

課題番号 : F-16-NU-0043
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 成長およびデバイス作製
Program Title (English) : MBE growth and device fabrication of iron-based superconductors
利用者名(日本語) : 荒井健太、阿部晃大、大村泰斗、畑野敬史、生田博志
Username (English) : K. Arai, A. Abe, T. Ohmura, 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)の高品位薄膜の成長に取り組むとともに、粒界接合、トンネル接合や、イオン液体を用いた電気二重層トランジスタ(EDLT)を作製した。

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

【実験方法】

薄膜成長には分子線エピタキシー(MBE)法、薄膜評価には X 線回折、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を用いた。また、ナノテク PF にて微細加工を行い、接合や EDLT を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

NdFeAs(O,F)は鉄系超伝導体で最高の超伝導転移温度 T_c を有するため、高い関心を集めている。しかし単結晶や薄膜成長が困難であり、報告例が限られている。我々は MBE によりバルク試料に匹敵する高い T_c を有する超伝導薄膜の作製に成功した。超伝導発現に必要なフッ素ドーピングには、母相 NdFeAsO 薄膜上に NdOF 層を堆積してフッ素を拡散する手法を用いた。積層型の超伝導接合の作製には、この NdOF 層をイオンミリングで除去したうえで、絶縁層と対向電極を堆積した。トンネル接合では絶縁層が重要であるため、様々な材料と厚みを変えて接合を作製した。

Fig. 1 に、絶縁層として 3 nm の CaF₂ 層を用いた接合の微分コンダクタンス曲線を示す。ゼロバイアス付近でアンドレーエフ反射による微分コンダクタンス増大が観測され、障壁高さが比較的小さいことがわかる。さらに、Blonder らにより提唱されたモデル[1]

を 2 ギャップ系に拡張してフィッティングした。ここから得られたギャップエネルギー (図中に記載) Δ_1 は光電子分光で報告された超伝導ギャップと対応している。一方、 Δ_2 はかなり大きな値を持ち、超伝導を媒介するボゾンに対応する可能性がある。また、薄膜の一部をミリングして断面にランプエッジ型の接合も作製した。その結果、 Δ_1 に対応するギャップ構造が観測され、面内での異方性が小さいことが分かった。ここから、ギャップ関数にノードがないことが示唆される。

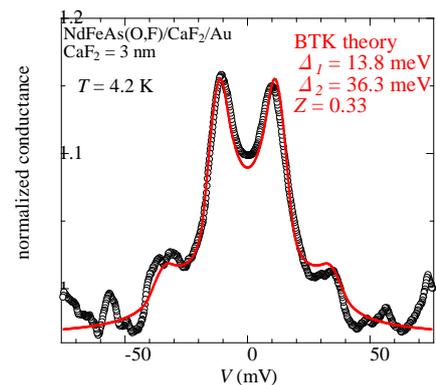


Fig. 1 Normalized conductance as a function of bias voltage of a NdFeAs(O,F)/CaF₂/Au junction.

4. その他・特記事項(Others)

[1] G. E. Blonder *et al.*, Phys. Rev. B **25** (1982) 4515

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 大村泰斗他 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 平成 28 年 9 月 14 日.
- (2) T. Urata *et al.*, 29th International Symposium on Superconductivity 平成 28 年 12 月 14 日.
- (3) 浦田隆弘他 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 平成 29 年 3 月 15 日.

6. 関連特許(Patent)

なし。