

スマートウィンドウに向けた 二酸化バナジウム膜のミスト CVD 法による作製と光学特性評価

Fabrication and optical properties of vanadium dioxide via mist CVD for smart window application



京大エネ科¹, [○](DC)股村 雄也¹, 池之上 卓己¹, 三宅 正男¹, 平藤 哲司¹

Kyoto Univ.¹, [○](DC)Yuya Matamura¹, Takumi Ikenoue¹, Masao Miyake¹, Tetsuji Hirato¹

E-mail: ikenoue.takumi.4m@kyoto-u.ac.jp

【緒言】

二酸化バナジウム (VO_2) は室温近傍で金属絶縁体相転移を起こし、高温相では赤外線を反射し、低温相では透過するという性質をもつ。そのため VO_2 は気温に応じて自律的に赤外線透過量を変化させ、建物で空調に消費されるエネルギーを低減するスマートウィンドウの材料として注目されている。これまで VO_2 膜は、水熱合成法などの溶液法、スパッタリング法などの PVD 法、および化学気相成長法 (CVD 法) を用いて成膜されてきた^{1,2}。しかし PVD 法や一般的な CVD 法は真空環境が必要であるため高コストである。また溶液プロセスを用いた VO_2 成膜は、数時間以上の長い成膜時間を必要とし、生産性が低い。我々は低コストかつ高生産性の成膜手法としてミスト CVD 法に注目した。本手法は大気圧下での成膜が可能であるため、プロセスコストが低い。また一般に溶液プロセスよりも反応時間が短く、生産性が高い。本研究ではミスト CVD 法による VO_2 成膜を試み、原料溶液中の溶媒が成膜に及ぼす影響を明らかにするとともに、得られた膜の光学特性を評価した。

【実験方法】

成膜はホットウォール型ミスト CVD 法で行った。超音波によりミスト化した原料溶液を電気炉内に設置した基板までキャリアガス (N_2) で輸送し、基板上で化学反応を進行させ、薄膜を作製した。原料として $\text{VO}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_2$ (IV) のメタノール溶液、または水溶液を用いた。成膜温度は 650°C とし、成膜時間を 10 分とした。得られた膜の結晶相を XRD で評価し、透過率の温度依存性を温度 26°C および 100°C で測定した。

【結果】

メタノール溶液および水溶液を用いて作製した膜の XRD はそれぞれ、 V_2O_3 (III) および VO_2 (IV) 由来の回折ピークを示した (Fig. 1a)。前駆体には 4 価のバナジウム塩を用いた。したがって、メタノール溶液を用いると、成膜時に、前駆体の 4 価から 3 価への還元および熱分解が進行したのに対し、水溶液を用いると還元反応を起こさず熱分解のみを起こしたことがわかる。水溶液から得られた VO_2 膜の透過率を 26°C および 100°C で測定した (Fig. 1b)。測定温度によって赤外線領域の透過率のみが顕著に変化した。得られた VO_2 膜の可視光透過率および赤外線透過率変化の大きさは、真空プロセスや溶液プロセスで作製された VO_2 ³ と同等であった。

参考文献

¹ M. Li, S. Magdassi, Y. Gao, and Y. Long, *Small* **13**, 1701147 (2017).

² Y. Cui, Y. Ke, C. Liu, Z. Chen, N. Wang, L. Zhang, Y. Zhou, S. Wang, Y. Gao, and Y. Long, *Joule* **2**, 1707 (2018).

³ Y. Gao, H. Luo, Z. Zhang, L. Kang, Z. Chen, J. Du, M. Kanehira, and C. Cao, *Nano Energy* **1**, 221 (2012).

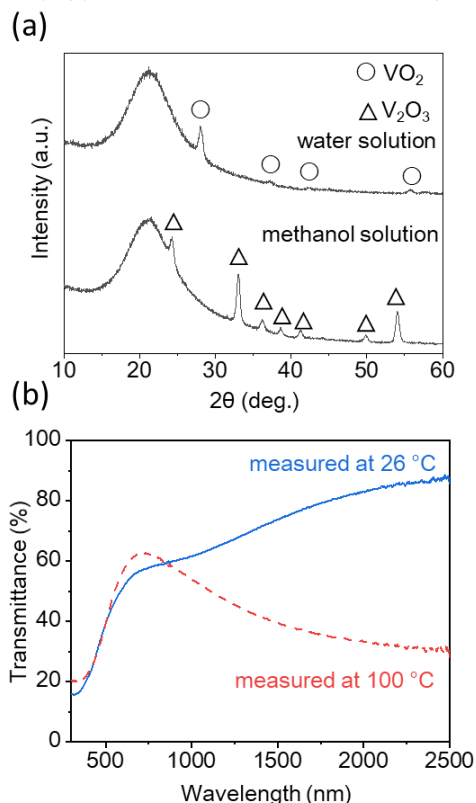


Fig.1 (a) XRD patterns of films deposited from the water and the methanol solutions. (b) Transmittance spectra of the VO_2 film deposited by mist CVD measured at 26°C and 100°C