

多層 GaSe の電気伝導における電子線照射効果のその場 TEM 観察

In-situ TEM observation of electrical conductance changes in

GaSe multilayers by electron irradiation

北陸先端大 (M2) 福本 航大, 刘 春萌, 新田 寛和, Antoine Fleurence, 高村(山田) 由起子, 大島 義文

JAIST, °K. Fukumoto, C. Liu, H. Nitta, A. Fleurence, Y. Yamada-Takamura, Y. Oshima

E-mail: s1910185@jaist.ac.jp

半導体の性質を示す2次元層状物質は、光や電子などの照射によってキャリアが励起されて電気伝導特性が変化することが知られている。しかし、最近、WS₂ 薄膜で照射によって電気伝導率が下がるという逆の効果が報告された[1]。このような電気伝導への電子線照射効果を明らかにするため、透過型電子顕微鏡その場観察法 (in-situ TEM) を用いた実験を行った。今回、半導体層状物質である GaSe (バンドギャップ: 2.1 eV) に対し、TEM 内で電子線照射量を変えながらその電流-電圧特性を測定することにより、電子線照射効果を調べた結果を報告する。

単結晶から機械的に剥離した GaSe 薄片を電極間に架橋させ、TEM 観察しながら電流-電圧特性を得るためのデバイスを以下のように作製した[2,3]。TEM 観察用の窓を有する Si/SiN 基板に蒸着によって細長い Au 電極 (幅: 5, 10, 15 μm) を作製し、この Au 電極の中央を集束イオンビーム(FIB) で切断することでナノギャップ (ギャップ距離: 150-400 nm) を作製した。GaSe 薄片は、このギャップ間に架橋するように、転写した (Fig.1)。転写は、PDMS (粘弾性樹脂) に GaSe を付着させ、ナノギャップ近傍に印鑑を押す要領でそれを押し付けることで行った (Fig.2)。

上述した転写方法によって、汚れの付着が少ない GaSe 薄片を電極間に架橋させることができた。さらに、電子線照射によって薄片のコンタミネーションが軽減した。Fig.3 は、GaSe 薄片の高分解能 TEM 像である。この GaSe 薄片は、最も狭いところで幅約 5 μm であった。電子線を照射しないで得た電流-電圧特性は、明瞭な半導体特性を示した。一方、電子線照射量、3, 12, 18, 76 A/cm² で得た電流-電圧特性は、照射量の増加とともに電流が増大する傾向を示した。

[1] Y. Fan, ACS Appl. Mater. Interfaces 8 (2016) 32963.

[2] C. Liu, Carbon 165, 476-483 (2020).

[3] C. Liu, Nanotechnology 32, 025710 (2020).

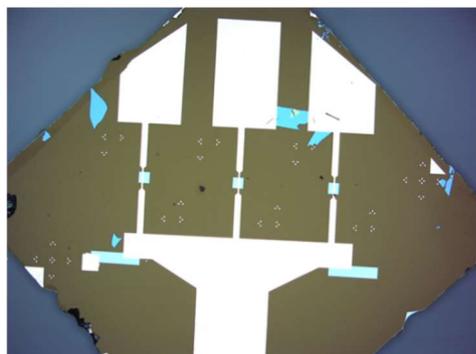


Fig.1 Electrical conductivity measuring device.

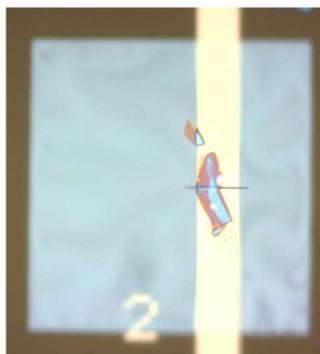


Fig.2 GaSe thin flake crosslinked to electrodes.

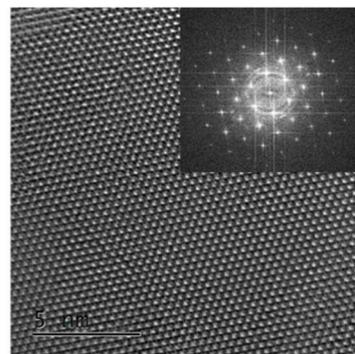


Fig.3 High resolution image of GaSe thin flake.