

FeRh 合金薄膜の結晶化条件の違いによる磁気相転移温度への影響

Effects of crystallization conditions on magnetic phase transition of FeRh alloy thin films

兵庫県立工業技術センター, °福住 正文

Hyogo Prefectural Institute of Technology, °Masafumi Fukuzumi

E-mail: fukuzumi@hyogo-kg.jp

1. はじめに

Fe-Rh 金属間化合物は室温において非常に幅広い組成範囲 (20~50at.%Rh) で B2 型規則構造を安定な相として存在する. すなわち化学量論組成のずれを空孔型欠陥や反構造型欠陥といった構造欠陥を内包することによって B2 型結晶構造を保っていると考えられる. さらに化学量論組成では室温付近で反強磁性—強磁性の磁気相転移が存在し, その相転移時には結晶構造は変化せず, 格子定数がおよそ 0.3%膨張する特徴を持つ. また, この磁気相転移にともない, 60%の電気抵抗率の変化が生じることが知られている. 両相における磁気物性および伝導物性が顕著に異なる上, 転移や共存状態が室温付近で生じることから, スピントロニクス分野での用途として利用できる. 一方で, 相図に見られない結晶相が極めて高い応力で誘起されるなど結晶学的にも磁気学的にも非常に興味深い物質である.

これまで, Fe と Rh の組成や, また, 基板や薄膜作製方法を変化させて電気抵抗率の温度変化から磁気相転移温度を調べた. その結果, 格子のミスマッチングにより磁気相転移温度が変化した. 特に, 結晶化条件の違いで電気抵抗率の温度変化が大きく異なることが確認された (図 1). そこで本研究では, その要因について, そこで本研究では, その要因について, 磁化の温度変化を VSM で, 基板からの膜の組成変化を XPS で調べ, 薄膜の成長過程を FIB 加

工と断面 TEM 観察から調べる.

2. 実験方法

結晶化条件として, スパッタリング法で室温成膜し, その後真空中 ($3.0 \times 10^{-3} \text{Pa}$) にて 600°C で 30 分間の熱処理を行う場合と, 還元雰囲気 ($\text{Ar}+10\%\text{H}_2$) 中で基板を 600°C で加熱して成膜する場合の 2 通りで検討した. 基板として Si(100)を用いた. 磁化の温度変化を VSM で, 基板からの膜の組成変化を XPS で調べた. 基板からの薄膜成長を FIB 加工と断面 TEM 観察で調べた.

3. 実験結果

図 2 に結晶化条件の異なる FeRh 合金薄膜の磁化—温度特性測定結果を示す. 223K から 423K まで温度を走査させた時の磁化の変化について示す. 室温成膜し真空中で熱処理した薄膜では 223K 以下でも磁化が残留しているが, 基板加熱で成膜した薄膜では, 223K で磁化はほとんど残留しないことがわかった. XPS による深さ方向の組成の変化について調べた結果, 室温成膜+真空熱処理した薄膜では, 基板表面で Fe がリッチな組成となり 2 つの異なる組成があると考えられる. 一方で, 基板加熱で成膜した薄膜では, 徐々に Rh 濃度が減少していくことがわかった. Fe リッチな組成が存在するため, 室温成膜+真空熱処理した薄膜では 223K 以下でも磁化が残っていると考えられる.

当日は断面 TEM 観察結果についても触れる予定である.

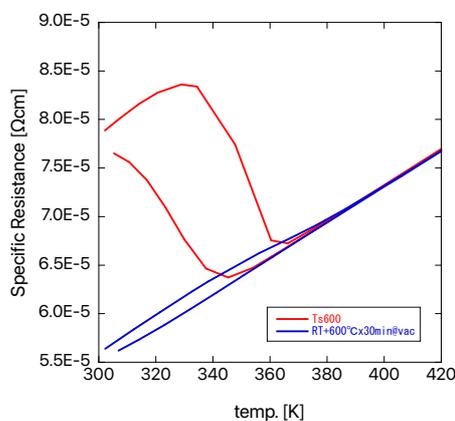


Fig.1 Temperature changes of specific resistance of FeRh thin films at different crystallization conditions.

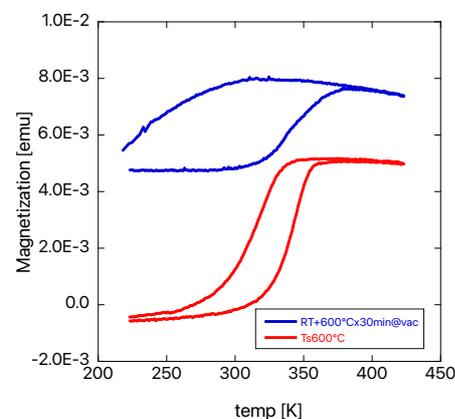


Fig.2 Temperature changes of magnetization of FeRh thin films at different crystallization conditions.