

バイアス電圧で動作する Ag_2S 系コンデンサ型熱スイッチの開発

Development of Ag_2S Based Capacitor Type Thermal Switch Operated by Bias Voltage

豊田工業大学, °(B)丸地智也, 平田圭佑, 松波 雅治, 竹内 恒博

Toyota Tech. Inst., °Tomoya MARUCHI, K. HIRATA, M. MATSUNAMI, and T. TAKEUCHI

E-mail: sd17063@toyota-ti.ac.jp

緒言

外場により, 素子内の熱流を制御する熱スイッチは, 未利用熱を有効活用する「熱マネジメント」の基盤技術として注目されている.

温度勾配が一定の条件下で, 固体材料を流れる熱流束は材料の熱伝導度に比例する. 一般的な導体材料における κ は, $\kappa = \kappa_{\text{el}} + \kappa_{\text{lat}}$ (κ_{el} : 電子熱伝導度, κ_{lat} : 格子熱伝導度) で記述される. 例えば, コンデンサ型素子を作製し, 電極として半導体材料を用いれば, 外部電場を印加することで電子濃度, および, 電子熱伝導度を変化させることができるであろう. しかし, 一般的な半導体の場合, κ_{lat} は κ_{el} に比べ非常に大きいので, 電子熱伝導度の変化を生み出せても, その変化を観測することは難しい.

Matsunaga らは, 非常に小さな κ_{lat} ($\sim 0.5 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$) を持つ n 型半導体の $\text{Ag}_2\text{S}_{0.6}\text{Se}_{0.4}$ を電極に用いて, バイアス電圧によって κ_{el} を変化させるコンデンサ型熱スイッチを作製し, 10% の熱伝導度変化を観測した[1]. しかしながら, 作製された素子は μm サイズで, 電子熱伝導度の変化に寄与すると考えられる層は素子全体の 0.1% 程度であった. そこで, 本研究では分子線蒸着法 (Molecular Beam Deposition : MBD) を用いて nm サイズの Ag_2S 系薄膜熱スイッチを作製し, より大きな熱伝導度変化の観測を試みた.

実験方法

素子は MBD によって作製した (図 1). 構造解析および相同定は粉末 X 線回折法により

行った. 熱伝導度測定には時間領域サーモリフレクタンス法 (Pico Therm 社製 nano TR) を用いた.

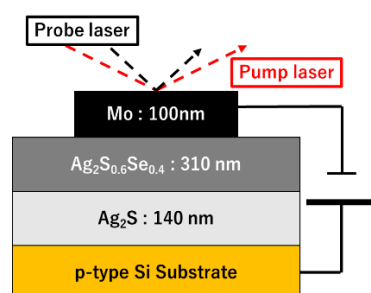


Fig. 1 Ag_2S -based thermal switching device

結果

バイアス電圧印加時の素子の表面温度の時間依存性を図 2 に示す. 変化は顕著ではなかったものの, バイアス電圧を印加することで, 素子表面の冷却速度が増加していることを確認した. 実験結果の詳細, および, 考察は, 当日の講演にて報告する.

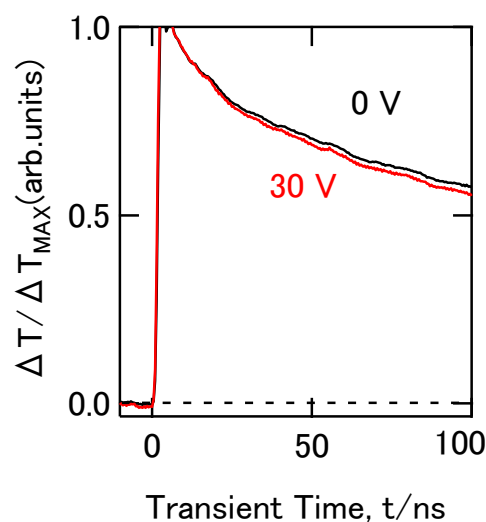


Fig. 2 Transient curve of surface temperature in the thermal switching device w/ and w/o bias voltage.

参考文献

[1] T. Matsunaga *et al.*, Mat. Trans. 62, (2021) 16-19.