

平成28年4月5日

研究紹介

○研究テーマ: 合金状態図(相図)と組織制御に関する基礎および応用研究

○目的: 各種構造および機能材料に関する状態図(相図)と組織制御について熱力学的観点から解析を行い、材料設計を行うための基礎的知見を得る。特に多元系 Ti 合金の相安定性の予測法の確立や結晶粒の微細化や粗大化するための手法とそのメカニズムの解明を試みる。これらの基礎研究に基づき(1)高熱伝導・低熱膨張係数を有する新型ヒートシンク材の開発および (2) 高電気抵抗合金の開発を目指す。

○方法

1. 基礎研究

(1) 結晶粒径制御法:

低比重・高強度鋼および高電気抵抗材として注目されている Fe-Mn-Al 合金に快削元素であるBiを添加した場合に、液相が結晶粒成長にどのような影響を及ぼすかを実験的に検証する。具体的には、マトリックスの組織をフェライト、フェライト/オーステナイト2相、オーステナイト各組織における Bi 液相の存在がどのように粒成長を抑制するかを定量化するとともに、そのピン止め効果について熱力学的な解析を行う。

(2) Ti 基合金のシェフラー型状態図の作成:

ステンレス鋼の合金設計に広く用いられているシェフラー状態図では、オーステナイト形成元素を Ni 当量、フェライト安定化元素を Cr 当量として表しその安定性を予測するが、Ti 合金でも同様の記述が可能かどうか検討する。すなわち、Ti の hcp 構造の α 相を安定する元素に対しては Al 当量、bcc 構造の β 相を安定化する元素に対しては Mo 当量として、それぞれの α / β 間の部分モル自由エネルギー差の比を Al 当量、Mo 当量として熱力学的に定義する。これより各種合金元素について Al 当量、Mo 当量の値を設定し、 α / β 平衡、マルテンサイト変態の M_s 点、 β トランザス等の相安定性との関連を調査する。

2. 応用研究

(1) 高熱伝導・低熱膨張係数を有するヒートシンク材の開発:

高熱伝導を有する Cu 合金と低熱膨張係数を有するステンレスインバー合金(Fe-Co-Cr系)とのハイブリッド組織を有する卵型粉末を作製し、その基礎特性を測定し、新しいタイプのヒートシンク材を開発する。

(2) 高電気抵抗合金の開発:

Fe-Mn-Al 基合金は高い電気抵抗を有するが冷間加工性に劣るので、組織と加工性についての関連性を把握し、各種抵抗材の中でも靱性・延性に優れる高電気抵抗合金を開発する。

○期待される効果

(1) 結晶粒微細化および粗大化は、組織制御の中でも極めて重要である。液体分散組織は工業的にも快削材料等で広く知られているが、結晶粒成長についての研究は極めて少な

い。従って液相を利用した組織制御法が確立されれば、その応用範囲は大きく広がる事が期待できる。

- (2) ステンレス鋼におけるシェフラー状態図は良く知られており、フェライト系、オーステナイト系、2相系等の合金設計に利用されている。Ti 合金も鉄鋼と同様に α (hcp)型、 $\alpha + \beta$ 型、 β (bcc)型等があるが、シェフラー状態図に相当する組織安定図がないために簡単な合金設計ができない状況にある。本研究では、Al 当量、Mo 当量を用いて Ti 合金のシェフラー型状態図を作成しようとするものであり、Ti 合金の設計に大きな威力を発揮すると期待できる。
- (3) 状態図と組織制御を駆使して、新しいタイプのヒートシンク材や高電気抵抗合金の開発は、自動車や携帯電話を始め多くの用途への適用が期待できる。