

課題番号 : 2014B-E02
利用課題名 (日本語) : 新しい放射光メスバウアー分光技術を用いた磁性ナノ薄膜の局所構造・局所磁性探査
Program Title (English) : Investigations on Local Crystallographic Structure and Local Magnetic Properties of Magnetic Nano-Films Using Synchrotron-Radiation Mössbauer Spectroscopy
利用者名(日本語) : 壬生 攻¹⁾, 三井隆也²⁾, 田中雅章¹⁾, 中谷規之介¹⁾, 黒葛真行³⁾, 瀬戸 誠^{3,2)}, 柳原英人⁴⁾, 喜多英治⁴⁾
Username (English) : Ko MIBU¹⁾, Takaya MITSUI²⁾, Masaaki TANAKA¹⁾, Noronosuke NAKATANI¹⁾ Masayuki KUROKUZU³⁾, Makoto SETO^{3,2)}, Hideto YANAGIHARA⁴⁾, Eiji KITA⁴⁾
所属名(日本語) : 1) 名古屋工業大学, 2) 日本原子力研究開発機構, 3) 京都大学, 4) 筑波大学
Affiliation (English) : 1) Nagoya Institute of Technology, 2) JAEA, 3) Kyoto University, 4) University of Tsukuba

キーワード：放射光メスバウアー分光, 核ブラッグモノクロメータ, 磁性薄膜, Fe₃O₄, イオン注入, 局所構造, 局所磁性

1. 概要 (Summary)

SPring-8 BL11XUにて開発が進められてきた核ブラッグモノクロメータを用いた放射光メスバウアー分光法 [1]の最近の発展により, 放射光を用いたメスバウアー“エネルギー”スペクトルの測定が, 物質・物性研究の実用レベルに到達しつつある。この手法は, 薄膜試料に対しても実用レベルに達し [2], 大学実験室レベルでの同位体密封線源を用いたコンベンショナルなメスバウアー分光法では容易ではない, 円偏光光源を用いた実験 [3] や試料通電状態での実験 [4] が可能になりつつある。今回我々は, 同じくコンベンショナルなメスバウアー分光法ではそれほど容易ではない, 低温および磁場下での薄膜試料のメスバウアー分光測定に, 核ブラッグモノクロメータを用いた放射光メスバウアー分光測定を適用した。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

今回測定された主な試料は, Kr イオン照射されたエピタキシャル Fe₃O₄ 薄膜である。最近, 貴金属を含まない次世代の垂直磁気記録材料の候補物質として MgO(001) 基板上に作製された CoFe₂O₄ 薄膜が注目されており [5], 強磁性体連続膜からビット・パターンド・メディア(BPM)を作製するための要素技術として, イオン照射を用いた強磁性薄膜の非磁性化が検討されている。ごく最近, CoFe₂O₄ と同じスピネル型酸化物強磁性体である Fe₃O₄ のエピタキシャル薄膜の磁化が, Kr イオン照射により少なくとも 50 K まで消失することが示されたが [6], その磁化消失のメカニズムは不明のままである。そこで今回, 局所的な結晶構造・磁性の解明に威力を発揮するメスバウアー分光測定の適用が試みられた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

メスバウアースペクトルの温度依存性測定の結果, Kr イオン照射された Fe₃O₄ 薄膜は約 120 K 以下で何らかの磁気秩序を持つことがわかった。室温のスペクトルは 0.15 T の磁場下ではほとんど変化せず, 室温付近で薄膜は超常磁性状態ではなく常磁性状態にあることが明らかになった。一方, 低温の磁気秩序相のスペクトルも 0.09 T の磁場下で変化せず, 秩序相の正体が反強磁性相または磁気モーメントがランダムに凍結した相であることが判明した。以上のように, 通常の磁化測定のみからでは得られない, イオン照射 Fe₃O₄ 薄膜の磁気秩序に関する有益な情報が得られた。

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

- [1] T. Mitsui, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **46** (2007) L930.
- [2] K. Mibu *et al.*, Hyp. Int. **217** (2013) 127.
- [3] T. Mitsui, *et al.*, J. Synchrotron Rad. **22** (2015) 427.
- [4] K. Mibu *et al.*, J. Appl. Phys. **117** (2015) 17E126.
- [5] H. Yanagihara *et al.*, J. Appl. Phys. **109** (2011) 07C122.
- [6] E. Kita *et al.*, J. Appl. Phys. **115** (2014) 17B907.