

鉄ロジウム合金薄膜の磁性における中低エネルギーイオン照射効果Effect of energetic ion irradiation on the magnetic properties
of FeRh interatomic compound岩瀬彰宏¹⁾斉藤勇一²⁾

Akihiro IWASE

Yuichi SAITOH

¹⁾大阪府立大学 ²⁾原子力機構**(概要)**

鉄ロジウム合金は、室温付近に反強磁性—強磁性 1 次磁性転移温度を有し、さらに 670K 付近には強磁性—常磁性転移温度（キュリー温度）を有するなど、温度や組成、圧力などの変化で様々な磁性状態をとる興味ある合金である。我々は、この物質に高エネルギーのイオン照射を行うことにより、その磁性状態が系統的に変化することを見出した。本研究では、そのメカニズムを追及するとともに、マイクロビームを用いた 2 次元磁性マイクロパターンを作る試みを行う。

キーワード：

鉄ロジウム合金、イオンビーム、磁性制御

1. 目的

鉄ロジウム合金の磁性が、どのような機構で照射により変化するのか、その物理的なメカニズムを解明し、2 次元磁性パターンニング作成に利用する。この方法は、従来の磁性パターンニング作成のようなレジスト膜やマスクを必要としない、マスクレス、フォトレジストレスパターンニングという新たな方法であり、その方法が確立すれば、多方面への応用が期待される。

2 方法

FeRh 薄膜をイオンスパッタ法で作成した。基板は MgO、膜厚は約 100 ナノメートルである。この厚さは用いたイオンのレンジと比べてはるかに小さいため、照射イオンはほとんどすべて試料を通過する。そのため注入イオンの影響を考慮しなくてよい。また、イオンが薄膜中で失うエネルギーはわずかであるため、照射効果のイオンエネルギー依存性などの議論を定量的に行うことができる。作製した試料は、高崎量子応用研究所 TIARA のタンデム加速器を用いて、1.7 MeV の金イオン、1 MeV の水素イオン、10 MeV のヨウ素イオンを用いて照射した。照射後の磁性を SQUID 磁束計で測定するとともに、放射光施設 Spring8, KEK-PF における X 線磁気 2 色性 (XMCD) 測定により評価した。また、照射による結晶構造変化を、KEK-PF での EXAFS 測定によって測定した。その後、10 MeV ヨウ素マイクロイオンビームでいろいろな形状のマイクロ磁性パターンを試料表面に作成し、磁気力顕微鏡 (MFM) や Spring8 における光電子顕微鏡 (PEEM) により観察した。

3. 研究成果

照射後の磁化測定の結果から、照射による磁性変化は、照射イオンが試料にもたらす弾性的相互作用によるエネルギー付与に依存することが分かった。付与エネルギーが小さいときは、試料の磁性は反強磁性から強磁性に変化し、付与エネルギーが大きくなると逆に非磁性に転ずる。また結晶構造変化は、照射による強磁性発現領域では、その構造が B2 構造のまま乱れていく。それに対して、磁化が減少する領域では、結晶は B2 構造から A1 構造に転ずる。これは、高照射量により FeRh の構造が高温状態の構造になったことを意味する。またマイクロイオンビーム照射により、照射したマイクロメートルスケールの領域のみが反強磁性から強磁性に変化している様子が明確にとらえられた。また、PEEM によりその磁区構造の情報も得られ始めている。

4. 結論・考察

以上の結果から、イオンビームによる弾性的作用によるエネルギー付与が FeRh の磁性をコントロールしていることが判明した。強磁性の発現がなぜ結晶構造の乱れにより生ずるかはまだ十分にはわかっていないが、第一原理を用いた計算などにより、そのメカニズムの解明に努力している。また、マイクロビームにより照射した領域だけでの磁性が変化することは、この現象がマクロなひずみなどによって生ずるものではなく、原子レベルの変化により生じたことを意味するものであり、マイクロメートルからナノメートルスケールへの磁気パターンニング作成への筋道ができたものであると考えられる。

5. 引用(参照)文献等

本研究で発表した論文は以下の通りである。

Nao. Fujita, S. Kosugi, Y. Saitoh, Y. Kaneta, K. Kume, T. Batchuluun, N. Ishikawa, T. Matsui, A. Iwase, J. Appl. Phys. 107, 09E302(2010)

Micrometer-Sized Magnetic Patterning of FeRh Films Using an Energetic Ion Microbeam, Nao. Fujita, T. Matsui, S. Kosugi, T. Satoh, Y. Saitoh, K. Takano, M. Koka, T. Kamiya, S. Seki, A. Iwase, Jpn. J. Appl. Phys. 49, 060211(2010)