

課題番号 : K-19-KT-0020
 利用形態 : 技術代行、機器利用
 利用課題名(日本語) : プラズモンによる低光エネルギー駆動スイッチングデバイスの実現
 Program Title(English) : Low-energy Photo Switching Device Triggered by Plasmons
 利用者名(日本語) : 久保若奈
 Username(English) : W. Kubo
 所属名(日本語) : 東京農工大学・大学院工学研究院先端電気電子部門
 Affiliation(English) : Div. of Adv. Electri. and Electro. Eng., Tokyo Univ. of Agri. and Technol.
 キーワード/Keyword : フォトニクス、成膜・膜堆積、スパッタ、二酸化バナジウム

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。本研究では京大ナノハブ装置を利用して成膜した VO_2 基板を利用し、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。

これまで、プラズモン誘起相転移現象の評価は銀ナノロッド構造を用いて行っていた。偏光依存性を示す銀ナノロッド構造を利用すれば、プラズモン誘起相転移現象の確認が容易になるためである。しかし、実用的なスイッチングデバイスの実現を考える際、異方的な構造をもつプラズモニック構造体を適用するとデバイスも偏光応答性を示すため好ましくない。そこで今回、等方的なプラズモニック構造体を用い素子に無偏光性を持たせ、さらにプラズモニック構造体の密度を増加してプラズモン誘起相転移特性の向上を試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

多元スパッタ装置(仕様 B)

【実験方法】

成膜した VO_2 膜を塩酸硝酸混合液によってウェットエッチングした。エッチングした VO_2 膜上に直径約 80 nm の銀ナノドット配列構造を作製した。ナノドット構造のピッチは 150, 200, 250 nm と変化させた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

銀ナノロッド構造を用いた際の VO_2 膜の電気抵抗変化率は $(2.0 \pm 4.0)\%$ (サンプル数(n=6))であった。それに対し、ピッチ 250 nm の銀ナノドット構造は $(1.9 \pm 0.1)\%$ と銀

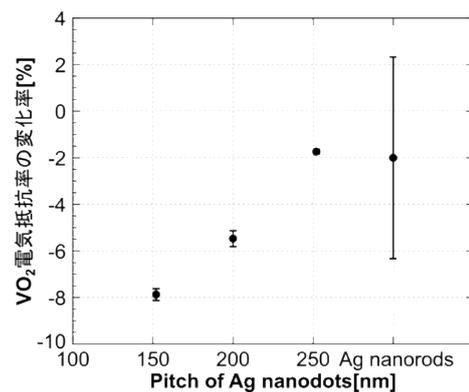


Fig. 1 Percentage in resistivity change of the VO_2 film plotted as a function of the pitch of silver nanodot.

ナノロッドの場合と同程度の電気抵抗率変化を示した。一方、ピッチを狭くしたピッチ 150 nm の銀ナノドット構造では $(8.0 \pm 0.3)\%$ の電気抵抗率変化を得ることができた。銀ナノロッド構造を用いたデバイスと比較し、4 倍程度の電気抵抗率変化を得られたと言える。ナノドットの密度増加はプラズモンホットスポット数の増加につながるため、結果的に VO_2 に与えられたプラズモン局所熱量が増加し、 VO_2 の相転移が進行したと考えられた。これらの結果は、スイッチングデバイスへの展開を考える上で、より適切なプラズモニック構造の設計指針を与えると思われた。

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献 H. Takeya, W. Kubo*, et al., Scientific Reports, 8, 12764-12749, 2018.

・他の機関の利用: 東京大学

・スパッタ装置のご指導をいただきました京都大学 中西俊博先生、佐藤政司先生に感謝申し上げます。

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

6. 関連特許(Patent) なし