

課題番号 : F-17-UT-0047
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 反応性スパッタ法による二酸化バナジウム薄膜の成膜
 Program Title (English) : Deposition of Vanadium Dioxide Thin Film by Reactive Sputtering
 利用者名(日本語) : 久保若奈, 竹谷浩伸
 Username (English) : W. Kubo, H. Takeya
 所属名(日本語) : 東京農工大学工学部電気電子工学科
 Affiliation (English) : Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、相転移評価

1. 概要(Summary)

二酸化バナジウム(VO_2)は熱相転移材料で、室温では高い光透過性と電気抵抗率を示し、相転移温度の 68 度以上では光透過性と電気抵抗率は劇的に低下する。そのため VO_2 はスイッチング材料としての利用が期待される。

本研究ではこれまでに、金属ナノ構造体の局在型プラズモン共鳴が VO_2 の相転移を誘起する、プラズモン誘起相転移現象を見いだした。金属ナノ構造体のプラズモンによって、本来は固有の値である VO_2 の熱相転移温度を任意で制御できることから、新しい材料開発の戦略として利用できると期待している。

プラズモン誘起相転移現象の評価はこれまで、共同研究者が作製した VO_2 膜を用いて行っていた。しかし、共同研究者に頼っているのは、利用する VO_2 のパラメータを制御できないため、今回、 VO_2 膜を独自に成膜することを試みた。 VO_2 成膜の一般的な方法である反応性スパッタによって、 VO_2 結晶を有する成膜が実現出来るか、検討を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高密度汎用スパッタリング装置 芝浦社製 CFS-4ES

【実験方法】

実験では、CFS-4ES を利用した。ターゲットには金属バナジウムを用いた。スパッタ時の加熱温度は装置の許容最高温度である 400 度とした。出力は 200 W, Ar 流量は 16 sccm, 酸素流量は 0.3-5.0 sccm の範囲で変化させた。得られた膜の評価は、東京農工大学において温度-電気抵抗率測定及び X 線結晶解析(XRD)測定により行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

熱相転移材料である VO_2 膜は、温度に対して電気抵抗

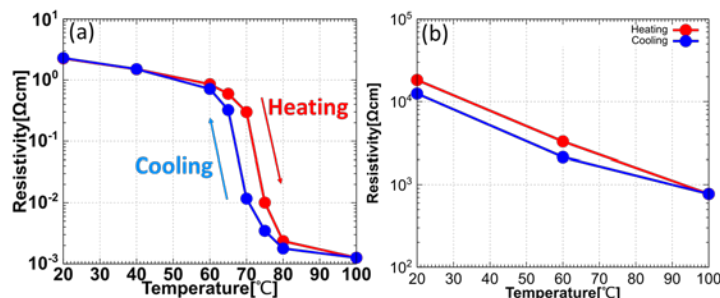


Fig. 1 Resistivity transition versus temperature of (a) pure VO_2 thin film as a reference sample and (b) a film deposited by CFS-4ES at 400 °C with O_2 flow of 3.2 sccm.

率が劇的に変化する。Fig. 1(a)は、 VO_2 膜の温度-電気抵抗率推移を、(b)は今回成膜した電気抵抗率の変化を示す。 VO_2 の膜の場合、20度と100度における電気抵抗率比 R_{20}/R_{100} は 10^3 桁程度に達するが、今回成膜した膜では、 $R_{20}/R_{100}=4.7$ と、顕著な電気抵抗率変化を観察出来なかった。その膜の XRD による結晶解析を行ったところ、 VO_2 は 15.4 %のみ含有されており、 VO 39.8 %, V_2O_5 45.0 %などが含有されていた。 VO_2 含有量が低いため、明確な相転移挙動を示さなかったと考察した。Table 1 には、酸素流量と電気抵抗率比 R_{20}/R_{100} を示す。いずれのサンプルも明確な相転移挙動を示さなかった。本来、 VO_2 成膜時には 500 度以上の加熱が必要とされており、成膜時の加熱温度が低いことが高純度な VO_2 を得られなかった理由の一つと考察した。

Table 1 Comparison of resistivity ratio (R_{20}/R_{100}) with O_2 flow rate

Sample No	O_2 flow rate /sccm	R_{20}/R_{100}
1	5.0	8.3
2	3.2	4.7
3	1.5	3.8
4	0.3	5.8

4. その他・特記事項(Others):なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation):なし

6. 関連特許(Patent):なし