MoS_2 薄片キャパシタを用いた揮発性有機化合物センシング

Volatile organic compounds sensing using MoS_2 flake capacitor

阪大院工，○清水 優，松竹 直斗，樹 大輔，田畑 博史，久保 理，片山 光浩
Grad. Sch. Eng., Osaka Univ., ◦M. Shimizu, N. Matsutake, D. Ueki,
H. Tabata, O. Kubo, and M. Katayama
E-mail: shimizu@nmc.eei.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】

2 次元層状物質である二硫化モリブデン(MoS_2)は大きな実効表面積や半導体的性質の為、半導体ガスセンサーの新たなセンシングコア材料として近年注目されている。しかし、これまで MoS_2 薄膜を用いた抵抗変化型ガスセンサーは多数報告されているが[1,2]、キャパシタンス変化を利用したガスセンサーの報告例は少ない。キャパシタンス変化型ガスセンサーはガス吸着に伴うセンシングコア材料の誘電率変化を検知するセンサーであり、抵抗変化型センサーが不得意とする電荷移動が小さな揮発性有機化合物(VOC：Volatile Organic Compound)ガスに対して有用とされている。そこで本研究では MoS_2 薄片を用いたキャパシタンス変化型ガスセンサーを作製し VOC ガスに対する応答特性の評価を行った。

【実験方法・結果】

原子層堆積法によって Al_2O_3(50 nm)を堆積させた Si 基板上に、機械的剥離法で MoS_2 薄片(膜厚 80 nm)を転写し、この上に Au / Ti 電極を形成することでキャパシタ構造のデバイスを作製した(Fig. 1)。これを用いてエタノール蒸気に対するキャパシタンスの変化を調べた。キャパシタンス測定は、上部電極とバックゲート電極間のキャパシタンスをロックインアンプ(5000 Hz, V_{rms} = 500 mV)を用いて測定した。Fig. 2 に、飽和エタノール蒸気(20℃、ベースガス N_2)曝露に対するセンサー応答を示す。3 分間のエタノール曝露によって、キャパシタンスが約 8 %増加し、5 分間のパージでほぼ初期値まで回復した。2 回のガス曝露に対してキャパシタンスは同様の挙動を示し、再現性のある応答であることが分かった。このキャパシタンス応答は、MoS_2 の層間にガス分子が入り込むことによるものと考え、Fig. 3 の挿入図のように、MoS_2 の端を SU-8/ PMMA 膜により被膜して、ガス分子が MoS_2 の層間に入り込めないようにした。Fig. 3 は SU-8/ PMMA 被膜前後でのエタノール曝露によるセンサー応答を比較したものである。被膜前に比べて、被膜後は応答が約 1/4 に低下しており、この結果から、キャパシタンス応答は、ガス分子の MoS_2 層間への入り込みが主な要因であることが分かった。すなわち、MoS_2 の層間に入り込んだエタノール分子によって、MoS_2 の実効的な誘電率が変化することが、キャパシタンス変化に繋がっていると考えられる。

[1] J. Kim *et al.*: Nano Lett. **14** (5941) 2014.
[2] F. K. Perkins *et al.*: Nano Lett. **13** (668) 2013.

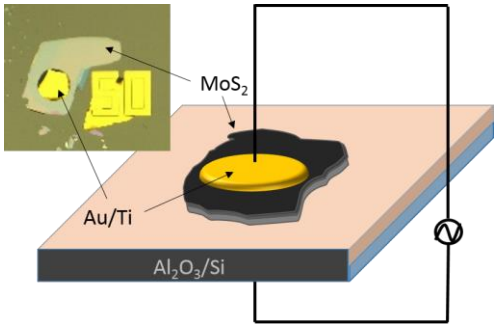

Fig. 1 Schematic and optical image (inset) of MoS_2 capacitor

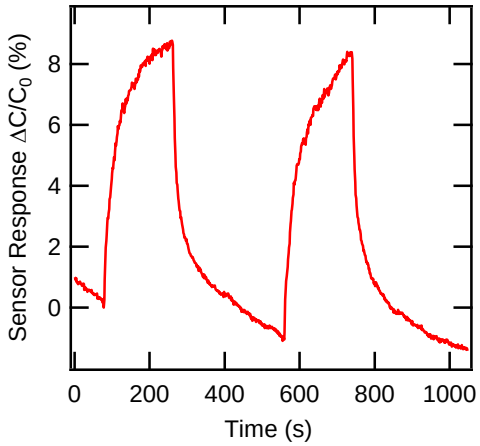

Fig. 2 Sensor response of MoS_2 capacitor upon saturated ethanol vapor

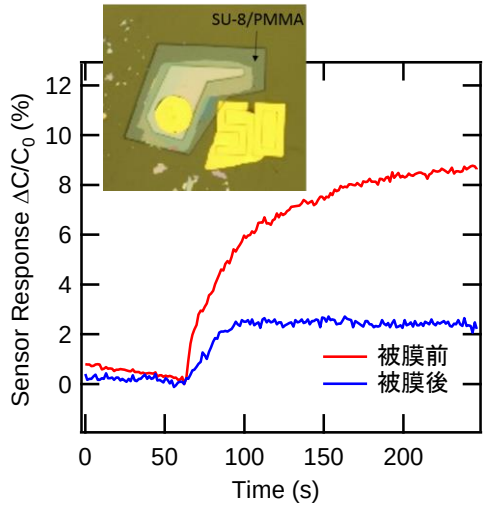

Fig. 3 Sensor response of MoS_2 capacitor upon ethanol vapor before (red line) and after (blue line) a SU-8 / PMMA coating (inset：optical image of MoS_2 capacitor covered by SU-8 / PMMA)

© 2015年 応用物理学会