

## Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> における電気的特性および異種接合構造の検討

### Investigation of electrical properties and heterojunction structure for Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub>.

信州大学<sup>1</sup>, 信州大学 先鋭材料研究所<sup>2</sup> ◯深井 雅也<sup>1</sup>, 浦上 法之<sup>1,2</sup>, 橋本 佳男<sup>1,2</sup>

Shinshu Univ.<sup>1</sup>, Shinshu Univ. RISM<sup>2</sup>, ◯Masaya Fukai<sup>1</sup>, Noriyuki Urakami<sup>1,2</sup>, Yoshio Hashimoto<sup>1,2</sup>

E-mail: urakami@shinshu-u.ac.jp

バンドの重なりが小さい半金属、あるいはバンドギャップエネルギーが小さい半導体において、電子と正孔が Coulomb 引力により自発的に対凝縮を起こした系を励起子絶縁体と呼ぶ[1]。エネルギーバンド構造や輸送特性(導電率)などの検討から、層状 Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> は励起子絶縁体の候補材料の1つとして有望である[2,3]。この電子材料として興味深い性質を生かした新規素子を作製するためには、材料のさらなる検討や電子素子の作製による多くの知見が必要である。本報告では、Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> における電気的特性の膜厚依存性および半導体材料との異種接合構造におけるキャリア輸送制御を検討し、電子材料としての新たな知見を得ることを目的とした。

試料の作製には、固体原料(Ta, Ni および Se)および輸送材の I による化学気相輸送法を用いた。成長温度は 900 °C、成長時間は 1 週間とし、電気管状炉の温度勾配を利用することで針状単結晶を成長させた。Raman 分光測定による分子振動およびエネルギー分散型 X 線分析による構成元素解析から、成長した結晶が Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> であることを確認した。サファイア基板に Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> 結晶を様々な膜厚で剥離・転写した後に、リフトオフ工程により電極構造を形成した。

電気的特性の検討に室温 Hall 効果測定を用いたところ、正孔が多数キャリアである p 型の様相を示した。図 1 に Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> における正孔移動度の膜厚依存性を示す。膜厚の減少により移動度が低下し、他の層状半導体でしばしば見られる様な基板や表面の影響も散乱要因としてふるまうことが示唆された。Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> 剥片上に n 型性質を示す無添加 MoS<sub>2</sub> 剥片を転写することで van der Waals 異種接合構造を作製した(図 2 挿入図)。電極作製の後に電流(密度)-電圧特性の測定において、図 2 に示すようなダイオード曲線が得られた。異種接合においても Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> のキャリア輸送が得られることが分かった。

[1] D. Jérôme, *et al.*, Phys. Rev. **158**, 462 (1967).

[2] Y. Wakisaka, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **103**, 026402 (2009).

[3] S. Y. Kim, *et al.*, ACS Nano **10**, 8888 (2016).

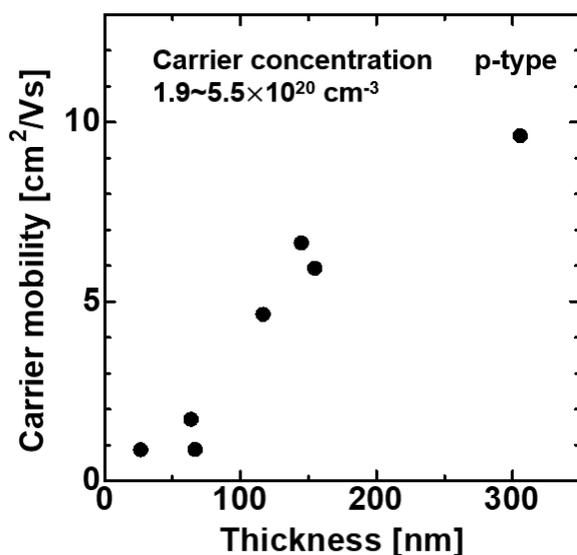


Fig.1 Thickness dependence of carrier mobility for Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> flakes.

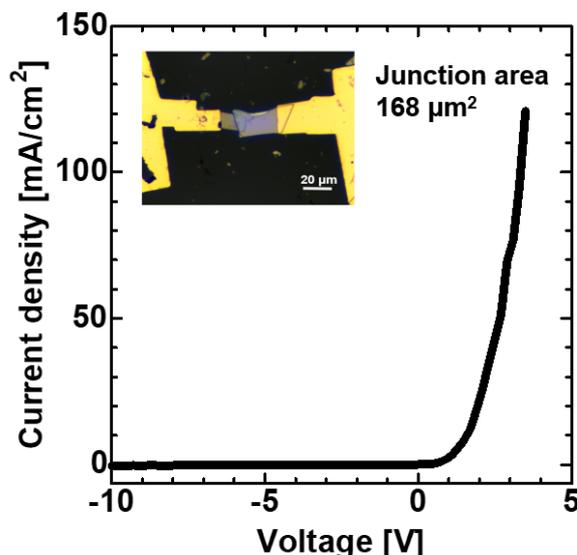


Fig.2 *J-V* characteristic of Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub>/MoS<sub>2</sub> heterojunction. Inset: Photograph of device structure (Left: Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub>).