

## 掩膜结构和 FCVA 设备

### 技术领域

本发明涉及半导体制造技术领域,特别涉及一种掩膜结构和 FCVA 设备。

### 背景技术

在半导体制造工艺过程中,需要使用静电卡盘(Electrostatic Chuck, ESC)采用静电吸附的方式固定被加工工件(例如晶圆),以避免被加工工件在加工过程中出现移动。

一般来说,静电卡盘通常包括用于承载被加工工件的介质层,且在该介质层中内嵌有一个或多个电极。以双极型静电卡盘为例,其可以包括两个电极,二者分别与直流电源的正负两极电连接,以提供直流电压,从而利用静电引力将晶圆牢牢吸附在卡盘表面。

但是,被加工工件与静电卡盘之间的这种紧密接触可能会导致被加工工件和卡盘发生摩擦,从而引发微小颗粒的产生。随着加工时间的增加,颗粒的数量会逐渐增加,并且大量颗粒可能附着在被加工工件的背面,然后随着工艺步骤的推进被传递到不同的腔室,从而给半导体工艺带来不良影响。

为了避免上述情况的发生,一种做法是在静电卡盘的表面制作数个彼此间隔的凸点,这样可以使被加工工件的背面只与凸点接触,而不与静电卡盘的其他部分接触,从而可以减小附着在被加工工件背面的颗粒数量。上述凸点的一种制备方法是利用物理气相沉积(Physical Vapor Deposition, 以下简称 PVD)设备制备凸点,但是,由 PVD 设备制造的凸点的耐高温性能较差,很容易发生脱落,从而无法应用在高温环境中。

### 发明内容

本发明实施例旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一，提出了一种掩膜结构，该掩膜结构可以导电，且可以避免静电卡盘的侧面被镀膜，从而可以应用过滤阴极真空电弧（Filtered Cathodic Vacuum Arc，以下简称 FCVA）工艺中。此外，本发明实施例还提供一种 FCVA 设备，其采用本发明实施例提供的上述掩膜结构，可利用 FCVA 工艺在静电卡盘的承载面上制造凸点。

为实现上述目的，本发明实施例提供了一种掩膜结构，用于在静电卡盘的承载面上制造凸点，所述掩膜结构包括均采用导电金属制作的主掩膜板和侧掩膜板，其中，

所述主掩膜板用于在所述静电卡盘的承载面上形成对应所述凸点的图形化膜层；

所述侧掩膜板用于完全遮挡所述静电卡盘的侧面，以避免在所述侧面上形成膜层。

作为另一个技术方案，本发明实施例还提供一种 FCVA 设备，包括电源、腔室以及置于所述腔室中的石墨靶、静电卡盘和掩膜结构，其中，所述电源用于通过电弧的作用使所述石墨靶产生碳等离子体；所述掩膜结构采用本发明实施例提供的上述掩膜结构，用于引导所述碳等离子体中的沉积离子朝向所述静电卡盘的承载面运动，并使经过的所述沉积离子在所述静电卡盘的承载面上形成对应所述凸点的图形化膜层。

本发明实施例的有益效果：

本发明实施例提供的掩膜结构和 FCVA 设备的技术方案中，掩膜结构包括均采用导电金属制作的主掩膜板和侧掩膜板，这样，在制造凸点时，可以通过接地来保持整体处于地电位，从而可以引导碳等离子体中的沉积离子朝向静电卡盘移动，同时使经过主掩膜板的沉积离子在静电卡盘的承载面上形成对应凸点的图形化膜层。此外，借助侧掩膜板遮挡静电卡盘的侧面，可以

避免沉积离子在该侧面上形成膜层，从而可以起到保护静电卡盘的作用。本发明实施例提供的掩膜结构，由于其具有导电和防侧镀的特性，可以应用于 FCVA 设备中，用于采用 FCVA 在静电卡盘的承载面上制造凸点。

## 附图说明

图 1 为本发明实施例提供的 FCVA 设备的结构示意图；

图 2 为本发明实施例提供的掩膜结构的装配后的剖视图；

图 3 为图 2 中 A 区域的放大图；

图 4A 为本发明实施例采用的浮动锁紧组件的剖视图；

图 4B 为本发明实施例采用的浮动锁紧组件的位于静电卡盘背面一侧的侧视图；

图 5 为本发明实施例采用的主掩膜板的正面一侧的侧视图；

图 6 为本发明实施例采用的主掩膜板的局部尺寸图。

## 具体实施方式

为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图对本发明实施例提供的掩膜结构和 FCVA 设备进行详细描述。

在相关技术中，通常利用 PVD 设备在静电卡盘的承载面上制备凸点，但是，由 PVD 设备制造的凸点的耐高温性能较差，很容易发生脱落，从而无法应用在高温环境中。

发明人发现：可以利用过滤阴极真空电弧（Filtered Cathodic Vacuum Arc，以下简称 FCVA）设备制备凸点，该 FCVA 设备制备的凸点既具有较高的硬度和良好的耐磨性能，又可以应用在高温环境（250℃以上）中。但是，由于 PVD 设备与 FCVA 设备的结构和镀膜原理不同，现有的 PVD 设备采用的掩膜板无法应用在 FCVA 设备中，因此，若想利用 FCVA 设备在静电卡盘的承载面上制备凸点，就需要一种能够适用于 FCVA 设备的掩膜板。

为了解决上述问题，本发明实施例提供一种掩膜结构，该掩膜结构可以应用于 FCVA 设备中，用于在静电卡盘的承载面上制造凸点。

图 1 为本发明实施例提供的 FCVA 设备的结构示意图。请参阅图 1，该 FCVA 设备利用过滤阴极真空电弧技术 (FCVA) 来制备凸点。具体地，FCVA 设备可以包括电源 101、腔室 102 以及置于该腔室 102 中的石墨靶 103、静电卡盘 104 和掩膜结构 105。其中，电源 101 用于通过电弧的作用使石墨靶 103 产生碳等离子体，电源 101 例如为弧 (arc) 电源。掩膜结构 105 用于引导碳等离子体中的沉积离子在静电卡盘 104 的承载面上形成对应凸点的膜层。所谓对应凸点的膜层，是指该膜层具有指定图形，且该指定图形与掩膜图形相同，即，构成凸点的图形。

上述 FCVA 设备可以根据不同的工艺要求对碳等离子体的能量进行精确控制。同时，采用上述 FCVA 设备工艺能够很好的控制凸点的电阻率，以能够将凸点的电阻率控制在  $10^{-4}$ - $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$  的范围内，从而可以使凸点的导电性能满足要求。

在本实施例中，在碳等离子体朝向承载面运动的过程中，利用磁场对碳等离子体进行过滤和/或聚焦。

具体地，腔室 102 包括沿碳等离子体的运动方向依次设置的第一部分 1021、第二部分 1022 和第三部分 1023，这三个部分是腔室 102 中相互连通的三个空间，其中，第二部分 1022 可以设置有过滤磁场，用于过滤碳等离子体中的宏观粒子、原子团等。经过这样的磁过滤处理之后，用于沉积的离子（简称沉积离子）的离化率可高达 100%，并且可以过滤掉尺寸较大的颗粒。这样，在无需加热静电卡盘 104 的条件下，经过磁场交互作用后，FCVA 沉积离子具有更高、更均匀的能量，从而在低温条件下可以形成致密、高硬度、低电阻率、具有超强附着力的膜层。

此外，在腔室 102 的第三部分 1023 中可以设置有聚焦磁场，用于将沉

积离子聚集至静电卡盘，从而在静电卡盘的承载面上沉积无氢非晶碳层，最终形成凸点。

需要说明的是，上述沉积离子是碳等离子体中未被磁过滤清除掉的离子，该离子能够在掩膜结构 105 的引导下朝静电卡盘的承载面运动，并沉积在该承载面上形成膜层，上述沉积离子例如为金属离子（如 Ti 离子）或其他能够用于制作凸点的材料所形成的离子。

上述 FCVA 设备可以根据不同的工艺要求对碳等离子体的能量进行精确控制。同时，采用上述 FCVA 设备工艺能够很好的控制凸点的电阻率，以能够将凸点的电阻率控制在  $10^{-4}$ - $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$  的范围内，从而可以使凸点的导电性能满足要求。

上述掩膜结构 105 是在制备静电卡盘 104 之前预先制备的掩模板。由于在 FCVA 设备中，静电卡盘 104 需要侧向设置在腔室 102 中，例如，图 1 中示出的静电卡盘 104，其承载面竖直设置，在这种情况下，在承载面上进行图形化镀膜的同时，需要一种能够保护静电卡盘 104 的侧面不被侧镀的掩膜结构。这里，静电卡盘的侧面是指静电卡盘的除承载面之外的暴露在等离子体环境中的表面。同时，在进行 FCVA 工艺的过程中，沉积离子会奔向地电位，这就需要采用导电金属制作掩模板，通过接地使之能够保持整体处于地电位，以能够引导沉积离子朝静电卡盘的承载面运动，最终沉积在该承载面上。

为此，本发明实施例提供一种掩膜结构，其可以应用于 FCVA 设备中，用于采用 FCVA 工艺在静电卡盘的承载面上制造凸点。具体地，请参阅图 2，静电卡盘 2 通过安装板 1 侧向悬挂固定在图 1 示出的 FCVA 设备的腔室 102 中，以使其承载面能够垂直于水平面。如图 2 所示，X 方向为水平方向，Z 方向和 Y 方向所在平面与 X 方向相互垂直，静电卡盘 2 的承载面平行于 Z 方向和 Y 方向所在平面，即，垂直于 X 方向。

为了便于描述，文中提及的所有部件的“正面”，均为与静电卡盘 2 的承载面的朝向相同的表面；文中提及的所有部件的“背面”，均为与静电卡盘 2 的承载面的朝向相反的表面。如图 2 所示，“正面”的朝向与 X 方向的箭头指向相反；“背面”的朝向与 X 方向的箭头指向相同。

掩膜结构包括均采用导电金属制作的主掩模板 3 和侧掩模板 4，其中，主掩模板 3 用于在静电卡盘 2 的承载面上形成对应凸点的图形化膜层。具体来说，主掩模板 3 包括与凸点的形状和尺寸一致的镂空部分，该镂空部分未遮挡静电卡盘 2 的承载面，从而在沉积时，沉积离子能够通过该镂空部分沉积在静电卡盘 2 的承载面上的与该镂空部分对应的区域，而承载面不与该镂空部分对应的其余区域则不会有沉积离子沉积在上面，从而在承载面上形成图形化的膜层，即，构成凸点。

侧掩模板 4 用于遮挡静电卡盘 2 的侧面，以避免在该侧面上形成镀膜，即，防止静电卡盘 2 的侧面被侧镀，从而起到保护静电卡盘的作用。

由于上述主掩模板 3 和侧掩模板 4 采用导电金属制作，在制造凸点时，可以通过使二者接地来保持整体处于地电位，从而可以引导碳等离子体中的沉积离子朝向静电卡盘移动，同时使经过主掩模板 3 的沉积离子在静电卡盘的承载面上形成对应凸点的图形化膜层。

由此，本发明实施例提供的掩膜结构，由于其具有导电和防侧镀的特性，可以应用于 FCVA 设备中，用于采用 FCVA 工艺在静电卡盘 2 的承载面上制造凸点。

如图 3 和图 4A 所示，静电卡盘 2 通常包括主体部分 21 和自该主体部分 21 的侧面凸出的边缘部分 22，并且边缘部分 22 的背面 222 与主体部分 21 的背面 212 相平齐，且边缘部分 22 的厚度小于主体部分 21 的厚度。在这种情况下，侧掩模板 4 用于环绕设置在静电卡盘 2 的主体部分 21 的侧面，且包覆边缘部分 22。这样，主体部分 21 的侧面、边缘部分 22 的正面、背面和侧

面均被侧掩膜板 4 覆盖，从而可以有效遮挡静电卡盘 2 的整个侧面，甚至边缘部分 22 的背面也可以被遮挡，进而有效起到保护静电卡盘 2 的作用。

如图 3 所示，为了便于安装，侧掩膜板 4 包括第一分体 41、第二分体 42、第三分体 43 和紧固件 9，其中，第一分体 41 设置在静电卡盘 2 的边缘部分 22 的正面 221 一侧；第二分体 42 设置在边缘部分 22 的背面 222 一侧；第三分体 43 环绕设置在静电卡盘 2 的边缘部分 22 的侧面，该第三分体 43 用于遮挡该边缘部分 22 的侧面；并且，第三分体 43 与第一分体 41 和第二分体 42 电接触，从而可以使二者保持同电位。

在一些实施例中，第三分体 43 与第一分体 41 一体成型，并与第二分体 42 电接触，但是，本发明实施例并不局限于此，在实际应用中，第三分体 43 也可以与第二分体 42 一体成型，并与第一分体 41 电接触；或者，第三分体 43 还可以为两个，且分别与第一分体 41 和第二分体 42 一体成型，并且两个第三分体 43 电接触，这同样可以使第一分体 41 和第二分体 42 保持同电位。当然，第三分体 43 与第一分体 41 或第二分体 42 也可以采用除一体成型之外的其他能够电导通的连接方式，例如焊接。

紧固件 9 用于将第一分体 41 和第二分体 42 与静电卡盘的边缘部分 22 固定连接，这样，第一分体 41 和第二分体 42 能够将边缘部分 22 夹持固定在二者之间。紧固件 9 例如为连接螺钉，该连接螺钉依次贯通第一分体 41、第二分体 42 和静电卡盘的边缘部分 22，并与安装板 1 螺纹连接，从而在实现将第一分体 41、第二分体 42 和静电卡盘的边缘部分 22 固定在安装板 1 上。

在一些实施例中，在第一分体 41 与静电卡盘的边缘部分 22 之间，和/或在第二分体 42 与静电卡盘的边缘部分 22 之间设置有缓冲件 8，用于避免静电卡盘的陶瓷层被挤碎。可选的，缓冲件 8 包括诸如密封圈或者缓冲垫片等的能够起缓冲作用的弹性件。

在一些实施例中，主掩膜板 3 的侧面与侧掩膜板 4 的第二分体 42 的内

侧面之间具有径向间隙。在进行工艺时，主掩膜板 3 往往会因受热膨胀而产生变形，在这种情况下，通过在主掩膜板 3 的侧面与侧掩膜板 4 的第二分体 42 的内侧面之间预留出适当的间隙，可以允许主掩膜板 3 产生一定程度的变形，从而可以避免主掩膜板 3 损坏。类似的，侧掩膜板 4 的第二分体 42 的内侧面与静电卡盘 2 的主体部分 21 的侧面之间，及第三分体 43 的内侧面与静电卡盘 2 的边缘部分 22 的侧面之间均可以预留适当大小的径向间隙，以允许静电卡盘 2 的陶瓷层产生一定程度的变形，从而可以避免该陶瓷层损坏。

在一些实施例中，如图 2 和图 3 所示，掩膜结构还包括环形遮挡板 5，该环形遮挡板 5 设置在侧掩膜板 4 上，具体叠置在第二分体 42 的正面 421，并且环形遮挡板 5 位于主掩膜板 3 的正面一侧，且环形遮挡板 5 的内侧边缘延伸至主掩膜板 3 的边缘内侧。如图 3 所示，环形遮挡板 5 的内侧边缘位于主掩膜板 3 的边缘的内侧，且二者之间的径向间距为 D。通过使环形遮挡板 5 的内侧边缘延伸至主掩膜板 3 的边缘内侧，可以遮挡主掩膜板 3 的侧面与侧掩膜板 4 的第二分体 42 的内侧面之间构成的上述径向间隙，从而可以避免等离子体进入该间隙。

在一些实施例中，如图 3 所示，在侧掩膜板 4 的第二分体 42 的内侧面上还设置有环形凹部 422，该环形凹部 422 贯通至该第二分体 42 的正面 421，主掩膜板 3 的边缘部分位于该环形凹部 422 中。这样，可以使第二分体 42 的内侧面与主掩膜板 3 的侧面之间的径向间隙构成迷宫式通道，从而可以进一步防止等离子体的进入。

优选的，掩膜结构还包括导电结构，该导电结构用于将主掩膜板 3 和侧掩膜板 4 电导通。这样，可以使主掩膜板 3 和侧掩膜板 4 整体保持同电位，从而可以在进行 FCVA 工艺的过程中，通过使主掩膜板 3 和侧掩膜板 4 接地来引导沉积离子奔向地电位，进而可以使沉积离子沉积在静电卡盘 2 的承载面上。

在一些实施例中，上述导电结构包括导电弹性件，该导电弹性件分别与主掩膜板 3 和侧掩膜板 4 电连接。例如，如图 3 所示，导电弹性件为导电簧片 10，其一端与主掩膜板 3 电导通，另一端固定在紧固件 9 上，且与环形遮挡板 5 电导通，而环形遮挡板 5 与侧掩膜板 4 电导通，从而实现主掩膜板 3、环形遮挡板 5 和侧掩膜板 4 保持同电位。上述导电簧片 10 例如为铍铜簧片等。

在借助上述导电弹性件来实现主掩膜板 3、环形遮挡板 5 和侧掩膜板 4 保持同电位的同时，由于导电弹性件具有弹性，其主掩膜板 3 因受热膨胀而产生变形时，仍然可以利用自身弹性来与主掩膜板 3 保持电接触，从而可以提高连接的稳定性。

在一些实施例中，如图 4A 和图 4B 所示，掩膜结构还包括浮动锁紧组件 11，该浮动锁紧组件 11 用于通过向主掩膜板 3 施加朝向静电卡盘 2 的承载面（即，主体部分 21 的正面）的单向弹力，来将主掩膜板 3 固定在该承载面上。所谓“单向弹力”，是指仅朝向单一方向施力，从而使受力方仅受到单向约束，而其余方向均未受到该力的约束。

由于主掩膜板 3 仅受到垂直于其正面的压力，这使得该主掩膜板 3 只受到 X 方向的约束，从而可以允许主掩膜板 3 在其余方向产生热膨胀变形，而不会因受到多方向约束而损坏。同时，由于浮动锁紧组件 11 施加的压力为弹力，即，浮动锁紧组件 11 本身具有一定的弹性，这可以允许主掩膜板 3 在 X 方向上也能够产生一定大小的热膨胀变形，从而可以提高连接的稳定性。

在一些实施例中，上述浮动锁紧组件 11 包括第一连接件 111、第二连接件 112 和弹性件 113，其中，在主掩膜板 3 中设置有沿其厚度方向贯穿的第一通孔，且对应地在静电卡盘 2 的主体部分 21 中设置有沿其厚度反向贯穿的第二通孔；第一连接件 111 例如为锁紧螺母 1111，锁紧螺母 1111 穿设在上述第一通孔和第二通孔中，且在该锁紧螺母 1111 的第一端（图 4A 中锁紧螺母 1111 的左端）设置有第一凸缘 1112，该第一凸缘 1112 叠置在主掩膜板 3 的

正面 31，从而可以限定锁紧螺母 1111 在第一通孔和第二通孔中的位置。

第二连接件 112 例如为螺钉，其穿设于上第二通孔中，且一端与锁紧螺母 1111 的第二端（图 4A 中锁紧螺母 1111 的右端）螺纹连接，另一端设置有第二凸缘 1121（即，螺钉的头部），该第二凸缘 1121 位于静电卡盘 2 的主体部分 21 的背面 212 一侧，且与该主体部分 21 间隔设置。

弹性件 113 设置在第二凸缘 1121 与静电卡盘 2 的主体部分 21 之间的间隔中，用以向第二凸缘 1121 施加使之远离静电卡盘 2 的主体部分 21 的弹力。这样，在螺钉旋紧后，其第二凸缘 1121 会与弹性件 113 之间产生预紧力，此时螺钉与锁紧螺母 1111 共同向主掩膜板 3 和静电卡盘 2 的主体部分 21 施加 X 方向上的单向压力，同时，由于弹性件 113 具有弹性，其主掩膜板 3 在 X 方向上产生热膨胀变形时，会随之产生弹性变形，从而可以保护主掩膜板 3 不被损坏。

在一些实施例中，上述弹性件 113 为弹性片，如图 4B 所示，该弹性片包括环形片 1131 和沿该环形片 1131 的周向间隔设置的多个压爪 1132，其中，环形片 1131 套设在第二连接件 112 上，且与第二凸缘 1121 相互叠置，这样，在螺钉旋紧时，第二凸缘 1121 会与该环形片 1132 之间产生预紧力。多个压爪 1132 叠置在静电卡盘 2 的主体部分 21 的背面 212。该压爪 1132 会随主掩膜板 3 在 X 方向上产生热膨胀变形而产生弹性变形。

当然，在实际应用中，上述弹性件 113 还可以采用其他任意具有弹性的结构，例如，压缩弹簧。

在一些实施例中，可选的，第二连接件 112 的旋紧力矩的取值范围在 0.1N.m-0.4N.m。通过将第二连接件 112 的旋紧力矩的大小控制在该范围内，可以使主掩膜板 3 仅受到较轻微的单向压力，从而可以使主掩膜板 3 很容易克服该单向压力在 X 方向上产生热膨胀变形。

如图 4A 所示，锁紧螺母 1111 与主掩膜板 3 中的上述第一通孔之间具有

径向间隙 B。该径向间隙 B 用于避免锁紧螺母 1111 妨碍主掩膜板 3 在径向上产生的热膨胀变形。可选的，该径向间隙的取值范围在 0.1mm-0.3mm。该范围能够避免锁紧螺母 1111 妨碍主掩膜板 3 在径向上产生的热膨胀变形。

需要说明的是，在上述实施例中，第一连接件 111 与第二连接件 112 螺纹连接，即，锁紧螺母 1111 与螺钉配合，但是，本发明实施例并不局限于此，在实际应用中，第一连接件 111 与第二连接件 112 还可以采用其他任意可拆卸连接的方式，例如卡接。并且，根据不同的可拆卸连接方式，可以适应性设计第一连接件 111 与第二连接件 112 的结构。

在实际应用中，上述浮动锁紧组件 11 可以为一个，优选的，上述浮动锁紧组件 11 为多个，且分布在主掩膜板 3 的不同位置处，以能够均匀地向主掩膜板 3 的不同位置施加单向压力。

在一些实施例中，可选的，如图 2 所示，对应地分别在主掩膜板 3 与静电卡盘 2 的主体部分 21 设置有中心通孔；并且，掩膜结构还包括中心紧固件，该中心紧固件穿设于主掩膜板 3 和静电卡盘 2 的主体部分 21 的上述中心通孔中，用以将主掩膜板 3 紧固在静电卡盘 2 的主体部分 21 上。

上述中心紧固件例如为螺栓，具体地，螺栓的螺柱 7 自静电卡盘 2 的主体部分 21 的背面 212 穿过中心通孔，螺栓的螺母 6 与螺柱 7 相配合，且与主掩膜板 3 的正面之间产生预紧力。

借助上述中心紧固件，可以在上述浮动锁紧组件 11 的浮动式固定的基础上，在主掩膜板 3 的中心位置处对其施加刚性固定，由于该固定点位于在主掩膜板 3 的中心位置处，其对主掩膜板 3 和静电卡盘 2 的热膨胀变形的妨碍可以忽略不计，从而可以进一步提高主掩膜板 3 与静电卡盘 2 之间的连接稳定性。

另外，在设置中心紧固件的基础上，可以选择采用导线等的导电弹性件来实现主掩膜板 3 与侧掩膜板 4 之间的电导通。具体地，导线的一端与侧掩

膜板 4 固定连接，且电导通；导线的另一端与中心紧固件（例如螺栓的螺柱或者螺母）固定连接，且电导通。

在一些实施例中，如图 5 所示，在主掩膜板 3 中设置有多个与各个凸点一一对应的工艺孔 12，可选的，该工艺孔 12 的直径 E 的取值范围在 1mm-5mm。相邻的两个工艺孔 12 之间的中心距的取值范围在 5mm-15mm。

当然，在实际应用中，工艺孔 12 的尺寸、形状和排布方式等参数可以根据凸点的设计来自由设定。在本实施例中，是以在静电卡盘 2 的承载面上形成间隔分布的多个凸点为例，对工艺孔 12 的结构和参数进行了设计。

在一些实施例中，在主掩膜板 3 的正面 31，且位于除工艺孔 12 所在区域之外的区域（即，非镂空区域）还设置有加强筋结构 13，用于提高主掩膜板 3 的强度和平面度。其中，平面度的提高可以使主掩膜板 3 的背面与静电卡盘 2 的主体部分 21 的正面 211 更贴合，从而可以提高掩膜工艺品质。可选的，上述平面度可以控制在 0.05 以内。

具体地，如图 5 所示，上述加强筋结构 13 包括以主掩膜板 3 的中心为圆心的一个环形加强筋 131 或者半径不同的多个环形加强筋 131；并且，当环形加强筋 131 为多个时，在相邻的两个环形加强筋 131 之间设置有沿其周向分布的多个径向连接筋 132。这样，可以全面提高整个主掩膜板 3 的强度，同时更有利于提高平面度。

如图 6 所示，可选的，上述加强筋结构 13 的厚度 H2 大于或等于 1mm，以有效提高主掩膜板 3 的强度和平面度。加强筋结构 13 与主掩膜板 3 的厚度之和（H2+H1）小于或等于 5mm；而主掩膜板 3 的厚度小于或等于 1.5mm；加强筋结构 13 和与之相邻的任意一个工艺孔 12 的边沿之间的间距 L 大于或等于 2mm。这里，主掩膜板 3 的厚度不宜过厚，以避免妨碍等离子体通过。基于同一目的，加强筋结构 13 的厚度也不宜过厚，并且上述间距 L 也不宜过小。

在一些实施例中，如图 5 所示，在主掩模板 3 的中心区域还设置有工艺镂空部 14，用于在静电卡盘 2 的承载面上形成测试用导电薄膜。该工艺镂空部 14 的形状应与静电卡盘 2 自身的形状相适配，以实现测试功能，例如，工艺镂空部 14 包括圆弧形镂空部 141 和至少三个条形镂空部 142，其中，圆弧形镂空部 141 的形状可以为非闭合的圆环，该圆环的圆心与主掩模板 3 的中心重合；至少三个条形镂空部 142 以圆弧形镂空部 141 的圆心对称分布，且每个条形镂空部 142 的一端与圆弧形镂空部 141 连接，另一端沿圆弧形镂空部 141 的径向延伸。

可选的，上述主掩模板 3 和侧掩模板 4 所采用的导电金属的热膨胀系数的取值范围在  $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  -  $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。该范围内的导电金属的热膨胀系数较低，很容易与静电卡盘 2 所采用的材料（通常为氧化铝陶瓷）的热膨胀系数匹配，即，找到热膨胀系数与静电卡盘 2 的热膨胀系数相同的导电金属的类型，从而极大地改善了工艺镀膜过程中因掩模板热膨胀而引起的图形化镀膜不精确的问题。

可选的，上述导电金属包括铁钴镍合金或者钛等的热膨胀系数满足上述要求的导电金属。其中，铁钴镍合金可以选用的中国牌号为：4J5、4j6、4j9、4j18、4j20、4j28、4j29、4j30、4j31、4j32、4j33、4j34、4j35、4j36、4j38、4j40、4j42、4j44、4j45、4j46、4j47、4j48、4j49、4j50、4j52、4j54、4j58、4j78、4j80 等等。

综上所述，本发明实施例提供的掩膜结构和 FCVA 设备的技术方案中，掩膜结构包括均采用导电金属制作的主掩模板和侧掩模板，这样，在制造凸点时，可以通过接地来保持整体处于地电位，从而可以引导碳等离子体中的沉积离子朝向静电卡盘移动，同时使经过主掩模板的沉积离子在静电卡盘的承载面上形成对应凸点的图形化膜层。此外，借助侧掩模板遮挡静电卡盘的侧面，可以避免沉积离子在该侧面上形成膜层，从而可以起到保护静电卡盘

的作用。本发明实施例提供的掩膜结构，由于其具有导电和防侧镀的特性，可以应用于 FCVA 设备中，用于采用 FCVA 工艺在静电卡盘的承载面上制造凸点。

可以理解的是，以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式，然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言，在不脱离本发明的精神和实质的情况下，可以做出各种变型和改进，这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

## 权 利 要 求 书

1、一种掩膜结构，用于在静电卡盘的承载面上制造凸点，其特征在于，所述掩膜结构包括均采用导电金属制作的主掩膜板和侧掩膜板，其中，

5       所述主掩膜板用于在所述静电卡盘的承载面上形成对应所述凸点的图形化膜层；

      所述侧掩膜板用于遮挡所述静电卡盘的侧面，以避免在所述侧面上形成膜层。

10       2、根据权利要求1所述的掩膜结构，其特征在于，所述侧掩膜板用于环绕设置在所述静电卡盘的主体部分的侧面，且包覆所述静电卡盘自所述主体部分的侧面凸出的边缘部分。

      3、根据权利要求2所述的掩膜结构，其特征在于，所述侧掩膜板包括  
15   第一分体、第二分体、第三分体和紧固件，其中，

      所述第一分体设置在所述静电卡盘的边缘部分的正面一侧；所述第二分体设置在所述静电卡盘的边缘部分的背面一侧；所述第三分体环绕设置在所述静电卡盘的边缘部分的侧面，且与所述第一分体和第二分体电接触；

      所述紧固件用于将所述第一分体和所述第二分体与所述静电卡盘的边  
20   缘部分固定连接。

      4、根据权利要求3所述的掩膜结构，其特征在于，在所述第一分体与所述静电卡盘的边缘部分之间，和/或在所述第二分体与所述静电卡盘的边缘部分之间设置有缓冲件。

25

      5、根据权利要求1-4任意一项所述的掩膜结构，其特征在于，所述掩膜结构还包括环形遮挡板，所述环形遮挡板设置在所述侧掩膜板上，且位于

所述主掩模板的正面一侧，并且所述环形遮挡板的内侧边缘延伸至所述主掩模板的边缘内侧。

6、根据权利要求 1-4 任意一项所述的掩膜结构，其特征在于，在所述  
5 侧掩模板的内侧面上设置有贯通至所述侧掩模板的正面的环形凹部，所述主掩模板的边缘部分位于所述环形凹部中。

7、根据权利要求 1 所述的掩膜结构，其特征在于，所述掩膜结构还包括导电弹性件，所述导电弹性件分别与所述主掩模板和侧掩模板电连接。

10

8、根据权利要求 1 所述的掩膜结构，其特征在于，所述掩膜结构还包括浮动锁紧组件，所述浮动锁紧组件用于通过向所述主掩模板施加朝向所述静电卡盘的承载面的单向弹力，来将所述主掩模板固定在所述承载面上。

15 9、根据权利要求 8 所述的掩膜结构，其特征在于，所述浮动锁紧组件包括第一连接件、第二连接件和弹性件，其中，

在所述主掩模板中设置有沿其厚度方向贯穿的第一通孔，且对应地在所述静电卡盘的主体部分中设置有沿其厚度反向贯穿的第二通孔，所述第一连接件穿设于所述第一通孔和第二通孔中，且在所述第一连接件的一端设置有  
20 第一凸缘，所述第一凸缘叠置在所述主掩模板的正面；

所述第二连接件穿设于所述第二通孔中，且所述第二连接件的一端与所述第一连接件可拆卸连接，所述第二连接件的另一端设置有第二凸缘，所述第二凸缘位于所述静电卡盘的主体部分的背面一侧，且与所述主体部分间隔设置；

25 所述弹性件设置在所述第二凸缘与所述静电卡盘的主体部分之间的间隔中，用以向所述第二凸缘施加使之远离所述静电卡盘的主体部分的弹力。

10、根据权利要求 9 所述的掩膜结构，其特征在于，所述弹性件包括弹性片或者压缩弹簧。

11、根据权利要求 10 所述的掩膜结构，其特征在于，所述弹性片包括  
5 环形片和沿所述环形片的周向间隔设置的多个压爪，其中，  
所述环形片套设在所述第二连接件上，且与所述第二凸缘相互叠置；  
多个所述压爪叠置在所述静电卡盘的主体部分的背面。

12、根据权利要求 9 所述的掩膜结构，其特征在于，所述第二连接件与  
10 所述第一连接件螺纹连接，且所述第二连接件的旋紧力矩的取值范围在  
0.1N.m-0.4N.m。

13、根据权利要求 9 所述的掩膜结构，其特征在于，所述第一连接件与  
15 所述第一通孔之间具有径向间隙。

14、根据权利要求 13 所述的掩膜结构，其特征在于，所述径向间隙的  
取值范围在 0.1mm-0.3mm。

15、根据权利要求 8 所述的掩膜结构，其特征在于，所述浮动锁紧组件  
20 为一个或者多个，且多个所述浮动锁紧组件分布在所述主掩膜板的不同位置  
处。

16、根据权利要求 8 所述的掩膜结构，其特征在于，对应地分别在所述  
主掩膜板与所述静电卡盘的主体部分设置有中心通孔；  
25 所述掩膜结构还包括中心紧固件，所述中心紧固件穿设于所述主掩膜板  
和所述静电卡盘的主体部分的中心通孔中，用以将所述主掩膜板紧固在所述  
静电卡盘的主体部分上。

17、根据权利要求 1 所述的掩膜结构，其特征在于，在所述主掩膜板中设置有多个与各个所述凸点一一对应的工艺孔，并且在所述主掩膜板的正面，且位于除所述工艺孔所在区域之外的区域还设置有加强筋结构，用于提高所述主掩膜板的强度和平面度。

18、根据权利要求 17 所述的掩膜结构，其特征在于，所述加强筋结构包括以所述主掩膜板的中心为圆心的一个环形加强筋或者半径不同的多个环形加强筋；并且，所述环形加强筋为多个时，在相邻的两个所述环形加强筋之间设置有沿其周向分布的多个径向连接筋。

19、根据权利要求 17 所述的掩膜结构，其特征在于，所述工艺孔的直径的取值范围在 1mm-5mm。

20、根据权利要求 17 所述的掩膜结构，其特征在于，相邻的两个所述工艺孔之间的中心距的取值范围在 5mm-15mm。

21、根据权利要求 17 所述的掩膜结构，其特征在于，所述加强筋结构的厚度大于或等于 1mm；所述加强筋结构与所述主掩膜板的厚度之和小于或等于 5mm；所述主掩膜板的厚度小于或等于 1.5mm；所述加强筋结构和与之相邻的任意一个所述工艺孔的边沿之间的间距大于或等于 2mm。

22、根据权利要求 1 所述的掩膜结构，其特征在于，在所述主掩膜板的中心区域还设置有工艺镂空部，用于在所述静电卡盘的承载面上形成测试用导电薄膜。

23、根据权利要求 22 所述的掩膜结构，其特征在于，所述工艺镂空部

包括圆弧形镂空部和至少三个条形镂空部，其中，

所述圆弧形镂空部的圆心与所述主掩模板的中心重合；

至少三个所述条形镂空部以所述圆弧形镂空部的圆心对称分布，且每个所述条形镂空部的一端与所述圆弧形镂空部连接，另一端沿所述圆弧形镂空部的径向延伸。

24、根据权利要求 1 所述的掩膜结构，其特征在于，所述导电金属的热膨胀系数的取值范围在  $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ - $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。

25、根据权利要求 24 所述的掩膜结构，其特征在于，所述导电金属的热膨胀系数与所述静电卡盘的热膨胀系数相同。

26、根据权利要求 24 或 25 所述的掩膜结构，其特征在于，所述导电金属包括铁钴镍合金或者钛。

27、根据权利要求 1 所述的掩膜结构，其特征在于，所述凸点为多个，且多个所述凸点在所述承载面上间隔分布。

28、一种 FCVA 设备，其特征在于，包括电源、腔室以及置于所述腔室中的石墨靶、静电卡盘和掩膜结构，其中，所述电源用于通过电弧的作用使所述石墨靶产生碳等离子体；所述掩膜结构采用权利要求 1-27 任意一项所述的掩膜结构，用于引导所述碳等离子体中的沉积离子朝向所述静电卡盘的承载面运动，并使经过的所述沉积离子在所述静电卡盘的承载面上形成对应所述凸点的图形化膜层。