

大压力阳极键合机技术方案

1 大压力阳极键合机简述

大压力阳极晶圆键合机是一种关键的半导体制造设备，在施加极高压力和通常伴随加热的条件下，将两片或多片晶圆永久性地键合在一起。大压力晶圆键合设备的核心功能是提供均匀、可控的高压和高温，在洁净环境下完成多种机制的键合，如金属扩散键合、玻璃浆料键合和混合键合。可配置高精度晶圆对准系统、先进的压力与温度控制系统以及真空或气氛环境腔室，确保键合界面无空隙、低应力、高强度和优异的电学/热学性能，是实现异构集成和超越摩尔定律的关键技术。



图 1 设备外观图

2 大压力阳极键合机功能与技术指标

2.1 功能与技术指标

大压力阳极键合机的相关功能与技术指标如表 1 所示。

表 1 大压力阳极键合机功能与技术指标

序号	功能	
1	实现大压力键合功能	
序号	名称	技术参数
1	衬底尺寸	8 英寸圆片兼容（可根据客户要求评估方片等尺寸）
2	衬底厚度	200um~750um
3	衬底类型	硅、玻璃、SiC 等
4	温度范围	室温~500°C（温度可定制，最高可达 500°C）
5	温度均匀性	≤±2%
6	最大压力	100KN
7	压力均匀性	≤±5%
8	电压范围	0~2000V

3 大压力阳极键合机设计方案

3.1 真空腔室结构

真空腔体材质为 316L，具备两个观察窗以监测内部实际情况。

3.2 加热器

大压力键合机上、下加热器均采用氮化硅陶瓷加热器，并分别配置水冷降温系统，用于主动调控升降温速率。

3.3 夹具结构

晶圆夹具通过垫片和卡爪得到了最小摩擦下的夹持与解夹持过程，解决了工艺中晶圆相对滑动引起的对准误差。

3.4 软件系统

大压力键合机的软件系统涵盖但不限于以下优势功能：

- (1) 在工业生产的核心工艺环节，实时展示主要工艺参数的阶段性曲线，具体包含上下压头温度、键合压力、腔体真空度等核心参数。通过这些参数以阶段性曲线的形式直观呈现，能够清晰勾勒出不同生产阶段各参数的数值波动轨迹与变化规律，为现场操作人员提供精准、全面的关键工艺参数动态变化依据。操作人员可借助这些动态曲线，快速捕捉参数是否偏离预设标准范围、在阶段转换节点是否存在突变等异常情况，进而深入开展即时工艺分析工作。例如，通过监测上下压头温度曲线，判断工艺温度的准确性和稳定性等。基于这些即时分析结果，操作人员

能够及时调整工艺参数、排查生产隐患，确保生产过程的稳定性与产品质量的可靠性；

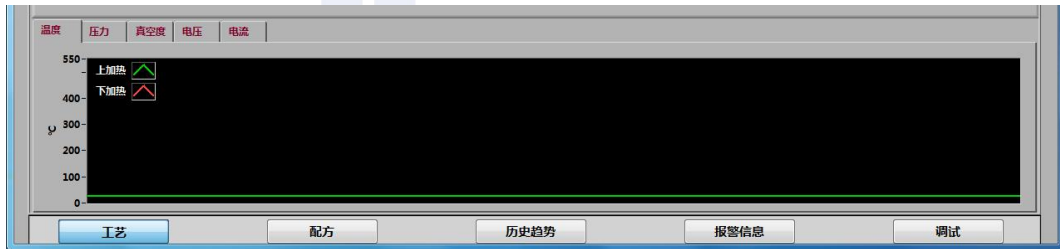


图 2 软件界面实拍图

- (2) 完整记录工艺全过程中的主要工艺参数，重点涵盖上下压头温度、键合压力、腔体真空度等关键指标，并在此基础上构建了灵活的工艺记录调取机制，能够根据实际需求，精准提供选定工艺时间段内的完整工艺参数记录，包括参数的实时数值、变化节点等信息。这一记录与调取功能，可方便操作人员针对特定工艺批次、特定工艺阶段开展参数回溯与过程复盘工作，既能快速追溯工艺过程中的参数细节，排查质量问题根源，也能便捷调用成熟工艺的参数记录作为参考依据，为新工艺优化、现有工艺标准化推广提供有力的数据支撑；

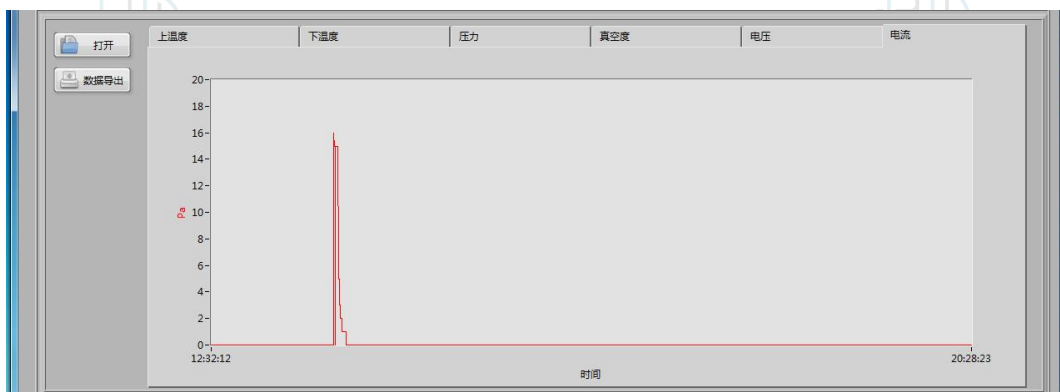


图 3 软件界面实拍图

- (3) 在用户界面实时动态显示核心工艺参数，具体涵盖两类关键数据：一

是预设的工艺基准参数，包括设定的上下压头温度、设定压力及设定真空度；二是工艺执行过程中的实时实测参数，包含实测上下压头温度、实测压力及实测真空度。通过将设定参数与实测参数在界面上同步呈现，操作人员可直观对比两者差异，实时监测当前工艺的执行状态，一旦发现实测参数偏离设定标准，能够第一时间察觉并采取相应的调整措施，有效避免因参数异常导致的工艺偏差或质量问题；



图 4 软件界面实拍图

(4) 操作人员可根据不同产品的工艺需求、生产规格等实际场景，灵活自行编辑工艺配方，配方内容可涵盖上下压头温度、压力、真空度等核心参数的设定值、各阶段参数保持时长、参数切换逻辑等关键信息。配方编辑完成并保存后，无需逐一手动操作，只需一键触发，系统即可自动调取并执行已输入的全套工艺指令，实现工艺过程的自动化运行。该功能能够完美适配批量化、标准化的生产工艺场景，大幅减少人工干预带来的操作误差，同时显著提升生产效率，降低操作人员的工作强度，助力实现高效、稳定的规模化生产。

4 产品技术路线

