

Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code: MRG6080006

(รหัสโครงการ)

Project Title: Surface Modification of TiO_2 layers via Self-Assembled Monolayers for Efficient Organometal Halide Perovskite Solar Cells

(ชื่อโครงการ) การปรับปรุงสภาพพื้นผิวของชั้นไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยการเคลือบผิวแบบเรียงตัวชั้นเดียว สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเพอรอฟสไกต์ประสิทธิภาพสูง

Investigator: Asst.Prof.Dr.Pipat Ruankham

(ชื่อนักวิจัย) ผศ.ดร.พิพัฒน์ เรือนคำ

E-mail Address: pipat.r@cmu.ac.th

Project Period: 2 years (4 April 2017 – 3 April 2019)

(ระยะเวลาโครงการ)

The morphology of initially deposited PbI_2 precursor film strongly affects the quality of a perovskite MAPbI_3 photo-absorber layer. In this work, the quality of the PbI_2 and MAPbI_3 perovskite layers was controlled by the surface properties of titanium dioxide (TiO_2) via self-assembled monolayers (SAMs). 3-aminopropanoic acid (APA) and 4-aminobenzoic acid (ABA) were selected as the interface modifiers since they consist of different backbone. In addition, their solvation effects were also investigated. It was found that PbI_2 films coated on the TiO_2 substrates modified with APA molecules in either demethyl sulfoxide or ethanol solution provided small homogeneously distributed cracks. These small cavities facilitated PbI_2 -to- MAPbI_3 conversion by acting as pathway for MAI infiltration. This behavior offered PbI_2 -free perovskite film. Moreover, it was found that different adsorption behaviors of each SAMs on the TiO_2 surface caused different morphologies of MAPbI_3 . The perovskite solar cells using APA-treated TiO_2 substrates showed the improved power conversion efficiency in comparison to the other devices. This enhancement is attributed to longer charge carrier lifetime and better charge transfer at the TiO_2 /APA/perovskite interface. Finally, the investigated results imply that high quality perovskite layers and efficient perovskite solar cells can be obtained by appropriate selection of SAMs and their solvents.

ลักษณะพื้นผิวของชั้นฟิล์ม PbI_2 มีผลอย่างมากต่อคุณภาพของชั้นรับแสงเพอรอฟสไกต์ MAPbI_3 งานวิจัยนี้ศึกษาและพัฒนาคุณภาพของชั้นรับแสงเพอรอฟสไกต์โดยการปรับปรุงพื้นผิวไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ด้วยเทคนิคการเคลือบผิวแบบเรียงตัวชั้นเดียว เพื่อควบคุมคุณภาพของชั้นพื้นผิว PbI_2 และชั้นพื้นผิว MAPbI_3 เพอรอฟสไกต์ โมเลกุลของสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างแกนกลางต่างกันสองชนิดและละลายในตัวทำละลายที่แตกต่างกันได้ถูกนำมาศึกษาพบว่า ตัวทำละลายของโมเลกุลที่ใช้เคลือบผิวแบบเรียงตัวชั้นเดียวนั้นมีผลต่อลักษณะพื้นผิว PbI_2 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งพื้นผิว PbI_2 ที่สังเคราะห์ลงบนพื้นผิวที่ถูกปรับปรุงด้วย 3-aminopropanoic acid (APA) ในตัวทำละลาย dimethyl sulfoxide นั้นพบว่ามี การกระจายตัวของรอยแตกของผิวฟิล์มอย่างสม่ำเสมอ ในขณะที่พื้นผิวซึ่งถูกปรับปรุงด้วย 4-aminobenzoic acid (ABA) ในตัวทำละลาย dimethyl sulfoxide กลับให้ผลที่แตกต่างกัน รอยแตกบนผิวฟิล์มเหล่านี้เป็นเหมือนกับช่องทางผ่าน ให้ MAI สามารถซึมผ่านเข้าไปและ ทำปฏิกิริยากับ PbI_2 ไปเป็น MAPbI_3 เพอรอฟสไกต์ได้ง่ายขึ้น เกิดเป็นชั้นฟิล์มรับแสงที่ปราศจาก PbI_2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเพอรอฟสไกต์ที่ถูกปรับปรุงพื้นผิวด้วย APA แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการแปลงพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไขที่ไม่ได้ผ่านการปรับปรุงพื้นผิว เนื่องจากโมเลกุลของ APA ช่วยในการส่งผ่านประจุไฟฟ้าจากชั้น MAPbI_3 ไปยังชั้นส่งผ่านอิเล็กตรอน TiO_2 จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าที่มากขึ้น และประสิทธิภาพการแปลงพลังงานที่สูงขึ้น และด้วยผลลัพธ์ดังกล่าวทำให้ทราบว่าผลของชนิดโมเลกุลของสารที่ใช้เคลือบผิวแบบเรียงตัวชั้นเดียวและตัวทำละลายนั้นมีผลต่อคุณภาพของพื้นผิวชั้นเพอรอฟสไกต์และประสิทธิภาพของเซลล์

Keywords: Perovskite solar cells, Self-assembled monolayers, surface modification
(คำหลัก) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเพอรอฟสไกต์, การเคลือบผิวแบบเรียงตัวชั้นเดียว, การปรับสภาพพื้นผิว