

定向凝固多孔金属研究

李言祥

(清华大学材料学院, 北京 100084)

摘要: 在我国率先开展金属-气体共晶定向凝固装置与相关凝固理论的研究。研发完成了我国第一台金属-气体共晶定向凝固实验装置并进行实验研究, 成功制备出藕状和放射状分布孔洞的镁和铜等规则多孔材料。建立了金属-气体共晶定向凝固的理论模型, 进行了金属-气体共晶定向凝固工艺中气泡形核的理论分析。系统研究各个工艺参数, 包括金属熔体温度和铸型加热温度、气体压力包括氢气和氩气的分压比、凝固速率等对 Mg-H、Cu-H 系定向凝固规则多孔结构的影响。从理论分析和实验研究两方面建立了金属-气体共晶定向凝固工艺中的孔隙率预测模型。总结了氢在纯金属中的溶解度数据, 阐明了氢在不同金属熔体中溶解度的变化规律, 建立了氢在合金熔体中溶解度的热力学计算模型。发展了 GASAR 工艺中金属-气体体系的选择原则, 明确了熔体中的气泡形核条件, 建立了在纯金属中获得规则定向气孔结构的气体压力与熔体过热度条件, 能够准确预测一维定向凝固多孔纯金属的气孔率、气孔孔径以及孔间距等结构参数。研究了二维定向凝固多孔金属的气孔结构变化特点及其影响因素, 成功制备了气孔规则排布的放射状多孔金属。制备了定向凝固多孔铜锰合金, 明确了定向 GASAR 合金的影响因素和制备条件。把定向凝固多孔铜应用于微通道热沉, 开发出一种超级冷却技术。用定向凝固+脱合金方法制成了一种微-纳双尺度多孔材料。

关键词: 多孔金属; 定向凝固; GASAR; 热沉; 微-纳双尺度多孔材料