

电脉冲处理致局域纳米结构

Formation of nanophases under high current density electropulsing

项目批准号: 59871055、59831020

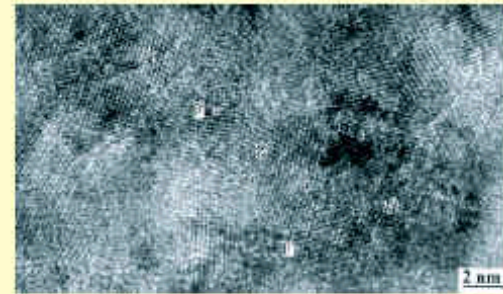
中国科学院金属研究所 李斗星、隋曼龄*、张伟

用原子尺度观测与分析设备及定量高分辨电子显微学方法,研究电流致微观结构的变化及其对性能的影响。在宏观、微观和原子尺度等三个不同层次,研究微观结构、缺陷和界面的原子结构、电子结构和原子迁移。

● 主要研究成果

首次在实验上发现电脉冲处理可使粗晶材料产生局域纳米结构。在利用透射电镜(TEM)研究瞬时大电流处理(即电脉冲处理)对材料微观结构影响时,发现电脉冲处理可使轧制态Cu-Zn粗晶合金材料发生局域纳米化转变,形成平均晶粒尺寸约为11nm的 α -(CuZn)和 β' -(CuZn)两相共存纳米结构区。在理论计算和相变理论分析的基础上提出了Cu-Zn粗晶结构转变成纳米晶结构的转变机制,认为:由于电脉冲处理产生的焦耳热引起材料基体瞬时升温,在轧制态Cu-Zn粗晶合金的局部高缺陷密度区域的温升可达相转变温度以上,在瞬时热循环过程中,纳米相形成并保持到室温状态。此外,电脉冲处理还可以使轧制态Cu-Zn粗晶合金材料的微观结构发生明显变化,即位错密度降低、位错排列组态发生有序化转变,从而解释了电脉冲处理可使材料的韧性也明显增强的原因。

TiC颗粒增强 $Ni_{80}Cr_{20}$ 合金经电脉冲处理后,也发生位错组态规整化、平直化排列,而且还可以观察到由粗晶TiC颗粒细化后产生的一些纳米和亚微米的TiC小颗粒。



纳米区域的HRTEM像(α 和 β' 相分别标出)

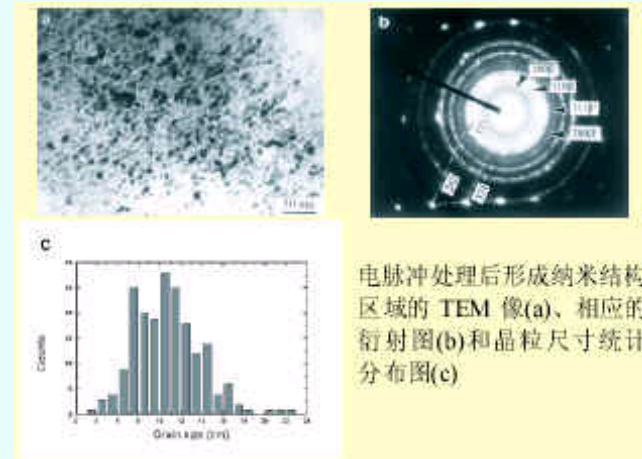
● 代表性论文

[1] W. Zhang, M.L. Sui, D.X. Li, K.Y. Hu, X.N. Guo, G.H. He and B.L. Zhou, Formation of nanophases in a Cu-Zn alloy under high current density electropulsing, J. Mater. Res., 2000, 15, 2065-2068.

[2] 张伟, 隋曼龄, 郭晓男, 何冠虎, 胡魁毅, 周本濂, 李斗星, 材料研究学报, 2000, 14, 239-243.

● 研究成果的科学意义

在国际上研究电脉冲处理对材料结构及性能的影响以来,首次观察到电脉冲处理导致常规粗晶向纳米晶转变的实验现象。这项研究结果预示着发展出一种新的制备全致密纳米金属材料的技术—电脉冲法的可能性。



工程与材料科学部、国际合作局 主办
数理科学部、化学科学部 协办