

利用課題番号 : F-14-NU-0030  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 高品位鉄系超伝導薄膜の MBE 成長と接合作製  
Program Title(English) : MBE growth and junction fabrication of iron-based superconductors  
利用者名(日本語) : 角谷直紀、千原真志、藤本亮祐、中村伊吹、荒井健太、畑野敬史、生田博志  
Username(English) : N. Sumiya, M. Chihara, R. Fujimoto, I. Nakamura, K. Arai, T. Hatano, H. Ikuta  
所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科  
Affiliation(English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University

## 1. 概要(Summary)

新規高温超伝導体として注目を集める鉄系超伝導体 NdFeAs(O,F)と  $A\text{EFe}_2(\text{As,P})_2$  ( $A\text{E}=\text{Ba, Ca}$ )の高品位薄膜成長に取り組むとともに、トンネル接合を作製した。これらの薄膜の詳細な評価と接合作製に必要な微細加工にナノテク PF を活用した。

## 2. 実験(Experimental)

### ・利用した主な装置

フォトリソグラフィ装置、RIE エッチング装置、レーザー描画装置、電子ビーム蒸着装置、段差計

### ・実験方法

薄膜成長には分子線エピタキシー法を用いた。得られた薄膜は X 線回折や抵抗率測定、オージェ電子分光法による組成の深さ分析等により評価した。また、ナノテク PF の装置を利用して接合を作製した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

我々は、鉄系で超伝導転移温度( $T_c$ )が最高の系である NdFeAs(O,F)の薄膜成長に成功しているが、従来は母相 NdFeAsO 薄膜上に NdOF を成長し、そこからの F 拡散により超伝導薄膜を得ていた。しかし、接合作製上、最上層に異相が存在するのは望ましくない。そこで、成膜条件を詳細に再検討し、特にマイグレーション向上の工夫をしたところ、NdFeAs(O,F)薄膜の直接成長に成功した。ただし、再現性がまだ不完全であり、今後はさらなる最適化が必要であると考えている。

一方、 $\text{BaFe}_2(\text{As,P})_2$  については、既に超伝導転移の鋭い、高品位な薄膜が得られている。そこで、これらの薄膜上に超伝導/絶縁体/常伝導金属のトンネル接合を作製した。Fig. 1 に接合断面図と、絶縁層を成膜した後の接合エリア付近の写真を示す。絶縁体には  $\text{CaF}_2$  を用いた。

$\text{CaF}_2$  は膜厚を 10 nm まで増加させたが、電流-電圧特性にアンドレーエフ反射に起因すると考えられる非線形性が見られたものの、依然、リーク電流が大きい。これは、 $\text{CaF}_2$  が島状成長するためにピンホールが多く生じたためと考えられる。今後は、絶縁体に用いる材料選択を含め、絶縁体層の最適化が必要であると考えている。また、NdFeAs(O,F)の接合作製にも取り組む予定である。

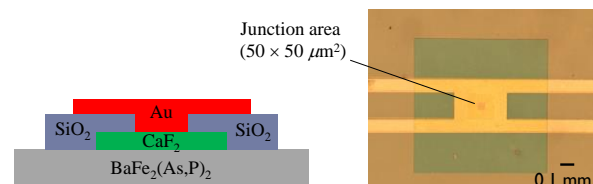


Fig. 1 A schematic cross-section drawing of the junction prepared on  $\text{BaFe}_2(\text{As,P})_2$  thin film (left) and a micrograph after the deposition of  $\text{CaF}_2$  layer (right).

## 4. その他・特記事項(Others)

・SICORP (JST) 「鉄系超伝導体デバイスの物理的・工学的基盤の構築」

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) N. Sumiya *et al.*, "Growth of a smooth  $\text{CaF}_2$  layer on NdFeAsO thin film" J. Phys.: Conf. Ser. **507** (2014) 012047.
- (2) F. Kurth *et al.*, "Unusually high critical current of clean P-doped  $\text{BaFe}_2\text{As}_2$  single crystalline thin film" Appl. Phys. Lett. **106** (2015) 072602.
- (3) H. Ikuta, "Thin film growth of  $\text{BaFe}_2(\text{As,P})_2$  and NdFeAs(O,F) on single-crystal and IBAD-MgO buffered substrates" CCA2014 (invited), 2014 年 12 月 3 日

## 6. 関連特許(Patent)

なし。