研究实现可编程拓扑声子芯片

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/35341.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！

研究实现可编程拓扑声子芯片。中国科学技术大学郭光灿院士团队教授邹长铃与清华大学教授孙麓岩、宾夕法尼亚州立大学教授Mourad Oudich和Yun Jing等开展合作研究，首次在非悬空、片上大规模可拓展的微米尺度波导中，实现了1.5吉赫兹频率的拓扑声子边缘态与鲁棒Thouless泵浦，并研制出具备电调功能的拓扑声子马赫-
曾德尔干涉仪声学开关和调制器。8月25日，研究成果发表于《自然-电子》。

声子集成线路作为继电子、光子之后的新一代片上信息传播载体，在经典和量子信息处理中具有巨大的应用潜力，涵盖微波信号处理、精密传感和量子频率转换等多个方向。然而，传统声子器件面临诸多技术瓶颈：工作频率低、依赖于悬空结构、缺乏有效的动态调控手段，且对制造缺陷的容错能力不足，严重制约了其发展。

研究团队创新性地利用蓝宝石基底和氮化镓芯片材料的高声学折射率对比度，设计了微米尺度的波导结构，成功将声波有效限制在芯片表面。这项研究首次实现了工作频率达1.5 吉赫兹的可重构、非悬空、集成式拓扑声子波导阵列。该芯片巧妙利用相邻波导间倏逝场耦合，构建了等效一维非对角Aubry-Andr é -Harper模型的拓扑声子晶格。通过自主搭建的高灵敏度振动探测仪，成功观测到了拓扑声学边界态、Thouless泵浦效应，并验证了其对结构缺陷的鲁棒性。此外，团队基于自主开发的声学模式展开算法，实现对厘米级长度的多波导复杂耦合结构中声波传输的高精度、高效率的数值仿真计算，计算结果与实验结果高度吻合。

基于拓扑泵浦结构，研究团队进一步设计并实现了拓扑Y分束器和可重构拓扑声子线路。利用热声效应原理，仅需25伏电压即可在干涉仪两臂间引入π相位差，实现对拓扑声子传输路径的快速电控切换。通过施加高速射频信号，器件还可以实现对声波的强度调制，3分贝调制带宽达650赫兹。为未来开发基于规模化拓扑声子线路的信息处理应用奠定了坚实基础。

这项工作为解决大规模集成声子电路在高频、可重构、鲁棒性等方面的核心技术难题提供了创新解决方案，充分展示了拓扑声子学在微波声学芯片领域的巨大应用潜力。该技术平台具有与光子学器件和超导量子器件集成的天然优势，为未来经典与量子信息处理提供了全新的混合集成技术路径，有望推动声子芯片在5G/6G射频前端、微波光子雷达、量子接口等战略性领域的产业化应用。（来源：中国科学报 王敏）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41928-025-01437-8

作者：郭光灿等 来源：《自然—电子学》

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