
科研人员攻克p型铝镓氮欧姆接触核心难题

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40283.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

科研人员攻克p型铝镓氮欧姆接触核心难题。近日，广东省科学院半导体研究所微纳加工平台在深紫外发光二极管核心技术领域取得重要突破，提出并验证了一种基于Ni/Ag/Ni结构的改进型电极方案，成功解决了高Al组分p型铝镓氮（p-AlGaN）材料欧姆接触难以形成的行业共性难题。相关研究成果发表于《光学快报》（Optics Express）。

深紫外LED凭借节能、环保、长寿命、波长精准及易于集成等优势，已成为杀菌消毒、紫外光疗、水净化和光电探测等领域的核心光源，市场应用前景广阔。然而，常规p-GaN接触层对深紫外波段光存在强烈吸收，严重制约了深紫外发光二极管的外量子效率；同时，AlGaN材料禁带宽度大、p型掺杂能级深且空穴浓度低，随着Al组分增加，p-AlGaN欧姆接触的制备难度呈指数级上升，成为阻碍深紫外LED产业化发展的关键技术壁垒。

当Al含量高于20%时，传统Ni/Au等电极材料无法在p-AlGaN上形成良好欧姆接触，不仅导致器件工作电压大幅升高、效率下降，还存在热稳定性差、性能退化迅速等问题。即使采用Ni/Al、Rh等改进型电极，器件在20 mA下的工作电压仍比含p-GaN接触层的参考器件高出7-10 V，空穴注入效率严重受限。此外，多层结构引入的压应力会进一步劣化晶体质量和Mg激活效率，使欧姆接触的制备更加困难。

针对上述技术难点，研究团队创新性地采用Ni/Ag/Ni三层电极结构，与深紫外发光二极管外延结构中的p-Al_{0.28}Ga_{0.72}N接触层形成欧姆接触，并系统优化了电极层厚度、退火温度与时间等关键工艺参数。实验结果显示，优化后的电极比接触电阻率降至 $1.36 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ ，较常规Ni/Au电极降低了两个数量级，达到了深紫外LED器件实用化的要求。

研究团队通过X射线光电子能谱和X射线衍射技术，对电极与半导体的界面反应机制进行了深入解析，明确了Ni/Ag/Ni电极优异性能的内成因：退火过程中，p-AlGaN近界面处的Ga原子向外扩散形成Ga空位，起到受主作用，有效降低了金属与半导体之间的肖特基势垒；扩散出的Ga原子与Ag、Ni分别形成Ag-Ga和Ni-Ga固溶体，增强了界面的导电性和结合力；在空气氛围退火条件下，Ag和Ni与氧反应生成高导电性的AgNiO₂相，进一步提升了电极整体的导电性能。上述三种结构特征的协同作用，显著改善了金属与p-AlGaN之间的载流子输运能力，为实现低电阻欧姆接触奠定了理论和实验基础。

研究团队将优化后的Ni/Ag/Ni电极成功集成至以p-Al_{0.28}Ga_{0.72}N为p型接触层的深紫外发光二极管器件中，彻底摒弃了传统结构中对深紫外光有强烈吸收的p-GaN接触层。器件测试结果表明，在4.7 A/cm²的电流密度下，器件外量子效率达到8.30%，较退

火时间为3.5分钟的对照样品提升约27%，充分证明良好的欧姆接触能够显著改善空穴注入效率和发光区的载流子辐射复合比例。

同时，研究团队也客观指出，随着电流密度进一步升高，器件效率会因俄歇复合效应增强而下降。未来，团队将围绕抑制俄歇复合展开深入研究，通过优化多量子阱结构、调控载流子分布、设计新型电子阻挡层等方式，进一步提升深紫外发光二极管在大电流密度下的工作性能。

该研究首次实现了在Al占比28%的高Al组分p-AlGaIn材料上直接形成低电阻欧姆接触，不仅解决了深紫外LED光提取效率低和空穴注入困难的双重难题，还简化了器件制备工艺、降低了生产成本。该技术路线为开发高效率、低功耗的深紫外LED产品奠定了关键核心基础，可广泛应用于医疗消毒、饮用水净化、工业废气处理、紫外光电探测等对光源性能要求严苛的领域，具有明确的产业化转化价值。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1364/OE.558849>

作者：陈志涛等 来源：《光学快报》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发