



九州シンクロトロン光研究センター 県有ビームライン利用報告書

課題番号：1011118N

(様式第4号)

半導体蓄電池の光誘起相変化過程のXAFS測定

XAFS measurement of photo induced structural change of semiconductor secondary battery

梶山博司

Hiroshi Kajiyama

広島大学

Hiroshima University

※長期利用課題は、実施課題名の末尾に期を表す(I)、(II)、(III)を追記すること。

1. 概要

Mg-Sn 酸化物へのUV照射による結晶構造、電子構造の変化を、X線吸収スペクトル測定により調べた。その結果、Sn原子の局所的な電子構造はUV照射によって変化することが明らかになった。

(English)

Structural and electronic change of Mg-Sn oxides after UV irradiation was measured by using XAFS spectroscopy. It was found that electronic structure was dependent on UV irradiation.

2. 背景と研究目的：

低炭素化社会実現のために再生可能なエネルギーデバイスの開発が急務になっている。本研究は、ワイドギャップ半導体において新規に発見された蓄電作用のメカニズム解明を目的としている[1]。本半導体はマグネシウムと亜鉛などを主成分とするノンレアメタル元素で構成されており、将来にわたって安定的な原料調達が可能である。しかも、蓄電池性能の指標であるエネルギー密度は1200Wh/kg (リチウムイオン電池は200Wh/kg) と極めて高く、次世代蓄電池として大きなポテンシャルがある。

本半導体材料において蓄電作用が発現するためには、バンドギャップエネルギーよりエネルギーの大きな光(紫外線)照射が不可欠である。このことから、本材料では何らかの光誘起構造変化が示唆されるが、それが材料全体のものなのか、あるいは特定の元素周囲の局所的な構造変化なのかは不明である。さらに、蓄電作用の発現メカニズムも不明であり、3次元構造に起因するものなのか、低次元系に特有な電子局在化によるものなのか、あるいはその他のメカニズムによるのか不明である。

本研究の目的は、半導体の局所構造・電子構造に及ぼす紫外線照射の影響をXAFS測定により明らかにすることである。

3. 実験内容 (試料、実験方法の説明)

ビームライン : BL-11

試料 : Mg-Sn系酸化物薄膜

紫外線照射時間 : 0, 10, 20, 60分

測定温度 : 300K,

XAFS測定 : Sn-LIII吸収端

測定モード : 転換電子収量法による蛍光X線計測

4. 実験結果と考察

図1に、紫外線照射なしの試料のSn-LIII吸収端スペクトルを示す。

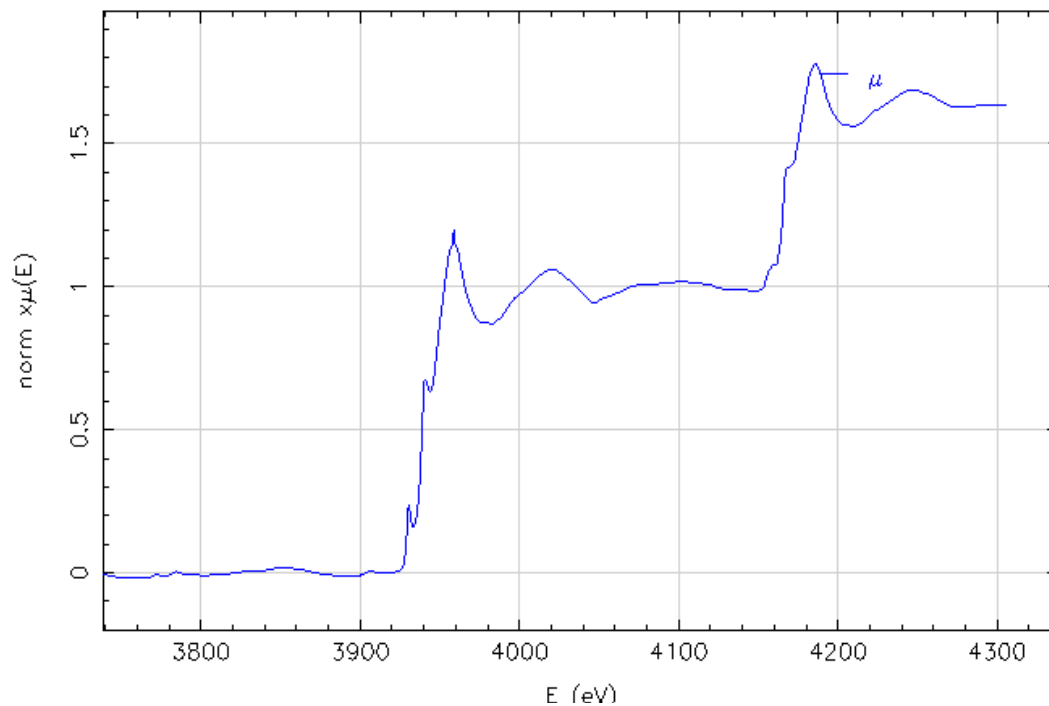


図1 Sn-LIII吸収端スペクトル (紫外線照射なし)

図2に、吸収端近傍のXAFSスペクトルの紫外線照射時間依存性を示す。紫外線照射にともない、Sn原子の周囲の電子状態が変化することが分かった。本試料への紫外線照射によって、バンドギャップ内電子準位に電子がトラップされることが分かっている。トラップ準位の起源は明らかでないが、トラップ電子はSn原子に影響を及ぼしている事が明らかになった。

図3に、EXAFS領域の解析結果を示す。1.5Åにあるピークは第1近接原子によるものである。Sn-Sn, Sn-Mg, Sn-Oの結合の可能性が考えられるが、現時点では特定できていない。

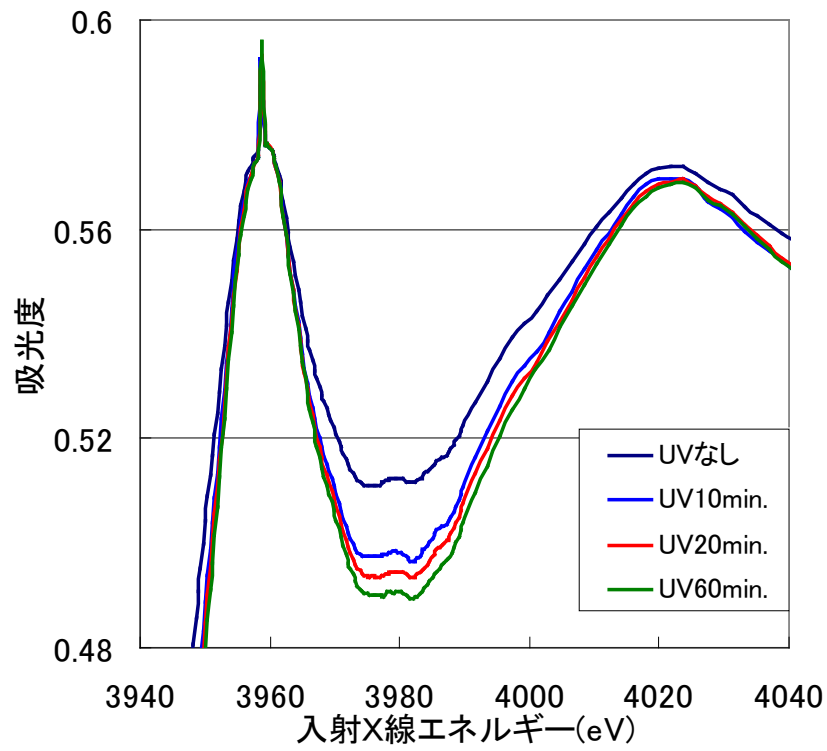


図2 吸収端近傍のXAFSの紫外線照射時間依存性

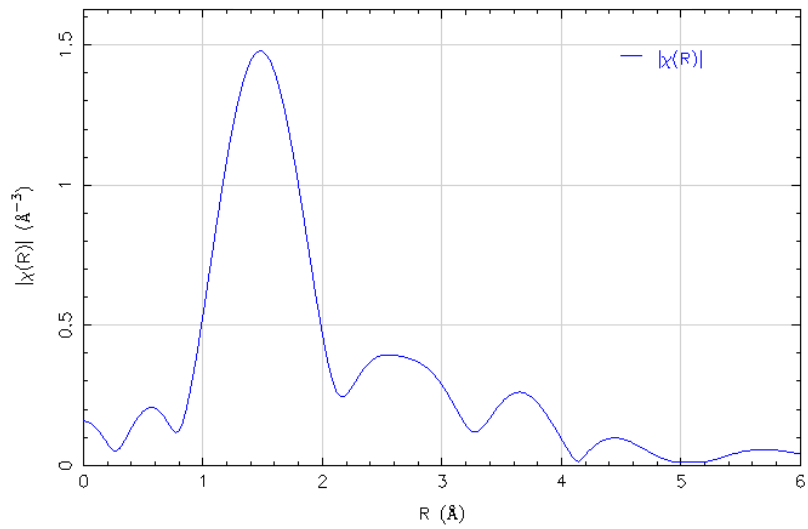


図3 EXAFSのフーリエ変換結果

5. 今後の課題：

Mg 原子の吸収端での XAFS 測定を行い、Mg-Sn 系酸化物半導体蓄電池における蓄電メカニズムを明らかにする。

6. 論文発表状況・特許状況

なし。

7. 参考文献

中澤明、“電子移動型着色ディスプレイ”、ITE Technical Report Vol.31, No.9, PP-13～16, IDY2007-41・2007.

8. キーワード（試料及び実験方法を特定する用語を 2～3）

・ X 線吸収スペクトル

物質を X 線で照射したときに原子の内殻軌道の電子を励起放出し、この空準位に高い準位の電子が移るときに放射される特性 X 線のこと。

・ 蓄電池

電気を蓄える機能があり、充放電過程を繰り返し行える電池のこと。