

アモルファス希土類-Mn 合金の熱膨張に対する磁場効果

Magnetic Field Effect on the Thermal Expansion of Amorphous Rare-Earth-Mn alloys

室蘭工大院¹, 環境調和材料工学研究センター²○雨海 有佑^{1,2}, 藤田 恭平¹, 目黒 早恵¹, 石原 圭¹, 桃野 直樹^{1,2}, 高野 英明¹, 村山 茂幸^{1,2}Muroran Inst. of Tech.¹, Research Center for Environmentally Friendly Materials Engineering²○Yusuke Amakai^{1,2}, Kyouhei Fujita¹, Kei Ishihara¹, Sae Meguro¹, Naoki Momono^{1,2}Hideaki Takano¹, Shigeyuki Murayama^{1,2}

E-mail: a-rain@mmm.muroran-it.ac.jp

熱膨張は、格子振動の温度変化によって現れ、原子の結合の方式に強く依存する。また、磁気的性質の変化による相転移などが体積変化を伴い、異常熱膨張をもたらすこともある。特に、Mn を含む合金や化合物は、多様な磁気転移を示したり、Mn スピンの時間・空間的揺らぎが原因となって異常熱膨張をもたらすことがある。我々はこれまでに希土類金属の Ce と Mn で構成されたアモルファス(a-)Ce-Mn 合金を作製し、基礎物性について研究を行ってきた。その結果、a-Ce-Mn 合金は、熱膨張に単純な格子振動だけでは説明できない磁性の寄与が顕著に現れることが判明した。本研究は、a-Ce-Mn 合金における熱膨張に対する磁性の寄与を明らかにし、熱膨張係数の制御を目指すため、磁歪測定および希土類元素(RE = Y, La, Ce, Pr)置換効果を調べた。

試料は、DC 高速スパッタ法により水冷された銅基板上に数 100 μm 程度得られた。構造は、X 線回折パターンから明確なピークが観測されず、不規則構造であることが確認されている。また、DSC により結晶化に対応する発熱ピークを観測した。磁歪測定は、Quantum Design 社の PPMS の resistivity オプションを用いてストレインゲージ法により測定した。

Fig. 1 に a-RE₅₀Mn₅₀ 合金の線膨張の温度依存性を示す。Ce 以外のレアアースでは高温・低温ともに巨大な線膨張は観測されず、通常金属と比べ小さな温度依存を示した。Y と Pr ではほぼ同様な温度依存性が観測されたが、La は他の RE 原子と比べかなり小さい温度依存を示した。Ce の室温付近で現れる巨大な熱膨張係数は、磁場によってあまり変化を示さないが、高磁場・低温側で熱膨張が大きく抑制されることが明らかになった。磁歪の測定結果から a-Ce₅₀Mn₅₀ 合金に対し、磁場中の線膨張の温度依存性について計算した結果、線膨張は磁場によって大きく抑制されたものの、依然として線膨張の温度依存は他の合金に対して大きい。この原因として a-Ce₅₀Mn₅₀ 合金では、アモルファス構造内の原子間ポテンシャルの巨大な非調和性が関与していることが考えられる。

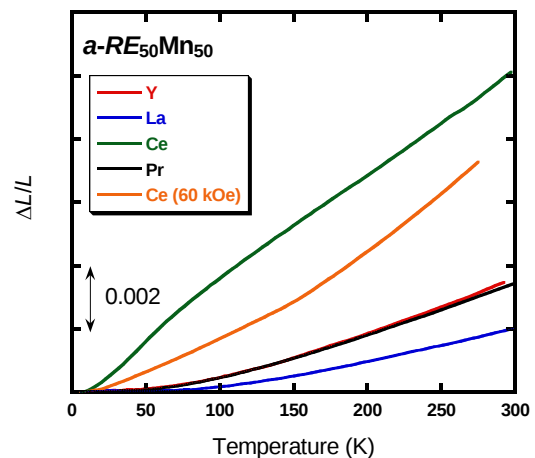


Fig. 1 Temperature dependence of linear thermal expansion $\Delta L/L$ for a-RE₅₀Mn₅₀ alloys.