

共晶合金の共晶層間隔の温度勾配依存性

○西村 信司*1)

1. はじめに

鑄造製品の組織形態およびサイズは、合金種、組成、凝固速度 V および凝固界面前方の温度勾配 G_L (抜熱量) によって変化する。共晶層間隔 λ は、Jackson と Hunt によって $\lambda \propto V^{-1/2}$ と導かれた (J-H 理論)。この予測では、共晶層 (ラメラ) 間隔は温度勾配には依存されない。しかし、Kaya らの Pb-Cd 合金の実験により、 $\lambda \propto V^{-1/2} G_L^{-1/2}$ である可能性が示唆された。そこで、Al-Al₂Cu 共晶合金を用いて温度勾配が共晶層間隔に与える影響を実験的に調査した。併せて、有機化合物合金モデルであるサクシノニトリル (SCN) -樟脳共晶合金を用い、凝固界面をその場観察し、温度勾配の影響の仕方を検討する。

2. 実験装置および試料

Al-Cu 合金は Al-30wt%Cu の組成で Al と Al₂Cu の共晶組成となる。母試料は純 Al (99.9%) と電解銅を溶解し ϕ 8 mm の円柱状にした。ブリッジマン型炉を用いて一方向凝固させ、試料を作製した。図 1 に炉の基本的な構造を示す。炉の移動速度はモーターにより速度制御でき、速度が十分に小さい場合、移動速度に凝固速度が追従する。このため、温度勾配が共晶層間隔に与える影響のみを検証することができる。

組織有機化合物モデルは有機物用一方向凝固装置を用いて実験を行った。SCN-樟脳モデルは SCN-24wt%樟脳で共晶組成となる。

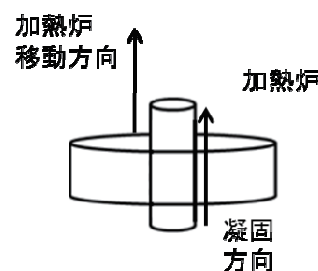


図 1. 一方向凝固炉模式図

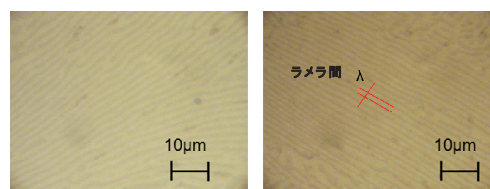
3. 凝固条件および結果

炉の移動速度すなわち凝固速度は Al-30wt%Cu 合金で約 20 $\mu\text{m/s}$ 、SCN-24wt%樟脳で 0.1 $\mu\text{m/s}$ と固定し、それぞれ温度勾配を変化させ凝固実験を行った。図 2 に Al-Al₂Cu 共晶合金実験から得られた組織を、図 3 には SCN-24wt%樟脳の実験から得られた界面観察結果を示す。組織形態は温度勾配によって変化しない。

また、図 2、3 より共晶層間隔を測定した。図 4 に測定結果を示す。横軸は温度勾配、縦軸は共晶層間隔である。J-H 理論では層間隔は温度勾配に依存しないため、一定の値となる。対して、測定した結果は温度勾配 G_L の増加に対して、共晶層間隔は狭くなる結果が得られた。

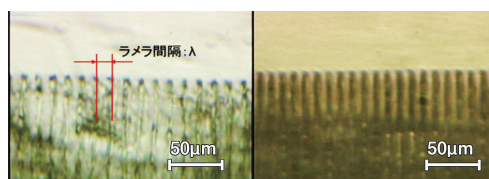
4. まとめ

結果より、共晶層間隔は温度勾配に依存すると考える。これにより、温度勾配を考慮した新しい共晶凝固界面モデルを検討し、凝固組織予測法の実用化に取り組む。



a) 温度勾配 1.8 $\text{K}\cdot\text{mm}^{-1}$ ラメラ間隔 1.8 μm
b) 温度勾配 3.6 $\text{K}\cdot\text{mm}^{-1}$ ラメラ間隔 1.6 μm

図 2. Al-Al₂Cu 共晶合金の組織



小 ← 温度勾配 → 大

図 3. SCN-24wt%樟脳の界面観察結果

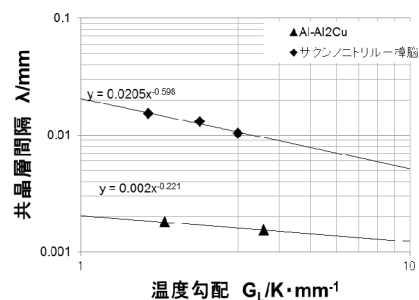


図 4. 温度勾配と共晶層間隔の関係

*1)機械技術グループ

H23.4~H24.3 【基盤研究】一方向凝固特性量測定機の試作

H24.4~H25.3 【基盤研究】一方向凝固における組織制御の高精度化とそれを応用した材料試作