บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานไฟฟ้านี้ เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิต จึงมีอิทธิพลต่อความต้องการของผู้คนเป็นอย่างมาก ในสภาวะเช่นนี้ แล้วพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กันส่วนมากนั้น มีแหล่งการผลิตโดยส่วนใหญ่ได้จากเชื้อเพลิงใต้พิภพ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่ง วัตถุดิบที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ล้วนเป็นสาเหตุ ที่มีผลกระทบ ต่อ สภาวะแวดล้อม ซึ่งจะเห็นได้ว่า เป็นตัวการที่ก่อ มลพิษทางอากาศ และปัจจุบัน ยิ่งมีความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ ย่อมส่งผลต่อสภาวะราคาน้ำมันในตลาดโลก ยิ่งสูงขึ้น จึงทำให้การผลิตพลังงานไฟฟ้ามีต้นทุนที่สูงมาก ด้วยสาเหตุนี้ จึงมีงานวิจัยทางด้านพลังงาน ทดแทน และ นักวิทยาศาสตร์ ให้ความสำคัญ ที่จะ ค้นคว้า สิ่งที่สามารถทดแทน พลังงานที่อยู่ใต้พิภพที่นำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ในอนาคตข้างหน้าใครจะทราบได้ว่า แหล่งพลังงานเหล่านั้นจะมีเพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์ที่ใช้กันอยู่ตลอดเวลา ย่อมมีความเป็นไปได้ค่อยข้างสูงทีเดียวว่า แหล่งพลังงานใต้พิภพใกล้จะหมดสิ้น เหตุการณ์ดังกล่าวนั้น จึงเป็นแรงผลักดันในสภาวะปัจจุบันนี้ ได้มีการนำวิทยาการที่สามารถตอบโจทย์ ทางด้านพลังงานทดแทนมาใช้กันค่อยข้างมากโดยอย่างยิ่ง ในงานด้านการวิจัย ซึ่งในที่นี้จะเน้นถึงการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ เนื่องจากว่า พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาดมีอย่างต่อเนื่องและไม่มีวันหมดโดยการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell)

เซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบันนี้ที่ผลิตขึ้นมานั้นเป็นชนิดรอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำซิลิกอน แต่ยังเป็นปัญหาในเรื่องของราคาที่แพงของซิลิกอน เนื่องจากกระบวนการผลิตซิลิกอนต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง และซิลิกอนต้องมีความบริสุทธิ์สูง จึงเป็นผลสืบเนื่องให้เซลล์ไฟฟ้าประเภทนี้มีราคาที่แพงมากเกินไป ที่จะเลือกใช้กันในครัวเรือนทั่วไปด้วยเหตุนี้ จึงได้มีการพัฒนาเซลล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง มีขั้นตอนการผลิตที่ง่ายและไม่ซับซ้อน แล้วยังสามารถผลิตได้ในปริมาณที่มากกว่ารวมถึงมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำมาจากซิลิกอน จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างมากทางเชิงวิชาการและเชิงพาณิชย์ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง นี้ยังมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับเซลล์แสงอาทิตย์จากสารกึ่งตัวนำซิลิกอน

เซลล์แสงอาทิตย์ หรือ โซลาร์เซลล์ (solar cells) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้า โซลาร์เซลล์มีที่มาจากคำว่าโฟโตโวทเทอิก (photovoltaic) โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันทางไฟฟ้า เมื่อรวบคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง

เหตุการณ์ดังกล่าวนั้นถูกค้นพบครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1839 โดยนาย เอ อี แบ็คแรล (A. E. Becquerel) เป็นนักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศลโดยให้แสงตกกระทบวัตถุบางอย่างและสังเกตพบว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น ซึ่งในการทดลองนี้ได้ใช้โลหะสองขั้วจุ่มลงในสารละลายไอออน แล้วให้แสงตกกระทบที่ขั้วหนึ่ง ปรากฏว่ามีแสงไฟฟ้าไหลจากขั้วโลหะหนึ่งผ่านสารละลายไปยังอีกขั้วหนึ่ง แสดงให้เห็นถึงกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นในวัตถุ นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่าเมื่อเปลี่ยนสีของแสงที่ตกกระทบปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ตามถ้าพลังงานโฟตอนที่กระตุ้นในครั้งแรกมีค่ามากกว่า 2 เท่าของช่องว่างพลังงาน พลังงานส่วนเกินที่ถูกปล่อยออกมาจะกระตุ้นให้อิเล็กตรอนในแถบพลังงานวาเลนซ์ขึ้นมาอยู่ในแถบพลังงานการนำได้ ส่งผลให้เกิดคู่อิเล็กตรอนและโฮล 2 คู่ จากการดูดกลืนโฟตอนพลังงานสูง 1 ครั้ง ใน ปัจจุบันพบว่า โครงสร้างระดับนาโน ของสารกึ่งตัวนำบางชนิด ตัวอย่างเช่น PbSe สามารถสร้างคู่อิเล็กตรอนและโฮลได้มากถึง 7 คู่ จากการดูดกลืนโฟตอนเพียง 1ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการสร้างพหุเอ็กซิตอนที่เกิดขึ้นในบัลค์และในควอนตัมดอท ปรากฏว่า กระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นได้ดีในควอนตัมดอทของสารกึ่งตัวนำ ทั้งนี้เนื่องจากผลของการกักกันพาหะเชิงควอนตัม (quantum confinement) และอันตรกิริยาที่เกิดจากแรงคูลอมบ์มีค่าสูงขึ้นมาก นอกจากนี้ยังพบว่าไม่เกิดการอนุรักษ์โมเมนตัมในควอนตัมดอท ทำให้กระบวนการนี้สามารถสร้างคู่อิเล็กตรอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และโฮลขึ้นเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการประยุกต์ใช้ควอนตัมดอทในโครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์

ปัญหาโดยทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสารกึ่งตัวนำแบบเดิม คือ ข้อจำกัดของพลังงานแสงที่ตกกระทบต้องมากกว่า หรือ เท่ากับค่าช่องว่างแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำ ทำให้ต้องสูญเสียพลังงานที่มีค่าน้อยกว่าค่าช่องว่างแถบพลังงานไป และถูกผันเป็นพลังงานความร้อน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง ในปี ค.ศ. 1997 อันโตนิโอ ลูเก้ (Antonio Luque) และ อันโตนิโอ มาร์ติ (Antonio Marti) ได้นำเสนอเซลล์แสงอาทิตย์แบบควอนตัมดอท ชนิดแถบพลังงานคั่นกลาง (quantum-dot intermediate band solar cell : QD-IBSC) จากการศึกษาและคำนวณเชิงทฤษฎีพบว่า เซลล์แสงอาทิตย์ประเภทนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์ ได้มากถึง 63.2 % ภายใต้ความเข้มข้นของแสงอาทิตย์สูงสุด เนื่องจาก QD-IBSC สามารถเพิ่มอัตราการสร้างพาหะจากการก่อตัวของแถบพลังงานที่อยู่ระหว่างแถบพลังงานการนำ และแถบพลังงานวาเลนซ์ซึ่งเรียกว่า แถบพลังงานคั่นกลาง[1]

เซลล์แสงอาทิตย์สีย้อมไวแสงโดยใช้สีย้อมไวแสง (dye-sensitized solar cell, DSSC) คือ เซลล์แสงอาทิตย์สีย้อมไวแสงโดยใช้สีย้อมไวแสงเป็นตัวรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ไปกระตุ้นอิเล็กตรอนให้กระโดดจากสถานะพื้น (ground state) ไปยังสถานะกระตุ้น (excited state) จากนั้นอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปยังอนุภาคไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ที่เคลือบอยู่บนขั้วไฟฟ้าโปร่งแสง ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น แนวคิดนี้เกิดจากการเลียนแบบการสังเคราะห์ด้วยแสง[2] (photosynthesis) ของพืช เป็นกระบวนการที่รงควัตถุของพืชพวกคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับพลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี (chemical power) มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการสร้างอาหารจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) ไปเป็นคาร์โบไฮเดรต (carbohydrates) คือ เป็นน้ำตาล ($C_2H_{12}O_6$) หรือแป้ง รวมทั้งการปลดปล่อยออกซิเจน (O_2) ออกมา โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชสามมารถเขียนออกมาเป็นสมการเคมี[3]ได้ดังนี้

$$6CO_2 + 6H_2O + (\text{sunlight}) \quad \text{----›} \quad C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \qquad (1)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

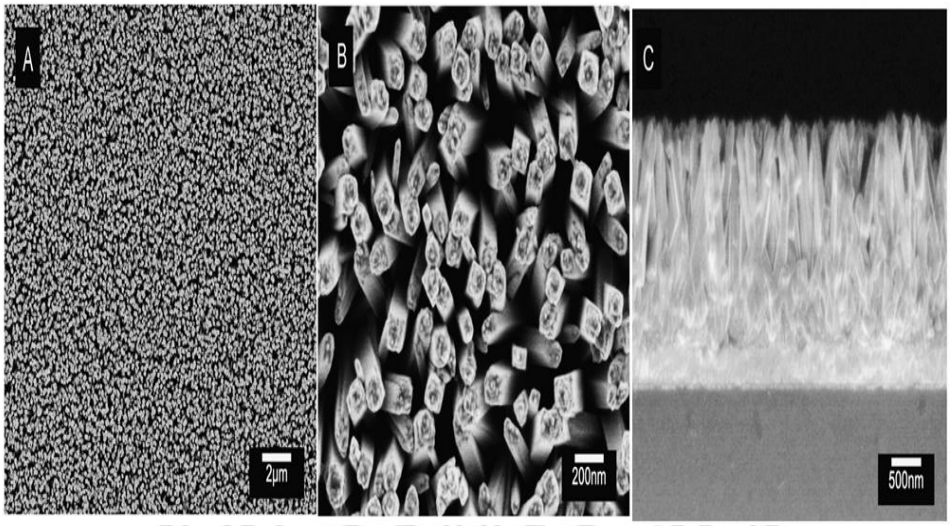
1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี ค.ศ. 1991 ได้มีการค้นพบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใหม่โดย ไมเคิล แกรตเซล (Michael Gratzel) นักวิทยาศาสตร์ชาวสวิตเซอร์แลนด์ เรียกเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใหม่นี้ว่า เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (dye-sensitized solar cell) หรือ Gratzel's cell เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้กำลังได้รับความสน เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำ แต่ให้ประสิทธิภาพที่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ [1]

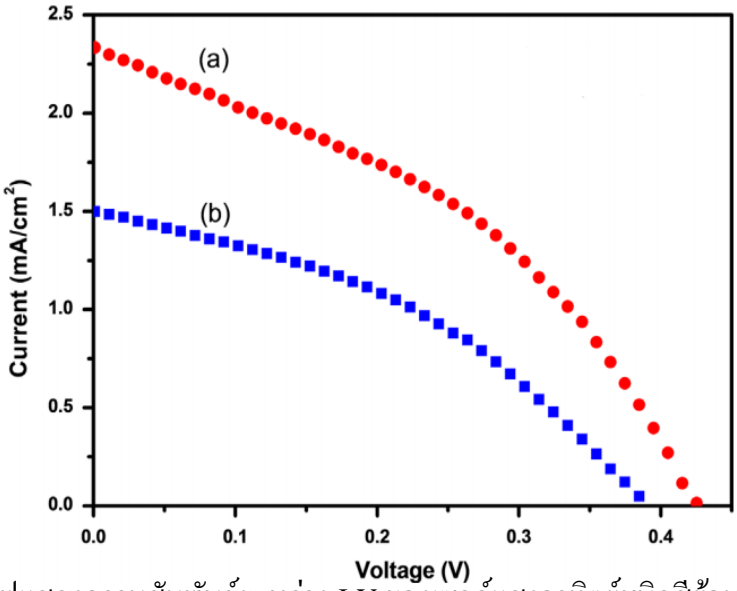
ในปีค.ศ. 2007 Chang Ho Yoon และ คณะ[4] ได้ทำการเตรียมไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยวิธีซอลเจลเพื่อที่จะนำไทเทเนียมไดออกไซด์เคลือบลงบนกระจกโปร่งแสงนำไฟฟ้า โดยเคลือบชั้นฟิล์มที่ความหนา 10 μm แล้วนำแผ่นฟิล์มดังกล่าวไปเผาด้วยอุณหภูมิ 450 ^{o}C เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปจุ่มในสีย้อมชนิด N719 เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง การเตรียมดังกล่าวนั้นเรียกว่า โฟโตอิเล็กโทรด จากนั้นได้ทำการเตรียมแผ่นเคาน์เตอร์อิเล็กโทรดโดยใช้ แพททีนัม (Pt) เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (η) ของการแปรพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ดังนี้ด้วยวิธีการเตรียมฟิล์ม Thermal deposited (TD), Sputter deposited (SD) และ Electrochemically deposited ปรากฏว่าผลที่ได้ Electrochemically deposited เป็นวิธีทีให้ค่า การแปรพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าสุด

ในปี ค.ศ. 2013 Feilong Li และ Xiuyuan Ni [5]ได้ทำเตรียมฟิล์มบางด้วยการปลูกแท่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ ด้วยวิธี ไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal) ลงบน กระจกโปร่งแสงนำไฟฟ้า (FTO) จากนั้นเติม Polypyrrole (PPY) 100 ml ที่ 0.1 M ลงบนฟิล์มบางนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ เนื่องจาก พอลิเมอร์ Polypyrrole สามารถนำไฟฟ้าได้ จากการใส่อิเล็กตรอนเข้าไปในโมเลกุล แล้วนำไปฉายรังสียูวี ด้วยกำลัง 6 วัตต์เพื่อให้ Polypyrrole เกิดกระบวนการพอลิเมอร์ไลท์เซชัน กับ ฟิล์มบางไทเทเนียมไดออกไซด์แล้วเคลือบสีย้อมที่ได้ทำการเตรียมเป็นสารละลาย สีย้อมที่ใช้คือ Poly(3-hexylthiophene) (P3HT) ทำการวัดประสิทธิของเซลล์แสงอาทิตย์ จากการเตรียม 2 แบบ คือ P3HT/PPY/TiO_2 และ P3HT/TiO_2 พบว่า P3HT/PPY/TiO_2 มีประสิทธิของเซลล์แสงอาทิตย์สูงกว่า P3HT/ TiO_2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1.1 ภาพถ่าย SEM การปลูกแท่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ ด้วยวิธี ไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal) [5]

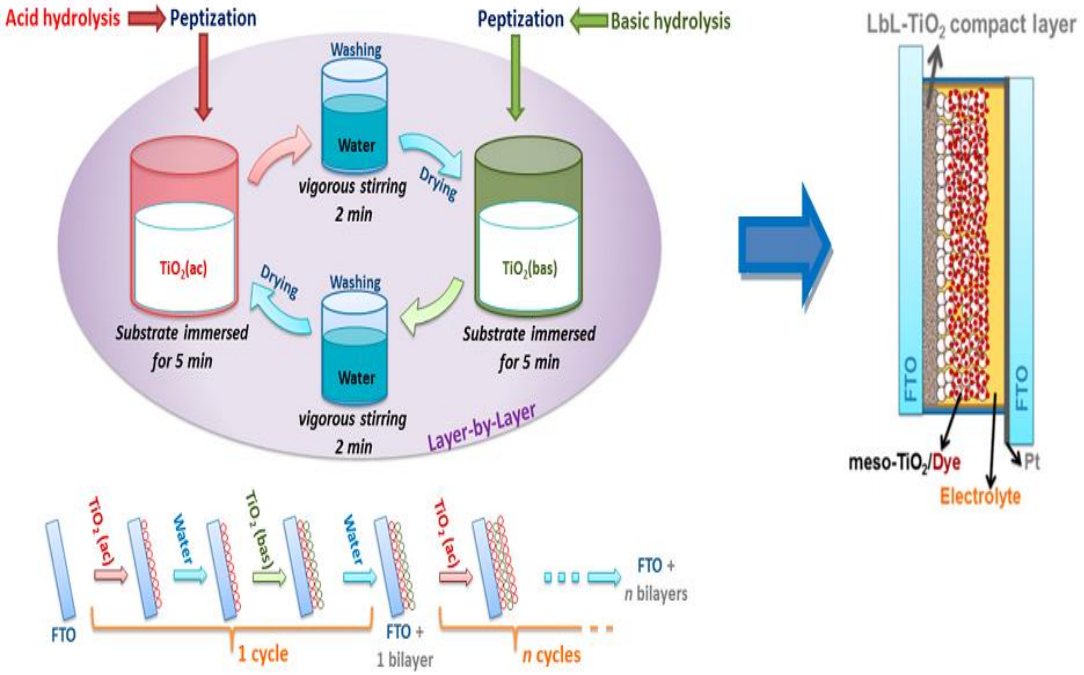


รูปที่ 1.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง J-V ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงของการปลูกแท่งนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ [5]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
All rights reserved

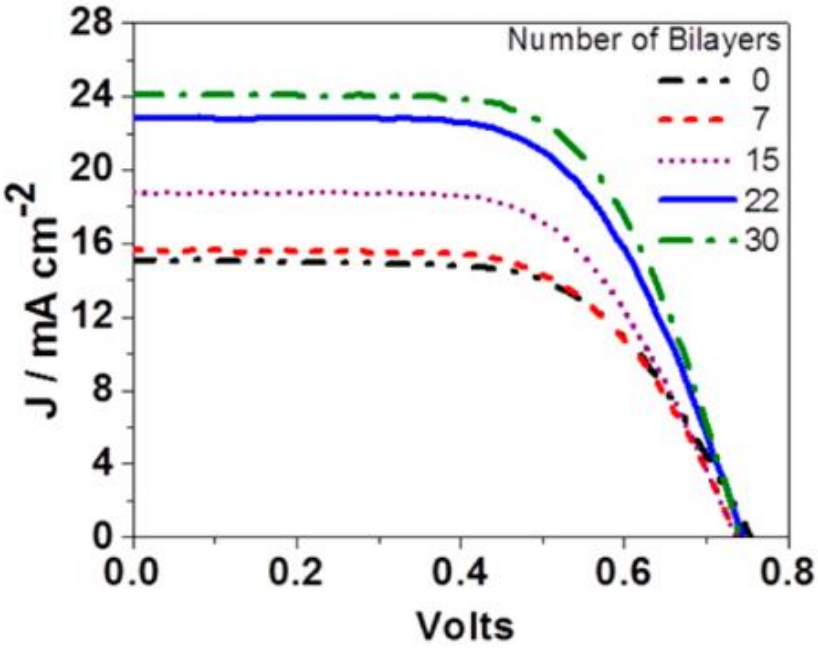
ในปี ค.ศ.2014 Kassio P.S. Zanoni และคณะ [6] ได้ทำการเตรียมอนุภาคนาโนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยวิธีการเตรียมแบบโซเจล (sol-gel) ซึ่งจะได้ไทเทเนียมไดออกไซด์ที่อยู่ในสถานะสารละลายโดยแยกออกเป็น 2 เงื่อนไข ดังนี้ เงื่อนไขแรก ไทเทเนียมไดออกไซด์ที่อยู่ในสถานะสารละลายจะมีความเป็นกรด และอีกเงื่อนไขที่สองไทเทเนียมไดออกไซด์ที่อยู่ในสถานะสารละลายจะมีความเป็นเบส ขั้นตอนต่อมา นำกระจกนำไฟฟ้า FTO ที่สะอาด แล้วนำมาแช่ ไทเทเนียมได

ออกไซด์ในสารละลายที่มีความเป็นกรดนาน 5 นาที จากนั้นปล่อยให้แห้งแล้วนำไปแช่ในน้ำเปล่าที่สะอาดนาน 2 นาที ปล่อยให้แห้ง แล้วไปแช่ไทเทเนียมไดออกไซด์ในสารละลายที่มีความเป็นเบสนาน 5 นาที ทำในลักษณะการวนแบบนี้ไปเรื่อยๆ เรียกวิธีนี้ว่า วิธี เลเยอบายเลเยอ (layer-by-layer method) โดยจะมีลักษณะโครงสร้างคล้ายแซทวิดตาม รูปที่ 1.3ในงานนี้ได้ทำการเปรียบจำนวนรอบที่แช่สารละลายดังกล่าว จากนั้น นำกระจก FTO ที่เคลือบแผ่นฟิล์มบางไปทำการเผาที่อุณหภูมิ 500 ^{o}C เป็นเวลานาน 30 นาที ปล่อยให้เย็นตามอุณหภูมิห้อง ต่อจากนั้นนำไปแช่สีย้อม N719 จากการเตรียมเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง ด้วยวิธี เลเยอบายเลเยอ (layer-by-layer method) แล้วทำการวัดประสิทธิของเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า ยิ่งมีจำนวนชั้นที่เคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์มากยิ่งทำให้ประสิทธิของเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 1.3 วิธีการเตรียมแผ่นฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ลงบนกระจกนำไฟฟ้าด้วย วิธีเลเยอบายเลเยอ (layer-by-layer method) [6]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
All rights reserved



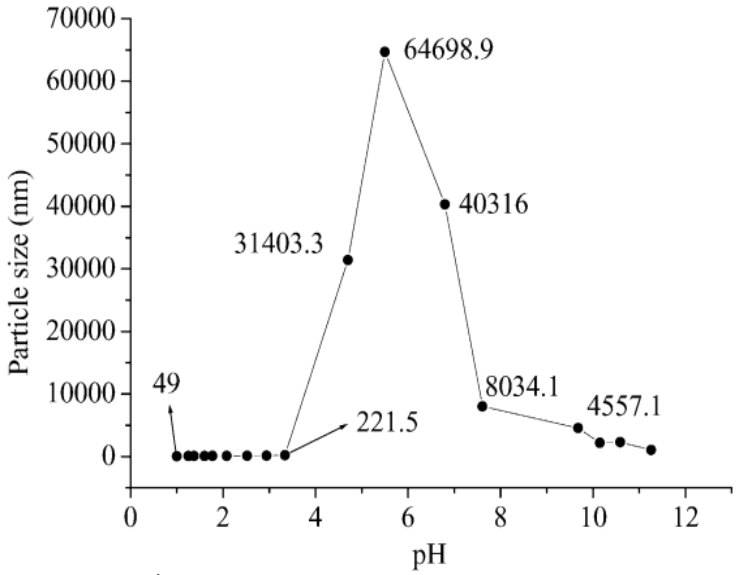
รูปที่ 1.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง J-V ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงของไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยวิธี เลเยอบายเลเยอ (layer-by-layer method) [6]

ในปี 2013 Khanitla Kamwilaisak และ Puttiporn Thiamsinsangwon [7] ได้ทำการเตรียมไทเทเนียมไดออกไซด์โครงสร้างผลึกอนาเทส (anatase) ด้วยวิธีซอลเจล โดยใช้สารไทเทเนียมเตตระคลอไรด์ ($TiCl_4$) ทำปฏิกิริยาไฮรโดรไลซิสกับน้ำที่อัตราส่วนโดยปริมาตรต่างๆ ของ $TiCl_4$: H_2O ที่ 1: 4 , 1:6 ,1:8 โดยปราศจากการเติมสารละลายร่วมปฏิกิริยา และ ศึกษาผลของอุณหภูมิในการเผาในช่วงระหว่าง 100 ^{o}C ถึง 500 ^{o}C ต่อลักษณะการเกิดผลึกและอนุภาคที่เกิดขึ้น พบว่า ที่อัตราส่วนโดยปริมาตรของ $TiCl_4$: H_2O ที่ 1:8 อุณหภูมิการเผาที่ 500 ^{o}C เป็นสภาวะที่ดีที่สุด คือสามารถเตรียมโครงสร้างผลึกในระดับนาโน อนาเทสไทเทเนียมไดออกไซด์ที่มีขนาดผลึกในช่วง 10 – 15 นาโนเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในปี 2004 C.Su , B.Y. Hong และ C-M. Tseng [8] ได้ทำการสังเคราะห์ไทเทเนียมไดออกไซด์โครงสร้างผลึกอนาเทส ด้วยวิธีรีฟลักซ์ โดยใช้สารบิวออกไซด์ (butoxide, $Ti(O\text{-}Bu)_4$)เป็นสารตั้งต้นในสารละลายไอโซโพเพล แอลกอฮอล์ (isopropyl alcohol, i-PrOH) และ อะซีทิวอะซีโตน (acetylacetone, acac) เพื่อทำปฏิกิริยาร่วมกับน้ำ ในอัตราส่วนต่อโมล ของ $Ti(O\text{-}Bu)_4$: H_2O : i-PrOH : acac ที่ 1:100:2:0.01 ปั่นสารละลายดังกล่าวให้เป็นเนื้อเดียวกัน ประมาณ 3 ชั่วโมง จากนั้นเติมกรดไนติก (nitric, HNO_3) ลงในสารละลายแล้วปรับให้ได้ค่า pH ที่อยู่ในช่วง 1- 12 จากนั้นนำสารละลายเข้าสู่

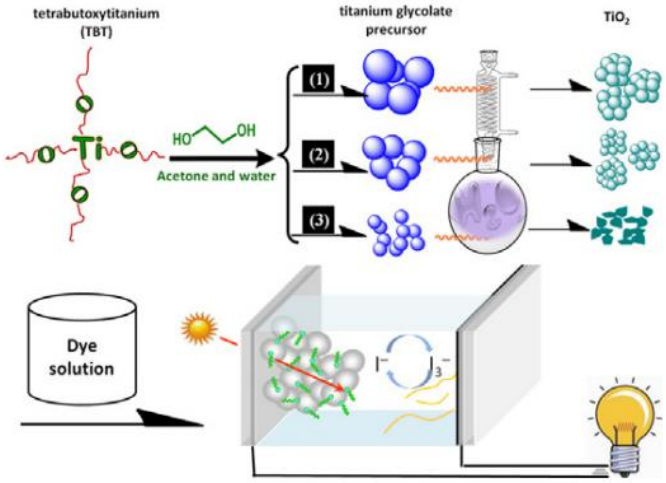
กระบวนการกลั่นไหลกลับแสดงตาม รูปที่ 1.5 โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 85 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เสร็จจากนี้นำไประเหยที่อุณหภูมิ 100 °C อุณหภูมิแล้วการเผาในช่วงระหว่าง 400 °C ถึง 500 °C จากการทดลองดังกล่าวนั้นพบว่าส่งผลต่อลักษณะการเกิดผลึกและอนุภาคที่เกิดขึ้น ค่า pH ที่อยู่ในช่วงระหว่าง 1- 3 เผาที่ 400 °C เป็นสภาวะที่ดีที่สุดคือสามารถเตรียมโครงสร้างผลึกในระดับนาโนอนาเทสไทเทเนียมไดออกไซด์ที่มีขนาดผลึกในช่วง 20 – 30 นาโนเมตร



รูปที่ 1.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้ม pH ของสารละลายกรด HNO_3กับ ขนาดอนุภาคของไทเทเนียมไดออกไซด์ [8]

ในปี 2014 Gang Cheng และคณะ [9] ได้ทำการเตรียมอนุภาคนาโนของไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยวิธีการกลั่นไหลกลับที่แสดงใน รูปที่ 1.6 โดยการใช้สารตั้งต้น เป็นสารละลาย tetrabutoxy titanium ด้วยการผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วนโดยปริมาตรที่เงื่อนไขแตกต่างกันกันออกไปดังแสดงใน รูปที่ 1.7 และปรากฏว่าผลที่ได้จากเตรียมด้วยวิธีการกลั่นไหลกลับได้ทำการวิเคราะห์หาลักษณะ พบว่า โดยส่วนมากจะเป็นเฟส อะนาเทส มีลักษณะเป็นทรงกลมมีขนาดอนุภาคเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 5 – 10 nm และทำการวัดความพรุนของอนุภาคที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีดังกล่าว หลังจากนั้นทำการเตรียมฟิล์มบางจากอนุภาคนาโนของไทแทเนียมที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการกลั่นไหลกลับเพื่อใช้เป็นขั้วโฟโตอิเล็กโทรดในลำดับต่อมาทำการประกอบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง และทำการวัดประสิทธิภาพของเซลล์ที่ประกอบไว้ตามที่กล่าวมาเบื้องต้นแล้ว ผลจากการวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ดังแสดงให้เห็นใน รูปที่ 1.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1.6 การสังเคราะห์อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยเทคนิคการกลั่นไหลกลับ (reflux) [9]

Sample[a]	Precursor[b]	Synthesis conditions (acetone/water = v/v%)	Crystallite size (nm)[c]
S1	P1	75:1	5.47
S2	P2	75:4	5.29
S3	P3	75:16	5.02

BET surface area ($m^2\ g^{-1}$)	J_{SC} ($mA\ cm^{-2}$)	V_{OC} (V)	FF (%)	η (%)
250.1	7.88	0.674	64.1	3.4
258.2	10.92	0.654	52.0	3.7
265.6	13.63	0.689	44.2	4.2

รูปที่ 17 ผลแสดงค่าข้อมูลจากการวิเคราะห์ผลของอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยการกลั่นไหลกลับ [9]

ในปี 2013 Jeremy H. Yune และคณะ [10] ได้ทำการเตรียมไทเทเนียมไดออกไซด์ในเชิงทางด้านเทคนิคเคมี โดยการประยุกต์นำสารละลายในสภาวะความเป็นเบสจาก แอมโมเนีย (NH_4OH) มาผสมกับสารตั้งต้น titanium (IV) isopropoxide โดยทำการเตรียมในอัตราส่วนโดยมวลตามเงื่อนไขที่แสดงใน รูปที่ 1.8 เพื่อทำการเตรียมฟิล์มบางใช้เป็นขั้วโฟโตอิเล็กโทรดโดยการเคลือบลงบนกระจก

นำไฟฟ้าด้วยเทคนิค doctor blading จากนั้นนำฟิล์มบางที่ได้จากการเตรียมไปเผาในเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นดังแสดงใน รูปที่ 1.9 แล้วทำการประกอบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง ด้วยการใช้สีย้อมไวแสง ชนิด N719

Paste ID	NH_4OH/TiO_2 weight ratio, %	TiO_2:CH_3COOH:NH_4OH:H_2O molar ratio
0.5-TiO_2	0.5	1:1:0.012:31.0
1-TiO_2	1	1:1:0.023:31.0
2-TiO_2	2	1:1:0.045:31.0
3.7-TiO_2	3.7	1:1:0.084:30.9
5.0-TiO_2	5.0	1:1:0.11:30.8

รูปที่ 1.8 การเตรียมสารละลายในอัตราส่วนการโดยมวลของ ไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อ แอมโมเนีย [10]

Entry	Thickness, μm	Post-treatment	V_{OC}, mV	I_{SC}, mA/cm^2	FF	η, %
1	2.5	15 min at 150 °C	783	7.39	0.73	4.23
2	3.0		773	8.80	0.73	4.96
3	4.2		775	8.83	0.73	5.00
4	5.9		760	8.14	0.73	4.50
5	6.2		765	8.51	0.74	4.80
6	7.7		775	6.11	0.72	3.48
7	4.2	Air dried	763	7.78	0.69	4.10
8	4.2	2 h at 150 °C	780	9.10	0.72	5.07
9	4.2	24 h at 150 °C	763	9.86	0.73	5.44
10	4.1	30 min at 450 °C	760	11.36	0.70	6.00

รูปที่ 1.9 ค่าวัดประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงของสารตั้งต้นไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ใช้สีย้อมไวแสงเป็น N719 [10]

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสังเคราะห์และหาลักษณะเฉพาะของไทเทเนียมไดออกไซด์ระดับนาโนด้วยเงื่อนไขที่แตกต่างกัน โดยใช้วิธีซอลเจล (Sol-gel) และ วิธีกลั่นไหลกลับ (reflux)
2. เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพการแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง ระหว่างเซลล์ที่มีชั้นฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์ที่สังเคราะห์ด้วยวิธีซอลเจล (Sol-gel) และ วิธีกลั่นไหลกลับ (reflux) เป็นโฟโตอิเล็กโทรดกับ เซลล์ที่มีชั้นฟิล์มไทเทเนียมไดออกไซด์อนุภาคนาโน (P25) เป็นโฟโตอิเล็กโทรด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved