

## 10. 鋳造用アルミニウム合金 –多元系合金–

今回は鋳造用アルミニウム合金の合金組成, 状態図, 熱処理による組織制御, 物理的性質を学習する. 特に実用で用いられている Al-Si-Cu (AC2A, AC2B, AC4B), Al-Si-Mg (AC4A, AC4C, AC4CH), Al-Cu-Mg (AC5A) 3 元系合金及び Al-Si-Cu-Mg (AC8A, AC8B, AC8C, AC4D, AC9A, AC9B) 4 元系合金に焦点を絞る.

### 10.1 Al-Si-Cu 3 元系合金

Al-Si-Cu (AC2A, AC2B, AC4B) 合金は, Al-Cu 2 元系合金に Si を添加することによって鋳造性を高めたものである. 図 10.1 に Al-Cu 及び Al-Si 2 元系, Al-Si-Cu 3 元系合金及びその他の多元系合金の化学組成を Al-Si-Cu 3 元系状態図における液相線投影図 [1] にプロットしたものを示す. 液相線投影図上に示された相は, その組成の合金の初晶を示す. ほとんどの合金において鋳造時の初晶は $\alpha$ -Al (fcc) であることがわかる. 一方, AC9A 及び AC9B 過共晶合金の初晶は Si (diamond) 相である.

また, Al-Si-Cu 3 元系合金は Cu 添加による優れた時効硬化性を持つ. これは, 低温に存在する $\alpha$ -Al+ $\theta$ -Al<sub>2</sub>Cu+Si 3 相領域において時効すると $\alpha$ -Al 母相から $\theta$ -Al<sub>2</sub>Cu (G.P.ゾーン, 準安定相も含む) が析出するためである. 図 10.2 に, Al-Si-Cu 3 元系状態図における等 1%Cu 断面図 [1] を示す. 1%Cu を含有することによって, 400°C以下で $\alpha$ -Al+ $\theta$ -Al<sub>2</sub>Cu+Si 3 相領域が出現する. したがって, Al-x%Si-1%Cu 合金では 400°C以下の時効によって高強度化が期待される.

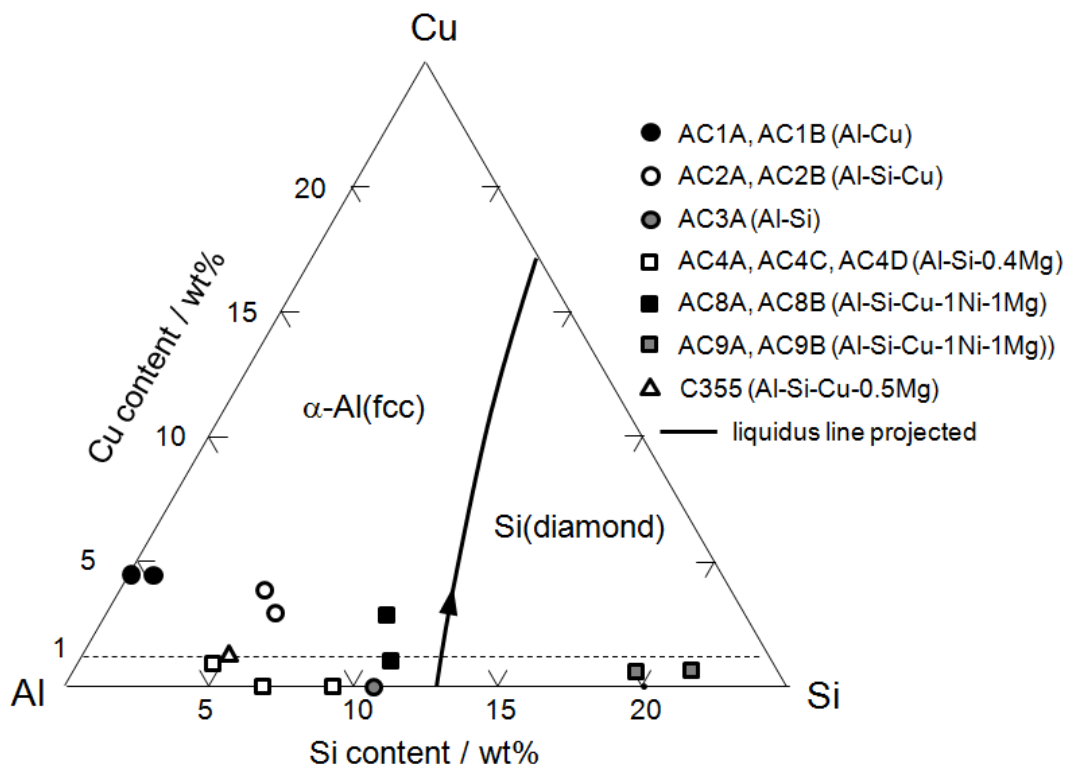


図 10.1 Al-Si-Cu 3 元系状態図における液相線投影図 [1] 及び鋳造 Al 合金の化学成分

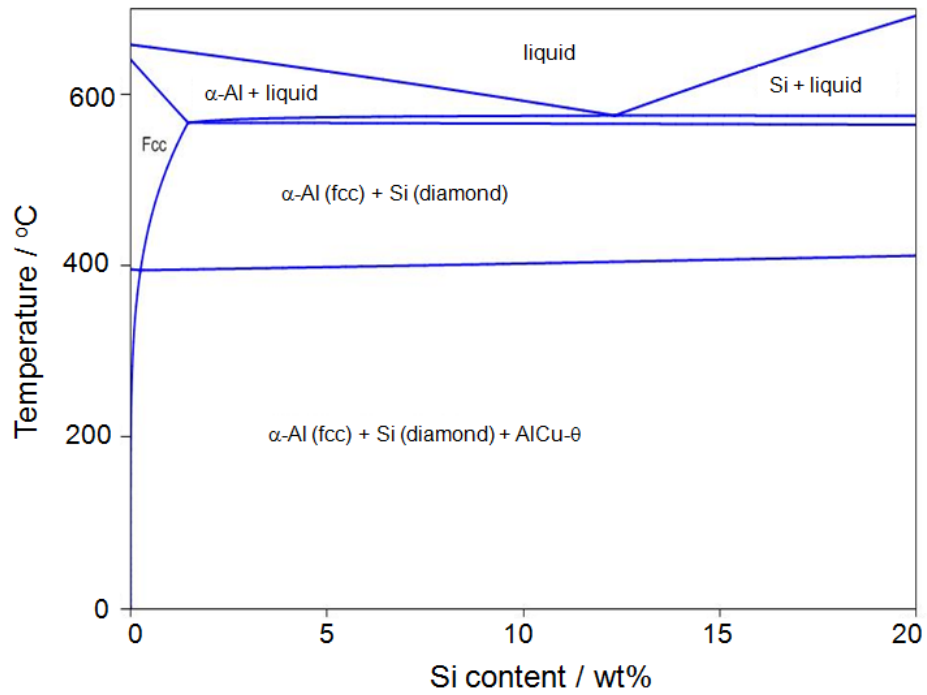


図 10.2 Al-Si-Cu 3 元系状態図における等 1%Cu 断面図 [1]

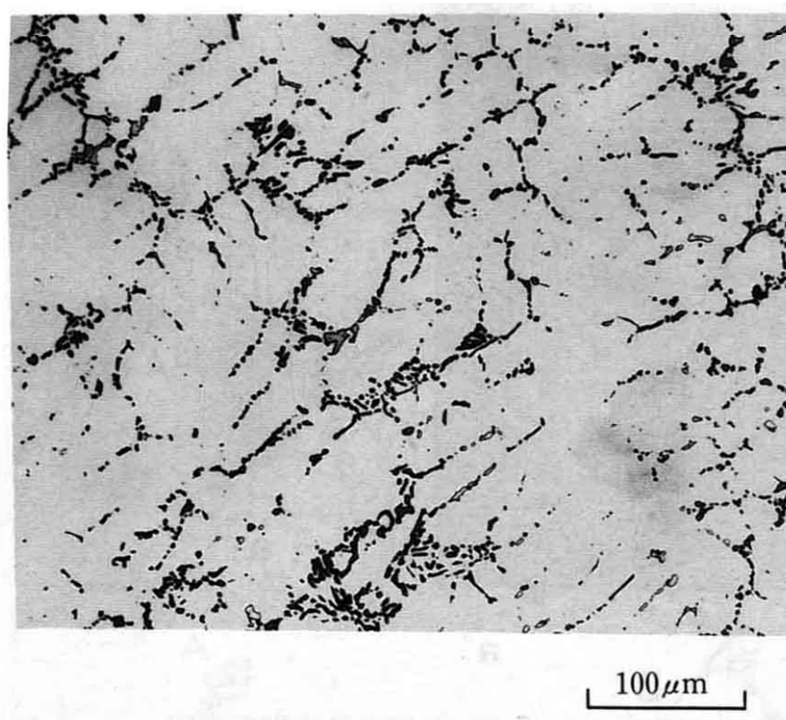


図 10.3 Al-5wt%Si-4wt%Cu (AC2A) 合金の組織 (T6 処理後) [2]

## 10.2 Al-Si-Mg 3 元系合金

Al-Si-Mg (AC4A, AC4C, AC4CH) 3 元系合金は、亜共晶 Al-Si 合金に Mg を添加し固溶強化と析出強化を実現した合金である。これにより、Al-Si 合金の铸造性を損なうことなく、高強度化が実現した。図 10.4 に Al-Si 及び Al-Mg 2 元系, Al-Si-Mg 3 元系合金及びその他の多元系合金の化学組成を Al-Si-Mg 3 元系状態図における液相線投影図 [3] にプロットしたものを示す。液相線投影図上に示された相は、その組成の合金の初晶を示す。Al-Si-Cu 合金同様、ほとんどの合金において铸造時の初晶は  $\alpha$ -Al (fcc) であることがわかる。図 10.5 に、Al-Si-Mg 3 元系状態図における等 0.4 %Mg 断面図 [3] を示す。わずか 0.4wt%Mg を含有することによって、約 420°C 以下で  $\alpha$ -Al +  $\theta$ -Mg<sub>2</sub>Si + Si 3 相領域が出現する。したがって、実用の Al-Si-Mg 铸造合金では 400°C 以下の時効処理に伴う Mg<sub>2</sub>Si 相 (G.P.ゾーン, 準安定相を含む) の析出による高強度化が期待される。

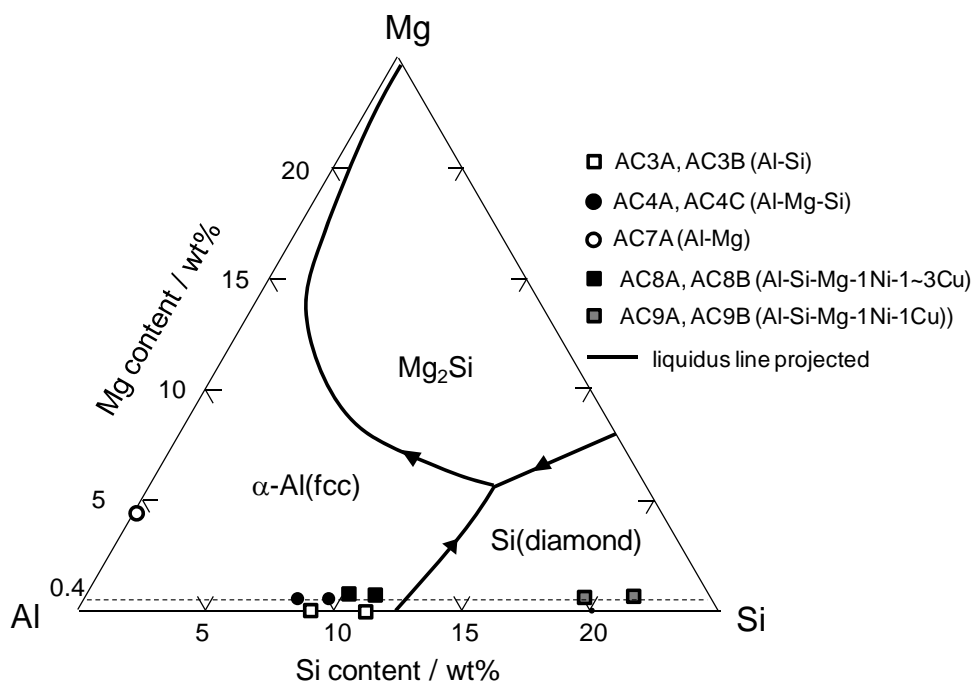


図 10.4 Al-Si-Cu 3 元系状態図における液相線投影図 [3] 及び铸造 Al 合金の化学成分

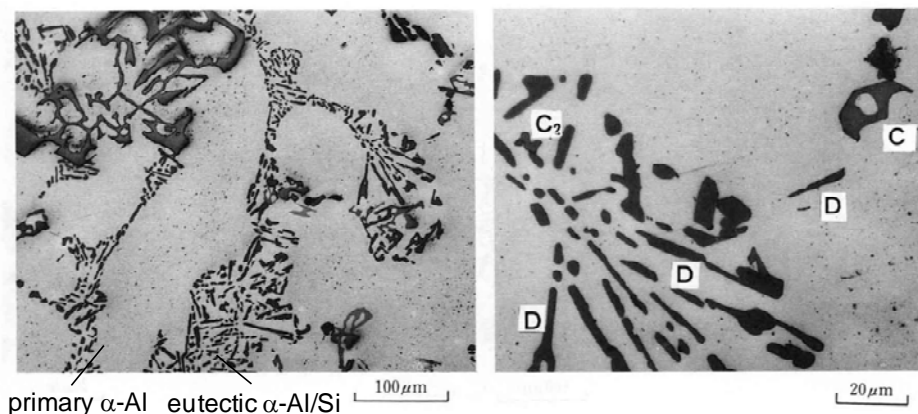


図 10.5 Al-9wt%Si-0.4wt%Mg (AC4A) 合金の铸造まま材の組織 [2]

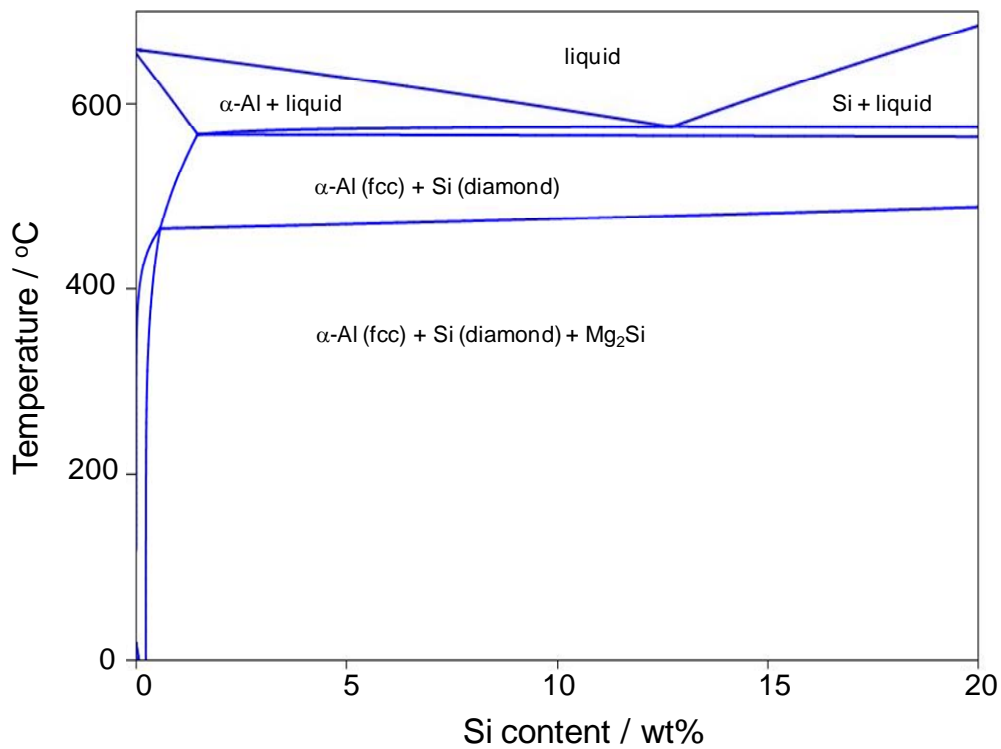


図 10.6 Al-Si-Mg 3 元系状態図における等 0.4%Mg 断面図 [3]

#### 参考図書

- [1] X.M. Pan, C. Lin, J.E. Morral, and H.D. Brody, J. Phase Equilib. Diffus., **26**(2005), 225-233.
- [2] アルミニウムの組織と性質, 軽金属学会 (1991).
- [3] H. Feufel, T. Gödecke, H.L. Lukas, F. Sommer, J. Alloys Compd. 247 (1997) 31-42.
- [4] アルミニウム合金の強度, 小林俊郎, 内田老鶴圃 (2001).
- [5] 非鉄材料 - 講座・現代の金属学 材料編 5-, 日本金属学会 (1987).