

超伝導材料のナノ組織制御と高性能化

^a独立行政法人 物質・材料研究機構, ^b東京大学, ^c核融合科学研究所

松本 明善^a, 下山 淳一^b, 菱沼 良光^c

【目的】

MgB₂およびBi-2223超伝導体の材料応用には十分に高い臨界電流密度 J_c が必要であり、組織制御が不可欠であるが、微細組織と超伝導特性の関係は明確ではない。本研究では、上記超伝導体の微細組織を解析し、高 J_c を得るための微細組織の条件と組織制御法を検討する。得られた知見を材料作製プロセスにフィードバックし、実用レベルの高性能超伝導材料を開発することが目標である。ここでは当研究グループの松本らが、内部Mg拡散法により作製した従来よりも高い J_c を有するMgB₂線材について微細組織観察を行った結果成果を報告する。

【成果】

MgB₂線材は、Ta被覆管に純Mgロッドを入れ、隙間に非晶質Bとnano-SiC (10mol%)の混合粉末を充填し、線引き、熱処理を行い得た。反応領域には、線材の中心側と外周側で輝度が異なっており、これらの領域から得られた電子回折図形により、線材中心側の明るい領域がMgB₂結晶の多く形成したMgB₂結晶化領域、外周側の暗い領域がMgB₂結晶のほとんど形成していない未結晶化領域であることがわかる(図1)。MgB₂結晶化領域には磁束のピンニングに有効と考えられる大きさ数十nmのMgB₂結晶および大きさ約10 nmのMgO結晶が多く形成している一方で、同領域には大きさ200 nm程度の未反応Bも多く存在している(図2)。今後、更なる J_c の向上には、熱処理条件等の改善による、これらの電流パス障害因子の低減が不可欠であることが示唆された。

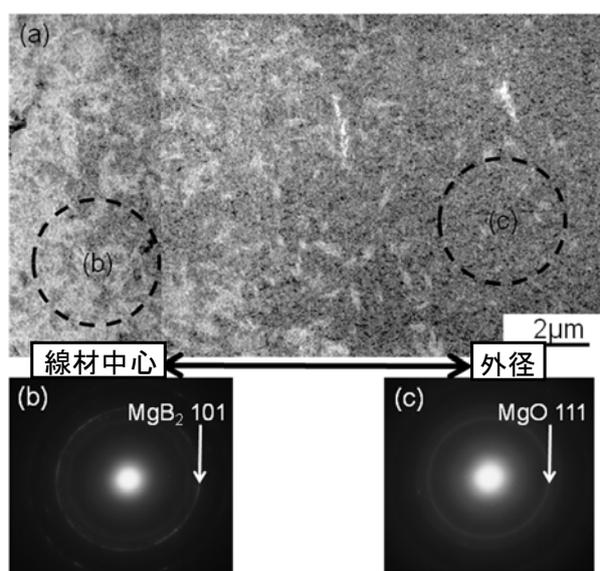


図1 反応領域のHAADF-STEM像(a)および電子回折図形(b)、(c)。

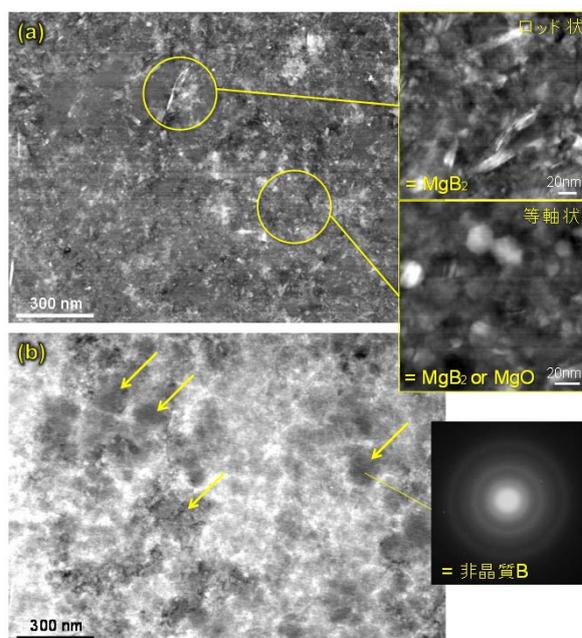


図2 MgB₂結晶化領域のLAADF-STEM像(a)および同視野におけるHAADF-STEM像(b)。