

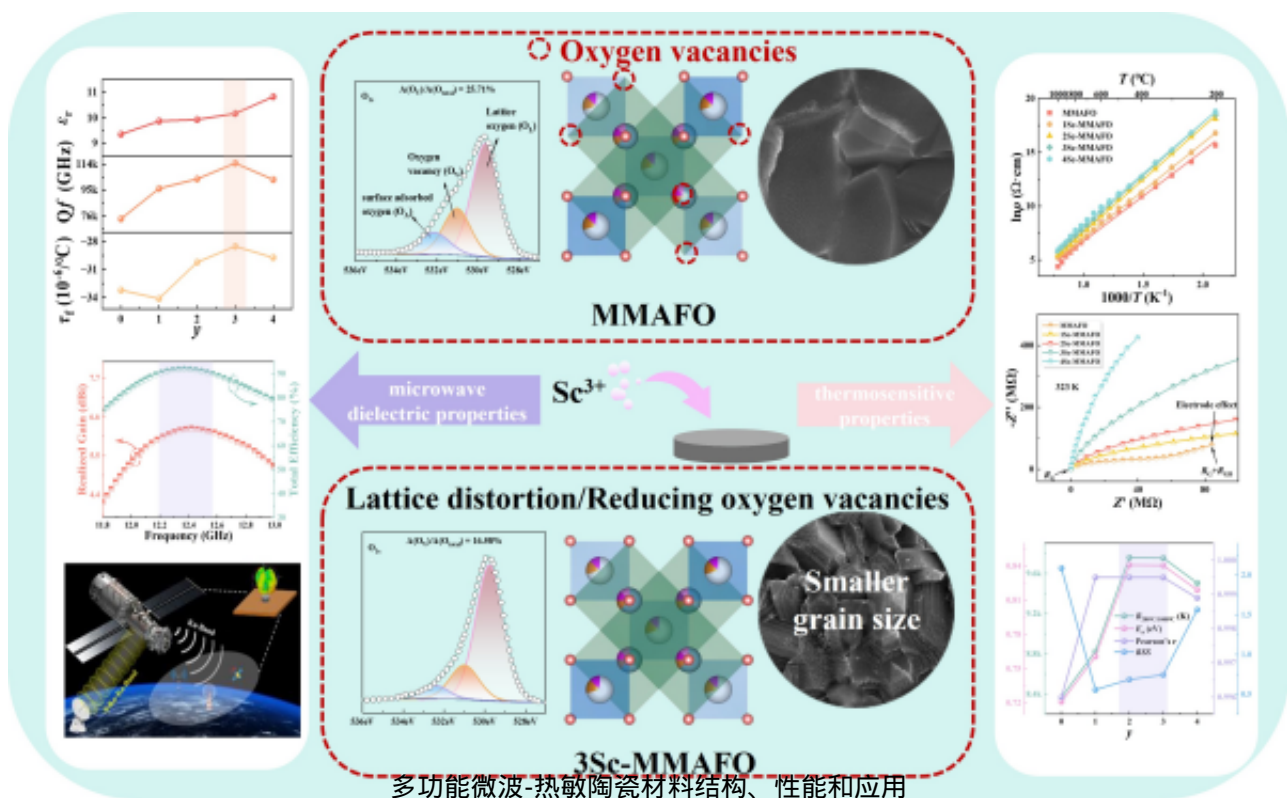
6G射频前端用多功能微波-热敏陶瓷材料研究获进展

随着5G/6G通信技术向空天地海一体化网络演进，传统功能陶瓷在宽温域内同步实现稳定微波信号传输与精准温度传感的核心材料瓶颈愈发显著。特别是在毫米波通信频段向Ku/Ka波段拓展的需求下，微波介质陶瓷需兼具三项关键特性：可调谐的介电常数（ ϵ_r ），满足器件微型化需求；高 $Q \cdot f$ 值，可增强频率选择性；接近零的谐振频率温度系数（ τ_f ），确保热稳定性。同时，负温度系数热敏陶瓷作为系统“热管理器”，需在宽温域内具备高线性度与高B值以实时校准温度漂移。尖晶石陶瓷在单一功能领域表现突出，如 MgAl_2O_4 的优异微波性能和 MnFe_2O_4 的负温度系数特性，但二者存在固有缺陷——前者因超高电阻率无法实现热敏功能，后者因 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 变价导致高温电学失稳。

前期，中国科学院新疆理化技术研究所科研人员通过固溶设计制备的 $\text{Mg}_{0.8}\text{Mn}_{0.2}\text{Al}_{1.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_4$ 陶瓷将B值提升至8056 K，但受限于氧空位诱导的电荷失衡和非阿伦尼乌斯行为，导致微波性能与热敏线性度难以兼容。

近期，研究人员针对 Mg-Al-Mn-Fe-O 尖晶石陶瓷在高温下电学性能非线性及微波损耗等问题，提出了基于 Sc^{3+} 晶格锚定效应调控价态平衡，同步抑制氧空位扩散并强化八面体键价的策略。实验结果表明，在200 至1000 超宽温域内实现了高度线性热敏特性，满足宽温域温度传感的线性度需求。同时，研究实现了尖晶石陶瓷低 ϵ_r 、超高 $Q \cdot f$ 及近零 τ_f 的平衡。基于该材料制备的圆柱介质谐振天线在12 GHz卫星通信频段实现了92%的辐射效率与6.28 dBi的增益，验证了其在卫星通信前端模块中的工程应用潜力。

相关研究成果发表在《先进陶瓷》（Journal of Advanced Ceramics）上。研究工作得到国家自然科学基金和中国科学院相关项目等的支持。



原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/233712.html>