

半自动对准键合系统规格书

一、半自动对准键合系统概述

半自动对准键合系统集成了对准模块与键合模块，可实现玻璃-硅-玻璃三层对准及阳极键合，提供了从高精度对准到高强度键合的一体化解决方案。

对准模块的主要原理是显微镜不动，通过实时显示图形、存储图形以及调整承片台位置，来完成衬底的对准。

键合模块通过加热玻璃和金属（或者半导体）所组成的三明治结构，并且在此结构的两端施加直流电压。阳极键合是 MEMS 应用中最典型的键合材料是玻璃衬底和 P 型硅衬底。在强大的静电力作用下，将两个被键合的表面紧压在一起；在一定温度下，通过氧-硅化学价键合，将硅及淀积有玻璃的硅基片牢固地键合在一起。

设备名称：TWB-WD-200

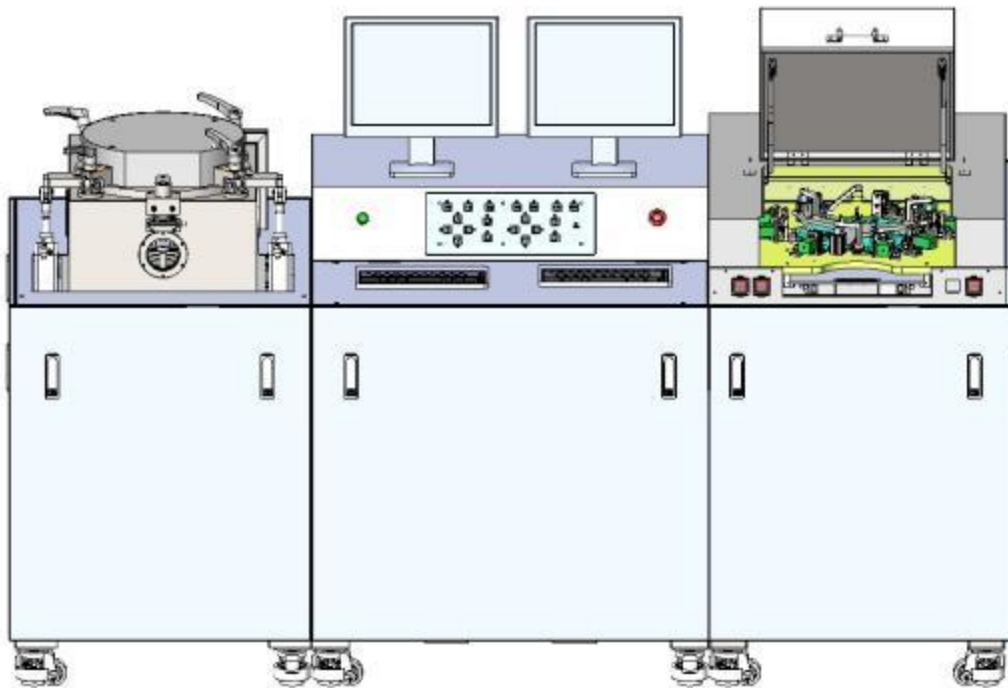


图 1 设备外观图

二、 半自动对准键合系统设计方案

2.1 集成化软件

高度集成，多物理量，极端工况，实现最大程度的自动化和流程集成。

2.2 对准模块夹具固定压紧装置

夹具固定压紧装置主要有：垫片推拉装置、垫片按压装置、夹具压紧装置、安装板，夹具装置等。

2.3 对准模块三层垫片对准夹具结构

三层硅片对准夹具中间为空心结构，第一片衬底靠夹具上 6 个真空孔吸附固定，第一片衬底与第二片衬底由 3 个垫片（第一组垫片）隔开，第二片衬底与第三片衬底有三个特殊垫片（即第二组垫片）隔开，并压住固定衬底 2，使之在整个对准过程中与硅片 1 的相对位置不会发生偏移。第三个衬底由 3 个夹爪固定其相对位置。

2.4 对准模块镜头位移调整机构

镜头调整机构主要包括：工业镜头、X/Y/Z 位移电动调节台、推拉气缸和导轨滑块。

- 镜头采用一款长工作距离的工业镜头。该款镜头的分辨率可达 $3.7\mu\text{m}$ ，能够分辨出极微小的对准标记。镜头的视场是同级别设备的几倍，这就使在对准过程中很容易找到对准标记。

2.5 对准模块托盘位移调整机构

托盘位移调整机构，主要由调平装置、Z 升降台、X/Y/ θ 电动平移台组成。对准过程中需调节 X/Y 及 θ 角度平移台来使衬底与 Mask 上的对准标记位置重合。

调平装置用来调节衬底与 Mask 相对平行。

2.6 对准模块托盘调平机构

托盘调平机构主要由托盘、吸盘底座、气缸锁紧块、调平吸盘、调平弹簧、球头柱、导向衬套等组成。

2.7 键合模块加热系统

客户工艺要求设备能精确的将温度控制在工艺温度，过冲温度不能过大，且温度的均匀性要好。

设备的加热系统组成由：加热器、压头（硅模板）、匀热层、隔热层、热电偶及温控仪组成。



为了满足客户工艺对温控精度及其温度均匀性的要求，我对键合机做出如下改进：

● 加热器

加热器采用氮化硅陶瓷加热器，该加热器内部加热丝排布非常密，与传统的绕线式加热器相比具有更高的功率密度、更快的加热速度以及更长的使用寿命。

● 热电偶

热电偶选用一种K型铠装热电偶，该热电使用寿命长、测温精度高且相应时间非常短。

● 温控仪

温控仪选用的温控仪内置高级PID算法，能实现PID参数的自动演算，同时还具有加热器断线报警功能。该温控仪还具有POST微调功能，可以轻易地按要求根据自动演算得到的控制性能，能实现保持PID常数的同时，设定响应加快或延迟特性。

● 匀热层

匀热层为一层很薄的导热系数非常高的材料，主要为了增大加热器与压头的接触面积，增进热传导，进一步提高温度均匀性。

我公司采用专业的工具TC Wafer对压头热均匀性进行测试后，得到在各个温度点的温度均匀性均达到要求。

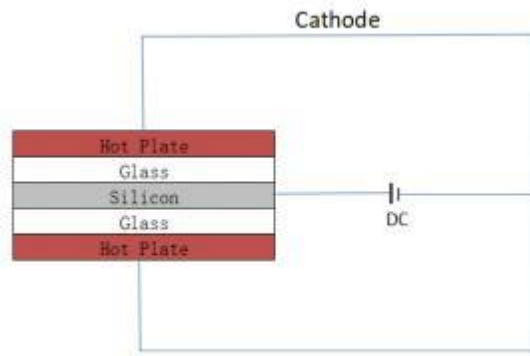
2.8 键合模块压力系统

压力是客户工艺试验中另一重要参数，压力控制精度、压力的稳定性以及压力均匀性对样片的贴合强度、器件的良率影响非常大。

键合机的压力施加装置是一种自由端为三维自由度的波纹管，通过向波纹管内充入正压气体来对样片施加压力。三维自由度的波纹管在键合过程中，可根据压头平行度和待键合材料的表面状态进行灵敏的自适应压头姿态调整，这样在保持原有压头上压力场分布均匀性较好的条件下，使作用于待键合材料表面的压力场均匀性得到提高。

2.9 键合模块高压系统

玻璃，硅阳极键合工艺是属于直接键合工艺，由于电场辅助作用，使得阳极键合工艺温度比其它直接键合的温度要低得多。工艺过程中，硅片接正极，玻璃片接负极，原理如下所示。



阳极键合电场施加原理

三、工艺流程

3.1 对位流程

- (1) 第一片衬底的标记面朝下，放置在对准托盘上，利用 Z 升降电机 将托盘顶起，直至硅片与夹具接触并吸附在夹具表面，然后升降台下降至原点同时伸出垫片。此时通过视觉系统可看到第一片衬底的对准标记图像。
- (2) 将第二片衬底标记面朝下放置到托盘上，再次通过托盘升降电机，将衬底顶起直至与第一片衬底接触，自动将两片衬底调平，调平锁紧后，第二片衬底下降一定间隙。

- (3) 调节托盘 X、Y 以及角度旋转台，使两片衬底的对准标记重合，托盘电机上升相应间隙，此时通过视觉系统可看到两片衬底对准标记，然后并将第二组垫片伸出，通过第二组垫片将两片衬底夹住，固定在夹具上。
- (4) 托盘 Z 轴电机下降，将第三片衬底放入托盘，重复步骤 2~3,完成第三片硅片对准。三片硅片由 3 个夹爪固定在夹具上。

3.2 键合流程



四、半自动对准键合系统指标参数

半自动对准模块		
	名称	技术参数
1	衬底尺寸	8 英寸圆片
2	衬底类型	硅、玻璃（可以实现玻璃-硅-玻璃三层键合对准）
3	三层键合对准精度	$< \pm 3 \mu\text{m}$
4	主轴 X 轴平移台	行程 $\pm 10\text{mm}$ ；重复定位精度 $\pm 0.3 \mu\text{m}$
5	主轴 Y 轴平移台	行程 $\pm 10\text{mm}$ ；重复定位精度 $\pm 0.3 \mu\text{m}$
6	主轴角度旋转台	粗调角度 $\pm 10^\circ$ ；微调角度 $\pm 0.003^\circ$
7	主轴电动升降台	行程 50mm；导程 1.58mm；重复定位精度 $3 \mu\text{m}$
8	镜头分辨率	$3.7 \mu\text{m}$
9	镜头 X 轴平移台行程	$\pm 25\text{mm}$
10	镜头 Y 轴平移台行程	$\pm 15\text{mm}$
11	镜头 Z 轴升降台行程	$\pm 6\text{mm}$
半自动键合模块		
	名称	技术参数
1	晶圆尺寸	8 寸
2	衬底类型	硅，玻璃（可实现硅-玻璃-硅三层阳极键合）
3	最大压力	30KN
4	压力均匀性	$\pm 5\%$
5	温度范围	可升至 500°C
6	温度均匀性	$\pm 2\%$
7	腔室极限真空	$1 \times 10^{-3}\text{Pa}$
8	电压范围	0~2000V