

メチル化ゲルマナン薄膜トランジスタの光起電力特性

Photovoltaic properties of methylated germanane thin-film transistors

阪大院工¹, 岐阜大² ○蜂谷航平¹, 平岡 佑貴¹, 田畑 博史¹, 片山 光浩¹, 久保 理^{1,2}

Osaka Univ.¹, Gifu Univ.², ○K. Hachiya¹, Y. Hiraoka¹, H. Tabata¹, M. Katayama¹, O. Kubo^{1,2}

E-mail: kubo.osamu.u3@f.gifu-u.ac.jp

【研究背景】

近年、情報デバイスの小型化、省電力化、低コスト化への需要が急激に増加してきており、従来のシリコンテクノロジーデバイスではなく新原理デバイスやデバイス用新材料の探索が盛んに行われている。中でも、二硫化モリブデンなどの二次元層状物質^[1]は、電界効果トランジスタ (FET) や光電変換材料などの応用に期待されている。一方、シリコンやゲルマニウム (Ge) の原子層の両面を水素やメチル基等の配位子で終端することで、バンドギャップ、熱安定性、キャリア移動度を調整できる^[2]。我々はメチル基終端した Ge 原子層材料 (GeCH₃) に着目して研究を行っている (Fig. 1)。GeCH₃は約 1.8 eV の直接バンドギャップを持ち、正孔移動度が $1.4 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と理論的に予測されている^[3]。この GeCH₃ のバンドギャップが可視領域の光電変換用途に適しているため、太陽電池や光センサーなどの応用が期待されている。以前の応用物理学会で GeCH₃ の光電流特性について報告したが、今回はショットキー界面を用いた GeCH₃ 薄膜の光起電力特性について研究を行った結果について報告する。

【研究結果】

GeCH₃ の前駆体である CaGe₂ と CH₃I、H₂O を 1:30:10 のモル比となるよう溶媒 (CH₃CN) に加え、窒素雰囲気下、暗所、室温の下で 7 日間攪拌することで、CaGe₂ の Ca²⁺ が脱離し、Ge 層をメチル基が終端する。これをろ過し、得られた GeCH₃ を、エタノールを溶媒として液相剥離法によって SiO₂/Si 基板上に堆積させた。ラマン測定から堆積物が GeCH₃ であることを確認したのち、仕事関数の異なる金属をそれぞれソース、ドレイン電極としてバックゲート型 FET を作製した。以前の報告で、真空中では p 型動作を示すことを報告していたが、大気中で伝達特性の測定を行ったところ n 型特性を示した (Fig. 2)。次にこの FET に対して LED により異なる波長の照射下での I_{ds}-V_{ds} 測定を行った。光強度を一定にした測定の結果、赤 (625 nm)、緑 (525 nm) に比べて青 (470 nm) 色光での変換効率が高く、赤外光ではゼロであることがわかった (Fig. 3)。また、青色 LED の光強度を変化させて測定 (Fig. 4) を行ったところ、光強度を増加させることにより、光起電力が大きくなることを確認した。

本研究は JSPS 科研費 21H01813、村田学術振興財団、天野工業技術研究所の助成を受けて行われました。

References

- [1] G. R. Bhimanapati *et al.*, *ACS nano*, **12**, 11509 (2015).
[2] Z. Ni *et al.*, *Nano Lett.*, **12**, 113 (2012).

- [3] Y. Jing *et al.*, *J. Phys. Chem. Lett.*, **6**, 4252 (2015).
[4] S. Jiang *et al.*, *Nat. Commun.*, **5**, 1 (2014).

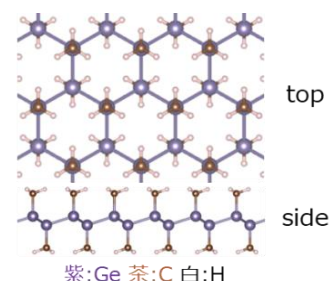


Fig. 1 Structural model of GeCH₃.

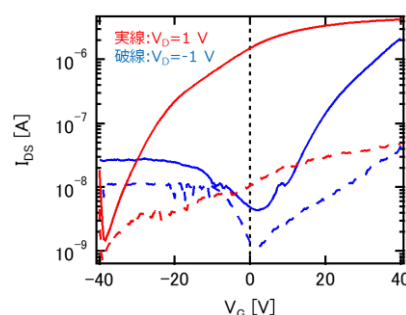


Fig. 2 I_{DS}-V_G characteristics of Ni/GeCH₃/Ti FET.

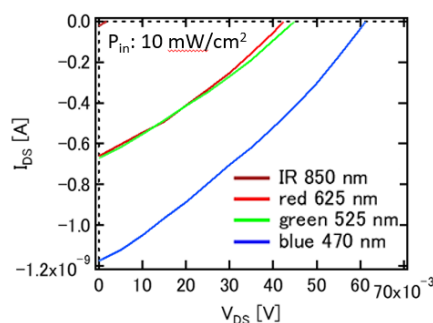


Fig. 3 I_{DS}-V_{DS} characteristics of Ni/GeCH₃/Ti FET.

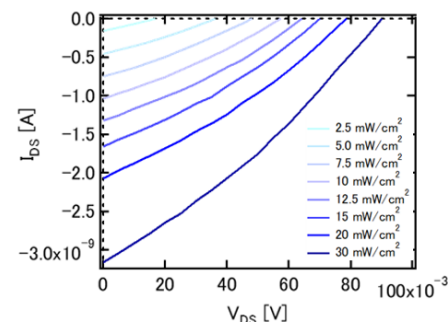


Fig. 4 Light power dependence of I_{DS}-V_{DS}.