

(様式第4号)

**実施課題名** 酸化物薄膜のドーパントの XAFS による構造解析

**English** Structural Analysis of Dopants in Metal Oxide Films by XAFS

**著者氏名** 渋谷 忠夫

**English** Tadao Shibuya

**著者所属** 出光興産株式会社 先進技術研究所

**English** Idemitsu Kosan Co., Ltd.

**1. 概要**

酸化インジウム系薄膜にいくつかの元素をドーパントとして添加することにより、半導体特性を示すようになる。今回これらドーパントの機能を明らかにする目的で、XAFSによる構造解析をおこない、有効な知見を得ることが出来た。

(English)

Indium oxide films show a semiconducting properties when some elements are added as dopants. We have studied structural analysis by XAFS to make it clear the functions of these dopants, and got some useful informations related to these dopants structures..

**2. 背景と研究目的：**

フレキシブルフラットパネルディスプレイにおいて、新規酸化物半導体が着目されている。当社においても酸化インジウム系酸化物薄膜に低濃度の元素をドーパントとして加えることにより、これらの系で TFT 半導体特性を示すものを見出した。

今後のこれらの半導体開発において、これらのドーパントのキャリア制御等の機能を明らかにすることは重要な課題である。

したがって今回これらのドーパントの状態および構造を明らかにする目的で、BL12 および BL15 ステーションにおいて XAFS 測定により局所構造の検討を行った。

**3. 実験内容：**

3-1. 試料 Si 基板上の DC スパッタ法により下記に示す薄膜試料（膜厚500nm）を作製した。

In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + ZnO

In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+ZnO

In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MgO

3-2. 測定

試料 の Ga L<sub>2,3</sub>、Zn K 吸収は BL15 において蛍光法で測定した。

試料 は Mg K 吸収は BL12 において軟 X 線領域の測定を全電子収量法で実施した。

**4. 結果、および、考察：**

4-1 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+ZnO 添加系薄膜

BL15 にて In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に ZnO を添加した薄膜の Zn K 吸収端の XANES スペクトルを図 1 に示す。この系の薄膜の asdepo では非晶質であり ZnO とは異なった状態にありことがわかった。また 300 °C 大気中加熱により結晶化すると状態が変化することがわかった。

しかしながらフーリエ変換による動径分布を求めようとしたが S/N が良くなく、今回の測定からは解析困難であった。さらに長時間の測定が必要と考えられる。

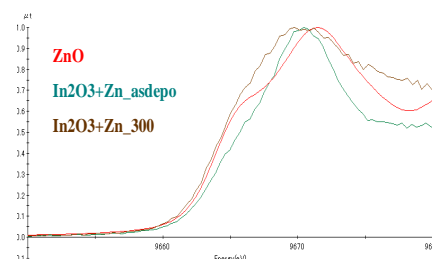


図1. Zn(K) XANES スペクトル

#### 4.2 In-Ga-Zn 系薄膜

図2に In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO 系薄膜を BL15 にて測定した Ga(L) の XAFS からの動径分布の結果を示す。また Zn(K)の動径分布を図3に示す。この系は加熱処理しても非晶構造を維持するため第二近接のピークは得られないが、加熱処理により Ga-O および Zn-の距離が変化する傾向が得られた。

この傾向と電気特性の関係についてが現在詳細検討中である。

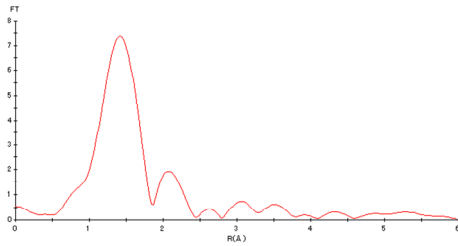


図2.Ga(L) FT変換によるRDF

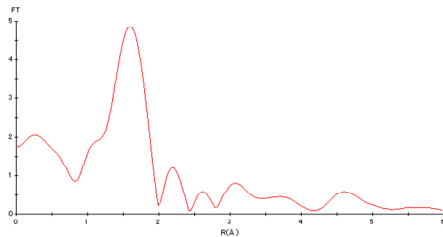


図3.Zn(K)FT変換によるRDF

#### 4-3 MgO 添加系薄膜

図4は BL12 で測定した Mg ( K ) の XANES スペクトルを比較したものである。この結果から In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に MgO を添加した系では 300 、 500 、 800 と加熱温度を変化させ、結晶化する過程において Mg の状態が変化していくことを示している。

図5に XAFS 振動を比較したものを示す。この結果 500 加熱処理における XAFS 振動は In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のものと類似した振動を示し、800 加熱処理では MgO の XAFS 振動と類似したものとなった。したがって、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に添加した Mg は 500 の加熱結晶化により In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 中に固溶置換し、800 加熱では分離していると推察される。

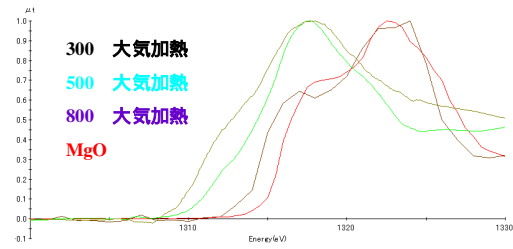


図4.Mg(K)XANESスペクトル

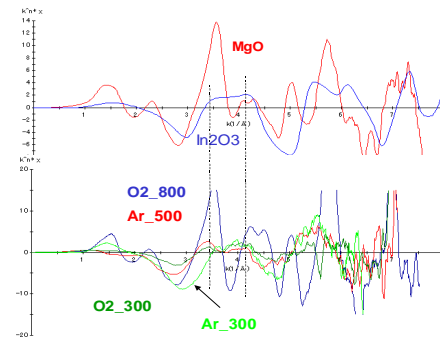


図5.EXAFS振動比較

#### 5 . 今後の課題 :

In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + ZnO 添加系の長時間積算による固溶置換の確認とキャリア制御の関係

#### 6 . 論文発表状況・特許状況

特許申請手続き中

#### 7 . 参考文献

( 1 ) The structure study of amorphous In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> film by the grazing incidence X-ray scattering(GIXS) with synchrotron radiation , Prog.&Abst. of TOE0-4 , 14 (2005) .

#### 8 . キーワード

( 例 )

・ XAFS

物質の X 線吸収量の波長依存性に現れる微細構造

・ 酸化物半導体

半導体特性を示す金属酸化物。一般にバンドギャップが広いことによる透明性を利用してフレキシブルディスプレイへの応用が期待されている。

