光活性化された MoS_2 ガスセンサの NO_2 に対する移動度変調応答

Mobility-modulated response to NO_2 of photoactivated MoS_2 gas sensor

阪大院工 [1], 神大院工 [2]　○田畑 博史 [1], (M2)松山 弘明 [1], (M1)後藤 大志 [1], (D) 雛本 樹生 [2],
杉本 泰 [2], 久保 理 [1], 藤井 稔 [2], 片山 光浩 [1]

Osaka Univ. [1], Kobe Univ. [2] °Hiroshi Tabata[1], Hiroaki Matsuyama[1], Taishi Goto[1], Tatuki Hinamoto[2],
Hiroshi Sugimoto[2], Osamu Kubo[1], Minoru Fujii[2], Mitsuhiro Katayama[1]

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

【はじめに】遷移金属ダイカルコゲナイドの一種である MoS_2 の原子層膜は、優れたガスセンシング材料として注目されている。この材料が注目される理由の一つに、この材料を用いたガスセンサは、可視光照射下で応答が著しく活性化され、室温において実時間応答が可能なぐらいに応答・回復速度が向上することが挙げられる[1]。この特徴は、自然光や室内光などの環境光を利用できるという点で、低消費電力ガスセンサとして有望である。我々はこれまで、この単層 MoS_2 をセンシング材料とする FET 型ガスセンサを用いて、大気汚染ガスである NO_2 の可視光照射下における応答特性を調査してきた。この NO_2 の応答メカニズムは、これまで、主として、吸着 NO_2 と MoS_2 の間の電荷移動によるものと説明されてきた[2]。今回我々は、光照射下での NO_2 に対する応答が、この電荷移動メカニズムではなく、キャリア移動度変化によって生じていることを見出したので報告する。

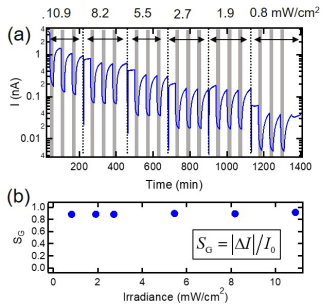

Fig. 1 (a) Time-dependent sensor response to NO_2 (100 ppb) under various irradiance of blue LED light. (b) Sensor response as a function of irradiance.

【実験結果】Fig. 1a に異なる光強度の光照射下で測定した NO_2 (100 ppb) に対する MoS_2 の光電流応答を示す。光強度によって光電流はオーダーで変化しているにもかかわらず、$S_G \equiv |\Delta I|/I_0$, ($\Delta I$:電流変化量、I_0 : ガス曝露前の電流量)で定義されるセンサ応答はほぼ一定であった (Fig. 1b)。MoS_2 の光電流 (I_0) は、主に光ゲート効果で誘起された電子の増加によるものであり、光強度とともに増加する。ガス吸着による電荷移動量が光強度に依存せず一定 (ΔI) と仮定すると、電荷移動モデルでは、上記の光強度に依存しないセンサ応答は説明できない。Fig. 2 は NO_2 曝露中と NO_2 曝露前後に空気中で測定した光照射下の MoS_2-FET の伝達特性である。挿入図はこれらを最大強度で規格化したものであり、伝達曲線はほぼ完全に一致した。このことは、NO_2 曝露による伝達特性の変化は、閾値シフトではなく、トランスコンダクタンスの減少であることを示唆する。このことから、NO_2 に対する光照射下での高速なガス応答は、吸着 NO_2 が引き起こす双極子散乱によるキャリア移動度低下が主な原因であると考えられる。

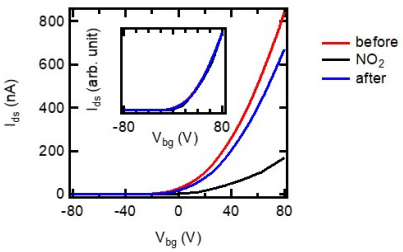

Fig. 2 Transfer characteristics of MoS_2-FET measured in air before and after NO_2 exposure and during NO_2 exposure. Inset shows the normalized transfer curves. All curves were measured under light illumination with irradiance of 80 mW/cm^2.

[1] Pham *et al.*, ACS Nano **13**, 3196 (2019).　[2] Cho *et al.*, Sci. Rep. **5**, 8052 (2015).