บทที่ 1

บทนำ

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นที่รู้จักกันมามากกว่า 2 ทศวรรษแล้วในฐานะที่เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า การใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ที่พบเห็นกันแพร่หลายเช่น การใช้เป็นแหล่งกำเนิดกำลังไฟฟ้าให้แก่ดาวเทียม เครื่องคิดเลข เครื่องมือสื่อสาร เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมาได้มีการวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีค่าสูงขึ้นในหลายแง่มุมด้วยกัน

ในด้านการปรับปรุงตัวเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น การแพร่ซึมแบบตื้นซึ่งนำไปสู่เซลล์แสงอาทิตย์ที่เรียกว่า Violet Cell [1] การทำ Back Surface Field (BSF) [2-5] การทำ Texturized ผิวหน้า [6,7] เป็นต้น เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการแพร่ซึมแบบตื้นนั้นจะมีผลตอบสนองต่อโฟตอนพลังงานสูงซึ่งนำไปใช้งานในอวกาศ ส่วนการทำ Back Surface Field นั้นจะไปเพิ่ม Collection Efficiency และทำให้แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Open Circuit Voltage) มีค่าสูงขึ้น ส่วนการทำ Texturized ผิวหน้านั้น เพื่อลดสัมประสิทธิการสะท้อนแสงให้มีค่าต่ำ ทำให้แสงสะท้อนอยู่ภายในเซลล์แสงอาทิตย์หลายครั้งทำให้เกิดพาหะอิสระมากขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้ทำอยู่บนโครงสร้างแบบหัวต่อพี-เอ็น

ในด้านการปรับปรุงเทคนิคการผลิตเช่น การลดขั้นตอนการผลิตโดยใช้วิธี Lift Off [8] การทำการแพร่ซึมที่อุณหภูมิต่ำ [9,10] เป็นต้น วิธี Lift Off สามารถลดขั้นตอนการถ่ายแบบให้เหลือเพียงครั้งเดียวเป็นการประหยัดต้นทุน ส่วนการทำการแพร่ซึมที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 850°C เป็นการควบคุมความลึกของหัวต่อให้มีค่าตามที่ต้องการ

ในด้านการออกแบบระบบกำเนิดกำลังไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เช่น การออกแบบระบบติดตามดวงอาทิตย์ [11] การออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิกให้เหมาะสมกับงานที่ใช้ [12]

เป็นต้น ระบบติดตามดวงอาทิตย์ช่วยให้เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับปริมาณแสงเต็มที่ตลอดทั้งวัน ส่วนการออกแบบระบบโฟโตโวลตาอิกที่ดีนั้นจะช่วยให้การจ่ายพลังงานมีประสิทธิภาพสูงสุดรวมทั้งสามารถยืดอายุการใช้งานของระบบโฟโตโวลตาอิกด้วย

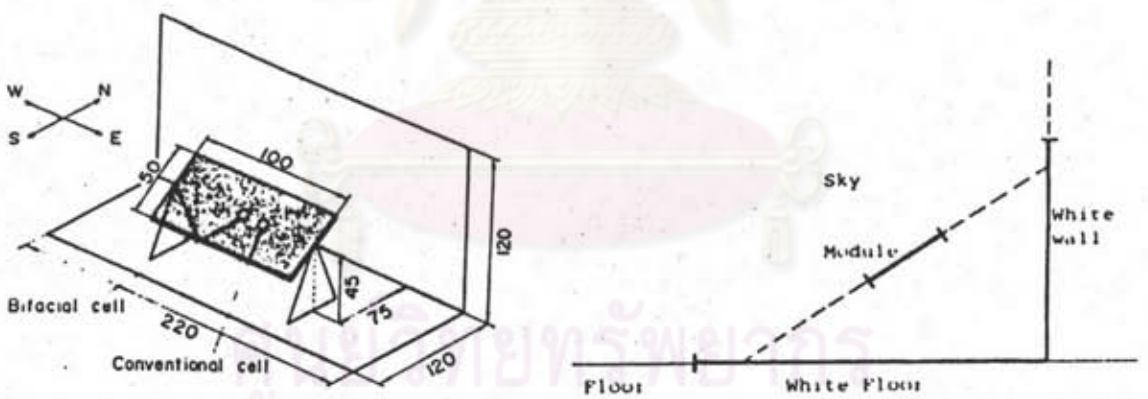
ในด้านการทดลองนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานที่ความเข้มแสงสูงๆ เช่น การทดลองนำเอาระบบเลนส์รวมแสงมาใช้งานกับเซลล์แสงอาทิตย์ที่ออกแบบมาเป็นพิเศษ เป็นต้น เซลล์แสงอาทิตย์ที่ออกแบบนี้มีลักษณะพิเศษคือ มี Grid Contact ค่อนข้างถี่ [13-15] ซึ่งช่วยในการเก็บพาหะอิสระที่เกิดขึ้นได้ดี หรืออาจจะมีโครงสร้างแบบใหม่เช่น เซลล์แสงอาทิตย์แบบ IBC (Interdigitated Back Contact) [16] เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีการทดลองเลือกสารกึ่งตัวนำชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ซิลิคอนมาทำเซลล์แสงอาทิตย์เช่น Cu_2S/CdS, CdTe/CdS, InP/CdS เป็นต้น [8] ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างแบบ Heterojunction คือเป็นหัวต่อของสารกึ่งตัวนำคนละชนิด สิ่งที่น่าดึงดูดใจของสารเหล่านี้ได้แก่ การที่สามารถทำเป็นฟิล์มบางได้ มีต้นทุนการผลิตต่ำ ซึ่งอาจพัฒนาไปสู่การผลิตแบบจำนวนมากได้ในอนาคต แต่อย่างไรก็ดีเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้สารเหล่านี้เป็นวัสดุเริ่มต้นยังมีประสิทธิภาพต่ำอยู่ จำเป็นต้องมีการพัฒนาอีกมาก

เนื่องจากในกระบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์โดยทั่วๆไปแล้วราคาของวัสดุที่ใช้ในการทำเซลล์แสงอาทิตย์ได้แก่ ซิลิคอนจะมีค่าประมาณ 70 % ของราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตออกมา [17] ดังนั้นถ้าสามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านวัสดุทำเซลล์แสงอาทิตย์ลง ต้นทุนการผลิตก็จะลดลงด้วย ทำให้ราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อหน่วยกำลังไฟฟ้าสามารถแข่งขันกับแหล่งพลังงานแบบอื่นๆ เช่น น้ำมัน ถ่านหิน เป็นต้นได้

โครงงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การลดต้นทุนการผลิตโดยลดค่าใช้จ่ายทางด้านวัสดุลงโดยที่จะทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการยุบการทำเซลล์แสงอาทิตย์ 2 ตัว บนแว่นผลึก ซิลิคอน 2 แผ่น ให้เหลือเพียง เซลล์แสงอาทิตย์ 2 ตัวลงบนแว่นผลึกซิลิคอนเพียงแผ่นเดียวซึ่งแตกต่างกับเซลล์แสงอาทิตย์โดยทั่วๆไป ในประเทศสเปนได้มีการศึกษาถึงค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จาก Albedo Flat Panel โดยใช้ Bifacial Solar Cell [18,19] ซึ่งพบว่ามีค่าสูงขึ้นมากกว่าค่า

กำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีโครงสร้างแบบปรกติ (Conventional Solar Cell) ประมาณ 50 % ลักษณะของ Albedo Flat Pannel แสดงไว้ในรูปที่ 1.1 โดยที่พื้นจะทาสีขาวไว้เพื่อให้แสงสะท้อนเข้าทางด้านหลัง เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีลักษณะเป็น Bifacial ได้แก่ Double-Sided Solar Cell [17,20-22] ส่วนที่แตกต่างกันระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นในโครงงานนี้กับเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Bifacial คือการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Bifacial จะอาศัยการสะท้อนแสงที่พื้นเข้าทางด้านหลังของเซลล์แสงอาทิตย์ แต่เซลล์แสงอาทิตย์ในโครงงานนี้จะอาศัยการสะท้อนแสงจากกระจกที่วางทำมุม 45° และจุดประสงค์ของเซลล์แสงอาทิตย์ในโครงงานนี้คือต้องการที่จะแทนเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีโครงสร้างแบบปกติ 2 ตัว ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพียงตัวเดียวโดยที่มีขั้วไฟฟ้า 2 คู่ โดยที่คาดว่ากำลังไฟฟ้าที่ได้ต่อด้านมีค่าลดลงไปจากค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์ที่มีโครงสร้างแบบปรกติไม่มากนัก และการใช้งานสามารถแยกเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ 2 ตัวได้ ซึ่งแตกต่างกับเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Bifacial โดยที่เซลล์แสงอาทิตย์แบบ Bifacial นั้นเพียงแต่ต้องการให้กำลังไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นเท่านั้น และการใช้งานยังคงเป็นเซลล์แสงอาทิตย์เพียงตัวเดียวเหมือนเดิม



รูปที่ 1.1 ระบบ Albedo Flat Panel [18,19]

วิทยานิพนธ์นี้จะกล่าวถึงการออกแบบและสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีพื้นที่ทำงาน 2 ด้าน การเปรียบเทียบระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นกับเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีโครงสร้างแบบปรกติ (Conventional Solar Cell) การวิเคราะห์กระแสไฟฟ้าโฟโต (Photocurrent)

โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ เพื่อทำนายผลของพารามิเตอร์ต่างๆ ว่าจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นและลดลงของกระแสไฟฟ้าโฟโตอย่างไร และจะกล่าวถึงผลการทดลองการวัดค่าพารามิเตอร์สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

<u>ความสำคัญและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. เป็นการศึกษาแนวทางในการออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบ 2 หน้าเบื้องต้น
2. เป็นการเรียนรู้เทคโนโลยีซิลิคอนแบบพลาน่าร์ (Silicon Planar Technology)
3. เป็นการศึกษาแนวความคิดในการที่จะใช้งานเครื่องติดตามดวงอาทิตย์ (Solar Tracking) ที่มีอยู่แล้วให้ประโยชน์มากขึ้น
4. เป็นการศึกษาแนวทางที่จะเพิ่มกำลังไฟฟ้าให้แก่เซลล์แสงอาทิตย์
5. เป็นการศึกษาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตของเซลล์แสงอาทิตย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย