

新日本製鐵(株)特別基礎第二研究センター ○山田 亘, 松宮 徹, 中村正和
研究企画部 大橋徹郎

1. 目的 金属・合金の液体を大過冷させた後に凝固させることにより凝固組織の微細化や準安定相を形成させることができることは多くの研究者により報告されている。しかし、金属・合金の液体の過冷現象そのものについてはその重要性にも関わらず、未だ未知の事柄が多い。本研究は急速凝固法により容易に非晶質化するFe-Si-B合金において溶融ガラス法により繰り返し溶融凝固の熱分析を行い、静的過冷度に対する溶質濃度および晶出相の影響を深沼らによる研究結果¹⁾を参考にしながら調査したものである。

2. 実験方法 Fig. 1に溶融ガラス法により過冷凝固を行った装置の概略図を示す。タンマン炉中でアルミナ(SSA-S)製のるつぽで合金をパイレックスガラスと一緒に溶融凝固させ、その時上部より熱電対を挿入し熱分析を行った。加熱は10℃/minで液相線温度より100℃上まで行い、その後同じく10℃/minで冷却した。過冷度は液相線温度とレカレッセンス直前の温度との差として求めた。溶融凝固の繰り返しは5~10回行った。

3. 結果 図2は過冷度の測定を行った組成、図3はその測定結果、また図4は各合金において観察された凝固中の温度変化を推定平衡状態図*とともに示したものである。純鉄(電解鉄)において同じ方法で得られた最大過冷度は220℃であった。Fe-5at%SiにBを加えていくと初晶に対する過冷度は10% Bまでは減少し、14, 18% Bと増やすと逆に過冷度も増加し、さらに22% Bになると再度減少する結果となった。第2相に対してはどの合金においても大きな過冷度は得られなかった。これらの結果は深沼らが指摘しているように α 鉄はFe-Bに比べ液相中での核形成が極めて容易であり¹⁾、FeBもFe₂Bと比べると核形成が容易であると考えたと無理なく説明できる。また α 鉄に対する過冷度は純鉄では比較的大きく、またFig. 5から判るようにFe-Si二元系合金においてはSi濃度によらずほぼ純鉄と同等の過冷度が得られるが、Bが加わると急激に過冷度は減少することが判る。また実験で得られた過冷度と非晶質形成能には相関があることが判り、さらに α 鉄に対する過冷度の溶質濃度依存性が古典的核形成理論により定性的に説明できることが判った。

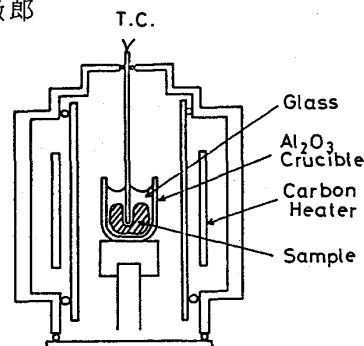


Fig. 1 Apparatus used for undercooling experiment

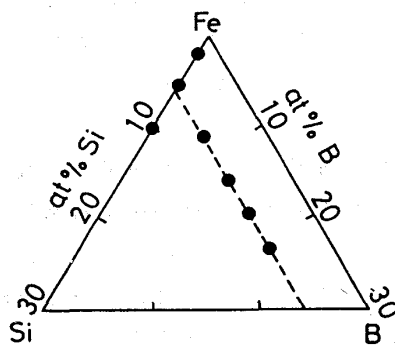


Fig. 2 Testing compositions for undercooling experiment

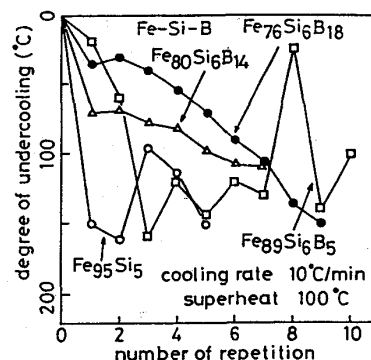


Fig. 3 Degree of undercooling for Fe-Si-B alloys

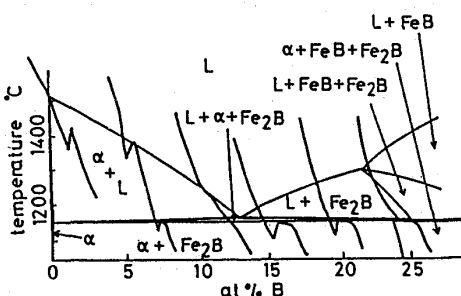


Fig. 4 Calculated phasediagram and thermal analysis curve for Fe-Si-B alloys

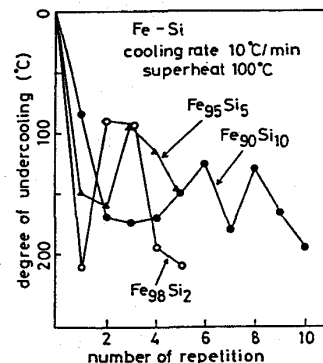


Fig. 5 Degree of undercooling for Fe-Si alloys

参考文献 1) 深沼, 松野, 梅田: 日本金属学会 61年秋期講演大会 (239)

* L. Kaufmanの整理したデータを用い, Koelerの方法により計算した。