

課題番号	: F-14-KT-0134
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: 塗布型太陽電池の薄膜構造評価
Program Title (English)	: Structural characterization of thin-film solar cells prepared by wet processes
利用者名(日本語)	: 小原 雄貴, 梅山 有和
Username (English)	: Y. Kohara, T. Umeyama
所属名(日本語)	: 京都大学大学院工学研究科
Affiliation (English)	: Graduate School of Engineering, Kyoto University

### 1. 概要(Summary)

本研究において我々は、ポリメタクリル酸メチル (PMMA) をテンプレート剤として添加した簡便なゾルゲル法により、メソ孔質酸化チタン膜が得られることを見出した。また、メソ孔のモルフォロジーを断面走査型電子顕微鏡 (SEM) 測定により観察し、ペロブスカイト ( $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ) 型太陽電池への応用を行った。

### 2. 実験(Experimental)

- ・ 利用した装置: 超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡
- ・ 実験方法: FTO ガラス基板上に、コンパクト酸化チタン層を形成し、その上に PMMA 添加ゾルゲル法によりメソ孔質酸化チタン膜を形成したサンプルを破断し、断面 SEM 測定用のサンプルとした。測定は、日立超高分解能電界放出型走査電子顕微鏡 SU8000 を用いて行った。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

SEM による断面像観察を行ったところ、PMMA 添加ゾルゲル法により得られたメソ孔質酸化チタン膜 ( $\text{TiO}_2(\text{PMMA})$ ) は、20~30 nm の粒子がつながったメソ孔質構造を有することが示された (Fig. 1)。また、メソ孔のモルフォロジーは PMMA 添加量により制御可能であった。一方、ポリスチレン (PS) を添加した系 ( $\text{TiO}_2(\text{PS})$ ) では、酸化チタンの粒子構造が見られるものの密に詰まった構造となっており、メソ孔質構造の形成は確認されなかった。さらにポリマー添加材を用いなかった系 ( $\text{TiO}_2(\text{no-polymer})$ ) では、平坦な構造の緻密な酸化チタン層が得られた。これらの結果から、用いるポリマー添加剤の構造が、ゾルゲル法により得られる  $\text{TiO}_2$  の構造に大きく影響することがわかる。PS は炭化水素のみで構成されているが、PMMA は高極性のエステル基を含んでいる。エステル基とチタン化合物との相互作用によりメソサ

イズでの相分離が起こり、焼成によりメソ孔質構造が得られたと考えられる。

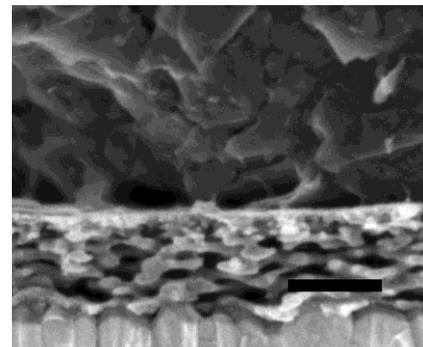


Fig. 1 Cross-sectional SEM images of  $\text{TiO}_2(\text{PMMA})$  on FTO/c $\text{TiO}_2$  substrates. Scale bar, 100 nm.

$\text{TiO}_2(\text{PMMA})$  を用いたペロブスカイト型太陽電池では、30 素子平均の変換効率 (power conversion efficiency, PCE) 値が 12.7% であった。一方、 $\text{TiO}_2(\text{PS})$  および  $\text{TiO}_2(\text{no-polymer})$  を用いた素子では、PCE はそれぞれ 6.46% および 3.96% と低い値になったが、これはペロブスカイト結晶成長が不完全であったためと考えられる。

### 4. その他・特記事項 (Others)

なし。

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

- (1) 小原 雄貴・梅山 有和・樂 優鳳・E. SIVANIAH・今堀 博、日本化学会第 95 春季年会、平成 27 年 3 月 26-29 日。

### 6. 関連特許 (Patent)

なし。