
CuZr金属玻璃分解可显著增强弹性模量

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/27951.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

CuZr金属玻璃分解可显著增强弹性模量。近日，中国科学院金属研究所和辽宁材料实验室李秀艳研究团队发现二元Cu-Zr金属玻璃的分解可以显著提高其弹性模量。通过严重塑性变形和退火，淬火后的均匀金属玻璃分解成两个具有不同化学成分的玻璃相，且两相尺寸均低于10nm。分解后金属玻璃的杨氏模量为淬火非晶的139%，与其对应的晶体相当。2024年7月3日，相关工作以题为Decomposition-induced enhancement of elastic modulus in CuZr metallic glass的研究论文发表在Matter期刊上。

弹性模量作为固体材料最基本的性质之一，反映了原子之间的结合强度。金属玻璃由于没有长程有序的结构，其弹性模量通常比对应的晶体材料低10-30%，并且金属玻璃的弹性模量在玻璃形成的组成范围内基本不变。加工过程可能会影响金属玻璃的弹性模量，比如在较高的冷却速率下，有更多被冻结的自由体积，因此快速退火的非晶条带通常比具有相同成分的非晶块体弹性模量更低。另外，金属玻璃的塑性变形也可能引入更多的缺陷，使其达到更高的能量状态，导致弹性模量的略微下降。

目前，提高金属玻璃弹性模量的有效方法是在室温或玻璃化转变温度附近退火实现结构弛豫，降低能量状态，减少自由体积和空间结构不均匀性，通过该方法可将弹性模量提升5-20%。理论上预测具有完全弛豫结构的理想玻璃的杨氏模量可能接近其对应的晶体，差距在10%以内，然而这一数值尚未在实际的金属玻璃中观察到。

李秀艳研究团队发现二元Cu-Zr金属玻璃的分解可以显著提高其弹性模量。通过严重塑性变形和退火，淬火后的均匀金属玻璃分解成两个具有不同化学成分的玻璃相，且两相尺寸均低于10nm。分解后金属玻璃的杨氏模量为淬火非晶的139%，与其对应的晶体相当。

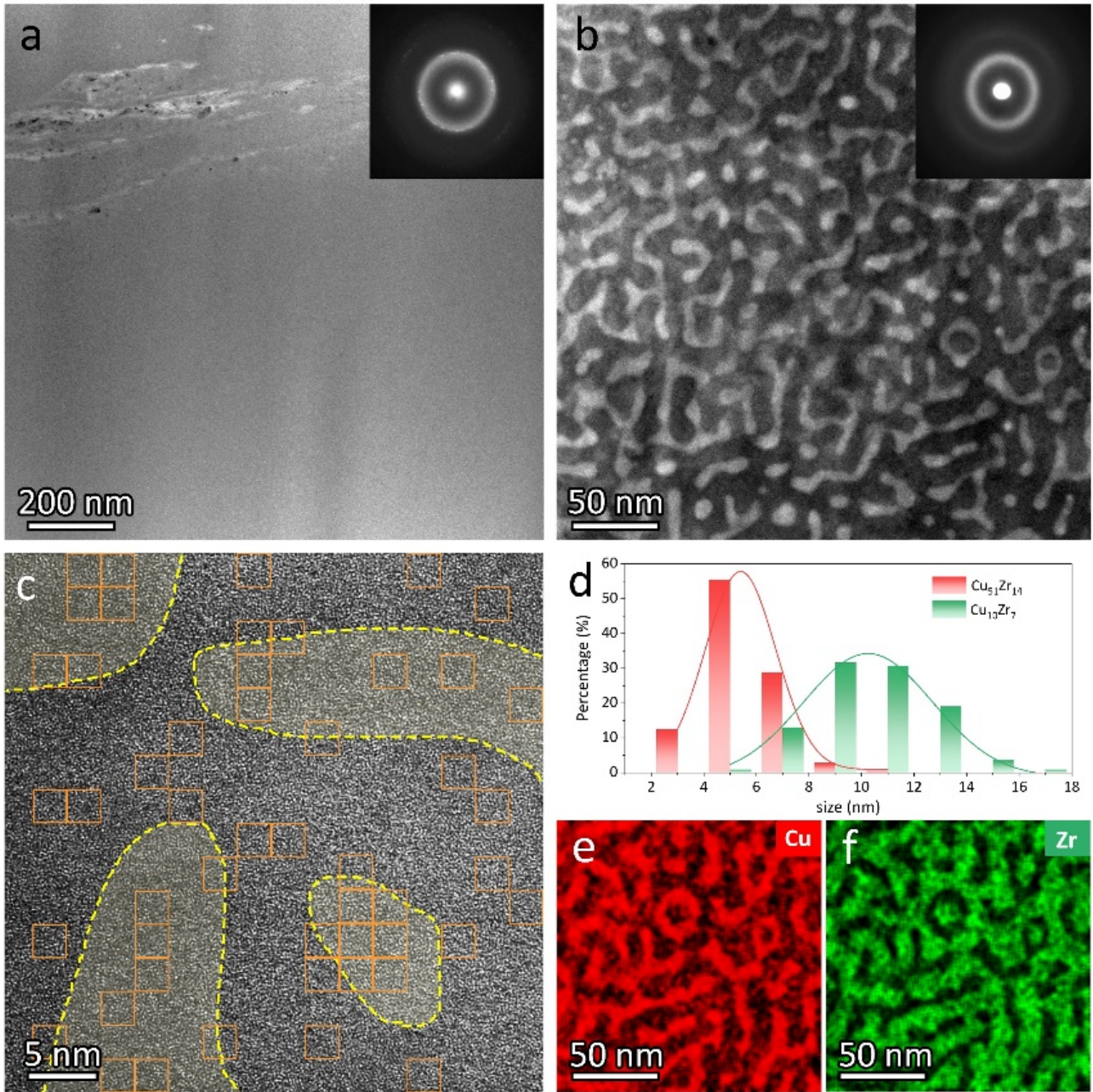


图1：(a) HPT处理后的金属玻璃明场相及相应的选区电子衍射；(b) 具有成分分解结构的典型STEM图像及相应的选区电子衍射；(c) 成分分解结构典型的高分辨图像及其自相关函数分析，黄色虚线为Cu₅₁Zr₁₄非晶相的边界，小方框表示短程有序的IOP团簇；(d) 两种非晶相的特征尺寸分布；(e,f) 两相的元素分布。

图2：(a) 纳米压痕的载荷-位移曲线；(b) 不同状态样品的杨氏模量，三角形代表淬火玻璃结晶产物的杨氏模量。

该工作利用高压扭转对甩带法制备的Cu-36 at% Zr的金属玻璃进行了严重塑性变形。变形后的非晶除少量剪切带中的晶体外，基本保持非晶的结构，并且出现了明显的成分起伏。进一步在晶化温度以下进行退火，发现此时合金分离为纳米级的两个非晶相，其成分接近Cu₁₀Zr₇相与Cu₅₁Zr₁₄相的成分，其结构如图1 (b) 所示。分解后金属玻璃的杨氏模量为相同成分均匀金属玻璃的139%，接近合金晶体的杨氏模量，如图2 (b) 所示。模量的提升可归因于具有高密度的玻璃/玻璃界面以及非晶相有序度的提升。由于非晶结构的各向同性，玻璃相界面的应变和过剩能量通常非常低，因此，在该研究中界面应变对弹性模量的影响可以忽略。与均匀的非晶态相比，这些界面附近由于存在较大的成分变化，可能呈现带来局部电子态密度的变化，提升了材料的弹性模量。
(来源：科学网)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.matt.2024.06.005>

作者：李秀艳等 来源：《物质》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发