

人工積層した MoS₂ 薄膜の面直方向電荷輸送・熱輸送のアニーリング効果

Effects of annealing on electrical and thermal conductance

through MoS₂ film made from artificially stacking都立大理¹, 産総研² °上治 寛¹, チョウ カイヤオ¹, 中村 颯太¹, 齋藤 滋輝¹,西留 比呂幸¹, 八木 貴志², 蓬田 陽平¹, 宮田 耕充¹, 柳 和宏¹Tokyo Metro. Univ.¹, AIST² °Kan Ueji¹, Kaiyao Zhou¹, Sota Nakamura¹, Shigeki SaitoHiroyuki Nishidome¹, Takashi Yagi², Yohei Yomogida¹, Yasumitsu Miyata¹, Kazuhiro Yanagi¹

E-mail: kueji@tmu.ac.jp, kyanagi@tmu.ac.jp

はじめに:人工的に積層させた遷移金属ダイカルコゲナイド(MX₂)薄膜の面直方向の熱伝導は、ファンデルワールス界面(vdW 界面)とその界面の格子不整合性から空気に近いほどの熱絶縁性を示すことが報告されている[1-3]。この超断熱性は、熱電変換の観点からは非常に興味深い、しかしこのような界面における電気伝導、更には熱起電力との相関は殆ど議論されていない。これまで我々の開発した Au をトランスデューサとした時間領域サーモリフレクタンズ法(Au-TDTR)をもちいて[4]、面直方向の電気伝導も同時計測することで、安定な金電極に挟まれた MX₂ 薄膜の熱と電気輸送の同時評価が可能である。そこで本研究では、輸送特性の相関の端緒を得ることを目的として、特に、MX₂ 人工積層膜を真空アニールすることで界面カップリングを系統的に変化させた過程での熱・電気輸送特性を調べた。

結果と考察:2D セミコンダクターから購入した MoS₂ を用いて、ポリメチルメタクリレートと熱剥離テープにより、4 層の MoS₂(4L-MoS₂)を成膜した。同 4L-MoS₂ を上面・底面を Au 電極で挟み込んだデバイスを作製した。ラマンと発光測定により界面カップリングの強さを、4L-MoS₂ の電気抵抗と Au-TDTR による熱コンダクタンスを評価した。アニール前の 4L-MoS₂ における界面カップリングは非常に弱く、電気抵抗および熱コンダクタンスはそれぞれ 53 Ω、9 MW/m²K と見積もられた。最終的なアニール温度である 350°C の処理後では、界面カップリングは CVD 合成によって得られる薄膜と同程度の界面カップリングの強さになっており、電気抵抗および熱コンダクタンスはそれぞれ 32 Ω、20 MW/m²K に変化した。界面カップリングが強くなることで vdW 界面における両者の輸送特性が変化していく様子を捉えた。講演では、より詳細な輸送特性の変化を報告する。

[1] Cahill *et al.*, *Nature*, **597**, 660 (2021), [2] Yuan *et al.*, *ACS Nano*, **15**, 15902 (2021) [3] Pop *et al.*, *ACS Nano*, **15**, 19503 (2021), [4] Ueji *et al.*, *ACS Applied Nano Mater.* **5**, 6100 (2022)

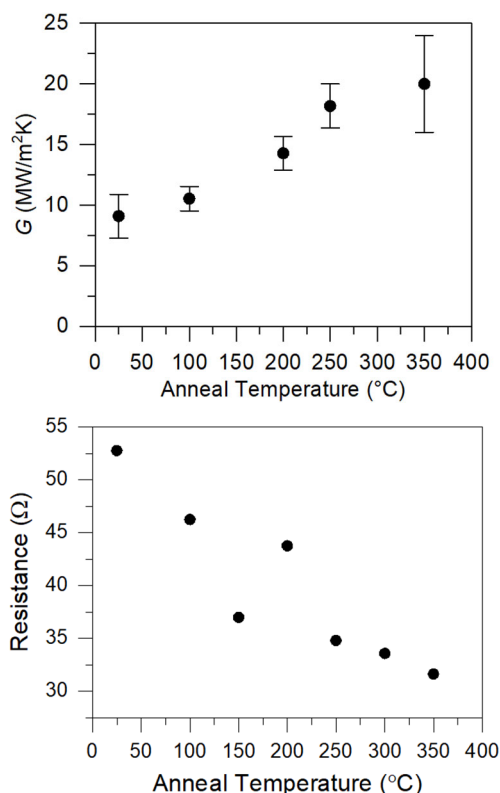


Fig1: Thermal conductance (G) and resistance of the cross-plane direction in 4L-MoS₂ as a function of annealing temperature