

半导体设备中的磁性结构以及半导体设备

技术领域

本发明属于集成电路制造设备领域，更具体地，涉及一种半导体设备中的磁性结构以及半导体设备。

背景技术

集成电路芯片制备的后道工序中，物理气相沉积（Physical Vapour Deposition，以下简称 PVD）技术中的磁控溅射是使用最广泛的技术之一。金属互连、硬掩膜、封装都需要使用到 PVD 技术。一般来说，磁控溅射是在晶圆上沉积薄膜材料，例如沉积用作金属互连线的 Al 金属薄膜。近年来，在高深宽比通孔中，采用垂直互连技术沉积电介质层和金属层的重要性和挑战性日益显现。通过 Cu 金属互连改变了这种状况，由于 Cu 金属层具有相对较低的电阻率，优越的抗电迁移性，因此增强了电路稳定性；同时，低介电常数介质材料替代了二氧化硅成为金属层间的绝缘介质，减少了金属互连层之间的寄生电容，从而很大程度地提高了集成电路速度。

图 1 为现有的制备铜互连层的 PVD 设备的结构示意图，如图 1 所示，该 PVD 设备包括反应腔室 101，该反应腔室 101 中的顶部设置有靶材 102；且在反应腔室 101 中的靶材下方设置有基座 103，用于承载晶圆 104；并且，在反应腔室 101 的外部环绕设置有边磁铁结构 105。通过边磁铁结构 105 可以调节反应腔室 101 中的磁场对铜离子的约束作用，从而可以使铜离子在晶圆表面更均匀地分布，从而可以提高铜薄膜的性能。

具体地，如图 2 所示，上述边磁铁结构 105 包括环形框架 105a 和固定在该环形框架 105a 上的多个柱状磁铁 105b，且多个柱状磁铁 105b 沿环形框架 105a 的圆周方向间隔设置，每个柱状磁铁 105b 的轴向（磁力线）与环形

框架 105a 的轴向相互平行。

上述边磁铁结构 105 在实际应用中不可避免地存在以下问题，即：安装环形框架 105a 中的柱状磁铁 105b 的数量和位置都是固定的，导致工艺结果单一，无法满足不同的工艺需求。

发明内容

本发明的目的提供一种半导体设备中的磁性结构以及半导体设备，其既可以改善工艺结果，又可以满足不同的工艺需求。

为了实现上述目的，根据本发明的一方面，提供一种半导体设备中的磁性结构，所述磁性结构环绕设置于所述半导体设备的反应腔室的外部，其特征在于，所述磁性结构包括：环形支撑件、多个角度调节组件和多个磁性件；其中，

所述环形支撑件环绕所述半导体设备的反应腔室设置；

多个所述角度调节组件与所述环形支撑件连接，且沿所述环形支撑件的周向分布；

各个所述磁性件一一对应地与各个所述角度调节组件连接；所述角度调节组件能够将对应的所述磁性件固定在所述环形支撑件上，且用于调节所述磁性件的磁力线方向以及所述磁性件的磁力线与所述反应腔室的轴线之间的夹角的大小。

可选的，每个所述角度调节组件均包括支撑主体和第一紧固件，其中，

所述支撑主体用于支撑所述磁性件，且所述支撑主体具有外周面，在所述外周面上，且沿所述支撑主体的圆周方向间隔设置有多个第一安装孔，所述环形支撑件上设置有第二安装孔；

所述第一紧固件能够安装在任意一个所述第一安装孔和所述第二安装孔中，用以将所述支撑主体固定在所述环形支撑件上，且通过使所述第一紧

固件位于不同的所述第一安装孔中，来调节所述磁性件的磁力线方向以及所述磁性件的磁力线与所述反应腔室的轴线之间的夹角的大小。

可选的，所述外周面包括沿其圆周方向依次设置的多个子平面，每个所述子平面上均设置有所述第一安装孔。

可选的，所述磁性件为柱状，所述支撑主体为正多边形棱柱结构，多个所述子平面构成正多边形表面。

可选的，所述环形支撑件包括上环架、下环架和连接部，其中，所述上环架和所述下环架在竖直方向上相对设置，且相互平行；所述连接部支撑于所述上环架和所述下环架之间，且所述连接部与所述上环架和/或所述下环架可拆卸地连接；

对应于每个所述角度调节组件，在所述上环架和所述下环架彼此相对的两个表面中的至少一者上设置有所述第二安装孔，所述支撑主体通过所述第一紧固件固定在所述上环架和所述下环架之间。

可选的，所述支撑主体中设置有容置空间，所述磁性件位于所述容置空间中；并且，所述容置空间具有内周面，在所述内周面上，且沿其圆周方向间隔设置有多个安装槽，并且在所述磁性件的一个磁极端设置有安装部，所述安装部能够与任意一个所述安装槽相配合，以将所述磁性件固定在所述容置空间中，且通过使所述安装部与不同的所述安装槽相配合，来调节所述磁性件的磁力线方向以及所述磁性件的磁力线与所述反应腔室的轴线之间的夹角的大小。

可选的，多个所述安装槽成对设置，每对所述安装槽彼此相对；并且，所述磁性件的另一个磁极端也设置有所述安装部，两个所述安装部能够分别与任意一对所述安装槽相配合。

可选的，在所述支撑主体具有与所述内周面相邻的侧面，所述侧面上形成有与所述安装槽相连通的开口，所述开口用以供所述安装部移入或移出所

述安装槽；并且，在所述侧面上，且位于所述开口处设置有限位结构，用于将所述磁性件限定在所述安装槽内。

可选的，所述限位结构包括限位部件和两个第二紧固件，其中，

所述限位部件叠置在所述侧面上，且封堵所述开口；

在所述侧面上，且分别位于所述开口的两侧设置有两个第三安装孔，并对应地在所述限位部件上设置有两个第四安装孔，两个所述第四安装孔分别与两个所述第三安装孔同轴设置；

两个所述第二紧固件与两个所述第三安装孔一一对应，且每个所述第二紧固件均安装在所述第三安装孔和与之同轴的所述第四安装孔中，用以将所述限位部件与所述支撑主体固定连接。

根据本发明的一方面，提供一种半导体设备，包括反应腔室和所述的磁性结构，所述磁性结构环绕设置在所述反应腔室的外部。

本发明的有益效果：

本发明实施例提供的半导体设备中的磁性结构，将多个角度调节组件与环形支撑件连接，且沿该环形支撑件的周向分布，各个磁性件一一对应地与各角度调节组件连接。该角度调节组件能够将对应的磁性件固定在环形支撑件上，且用于调节磁性件的磁力线方向以及该磁力线方向与反应腔室的轴线之间的夹角的大小，以调节反应腔室中的磁场强度和磁场方向，从而可以调节磁场对晶圆表面的作用范围，进而既可以改善工艺结果，又可以满足不同的工艺需求。

本发明实施例提供的半导体设备，其通过采用本发明实施例提供的上述磁性结构，既可以改善工艺结果，又可以满足不同的工艺需求。

本发明的其它特征和优点将在随后具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

下面将参照附图更详细地描述本发明。虽然附图中显示了本发明的优选实施方式，然而应该理解，可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施方式所限制。相反，提供这些实施方式是为了使本发明更加透彻和完整，并且能够将本发明的范围完整地传达给本领域的技术人员。

图 1 示出了现有的制备铜互连层的 PVD 设备的结构示意图。

图 2 示出了图 1 中的边磁铁结构的结构示意图。

图 3 示出了本发明实施例提供的半导体设备中的磁性结构的局部示意图。

图 4 示出了本发明实施例采用的磁性结构的局部放大图。

图 5A 示出了本发明实施例采用的支撑主体的一种结构图。

图 5B 示出了本发明实施例采用的支撑主体的另一种结构图。

图 5C 示出了本发明实施例采用的其中一个子平面的俯视图。

图 6 示出了本发明实施例采用的支撑主体与磁性件的一种连接结构图。

图 7 示出了本发明实施例采用的支撑主体与磁性件的另一种连接结构图。

图 8 示出了本发明实施例提供的半导体设备的结构示意图。

具体实施方式

下面将更详细地描述本发明的优选实施方式。虽然以下描述了本发明的优选实施方式，然而应该理解，可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施方式所限制。相反，提供这些实施方式是为了使本发明更加透彻和完整，并且能够将本发明的范围完整地传达给本领域的技术人员。

本发明实施例提供一种半导体设备中的磁性结构，该磁性结构环绕设置于半导体设备的反应腔室的外部，该半导体设备例如为磁控溅射设备，用于在晶圆表面沉积薄膜，以制备用作铜互连层的铜薄膜为例，借助磁性结构，

可以使反应腔室中的磁场对铜离子起到约束作用，从而可以使铜离子在晶圆表面更均匀地分布，从而可以提高铜薄膜的性能。

具体地，请参阅图 3，上述磁性结构包括：环形支撑件 1、多个角度调节组件 2 和多个磁性件 3；其中，环形支撑件 1 环绕上述半导体设备的反应腔室设置；多个角度调节组件 2 与环形支撑件 1 连接，且沿该环形支撑件 1 的周向分布；各个磁性件 3 一一对应地与各个角度调节组件 2 连接；角度调节组件 2 能够将对应的磁性件 3 固定在环形支撑件 1 上，且用于调节磁性件 3 的磁力线方向以及该磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小。例如，图 3 中示出了圆柱状的磁性件 3，其轴线即为上述磁力线，该磁性件 3 上所标识的“N”即为磁性件 3 的 N 极，该磁性件 3 上所标识的“S”即为磁性件 3 的 S 极，其磁力线方向指的是由 N 极指向 S 极方向，也就是说，调节磁性件 3 的磁力线方向以及该磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小，即调节磁性件 3 的 N 极指向 S 极的方向以及磁性件 3 的轴线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小。

借助角度调节组件 2 调节磁性件 3 的磁力线方向以及该磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小，可以调节反应腔室中的磁场强度和磁场方向，从而可以调节磁场对晶圆表面的作用范围，进而既可以改善工艺结果，又可以满足不同的工艺需求。以制备用作铜互连层的铜薄膜为例，本实施例提供的磁性结构，通过调节上述磁力线方向以和该磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小来调节磁场对晶圆表面的作用范围，可以提高反应腔室中的磁场对铜离子的约束作用，使得铜离子在晶圆表面更均匀地分布，从而可以提高铜薄膜的性能。

上述磁性件 3 例如为永磁铁或者电磁体，该磁性件 3 例如为圆柱体或者其他柱状结构，但是，在实际应用中，磁性件 3 还可以采用其他任意形状的结构，本发明实施例对此没有特别的限制。

上述环形支撑件 1 的结构可以有多种,例如,如图 4 所示,上述环形支撑件 1 包括上环架 11、下环架 12 和连接部 13,其中,上环架 11 和下环架 12 在竖直方向上相对设置,且相互平行;连接部 13 支撑于上环架 11 和下环架 12 之间,且连接部 13 与上环架 11 和/或下环架 12 可拆卸地连接。通过连接部 13 与上环架 11 和/或下环架 12 可拆卸地连接,便于调整磁性件 3 的磁力线方向以及调整磁性件 3 的分布数量和位置,从而可以提高调节的灵活性,满足不同的工艺需求。

可选的,为了进一步提高连接稳定性,连接部 13 的一端与上环架 11 或下环架 12 一体成型,并且,连接部 13 的另一端与下环架 12 或上环架 11 可拆卸地连接,例如通过紧固件采用螺纹连接的方式固定连接,从而可以提高上环架 11 和下环架 12 之间位置固定的稳定性。

上述角度调节组件 2 的结构可以有多种,例如,如图 4 所示,每个角度调节组件 2 均包括支撑主体 21,该支撑主体 21 位于上环架 11 和下环架 12 之间,用于支撑磁性件 3。并且,如图 5A 所示,支撑主体 21 具有外周面 211;如图 4 所示,在该外周面 211 上,且沿支撑主体 21 的圆周方向间隔设置有多个第一安装孔 222,环形支撑件 1 上设置有第二安装孔 221,具体地,如图 4 所示,对应于每个角度调节组件 2,在上环架 11 和下环架 12 彼此相对的两个表面中的至少一者上设置有上述第二安装孔 221,并且,每个角度调节组件 2 还包括第一紧固件 223,用以将支撑主体 21 固定在环形支撑件 1 上,具体地,支撑主体 21 通过第一紧固件 223 固定在上环架 11 和下环架 12 之间。并且,该第一紧固件 223 能够安装在任意一个第一安装孔 222 和第二安装孔 221 中,且通过使第一紧固件 223 位于不同的第一安装孔 222 中,来调节磁性件 3 的磁力线方向以及磁性件 3 的磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小。

在安装支撑主体 21 的过程中,首先选择与期望的磁力线方向和上述夹

角相对应的第一安装孔 222 与第二安装孔 221 同轴,然后将第一紧固件 223 安装在同轴的第一安装孔 222 与第二安装孔 221 中,即实现支撑主体 21 与环形支撑件 1 的固定连接,同时也将支撑主体 21 上的磁性件 3 固定在期望的磁力线方向和上述夹角对应的位置处。

可选的,上述第一紧固件 223 例如为螺钉,第一安装孔 222 和第二安装孔 221 中的至少一个安装孔为螺纹孔。

需要说明的是,在本实施例中,如图 4 所示,在上环架 11 和下环架 12 彼此相对的两个表面中均设置有上述第二安装孔 221,以提高对支撑主体 21 的连接稳定性,但是,本发明实施例并不局限于此,在实际应用中,也可以仅在上环架 11 或下环架 12 上设置上述第二安装孔 221,这同样可以实现将支撑主体 21 通过第一紧固件 223 固定在上环架 11 和下环架 12 之间。容易理解,第一紧固件 223 的数量与上述第二安装孔 221 的数量相同,且一一对应地设置。

为了进一步提高连接稳定性,可选的,上述外周面 211 包括沿其圆周方向依次设置的多个子平面,例如,如图 5B 所示,子平面为 8 个,分别为子平面 (211a-211h)。并且,如图 5C 所示,以子平面 211a 为例,每个子平面上均设置有上述第一安装孔 222。可选的,每个子平面上的上述第一安装孔 222 的数量可以为一个或多个,这样,可以通过选择同一子平面上的不同的第一安装孔 222,来调节支撑主体 21 在子平面所在平面上的位置,从而可以进一步提高调节的灵活性。

可选的,磁性件 3 为柱状(例如为圆柱状),且支撑主体 21 为正多边形棱柱结构,多个子平面构成正多边形表面,例如正三角形表面、正六边形表面、正八边形表面等。正多边形的尺寸比例对称,相邻的两个子平面之间的夹角相同,从而便于调节各个磁性件的磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小。例如,便于将所有磁性件 3 固定在同一磁力线方向和/或上述夹角,

从而可以增强磁场对晶圆表面的作用强度。当然，在实际应用中，根据不同的工艺需求，也可以使不同的磁性件的磁力线方向和/或上述夹角不同。

为了进一步细化角度调节精度，即，将磁性件 3 固定在更多的不同的磁力线方向，可选的，如图 6 所示，支撑主体 21 中设置有容置空间 21a，磁性件 3 位于该容置空间 21a 中；并且，容置空间 21a 具有外周面 212，在该外周面 212 上，且沿其圆周方向间隔设置有多个安装槽 231，并且在磁性件 3 的一个磁极端设置有安装部 235，该安装部 235 能够与任意一个安装槽 231 相配合，以将磁性件 3 固定在容置空间 21a 中，且通过使安装部 235 与不同的安装槽 231 相配合，来调节磁性件 3 的磁力线方向以及磁性件 3 的轴线（磁力线）与反应腔室的轴线之间的夹角的大小。容易理解，在支撑主体 21 与环形支撑件 1 的相对位置不变的前提下，磁性件 3 上的安装部 235 与不同的安装槽 231 相配合，磁性件 3 的磁力线方向也会不同。例如，可以将磁性件 3 固定在如图 6 所示的磁力线 A 的位置处或者如图 7 所示的磁力线 B 的位置处。

为了提高磁性件 3 的连接稳定性，可选的，多个安装槽 231 成对设置，每对安装槽彼此相对，例如图 6 和图 7 均示出了四个安装槽 231，其中，在磁力线 A 上的两个安装槽 231 为一对，且相对设置；在磁力线 B 上的两个安装槽 231 为一对，且相对设置。在这种情况下，磁性件 3 的两个磁极端均设置有上述安装部 235，两个安装部 235 能够分别与任意一对安装槽 231 相配合。当然，在实际应用中，也可以仅在磁性件 3 的其中一个磁极端设置安装部 235，这同样可以实现将磁性件 3 与支撑主体 21 固定连接。

具体来说，如图 6 和图 7 所示，以 8 个子平面（211a-211h）为例，当子平面 211a 朝上时，磁力线 A 为竖直方向；磁力线 B 与磁力线 A 之间的夹角为 67.5° ，磁力线 B 与水平方向 O 之间的夹角为 22.5° 。当将磁性件 3 固定在如图 7 所示的磁力线 B 的位置处时，以图 7 中支撑主体 21 所在角度作为初始角度沿顺时针方向转动支撑主体 21，当子平面 211h、211g、211f、211e、

211d、211c 和 211b 分别朝上时，磁力线 B 与水平方向 O 之间的夹角依次为 82.5° 、 112.5° 、 157.5° 、 202.5° 、 247.5° 、 292.5° 、 337.5° 。由此，上述磁力线 B 可以在上述八个磁力线中选择。进一步地，通过将不同的磁极端设定在不同的安装部中，可以调节在不同磁力线上，磁性件 3 的磁力线方向。

当将磁性件 3 固定在如图 6 所示的磁力线 A 的位置处时，以图 6 中支撑主体 21 所在角度（与水平方向 O 之间的夹角为 90° ）作为初始角度沿顺时针方向转动支撑主体 21，当子平面 211h、211g、211f、211e、211d、211c 和 211b 分别朝上时，磁力线 A 与水平方向 O 之间的夹角依次为 135° 、 180° 、 225° 、 270° 、 315° 、 0° 和 45° 。由此，上述磁力线 A 可以在上述八个磁力线中选择，进一步地，通过将不同的磁极端设定在不同的安装部中，可以调节在同一磁力线上，磁性件 3 的磁力线方向。

由上可知，通过将磁性件 3 固定在如图 6 所示的磁力线 A 的位置处或者如图 7 所示的磁力线 B 的位置处，可以将磁性件 3 固定在 16 种不同的磁力线位置，另外可通过将不同的磁极端设定在不同的安装部中，可以调节在同一磁力线上，磁性件 3 的磁力线方向。

安装部 235 与安装槽 231 的固定方式有多种，例如，如图 6 所示，在支撑主体 21 具有与内周面（如图 5A 中示出的内周面 212）相邻的侧面（如图 5A 中示出的侧面 213），该侧面上形成有与安装槽 231 相连通的开口，该开口用以供安装部 235 移入或移出安装槽 231；并且，在上述侧面上，且位于开口处设置有限位结构，用于将磁性件 3 限定在上述安装槽 231 内，以避免磁性件 3 移出安装槽 231。

上述限位结构可以有多种结构，例如，如图 6 所示，该限位结构包括限位部件 233 和两个第二紧固件 234，其中，限位部件 233 叠置在上述侧面（如图 5A 中示出的侧面 213）上，且封堵上述开口；在该侧面上，且分别位于上述开口的两侧设置有两个第三安装孔 232，并对应地在限位部件 233 上设置

有两个第四安装孔（图中未示出），两个第四安装孔分别与两个第三安装孔 232 同轴设置；两个第二紧固件 234 与上述两个第三安装孔 232 一一对应，且每个第二紧固件 234 均安装在第三安装孔 232 和与之同轴的第四安装孔中，用以将限位部件 233 与支撑主体 21 固定连接。上述限位部件 233 例如为挡片。在实际应用中，限位部件 233 与支撑主体 21 还可以采取其他任意可拆卸地方式固定连接，例如卡接、插接等等。

上述磁性结构的安装步骤如下：

步骤一：选择将安装部 235 固定在如图 6 所示的磁力线 A 对应的安装槽 231 中，或者将两个安装部 235 固定在如图 7 所示的磁力线 B 对应的安装槽 231 中；

步骤二：将支撑主体 21 的其中一个子平面朝向上环架 11 的下端面或者下环架 12 的上端面，且使该子平面上的第一安装孔 222 与上环架 11 或者下环架 12 上的第二安装孔 221 同轴，然后将第一紧固件 223 安装在同轴的第一安装孔 222 和第二安装孔 221 中，从而将支撑主体 21 固定在环形支撑件 1 上。

步骤三：重复步骤一至步骤二，直至所有的角度调节组件 2 中的支撑主体 21 及其上的磁性件 3 均固定在环形支撑件 1 上，如图 3 所示。

综上所述，本发明实施例提供的半导体设备中的磁性结构，将多个角度调节组件与环形支撑件连接，且沿该环形支撑件的周向分布，各个磁性件一一对应地与各角度调节组件连接。该角度调节组件能够将对应的磁性件固定在环形支撑件上，且用于调节磁性件的磁力线方向以及该磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小，磁性件的磁力线方向及该夹角不同，可以调节反应腔室中的磁场强度和磁场方向，从而可以调节磁场对晶圆表面的作用范围，进而既可以改善工艺结果，又可以满足不同的工艺需求。

请参阅图 8，本发明实施例还提供一种半导体设备，包括反应腔室 200

和磁性结构 300；反应腔室 200 中设置有助于承载晶圆 202 的基座 201；该磁性结构 300 环绕设置于反应腔室 200 的外侧。例如，靠近基座 201 的周围。

上述半导体设备例如为磁控溅射设备，用于在晶圆表面沉积薄膜，以制备用作铜互连层的铜薄膜为例，磁性结构 300 产生的磁场对铜离子的约束作用，可以使铜离子在晶圆表面更均匀地分布，从而可以提高铜薄膜的性能。同时，磁性结构 300 改变其产生的磁场的磁场方向和磁场强度，由于在镀铜膜的过程中，腔室内的铜原子和铜离子呈正态分布，磁性结构 300 产生的磁场可以实现对离子分布的控制，当磁性结构 300 中的磁性件的磁力线方向以及磁性结构 300 中的磁性件的磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小改变时，腔室内的离子分布也会随之发生改变，磁力线方向以及磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小不同，可以实现调节反应腔室中的磁场强度和磁场方向，例如磁性结构 300 中的磁性件的磁力线方向固定，磁性件的磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角越大，得到的膜的厚度更薄，但均匀性更差。根据实际情况调节磁力线方向以及磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小，最终实现所需要的工艺要求。例如，工艺调试中，工艺均匀性和反溅射率是重要监控指标，一般只能通过调整靶基间距进行优化，这样工艺窗口比较窄，而通过调整磁性结构 300 中的磁性件的磁力线方向以及磁力线与反应腔室的轴线之间的夹角的大小，也可以进行均匀性优化，从而拓宽工艺窗口。

以上已经描述了本发明的实施例，上述说明是示例性的，并非穷尽性的，并且也不限于所披露的实施例。在不偏离所说明的实施例的范围和精神的情况下，对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。