

課題番号 : F-16-NU-0037  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 酸化物薄膜へのイオン挿入脱離による熱伝導率の変化を利用した熱スイッチ材料の提案  
 Program Title (English) : Proposal of thermal switching materials whose thermal conductivity changes due to ion intercalation and deintercalation into the oxide thin film.  
 利用者名(日本語) : 中村彩乃<sup>1)</sup>, 宇治原徹<sup>1)2)</sup>  
 Username (English) : A. Nakamura<sup>1)</sup>, T. Ujihara<sup>1)2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 名古屋大学大学院工学研究科マテリアル理工学専攻, 2) 未来材料・システム研究所 未来エレクトロニクス集積研究センター  
 Affiliation (English) : 1) Department of Materials Science and Engineering, Nagoya University, 2) Institute of Materials and Systems for Sustainability, Nagoya University.

### 1. 概要(Summary)

我々は高熱伝導と断熱を自在に切り替えることで、熱流を制御することのできる「熱スイッチ材料」の開発を試みている。そこで我々はイオンの挿入により金属絶縁体転移が生じる  $\text{WO}_3$  に着目した。 $\text{WO}_3$  は水素が挿入されることで  $\text{H}_x\text{WO}_3$  となり、水素量  $x=0.32$  を超えると金属絶縁体転移が生じる[1]。しかも、電気化学反応により、可逆的に水素を挿入脱離させることができる。本研究では、水素の挿入による  $\text{WO}_3$  薄膜の熱伝導率の変化について調べ、熱伝導率制御の可能性を探った。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

段差計、電界放出型走査電子顕微鏡、X線光電子分光装置

#### 【実験方法】

スパッタリング法により、 $\text{WO}_3$  薄膜を成膜した。基板はITO コートのガラスを用い、基板温度は室温、全圧力を  $4.0 \text{ Pa} (\text{Ar}:\text{O}_2=10:1.5)$  とした。水素挿入は電気化学反応により行った。光交流法を用いて熱伝導率を測定した。膜厚は段差計を用いて測定した。電界放出型走査電子顕微鏡を用いて膜の表面・断面の観察を行った。また、X線電子分光装置を用いて  $\text{WO}_3$  膜の結合状態の評価を試みた。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に  $\text{H}_x\text{WO}_3$  薄膜の熱伝導率の水素量依存性を示す。黒丸は成膜後に所定の水素を挿入したのちに測定した結果を示している。水素量  $x=0$  から  $x=0.3$  にかけて、熱伝導率は減少しているが、 $x=0.35$  で熱伝導率は急激に上昇した。これは、金属絶縁体転移が生じる水素量  $x=0.32$  と非常に近い値である。そこで、文献

[1]で言われている水素挿入による電気抵抗率の変化量から、電子熱伝導率の変化量を見積もったところ、その変化熱伝導率に比べて非常に小さかった。また、膜の表面観察結果から、水素挿入に伴いクラックの大きさが増大していることが確認されたが、熱伝導率が上昇する  $x=0.35$  の前後で大きな変化はみられなかった。このことから、熱伝導率の変化は格子熱伝導率の変化が寄与していることが考えられる。

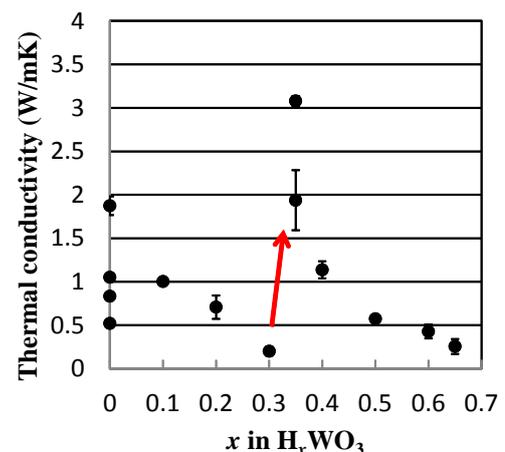


Fig. 1 Thermal conductivity of  $\text{H}_x\text{WO}_3$ .

### 4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] S. Richard *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **39** (1977) 232.

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

(1) 第64回応用物理学会春季学術講演会, 平成29年3月15日(発表予定).

### 6. 関連特許(Patent)

なし。