

課題番号 : F-18-AT-0156  
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、粒子検出器

## 1. 概要(Summary)

近年、超伝導体を用いた粒子検出器が注目を集めている。これは、超伝導薄膜を細線状に微細加工した構造を取るもので、超伝導体のゼロ抵抗状態が粒子の衝突によって破壊された際の電圧信号を検出する原理で動作し、例えば分子や中性子、光子などの粒子を従来技術より高精度かつ高速に検出できるとされている。このような利点を有する一方、超伝導ベース粒子検出器の弱点が動作温度である。超伝導状態は超伝導転移温度( $T_c$ )より低温域でのみ生じるため、例えば産業界でよく利用される Nb 系化合物を用いるなら高々 15 K 以下でしか使用できない。このため、より高い  $T_c$  を示す材料で検出器を作製することが重要である。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)に注目した。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、1) NdFeAs(O,F) 薄膜の微細加工プロセスを確立すること、また 2) 薄膜を細線状に加工した際、超伝導状態がどれほど保たれるか調べることを目的として実験を行った。

## 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 線露光装置および 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。レーザー顕微鏡による表面観察の後、デバイスの抵抗率

温度特性を測定した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

レーザー顕微鏡によるブリッジ状デバイスの観察像を Fig. 1 に示す。レジストパターンの設計通りブリッジ幅 2  $\mu\text{m}$ , 1  $\mu\text{m}$  のデバイスが作製できた。

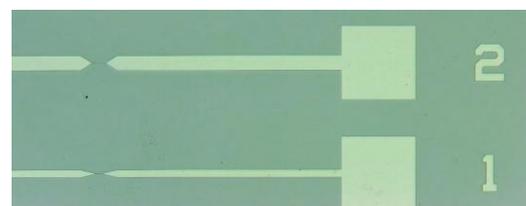


Fig. 1: An optical micrograph of sub-micron-width bridges of NdFeAs(O,F).

これらのデバイスの電気抵抗の温度依存性を Fig. 2 に示す。今回用いた薄膜は as grown にて  $T_c = 40$  K であった。そして、いずれの線幅のデバイスも加工後の  $T_c$  が as grown とほぼ重なっており、加工後も超伝導状態が劣化せずに残っていることが分かった。

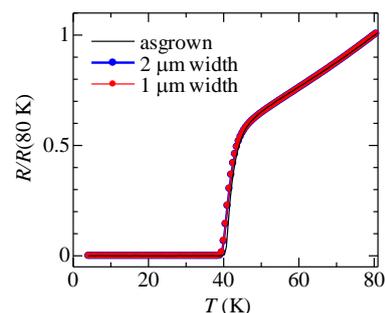


Fig. 2: The normalized resistivity-temperature curves for 2  $\mu\text{m}$  and 1  $\mu\text{m}$  width bridge devices.

## 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。