



加快打造原始创新策源地，加快突破关键核心技术，努力抢占科技制高点，为把我国建设成为世界科技强国作出新的更大的贡献。

——习近平总书记在致中国科学院建院70周年贺信中作出的“两加快一努力”重要指示要求

[首页](#)[组织机构](#)[科学研究](#)[成果转化](#)[人才教育](#)[学部与院士](#)[科学普及](#)[党建与科学文化](#)[信息公开](#)[首页 > 科研进展](#)

## 半导体所在激子-声子的量子干涉研究中获进展

2023-03-01 来源：半导体研究所

【字体：大 中 小】



语音播报



近日，中国科学院半导体研究所半导体超晶格国家重点实验室报道了二维半导体WS<sub>2</sub>中暗激子与布里渊区边界声学声子之间量子干涉导致的法诺（Fano）共振行为（图1a、b），并揭示了对称性在其中的重要作用。相关研究成果以《少数层WS<sub>2</sub>中暗激子与边界声学声子的量子干涉》（Quantum interference between dark-excitons and zone-edged acoustic phonons in few-layer WS<sub>2</sub>）为题，在线发表在《自然-通讯》（Nature Communications）上。

由于库伦屏蔽作用减弱，激子效应在二维层状半导体中变得更加显著。偶极跃迁允许的亮激子可通过光致发光直接进行观测，而暗激子因偶极跃迁禁介却难以被直接观测。暗激子的复合往往需要其他元激发如声子等的协助，因而共振拉曼散射是比较理想的研究暗激子的实验手段。二维半导体过渡金属硫族化合物如MoS<sub>2</sub>、WS<sub>2</sub>等具有丰富的能谷结构，在布里渊区的不同位置同时具有Γ、K、Q等能谷且能量接近，并可以发生强的光-物质相互作用，是探究暗激子与声子相互作用的优异平台。

研究通过不同数值孔径下的光致发光（PL）谱确认了少数层WS<sub>2</sub>中亮态A激子与自旋禁戒的暗态A激子的存在（图1c、d）。对于多层WS<sub>2</sub>，其导带底位于Q谷，价带顶位于K谷，而Q-K之间跃迁的动量正好可由布里渊区边界M点声子的波矢来补偿（图1b、e）。因此，布里渊区边界M点的一阶声子有可能通过拉曼光谱直接进行测量，在这个过程中预期观察到由导带Q谷的电子和价带K谷的空穴形成的暗激子参与的共振散射过程。

研究团队选择了与暗态A激子能量共振的激发光，进行了低温拉曼光谱的测量。如先前预期，研究在共振激发下可以观测到布里渊区边界M点的一阶声学声子的拉曼模式【TA(M), ZA(M)和LA(M)】，并发现这些拉曼模式表现为不对称的Fano线型，且与平面内剪切声子的Fano线型呈现出镜像分布的现象（图2a、c）。特别是在双层WS<sub>2</sub>中，暗激子-声子的强耦合导致ZA(M)声学模式表现为Fano凹陷（对应相消干涉行为）而非Fano峰（对应相涨干涉行为）。一般而言，Fano共振来源于连续态和分立态之间的量子干涉。通过理论分析和系列实验佐证，研究确定了连续态来源于K谷空穴和Q谷电子所形成的暗激子态，而分立态来源于M点声子。由于暗激子的长寿命以及二维激子低的态密度，在较弱光激发下暗激子态会形成准连续态。进一步，研究通过改变激发光波长（改变



激子的弛豫通道以及参与声子的模式从而破坏共振条件)和变温拉曼光谱(改变激子能量从而破坏共振条件)对上述研究进行验证。最后,研究从对称性的角度分析了平面内剪切模声子、边界声学声子和暗激子耦合的物理机制,揭示了声子振动方向以及激子对称性对激子-声子耦合的重要影响。

研究工作得到国家重点研发计划、中科院创新交叉团队、国家自然科学基金等的支持。厦门大学、新加坡南洋理工大学、法国图卢兹大学等的科研人员参与研究。

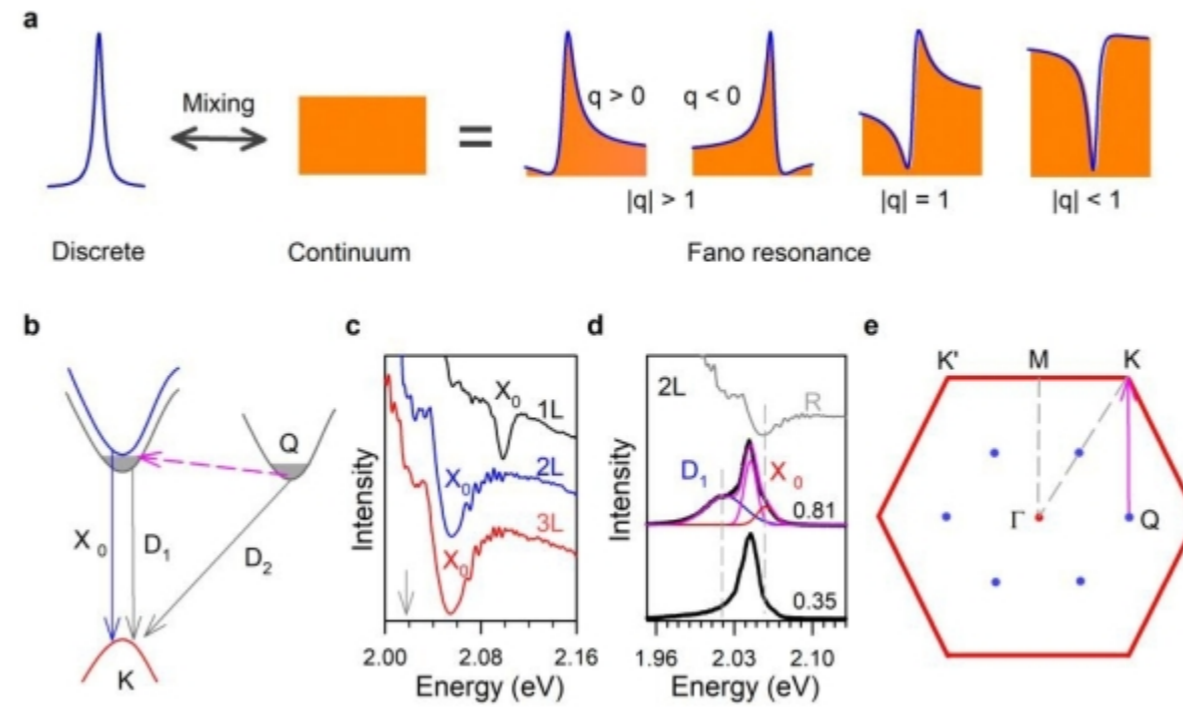


图1.Fano共振示意图, 暗激子跃迁示意图, 亮激子暗激子的实验观测以及布里渊区QK与 $\Gamma$ M波矢匹配示意图。

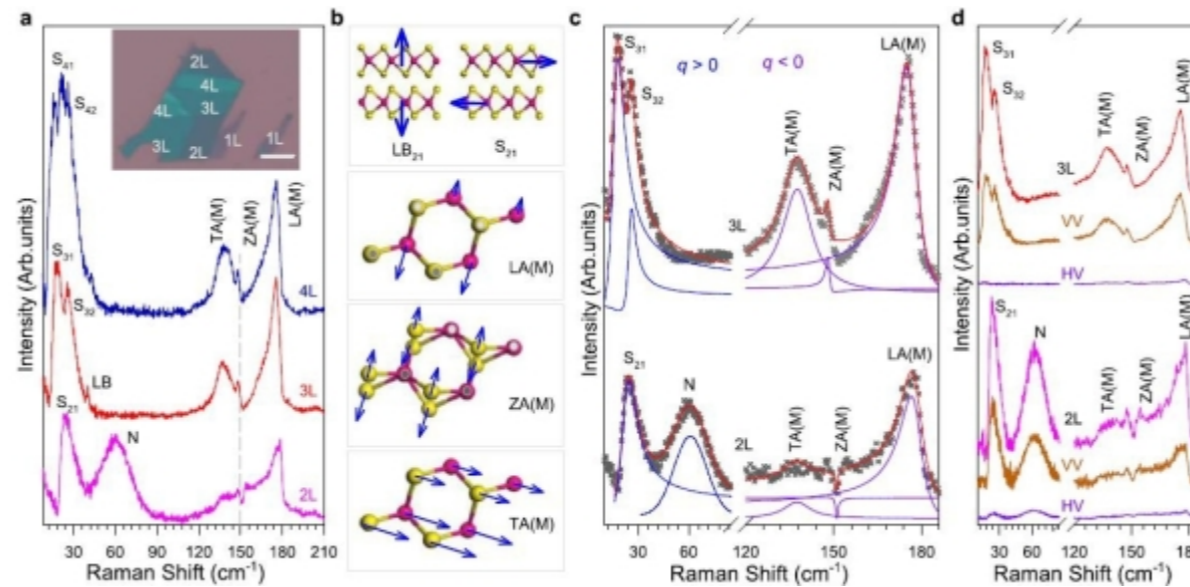


图2.边界声学声子Fano共振的实验观测与振动示意图



责任编辑：侯茜

打印 



更多分享

- » 上一篇：中国科大在红外人工光合成领域取得进展
- » 下一篇：遗传发育所利用非编码RNA揭示小麦多倍体形成与进化机制



扫一扫在手机打开当前页

© 1996 - 2023 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号-1 京公网安备110402500047号 网站标识码bm4800002

地址：北京市西城区三里河路52号 邮编：100864

电话：86 10 68597114（总机） 86 10 68597289（总值班室）

编辑部邮箱：casweb@cashq.ac.cn

