
新型二元二维蜂窝结构及其非对称性电子-空穴行为研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/2436.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！

新型二元二维蜂窝结构及其非对称性电子-空穴行为研究获进展。二维体系因其低维空间属性和量子约束效应展现出独特的量子现象与材料性质，是当今凝聚态物理和材料科学的研究前沿。目前，二维体系的主要研究对象是层状二维材料，在自然界中有对应的三维体材料。有限种类的层状材料势必限制了二维体系的研究和应用范围。其实，从表面物理的观点看，独立于半导体体相的表面重构也是一种理想的二维体系，其独特的原子结构会带来与体相迥然不同的物理特性。利用不同元素的组合，有可能在半导体表面形成不同于三维体系的独特原子排布和化学配比，衍生出种类更为丰富、性质更为奇特的二维电子材料。由于材料制备与表征的复杂性，这类材料很少被研究。

中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家中心表面物理国家重点实验室SF9组长期以来专注于二维原子晶体的构筑和原位结构性质的表征，在单元素非层状二维体系——硅烯和硼烯方面取得了新成果。最近，在基于半导体表面的双元素二维体系的研究上也取得了新的进展。博士生苟健、王旭光、孔龙娟等在研究员陈岚和吴克辉的指导下，利用两种金属元素(Sn和Bi)在传统半导体Si(111)表面实现了特殊元素配比的半导体二维蜂窝状晶体。他们与极端条件物理重点实验室研究员钱天、丁洪、博士生李航，和清华大学教授徐勇、中科院院士段文晖、博士生夏炳煜，以及北京化工大学教授李晖等合作，发现该体系中有很强的自旋轨道耦合和非对称的电子空穴载流子特性。

他们利用分子束外延生长技术，采用依次生长Sn和Bi的方法在Si(111)表面实现大面积高质量稳定蜂窝状结构。扫描隧道谱(STS)的测量表明该体系有0.8 eV左右的能隙，而准粒子干涉的测量表明占据态具有明显的近自由空穴载流子的特征。通过角分辨光电子能谱(ARPES)测量，确认了近自由空穴表面态来自于表面二维Sn-Bi结构。除此之外，时间分辨光电子能谱发现导带底为几乎无色散的平带(Flat band)。

为了进一步理解该体系的性质，他们利用第一性原理计算进行了大量的结构搜索，最终确定该体系为Sn₂Bi结构，它由Bi原子组成的二维蜂窝状晶格和Sn原子组成的三角形网络相互耦合而成。得益于其独特的蜂窝状结构、重原子质量以及随能量变化的Sn-Bi轨道杂化强度，Sn₂Bi不仅表现出很强的自旋-轨道耦合效应，还具有异常高的电子-空穴非对称性：它既能给出近自由的空穴能带，又能实现局域的电子平带。由于Sn₂Bi是长在Si(111)上的半导体二维体系，可以在同一器件中利用电场调控同时实现重电子和轻空穴的调制和选择，为未来新型电子器件的开发，以及强关联电子体系的研究提供一个全新的平台。

图2 Sn₂Bi的电子结构。(a) STS谱线。(b) 占据态中自由空穴气的E-q关系。(c) ARPES在高对称方向上获得的能带结构。(d) 价带顶附近等能面图。(e) 时间分辨ARPES对导带的测量。

图3 (a) 表面Sn-Bi结构相图，理论计算得到的Sn₂Bi原子结构模型俯视图(b)和侧视图(c)。关闭自旋轨道耦合(d)和开自旋轨道耦合(e)后的能带结构。

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

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