

物理所LiOsO₃-金属中的铁电结构转变研究取得进展

文章来源：物理研究所

发布时间：2013-10-08

【字号：小 中 大】

铁电性一般出现在绝缘体材料中。铁电材料在一定温度范围内具有自发极化的基本性质，其自发极化强度受到外加电场的作用可以发生反转或重新排列。铁电性在相变温度（即居里温度）总是伴随着晶格结构的改变，表现为中心反演对称性的破缺。在金属中，由于传导电子的屏蔽作用，自发极化很难进行，因此观察不到铁电性。

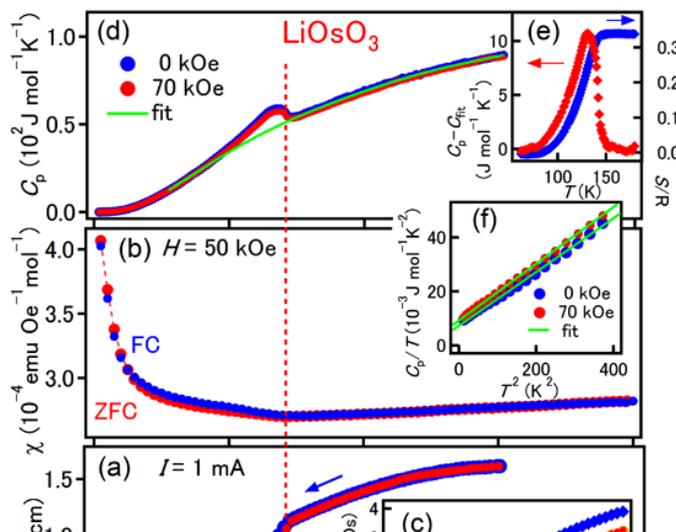
1965年，诺贝尔奖获得者Philip Anderson 教授和合作者Blount 基于晶体结构对称性的研究，最早提出了“铁电金属”的概念，认为金属也可以表现出如广为人知的铁电材料LiNbO₃和 LiTaO₃相同的结构转变。然而，近半个世纪以来，此类材料从来没被实验证实。

最近，中科院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室（筹）王楠林研究组的石友国副研究员与日本国立材料研究所（NIMS）的Kazunari Yamaura研究员合作，通过高压合成法，成功制备出一种新型的5d 过渡金属氧化物LiOsO₃。在140K附近，LiOsO₃具有结构相变，电阻测量表明相变前后LiOsO₃均表现出良好金属性（图1）。对LiOsO₃在室温及90 K时沿着[120]轴向进行的汇聚束电子衍射（convergent electron beam diffraction, CEBD）表征发现，在结构转变温度以上，CEBD衍射图可以用中心对称的空间群R-3c表示，而在转变温度以下，衍射图样则表示为非中心对称的空间群R3c，意味着晶体结构的对称中心在结构相变过程中消失（图2）。为了进一步揭示结构相变的机制，他们与牛津大学物理系Andrew Boothroyd教授研究组合作，在英国ISIS中子源对LiOsO₃进行了中子散射的研究。实验证实，伴随着结构相变Li离子沿着晶体的c轴方向位移较大（图3）。对中子散射图谱的结构精修证实了CEBD给出的结构模型，而对称性的消失正是由于Li离子沿着c轴方向移动的结果。这些结果清楚地表明在LiOsO₃金属中的确存在与铁电材料LiNbO₃ 和 LiTaO₃ 相同的结构转变，表现出中心反演对称性的破缺。

该实验发现首次验证了Anderson 和Blount提出的“铁电金属”的概念，同时还表明金属与绝缘体中结构转变的机制并非截然不同，在某些情况下也可能出现类似的情况。另外，“铁电金属”的发现，会带来诸多可能的有趣物理现象，例如在某些条件下可能存在非中心对称的超导材料等，因而具有较高的研究价值。

以上结果发表在最近一期*Nature Materials*杂志上，并且被选为*News&Views*专门点评。该研究得到了科技部“973”项目（No. 2011CB921701, 2011CBA00110）和中科院的支持。

文章链接 [1](#) [2](#)



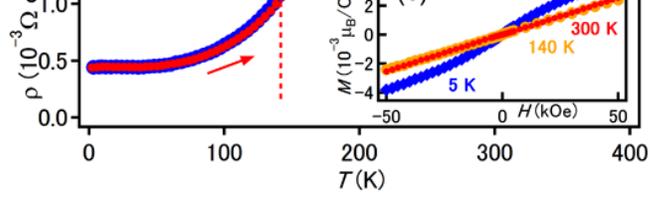


图1 LiOsO_3 的电磁学物理性质

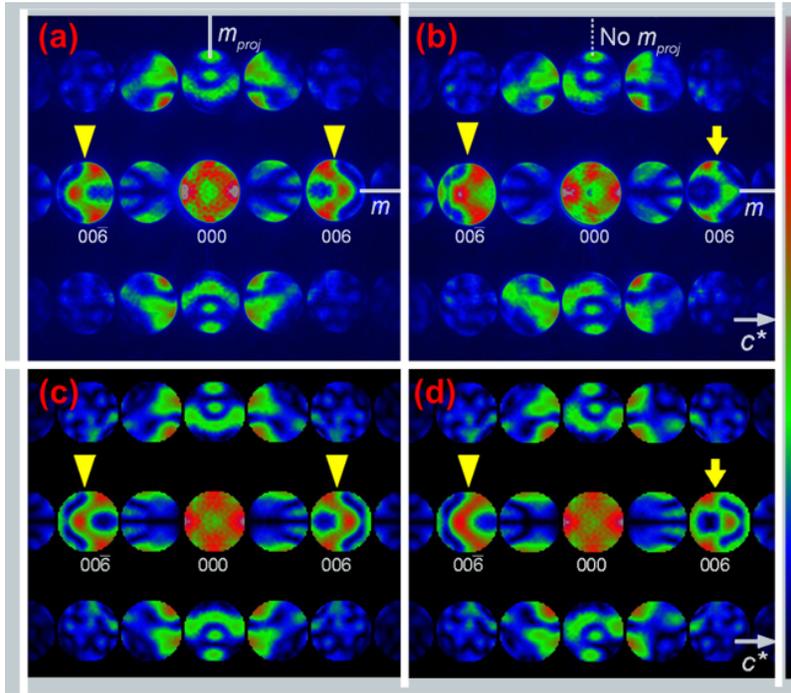


图2 在(a)室温和(b) 90 K 时沿 LiOsO_3 $[120]$ 区间轴的CEBD图谱。(c)和 (d) 对应利用中心对称模型($R-3c$)和 (d) 非中心对称模型($R3c$)拟合结果。箭头或箭状图形表示沿倒易空间 c^* 方向中心对称在晶体结构中存在或消失的情况，反映了中心反演对称性的破缺。

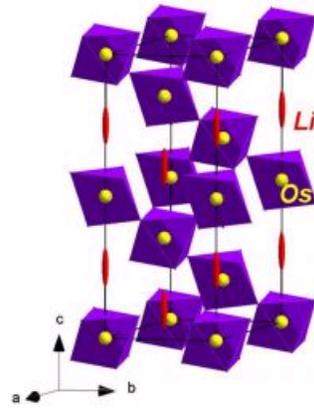


图3 根据中子散射数据结构精修得到的晶体结构示意图，清楚的显示了Li离子沿 c 轴的移动情况。

打印本页

关闭本页