

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	Fe100-xRhx薄膜における磁化ダイナミクス
Title(English)	Magnetization dynamics in Fe100-xRhx thin films
著者(和文)	宇佐見喬政
Author(English)	Takamasa Usami
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11443号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:谷山 智康,伊藤 満,真島 豊,北本 仁孝,松下 伸広,中川 茂樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11443号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	材料	系	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 (工学)	Doctor of
学生氏名： Student's Name	宇佐見 喬政		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	谷山 智康	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)	伊藤 満	

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、“Magnetization dynamics in $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$ thin films ($\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$ 薄膜における磁化ダイナミクス)”と題し、低磁気緩和の新規材料候補として $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$ 合金薄膜に焦点を当て、磁化ダイナミクス及び、それに付随する磁気緩和現象に関して評価した結果について英語で記述され、Chapter 1 から Chapter 6 の計 6 章から構成されている。

Chapter 1 “Introduction (序論)”では、本論文の研究背景、目的、概要、及び章構成が示されている。

Chapter 2 “Transmission of spin wave in Fe-rich FeRh (Fe 過剰 FeRh におけるスピン波伝播)”では、 $\text{Fe}_{60}\text{Rh}_{40}$ 薄膜においてスピン波が $21 \mu\text{m}$ 以上に亘り伝播する結果について記されている。スピン軌道相互作用が比較的大きな Rh が存在するにも関わらず長距離伝播が観測された結果は Fe と Rh における強磁性交換結合に起因すると考察されている。

Chapter 3 “Compositional dependence of Gilbert damping constant of epitaxial $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$ thin films ($\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$ エピタキシャル薄膜のギルバートダンピング定数の組成依存性)”では、強磁性共鳴測定によって調査した $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$ 合金におけるギルバートダンピング定数 α の Rh 組成依存性について記されている。実験の結果、Rh の増加に伴い α は減少し、Rh 20%付近において α が 9×10^{-4} という金属材料としては小さな値を示すことを明らかにしている。一方で Rh が 20%以上の組成では Rh の増加に伴い α が増大することを明らかにしている。Rh が 20%までの組成領域では主にフェルミ準位における状態密度の大きさが α の組成依存性に寄与する一方で、20%以上の組成領域では反強磁性秩序の安定化が α の増大に関わると考察されている。

Chapter 4 “Temperature dependence of Gilbert damping constant of epitaxial FeRh thin films (FeRh エピタキシャル薄膜のギルバートダンピング定数の温度依存性)”では、反強磁性-強磁性相転移を示す FeRh エピタキシャル薄膜のギルバートダンピング定数 α の温度依存性について記されている。実験の結果、温度の上昇に伴い α が減少することを明らかにしている。温度依存性の起源として、反強磁性/強磁性ドメイン間の交換相互作用及び、反強磁性ドメインのスピンシンクとしての寄与が考察されている。また、分散関係から求めた有効磁化は磁気測定により得られた結果に比べて小さな温度依存性を示すことを明らかにしている。この結果は、核生成した強磁性ドメインが成長する際、ドメイン内の正味の磁化に変化が生じないことを示している。

Chapter 5 “Capping effects of heavy metals on the magnetic phase transition (磁気相転移に与える重金属被覆効果)”では、4d, 5d 元素である Pd, Ir, Pt を FeRh 薄膜に被覆した際の相転移温度の変化について議論している。いずれの場合も被覆によって相転移温度が増大する効果を見出している。また Ir を被覆した薄膜においては、相転移による磁化の変化が緩慢になることが示されている。相転移温度が変化した起源として、界面付近に生じる歪みにより強磁性状態が不安定化し、相転移温度が増大する効果が議論されている。

Chapter 6 “Conclusions (結論)”では、本研究で得られた結果を総括している。

以上より、本論文は、 $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$ 合金薄膜における磁化ダイナミクス及び、それに付随する磁気緩和現象について調査し、Rh 組成が 20%付近の合金で磁気緩和が極めて小さくなることを実証するとともに、Rh 組成が 50%近傍の合金では強磁性-反強磁性相境界に近づき、磁気緩和が増大することを見出している。また、長距離のスピン波伝播現象の観測にも成功している。さらに 4d, 5d 元素被覆による界面における歪みが相転移温度を変調する効果について明らかにしている。以上の結果は、スピントロニクスデバイスの高機能化に資する大きな意義を有している。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： 材料 系
Department of Graduate major in
学生氏名： 宇佐見 喬政
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 谷山 智康
Academic Supervisor(main)
指導教員 (副)： 伊藤 満
Academic Supervisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The thesis entitled “Magnetization dynamics in $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$ thin films” focuses on the magnetization dynamics of FeRh alloy thin films from the viewpoint of designing novel spintronic devices. In Chapter 1, the background, the motivation and the outline of this thesis are described. Chapter 2, entitled “Transmission of spin wave in Fe-rich FeRh”, shows the transmission characteristics of spin wave in $\text{Fe}_{60}\text{Rh}_{40}$ thin films at room temperature. It is found that spin wave transmits over a distance longer than 21 μm even in the presence of Rh atoms with a relatively large spin orbital coupling. The origin of the long range transmission of the spin wave is attributed to the ferromagnetic (FM) coupling between Fe and Rh. Chapter 3 entitled “Compositional dependence of Gilbert damping constant of epitaxial $\text{Fe}_{100-x}\text{Rh}_x$ thin films”, describes the Rh concentration dependence of the magnetization dynamics. The Gilbert damping constant α decreases upon increasing Rh concentration up to $x=20$, whereas it increases for $20 < x < 27$. The minimum value of α obtained around $x=20$ is as low as 9×10^{-4} , which is quite small compared to those of other metallic magnetic materials. Chapter 4 entitled “Temperature dependence of Gilbert damping constant of epitaxial FeRh thin films” shows that α decreases as the temperature increases. The temperature dependence is attributed to the exchange interaction between FM and antiferromagnetic (AFM) domains in the films and/or the presence of AFM domains as a spin sink. Chapter 5 entitled “Capping effects of heavy metals on the magnetic phase transition” describes that the 4d and 5d metal capping effects on the AFM-FM transition temperature of FeRh thin films. An increase in the transition temperature is found for all the capped films and it is due to possible interfacial strain, which destabilizes the interface FM state. Chapter 6 summarizes the results and some conclusions are given. The experimental findings in the thesis provide a fruitful insight for designing novel spintronic devices.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).