層状物質 $NbSe_2$ 劈開膜の微細加工が伝導特性に与える影響 I：反応性イオンエッチング

Influence of Reactive Ion Etching on Exfoliated Thin Films of Layered Material $NbSe_2$

筑波大数理物質 [1]，物材機構 [2] ○(M2) 星 直樹 [1]，矢部 大輔 [1]，友利 ひかり [1]，
渡邊 賢司 [2]，谷口 尚 [2]，神田 晶申 [1]
Univ. Tsukuba [1], NIMS[2] ○Naoki Hoshi [1], Daisuke Yabe [1], Hikari Tomori [1],
Kenji Watanabe[2], Takashi Taniguchi[2], Akinobu Kanda [1]
E-mail: s1720280@s.tsukuba.ac.jp

原子層物質を用いたデバイス形成においては、多くの場合原子層物質の微細加工が必要となる。代表的な原子層物質であるグラフェンでは O_2 ガスあるいは O_2 と CF_4 の混合ガスを用いた反応性イオンエッチング(RIE)が用いられているが、エッチング後もグラフェンは長い平均自由行程を保持しており[1]、RIE がグラフェン膜に及ぼす影響はほとんどないと思われる。一方で、他の層状物質の劈開膜において、微細加工が電気伝導特性にどのような影響を与えるのかは明らかではなく、最適な微細加工手法の解明は原子層物質の研究において急務であると考えられる。今回我々は、遷移金属ダイカルコゲナイドの一つで超伝導体である 2 セレン化ニオブ($NbSe_2$)について、RIE が電気特性に与える影響を調べた。

実験では、スコッチテープ法で得た厚さ数 10 nm の NbSe2 薄膜（大気暴露型）および $NbSe_2$ 薄膜を hBN と多層グラフェンで内包化した積層膜（内包型）を $CF_4 : O_2 = 9 : 1$ （圧力比）の RIE によって幅 0.5 ～2 μm の細線に加工した(Fig. 1)。マスクには、レジスト ZEP520 を用いた。室温における抵抗率（4 端子）を Table に示す。大気暴露型では、RIE によって抵抗率が約 30 倍に上昇したのに対し、内包型では約 5 倍の上昇であった。また、内包型では RIE によって超伝導転移温度が 7.0 K から 6.3 K に低下し、さらに転移幅が広くなる傾向が観測された(Fig. 2)。これらのことから、RIE によって $NbSe_2$ 薄膜に欠陥が導入されることが示唆される。また、この欠陥導入は、$NbSe_2$ を内包化することで軽減されることがわかる。発表では、大気暴露型の低温電気伝導についても報告する予定である。

[1] L. Wang et al., Science, 614 (2013).

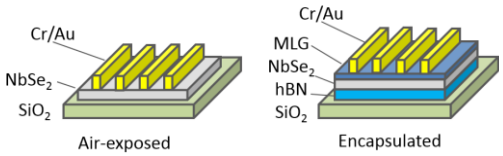

Fig. 1: Schematics of the sample structures.

Table: Resistivity of $NbSe_2$ in μΩm.

	Before RIE	After RIE
Air-exposed	1.75	50.6
Encapsulated	1.21	5.64

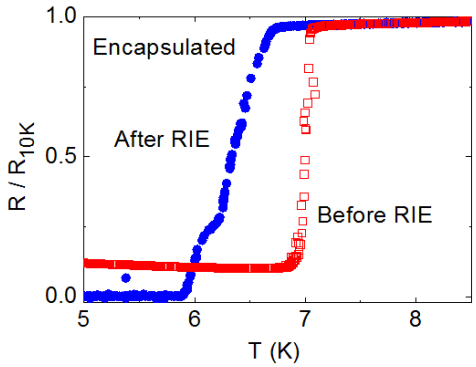

Fig. 2: Temperature dependence of normalized resistivity of an encapsulated sample.