液氦温区声子辅助上转换发光研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/42920.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！

液氦温区声子辅助上转换发光研究取得进展
。近日，中国科学院半导体研究所团队以具有强Fr ö hlich电子—声子耦合的II-VI族半导体ZnTe纳米带为研究对象，利用低温拉曼光谱和上转换光致发光测量，发现连续光激发能够在4K下驱动纵光学（LO）声子形成非平衡布居，并产生非线性声子辅助上转换发光，为突破传统半导体光学制冷的低温限制提供了新的物理途径。

团队提出了基于声子振动泵浦的非线性上转换发光机制。在连续光激发下，斯托克斯拉曼散射能够不断产生LO声子，使声子布居随激发功率增加。非平衡LO声子通过Fr ö hlich相互作用增强半导体内部的极化电场，使电子能带发生倾斜，进而提高载流子的场辅助隧穿概率。由于隧穿概率对电场强度具有指数依赖关系，声子振动泵浦能够有效增强带隙以下的单光子吸收，产生非线性上转换发光。这一机制不需要引入多光子吸收，突破了声子仅作为被动热库这一传统物理图像的局限。

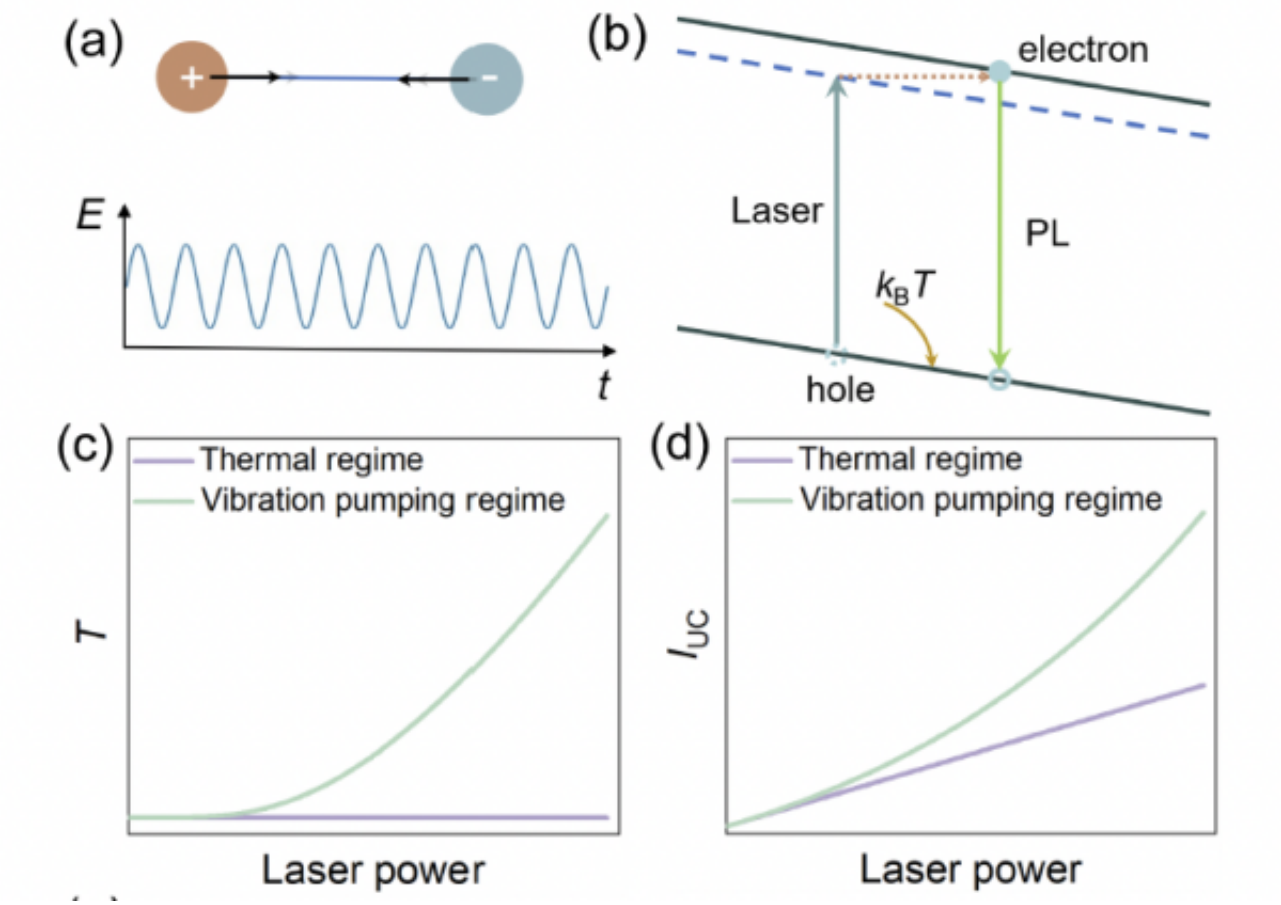
为验证上述机制，团队在4K下开展功率依赖拉曼光谱测量。实验发现，LO声子的斯托克斯拉曼强度随激发功率近似线性增加，功率指数为1.13±0.03；反斯托克斯拉曼强度表现出超线性增长，功率指数达2.19±0.06，表明体系中形成了由光激发驱动的非平衡声子布居。上转换发光实验发现，在2.33 eV带隙以下激发条件下，ZnTe纳米带的激子发光强度呈现显著的超线性增长。定量分析表明，实验条件下单光子带尾吸收贡献比双光子吸收高出5个数量级以上，支持振动泵浦增强载流子隧穿所导致的非线性上转换机制。

基于此，团队将振动泵浦引起的吸收增强引入传统半导体激光制冷理论。计算表明，在外部发光量子效率为99.5%、背景吸收与有效吸收系数之比为0.01的条件下，1mW激发功率对应的预测净制冷功率可由传统线性模型的约0.63 μ W提高至3.43 μ W。

研究揭示了非平衡声子主动调控载流子动力学及光学响应的新机制，为发展基于声子振动泵浦的高效率低温光学制冷技术提供了新的研究方向。

相关研究成果发表在《物理评论快报》（*Physical Review Letters*）上。研究工作得到国家青年科学基金项目和中国科学院相关项目的支持。

论文链接



振动泵浦诱导非线性声子辅助上转换发光的物理机制

研究团队单位：半导体研究所

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转发