
激光选区熔化技术增材制造铁基金属玻璃和激光选区熔化技术制造铝铜基金属玻璃的数值模拟

摘要

采用激光选取技术(SLM)成功制备了铁基大块非晶(FeCrMoWMnSiBC)。作为一种普遍认为是低非晶成形能力的非晶合金体系,铁基非晶的工艺窗口较小。本文提供获得了相对密度(95%)和非晶化率(95.47%)样品的工艺窗口。显微组织分析表明,热影响区的晶相主要为 α -Fe和 $M_{23}(CB)_6$ 相,并与非晶相共存。进一步的,用热处理的方法研究了非晶相的晶化行为,结果表明 α -Fe相作为初生相,在多次热循环的作用下长大为亚微米晶相。纳米压痕测试结果表明,非晶相的硬度高于纳米晶区,纳米晶区的硬度高于亚微晶区。由于复杂的热循环,自由体积含量不同,非晶相也不均匀。此外,本课题组成功使用SLM技术制造了几种非晶多孔支架,使用的粉末与上述相同。实验证明,经脱合金化后的非晶多孔支架表面生成了一层微米级孔洞,极大的活性面积使得其具有作为一种高效率催化剂的潜力。

马氏体相变诱发塑性(TPIP)效应导致的高断裂强度的Zr-Cu基大块非晶(BMG)受到了广泛的关注,尤其是热处理后的B2相。作为一种新的制造技术,SLM的显著特点是极高的冷却速度可以避免大规模的结晶,同时重复加热可以使部分区域发生微纳尺度的结晶,这有利于提高Zr-Cu基BMG的断裂强度。然而,目前还没有足够的研究集中于B2相在SLM过程中的分布规律,以及什么样的分布会导致较高的断裂强度。本工作的目的是探索非晶相和晶相(尤其是B2相)在不同制造参数下的分布情况,并优化其相分布,以获得最高的性能。目前,已经建立了基于经典形核理论的模型,结果表明,该模型可以预测晶相的分布。下一步,将利用基于纳米压痕的细观力学性能来建立对Zr-Cu基BMG力学性能的预测模型。

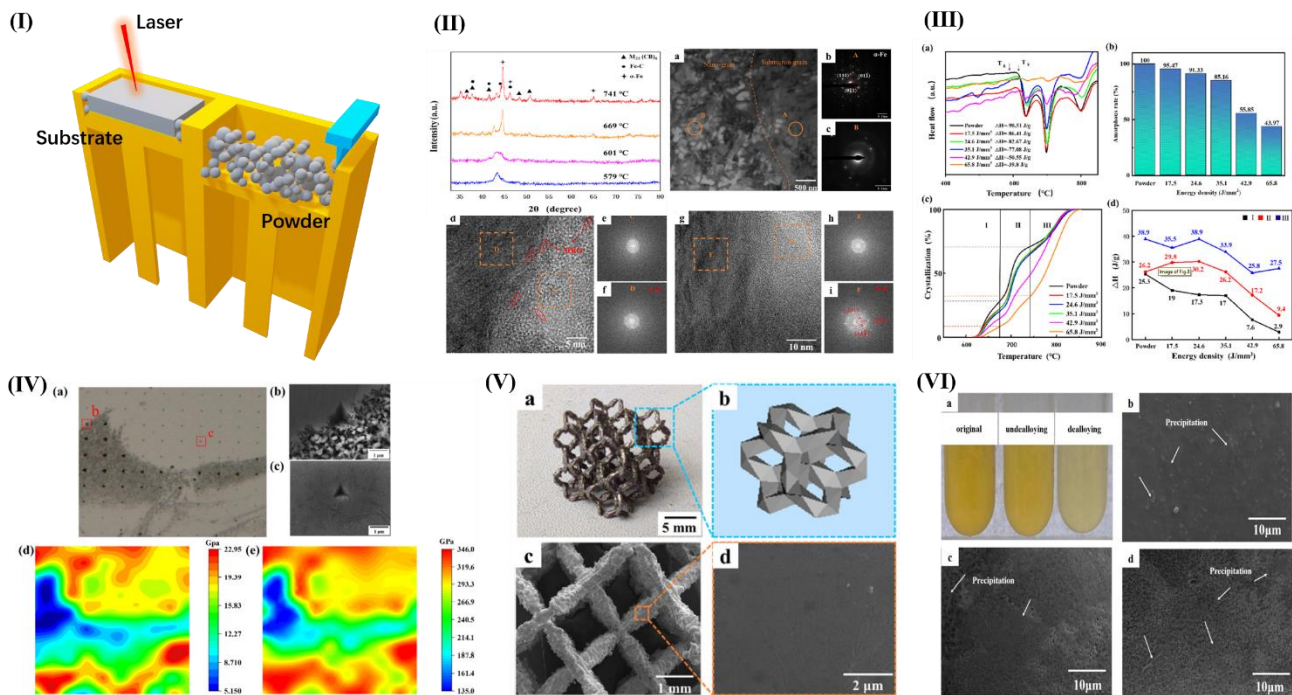


图 1 SLM 技术增材制造铁基大块金属玻璃的摘要附图. (I) SLM 制造过程示意图; (II) 熔池与热影响区边界切片的 TEM 照片; (III) 由 DSC 曲线表征的 SLM 制造的铁基金属玻璃结晶过程; (IV) 非晶相和结晶相的显微力学表征; (V) SLM 制造的铁基非晶多孔支架; (VI) 铁基非晶多孔支架被用于降解偶氮化合物

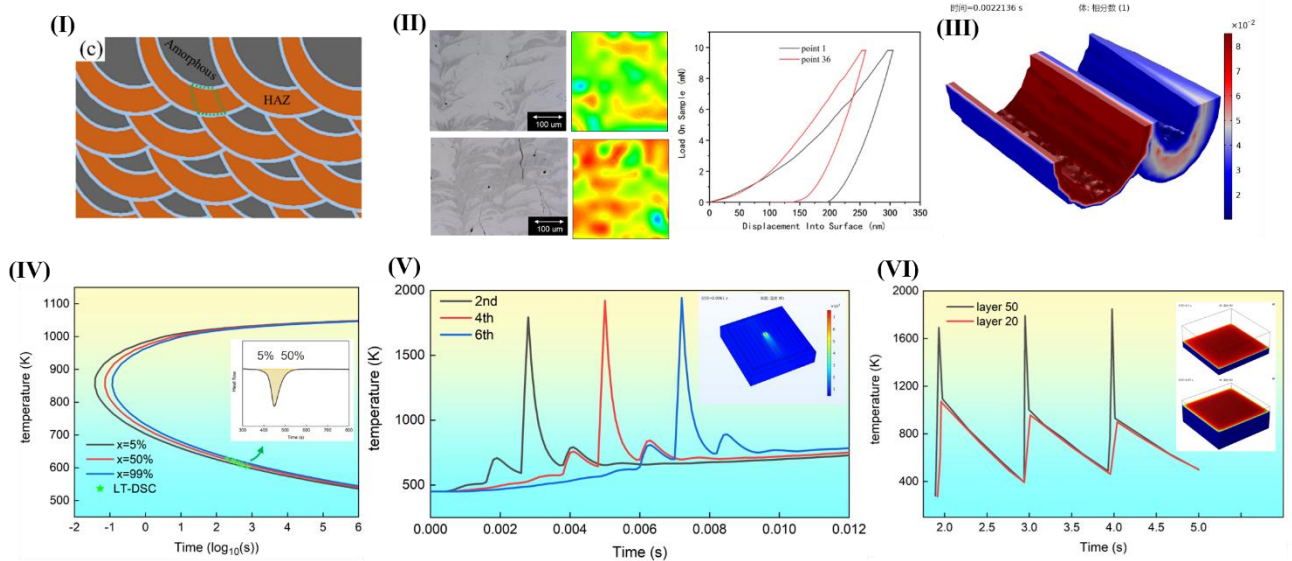


图 1 SLM 技术增材制造锆铜基大块金属玻璃的摘要附图. (I) SLM 制造工件的显微结构分布示意图; (II) 通过纳米压痕表征切片显微力学; (III) 由 CNT 模型预测的结晶相分布; (IV) 由 CNT 模型预测的锆铜基金属玻璃的 TTT 曲线; (V) 单层多道热模拟; (VI) 使用简化面热源的多层热模拟