



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102598876 A

(43) 申请公布日 2012.07.18

(21) 申请号 201080051480.4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010.11.17

H05H 1/46 (2006.01)

H05H 1/34 (2006.01)

(30) 优先权数据

61/262,096 2009.11.17 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012.05.14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/056946 2010.11.17

(87) PCT申请的公布数据

W02011/062940 EN 2011.05.26

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 C·索伦森 J·M·怀特 J·库德拉

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 胡林岭

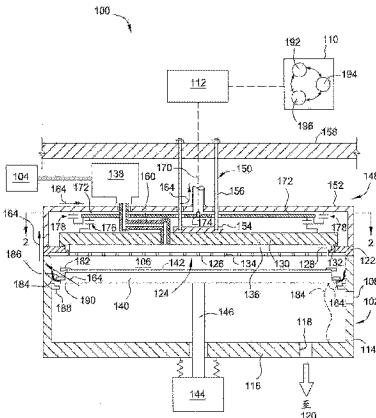
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 5 页

(54) 发明名称

具有电极处 RF 匹配的大面积等离子体处理腔室

(57) 摘要

提供一种具有电极处 RF 匹配的等离子体处理系统以及利用该系统来处理基板的方法。一实施例中，等离子体处理系统包括腔室主体、基板支撑件、电极、盖组件与 RF 调谐元件。基板支撑件置于界定于腔室主体中的处理空间中。电极置于基板支撑件上方与盖组件的盖件下方。RF 调谐元件置于盖件与电极之间且耦接至电极。



1. 一种等离子体处理系统,包括:

腔室主体,所述腔室主体具有界定处理空间的腔室侧壁、底部与盖组件,所述盖组件由所述腔室侧壁所支撑;

基板支撑件,所述基板支撑件配置于所述腔室主体的处理空间中;

电极,所述电极配置于所述基板支撑件附近、上方或正面,以激发所述处理空间中的气体;及

至少一RF调谐元件,所述RF调谐元件耦接至所述电极,所述调谐元件配置于所述盖组件的接地盖件或侧壁以及所述电极之间。

2. 如权利要求1所述的等离子体处理系统,其中所述电极是气体分配板或支撑所述气体分配板的背板的至少一者。

3. 如权利要求1所述的等离子体处理系统,还包括:

RF供给;

分配器,所述分配器耦接至所述RF供给;及

多个RF子供给,所述多个RF子供给透过所述分配器耦接所述RF供给至所述电极,其中各个所述RF子供给的末端透过至少一个别RF调谐元件耦接至所述电极。

4. 如权利要求3所述的等离子体处理系统,其中所述多个RF子供给还包括:

四个约200欧姆的传送线路或子供给的某些其他组合,所述组合可在数量与个别阻抗中变化以呈现标准的约50欧姆的负载阻抗至RF功率源的输出。

5. 如权利要求3所述的等离子体处理系统,其中总体腔室RF负载的相(调)与幅度(负载)可通过利用电极处电容器与/或电感器如所欲般加以调整。

6. 如权利要求5所述的等离子体处理系统,其中所述RF调谐元件是耦接至各个所述RF子供给的固定电容器。

7. 如权利要求5所述的等离子体处理系统,还包括:

负载元件,所述负载元件耦接于各个所述RF子供给与所述盖件之间。

8. 如权利要求3所述的等离子体处理系统,还包括:

支撑结构,所述支撑结构包括耦接至所述背板的中心的顶上梁,且其中所述调谐元件在所述背板的角落附近耦接至所述背板。

9. 如权利要求3所述的等离子体处理系统,其中各个所述RF调谐元件的电容可相对于其他RF调谐元件独立地加以调整。

10. 一种等离子体处理系统,包括:

腔室主体,所述腔室主体具有界定处理空间的腔室侧壁、底部与盖组件,所述盖组件由所述腔室侧壁所支撑;

基板支撑件,所述基板支撑件配置于所述腔室主体的处理空间中;

气体分配板,所述气体分配板配置于所述基板支撑件上方;

背板,所述背板由所述盖组件所支撑,所述背板支撑所述气体分配板;

接地盖件,所述接地盖件配置于所述盖组件上方且覆盖所述背板;

RF功率源;

RF供给,所述RF供给透过所述盖件耦接至所述RF功率源;

分配器,所述分配器配置于所述盖件与所述背板之间,所述分配器耦接至所述RF供

给；

多个 RF 子供给，所述多个 RF 子供给配置于所述盖件与所述背板之间；所述多个 RF 子供给透过所述分配器耦接至所述 RF 供给；

多个电容性负载元件，所述多个电容性负载元件配置于所述盖件与所述背板之间，所述多个负载元件的各自一者耦接一个别 RF 子供给至所述盖件；

多个调谐元件，所述多个调谐元件配置于所述盖件与所述背板之间，所述多个调谐元件的各自一者耦接一个别 RF 子供给至所述背板；及

RF 气体馈通，所述 RF 气体馈通提供气体管道，所述气体管道穿过所述盖件且进入界定于所述气体分配板与所述背板之间的气室。

11. 如权利要求 10 所述的等离子体处理系统，其中所述多个 RF 子供给还包括：

四个 200 欧姆的导体或另一组合，所述组合充分地匹配所述子供给的网路的阻抗至所述 RF 功率源的输出阻抗。

12. 如权利要求 11 所述的等离子体处理系统，其中所述子供给的平衡是围绕所述电极不对称。

13. 如权利要求 3 和 11 所述的等离子体处理系统，其中所述 RF 调谐元件是固定电容器与 / 或电感器。

14. 如权利要求 10 所述的等离子体处理系统，其中各个所述多个调谐元件还包括：可调整的电容器与 / 或电感器。

15. 一种处理等离子体处理腔室中的基板的方法，所述方法包括：

通过 RF 气体馈通与气体分配板将气体混合物流入处理空间，所述气体混合物含有一个或多个硅基气体；

透过电极处匹配元件提供 RF 功率至所述气体分配板，以激发所述处理空间中的气体混合物；及

在激发的气体混合物存在下沉积硅层于基板上。

## 具有电极处 RF 匹配的大面积等离子体处理腔室

### 技术领域

[0001] 本发明实施例大致关于等离子体处理基板的方法与设备,更明确地,关于具有电极处 RF 匹配的等离子体处理系统以及利用该系统处理基板的方法。

### 背景技术

[0002] 大面积基板通常用来制造太阳能电池与液晶显示器。液晶显示器 (LCDs) 或平板面板通常用来作为有源矩阵显示器,诸如电脑、触摸面板装置、个人数字助理 (PDAs)、手机、电视监视器等。再者,有机发光二极管 (OLEDs) 也广泛地用作平板显示器。一般而言,平板面板包括具有液晶材料层夹于其中的两个板。至少其中一个板包括至少一导电薄膜,导电薄膜沉积于该板上且耦接至功率源。自功率源供应至导电薄膜的功率改变晶体材料的位向而产生图案化的显示。

[0003] 可自结晶材料或非晶或微晶材料构成太阳能电池。一般而言,现今大量生产的太阳能电池有两个主要类型,结晶硅太阳能电池与薄膜太阳能电池。结晶硅太阳能电池通常利用单晶基板 (即,纯硅的单一晶体基板) 或多晶硅基板 (即,多晶或多晶硅)。在硅基板上沉积额外的薄膜层以改善光线捕获、形成电路并保护器件。适当的基板包括玻璃、金属与聚合物基板。由于低成本大面积非晶 - 微晶硅吸收层的沉积,薄膜硅太阳能电池已经取得显著的市场占有率。薄膜太阳能电池利用沉积于适当基板上的材料薄层来形成一或多个 p-n 结, p-n 结暴露于光线时可促进电池中的电流流动。

[0004] 为了制造这些显示器与太阳能电池,基板 (诸如,玻璃或聚合物工件) 通常经历多个接续处理以在基板上产生器件、导体与绝缘体。各个这些处理通常执行于设以执行生产处理单一步骤的处理腔室中。为了有效完成处理步骤的整个序列,通常有多个处理腔室耦接至内设机器人的移送室,以促进在处理腔室之间传送基板。具有此结构的处理平台的一实例通常称为群集工具,群集工具的实例为自 AKT America, Inc. (加州圣克拉拉市) 取得的 AKT 等离子体增强化学气相沉积 (PECVD) 处理平台家族。

[0005] 随着平板面板与太阳能电池需求增加,较大尺寸基板的需求也跟着增加。举例而言,用于平板面板制造的大面积基板已经在这几年中由 550mm 乘以 650mm 的面积增加至超过 4 平方米,且可预期在不远的未来中尺寸会持续增加。这种大面积基板尺寸的增长已经对操作与生产造成新的挑战。举例而言,基板的较大表面积已经造成 RF 功率需求的增加,并因此提高 RF 功率传送部件的尺寸与成本。由于适用于大面积基板与传统半导体晶圆的处理设备的设备尺寸与功率消耗相差数个数量级,仅放大传统方式并无法提供可接受 (或某些情况中,可预测) 的结果,因此需要新的创新以实现下一代处理与设备。

[0006] 因此,需要适合处理大面积基板的改良等离子体处理系统。

### 发明内容

[0007] 提供一种具有电极处 RF 匹配的等离子体处理系统以及利用该系统处理基板的方法。电极处 RF 匹配降低等离子体处理系统所需的占地面积,因为在处理系统外不再需要 RF

匹配电路。再者，电极处 RF 匹配可让 RF 传送驱动的位置远远偏离处理系统的中心，由此释出处理腔室的中心用于其他用途。

[0008] 一实施例中，一种具有电极处 RF 匹配的等离子体处理系统包括腔室主体、基板支撑件、电极、盖组件与 RF 调谐元件。基板支撑件置于界定于腔室主体中的处理空间中。电极置于基板支撑件附近、上方或正面，且位于盖组件的盖件（置于盖组件上）下方。RF 调谐元件置于盖件与电极之间且耦接至电极。

[0009] 另一实施例中，一种具有电极处 RF 匹配的等离子体处理系统包括腔室主体，腔室主体具有界定处理空间的侧壁、底部与盖组件。基板支撑件置于腔室主体的处理空间中。气体分配板置于基板支撑件上方。背板由盖组件所支撑，且支撑气体分配板位于基板支撑件上方。盖件置于覆盖背板的盖组件上。RF 供给透过盖件耦接至 RF 功率源。多个配置于盖件与背板之间的 RF 子供给由分配器耦接至 RF 供给。RF 子供给透过分配器耦接至 RF 供给。数个电容与 / 或电感负载与相调谐元件配置于盖板与背板之间。多个负载元件各自耦接个别一 RF 子供给至盖件。多个调谐元件配置于盖件与背板之间，即 RF 等离子体 - 驱动电极的背侧。多个调谐元件各自不在背板中心处耦接个别一 RF 子供给至背板。可透过盖件与背板提供 RF- 热气体馈通（feedthrough），以提供气体进入气体分配板与背板之间界定的气室。

[0010] 本发明又另一实施例中，一种在具有电极处 RF 匹配的处理系统中处理基板的方法包括：将含有一或多个硅基气体的气体混合物通过 RF 气体馈通与气体分配板流入处理空间、透过电极处匹配元件提供 RF 功率至气体分配板以激发处理空间中的气体混合物、并在激发的气体混合物存在下沉积硅层于基板上。

## 附图说明

[0011] 为了更详细地了解本发明的上述特征，可参照实施例（某些描绘于附图中）来理解本发明简短概述于上的特定描述。

[0012] 图 1 是具有电极处 RF 匹配的等离子体增强化学气相沉积系统的一实施例的横剖面图；

[0013] 图 2 是沿着图 1 的等离子体增强化学气相沉积系统的长剖面线 2—2 的横剖面图；

[0014] 图 3 是图 1 的等离子体增强化学气相沉积系统的部分剖面图；及

[0015] 图 4-6 是描绘等离子体增强化学气相沉积系统的不同功率传送线路布局的部分剖面图。

[0016] 为了助于理解，尽可能应用相同的元件符号来标示附图中相同的元件。然而，需注意附图仅描绘本发明的典型实施例，而因此不被视为本发明范围的限制因素，因为本发明可允许其他等效实施例。

## 具体实施方式

[0017] 本发明大致关于具有电极处 RF 匹配的等离子体处理腔室以及利用该系统处理基板的方法。等离子体处理腔室设以处理大面积基板，利用等离子体而在大面积基板上形成结构与器件以用于制造液晶显示器（LCD's）、平板显示器、有机发光二极管（OLED's）或太阳能电池阵列的光伏电池等等。虽然本发明说明性描绘、显示且实施于大面积基板处理系

统中,但本发明可在其他等离子体处理腔室中运用,只要希望在该腔室中的电极处或附近利用 RF 匹配来生成等离子体。包括电极处或附近的 RF 匹配的分散式匹配网路可用来补偿负载阻抗分布中的不对称(例如,狭缝阀开口)。分散式匹配网路在 RF 盖件下的高阻抗“传导线路”中降低电流至不明显水平,实质排除至匹配箱的接地返回路径的不对称性。这降低  $I^2R$  损耗并取消 RF 产生器连接点的不对称位置的影响。

[0018] 图 1 是等离子体增强化学气相沉积系统 100 的一实施例的横剖面图,系统 100 具有处理腔室 148、RF 产生器(RF 功率源)112、气体源 104 与控制器 110。控制器 110 可为适合控制系统 100 中执行的处理的通用或工业电脑。控制器 110 包括存储器 192、支援电路 194 与处理器 196。

[0019] 处理腔室 148 包括耦接至 RF 产生器(RF 功率源)112、气体源 104 与控制器 110 的接地腔室主体 102。腔室主体 102 包括侧壁 114、底部 116 与盖组件 122。腔室主体 102 的侧壁 114、底部 116 与盖组件 122 界定处理空间 106。泵送口 118 穿过腔室主体 102 而形成以让泵送系统 120 排空且控制处理空间 106 中的压力。

[0020] 基板支撑件 140 置于处理空间 106 中,以在处理过程中支撑大面积基板 142。基板支撑件 140 由杆 146 耦接至举升机构 144。举升机构 144 控制基板支撑件 140 升降于,例如,图 1 中所示的升高的处理位置以及与狭缝阀通道 108 对齐的降低的传送位置之间,狭缝阀通道 108 穿过腔室主体 102 而形成以助于基板 142 进出处理空间 106。

[0021] 处理时将遮蔽框架 182 置于基板 142 周边上以避免沉积于基板 142 的边缘上。一实施例中,遮蔽框架 182 可由金属材料、陶质材料或其他适当材料所制成。一实施例中,遮蔽框架 182 由裸铝或陶质材料所制成。

[0022] 作为 RF 电流返回回路一部分的挠性 RF 返回路径 184 将 RF 电流返回至 RF 功率源 112。RF 返回路径 184 可由钛、铝、不锈钢、铍、铜、涂覆导电金属涂层的材料、或其他适当 RF 导电材料所制成。RF 返回路径 184 可沿着基板支撑件 140 的各个侧边均匀地或随机地分布。一实施例中,RF 返回路径 184 耦接于基板支撑件 140 与腔室主体 102(例如,腔室侧壁 114)之间。另一实施例中,RF 返回路径 184(虚线显示)耦接于基板支撑件 140 与腔室底部 116 或侧壁 114 之间。

[0023] 图 1 所示实施例中,RF 返回路径 184 的外端耦接至腔室主体 102。RF 返回路径 184 的内端耦接至接地框架 186,接地框架 186 在基板支撑件 140 处于图 1 所示的升高的处理位置时坐落于基板支撑件 140 的凸缘 190 上。接地框架 186 由例如铝的材料所制成,该材料在基板支撑件与腔室主体 102 之间传导 RF。当基板支撑件 140 下降至传送位置时,接地框架 186 接触框架支撑件 188,框架支撑件 188 耦接至腔室主体 102 的侧壁 114 且可举起接地框架 186 离开凸缘 190。随着基板支撑件 140 持续向下,遮蔽框架 182 接触接地框架 186,接地框架 186 举起遮蔽框架 182 离开基板 142 以促进基板传送。

[0024] 喷头组件 124 由盖组件 122 支撑于基板支撑件 140 上方。RF 导电盖件 152 置于盖组件 122 上以覆盖喷头组件 124。盖件 152 透过盖组件 122 电连接至接地的腔室主体 102。喷头组件 124 包括来自背板 130 的悬挂件 128 所支撑的气体分配板 126。喷头组件 124 由绝缘体 132 电绝缘于盖组件 122。

[0025] 一实施例中,气体分配板 126 与背板 130 具有面对基板支撑件 140 的实质矩形表

面。气体分配板 126 与背板 130 的尺寸通常大致相同于基板支撑件 140。

[0026] 气体分配板 126 包括多个孔 134，所述孔 134 引导处理气体与其他气体朝向置于基板支撑件 140 上的基板 142。可适以自本发明受益的气体分配板实例揭露于 2002 年 11 月 12 日核发给 White 等人的美国专利 6,477,980、2005 年 11 月 17 日公开的 Choi 等人的美国专利公开案 20050251990、以及 2006 年 3 月 23 日公开的 Keller 等人的美国专利公开案 2006/0060138。

[0027] 气室 136 界定于气体分配板 126 与背板 130 之间。处理气体与 / 或清洁气体由气体源 104 利用 RF 气体馈通 160 通过背板 130 而输送进入气室 136。远端等离子体源 138 可线上 (in-line) 耦接于气体源 104 与 RF 气体馈通 160 之间，以在气体进入气室 136 之前解离气体。

[0028] 一实施例中，远端等离子体源 138 可用来激发清洁气体以远端地提供用来清洁腔室部件的等离子体。清洁气体可进一步由 RF 功率源 112 供应至背板 130 与 / 或气体分配板 126 的 RF 功率所激发。适当的清洁气体包括 (但不限于) NF<sub>3</sub>、F<sub>2</sub> 与 SF<sub>6</sub>。远端等离子体源实例揭露于 1998 年 8 月 4 日核发给 Shang 等人的美国专利 5,788,778。

[0029] 支撑结构 150 耦接背板 130 的中心至配置于腔室主体 102 上方的顶上梁 158。顶上梁 158 可由设备建筑结构、腔室主体 102 或其他适当结构所支撑。支撑结构 150 是可调整的，以致可调整背板 130 的中心的高度，进而控制气体分配板 126 的形状或轮廓。一实施例中，支撑结构 150 包括由固定件 202 耦接至背板 130 的中心的环 154 (示于图 2 中)。多个立柱 156 耦接环 154 至顶上梁 158。可如所欲般调整立柱 156 以控制背板 130 与顶上梁 158 之间的距离。立柱 156 与 / 或环 154 耦接至背板 130 的方式可避免背板 130 与顶上梁 158 或盖件 152 之间的 RF 传导。可适以自本发明受益的支撑结构的更详细叙述描述于 2008 年 2 月 26 日申请的美国专利申请案 12/037,885 中。

[0030] RF 功率源 112 耦接至系统 100 顶部 (诸如，背板 130 与 / 或气体分配板 126) 处的电极以提供 RF 功率，好在气体分配板 126 与基板支撑件 140 之间产生电场。或者，电极可位于基板附近、上方或正面。电场自气体分配板 126 与基板支撑件 140 之间存在的气体产生的等离子体用来处理配置于基板支撑件 140 中的基板。

[0031] 图 1 所示实施例中，RF 供给 170 (例如，约 50 欧姆 RF 传送线路，例如同轴电缆) 耦接至 RF 功率源 112。RF 供给 170 透过盖件 152 配送至 RF 分配器 174。多个 RF 子供给 172 自 RF 供给 170 配送功率至电极上不同位置。图 1 所示实施例中，各个 RF 子供给 172 的相反于分配器 174 的端部由电极处调谐元件 176 耦接至背板 130 并由负载元件 178 耦接至盖件 152。电极不包含背板的实施例中，传送线路可如下文参照背板描述般耦接至气体分配板的对应部分。可根据腔室几何结构与功率需求来选择 RF 子供给 172 的数目与位置。一实施例中，RF 子供给 172 由调谐元件 176 耦接接近于背板 130 的周边，留下背板 130 的中心，可用于装设环 154、立柱 156 与 RF 气体馈通 160。

[0032] 图 1 所示实施例与图 2 剖面图的进一步描述中，利用四个 RF 子供给 172。四个 RF 子供给 172 可各自为约 200 欧姆的传送线路，诸如同轴电缆或其他适当 RF 导体。RF 子供给 172 通过立柱 156 之间。可如所欲般重新置放立柱 156 以达成不同的 RF 子供给 172 配送。举例而言，如图 2 额外描述，可利用额外的 RF 子供给 172 (虚线所示)，诸如 6 个 RF 子供给、8 个 RF 子供给或其他数目的 RF 子供给。RF 供给 170 的单一连接点的阻抗经选择以

匹配 RF 功率源的输出阻抗。大部分工业应用中阻抗为 50 欧姆,因此所有自 50 欧姆位置散发的子供给的阻抗总合亦需为 50 欧姆,以有效地自功率源传送能量至负载。

[0033] 现参照图 3,各个 RF 子供给 172 的末端 302 包括接头 304。接头 304 促进将调谐元件 176 与负载元件 178 耦接至 RF 子供给 172。调谐元件 176 包括接头 306,以电耦接 RF 子供给 172 至电极(例如,图 2 与图 3 中所示的背板 130)中形成的触点 310。负载元件 178 包括接头 308,以电耦接 RF 子供给 172 至盖件 152(如图 3 所示)或至腔室侧壁 114 或盖组件 122 的一者。

[0034] 一实施例中,触点 310 是螺纹孔。触点 310 通常位于电极(例如,图 2 与图 3 中所示的背板 130)的一侧 204 附近,在任何实例中均远离中心。一实施例中,至少四个触点 310 位于背板 130 的各个角落 206 附近。

[0035] RF 气体馈通 160 耦接至端口 212(穿过背板 130 而形成)。端口 212 可偏离背板 130 的中心而配置,好让立柱 156 与环 154 可装设于背板 130 的中心以更好地控制背板与/或气体分配板轮廓。端口 212 形成于背板 130 的中心附近且接近环 154,以分隔端口 212 与触点 310。通过将端口 212 与 RF 气体馈通 160 分隔于 RF 子供给 172 的触点 310 而配置,可最小化“出现”在端口 212 的电压以降低在 RF 气体馈通 160 中产生过早(premature)或寄生放电的可能性。

[0036] 处理过程中,透过 RF 供给 170、多个 RF 子供给 172 与调谐元件 176 将来自 RF 功率源 112 的 RF 功率输送至电极,以在气体分配板 126 与基板支撑件 140 之间的处理空间 106 中产生等离子体与/或激发气体。RF 功率如同箭头 164 所示般透过接地框架 186、RF 返回路径 184、腔室侧壁 114、盖组件 122、盖件 152 与 RF 供给 170 自基板支撑件 140 返回至 RF 功率源 112。由于调谐元件 176 位于 RF 输送路径上,返回至 RF 功率源 112 的 RF 电流不通过调谐元件 176 或传统系统中存在的匹配箱。

[0037] 可通过利用电极处电容器与/或电感器如所欲般调整总体腔室 RF 负载的相(调)与幅度(负载)。在盖件 152 下方电极处配置调谐元件 176 可有利地提供弹性给 RF 传送线路的位置,这释出处理腔室 148 的中心以致 RF 供给 170 的连接点可位于远离中心且离开腔室盖组件 122 上配置的其他部件的路线。此外,将调谐元件 176 置于电极处且离开中心、将 RF 匹配元件配置于更高阻抗平行传送线路子供给的末端,由此降低子供给的电流容量需求并引人注目地降低传送线路与电路元件上的电压应力,并提供优于中心配置的高电压单一匹配电路系统的成本降低。此外,具有多个电极处匹配电路可进行电极的局部区域调谐,这在整个处理系统仅利用单一调谐的传统调谐电路中是不可能的。这可更大程度地控制与细微地调谐 RF 激发。调谐元件 176 可经选择以执行固定或动态 RF 匹配。如下方进一步所述,RF 传送线路的调谐元件 176 与/或不同部分的阻抗可经选择以维持对称的电驱动至电极,或者在相对末端与/或反向端不同地驱动电极以补偿处理腔室设计中已经存在的不对称性。

#### [0038] 固定 RF 匹配

[0039] 一实施例中,调谐元件 176 是固定的电容器或电感器。上述实施例中,RF 功率源 112 是变频功率源。一实施例中,RF 功率源 112 的输出可因应等离子体的特性而在约 0.3MHz 与约 200MHz 之间变动,这造成表现(reflected)的 RF 功率提高或降低。一实施例中,RF 功率源 112 提供在 13.56MHz 平均频率附近变动的 RF 功率。

[0040] 负载元件 178 可经选择以匹配 RF 传送线路的特性(characteristic)阻抗至负载

的至少一部分。一实施例中，负载元件 178 是具有固定电容值的电容器。另一实施例中，负载元件 178 是具有固定电感值的电感器。另一实施例中，负载元件 178 是具有固定阻抗值的电容器 - 电感器网路。

[0041] 调谐元件 176 的电容可经选择以提供所欲的电极共振性能，由此在所欲的 RF 频率下提供尖峰 RF 传送。一实施例中，调谐元件 176 是具有固定电容值的电容器。另一实施例中，调谐元件 176 是具有固定电感值的电感器。另一实施例中，调谐元件 176 是具有固定阻抗值的电容器 - 电感器网路。

#### [0042] 动态 RF 匹配

[0043] 一实施例中，调谐元件 176 具有电感与电容元件两者，至少其中之一是可调整的以运作成 RF 匹配电路，用以调谐电极的共振好匹配等离子体负载的共振。上述实施例中，RF 功率源 112 可为一或多个固定频率的功率源。RF 功率源（或多个功率源）112 可在一或多个频率下提供 RF 功率。可在约 0.3MHz 与约 200MHz 之间选择一或多个频率。一实施例中，RF 功率源 112 在 13.56MHz 频率下提供 RF 功率。调谐元件 176 的电感与 / 或电容值可因应等离子体特征信息而有所变化。一实施例中，电极处调谐元件 176 可独立于彼此地动态变化。

[0044] 调谐元件 176 的电容可因应等离子体特征信息而选择性变化，以提供所欲的电极共振性能，由此在所欲的 RF 频率下提供尖峰 RF 传送。一实施例中，调谐元件 176 是具有可变电容值的电容器，电容值可因应等离子体特征信息而选择。另一实施例中，调谐元件 176 是具有可变电感值的电感器，电感值可因应等离子体特征信息而选择。另一实施例中，调谐元件 176 是具有可变阻抗值与 / 或电容值的电容器 - 电感器网路，阻抗值可因应等离子体特征信息而选择。

[0045] 负载元件 178 可经选择以匹配 RF 传送线路的特性阻抗至负载的至少一部分。一实施例中，负载元件 178 是具有固定电容值的电容器。另一实施例中，负载元件 178 是具有固定电感值的电感器。另一实施例中，负载元件 178 是具有固定阻抗值的电容器 - 电感器网路。

#### [0046] 运作中

[0047] 运作中，具有电极处 RF 匹配的等离子体处理系统可用来沉积适合 TFT 或太阳能装置的硅基薄膜。一实施例中，非晶硅层可形成于基板上，基板设置于等离子体处理系统中的基板支撑件上。透过 RF 气体馈通与气体分配板提供含有一或多个硅基气体的气体混合物至处理空间。透过电极处调谐元件提供来自 RF 功率源的 RF 功率至电极以激发处理空间中的气体。适当的硅基气体包括（但不限于）硅烷 ( $\text{SiH}_4$ )、二硅烷 ( $\text{Si}_2\text{H}_6$ )、四氟化硅 ( $\text{SiF}_4$ )、四氯化硅 ( $\text{SiCl}_4$ )、二氯硅烷 ( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ) 与其组合。一实施例中，硅烷 ( $\text{SiH}_4$ ) 气体用作为硅基气体。

[0048] 也可在处理过程中提供氨基气体。适当的氨基气体包括（但不限于）氢气 ( $\text{H}_2$ )。一实施例中，提供氢气与硅烷气体体积空间比例在约 4 : 1 与约 25 : 1 之间的气体混合物。一实施例中，供应约 14.28sccm/L 与约 71.42sccm/L 之间体积的氢气。供应约 0.74sccm/L 与约 10.71sccm/L 之间体积的硅基气体。

[0049] 可在形成非晶硅层时控制处理参数。一实施例中，透过调谐元件提供至背板与 / 或气体分配板的 RF 功率可控制在约 20 毫瓦 /  $\text{cm}^2$  与约 500 毫瓦 /  $\text{cm}^2$  之间，其中面积为气体

分配板面对基板的面积。腔室的压力可维持在约 1 托与约 100 托之间（例如，约 1 托与约 20 托之间）。间距控制在约 600 密尔与约 900 密尔之间，而基板温度控制在约 100°C 与约 400°C 之间，例如约 200°C。

[0050] 一实施例中，可根据腔室的匹配条件的主动测量特征与 RF 供应的输出的等离子体负载来改变 RF 功率源的 RF 输出的频率。另一实施例中，可根据腔室的匹配条件的主动测量特征与 RF 供应的输出的等离子体负载而动态地改变电极处调谐元件的电容与 / 或电感。电极处调谐元件可独立于彼此动态地改变。

#### [0051] 替代传送线路布局

[0052] 图 4-6 为描绘不同的功率传送线路布局的等离子体增强化学气相沉积系统的部分横剖面图。图 4-6 的实施例与图 2 的系统具有相同的视角，自盖件 152 下方向下看背板 130。虽然描绘三个替代布局，但可预期其他利用本文教示的布局，所述教示为维持处理腔室中心不具传送线路部件与 / 或提供不对称 RF 功率驱动至电极。

[0053] 图 4 是等离子体增强化学气相沉积系统（例如，上述的系统 100）的传送线路布局的一实施例。布局也可用于其他等离子体处理系统。图 4 的传送线路布局包括 RF 供给 170，该 RF 供给 170 自 RF 功率源 112 延伸至 RF 分配器 174。RF 分配器 174 设置为偏离处理腔室 148 的中心。作为参考，处理腔室 148 的中心对齐于背板 130 的中心，以致分配器 174 较接近背板 130 与气体分配板 126 的一侧 204 而非其他侧 204。图 4 所示实施例中，RF 分配器 174 配置于较接近于背板 130 的长侧 204 之一，而与背板 130 的两个较短侧 204 实质等距离。

[0054] 多个 RF 子供给 402 在一端部耦接至分配器 174 并在第二端部耦接至辅助分配器 404。各个辅助分配器 404 耦接至多个辅助 RF 子供给 406。各个辅助 RF 子供给 406 在相反于辅助分配器 404 的末端部分耦接至电极处调谐元件 176 与负载元件 178。

[0055] 图 4 所示实施例中，各组辅助子供给 406 与相关的辅助分配器 404 构成 RF 传送线路分支 410。各个相关子供给 402 与 RF 传送线路分支 410 的总体阻抗可为相同的，以平衡至调谐元件 176 的 RF 功率分布。图 4 实施例中，调谐元件 176 的阻抗可为相同的或不同的，以如所欲般个别地提供对称或不对称的功率输送。分配器 174 与 RF 供给 170 与 RF 子供给 402 的偏移设置提供处理腔室 148 中心处的空旷区域，以设置气体输送、部分支撑结构 150 或背板 130 / 气体分配板 126 的其他支撑件或其他需求。

[0056] 图 4 所示实施例中，传送线路（即，RF 供给 170、RF 子供给 402 与辅助 RF 子供给 406）经选择以提供电对称驱动至电极。此特定实施例中，RF 供给 170 具有 50 欧姆阻抗，两个 RF 子供给 402 各自具有 100 欧姆阻抗，而四个辅助 RF 子供给 406 各自具有 200 欧姆阻抗。预期可选择与特定结构中应用的 RF 子供给 402 与 RF 子供给 406 的数目相称的传送线路阻抗。

[0057] 图 5 描绘的实施例中，传送线路在两个垂直的笛卡儿座标方向中配置为偏离处理腔室 148 的中心，即 RF 供给 170 的 50 欧姆点（分配器 174 上）较接近背板 130 的一角 206，而非其他角落 206。图 5 实施例的传送线路的部件经设置，以致传送线路的各个区块的阻抗可经选择，而将 RF 供给 170 的 50 欧姆点（分配器 174 上）置于任何偏离中心的所欲位置上，同时仍然提供对称的 RF 驱动至背板 130。

[0058] 一实施例中，传送线路包括多个 RF 子供给，多个 RF 子供给各自耦接至至少一 RF

传送线路分支 410。图 5 所示实施例中,显示出 RF 子供给 502、504,其中子供给 502 与子供给 504 具有不同的长度、形状、尺寸与 / 或介电材料,但具有相同的阻抗(例如,100 欧姆)。

[0059] 选择性地,可相似于 RF 子供给 502、504 设置一或多个 RF 传送线路分支 410,以致其中一个辅助 RF 子供给 406 与构成 RF 传送线路分支 410 的其他辅助 RF 子供给 406 具有不同的长度、形状、尺寸与 / 或介电材料同时具有不同的阻抗,因此让辅助分配器 404 位于较接近一个角落 206 而非其他角落 206,因此提供传送线路配送的额外弹性以容纳其他腔室部件。

[0060] 图 6 描绘的实施例中,传送线路在两个垂直的笛卡儿座标方向中配置为偏离处理腔室 148 的中心,即相似于图 5 的实施例,RF 供给 170 的 50 欧姆点较接近背板 130 的一角落 206,而非其他角落 206,但是传送线路部件设以提供不对称 RF 驱动至背板 130。图 6 所示实施例中,RF 供给 170 的 50 欧姆点(分配器 174 处)之后的传送线路部件具有不对称传送线路阻抗,所述阻抗设计用以提供不对称功率分配量至背板 130 的相反侧 204。不对称功率分配量可经选择以在相反侧处不同地驱动电极以补偿处理腔室 148 设计中已经存在的不对称,诸如狭缝阀通道 108、RF 气体馈通 160、泵送口 118 的位置、基板支撑件 140 附近的非均匀气体传导源、等离子体不对称源或其他处理非均匀性源。

[0061] 一实施例中,传送线路的各个区块的阻抗可经选择以致 RF 供给 170 的 50 欧姆点(分配器 174 处)可配置于任何偏离中心的所欲位置并同时提供不对称功率分布至电极。举例而言,传送线路可包括多个 RF 子供给,多个 RF 子供给各自耦接至至少一 RF 传送线路分支 410。图 6 所示实施例中,显示出 RF 子供给 502、602,其中子供给 502 与子供给 602 至少具有下列其中之一:不同的长度、形状、尺寸与 / 或介电材料,且子供给 502、602 还具有不同的阻抗。举例而言(非用于限制),子供给 502 可具有约 91.7 欧姆的阻抗而子供给 602 可具有约 110 欧姆的阻抗。子供给的阻抗可经选择以提供所欲不对称的 RF 功率驱动以补偿腔室不对称或处理结果的非均匀性。

[0062] 该实施例中,子供给 502 耦接至 RF 传送线路分支 410 而子供给 602 耦接至 RF 传送线路分支 604。RF 传送线路分支 410、604 可设以相对其各自的辅助分配器 404、608 提供对称的功率输送。举例而言,图 6 所示实施例中,RF 传送线路分支 410 包括两个 183.4 欧姆的辅助子供给 406 而 RF 传送线路分支 604 包括两个 220 欧姆的辅助子供给 606。

[0063] 选择性地,一或多个 RF 传送线路分支 410、604 可经设置以致辅助 RF 子供给 406、606 其中之一者相对于其他构成个别 RF 传送线路分支 410、604 的辅助 RF 子供给 406、606 而言,具有不同的长度、形状、尺寸与 / 或介电材料以及不同的阻抗,因此可让辅助分配器 404、608 位于较接近一角落 206 而非其他角落 206,因此提供传送线路配送的额外弹性以容纳其他腔室部件。

#### [0064] 结论

[0065] 因此,提供了具有等离子体处理系统的电极处 RF 匹配的方法与设备。电极 RF 匹配有利地提供对称方式或出于选择不对称(但可预测)地施加 RF 功率至大面积电极,让 RF 功率源至电极的连接点物理上偏离电极中心,降低阻抗匹配系统的导体与电部件上的电压与电流应力、降低喷头电极的气体馈通上的电压应力以避免寄生放电、并物理上地调整腔室主体中的 RF 返回电流路径以如所欲般地补偿返回电流路径中任何已经存在的不对称性。再者,由于 RF 匹配在子供给数目之间分配成并联,匹配元件电压需求的降低提供了优

于高电压单一匹配电路系统的成本降低。此外，虽然示范性处理系统被描绘为基板与电极位于水平方向中，但可预期本发明也可利用垂直方向的电极与 / 或基板加以实施。

[0066] 虽然上述针对本发明的实施例，但可在不悖离本发明的基本范围下设计出本发明的其他与更多实施例，而本发明的范围由下列的权利要求所界定。

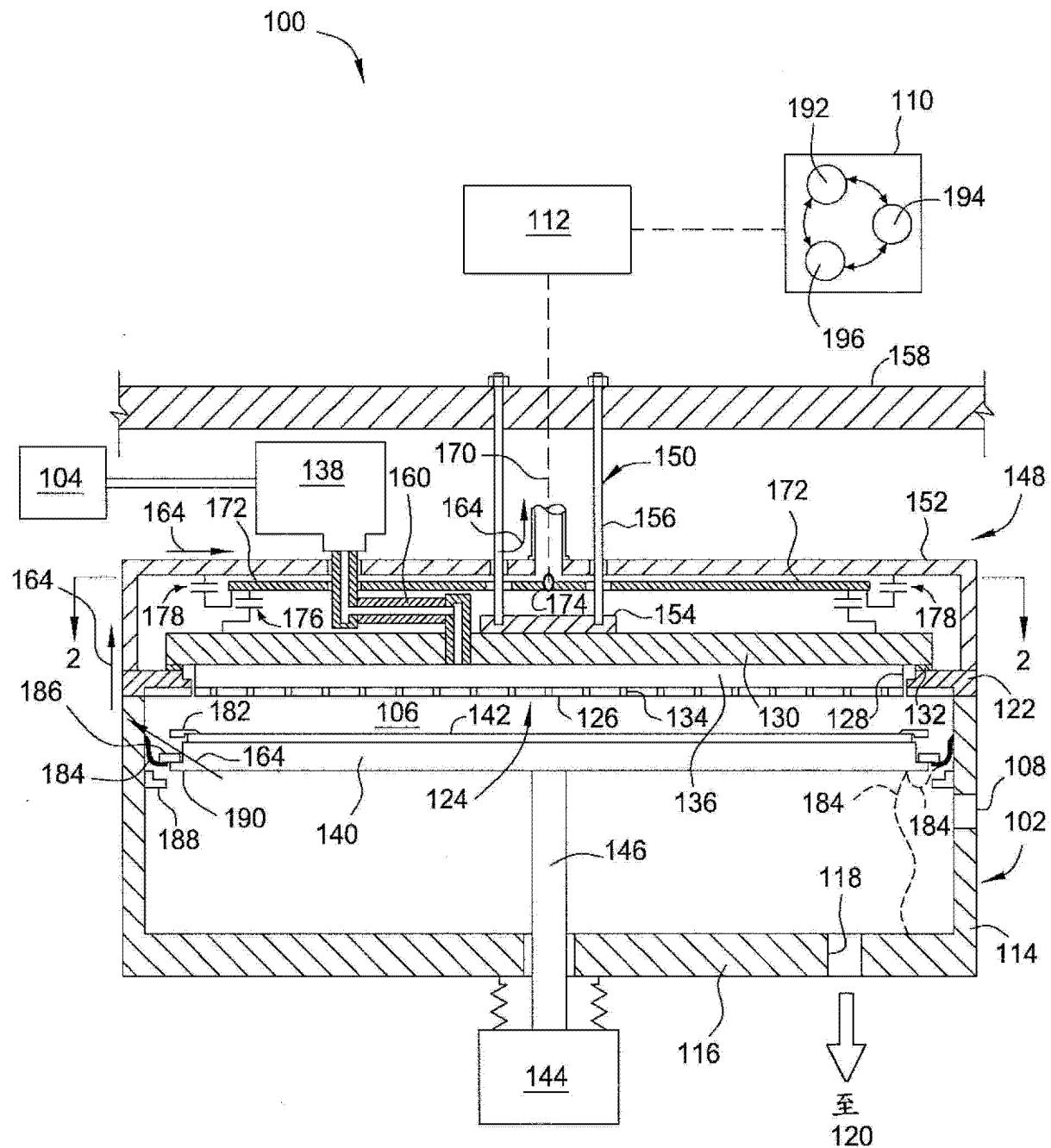


图 1

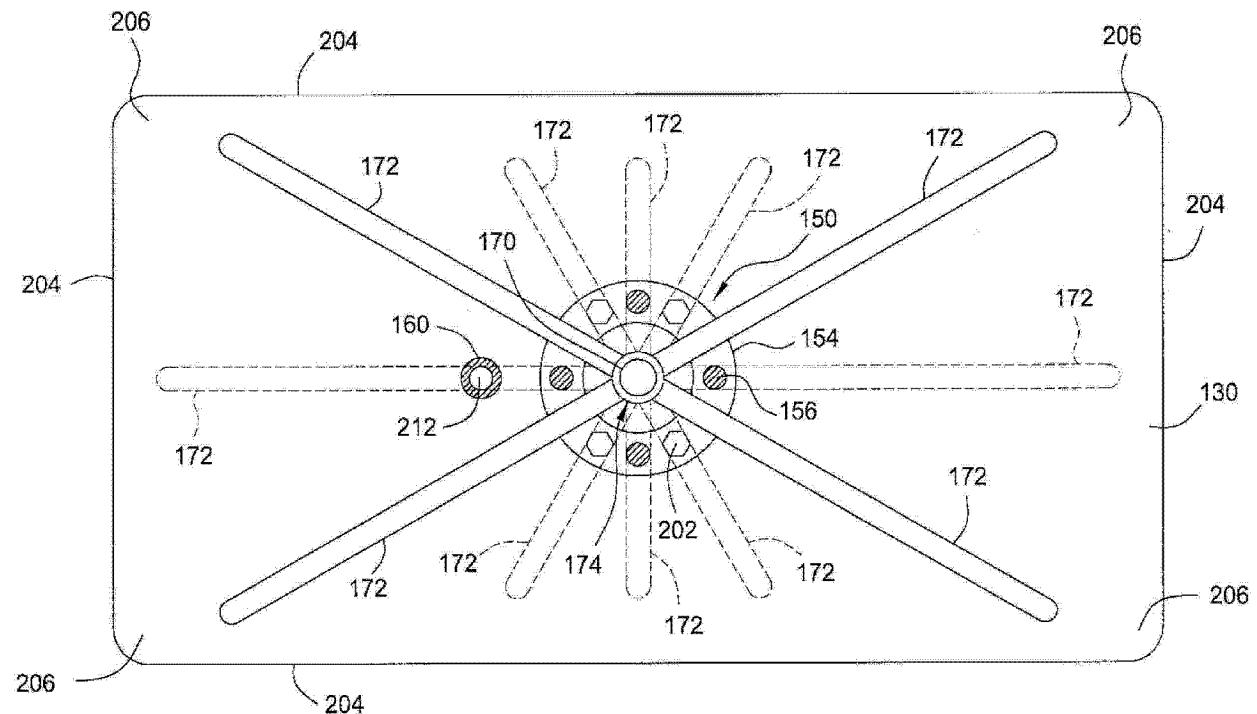


图 2

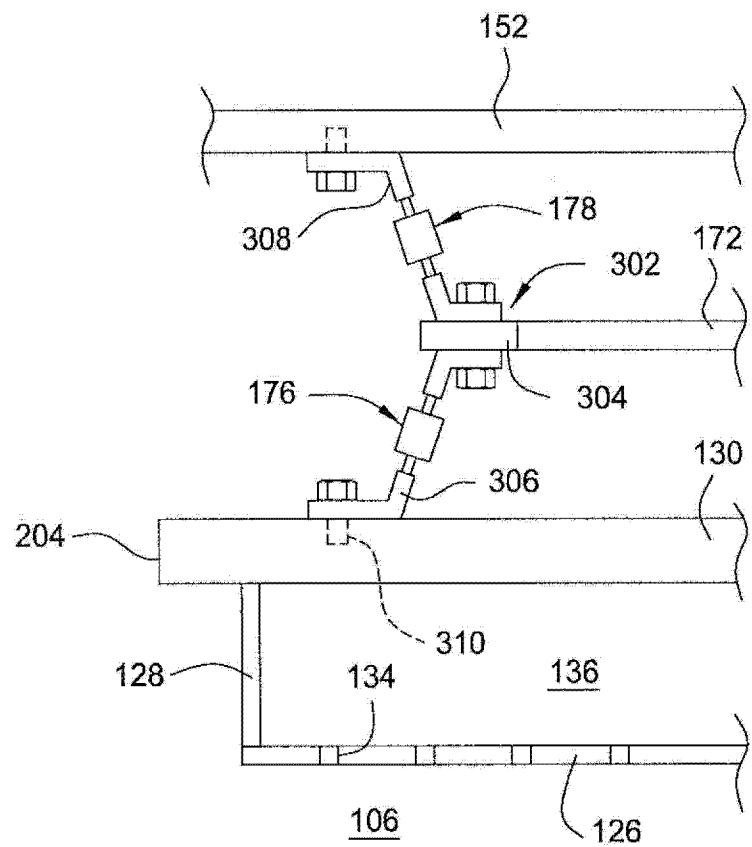


图 3

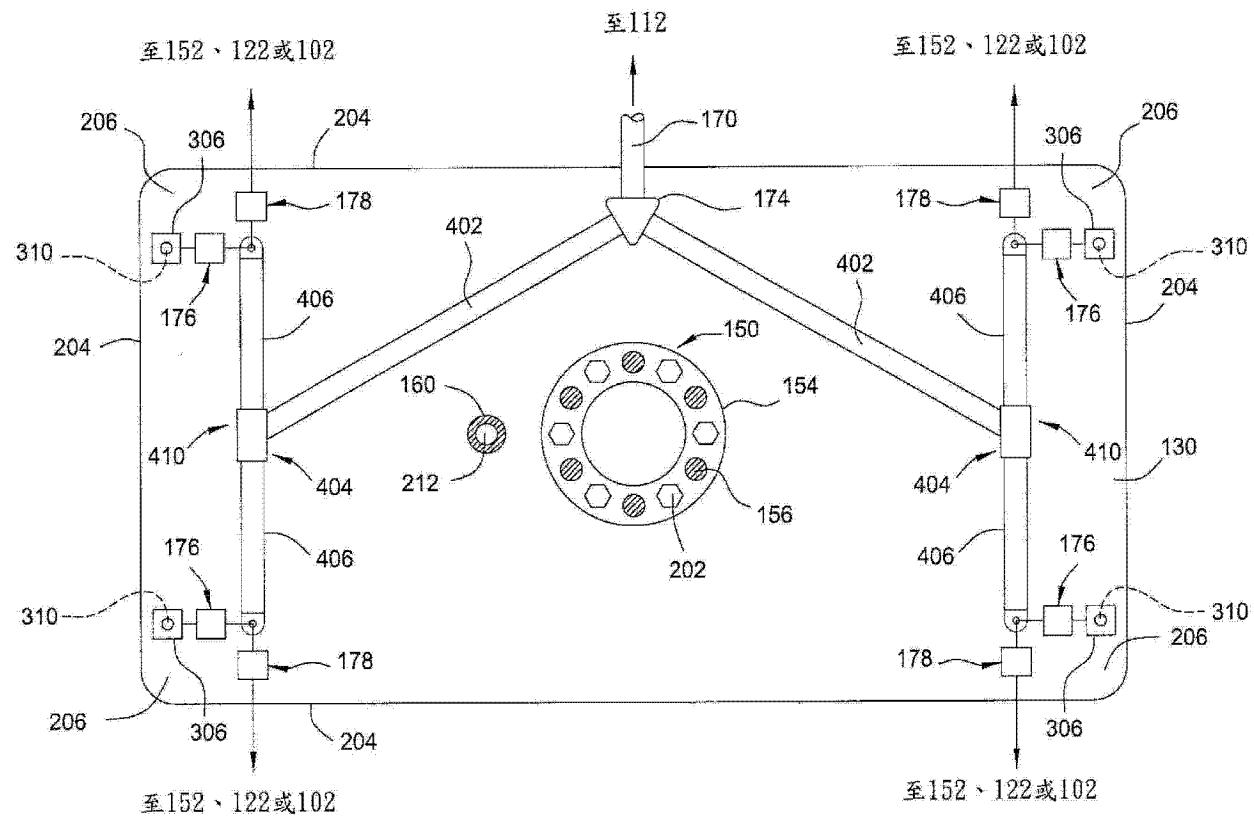


图 4

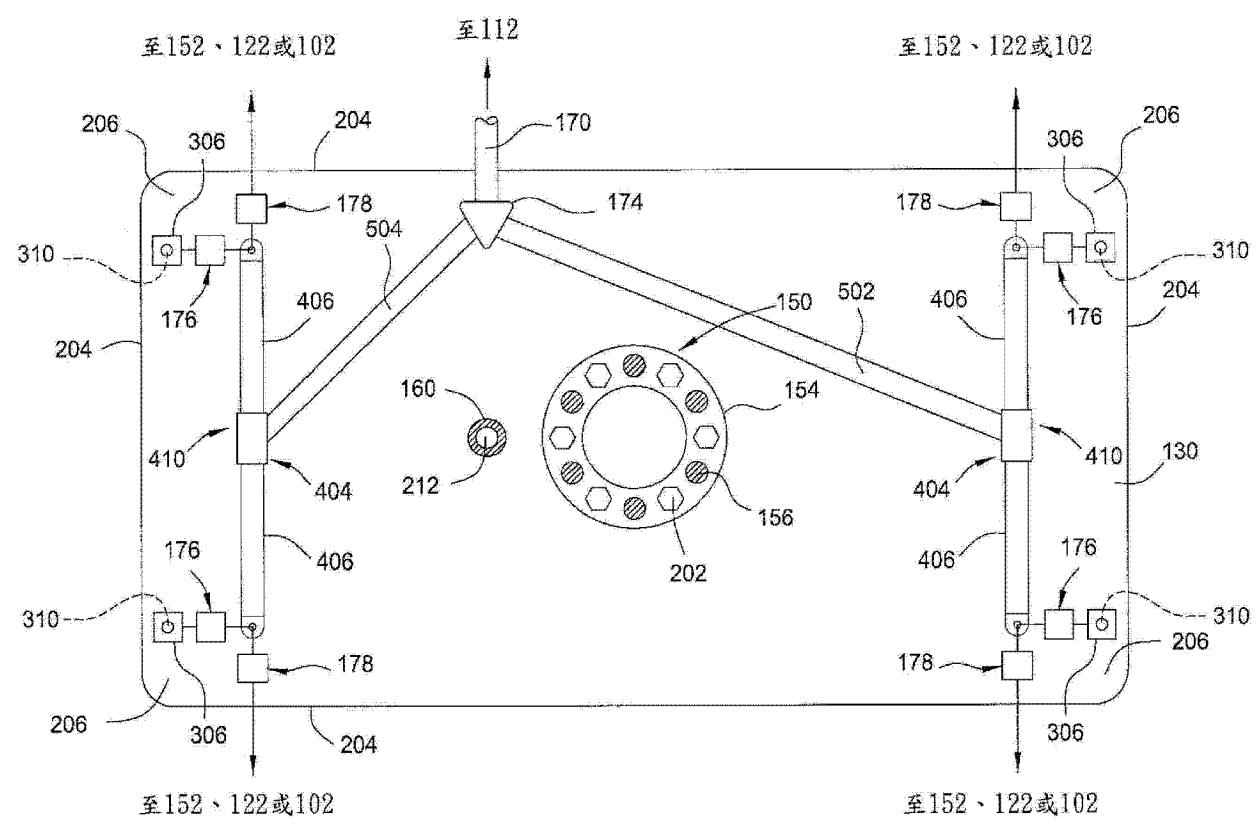


图 5

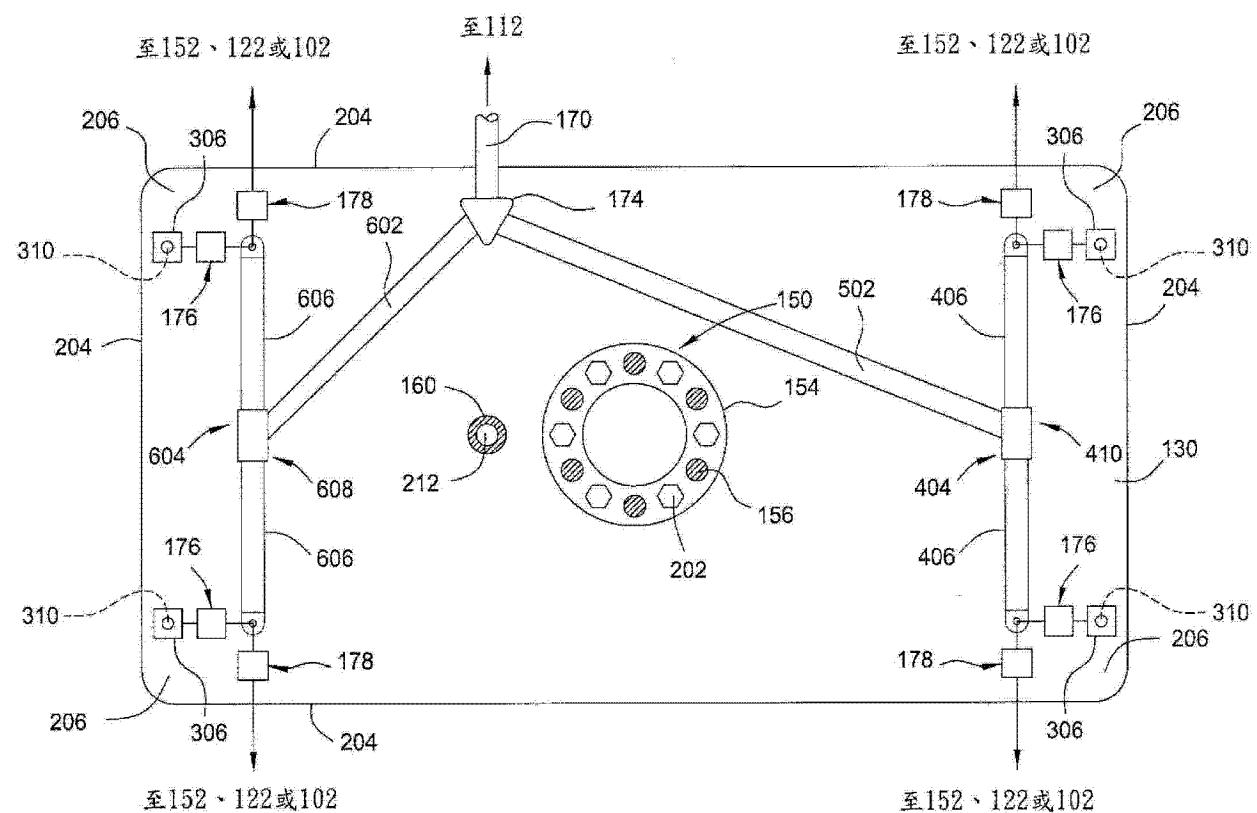


图 6