

NdFeAsO 系薄膜を用いたナノワイヤーの作製

Nanowires fabrication of NdFeAsO-based thin films

名大工 ○吉川 淳朗, 日比野 絢斗, 富岡 隼也, 畑野 敬史, 生田 博志

Dept. Materials Physics, Nagoya Univ. ○Atsuro Yoshikawa, Hiroto Hibino, Shunya Tomioka

Takafumi Hatano, Hiroshi Ikuta

E-mail: yoshikawa.atsuro.t0@s.mail.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】超伝導単一光子検出器(Superconducting Single Photon Detector; SSPD)は、検出効率・高速性・低ノイズ性のいずれも半導体を用いた検出器を大きく凌駕するため、量子情報通信や医療など幅広い分野で適用が期待されている[1]。しかし、SSPD 作製には超伝導薄膜を線幅 100 nm 程度まで極細線化する必要があり、これは超伝導転移温度 T_c の劣化を招いてしまう。そのため、NbN など T_c の低い超伝導体を用いた現状の SSPD は極低温でしか動作せず、膨大な冷却コストを要するという問題がある。そこで、動作温度向上のために高温超伝導体を用いた SSPD の作製も取り組まれているが、高温動作は未だ実現されていない。以上の背景を踏まえ、我々は 40 K 以上の高い T_c を有する鉄系超伝導体 NdFeAs(O,H)薄膜に着目した。前回の講演会では、フォトリソグラフィと Ar イオンドライエッチングを用いたプロセスについて、エッチング条件を調整することで高い超伝導特性を維持したまま薄膜を線幅 0.88 μm まで細線加工できることを報告した[2]。つまり、NdFeAs(O,H)薄膜は細線加工に対する高い耐性を有しており、SSPD への応用が期待できるといえる。そこで、今回は NdFeAs(O,H)薄膜の更なる極細線化に向けて、フォトリソグラフィよりも微細なパターン描画が可能である電子線リソグラフィを用いたプロセスに取り組んだので、その結果について報告する。

【手法】分子線エピタキシー法により作製した母相 NdFeAsO 薄膜を、電子線リソグラフィと Ar イオンドライエッチングにより微細加工した。その後、走査型電子顕微鏡(SEM)により得られた試料を評価した。

【結果】NdFeAsO は、酸素 O の一部を水素 H で置換することなどで超伝導が発現し、40 K 以上の高い T_c を示す。今回は、まず母相 NdFeAsO 薄膜を用いて電子線リソグラフィの Dose 量を 160 ~ 200 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ の範囲で調整した。その結果、いずれの条件においても右図に示すような線幅 500 nm の極細線が得られた。講演当日は、H 置換試料について同様の描画条件を用いて極細線状に加工した結果と、 T_c や臨界電流密度 J_c の詳細を報告する予定である。

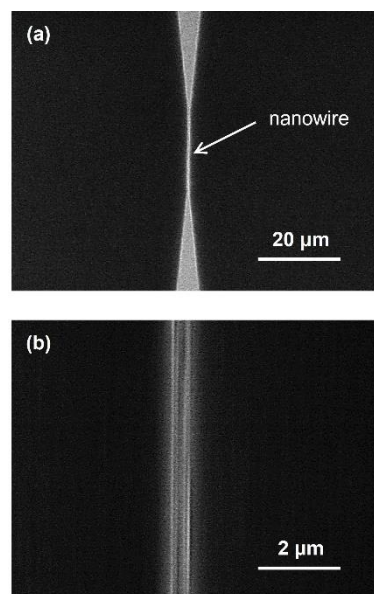


Fig.1(a) SEM image of a NdFeAsO nanowire. (b) Enlarged view.

[1] C. M. Natarajan *et al.*, *Supercond. Sci. Technol.* **25**, 063001 (2012).

[2] 吉川淳朗 他 第 70 回応用物理学会春季学術講演会 17a-D209-4 (2023).