

T/ZOIA

中关村光电产业协会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

基于玻璃浆料键合的 MEMS 晶圆级封装技术 规范

Specification for wafer-level packaging of MEMS device using glass-frit bonding

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中关村光电产业协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 工艺步骤	1
5 工艺保障条件要求	3
6 工艺材料	4
7 安全要求	4
8 工艺检验要求	4
参 考 文 献	5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国科学院上海微系统与信息技术研究所提出。

本文件由中关村光电产业协会归口。

本文件起草单位：中国科学院上海微系统与信息技术研究所

本文件主要起草人：徐高卫；肖克来提；陈达龙；刘大燕 等

基于玻璃浆料键合的 MEMS 晶圆级封装技术规范

1 范围

本标准规定了基于玻璃浆料键合的工艺进行MEMS晶圆级封装加工时应遵循的工艺要求和质量检验要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 26111 微机电系统（MEMS）技术 术语

GB 50073 洁净厂房设计规范

GJB 548B-2005 微电子器件试验方法和程序（可用相应国标GB替换更新）；

GJB 548A-1996 微电子器件试验方法和程序（可用相应国标GB替换更新）。

其他引用文件：

- （1）STS深反应离子刻蚀工艺规范（加工工艺平台工艺规程L1/GY-01-2011）
- （2）高温键合工艺规范（加工工艺平台工艺规程L1/GY-01-2011）
- （3）划片工艺规范（封装平台工艺规程L1/GY-02-2011）
- （4）丝网印刷机操作说明

3 术语和定义

请选择适当的引导语

GB/T 26111界定的术语和定义适用于本文件。

4 工艺步骤

通过玻璃浆料实现MEMS器件圆片和硅盖板圆片的键合，达到圆片级气密封装的要求，完成MEMS器件结构中可动部件的保护。包括玻璃浆料的丝网印刷、预烧结、晶圆键合、划片与测试等。

4.1 玻璃浆料的丝网印刷

通过玻璃浆料实现 MEMS 器件圆片和硅盖板圆片的键合，达到圆片级气密封装的要求，完成 MEMS 器件结构中可动部件的保护。

（1）在 4inch 的硅盖板上，采用干法刻蚀技术，得到对准标记，具体步骤如下：

- ① 厚度为 450 μm 的 4 寸硅片置于等离子灰化机进行打底膜处理；
- ② 在硅片上涂胶，涂胶厚度 1.3 μm ，然后进行前烘处理；
- ③ 将前烘后的硅片置于光刻机中，用预先制作好的带有 Mark 点的光刻板进行光刻，曝光时间 90s；

- ④ 将曝光后的硅片放入显影液中显影 80s 后，进行冲水甩干,然后放入 135°C烘箱中坚膜保温 30min;
 - ⑤ 将坚膜后的硅片置于刻蚀机进行干法刻蚀 5min，刻蚀深度 30 μm ，以刻蚀出 Mark 点图形（具体操作参考《加工工艺平台工艺规程 L1/GY-01-2011》中的 STS 深反应离子刻蚀工艺规范）；
 - ⑥ 将刻蚀后的硅片放入等离子灰化机进行去胶处理，然后冲水甩干。
- (2) 玻璃浆料在硅盖板上的印刷 丝网线宽为 300 μm ，刮刀的印刷速度 8mm/s，印刷三次，得到高度均匀的玻璃浆料（具体操作参考《丝网印刷机操作说明》）。

4.2 预烧结

真空气氛下，采用分段保温的预烧结工艺，充分将玻璃浆料中的水分和有机溶剂挥发，并且浆料达到熔融，具体方法如图 1 所示：

- (1) 在 130°C保温 15min，由于水分的蒸发，玻璃浆料开始固化；
- (2) 在 295°C保温 25min，295°C高于有机溶剂的熔点，低于玻璃浆料的玻璃化温度 310°C；
- (3) 在 450°C保温 15min，玻璃浆料熔融，由于表面张力的作用，玻璃浆料变得表面平整；
- (4) 缓慢降温至室温，玻璃浆料固化成型。

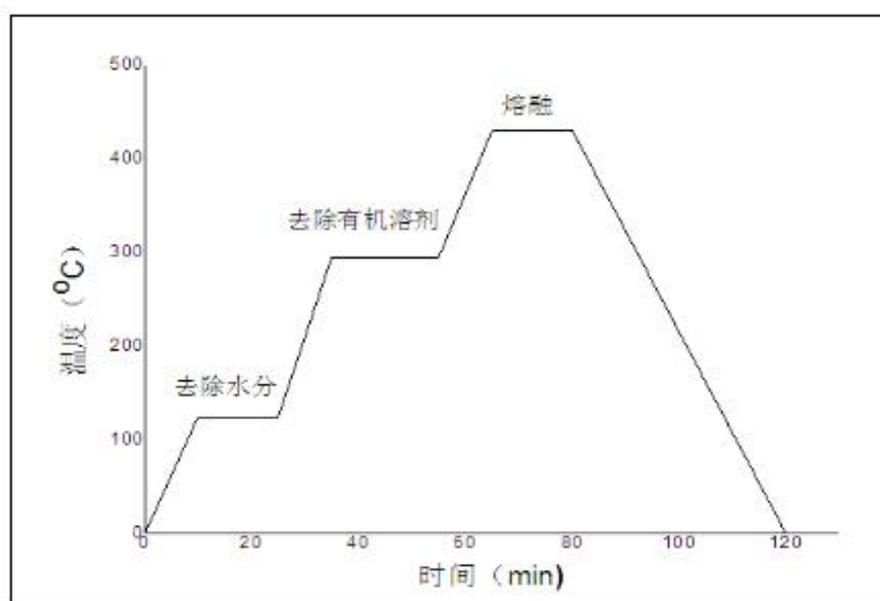


图 1 玻璃浆料预烧结分段保温的温度-时间曲线

4.3 晶圆键合

采用真空键合，硅盖板与 MEMS 器件圆片置于键合机中对准接触，键合机抽真空至 1×10^{-4} mbar，进行升温加压，使玻璃浆料熔融后与 MEMS 器件圆片接触，完成圆片级气密键合，键合峰值温度为 450°C，保温 20min，键合压力为 300mbar，降温速率 8°C/min（具体操作参考《加工工艺平台工艺规程 L1/GY-01-2011》中的高温键合工艺规范）。

4.4 划片与测试

将键合圆片切割成封装单元后，通过对 MEMS 器件进行圆片级封装后的测试，评估圆片级封装的键合强度和气密性。

A. 剪切力的测试

硅盖板和MEMS器件圆片间的键合强度测试，检验方法和标准参照MIL-STD-883；

B. 气密性测试

MEMS器件的气密性测试，包括细检和粗检，检验方法和标准参照GJB 548A-1996 微电子器件试验方法和程序。

5 工艺保障条件要求

5.1 人员要求

工艺人员应具有半导体工艺基础知识，熟悉设备操作使用，通过了工艺线上岗培训。

5.2 环境要求

各工序推荐的操作环境如下：

净化级别5：光刻

净化级别6：金属化、薄膜制备、剥离、干法刻蚀

净化级别7：玻璃浆料键合、湿法腐蚀、化学机械抛光

5.3 工艺设备

5.3.1 各工序设备

设备名称	工艺	备注
丝网印刷机	丝网印刷	
深反应离子刻蚀机	刻蚀	
光刻机	光刻	
晶圆键合机	键合	
高温固化炉	预烧结、烧结	
划片机	划片	
自动线焊机	引线键合	
点胶机	点胶	
清洗机	圆片清洗	
鼓风干燥箱	干燥	

5.3.2 工艺设备验证

工艺设备应定期进行状态验证。

验证或鉴定表明性能不能满足工艺技术要求及设备，须进行维修。维修后须重新进行技术状态验证。所有设备按有关规定进行保养，保养后须重新进行技术状态验证。

5.3.3 测量设备鉴定/校准

测量设备应按照GB/T xxxxx的要求进行校准并标识。

6 工艺材料

- (1) 玻璃浆料 Ferro 11-036
- (2) 硅晶圆，4 inch
- (3) 光刻胶 LC100A
- (4) 贴片胶 84-3J
- (5) 包封胶 HT901
- (6) MEMS器件圆片 内部定制加工备用

7 安全要求

本规范中涉及到的大多工艺和操作是在净化间内完成的，需要遵守净化间的管理规范和安全防护需求。

7.1 净化间安全守则

进入净化间的人员应熟知安全常识，正确识别各种醒目标识，操作设备时严格按照操作规范执行；进入净化区必须先熟悉地形及逃生路线，一旦有报警声应立即放下手上的工作，从正常通道或逃生通道撤离；在净化间操作区内不允许任何会形成粉尘的机械加工行为。如：钻、锯、锉、磨等；净化区发生任何异常状况均需立即报告负责人；当发现化学品外溢时，立即通知该区域负责人，在负责人的指导下进行清洗并查找原因。

7.2 净化间人员防护要求

穿净化服顺序：戴PE手套→戴口罩→戴头套→穿净化服→穿净化鞋→脱PE手套→戴PVC手套；脱净化服顺序：净化鞋→净化服→头套→口罩→PVC手套；

人员从更衣室进入净化操作区必须通过风淋室，风淋结束前不能强行将门打开。

8 工艺检验要求

(1) 硅盖板和MEMS器件圆片间的键合强度测试，检验方法和标准参照GJB 548B-2005 微电子器件试验方法和程序；

(2) MEMS器件的气密性测试，包括细检和粗检，检验方法和标准参照GJB 548A-1996 微电子器件试验方法和程序。

参 考 文 献

- [1] Jin-Sheng Chang, Jing-Yuan Lin, Shu-Ching Ho, Yao-Jung Lee, Wafer level glass frit bonding for MEMS hermetic packaging, in: Microsystems Packaging Assembly and Circuits Technology Conference (IMPACT), 2010, pp. 1–4.
- [2] Chien-Yu Chen, Cheng-Hui Hung, Jhih-You Jhong, Feng-Yan Wang, Wei-Min Hsaio, Meng-Jen Wang, Wei-Chung Wang, Demonstration of wafer capping through glass frit bonding and its application on molded platform package, in: Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology, vol. 12, 2007, pp.177–180.
- [3] Yu-T Cheng, Wan-Tai Hsu, Journal of Micro-Electro-Mechanical System 11 (5)(2002) 556–565.
- [4] Matthias Ebert, Jorg Bagdahn, Determination of residual stress in glass frit bonded MEMS by Finite Element Analysis, in: 5th International Conference on Thermal and Mechanical Simulation and Experiments in Micro-electronics and Micro-Systems. 2004, pp. 407–412.
- [5] Dresbach, C., Ebert, M., Bagdahn, J., Wiemer, M., Glien, K., Graf, J., Muller-Fiedler, R., Hofer, H, Fracture mechanical life-time investigation of glass fritbonded MEMS sensors, in: Thermal and Thermomechanical Phenomena inElectronics Systems (ITHERM), 2006, pp. 1343–1348.
- [6] Chien-Yu Chen, Cheng-Hui Hung, Jhih-You Jhong, Feng-Yan Wang, Wei-MinHsaio, Meng-Jen Wang, Wei-Chung Wang, Demonstration of wafer cappingthrough glass frit bonding and its application on molded platform package, in:Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology (IMPACT), 2007,pp. 177-180.