

人工亚铁磁中实现磁振子手性的调控与同步探测

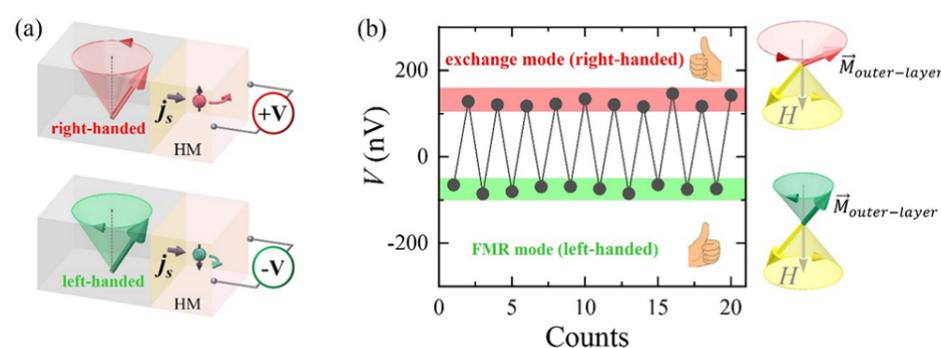
铁磁材料中只存在右手手性的磁振子，因此在自旋电子学的研究中通常只考虑一个独立的本征自由度，即电子的自旋。2014年，牛谦教授与合作者在理论上提出反铁磁材料中可以同时存在右手和左手手性的磁振子，并携带相反的角动量。后续理论工作表明，磁振子的手性可以作为一种独立的自由度，右手和左手手性的线性叠加可以产生有趣的量子态，即磁同位旋 magnetic-isospin (又称 Bloch sphere)，由此可以实现基于手性的磁振子计算。同时，磁振子的手性是一种本征的自由度，利用磁振子的手性作为信息载体可以实现更加高效、节能、非易失的信息传输与处理。然而，截至目前，实验研究人员还未能在反铁磁材料中实现具有独立自由度的手性磁振子。

近期，北京大学物理学院量子材料科学中心栗佳课题组与中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心固态量子信息与计算实验室赵宏武研究员、孟洋副研究员、中国科学技术大学牛谦教授合作，对人工亚铁磁材料 Py/Gd 多层膜的自旋泵浦效应进行了研究。这种特殊设计的人工亚铁磁多层膜，只有最外层 Py 层对自旋泵浦效应有贡献。通过降低温度，可以调控人工亚铁磁多层膜从 Py 主导的亚铁磁序相变为 Gd 主导的亚铁磁序。利用上述特性，研究团队在人工亚铁磁多层膜的最外层 Py 层中成功实现了右手和左手手性的磁振子，并验证了该种材料中的磁振子手性是一种本征的独立自由度，这是首次在实验中实现具有独立自由度的手性磁振子。此外，研究团队还发现，在保持温度、微波频率、外磁场方向等实验条件不变的情况下，仅通过小幅改变外磁场就可以实现对磁振子手性的调控和同步探测。

该研究成果揭示了磁振子手性是自旋电子学中除电子自旋以外的另一种独立本征自由度，拓展了自旋电子学的研究内容；为基于手性的自旋电子学研究铺平了道路；预示着手性磁振子在计算与器件中的应用成为可能。

2022年3月10日，相关研究成果以“人工亚铁磁中磁振子手性的切换” (Switching magnon chirality in artificial ferrimagnet) 为标题，在线发表于《自然·通讯》 (Nature Communications)，并且被编辑推荐为亮点工作 (Featured articles) 予以报道。北京大学物理学院量子材料科学中心栗佳研究员为通讯作者，量子材料科学中心博士生刘雅卉为第一作者，中国科学院物理研究所孟洋副研究员、中国科学技术大学牛谦教授为共同通讯作者。

该项工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金、中国科学院战略性科技先导专项等支持。



图：磁振子的手性作为独立自由度进行调控。(a) 右手与左手手性的磁振子携带相反的角动量，通过自旋泵浦产生自旋极化方向相反的自旋流。(b) 通过调控人工亚铁磁样品的共振模式，成功实现磁振子手性的调制。同时利用人工亚铁磁样品只有最外层铁磁层 ($\vec{M}_{outer-layer}$) 贡献自旋泵浦的优势，通过逆自旋霍尔电压实时读取磁振子的手性。

[电子所刊](#) [公开课](#) [微信](#) [联系我们](#) [友情链接](#) [所长信箱](#) [违纪违法举报](#)

