



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105408993 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201480040003. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 07. 25

H01L 21/683(2006. 01)

(30) 优先权数据

H01L 21/324(2006. 01)

61/862, 866 2013. 08. 06 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 01. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/048182 2014. 07. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/020813 EN 2015. 02. 12

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 迈克尔·S·考克斯

(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

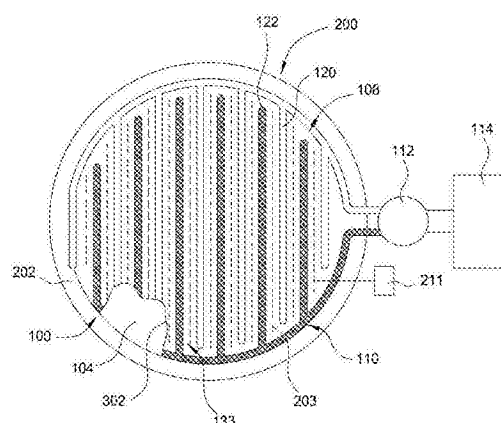
权利要求书1页 说明书9页 附图10页

(54) 发明名称

局部加热的多区域基板支撑件

(57) 摘要

本揭示案的实施方式提供具有方位角温度控制的静电夹具 (ESC)。在一个实施方式中, 静电夹具包含: 绝缘基部; 介电层, 该介电层设置于该绝缘基部上, 该介电层具有基板支撑表面; 电极组件, 该电极组件设置于该绝缘基部与该基板支撑表面之间; 及多个加热元件, 这些加热元件耦接至该绝缘基部, 这些加热元件被配置以方位角地控制横跨基板表面的温度分布。



1. 一种静电夹具,包括:
绝缘基部;
介电层,所述介电层设置于所述绝缘基部上,所述介电层具有基板支撑表面;
电极组件,所述电极组件设置于所述绝缘基部与所述基板支撑表面之间;及
多个加热元件,所述多个加热元件耦接至所述绝缘基部,所述加热元件排列成至少一个或更多个加热元件的独立可控的群组,所述加热元件被配置成方位角地控制横跨基板表面的温度分布。
2. 如权利要求 2 所述的静电夹具,其中所述多个加热元件被设置为与所述电极组件共面,或被设置于与所述电极组件不同的层中。
3. 如权利要求 1 所述的静电夹具,其中所述多个加热元件形成在所述绝缘基部的顶表面上或形成在所述绝缘基部的背侧表面上。
4. 如权利要求 3 所述的静电夹具,其中所述多个加热元件排列成格状配置、像素状或点状配置、极阵列配置、或同心配置。
5. 如权利要求 1 所述的静电夹具,其中所述多个加热元件为分离的金属区段的形式。
6. 如权利要求 1 所述的静电夹具,其中所述多个加热元件包括电阻式加热元件或电感式加热元件。
7. 如权利要求 1 所述的静电夹具,其中所述电极组件具有至少两个交错电极。
8. 如权利要求 7 所述的静电夹具,其中所述至少两个交错电极包括第一组电极指及第二组电极指,其中所述第一组电极指被配置以产生电荷,所述电荷具有不同于所述第二组电极指的极性。
9. 如权利要求 1 所述的静电夹具,其中所述电极组件排列成格状配置、像素状或点状配置、极阵列配置、或同心配置。
10. 如权利要求 1 所述的静电夹具,其中所述介电层及所述绝缘基部由玻璃材料或陶瓷材料制成。
11. 一种静电夹具,包括:
绝缘基部,所述绝缘基部具有第一表面及与所述第一表面相对的第二表面;
电极组件,所述电极组件形成在所述绝缘基部的所述第一表面上,所述电极组件具有与第二电极交错的第一电极;
多个加热元件,所述多个加热元件形成在所述第一电极与所述第二电极的交错部分之间;及
封装构件,所述封装构件耦接至所述电极组件。
12. 如权利要求 11 所述的静电夹具,其中所述多个加热元件为排列成格状配置、像素状或点状配置、极阵列配置、或同心配置的分段或连续线的形式。
13. 如权利要求 11 所述的静电夹具,其中所述多个加热元件包括电阻式加热元件或电感式加热元件。
14. 如权利要求 11 所述的静电夹具,其中所述多个加热元件形成在所述绝缘基部的所述第一表面或所述第二表面上。
15. 如权利要求 11 所述的静电夹具,其中所述多个加热元件被设置成与所述电极组件共面,或被设置于与所述电极组件不同的层中。

局部加热的多区域基板支撑件

技术领域

[0001] 本揭示案的实施方式大体涉及用于等离子体处理室中的基板支撑组件，更特定地，涉及具有分布式加热元件的静电夹具，以提供横跨基板的独立温度控制。

背景技术

[0002] 在半导体及其他工业中，在基板处理期间静电夹具 (ESC) 被用来固持工件（例如基板）于支撑件上。典型的 ESC 可包含基部、设置于该基部上的电气绝缘层、及内嵌于该电气绝缘层中的一个或更多个电极。ESC 可提供有内嵌式电加热器且 ESC 可流体地耦接至传热气体源以在处理期间控制基板温度。在使用期间，ESC 被固定至处理室中的支撑件。通过电压源对 ESC 中的电极相对于设置于 ESC 上的基板电气地施加偏压。相反的静电电荷在 ESC 的电极中及基板的表面上累积，绝缘层阻止其间的电荷流动。在基板处理期间，由静电电荷的累积而产生的静电力将基板固持至 ESC。

[0003] ESC 已发展成具有多个同心加热区域以改进处理结果。加热区域提供用于边缘至中心温度控制能力的方式，以均衡化基板或膜的反应速率或其他性质，因为工件上实施的许多化学反应（例如基板蚀刻）高度依赖于温度。在等离子体室内精确地蚀刻基板可为挑战性的，因为室内的等离子体加上 (pumping) 其他室不对称性可使基板上的温度方位角地 (azimuthally) 不均匀。方位角温度梯度可不对称地存在于整个基板，使得基板的一个区域相较于该基板的另一区域处于不同的温度。当基板温度不均匀时，特征可能会不一致地蚀刻进设置于基板上的各层中。

[0004] 然而对传统 ESC 而言，沿基板直径方向具有更多的温度控制同心区域是困难的或过于昂贵的。无法控制基板方位角的温度均匀性对在单一基板或基板间的处理均匀性皆造成不利的影响。

[0005] 因此，本领域中需要提供多区域温度控制的改进的 ESC 组件。

发明内容

[0006] 本揭示案的实施方式提供具有多个温度控制区域的静电夹具 (ESC)。在一个实施方式中，ESC 包含：绝缘基部；设置于该绝缘基部上的电极组件；独立可控的多个加热元件，这些加热元件耦接至该绝缘基部，这些加热元件被布置以提供方位角温度控制；及介电构件，该介电构件耦接至该基部且形成 ESC 的基板支撑表面。

[0007] 在另一个实施方式中，ESC 包含：绝缘基部；介电层，该介电层设置于该绝缘基板上，该介电层具有基板支撑表面；电极组件，该电极组件设置于该绝缘基部与该基板支撑表面之间；及多个加热元件，这些加热元件被配置以方位角地控制横跨基板表面的温度分布。

[0008] 在又一个实施方式中，静电夹具包含：绝缘基部，该绝缘基部具有第一表面及与该第一表面相对的第二表面；电极组件，该电极组件形成在该绝缘基部的该第一表面上，该电极组件具有与第二电极交错的第一电极；多个加热元件，这些加热元件形成在该第一电极与该第二电极的交错部分之间；及封装构件，该封装构件耦接至该电极组件。

[0009] 在另一个实施方式中,用于制造 ESC 的方法包含以下步骤:在绝缘基部上形成电极组件,其中该电极组件包含与第二电极交错的第一电极;在该绝缘基部上形成多个加热元件,这些加热元件被配置以方位角地控制横跨基板表面的温度分布;及在该电极组件上形成封装构件。

附图说明

[0010] 为了能详细地理解本揭示案的上述特征,可通过参考实施方式而得到以上简要概述的本揭示案的更特定的描述,一些实施方式示于附图中。

[0011] 图 1A 根据本揭示案的一个实施方式描绘静电夹具 (ESC) 的分解视图。

[0012] 图 1B 至 1E 根据本揭示案的实施方式描绘电极的多种示例性排列的截面图。

[0013] 图 2A 根据本揭示案的另一实施方式描绘具有图 1 的 ESC 的基板支撑组件的截面图。

[0014] 图 2B 根据本揭示案的另一实施方式描绘绝缘基部的一部分的放大俯视图,示出加热元件及电极的排列。

[0015] 图 3 根据本揭示案的一个实施方式描绘图 2A 的基板支撑组件的示意俯视图,其中一层的一部分被切开以暴露绝缘基部 104。

[0016] 图 4A 至 4C 描绘图 2A 的基板支撑组件的部分截面图,示出加热元件的多种示例性排列。

[0017] 图 5 根据本揭示案的另一实施方式描绘使用电感加热元件的基板支撑组件的示意部分截面图。

[0018] 图 6 根据本揭示案的一个实施方式描绘用于制造静电夹具的方法的流程图。

[0019] 然而应注意,附图仅图示本揭示案的典型实施方式,因此不应被视为对本揭示案的范围的限制,因为本揭示案可允许其他等同有效的实施方式。为了利于理解,尽可能的使用相同的元件符号,以标示各图中共同的相同元件。应理解一个实施方式的元件可有利地用于其他实施方式中,而不需进一步的详述。

具体实施方式

[0020] 本揭示案的实施方式提供具有方位角温度控制的静电夹具 (ESC)。ESC 包含多个加热元件,这些加热元件为独立可控的,且横跨 ESC 以能够进行方位角温度控制的方式而分布。在另一个实施方式中,多个加热元件被电感地驱动,因此最少化 ESC 中为将电力输送至加热元件所需的孔的数量。在其他实施方式中,加热元件可为电阻式加热器。

[0021] 图 1A 根据本揭示案的一个实施方式描绘静电夹具 100 的分解视图。静电夹具 100 可被使用在任何合适的等离子体工艺中,包含物理气相沉积 (PVD) 工艺、化学气相沉积 (CVD) 工艺、蚀刻工艺或任何合适的等离子体或真空工艺。静电夹具 100 也可适用于非等离子体及非真空的环境中,特别是高温应用。虽然于此设置静电夹具 100 的一个实施方式,但应理解来自任何制造商的静电夹具都可适用于由本揭示案受益。

[0022] 静电夹具 100 通常包含绝缘基部 104、设置于绝缘基部 104 的上表面 107 上的电极组件 106、及设置于电极组件 106 上的封装构件 102。绝缘基部 104 可具有任何合适的形状,该形状被选择以操纵特定工件。在图 1A 中所描绘的图示性实例中,绝缘基部

104 具有带有周边 132 的圆形状,该圆形状与依序地形成于绝缘基部 104 上的电极组件 106 和封装构件 102 的形状及大小实质上相匹配,以允许具有相似形状及大小的基板被设置于其上。注意绝缘基部 104 可为所需的任何形状或配置。绝缘基部 104 可由绝缘材料制成,例如介电材料或陶瓷材料。介电材料或陶瓷材料的合适实例可包含氧化硅(例如石英或玻璃)、氧化铝(Al_2O_3)、氮化铝(AlN)、含钇材料、氧化钇(Y_2O_3)、钇铝石榴石(yttrium-aluminum-garnet;YAG)、氧化钛(TiO)、氮化钛(TiN)、碳化硅(SiC)及类似材料。也可使用掺杂陶瓷,例如钛瓷(titania)掺杂的铝或钙掺杂的氮化铝或类似掺杂陶瓷。选择性地,绝缘基部 104 可为具有介电层的金属或半导体主体,所述介电层设置于面对电极组件 106 的表面上。

[0023] 设置于绝缘基部 104 上的电极组件 106 包含至少两组分布式电极 108、110。当施加电压时,各个电极 108、110 可依需要而被充有不同极性,因此产生静电力。电极 108、110 可被配置成沿着静电夹具 100 的宽度的至少两倍的距离分布静电力。每个电极 108、110 可各具有相互插入的多个电极指 120、122。相信交错的电极指 120、122 提供横跨静电夹具 100 的大面积而分布的局部静电吸引力,在所述面积中集合体(aggregation)在使用较低夹持电压时提供高夹持力。电极指 120、122 可形成为具有不同长度及几何形状。在一个实例中,电极指 120、122 之一或两者可由互相连接的电极岛 124 形成。电极岛 124 之间的互连 126 可如图 1A 中所示位于电极 108、110 的平面中,或如跨接线和/或过孔的形式而位于平面外。在一个实施方式中,电极指 120、122 可具有在约 0.1mm 与约 20mm 之间的宽度 116,例如约 0.25mm 至约 10mm,宽度 116 可依据绝缘基部 104 的类型及欲夹持的材料类型而改变。若需要,则电极指 120、122 可被配置成具有相互插入的不同大小。可选择地及重复地形成电极指 120、122,直到形成所需数量的电极指。

[0024] 在第一电极 108 的每个电极指 120 之间界定出空间 133 以接收第二电极 110 的电极指 122。空间 133 可为空气间隙,由介电间隔材料填充,或由绝缘基部 104 或封装构件 102 的至少之一填充。

[0025] 应理解示于图 1A 中的电极 108、110 的配置仅为示例性目的。电极 108、110 可用任何所欲配置排列,以使得电极以交替极性分布于绝缘基部 104 的上表面 107 之上。具有充电成不同极性的两组不同电极的构思能良好地等同地适用于排列成任何所欲配置的电极。图 1B 至 1E 图示第一及第二电极的一些可能的排列。图 1B 描绘格状电极配置,其中第一电极 108 与第二电极 110 相交以形成电极组件的邻接(contiguous)阵列。第一及第二电极 108、110 可被放置成共平面的或放置于相互平行的不同平面。图 1C 描绘像素状或点状电极配置,其中排列第一电极 108 及第二电极 110(共平面或于不同平面)以使得位于同一排或列的任何两相邻电极具有相反的极性。在如图示的一个实例中,第一及第二电极 108、110 排列成格子阵列。应理解第一及第二电极 108、110 可排列成矩形阵列、六边形阵列、蜂巢式阵列或排列成对称的图案。图 1D 描绘电极的另一配置,其中第一电极 108 和第二电极 110 绕着中心轴交替排列成极阵列(polar array)。图 1E 描绘电极的又另一配置,其中第一电极 108 和第二电极 110 交替排列成实质同心的图案。

[0026] 电源 114 通过电力开关 112 耦接至第一及第二电极 108、110。电源 114 被配置以提供电压电力至第一及第二电极 108、110 以产生不同极性的电荷,所述电荷是正电荷或负电荷。由第一及第二电极 108、110 所产生的正或负电荷提供静电力,以将设置在静电夹具

100 中的基板吸引在固定位置中。在一个实施方式中,电源 114 可被配置以提供 DC 或 AC 电力至第一及第二电极 108、110。在另一实施方式中,电源 114 可被配置以提供 RF 电力,该 RF 电力电容地耦合至电极 108、110 以将 RF 偏压施加给基板。

[0027] 封装构件 102 设置于绝缘基部 104 上,将电极组件 106 夹于其中,以形成整体结构的静电夹具 100。封装构件 102 被放置于电极组件 106 上,以提供其上夹持基板的绝缘表面。封装构件 102 可由具有与下方电极组件 106 的热性质,以及在一些实施方式中,也与绝缘基部 104 的热性质实质上相匹配的热性质的材料制成,所述热性质例如热膨胀系数。

[0028] 在封装构件 102、电极组件 106 及绝缘基部 104 以预定顺序堆叠之后,实施接合工艺(例如退火工艺)以将封装构件 102、电极组件 106 及绝缘基部 104 熔接在一起,从而形成作为整体部分的静电夹具 100 的层叠结构。由于可能要求封装构件 102、电极组件 106 及绝缘基部 104 操作于高温环境中(例如,高于 300 摄氏度),所以用于制造此三个部件的材料可从能支持热处理期间的高热处理的耐热材料中选择,例如陶瓷材料或玻璃材料。

[0029] 在一个实施方式中,封装构件 102 和绝缘基部 104 可由陶瓷材料、玻璃材料、或陶瓷与金属材料的复合物制成,以提供好的强度及持久性及传热性质。被选择以制造封装构件 102 和绝缘基部 104 的材料可具有实质上匹配或相似于中间电极组件 106 的热膨胀系数,以减小热膨胀不匹配,该不匹配可在高热负载下造成应力或故障。在一个实施方式中,封装构件 102 的热膨胀系数可在约 3 与约 $8\mu\text{m}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 之间。适合用于制造封装构件 102 及绝缘基部 104 的陶瓷材料可包含但不限于:玻璃、碳化硅、氮化铝、氧化铝、含钇材料、氧化钇(Y_2O_3)、钇铝石榴石(YAG)、氧化钛(TiO)、或氮化钛(TiN)。在另一实施方式中,封装构件 102 及绝缘基部 104 可由复合材料制成,所述复合材料包含陶瓷及金属的不同成分,例如具有分散的陶瓷颗粒的金属。

[0030] 在一个实施方式中,电极组件 106 可由金属材料制成,例如钼,钼可具有相似于相邻的封装构件 102 及绝缘基部 104 的热膨胀系数。在一个实施方式中,电极组件 106 的热膨胀系数在约 2 与约 $8\mu\text{m}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 之间,且通常在封装构件 102 的热膨胀系数的 20% 内。

[0031] 在操作期间,在电力供应至电源 114 时,可将负电荷施加于第一电极 108 并可将近正电荷施加于第二电极 110,或反之亦然,以产生静电力。在夹持期间,由电极 108、110 所产生的静电力将设置于其上的基板夹持并固持在固定位置。当关闭从电源 114 供应的电力时,在电极 108、110 之间的介面 118 中出现的电荷可维持经过长时间段。为了释放固持于静电夹具 100 上的基板,可提供相反极性的短电力脉冲至电极 108、110,以移除介面 118 中存在的电荷。

[0032] 图 2A 根据本揭示案的另一实施方式描绘具有图 1 的静电夹具的基板支撑组件 200 的截面图。基板支撑组件 200 可接着进一步放置于处理室中,比如等离子体处理真空室,以在处理期间固持设置于基板支撑组件上的基板 204。应注意虽然于此描述的基板支撑组件 200 被使用于真空等离子体处理,但基板支撑组件 200 可实现于任何合适的处理工具,包含那些在大气或任何条件下操作的处理设备。

[0033] 如图 2A 的截面图所描绘的,电极组件 106 设置于由基座 202 支撑的绝缘基部 104 上。电极组件 106 被封装构件 102 覆盖,且可包含具有穿插(intervening)电极指 120、122 的第一电极 108 及第二电极 110。在图 2A 中所描绘的实例中,负电荷被施加至第一电极 108,且正电荷被施加至第二电极 110。由电极组件 106 所产生的负电荷和正电荷分别诱导

基板 204 产生相反极性的电荷,亦即,正电荷和负电荷,因此产生静电力以将基板 204 夹持于基板支撑组件 200 上。例如,出现在第一电极 108 的电极指 120 上的负电荷可诱导基板 204 局部地产生正电荷 206,以致产生静电力以将基板 204 牢固地放置于基板支撑组件 200 上。类似地,出现在第二电极 110 的电极指 122 上的正电荷可诱导基板 204 局部地产生负电荷 210。应理解在处理期间第一及第二电极 108、110 的一些电极指可被关闭或以较其他电极指更高的电力操作,以使弯曲的基板抵靠静电夹具 100 而平坦化。

[0034] 通过使用第一及第二电极 108、110 的穿插的指电极 120、122,可产生增强且局部化的静电场,由于由电极指 120、122 之间界定的介面 118 具有长的长度,因此该静电场横跨静电夹具 100 的较大区域而分布,产生对基板的静电吸引,有助于使用较传统静电夹具更低的夹持电压而将基板 204 保持于基板支撑组件 200 上。

[0035] 在图 2A 中所示的本揭示案的一个实施方式中,多个加热元件 203 进一步被设置于绝缘基部 104 的上表面上。加热元件 203 可平行于电极 108、110 而放置。加热元件 203 可为设置于电极 108、110 之间所界定的空间中的体积(space)或分离的金属线的形式。一个或更多个加热元件 203 的每组可单独地耦接至温度控制器 211,因此横跨静电夹具 100 提供多个独立可控的加热区域。在图 2A 中所示的一个实例中,加热元件 203 沿着两个相邻电极指 120、122 之间的空间而设置。两个最近的相邻电极指 120、122 之间的空间 209 可在约 1mm 与约 3mm 之间,空间 209 可随着电极组件 106 的大小和/或电极指 120、122 的大小而改变。

[0036] 在本揭示案的另一实施方式中,加热元件 203 可被电极 108、110 围绕且以加热元件 203 不与电极 108、110 平行的方式排列,以避免减少电极的静电耦合。例如,图 2B 为绝缘基部 104 的一部分的放大俯视图,在图 2B 中所示的一个实施方式中,加热元件 203 中的每个加热元件可为指状的形式且沿实质垂直于电极 108、110 的排列的方向延伸。以下将关于图 3、4A 至 4C 及 5 更加详细地论述加热元件 203 的配置及一些可能的排列。

[0037] 图 3 根据本揭示案的一个实施方式描绘图 2A 的基板支撑组件 200 的示意俯视图,其中层 302 的一部分被切开以暴露绝缘基部 104。为了容易图示的目的,基板被省略。图 3 图示分布的、独立控制的加热元件 203 及电极指 120、122 的示例性排列。加热元件 203 可为任何适合用于提供电感式或电阻式加热至静电夹具 100 的加热装置。

[0038] 第一及第二电极 108、110 可在绝缘基部 104 的上表面 107 之上排列成具有交替极性的任何所需配置,比如图 1B 至 1E 中所示。相应地,加热元件 203 可横跨绝缘基部 104 的表面而与第一及第二电极 108、110 以任何所欲排列穿插,而不与第一及第二电极 108、110 物理接触。或者,加热元件 203 可设置于与具有电极的层不同的层中,使得加热元件的数量和/或配置不受夹持电极所需的表面区域的限制。例如,加热元件 203 可排列成类似于以上关于图 1B 至 1E 论述的格状配置、像素状或点状配置、极阵列配置、或同心配置。

[0039] 返回参照图 3,加热元件 203 可为设置于在第一及第二电极 108、110 之间所界定的空间 133 中的体积或分离的金属线的形式。一个或更多个加热元件 203 的每组可单独地耦接至温度控制器 211,以横跨静电夹具提供多个独立可控的加热区域。加热元件 203 因此能够以逐点(point-by-point)可控方式独立地加热静电夹具,由此方位角地控制横跨设置于其上的基板的直径的温度分布。

[0040] 在一个实例中,加热元件 203 的每个加热元件以宽度为约 0.1mm 至约 30mm,例如

约 0.5mm, 及长度为约 0.1mm 至约 30mm, 例如约 10mm 的尺度形成。加热元件 203 可具有约 0.01mm 至约 1mm 的厚度。虽然此处描述的加热元件 203 具有约 80 个加热元件, 但可想到任何数量的加热元件。在许多实例中, 可有约 10 至约 300 个加热元件, 比如约 100 至约 160 个加热元件排列于绝缘基部 104 的整个表面。加热元件 203 的数量可依据静电夹具 100 的表面面积而改变。应理解, 对基板加热区域数量的仅有的实际限制为在非夹持区域中保持施加于基板背面上的气压 (用作热交换的目的) 所需的力的量, 及在夹持区域中被电极 108、110 占据以实现所需的静电力的表面面积。

[0041] 图 4A 根据本揭示案的另一实施方式描绘基板支撑组件 400 的示意部分截面图。在图 4A 中所示的基板支撑组件 400 可用类似于以上关于描绘于图 1A 至 1E、2A 至 2B 及 3 中的静电夹具 100 论述的方式来工作。基板支撑组件 400 包含放置于基座 403 上的静电夹具 402。静电夹具 402 包含绝缘基部 404、设置于绝缘基部 404 上的电极组件 406、及设置于电极组件 406 上的封装构件 408 以在处理期间将基板 204 固持于封装构件 408 上。电极组件 406 可包含多个加热元件 416 (仅示出一个), 这些加热元件放置于空间 417 内, 空间 417 被界定在以下两者之间或与该两者相邻: 第一电极 412、及与第一电极 412 平行设置的第二电极 414。第一及第二电极 412、414 各经由开关 422 连接至电源 420, 以提供电压电力至第一及第二电极 412、414 以产生不同极性的电荷。

[0042] 在图 4A 的实施方式中, 加热元件 416 可设置于绝缘基部 404 的顶表面 407 上且与第一及第二电极 412、414 共平面。加热元件 416 与第一及第二电极 412、414 可设置在同一层中。或者, 交错的第一及第二电极 412、414 可形成于第一层中, 该第一层叠覆至具有加热元件的第二层。例如, 可直接设置交错的第一及第二电极于薄层 419 上, 薄层 419 中具有加热元件 416, 如图 4B 中所示。在此例中, 加热元件 416 可为配置成所需图案的分离的区段或连续线的形式。形成加热元件及电极于同一层中 (或叠覆在一起的两个相邻层) 可为有利的, 因为能减小静电夹具的厚度且以低质量 (mass) 形成为整体部件。该低质量使得能够快速加热及冷却基板支撑组件 400, 这在加热元件 416 被配置以提供较高的约 30 摄氏度每秒或更高的升降温速率 (比如约 50 摄氏度每秒至 250 摄氏度每秒, 例如约 100 摄氏度每秒) 时特别有用。

[0043] 加热元件 416 可使用任何合适的加热技术, 比如电阻式加热或电感式加热。图 4A 至 4C 描绘加热元件 416 为电阻式加热元件的实施方式。加热元件 416 可由电阻金属、电阻金属合金、或两者的组合而组成。用于加热元件的合适材料可包括具有高热阻的材料, 比如钨、钼、钛或类似材料。加热元件 416 也可用具有与封装构件 408 和下方的绝缘基部 404 的热性质的至少之一或两者实质上相匹配的热性质的材料制成, 所述热性质例如热膨胀系数, 以减小由不匹配的热膨胀引起的应力。

[0044] 返回参照图 4A, 加热元件 416 可经由一个或更多个行进穿过绝缘基部 404 的电互连 (electrical interconnection) 418 耦接至外接电源 114。电源 424 可包含直流 (DC) 电源、交流 (AC) 电源、或两者的组合。加热元件 416 的每个加热元件可耦接至相同或分开的一个或更多个电源且独立受控, 以在处理期间“调制”基板 204 上的温度分布。

[0045] 在示于图 4C 中的替代实施方式中, 加热元件 416 可形成在绝缘基部 404 的背侧表面 409 上而与第一及第二电极 412、414 相对。将加热元件 416 形成于绝缘基部 404 的背侧可为有利的, 因为这避免了给连接加热元件 416 至外接电源所需的、穿过绝缘基部 404 的电

互连布线的复杂性。当加热元件 416 与电极 412、414 形成在不同的层中时,加热元件 416 可排列成任何图案,包含与电极 108、110 水平地重叠的图案。加热元件 416 的数量亦不受限于夹持电极所需的表面面积。因此,能获得横跨基板的更多温度分布控制。

[0046] 图 5 根据本揭示案的另一实施方式描绘使用电感式加热元件的基板支撑组件 500 的示意部分截面图。基板支撑组件 500 可用实质上类似于以上关于图 2A 中描绘的基板支撑组件 200 论述的方式来工作,除了加热元件 516 (仅示出一个) 被配置为电感式加热元件。加热元件 516 电感地耦合至电感驱动器 520,比如设置于支撑基座 503 上的天线。加热元件 516 可通过诱导的电流加热,该电流通过对应的电感驱动器 520 而产生。加热元件可由金属材料制成,且可以如以上论述的分离的元件的形式设置于与第一及第二电极 108、110 相同的侧上。

[0047] 在一个实施方式中,加热元件 516 被设置于与第一及第二电极 108、110 相同的层中。或者,加热元件 516 可形成于与第一及第二电极 108、110 不同的层中。例如,加热元件 516 可内嵌于绝缘基部 504 内的第一层中。该第一层叠覆至具有第一及第二电极 108、110 的第二层。加热元件 516 也可以以上关于图 4B 至 4C 论述的相似的方式形成于绝缘基部 504 的背侧表面上(而不干扰电感驱动器 520)。电感驱动器 520 可为电磁线圈或类似物,且可形成于支撑基座 503 上或之内,亦即,绝缘基部 504 的与第一及第二电极 108、110 相对的侧。

[0048] 在操作时,电感驱动器 520 通过外接电源 522 经由线 524 供电,例如,交流(AC)电源。当交流电流经电感驱动器 520 时,电感驱动器 520 的磁场 530 在相应加热元件 516 中诱导涡流,而引起加热元件 516 变热,因而加热静电夹具 502 的分立的区域。由于一个或更多个加热元件 516 的每组加热元件被独立地控制,因此基板 510 的温度分布可方位角地、径向地或以任何其他方式调制和控制。使用电感式加热技术加热静电夹具 502 提供优于电阻式加热技术的优点,因为电感式加热避免了为连接加热元件 516 至外接电源所需的、穿过绝缘基部 504 的电气互连布线的复杂性。若需要,则可用电阻式及电感式加热方法来加热静电夹具以提供协作效果。

[0049] 在图 4A 至 4C 及 5 中所示的实施方式中,多个间隔开的冷却沟槽 426 可形成于封装构件的顶表面中。为了容易图示的目的,将结合图 4A 进行讨论。应理解,为了清楚,已从图 4B 至 4C 及 5 省略一些元件。冷却沟槽 426 (为了清楚,仅图示一个冷却沟槽) 被用以提供气体至基板 204 的背侧,以有利于静电夹具 402 与基板 204 之间的均匀热传递。冷却沟槽 426 可被调整大小且可分布以使冷却剂(例如冷却气体)从冷却剂源 428 经由管线 432 而循环以用于冷却基板 204。冷却沟槽 426 可用任何所欲配置形成相交通道的图案,所述图案包括:圆形沟槽、径向沟槽、或两者的组合。选择性地,绝缘基部 404 的背侧表面 409 中也可具有间隔开的沟槽 430 以使冷却剂从冷却剂源 428 经由管线 434 而循环。沟槽 430 可被放置成紧邻加热区域。沟槽 430 可形成用于有效冷却基板支撑组件 400 的所欲图案。额外地或替代地,可提供间隔开的沟槽于基座 403 的顶表面中,以加强基板支撑组件 400 的冷却。

[0050] 图 6 根据本揭示案的一个实施方式描绘用于制造静电夹具的方法的流程图。为了图示的目的,将结合图 4A 进行以下论述。应理解,该方法能类似地适用或修改以制造示于图 4B 至 4C 及 5 中的静电夹具。方法 600 起始于步骤 602,提供具有顶表面 407 及背侧表

面 409 的绝缘基部 404。绝缘基部 404 的顶表面 407 被用于接收静电夹具的其他部件,比如封装构件 408。绝缘基部 404 的背侧表面 409 适于设置于基座 403 上以形成基板支撑组件 400。

[0051] 如以上论述的,绝缘基部 404 可由绝缘材料制成以支撑随后形成于其上的电极组件 406。在一个实施方式中,绝缘基部 404 由玻璃、氮化铝、氧化铝、或陶瓷制成。绝缘基部 404 可具有被选择以容纳设置于其上的基板的大小及形状的平面区域。在一个实例中,绝缘基部 404 可为具有直径在约 4 英寸与约 18 英寸之间的圆形形状。或者,所述平面区域可为多边形,比如矩形。

[0052] 在步骤 604,电极组件 406 被设置于绝缘基部 404 的顶表面 407 上。类似于以上参照图 1 至 2 所描述的电极组件 106,电极组件 406 可包含第一电极 412 及第二电极 414 以在通过电源 420 供电时产生带有不同极性的电荷。

[0053] 在一个实施方式中,电极组件 406 可由金属条、片、杆、箔形成,且可为事先模制的、事先铸造的及事先制造的,并在静电夹具制造期间放置于绝缘基部 404 的顶表面 407 上。或者,可实施金属沉积工艺以将电极组件 406 直接沉积且形成于绝缘基部 404 的顶表面 407 上。合适的沉积工艺可包含 PVD、CVD、电镀、喷墨印刷、橡胶打印 (rubber stamping)、丝网印刷或喷雾印刷处理。额外地,可在绝缘基部 404 的顶表面 407 上形成金属浆 / 金属线。该金属浆 / 金属线可初始为可在目标表面上以所需图案图样化的液体、浆或金属凝胶,所述所需图案比如相邻矩形、圆形、六边形、或其他相似形状的特征的阵列,以用不同配置或尺寸在绝缘基部 404 的顶表面 407 上形成所需电极指。如以上论述的,第一及第二电极 412、414 可各具有多个电极指。

[0054] 在步骤 606,多个加热元件 416 被设置于绝缘基部 404 上,以横跨基板支撑组件 400 提供多个小的、独立可控的加热区域。在一个实施方式中,加热元件 416 形成在绝缘基部 404 的顶表面 407 上,且与第一及第二电极 412、414 共平面。加热元件 416 与第一及第二电极 412、414 可设置于同一层中。或者,如图 4B 中所示,交错的第一及第二电极 412、414 可形成于第一层中,该第一层叠覆至第二层,该第二层具有加热元件。在另一个实施方式中,加热元件 416 可形成于绝缘基部 404 的背侧表面上,如图 4C 中所示。在又另一实施方式中,加热元件可为形成于绝缘基部上或内的电感式加热元件,如图 5 中所示。

[0055] 加热元件 416 可为以下形式:沿着绝缘基部 404 的未被电极 412、414 占据的顶表面 407 行进的分离的金属线、或体积。在一个实例中,加热元件 416 形成于第一与第二电极 412、414 之间所界定的空间内。在电极 412、414 形成图 1B 至 1E 中所示的图案的情况下,加热元件 416 以横跨基板支撑组件提供多个独立可控的加热区域的方式分布遍于不被电极覆盖的空间。

[0056] 加热元件 416 可使用类似于步骤 604 中所论述的制造电极 412、414 的技术而形成。例如,加热元件 416 可使用金属沉积工艺(比如丝网印刷工艺)而形成。加热元件 416 可经由电互连 418 连接至外接电源 114,电互连 418 可事先形成在绝缘基部 404 中。替代地,若使用电感式加热元件,则可不需电互连。在一个实例中,加热元件 416 以宽度为约 0.1mm 至约 30mm,及长度为约 0.1mm 至约 30mm 的尺度形成。在一个实施方式中,绝缘基部 404 的顶表面 407 上可具有约 80 个至约 200 个加热元件。加热元件 416 的数量、大小、及图案可依据在非夹持区域中维持施加于基板背侧上的气体压力(约 1 至 20Torr)所需的力的量

(用于热交换的目的)、及在夹持区域中被电极 412、414 占据以达成所需的静电力的表面面积而改变(当加热元件及电极在相同层中)。

[0057] 在步骤 608, 封装构件 408 被设置于存在于绝缘基部 404 上的电极组件 406 和加热元件 416 上, 如图 4A 中所示。若加热元件存在于与电极组件不同的层中, 如以上关于图 4B 至 4C 及 5 论述的, 则封装构件 408 可仅覆盖电极组件。封装构件 408 可为陶瓷材料或玻璃材料。封装构件 408 可通过以下工艺形成于电极组件 406 上: 化学气相沉积 (CVD) 工艺、PECVD 工艺、旋涂工艺、焰镀 (flame coating) 工艺、喷雾沉积工艺、物理气相沉积 (PVD) 工艺、浸镀、喷溅、热喷涂 (例如, 等离子体喷涂)、非等离子体、非热辅助涂布、热均压、冷均压、层压、压模、铸造、压制、烧结或共烧结技术或在电极组件 406 上形成陶瓷材料或玻璃材料的任何合适的工艺。在一个实施方式中, 被选择以制造封装构件 408 的陶瓷材料为以下至少之一: 碳化硅、氮化铝、氧化铝、含钇材料、氧化钇 (Y_2O_3)、钇铝石榴石 (YAG)、氧化钛 (TiO) 或氮化钛 (TiN)。封装构件 408 可具有在约 0.05mm 与约 2mm 之间的厚度。

[0058] 在一个实施方式中, 封装构件 408 可具有在约 4 与约 8 $\mu m/(m \cdot K)$ 之间的热膨胀系数。封装构件 408 可具有加强的热阻及大于 1000 摄氏度的熔点。封装构件 408 可具有在约 10GPa 与约 30GPa 之间的硬度 (维氏硬度 1Kgf)、在约 6 μ -inch 与约 1 μ -inch 之间的表面粗糙度 (比如约 4 μ -inch)、及约低于 1% 或更低的吸水率。

[0059] 在步骤 610, 实施接合工艺以将封装构件 408 及绝缘基部 404 两者熔接在一起成一体, 而电极组件 106 及加热组件 416 被夹于其间, 因而形成静电夹具 402 的一整体部件, 如图 4A 中所示。

[0060] 注意可利用不同类型的接合工艺, 比如, 但不限于退火、烧结、粘合、塌陷 (slumping) 或扩散接合。在一个实例中, 步骤 610 的接合工艺为退火工艺。可通过任何合适的固化或退火工具实施该退火工艺, 比如烘箱、加热炉、放热板、快速热处理 (RTP) 室、尖波 (spike) 退火、或激光退火室及类似工具。可在约 1200 摄氏度与约 2500 摄氏度之间的温度下实施退火工艺, 以促成封装构件 408、电极组件 406 及绝缘基部 404 的合并 (consolidation) 以形成整合的部分。

[0061] 因此, 提供带有静电夹具的基板支撑组件, 该静电夹具具有多个具有温度控制能力的区域。可于绝缘基板上形成多个加热元件, 这些加热元件与夹持电极共平面。或者, 加热元件可形成于第一层中, 该第一层叠覆至具有夹持电极于其中的第二层。加热元件可排列成以下形式: 沿着不被夹持电极覆盖的表面区域行进的分离的区段, 以横跨静电夹具的表面提供多个加热区域。形成加热元件及夹持电极于同一层中 (或两个叠覆在一起的相邻的层) 是有利的, 因为能减小静电夹具的厚度且以低质量形成整体部件。该低质量使得能够快速加热及冷却基板支撑组件。

[0062] 虽然前述内容针对本揭示案的实施方式, 但在不背离本揭示案的基本范围的情况下, 可设计出本揭示案的其他及进一步的实施方式, 且本揭示案的范围由随后的权利要求书确定。

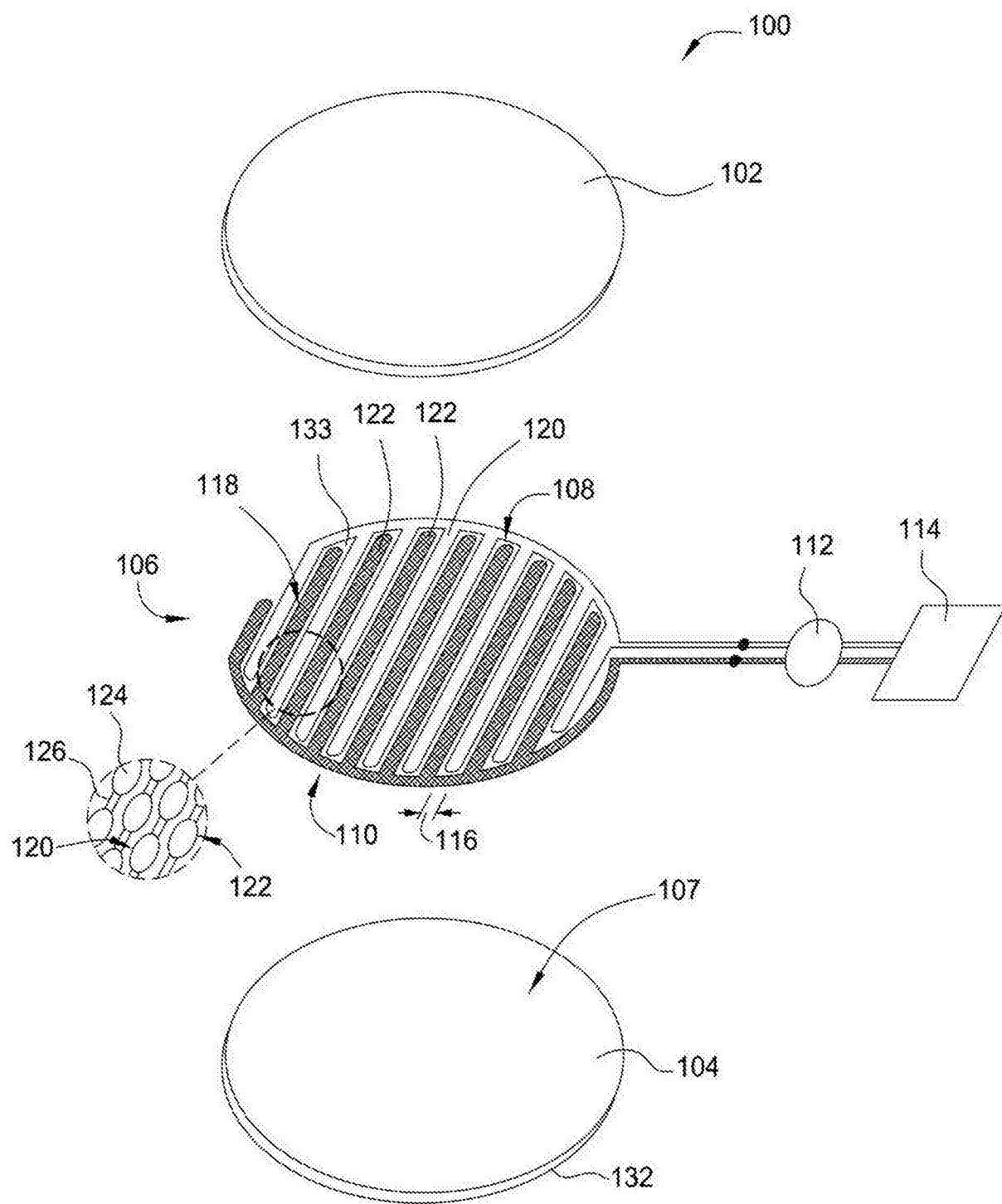


图 1A

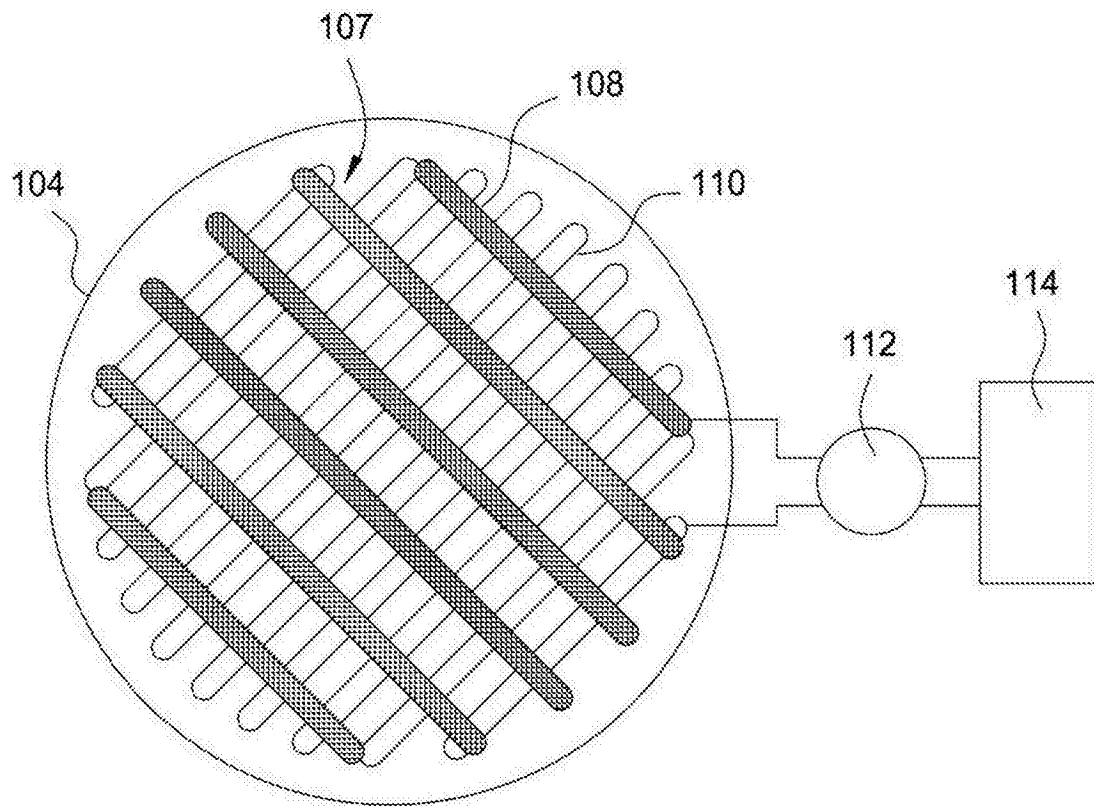


图 1B

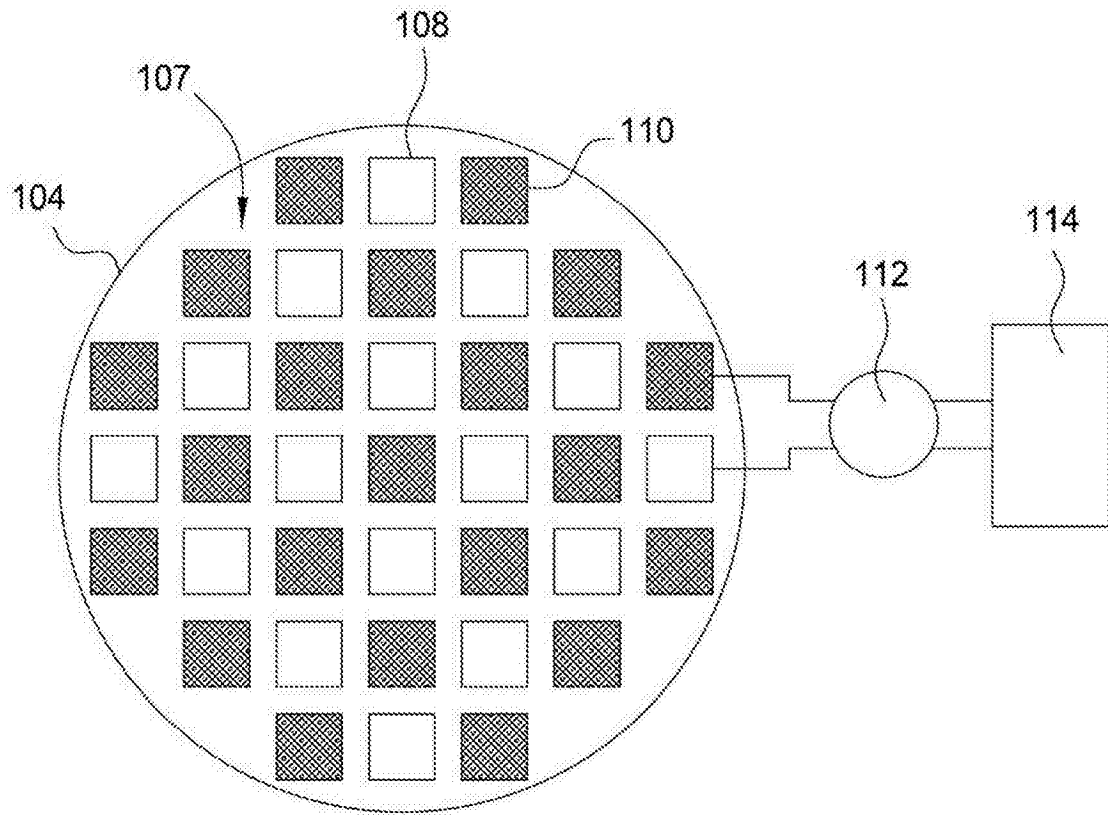


图 1C

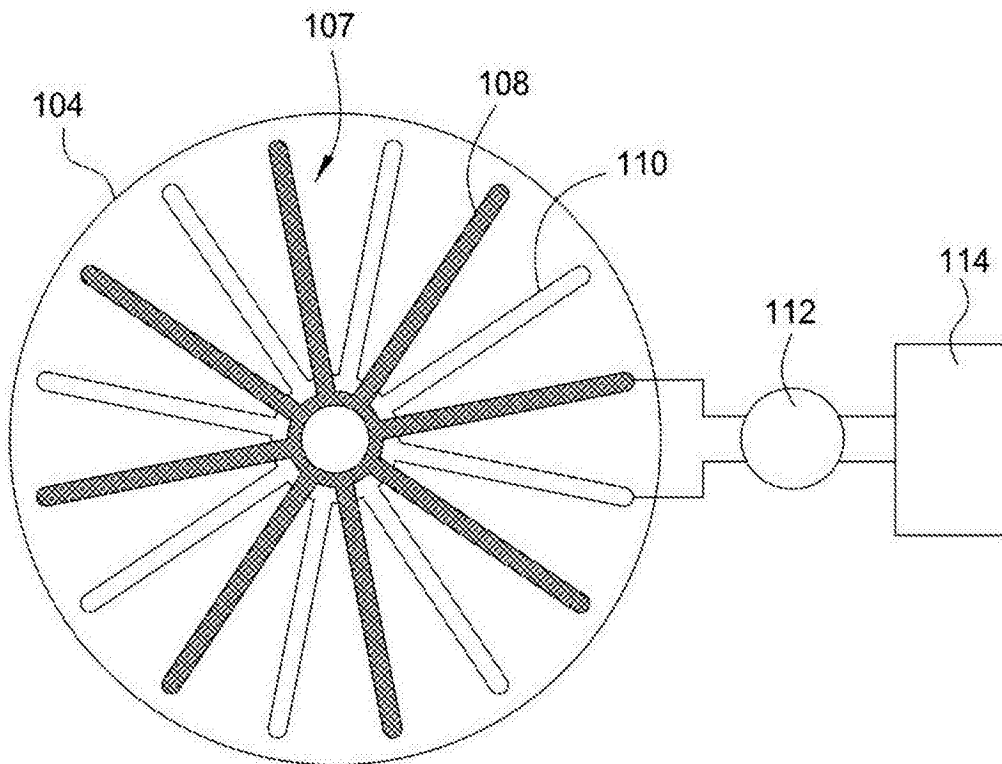


图 1D

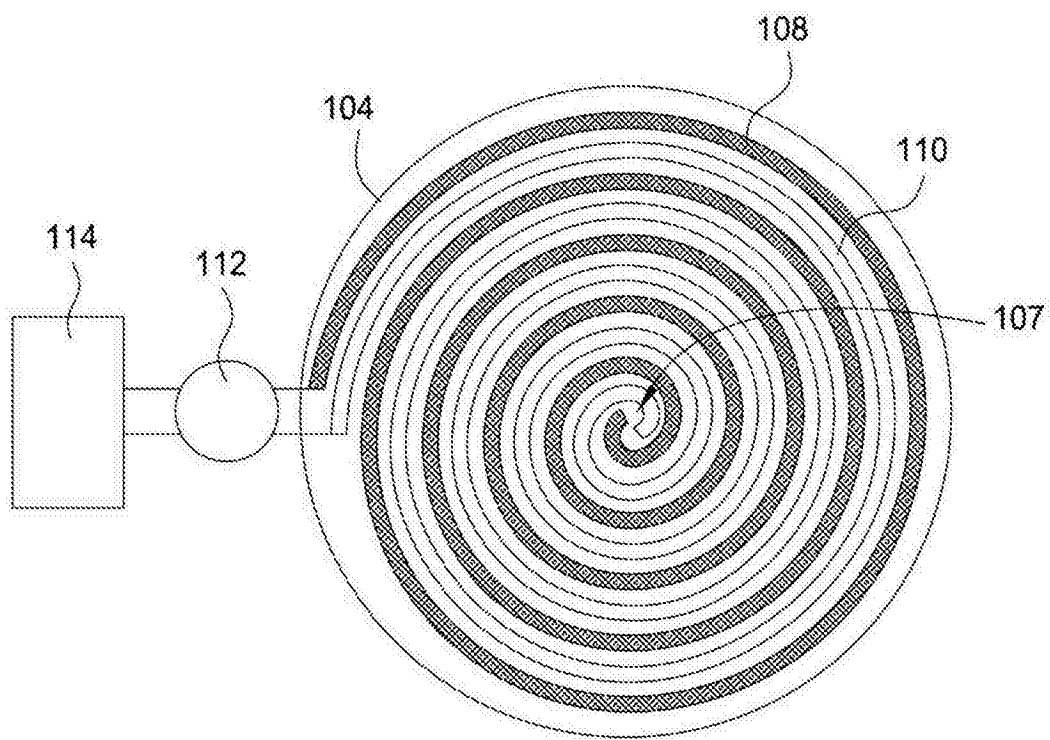


图 1E

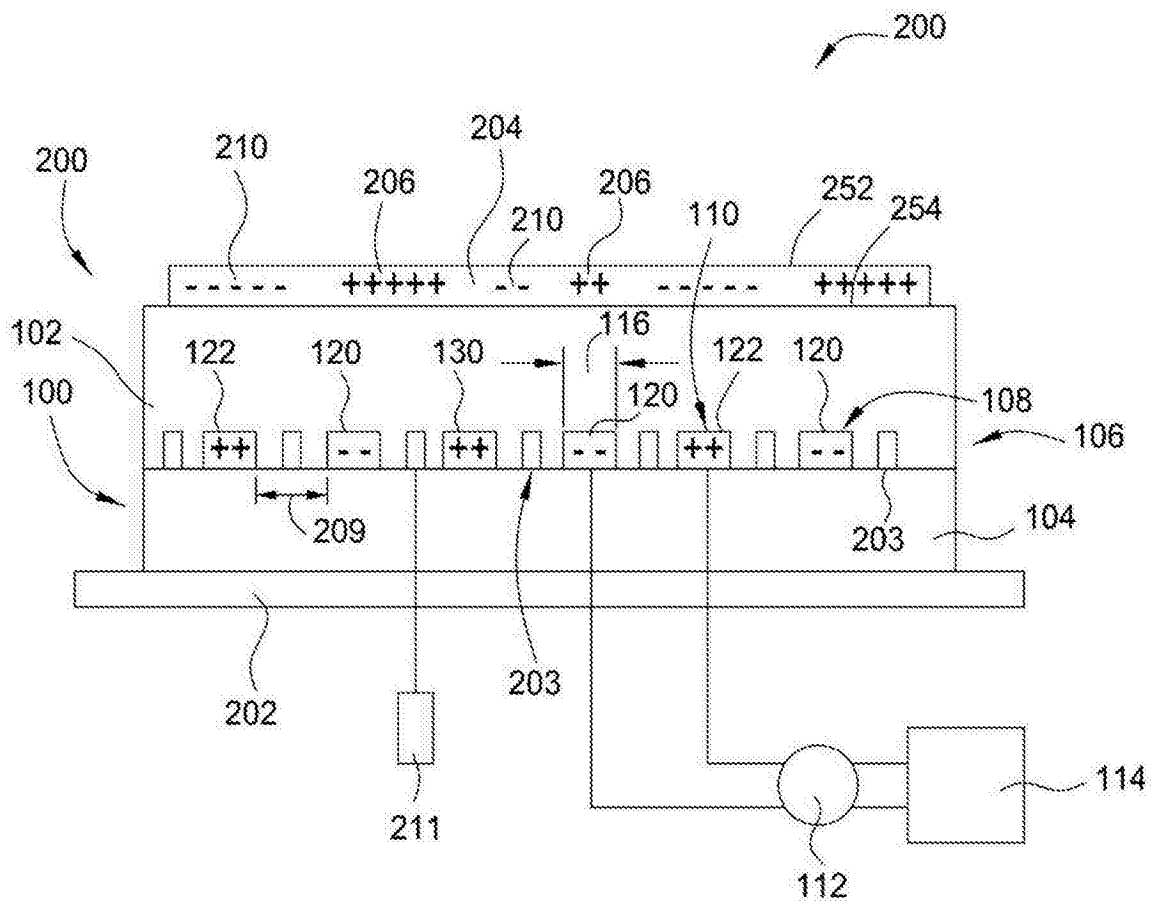


图 2A

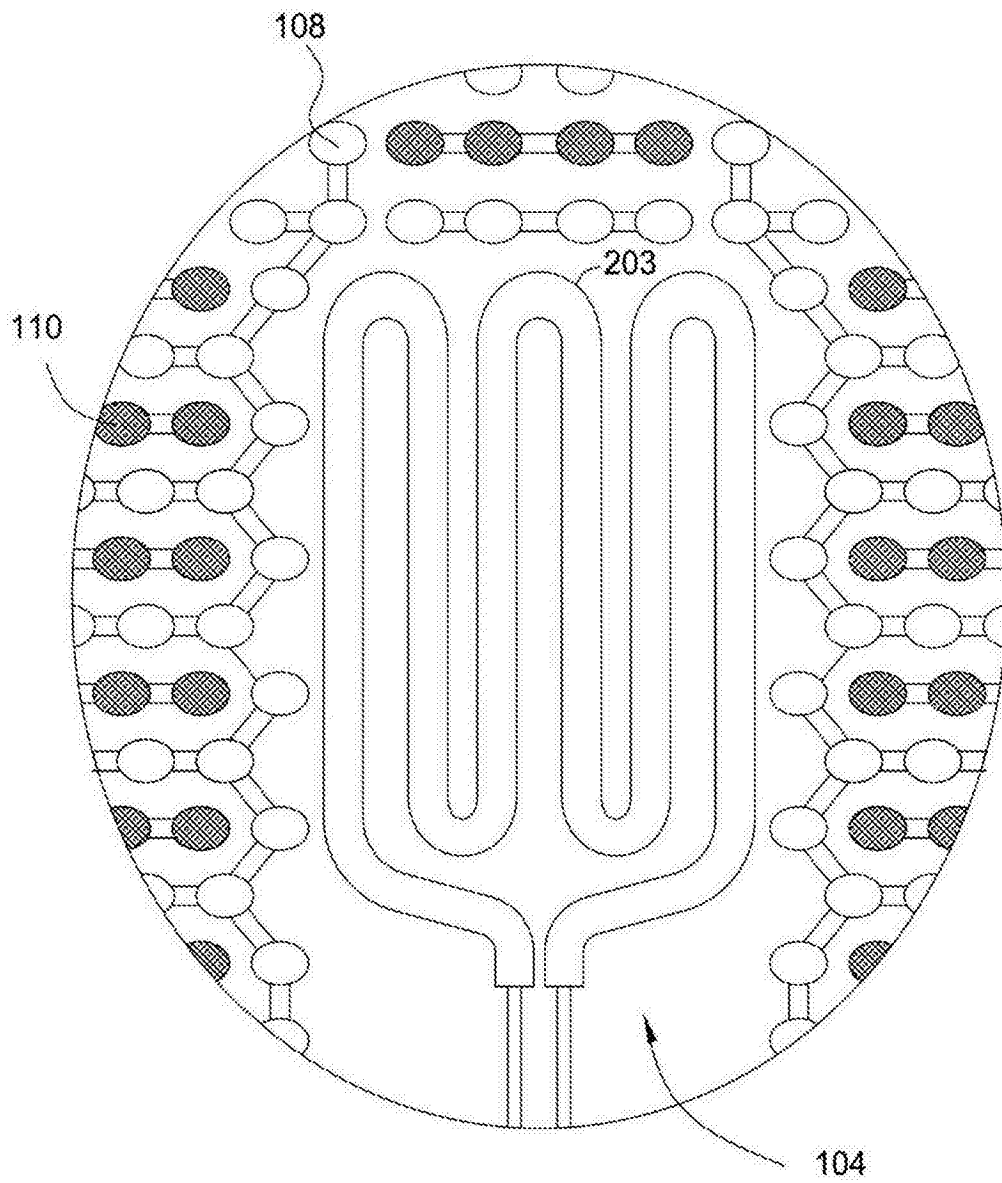


图 2B

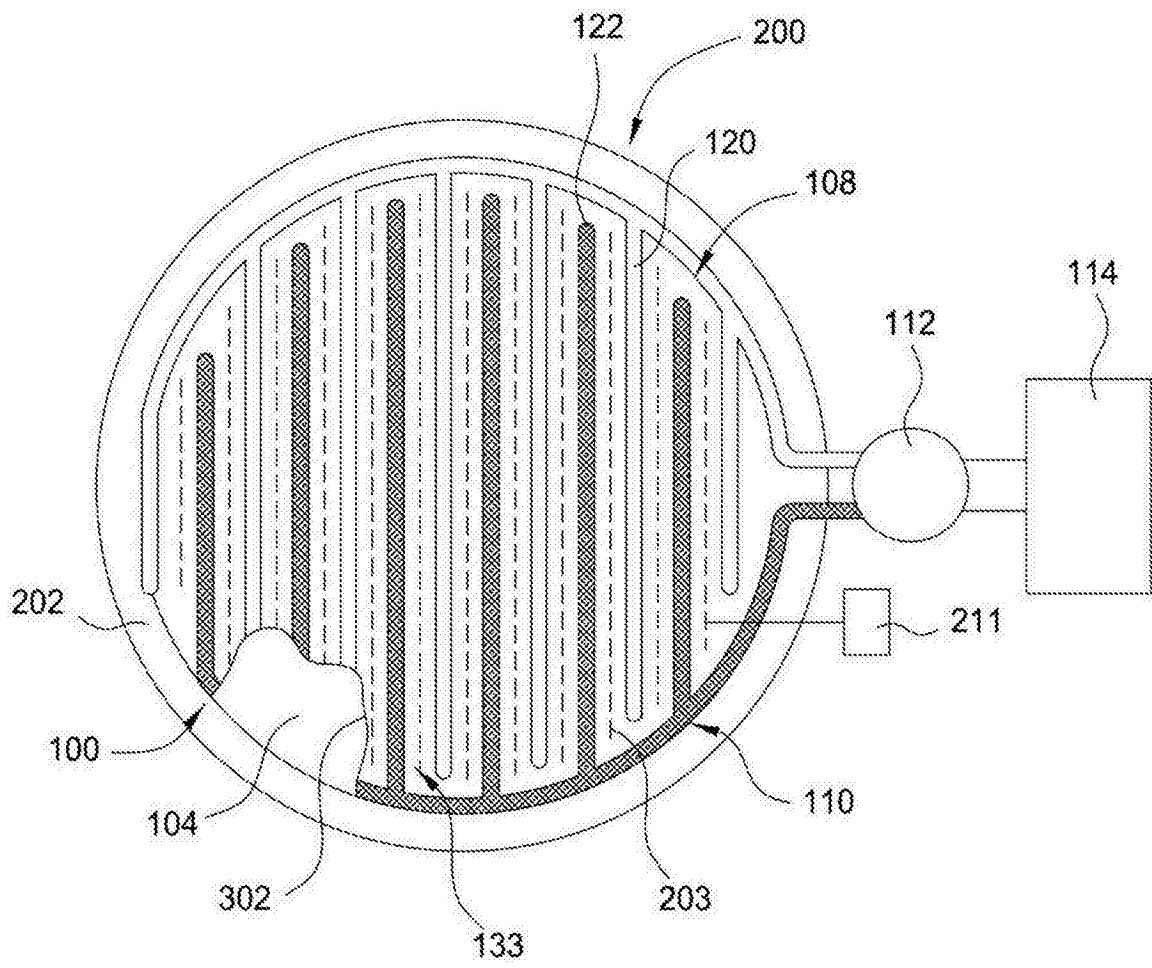


图 3

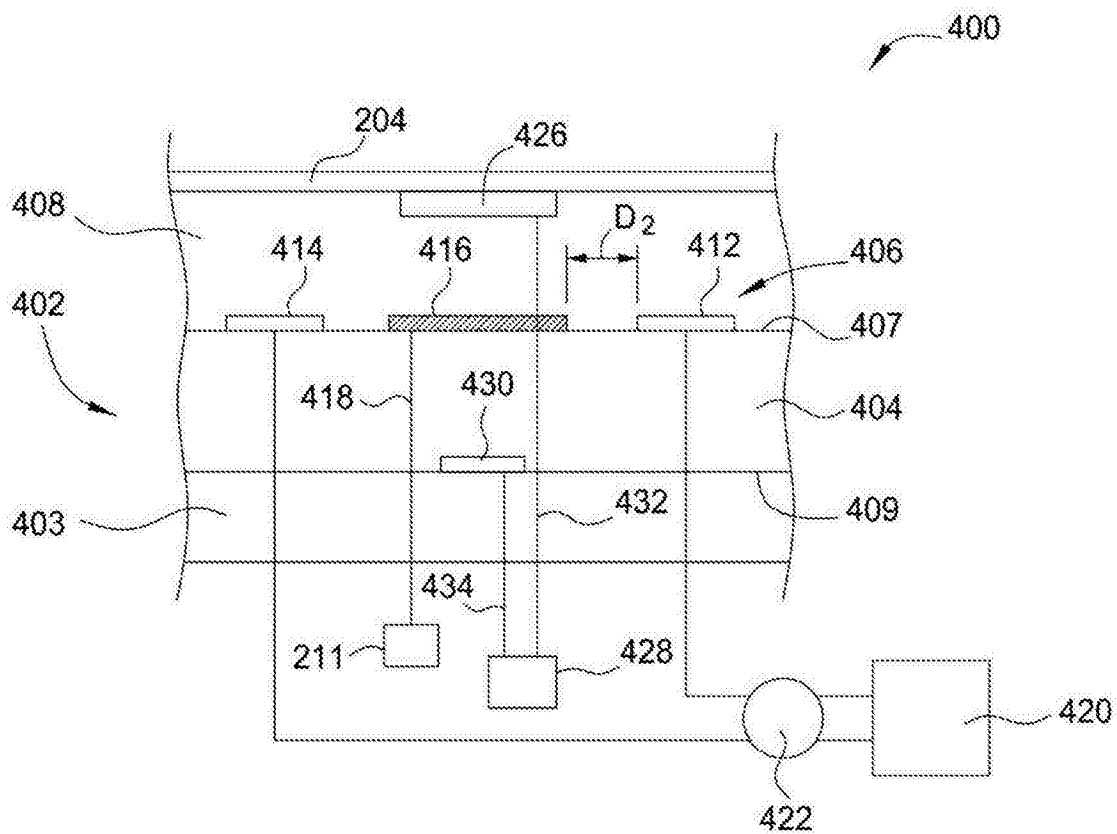


图 4A

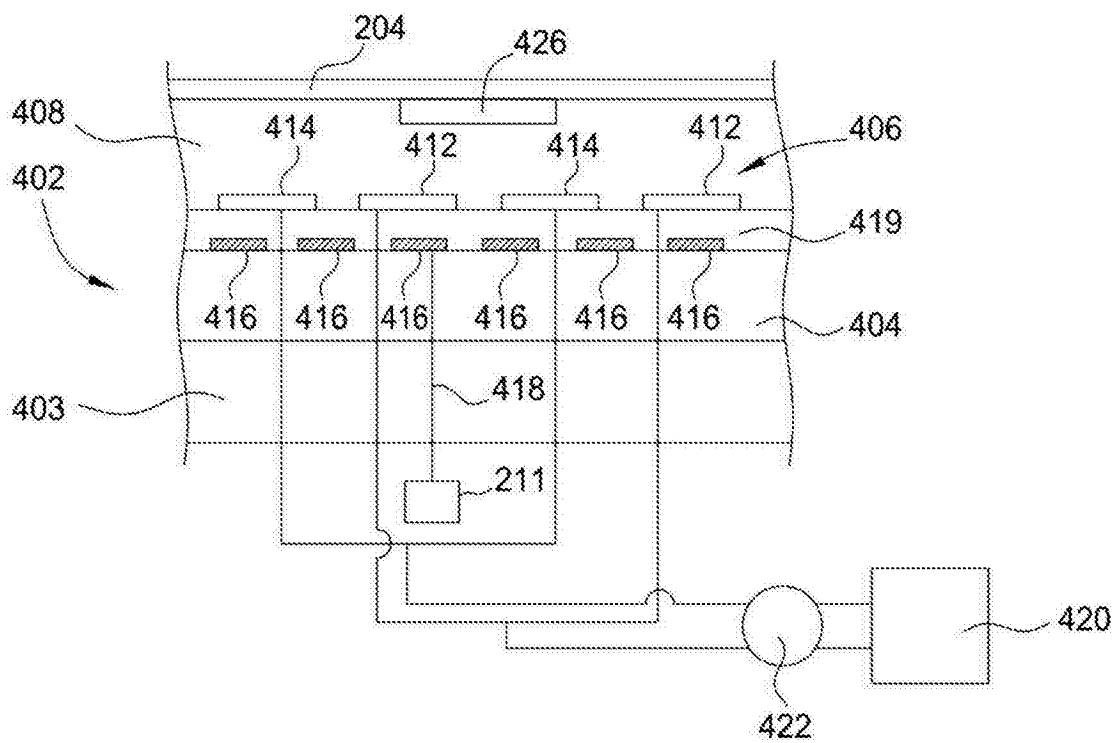


图 4B

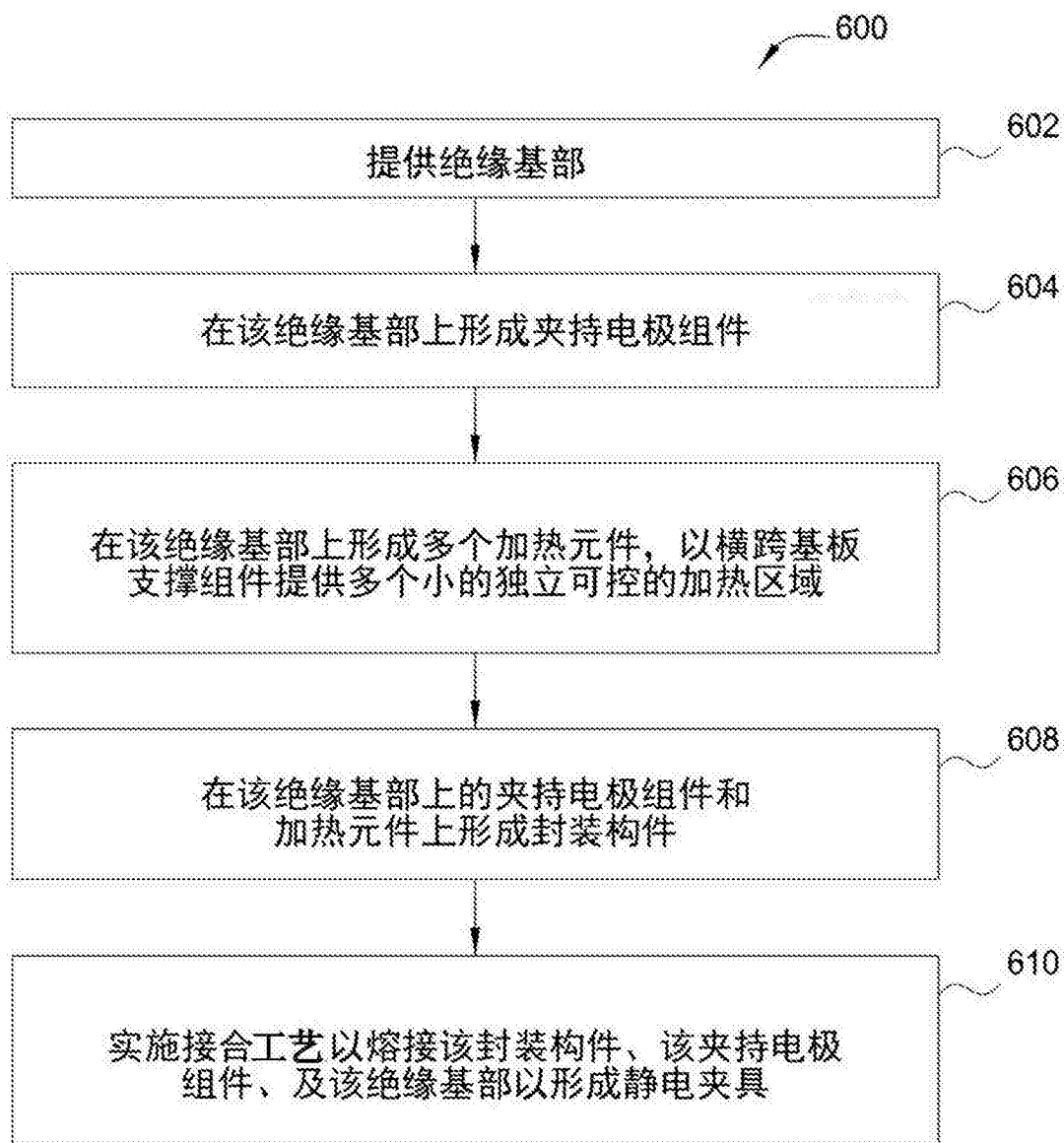


图 6