

T/ZOIA

中关村光电产业协会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

大深宽比后硅通孔技术要求

点击此处添加标准名称的英文译名

(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

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MEMS传感器芯片先进封装测试平台提出。

本文件由中关村光电产业协会归口。

本文件起草单位：苏州晶方半导体科技股份有限公司、中机生产力促进中心有限公司

本文件主要起草人：杨剑宏、谢国梁、施秋楠、宗洵、孔祥乾、

大深宽比后硅通孔技术要求

1 范围

本标准提供了大深宽比后硅通孔（TSV-Last）的技术要求指导，给出了MEMS传感器晶圆级封装过程中大深宽比斜孔TSV-Last的总体要求，对大深宽比斜孔TSV-Last的工艺能力因素作了详细说明，为MEMS传感器晶圆级封装中大深宽比斜孔TSV-Last工艺需求提供了指引方向

本标准适用于MEMS传感器晶圆级封装中大深宽比斜孔TSV-Last工艺，以及适用于MEMS传感器及其他芯片的大深宽比斜孔TSV-Last封装工艺需求。

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。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1 MEMS

机电系统(Micro-Electro-Mechanical Systems)的简称，是一种将微电子和微机械技术相结合的电子器件

3.1.2 MEMS 晶圆级封装

MEMS晶圆级封装是将MEMS裸芯片以整片晶圆进行再加工及组合构成满足工作环境（可靠性）的制造技术。

3.1.3 TSV

硅通孔(Through Silicon Via)的简称，是一种穿过硅芯片进行垂直电互连的2.5D/3D封装工艺。

3.1.4 TSV-Last

后硅通孔(Through Silicon Via-Last)工艺的简称，将TSV放在封装生产阶段,通常被称作Via-last,该方案可以不改变现有集成电路流程和设计。

4 大深宽比后硅通孔技术要求

下列条目适用于本文件。

4.1.1 大深宽比后硅通孔技术背景

硅通孔（TSV）技术可以实现芯片与芯片、晶圆与晶圆间的垂直导通，被广泛用于MEMS传感器及其他各类传感器芯片的2.5D/3D封装中。后硅通孔（TSV-Last）方案将TSV放在封装生产阶段，可以不改变现有集成电路流程和设计，节约芯片面积。业界常用的大深宽比TSV-Last技术采用Bosch刻蚀工艺，即通过刻蚀-保护循环实现高选择性、大深宽比直孔TSV刻蚀，再使用填孔铜技术和重布线（RDL）技术实现芯片的垂直互连。

4.1.2 本标准的技术差异

Bosch工艺所得TSV虽然具有理想的大深宽比，但通过刻蚀-保护循环工艺所得通孔形状都是直孔，通孔侧壁的角度为 90° 直角，通孔侧壁难以植入金属种子层，因此只能通过填孔铜技术将TSV完全填充，在芯片内部有可能产生应力或其他问题，最终影响芯片性能及可靠性。本标准针对MEMS传感器芯片晶圆级封装中大深宽比TSV的尺寸需求，开发刻蚀/保护同步进行的大深宽比斜孔TSV-Last混合刻蚀技术，并基于已有验证结果提出大深宽比斜孔TSV-Last技术要求及建议。

4.1.3 大深宽比斜孔 TSV-Last 规格要求

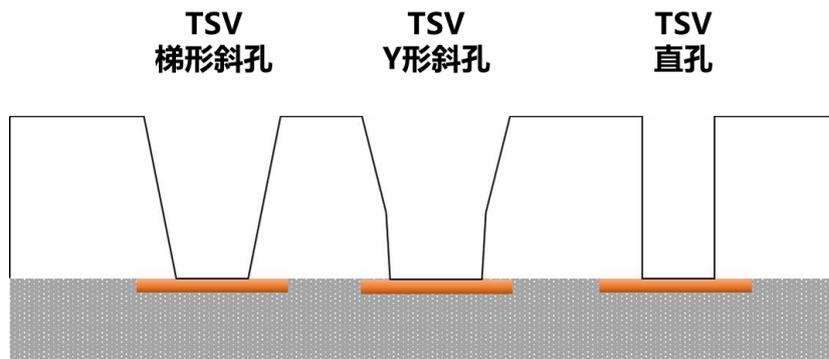
MEMS传感器通常具有较小的芯片尺寸，因此用于MEMS传感器信号引出的电极也较小，典型的电极尺寸规格在 $50\sim 100\mu\text{m}$ 之间。此外，MEMS传感器所使用的硅晶圆各不相同，普通硅片的电阻值较低，需要在TSV-Last完成后沿通孔表面铺设绝缘层，因此通孔底部尺寸有一定要求；高阻硅片由于自带绝缘特性，通孔内部无需填充绝缘层，通孔尺寸可以进一步降低。

为满足MEMS传感器晶圆级封装的一般要求，将TSV-Last的通孔深度目标定为 $90\pm 10\mu\text{m}$ ，针对低阻硅晶圆，通孔底部孔径定为 $40\pm 5\mu\text{m}$ ，所得TSV-Last深宽比 $>2:1$ ；针对高阻硅晶圆，通孔底部孔径定为 $30\pm 5\mu\text{m}$ ，所得TSV-Last深宽比 $>3:1$ 。

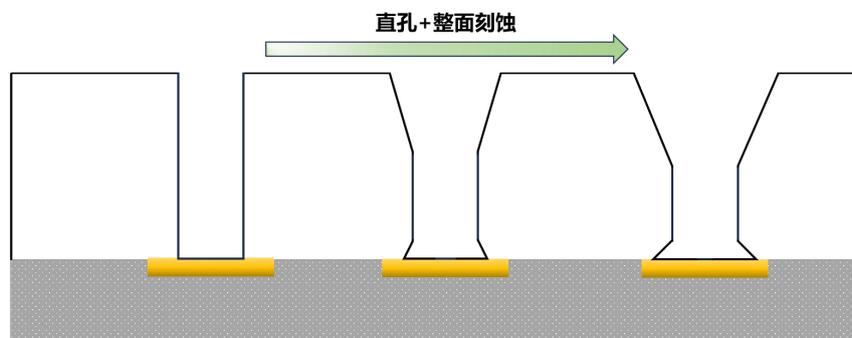
4.1.4 大深宽比斜孔 TSV-Last 技术要求

4.1.4.1 TSV-Last 孔型要求

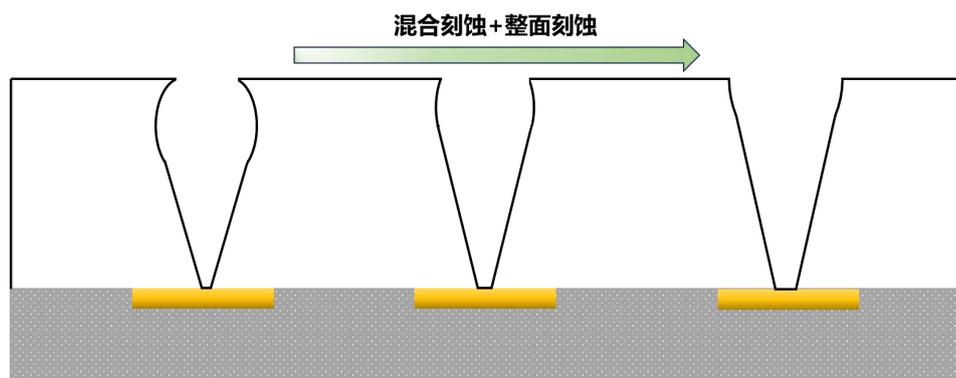
为保证TSV的电信号引出功能，大深宽比斜孔TSV-Last应为梯形或Y型，通孔顶部和底部均无负角度以避免重布线断路，如下图所示。



在Bosch工艺的直孔TSV基础之上进行优化，利用等离子刻蚀在通孔表面和底部的刻蚀速率差异，通过增加一次整面刻蚀得到斜孔形貌，如下图所示。然而该工艺所得通孔底部出现负角度，不利于后续的电信号引出。

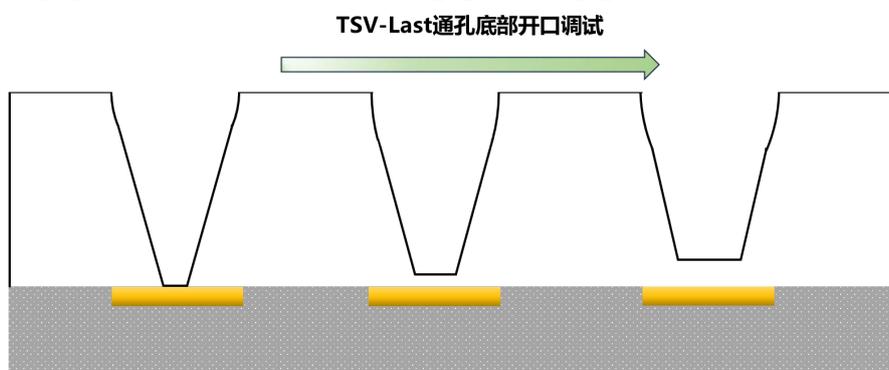


采用刻蚀/保护同步进行的混合刻蚀策略，在等离子刻蚀时同时通入刻蚀所需 SF_6 气体及通孔侧壁保护所需 C_4F_8 气体，所得通孔底部开口偏小，且通孔顶部存在负角度。进一步增加整面刻蚀，得到小角度梯形通孔，如下图所示。

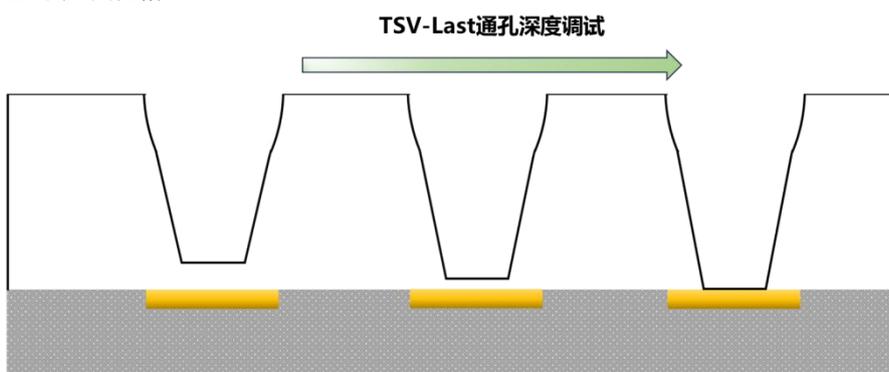


4.1.4.2 TSV-Last 尺寸要求

在得到预期形状的通孔后，需要将通孔尺寸调整到设计预期。为提高两步刻蚀后通孔的底部开口大小，降低混合刻蚀步骤中的刻蚀腔体压力，以增强刻蚀气体的交换，使得刻蚀速率纵横比变小。所得结果如下图所示，通孔底部开口尺寸符合要求，但通孔深度也随之降低。



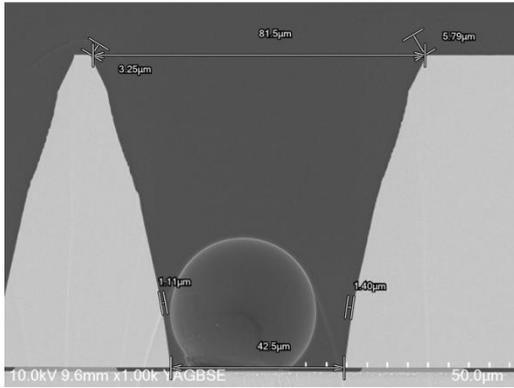
进一步通过增加混合刻蚀的时间，提升通孔刻蚀深度。所得结果如下图所示，通孔底部开口尺寸、通孔深度均可达到预期规格。



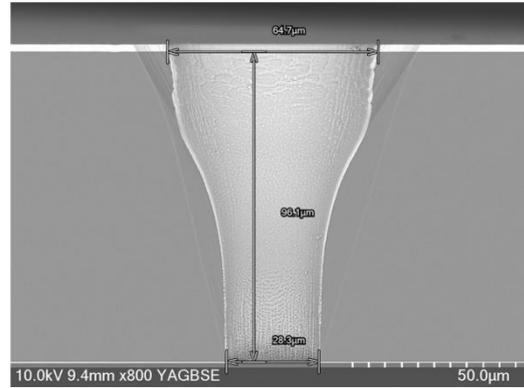
4.1.5 大深宽比后硅通孔技术示例

针对本标准所推荐大深宽比斜孔TSV-Last技术要求，可供参考的实物如下图所示。

深宽比 2: 1 TSV-Last



深宽比 3: 1 TSV-Last



参 考 文 献

略