

微型碳纳米管低压传感器工作性能研究

王 杰, 康 颂, 董长昆

(温州大学 温州市微纳光电器件重点实验室, 浙江 温州 325035)

摘 要: 对于 X 射线管等小型真空器件, 其内部真空监测还缺乏可靠的方法。基于碳纳米管的气体吸附影响场电子发射的特性, 我们开发了一种微型低压传感器, 本工作是对该传感器的场发射性能、传感性能、重复性和应用性进行研究。实验结果表明: 合金材料制备的碳纳米管分布均匀、晶体性高, 有良好的场发射性能; 传感器对氮气和水汽具有传感效应, 场发射电流能够随系统内部压力的升高而增加; 在同一个压力值点的多次测试表明传感器测量一致性优于 10%, 能够稳定的工作。对传感器在 X 射线管的应用测试表明: 传感器能够监测 X 射线管工作时内部真空的变化, 可以有效的测量微小真空电子器件内部的真空。

关 键 词: 碳纳米管; 吸附; 场发射; 压强传感

中图分类号: TB383; TH813; O484

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2021)01-0001-05

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2021.01.01

Study on Working Performance for Low Pressure Carbon Nanotube Micro Sensor

WANG Jie, KANG Song, DONG Chang-kun

(Wenzhou Key Lab of Micro-Nano Optoelectronic Devices, Wenzhou University, Wenzhou 325035, China)

Abstract: For small type vacuum devices such as X-ray tubes, there are lacks of reliable method to monitor the internal vacuum. Based on the influences of gas adsorptions on carbon nanotube (CNT) field electron emissions, we developed a miniature low pressure sensor. This work studies the field emission performance, as well as sensing performances, repeatability, and application properties of the sensor. The experimental results show that the carbon nanotubes prepared by the Ni alloy distribute uniformly on the surface with high crystallinity and good field emission performance. The sensor exhibits good sensing effects for nitrogen and water gases, and the field emission current increases with the system pressures. Multiple tests at the same pressure point show that the measurement consistency of the sensor is better than 10%. The application of the sensor inside the X-ray tube shows that the sensor is able to monitor the real time change of the vacuum inside the X-ray tube, therefore, the sensor could measure the internal vacuums of micro-vacuum electronic devices effectively.

Key words: carbon nanotube; adsorption; field emission; pressure sensing

真空电子器件, 包括行波管、微波管和 X 射线管^[1-3]等, 广泛应用于通讯、导航、医疗、安全检测等重要领域, 这一类器件对内部真空的要求较高, 真空度直接影响器件的工作性能。为了维持器件封闭后的真空, 有时会在内部放置吸气剂^[4]或是加装钛泵^[5], 达到吸附气体、保持长期真空的目的。由于真空度极其重要, 如在内部安装一个微型真空计进行压强实时监测具有重要意义。不但可以在器件出现故障时, 判断是否由真空度恶

化引起, 还可以对器件的寿命性能进行评估。目前市场上有多种不同的工作原理和量程的真空计^[6-8], 但缺乏适宜于集成在狭小真空电子器件内部的体积小、量程宽的真空计。同时, 随着技术的进步, 市场对真空计也提出了更高的要求, 小型化、低功耗、低成本是重要的发展方向^[9, 10]。

碳纳米管具有独特的结构和优越的物理、化学、电子性能, 得到了广泛的研究和应用^[11]。碳纳米管作场发射阴极也在真空测量领域得到了研

收稿日期: 2020-04-29

作者简介: 王杰 (1993-), 男, 山西省长治市人, 硕士。

通讯作者: 董长昆, 教授, 博导。

* 基金项目: 国家自然科学基金资助, 项目号: 61620106006。