

唯实 拓新 求真 协力

首页 所况介绍 科研机构 职能部门 科研成果 人才队伍 党群文化 国际合作 院地合作 研究生世界 公共资源 内部信息

新闻中心

头条新闻
科研进展
工作动态
媒体视角

您现在的位置: 首页 > 新闻中心 > 科研进展

固体所在光电探测研究方面取得系列进展

发布日期: 2017-03-20

作者: 许少辉、姚洁

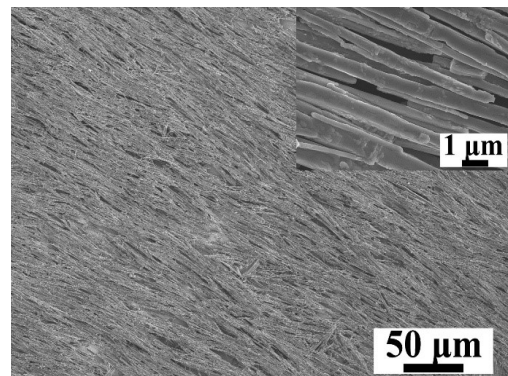
【打印】 【小中大】 【关闭】

近期, 固体所费广涛研究员小组在纳米材料光电探测研究方面取得系列新进展, 相关研究工作分别发表在 *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2016, **18**(48): 32691-32696、*J. Mater. Chem. C*, 2017, **5**(6): 1471-1478、*Appl. Surf. Sci.*, 2017, **407**: 7-11和 *J. Mater. Sci.*, (DOI: 10.1007/s10853-017-0959-z)上, 部分工作已申请中国发明专利(受理号: 201610565864.7、201610422475.9)。

光电探测在医疗诊断、生化分析、环境保护等领域有着重要作用, 具有非常广泛的应用前景。提高探测器的响应度、信噪比、响应速度以及可实用化是研究人员一直努力追求的目标。课题组研究人员围绕这一目标开展了系列工作, 在用于光电探测的纳米材料的制备及性能优化方面, 取得了重要进展, 分别制备了基于钒氧化物纳米线有序阵列、二氧化钒/碳纳米管复合薄膜、碲(Te)纳米线有序阵列以及碲化铅(PbTe)网格结构纳米线等, 并在上述材料基础上构筑了原型探测器。相关研究表明, 结晶完好的纳米线能够有效降低电子输运中的界面和缺陷等因素影响, 使电子传输通道更为顺畅, 基于顺排纳米线和网格结构纳米线制备的光电探测器性能明显提高。

1、大尺寸高度有序五氧化二钒纳米线阵列光电探测器的制备和光电特性

目前纳米材料的光电特性的研究大部分集中在单根纳米线方面, 他人的研究表明, 单根纳米线的光电特性要好于常规市售的光电探测器。然而, 由于单根纳米线的有效光照面积很小, 导致所产生的光电流很小, 需要非常精密的仪器来测量。如果将单根纳米线排列起来, 形成有序阵列, 这样既可以发挥纳米材料光电特性好的优点, 又能够最大限度地增加有效光照面积。基于此, 课题组付文博博士等采用水热法制备了结晶度高、缺陷少的氧化钒纳米线, 并将其顺排起来, 成功地制备了大尺寸高度有序的氧化钒纳米线阵列, 阵列尺寸可以达到平方毫米量级。所制备的V₂O₅光电探测器原型器件在入射波长为450 nm下, 表现出高的探测性能, 器件响应度为160.3 mA/W, 探测率为6.5×10⁸ Jones, 响应时间为17~12 ms(详见 *J. Mater. Chem. C*, 2017, **5**(6): 1471-1478)。这项工作对推进阵列结构制备和在光电子器件等领域的应用都具有重要意义。

图1. V₂O₅纳米线有序阵列的SEM图像

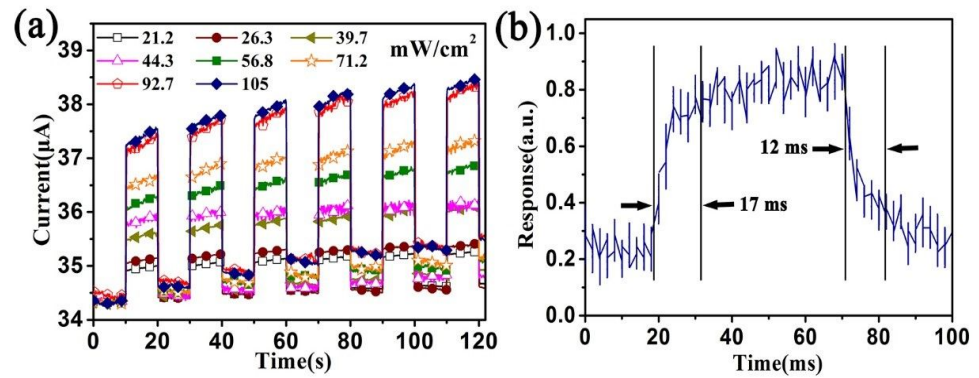


图2. V₂O₅纳米线阵列光电探测器性能

2、二氧化钒/碳纳米管复合薄膜的红外光电响应

热红外探测器是利用红外辐射的热效应引起探测器的温度变化而实现探测的，相对于光子型红外探测器来说，热红外探测器的优势是其与入射光波长无关，可以工作在室温，且成本低。VO₂(M)具有较大的温度电阻系数，碳纳米管具有热容小、导热快的特点。将VO₂(M)与碳纳米管复合起来，形成双层复合薄膜，这样就可以充分利用两者的优势，将碳纳米管上吸收的热迅速传给VO₂(M)，最大限度地增大红外光电特性。他们和清华大学纳米科技研究中心姜开利教授课题组合作，制备了碳纳米管与VO₂双层复合膜。这种VO₂(M)/碳纳米管双层复合膜的红外光电响应特性明显高于单纯的VO₂薄膜 (详见J. Mater. Sci., DOI: 10.1007/s10853-017-0959-z)

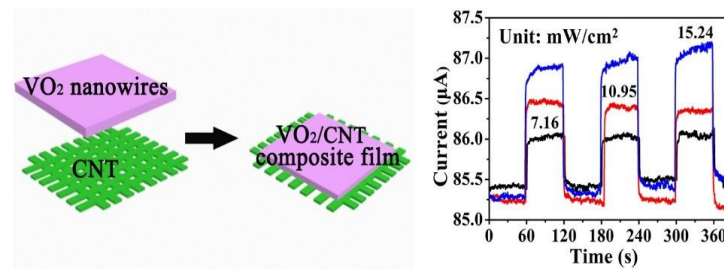


图3. VO₂(M)/碳纳米管复合薄膜制备及红外探测曲线图

3、碲纳米线有序阵列红外探测器研究

碲是一种窄带隙半导体材料，室温下带隙约为0.35eV，具有优越的光电性能。相对于具有大量界面的纳米晶薄膜来说，单晶纳米线晶界少，对光生载流子的散射效应弱，因此表现出良好的光电特性，是目前研究的一大热点。如前所述，将单根纳米线顺排组装起来，形成有序阵列，将可以发挥纳米材料光电特性好的优点，又能够最大限度增加有效光照面积。

仲斌年博士等制备了尺寸均一的碲纳米线，并组装成大面积有序排列的纳米线阵列。基于这种大面积有序排列的碲纳米线阵列的红外光电探测器原型器件表现出好的红外响应特性。与无序排布的碲纳米线器件相比，它的响应率大幅度提高，响应时间缩短。这一工作揭示了有序阵列结构在光电探测方面的巨大优势。该工作以封面论文发表在Phys. Chem. Chem. Phys., 2016, 18(48): 32691-32696上。



Showing research from Dr Guanyu Tan's Laboratory/ Institute of Solid State Physics, Chinese Academy of Sciences, P. R. China.

Other publications: Synthesis, assembly, electrical assembly and photovoltaic performance of Pt nanowires

The authors: The authors in large quantity were supported by a 973-program (2012CB934700) and other national scientific research projects.

As featured in: PCCP

www.rsc.org/pccp

图4. PCCP杂志第18卷第48期背封面

4、碲化铅纳米线红外探测的性能研究

基于碲化铅(PbTe)的红外探测器具有可覆盖中远红外波段, 探测噪声低, 量子效率高, 灵敏度高等优点, 在红外探测方面有着广阔的应用前景。目前PbTe红外探测器主要是以纳米颗粒组成的薄膜形式存在, 但是薄膜中纳米颗粒之间的界面等会对电子输运产生阻碍, 导致探测器性能降低。MSM型光探测器是一种金属-半导体-金属接触的光伏探测器, 可以看成是一对背靠背相连的肖特基势垒二极管, 这种结构探测器的暗电流通常很小。课题组宫欣欣博士等结合单晶纳米线与MSM型结构的优点, 构建了一种PbTe单晶纳米线MSM结构的红外探测器原型器件。研究表明, 这种探测器原型器件具有好的循环稳定性, 响应时间在毫秒量级, 比颗粒组成的薄膜快很多(详见Appl. Surf. Sci., 2017, 407: 7-11)。

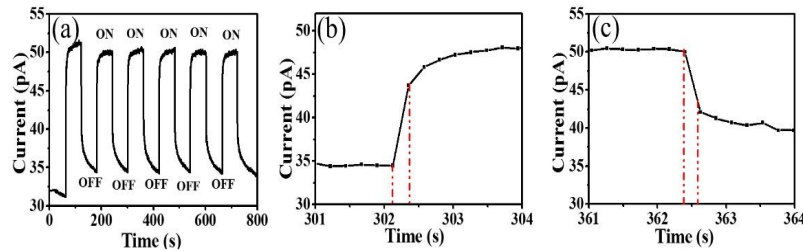


图5. PbTe纳米线红外探测器光电曲线及响应时间曲线

以上工作得到国家重大科学研究计划课题和多项国家自然科学基金项目的资助。

【相关文章链接地址】

Phys. Chem. Chem. Phys., 2016, 18(48): 32691-32696:

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/cp/c6cp04979f#!divAbstract>

J. Mater. Chem. C, 2017, 5(6): 1471-1478:

<http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2017/TC/C6TC04894C#!divAbstract>

Appl. Surf. Sci., 2017, 407: 7-11:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433217302696>

J. Mater. Sci. (DOI: 10.1007/s10853-017-0959-z):

https://link.springer.com/article/10.1007/s10853-017-0959-z?wt_mc=Internal.Event.1.SEM.ArticleAuthorOnlineFirst。



皖ICP备050001008号中国科学院固体研究所 版权所有
地址: 安徽省合肥市蜀山湖路350号
邮编: 230031 电话: 0551-65591415 传真: 0551-65591434