

高温超伝導薄膜の自己磁場中臨界電流のイオン照射制御

Study of ion-irradiation effects on the self-field critical current of high-Tc superconductor films

松井 浩明¹⁾

石川 法人²⁾

Hiroaki MATSUI

Norito Ishikawa

¹⁾産総研 ²⁾原子力機構

(概要)

希土類系高温超伝導体 (RE123) 薄膜の電気輸送特性を最大化する材料組織を明らかにする目的で、イオン照射による欠陥注入実験が広く行われている。我々は、従来イオン照射効果が現れにくいとされてきた「ゼロ外部磁場 (自己磁場)」特性に注目し、独自の成膜法による RE123 薄膜を用いた照射実験を行っている。本課題では、これまで数 10MeV 以下 (筑波大 6MV タンデム) を用いてきたイオンエネルギーを数 100MeV (原研タンデム) まで拡大することで、イオン照射効果の全体像の把握を目指した。その結果、300MeV Au における詳細な照射量依存性データの取得に成功し、照射効果の新たな振る舞いを複数見出した。今後、より詳細な特性評価を進め、数 10MeV 以下のデータとの統合的解釈を行うことで、RE123 薄膜のゼロ外部磁場・電気輸送特性のメカニズム解明につなげる。

キーワード：高温超伝導体、臨界電流、薄膜

(1行あける)

1. 目的

希土類系高温超伝導体 (RE123) 薄膜は優れた電気輸送特性を示すことから送電ケーブルや高磁界マグネット等への応用が検討されている。しかし、実用化の鍵となる臨界電流の最大化に向けては、欠陥組織と電気輸送特性の相関について一層の深い理解が必要な状況にある。本課題では、同薄膜でイオン照射効果が未観測なまま残されてきた「ゼロ外部磁場」特性に着目し、詳細な照射条件依存性を明らかにすることを目指した。

2. 方法

照射ターゲットは、CeO₂ 中間層付 SrTiO₃ 単結晶基板上にフッ素フリー塗布熱分解法によって成膜した YBa₂Cu₃O₇ エピタキシャル薄膜を用いた。イオンビームは 300MeV Au を用いた。照射量は $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ に設定した。臨界電流特性は 77K で誘導法 (THEVA Cryoscan) を用いて評価した。

3. 結果及び考察

300 MeV Au 照射により 77K・ゼロ外部磁場の臨界電流が明確に向上することを見出した。これを数 10MeV Au 照射の結果と比較したところ、照射量依存性を特徴づけるパラメータ (向上レート、最大向上幅、向上終了および低下開始照射量等) が、イオンエネルギーによって系統的に変化することがわかった。またこれらのパラメータはターゲット試料の条件によっても系統的に変化することがわかった。以上の結果は、観測したゼロ外部磁場・臨界電流が、イオン照射欠陥の構造的性質に加えて、照射前の材料状態の影響も引き続き強く受けていることを示唆する。また、ゼロ外部磁場・臨界電流が照射量を増加しても一定値を保つ「飽和状態」を観測し、その飽和曲線が鉄系超伝導体での報告 [1] とは異なる関数形に従うことを見出した。今後、臨界電流特性のより詳細な評価を進め、数 10MeV 以下のデータとの統合的解釈を行うことで、RE123 薄膜のゼロ外部磁場・電気輸送特性のメカニズム解明を目指す。

4. 引用(参照)文献等

[1] F. Ohtake *et al.*, Physica C 518, 47 (2015).