

(様式第5号)

## 実施課題名※

セリウムがドーピングされた酸化インジウム膜とタングステンがドーピングされた酸化インジウム膜の XAFS 測定

English

XAFS measurement of Ce doped In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and W doped In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films

著者・共著者 氏名

小林英治

English

Eiji KOBAYASHI

著者・共著者 所属

長州産業株式会社

English

Choshu Industry Co., LTD.

- ※1 先端創生利用（長期タイプ、長期トライアルユース、長期産学連携ユース）課題は、実施課題名の末尾に期を表す（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）を追記してください。
- ※2 利用情報の開示が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後二年以内に研究成果公開〔論文（査読付）の発表又は研究センターの研究成果公報で公表〕が必要です。（トライアルユース、及び産学連携ユースを除く）

### 1. 概要（注：結論を含めて下さい）

イオンプレーティング法によって成膜されたセリウムを含む酸化インジウム(ICO)膜における高移動度の起源を特定するために、Ce L3端でのXANESスペクトルを測定し、膜中のCe原子の価数を調べた。膜中の水素を増やすことによって、Ce L3端の中間価数が3価の値に近くなることがわかった。膜中のCeの存在状態が高移動度と関係していることが示唆されたため、本測定は有用であった。他測定方法による結果とあわせて考察し、ICO膜の伝導メカニズムを明らかにしていく。

### (English)

The values for Ce-valences in Ce-doped In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ICO) films which deposited by ion-plating method were measured from the L3-XANES spectra in order to clarify the mechanism of high-mobility in ICO films. The valences of Ce in hydrogenated ICO films were increased to the value close to 3. It was suggested that the existential states of Ce in ICO films were related to high mobility. We will clarify the conduction mechanism of the ICO films based on the this results and other results of several measurement methods.

### 2. 背景と目的

XAFS スペクトルの測定・解析によって ICO と IWO におけるドーパント (W, Ce) の存在状態 (結合距離、配位数など) を明らかにし、固溶置換しているのか、粒界中に偏析しているのか、または、クラスタリングしているのかなどの情報を得る。また、イオン半径の文献値と XAFS スペクトルの解析結果を比較することにより、ICO における高移動度の起源の同定を試みる。

### 3. 実験内容 (試料、実験方法、解析方法の説明)

ICOおよびIWOは3wt%のCeO<sub>2</sub>を含有するICOタブレットと1wt%のWO<sub>3</sub>を含有するICOタブレットを用いて、アークプラズマガンを用いたイオンプレーティング法により成膜した。プロセスガスはアルゴン、酸素および水素ガスである。成膜後に大気中で30分間ポストアニール処理を実施した。アニール温度は200℃と500℃の2条件である。表1に各サンプルの電気的な特性を示す。W L3端とIn K端ではEXAFSスペクトルの測定を、Ce L3端ではXANESスペクトル (L2端とのエネルギー差があまりないため) の取得を行った。

図1 各サンプルの電気的な特性

Sample name	H <sub>2</sub> /total gas	O <sub>2</sub> /Ar ratio/%	Post-annealing	Post-annealed		
			temperature/°C	Resistivity /x10 <sup>4</sup> Ωcm	Carrier Density /x10 <sup>20</sup> cm <sup>-3</sup>	Mobility /cm <sup>2</sup> V <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>
(a)ICO	0%	11	200	3.42	2.34	78.1
(b)ICO:H	1.0%	11	200	1.99	2.16	145
(c)ICO:H	1.5%	11	200	2.59	2.40	100
(d)ICO:H	1.0%	11	500	31.1	0.559	35.9
(e)IWO:H	1.0%	11	200	3.17	2.74	72.0

### 4. 実験結果と考察

図2にICO膜のCe L3-XANESスペクトルを示す。文献値<sup>1)</sup>から約5723 eVのピークは3価のピークを示し、約5727 eVおよび約5732 eVのピークは4価のピークを示しているものと考えられる。成膜雰囲気中に水素を導入して成膜したICO膜のCeは、水素を導入しなかった膜に比べて、3価に近い値を示していることがわかる。また、500℃でポストアニール処理を実施したICO膜のCeは、4価に近い値を示していることがわかる。500℃でポストアニール処理を実施したサンプルのキャリア密度は著しく低下していることから、膜中の酸素量が増えるとCeは4価に近い値を示すものと推測される。一方、図3に示すように成膜雰囲気中の水素濃度、ポストアニール処理の温度およびドーパントの種類を変化させても、In K-EXAFSスペクトルに変化はなかった。このことから、膜中のCeの存在状態が高移動度と関係していることが示唆された。

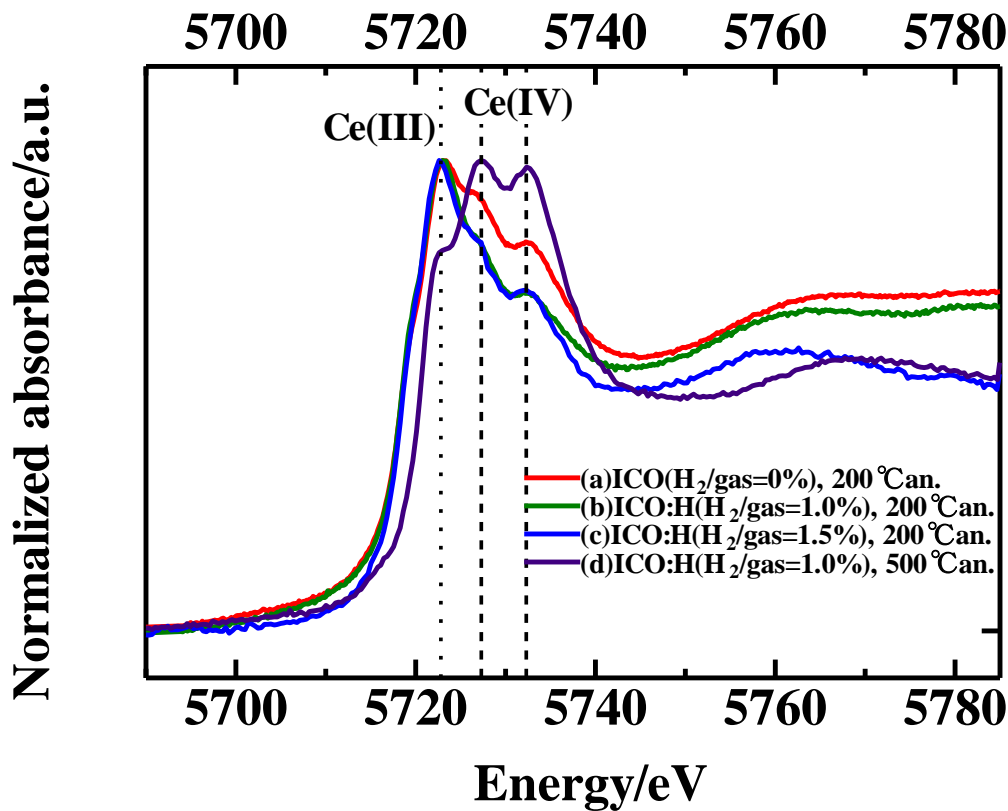


図2 ICO膜のCe L3-XANESスペクトル

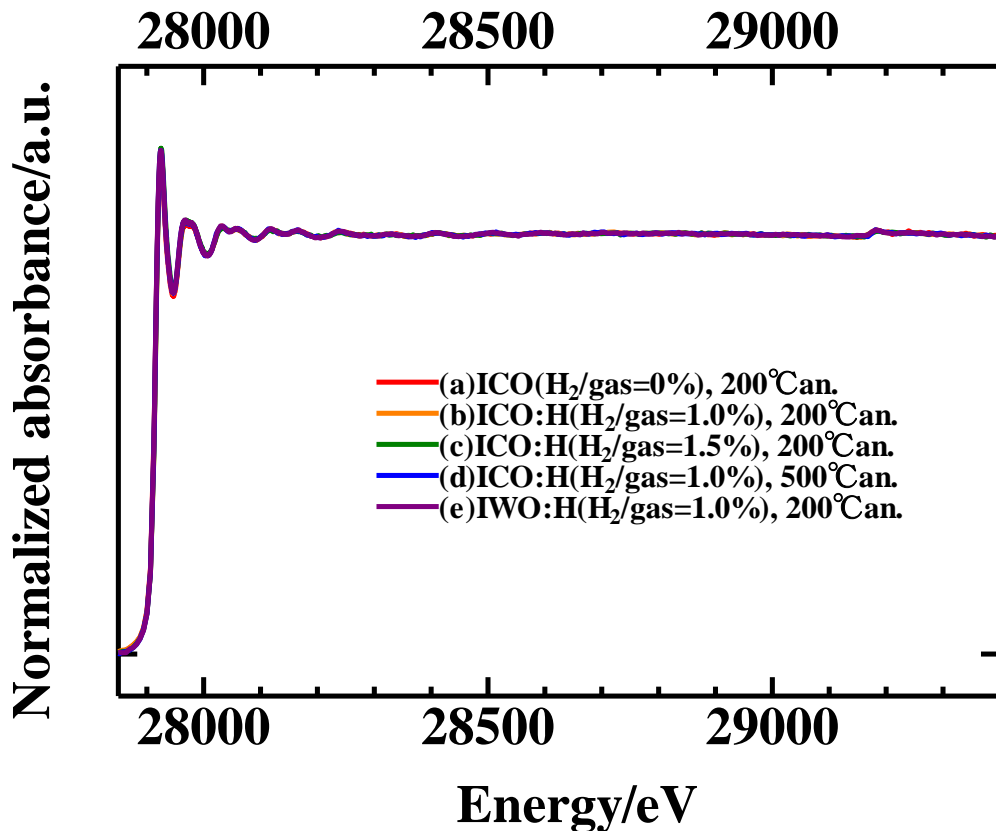


図3 ICO膜およびIWO膜のIn K-EXAFSスペクトル

5. 今後の課題

CeO<sub>2</sub>粉末のCe L3-XANESスペクトルの測定を実施し、ピークの帰属を明確にする必要がある。その他、SEMおよびTEMによる粒界の観察を実施中であり、EPMAによってCe濃度の面内分布の観察を検討している。

6. 参考文献

1) 桑野範之 他：九州大学総合理工学研究科報告 第11巻第2号 195-200頁平成元年9月

7. 論文発表・特許 (注：本課題に関連するこれまでの代表的な成果)

ICO膜の高移動度に関するレターを Applied Physics Letters に投稿する予定であるが、CeO<sub>2</sub>粉末のCe L3-XANESスペクトルの測定が未実施であるため、本課題に関連する成果は掲載しない。

CeO<sub>2</sub>粉末のCe L3-XANESスペクトルの測定を実施した後、他測定の結果とあわせて本成果をジャーナル誌に投稿する予定である。

8. キーワード (注：試料及び実験方法を特定する用語を2~3)

indium oxide, Ce doped, XANES

9. 研究成果公開について (注：※2に記載した研究成果の公開について①と②のうち該当しない方を消してください。また、論文(査読付)発表と研究センターへの報告、または研究成果公報への原稿提出時期を記入してください(2014年度実施課題は2016年度末が期限となります。))

長期タイプ課題は、ご利用の最終期の利用報告書にご記入ください。