บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัจจุบันปัญหาด้านพลังงานเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ทั้งการขาดแคลนพลังงานซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะพลังงานที่ได้จากน้ำมันซึ่งปัจจุบันปริมาณน้ำมันภายในโลกของเราเริ่มที่จะขาดแคลน และมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆเนื่องจากในไม่ช้านี้พลังงานจากน้ำมันภายในโลกนี้ก็จะหมดไป ดังนั้นจึงต้องหาพลังงานทดแทนที่สามารถใช้ได้ในอนาคตในรูปแบบต่างๆ เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ และ พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ล้วนแต่เป็นพลังงานที่ได้จากธรรมชาติที่สะอาดและมีอยู่อย่างไม่จำกัด โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สำคัญที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ แต่ปัญหาก็คือเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ในปัจจุบันมีการใช้ค่อนข้างน้อยเนื่องจากมีราคาสูงเมื่อเทียบกับพลังงานที่ได้รับกับต้นทุนในการผลิต ในปัจจุบันส่วนใหญ่เซลล์แสงอาทิตย์เป็นเซลล์ที่ใช้ซิลิกอนเป็นหลัก แสดงดังรูป 1.1

รูปที่ 1.1 แสดงตัวอย่างรูปเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอน [1]

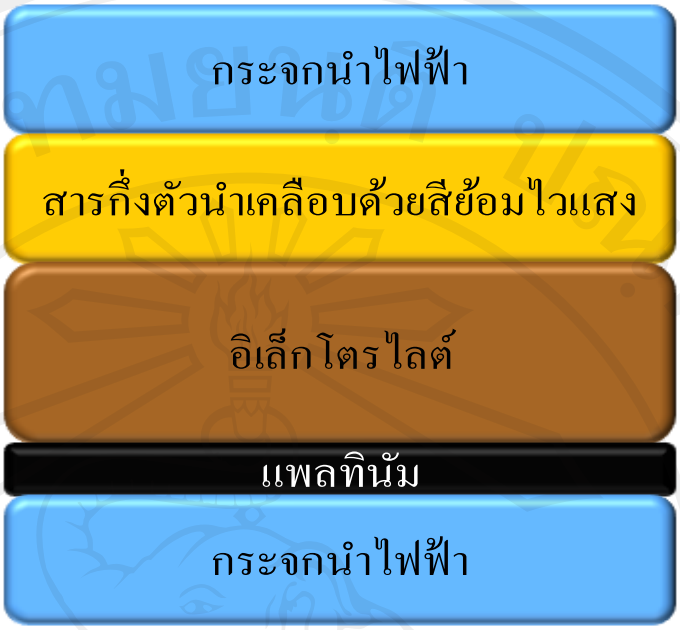
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งมีกระบวนการผลิตที่ยากและมีราคาแพง ในปัจจุบันจึงให้ความสำคัญกับงานวิจัยหาเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีราคาถูกลง เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและผลิตได้ง่าย จึงเป็นจุดเริ่มต้นของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (Dye-sensitized Solar Cells) ที่อาศัยการเลียนแบบการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งได้มีการวิจัยกันเรื่อยมา ทั้งทางด้านประสิทธิภาพและความคงทนเพื่อที่จะสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นแข่งขันกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอื่นได้ จึงเป็นสิ่งที่สนใจที่จะศึกษาในงานวิจัยนี้

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงได้ถูกคิดค้นโดยศาสตราจารย์ Michael Gratzel และคณะ [2,3,4] ซึ่งเป็นการก่อเกิดเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใหม่ขึ้นมา โดยเขาได้แนวคิดจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช นำมาทำเป็นเซลล์แสงอาทิตย์โดยมีชื่อเรียกว่า “เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง” ที่มีการผลิตได้ง่ายไม่ต้องอาศัยห้องที่สะอาดในการผลิต เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงมีส่วนประกอบหลักๆ คือ กระจกนำไฟฟ้า ที่เคลือบด้วยสารกึ่งตัวนำ เช่น ไทเทเนียมไดออกไซด์หรือซิงก์ออกไซด์ โมเลกุลของสีย้อมไวแสง ที่เกาะบริเวณผิวของสารกึ่งตัวนำ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งเป็นแพลทินัม และกระจกนำไฟฟ้า ตามลำดับ แสดงดังรูป 1.2 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ยังมีข้อเสียตรงประสิทธิภาพที่ยังต่ำอยู่เมื่อเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอน และความคงทนของเซลล์ยังคงมีค่าต่ำอยู่เนื่องจากมีสารละลายที่เป็นของเหลวและระเหยได้ง่ายประกอบอยู่ในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้

ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความต้านทานของเซลล์ การไหลย้อนกลับของอิเล็กตรอนจากแถบพลังงานนำกลับสู่โมเลกุลของสีย้อมไวแสง ชนิดของสีย้อมไวแสงหรือขนาดของสารกึ่งตัวนำที่ใช้ ที่ทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพลดลง นอกจากนั้นจำนวนโมเลกุลของสีย้อมที่สามารถเกาะที่ผิวของสารกึ่งตัวนำที่ใช้มีผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์ ซึ่งหากสามารถที่จะเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของสารกึ่งตัวนำ ลดการสะท้อนของแสงและช่วยการเกาะกระจกนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำให้ติดดีขึ้น ก็จะสามารถช่วยเพิ่มกระแสไฟฟ้าให้มีค่ามากขึ้นและลดความต้านทานของเซลล์ ส่งผลให้เซลล์มีประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1.2 แสดงโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง

สำหรับงานวิจัยนี้จะเป็นการเพิ่มกระแสไฟฟ้าโดยการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของสารกึ่งตัวนำ โดยใช้วิธีการสปาร์คลวดซิงก์ซึ่งเป็นวิธีใหม่ที่ทำให้ได้ฟิล์มบางที่มีอนุภาคขนาดเล็กในระดับนาโนเมตรสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทดลอง โดยการทำชั้นโฟโตอิเล็กโทรดเป็นสองชั้น และใช้ขนาดของซิงก์ออกไซด์ที่มีขนาดที่ต่างกันในแต่ละชั้น ซึ่งการทำเป็นสองชั้นนี้ดังกล่าวจะช่วยลดการสะท้อนของแสงและเพิ่มการกระเจิงของแสงภายในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ ด้วยหลักการนี้สามารถนำมาประยุกต์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง

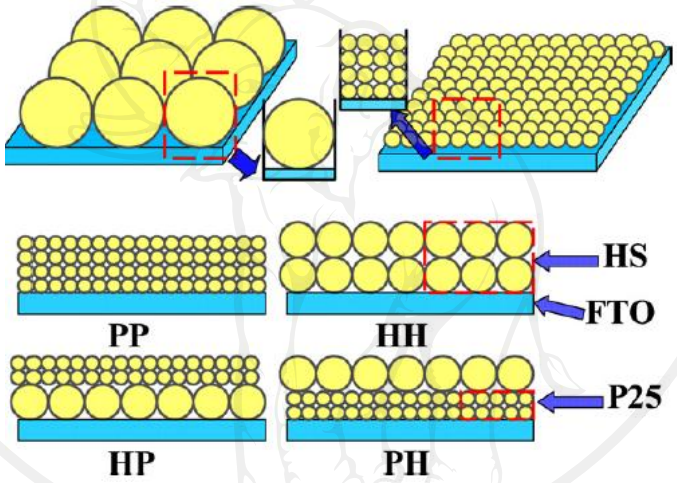
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการทำชั้นโฟโตอิเล็กโทรดให้มีชั้นสารกึ่งตัวนำสองชั้นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงมีการทดลองอยู่หลายวิธีที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ ดังต่อไปนี้

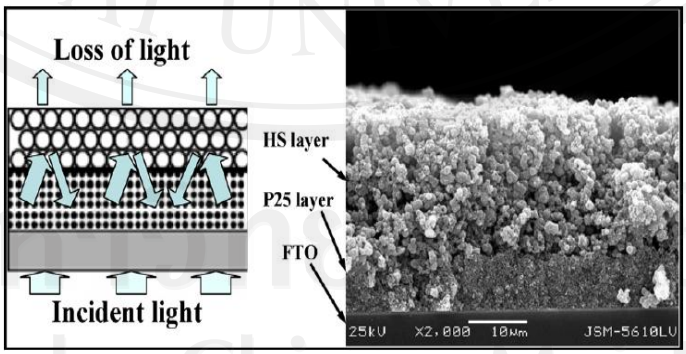
J. Yu และคณะทำงาน [5] ได้ทำการศึกษาในชั้นโฟโตอิเล็กโทรดโดยการทำเป็นสองชั้น โดยทำเป็นสี่แบบ ดังนี้ TiO_2 Nano particle/TiO_2 Nano particle, TiO_2 hollow spheres/TiO_2 hollow spheres, TiO_2 hollow spheres/TiO_2 Nano particle, TiO_2 Nano particle/TiO_2 hollow spheres แสดงดังรูป 1.3 สำหรับประยุกต์ใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง จากการวิจัยพบว่าชั้นโฟโตอิเล็กโทรดที่ประกอบด้วย TiO_2 Nano particle/TiO_2 hollow spheres ทำให้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อเทียบกันกับอีก 3 แบบที่เหลือ ทั้งนี้เป็นผลมาเนื่องมาจากการใช้สองชั้นโดยให้ชั้นแรกเป็น TiO_2 Nano particle ทำให้ผิวสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระหว่างกระจกนำไฟฟ้า (FTO) และ ไทเทเนียมไดออกไซด์สัมผัสกันดีขึ้น ส่งผลให้ความต้านทานของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงมีค่าลดลง และเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้มากขึ้นทำให้ค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนชั้นที่สองเป็น TiO_2 hollow spheres มีประโยชน์ในการดูดซับโมเลกุลของสีย้อมและการถ่ายโอนประจุของอิเล็กโทรไลต์ได้ดีขึ้นและช่วยลดการทะลุผ่านของแสงให้มีค่าลดลงและเพิ่มการกระเจิงของแสงภายในโครงสร้างเป็นสองชั้นในโฟโตอิเล็กโทรด แสดงดังรูป 1.4



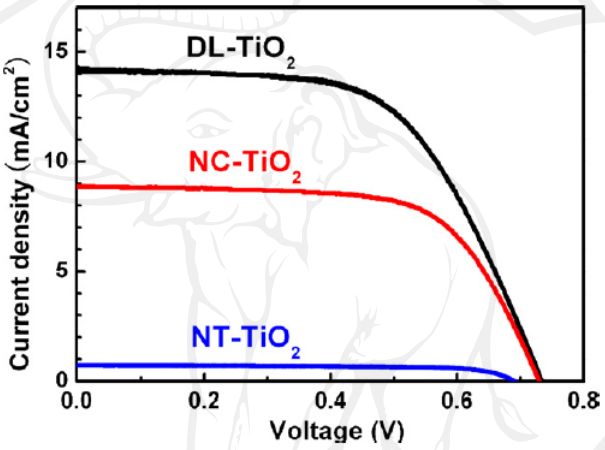
รูปที่ 1.3 แสดงโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ทดลองทั้งสี่แบบของ J. Yu และคณะ [5]



รูปที่ 1.4 แสดงลักษณะการทำงานและโครงสร้างทำเป็นสองชั้นของเซลล์แสงอาทิตย์ของ J. Yu และคณะ [5]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

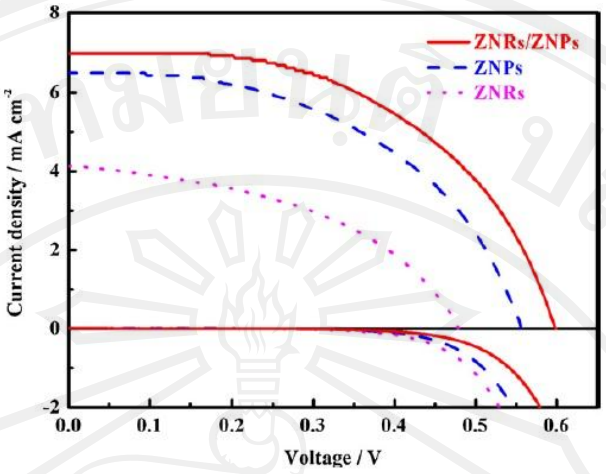
H. Xu และคณะทำงาน [6] ได้ทำการศึกษาในชั้นโฟโตอิเล็กโทรดโดยการทำเป็นสองชั้น ดังนี้ โดยใช้สารที่มีลักษณะโครงสร้างที่ต่างกันคือ TiO_2 nanocrystal/TiO_2 nanotube ทำเป็นสองชั้นโดยให้ TiO_2 nanocrystal อยู่ชั้นล่างติดกระจกนำไฟฟ้า และได้ทำการเปลี่ยนอัตราส่วนของความหนาระหว่าง TiO_2 nanocrystal กับ TiO_2 nanotube ที่ค่าต่างๆ ซึ่งจากกราฟ J-V แสดงดังรูปที่ 1.5 พบว่าการทำเป็นสองชั้นในโฟโตอิเล็กโทรดทำให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และการใช้โครงสร้างของสารที่ต่างกันทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยใช้โครงสร้างที่มีขนาดเล็กกว่าอยู่ติดกระจกช่วยให้กระแสมีค่าเพิ่มขึ้น และความต้านทานของเซลล์มีค่าลดลง



รูปที่ 1.5 แสดงกราฟประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงทั้งสามแบบของ H. Xu [6]

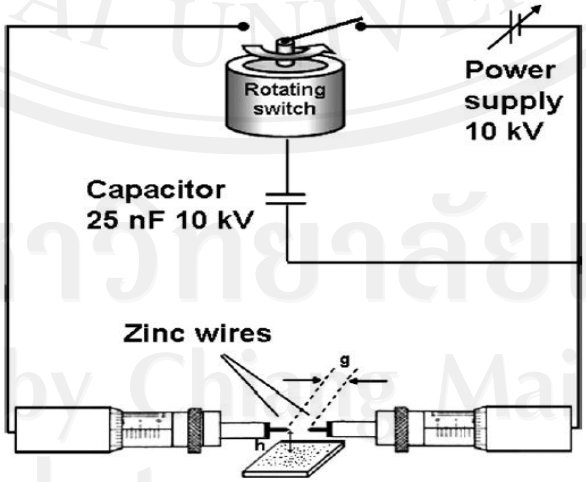
นอกจากไทเทเนียมไดออกไซด์แล้ว ยังมีการทดลองที่ทำเป็นสองชั้นโดยการใช้สารกึ่งตัวนำซิงก์ออกไซด์ เช่น L.Yin Lin และคณะ [7] ได้ทำการทดลองโดยใช้ลักษณะของซิงก์ออกไซด์ที่ต่างกันคือ ZnO nanoparticles และ ZnO nanorods โดยให้ ZnO nanoparticles เป็นชั้นแรกและให้ ZnO nanorods เป็นชั้นที่สอง พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์มีค่าประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับที่ทำเป็นชั้นเดียวในโฟโตอิเล็กโทรด แสดงดังรูปที่ 1.6 เนื่องจากผลของ ZnO nanoparticles ที่มีขนาดเล็กทำให้มีพื้นที่ผิวที่มากช่วยในการเกาะของสีย้อมไวแสง ทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีค่าประสิทธิภาพมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



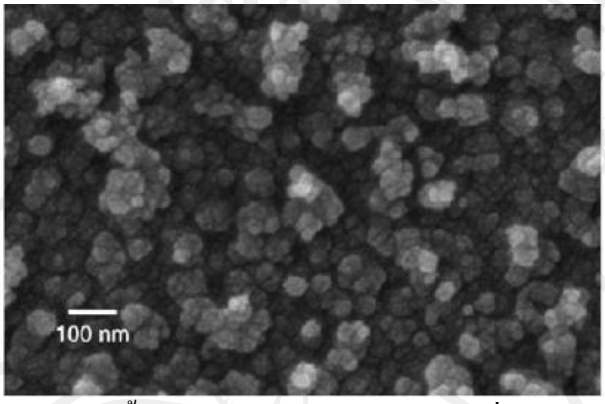
รูปที่ 1.6 แสดงกราฟประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงทั้งสามแบบของ L.Yin Lin [7]

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่หาวิธีการสังเคราะห์สารซิงก์ออกไซด์ให้มีอนุภาคขนาดเล็กในระดับนาโนเมตรและยังสามารถทำเป็นฟิล์มบางที่ควบคุมความหนาได้คือวิธีการสปาร์คลวดซิงก์ ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงได้คือ T. Kumpika และคณะทำงาน [8] ได้ศึกษาการเตรียมฟิล์มบางนาโนซิงก์ออกไซด์โดยใช้เทคนิคจากการสปาร์คลวดซิงก์ลงบน quartz substrates โดยใช้ศักย์ไฟฟ้าแรงสูงประมาณ 10 kV ให้กับลวดซิงก์ในบรรยากาศธรรมดา แสดงดังรูปที่ 1.7 โดยกำหนดจำนวนรอบในการสปาร์คเพื่อกำหนดความหนาของฟิล์มบางซิงก์ออกไซด์ได้ความหนาที่ 1 นาโนเมตรต่อการสปาร์ค 1 รอบ แล้วนำฟิล์มที่ได้ไปเผาที่อุณหภูมิ 400-800 องศาเซลเซียส ฟิล์มบางอนุภาคนาโนที่ได้จะมีขนาดในระดับนาโนเมตร แสดงดังรูปที่ 1.8



รูปที่1.7 แสดงโครงสร้างการทำงานของเครื่องสปาร์ค [8]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1.8 แสดงลักษณะพื้นผิวของฟิล์มบางซิงก์ออกไซด์ที่ได้จากการสปาร์ค [8]

จากข้างต้นจะเห็นว่าการทำเป็นสองชั้นในชั้นโฟโตอิเล็กโทรดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงนั้นสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ และยังมีเทคนิคใหม่ที่ช่วยในการสังเคราะห์สารซิงก์ออกไซด์โดยวิธีการสปาร์ค ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะนำเทคนิคการสปาร์คมาประยุกต์ใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์โดยการทำเป็นสองชั้นในโฟโตอิเล็กโทรดเพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อเตรียมและหาลักษณะเฉพาะของฟิล์มบางซิงก์ออกไซด์ที่เตรียมโดยวิธีการสปาร์ค
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้ฟิล์มบางซิงก์ออกไซด์สองชั้นที่เตรียมด้วยวิธีการสปาร์คในชั้นโฟโฟอิเล็กโทรด

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ฟิล์มบางซิงก์ออกไซด์และทราบโครงสร้างของฟิล์มบางของซิงก์ออกไซด์ที่เตรียมจากการสปาร์คลวดซิงก์ ซึ่งจะนำไปประยุกต์ใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงซิงก์ออกไซด์
2. ได้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของฟิล์มบางซิงก์ออกไซด์ที่ได้จากการสปาร์คกับฟิล์มของซิงก์ออกไซด์ที่ได้จากการสกรีนในโฟโตอิเล็กโทรด ที่มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงซิงก์ออกไซด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved