高效杀菌的 GaN:ZnO 纳米线/碳纤维电极的制备研究

一. 成果完成人及所在单位： 袁荣火，材料科学与工程学院 指导教师：胡艳玲

二. 成果简介：

本项目利用化学气相沉积在碳纤维上负载GaN:ZnO固溶体纳米线，并用于电杀菌的测试。细菌的细胞跨膜电压约 1 V左右，当跨膜电压进一步增大，将会击穿细胞膜形成电穿孔，从而达到杀灭细菌的效果。一维导电纳米尖端的电场可以增强 3-4 个数量级，形成局部增强电场效应。因此，一维导电纳米线电极可以在低电压下产生大的电场（>10 kV cm^{-1}），杀死细菌。GaN:ZnO固溶体为纤锌矿结构的半导体，具有无毒、高载流子迁移率、优良的机械稳定性、热稳定性和化学稳定性等优点。负载GaN:ZnO NWs的碳纤维电极可以在一定电压（小于 10V）下杀死细菌，因此可以应用于水处理和微生物消杀领域，形成一种高效稳定、无毒无害、低能耗的杀菌方法。

三. 主要研究内容及创新点：

利用化学气相沉积方法(图 1)，通过控制生长压力，在碳纤维上负载了不同 ZnO 含量的 GaN:ZnO 固溶体纳米线(图 2）ZnO 摩尔百分比在 4.5%到 21%之间。利用制备的 GaN:ZnO NWs/CC 复合电极和自行设计的流动水杀菌装置(图 3)进行不同流速，不同电压下，不同菌液下的大肠杆菌电杀菌效果测试。电杀菌的测试结果如图 4，5 所示，使用生理盐水菌液的电杀菌效果是 GaN:ZnO NWs/CC > GaN NWs/CC >空白碳布；使用 PBS 缓冲液菌液的杀菌效果是 GaN:ZnO NWs/CC > GaN NWs/CC >空白碳布。两次杀菌效果表明，负载有纳米线的碳布比纯碳布的杀菌效果好，负载 GaN:ZnO 纳米线的碳布，优于同条件下生长的一层负载 GaN 纳米线的碳布。

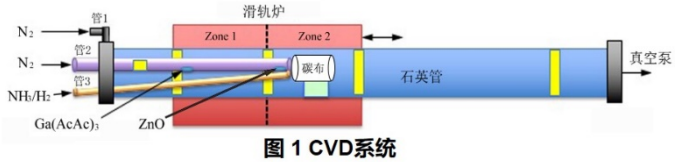


图 1 CVD系统

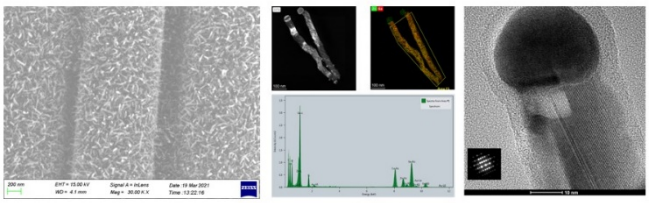


图 2 材料的表征

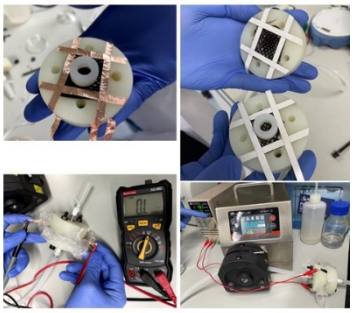


图 3 杀菌装置

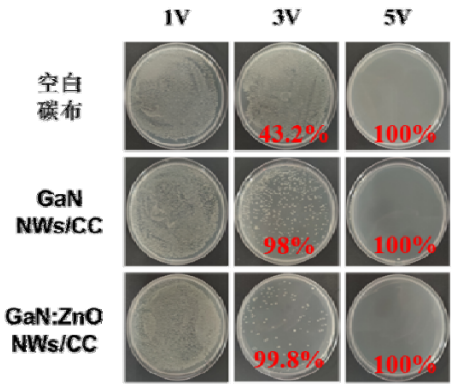


图 4. 不同样品（4层）复合材料杀灭大肠杆菌菌落图对比（生理盐水）

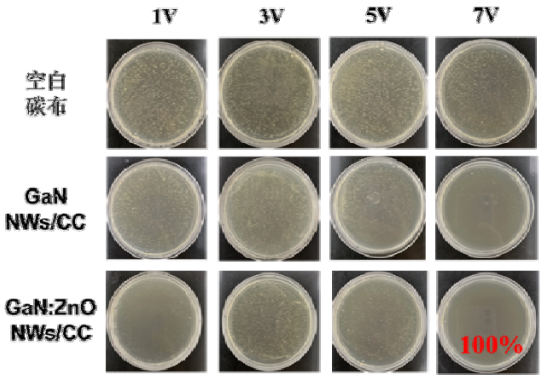


图 5. 不同样品（1层）复合材料杀灭大肠杆菌菌落图对比（PBS缓冲液）

四. 主要研究成果及应用情况

1.2021 年在 SCI 期刊 CrystEngComm 发表学术论文《Orientation-tunable $In_xGa_{1-x}N$ nanowires with a high density of basal stacking faults for photoelectrochemical/photocatalytic applications》，学生作者：袁荣火，通讯作者：胡艳玲。

2.申请(专利申请号:202111239233.3)专利一项：一种碳纤维负载 GaN:ZnO 纳米线复合材料、制备方法及杀菌装置。

联系人：袁荣火 电 话：13265771186 Email: yuanrhchn@163.com