

物理所忆阻器的可调电致发光取得进展

忆阻器 (Memristor) 是电路里继电阻、电容和电感之外的第四种基本元器件。由于其在非易失性存储、人工神经网络、混沌电路、逻辑运算及信号处理等领域的应用潜力, 成为2008年后电子学器件领域内的一个重要研究对象。电致发光 (Electroluminescence) 通常指半导体材料中电流或电场诱导的电子空穴对复合发光现象, 在作为光源和显示等应用领域具有较长的历史。通常, 忆阻器和电致发光器件具有截然不同的结构和原理, 在同一器件中同时实现存储和电致发光功能十分罕见。

中科院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室(筹)纳米物理与器件实验室张广宇研究组近两年来一直把忆阻器的研究作为一个重要方向。

2012年, 该组报道了基于石墨烯-氧化物平面纳米间隙结构的忆阻器中的多阻态存储现象【ACS Nano 2012, 6, 4214】; 最近, 该组张广宇研究员, 时东霞研究员, 博士生何聪丽、陈鹏等在此种器件中发现了和阻变相关联的可调制电致发光现象, 并与光物理重点实验室李志远研究员、李家方副研究员, 东南大学孙立涛教授、吴幸博士合作, 对该器件结构中的发光光谱和发光机制进行了系统的研究。

研究中发现, 石墨烯-氧化物平面纳米间隙结构忆阻器中的电致发光光谱范围为400-1100纳米, 对应可见光区及近红外光区。该忆阻器处于不同的电阻态—高阻态和低阻态—时相应的电致发光峰位不同, 分别为550纳米和770纳米; 且低阻态比高阻态在发光强度上要高一个数量级。

这种可调制发光现象主要归因于纳米间隙中形成的硅纳米晶, 注入的电子和空穴在硅纳米晶中复合导致了辐射发光。这一推论在器件结构表征结果中得到了验证。他们通过高分辨透射电子显微镜, 观察到了器件处于不同的高、低阻态时纳米间隙结构中形成的硅纳米晶尺寸不同。

不同尺寸的硅纳米晶的带隙不同, 从而导致不同波长的光发射现象。此外, 该类器件阻变过程中伴随的电致发光响应较快, 相应的响应时间和衰减时间分别为0.7 μs 和17.7 μs 。基于这种简单的平面结构, 他们展示了这种器件可以用来构造低成本、大面积的集成光源及产生 $\sim \mu\text{s}$ 量级的光脉冲, 从而用于照明、显示及光开关等领域。

另外, 该结构中电阻态和发光态是互相关联的, 通过施加不同的电压偏置, 设置该结构到不同的电阻态, 从而来调制器件发射不同颜色的光; 反过来, 还可以通过收到的光谱判定器件的电阻态。该类器件为开发新型多功能纳米光电器件提供了一种新的思路, 可能在新一代信息存储与传输、光互联等领域具有潜在应用。

相关研究结果近期发表在Advanced Materials (2013, 25, 5593) 上。

此项工作得到了国家自然科学基金委、科技部和中国科学院项目的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/54748.html>