



有关热电材料最新研究成果在高水平期刊发表

硅材料国家重点实验室(材料学院)赵新兵教授课题组朱铁军教授指导的博士生付晨光在开发新型高温热电材料方面的研究取得重要进展,相关成果最近连续在国际著名学术期刊Adv. Energy Mater. (IF=14.385)和Energy & Environ. Sci. (IF=15.49)上发表。

热电材料是一种能实现热-电直接相互转化的能源材料。赵新兵教授课题组长期致力于开发新型高效的高温热电材料。目前国际上N型ZrNiSn基half-Heusler高温材料的热电优值ZT已达到1以上,但开发高性能的P型half-Heusler热电材料一直面临巨大的挑战。

付晨光博士生首先通过电子能带结构计算发现,Fe(V,Nb)Sb基half-Heusler合金固溶体的价带存在多兼并能谷,具有高热电性能的潜力。基于此计算,实验采用高含量Ti掺杂获得了高性能的新型p型Fe(V_{0.6}Nb_{0.4})_{1-x}Ti_xSb固溶体,热电优值ZT在900K达到0.8,比常规P型half-Heusler合金提高60%。相关论文

“High Band Degeneracy Contributes to High Thermoelectric Performance in p-Type Half-Heusler Compounds”今年8月在线发表于Adv. Energy Mater.。

基于以上工作,进一步分析认为低的载流子迁移率是制约该体系获得更高热电优值的主要原因。能带结构计算发现FeNbSb的价带有效质量低于FeV₂Sb,同时

FeNbSb具有更大的禁带宽度。实验通过提高Fe(V_{1-y}Nb_y)_{1-x}Ti_xSb固溶体中的Nb含量降低价带有效质量,从而提高载流子迁移率。同时由于禁带宽度的增加抑制了子激发,使材料最佳使用温度提高。最终获得的FeNb_{1-x}Ti_xSb化合物的ZT值在1100K时达到1.1,这是目前p型half-Heusler化合物中获得的最高值。此外,该化合物展现出良好的高温稳定性,原料来源丰富且环境友好,在高温发电方面具有重要应用前景。相关论文

“Band engineering of high performance p-type FeNbSb based half-Heusler thermoelectric materials for figure of merit zT>1”作为通讯今年11月在线发表在Energy & Environ. Sci.上。

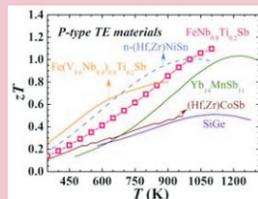
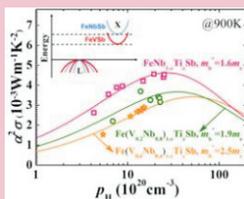


图1、Nb含量的提高降低了化合物的有效质量。图2、多种高温热电材料的热电优值对比。

在新型分离膜方面取得系列进展

面向环境领域对高性能纳米尺度分离膜的重大需求,硅材料国家重点实验室彭新生课题组主要针对流体物质在纳米空间的传输及界面问题、利用功能纳米材料构筑超薄纳米孔分离膜,获得分离效率是传统分离膜1-2个数量级,并与清华大学的徐志平教授、浙江大学金传洪教授合作,结合理论计算揭示了水及有机溶剂在相应纳米孔道中的传输行为机理,拓展了纳米材料与技术

在分离膜领域的应用。相关结果最近连续发表在Nat. Commun., ACSNANO, Chem. Commun.等国际期刊,授权专利2个。具体包括:

孙陆威博士后,黄虎彪硕士,应玉龙博士利用单一原子厚的二维层状材料纳米片及纳米线制孔技术获得超快水过滤的二维层状材料构筑的分离膜,发现了一些反常的压力分离特性及水在3纳米层状材料孔道中的粘滞流传输行为(Nat. Commun. 2013, 4:3979

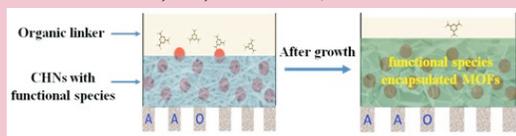
(2013.12.19); ACS NANO 2014, 8, 6304; Chem. Commun., 2013, 49, 10718; Chem. Commun. 2013, 49, 5963; J. Mater. Chem. A. 2014, 2, 13772等)。



金属有机框架物MOFs在分离方面也具有很好的前景,为了实现室温下绿色合成MOFs分离膜及其功能化,毛祎胤博士、李军伟、曹玮硕士借助超细金属氢氧化物纳米线的高活性及其功能化表面,在室温下及水和酒精溶液体系发展了一种普适的能将不同维度、不同功能的材料引入MOFs基体的方法,并在不同领域具有重要应用前景(Nature. Commun. 2014, 5:5532

(2014.11.18); Chem. Commun. 2013, 49, 5666; Chem. A Eur. J., 2013, 19, 11883; J. Mater.

Chem. A. 2013, 1, 11711; ACS Appl. Mater. Interfaces 2014, 6, 4473. ACS Appl. Mater. Interfaces 2014, 6, 15676等)。



一种新型的量子点发光二极管

LED作为下一代照明与显示的核心器件已被业界认可。GaN外延生长量子阱的LED器件则是目前市场上的流行产品。但是,GaN外延生长量子阱需要超高真空、超高纯度原料、超密度电能消耗等条件。与GaN量子阱LED不同,有机发光二极管

(OLED)器件的发光中心为有机分子,因而可以用要求较低的真空条件制备,但热稳定性和化学稳定性一直是一个棘手的问题。QLED有望结合GaN量子阱LED与OLED两者的优势。但是,虽然经过科学工作者20年的不懈努力,QLED的综合性能——包括效率、寿命、加工工艺——还远落后于人们的期待。这主要由于量子点与QLED器件适配性和QLED特殊结构两个方面的原因。硅材料国家重点实验室金一政副教授课题组与浙江大学化学系彭笑刚合作,在量子点发光二极管(QLED)研究领域取得了重要进展。相关研究成果发表在《自然》(Nature)上“Solution-processed, high-performance light-emitting diodes based on quantum dots”。

该报道了一种以量子点为电致发光材料的新LED器件。其性能远超过了目前相关文献报道的其它量子点LED,并且该新型器件可以通过简单的溶液加工路线制备而得。团队为QLED设计并合成了特殊的量子点,并对QLED本身器件特性进行了剖析,从而找到了该类器件结构的关键问题,再通过器件中插入一层纳米绝缘层解决了正、负载流子注入平衡的关键难点。这两个方面的成功,从实验上验证了QLED实用化的可行性。这预示着QLED有望在照明与显示两个产业中扮演重要角色。

