

層状超伝導体 NbSe₂ 薄膜の超伝導特性のデバイス構造依存性

Superconducting Transition of Thin Layered Superconductor NbSe₂: Influence of Device Structures

筑波大数理物質¹, PRESTO-JST², NIMS³ ○(M1) 矢部 大輔¹, 鎌水 勝秀¹,
園田 大樹¹, 友利 ひかり^{1,2}, 渡邊 賢司³, 谷口 尚³, 神田 晶申¹

Univ. Tsukuba¹, PRESTO-JST², NIMS³ ○D. Yabe¹, K. Yarimizu¹, H. Sonoda¹,
H. Tomori^{1,2}, K. Watanabe³, T. Taniguchi³, A. Kanda¹

E-mail: s1620258@u.tsukuba.ac.jp

【はじめに】近年、グラフェン等の層状物質で培われた剥離技術をもちいることで、単層に至る原子層層状超伝導体の超伝導の性質が調べることが可能となった。層状超伝導体は、膜厚が原子オーダーで均一であるので超伝導蒸着膜に比べて欠陥が少なく、良好な超伝導特性が発現すると期待される。また、膜厚を十分に薄くすることで、エネルギー離散化や次元性が超伝導に及ぼす影響を調べることも可能となる。層状超伝導体 NbSe₂ の原子層薄膜については、これまで2つのグループから超伝導転移温度の報告があり、層数が薄くなるほど超伝導転移温度が低下することが見出されている[1,2]が、転移温度には差がある。我々は、その差の原因が試料作製プロセスの違いにあると考えている。そこで本研究では、様々な状況下で作製した層状超伝導体試料の電気伝導特性を比較し、デバイス作製プロセスが超伝導特性に与える影響を明らかにすることを目的とする。

【実験】厚さ 10 nm 台の NbSe₂ 薄膜からなる大気暴露型と内包型の2種類の試料 (Fig. 1) を作製した。大気暴露型は NbSe₂ をスコッチテープ法により劈開して Si 基板の上に薄膜を形成し、電子ビームリソグラフィによって電極を形成した。内包型は Si 基板の上に形成した六方晶窒化ホウ素 (hBN) 薄片上にグローブボックス中で NbSe₂ 薄膜、多層グラフェンを転写したのち電極を形成した。これら2種類のサンプルについて超伝導転移を調べたのち、さらに反応性イオンエッチング(RIE)による加工が超伝導転移に与える影響も調べた。

【結果】大気暴露型、内包型試料の抵抗の温度依存性を Fig. 2 に示す。RIE 前の大気暴露型、内包型の超伝導転移温度 T_C はそれぞれ 6.80 K、7.00 K であり、転移の幅 ΔT_C は 0.12 K、0.07 K であった。また、RIE 後の内包型では、 $T_C = 6.3$ K、 $\Delta T_C = 0.8$ K と大幅な劣化が見られた。これらのことより、大気暴露による表面酸化、RIE が超伝導特性に影響を与えることが明らかになった。

【文献】 [1] Y. Cao et al., Nano Lett. 10, 4914(2015); [2] X. Xi et al., Nat. Phys. 12, 139 (2016);

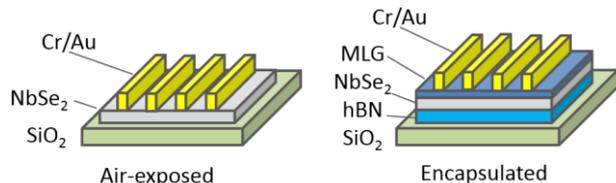


Fig.1. Schematics of the sample structures.

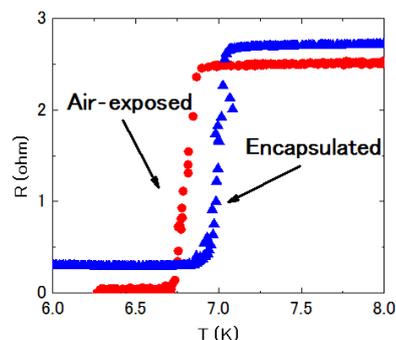


Fig.2. Temperature dependence of resistances.