物理所在硅烯中发现周期势诱导的狄拉克锥的劈裂

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/5587.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！

物理所在硅烯中发现周期势诱导的狄拉克锥的劈裂。由第IV主族元素组成的蜂窝状材料，比如石墨烯，具有很多奇特的物性，这些奇特物性的根源在于其费米面附近的电子表现为无质量的狄拉克费米子。从能带角度来说，这些材料在布里渊区的K点处的能带为狄拉克锥。调控狄拉克费米子中的物理特性对于实现新型的量子器件具有重要意义。比如，施加周期势可以实现狄拉克费米子费米速度的重整，复制狄拉克锥或者在狄拉克点处打开能隙，从而使得人们能够调控其输运性质。值得一提的是，在三维狄拉克半金属中，破坏空间反演对称性或者时间反演对称性将使狄拉克锥劈裂成两个外尔锥，产生很多新奇的物性，比如手性反常、超大磁阻等。然而，在二维材料中，尚无实验证据表明狄拉克锥可以发生动量上的劈裂。

最近，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心表面物理国家重点实验室SF9组特聘研究员冯宝杰、研究员陈岚、吴克辉与SF10组的博士生周辉、研究员孟胜进行合作，利用角分辨光电子能谱(ARPES)并结合理论计算发现了单层硅烯的狄拉克锥会发生劈裂，该劈裂是由于衬底的长程周期势所导致。

硅烯作为一种新型的量子材料，具有很多优于石墨烯的奇特物性，比如量子自旋霍尔效应等，因此硅烯在石墨烯出现之后便受到了广泛的关注。实际上，2016年，SF9组同SC7组研究员周兴江进行合作，已经发现了成对出现的狄拉克锥(PNAS 113, 14656 (2016))。在此基础上，他们对这些狄拉克锥的起源进行了深入的研究。他们利用同步辐射光源的ARPES详细地研究了硅烯的电子结构：利用线二色性效应，发现狄拉克锥仅对p偏振光可见，结合ARPES中的矩阵元效应，可以判断出这些狄拉克锥主要来自于硅的pz轨道，从而在实验上证实了这些狄拉克锥来自于硅烯本身。利用第一性原理及紧束缚模型，他们发现硅烯与衬底形成的4×4超结构将产生周期性的势场，该周期势场将使狄拉克锥发生劈裂。

这项工作一方面为调控狄拉克锥的物性提供了一项重要的手段，另一方面澄清了长期以来硅烯中的狄拉克锥是否被衬底破坏的争议。这一成果发表在《物理评论快报》(Phys. Rev. Lett. 122, 196801 (2019))上。该工作得到国家自然科学基金委、科技部和中科院B类先导专项等的资助。

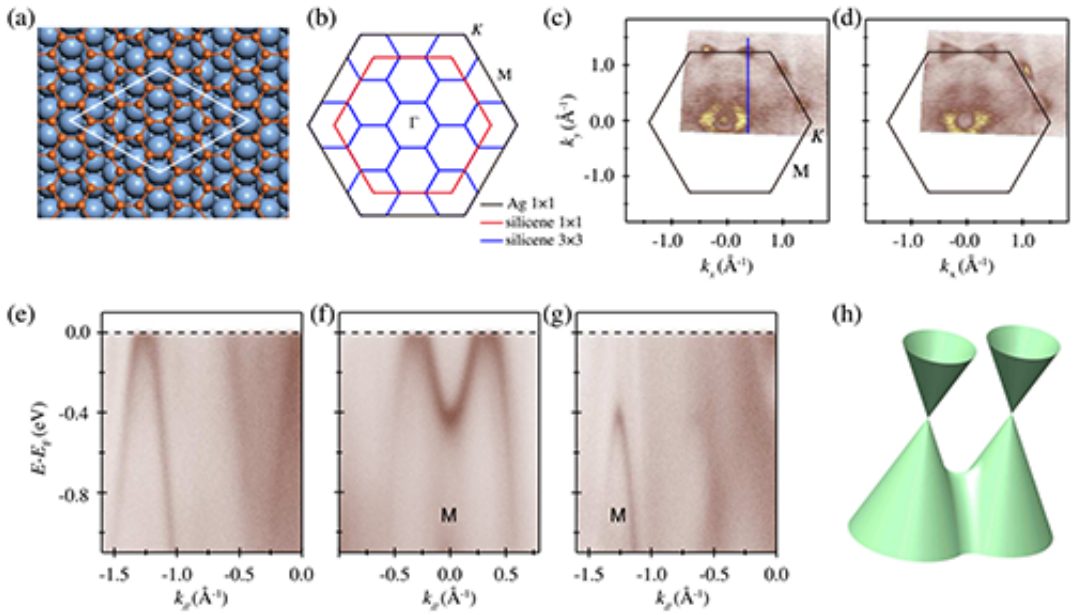


图1：硅烯的原子结构及成对出现的狄拉克锥

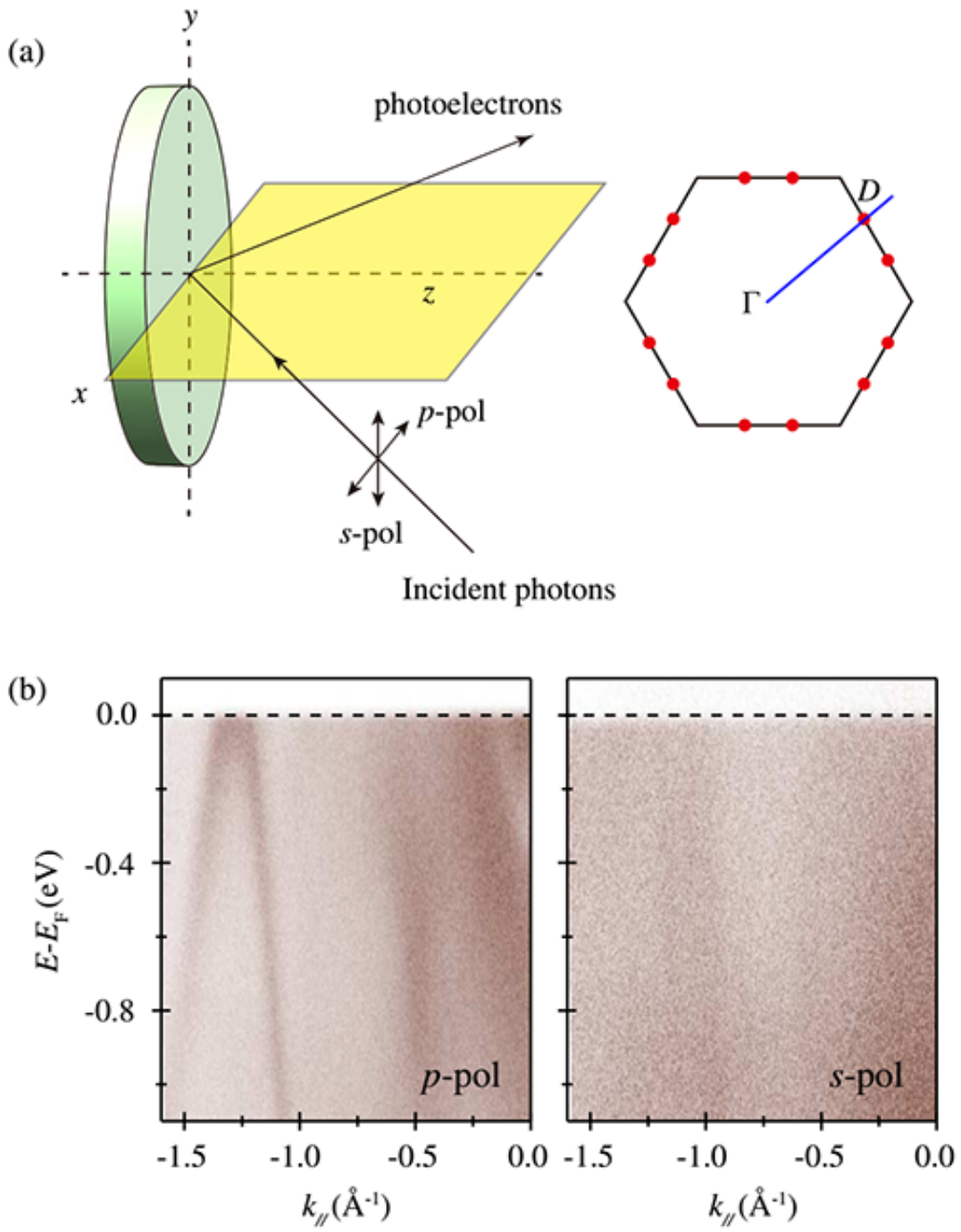


图2：线二色性ARPES示意图及测量结果

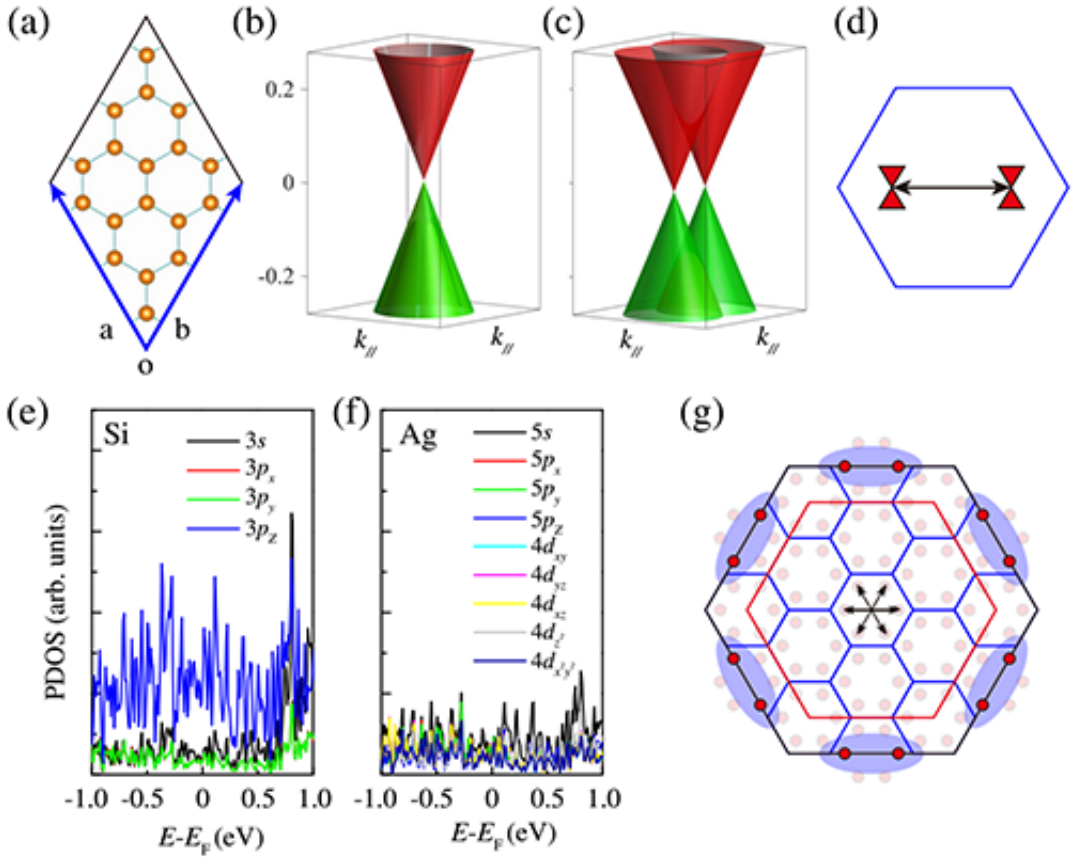


图3：紧束缚模型和DFT计算结果

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