

二硫化レニウム結晶を用いた横方向ダイオードの作製

Fabrication of in-plane diode using rhenium disulfide crystal

信州大学¹, 信州大 先鋭材料研² °土井 文晶¹, 浦上 法之^{1,2}, 橋本 佳男^{1,2}

Shinshu Univ.¹, Shinshu Univ. RISM², °Fumiaki Doi¹, Noriyuki Urakami^{1,2}, Yoshio Hashimoto^{1,2}

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

遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDCs)は一層の厚さが原子 3 個分ほどの極薄の層状構造を持ち, 中でも二硫化レニウム(ReS_2)は平行四辺形の単位構造を取り, 面内の電流が特定の方向に制限される特性を持ち, 歪を導入することで面内キャリア移動度は $4,000 \text{ cm}^2/\text{V s}$ まで増加することが予測されている[1]。またバンドギャップエネルギー E_g の膜厚依存性が低い。これらの特徴を活かした素子の実現により, ナノエレクトロニクスやナノフォトニクス分野での活躍が期待される。本報告では, 硫化法により作製した ReS_2 の横方向ダイオードを作製した。

c 面サファイア基板(Al_2O_3)上に電子線(EB)蒸着した Re 膜と硫黄(S)粉を石英管アンプル内に真空封入し, 加熱することで基板上に合成を促す封緘硫化法により ReS_2 結晶を作製した[2]。最高温度においてアンプル内の S 気圧が 1.0 atm となるように設定し, 室温から 1100°C まで $15^\circ\text{C}/\text{min}$ で 1.1 h , 1100°C で 1 h 保持, 650°C まで $2^\circ\text{C}/\text{min}$ で 3.45 h , その後室温まで自然冷却した。合成した ReS_2 結晶を別の基板に転写した後, リフトオフ工程により Au 電極を形成した。その後, 50 %に希釈した塩酸(HCl)に浸すことで表面処理を行った後に, 再度リフトオフ工程により Ti/Au 電極を形成した。

電極形成後の光学顕微鏡像を図 1 に示す。 ReS_2 のキャリア輸送が制限されていない方向に Au 電極および Ti/Au 電極を平行に形成することができた。図 2 に電流電圧($I-V$)特性を示す。印加電圧が 1 V 程度で立ち上がりを示す整流特性を得ることができ, 横方向ダイオードの作製に成功した。予備検討において塩酸による表面処理の有無によりそれぞれオーム性およびショットキー性の $I-V$ 特性が得られている。これは表面の自然酸化膜除去または金属-半導体界面の接触が改善されたと考えられる。したがって, 作製したダイオードは Au 電極側に自然酸化膜または van der Waals ギャップを絶縁体とする, 金属-絶縁体-半導体(MIS)構造となっていると考えられる。

参考文献

- [1] S. Yu, and *et al.*, Appl. Phys. Lett. **108**, 191901 (2016).
- [2] N. Urakami, and *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 02CB07 (2018).
- [3] J. Y. Park and *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces **9**, 26325 (2017).

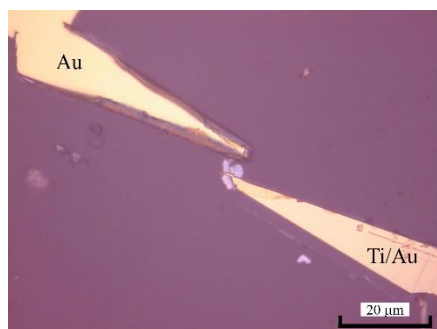


Fig. 1. Optical microscopy image of the ReS_2 crystal with Au and Ti/Au electrodes.

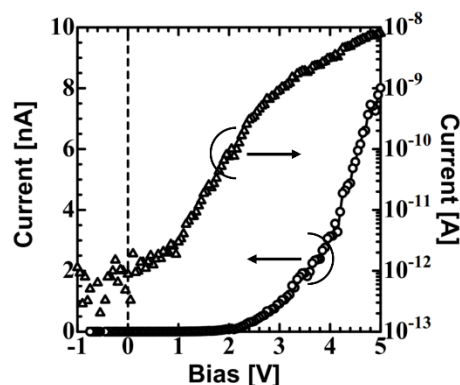


Fig. 2. $I-V$ characteristics of the ReS_2 in-plane diode.