

(128) 樹枝状晶の成長とアームスペーシング

千葉工業大学 工学 PhD 大野 篤美, 茂木 愼一
千葉工業大学大学院 吉江 茂樹

I. 緒 言

樹枝状晶のアームスペーシングは、凝固速度が大になるにつれて縮小することが数多くの研究者によって報告されているが、アームスペーシングに対する溶質濃度の影響については、一次の枝と二次の枝では、全く相反する結果が報告されている。

すなわち、溶質濃度が大になるにつれて、一次のアームスペーシングは大きくなり、逆に二次のアームスペーシングは小さくなる傾向の存在することが報告されている。しかしながら、溶質濃度の影響が何故このように、一次と二次の枝で逆にあらわれるかという問題に対する合理的な説明がなされていない。

この点を明らかにするために、著者は、Alとモデルとして、鋳壁上での凝固初期における樹枝状晶の生成並びに、その成長過程をしらべ、従来一方向凝固鋳塊で“一次の枝”と名付けていたものが、ほんたうに一次の枝なのか、一本一本独立して枝生成した幹なのかをしらべ、さらに溶質濃度の増大につれて、アームスペーシングが拡大してゆく機構の考察を行った。

II. 方 法

99.99% Al と約 1 kg の高純度黒鉛坩堝を用い、電気炉にて溶解し、電気炉より坩堝を取り出し、凝固初期に坩堝を急速に焼けることにより、テカンテ-ニコシを行ない、坩堝壁に残った凝固枝の外観をマクロ的に観察し、さらに Cole ら、および Weinberg らの報告にみられる一方向凝固鋳塊の縦断面並びに横断面の組織写真と資料として用い、溶質濃度の増大にもよる、アームスペーシングの変化を考察した。

III. 結 果

鋳壁上に枝生成した Al の結晶からは、まず過冷の最も大きい鋳壁面にそって、直角に交わる幹が成長し、さらにそれらから一次の枝が発生しているのが観察された。そして枝生成点からこれらの幹に垂直に、鋳壁と背にして伸びた幹が存在し、これに平行に多くの一次の枝が鋳壁にそって幹から垂直に成長しているのが観察された。

このような枝と幹は成長競争を行ない、生き残った幹または一次の枝から横方向に発達した枝が、隣接する結晶と接するに及んで、それらの接触点より最初の平行に伸びた幹または枝と平行に、新しい枝が見掛上幹のごとく大きく成長することが考えられるので、一方向凝固鋳塊の凝固方向に走る、従来言われてきた“いわゆる一次の枝”は、冷却端から離れた位置においては、厳密には幹もあり、それら平行に伸びた一次、二次、四次、六次の枝が存在することが可能と考えられる。

従来いわれてきた、一次と二次の枝で溶質濃度の影響が逆であるという報告は、二次の枝はその根元付近でアームスペーシングを測定しているのに対し、“いわゆる一次の枝”については、根元よりはるかに離れた位置で測定していることによるもので、一次の枝のアームスペーシングも二次の枝のそれと、根元付近においては溶質濃度が大になるにつれて小さくなり、枝の根元を離れたにつれてアームスペーシングはとちろに拡大し、その傾向は溶質濃度が増すにつれて大きくなると思われる。

このようなアームスペーシングが拡大してゆく機構を“固液界面における液の過冷低減”なる概念すなわち、固液界面の液が溶質濃化につれて過冷が低減をうけ、その界面の周囲の成長がこまらげられるという考えにもとづいて説明する。