新疆理化所在解析复杂氧化物高温热敏传感器电输运性质方面取得进展

温度传感器是将温度转化为可用输出电信号的传感器。利用某些氧化物半导体材料的负温度特性制成的响应快、成本低、尺寸小、灵敏度高的NTC（Negative Temperature Coefficient）热敏传感器，广泛应用于工业领域高温测控。其中高温NTC热敏传感器也被认为是未来替代铂电阻和热电偶的潜在高温温度传感器。

在种类繁多的氧化物体系中，白钨矿结构在高温下能够保持优异的结构/热稳定性，近年来成为高温NTC热敏传感器的研究热点。但白钨矿CaWO4的高电阻率使其无法输出有效信号。通过引入稳定氧化还原电对Ce4+/Ce3+能够大幅降低电阻率，但造成了阻温关系偏离阿伦尼乌斯方程，增加了电输运性质的复杂性。由于复杂氧化物微观结构的未知性，阻碍了人们对电输运性质的解析，为线性化电路设计带来了困难。

中国科学院新疆理化技术研究所材料物理与化学研究室研究员常爱民团队，多年来致力于热敏材料及器件的研究与应用。该团队对白钨矿高温热敏材料及器件的阻温关系偏离现象开展了初步研究，发现上述偏离现象是变程跳跃输运和高低温最近邻跳跃输运不一致协同作用的结果（J. Am. Ceram. Soc., 2021）。近日，该团队从微观结构入手进一步解析了白钨矿Ca-Ce-Nb-W-O基复杂氧化物热敏传感器电输运性质：（1）在[112]带轴中出现超晶格衍射斑点，结合明暗衬度交替排列分布的晶格条纹，证明了该体系为调制结构。（2）通过几何相位分析，发现了明显的刃位错各向异性分布，这种各向异性导致了低温下电输运性质的多样性——变程跳跃输运和最近邻跳跃输运；高温下，快速失氧诱导材料发生局域-退局域化转变，各向同性的缺陷促使电输运性质单一化——最近邻跳跃输运，其为激活能是温度函数的非平衡态热激活机制。（3）基于第一性原理，证明了z轴方向电子的局域态和xy平面的扩展态，强电子-电子相互作用维持了较高温度下电子局域态，支持了电输运性质多样性的结论。

相关研究成果发表在《应用物理快报》上。该研究工作得到中科院青年创新促进会、西部青年学者等项目的资助。

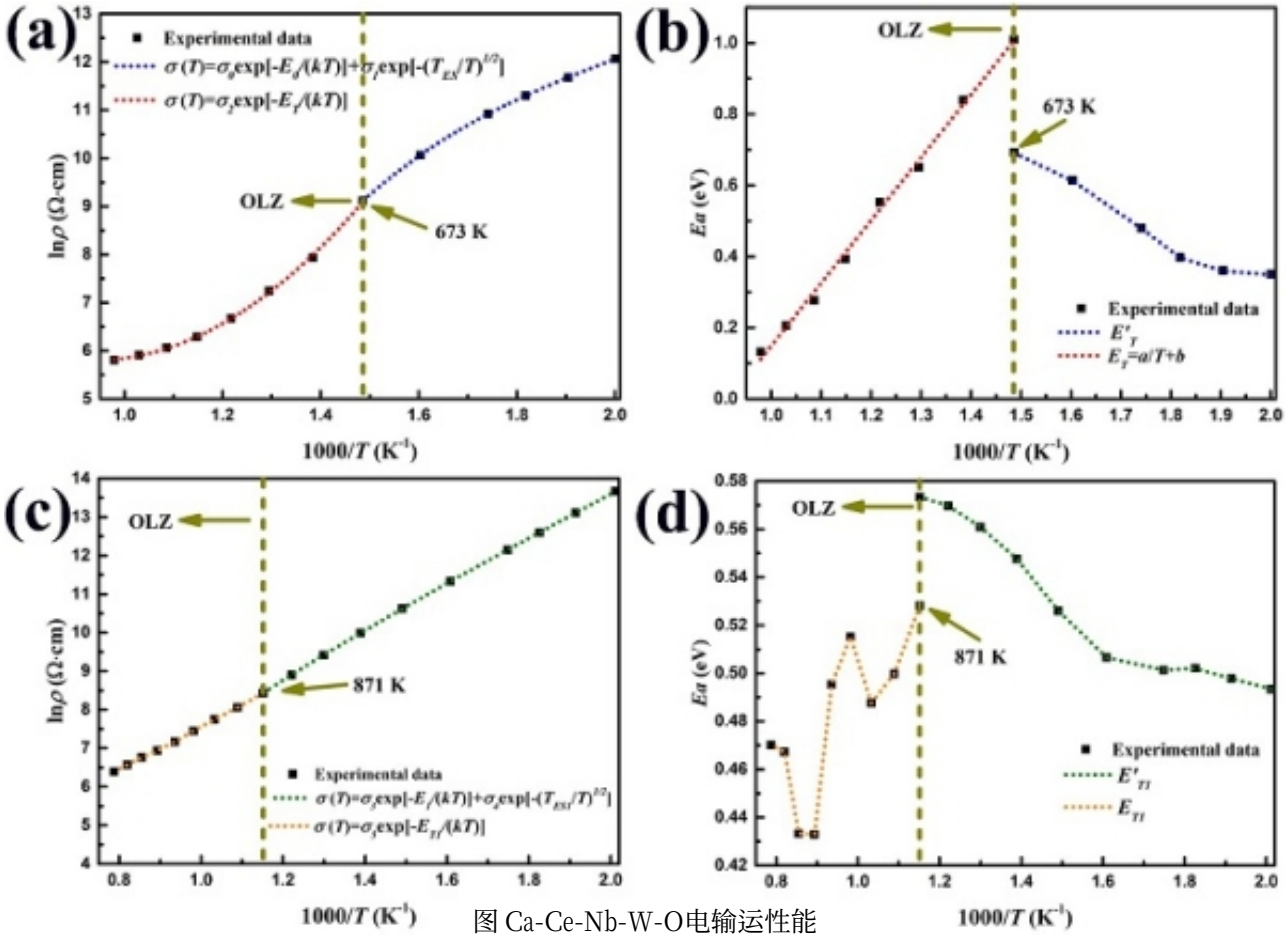

图 Ca-Ce-Nb-W-O电输运性能

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/180061.html