

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102239542 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 09

(21) 申请号 200980148849. 0

(22) 申请日 2009. 11. 30

(30) 优先权数据

61/119, 607 2008. 12. 03 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 06. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/066147 2009. 11. 30

(87) PCT申请的公布数据

W02010/065474 EN 2010. 06. 10

(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 艾伦·曹 丹尼尔·J·霍夫曼

励(汤姆)·田中

威廉·尼克松·小泰勒 王荣平

约翰·M·怀特

(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 钟强

(51) Int. Cl.

H01L 21/205(2006. 01)

H05H 1/36(2006. 01)

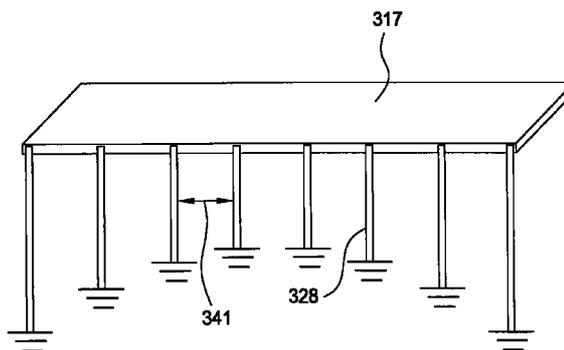
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 9 页

(54) 发明名称

用于均匀性控制的射频返回带的调控方法与设备

(57) 摘要

本发明的实施例一般关于一种用于使用等离子体处理基板的方法与设备。更特定而言,本发明的实施例提供一种等离子体处理腔室,其具有一耦接至多个 RF 返回带的电极,其中该多个 RF 返回带的阻抗经设定及 / 或调整以于处理期间调控等离子体分布。一实施例中, RF 返回带的阻抗藉由改变该多个 RF 返回带的长度、藉由改变该多个 RF 返回带的宽度、藉由改变该多个 RF 返回带的间隔、藉由改变该多个 RF 返回带的位置、藉由增加该多个 RF 返回带的电容或藉由其组合而变化。



1. 一种用于使用等离子体处理基板的方法,其包含以下步骤:

提供界定处理容积的处理腔室,其中基板支撑件配置在该处理容积内,与射频(RF)功率源连接的气体分布板配置在该基板支撑件之上,且该基板支撑件的周边经由多个 RF 返回带与该 RF 功率源连接;

使一个或多个处理气体通过该分布板流至该处理容积;以及

施加射频功率至该气体分布板以从该处理容积内的一个或多个处理气体产生等离子体,

其中一个或多个 RF 返回带的阻抗已经被变更以调整该气体分布板和该基板之间的局部等离子体分布。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述一个或多个 RF 返回带的阻抗已藉由调整所述 RF 返回带的位置、调整所述 RF 返回带的长度、调整所述 RF 返回带之间的间隔、调整所述 RF 返回带的宽度、增加所述 RF 返回带的可变电容或其组合而变更。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其中阻抗藉由将所述 RF 返回带移动远离该基板支撑件的任何转角而变更。

4. 如权利要求 2 所述的方法,其中阻抗藉由增长配置在该基板支撑件的转角附近的所述 RF 返回带而变更。

5. 如权利要求 2 所述的方法,其中调整阻抗包含以下步骤:增宽配置在远离该基板支撑件的转角的所述 RF 返回带。

6. 如权利要求 2 所述的方法,其中阻抗藉由增加配置在该基板支撑件的转角附近的所述 RF 返回带之间的间隔而变更。

7. 一种用于处理基板的设备,其包含:

腔室主体,其界定处理容积,其中该腔室主体具有一狭缝阀开口,该狭缝阀开口经设置以容许基板通过;

基板支撑件,其配置在该处理容积内,其中该基板支撑件经设置以在处理期间在支撑表面上接收基板且支撑该基板;

气体分布板,其配置在该处理容积内且在该基板支撑件上方,其中该气体分布板经设置以传送一种或多种处理气体;

射频功率源,其与该气体分布板连接;以及

多个 RF 返回带,其连接在该基板支撑件的周边和该 RF 功率源之间,其中该多个 RF 返回带经配置以致该基板支撑件及该 RF 功率源之间的阻抗沿该基板支撑件的该周边变化。

8. 如权利要求 7 所述的设备,其中该基板支撑件为多边形,且无 RF 返回带连接至该基板支撑件的转角。

9. 如权利要求 8 所述的设备,其中在该基板支撑件及该射频功率源之间的阻抗藉由改变所述 RF 返回带的长度、改变所述 RF 返回带的宽度、改变所述 RF 返回带的间隔、增加所述 RF 返回带的可变电容或其组合而变化。

10. 如权利要求 9 所述的设备,其中所述 RF 返回带沿该基板支撑件的一侧于长度、宽度、或间隔上变化。

11. 一种用于处理基板的设备,其包含:

腔室主体,其界定处理容积;

第一电极,其配置在该处理容积内;

第二电极,其配置在该处理容积内,其中该第二电极相对于该第一电极且该第一及第二电极在其之间形成一等离子体容积;

射频功率源,其耦接至该第一电极;以及

多个 RF 返回带,其在预定的电位下耦接于该第二电极和主体之间,其中该多个 RF 返回带耦接至该第二电极的周边,而该多个 RF 返回带的阻抗沿着该第二电极的该周边变化。

12. 如权利要求 11 所述的设备,其中该多个 RF 返回带在长度、宽度、间隔或其组合上变化。

13. 如权利要求 12 所述的设备,其中该多个 RF 返回带的至少一个 RF 返回带包含电容。

14. 如权利要求 12 所述的设备,其中该多个 RF 返回带配置远离该第二电极的任何转角。

15. 如权利要求 14 所述的设备,其中配置靠近该狭缝阀开口的所述 RF 返回带具有小于远离该狭缝阀开口的所述 RF 返回带的阻抗。

用于均匀性控制的射频返回带的调控方法与设备

[0001] 发明背景

发明领域

[0002] 本发明的实施例一般关于使用等离子体处理诸如太阳能板基板、平板基板或半导体基板等基板的方法与设备。更具体地说,本发明的实施例关于用于等离子体处理腔室的射频 (RF) 电流返回路径。

[0003] 相关技术的描述

[0004] 等离子体增强化学气相沉积 (PECVD) 一般用以在基板上沉积薄膜,诸如半导体基板、太阳能板基板以及液晶显示器 (LCD) 基板。等离子体增强化学气相沉积一般是藉由导入前驱气体进入具有设置在基板支撑件上的基板的真空腔室而完成。前驱气体通常被引导通过位于真空腔室顶部附近的分布板。真空腔室中的前驱气体经赋能 (例如,激发) 成为等离子体,其藉由从一或多个耦接至腔室的 RF 源施加 RF 功率至腔室。激发的气体反应而在基板表面上形成一层材料,其中该基板位于温度受控制的基板支撑件上。分布板一般连接至 RF 功率源而基板支撑件通常连接至设有 RF 电流返回路径的腔室主体。

[0005] 在使用 PECVD 工艺所沉积的薄膜中,均匀性通常是受期望的。举例而言,非晶形硅膜 (诸如微晶硅膜或多晶硅膜) 通常使用 PECVD 沉积在平板上,用于形成在晶体管或太阳能电池中需求的 p-n 结。非晶形硅膜或多晶形硅膜的质量和均匀性对于商业经营是重要的。因此,需要有改善均匀性的 PECVD 腔室。

[0006] 发明概述

[0007] 本发明的实施例一般关于用于等离子体处理基板的方法及设备。更特定而言,本发明的实施例提供具有用于改善均匀度的 RF 返回带的等离子体处理腔室。

[0008] 本发明的一实施例提供一种使用等离子体处理一基板的方法,其包含:提供界定一处理容积的一处理腔室,其中一基板支撑件配置在该处理容积内,与一射频 (RF) 功率源连接的一气体分布板配置在该基板支撑件之上,且该基板支撑件的周边经由多个 RF 返回带与该 RF 功率源连接;使一个或多个处理气体通过该分布板流至该处理容积;以及施加一射频功率至该气体分布板以从该处理容积内的一个或多个处理气体产生一等离子体,其中一个或多个 RF 返回带的阻抗已经变更以调整该气体分布板和该基板之间的局部等离子体分布。

[0009] 本发明的另一实施例提供一种用于处理一基板的设备,其包含:一腔室主体,其界定一处理容积,其中该腔室主体具有一狭缝阀开口,该狭缝阀开口经设置以容许基板通过;一基板支撑件,其配置在该处理容积内,其中该基板支撑件经设置以在处理期间在一支撑表面上容纳一基板且支撑该基板;一气体分布板,其配置在该处理容积内且在该基板支撑件上方,其中该气体分布板经设置以传送一个或多个处理气体;一射频功率源,其与该气体分布板连接;以及多个 RF 返回带,其连接在该基板支撑件的一周边及该 RF 功率源之间,其中该多个 RF 返回带经设置以致该基板支撑件及该 RF 功率源之间的阻抗沿该基板支撑件的该周边变化。

[0010] 本发明的又一实施例提供一种用于处理一基板的设备,其包含:一腔室主体,其界定一处理容积;一第一电极,其配置在该处理容积内;一第二电极,其配置在该处理容积内,其中该第二电极相对于该第一电极且该第一及第二电极在其之间形成一等离子体容积;一射频功率源,耦接至该第一电极;以及多个 RF 返回带,在一预定的电势下耦接于该第二电极及一主体之间,其中该多个 RF 返回带耦接至该第二电极的一周边,而该多个 RF 返回带的阻抗沿着该第二电极的该周边变化。

[0011] 附图简要说明

[0012] 参考具有某些绘制在附图的实施例,可得到的上述简单概述的本发明的更具体描述,如此,可详细了解本发明的上述特征。但要考虑的是,附图只绘示本发明的典型实施例,因本发明允许其它同等有效的实施例,因此不视为其范围限制。

[0013] 图 1A 概要说明根据本发明的实施例用于 PECVD 的等离子体处理系统的 RF 返回带。

[0014] 图 1B 为图 1A 的该等离子体处理系统的概要顶视图。

[0015] 图 2A 概要说明根据本发明的实施例的等离子体处理腔室的剖面侧视图。

[0016] 图 2B 概要说明根据本发明的实施例的 RF 返回带连接。

[0017] 图 2C 概要说明根据本发明的实施例的 RF 返回带。

[0018] 图 3 至图 7 概要说明根据本发明的实施例的 RF 返回带布置。

[0019] 图 8 概要说明根据本发明的实施例的补偿腔室不对称性的 RF 返回带布置。

[0020] 图 9 概要说明示例性硅系薄膜光伏打 (PV) 太阳能电池的剖面视图。

[0021] 为有利了解,如可能,同一元件符号可用以标示各图共享的同一元件。应认知到在一实施例中揭露的元件和 / 或工艺步骤可不经另外引述而用于其它实施例。

[0022] 具体描述

[0023] 本发明的实施例一般关于一种用于使用等离子体处理基板的方法及设备。更具体地,本发明的实施例提供一种等离子体处理腔室,该腔室具有耦接至多个 RF 返回带的电极,其中 RF 返回带的阻抗经设定及 / 或调整以在处理期间调控等离子体分布。一实施例中,RF 返回带的阻抗可藉由改变 RF 返回带的长度、藉由改变 RF 返回带的宽度、藉由改变 RF 返回带的间隔、藉由改变 RF 返回带的位置、藉由增加 RF 返回带的可变电容或藉由以上的组合而变化。

[0024] 本发明的实施例一般利用于处理矩形基板,诸如用于液晶显示器或平面板的基板以及用于太阳能板的基板。其它适合的基板可为圆形,诸如半导体基板。本发明可利用于处理任何尺寸及形状的基板。但是,由于增加 RF 返回需要更大的基座 (susceptor),本发明提供特别的优点于尺寸 15K (约 15,600cm²)、25K (约 27,750cm²) 及以上,更佳是 40K (约 41,140cm²) 及以上,例如 50K、55K 及 60K。

[0025] 虽然已于大面积基板处理系统内说明性描述、显示及实行本发明,本发明可在其它等离子体处理系统中具有利用性,包含来自其它制造商的系统,其期望确保一个或多个 RF 返回路径于帮助于系统内允许的处理的层级下维持功效。其它本发明可实行的示例性处理系统包含:CENTURA ULTIMA HDP-CVD™ 系统、PRODUCER APF PECVD™ 系统、PRODUCER BLACK DIAMOND™ 系统、PRODUCER BLOK PECVD™ 系统、PRODUCER DARC PECVD™ 系统、PRODUCER HARP™ 系统、PRODUCER PECVD™ 系统、PRODUCER STRESS NITRIDE PECVD™ 系统、PRODUCER TEOS FSG

PECVD™ 系统,这些系统都可购自美国加州 Santa Clara 的 Applied Materials 有限公司。

[0026] 可使用本发明的实施例以形成许多不同类型的膜,所述膜可用于形成薄膜太阳能电池,诸如显示于图 9 的示例性硅系薄膜光伏打 (PV) 太阳能电池 900 的横剖面视图。硅系薄膜 PV 太阳能电池 900 通常可包含一形成于基板 940 上的透明导电氧化物 (TCO) 层 902、形成于透明导电氧化物层 902 上的光电转换单元 914 以及形成于光电转换单元 914 上的背侧电极 916。背侧电极 916 可由层叠膜形成,该层叠膜包含透明导电氧化物 (TCO) 层 910 以及导电层 912。

[0027] 操作上,由环境提供的入射光 922(例如太阳光或其它光子)供给至 PV 太阳能电池 900。PV 太阳能电池 900 中的光电转换单元 914 吸收光能并且在形成于光电转换单元 914 中的 p-i-n 结将光能转换成电能,因而产生电或能量。或者,PV 太阳能电池 900 可顺序颠倒地制造或沉积,或可包含两个或更多个层叠在一起且由透明导电氧化物层分隔的光电转换单元。

[0028] 除了其它合适的材料外,基板 940 可为金属、塑料、有机材料、硅、玻璃、石英或聚合物的薄片。基板 940 可具有大于约 1 平方米的表面积,诸如大于约 2 平方米。视情况任选的介电层(未图标)可配置于基板 940 及透明导电氧化物 (TCO) 层 902 之间。一实施例中,视情况任选的介电层可为 SiON 或氧化硅 (SiO₂) 层。

[0029] 透明导电氧化物 (TCO) 层 902、910 可包含(但不限于)至少一种氧化物层,其选自由以下物质所组成的群组:氧化锡 (SnO₂)、氧化铟锡 (ITO)、氧化锌 (ZnO) 或其组合物。TCO 层 902 可由 CVD 工艺、PVD 工艺或其它适合的沉积工艺所沉积。

[0030] 导电层 912 可包含(但不限于)金属层,其选自由以下物质所构成的群组:钛、铬、铝、银、金、铜、铂或其组合物的合金。

[0031] 光电转换单元 914 包含 p 型半导体层 904、n 型半导体层 908 以及本征型 (i 型) 半导体层 906。i 型半导体层 906 也已知为块状层 (bulk layer),其用作为由入射光能量产生电子空穴对的光电转换层。本征型半导体和非本征型半导体区别在于非本征型半导体中添加了掺杂原子。非本征型半导体层(诸如 p 型半导体层 904 以及 n 型半导体层 908)用于收集由太阳能电池内的本征型半导体所产生的电子或空穴。

[0032] 本征型半导体层可藉由提供包含待形成的半导体材料源的气体混合物形成。举例而言,本征型硅层可藉由提供包含硅烷和氢气的气体混合物至处理腔室而形成。由气体混合物形成的硅和其它半导体可视工艺参数而定以具有多变的结晶程度。

[0033] 在原子基本上不具有排列清楚的图案或结晶度的材料是指非晶形。完整结晶的材料是指结晶、多晶或单晶材料。多晶硅材料是形成为许多由晶粒边界分隔的晶粒的结晶材料。单晶材料是单一晶体的材料。

[0034] 具有部分结晶度的半导体固体(即,结晶比例(晶化率,crystal fraction)在约 5%至约 95%之间)是指纳米晶或者微晶,其通常是指悬置在非晶形相中的晶粒尺寸。

[0035] 纳米晶硅(常常称为微晶硅)是具有短程有序或中程有序的亚晶(paracrystalline),并且由两相混合物—嵌在非晶形基质中的小晶粒构成。纳米晶和微晶有时是根据晶粒(或雏晶,crystallite)的尺寸而区分。然而,多数具有伸入微米范围的晶粒的亚晶实际上是有微粒的多晶硅,其在晶体之间不具有无晶形基质(amorphous matrix),所以“纳米晶”一词在指两相亚晶硅时,被认为是比“微晶”更佳的遣词。

[0036] 另一个源于 1990 年代晚期的解决之道是类似地将微晶硅定义为具有两相,即在非晶形基质中的晶粒,但限于小于 20nm 特征尺寸的晶粒。相反地,多晶硅定义为单相的结晶材料,在结晶之间不具有无晶形基质,且最小的结晶尺寸大于 20nm。

[0037] 应注意到“结晶硅 / 半导体”一词可指任何形式的具有晶体相的硅 / 半导体,包含微晶和纳米晶硅 / 半导体。

[0038] 本征型半导体层的结晶度影响本征型半导体层的光吸收特征。举例而言,非晶形半导体层一般可由具有不同结晶度(诸如微晶硅)的本征层吸收不同波长的光。因为此理由,多数太阳能电池使用非晶形及微晶 / 纳米晶层两者以提供最广泛的可能的光吸收特征。本征型半导体层可藉由沉积多重微晶半导体层而形成,以获得期望的标称晶体比例、具有分级的结晶比例的膜、或者在层各处变化的结晶比例。

[0039] p 型及 n 型半导体层 904、908 可为由选自第三族或第五族元素所掺杂的硅系材料。以第三族元素(例如硼)掺杂的硅膜称为 p 型硅膜,而以第五族元素(例如磷)掺杂的硅膜称为 n 型硅膜。一实施例中, n 型半导体层 908 可为磷掺杂硅膜而 p 型半导体层 904 可为硼掺杂硅膜。

[0040] 掺杂的硅膜可为非晶形硅膜(a-Si)、多晶膜(poly-Si)或微晶膜(μ c-Si),具有通常在约 5nm 和约 50nm 之间的厚度。或者,在半导体层 904、908 中的掺杂元素可经选择以符合 PV 太阳能电池 900 的装置需求。n 型和 p 型半导体层 908、904 可根据本发明的实施例使用处理腔室沉积。

[0041] 图 1A 概要绘示根据本发明的实施例用于 PECVD 的等离子体处理系统 100 的 RF 返回带。等离子体处理系统 100 经设置以使用等离子体处理大面积基板 101 以形成大面积基板上的结构及装置,该大面积基板用于制造液晶显示器(LCD)、平面显示器、有机发光二极管(OLED)或用于太阳能电池阵列的光伏电池。这些结构可为多个后沟道蚀刻型的反转交错(inverted staggered)(底栅极)薄膜晶体管,其包含多个依序沉积和遮蔽步骤。其它结构可包含 p-n 结以形成用于光伏电池的二极管。

[0042] 等离子体处理系统 100 可经设置以沉积多种材料于大面积基板 101 上,包含(但不限于)介电材料(例如 SiO_2 、 SiO_xN_y 、其衍生物或其组合物)、半导体材料(例如,硅及其掺杂物)、阻隔材料(例如, SiN_x 、 SiO_xN_y 或其衍生物)。藉由等离子体处理系统 100 形成或沉积于大面积基板上的介电材料及半导体材料的特定例子可包含外延硅、多晶硅、非晶形硅、微晶硅、硅锗、锗、二氧化硅、氮氧化硅、氮化硅、其掺杂物(例如硼、磷或砷)、其衍生物或其组合物。等离子体处理系统 100 也可经设置以接收诸如氩、氢、氮、氦或其组合物的气体,以用于当作净化气体或载气(例如氩、氢、氮、氦、其衍生物或其组合物)。使用系统 100 沉积硅薄膜于大面积基板 101 的一个范例可藉由使用硅烷当作氢载气中的前驱气体而完成。

[0043] 使用系统 100 沉积薄膜于大面积基板上的多种装置和方法可得于美国专利申请号 11/021,416,其于 2005 年 11 月 17 日提出申请,并早期公开为 US 2005-0255257,标题为“Method Of Controlling The Film Properties Of PECVD-Deposited Thin Films”(控制 PECVD 沉积薄膜的薄膜性质的方法);以及美国专利申请号 11/173,210,于 2005 年 7 月 1 日提出申请,早期公开为 US 2006-0228496,标题为“Plasma Uniformity Control By Gas Diffuser Curvature”(藉由气体扩散器曲线控制等离子体均匀性),两者皆在此并入本文作为参考,这些申请案与本说明书无不一致。使用系统 100 而形成的多种装置的

其它范例可得于美国专利申请号 10/889,683,于 2004 年 7 月 12 日提出申请,早期公开为 US 2005-0251990,标题为“藉由气体扩散器孔洞设计控制等离子体均匀性”(Plasma Uniformity Control By Gas Diffuser Hole Design),;以及美国专利号 7,125,758,于 2006 年 10 月 24 日公告,标题为“Controlling the Properties and Uniformity of a Silicon Nitride Film by Controlling the Film Forming Precursors”(藉由控制膜形成前驱物控制氮化硅膜的性质与均匀度),两者皆在此并入本文作为参考,这些申请案与本发明说明书无不一致。

[0044] 如图 1 所示,等离子体处理系统 100 通常包含界定处理容积 110 的腔室主体 102。基板支撑件 104 配置在处理容积 110 内。基板支撑件 104 经设置以于处理期间在顶部表面 104a 上支撑基板 101。基板支撑件 104 也经设置以在处理期间垂直移动以调整基板 101 与喷头组件 103 之间的距离,喷头组件 103 是经设置以从处理气体源 107 供给处理气体至处理容积 110。等离子体处理系统 100 也包含排气系统 111,其设置以将处理容积 110 抽真空。喷头组件 103 通常以平行方式相对于基板支撑件 104 配置。

[0045] 一实施例中,喷头组件 103 包含气体分布板 131 和阻挡板 132。气体容积 133 形成于气体分布板 131 与阻挡板 132 之间。气体源 107 经由气体供给导管 134 连接至气体容积 133。

[0046] 气体分布板 131、阻挡板 132 以及气体供应导管 134 通常由导电性材料形成,且相互电性连通。腔室主体 102 也是由导电性材料所形成。腔室主体 102 通常与喷头组件 103 电性绝缘。一实施例中,喷头组件 103 经由绝缘体 135 架设在腔室主体 102 上。

[0047] 一实施例中,基板支撑件 104 也是导电的,且基板支撑件 104 和喷头组件 103 设置用于在其间生成等离子体的相对电极。

[0048] RF 功率源 105 通常用以在喷头组件 103 和基板支撑件 104 之间生成等离子体。一实施例中,RF 功率源 105 经由阻抗匹配电路 106 的第一输出 106a 耦接至喷头 103。阻抗匹配电路 106 的第二输出 106b 电性连接至腔室主体 102。

[0049] 一实施例中,多个 RF 返回带 109 电性连接于基板支撑件 104 和腔室主体 102 之间。多个 RF 返回带 109 经设置以在处理期间缩短 RF 电流的路径,并且以调整靠近基板支撑件 104 的边缘地区的等离子体均匀性。

[0050] RF 电流的路径在图 1A 中以箭头概略绘示。RF 电流通常从 RF 功率源 105 的第一输出 105a 行进至阻抗匹配电路 106 的第一输出 106a,然后沿着气体供给导管 134 的外表面行进至阻挡板 132 的背表面,然后行进至气体分布板 131 的前表面。从气体分布板 131 的前表面,RF 电流通过等离子体 108 前进并且抵达基板 101 或者基板支撑件 104 的顶表面,然后通过多个 RF 返回带 109 至腔室主体 102 的内表面 102a。从内表面 102a,RF 电流经由阻抗匹配电路 106 的第二输出 106a 返回到 RF 功率源 105 的第二输出 105b。

[0051] 图 1B 是等离子体处理系统 100 的概要顶视图。图 1B 概要绘示相关于基板支撑件 104 的多个 RF 返回带 109 的布置。多个 RF 返回带 109 沿基板支撑件 104 的边缘分布。每一 RF 返回带 109 可包含一宽挠曲物,其具有一端电性连接至基板支撑件 104 的表面,而另一端电性连接至腔室主体 102。多个 RF 返回带 109 容许基板支撑件 104 与腔室主体 102 之间的相对运动。每一 RF 返回带 109 可具有不同的电性质,其经调整适于 RF 返回带 109 的位置。一实施例中,RF 返回带 109 的阻抗经调整以协调局部等离子体分布。

[0052] 回头参考图 1A, 在处理期间, 一个或多个处理气体通过喷头 103 从气体源 107 流至处理容积 110。RF 功率施加于喷头 103 和基板支撑件 104 之间, 生成等离子体 108 以用于处理基板 101。等离子体分布的均匀性通常是处理期间所期望的。然而, 等离子体 108 的分布是由各项因子所决定, 诸如处理气体的分布、处理容积 110 的几何形状、电极之间的距离以及 RF 返回带 109 的电性质。

[0053] 本发明的一实施例中, 处理容积 110 内的等离子体分布可藉由调整一或多个 RF 返回带 109 的一项或多项性质而调整。一实施例中, RF 返回带 109 的性质可藉由调整 RF 返回带 109 的位置、调整 RF 返回带 109 的宽度、调整 RF 返回带 109 的长度、调整相邻的 RF 返回带 109 之间的间隔、添加可变的或固定的电容、或其组合而调整。

[0054] 图 2A 概要绘示根据本发明的实施例的等离子体处理腔室 200 的剖面侧视图。

[0055] 等离子体处理腔室 200 包含腔室底部 201、侧壁 202 以及盖组件 203。腔室底部 201、侧壁 202 及盖组件 203 界定处理容积 206。基板支撑件组件 204 配置在处理容积 206 内。开口 207 穿过侧壁 202 的一侧而形成。设置开口 207 以容许基板 208 通过。狭缝阀 205 耦接至侧壁 202 且经设置以于处理期间关闭开口 207。

[0056] 盖组件 203 由侧壁 202 支撑且能被移除以维护等离子体处理腔室 200 的内部。盖组件 203 包含外盖 242、盖遮板 243、阻挡板 209、分布板 210、气体导管 241 以及绝缘体 213。

[0057] 阻挡板 209 以及分布板 210 实质上彼此平行配置而在其间形成气体分布容积 214。阻挡板 209 及分布板 210 经设置以使处理气体分布至处理容积 206。阻挡板 209 及分布板 210 一般由铝所制造。绝缘体 213 配置在侧壁 202 上并且经设置以将侧壁 202 电性隔离分布板 210 及阻挡板 209。盖遮板 243 由外盖 242 支撑, 且电性连接至侧壁 202。

[0058] 开口 212 穿过阻挡板 209 形成并且经设置以经由气体导管 241 将气体分布容积 214 连接至气体源 (未图示)。分布板 210 在靠近中心区段处具有穿孔的区域。多个孔洞 211 贯穿分布板 210 形成并且提供气体分布容积 214 和处理容积 206 之间的流体连通。分布板 210 的穿孔区域经设置以提供穿过分布板 210 进至处理容积 206 的气体的均匀分布。

[0059] 基板支撑件组件 204 在处理容积 206 内配置于中心且在处理期间支撑基板 208。基板支撑件组件 204 通常包含导电的支撑件主体 217, 其由延伸穿过腔室底部 201 的轴杆 218 支撑。支撑件主体 217 通常在形状上是多边形, 并且至少在支撑基板 208 的支撑件主体 217 的一部分之上以电性绝缘的涂层覆盖。绝缘涂层也可覆盖支撑件主体 217 的其它部分。一实施例中, 基板支撑件组件 204 在正常情况下至少于处理期间是耦接到地面电位。

[0060] 支撑件主体 217 可由金属或其它类似的导电材料 (例如铝) 所制成。绝缘涂层可为介电材料, 排除其它之外, 诸如氧化物、氮化硅、二氧化硅、二氧化铝、五氧化二钽、碳化硅或聚酰亚胺, 这些材料可由多种沉积或涂覆工艺所施加, 例如 (但不限于) 火焰喷涂、等离子体喷涂、高能涂层、化学气相沉积、喷涂、黏附膜、溅镀及包覆。

[0061] 一实施例中, 支撑件主体 217 包覆至少一个嵌入的加热元件 219, 该元件设置以在处理期间加热基板 208。一实施例中, 支撑件主体 217 也包含热耦以用于温度控制。一实施例中, 支撑件主体 217 可包含一个或多个加强构件, 其包含金属、陶瓷或其它嵌于其中的加强材料。

[0062] 加热元件 219 (诸如电极或电阻式元件) 耦接至电源 220 并且可控制地加热定位于其上的支撑组件 204 和基板 208 至预定温度。一般而言, 加热元件 219 将基板 208 在处

理期间维持于约 150℃ 到至少约 460℃ 的一致的温度。加热元件 219 相对于支撑件主体 217 电性浮置。

[0063] 轴杆 218 从支撑件主体 217 穿过腔室底部 201 延伸并且将基板支撑件组件 204 耦接至举升系统 221。举升系统 221 将基板支撑件组件 204 于升高的处理位置（如图 2A 所示）与助于传送基板的降低的位置之间移动。

[0064] 一实施例中，基板支撑件组件 204 包含环绕阴影框架 222。环绕阴影框架 222 经设置以于工艺期间防止基板 208 及支撑件主体 217 的边缘上的沉积或其它处理。当基板支撑件组件 204 处于升高的处理位置时（如图 2A 所示），环绕阴影框架 222 安置在基板 208 及支撑件主体 217 上。当基板支撑件组件 204 处于供传送基板的降低的位置时，环绕阴影框架 222 安置于基板支撑件组件 204 上方，该基板支撑件组件位于形成于侧壁 202 上的阶状物 223 上。

[0065] 一实施例中，支撑件主体 217 具有多个销支架 225，该多个销支架穿过支撑件主体配置，且其设置以引导多个举升销 224。每一销支架 225 具有形成于其中的贯穿孔 226 (through hole)。贯穿孔 226 开启至支撑件主体 217 的上部表面。每一销支架 225 经设置以从贯穿孔 226 的下部开口接收一个举升销 224。每一举升销 224 从形成于腔室底部 201 内的凹部 227 向上延伸。当支撑件主体 217 与多个销支架 225 降低时，多个举升销 224 戳透贯穿孔 226 拾起基板 208。基板 208 随后从支撑件主体 217 分离，容许基板处理器将基板 208 传送出等离子体处理腔室 200。

[0066] 多个举升销 224 一般由陶瓷或阳极处理铝组成。一实施例中，多个举升销 224 可具有多样长度，以致他们得以在不同时间接触基板 208。举例而言，在基板 208 的外边缘周围间隔放置的举升销 224 高于从外边缘朝基板 224 中心向内间隔放置的举升销 224，其容许基板 208 从其外边缘相对于其中心先被举升。

[0067] RF 功率源 215 用于在处理容积 206 中生成等离子体。一实施例中，阻抗匹配电路 216 耦接至 RF 功率源 215。阻抗匹配电路 216 的第一输出 216a 连接气体分布板 210，而阻抗匹配电路 216 的第二输出 216b 连接基板支撑件组件 204，因此在气体分布板 210 和基板支撑件组件 204 之间的处理气体间施加 RF 功率，并且生成及保持用于处理基板支撑件组件 204 上的基板 208 的等离子体。

[0068] 一实施例中，阻抗匹配电路 216 的第一输出 216a 经由气体导管 241 及阻挡板 209 连接分布板 210。一实施例中，第二输出 216b 耦接至腔室主体（例如侧壁 202）或盖遮板 243。

[0069] 一实施例中，多个 RF 返回带 228 连接于基板支撑件组件 204 的支撑件主体 217 与腔室底部 201 之间，腔室底部 201 连接至阻抗匹配电路 216 的第二输出 216b。多个 RF 返回带 228 在支撑件主体 217 和腔室底部 201 之间提供 RF 电流返回路径。

[0070] 一实施例中，多个 RF 返回带 228 不均等地沿支撑件主体 217 的每一边缘分布，该多个 RF 返回带在相邻的 RF 返回带 228 之间具有变化的间隔。一实施例中，多个 RF 返回带 228 非对称地分布以反应腔室几何形状的非对称特征及 / 或气流分布的非对称特征。一实施例中，无 RF 返回带 228 配置于靠近支撑件主体 217 的转角处。

[0071] 另一实施例中，多个 RF 返回带 228 的每一个视每一 RF 返回带的位置而定具有不同的电性质。一实施例中，多个 RF 返回带 228 的至少一个 RF 返回带具有可调整的电性质。

一实施例中,可调整的电性质为 RF 返回带 228 的阻抗。

[0072] 图 2C 概要绘示 RF 返回带 228 的一实施例。RF 返回带 228 通常是平坦柔软的导电带,其具可挠性且在弯折时不会施加强大的恢复力。一实施例中,RF 返回带 228 包含可挠、低阻抗的导电材料,其抗处理及清洁的化学物质。一实施例中,RF 返回带 228 由铝组成。或者,RF 返回带 228 可包含钛、不锈钢、铍铜、或涂覆导电性金属涂层的可挠材料。

[0073] 一实施例中,RF 返回带 228 具有第一端 238 以及第二端 239。第一端 238 具有架置沟槽 233,而第二端 239 具有架置沟槽 234。一实施例中,RF 返回带 228 具有中央沟槽 237,其设置以增加 RF 返回带 228 的可挠性。

[0074] 图 2B 概要绘示用于等离子体处理腔室 200 中的 RF 返回带连接。RF 返回带 228 的第一端 238 经由连接组件 230 电性耦接至支撑件主体 217。一实施例中,连接组件 230 连接至支撑件主体 217 的下侧 240。第二端 239 藉由连接组件 229 电性耦接至腔室底部 201。RF 返回带 228 可经由其它方式耦接至支撑件主体 217 及腔室底部 201,这些方式例如紧固件、夹箝或其它能在支撑件主体 217、RF 返回带 228 以及腔室底部 201 之间维持电性连接的方法。如图 2B 所示,连接组件 230 包含塑型的夹箝 232 及一个或多个螺丝 235。连接组件 229 包含塑型的夹箝 231 及一个或多个螺丝 236。

[0075] 连接组件 229、230 各包含低阻抗的导电材料,其抗处理及清洁化学物质。一实施例中,连接组件 229、230 包含铝。或者,材料可包含钛、不锈钢、铍铜或任何可以导电金属涂层涂覆的材料。另一实施例中,连接组件 229 包含第一导电材料而连接组件 230 包含第二导电材料,其中第一导电材料及第二导电材料为不同的材料。

[0076] 不同的 RF 返回带的实施例可得于美国专利申请号 11/775,359(代理人案号 12004),于 2007 年 7 月 10 日提出申请,标题为“*Asymmetric Grounding of Rectangular Susceptor*(矩形基座的非对称接地)”,公开为 US 2008/0274297,其在此并入作为参考。

[0077] 一实施例中,RF 返回带 228 的电性质可经调整以调控局部等离子体分布。一实施例中,RF 返回带的电性质可经调整以改善分布板 210 及支撑件主体 204 之间形成的等离子体的均匀性。

[0078] 一实施例中,每一 RF 返回带 228 的阻抗可改变以调整局部等离子体分布。一实施例中,靠近 RF 返回带处的局部等离子体分布可藉由减少 RF 返回带 228 的阻抗而增加。而靠近 RF 返回带 228 处的局部等离子体分布可藉由增加 RF 返回带 228 的阻抗而减少。

[0079] 另一实施例中,等离子体处理腔室 200 中的等离子体分布可藉由调整多个 RF 返回带 228 的位置及 / 或间隔而调整。

[0080] 每一 RF 返回带 228 的电性质可藉由改变 RF 返回带 228 的长度、藉由改变 RF 返回带 228 的宽度、藉由将可变电容并联或串联连接至 RF 返回带、藉由改变相邻的 RF 返回带的间隔或藉由以上的组合而调整。

[0081] 图 3 至图 7 概要绘示根据本发明的实施例改善等离子体均匀性的 RF 返回带布置。

[0082] 图 3 概要绘示 RF 返回带 328 沿矩形基板支撑件主体 317 的一侧的一种布置,其类似图 2A 的支撑件主体 217。多个 RF 返回带 328 均等地沿支撑件主体 317 的一侧分布。此布置沿支撑件主体 317 的一侧增加等离子体均匀度。相邻的 RF 返回带之间的间隔 341 实质上是相同的,每一 RF 返回带 328 的宽度实质上相同,而每一返回带 328 的长度沿该侧变化。一实施例中,RF 返回带 328 的长度在靠近该侧的末端处较长,且逐渐朝该侧的中心减

少。虽然只显示基板支撑件主体 317 的一侧,基板支撑件 317 的其余侧也可连接至多个 RF 返回带。类似 RF 返回带布置或不同的 RF 返回带布置可应用至未图示的剩余侧。

[0083] 图 4 概要绘示 RF 返回带 428 沿矩形基板支撑件主体 417 的一侧的一种布置,其类似图 2A 的支撑件主体 217。多个 RF 返回带 428 均等地沿支撑件主体 417 的一侧分布。此布置沿支撑件主体 417 的一侧增加等离子体均匀度。每一 RF 返回带 428 的宽度实质上相同,每一返回带 428 的长度也是实质上相同,而相邻的 RF 返回带之间的间隔 441 沿该侧变化。一实施例中,相邻的 RF 返回带 428 的间隔 441 在靠近该侧的末端处较大,且逐渐朝该侧的中心减少。虽然只显示基板支撑件主体 417 的一侧,基板支撑件 417 的其余侧也可连接至多个 RF 返回带。类似 RF 返回带布置或不同的 RF 返回带布置可应用至未图示的剩余侧。

[0084] 图 5 概要绘示 RF 返回带 528 沿矩形基板支撑件主体 517 的一侧的一种布置,其类似图 2A 的支撑件主体 217。多个 RF 返回带 528 均等地沿支撑件主体 517 的一侧分布。此布置沿支撑件主体 517 的一侧增加等离子体均匀度。每一 RF 返回带 528 的长度实质上相同,相邻的 RF 返回带之间的间隔 541 实质上是相同的,而每一返回带 528 的宽度沿该侧变化。一实施例中,RF 返回带 528 的宽度在靠近该侧的末端处较小,且逐渐朝该侧的中心增加。虽然只显示基板支撑件主体 517 的一侧,基板支撑件 517 的其余侧也可连接至多个 RF 返回带。类似 RF 返回带布置或不同的 RF 返回带布置可应用至未图示的剩余侧。

[0085] 图 6 概要绘示 RF 返回带 628 沿矩形基板支撑件主体 617 的一侧的一种布置,其类似图 2A 的支撑件主体 217。多个 RF 返回带 628 均等地沿支撑件主体 617 的一侧分布。每一 RF 返回带包含在其中串联连接的可变电容器 642。RF 返回带 628 的长度、宽度及间隔实质上相同。每一 RF 返回带 628 的可变电容器 642 可个别调整。因此,每一 RF 返回带 628 的阻抗可根据 RF 返回带 628 的位置调整以改善沿该侧的均匀度。虽然只显示基板支撑件主体 617 的一侧,基板支撑件 617 的其余侧也可连接至多个 RF 返回带。类似 RF 返回带布置或不同的 RF 返回带布置可应用至未图示的剩余侧。

[0086] 图 3 至图 6 的布置可单独或结合使用。一实施例中,相同的布置可用在基板支撑件的所有侧中。另一实施例中,不同的布置可用在基板支撑件的各侧中。另一实施例中,不同的布置可结合沿基板支撑件的一侧使用。

[0087] 如图 7 所示,沿基板支撑件 717 的一侧的 RF 返回带可藉由变化长度和变化电容而布置。多个 RF 返回带 728 沿基板支撑件 717 的一侧均等分布。相邻的 RF 返回带之间的间隔 741 实质上相同,每一 RF 返回带 728 的宽度实质上相同,而每一 RF 返回带 728 的长度沿该侧变化。一实施例中,RF 返回带 728 的长度在靠近该侧的末端处较长,且逐渐朝该侧的中心减少。但是,一个或多个具有可变电容器 742 的 RF 返回带 743 配置在靠近该侧的中心处。可变电容器 742 容许 RF 返回带 743 相等于更短长度的 RF 返回带。此布置于减少 RF 返回带的长度会限制基板支撑件 717 的运动范围时特别有用。虽然只显示基板支撑件主体 717 的一侧,基板支撑件 717 的其余侧也可连接至多个 RF 返回带。类似 RF 返回带布置或不同的 RF 返回带布置可应用至未图示的剩余侧。

[0088] 图 8 概要绘示根据本发明的实施例的补偿腔室不对称性的 RF 返回带布置。如图 8 所示,多个 RF 返回带 828 沿矩形基板支撑件主体 817 的四侧分布,类似图 2A 的支撑件主体 217。RF 返回带 828 的布置为非对称。特别而言,耦接至侧 844 的 RF 返回带不同于耦接

至侧 845 (该侧相对于侧 844) 的 RF 返回带。此布置可用于校正由定位在靠近侧 845 处的狭缝阀所造成的腔室不对称的腔室几何形状。

[0089] 前述关于本发明的实施例,其它及更进一步的实施例可不背离本发明的范畴而设计,且本发明的范畴由后述的权利要求决定。

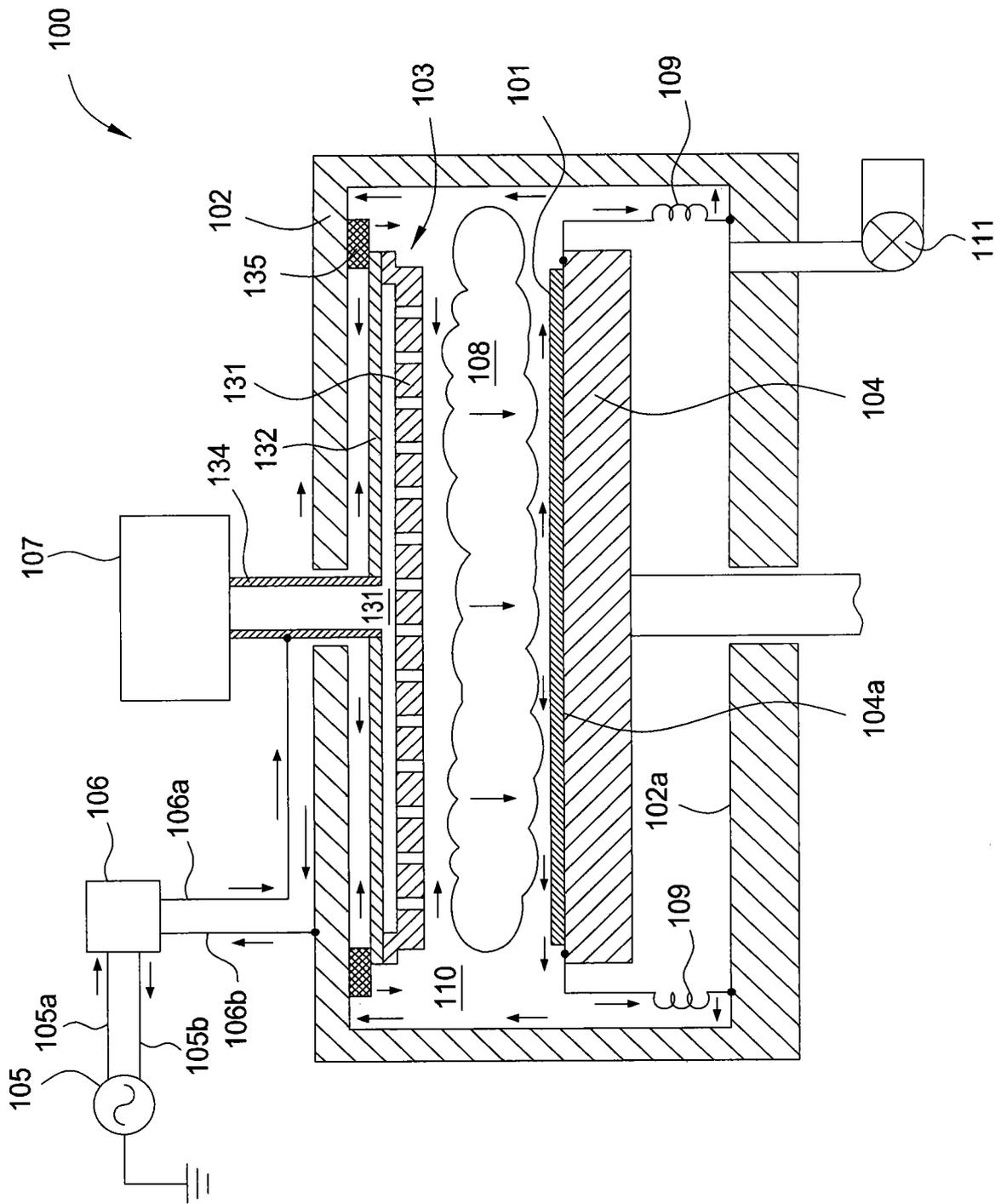


图 1A

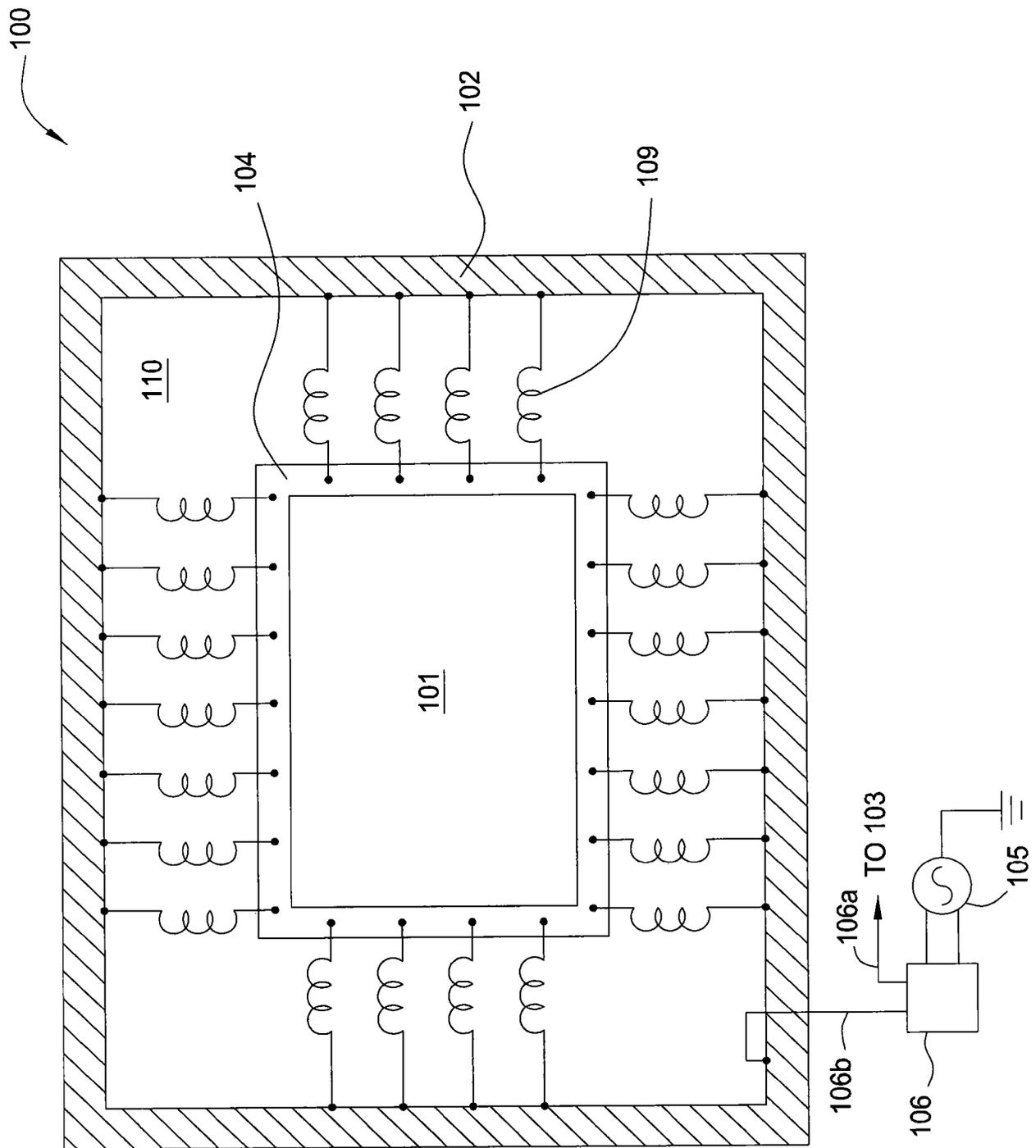


图 1B

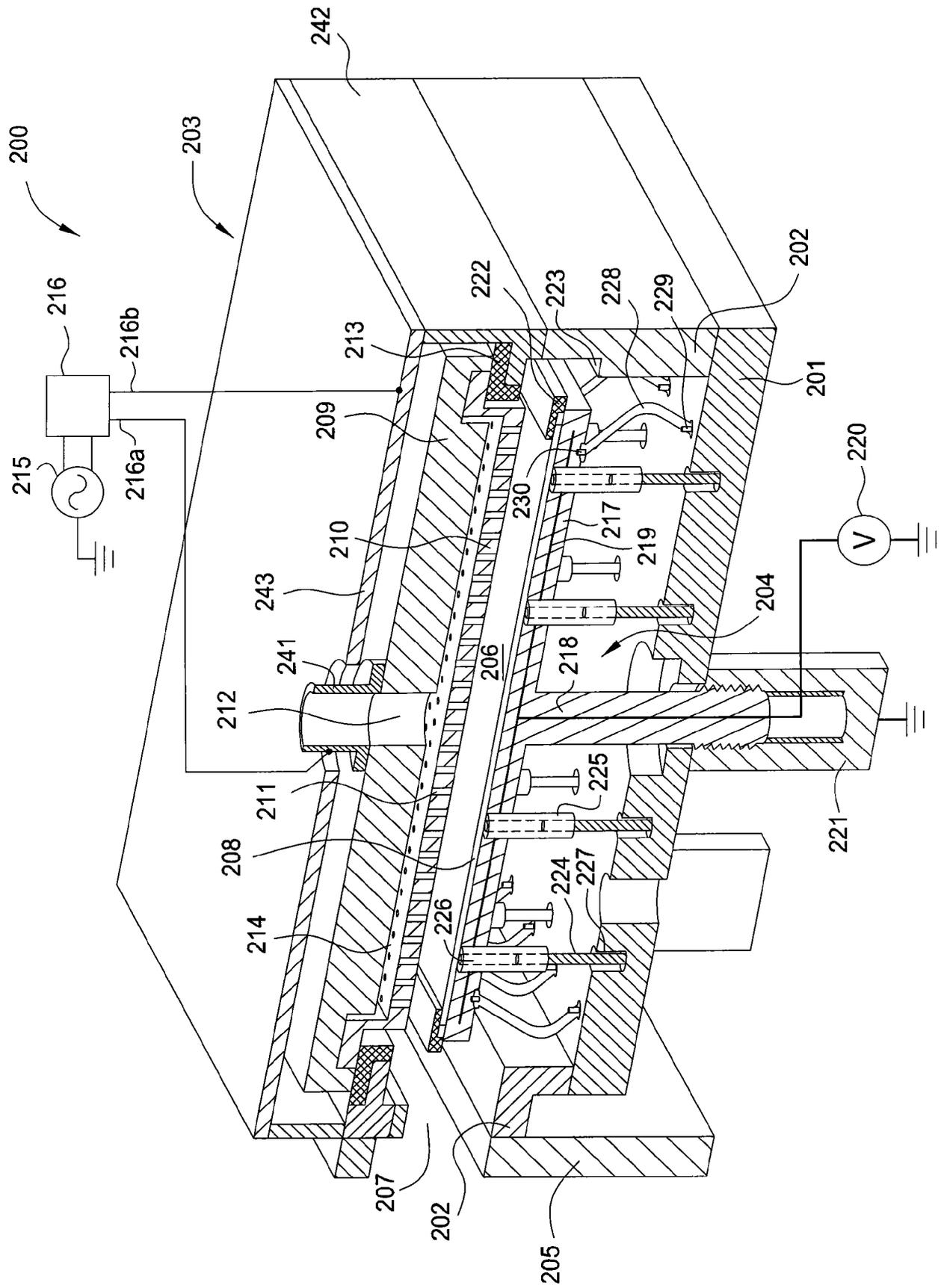


图 2A

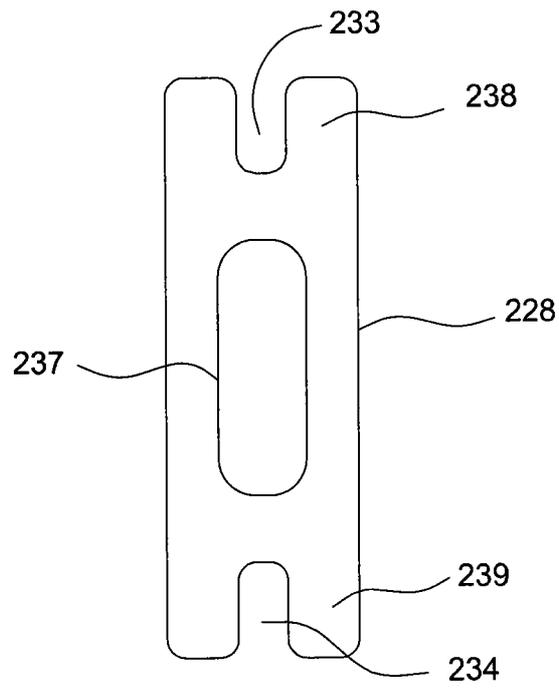


图 2C

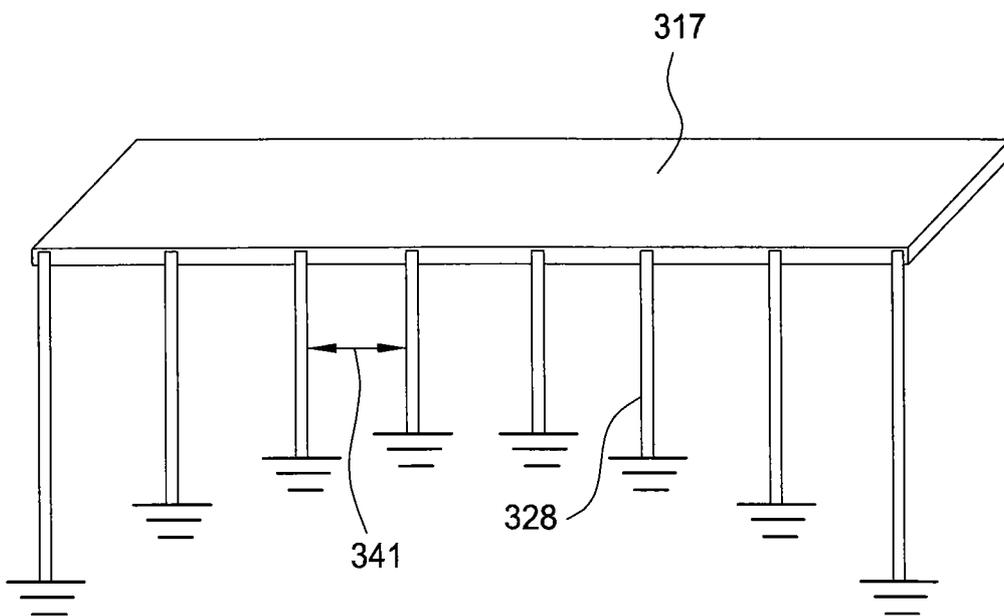


图 3

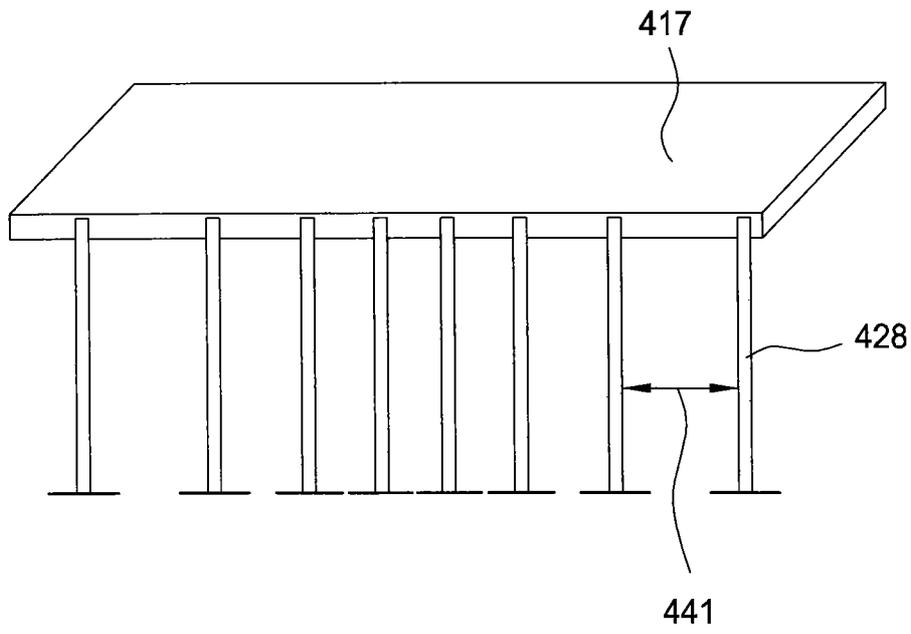


图 4

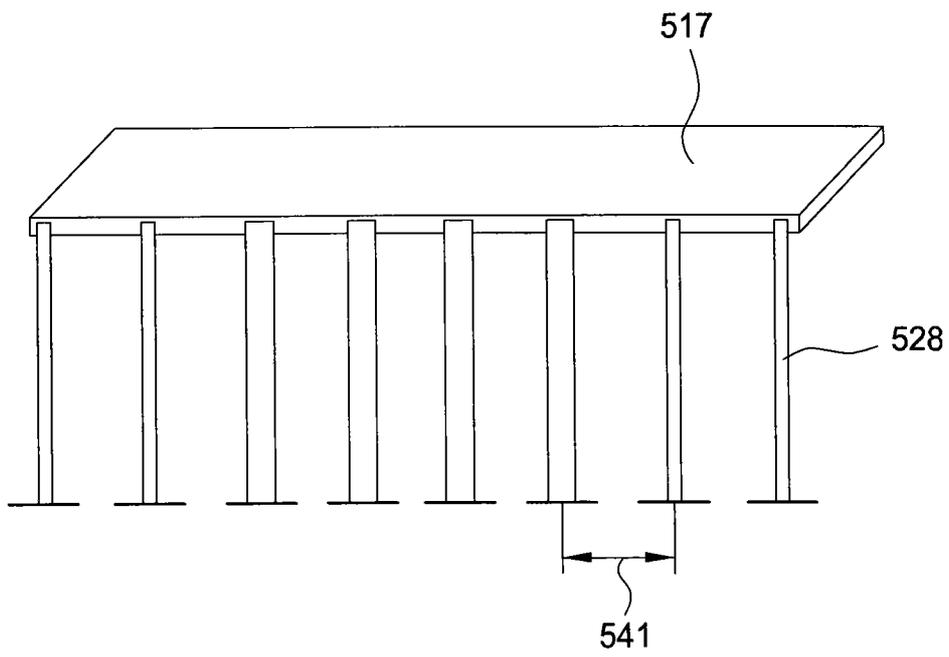


图 5

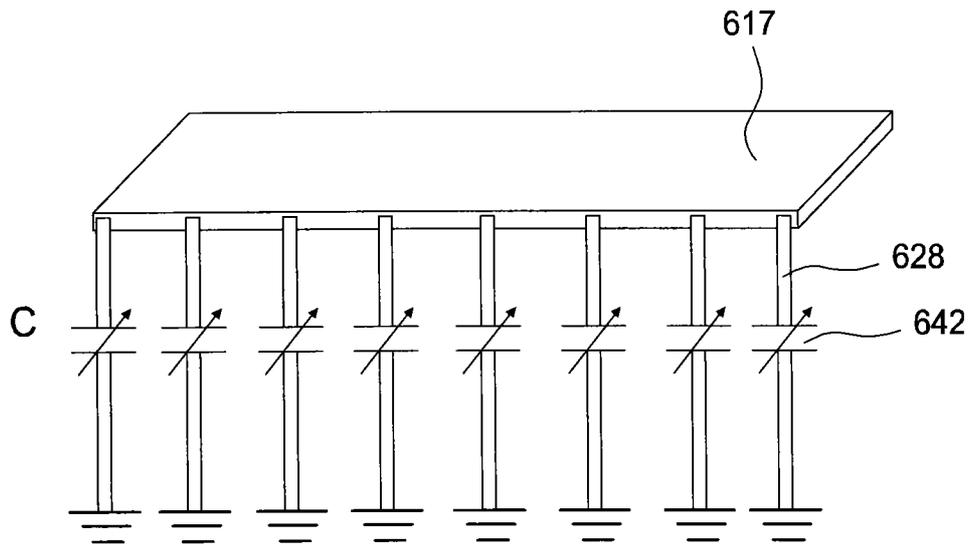


图 6

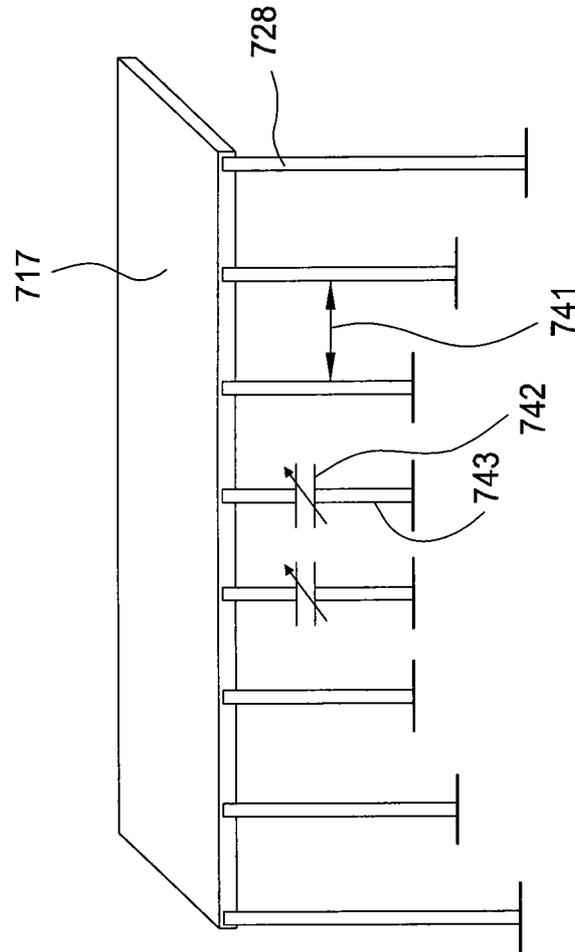


图 7

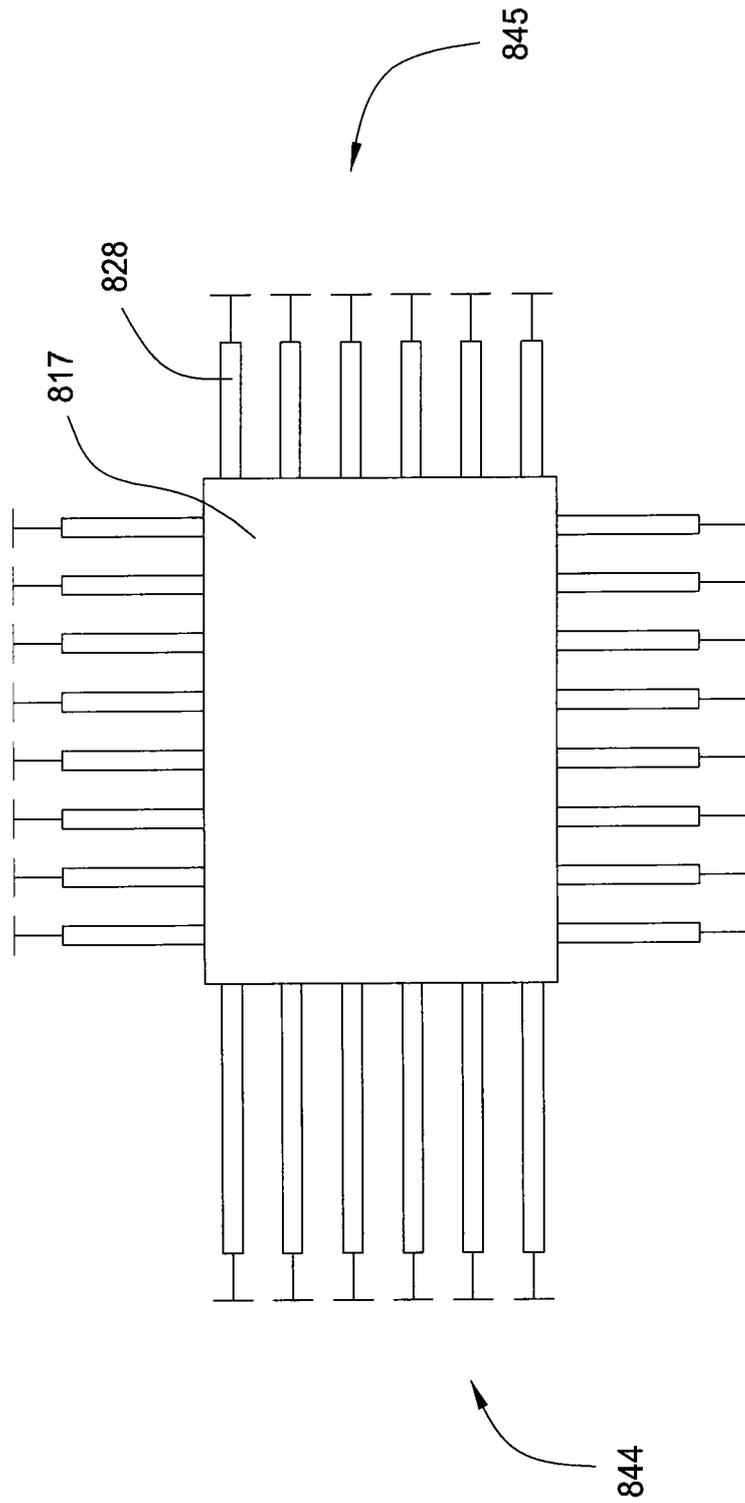


图 8

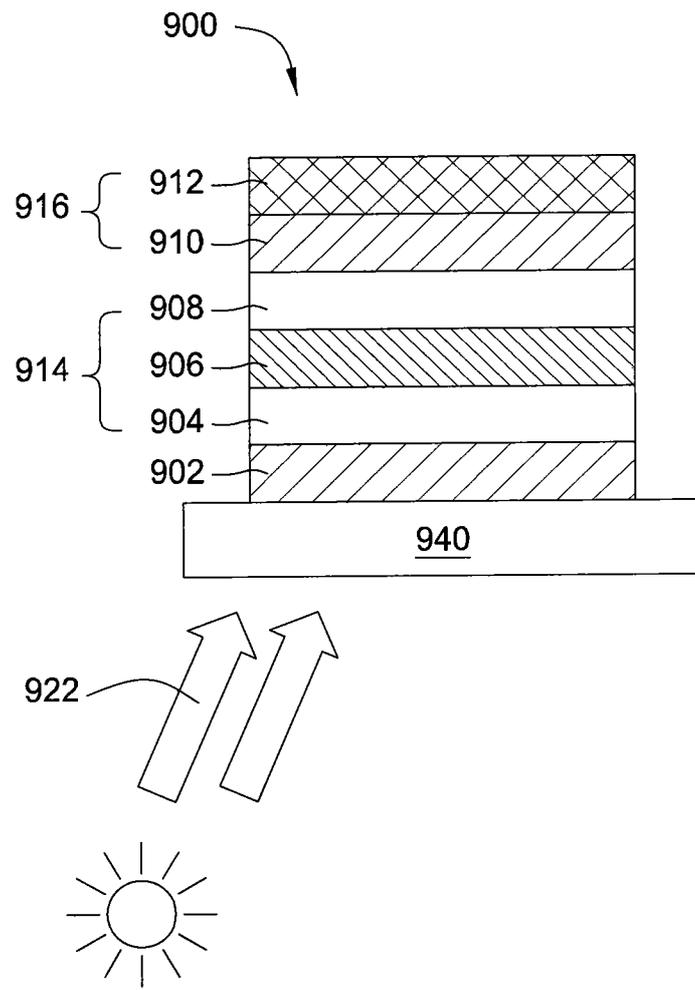


图 9