

亜共晶改良Al-Si合金における添加Sr元素の位置と分布

Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

N. Wanderka, M. Timpel

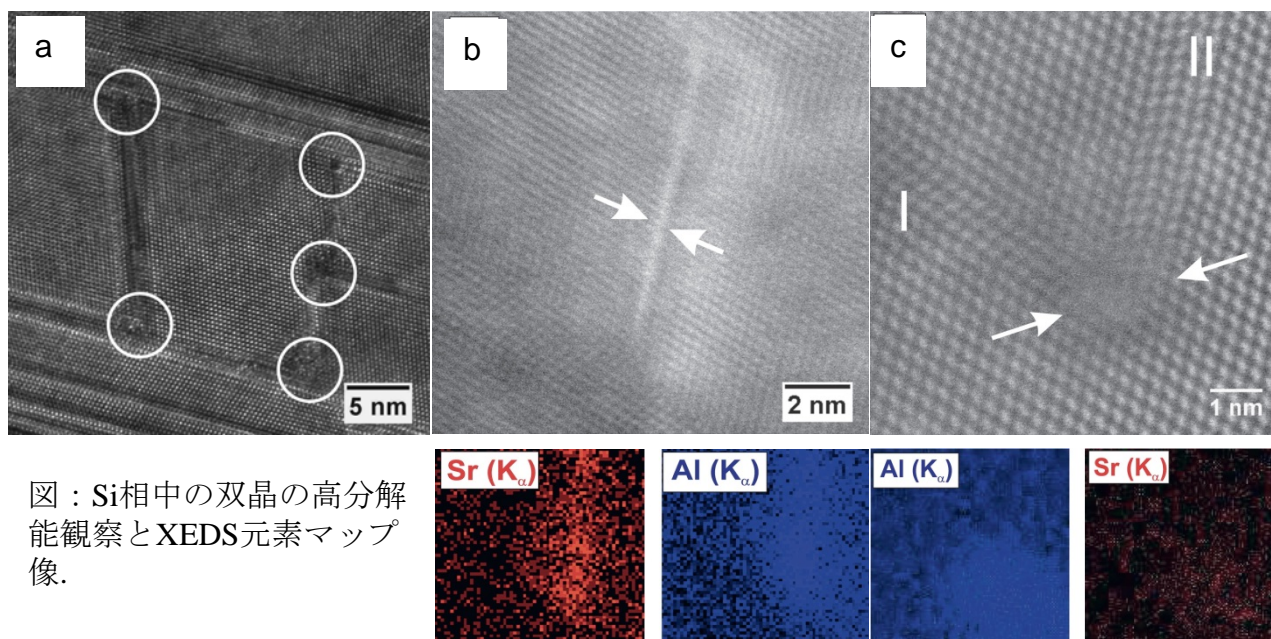
【研究目的】

Al-Si系合金は軽量で融液の流動性が良いため、複雑な形状をした機械部品用鋳造材料として古くから利用されている。鋳造組織を微細化して力学的強度を改善するために、Srなどの金属元素を微量に添加するが、そのメカニズムは長年謎であった。本研究ではSrを200ppm添加したAl-10%Si合金について、特に共晶Si相中に発生した双晶付近での元素偏析を世界最高のX線検出感度を誇る収差補正/分析透過電子顕微鏡で解析した。

【成 果】

Srを添加したAl-Si合金のSi共晶相中には図(a)に見られるように、多数の{111}双晶が観察される。(b)はその一部をHAADF-STEMで高分解能観察をした例であるが、双晶部分で明るいコントラストを呈しており、異種元素の存在を示唆している。この箇所から得られたSr, AlのXEDSマップ像をその下に示す。両元素が双晶付近で濃縮している様子が示されている。(c)は方向が異なる2つの{111}双晶の発生点付近のHAADF-STEM像であるが、この箇所ではAlのみが濃縮している。このようなSi相中にSrとAlの共偏析ならびにAl単独の濃縮は、同様の試料の3次元アトムプローブ解析でも確認された。

これらの結果は、微量のSr添加によって添加元素とAlがSi相中にとりこまれ、それらが双晶発生の起点となって、Si相の一方向成長を阻止するために凝固組織が細粒状化することを示唆している。自動車など多くの工業製品の軽量構造材として広く使われている改良Al-Si系合金の添加元素の結晶学的偏析位置を明らかに確定したのは、本成果が世界で初めてであり、長く不明であった添加元素による凝固組織改変とそれによる力学的性質の改善の原理的機構を明らかにする実用的にも大きなインパクトをもつ成果である。



図：Si相中の双晶の高分解能観察とXEDS元素マップ像。