

イオンビーム励起反応場を利用した合金の磁気改質技術開発と 各種デバイスへの応用

Development of the Technique for the Modification of Magnetic Properties of FeRh Alloy by Using
Energetic Ion Beam Irradiation

岩瀬彰宏¹⁾ 齋藤勇一²⁾
Akihiro IWASE Yuichi SAITOH

¹⁾大阪府立大学 ²⁾量研

(概要)

本研究は、イオンビームと熱処理との組み合わせがもたらす特殊な励起反応場を利用して、FeRh 金属間化合物中に、強磁性、反強磁性、常磁性状態を 2 次元、3 次元的に作成し、各種磁気デバイス創製のための基礎技術を確認するために行うものである。

キーワード：

鉄ロジウム金属間化合物、イオン照射、磁性変態、構造変態、熱処理、2 次元 3 次元磁性改質

1. 目的

前年度までの研究で、いろいろなエネルギーのイオンやマイクロビームを組み合わせることにより、鉄ロジウム合金中に 2 次元、3 次元的にマイクロメートルスケールの強磁性、常磁性、反強磁性構造からなる磁気変調構造が作成できることがわかった。そこで、今年度の目的は、イオン照射と照射後の熱処理を組み合わせることにより、磁性構造をより詳細に制御することである。

2. 実施方法

鉄ロジウムバルク試料に 10MeV ヨウ素イオン、16MeV Au イオンを 10^{13} – 5×10^{14} cm⁻² 照射し、その後、真空炉により 100 度 C~500 度 C の温度範囲で熱処理を行い、熱処理温度の関数として、磁化を SQUID 磁束計で、また結晶構造変化を XRD, EXAFS を用いて評価した。続いて、2 MeV の He イオンビームの照射を行った。照射量は 1.5×10^{14} cm⁻²~ 1.5×10^{16} cm⁻² とした。照射後の試料は、100°C、200°C、300°C、400°C で各温度 60 分間の熱処理を行った。磁気構造は SQUID 磁力計によって評価した。また、計算コード・TRIM を用いることで得られる、弾性衝突により付与されるエネルギーの深さ分布方向を表すシミュレーション結果を利用して、表面からの深さ方向への飽和磁化変化のシミュレーションを行った。

3. 結果及び考察、今後の展開等

バルク FeRh 合金試料において、Au イオン照射や I イオン照射により、照射量の少ないときは、結晶構造が B2 構造のまま強磁性になり、その後の熱処理により、もとの反強磁性に回復すること、照射量の大きいときは、照射により結晶構造は A1 構造に変態し、磁性は常磁性になるが、熱処理により、磁性はいったん強磁性になり、その後、もとの反強磁性に回復することが確認された。 1.5×10^{16} cm⁻² の照射量で He イオン照射を行った試料とその後 200°C、300°C で熱処理した試料の MH 曲線測定結果と TRIM による計算結果から、表面からの深さに対する飽和磁化を評価した。その結果、表面から強磁性—常磁性—強磁性—反強磁性といったようなマイクロメートルスケールでの磁気層状構造が作製されたことが推定された。本研究結果は、イオン照射と熱処理を上手く組み合わせることにより、バルク FeRh 合金に対し、さまざまな磁気層状構造を作製できる可能性を示すものである。

4. 引用(参照)文献等

特になし

以下の項目について必ず記入してください。（公開されません）

実施報告書提出日	平成29年5月 19日 提出期限は原則5月30日必着です。											
課題責任者	氏名 岩瀬彰宏 (所属 大阪府立大学)											
利用施設	施設	装置（ビームポート、ライン名等）										
	TIARA タンデム、イオン注入器、シングルエンド加速器	中エネルギー重イオン照射チェンバー、軽イオンデュアルビーム解析装置、低エネルギーイオン照射チェンバー										
成果公表の予定	<p>共用施設を利用した年度の翌年度の4月1日から起算して2年以内に論文発表等で成果を公表し、公表後速やかに「成果公表連絡票」により発表資料等の写しを添えて報告してください。 <u>定められた期間内に成果が公表されなかった場合は、成果非公開課題の利用料金が適用され、お支払済みの利用料金との差額をお支払いいただきます。</u>また、今後の利用課題の採択及び利用時間の配分を決定する際に重要な判断基準となりますので、ご承知お願います。</p>											
発表形式 (該当を○で囲む)	原著論文、総説、プロシーディングス、書籍、雑誌、社内報、 <input checked="" type="checkbox"/> <u>学会</u> 、 <input checked="" type="checkbox"/> <u>研究会</u> 、セミナー、シンポジウム、講演会、報告会、プレス発表、 特許出願等											
誌名/講演会名	IEEE 磁性研究会 (H29年6月予定)、MMM 国際学会 (H29年11月予定)											
投稿/発表時期 (該当を○で囲む)	<input checked="" type="checkbox"/> <u>3ヶ月以内</u> <input checked="" type="checkbox"/> <u>6ヶ月以内</u> 1年以内 2年以内 発表済み 発表の予定が立たない場合はその理由 例：「論文になる十分な結果が得られなかったため再実験を行う予定」、「複数回の実験が必要で次回の課題終了後に発表予定。」等											
公表にあたって	<p>本研究を論文発表等で成果を公開する場合は、論文等に「<u>量子科学技術研究開発機構の施設共用制度</u>」にて行ったことを明記してください。</p> <p>英文の場合は、以下を参考にしてください。</p> <p>This work was performed under the Shared Use Program of <u>QST</u> Facilities.</p>											
学位論文等の件数	<p>機構の施設共用制度をより一層発展・充実させるためには、<u>共用施設</u>を用いて行われた研究成果が科学技術発展への寄与や成果の社会への還元が図られていること、そして施設共用が原子力の人材育成に寄与していること等を、外部に向けて発信することが求められています。</p> <p>そのため<u>共用施設</u>を用いて行われた研究に係る学位論文等の件数が重要な指標の一つとなりますので、該当がある場合は以下にご記入願います。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>集計期間*</td> <td>平成28年4月～平成29年3月</td> </tr> <tr> <td>学位論文（博士）</td> <td>件</td> </tr> <tr> <td>学位論文（修士）</td> <td>件</td> </tr> <tr> <td>学位論文（学士）</td> <td>1件</td> </tr> <tr> <td>学術論文</td> <td>件</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">* 集計期間は、施設供用が行われた年度の1年間</p>		集計期間*	平成28年4月～平成29年3月	学位論文（博士）	件	学位論文（修士）	件	学位論文（学士）	1件	学術論文	件
集計期間*	平成28年4月～平成29年3月											
学位論文（博士）	件											
学位論文（修士）	件											
学位論文（学士）	1件											
学術論文	件											

<施設共用制度に関するアンケート調査>

この調査は施設共用制度にて高崎研照射施設をご利用いただいた皆様に施設の利用に関する質問にご回答いただき、今後の本制度におけるユーザー支援内容の検討材料とさせていただくことを目的として実施するものです。ご回答いただいた内容につきましては、個々の回答者が特定されないよう十分に配慮したうえでデータの集計・分析を行い、今後の運営に役立たせていただきます。

【1】今後の施設利用に関するご希望について

【2】ユーザーズオフィスの対応を含めた実験課題申請等の申請手続きについて

【3】ユーザーサポートについて、又は必要と考えられることについて

【4】施設利用に係る感想・改善を希望することについて

【5】その他

<アンケートにご協力いただきありがとうございました。>