

課題番号 : F-19-AT-0141
 利用形態 : 技術補助
 利用課題名(日本語) : 鉄系超伝導体薄膜の微細加工
 Program Title (English) : Microscopic fabrication of iron-based superconductor thin films
 利用者名(日本語) : 畑野敬史
 Username (English) : T. Hatano
 所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Faculty of engineering, Nagoya university
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、超伝導、検出器

1. 概要(Summary)

分子や光子、中性子などを検知する粒子検出器において、検出部分に超伝導体の極細線をもちいる超伝導ベースの粒子検出機構が考案されている。本検出器は、検出感度、ジッタ性能、暗係数率などの面で従来型検出器を凌駕するため、近年大きな注目を集めている。

このような超伝導タイプ検出器の開発においては、動作可能温度に直結する超伝導転移温度 T_c と、検出効率に直結する超伝導臨界電流密度 J_c を高く保ちつつ、超伝導体を幅 $1 \mu\text{m}$ 以下の極細線形状に加工する必要がある。本研究では、高温超伝導体として知られる鉄系超伝導体(IFS)に注目し、細線形状への微細加工に取り組む。IFS には多くの種類があるが、NdFeAsO の T_c は 56 K であり、IFS 中最も高い。そこで、本材料の微細加工によって細線加工を行い、粒子検出器として利用することを考えた。本年度は昨年度に引き続き、i 線ステッパーと Ar イオンミリングによる NdFeAs(O,F) 薄膜の微細加工を行い、細線デバイスの詳細な伝導特性評価を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

i 線露光装置、アルゴンミリング装置

【実験方法】

薄膜試料は名古屋大学にて分子線エピタキシー法によって作製した。まずは単相の 001 配向 NdFeAsO エピタキシャル薄膜を作製した。この上に真空を破ることなく NdOF を高温で積層することにより NdFeAsO に F が浸透し、超伝導転移する高品位薄膜を得た(cf. APEX 4 (2011) 083102)。これを i 線ステッパーおよび Ar イオンミリングによって細線状(ブリッジ状)のデバイスに加工した。続いて、デバイスの抵抗率温度特性とブリッジ間に生じた電界のブリッジ電流密度依存性を調べた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

線幅 $0.5 \mu\text{m}$, $1 \mu\text{m}$, $2 \mu\text{m}$ に加工したデバイスの、電気抵抗の温度依存性を Fig.1(a)に示す。すべてのデバイスにおいて、抵抗率の振る舞いは as grown のそれと一致しており、 T_c に関してはデバイス加工による劣化は全く見られないことが確認された。次に、ブリッジに電流を印加し、その際にブリッジ間に生じる電界(E)を測定した。超伝導状態にある場合、細線に電流を流しても、両端に電位差は生じない。しかし、電流密度(J)が J_c に達すると超伝導状態が阻害されるため、 E - J 曲線は J_c において急峻に立ち上がる。ここから J_c を見積もることができる。Fig.1(b)に E - J 曲線を示すが、 $2 \mu\text{m}$ および $1 \mu\text{m}$ 幅の極細線において J_c は 5 MA/cm^2 以上を保っているものの、 $0.5 \mu\text{m}$ 幅の極細線では J_c の著しい劣化が確認された。このような J_c の低減が、本試料の本質的特性なのか、それともプロセス中のダメージによるものかを調査する必要がある。

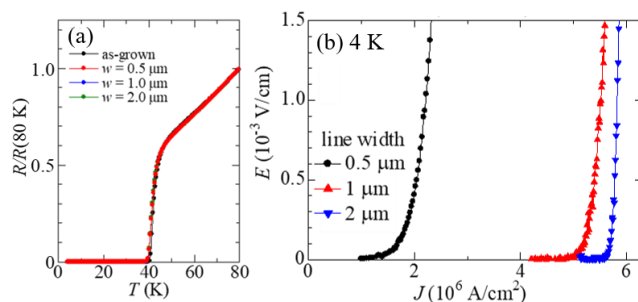


Fig. 1 The transport properties of NdFeAs(O,F) based strip lines with the width of $0.5 \mu\text{m}$, $1 \mu\text{m}$ and $2 \mu\text{m}$. (a) The temperature dependence of resistance, and (b) The electric field versus the current density curves.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。