

課題番号 : F-16-NM-0050
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 架橋カーボンナノチューブを用いた超伝導ナノワイヤー共鳴装置の作製
Program Title (English) : Fabrication of Superconducting Nanowire Resonator using Bridged Carbon Nanotube
利用者名(日本語) : 永合 祐輔
Username (English) : Y. Nago
所属名(日本語) : 慶応義塾大学理工学部物理学科
Affiliation (English) : Department of physics, Faculty of Science and Technology, Keio University

1. 概要(Summary)

近年、カーボンナノチューブ(CNT)やナノワイヤー(NW)を用いた共振器は、質量分析器や光デバイスなど様々な応用研究が盛んである。CNT/超伝導 NW は小型・軽量であり、かつ低次元系が実現できることから、量子流体に対する高感度なセンサーとしても期待される。本研究では、超流動ヘリウム中の量子現象解明実験への応用に向けて、架橋 CNT 上に作製した超伝導 NW 共振器(NW/CNT)を開発する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

プラズマ CVD 装置、レーザー露光装置、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、100kV 電子ビーム描画装置

【実験方法】

CVD によって Si 基板に 1.5 μm 厚の SiO₂ 薄膜作製。フォトリソ AZ5214E をコートの上レーザー露光装置で電極配線を作製し、Ni マスクを蒸着。その後、C₄F₈ による SiO₂ エッチング、Ar による Ni エッチング、SF₆ による Si エッチングを行う。このプロセスによって架橋 NW/CNT のトレンチおよびアンダーカットが作製される。CNT 作製のための触媒は Co または Pt を用いた。Co の場合は、EB レジスト gL2000 D.R.2.5 をコートし、EB 描画の後、 $\sim \text{\AA}$ 厚程度に対応する量だけ蒸着。Pt の場合は、アーチ型 CNT 開発を目的に、慶應大学内の集束イオンビーム加工装置を用いてアシスト蒸着で厚さ $\sim \mu\text{m}$ 程度にした。慶應大学牧研究室の CVD 装置を用いて、架橋 CNT を作製し、さらにスパッタ装置を用いて厚さ $\sim 100\text{nm}$ 程度の NbN 膜を蒸着[1]。これにより電極配線および CNT 表面に NbN が蒸着された架橋超伝導 NW が完成する。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

架橋幅を 3 μm ~9 μm 範囲で作製し、電子顕微鏡で観察したところ、Fig.1 に見られるように、Co 部分において 7 μm 幅のものまで太さ 100nm 程度の NW/CNT が作製されていることが確認できた。また、Pt 部分から何本かアーチ型の CNT が成長していることも確認できた。今後、これらの制御法の確立が課題である。

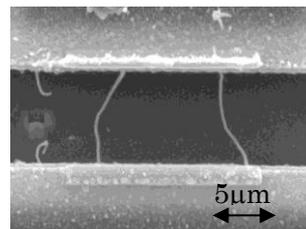


Fig. 1 Electron micrograph of NbN nanowire on carbon nanotube bridge.

4. その他・特記事項(Others)

参考文献[1] : K. Masuda *et al.*, Applied Physics Letters, Vol. 108(2016)p.p.222601-1~5.

本試料加工にあたり補助頂いた以下の方々に感謝いたします。試料基板作製:物質・材料研究機構谷川俊太郎氏、大里啓考氏、津谷大樹氏。Pt 蒸着:慶應・神奈川ものづくり技術実証・評価センター李在鐵氏。CNT 作製、NbN スパッタ蒸着: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。

本研究は慶應義塾先端科学技術研究センター(KLL) 指定研究プロジェクト 新任者研究推進費の援助のもと行われました。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) K. Shirahama, トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア 第7回トポロジー連携研究会, 平成 28 年 11 月 17 日.

6. 関連特許(Patent)

なし。