

## 紫外レーザー照射による $YO_xH_y$ エピタキシャル薄膜の可逆的な絶縁体-金属転移 Reversible insulator-to-metal transition in $YO_xH_y$ epitaxial thin films by UV-laser irradiation

東工大物質理工<sup>1</sup>、JSTさきがけ<sup>2</sup>、東大生産研<sup>3</sup>

°(M2)小松遊矢<sup>1</sup>、清水亮太<sup>1,2</sup>、西尾和記<sup>1</sup>、宮内雅浩<sup>1</sup>、ビルデマーカス<sup>3</sup>、福谷克之<sup>3</sup>、一杉太郎<sup>1</sup>

Tokyo Tech<sup>1</sup>, JST-PRESTO<sup>2</sup>, U Tokyo<sup>3</sup>

°(M2)Y. Komatsu<sup>1</sup>, R. Shimizu<sup>1,2</sup>, K. Nishio<sup>1</sup>, M. Miyauchi<sup>1</sup>, W. Markus<sup>3</sup>, K. Fukutani<sup>3</sup> and T. Hitosugi<sup>1</sup>

E-mail: komatsu.y.aj@m.titech.ac.jp

**[序]:** イットリウム酸水素化物( $YO_xH_y$ , 立方晶,  $a = 5.35 \text{ \AA}$ )は太陽光照射により可視光透過率および電気抵抗率が低減するフォトクロミック特性を示し[1]、調光材料や光センサへの応用が期待されている。先行研究における多結晶体への太陽光照射では電気抵抗変化は1桁程度であるが[1]、我々はエピタキシャル薄膜化することで商用のCdS光センサに匹敵する3桁の抵抗変化に成功した[2]。しかしながら、 $YO_xH_y$ のバンドギャップ( $\sim 2.6 \text{ eV}$ )を考慮すると太陽光の励起効率は低い。さらなる低抵抗化・金属化のためには、より強度の大きな短波長光による効率的なキャリア生成が望まれる。そこで本研究では、 $YO_xH_y$ エピタキシャル薄膜に対し紫外レーザーを照射したところ、**可逆的な絶縁体-金属転移**を見出したため報告する。

**[実験]:**  $YO_xH_y(111)$ エピタキシャル薄膜の作製には反応性マグネトロンスパッタ法を用いた。イットリア安定化ジルコニア(YSZ, 蛍石型,  $a = 5.136 \text{ \AA}$ )の(111)基板上に $YH_y(y < 2.0)$ の前駆体薄膜を堆積させ、その後 $O_2$ ガス曝露することで $YO_xH_y$ 薄膜(膜厚:  $\sim 150 \text{ nm}$ )を得た。この薄膜試料に半導体レーザー(波長:  $375 \text{ nm}$ , 強度:  $15 \text{ mW/mm}^2$ )を90分照射し、 $300 - 4 \text{ K}$ の温度領域で四端子法による電気抵抗測定を行った。その後、 $0.05 \text{ MPa}$ の4%- $H_2/Ar$ 雰囲気中にて $125^\circ\text{C}$ , 2時間の加熱処理と、再度のレーザー照射を通じて電気抵抗の可逆性を評価した。

**[結果]:**  $YO_xH_y(111)$ エピタキシャル薄膜に対し90分レーザー照射を行ったところ、 $5 \times 10^7 \Omega$ から $2 \times 10^1 \Omega$ まで6桁の抵抗減少を観測した。照射後における抵抗の温度依存性を評価したところ、温度低下に伴い抵抗値が減少する金属的な挙動を示した(Figure 1)。なお、太陽光( $1 \times 10^5 \Omega$ )や30分のレーザー照射( $4 \times 10^2 \Omega$ )では、電気抵抗の温度依存性は半導体的であり、金属化の達成にはより高いキャリア密度を誘起する必要があると考えられる。

続いて、レーザー照射後の薄膜に対し加熱処理を行ったところ、電気抵抗が照射前の状態まで回復し、透明な絶縁体となった。この透明・絶縁化した薄膜に再度レーザー照射すると再び金属化した。このように、UVレーザー照射と加熱処理によって可逆的に絶縁体-金属状態を制御できることを見出した。

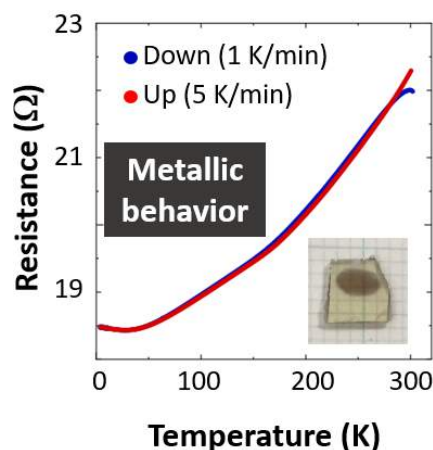


Figure 1: Temperature dependence of four-probe resistance in  $YO_xH_y$  thin film after the irradiation of UV laser for 90 min.

### 参考文献

[1]: Mongstad *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells. **95** (2011) 3596.

[2]: 小松 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-234B-9