
研究基于量子工程非平衡掺杂实现高效p型掺杂AlGa N

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13528.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！

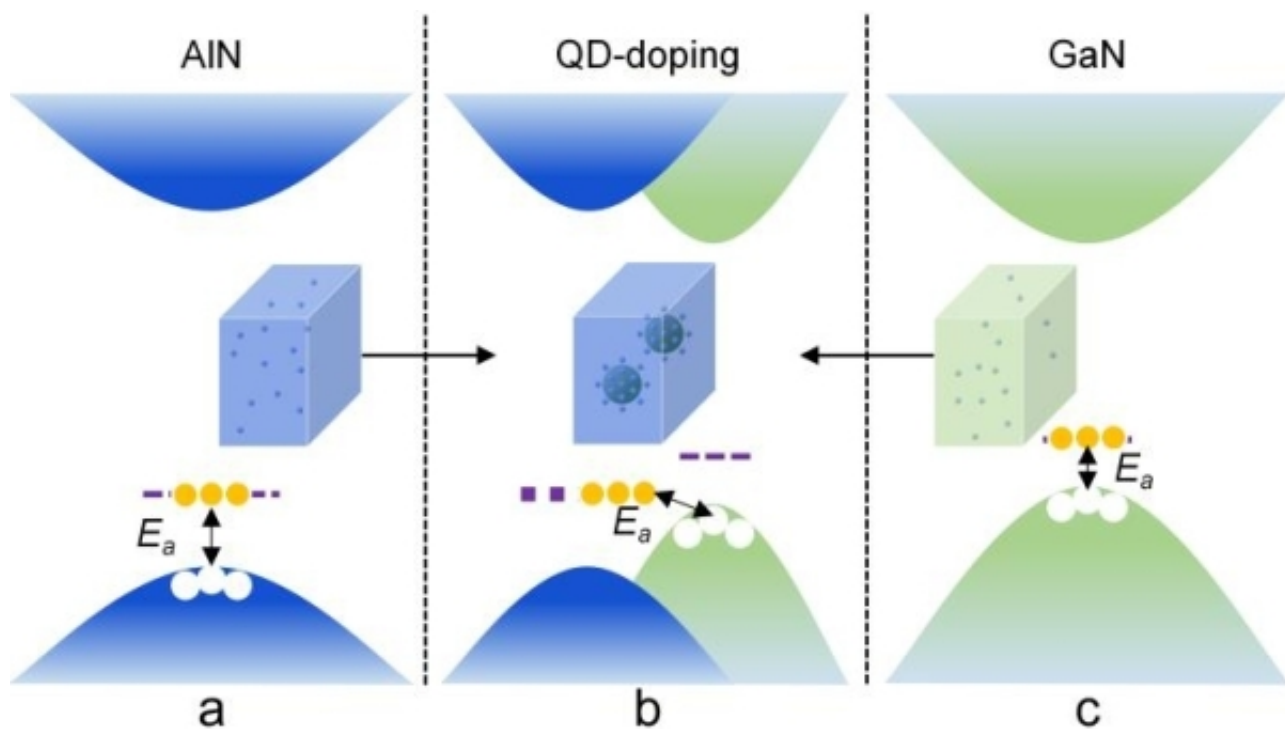
近日，中国科学院长春光学精密机械与物理研究所研究员黎大兵团队和中科院半导体研究所研究员邓惠雄合作，报道了一种通过量子工程非平衡掺杂实现高效率p型超宽禁带氮化物材料的方法。该研究发现，将GaN量子点引入高Al组分AlGaN材料体系中，可以提升材料局部价带顶能级，使得Mg受主激活能大幅度降低，从而获得低电阻、高空穴浓度的AlGaN材料，进而制备高性能深紫外LED。

AlGaN材料具有直接可调宽带隙，是制备UVC光源的理想材料。然而，高Al组分AlGaN材料p型掺杂效率极低，成为实现高性能深紫外光源的主要障碍之一。其中，激活能高主要源于受主强局域化导致其成为深能级。这一问题在宽禁带半导体中普遍存在，是物理限制问题。发展新型掺杂方法，克服掺杂的物理限制，降低受主激活能，是提升高Al组分AlGaN材料p型掺杂效率的根本，也是推动深紫外光源效率提升的关键。

该团队提出了一种量子工程非平衡掺杂方法，通过在AlGaN材料体系中引入GaN量子结构，并将掺杂剂集中掺杂在GaN局域量子结构附近的基质材料中，形成非平衡材料体系，促使系统价带顶（VBM）上移，并保证杂质能有效释放空穴至VBM，从而实现了高Al组分AlGaN受主掺杂激活能降低。首先，理论上构建了量子工程掺杂模型，发现在AlN材料中引入GaN量子点能够有效调控整个体系的价带顶位置，并且价带顶能级呈现上升趋势。基于上述量子工程掺杂理论，通过金属有机化学气相沉积（MOCVD）生长AlGaN:GaN量子点结构。该团队通过发展“间断外延”的非平衡生长法来实现AlGaN:GaN量子点非平衡掺杂系统。利用变温Hall测试，发现Mg受主激活能均小于50 meV，相比体材料均匀掺杂方式的激活能降低了近一个数量级，并且空穴浓度均达到 10^{18} cm^{-3} 量级，达到国际先进水平。将非平衡量子掺杂方法应用到深紫外LED中，其性能得到显著提升。

相关研究成果以Quantum engineering of non-equilibrium efficient p-doping in ultra-wide band-gap nitrides为题，发表在Light: Science Applications

上。该研究提高了基于超宽禁带氮化物光电器件的效率，为其他超宽禁带材料掺杂问题提供了新的解决思路，并有望对超宽禁带半导体产业的发展产生推动作用。



Mg受主均匀掺杂在 (a) AlN和 (c) GaN中均表现出高激活能，(b) 当将GaN量子结构引入AlN中，并将掺杂剂掺杂于AlN基质中、富集在量子结构周围时，体系的价带顶将由GaN量子结构决定，基质中的受主杂质可释放空穴

研究团队单位：长春光学精密机械与物理研究所

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