

科学岛团队在超强耐热铜合金研究方面取得新进展

作者: 谢卓明 发布时间: 2023-12-22 【打印】 【关闭】

近期, 中国科学院合肥物质院固体所内耗与固体缺陷研究部在超强高热导耐热铜合金研究方面取得新进展。相关结果发表在 *Acta Materialia* 上。

高性能铜合金在先进核能、高速轨道交通、电子芯片、强电磁等领域具有重要的应用。铜合金用作核聚变堆高热负荷部件的热沉材料时, 需要同时具备高强度、高热导率、高温稳定及抗辐照等综合性能。然而, 铜合金的强度、导热性能和高温稳定性三者之间往往相互制约。例如, 通过细化晶粒制备的纳米晶铜的强度得到大幅提高, 但其热稳定性差。沉淀强化型铜合金如CuCrZr合金, 作为国际热核聚变实验堆 (ITER) 的主要候选热沉材料, 其在室温及中低温下具有高强度和良好导热性能, 但在较高温度下沉淀强化相发生粗化或溶解, 导致高温性能显著退化。

针对上述问题, 研究人员利用金属钨 (W) 的高熔点、高热导率以及与Cu不互溶等特性, 采用液相合成和低温分段还原技术制备了纳米W颗粒均匀分布的W@Cu核壳结构复合粉体, 再结合放电等离子体烧结获得了超强、高热导、高温稳定的纳米结构Cu-W合金。合金中的纳米W颗粒 (~7.6 nm) 均匀分布在超细晶Cu基体内, 有效地提高了材料的强度和高温稳定性, 同时晶体内的纳米孪晶界也能够显著提高材料强度。由于合金中的W颗粒非常细小、与Cu基体不互溶, 添加少量W (1.8 at%) 就可以达到非常好的弥散增强效果, 同时减少对导热/导电性能的影响, 从而有效克服了铜合金强度-热导率-热稳定性相互制约问题。纳米结构Cu-W合金的室温抗拉强度达709 MPa、热导率为 $370 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, 在800 高温下仍能够保持晶粒组织稳定, 其室温及高温强度、热导率和高温稳定性均显著优于ITER的CuCrZr合金。此外, 纳米结构Cu-W合金还具有高导电性 (室温电导率85.1% IACS) 和优异的抗辐照性能。该工作为超强、高导热/导电、耐热铜合金的研发提供了一种新策略。

固体所博士研究生柯建刚为该论文的第一作者, 刘瑞研究员和吴学邦研究员为共同通讯作者。该研究得到了国家磁约束核聚变能发展研究专项、国家自然科学基金、安徽省自然科学基金和合肥物质院院长基金等项目支持。

文章链接: <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2023.119547>

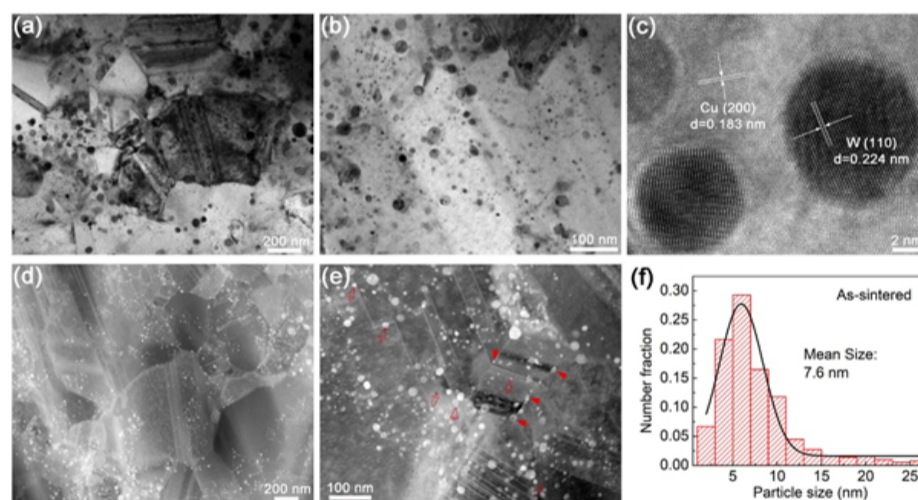


图 1. 纳米结构 Cu-W 合金的 TEM 照片及 W 颗粒的尺寸分布。

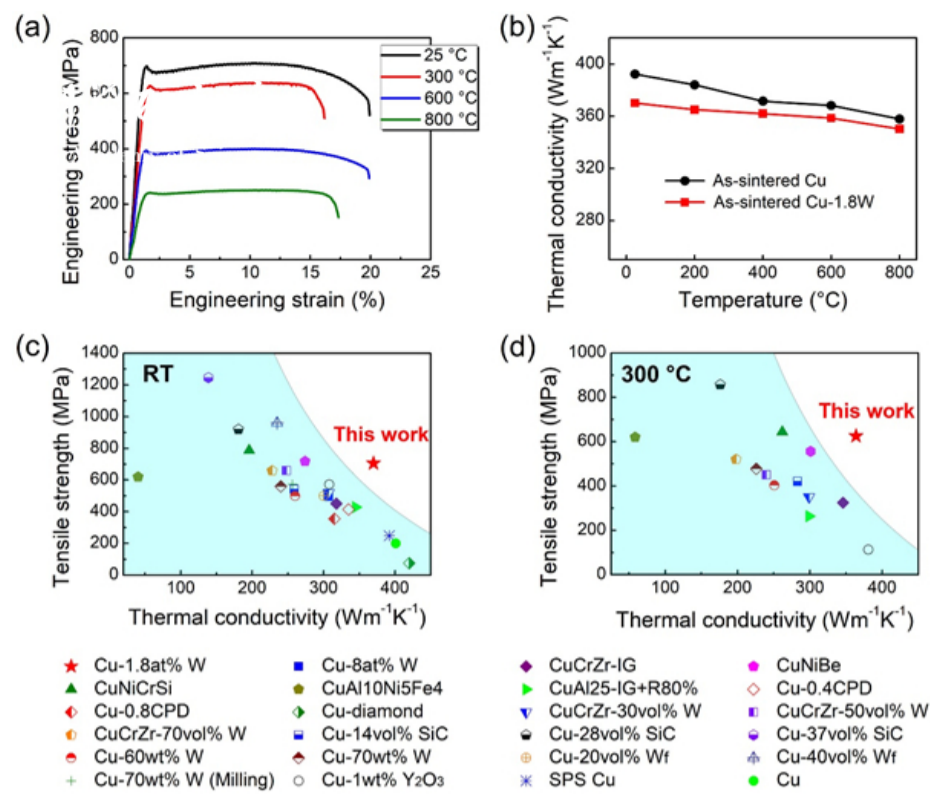


图 2. 纳米结构 Cu-W 合金的力学性能、导热性能以及与其它铜基材料的性能比较。

上一篇

下一篇

0551-65591245 yzxx@hfcas.ac.cn
安徽省合肥市蜀山湖路350号1110信箱 230031

