



首页 > 学术科研

东北大学在高熵合金研究方面取得重要进展

作者：通讯员 许存立 编辑：李家祥 王钰慧 来源：新闻网 更新日期：2022-09-13 浏览次数： 11

近日，东北大学材料学院李逸兴、张雪峰课题组采用直流电弧等离子体制备技术，成功将一系列高熵合金纳米颗粒原位封装在石墨壳中，制得具有核@壳包覆结构的高熵合金@石墨纳米胶囊材料（HEA@C-NPs），并利用其独特的核@壳结构实现了对光热转换性能的优化提升。相关研究成果以“Confined high-entropy-alloy nanoparticles within graphitic shells for synergistically improved photothermal conversion”为题发表在Acta Materialia上。材料学院博士研究生廖怡君为论文第一作者，材料学院青年教师李逸兴博士为论文通讯作者。



Acta Materialia
Available online 5 September 2022, 118338
In Press, Journal Pre-proof



Confined high-entropy-alloy nanoparticles within graphitic shells for synergistically improved photothermal conversion

Yijun Liao¹, Yixing Li¹✉, Lianze Ji², Xiaolian Liu², Xiaoyu Zhao², Huawei Rong², Dake Xu¹, Gaowu Qin¹, Xuefeng Zhang^{1,2}

¹ Key Laboratory for Anisotropy and Texture of Materials (MOE), School of Materials Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110819, China
² Institute of Advanced Magnetic Materials, College of Materials and Environmental Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310012, China

基于本课题组近期对于高熵合金的研究发现，基于3d过渡族金属元素合成的高熵合金可通过增强d带电子间的带间吸收（d-d IBTs）实现费米能级周围能量区域的完全填充，进而对整个太阳光谱（250—2500 nm）的能量进行转化吸收。但是，当费米能级被完全填充后，意味着材料的吸收能力将面临瓶颈，限制其光热转换性能的进一步增强。针对该问题，基于课题组近期制备高熵合金纳米材料的相关经验，借助电弧放电过程中甲烷的原位分解，将一系列具有不同3d过渡金属组元的高熵合金纳米颗粒原位

图说东大 通知公告 媒体东大



辽宁省首届“兴辽英才”青年论坛暨东北大...

最近更新 人才培养 学术科研

- 2022-04-26 东北大学100周年校庆公告（第一号）
- 2022-09-30 辽宁省首届“兴辽英才”青年论坛暨东北大...
- 2022-09-30 艺术学院举办2022级本科新生线上家长会
- 2022-09-30 理学院召开2022级本科生线上家长会
- 2022-09-30 理学院举办2022级“信仰启航”之入党启蒙...

封装于高缺陷密度石墨壳中。借助石墨包覆壳的光吸收性能及其高缺陷密度带来的热导率降低，进一步提升了高熵合金纳米颗粒的光热转换性能。

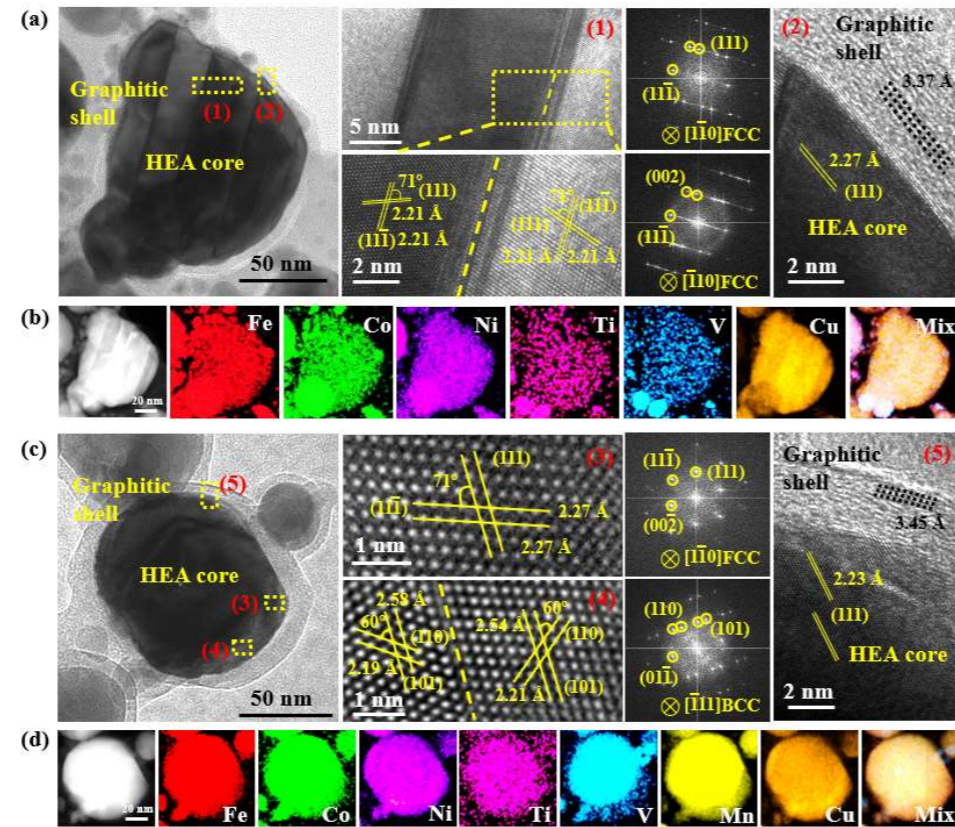


图1.微观结构表征。(a)-(b)FeCoNiTiVCu@C和(c)-(d)FeCoNiTiVMnCu@C的高分辨透射电镜(TEM)照片、快速傅立叶变换(FFT)以及对应的EDS元素分布。

课题组对其进行相关光学吸收和光热转换性能测试，结果表明，随着复合组元增多，材料的光热转换性能增强。其中，8-HEA@C-NPs (FeCoNiTiVCrMnCu@C) 在250—2500 nm波长范围的平均吸收率超过95%；在1个太阳光 (1kWm^{-2}) 辐照下，可在90 s内从室温迅速升高至105°C，太阳光水蒸发速率和能量转换效率分别高达 $2.66\text{ kg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ 和98%，可见其具有优异的光响应和光热转换特性。

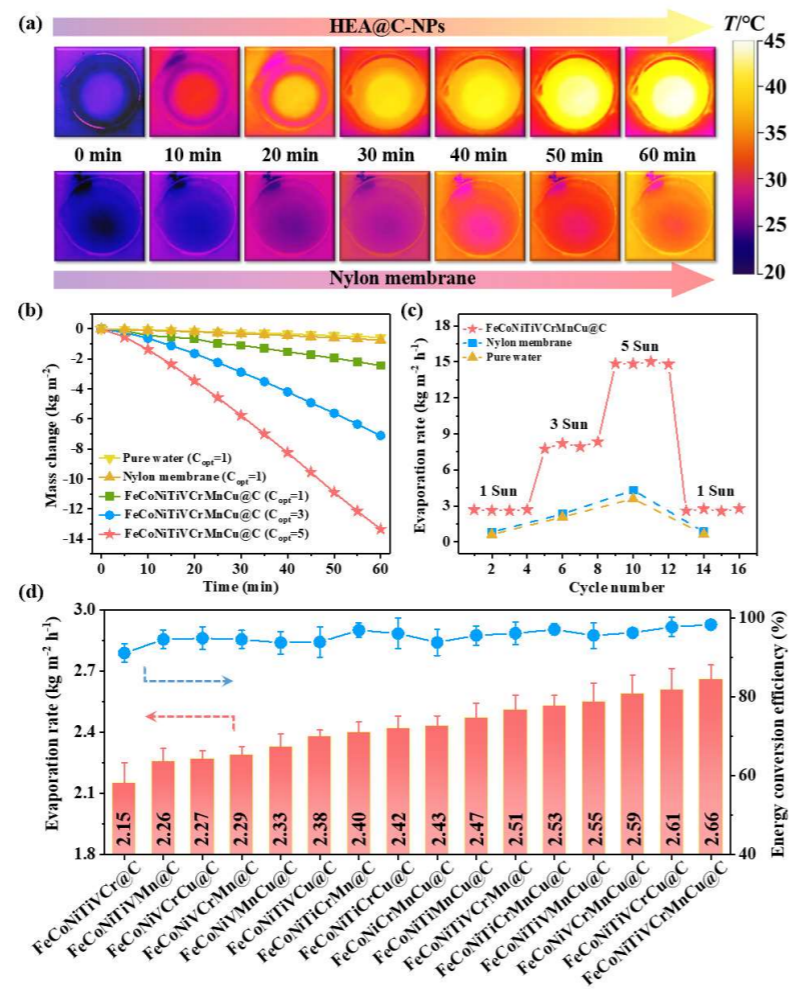


图2.太阳光界面水蒸发性能。(a)1个太阳光照射过程中负载和没有负载HEA@C-NPs尼龙膜的红外照片；(b) - (c) 8-HEA@C-NPs在1、3和5个太阳光照射下的水质质量变化和循环蒸发速率曲线，以纯水和尼龙膜作对照；(d)所有HEA@C-NPs在1个太阳光照射下的蒸发速率和能量转换效率总结。

同时，相比于无石墨壳包覆的纯FeCoNiTiVCrMnCu高熵合金纳米颗粒的太阳光水蒸发性能（蒸发速率为 $2.29\text{kgm}^{-2}\text{h}^{-1}$ ），8-HEA@C-NPs的光热转换性能得到优化。结合理论模拟和实验测试发现，石墨碳壳不仅可以增强在Vis-NIR区域的吸收性能，且由于其具有高密度缺陷所导致的热导率降低（下降26%），可以在材料上蓄积更多的热量，以此实现高熵合金纳米颗粒核和石墨壳之间的协同效应光热转换效应。

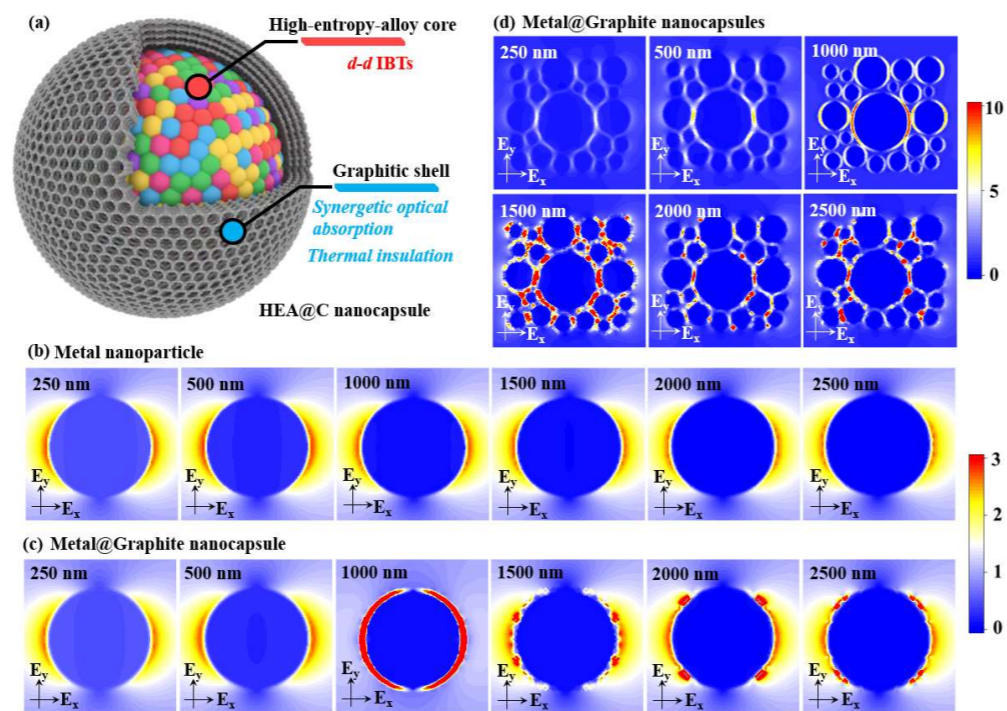


图3.数值模拟。(a)HEA@C-NPs的协同优化示意图；(b)-(c) 单个金属纳米颗粒和金属@C纳米胶囊在250—2500 nm波长范围电场增强；(d) 密堆分布的金属@C纳米胶囊在250—2500 nm波长范围电场增强。

据悉，本工作揭示了HEA@C-NPs光热转换性能的优化机理，为高性能光热转换材料的制备和研究提供了新的理论和设计策略，展现出巨大的实际应用潜力。该研究获得了国家重点研发计划、国家自然科学基金、浙江省重点研发计划、辽宁省自然科学基金等的资助。

