

## 2.1 แผงโซลาร์เซลล์

### 2.1.1 เทคโนโลยีและชนิดของแผง (Monocrystalline, Polycrystalline, N-Type, P-Type)

แผงโซลาร์เซลล์ที่นิยมใช้ในงานวิศวกรรมปัจจุบันถูกพัฒนาขึ้นจากสารกึ่งตัวนำซิลิคอน โดยแบ่งตามโครงสร้างผลึกและเทคโนโลยีการโดปสารกึ่งตัวนำดังนี้:

- **Monocrystalline (โมโนคริสตัลไลน์):** ทำจากซิลิคอนความบริสุทธิ์สูง ผลึกเดี่ยว สังเกตจากมุมเซลล์ที่เป็นสี่เหลี่ยมตัดมุม มีสีเข้ม เขียวเกือบดำ ประสิทธิภาพสูงสุด (ประมาณ 19% - 22%) ทำงานได้ดีแม้ในสภาวะแสงน้อย
- **Polycrystalline (โพลีคริสตัลไลน์):** ทำจากซิลิคอนเหลวมาเทหล่อรวมกันเป็นผลึกรวม สังเกตเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสไม่มีมุมตัด สีน้ำเงินสว่าง ประสิทธิภาพปานกลาง (ประมาณ 15% - 18%) ราคาประหยัดกว่า แต่ปัจจุบันความนิยมลดลงอย่างมากในงานติดตั้งใหม่
- **P-Type vs N-Type (การเปลี่ยนแปลงระดับเทคโนโลยีโมโนคริสตัลไลน์):**
  - **P-Type (เช่น เทคโนโลยี PERC):** แผ่นฐาน (Wafer) ถูกโดปด้วยสารโบรอน (Boron) มีข้อจำกัดคือเกิดปรากฏการณ์ LID (Light Induced Degradation) หรือการเสื่อมสภาพจากการกระตุ้นด้วยแสงในขั้วบิแรกค่อนข้างสูง (ประมาณ 2% - 3%)
  - **N-Type (เช่น เทคโนโลยี TOPCon, HJT):** แผ่นฐานถูกโดปด้วยสารฟอสฟอรัส (Phosphorus) ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดีกว่า ค่า Temperature Coefficient ต่ำกว่า และไม่มีปัญหาเรื่อง LID ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าในระยะยาวสูงกว่าแผง P-Type อย่างชัดเจน

### 2.1.2 การอ่านและวิเคราะห์สเปคแผงจาก Nameplate (Voc, Isc, Vmp, Imp, Pmax)

แผ่นป้ายสเปค (Nameplate) หลังแผงโซลาร์เซลล์ จะระบุค่าทางไฟฟ้าที่ทดสอบภายใต้สภาวะมาตรฐาน STC (Standard Test Conditions) คือ ความเข้มแสง 1,000 W/m<sup>2</sup>, อุณหภูมิเซลล์ 25°C และมวลอากาศ AM=1.5 ค่าสำคัญที่ช่างต้องนำไปใช้ออกแบบมีดังนี้:

- **Pmax (Maximum Power):** กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่แผงผลิตได้ (หน่วย: Watt)
- **Voc (Open-Circuit Voltage):** แรงดันไฟฟ้าขณะเปิดวงจร (ยังไม่ต่อโหลด) เป็นค่าแรงดันที่สูงที่สุดของแผง ใช้สำหรับคำนวณหาจำนวนแผงสูงสุดใน 1 สตริง เพื่อให้แรงดันเกินพิกัดของอินเวอร์เตอร์
- **Isc (Short-Circuit Current):** กระแสไฟฟ้าขณะลัดวงจร เป็นค่ากระแสที่สูงที่สุดของแผง ใช้สำหรับเลือกขนาดพิกัดกระแสของฟิวส์ (Fuse) และเบรกเกอร์ (Breaker)
- **Vmp (Maximum Power Voltage):** แรงดันไฟฟ้าที่จุดผลิตกำลังสูงสุด ใช้สำหรับคำนวณแรงดันรวมของระบบเมื่อต่ออนุกรมว่าสอดคล้องกับช่วง MPPT ของอินเวอร์เตอร์หรือไม่
- **Imp (Maximum Power Current):** กระแสไฟฟ้าที่จุดผลิตกำลังสูงสุด เป็นกระแสใช้งานจริงในระบบเมื่อต่อโหลด

### 2.1.3 มาตรฐานการรับรองและข้อกำหนดการรับประกันแผงโซลาร์เซลล์

- **มาตรฐานสากลที่จำเป็น:** \* IEC 61215: มาตรฐานการทดสอบความคงทนและการทำงานของแผงเทคโนโลยีซิลิคอน (ทนแดด, ทนลูกเห็บ, ทนความชื้น)
  - IEC 61730: มาตรฐานความปลอดภัยของแผงโซลาร์เซลล์ (ป้องกันไฟดูด, ป้องกันการลามไฟ)
- **การรับประกัน (Warranty) แบ่งเป็น 2 ส่วน:**
  1. **Product Warranty (การรับประกันตัวสินค้า):** ประกันความเสียหายจากกระบวนการผลิต เช่น กระจกแตกเอง, กรอบอลูมิเนียมอ้า, กล่อง Junction Box หลุด (ทั่วไปอยู่ที่ 12 - 15 ปี ขึ้นอยู่กับแบรนด์)
  2. **Performance Warranty (การรับประกันประสิทธิภาพ):** ประกันว่าแผงจะเสื่อมสภาพไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด โดยทั่วไปในปีที่ 25 แผงจะต้องผลิตไฟได้ไม่ต่ำกว่า 80% - 85% ของค่า Pmax เริ่มต้น