中国科大实现高频微波磁场高灵敏度量子传感

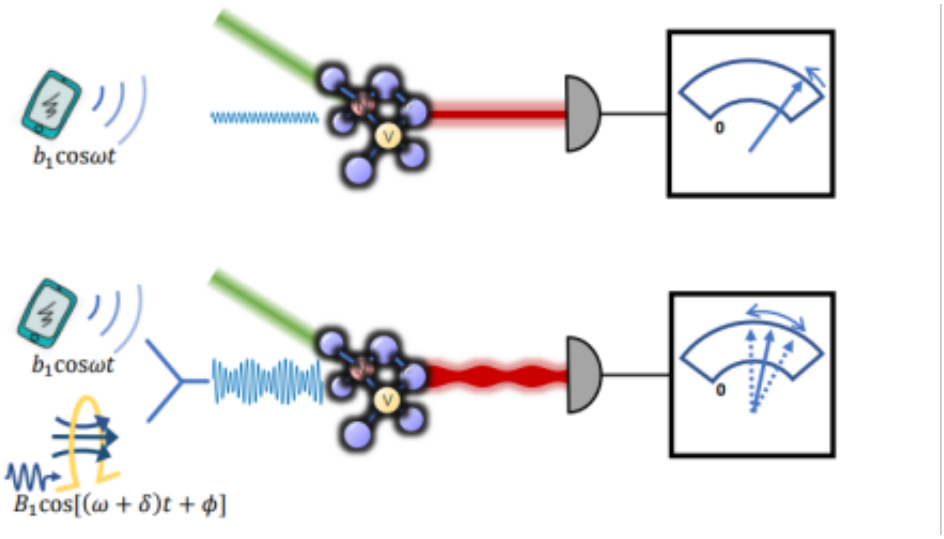
作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/19813.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！

中国科大实现高频微波磁场高灵敏度量子传感。

中国科学院院士、中国科学技术大学教授杜江峰，教授石发展、特任研究员孔飞等，基于金刚石氮-空位（Nitrogen-Vacancy, NV）色心量子传感器实现了皮特斯拉水平的高灵敏微波磁场测量。相比此前该体系实现的亚微特斯拉指标水平，测量灵敏度提升了近十万倍。相关研究成果发表于《科学进展》。



测量方法示意图。上图为NV色心对共振微波的吸收。下图为连续外差探测方法 中国科大供图

微波在人类生活和科学研究中无处不在。日常生活中，移动通信所使用的电磁波便属于微波范畴，发展微波测量技术对无线通讯的发展有重要价值；科学研究中，实现对高频微波的高灵敏测量能够为高场高频磁共振谱学、太赫兹成像、甚至天文学观测提供基础支撑。

利用从原理上革新的量子传感技术能够大大提升微波的测量灵敏度，在过去的十几年中得到广泛研究和发展。目前，常见的量子传感器包括里德堡原子、原子磁力计、超导量子干涉仪、金刚石NV色心等。其中NV色心体系因独特的载体稳定性和室温大气环境兼容性，成为极具发展前景的固态量子传感器，提升探测灵敏度是最重要的发展方向之一。

提升灵敏度最直接的途径是利用大量NV色心开展并行测量。由于单个NV色心的尺寸只有原子级，因此即使是毫米级芯片大小的金刚石中也可以集成数以亿万计的NV色心。但是随着尺寸的增加，对所有的NV色心同步地进行量子调控变得更加困难。

因此，研究人员提出一种无需复杂量子调控的测量方案，大幅地提高金刚石中NV色心的利用率。其基本原理是NV色心在激光的连续激发下会持续产生荧光。当空间中存在一个与NV色心能级共振的弱微波时，荧光亮度会下降，下降的幅度与微波幅度的平方成正比，也就是说当待测微波很弱时，荧光的响应极其微弱。

为提升NV色心对微波的响应，研究团队借鉴传统外差测量的思路，提出了连续外差微波探测方法：引入一个稍强的辅助微波与被测微波干涉，产生拍频振荡，相应的NV荧光也会产生频率为拍频的振荡，其振幅与待测微波幅度成正比。相当于用辅助微波放大了待测微波。

利用该方法，研究团队在体积为0.04立方毫米包含2.8*1013个NV色心的金刚石量子传感器上成功实现了单位时间灵敏度为8.9皮特斯拉的微波磁场测量，相比此前该体系实现的亚微特斯拉指标水平，测量灵敏度提升了近十万倍。

该方法避免了复杂的同步量子操控，可以直接推广到包含更多NV色心的更大体积的金刚石量子传感器上，未来有望将测量灵敏度进一步提升至0.1皮特斯拉水平量级甚至更高。由于省去了与量子操控配套的硬件装置，该方案为金刚石量子传感系统的小型化和芯片化奠定基础。同时也向着金刚石量子传感器在无线通信、磁共振检测等领域的实用化迈出重要一步。（来源：中国科学报王敏）

相关论文信息：https://doi.org/10.1126/sciadv.abq8158

作者：杜江峰等 来源：《科学进展》

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