บทที่ 6

สรุปงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปงานวิจัย

การศึกษานี้ประสบความสำเร็จในการสังเคราะห์สารละลายฟอสฟอรัส PSG จากอัตราส่วนของสารละลาย H_3PO_4 และ TEOS เพื่อเป็นสารตั้งต้นของฟิลม์บางด้วยเทคนิค SOD ไปใช้ในกระบวนการแพร่แบบความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 1000 °C เป็นเวลา 60 นาที ผลการวัดความต้านทานไฟฟ้าแผ่นที่ต่ำที่สุดของพื้นที่สารเจือความเข้มข้นสูง(heavy dope) มีค่าน้อยกว่า 20 Ω/sheet และความต้านทานไฟฟ้าแผ่นที่สูงสุดของพื้นที่สารเจือความเข้มข้นต่ำ(low dope) มีค่าประมาณ 150 Ω/sheet ซึ่งมีความเหมาะสำหรับเป็นบริเวณ n^{++}-Si การสังเคราะห์เป็นชั้นฟิลม์ไดอิเล็กทริก (Dielectric) และมีผลพลอยได้จากการบวนการแพร่ด้วยความร้อนสูงเป็นชั้นฟิลม์ PSG และ BSG ที่เกิดขึ้น ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์เป็นชั้นพาสซิเวชันสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์โครงสร้าง ผสมผสาน ระหว่าง Selective Emiter กับ Local Back Surface Field ได้

การเปิดช่องลวดลายชั้นพาสซิเวชันด้านหลังของเซลล์แสงอาทิตย์โครงสร้าง LBSF สามารถทำได้ด้วยวิธีการประทับลายด้วยสารละลาย HF ซึ่งเป็นกระบวนการที่ง่าย ไม่ซับซ้อน ลวดลายที่ได้มีความคมชัดและมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 4 % เมื่อเทียบกับลวดลายที่ออกแบบด้วยโปรแกรม Layout โดยลวดลายช่องเปิดที่สร้างมีขนาด 8 % บนโฟมแสตมป์ขนาดลวดลายที่สร้างช่องเปิดรูปร่างวงกลมขนาดรัศมี 0.34 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.68 มิลลิเมตร ของช่องเปิดด้วยเทคนิคประทับลายนี้ได้ช่องเปิดบนชั้นฟิลม์ BSG รูปร่างวงกลมขนาดรัศมี 0.44 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.88 มิลลิเมตร โดยโครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ต้นแบบโครงสร้าง LBSF และ SE+LBSF ที่สร้างขนาดไม่ต่ำกว่า 3 cm x 3 cm ด้วยเทคนิคการประทับลายนั้นยังสามารถทำได้ 2 โครงสร้าง ได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์โครงสร้าง SE ที่มีบริเวณความต่างความเข้มข้นของพื้นที่ n / n^{+}-Si / n^{++}-Si ด้านบน พบว่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีโครงสร้างสร้างนี้ จะให้ค่าประสิทธิภาพการแปลงพลังงานที่สูงที่สุด คือ 3.15 % และโครงสร้างที่สองเซลล์แสงอาทิตย์โครงสร้าง LBSF ที่มีบริเวณช่องเปิดชั้นฟิลม์ BSG ด้านหลัง พบว่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความต้านทานไฟฟ้าสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดของชั้นฟิลม์ BSG ด้านหลังที่ 11.4 % ของลวดลายช่องเปิด จะให้ค่าประสิทธิภาพการแปลงพลังงานที่สูงที่สุด คือ 3.04% และโครงสร้างมาตราฐานที่ผลิตในแลปวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์จะอยู่ที่ 2.09 % โดยให้ค่าประสิทธิภาพที่มากกว่า 1.06 % ของโครงสร้าง SE และ 0.95 % ของโครงสร้าง LBSF ตามลำดับ โดยทั้งสองโครงสร้างจะมีประสิทธิภาพมากกว่าโครงสร้างพื้นฐานที่ผลิตในแลปวิจัยและทดลองเซลล์แสงอาทิตย์

ความคุ้มค่าในเรื่องเศรษฐศาสตร์เมื่อคิดเป็นดอลล่าร์สหรัฐ แล้ว มีแนวโน้วที่จะลดลงโดยโครงสร้างมาตรฐานมีต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 0.1631 ดอลล่าร์สหรัฐต่อวัตต์ และโครงสร้างผสมผสาน

SE+ LBSF มีต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 0.1603 ดอลล่าร์สหรัฐต่อวัตต์ โดยการทำให้ประสิทธิภาพที่มากขึ้นเทียบกับตัวโครงสร้างเซลล์มาตราฐานนั้นจะทำให้การลงทุนมีความคุ้มค่าและ สามารถใช้งานได้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคตต่อไป

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ในขั้นตอนกระบวนการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ควรที่จะรักษาความสะอาดทุกกระบวนการเนื่องจากมีการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต

6.2.2 ในการแพร่สารเจือความร้านสูงควรใช้เตาเผาที่มีการควบคุมความดัน และ การให้แก๊สไนโตรเจนในกระบวนการผลิต เพื่อให้เกิดการแพร่อย่างสม่ำเสมอรวดเร็วและไม่มีสิ่งเจือปนบนชั้นฟิลม์ที่ได้จากกระบวนการผลิต

6.2.3 ในการประทับลายด้วย Flash Foam ควรควบคุมปริมาณสารละลายกรดเพื่อประทับลงบนชิ้นงาน เพื่อให้ได้ลวดลายที่คมชัดและสม่ำเสมอ

6.2.4 ในการพิมพ์ลายขั้วไฟฟ้า ควรควบคุมแรงสำหรับการพิมพ์ลาย และความหนืดของกาวโลหะ(Paste) เพื่อให้ได้ลวดลายของขั้วไฟฟ้าที่สม่ำเสมอ

6.2.5 ในการเผาขั้วไฟฟ้าด้วยความร้อนสูงอย่างรวดเร็ว (Fast firing) ควรควบคุมอุณหภูมิให้คงทีในกระบวนการให้ความร้อนสูงอย่างยิ่งยวด