

一种键合设备

技术领域

本发明涉及半导体领域，特别涉及一种键合设备。

背景技术

晶圆键合技术可以将不同材料的晶圆结合在一起，常用的键合技术有：硅-硅直接键合、硅-玻璃直接键合、金属扩散键合、聚合物粘接键合等。键合技术已经应用于多个半导体领域，是未来半导体行业发展的重要技术之一。根据不同的应用领域，晶圆键合的工艺参数都不相同，但是基本原理相似，主要包括抽真空、升温、施加压力、降温 and 破真空等工艺。通常情况下一套完整的晶圆键合工艺主要由两类设备完成：对准设备和键合设备。对准设备能够将两片晶圆根据对准标记对准，插入隔离片，固定两片晶圆，一般使用对准设备将一对晶圆对准和固定需要 5-8 分钟；键合设备能够通过抽真空、抽隔离片、升温、施加压力、降温 and 破真空将不同材料的晶圆或硅片结合在一起，键合设备键合一对晶圆或者硅片需要 45-90 分钟。

随着晶圆键合技术在微机电系统（MEMS）制造、微光电系统，特别是 CMOS 图像传感器制造、以及新兴的三维芯片制造技术，如硅穿孔（TSV）技术中的广泛应用，键合技术对晶圆键合设备的性能不断提出更高的要求。

如目前现有的键合加压方式分两种，一种为刚性加压，这种方式是动力源直接将压力通过主轴传递至压盘，再由压盘传递至硅片，采用这种方式需要具有足够刚性的压盘，否则易造成压盘中心与压盘周边的压力不一致。另一种为整体柔性加压，该结构为：驱动装置与上压盘组件之间使用波纹管连接，在驱动装置通过波纹管向上压盘组件施压时，在上压盘组件紧贴硅片表面后，波纹管逐渐收缩，逐渐形成刚性的管道，并向上压盘组件施加逐渐增大的压力，达到缓慢施压的效果。采用此种方式键合时，当

波纹管长度较大时，真空腔体抽真空后，波纹管内外气压不一致，波纹管长时间受到大气压力较易出现破裂。此外，一旦波纹管内冲入大压力的气体时，波纹管管体的强度较小，因此容易发生破裂。

因此针对上述问题，有必要对现有的键合设备进行改良，避免出现上述问题。

发明内容

为解决上述问题，本发明提出了一种键合设备，使上压盘组件与传动装置通过柔性压盘连接，所述柔性压盘为可伸缩结构，使得上压盘组件能够对键合对象均匀加压。

为达到上述目的，本发明提供一种键合设备，从上至下依次包括

一驱动装置；

一传动装置，与所述驱动装置固接；

一上压盘组件，与所述传动装置连接；

一下压盘组件，与所述上压盘组件配合，用于承载放置于所述上压盘组件与所述下压盘组件之间的键合对象；

所述上压盘组件和所述下压盘组件放置于真空腔体内；

所述上压盘组件与所述传动装置通过柔性压盘连接，所述柔性压盘为可伸缩结构，所述柔性压盘使得所述上压盘组件对所述键合对象均匀加压。

作为优选，所述柔性压盘与所述传动装置之间连接有止转机构，阻止所述上压盘组件相对于所述传动装置围绕传动装置的中心轴线旋转。

作为优选，所述柔性压盘从上至下包括一上板和一下板，所述上板与所述下板之间通过伸缩装置连接。

作为优选，所述伸缩装置为下波纹管，所述下波纹管一端连接所述上板，另一端与所述下板连接。

作为优选，所述上板与所述下板之间还设置有伸缩装置锁定机构，用于限制所述伸缩装置的伸长与缩短。

作为优选，所述传动装置包括固定在所述柔性压盘顶部的主轴，所述主轴从所述真空腔体内延伸至所述真空腔体外并与所述驱动装置固接。

作为优选，所述主轴通过推力关节轴承固定在所述柔性压盘顶部。

作为优选，所述真空腔体具有位于顶部的上腔板和位于底部的下腔板，所述主轴从所述真空腔体内部穿过所述上腔板延伸至所述真空腔体外。

作为优选，所述上腔板上设置有导向轴，所述导向轴围绕所述主轴均匀分布，所述主轴顶部具有直径大于所述主轴直径的上法兰板，所述导向轴与所述上法兰板滑动连接，使得所述主轴可沿着所述导向轴上下运动。

作为优选，所述上法兰板上具有与所述导向轴对应的圆孔，所述导向轴位于所述圆孔内，所述圆孔与所述导向轴之间为间隙配合。

作为优选，所述主轴具有深孔，所述主轴通过梯形丝杆与所述驱动装置连接，所述梯形丝杆位于所述深孔内，所述梯形丝杆与所述深孔之间为间隙配合。

作为优选，所述上法兰板的端面上固接有丝杆螺母，所述丝杆螺母具有与所述梯形丝杆配合的内螺纹，所述丝杆螺母通过螺纹配合套设在所述梯形丝杆上。

作为优选，所述上腔板上围绕所述主轴设置的下法兰板，所述传动装置中还安装有上波纹管，所述上波纹管一端固定在所述上法兰板上，另一端固定在所述下法兰板上，所述上波纹管的半径小于所述导向轴与所述主轴的中心轴线之间的距离。

作为优选，所述驱动装置与所述丝杆螺母之间的所述梯形丝杆上套有止推轴承。

作为优选，所述驱动装置为电机。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：本发明提供一种键合设备，从上至下依次包括

一驱动装置；

一传动装置，与所述驱动装置固接；

一上压盘组件，与所述传动装置连接；

一下压盘组件，与所述上压盘组件配合，用于键合放置于所述上压盘组件与所述下压盘组件之间的键合对象；

所述上压盘组件和所述下压盘组件放置于真空腔体内；

所述上压盘组件与所述传动装置通过柔性压盘连接，所述柔性压盘为可伸缩结构，所述柔性压盘使得所述上压盘组件对所述键合对象均匀加压。

本发明通过在上压盘组件与传动装置之间设置柔性压盘，上压盘组件的柔性压盘位于真空腔体内部，由于柔性压盘为可伸缩结构，当柔性压盘伸长或者膨胀体积增大时，柔性压盘给予与其连接的上压盘组件向下的压力，从而使得上压盘组件缓慢向下移动，直至上压盘组件与下压盘组件皆均匀紧贴键合对象后，柔性压盘继续给予上压盘组件向下的压力，这样使得上压盘组件能够对键合对象均匀施压，且由于柔性压盘具有柔性，其伸长或者体积膨胀时较为缓慢，因此保证了上压盘组件施力的缓慢性及均匀性。

附图说明

图 1 为本发明提供的键合设备的剖面图；

图中：1-电机、2-止推轴承、3-梯形丝杠、4-主轴、41-上法兰板、42-深孔、43-圆孔、5-上腔板、51-主轴孔、52-下法兰板、6-真空腔体、7-下压盘组件、8-下腔板、9-上压盘组件、10-下波纹管、11-波纹管锁定机构、12-推力关节轴承、13-止转机构、14-导向轴、15-上波纹管、16-丝杠螺母、17-

上板、18-下板。

具体实施方式

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

请参照图 1，本发明提供一种键合设备，从上至下依次包括

一电机 1，作为驱动键合的动力源。

一传动装置，与电机 1 固接，由电机 1 驱动，并将电机 1 的动力向下传递至与其连接的部件上。

一真空腔体 6，由腔壁包裹而成，位于上部的腔壁为上腔板 5，位于底部的腔壁为下腔板 8，一般地，真空腔体 6 与真空泵连接，在键合时的加压过程中，需要将真空腔体 6 内部形成真空状态，防止在键合硅片或者晶圆时，硅片与晶圆之间的空气在键合后形成气泡，影响键合质量。

在真空腔体 6 内，用于键合硅片或者晶圆的主要为上压盘组件 9 和下压盘组件 7，硅片或者晶圆放置于上压盘组件 9 和下压盘组件 7 之间，上压盘组件 9 位于上部，下压盘组件 7 位于下部，上压盘组件 9 通过一柔性压盘与传动装置连接。

具体地，柔性压盘从上至下包括上板 17 和下板 18，上板 17 和下板 18 的直径皆等于或者略大于上压盘组件 9 的直径，上压盘组件 9 与下板 18 接触，在施压过程中，由于下板 18 的直径大于或者等于上压盘组件 9 的直径，从而增大上压盘组件 9 的受力面积，避免出现上压盘组件 9 上表面受力不均匀的现象。

上板 17 与下板 18 可以为方形或者圆形，本实施例中两者皆为圆形。上板 17 和下板 18 之间通过下波纹管 10 连接，即下波纹管 10 一端与上板 17 连接，另一端与下板 18 连接，也就是说上板 17 和下板 18 的圆周通过下

波纹管 10 连接，下波纹管 10 原本处于收缩状态，下波纹管 10 内设置有通气口（未图示），通过通气口向下波纹管 10 内充入气体，则下波纹管 10 由于内部气压较大逐渐伸长膨胀，当上板 17 向上运动时，受到传动装置向下的力，使得上板 17 的位置固定不动，则仅有通过下板 18 向下运动来形成下波纹管 10 的伸长，由于该种伸长是由充气形成的，因此下板 18 在给上压盘组件 9 施压时，施压过程也较为缓慢。

另一方面，当上板 17 与下板 18 接触的一面具有均匀分布的压力柱 171，这些压力柱 171 之间形成了较为均匀的空间，当下波纹管 10 内充入空气时，每个均匀的空间内膨胀的空气皆使得下板 18 向下移动，这样下板 18 通过上压盘组件 9 将压力传递给硅片或者晶圆时，给予硅片或者晶圆的压力较为均匀。

较佳地，在上板 17 和下板 18 之间设置了波纹管锁定机构 11，该波纹管锁定机构 11 为在若干个围绕上板 17 和下板 18 均匀分布的具有相同长度和弹性参数的弹簧，每个弹簧一端与上板 17 侧面的挂钩连接，另一端与下板 18 侧面对应处的挂钩连接，其作用为保证在工作过程中上板 17 不会发生相对于下板 18 的转动，且保证柔性压盘在下降的过程中不会因为真空腔体 6 内抽真空后，被自身内的大气压膨胀导致自身拉长而损坏。当下压盘组件 7 贴住键合对象后，弹簧的作用消失。本发明中使用的传动装置主要通过一主轴 4 将电机 1 的动力传递至柔性压盘上，主轴 4 与柔性压盘的上板之间通过一推力关节轴承 12 连接，该推力关节轴承 12 与上板 17 固接，推力关节轴承 12 套在主轴 4 的一端。

此外，在主轴 4 与上板之间设置了止转机构 13，该止转机构 13 为若干根金属条或者折弯的金属条，每根金属条的一端连至主轴 4 的一端，另一端固定在上板 17 上，若干根金属条围绕主轴 4 均匀分布。若产生了使上板 17 围绕主轴 4 旋转的力，则在转动时，由于金属条与主轴 4 和上板 17 皆固

定连接，则使得上板 17 无法旋转，因此也避免了上板 17 在旋转时对键合施压过程中造成的压力不均匀的问题。

主轴 4 从真空腔体 6 内部延伸至真空腔体 6 外部，上腔板 5 上具有主轴孔 51，也就是说主轴 4 从上腔板 5 下部通过主轴孔 51 延伸至上部。

主轴 4 中央为深孔 42，在深孔 42 的顶端具有上法兰板 41，上法兰板 41 上具有圆孔 43，与圆孔 43 相对应之处具有若干根围绕主轴孔 51 均匀分布的导向轴 14，导向轴 14 从上腔板 5 延伸至圆孔 43 上方，导向轴 14 与圆孔 43 为间隙配合，也就是说上法兰板 41 可以沿着导向轴 14 上下滑动。

为了防止当真空腔体 6 内为真空环境时，空气从主轴孔 51 进入真空腔体 6，设置上波纹管 15，上波纹管 15 一端与上法兰板 41 连接，另一端与上腔板 5 上的下法兰板 52 连接，下法兰板 52 围绕主轴孔 51 固定，上波纹管 15 的内径小于导向轴 14 与主轴 4 的轴线之间的距离，也就是说主轴 4 上除了上法兰板 41，其余皆被包裹在上波纹管 15 中，上波纹管 15 与真空腔体 6 之间形成了密闭环境，使得真空腔体 6 具有良好的气密性。

主轴 4 上的上法兰板 41 靠近电机 1 的端面上固定连接有丝杆螺母 16，丝杆螺母 16 的上下运动带动了主轴 4 的上下运动。而丝杆螺母 16 通过梯形丝杆 3 带动，梯形丝杆 3 下端进入主轴 4 的深孔 42 内，梯形丝杆 3 具有外螺纹，丝杆螺母 16 具有与该外螺纹配合的内螺纹，即丝杆螺母 16 通过螺纹连接固定在梯形丝杆 3 上，而梯形丝杆 3 与电机 1 固定连接，则当电机 1 给予梯形丝杆 3 上下运动的动力时，梯形丝杆 3 带动丝杆螺母 16 上下运动，而丝杆螺母 16 的上下运动带动了主轴 4 的上下运动，在键合开始时，主轴 4 向下运动使得柔性压盘从初始位置向下运动到预键合位置，然后开始对柔性压盘充气，进行键合；在键合完毕后，柔性压盘内破真空，主轴 4 向上运动带动柔性压盘向上移动至初始位置。

较佳地，在丝杆螺母 16 与电机 1 之间具有止推轴承 2，该止推轴承 2

的外径大于丝杆螺母 16 的内径，这样给予丝杆螺母 16 向上运动限位，防止丝杆螺母 16 向上运动的行程过大超过了上波纹管 15 的长度极限，造成上波纹管 15 的损坏或者破坏了上波纹管 15 与下法兰板 52 的连接。

使用本发明提供的键合设备的键合流程为：

当上压盘组件 9 位于初始位置时，对真空腔体 6 内抽真空，同时电机 1 驱动梯形丝杆 3 转动，梯形丝杆 3 将动力依次通过丝杆螺母 16、主轴 4 和柔性压盘到达上压盘组件 9，使上压盘组件 9 下降至预键合位置（即上压盘组件 9 下表面与硅片或者晶圆的间距为 3mm~5mm）。等待上压盘组件 9 和下压盘组件 7 的加热盘温度达到键合工艺的要求，然后电机 1 继续驱动上压盘组件 9 下降，当上压盘组件 9 的下表面下降至完全贴住硅片或者晶圆的上表面并进而向下压盘组件 7 施加压力时，下压盘组件 7 内的压力传感器感受到设定的压力后向电机 1 反馈，电机 1 停止工作。

此时下波纹管 10 内通入 30bar 或以下的气压，此时下波纹管 10 由于内部气压逐渐增大开始膨胀，上板 17 向上移动，从而带动主轴 4 向上移动，但由于上部丝杆螺母 16 受到止推轴承 2 的阻挡，则使得主轴 4 无法向上移动，从而使得上板 17 位置保持固定，因此下波纹管 10 的伸长通过下板 18 向下移动来完成，下板 18 给予上压盘组件 9 向下的力，使得上压盘组件 9 与硅片或者晶圆接触后，继续给予下压盘组件 7 和硅片或者晶圆向下的力。此外止转机构 13 能够保证下波纹管 10 在下降的过程中不会围绕主轴 4 旋转，进而确保硅片在键合时不会因为下波纹管 10 围绕主轴 4 旋转而导致位置发生改变。在键合过程结束后，下波纹管 10 内破真空，上压盘组件 9 给予硅片的压力逐渐减缓直至消失，电机 1 驱动梯形丝杆 3 转动带动上压盘组件 9 返回初始位置，最后将键合完成的硅片或者晶圆取出。

综上所述，本发明提供的键合设备，通过在上压盘组件 9 与传动装置之间设置柔性压盘，上压盘组件 9 的柔性压盘位于真空腔体 6 内部，由于

柔性压盘为可伸缩结构，当柔性压盘伸长或者膨胀体积增大时，柔性压盘给予与其连接的上压盘组件 9 向下的压力，从而使得上压盘组件 9 缓慢向下移动，直至上压盘组件 9 与下压盘组件 7 皆均匀紧贴键合对象后，柔性压盘继续给予上压盘组件 9 向下的压力，这样使得上压盘组件 9 能够对键合对象均匀施压，且由于柔性压盘具有柔性，其伸长或者体积膨胀时较为缓慢，因此保证了上压盘组件 9 施力的缓慢性 and 均匀性。

本发明对上述实施例进行了描述，但本发明不仅限于上述实施例。显然本领域的技术人员可以对发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包括这些改动和变型在内。