

※課題番号 : F-12-NU-0075
※支援課題名 (日本語) : 高品位鉄砒素超伝導薄膜の MBE 成長
※Program Title (in English) : MBE growth of high quality thin films of iron arsenic superconductors
※利用者名 (日本語) : 川口昂彦、坂上彰啓、森康博、角谷直紀、生田博志
※Username (in English) : T. Kawaguchi, A. Sakagami, Y. Mori, N. Sumiya, H. Ikuta
※所属名 (日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科結晶材料工学専攻
※Affiliation (in English) : Department of Crystalline Materials Science, Nagoya University

※概要 (Summary) :

2008 年以来、多くの鉄系超伝導体が発見され、新規高温超伝導体として高い注目を集めている。本研究では、 $LnFeAs(O,F)$ (Ln =ランタノイド)と $BaFe_2(As,P)_2$ の超伝導薄膜成長、および粒界接合の作製と評価を行った。また、積層型接合の作製にも取り組んだ。

※実験 (Experimental) :

薄膜成長には分子線エピタキシー法を用いた。粒界接合作製には、2 つの MgO 単結晶を貼り合わせた双晶基板を用いた。得られた薄膜に、本プラットフォームの RIE エッチング装置およびフォトリソグラフィ装置を利用してナノブリッジ構造を作製した。さらに、積層型超伝導接合の作製では、超伝導/絶縁体/超伝導の積層構造を作製後、上記装置に加えて ECR スパッタ装置も利用して、接合形態に加工した。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

まず、 $BaFe_2(As,P)_2$ 薄膜を用いて粒界接合を作製した。作製プロセスの最適化の結果、ジョセフソン接合で期待される RSJ モデルと、磁束フローモデルの和でよく記述できる電流(I)-電圧(V)特性を示す接合が得られた。超伝導転移温度(T_c)が 29.5 K のほぼ最適ドープ試料で粒界角 24° の接合を測定した結果、臨界電流密度(J_c)は、4.2 K で 1.0×10^6 A/cm² に達した。また、粒内 J_c との比較から、粒界角とともに J_c が減衰する割合が銅酸化物高温超伝導体 $YBa_2Cu_3O_y$ (YBCO) に比べて小さいことがわかった。さらに、 $NdFeAs(O,F)$ の粒界接合も作製し、同様の粒界角度依存性を観測した。粒界角度依存性が銅酸化物よりも弱いことは、超伝導対称性が異なるためだと考えられる。また、 $BaFe_2(As,P)_2$ の J_c は大傾角粒界で YBCO を上回っており、この系が線材応用上大きな可能性を有していることを示している。

一方、これらの粒界接合の接合抵抗は小さく、ジョセフソン接合として応用するには十分ではないことがわかった。そこで、絶縁体を用いた積層型接合の作製を開始した。現時点では、各層の成長条件および微細加工プロセスの最適化を行っており、今後、実際の接合作製を行う予定である。

※その他・特記事項 (Others) :

積層型接合作製には超伝導層に加え良好な絶縁層の成長手法を確立する必要がある、その上で、得られた多層膜を接合形態に加工するための微細加工プロセスを確立する必要がある。今後も本プラットフォームを活用してこれら積層型接合の作製を進める予定である。

学会発表

1. H. Ikuta, MRS Spring Meeting 2012 (San Francisco, April 9 - 13, 2012) (invited talk).
2. H. Ikuta, International Symposium on High Temperature Superconductors in High Frequency Fields (HTSHFF2012) (Matsushima, May 29-June 1, 2012) (invited talk).

共同研究者等 (Coauthor) :

田渕雅夫 (名古屋大学シンクロトロン光研究センター)
宇治原徹 (名古屋大学大学院工学研究科)

論文・学会発表

(Publication/Presentation) :

1. A. Sakagami *et al.*, Physica C (印刷中).
2. H. Ikuta, 25th International Symposium on Superconductivity (Tokyo, Dec. 3-5, 2012) (invited talk).