

MoS₂/Si ヘテロ接合の光起電力ガス応答のメカニズム

Mechanism for Photovoltaic gas response of MoS₂/Si heterojunction

阪大院工, (M2) 鶴籠 直也, °田畑 博史, (B) 松山 弘明, 久保 理, 片山 光浩

Osaka Univ., N. Ugomori, °H. Tabata, H. Matsuyama, O. Kubo, M. Katayama

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

[はじめに] 近年、大気汚染の監視や農業応用を目指して、センサネットワークによる環境モニタリングが注目されている。このような用途に用いられるガスセンサには、超低消費電力あるいはエネルギーベースティングな性能が求められる。このようなセンサを実現するプラットフォームとして、我々は、雰囲気ガスに敏感な界面を有する原子層薄膜ヘテロ接合に注目し、これを利用した光起電力ガスセンサの研究を進めている。昨年、我々は MoS₂/Si ヘテロ接合とグラフェン/Si ヘテロ接合について光起電力ガス応答を報告した[1,2]。いずれの構造でも、開放電圧 V_{OC} と短絡電流 I_{SC} が NO₂ や NH₃ の低濃度曝露 (~1 ppm) に対して応答することが確認された。特に、MoS₂/Si ヘテロ接合では、室温で高速な応答・回復を示すユニークな特性が見られた。そこで、本研究ではこの原因を明らかにするため、ガス濃度依存性などセンサ応答のより詳細な測定を行った。

[実験結果・考察] SiO₂/Si 基板の SiO₂ 酸化膜を部分的に除去し、露出した Si 上に MoS₂ を転写し、Fig. 1 に示すようなヘテロ接合ダイオードを作製した。デバイスに用いた大面積・単層 MoS₂ は、金剥離法[3]を用いてバルク結晶から剥離することによって作製した。この試料に対して、疑似太陽光(AM1.5, 100mW/cm²)照射下で断続的に曝露した NO₂(1ppm)に対する開放電圧(V_{OC})及び短絡電流(I_{SC})の時間応答を Fig. 2 に示す。応答は 2 分程度で飽和し、一回目を除けば、回復も 5 分程度で元のレベルまで回復していることが分かる。様々な NO₂ 濃度環境下で測定した V_{OC} 及び I_{SC} の値から算出したセンサ応答 (Sensor Response[%]= $100 \times \Delta V_{OC}/V_{OC_Air}$, または $100 \times \Delta I_{SC}/I_{SC_Air}$) を Fig. 3 に示す。100ppb 以下の低濃度領域で急峻に応答量が増加し、200ppb 以上の濃度では飽和傾向が見られた。この結果から、1ppm の NO₂ 曝露で見られた高速応答は、ガス曝露の初期段階で応答が飽和していることが原因だと考えられる。

- [1] 鶴籠他 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 18-C202-9
- [2] 麻下他 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 20-C202-6
- [3] Desai *et al.*: Adv Mater. **28**, 4053 (2016).
- [4] Liu *et al.*: ACS Nano **8**, 5304 (2014).

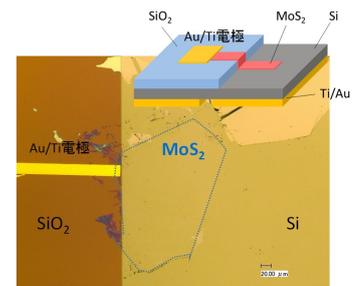


Fig. 1 Optical image and schematics of the MoS₂/Si heterojunction diode

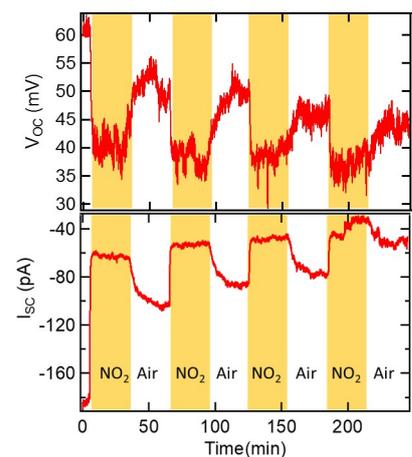


Fig. 2 Temporal changes in the V_{OC} and I_{SC} upon the exposure of NO₂(1ppm) under light illumination

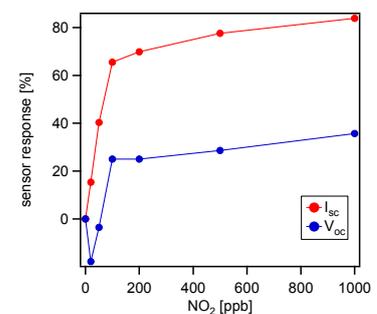


Fig. 3 Sensor responses of V_{OC} and I_{SC} versus NO₂ gas concentration