

MoS₂-単層グラフェンヘテロ構造の局所ガス応答特性評価

Local characterization of MoS₂-single layer graphene hetero structure for gas response

°佐藤 雄太, 大井 皓平, 麻下 卓嗣, 田畑 博史, 久保 理, 片山 光浩 (阪大院工)

°Y. Sato, K. Oi, T. Asashita, H. Tabata, O. Kubo, M. Katayama (Grad. Sch. Eng., Osaka Univ.)

E-mail: tabata@nmc.eei.eng.osaka-u.ac.jp

【研究背景・目的】

MoS₂とグラフェンの薄膜同士がvan der Waals力で接触した積層型ヘテロ構造 (MGH) にはその接触界面にショットキー障壁が存在する^[1]。この接触界面は外気に露出した表面と近接しているため、表面へのガス分子吸着によって接触界面のショットキー障壁が大きく変調されると予想される。そのため、MGHはガスセンサへの応用が期待される。実際、我々はMGHを有するFET (MGH-FET) がNO₂曝露に対して非常に大きな電流変化を示すことを見出している^[2]。しかし、このMGH-FETには、MGH部以外にもグラフェン電極部、MoS₂チャネル部、MoS₂-金属電極接合部などのガス曝露に対して応答を示すと考えられる部分があり、どの部分が主に応答に寄与しているのかは明らかではない。そこで本研究では、MGH-FETをガスバリア膜で局所的に被膜することにより、被膜部分の応答への寄与を除去し、応答に支配的に寄与する部分の特定を試みた。

【実験方法・結果】

機械的剥離法でSiO₂/Si基板上に転写したMoS₂薄片にCVD成長させた単層グラフェンをオフセットするように重ねてMGHを作製した^[3]。作製したヘテロ構造のAFM像をFig.1に示す。MoS₂の膜厚は約9層であった。このMGHのMoS₂、グラフェンそれぞれにTi/Auの電極を形成し、バックゲート型MGH-FETを作製した(Fig.2 (a) ; #1)。次に、PMMA/SU-8をガスバリア膜としてMoS₂-金属電極接触部とMoS₂チャネル部に被膜した(Fig.2 (b) ; #2)。最後に、MGHの中央部を除く全部分をガスバリア膜で被膜した(Fig.2(c) ; #3)。このMGH-FETの#1~#3各状態において測定したV_{DS} = 1 V, V_{BG} = 0 V (グラフェン接地)におけるNO₂ガス曝露 (1 ppm)に対する応答特性をFig.3に示す。#2では#1に比べ応答量がわずかに減少した。これは、MoS₂チャネル部へのNO₂吸着が抑制され、MoS₂内のキャリア密度低下の影響が無くなったためだと考えられる。#3では#2に比べて応答量の劇的な減少が見られた。MGH中央部が露出しているにもかかわらずこのような応答量の減少が見られたということは、露出しているMGH中央部はガス応答にあまり寄与していないことを示唆している。すなわち、MGHにおいて電流は、中央部ではなくMoS₂のエッジ部から流れ込んでおり、この部分のショットキー障壁がNO₂吸着によるグラフェンの仕事関数の変化を受けて増加することが主なセンサー応答の要因となっていると考えられる(Fig. 4)。

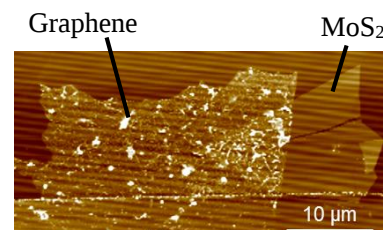


Fig.1 AFM image of MoS₂-single layer graphene hetero structure

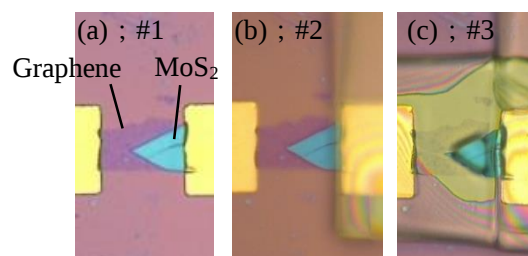


Fig.2 Optical images of FET

(a) As prepared (#1)
(b) MoS₂-metal interface covered (#2)
(c) Covered except for hetero area (#3)

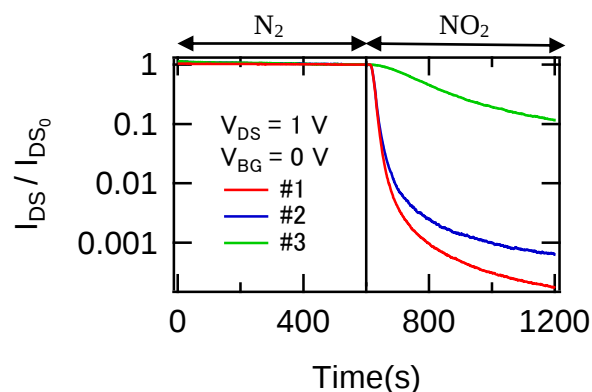


Fig.3 Sensor responses to NO₂ gas (1 ppm)

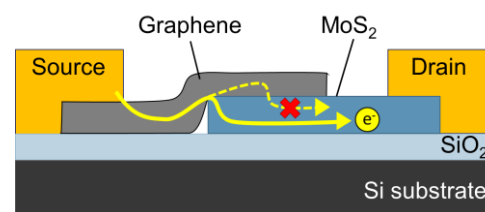


Fig.4 Schematic of electrical conduction in MGH-FET

[1] J. Y. Kwak *et al.*, Nano Lett. **14** (2014) 4511.

[2] 佐藤 雄太 他: 2015年第62回応用物理学会春季学術講演会11a-P6-43

[3] A.C.-Gonz *et al.*, 2D Materials **1** (2014) 011002.