

高深宽比硅台阶落差结构的精密成型

丁景兵, 黄 斌, 何凯旋, 赵三院

(华东光电集成器件研究所, 安徽 蚌埠, 233030)

摘 要:针对 MEMS 深硅台阶刻蚀产生硅草导致器件短路的问题, 分析了硅草形成的原因, 通过对深硅台阶刻蚀的主要工艺参数, 如刻蚀钝化时间、Ar 物理轰击设置单因素实验, 提出一种基于 Bosch 工艺, 即采用周期性“刻蚀-钝化-预刻蚀”进行精密台阶结构落差成型的方法, 该方法主要通过大幅度提高预刻蚀偏置功率和合理配置刻蚀钝化时间来进行实验。结果表明: 在预刻蚀偏置功率 100W、预刻蚀时间 0.8s 的工艺条件下, 可以有效的抑制硅草的产生; 台阶刻蚀完成后再采用 SF_6 刻蚀气体对台阶侧壁清扫 10s, 确保硅草去除完全, 此时获得的台阶落差结构平整光滑, 刻蚀的梳齿垂直度优于 $90^\circ \pm 1^\circ$ 。该方法具有重复性好、工艺简单的特点。

关 键 词: 台阶刻蚀; 高深宽比; 预刻蚀; 硅草; Bosch

中图分类号: TH703; TN305.94

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2022)02-0081-04

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2022.02.15

Precision Molding of High Aspect Ratio Silicon Stepped Drop Structure

DING Jing-bing, HUANG Bin, HE Kai-xuan, ZHAO San-yuan

(East China Institute of Photo Electron IC, Bengbu 233030, China)

Abstract: Aimed at the problem of device short circuit caused by MEMS step etching, a method based on Bosch is proposed by analyzing the reason for silicon grass formation and the main process parameters of deep silicon step etching, such as etching passivation and Ar physical bombardment, which adopts periodic etching-passivation-pre-etching to form the precision step structure. The method greatly improves the bias power and time of reasonably allocating etching. The results show that, under the process conditions of pre-etching bias power of 100W and pre-etching time of 0.8s, the production of silicon grass can be effectively suppressed. After step etching is completed, SF_6 etching gas is used to clean the step silicon grass for 10s to ensure that the silicon grass is completely removed. At this time, the step drop structure obtained is flat and smooth, and the verticality of the etched comb teeth is better than $90^\circ \pm 1^\circ$. This method has the characteristics of good repeatability and simple process.

Key words: step etching; high aspect ratio; pre-etching; Si grass; Bosch

高深宽比的硅台阶刻蚀是 MEMS (微机电系统) 加工的重要工艺, 它不仅能在晶圆表面做出不同图形结构, 在垂直于晶圆表面的方向上, 也能通过刻蚀形成台阶落差结构, 是一种真正意义上的 3D 体硅加工技术, 其突破以往深硅刻蚀只能刻出垂直深槽的限制^[1-3], 使得制备更加复杂的器件结构成为可能。

随着刻蚀深度的增加, 高深宽比硅台阶刻蚀在台阶处会形成一排密集、高低不一的硅针状结构, 称之为“硅草”^[4-6]。当硅草高度达到一定程度

后, 在 MEMS 器件扭转或者受到冲击时可能因硅草断裂引起器件短路, 如图 1 所示。

本文以 DIRE 刻蚀机和高深宽比硅刻蚀系统为主要平台, 在刻蚀深度大于 80 微米, 刻蚀梳齿陡直度优于 $(90 \pm 1)^\circ$ 的情况下消除硅草, 保证器件的可靠性, 是本文主要研究内容。

1 台阶刻蚀实验设计

本文采用的是 SPTS 公司生产的深硅刻蚀机, 钝化气体为 C_4F_8 , 刻蚀气体为 SF_6 , 这种工艺