

課題番号 : F-17-NM-0010
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 架橋ナノワイヤー共振器作製における電子線描画用レジストレーションマークの改良
Program Title (English) : Improvement of registration marks for electron beam lithography on fabrication of bridged nanowire resonator
利用者名(日本語) : 永合祐輔
Username (English) : Y. Nago
所属名(日本語) : 慶應義塾大学理工学部物理学科
Affiliation (English) : Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Keio University
キーワード/Keyword : NEMS, nanowire, superconductivity, superfluidity, vortex, 膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

昨年度、超流動ヘリウム渦の高感度センサーとして、カーボンナノチューブ(CNT)を用いた架橋型 NbN 超伝導ナノワイヤー(scNW)共振器の開発を行った。しかし、NW 架橋トレンチ部のエッジから CNT が成長したことにより、NbN を蒸着したときに段切れを起こしてしまっている可能性のある試料があった。そこで本研究では、確実にエッジから少し離して CNT 作製用の触媒(Co)を蒸着すべく、前回までの Si エッチングによる電子線描画用レジストレーションマーク(REG)作製から、金蒸着による REG 作製に改良することで、触媒の位置合わせ精度向上を試みた。また、より長いトレンチ幅への架橋 scNW 作製を試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

プラズマ CVD 装置、高速マスクレス露光装置、12 連電子銃型蒸着装置、酸化膜ドライエッチング装置、多目的ドライエッチング装置、125kV 電子ビーム描画装置

【実験方法】

Si ウエハー上に高速マスクレス露光装置を用いて電子線描画用 REG パターンを作製、Au/Ti を蒸着。そこにプラズマ CVD 装置で 1.5 μm 厚の SiO₂ 薄膜作製。重ね合わせ露光によってトレンチパターンを作製し、Ni マスク作製の後、エッチング装置を用いてトレンチ構造を作製。電子線描画装置を用いて触媒パターンを描画し、Co を蒸着。慶應大学牧研究室の CVD 装置およびスパッタ装置を用いてトレンチ上に架橋 CNT を作製、その上に厚さ 10~100 nm 程度の NbN 膜を蒸着。慶應大学白濱研究室の SEM を用いて観察の後、ワイヤーボンダーを用いて配線。He 冷凍機を用いて電気抵抗の温度依存性を測定。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

電気抵抗測定から約 14 K で超伝導転移が観測された。NbN が段切れを起こさず正常に繋がっていることが確認された。また、CVD の条件微調整により、新たに長さ~13 μm まで長い NW の作製にも成功した(Fig.1)。

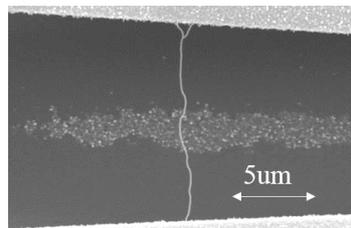


Fig. 1 SEM image of a long NbN-nanowire based on a carbon nanotube bridge.

4. その他・特記事項(Others)

CVD 装置、スパッタ装置利用にあたり、補助頂いた慶應義塾大学理工学部物理情報工学科牧英之准教授、高木将氏に感謝いたします。試料配線のための Al ワイヤーボンディングは、東京大学微細加工プラットフォームにて行われました。本研究は慶應義塾大学 学事振興資金(個人研究)、および一般財団法人 慶應工学会 研究費援助のもと行われました。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) (Poster) Y. Nago, International Conference on Ultra Low Temperature Physics(ULT2017), Heidelberg, Germany, 2017.8.19
- (2) (Oral) Y. Nago, 日本物理学会 2017 年秋季大会, 岩手大学, 平成 29 年 9 月 23 日.

6. 関連特許(Patent)

なし