

課題番号 : F-20-NM-0078  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : 超高速ジョセフソン接合素子の作製  
Program Title(English) : Development of Ultrafast Josephson Junction  
利用者名(日本語) : 柳沢啓史  
Username(English) : H. Yanagisawa  
所属名(日本語) : 東京大学物性研究所  
Affiliation(English) : Institute for Solid State Physics, the University of Tokyo  
キーワード/Keyword : ナノエレクトロニクス、リソグラフィ・露光・描画装置、スパッタ、超電導、ジョセフソン接合

## 1. 概要(Summary)

本プロジェクトではフェムト秒の超高速で動作するジョセフソン接合を開発することを目的とする。本素子の開発には、中央をナノスケールに細くした金属細線を SiN メンブレン上に作製する。また、中心のナノ細線の個所で SiN メンブレンからは浮いたようなブリッジ上の構造を作製する必要がある。今回このような構造の作製を目指し、NIMS のナノプラットフォームの設備を利用した。ナノプラットフォームのスタッフの皆様のサポートのおかげで、試作に成功した。問題点としては、現在の作製方法では歩留まりが悪い点で、それを改良する必要がある。

## 2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 125kV 電子ビーム描画装置、高速マスクレス露光装置、多元スパッタ装置、走査電子顕微鏡、プラズマ CVD 装置

### 【実験方法】

Si 基板上に厚さ 1  $\mu\text{m}$  の SiN メンブレンが成膜されたものを購入し基板とした。金属細線には超電導転移温度の高いニオブを採用した。NIMS の装置を利用し、細線の作製手順は次のようにした。1. 基板を 350 $^{\circ}\text{C}$  に加熱をしながら SiO<sub>2</sub> を約 200 nm を成膜。2. その膜の上にニオブの細線構造を電子線リソグラフィで作製。3. 高速マスクレス露光装置を用いて、細線に電気抵抗測定用の 4 つの電極を作製。4. 最後にフッ酸(1:50)を用いて、細線直下の SiO<sub>2</sub> 層をエッチングし、ブリッジ構造を作製。ここでは、最後の工程において、エッチング時間を変えることで、ブリッジ構造のできる最適条件を調べた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製された試料の光学顕微鏡像を Fig. 1 に示す。横線として見えるのがニオブ細線である。中央付近にある途切れた領域で、細線がナノスケールに先鋭化されて

いる(一番細いところで約 100 nm)。4 本の縦線は電気抵抗測定用電極である。Fig. 2 にナノ細線の箇所の電子顕微鏡像を示す。2 つの像はフッ酸のエッチング時間を変えたものである(左は 1 分、右は 3 分のエッチング時間)。エッチング時間が短い場合、SiO<sub>2</sub> 層が Nb 細線の下にまだ確認されるが、長くするとそれがなくなり、ブリッジ構造になることが確認された。目標としていた構造は作製されたが、メンブレンが SiO<sub>2</sub> 作製時にたわみやすく、その結果細線作製の歩留まりが悪い。今後は SiO<sub>2</sub> の成膜法を変えることでこの点を改善する。

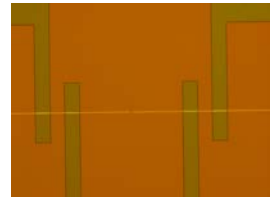


Fig. 1 Optical microscope image of the fabricated Nb wire sample.

いる(一番細いところで約 100 nm)。4 本の縦線は電気抵抗測定用電極である。Fig. 2 にナノ細線の箇所の電子顕微鏡像を示す。2 つの像はフッ酸のエッチング時間を変えたものである(左は 1 分、右は 3 分のエッチング時間)。エッチング時間が短い場合、SiO<sub>2</sub> 層が Nb 細線の下にまだ確認されるが、長くするとそれがなくなり、ブリッジ構造になることが確認された。目標としていた構造は作製されたが、メンブレンが SiO<sub>2</sub> 作製時にたわみやすく、その結果細線作製の歩留まりが悪い。今後は SiO<sub>2</sub> の成膜法を変えることでこの点を改善する。

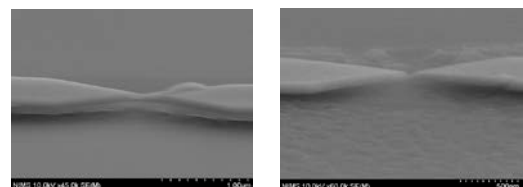


Fig. 2 SEM images of the fabricated nano-wire. See the text for details.

## 4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 千葉大学 山本蒼波

・競争的資金:

村田学術振興財団、光科学技術振研究興財団

・技術支援者: 吉田理沙(NIMS 微細加工 PF)

津谷大樹(NIMS 微細加工 PF)

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

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。