

Fe_{2-x}MnGa_{1+x}(x = 0 ~ 0.5)合金の磁気特性とメスbauer効果

三浦悠太、嶋敏之、土井正晶

(東北学院大工)

Magnetic characteristics and Mössbauer effect of Fe_{2-x}MnGa_{1+x}(x = 0 ~ 0.5) alloys.

Y. Miura, T. Shima, M. Doi

(Tohoku Gakuin Univ.)

はじめに

D0₂₂型 Mn-Ga 系材料では高い磁気異方性や高い保磁力が確認されているが、フェリ磁性に起因する低飽和磁化が報告されている。本研究では Fe を含めた Fe-Mn-Ga 合金において 400 °C 以上の高温熱処理した試料の結晶構造と磁気特性はすでに報告した^[1]。本研究では Fe_{2-x}MnGa_{1+x} (x = 0 ~ 0.5)合金の組成を変化させることで結晶構造および磁気特性の変化を調べた。その結果、Ga リッチな組成にすると磁化が大幅に増加する結果が得られた。Fe_{2-x}MnGa_{1+x} (x = 0, 0.5)において磁化の増加の原因をメスbauer効果による超微細磁気構造の解析について行っている。今回 Fe_{2-x}MnGa_{1+x}(x = 0.3, 0.4)におけるメスbauer効果について超微細磁気構造の解析について報告する。また、磁気特性の熱処理手法依存性についても検討し、磁気相転移の観点から考察した。

実験方法

試料の作製はアーク溶解炉を用いて、Ar ガス雰囲気中で真空度が 2.3×10^{-2} Pa 以下で合金が均一になるように表裏 2 回ずつアーク溶解を行った。また、原材料は Fe (4N)、Mn(5N)、Ga(6N)を使用した。合金を作製した後、ダイヤモンドやすりで粉末化し、真空度が 2.3×10^{-2} Pa 以下で真空封入した。マッフル炉を用いて熱処理を行い、取り出した後に水で急冷した。また熱処理温度 800°C で均質化処理した試料においても検討を行った。各種評価は、組成分析をエネルギー分散型 X 線装置(EDX)、結晶構造を X 線回折装置(XRD) 磁気特性は物理特性測定装置(PPMS - VSM)、⁵⁷Co 線源のメスbauer効果で測定評価を行った。また作製した試料において組成分析の結果から組成による誤差が 3%以下の合金を用いて行った。

実験結果

Fe_{2-x}MnGa_{1+x} (x = 0 ~ 0.5)合金は熱処理温度 350 °C で bcc 相が確認され、Ga がリッチとなる Fe_{1.5}MnGa_{1.5}合金でも同様に bcc 相が確認された。格子定数の変化は最大で 0.21 %増大した。また Ga の組成を増やすことで磁化は単調に増加していき、Fe₂MnGa の室温での磁化は $M_{80kOe} = 27.7$ emu/g に対し Fe_{1.5}MnGa_{1.5}では磁化が $M_{80kOe} = 81.0$ emu/g であり、Fe₂MnGa の飽和磁化に対して約 3 倍以上の磁化の増加が確認された。この結果は Fe₂MnGa のフェリ磁性から Fe_{1.5}MnGa_{1.5}の強磁性へ磁気相転移に起因すると考えられる。またメスbauer効果の結果から Fe₂MnGa では室温で常磁性の単相を示し、Fe_{1.5}MnGa_{1.5}では室温で Fe₂MnGa と超微細パラメータが等しい常磁性の相と、内部磁場が 184.9 kOe である強磁性の相の二相を示した。このとき Fe_{1.5}MnGa_{1.5}の体積分率は常磁性相が 20%で、強磁性相が 80%となり、部分的にフェリ磁性から強磁性へと磁気相転移したと考えられる。また Fe_{1.7}MnGa_{1.3}と Fe_{1.6}MnGa_{1.4}のメスbauer効果の結果から Ga の組成増加に伴い、常磁性相の割合が低下し、強磁性相の割合が増加する結果が得られた。講演では、均質化処理し作製した合金についても比較検討した結果を報告する。

参考文献

- 1) A. Koeba and T. Shima and M. Doi, Jpn. Appl. Phys., 55, 07MC04 (2016).