



面向世界科技前沿, 面向国家重大需求, 面向国民经济主战场, 率先实现科学技术跨越发展, 率先建成国家创新人才高地, 率先建成国家高水平科技智库, 率先建设国际一流科研机构。

——中国科学院办院方针



官方微博



官方微信

首页 组织机构 科学研究 人才教育 学部与院士 资源条件 科学普及 党建与创新文化 信息公开 专题

搜索

首页 > 科研进展

## 纳米孪晶金属与历史无关的稳定循环响应研究取得突破

文章来源: 金属研究所 发布时间: 2017-10-31 【字号: 小 中 大】

我要分享

疲劳通常指反复施加循环载荷(远小于材料的屈服应力极限)而引起的一种材料弱化过程。实际服役过程中约90%金属构件的失效均由疲劳断裂引起,其原因是材料在循环加载过程中微观结构不断变化、遭受严重且不可逆转的累积损伤,从而导致材料循环硬化或软化直至最终失效。金属材料的非稳定循环响应及疲劳寿命强烈依赖于其疲劳历史,实际复杂循环载荷服役条件下金属构件的疲劳失效和寿命预测更加困难。因此,抗疲劳损伤材料发展的重大瓶颈问题就是如何减小或抑制循环变形过程中微观结构局域化和不可逆损伤。

最近,中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家(联合)实验室研究员卢磊研究组和美国布朗大学教授高华健研究组合作,在这一领域取得了突破性进展。他们发现具有晶体学对称结构的纳米孪晶金属不但具有循环稳定响应,而且疲劳累计损伤非常有限。这种具有独特的稳定循环响应特征和有限累计损伤的纳米结构为发展抗疲劳损伤的高性能工程金属材料提供了新思路。

研究人员利用直流电解沉积技术,成功制备了块体择优取向纳米孪晶纯铜样品。通过传统拉-压变幅应变控制疲劳实验,研究了该样品的相关循环应力响应,发现在恒定应变幅下,其应力响应迅速稳定(既不硬化也不软化);尤为重要的是,当应变幅阶梯式递进增加以及随后阶梯式递进减小时,该样品的应力-应变响应完全可逆,即当应变幅恒定时,应力和应变具有一一对应关系,且循环滞后环完全重合。该结果表明,经过上万次循环加载变形之后,纳米孪晶金属的塑性变形是可逆的且没有累积损伤,表现出一种独特的与历史无关的稳定循环响应特征。微观结构分析与大规模分子动力学计算模拟发现,循环载荷作用下,纳米孪晶结构中仅有单滑移位错启动,并在纳米尺度孪晶间形成大量超级稳定、相互平行的高度关联链状位错。这种关联链状位错结构往复可逆运动承担塑性变形,但相互之间并无交互作用,既不破坏纳米孪晶结构的稳定性也不造成累积损伤。纳米孪晶金属与历史无关的稳定循环响应特征与传统单晶、粗晶和纳米晶体金属具有的结构非稳定化和严重损伤累积的循环变形行为截然不同。

该成果10月30日在线发表于《自然》杂志。该研究获得科技部国家重大科学研究计划、国家自然科学基金委国际合作重点项目、中科院前沿科学重点研究项目等的资助。

论文链接

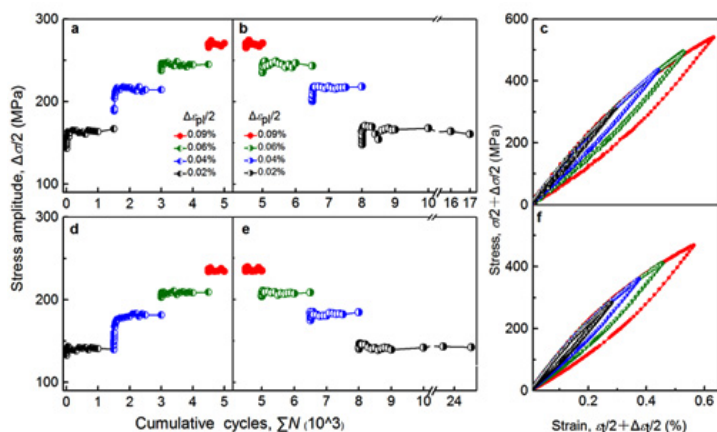


图1. 纳米孪晶Cu与历史无关的稳定循环响应行为。在变幅疲劳实验中,具有不同孪晶片层和晶粒尺寸的两大类纳米孪晶样品随塑性应变幅阶梯式递进增加时的循环响应曲线(图a和d)和随塑性应变幅阶梯式递进减小时的循环响应曲线(图b和e);图c和f分别为两类样品在不同应变幅时的滞后环。应变幅恒定时,应力和应变具有一一对应关系,循环滞后环完全重合。

### 热点新闻

#### 国科大举行2018级新生开学典礼

中科院召开党建工作推进会

驻中科院纪检监察组发送中秋国庆期间廉...

中科院党组学习贯彻习近平总书记在全国...

中科院党组学习研讨药物研发和集成电路...

中国科大举行2018级本科生开学典礼

### 视频推荐



【新闻联播】“先行行动”计划领跑科技体制改革



【新闻直播间】研究成果在《自然》杂志上发表:我国随机数实验研究获重大突破

### 专题推荐



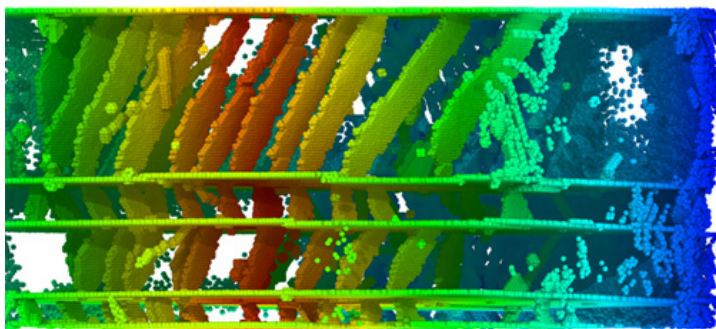


图2. 分子动力学计算模拟疲劳试验过程中纳米孪晶片层内形成的高度关联链状位错及稳定孪晶界面。

(责任编辑: 任霄鹏)



© 1996 - 2018 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号 京公网安备110402500047号 联系我们  
地址: 北京市三里河路52号 邮编: 100864