多段階化学気相成長法を用いたバナジウム硫化物薄膜の作成

Preparation of Vanadium sulfide thin films grown by multi-step chemical vapor deposition process

阪大産研 [1]，関大システム理工 [2]，物材機構 [3]

平尾成 [1]，山本　真人 [2]，若山裕 [3]，田中　秀和 [1]

ISIR, Osaka Univ., [1], Kansai Univ.[2], NIMS[3]

Akira Hirao[1], Mahito Yamamoto[2], Yutaka Wakayama[3], Hidekazu Tanaka[1]

E-mail: hirao77@sanken.osaka-u.ac.jp

遷移金属と S, Se, Te の 16 族元素が 1：2 の比率で結合している遷移金属ダイカルコゲナイド（TMDC）は多くが層状構造をしており、原子層の形態で多彩な物性を示すことで知られている。例えば単層二硫化モリブデン(MoS_2)は直接半導体として機能し、二硫化バナジウム(VS_2)は室温強磁性が理論予測され、水熱合成法によりそのナノシートの合成と強磁性の観測が報告された[1]。近年、均一かつ大面積での TMDC 薄膜を合成する方法として、モリブデン酸化物薄膜を前駆体として硫黄雰囲気で MoS_2 薄膜へと転換する「多段階化学気相成長法」が報告され[2]、FET 作成が報告されている[3]。

本研究では、良質な薄膜結晶を作成可能なパルスレーザ蒸着（PLD）法により作成された VO_2 薄膜を前駆体として用い、多段階化学気相成長法により、バナジウム硫化物薄膜の合成を試みた。PLD 法で Al_2O_3(0001)基板上に VO_2 薄膜(30nm)を形成し、硫黄飽和雰囲気において、550℃～900℃と順次昇温することにより硫化処理を行った。Fig.1 に硫化過程におけるラマンスペクトル（励起波長 532nm）を示す。550℃以上の硫化処理で、VO_2 由来の構造が消失し新しいピーク構造（213cm^{-1} および 500cm^{-1}）が出現した。また X 線構造回折においても 2θ=36.08 度に硫化に伴う新しい回折ピークが観測された(Fig. 1 挿入図)。電気伝導特性においては、VO_2 薄膜に見られた 67℃付近の金属絶縁体相転移は完全に消失し（Fig. 2 挿入図)、高温領域と低温領域で活性化エネルギーが大きく異なる半導体的な挙動が観測され、新たな物質相が得られたと考えられる(Fig. 2)。当日は得られた物質相の同定および詳細な性質も含めて報告する。

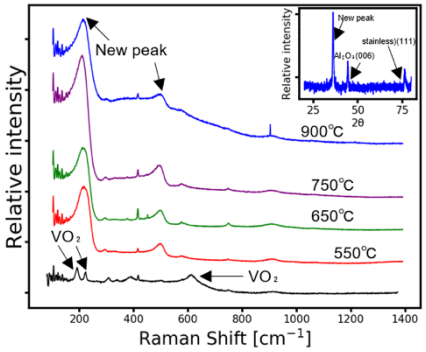

Fig.1 ラマンスペクトルの硫化処理温度依存性（挿入図）X 線回折パターン

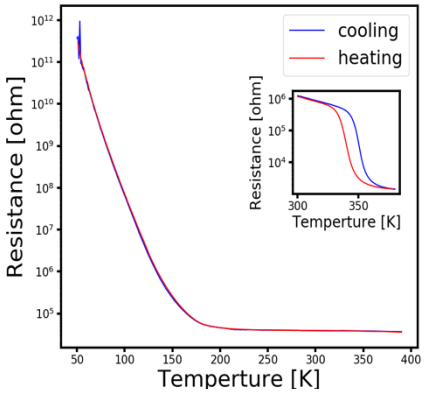

Fig.2 硫化処理(900℃)後の電気抵抗の温度依存性（挿入図）処理前の VO_2 薄膜の電気抵抗の温度依存性

References

[1]. D. Gao *et al*, J. Mater. Chem. C., 1(2013), 4, 5909-5916

[2]. S. N. Heo, Y. Ishiguro, R. Hayakawa, T. Chikyow, and Y. Wakayama, APL Mater., 4 (2016) 030901

[3] S. Heo, R. Hayakawa, and Y. Wakayama, J. Appl. Phys.,121 (2017) 024301

© 2020年 応用物理学会