



半导体所石墨烯应力波导中能谷极化输运研究取得进展

文章来源: 半导体研究所

发布时间: 2011-05-05

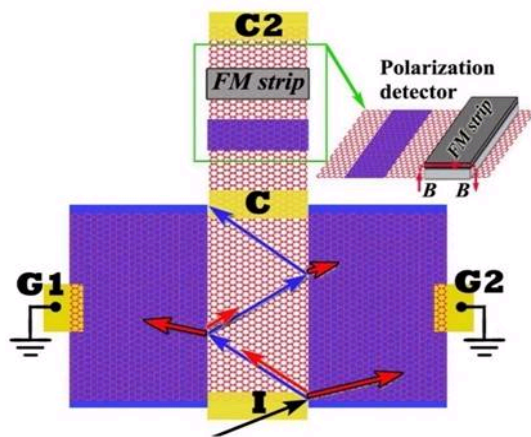
【字号: 小 中 大】

近年来, 石墨烯材料以其独特的物性吸引了科学界广泛的研究关注, 英国曼彻斯特大学科学家安德烈·海姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫因在石墨烯方面的研究荣获获得2010年度诺贝尔物理学奖。石墨烯由单层碳原子的二维六角格子构成, 其低能带呈现出无质量手征的Dirac电子特征, 其布里渊区包含K和K' 两个不等价的能谷。石墨烯中的这两个谷由时间反演对称性相联系, 这与电子自旋十分类似。所以石墨烯的谷自由度可视为赝自旋, 并可利用来实现相关谷电子功能器件。为了实现谷电子学器件, 一个首要的目标是发现一种能够高效产生谷极化电流的方案。无论从理论还是实验上, 这个目标都是具有挑战性的课题。目前国际上已经有了一些重要研究进展, 通常方法需要在石墨烯上安置特定的电极以施加外场或利用石墨烯纳米带来实现, 由于纳米带制备技术复杂, 且对纳米带的边界有严格的要求, 因此实验上难于实现。

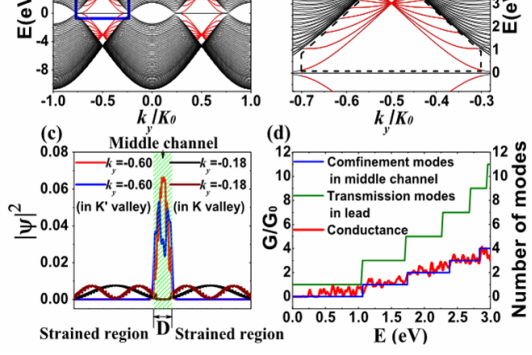
在国家基金委, 中科院创新工程和科技部的支持下, 半导体研究所半导体超晶格国家重点实验室常凯研究员和博士生吴振华、浙师大翟峰教授等合作者, 从理论上提出了一个仅利用衬底应力产生谷极化电流的方案。与以前的方案相比, 无需施加外场或利用纳米带结构。近年来, 人们发现应变会在石墨烯布里渊区K和K' 能谷产生大小相等、方向相反的赝磁场。该研究的方案主要是利用大块石墨烯结构中不同能谷的电子具有不同的布儒斯特角, 实现能谷依赖的类光学输运现象, 进而产生谷极化的电流。该研究发现, 在存在应力时, 石墨烯中的电子以某些特定的入射角入射到应力区界面时, 处于相反谷中的电子可以分别完美隧穿通过应力区或被应力区完全反射, 这一现象类比自然光以布儒斯特角入射到电介质界面时得到线偏振光的过程。

在进一步研究中, 研究人员考虑了一个应力波导结构(见下图, 宽度在50纳米左右)。当限制在沟道中的电子在边界发生全反射时, 会沿着界面方向经历一个侧向位移, 类似光学中的Goos-Hänchen效应。研究证明了应力波导中的谷依赖的Goos-Hänchen效应会导致K和K' 谷中的电子具有不同的波导模式, 不同的群速度, 从而应力波导对两种谷中的电子的导通能力有巨大差异。利用这一特性可以在应力波导的出射端得到高度谷极化的电流。

该研究成果发表在国际著名物理学期刊《物理评论快报》(*Phys. Rev. Lett.*, 106, 176802 (2011))。该项研究对于构建石墨烯谷电子学器件具有重要意义。

[论文链接](#)


应力波导结构



打印本页

关闭本页