中国科大二维材料固态自旋色心研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/20309.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！

中国科大二维材料固态自旋色心研究取得进展
。中国科学院院士、中国科学技术大学教授郭光灿团队在二维范德瓦尔斯材料固态自旋色心领域取得重要进展。该团队李传锋、唐建顺研究组与匈牙利魏格纳物理研究中心教授AdamGali等合作，实验研究并理论解释了六方氮化硼（hexagonalboronnitride，hBN）中带负电硼空位（VB-）色心受磁场调制的自旋相干动力学行为，揭示了hBN中VB-色心电子自旋与核自旋之间的相干耦合和弛豫机制，这对发展基于二维范德瓦尔斯材料的相干自旋系统及低维量子器件具有重要意义。9月29日，相关研究成果发表在《自然-通讯》（*Nature Communications*）上。

近年来，研究发现，宽禁带范德瓦尔斯材料hBN是室温自旋色心的优秀宿主。范德瓦尔斯材料通过简单的机械剥离便可制备为原子厚度的二维结构，且可与多种微纳结构相耦合，在低维量子器件制备和近场传感探测等方面比三维体材料具有天然优势，因而hBN中的自旋色心成为固态自旋色心领域的研究热点。

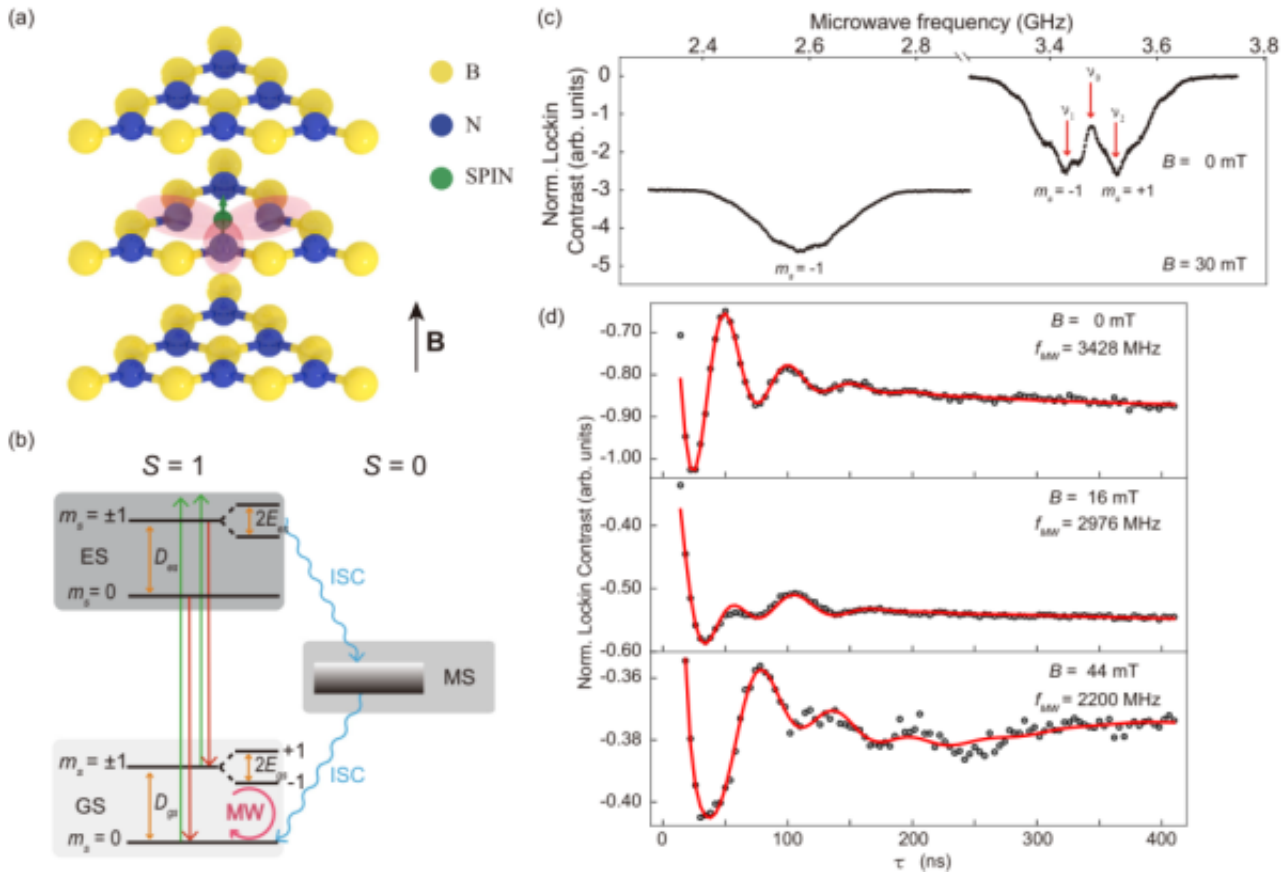
目前，研究最广泛的hBN自旋色心为VB-色心，且集中于VB-的电子自旋，而对VB-电子自旋周围的核自旋缺乏深入研究及观测。由于色心周围的核自旋是固态自旋维度扩展的主要途径之一，且是造成固态自旋弛豫的主要因素。因此，VB-色心的电子自旋与周围核自旋耦合形成的多自旋体系的相干动力学研究，对推动基于范德瓦尔斯材料的固态量子自旋技术至关重要。

本工作中，研究组使用中子辐照技术在hBN中制备出高浓度的VB-
色心样品，并利用ODMR（optical probing magnetic resonance）技术探测VB-自旋能级结构，观测到VB-色心中电子自旋与3个最近邻14N核自旋相互作用产生的超精细劈裂以及14N核自旋偏振随磁场增强的极化现象。同时，研究组对VB-进行多项室温相干操控和探测，包括Rabi振荡、自旋回波、Ramsey干涉探测等。探测结果表明，VB-自旋受到明显的核自旋相干调制，且核自旋调制效应会随磁场增加而变强。为进一步揭示相关现象的内在动力学机制，研究组理论构建了VB-电子与最近邻14N核自旋组成的4自旋系统，并对该4自旋系统的多种动力学性质进行无参数（parameterfree）的理论模拟。结合实验与模拟结果，研究组发现VB-色心中存在较强的电子与核自旋相互作用，同时最近邻14N核自旋极化也受到显著的驱动微波动态调制。此外，研究组还在理论模拟中引入了包含127个14N和11B的多体核自旋环境，并模拟了与之相互作用的开放4自旋VB-系统的动力学行为。通过对照实验和理论结果，研究组发现11B核自旋环境主导了VB-色心的自旋弛豫，而磁场能够减弱核自旋环境的弛豫效应并增强VB-电子与最近邻14N的相干耦合。

该研究从实验和理论上揭示了VB-色心中存在显著的电子和最近邻14N核自旋相干耦合，以及多体11B核自旋环境导致的VB-色心自旋弛豫。该工作为将VB-相干操控自旋拓展至核自旋以及发展相关低维固态量子系统奠定了基础。研究工作得到科技部、国家自然科学基金、中科院和合肥国

家实验室等的支持。

论文链接



（a）VB-色心的原子结构示意图；（b）VB-色心的电子自旋能级结构；（c）不同磁场下VB-色心的ODMR信号；（d）不同磁场下VB-色心的Rabi振荡信号。

研究团队单位：中国科学技术大学

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