
物理所揭示能带填充状态对二维电子气Rashba自旋-轨道耦合的影响

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3855.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！

物理所揭示能带填充状态对二维电子气Rashba自旋-轨道耦合的影响。由于电荷与轨道重构，强关联氧化物界面常常形成具有独特性质的第三相，其中最有趣的发现就是两个绝缘氧化物界面上的高导电性二维电子气。与常规半导体二维电子气不同，界面势阱中的电子具有d电子特征，可以占据不同的d轨道，从而带来一系列新特性例如二维超导电性以及磁性与超导电性共存等。

针对如何获得自旋极化二维电子气，如何实现对电子气的高效调控等问题，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孙继荣团队展开了系统深入的研究，先后发现光激发与栅极电压结合会产生协同效应，使栅极电压对界面电子气的调节效应强化了两个量级(Nat. Commun. 5, 5554 (2014))。随后，他们利用EuO对二维电子气的磁邻近效应，成功地在EuO/KTaO₃界面获得了强磁性的自旋极化二维电子气(Phys. Rev. Lett. 121, 116803 (2018))。

二维电子气研究的另外一个重要问题是电子气独有特性的调控，即，对称性破缺导致的Rashba效应的调控，Rashba效应也是通向电场对自旋过程调控的主要途径。Rashba场依赖于电子气的哪些特征参数，如何控制其变化，一直是研究者极为关心的问题。最近，在研究员孙继荣指导下，博士研究生张慧等深入研究了非晶-LaAlO₃/KTaO₃界面二维电子气，利用光电协同作用实现了对二维电子气费米能级的大范围调控，费米能级变化范围从13 meV 到488 meV，建立了Rashba自旋-轨道耦合参数和费米能级之间的定量关系，自旋扩散长度与能带填充状态之间的定量关系，揭示了能带填充状态对自旋输运过程的影响，得到了目前为止最大的自旋扩散距离(70nm)和最强的Rashba自旋-轨道耦合参数(30 meV)。这一工作为进一步探索高性能二维电子体系提供了坚实基础，为d电子二维电子气体奇异物理效应的探索拓展了新空间。

该研究中密度泛函理论计算工作与物理所教授刘邦贵合作完成。

这一工作发表在ACS Nano (ACS Nano 13, 609 (2019)) 上。该工作得到科技部(2016YFA0300701, 2017YFA0206300, 2017YFA0303601, 2018YFA0305704)、国家自然科学基金委(11520101002, 51590880, 11674378)和中科院重点项目的支持。

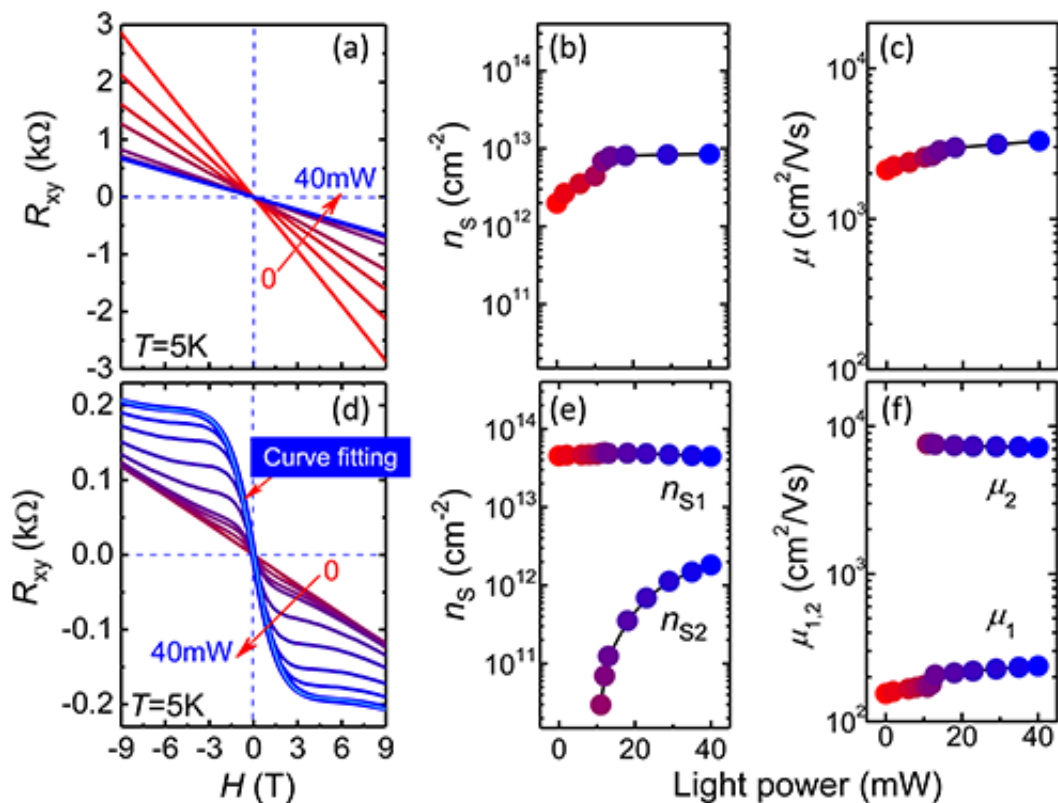


图1 磁场依赖的霍尔电阻。测量温度5K，磁场范围 $\pm 9\text{T}$ ，激光功率0-40 mW。(a) 对应最低费米能级的二维电子气。(d) 对应中间费米能级的二维电子气。(b到c) 相应的载流子浓度。(e-f) 利用典型的量载流子模型拟合得到的对应的电子迁移率。

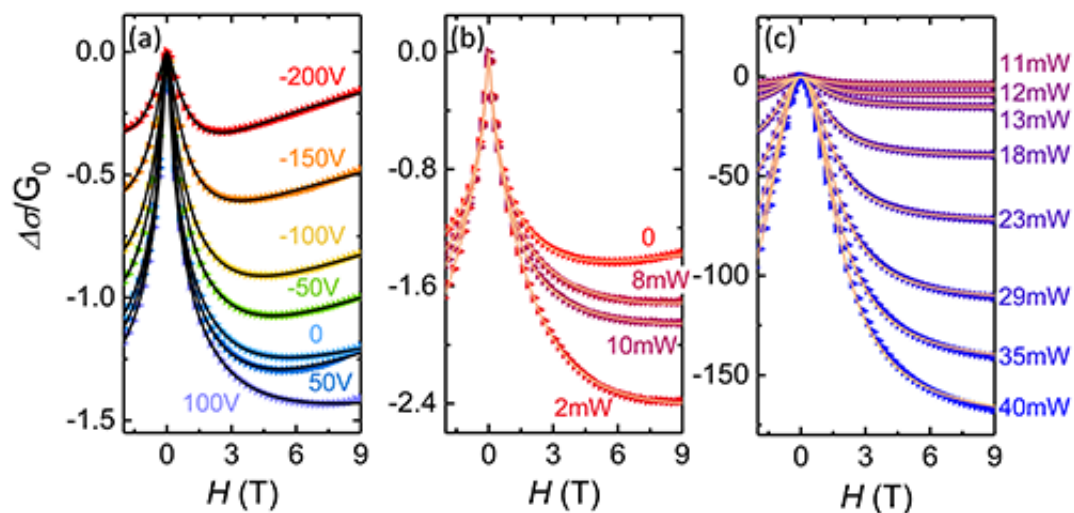


图2 利用垂直样品表面磁场测得的磁电导，测量温度5K。(a) 利用栅极电压调节费米能级。(b-c) 利用光激发调节费米能级。图中实线是根据理论公式拟合的结果，由此推导出Rashba自旋-轨道耦合参数。

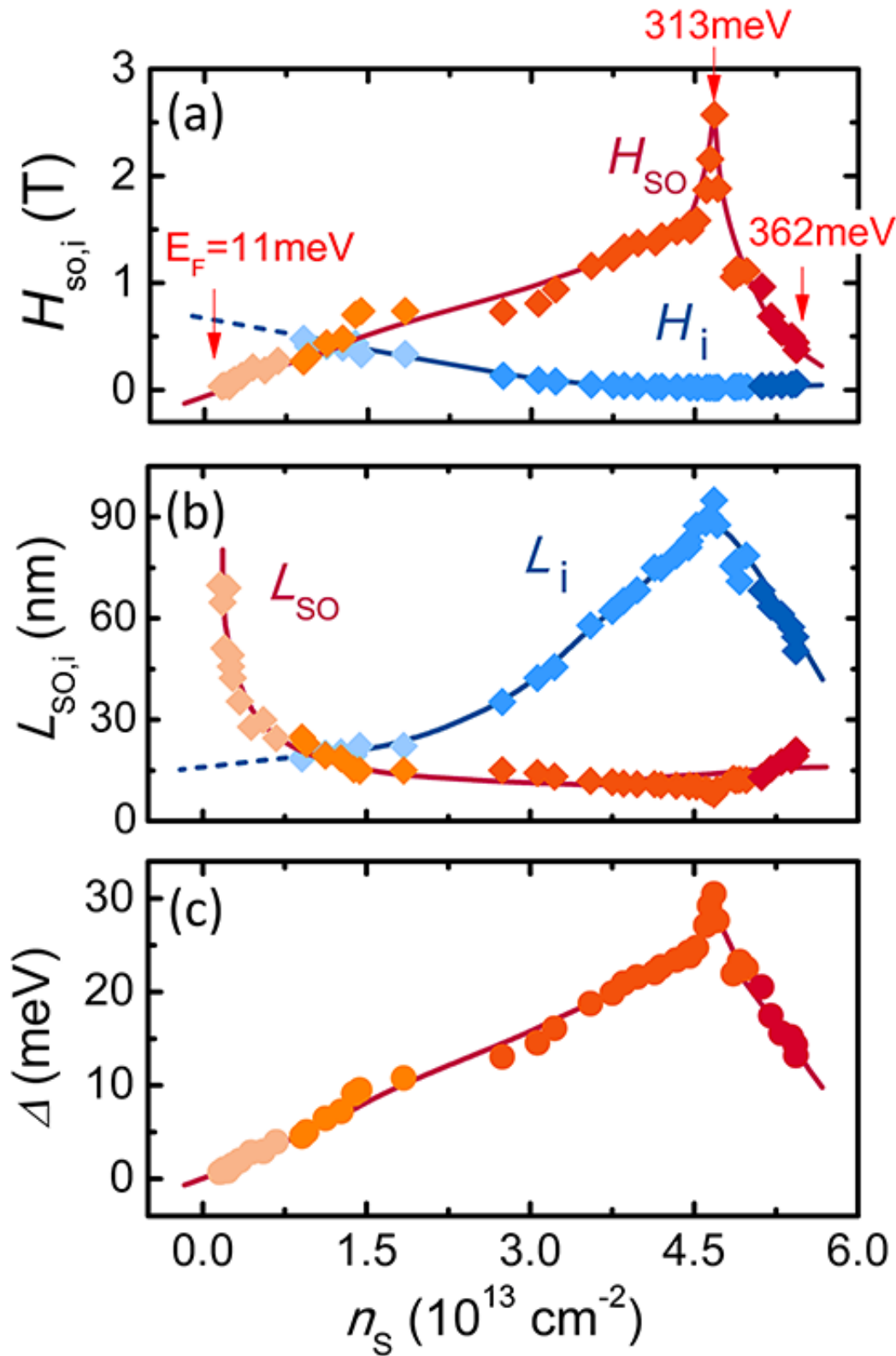


图3 (a) 有效自旋轨道场非弹性场。(b) 自旋进动距离与退相干长度。(c) Rashba 自旋劈裂能随载流子浓度(费米能级)的变化。

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