

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480041160.5

[51] Int. Cl.

C23C 16/00 (2006.01)

C23C 16/455 (2006.01)

C23C 16/503 (2006.01)

H01L 21/306 (2006.01)

H01L 21/3065 (2006.01)

H01L 21/461 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 6 月 6 日

[11] 公开号 CN 1977068A

[51] Int. Cl. (续)

C23F 1/00 (2006.01)

[22] 申请日 2004.12.13

[21] 申请号 200480041160.5

[30] 优先权

[32] 2003.12.23 [33] US [31] 10/743,062

[86] 国际申请 PCT/US2004/042100 2004.12.13

[87] 国际公布 WO2005/065186 英 2005.7.21

[85] 进入国家阶段日期 2006.7.31

[71] 申请人 兰姆研究公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 W·S·肯尼迪 D·E·雅各布

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 张祖昌

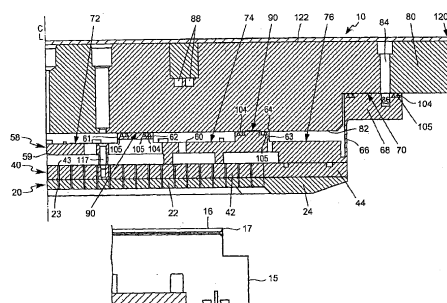
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于等离子加工装置的喷淋头电极组件

[57] 摘要

一种等离子加工装置的喷淋头电极组件(10)包括连接在喷淋头电极(20)上的温控板(58)、以及连接在温控板(58)上的上板(80)。至少一个热桥(61)设置在温控板和上板的相对表面之间以在温控板(58)和上板(80)之间导电和导热。在热桥(61)和上板(80)之间的润滑材料(90)使由于上板(80)和温控板(58)之间的热膨胀不同而产生的相对金属面的磨损降至最小。由温控板(58)支撑的加热器与温控上板(80)配合以将喷淋头电极保持在所需温度。



1. 一种用于支撑半导体基片加工室内的喷淋头电极的温控板，所述温控板包括：

适于可拆除地连接在温控上板上的金属外部；以及

适于可拆除地连接在喷淋头电极和上板上的金属内部，所述内部在上板和喷淋头电极之间提供热和电通路。

2. 如权利要求 1 所述的温控板，其特征在于，所述外部包括环形凸缘并且所述内部包括成形板，所述外部通过弯曲部分与所述内部相连。

3. 如权利要求 2 所述的温控板，其特征在于，所述成形板包括上表面和在上表面上的环形第一突起，所述第一突起包括适于向上板传热的第二传热表面以及任选的间隔布置的环形槽，所述环形槽被构造成容纳上板和第一传热表面之间任选的 O 形环。

4. 如权利要求 3 所述的温控板，其特征在于，所述成形板包括在上表面上并与所述第一突起径向间隔的环形第二突起，所述第二突起包括适于向上板传热的第二传热表面以及任选的间隔布置的环形槽，所述环形槽被构造成容纳上板和第二传热表面之间任选的 O 形环。

5. 如权利要求 1 所述的温控板，其特征在于，所述内部包括在上板和喷淋头电极之间提供热和电通路的至少一个热桥。

6. 如权利要求 1 所述的温控板，其特征在于，所述外部包括适于装配在上板上的定位开口内以在温控板和上板之间提供圆周和径向定位的定位销、适于容纳延伸穿过上板底面的螺栓的螺纹开口、以及适于容纳上板和温控板之间任选的 O 形环的任选的槽。

7. 如权利要求 1 所述的温控板，其特征在于，还包括可操作地向喷淋头电极供热的至少一个加热器。

8. 如权利要求 7 所述的温控板，其特征在于，所述加热器包括在成形板的中心区域上的内加热部分和从成形板的中心区域向外的至少一个外加热部分，所述内加热部分和外加热部分通过至少一个电插座

互连。

9. 如权利要求 7 所述的温控板，其特征在于，所述加热器包括层压件，所述层压件包括在电介质层之间的耐加热材料。

10. 如权利要求 7 所述的温控板，其特征在于，所述加热器包括三相加热器。

11. 如权利要求 7 所述的温控板，其特征在于，所述加热器包括具有适于在第一相位接收交流电流的第一电阻加热器导体、适于在第二相位接收交流电流的第二电阻加热器导体以及适于在第三相位接收交流电流的第三电阻加热器导体的三个电路，所述第一、第二和第三相位相互异相 120° 。

12. 如权利要求 1 所述的温控板，其特征在于，还包括在内部的相对侧面之间延伸的气体通道。

13. 一种半导体基片加工装置的喷淋头电极组件，其包括：

上板；

喷淋头电极；

连接在喷淋头电极和上板上的温控板，使得温控板的中部可相对于上板移动；以及

在温控板的中部和上板之间的至少一个热桥，所述热桥在喷淋头电极和上板之间提供热和电通路。

14. 如权利要求 13 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，其包括至少两个横向间隔布置的热桥。

15. 如权利要求 14 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，每个热桥包括在温控板和上板之间提供导热性和导电性的一层润滑材料，所述润滑材料可选择地位于包括至少一个 O 形环的真空密封件内。

16. 如权利要求 15 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，每个润滑材料层具有环形结构并且其宽度从大约 0.75 英寸到大约 1.25 英寸。

17. 如权利要求 13 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，还包括适于对温控板进行加热的加热器。

18. 如权利要求 17 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述加

热器是三相加热器。

19. 如权利要求 17 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述加热器包括层压件，所述层压件包括在相对的电介质材料层之间的耐加热材料。

20. 如权利要求 13 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述上板包括至少一个流道，传热流体流过所述流道以控制上板的温度。

21. 如权利要求 13 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述温控板包括被构造成适应的不同的热膨胀并在上板和温控板之间提供导热和导电的弯曲部分。

22. 如权利要求 13 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述喷淋头电极包括通过弹性连接结合在硅板上表面上的垫板。

23. 如权利要求 22 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述垫板是石墨垫板。

24. 如权利要求 13 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述温控板是铝或铝合金的机械加工件。

25. 如权利要求 13 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述上板利用延伸穿过上板上的开口的紧固件连接在温控板上，所述喷淋头电极组件可选择地包括连接在上板的顶面上并密封所述开口的盖板，从而所述紧固件在加工装置内受到真空压力的作用。

26. 如权利要求 13 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述上板利用延伸穿过上板上的开口并被拧入至少一个热桥的螺纹开口内的紧固件连接在温控板上，每个热桥包括在温控板和上板之间提供真空密封的至少一个 O 形环，从而所述紧固件在加工装置内受到大气压力的作用。

27. 如权利要求 13 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述上板利用延伸穿过上板上的开口的紧固件连接在温控板上，所述开口的直径大于紧固件的直径以适应上板和温控板之间不同的热膨胀。

28. 如权利要求 13 所述的喷淋头电极组件，其特征在于，所述至少一个热桥包括在温控板上的两个间隔布置的环形突起，所述上板利

用延伸穿过上板上的开口并伸入每个热桥内的紧固件连接在温控板上，并且温控板包括穿过所述突起的横向延伸的气体通道以及在温控板位于热桥横向向内和向外的相对表面之间的轴向延伸的气体通道。

29. 一种用于在半导体基片加工室内加工半导体基片的方法，所述方法包括：

a) 将基片放置在半导体基片加工装置的等离子室内的基片支撑件上，所述基片支撑件包括下电极；

b) 利用根据权利要求 13 所述的喷淋头电极组件将工艺气体供给到等离子室内；

c) 从喷淋头电极组件和基片之间的等离子室内的工艺气体中产生等离子；

d) 利用等离子加工基片；

e) 终止产生等离子；以及

f) 从等离子室中取出基片。

30. 如权利要求 29 所述的方法，其特征在于，所述喷淋头电极组件还包括加热器，所述方法还包括在步骤 e) 之后启动加热器以向喷淋头电极供热，从而将喷淋头电极保持在所需温度。

31. 如权利要求 30 所述的方法，其特征在于，还包括在步骤 a) -f) 过程中启动加热器以向喷淋头电极供热。

用于等离子加工装置的喷淋头电极组件

背景技术

等离子加工装置被用于通过包括蚀刻、物理蒸气沉积 (PVD)、化学蒸气沉积 (CVD)、离子注入以及抗蚀剂去除的技术加工基片。在等离子加工中采用的一种类型的等离子加工装置包括含有上电极和下电极的反应室。在电极之间形成电场将工艺气体激励成等离子状态以在反应室内加工基片。

发明内容

提供了一种半导体基片加工装置的喷淋头电极组件，以及一种用于支撑半导体基片加工室内的喷淋头电极的温控板。

用于支撑半导体加工室内的喷淋头电极的温控板的优选实施方式包括适于可拆除地连接在温控上板上的金属外部；以及适于可拆除地连接在喷淋头电极和上板上的金属内部。所述温控板的内部在上板和喷淋头电极之间提供热和电通路。

用于等离子加工装置的喷淋头电极组件的优选实施方式包括上板，喷淋头电极，以及温控板。温控板连接在喷淋头电极和上板上，使得温控板的中部可相对于上板移动。至少一个热桥设置在温控板的中部和上板之间。所述热桥在喷淋头电极和上板之间提供热和电通路。

热桥优选包括润滑材料，从而可以在温控板和上板的相对表面之间产生滑动以及提供导热和导电。

另一优选实施方式提供了一种在半导体基片加工室内加工半导体基片的方法，其包括 (a) 将基片放置在半导体基片加工装置的等离子室内的基片支撑件上，所述基片支撑件包括下电极；(b) 利用根据优选实施方式的喷淋头电极组件将工艺气体供给到等离子室内；(c) 从喷淋头电极组件和基片之间的等离子室内的工艺气体中产生等离子；

(d) 利用等离子加工基片; (e) 终止产生等离子; 以及 (f) 从等离子室中取出基片。喷淋头电极组件优选包括加热器。在另一优选的实施方式中, 所述方法包括在步骤 (e) 之后启动加热器以向喷淋头电极供热, 从而将喷淋头电极保持在所需温度, 和/或在步骤 (a) - (f) 过程中启动加热器以向喷淋头电极供热。

附图说明

图 1 表示用于等离子加工装置的喷淋头电极组件和基片支撑件的优选实施方式的一部分。

图 2 是不带有上盘的喷淋头电极组件的优选实施方式的顶部透视图。

图 3 表示在电源和喷淋头电极组件的加热器之间的示意性的电连接。

具体实施方式

图 1 表示用于加工半导体基片如硅晶片的等离子加工装置的喷淋头电极组件 10 的优选实施方式。喷淋头电极组件 10 (在图 1 中仅示出一半) 包括具有上电极 20 和固定在上电极 20 上的任选的衬垫元件 40 的喷淋头电极、温控板 58 以及上板 80。上板 80 可形成等离子加工装置例如等离子蚀刻室的可拆除上壁。

包括下电极和任选的静电夹紧电极的基片支撑件 15 (在图 1 中仅示出了一部分) 在等离子加工装置的真空加工室内位于上电极 20 的下方。承受等离子加工的基片 16 通过机械方式或静电夹紧在基片支撑件 15 的上支撑面 17 上。

喷淋头电极的上电极 20 优选包括内电极元件 22 以及任选的外电极元件 24。内电极元件 22 优选是圆柱形板 (例如单晶硅)。如果所述板由目前可以得到的最大直径的单晶硅材料制成, 内电极元件 22 的直径可以小于、等于或大于待加工的晶片的直径, 例如达到 12 英寸 (300mm)。为了加工 300mm 的晶片, 设置外电极元件 24 以将上电

极 20 的直径从大约 15 英寸扩大到大约 17 英寸。外电极元件 24 可以是连续元件（举例来说是多晶硅元件，如一环），或者是分段元件（举例来说是在环结构上布置的 2-6 个单独的片段，例如单晶硅的片段）。在上电极 20 包括多个片段的外电极元件 24 的实施方式中，所述片段优选具有相互重叠的边缘以防止下面的结合材料暴露在等离子下。内电极元件 22 优选包括用于将工艺气体喷入上电极 20 和下电极 15 之间等离子反应室的空间内的多个气体通道 23。

单晶硅是用于内电极元件 22 和外电极元件 24 的等离子暴露表面的优选材料。高纯度的单晶硅在仅有最少量的不合乎要求的成分导入反应室时使等离子加工过程中的基片污染降到最小，同时还使等离子加工过程中的磨损光滑，由此使颗粒降到最小。可被用于上电极 20 的等离子暴露表面的备选材料包括例如 SiC、SiN、AlN 和 Al_2O_3 。

在优选实施方式中，喷淋头电极组件 10 足够大以加工较大的基片，例如具有 300mm 直径的半导体晶片。对于 300mm 的晶片，上电极 20 的直径至少是 300mm。但是，喷淋头电极组件的尺寸可以被设计成加工具有非圆结构的其它尺寸的晶片或基片。

衬垫元件 40 优选包括垫板 42 和垫环 44。在该实施方式中，内电极元件 22 与垫板 42 共同延伸，并且外电极元件 24 与环绕的垫环 44 共同延伸。但是，垫板 42 可以延伸超出内电极元件，使得可以采用单个垫板支撑内电极元件和分段的外电极元件。内电极元件 22 和外电极元件 24 优选通过结合材料例如静电结合材料连接在衬垫元件 40 上。垫板 42 包括与内电极元件 22 上的气体通道 23 对齐的气体通道 43 以使气体流入加工室内。气体通道 43 通常具有大约 0.04 英寸的直径，并且气体通道 23 通常具有大约 0.025 英寸的直径。

垫板 42 和垫环 44 优选由与被用于在等离子加工室内加工半导体基片的工艺气体化学相容的材料制成，所述材料具有与电极材料的热膨胀系数严格匹配的热膨胀系数，和/或是导电并导热的。可被用于制成衬垫元件 40 的优选材料包括但不局限于石墨和 SiC。

上电极 20 可利用导热和导电弹性体结合材料连接在垫板 42 和垫

环 44 上, 所述材料接纳热应力并在上电极 20 与垫板 42 和垫环 44 之间传递热能和电能。例如, 在共同拥有的美国专利 No.6,073,577 中描述了采用弹性体将电极组件的表面结合在一起, 该专利在此全部引入作为参考。

垫板 42 和垫环 44 优选利用适当的紧固件连接在温控板 58 上, 所述紧固件可以是螺栓、螺钉等等。例如螺栓 (未示出) 可以插入温控板 58 的孔内并拧入衬垫元件 40 的螺纹开口内。

参照图 1 和图 2, 温控板 58 包括金属内部, 其包括具有上表面 60 的成形板 59, 以及在上表面上具有第一传热表面 62 的突起 61 和具有第二传热表面 64 的第二突起 63。在其它优选实施方式中, 温控板 58 可包括多于两个的突起, 例如三个或更多的突起。温控板 58 利用紧固件连接在上板 80 上, 所述紧固件延伸穿过上板上过大的开口 (未示出) 并伸入第一突起 61 的表面 62 和第二突起 63 的表面 64 上的螺纹开口 65 内 (图 2)。温控板 58 还包括容纳紧固件的螺纹开口 117 以可拆除地将温控板 58 连接在垫板 42 上。上板 80 上过大的开口在紧固件周围提供间隙, 使得温控板 58 可以相对于上板滑动以适应温控板相对于上板的热膨胀的不匹配。

温控板 58 还包括将内部连接在外部上并具有凸缘 68 的弯曲部分 66, 所述凸缘 68 具有固定靠在上板 80 相对表面上的上表面 70。第一传热表面 62 和第二传热表面 64 优选具有环形结构。第一突起 61 和第二突起 63 优选具有大约 0.25 英寸-约 0.75 英寸的高度, 大约 0.75 英寸-约 1.25 英寸的宽度。但是, 第一突起 61 和/或第二突起 63 可以具有非环形结构, 例如弧形片段、多绵体、圆形、椭圆形或其它结构。

温控板 58 优选由金属材料例如铝、铝合金等制成。温控板 58 优选是金属材料例如铝或铝合金的机械加工件。上板 80 优选由铝或铝合金制成。上板 80 优选包括一个或多个流道 88, 温控流体优选是液体流通穿过所述流道以将上板保持在所需温度。

在半导体基片在加工室内的加工过程中, 通过从第一传热表面 62、第二传热表面 64 并穿过上表面 70 的导热使热量从内电极元件 22

和外电极元件 24 以及垫板 42 和垫环 44 被传导到上板 80 的下表面 82。换句话说,第一突起 61 和第二突起 63 还在内电极元件 22、外电极元件 24、垫板 42 以及垫环 44 到上板 80 之间提供热桥(thermal bridges)。这种在穿过温控板 58 的间隔位置上的改进的传热可以在穿过上电极 20 的径向上获得基本上均匀的温度分布。

在喷淋头电机组件 10 的操作过程中,温控板 58 和上板 80 受热并产生热膨胀。从而,上板 80 和温控板 58 可以相对滑动。这种滑动会磨损上板 80 和/或温控板 58 相互接触的表面(例如温控板 58 中部的一个或多个表面)并产生从接触表面上落下的颗粒例如铝颗粒。这些活动的颗粒会污染反应室内的基片并由此降低工艺合格率。

已经确定,可通过在相对表面之间放置具有润滑性能的材料使上板 80 和/或温控板 58 相对表面的磨损降到最小。在优选的实施方式中,至少一层润滑材料 90 被放置在温控板 58 的第一传热表面 62 和第二传热表面 64 与上板 80 的下表面 82 之间。

润滑材料 90 具有足够的导热性和导电性以从第一传热表面 62 和第二传热表面 64 到上板 80 提供足够的传热和导电。提供这些特性的优选的材料是可弹性变形的石墨材料,例如在市场上可从 UCAR Carbon Co.,Inc.,Cleveland, Ohio 得到的“GRAFOIL”。润滑材料 90 是具有优选大约 0.010 英寸-大约 0.030 英寸并且更优选为大约 0.015 英寸厚度的垫圈。润滑材料 90 优选是环形垫圈,每个垫圈被保持在第一传热表面 62 和第二传热表面 64 的每个上形成的相应的环形槽内。

润滑材料 90 优选在反应室内避免暴露在等离子下。在优选实施方式中,润滑材料 90 被布置在真空密封件之间,例如保持在温控板 58 的第一传热表面 62 和第二传热表面 64 上间隔开的环形槽 105 内的一对任选的 O 形环 104。O 形环 104 使润滑材料 90 在等离子室内与真空环境隔离并由此避免润滑材料暴露在等离子下。第一传热表面 62 和第二传热表面 64 优选通过润滑材料 90 与上板 80 的下表面 82 间隔足够的距离,使得沿第一传热表面 62 或第二传热表面 64 不存在金属对金属的滑动接触。

温控板 58 优选包括至少一个可操作地与温控上板 80 配合以控制上电极 20 的温度的加热器。例如，在优选实施方式中，所述加热器被设置在温控板 58 的上表面上并包括由第一突起 61 围绕的第一加热区 72、在第一突起 61 和第二突起 63 之间的第二加热区 74、以及在第二突起 63 和弯曲部分 66 之间的第三加热区 76。加热区的数量可改变，例如在其它实施方式中，加热器可包括单个加热区，两个加热区或多于三个加热区。备选地是加热器可设置在温控板 58 的下表面上。

加热器优选包括具有布置在承受由加热器实现的操作温度的相对聚合材料层之间的耐加热材料的层压件。可采用的示意性的聚合材料是在市场上可从 E.I. du Pont de Nemours and Company 得到的以 Kapton® 商标销售的聚酰亚胺。备选地是，加热器是嵌入在温控板上的电阻加热器（例如是铸造温控板上的加热部件或位于温控板上形成的通道内的加热部件）。加热器的另一实施方式包括安装在温控板的上表面和/或下表面上的电阻加热部件。可以通过传导和/或辐射实现温控板的加热。

加热材料可以具有任何适当的型式以对第一加热区 72、第二加热区 74 以及第三加热区 76 提供温度均匀的加热。例如，层叠加热器可具有常规或非常规型式的电阻加热线路例如 Z 字形曲折线路、蛇形线路或同心型式。通过与温控上板 80 的操作结合地利用加热器加热温控板 58，可以在喷淋头电极组件 10 的操作过程中穿过上电极 20 提供所需的温度分布。

位于第一加热区 72、第二加热区 74 和第三加热区 76 内的加热器部分可通过适当的技术例如采用加热和加压、粘结、紧固等等被固定在温控板 58 上。

在优选的实施方式中，第一加热区 72、第二加热区 74 和第三加热区 76 通过电插座 77 串联地电连接。在优选的实施方式中，加热器包括具有适于在第一相位接收交流电流的第一电阻加热器导体、适于在第二相位接收交流电流的第二电阻加热器导体以及适于在第三相位接收交流电流的第三电阻加热器导体的三个电路，其中第一、第二和

第三相位相互异相 120° 。

如图 3 所示, 加热器可从单个电源 110 接收电能。在优选实施方式中, 电源 110 与三个圆周间隔的柱例如容纳在温控板 58 的凸缘 68 上的开口 93 内的柱 95 电连接。每个柱 95 都连接在导电体 97 上, 所述导电体 97 穿过凸缘 68 延伸到接受器 79, 并与位于第三加热区 76 的三相加热器的相应相位电接触。第三加热器 76 的三个相位通过电插座 77 与第二加热器的三个对应相位电连接, 并且第二加热器的三个相位通过电插座 77 与第一加热器的三个相位电连接。

温控板 58 优选包括横向气流通道 75 以使工艺气体可以从第一加热区 72 上方的压力通气口横向流动到第二加热区 74 上方的压力通气口, 并从第二加热区 74 上方的压力通气口流动到第三加热区 76 上方的压力通气口。在优选的实施方式中, 多个气体通道 75 延伸穿过第一突起 61 和第二突起 63。气体通道 75 的尺寸被设计成电插座 77 可以延伸穿过气体通道 75 以使第一加热区 72、第二加热区 74 和第三加热区 76 电连接。气体通道 75 优选是足够大以使工艺气体可以在温控板 58 的上表面上被分布, 从而对流过连通温控板和衬垫元件 40 之间的压力通气口的开口 78 的气体提供基本上均匀的压力分布。

上电极 20 可被电接地, 或者备选地是可优选通过射频 (RF) 电源被供电。在优选的实施方式中, 上电极 20 接地, 并且电能以一个或多个频率施加在下电极上以在等离子加工室内产生等离子。例如, 下电极可通过两个独立控制的射频电源以 2Mhz 和 27MHz 的频率被供电。在基片已经被加工后 (例如半导体基片已经被等离子蚀刻), 对下电极的供电中断以停止产生等离子。被加工的基片从等离子加工室内被取出, 并且另一个基片被放置在基片支撑件 15 上进行等离子加工。在优选实施方式中, 当向下电极的供电被中断时加热器被启动以对温控板 58 进行加热并接着对上电极 20 进行加热。这样, 上电极 20 的温度优选被避免降至所需的最小温度以下。上电极 20 的温度优选在连续的基片加工操作之间被保持为接近恒定温度, 使得基片被加工得更均匀, 由此提高工艺合格率。电源 110 优选是可控的, 从而可以基于上

电极 20 的实际温度和所需温度以所需电平和比率向加热器供电。

喷淋头电极组件 10 可包括一个或多个温度传感器例如热电偶以监测上电极 20 的温度。温度传感器优选由控制从电源 110 向加热器供电的控制器监测。当由温度传感器提供的数据表示上电极 20 的温度处于预定温度以下时，电源 110 可被控制器启动以向加热器供电，从而可以将上电极 20 保持在预定温度或预定温度以上。

加热器还可以在基片的等离子加工过程中被启动，即当等离子在喷淋头电极组件 10 和下电极之间产生时。例如，在采用相对较低的供电电平产生等离子的等离子加工操作过程中，加热器被启动以将上电极 20 的温度保持在所需温度范围内。在采用相对较高的供电电平的其它等离子加工操作中例如电介质材料的蚀刻加工过程中，上电极 20 的温度通常在连续操作之间保持得足够高，使得加热器不需要为了防止上电极温度降至最小温度以下而被启动。

在图 3 所示的实施方式中，温控板 58 的弯曲部分 66 包括延伸到凸缘 68 的圆柱形壁。凸缘 68 例如通过分别插在上板 80 和凸缘 68 的对齐开口 84，86 内的紧固件（例如螺栓、螺钉等等）连接在上板 80 上（图 1）。凸缘 68 优选具有环形结构。弯曲部分 66 具有可适应温控板 58 相对于上板 80 热膨胀和收缩的结构。也就是说，弯曲部分 66 优选具有被优化的长度-厚度比以适应上板 80 和温控板 58 的中部之间的横向和轴向移动并防止由此产生的对温控板 58 的破坏。在横向滑移的过程中，润滑材料 90 防止温控板 58 的传热表面 62 和 64 以及上板 80 的下表面 82 磨损。通过设置弯曲部分 66，可在凸缘 68 的上表面 70 和上板 80 的下表面 82 之间省去润滑材料。

温控板 58 利用延伸穿过上板 80 上的开口 84 并伸入在凸缘 68 上形成的开口 86 内的适当的紧固件可拆除地连接在上板 80 上。在一种实施方式中，喷淋头电极组件 10 包括连接在上板 80 的顶面 122 上的盖板 120。盖板 120 对上板 80 上的开口顶端进行密封，使得在这些开口内的紧固件在加工装置内处于真空压力下。但是，可以通过环绕开口 86 提供真空密封件（例如环绕包含开口 86 的部分设置 O 形环 104）

而省去盖板。在图 2 中，三个 O 形环提供了三个真空密封的部分，每个部分包含六个间隔布置的开口 84。

在第一突起 61 和第二突起 63 中的每个都包括 O 形环 104 以在温控板 58 和上板 80 之间提供真空密封区的温控板 58 的实施方式中，如果螺栓的顶部没有得到密封，则将上板 80 连接在温控板 58 上的紧固件会在加工装置中受到大气压力的作用。

可选择地在温控板 58 的凸缘 68 上设置多个圆周间隔定位的销 106。定位销 106 的尺寸被设计成装配在上板 80 的定位孔（未示出）内以使温控板 58 相对于上板 80 圆周并径向对齐。

上板 80 优选包括用于将工艺气体导入上板 80 和温控板 58 之间的一个或多个开放空间（压力通气口）内的一个或多个气流通道。例如，工艺气体可以仅被供给到第一加热器上方的控制通气口并通过通道 75 被分布到气体压力通气口。工艺气体从上压力通气口穿过通道 78 流到下压力通气口，并随后穿过垫板 42 上的气体通道 43 以及内电极元件 22 上的气体通道 23。气体通道 78 的尺寸被设计成通过温控板 58 提供所需的压降。气体通道 78 通常可具有大约 0.3 英寸的直径。气体通道 78 的数量和结构优选被选定为实现上电极 20 以上并穿过上电极 20 的均匀的气体压力以向等离子室内提供均匀的气体分布。喷淋头电极组件 10 可选择地包括在上和/或下压力通气口上的导流板以控制气流的均匀性。

优选通过使传热流体（液体或气体）流过流道（多个流道）88 控制上板 80 的温度。上板 80 优选为喷淋头电极组件 10 提供电接地以及散热器。

如图 2 所示，开口 114 设置在温控板 58 的凸缘 68 上作为设置在喷淋头电极组件 10 的外部的等离子密封组件的控制杆的通路。在共同拥有的美国专利 No.5,534,751 中描述了包括可垂直调节的等离子密封环的适当的等离子密封组件，该专利在此全部引入作为参考。

尽管已经参照本发明的具体实施方式对其进行了详细描述，但对本领域技术人员显而易见的是在不脱离附加的权利要求的范围的前提

下可以做出各种变化和修改并且采用等效部件。

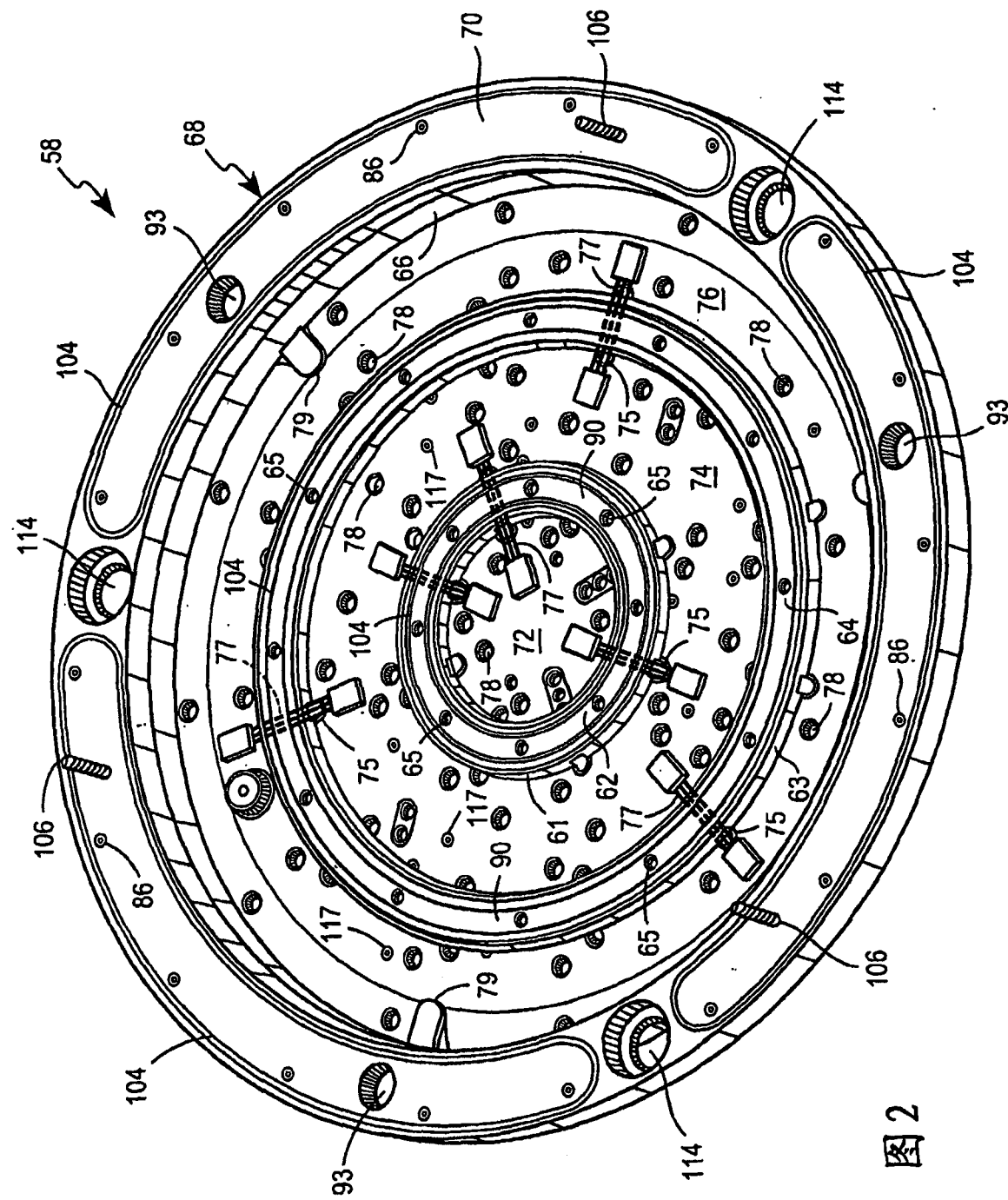


图2

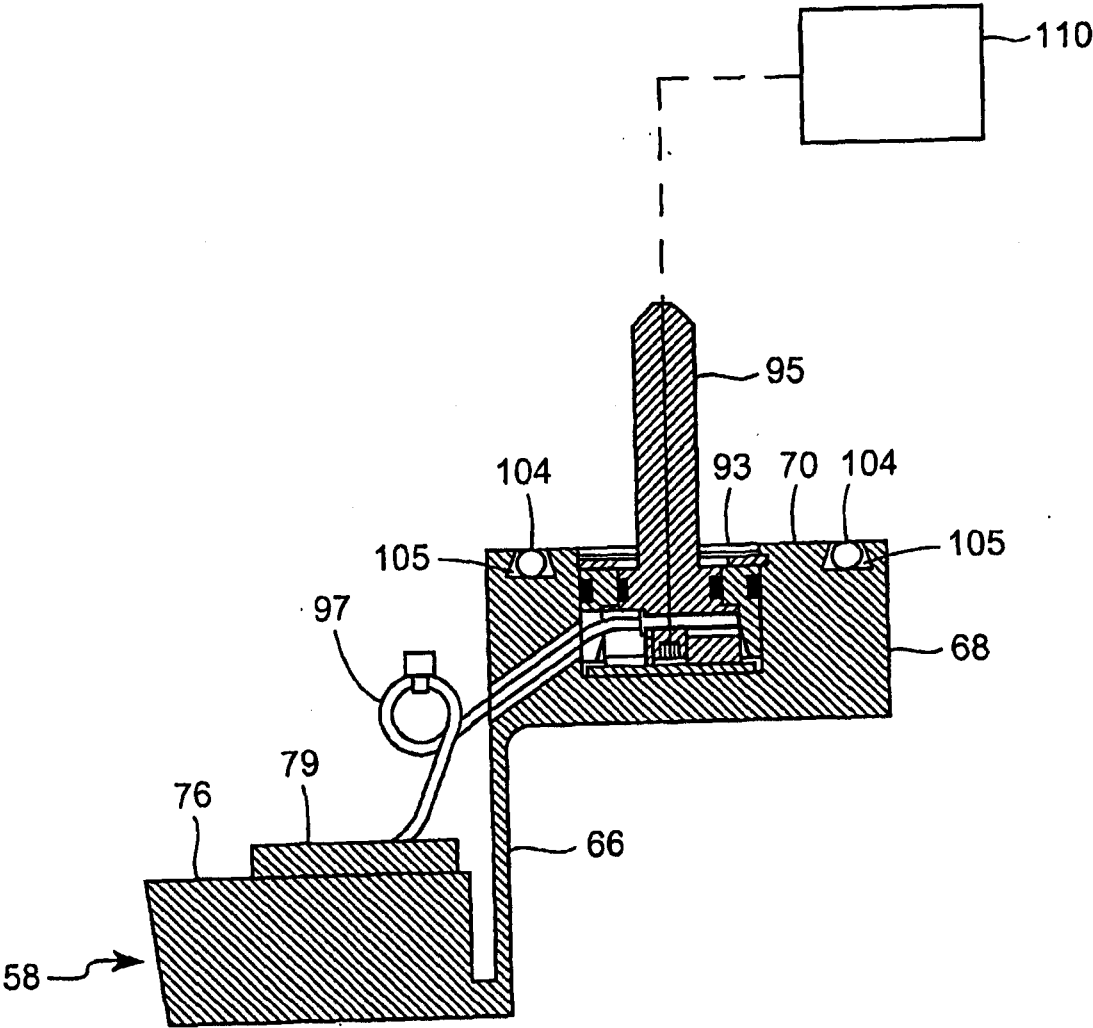


图 3