

課題番号 : F-21-AT-0073  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : ペロブスカイト太陽電池に用いるペロブスカイト半導体結晶層の価電子帯準位とフェルミ準位の測定  
Program Title (English) : Measurement of the valence band level of perovskite semiconductor crystal layers used in perovskite solar cells  
利用者名(日本語) : 柴山直之  
Username (English) : N. Shibayama  
所属名(日本語) : 桐蔭横浜大学 医用工学部 臨床工学科  
Affiliation (English) : Faculty of Biomedical Engineering, Tooin University of Yokohama  
キーワード/Keyword : 分析、ペロブスカイト半導体、価電子帯、エックス線光電子分光装置、紫外光電子分光測定

## 1. 概要(Summary)

ペロブスカイト太陽電池は、p-i-n 半導体接合を有した太陽電池である。この半導体接合界面において、電荷分離が生じているため、接合界面の電子構造を正確に把握することは重要である。特に、各半導体層のエネルギー準位は電荷分離過程の際にエネルギー損失の原因となる。そのため、これらの半導体層の価電子帯端、伝導帯端、フェルミ準位を調査することは重要である。

本機器利用においては、ペロブスカイト太陽電池の光電変換層である有機無機鉛ペロブスカイト多結晶薄膜の価電子帯端、およびフェルミ準位を紫外可視光電子分光測定により測定した。また、同時に X 線光電子分光測定を行い、測定の有機無機鉛ペロブスカイト多結晶薄膜に含まれている構成元素の割合を求めた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

エックス線光電子分光分析(XPS)装置

### 【実験方法】

測定に用いた有機無機鉛ペロブスカイト多結晶薄膜は参考文献1を参照して作製した。DMF/DMSO 混合溶媒に  $\text{PbI}_2$  と  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$  (MAI) がそれぞれ濃度が 1.3 mol/L になるように溶解させ、1 時間攪拌することでペロブスカイト前駆体溶液として  $\text{MAPbI}_3$  溶液を得た。次に、スピコート法を用いて ITO ガラス上にペロブスカイト前駆体溶液を塗布し、10 秒間 1000 rpm でプレ回転させた後、30 秒間 4000 rpm で成膜した。その後、 $100^\circ\text{C}$  で 30 分間焼成することで ITO/ $\text{TiO}_2$  に Figure 1 に示すペロブスカイト多結晶薄膜( $\text{MAPbI}_3$ , 膜厚 500 nm)を得た。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1 に MAPI の紫外光電子分光の測定結果を示す。この測定の結果から、MAPI の仕事関数は 4.30 eV、価電子帯端とフェルミ準位の差は 1.43 eV であった。そのため、真空準位を基準として、価電子帯端 5.63 eV、フェルミ準位は 4.30 eV と決定した。X 線光電子分光法を用いた測定結果から、測定したペロブスカイト多結晶薄膜が、MAPI であることを確認した。

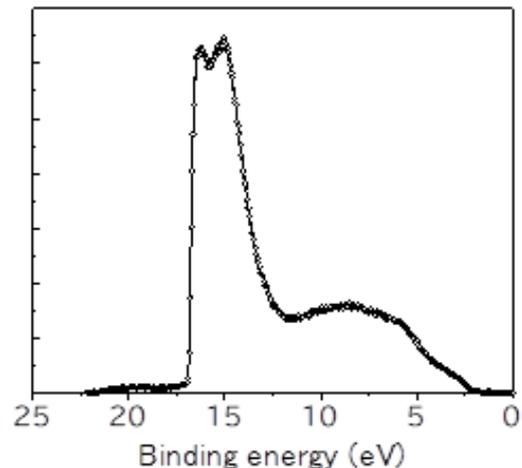


Figure 1 UV photoelectron spectroscopy measurements of the perovskite polycrystalline layer near the valence band edge.

## 4. その他・特記事項(Others)

参考文献[1] N. Shibayama, *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2020, **12**, 50187.

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

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。