



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

หลักการพื้นฐานของไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์

โดย

นพดล พริกประสงค์

General Manager

บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ขึ้นอยู่กับความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์ และขนาดของพื้นที่ผิวที่รับแสง พื้นที่ผิวที่ใหญ่ขึ้นจะได้รับพลังงานมากขึ้น

ขนาดกำลังไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ ขึ้นกับพื้นที่รับแสง (Area) และความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Radiation) และช่วงเวลารับแสงต่อวัน ปกติจะคิดค่าชั่วโมงแดดเฉลี่ยทั้งปี ต่อวัน ที่ **5 PSH**

การฉายรังสี หรือความเข้มแสง มีหน่วยวัดเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นผลคูณ ระหว่าง ความเข้มแสงและเวลา มีหน่วยเป็น เป็น Wh/m^2 (วัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร) หรือเป็น kWh/m^2 (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร)

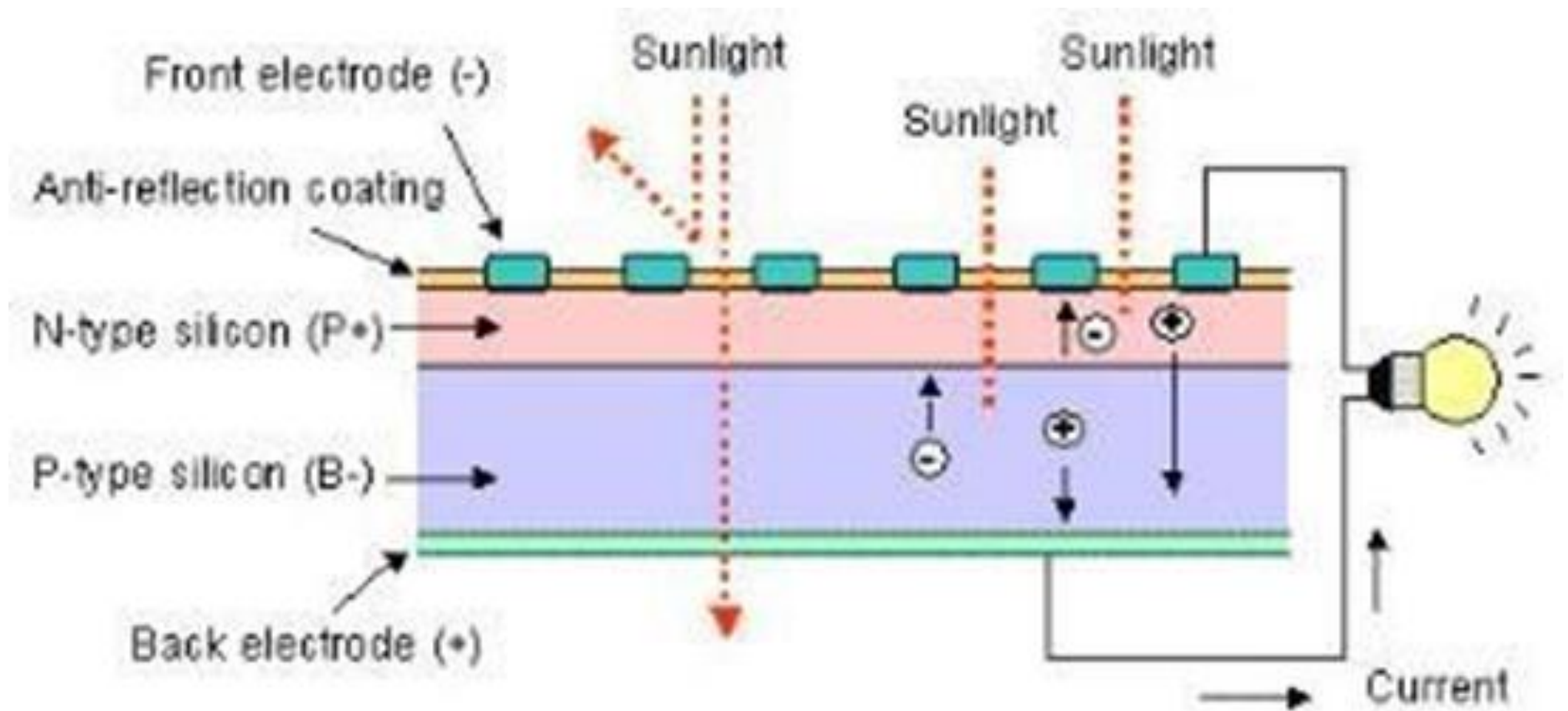


บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

2. เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) ทำด้วยสารกึ่งตัวนำไฟฟ้าฉาบเคลือบด้วยสารเพิ่มประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DC Current)

เมื่อแสง ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงาน กระแทกกับสารกึ่งตัวนำ จะเกิดการถ่ายเทพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า

บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด





บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

ส่วนประกอบหลัก ของเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย

1. Front Electrode อยู่ด้านบนของเซลล์แสงอาทิตย์ ทำหน้าที่ เป็นแถบโลหะ รวบรวมอิเล็กตรอน (-)
2. N Type Silicon เป็นสารกึ่งตัวที่เคลือบสารฟอสเฟต เมื่อรับพลังงานแสง จะทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอน (-)
3. P Type Silicon สารสารกึ่งตัวนำเคลือบสารโบรอน เมื่อรับพลังงานแสง จะทำหน้าที่ให้ โพรตรอน (+)
4. Back Electrode อยู่ด้านล่างของเซลล์แสงอาทิตย์ ทำหน้าที่ เป็นแถบโลหะ รวบรวม โพรตรอน (+)

การเปลี่ยนพลังงานแสง เป็นพลังงานไฟฟ้า

เมื่อพลังงานแสงส่องผ่าน N Type Silicon สารกึ่งตัวนำจะให้อิเล็กตรอนออกมา และจะถูกรวบรวมไว้ที่แถบโลหะ Front Electrode และแสงส่องทะลุผ่านไปยัง P Type Silicon สารกึ่งตัวนำจะให้ โพรตรอน และถูกรวบรวมไว้ที่แถบโลหะ Back Electrode



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

3. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic Panel)

เพื่อต้องการให้เซลล์แสงอาทิตย์ มีกำลัง Watt เพียงพอในการนำไปใช้งาน จำเป็นต้องนำเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆเซลล์มาต่ออนุกรมกัน เพื่อให้เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ยังมีเซลล์จำนวนมากต่อ 1 แผง ก็จะสามารถสร้างกำลัง watt ไฟฟ้าได้มาก เช่น **72 Cell/Panel, 144 Cell/Panel**

ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะถูกประกอบให้มีขนาดมาตรฐาน ประมาณ กว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร หรือ ขนาดโตกว่านี้ หากจำนวนวัตต์ต่อแผงมากกว่า 450 Wp



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

การประกอบแผงจะต้องไม่ให้น้ำ เข้าไปในเซลล์แสงอาทิตย์ได้ กระจกต้องมีความแข็งแรงพอที่จะไม่ได้รับความเสียหายจากภัยธรรมชาติ เช่นลูกเห็บ แผ่น EVA มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้เซลล์เสียหายต้องมีความคงทนต่อสภาพอากาศไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะส่งผลให้เซลล์แสงอาทิตย์รับพลังงานแสงได้น้อยลง

โดยมีส่วนประกอบหลัก ๆ ดังนี้

- กรอบโครงอลูมิเนียมชุบอะโนไดซ์ ป้องกันสนิม
- แผ่นกระจก
- แผ่นฟิล์มพลาสติก EVA
- เซลล์แสงอาทิตย์ PV Cell
- แผ่นฟิล์มพลาสติก EVA
- แผ่นประกบหลัง Back Sheet
- ขั้วต่อสายไฟ ขั้วบวก และ ขั้วลบ



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด





บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

ดังนั้นแผงโซลาร์เซลล์ที่จะนำ มาใช้งานต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน
หลายอย่าง





บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

มาตรฐาน ที่ใช้ควบคุมการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์

สำหรับในประเทศไทยใช้มาตรฐาน

- มอก. 1843-2553 หรือ
- IEC61215 และ IEC61730

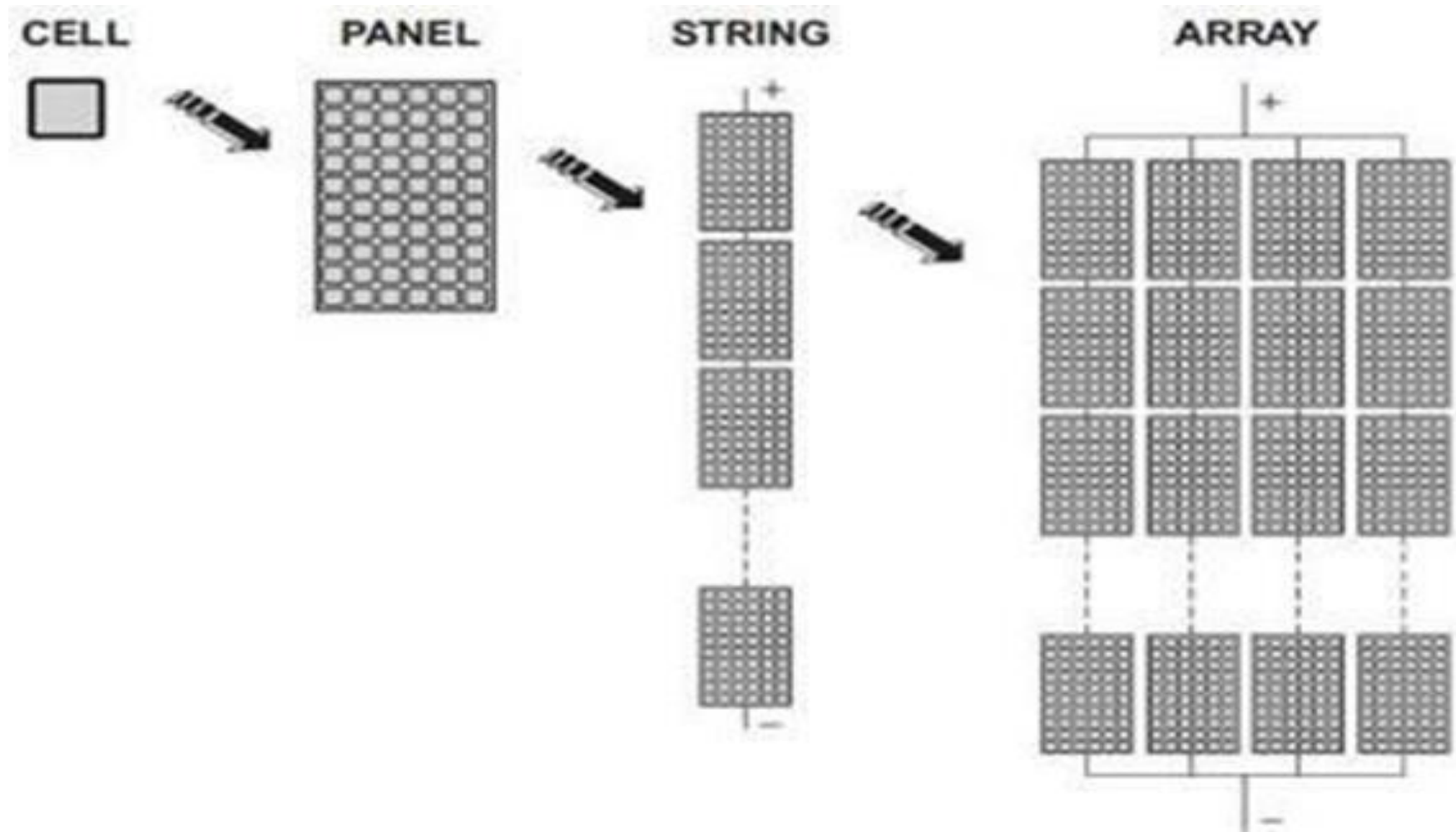


บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

การนำแผงเซลล์มาใช้งาน วิศวกรจะต้องออกแบบฟิวกัด แรงดัน (VDC) และ ฟิวกัดกระแส ADC)ใช้งาน ให้เหมาะสม โดยต้องไม่เกินขีดจำกัดของ MPPT Input ของอินเวอร์เตอร์

- การนำแผงมา**ต่ออนุกรม**กัน เรียกว่า **String**
- การนำแผงแต่ละ String มา**ต่อขนาน**กัน เรียกว่า **Array**
- **การต่ออนุกรม** จะได้**แรงดันเพิ่มขึ้น** กระแสคงที่
- **การต่อขนาน** จะได้**กระแสเพิ่มขึ้น** แรงดันคงที่

บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด





บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

4. ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

ที่พบบ่อยและนำมาใช้ในงานโซลาร์เซลล์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม

1. เซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดผลึก (Crystalline) แบ่งเป็น

- Mono Crystalline Silicon
- Poly Crystalline Silicon

2. เซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดไม่ใช่ผลึก (Non Crystalline)

- Amorphous หรือ Thin Film



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Mono Crystalline

แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบโมโนคริสตัลไลน์เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่เก่าแก่ที่สุด แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้ มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยทั่วไปแล้วแผงชนิดนี้มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ได้ถึงร้อยละ 15-25

ข้อดีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Mono Crystalline

- มีประสิทธิภาพสูงสุดเนื่องจากทำ ผลิตจากซิลิคอนเกรดสูง
- ประหยัดพื้นที่ เนื่องจากแผงชนิดนี้ผลิตพลังงาน สูงสุดจึงใช้พื้นที่จำนวนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับชนิดอื่น ๆ
- มีอายุการใช้งานนานที่สุด ผู้ผลิตแผงเซลล์
- มีแนวโน้มที่จะทำงานได้ดีในสภาพแสงน้อย ซึ่งให้กำลังสูงกว่าแผงเซลล์ แสงอาทิตย์แบบโพลีคริสตัลไลน์ ที่มีพิกัดเดียวกันในสภาพแสงน้อย



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

ข้อเสียของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Mono Crystalline

- มีราคาแพงกว่าแผงทั่วไป
- มีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นในสภาพ อากาศเย็น ประสิทธิภาพลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

2) แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Poly Crystalline (เรียกอีกอย่างว่า Multi crystalline)

แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Poly Crystalline ทำจากซิลิคอนเหมือนกับ Mono Crystalline แต่ชนิดของซิลิคอนที่ใช้ขึ้นบริสุทธิ์

น้อยกว่าแบบ Mon Crystalline เล็กน้อย และถูกหล่อเป็นบล็อกแทนที่จะเป็นรูปผลึกเดี่ยว

ข้อดีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Poly Crystalline

- กระบวนการที่ใช้ในผลิตโพลีคริสตัลไลน์ซิลิคอนนั้นง่ายกว่าและเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า
- ปริมาณของเสียซิลิคอน ในกระบวนการผลิต จะน้อยกว่าแบบโมโนคริสตัลไลน์
- เมื่ออุณหภูมิแผงเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพลดลงน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ Mono Crystalline



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

ข้อเสียของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Poly Crystalline

- ประสิทธิภาพของแผงเซลล์ ต่ำกว่า แบบ Mono Crystalline ซึ่งส่วนใหญ่ อยู่ที่ 10-15% เนื่องจาก ความบริสุทธิ์ของซิลิกอนที่ต่ำกว่า
- ใช้พื้นที่ในการติดตั้งและใช้จำนวนแผงมากกว่า เมื่อเทียบกับแผงแบบ Mono Crystalline ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่จำนวน Watt เท่ากัน
- อายุการใช้งานน้อยกว่า เมื่อเทียบกับแผงแบบ Mono Crystalline



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

5. ปัจจัยในการพิจารณา เพื่อเปรียบเทียบยี่ห้อ ก่อนเลือกซื้อแผงโซลาร์เซลล์

1. ค่า Potential Induced Degradation (PID) PID-Free Solution

ปรากฏการณ์ PID ที่เกิดขึ้นกับแผงโซลาร์เซลล์ชนิดผลึก ส่งผลให้ ประสิทธิภาพของแผงลดลงได้ถึง 30% ดังนั้นแผงโซลาร์เซลล์ที่จะนำมาใช้งานต้องผ่านการทดสอบการต่อต้าน PID

PID นั้นเป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดจากการที่ตัวเซลล์(Cell) อยู่ใกล้กับโครง(frame) ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างเซลล์ กระจก และโครง ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของประจุได้ โดยปกติแล้วบริเวณแผ่นแก้วที่ทำหน้าที่ปกป้องแผงเซลล์แบบราคามาตรฐานนั้นจะมีประจุของโซเดียมที่ต่ำ ซึ่งสามารถเร่งร้อนเดินทางไปได้ในหลายทิศทาง ซึ่งเกิดจากการดึงดูดของประจุลบและบวก ระหว่างวัสดุ กรณีที่เกิดความต่างศักย์เกิดขึ้นระหว่างเซลล์และกระจก จะส่งผลทำให้ไอออนของโซเดียมถูกผลักเข้าไปแทรกซึมในผิวเซลล์และส่งผลทำให้เซลล์ถูกทำลายในที่สุด และส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของแผงต่ำลง และยิ่งสะสมไปนาน ๆ ก็จะทำให้เสื่อมได้ไวกว่าระยะเวลาการรับประกันที่ทางผู้ผลิตบอกมา (เกิดการออกซิเดชันและรัดกั้น)



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

2. Tier Class

Bloomberg ได้จัดกลุ่มผู้ผลิตแผงโซลาร์เซลล์ทั่วโลก โดยแบ่งกลุ่ม ออกเป็น 3 กลุ่มคือ

Tier1 (เทียร์1) จะเป็นโรงงานหรือยี่ห้อที่มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

Tier2 (เทียร์2) เป็นโรงงานขนาดกลาง ที่พอเชื่อถือได้

Tier3 (เทียร์3) เป็นโรงงานที่ไม่แนะนำ เนื่องจากมีความเสี่ยงที่ยี่ห้อนั้น ๆ จะปิดตัวไป ก่อนที่จะครบกำหนดระยะรับประกันของแผงโซลาร์เซลล์



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

TIER 1 MODULE MAKER LIST, Q1 2017

Company/ brand	In-house module capacity (MW/year)
Jinko Solar	6,500
GCL Systems	6,000
Trina	6,000
Canadian Solar	5,800
Hanwha Q Cells	5,550
JA Solar	5,500
Lerri/ Longi	4,500
First Solar	2,200
Risen Energy	3,100
Talesun	2,800
Suntech	2,900
Seraphim	2,100
Chint/ Astronergy	2,000
Eging	2,000
ZNSHine	1,600
SolarWorld	1,500
Renesola	1,500
BYD	1,500
REC Solar	1,300
HT-SAAE	1,200
Solar Frontier	1,050
Phono Solar	1,000
ET Solar	1,000
SunPower	900
Vikram	900
Hyundai Heavy	600
S-Energy	530
Tata	500
AU Optronics	435
Aleo Solar	250
Sharp	210
Winaico	150
Total	73,075

Source: Bloomberg New Energy Finance



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

เกณฑ์มาตรฐานในการจัดกลุ่มของ Bloomberg

1. บริษัท ผู้ผลิตจะต้อง มีโรงงานผลิตแบบครบวงจรเป็นของตนเอง ตั้งแต่ต้นจนจบ กล่าวคือจะต้องมีวงจรการผลิตแผงวงจรของตัวเอง โดยเริ่มจากการผลิตแผ่นซิลิกอน, การทำ Photo electric element และลงท้ายด้วยการประกอบชิ้นส่วนสุดท้ายในแผงโซลาร์เซลล์ รวมทั้งควบคุมคุณภาพในทุกขั้นตอน
(หากโรงงานใด ทำหน้าที่แค่สังชิ้นส่วน ต่าง ๆ จากผู้ผลิตรายอื่นมา แล้วมาประกอบเท่านั้น ซึ่งอย่างนี้ก็จะไม่เข้าหลักเกณฑ์ของ Tier1)
2. บริษัทผู้ผลิต จะต้องใช้ระบบอัตโนมัติ ในการผลิตทุกขั้นตอน ซึ่งทำให้ผลผลิตที่ได้จากระบบอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากหากการใช้แรงงานคนน้อยที่สุด ก็จะทำให้มีการผิดพลาดในสายงานการผลิตน้อยลงไปด้วย



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

3.บริษัทผู้ผลิต จะต้องอยู่ในตลาดแผงโซลาร์เซลล์ ไม่น้อยกว่า 5 ปี เนื่องจากในช่วงระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา ในวงการผลิตแผงโซลาร์เซลล์ มีโรงงานเกิดขึ้นอย่างมากมาย แต่ก็ล้มหาย ตายจาก ไปอย่างมากมายเช่นกัน ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตที่อยู่ได้เกิน 5 ปี ถือว่า ยังมีทุนและคุณภาพที่แข่งขันได้ อีกทั้งตลาดของแผงโซลาร์เซลล์ ต้องเน้นที่เป็นธุรกิจระยะยาว เพราะจะต้องมีการรับประกัน ผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี

4.เป็นบริษัทที่มุ่งเน้น ด้านการวิจัย และพัฒนา (R & D) เป็นอย่างมาก ซึ่งมีการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา ในสัดส่วนที่สูงมาก อีกทั้งมีการจดสิทธิบัตร นวัตกรรมใหม่ของตนเอง เกี่ยวกับกระบวนการผลิตและเทคโนโลยีใหม่อย่างต่อเนื่อง



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

3. ค่าประสิทธิภาพของแผง (Eff.) และค่ากำลังไฟฟ้า (Wp)

- ควรเลือก ยี่ห้อและรุ่น ที่ให้ค่า ประสิทธิภาพสูงและค่ากำลังไฟฟ้าสูง เพื่อประหยัดพื้นที่ในการติดตั้งและลดต้นทุนค่าติดตั้ง
- แต่ไม่ควรเลือกขนาดกำลังวัตต์ต่อแผงสูงเกินไป เพราะราคาและพื้นที่ต่อแผงจะสูงตามด้วย



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

6. ประสิทธิภาพรวมหลังการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพรวม หลังการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

1. ความเข้มของแสง กระแสไฟ (Current) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ซึ่งกระแสที่สูงขึ้น จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่ากำลังไฟฟ้าที่แผงผลิตได้ (W_p) ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก

ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ใช้เงื่อนไข มาตรฐาน STC ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่ง ปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ $1,000 \text{ W}$ ต่อ ตร.เมตร และมีค่ามวลอากาศมาตรฐานเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศา กับพื้นโลกความเข้มของแสง จะมีค่าเท่ากับ 750 W ต่อ ตร.เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 2



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

2. อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจากค่าสถานะ STC จะส่งผลกระทบต่อการค่าแรงดันของแผง แต่กระแสไฟ (Current) จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้า (Volt) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลงเป็นไปตามค่า Temperature Coefficient of VOC และค่า Temperature Coefficient of PMax

ค่า Temp Co eff. Of VOC และค่า Temp Co eff of Pmax ยิ่งต่ำยิ่งดี จะทำให้แรงดันลดลงน้อยกว่าค่าในสภาวะทดสอบมาตรฐานไม่มากนัก (ปกติจะคิดค่าประมาณการณลดลงไม่เกิน 5%) โดยทั่วไปจะเลือกแผงที่มีค่า temp Co eff. Of PMax ที่ไม่เกิน $-0.37\%/C$



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

3. สิ่งสกปรกที่เกาะเคลือบผิวหน้าเซลล์แผงอาทิตย์ เช่น ฝุ่น คราบตะไคร่ของน้ำ มีผลต่อการรับความเข้มแสงอาทิตย์ หากมีสิ่งสกปรก เกาะเคลือบผิวหน้าแผงๆ จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของแผงลดลง ค่า F dirt จะทำให้แผงมีประสิทธิภาพลดลง ประมาณ 1-5%

4. แรงดันตกและขนาดสาย PV Solar ที่เดินเชื่อมต่อกับแผงโซลาร์ไปยังอินเวอร์เตอร์ ขนาดสายที่เล็กเกินไปก็เกิดกระแสของแผง และ ความยาวของสาย ยาวเกินค่ากำหนดของผู้ผลิตสายไฟ จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของแผงลดลง ค่า F Volt Drop จะทำให้แผงมีประสิทธิภาพลดลง ประมาณ 5%

ดังนั้นวิศวกรที่ออกแบบเลือกขนาดสายไฟและพิกัดอุปกรณ์ทางไฟฟ้า จะต้องมีการพิจารณาและ ความชำนาญมากพอควร



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

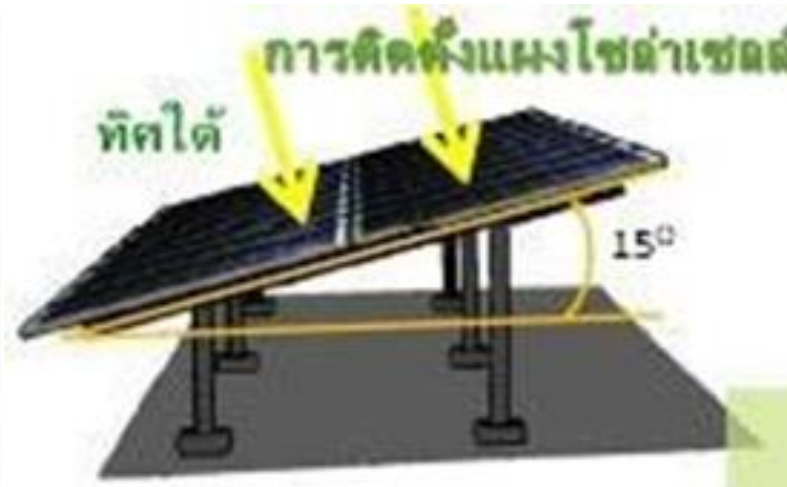
5. ประสิทธิภาพของ อินเวอร์เตอร์ จากผู้ผลิต ค่านี้ จะบอกว่า เมื่ออินเวอร์เตอร์ รับพลังงานไฟฟ้า กระแสตรงจากแผงฯ แล้วแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ จะได้ประสิทธิภาพกี่ % ค่ายิ่งมาก ยิ่งดี โดยปกติจะเลือกใช้ อินเวอร์เตอร์ ที่มีประสิทธิภาพสูงมากกว่า 97%

6. ประสิทธิภาพของ แผงโซลาร์เซลล์จากผู้ผลิต ค่านี้ จะบอกว่า เมื่อแผงโซลาร์เซลล์ รับพลังงาน แสงจากดวงอาทิตย์ (Watt Input) แล้วเปลี่ยนจากพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (Watt Output: Wp) จะได้ประสิทธิภาพกี่ % ค่ายิ่งมากยิ่งดี โดยปกติจะเลือกใช้ แผงที่มี ประสิทธิภาพสูงมากกว่า 18%

บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

7. ทิศและความชันในการติดตั้งแผง

- การติดตั้งแผง ควรติดตั้งหันหน้าแผงรับแสงในทิศใต้
- ความชัน ให้ทำมุมเอียงกับแนวนอน **15-20 องศา** ยกเว้นติดตั้งบนหลังคา อาจใช้องศาเดียวกับหลังคา (5-10 องศา) เพื่อให้ง่ายในการติดตั้งและเพื่อความสวยงาม





บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

8. เงามบดบังแสง

เงาที่บดบังแสงที่ส่องมายังแผง มีผลต่อประสิทธิภาพแผงอย่างมาก เนื่องจาก เซลล์แสงอาทิตย์ ที่นำมาประกอบเป็นแผงเซลล์ จะมีการต่อวงจรเป็นแบบอนุกรม ซึ่งหากมีเงามาบังแสงในบางเซลล์ ก็จะส่งผลกระทบต่อแรงดันและกระแสรวมของวงจรย่อยในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำให้แรงดันรวมและกระแสรวมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง และทำให้ค่า Watt out put ลดลงตามไปด้วย



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

7. ค่าต่าง ๆ ที่ควรทราบ จากเนมเพลทของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

- P_{max} คือค่ากำลังไฟฟ้าจ่ายออกสูงสุดของแผง PV
- V_{oc} คือ ค่าแรงดันสูงสุดของแผง วัดในขณะที่ไม่มีการต่อโหลด
- I_{sc} คือ ค่ากระแสลัดวงจร หากวัดเมื่อนำขั้วบวกและลบมาต่อโดยไม่มีโหลด
- V_{mmp} คือ ค่าแรงดันสูงสุด ณ แผงจ่ายกำลังสูงสุด
- I_{mmp} คือ ค่ากระแสสูงสุด ณ แผงจ่ายกำลังสูงสุด
- STC (Standard Test Condition) เป็นค่าที่วัดในห้องทดสอบที่เงื่อนไข
ความเข้มแสง 1000 W/m^2 , อุณหภูมิแผง 25°C , มวลอากาศ $AM=1.5$

Jäger Plus

HIGH PERFORMANCE
MONOCRYSTALLINE PERC MODULE



G2.3

888

RSM144-6-395M-420M

144 CELL
Mono PERC Module

395-420Wp
Power Output Range

1500VDC
Maximum System Voltage

20.9%
Maximum Efficiency

KEY SALIENT FEATURES



Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing



Industry leading lowest thermal co-efficient of power



Industry leading 12 years product warranty



Excellent low irradiance performance



Excellent PID resistance



Positive tight power tolerance



Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product



Module Imp binning radically reduces string mismatch losses



Warranted reliability and stringent quality assurances well beyond certified requirements



Certified to withstand severe environmental conditions

- Anti-reflective & anti-soiling surface minimise power loss from dirt and dust
- Severe salt mist, ammonia & blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments
- Excellent mechanical load 2400Pa & snow load 5400Pa resistance



ISO9001
ISO14001
OHSAS18001
IEC TS 62941



RISEN ENERGY CO., LTD.

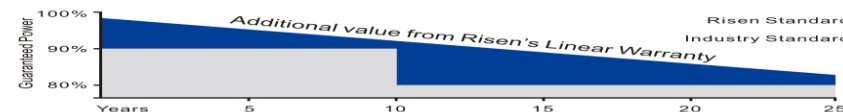
Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, enircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599
E-mail: marketing@risenenenergy.com Website: www.risenenergy.com



risen
solar technology

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY 12 year Product Warranty / 25 year Linear Power Warranty

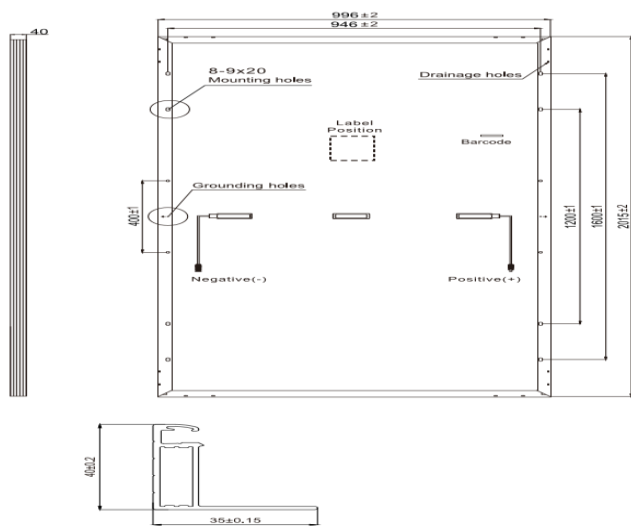


★ Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd

THE POWER OF RISING VALUE

Dimensions of PV Module

Unit: mm



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM144-6-395M	RSM144-6-400M	RSM144-6-405M	RSM144-6-410M	RSM144-6-415M	RSM144-6-420M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	395	400	405	410	415	420
Open Circuit Voltage-Voc(V)	48.45	48.60	48.75	48.90	49.00	49.10
Short Circuit Current-Isc(A)	10.40	10.50	10.60	10.70	10.80	10.90
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	40.35	40.45	40.55	40.65	40.70	40.80
Maximum Power Current-Impp(A)	9.80	9.90	10.00	10.10	10.20	10.30
Module Efficiency (%) ★	19.7	19.9	20.2	20.4	20.7	20.9

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

★ Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM144-6-395M	RSM144-6-400M	RSM144-6-405M	RSM144-6-410M	RSM144-6-415M	RSM144-6-420M
Maximum Power-Pmax (Wp)	295.6	299.3	303.1	306.9	309.2	312.7
Open Circuit Voltage-Voc (V)	44.60	44.70	44.90	44.99	45.63	45.70
Short Circuit Current-Isc (A)	8.53	8.61	8.69	8.77	8.80	8.87
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	37.00	37.05	37.14	37.24	37.30	37.40
Maximum Power Current-Impp (A)	8.00	8.08	8.16	8.24	8.29	8.36

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline, 9BB
Cell configuration	144 cells (6×12+6×12)
Module dimensions	2015×996×40mm
Weight	23kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6063T5, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)270mm, Negative(-)270mm
Connector	Risen Twinseal PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.29%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.37%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	20A
Limiting Reverse Current	20A

PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)	20ft
Number of modules per container	594	270
Number of modules per pallet	27	27
Number of pallets per container	22	10
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	2040×1130×1130	2040×1130×1130
Box gross weight[kg]	670	670

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

©2020 Risen Energy. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

THE POWER OF RISING VALUE



บริษัท อนุรักษ์พลังงาน 2020 จำกัด

ขอบคุณครับ

นพดล พริกประสงค์

โทร 081-3000128

E-mail: noppadon.p@enercons2020.com