cbecimat26
26º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Crescimento de Cristais Intermetálicos Semicondutores de Baixo Custo

Denis Alberto Iurk; Tales Ferreira; Ivanir Luiz de Oliveira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Campus Ponta grossa

Introdução

A fase α-$Al_{15}(TM)_3Si_2$ [Tm=Fe,Mn,Cr] é um intermetálico comum em ligas de alumínio/silício (Al-Si) comerciais. Seu potencial como reforço mecanico tem despertado grande interesse de pesquisa [1]. Ela pode surgir de forma primária ou secundária. A morfologia da fase-α primária pode ser poligonal ou dendrítica com forte influência do super-resfriamento constitucional e da taxa de resfriamento [2]. Com outra abordagem, Simensen e Bjorneklett [3] identificaram um interessante comportamento termelétrico em cristais de $Al_{15}(Mn,Fe)_3Si_2$. Viram que eram semicondutores tipo N, mesmo em diferentes concentrações de manganês, ferro e silício. Os resultados apontaram para uma resistividade elétrica da ordem de $2\times10^{-6}\ \Omega\cdot m$ e um expressivo coeficiente Seebeck de 42 μV/K para cristais α-$Al_{15}(Mn)_3Si_2$ e ~34 μV/K para cristais contendo ferro [3]. Outros autores também estudaram efeitos termelétricos, e mais recentemente, a estrutura eletrônica e de ocupação de sítios cristalográficos [4]. A literatura tem sido escassa nesta temática. Um dos motivos é a dificuldade na obtenção de monocristais com dimensões adequadas para estudo termelétrico. Motivo do presente trabalho exploratório.

Objetivos

O presente estudo visa avaliar o uso de sistema tipo outward rotacional no crescimento de cristais intermetálicos do tipo α-$Al_{15}(Tm)_3Si_2$.

Metodologia

Uma liga de alumínio AA380 modificada com Mn, Fe e Cr foi fundida e solidificada pelo método outward rotacional [5] (Figura 1), empregando-se duas taxas de resfriamento para o crescimento da fase α-$Al_{15}(TM)_3Si_2$: (i) rápida, sob fluxo de ar forçado, e (ii) lenta. Para comparar ambas as condições de resfriamento, e identificar parametros favoráveis à formação de monocristais de grandes dimensões, obtiveram-se micrografias na região de interface entre o limite da camada intermetálica (A) e a matriz solidificada de α-alumínio (B).

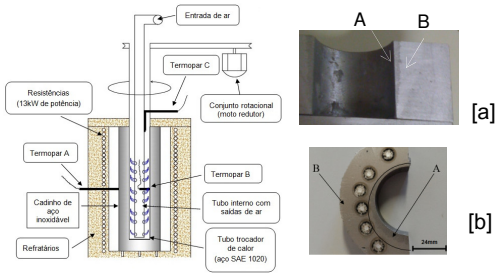


Figura 1. Equipamento utilizado. Amostras com resfriamento rápido (a) e lento (b).

Resultados e Discussão

As figuras 1a e 1b mostram a camada do compósito (região escura) formada nas duas condições térmicas. Em ambas, a fração do intemetálico α-$Al_{15}(Tm)_3Si_2$ ficou próxima a 55%. Avaliou-se a difusividade térmica da camada intermetálica em 31,3 ±0,2 x10-6 m2/s, valor próximo do ferro puro. A microcrafia na figura 2a mostra que a taxa de refriamento imposta com ar forçado foi suficiente para gerar cristais poligonais em contraste com a morfologia dendrítica obtida no resfriamento lento (Figura 2b).

(a) (b)

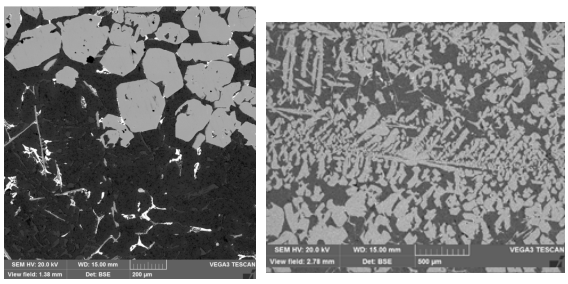


Figura 2. Micrografia na interfaces A/B . Resfriamento rápido (a), lento (b).

Conclusões

O crescimento de cristais isolados poligonais de α-Al15(Tm)3Si2, para estudos termelétricos, pode ser conduzido em condições de resfriamento forçado a ar pelo processo rotativo outward. A difusividade térmica da camada intermetálica foi avaliada em 31,3 ±0,2 X10-6 m2/s. O resfriamento lento gerou estrutura dendritica não ideal para o crescimento.

Referências

1. HOU, R. et al. Simultaneous improvement in mechanical properties [...]. Mater. Sci. Eng., A, v. 975, 150887, 2026.

2.WANG, D. et al. 3D morphology and growth mechanism of cubic α-Al(FeMnCr)Si intermetallic [...]. Mater. Lett., v. 277, 128384, 2020.

3.SIMENSEN, C. J.; BJØRNEKLETT, A. A model for α-Al(Mn,Fe)Si crystals. In: LIGHT METALS 2017. [S. l.]: Springer, 2017

4. ZHANG, X. et al. Morphology, thermal stability, electronic structure and mechanical properties [...]. J. Alloys Compd., v. 901, 163523, 2022.

5. FERREIRA, T. et al. Rotational outward solidification casting. Mater. Des., v. 189, 108544, 2020.