 (例如蚀刻与钝化物种) 不同成分的浓度变化、离子轰击通量与能量以及晶片各处与特征轮廓内的温度。

[0005] 所观察到的非均匀性之一是 PECVD 腔室中的边缘效应。边缘效应与距离基板边缘约 15 公厘的区域处中较强的等离子体相关。在 APF 沉积之后，可于靠近基板边缘的隆起区域处观察到边缘效应。

[0006] 图 1A 示意地绘示出传统易受边缘效应影响的等离子体反应器 100。等离子体反应器 100 包含设置于基板支撑件 102 上方的上电极 101。基板支撑件 102 建构成支撑其上的基板 105，使得在处理期间基板 105 面对上电极 101。上电极 101 可为一喷气头，其建构成将处理气体均匀地分布在基板支撑件 102 与上电极 101 间的工艺容积中。下电极 103 设置在基板 105 下，通常嵌入在基板支撑件 102 中。RF 功率源 104 可施加在上电极 101 与下电极 103 间，以在上电极 101 与基板支撑件 102 之间产生电容性感应等离子体。

[0007] 等离子体反应器 100 中的等离子体强度一般与处理气体浓度、上电极 101 与下电极 103 间的电场 106 密度相关。上电极 101 与下电极 103 间尺寸的差异与尖角会造成边缘区域附近电场 106 的增加，因而增加边缘附近的等离子体强度。

[0008] 图 1B 示意地绘示具有膜 107 沉积于其上的基板 105 的部分剖面图。由于边缘效应的缘故，在基板边缘 105 附近观察到隆起 108。

[0009] 由于腔室结构及 / 或操作参数的缘故，其它非均匀性也存在于等离子体处理期间。

[0010] 因此，仍需要开发出以增加均匀性处理半导体基板的设备与方法。

发明内容

[0011] 本发明的实施例一般地涉及在等离子体反应器内调整等离子体强度的设备与方

法。具体而言，本发明之实施例系关于一种等离子体腔室，其具有一电极，该电极具有一建构成调整等离子体强度的非平面顶表面。

[0012] 本发明的一个实施例提供一种用以处理基板的电极组件。该电极组件包含一导电面板，其具有一非平面表面，该非平面表面建构成在处理期间面对该基板，其中该导电面板经设置，使得该非平面表面与一具有电极的基板支撑件相对，该导电面板与该基板支撑件形成一等离子体容积，一 RF 功率源施加于该导电面板与该电极间，且该非平面表面建构成通过改变该导电面板与该电极间的距离，调整该导电面板与该电极间的电场。

[0013] 本发明的另一实施例提供一种用以处理一基板的设备。该设备包含一腔室主体，其具有侧壁；一基板支撑件，设置于该腔室主体中，并建构成支撑该基板，其中该基板支撑件包含一电极；一盖组件，设置于该腔室主体的这些侧壁上，其中该盖组件与该基板支撑件限定一等离子体容积，且该盖组件包含一导电面板，该导电面板具有一面对该基板支撑件的非平面表面，且该非平面表面建构成通过改变该导电面板与该电极间的距离，调整该导电面板与该电极间的电场；以及一 RF 功率源，耦接至该导电面板或该电极之一，并建构成在该等离子体容积内产生一等离子体。

[0014] 本发明的又一实施例提供一种处理基板的方法。该方法包含放置该基板于一基板支撑件上，该基板支撑件设置于一处理腔室中，其中该基板支撑件具有一电极；提供一处理气体至该处理腔室；以及通过在该基板支撑件的该电极与一设置在该基板上方的导电面板间施加一 RF 功率，来产生该处理气体的等离子体，其中该导电面板具有一非平面表面，该非平面表面建构成调整局部等离子体密度。

附图说明

[0015] 为了可以详细理解本发明的以上所述特征，下面将参照附图中示出的实施例，对本发明的以上简要叙述进行更具体的描述。然而，应该注意，附图中只示出了本发明典型的实施例，因此不能认为其是对本发明范围的限定，本发明可以允许其它等同的有效实施例。

[0016] 图 1A 示意地绘示易受边缘效应影响的传统等离子体反应器。

[0017] 图 1B 为具有在边缘效应下沉积的膜的基板示意部分剖面视图。

[0018] 图 2 为依据本发明的一个实施例，一等离子体反应器的示意部分侧视图。

[0019] 图 3 为依据本发明的一个实施例，一等离子体腔室的示意部分侧视图。

[0020] 图 4 为依据本发明的一个实施例，一电极的示意部分剖面侧视图。

[0021] 图 5 为依据本发明的一个实施例，显示处理结果的概要图。

[0022] 为了更容易理解，在任何可能的情况下，使用相同的附图标记来代表图中相同的组件。可预期一个实施例中所公开的组件可利用于其它实施例中，而不需特别详述。

具体实施方式

[0023] 本发明的实施例一般地涉及用来调整等离子体反应器内等离子体强度的设备与方法。更具体地，本发明的实施例涉及一等离子体腔室，其包含一具有建构来调整等离子体强度的非平面顶表面的电极。

[0024] 在一实施例中，电极的非平面顶表面被建构成通过改变电极间的距离，来调整电极与第二电极间的电场。在一个实施例中，凹槽形成在面板上对应于基板的边缘区，以降低边缘区附近的等离子体强度。

[0025] 图 2 为依据本发明的一个实施例，等离子体反应器 200 的示意部分侧视图。等离子体反应器 200 包含一电极组件 201，其设置在基板支撑件 202 上方。基板支撑件 202 与电极组件 201 一般设置在真空腔室 213 中。基板支撑件 202 与电极组件 201 基本平行并限定其间的等离子体容积 206。

[0026] 基板支撑件 202 建构成支撑基板 205 于其上，并放置基板 205 于等离子体容积 206 内。第二电极 203 设置在等离子体容积 206 下，且建构成通过与电极组件 201 反应，于等离子体容积 206 内施加电场。在一个实施例中，第二电极 203 嵌入在基板支撑件 202 中。

[0027] 等离子体反应器 200 还包含 RF 功率源 204，其建构成于等离子体容积 206 内产生电容性感应等离子体。在一个实施例中，RF 功率源 204、电极组件 201 与第二电极 203 接地。在另一实施例中（未示），RF 功率源 204 可施加至第二电极 203，同时电极组件 201 接地。

[0028] 电极组件 201 可包含一导电面板 212，导电面板 212 具有面对等离子体容积 206 的顶表面 208。在一个实施例中，顶表面 208 为非平面的，因而基板 205 与导电面板 212 间的间距 207 横越等离子体容积 206 变化。间距 207 的变化被建构成调整等离子体容积 206 内的等离子体强度。

[0029] 在一个实施例中，顶表面 208 可包含一个或多个凹面部分，凹面部分被建构成降低凹面部分附近的局部等离子体强度。在另一实施例中，顶表面 208 可以包含一个或多个凸起部分，凸起部分被建构成增加凸起部分附近的局部等离子体强度。在另一实施例中，顶表面 208 可以包含凹面与凸起部分，以实现横越等离子体容积 206 所需的等离子体强度轮廓。

[0030] 在一个实施例中，导电面板 212 的顶表面 208 为具有凹面、凸起及 / 或平面部分平滑接合在一起的非平面。

[0031] 在一个实施例中，顶表面 208 可以包含对应于等离子体容积 206 的中央部分的内平面部分 210、自内平面部分 210 向外形成的凹槽 209、以及自凹槽 209 向外形成的外平面部分 211。在一个实施例中，凹槽 209 可形成于对应基板 205 的边缘区的区域中，以降低边缘效应。内平面部分 210、凹槽 209 与外平面部分 211 可经由圆角连接，以避免产生火花。

[0032] 在一个实施例中，凹槽 209 可由外斜面 209a 与内斜面 209b 形成。外斜面 209a 自外平面部分 211 开始并向内延伸。内斜面 209b 自内平面部分 210 开始并向外延伸。内斜面 209b 与外斜面 209a 平滑地接合在一起。

[0033] 凹槽 209 可为圆形或矩形，视基板 206 形状而定。在一个实施例中，等离子体反应器 200 可被建构成处理具有约 150mm 半径的圆形基板。凹槽 209 具有约 0.5mm 至约 2mm 的深度。凹槽 209 可为具有约 130mm 至约 140mm 半径的圆形。内斜面 209b 可自与凹槽 209 同中心的圆开始，并具有约 80mm 至约 100mm 的半径。外斜面 209a 可自与凹槽 209 同中心的圆开始，并具有约 140mm 至约 145mm 的半径。

[0034] 在一个实施例中，导电面板 212 具有多个气体分配孔形成于其中，且建构成用以将处理气体分配至等离子体容积 206。

[0035] 图 3 为依据本发明的一个实施例，等离子体反应器 300 的示意部分侧视图。等离子体反应器 300 包含建构成用以处理在其中的基板 304 的处理腔室 302。

[0036] 处理腔室 302 包含腔室侧壁 328、腔室底部 327 以及盖组件 329。在一个实施例中，盖组件 329 可借助栅栏连接至腔室侧壁 328。腔室侧壁 328、腔室底部 327 与盖组件 329 限定处理容积 318。

[0037] 基板支撑件 306 设置于处理容积 318 中，其建构成在处理期间用以支撑基板 304。基板支撑件 306 在处理期间可垂直移动并旋转。在一个实施例中，基板支撑件 306 可为在处理期间有效固定基板 304 的常用静电吸盘。

[0038] 基板支撑件 306 具有支撑表面 365，其建构成支撑基板 304 于其上。在一个实施例中，基板支撑件 306 也具有往支撑表面 365 外形成且建构来固定边缘环 367 的凹槽 373。边缘环 367 建构成覆盖基板 304 的边缘区域，并防止在基板边缘 304 的斜边上的任何沉积。

[0039] 在一个实施例中，基板支撑件 306 包含设置在支撑表面 365 下的电极 363。电极 363 与基板 304 的大小与形状基本相似。在一个实施例中，基板 304 经由匹配电路 364 接地。

[0040] 在一个实施例中，基板支撑件 306 的温度可经由适于冷却与加热基板支撑件 306 至所需温度的温度控制器 361 来控制。温度控制器 361 可使用公知装置，例如嵌入式电阻加热组件 360 或耦接至热交换器的流体冷却通道。

[0041] 盖组件 329 一般包含盖主体 341，其密封地设置在腔室侧壁 329 上。盖组件 329 还包含面板 343，面板 343 耦接至相互密封耦接的气体分配板 344。面板 343 设置盖主体 341 的开口 341a 内。在一个实施例中，隔离器 342 可设置在面板 343 与盖主体 341 之间，以使面板 343 与盖主体 341 和腔室侧壁 328 电性隔离。

[0042] 在一个实施例中，面板 343 包含前板 351、侧壁 352 与凸缘 353。凸缘 353 能使面板 343 坐落在开口 341a 内。当盖组件 329 关闭时，前板 351 基本平行于基板支撑件 306 的支撑表面 365。

[0043] 面板 343 一般由导电材料形成，而前板 351 被建构成与电极 363 相对的电极。在一个实施例中，面板 343 经由匹配电路 357 连接至 RF 功率源 358。当 RF 功率施加至面板 343 时，等离子体可在处理容积 318 内于面板 343 与基板支撑件 306 间产生。

[0044] 在一个实施例中，面板 341 可具有非平面顶表面 356，使得基板 304 与面板 343 间的间距 312 横跨基板 304 而变化。间距 312 的变化被建构成用以调整处理容积 318 内的等离子体强度。

[0045] 在一个实施例中，顶表面 356 包含一个或多个凹面部分，其建构成降低靠近凹面部分的局部等离子体强度。在另一实施例中，顶表面 356 包含一个或多个凸起部分，其建构成增加靠近凸起部分的局部等离子体强度。在另一实施例中，顶表面 356 包含凹面与凸起部分以达到横越处理容积 318 所需的等离子体强度轮廓。

[0046] 在一个实施例中，顶表面 356 可与图 2 的导电面板 212 的顶表面 208 相似。在一顶表面实施例中，顶表面 356 包含部分凹面区域、部分凸起区域、平面部分区域或其

组合平顺地接合在一起。

[0047] 图 4 为面板 343 的示意局部部分侧视图。在一个实施例中，如图 4 中所示，顶表面 356 包含对应于基板 304 的中央部分的内平面部分 372、自内平面部分 372 向外形成的凹槽 373、以及自凹槽 373 向外形成的外平面部分 371。在一个实施例中，凹槽 373 可形成于对应基板 304 的边缘区的区域中，以降低边缘效应。内平面部分 372、凹槽 373 与外平面部分 371 通过圆角连接，以避免产生火花。

[0048] 在一个实施例中，凹槽 373 可通过外斜面 374 与内斜面 375 形成。外斜面 373 自外平面部分 371 开始并向内延伸。内斜面 375 自内平面部分 372 开始并向外延伸。内斜面 375 与外斜面 374 平滑地接合在一起。

[0049] 在一个实施例中，等离子体反应器 300 可以建构成处理具有约 150mm 半径的圆形基板。凹槽 373 具有约 0.5mm 至约 2mm 的深度 D1。凹槽 373 可为具有约 130mm 至约 140mm 半径 R2 的圆形。内斜面 375 可自与凹槽 373 同中心的圆开始，并具有约 80mm 至约 100mm 的半径 R3。外斜面 374 可自与凹槽 373 同中心的圆开始，并具有约 140mm 至约 145mm 的半径 R3。

[0050] 在一个实施例中，气体分配板 344 耦接至面板 343 的背侧。气体分配板 344、面板 343 的侧壁 352 与前板 351 限定气体分配容积 350。气体分配板 344 可以密封地耦接至面板 343 的凸缘 353。在一个实施例中，气体分配板 344 可由导电材料形成。RF 功率源 358 可直接连接至气体分配板 344，而来自 RF 功率源 358 的 RF 功率可经由气体分配板 344 施加至面板 343。

[0051] 在一个实施例中，气体分配板 344 与面板 343 被建构成将处理气体自气体分配盘 359 均匀地分配至处理容积 318。在一个实施例中，气体分配板 344 包含气体箱 (gas box) 345 与阻隔板 346。气体箱 345 与面板 343 的凸缘 353 接合。入口端 347 穿过气体箱 345 形成。入口端 347 建构成接收一种或多种来自气体分配盘 359 的处理气体。

[0052] 阻隔板 346 与气体箱 345 接合并面对面板 343。阻隔板 346 通常覆盖入口端 347，并使来自入口端 347 的处理气体分配到气体分配容积 350 的整个容积中。在一个实施例中，阻隔板 346 可以围住阻隔板 346 与气体箱 345 间的狭窄内部容积 348。入口端 347 通至狭窄内部容积 348。狭窄内部容积 348 迫使处理气体在下移至处理容积 318 前进行“扩散”。阻隔板 346 具有多个贯穿形成的通孔 349，以提供狭窄内部容积 348 与气体分配容积 350 间的流体连通。

[0053] 面板 343 还具有多个贯穿形成的气体分配孔 354，以提供气体分配容积 350 与处理容积 318 间的流体连通。多个气体分配孔 354 的形状及 / 或分布可被设置以调整处理气体的浓度。

[0054] 建构用来提供处理气体的出路的腔室衬里 330，可设置在腔室侧壁 328 内侧的处理容积 318 周围。腔室衬里 330 具有通道 331 形成于其中。通道 331 通常连接至真空装置 366。多个穿孔 332 穿过腔室衬里 330 形成，以经由腔室衬里 330 的通道 331，提供处理容积 318 与真空装置 366 间的流体连通。箭头 313 示意地绘示在处理期间，处理气体的大致路径。

[0055] 图 5 为依据本发明的一个实施例，显示处理结果的概要图。图 5 的 X 轴代表离基板中心的距离以公厘表示，Y 轴代表沉积在基板上的膜的标准化厚度。曲线 501 示意

地绘示使用具平面面板的传统 PECVD 腔室所沉积的 APF 膜的厚度轮廓。如曲线 501 所示,隆起处 503 是因边缘效应而产生。曲线 502 示意地绘示依据本发明的一个实施例,利用与曲线 501 的膜相同的工艺方式,但使用在边缘区域附近处具有凹槽的 PECVD 腔室,所沉积的 APF 膜的厚度轮廓。曲线 502 在边缘区域附近没有任何的隆起,且整个基板的均匀性增加。

[0056] 尽管于本发明中描述了沉积处理的改善,但本发明的实施例可应用于任何合适的处理。举例而言,本发明的实施例可用于调整蚀刻处理的等离子体强度,或调整等离子体强度以实现除了均匀轮廓外的强度轮廓。

[0057] 尽管上文已公开本发明的实施例,在不脱离其基本范围下,可设想出本发明其它以及进一步的实施例,且其范围权利要求所限定。

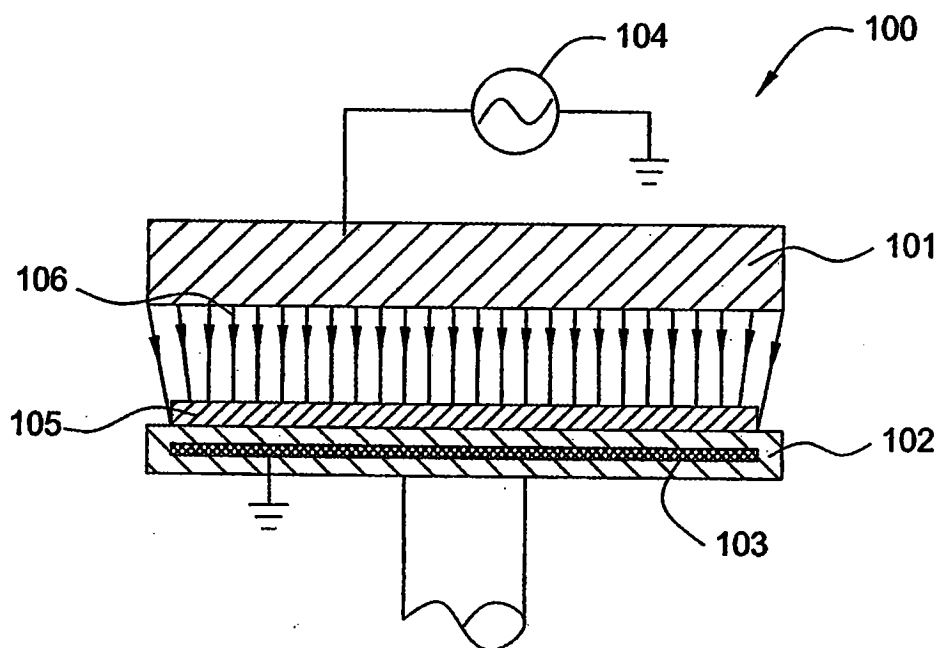


图 1A(现有技术)

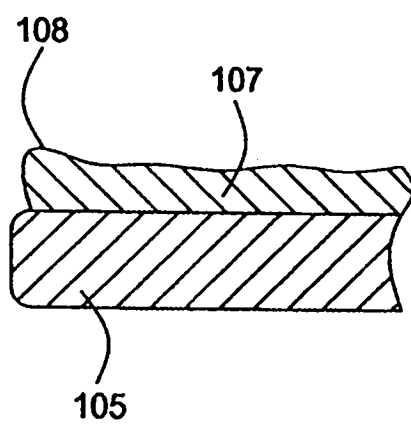


图 1B

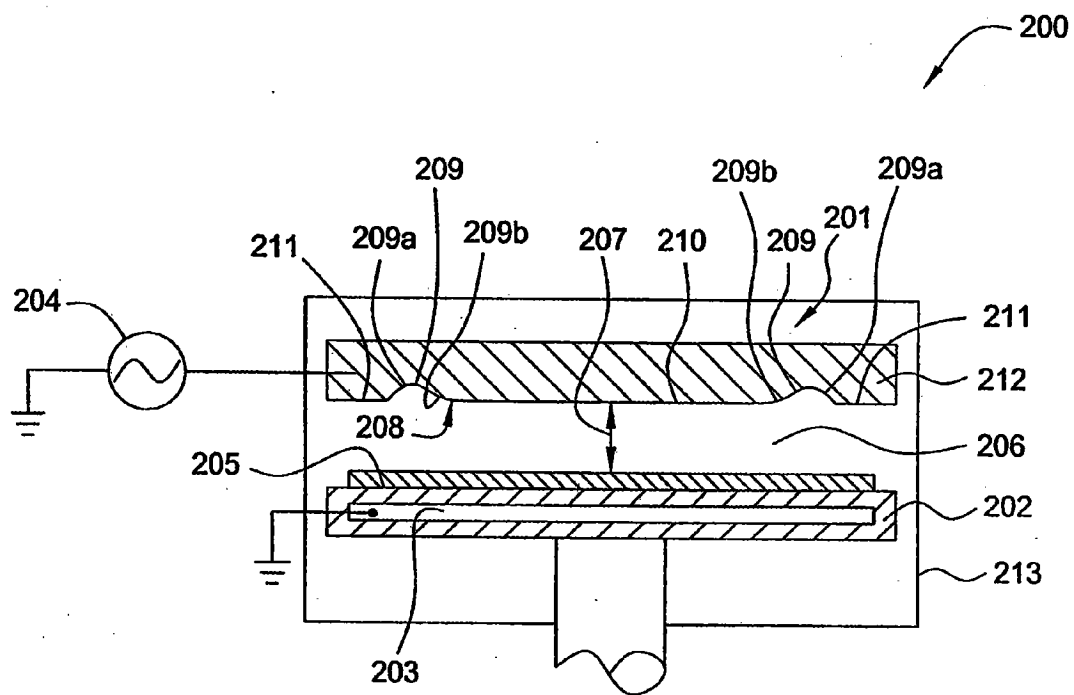


图 2

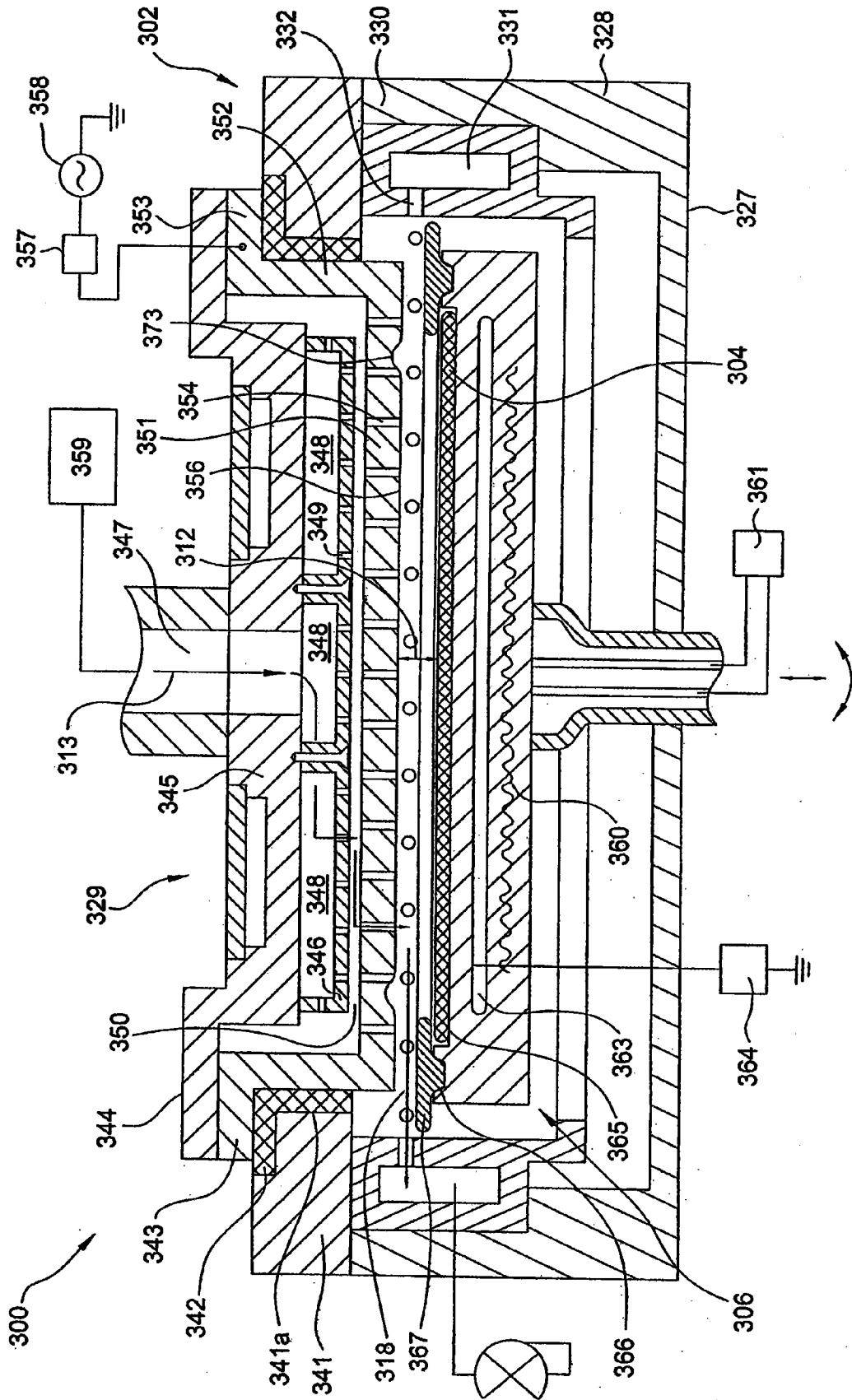


图 3

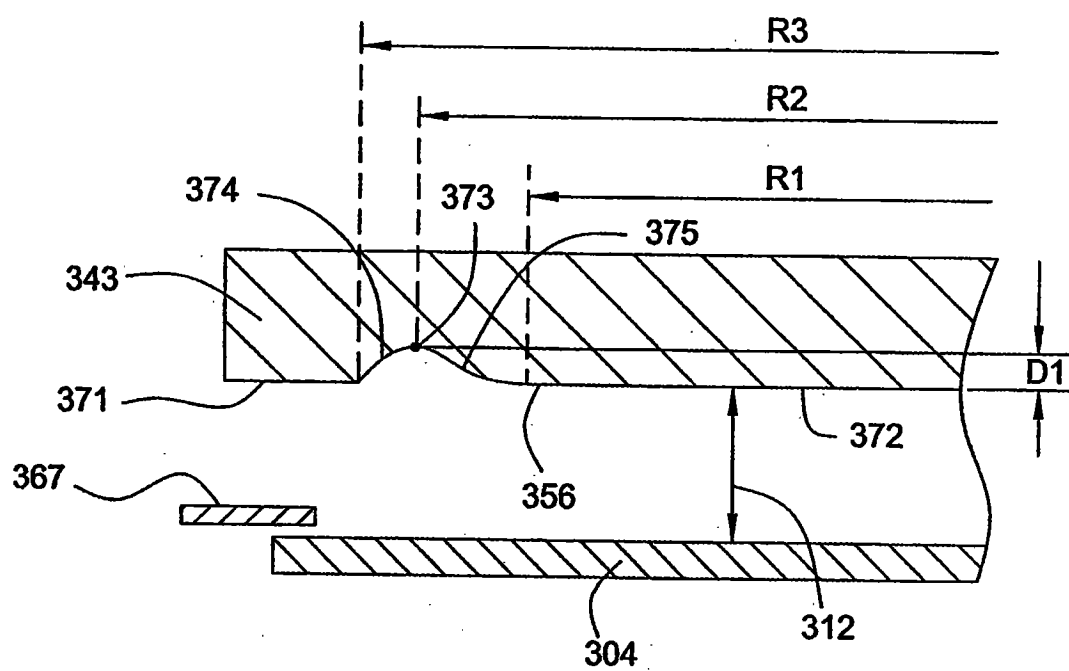


图 4

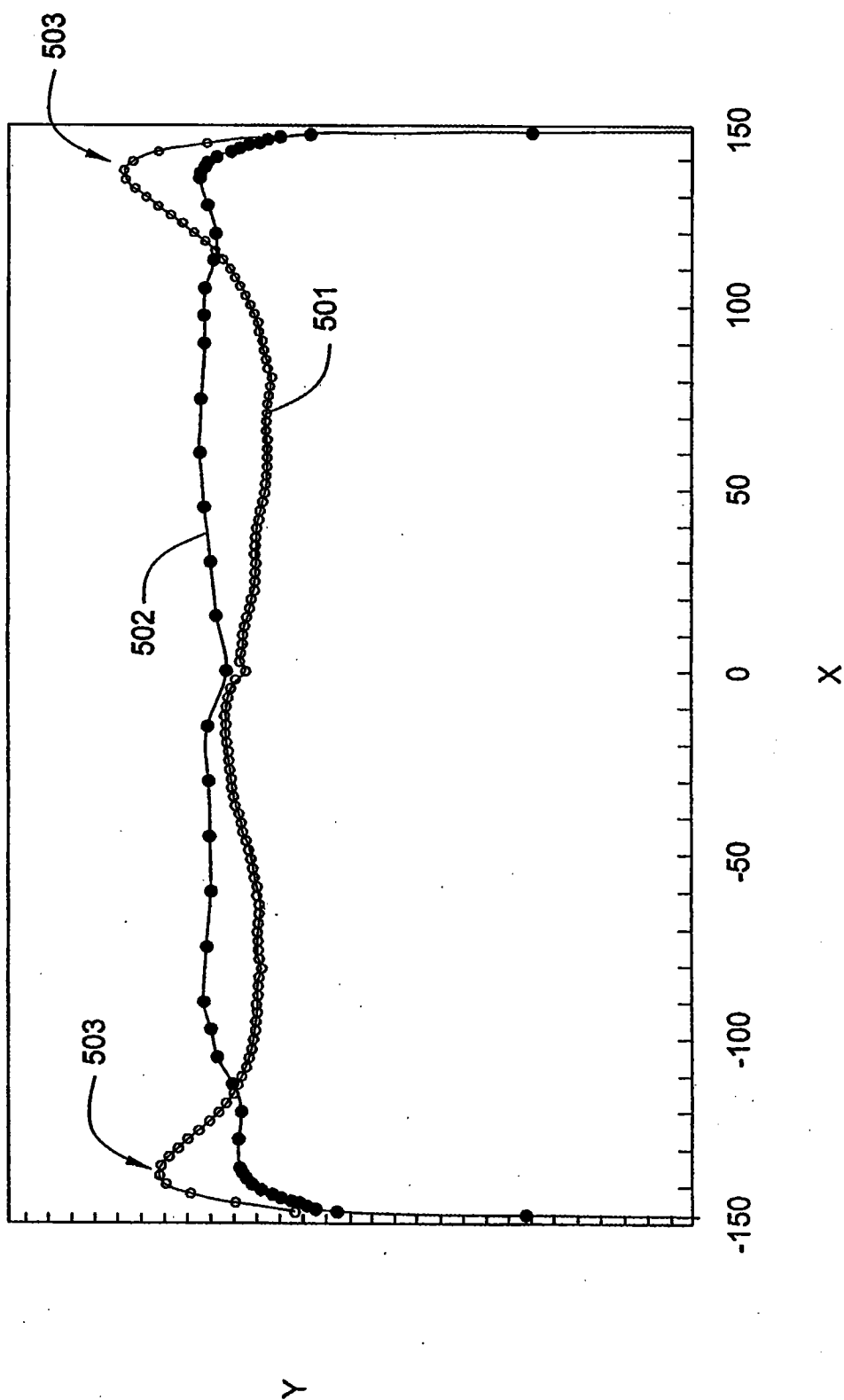


图 5