

第二类狄拉克半金属材料PtTe₂薄膜中的高自旋霍尔电导研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/9111.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！

电流在强自旋轨道耦合材料中的自旋轨道力矩(SOT)效应提供了一种超快、高效的操纵磁矩的方式，是研发下一代自旋逻辑和自旋存储的重要基础。应用该效应于当前自旋电子学金属多层膜器件中需要寻找既具有大自旋霍尔角又具有高导电性(即高自旋霍尔电导)的材料。相比于传统上使用的Pt、W等重金属，二维的过渡金属硫族化合物材料(TMDs)在晶相、对称性、电导、自旋轨道耦合强度以及能带拓扑特性等方面具有更多的可调空间，因而近来成为研究电荷与自旋(及赝自旋)等自由

度之间相互转换的一个新

兴体系。尽管已经有不少研究发现了诸如MoS₂、WTe₂

等材料具有较大的自旋霍尔角，但是它们相对大的电阻以及难以大规模制备厚度可控的薄膜等问题限制了该体系的实际应用。高导电性以及具有自旋-动量锁定的拓扑表面态的狄拉克半金属材料可能克服上述问题，然而它们的自旋轨道力矩(SOT)效应还没有相关报道。

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磁学国家重点实验室M02课题组的博士后许洪军、特聘研究员于国强、研究员韩秀峰等人成功制备了大面积、高质量、厚度可控的PtTe₂

薄膜并且首次研究了这种第二类狄拉克半金属的自旋轨道力矩效应。借鉴PtSe₂薄膜的制备方法，不同厚度的Pt

薄膜可以通过在碲蒸汽中退火的

方法而转化成为[001]取向的PtTe₂薄膜。与文献报道的单晶PtTe₂

纳米薄片类似，这些PtTe₂薄膜在室温下具有高导电性(~ 10⁶

S/m)。因为PtTe₂

在大气环境中的相对稳定性，均匀、平

整、大面积的PtTe₂

薄膜可以转移到磁控溅射设备

中制备自旋电子学器件。通过对PtTe₂

/Py异质结进行系统性的自旋力矩-铁磁共振的测量发现PtTe₂薄膜具有较大的自旋轨道力矩效应:

忽略界面自旋的损失，5 nm的PtTe₂的自旋霍尔角在0.09-0.15范围，是对照实验中4 nm Pt的1.5 ~ 2

倍。从PtTe₂

自旋轨道力矩效率随厚度非单调变

化的实验结果可以推测PtTe₂

产生的自旋轨道力矩具有块体态与表面态两个不同的来源。因为高导电性以及较大的自旋霍尔角

，PtTe₂的自旋霍尔电导(0.2-1.6 × 10⁵ ? /2e

$^{-1}\text{m}^{-1}$

)是目前报道的TMDs中最大的,甚至能与典型的拓扑绝缘体 Bi_2Se_3 相比拟。进一步的垂直磁矩翻转实验也证实了 PtTe_2 具有比Pt更高的电流-自旋流转换效率。该研究表明 PtTe_2 以及狄拉克半金属有望应用于低功耗自旋轨道力矩器件及其它自旋电子学器件中,该工作也揭示了大规模制备、研究、应用与 PtTe_2 类似的二维、拓扑材料的可能性[H. J. Xu, J. W. Wei, H. G. Zhou, J. F. Feng, T. Xu, H. F. Du, C. L. He, Y. Huang, J. W. Zhang, Y. Z. Liu, H.-C. Wu, C. Y. Guo, X. Wang, Y. Guang, H. X. Wei, Y. Peng, W. J. Jiang, G. Q. Yu,* and X. F. Han, High Spin Hall Conductivity in Large-Area Type-II Dirac Semimetal PtTe_2 , Adv. Mater. 10 (2020) 2000513]。

该项研究得到科技部(项目编号2017YFA0206200)、国家自然科学基金委员会(项目基金号11874409, 11674373, 51801087, 11804380)和中科院前沿科学重点研究计划(项目编号QYZDJ-SSW-SLH016)等的支持。

[论文链接](#)

图1.
大面积高质量 PtTe_2 薄膜的制备与结构表征。(a)从Pt到 PtTe_2 热辅助的转换示意图。(b)和(c)分别为典型的Pt
 Te_2

2. 薄膜的XRD。

图2. 自旋力矩-铁磁共振器件示意图以及实验结果。(a)

PtTe₂中的RF电流产生的自旋-

轨道力矩(包括沿面内的 τ_{\parallel} 和垂直平面的

)使得近邻的铁磁性Py的磁矩(M)绕有效场方向进动。(b)

PtTe₂薄膜中厚度依赖的自旋-轨道力矩效率(η_{SOT})以及自旋霍尔电导(σ_{SH})。

研究团队单位：物理研究所

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](http://www.iikx.com)转发