二维半导体中激子-激子湮灭的辐射抑制

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/25007.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！

二维半导体中激子-激子湮灭的辐射抑制。近日，德国慕尼黑大学的Luca Sortino团队实验发现通过在混合二维半导体—介电纳米光子平台中耦合WS2单层激子与介电纳米天线中的光学Mie共振，实现了对激子—激子湮灭的抑制，从而增强了光与物质相互作用，为二维半导体的光子应用提供了新的可能性。

研究背景

二维半导体具有强烈束缚的激子，为在纳米尺度上的光与物质相互作用提供了新的机会。然而，它们的面内约束将导致大量非辐射激子-激子湮灭过程，限制了其在光子工程中的基本应用。

Auger-Meitner效应是一种非辐射衰变过程，会降低光电子器件的量子效率。在低维半导体中，如二维半导体，激子（束缚电子-空穴对）可以通过偶极-偶极相互作用发生激子—激子湮灭，导致散射速率很大。已在二维半导体中观察到这种现象，如过渡金属二硫化物（TMDCs），它们具有较大的激子结合能，但也具有较大的激子—激子湮灭系数。抑制二维半导体中的激子—激子湮灭对于其潜在应用至关重要。实现此目标的一种方法是将二维半导体与纳米光子学结构（如介电纳米天线）集成在一起，以增强光—物质相互作用。共振介电光学纳米天线在纳米尺度上可以控制光—物质相互作用，并可用于调节二维限制激子所经历的介电环境。

创新研究

在这项工作中，团队将WS2单分子中的激子与介电纳米天线中的光学Mie共振耦合（见图1），演示了激子—激子湮灭的抑制（见图2）。该混合系统达到中间光—物质耦合状态，光致发光增强系数高达102。

团队还使用超快瞬态吸收光谱研究了激子动力学。对于未耦合激子，研究者观察到非辐射激子—激子湮灭的预期开始是其动力学中的快速复合过程（图3）。相反，耦合到磷化镓纳米天线近场的激子在广泛的激发通量范围内表现出可忽略不计的动力学变化。

通过近场耦合增强的吸收率和珀塞尔效应增加的自发发射率的综合效应，导致激子发生更高的辐射复合概率，而不是经历扩散和非辐射过程。团队提取了激子—激子湮灭系数和Purcell因子的值（图4）。这些结果突显了混合纳米光子学结构在工程二维半导体中的光-
物质耦合和克服激子—激子湮灭限制方面的潜力。

利用混合结构抑制二维半导体的激子—激子湮灭集成可以扩展到范德瓦尔斯结构和莫尔系统，将

纳米光子与强相关激子合并，以及基于二维和块范德瓦尔斯材料的新型混合平台，为未来的光学共振纳米结构研究奠定了良好基础。

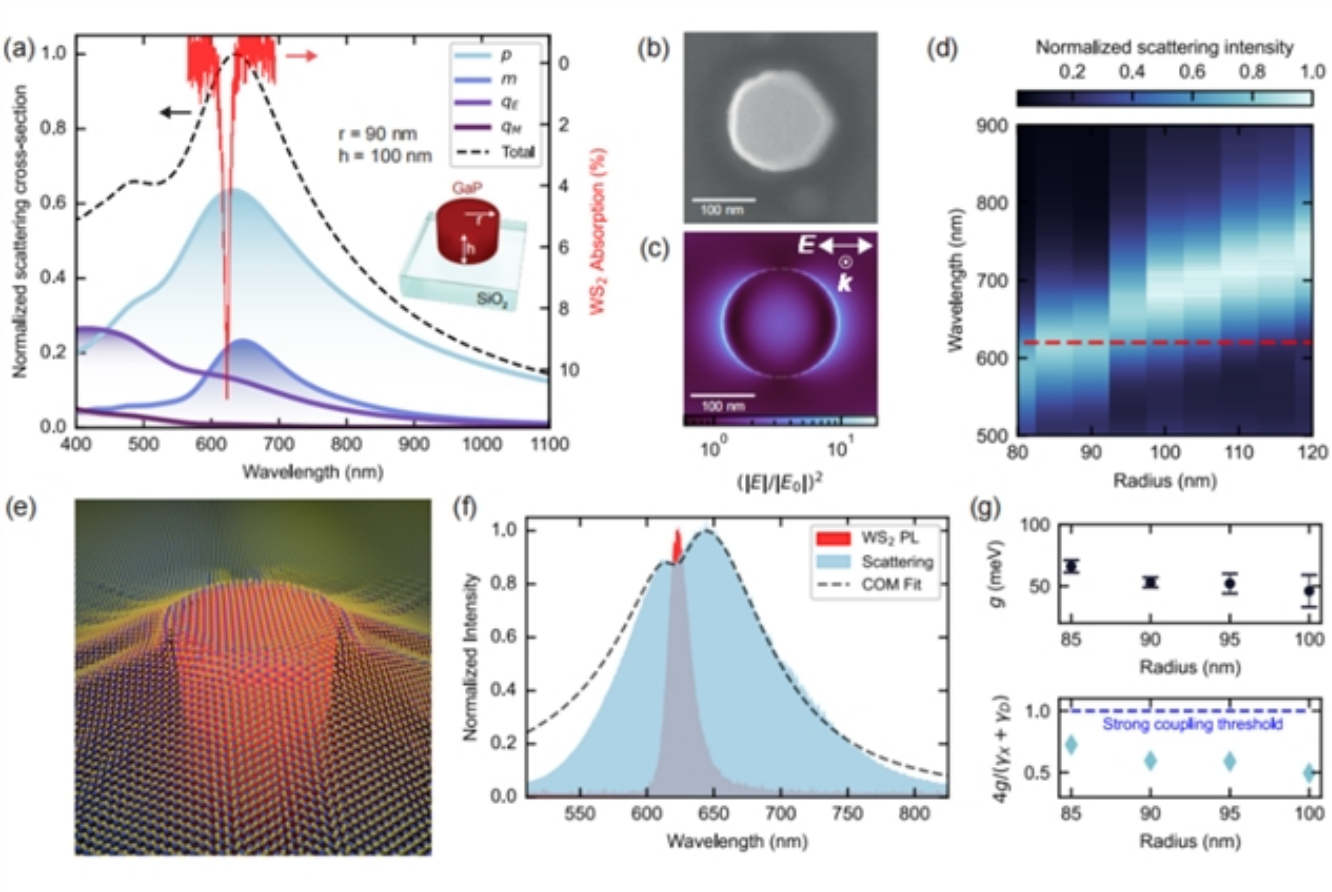


图1 TMDCs中用于增强光-物质耦合机制的混合二维半导体-介电纳米天线

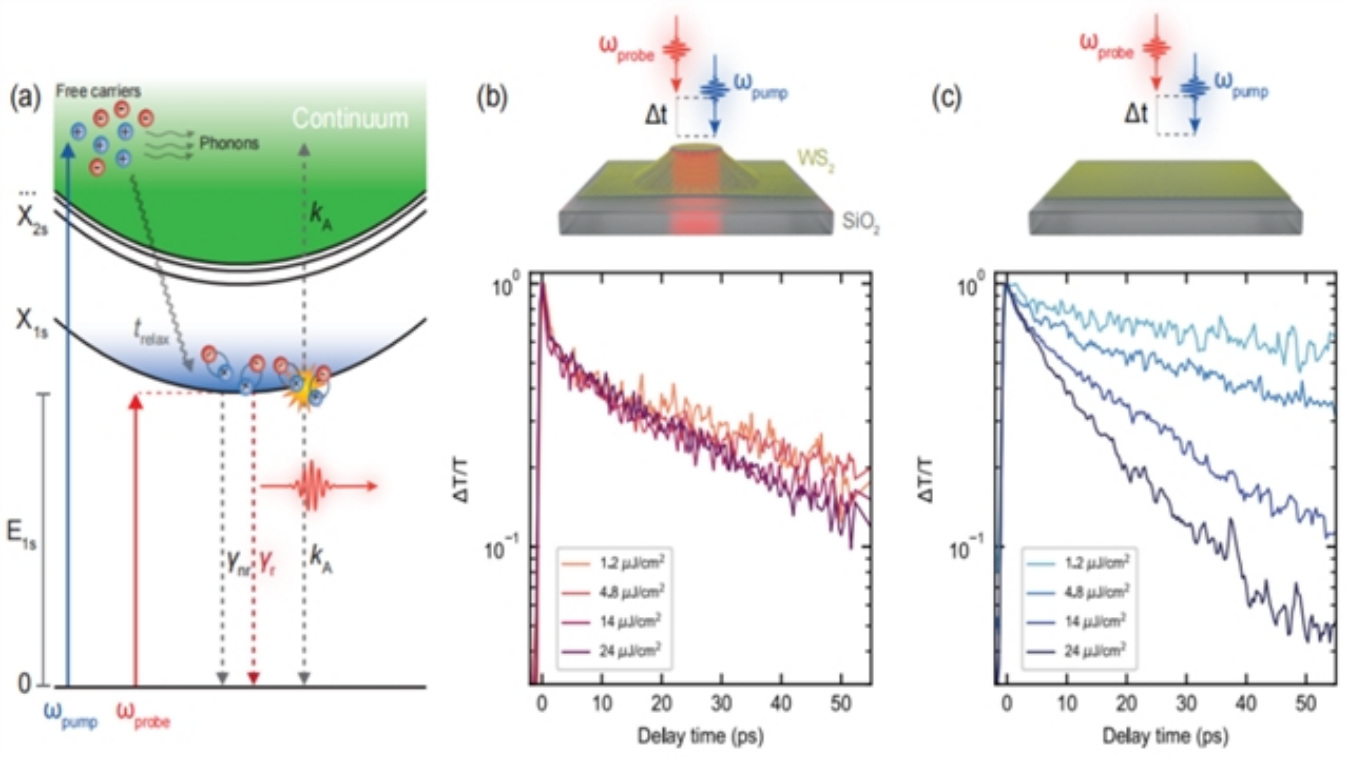


图2 耦合和非耦合WS2单层中的超快动力学和激子-激子湮灭过程

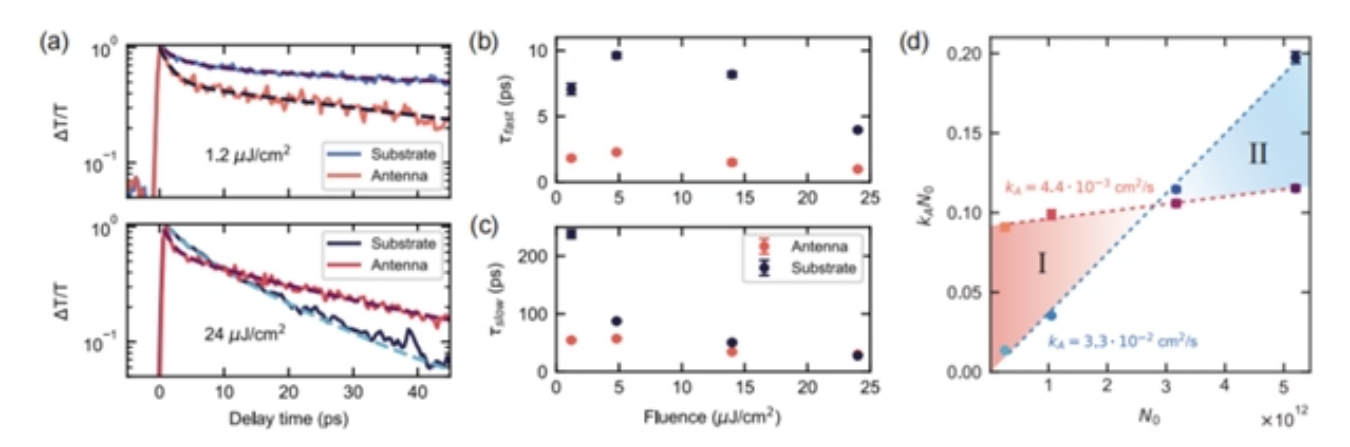


图3 通过辐射速率增强抑制激子-激子湮灭

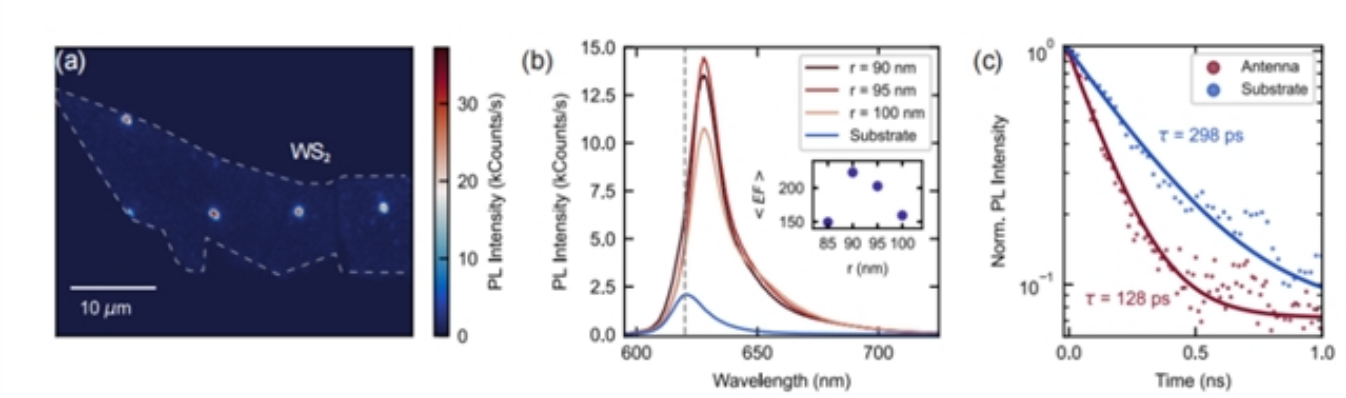


图4 耦合到磷化镓纳米天线的WS2单层中的光致发光增强和Purcell效应

该文章近日发表在国际顶尖学术期刊《Light: Science Applications》，题为Radiative suppression of exciton-exciton annihilation in a two-dimensional Semiconductor，Luca Sortino为论文的第一作者兼通讯作者。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：https://www.nature.com/articles/s41377-023-01249-5

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们接洽。
作者：Luca Sortino 来源：《光：科学与应用》

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