

# 量子ドット増感太陽電池の研究

機械システム課 本保栄治 電子技術課 横山義之\*1 角田龍則 高田耕児  
若い研究者を育てる会 北陸電気工業(株) 山本尚人 富山大学 丹保豊和

## 1. 緒言

太陽電池の実用化のために様々な研究がなされている。色素増感太陽電池は低コスト、高効率な太陽電池として研究されている。しかし、液もれなどによる劣化や色素として用いるルテニウムなど希少元素が課題である。近年、色素増感太陽電池と類似の構造で色素に替えてペロブスカイト化合物を用いた太陽電池がさらに低コストで高効率な太陽電池として注目されている。この太陽電池は、製造方法が簡単で固体化できることも特徴である。

本研究では、スパッタリング法により形成した多孔質構造の酸化チタン膜を利用して、ペロブスカイト太陽電池について研究した。また、そのナノサイズ整列構造による量子ドット効果についても検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 太陽電池の構成

太陽電池特性を評価するために Fig.1 の構造の太陽電池セルを検討した。膜構成はガラス基板から順に透明電極として ITO 薄膜、n 型半導体として酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) 膜、増感剤として鉛ペロブスカイト (CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>) 層、ホール導電体としてチオシアン酸銅 (CuSCN) 層、対向電極として Au 薄膜である。

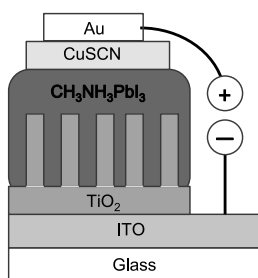


Fig. 1 Schematic drawing of Solar cell.

### 2.2 各層の作製

TiO<sub>2</sub> 膜は、スパッタ法により次の成膜条件で形成した。

- ・アナターゼ型 Ar 圧 3.4×10<sup>-1</sup>Pa O<sub>2</sub> 圧 7.7×10<sup>-1</sup>Pa
- ・ルチル型 Ar 圧 1.0×10<sup>-1</sup>Pa O<sub>2</sub> 圧 2.0×10<sup>-1</sup>Pa

CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> 層は、CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>I のジメチルホルムアミド溶液と PbI<sub>2</sub> のイソプロパノール溶液の混合溶液をスピコートし、80℃、30 分間乾燥して作成した (一液法)。得られた層は X 線回折により化合物の生成を同定し、分光光度計で光の吸収を測定した。

CuSCN 層は、CuSCN 粉末をジプロピルスルフィドに溶かし、カプトンテープでマスクした基板にホットプレート上でスキージすることにより形成した。

Au 薄膜は、真空蒸着法により厚さ 100nm 成膜した。このとき、シート抵抗は 0.42Ω/□であった。

### 2.3 太陽電池特性の測定

特性評価はソーラシミュレータにより、セル面積 1cm<sup>2</sup> に疑似太陽光として AM1.5、光パワー 1kW/m<sup>2</sup> の光を当てながら電流密度-電圧測定 (J-V 測定) により行った。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 電解液の検討

CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> 層を形成するために混合溶液の加熱温度、時間を検討した。加熱温度 80℃、加熱時間 4 時間の条件で作製した混合溶液を用いた層を X 線回折により解析したところ PbI<sub>2</sub> ピークが小さく、大きな CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> ピークが得られた。膜厚 500nm の TiO<sub>2</sub> 膜に形成したものの可視光域光透過率を測定したところ、わずかな光吸収であった。

### 3.2 太陽電池特性の評価

作製した太陽電池セルの J-V 測定を行ったところ、pn 接合様の曲線であったが、開放電圧、短絡電流は得られず、太陽電池特性は得られなかった。比較実験として、酸化チタンペーストを用いて形成した TiO<sub>2</sub> 膜を使用した太陽電池セルの特性を評価した。Fig.2 にその J-V 測定の結果を示す。透明電極上にスパッタ TiO<sub>2</sub> 膜があるものでは、開放電圧 0.18V、短絡電流密度 0.07mA/cm<sup>2</sup>、変換効率 0.003%とわずかながら太陽電池特性が得られた。

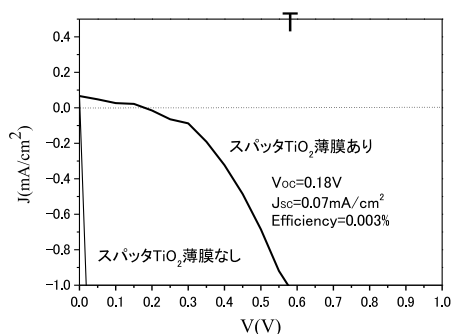


Fig. 2 J-V curve of solar cell.

(詳細は、平成 26 年度 若い研究者を育てる会「研究論文集」p.31~36 を参照)

\*1 現 商工企画課