

## 静电卡盘以及半导体设备

### 技术领域

本公开涉及半导体制造技术领域，尤其涉及一种静电卡盘以及半导体设备。

### 背景技术

半导体设备广泛用于当今的半导体、太阳能电池、平板显示等制作工艺中。在目前的半导体设备中，通常使用静电卡盘（Electrostatic Chuck，简称为ESC）实现工艺过程中待加工工件的固定，静电卡盘被广泛应用于集成电路（IC）制造设备中。

静电卡盘长期使用后会出现程度不同的磨损以及一些零部件老损，需要按期更换维护。传统的静电卡盘使用焊接一体式结构，无法对其内部零部件维护保养，其陶瓷部分同样不容易更换维修，需要整体拆下来维修和翻新。

图1是一种现有的可拆卸静电卡盘，包括静电卡盘陶瓷部分100、静电卡盘辅件110、以及固定二者的连接螺钉120。静电卡盘陶瓷部分100包括卡盘功能部分101、底座支撑部分103、以及焊接二者的中间焊料部分102。其中，卡盘功能部分101采用AlN陶瓷，底座支撑部分103采用AlSiC陶瓷，受到加工能力的限制，卡盘功能部分101无法制造得很厚（24mm以上），尤其是其边缘部分，厚度更小，不能抵抗垂直方向的剪应力，因此需要焊接一块较厚的底座支撑部分103来增加强度、抵抗剪切力。

如图1、图2所示，静电卡盘辅件110包括焊接波纹管底座111、石墨导热膜112、水冷盘上盘113、水冷盘下盘114、推紧弹簧115、电极接线116、水管路117、大密封环118、小密封环119和热电偶1101。其中，底座支撑部分103采用贴合面积较大的订制密封环（宽度一般超过5mm）进行真空密

封。热电偶 1101 穿过底座支撑部分 103 的孔测量卡盘功能部分 101 的温度。大密封环 118 的支撑面为焊接波纹管底座 111 上部的密封槽，小密封环 119 的支撑面为水冷盘上盘 113，水冷盘上盘 113 与水冷盘下盘 114 使用扩散焊的方式焊接，推紧弹簧 115 向水冷盘下盘 114 施加向上的压力，以使水冷盘上部 113、石墨导热膜 112、底座支撑部分 103 相互紧贴无缝隙。电极接线 116 和水管路 117 竖直向下穿过水冷盘上盘 113 与水冷盘下盘 114 中心附近的孔洞引出。

在实现本公开的过程中，申请人发现现有技术存在以下缺陷：

其一，由于静电卡盘陶瓷部分 100 是由卡盘功能部分 101 与底座支撑部分 103 焊接构成，焊接工艺较复杂、焊接难度大、废品率高、成品成本很高。同时，由于静电卡盘陶瓷部分 100 电学性能复杂，且包含两种陶瓷、金属焊料，导致焊接难以均匀，不适合物理气相沉积（PVD）腔室内带有射频的电学环境。

其二，由于底部支撑部分 103 使用 AlSiC 陶瓷材质，该陶瓷材质的电阻率仅有  $E-5\Omega\cdot\text{cm}$ ，属于导体，且与卡盘功能部分 101 焊接成一体，无法轻易更换，导致对其他与之接触的零部件的电学性能受到限制。

## 发明内容

本公开旨在至少部分地解决现有技术中存在的技术问题，提出了一种静电卡盘以及半导体设备。

根据本公开的一个方面，提供了一种静电卡盘，包括：

支撑组件，包括基座；

卡盘，设置在所述基座上，用于支撑待加工工件；以及

紧固组件，用于将所述卡盘可拆卸地固定在所述基座上。

根据本公开的另一个方面，还提供了一种半导体设备，其包括：反应腔

室，在所述反应腔室中设置有静电卡盘，所述静电卡盘采用上述任一静电卡盘。

本公开的静电卡盘，其卡盘借助紧固组件可拆卸地固定在基座上，这与现有技术中采用焊接的方式相比，可以非常方便地对卡盘主体进行拆装和更换，解除了对其他与之接触的零部件的电学性能受到限制；同时，由于卡盘不需要与其他材质的陶瓷焊接，这不仅可以降低工艺难度和成本，而且材料单一可以提高电学性能的稳定性，减少差异性，有利于设计卡盘的形状和尺寸，以提高强度和加工工艺性。

## 附图说明

通过以下参照附图对本公开实施例的描述，本公开的上述以及其他目的、特征和优点将更为清楚，在附图中：

图 1 是现有技术的静电卡盘结构示意图。

图 2 是图 1 所示静电卡盘的静电卡盘辅件俯视图。

图 3 是本公开实施例静电卡盘的拆解结构图。

图 4 是本公开实施例静电卡盘的剖面结构图。

图 5 是本公开实施例静电卡盘的局部剖面图。

图 6 是本公开实施例静电卡盘的卡盘主体的仰视图。

图 7 是本公开实施例静电卡盘的卡盘主体的尺寸图。

图 8 是本公开实施例等离子设备的结构示意图。

### 符号说明

100-静电卡盘陶瓷部分；

101-卡盘功能部分；102-中间焊料部分；103-底座支撑部分；120-连接螺钉；

110-静电卡盘辅件；

111-焊接波纹管底座；112-石墨导热膜；113-水冷盘上盘；114-水冷盘下

盘; 115-推紧弹簧; 116-电极接线; 117-水管路; 118-大密封环; 119-小密封环; 1101-热电偶;

20-静电卡盘;

21-紧固组件; 211-压环; 2111-压环主体; 2112-压紧部; 212-螺钉;

22-卡盘主体; 220-卡盘主体; 221-凸部; 2211-第一圆角; 2212-第二圆角; 2213-中心气孔; 2214-支气孔; 2215-顶针孔; 222-电极接线柱; 223-电位测量接线柱; 224-边缘部分; 225-第一凹部;

23-支撑组件;

231-基座; 2311-基座主体; 2312-环形凸部; 2313-第二凹部; 2314-管路;

232-第一密封圈; 233-水冷盘体; 234-热电偶; 235-第二密封圈; 236-中心气管基座; 237-第一支撑件; 238-中心气管; 239-波纹管。

### 具体实施方式

为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚明白, 以下结合具体实施例, 并参照附图, 对本公开进一步详细说明。但是应该理解, 这些描述只是示例性的, 而并非要限制本公开的范围。此外, 在以下说明中, 省略了对公知结构和技术的描述, 以避免不必要地混淆本公开的概念。

请一并参阅图 3 和图 4, 根据本公开实施例的静电卡盘, 包括卡盘 22、支撑组件 23 以及紧固组件 21。其中, 支撑组件 23 包括基座 231; 卡盘 22 设置在基座 231 上, 用于支撑待加工工件; 紧固组件 21 用于将卡盘 22 可拆卸地固定在基座 231 上。

在本实施例中, 卡盘 22 采用一体成形的单一陶瓷材料制作, 该陶瓷材料可以是 AlN 或 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等等。

通过使卡盘 22 借助紧固组件 21 可拆卸地固定在基座 231 上, 这与现有技术中采用焊接的方式相比可以非常方便地对卡盘 22 进行拆装和更换, 解除

了对其他与之接触的零部件的电学性能受到限制；同时，由于卡盘 22 不需要与其他材质的陶瓷焊接，这不仅可以降低工艺难度和成本，而且材料单一可以提高电学性能的稳定性，减少差异性，有利于设计卡盘的形状和尺寸，以提高强度和加工工艺性。

在本实施例中，如图 5 所示，紧固组件 21 包括：压环 211，其包括设置在基座 231 上，且环绕在卡盘 22 周围的压环主体 2111，该压环主体 2111 与基座 231 通过多个螺钉 212 固定连接；并且，在压环主体 2111 上设置有压紧部 2112，该压紧部 2112 压紧卡盘 22 的边缘部分 224。

可选的，压环 211 所采用的材料包括陶瓷或者金属等等。通过选用不同材质的压环 211，可以方便地改变压环 211 的电学性能，适应不同导电性需求的反应腔室。

通过压环 211 和螺钉 212 固定卡盘 22，可以实现将卡盘 22 可拆卸地固定在基座 231 上，从而可以非常方便地对卡盘 22 进行拆装和更换；并且不需要在卡盘 22 上打孔，减小了卡盘 22 加工中出现微细裂纹的几率，有效防止微细裂纹的扩散，增大了卡盘 22 的断裂强度，使卡盘 22 的强度达到可以抵抗剪切力的程度。

在本实施例中，多个螺钉 212 沿压环主体 2111 的周向均匀分布，以能够均匀地压紧卡盘 22。

其中，如果螺钉 212 的数量过少，则无法有效地减小卡盘主体 220 的局部应力，不利于增强抵抗剪切力的能力；如果螺钉 212 的数量过多，则会增加拆装的劳动强度。为此，螺钉 212 的数量优选为 10~50 个，这样既可以有效减小卡盘主体 220 的局部应力，又不会使拆装劳动强度过大。

在本实施例中，如图 4 和图 5 所示，卡盘 22 包括卡盘主体 220，在该卡盘主体 220 的背离基座 231 的第一表面（即，上表面）的中部区域形成有凸部 221，用于承载待加工工件；并且，压紧部 2112 叠置在上述第一表面的边

缘区域，从而可以压紧卡盘 22 的边缘部分 224。

可选的，压紧部 2112 的背离基座 231 的表面低于凸部 221 承载待加工工件的表面。这样可以避免影响在卡盘主体 220 的四周放置聚焦环等其他部件。

在本实施例中，支撑组件还包括诸如水冷盘体 233、热电偶 234、中心气管基座 236 等的功能部以及与该功能部连接的管线。并且，卡盘主体 220 的朝向基座 231 的第二表面（即，下表面）形成有第一凹部 225，该第一凹部 225 和基座 231 构成用于容置上述功能部和与功能部连接的管线的空间。

在本实施例中，卡盘 22 的凸部 221 四周为边缘部分 224，可以通过增大该边缘部分 224 的厚度，来提高卡盘 22 的结构强度，从而增强了抵抗剪切力的能力。这相对于现有技术，无需再焊接底座支撑件来增加强度，可以直接固定于支撑组件 23 上使用。但是，边缘部分 224 厚度的增大会导致卡盘 22 整体高度的增加，使卡盘主体 220 的中心部分过厚，这会导致加工卡盘 22 时烧结不透彻，制成后陶瓷颗粒大小不均匀，影响卡盘 22 的强度和力学性能。为此，通过在卡盘主体 220 的下表面开设第一凹部 225，减小了卡盘 22 的中心部分的厚度，使得卡盘主体 220 的整体高度增大但厚度不增大，即边缘部分 224 的厚度增大但除边缘部分 224 之外的中心部分厚度不增大，这样不会出现烧结不透彻，陶瓷颗粒大小不均匀，影响卡盘主体的强度和力学性能的情况。

需要说明的是，在本实施例中，在压环主体 2111 上设置有压紧部 2112，该压紧部 2112 压紧卡盘 22 的边缘部分 224。但是，本发明并不局限于此，在实际应用中，也可以使整体压环叠置在卡盘主体 220 的背离基座 231 的第一表面的边缘区域以固定卡盘。在此基础上，在卡盘主体 220 的背离基座 231 的第一表面的中部区域形成有凸部 221，用于承载待加工工件；并且，卡盘主体 220 的朝向基座 231 的第二表面形成有第一凹部 225，该第一凹部 225

和基座 231 构成用于容置上述功能部和与功能部连接的管线的空间。

在本实施例中，如图 5 所示，卡盘主体 220 的背离基座 231 的第一表面（即，上表面）的边缘区域与凸部 221 的侧面的交汇处形成第一圆角 2211，第一凹部 225 的底面与侧面的交汇处形成第二圆角 2212，经过第一圆角 2211 和第二圆角 2212 的截面为卡盘 22 的剪切面，第一圆角 2211 与第二圆角 2212 之间的部分为卡盘 22 的结构薄弱部分，该结构薄弱部分的强度比卡盘 22 的其他部分低。为保证卡盘 22 具有足够的结构强度来抵抗剪切力，可选的，凸部 221 和第一凹部 225 同心设置，且第一凹部 225 的直径小于凸部 221 的直径。这样，可以使第一凹部 225 的侧面比凸部 221 的侧面更靠近卡盘 22 的中心，从而使得结构薄弱部分具有较大的厚度，剪切面具有更大的面积，保证了卡盘 22 具有足够的结构强度，即使直接固定于支撑组件 23 也具有抵抗剪切力的能力。

在本实施例中，支撑组件 23 的基座 231 包括基座主体 2311 和第一支撑件 237，其中，基座主体 2311 朝向卡盘主体 220 的第三表面（即，上表面）形成有环形凸部 2312，该环形凸部 2312 与上述第一凹部 225 的底面贴合，且在环形凸部 2312 与第一凹部 225 的底面之间设置有第一密封圈 232，用于对二者之间的间隙进行密封，从而实现对卡盘主体 220 与基座主体 2311 的密封。可选的，由于本实施例的卡盘主体 220 没有焊接 AlSiC 陶瓷材料的底座支撑件，因此第一密封圈 232 可以采用标准品 O 型圈即可，不需要使用特殊订制的密封环，即可实现密封，从而可以降低成本。

并且，在基座主体 2311 朝向卡盘主体 220 的第三表面上，且位于上述环形凸部 2312 的内侧形成有第二凹部 2313，用于与第一凹部 225 共同构成用于容置上述功能部和与功能部连接的管线的空间。具体地，在第一密封圈 232 的密封作用下，第一凹部 225、环形凸部 2312 外侧、第二凹部 2313 与大密封圈 232 之间围成的区域呈真空状态。

第一支撑件 237 设置在上述第二凹部 2313 中，用于支撑功能部，且使该功能部紧贴第一凹部 2313 的底面。可选的，该第一支撑件 237 为诸如顶紧弹簧等的弹性部件，用于通过产生压缩形变而朝向功能部施加使之紧贴第一凹部 225 的底面的弹力。

在本实施例中，功能部包括水冷盘体 233、热电偶 234、中心气管基座 236 等等。其中，水冷盘体 233 的底部通过顶紧弹簧紧贴第一凹部 225 的底面，该顶紧弹簧处于压缩状态，向上推紧水冷盘体 233。由于本实施例的卡盘主体 220 没有焊接 AlSiC 陶瓷材料的底座支撑件，水冷盘体 233 直接贴紧在卡盘主体凹部 225 的底面。由于卡盘 22 的陶瓷材料致密性好，保证了卡盘 22 与水冷盘体 233 之间无细小缝隙，提高了传热的均匀性；同时也不需要使使用类似石墨导热膜的部件来增强传热能力，简化了静电卡盘的结构，节省了成本。

在本实施例中，在水冷盘体 233 朝向第一凹部 225 的表面（即，上表面）形成有凹槽。中心气管基座 236 设置于该凹槽中，且直接贴紧在第一凹部 225 的底面，并且中心气管基座 236 与第一凹部 225 的底面之间通过第二密封圈 235 实现密封，从而使第一凹部 225、第二密封圈 235 和中心气管基座 236 之间形成真空状态，而第一凹部 225、第二密封圈 235、中心气管基座 236、第二凹部 2313、环形凸部 2312 内侧、第一密封圈 232 围成的区域为大气状态。

在本实施例中，热电偶 234 设置于上述凹槽中，并且在该凹槽中还设置有第二支撑件，用于支撑热电偶 234，且使其紧贴在第一凹部 225 的底面，即可直接测量到卡盘 22 的温度。由于卡盘 22 的陶瓷材料致密性好，提高了传热的均匀性以及温度测量的准确性。由于本实施例的卡盘主体没有焊接底座支撑件，热电偶 234 可以直接接触到卡盘 22，因此不需要在底座支撑件打孔的步骤，使得静电卡盘的加工工艺得到简化。

可选的，上述第二支撑件可以为诸如顶紧弹簧等的弹性部件。

在本实施例中，在基座主体 2311 中，且位于第二凹部 2313 内设置有沿基座主体 2311 的厚度方向贯通的中心孔；支撑组件还包括：波纹管 239，其设置在基座主体 2311 的底部，且与上述中心孔连通，用于容置连接功能部的各种管线 238。

例如，管路 2314 中的中心气管 238 经中心气管基座 236 连接卡盘主体的中心气孔 2213（参见图 6），与卡盘 22 内的气路连通，用于通入冷却气体。另外，管路 2314 中的水管与水冷盘体 233 连通，用于提供冷却水；管路 2314 中的导线与热电偶 234 电性连接，用于传输热电偶 234 信号。

参见图 6 和图 7，对本实施例的卡盘主体作进一步说明。卡盘主体 220 的中心位置开设有中心气孔 2213、以及与中心气孔 2213 连通的三个均匀分布的支气孔 2214，组成贯穿卡盘 22 的气路。中心气管 238 的冷却气体可经中心气孔 2213 以及各个支气孔 2214 由卡盘主体 220 的上表面流出，在工艺时对待加工工件进行冷却。

卡盘主体 220 还包括两个电极接线柱 222 和电位测量接线柱 223。电极接线柱 222 由凹部 225 一侧插入但不穿透卡盘主体 220。卡盘主体 220 内部设置有电极，与电极接线柱 222 电性连接，支撑组件管路 2314 中的电极导线与电极接线柱 222 电性连接，电极导线还连接有电源，用于向电极传输电源功率。该电极接线柱 222 为直流（DC）电极接线柱，电极为直流电极，直流电源通过电极导线向直流电极供电以产生静电力。该电极接线柱 222 也可以是直流/射频（DC/RF）电极接线柱，电极包括直流电极和射频电极，直流电源和射频电源通过电极导线分别向直流电极以及射频电极供电。电位测量接线柱 223 由第一凹部 225 一侧插入并穿透卡盘主体 220，用于对待加工工件的电位进行测量。电极接线柱 222 和电位测量接线柱 223 通过在烧结卡盘 22 时预埋到其中，并均与卡盘 22 采用烧结的方式一体成型。

卡盘主体 220 还包括三个沿周向均匀分布的顶针孔 2215, 用于顶针机构顶针穿过, 用于升降待加工工件。

请进一步参见图 7, 第一圆角 2211 半径= $R1 \sim R3$ (mm), 第二圆角 2212 半径= $R1 \sim R3$ (mm); 第一凹部 225、凸部 221、第二凹部 2313 形成同心圆结构, 其中, 凸部 221 的直径 D1 为  $\Phi 292 \sim \Phi 298$ (mm), 卡盘主体 220 的直径 D2 为  $\Phi 308 \sim \Phi 330$ (mm), 顶针孔 2215 的直径 D3 为  $R3 \sim R5$ (mm) 之间; 第一凹部 225 的直径 D4 为  $D1 - (8\text{mm} \sim 12\text{mm})$ ; 凸部 221 的背离基座 231 的表面(即, 上表面)与卡盘主体 220 的朝向基座 231 的第二表面(即, 下表面)之间的间距 H1 为  $18 \sim 24$ (mm); 卡盘主体 220 的背离基座 231 的第一表面(即, 上表面)与上述第二表面之间的间距 H2 为  $10 \sim 15$ (mm), 第一凹部 225 的深度 H3 为  $13 \sim 15$ mm。

采用上述尺寸的卡盘主体 220, 第一凹部 225 的直径与凸部 221 的直径之间的差值绝对值为  $8\text{mm} \sim 12\text{mm}$ 。这样, 卡盘 22 的结构薄弱部分具有足够的宽度, 剪切面具有足够大的面积, 保证了卡盘 22 具有足够的结构强度, 直接固定于支撑组件 23 也具有抵抗剪切力的能力。凸部 221 的厚度不超过  $11\text{mm}$ , 并且卡盘主体 220 内部的任一点到其任一表面的距离均不超过  $12\text{mm}$ , 保证了加工时烧结透彻, 陶瓷颗粒大小均匀, 力学性能较好。

由此可见, 本实施例静电卡盘, 卡盘主体不需要焊接其他材质的陶瓷, 该卡盘主体的形状和尺寸可以抵抗剪切力并具有良好的加工工艺性, 可以通过烧结得到具有均匀颗粒的陶瓷卡盘主体, 简化了制造工艺, 降低了加工成本。卡盘主体使用单一陶瓷材料, 具有稳定的电学性能, 不会因为不同批次的 AlN 与 AlSiC 材料焊接工艺的差别带来电学性能的差异性, 有利于反应腔室内射频环境控制电场。卡盘主体完全没有孔状结构, 可以有效的减少加工产生的微细裂纹, 有效地防止陶瓷微细裂纹的扩散, 增加卡盘主体的断裂强度。

本公开另一实施例提供了一种半导体设备，参见图 8，其包括反应腔室，在反应腔室中设置有静电卡盘 20，该静电卡盘 20 采用本公开实施例提供的静电卡盘。

以上所述的具体实施例，对本公开的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本公开的具体实施例而已，并不用于限制本公开，凡在本公开的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

还需要说明的是，实施例中提到的方向用语，例如“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等，仅是参考附图的方向，并非用来限制本公开的保护范围。贯穿附图，相同的元素由相同或相近的附图标记来表示。在可能导致对本公开的理解造成混淆时，将省略常规结构或构造。

除非有所知名为相反之意，本说明书及所附权利要求中的数值参数是近似值，能够根据通过本公开的内容所得的所需特性改变。具体而言，所有使用于说明书及权利要求中表示组成的含量、反应条件等等的数字，应理解为在所有情况中是受到「约」的用语所修饰。一般情况下，其表达的含义是指包含由特定数量在一些实施例中  $\pm 10\%$  的变化、在一些实施例中  $\pm 5\%$  的变化、在一些实施例中  $\pm 1\%$  的变化、在一些实施例中  $\pm 0.5\%$  的变化。

再者，单词“包含”不排除存在未列在权利要求中的元件或步骤。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。

说明书与权利要求中所使用的序数例如“第一”、“第二”、“第三”等的用词，以修饰相应的元件，其本身并不意含及代表该元件有任何的序数，也不代表某一元件与另一元件的顺序、或是制造方法上的顺序，该些序数的使用仅用来使具有某命名的一元件得以和另一具有相同命名的元件能做出清楚区分。

类似地，应当理解，为了精简本公开并帮助理解各个公开方面中的一个

或多个，在上面对本公开的示例性实施例的描述中，本公开的各个特征有时被一起分组到单个实施例、图、或者对其的描述中。然而，并不应将该公开的方法解释成反映如下意图：即所要求保护的本公开要求比在每个权利要求中所明确记载的特征更多的特征。更确切地说，如下面的权利要求书所反映的那样，公开方面在于少于前面公开的单个实施例的所有特征。因此，遵循具体实施方式的权利要求书由此明确地并入该具体实施方式，其中每个权利要求本身都作为本公开的单独实施例。