化学気相蒸着法による超伝導を示す NbS_2 薄膜の作製

Synthesis of NbS_2 thin films showing superconductivity by chemical vapor deposition

北大院総化 [1]，北大院工 [2]，東邦大理 [3]　○荒沢 奨輝 [1], 長浜 太郎 [2], 柳瀬 隆 [3], 島田 敏宏 [2]

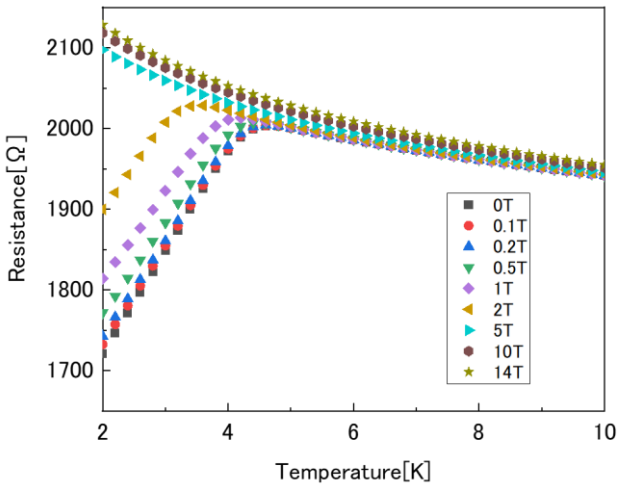
Hokkaido Univ. [1,2] ,Toho Univ.[3],

○Shoki Arasawa[1], Taro Nagahama[2],Takashi Yanase[3], Toshihiro Shimada[2]

E-mail: shoki0603@eis.hokudai.ac.jp

NbS_2 は遷移金属ダイカルコゲナイドの一種であり、超伝導を示す 2H-NbS_2 と超伝導を示さない 3R-NbS_2 の二つの結晶多型が知られている。3R-NbS_2 は Nb が過剰であり、それによる電子状態の変化が超伝導を抑制していることが指摘されている[1]。2H-NbS_2 薄膜を作製する手法として一般的なものはバルク単結晶からの機械的剥離であるが、デバイス応用に必要となる高い結晶性を持つ大面積な薄膜を得ることは困難である。CVD 法による NbS_2 薄膜の作製が試みられているが、超伝導を示す 2H-NbS_2 薄膜の作製に成功した報告はない。本研究では原料温度、原料流量、基板温度を独立にかつ詳細にコントロールできる独自の CVD 装置[2]を用いて NbS_2 薄膜の作製を試み、低温での電気抵抗測定を行った。

原料に $NbCl_5$ と S の粉末を用い、キャリアガスとして Ar ガスに加えて還元雰囲気にするため H_2/Ar 混合ガスを用いた。$NbCl_5$ の温度を 180 °C、S の温度を 210 °C、基板温度 930 °C の条件で Al_2O_3(0001)基板上に成膜した薄膜に対して XRD 測定を行ったところ、層が表面に平行に配向した NbS_2 由来のピークが確認された。また XPS 測定では Nb^{4+} と S^{2-} の存在が確認された。この薄膜の磁場中電気抵抗測定を行った結果、図のように温度と磁場に依存した抵抗減少がみられた。これは、転移開始温度 4.6 K、臨界磁場が 2～5 T に存在する超伝導を示す成分の存在を示唆している。XPS の結果より Nb, S, O(大気暴露による酸化）以外の原子は含まれておらず、臨界磁場が単体の Nb 薄膜の超伝導臨界磁場（0.6 T[3] ）より高いことから、今回観察されたのは NbS_2 由来の超伝導であると考えられる。ただし XRD には由来不明なピークが存在し、低温で抵抗値の上昇がみられるなど、薄膜の結晶性はよくない。そのため現在、より結晶性の高い薄膜を得るための条件を探索している。



[1] Z. El Youbi et al., *Phys. Rev. B* **103**, 155105 (2021).

[2] T. Yanase et al.,*Cryst. Growth Des.* **16**, 4467–4472 (2016)

[3] K.Saitou et al., *Proc. of 10th Workshop of RF Supercond.* 583–587 (2001)