Abstract

Project code : RSA5880035
Project Title : Fabricating $CsSnI_{3-x}A_x$ (A=F, Cl and Br) p-type thin films for solid state dye-sensitized solar cell applications
Investigator : Assoc. Prof. Dr. Samuk Pimanpang, Department of Physics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University
Email : samuk@g.swu.ac.th
Project Period : 3 years and 6 months

In this work, we had studied many materials (MWCNTs, *WS_2-WO_x*, *WS_2-W_5O_{14}-MWCNTs* and Pt) using as the liquid dye-sensitized solar cell (DSSC) catalysts. WS_2 and $W_{18}O_{49}/W_5O_{14}$ (*WS_2–$W_{18}O_{49}/W_5O_{14}$*) powders were synthesized using a hydrothermal reaction of microsized WO_3 particles in a HCl + $Na_2S{\cdot}9{\cdot}H_2O$ solution. The resulting *WS_2–$W_{18}O_{49}/W_5O_{14}$* counter electrode produces an efficiency of 3.37%. To enhance the DSSC's performance, multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) was added to the aforementioned hydrothermal reaction producing *WS_2–W_5O_{14}–MWCNTs* composite, which can enhance an efficiency of up to 7.44%, comparable to that of Pt DSSCs (7.53%). This outstanding performance of the *WS2–W5O14– MWCNTs* based DSSCs is attributed to high electrocatalytic activity and low charge-transfer resistance at the counter electrode and electrolyte interface at the *WS2–W5O14–MWCNTs* electrode. In case of solid-state dye-sensitized solar cell, $CsSn_{1-x}Pb_xI_3$ films were prepared from mixed CsI, SnI_2 and/or PbI_2 solutions and used as the hole-transporting layer. The XRD spectra of the as-prepared $CsSn_{1-x}Pb_xI_3$ films matched the δ-phase (yellow-phase) nonperovskite structure quite well. A $CsSn_{0.5}Pb_{0.5}I_3$ based S-DSSC generated the highest efficiency (3.47%) of the five conditions ($CsSn_{1-x}Pb_xI_3$, x = 0, 0.2, 0.5, 0.8 and 1). This is attributed to the dark color and good continuity of the $CsSn_{0.5}Pb_{0.5}I_3$ film, its high shunt-resistance (10,377.10 Ω) and high incident-photon collecting efficiency of $CsSn_{0.5}Pb_{0.5}I_3$ based S-DSSCs. In case of the perovskite solar cell, In case of the perovskite solar cell, $CH_3NH_3Pb(SCN)_2I$ perovskite were fabricated and used as the light absorber in the hole-transporting-layer free perovskite solar cell. The highest efficiency of 3.95% was gained from the $CH_3NH_3Pb(SCN)_2I$ perovskite solar cells. There are still many factors (TiO_2 or perovskite solar thickness) have to be optimized for the better perovskite solar cell performance.

Keywords: dye-sensitized solar cell, perovskite solar cell, $CsSn_{1-x}Pb_xI_3$, $CH_3NH_3Pb(SCN)_2I$

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RSA5880035

ชื่อโครงการ : การสังเคราะห์สาร $CsSnI_{3-x}A_x$ (A=F, Cl and Br) แบบ p-type สำหรับใช้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงแบบแข็ง

ชื่อนักวิจัย : รองศาสตราจารย์ สมัคร์ พิมานแพง ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

E-mail Address : samuk@g.swu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 3 ปี และ 6 เดือน

ในโครงการวิจัยนี้กลุ่มผู้วิจัยได้ศึกษาวัสดุหลายชนิด คือ MWCNTs, WS_2-WO_x, WS_2-W_5O_{14}-MWCNTs และ Pt สำหรับนำมาใช้เป็นสารคาร์ตาไลค์ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงแบบของเหลว (liquid dye-sensitized solar cell) ซึ่งอนุภาค WS_2 และ $W_{18}O_{49}/W_5O_{14}$ (WS_2–$W_{18}O_{49}/W_5O_{14}$) เตรียมด้วยกระบวนการไฮโดรเตอมอลล์อนุภาคไมโคร WO_3 ในสารละลาย HCl ผสม $Na_2S{\cdot}9{\cdot}H_2O$ ผลการศึกษาพบว่าฟิล์ม WS_2–$W_{18}O_{49}/W_5O_{14}$ ให้ค่าประสิทธิภาพ 3.37% เมื่อผสม MWCNTs ลงในกระบวนการไฮโดรเตอมอลล์สามารถได้อนุภาคผสม WS_2–W_5O_{14}–MWCNTs และอนุภาคผสมนี้ให้ค่าประสิทธิภาพเซลล์เป็น 7.44% เพราะว่า WS2–W5O14– MWCNTs มีค่า electrocatalytic activity ที่สูงและค่า charge-transfer resistance ที่ผิวของ WS2–W5O14–MWCNTs ที่ต่ำ สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงแบสถานะของแข็งได้ใช้ฟิล์ม $CsSn_{1-x}Pb_xI_3$ ที่เป็นชั้นนำส่งโฮล ผลของการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ของฟิล์ม $CsSn_{1-x}Pb_xI_3$ พบว่าตรงกับโครงสร้าง δ-phase nonperogvskite โดยฟิล์ม $CsSn_{0.5}Pb_{0.5}I_3$ ให้ค่าประสิทธิภาพสูงเท่ากับ 3.47% ซึ่งสูงกว่าเงื่อนไขอื่นๆ ($CsSn_{1-x}Pb_xI_3$, x = 0, 0.2, 0.5, 0.8 and 1) การที่ฟิล์ม $CsSn_{0.5}Pb_{0.5}I_3$ มีประสิทธิภาพที่สูงเพราะฟิล์มมีความต่อเนื่องและมีค่า shunt-resistance (10,377.10 Ω) ที่สูง สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์แบบเพอร์รอฟสไกต์ ได้ทำการเตรียมฟิล์มเพอร์รอฟสไกต์ $CH_3NH_3Pb(SCN)_2I$ เป็นสารดูดกลืนแสงในระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพอร์รอฟสไกต์แบบไม่มีชั้นนำส่งโฮล ผลการศึกษาพบว่าฟิล์มเพอร์รอฟสไกต์ $CH_3NH_3Pb(SCN)_2I$ สามารถใช้เป็นตัวดูดกลืนแสง และได้ค่าประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 3.95% สำหรับในงานเซลล์แสงอาทิตย์เพอร์รอฟสไกต์นี้เราจะพยายามหาเงื่อนไข เช่น ความหนาของฟิล์ม TiO_2 และความหนาของฟิล์ม $CH_3NH_3Pb(SCN)_2I$ เพื่อให้ได้ค่าประสิทธิภาพที่ดีขึ้น และเขียนเป็นเปเปอร์ต่อไป

คำหลัก: เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไว, เซลล์แสงอาทิตย์เพอร์รอฟสไกต์, $CsSn_{1-x}Pb_xI_3$, $CH_3NH_3Pb(SCN)_2I$