

化学気相成長した大面積 NbSe₂ 薄膜の超伝導特性Superconductivity of CVD-grown large-area NbSe₂ thin films名大工¹, 都立大理², 都立大システムデザイン³○高橋 統吾¹, 蒲 江¹, 安藤 千里², 中西 勇介², 斎藤 光史³, 宮田 耕充², 竹延 大志¹Nagoya Univ.¹, Tokyo Metropolitan Univ.^{2,3}○Togo Takahashi¹, J. Pu¹, C. Ando², Y. Nakanishi², M. Saito², Y. Miyata², T. Takenobu¹

E-mail: takahashi.togo@j.mbox.nagoya-u.ac.jp

2次元超伝導体である二セレン化ニオブ (NbSe₂) は、薄膜化により特異な電子構造に由来するスピン運動量ロッキングを発現し、磁場に対して大きな異方性を示す[1]。具体的には、単結晶から剥離したNbSe₂薄膜における面内方向の臨界磁場は巨大であり、面直方向と大きく異なる[1,2]。加えて、近年では化学気相成長 (CVD) 法を用いた大面積 NbSe₂ 薄膜も実現され、本特徴を活かした新たな機能実現が期待されている[3]。そこで我々は、CVD 合成された大面積 NbSe₂ 多結晶薄膜における超伝導特性の膜厚依存性を調べた。その結果、多結晶薄膜におけるグレイン配列は膜厚に依存して劇的に変化し、本特徴が臨界磁場の異方性にも大きく影響することを発見した。

様々な膜厚を有する大面積 NbSe₂ 多結晶薄膜を SiO₂ 基板上に蒸着した Nb 薄膜 (膜厚: $t = 2, 5, 10, 20$ nm) のセレン化により合成し、ラマン分光、X線回折及び SEM 観察により膜厚に依存した薄膜形状の変化を明らかにした (図 1)。具体的には、 $t = 2$ nm の試料においては単結晶と同じくグレインが基板並行方向に配列する一方、 $t = 5$ nm 以上の試料においては形状が大きく変化し、グレインによる三次元的ネットワークが形成された。次に、形状変化が超伝導特性に与える影響を解明するため、4端子抵抗の温度依存性及び臨界磁場の角度依存性を調べた。全ての試料において超伝導転移を観測した (図 2)。実線は転移温度を決定するフィッティング曲線である。また、図 3 は面内及び面直方向に磁場を印加した際の H - T 相図を示している。 $t = 2$ nm の試料 (図 3・赤) は先行研究同様[1,2]、面内方向に大きな臨界磁場を有するが面直方向には臨界磁場が小さくなっている。一方、 $t = 20$ nm の試料 (図 3・青) では面直方向により大きな臨界磁場が得られ、かつ異方性が緩和された振る舞いが見られる。これは $t = 20$ nm 試料における三次元的なグレイン配列に由来すると考えられる。当日は詳細な構造解析や先行研究・理論との比較も含め、大面積多結晶膜の超伝導応用への可能性を議論する。

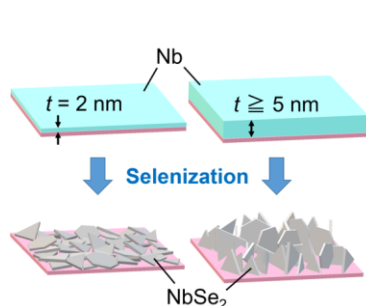


Fig.1

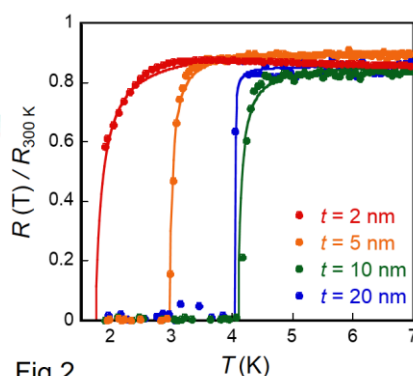


Fig.2

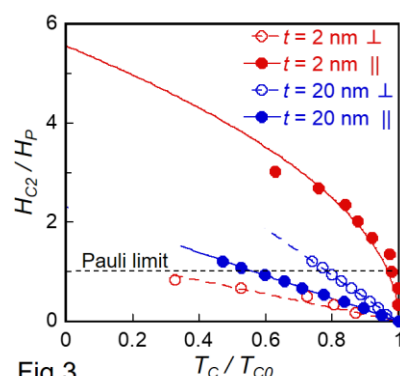


Fig.3

[1] X. Xi *et al.*, *Nat. Phys.* **12**, 139 (2016),[2] A. W. Tsen *et al.*, *Nat. Phys.* **12**, 208 (2016)[3] H. Lin *et al.*, *Nat. Mater.* **18**, 602 (2019)