

課題番号 : F-14-UT-0049
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 強磁性半導体 GeFe における、室温において存在する局所的な室温強磁性と、そのナノスケールでの成長過程
Program Title (English) : Room-temperature local ferromagnetism and its nanoscale domain growth in the ferromagnetic semiconductor $\text{Ge}_{1-x}\text{Fe}_x$
利用者名(日本語) : 若林勇希¹⁾, 大矢忍¹⁾, 田中雅明¹⁾, 竹田幸治²⁾, 藤森淳³⁾
Username (English) : Y. Wakabayashi¹⁾, S. Oya¹⁾, M. Tanaka¹⁾, Y. Takeda²⁾, A. Fujimori²⁾
所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院工学系研究科, 2) 日本原子力開発機構,
3) 東京大学大学院理学系研究科
Affiliation (English) : 1) Department of Electrical Engineering and Information Systems, The University of Tokyo,
2) Synchrotron Radiation Research Unit, JAEA,
3) Department of Physics, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

IV 族強磁性半導体 GeFe 薄膜中の Fe 原子の電子状態・磁化を調べ、その局所的な磁気状態を解明することを目的として軟 X 線磁気円二色性測定(XMCD)を行った。

2. 実験(Experimental)

XMCD 測定の予備測定として、Ge 基板の導電性を調べる必要があったが、その為の電極作製をワイヤーボンダーによって行い、形状・膜厚・電気特性評価装置群の光学顕微鏡によって観察を行なった。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Ge 基板は低い電気抵抗を持っており、XMCD 測定に適した導電性を有していることが分かった。

XMCD 強度の磁場依存性は、GeFe 薄膜中の Fe 原子の磁気モーメントの磁場依存性そのものとなるが、その強磁性状態におけるヒステリシス曲線と、SQUID で測定した磁化の磁場依存性が非常に良い一致を示した。また、Ge の吸収端で測定した可視光磁気円二色性(MCD)の磁場依存性とも非常に良い一致を示したことから、GeFe 中の磁気モーメントは、Ge 母材との p-d 混成を通じて誘起された Fe3d の磁気モーメントから来ていることが明らかになった。また、XMCD 強度の温度依存性を系統的に調べることによって、室温においても局所的な強磁性秩序が存在しており、それらが低温になるにつれて大きく成長していき、キュリー温度において強磁性-超常磁性転移が起きていることが分かった。また、強磁性状態においても、ある

割合の Fe 原子は常磁性や反強磁性状態となってことも明らかになった。この結果は SQUID 測定によって明らかになった弱いスピングラス状態の存在と整合する結果となっている。

4. その他・特記事項(Others)

・独立行政法人 日本原子力開発機構 竹田幸治 副主任研究員、東京大学理学系研究科物理学専攻 藤森淳教授との共同研究として行った。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Y. K. Wakabayashi, S. Sakamoto, K. Ishigami, Y. Takahashi, Y. Takeda, Y. Saitoh, H. Yamagami, A. Fujimori, M. Tanaka, and S. Ohya, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 14a-D2-4, 東海大学 湘南キャンパス 2015 年 3 月 14 日.
- (2) Yuki K. Wakabayashi, Yoshisuke Ban, Shinobu Ohya, and Masaaki Tanaka, J. Appl. Phys. **116**, pp.173906/1-7 (2014).
- (3) Yuki K. Wakabayashi, Shinobu Ohya, Yoshisuke Ban, and Masaaki Tanaka, Phys. Rev. B **90**, pp.205209/1-7 (2014).

6. 関連特許(Patent)

なし