

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

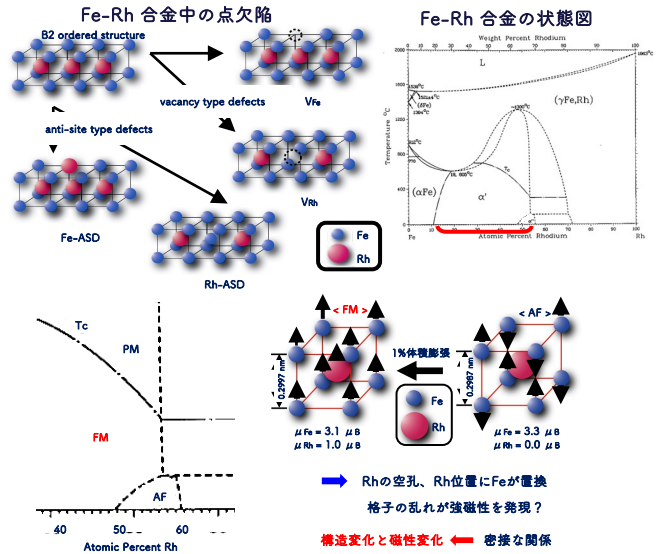
背景

- ❖ 室温において非常に幅広い組成範囲 (20 ~ 50at.%Rh) でB2型規則構造化学化学量論組成のずれを空孔型欠陥や反構造型欠陥を内包
- ❖ 50at.%Rhでは360Kに反強磁性-強磁性転移転移に伴って電気抵抗率が60%も変化
- ❖ 特異な伝導特性, 磁気特性
転移点近傍で非線形な磁化率
スピントロニクス効果の測定で非線形な応答
→ スピントロニクス分野での応用

反強磁性-強磁性転移温度の制御
体積変化を伴うことから歪みや圧力で転移温度変化
化学組成による転移温度変化

<これまでの結果>

- ☞ 結晶化の違いにより電気抵抗率の温度変化は異なる挙動
結晶化の違いがショートレンジオーダーでの構造の乱れを
- ☞ 薄膜の成長過程が電気抵抗率の温度変化に大きく影響



本研究

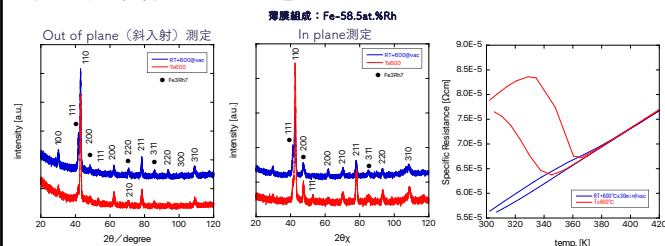
結晶化条件の違い → 磁気相転移温度への影響について薄膜成長との関係を詳細に調べる

実験・評価方法

- 粉末ターゲットを用いたスパッタリングによる薄膜作製(膜厚200nm)
- ❖ 2元ターゲット: Fe(4N), Rh(powder, 4N)
 - ❖ 基板: Si(100), Al₂O₃(0001), LaAlO₃(100), MgO(100)
 - ❖ スパッタ条件: 基板加熱(室温~700°C, Ar+10%H₂)
 - ❖ 熱処理条件: 真空熱処理(600°C~900°C)
 - ❖ 評価: 結晶構造(XRD), 組成(XRF), 電気抵抗率の温度変化, 深さ方向の組成変化(XPS), 磁気特性評価(VSM), TEM観察

- ◇ スパッタリングによる薄膜作製で組成をコントロール
- ◇ 結晶化手法による薄膜成長過程の変化
- ◇ 基板や薄膜作製条件により結晶構造をコントロール

結晶化条件による影響

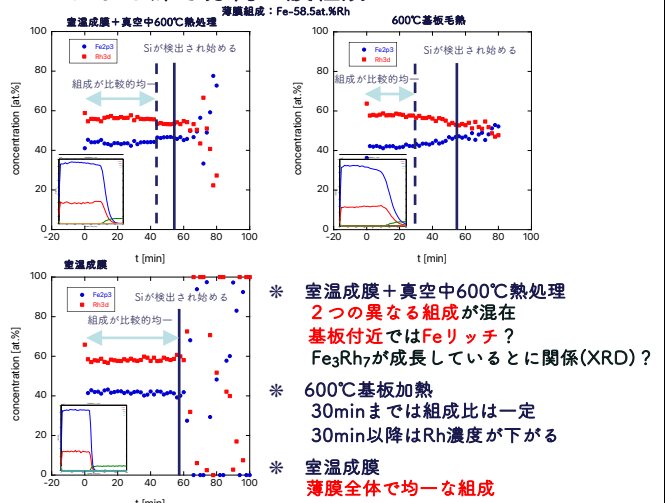


- * 室温成膜し真空中熱処理した場合, Fe₃Rh₇が大きく成長し, 電気抵抗率の変化は大きく異なる
- * 電気抵抗は格子欠陥に大きく影響を受けることが要因では?

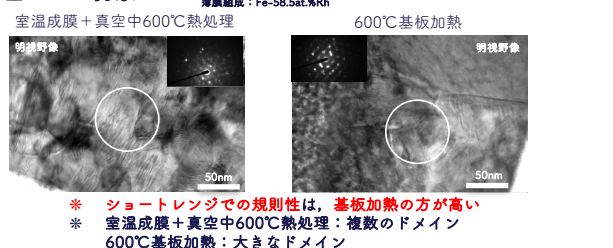
磁化-温度特性

- ❖ 室温成膜+真空中600°C熱処理 vs 600°C基板加熱
-
- 薄膜組成: Fe-58.5at.%Rh
Magnetization [em]
temp. [K]
- * 結晶化方法の違いで異なる挙動を示す
 - * 室温成膜+真空中600°C熱処理
転移温度は約350K
223K以下でも磁化は残留
 - * 600°C基板加熱
転移温度は約350K
223K以下では磁化はほぼ0

XPSによる深さ方向の膜組成



断面TEM観察



まとめ

- * 磁化測定から, 結晶化の違いにより, 磁化-温度曲線が異なる挙動を示した
- * 室温成膜+真空中600°C熱処理では, 深さ方向の組成比率の変化から, 2つの異なる組成が混在し, 基板付近では, Feリッチな組成をであると考えられる。
- * 室温成膜+真空中600°C熱処理の場合, Feリッチな組成の存在のため223K以下でも磁化が残っている
- * 断面TEM観察から, ショートレンジでの規則性が異なると考える
- * 室温成膜+真空中600°C熱処理の場合, 複数のドメインが確認され, 600°Cで基板加熱した場合は, 大きなドメインを持つ構造