คู่มือการติดตั้งโซล่าเซลล์เบื้องต้น

จัดทำโดย

นายวโรรส แก้วประดับ

นายช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชำนาญงาน

ศูนย์วิทยบริการและชุมชนสัมพันธ์ มสธ. เพชรบุรี

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

คำนำ

ตามที่ข้าพเจ้า นายวโรรส แก้วประดับ ตำแหน่ง นายช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชำนาญงาน สังกัด ศูนย์วิทยบริการและชุมชนสัมพันธ์ มสธ.เพชรบุรี ได้รับทุนพัฒนาบุคลากรเพื่อการศึกษาทางไกล**ประเภทรายบุคคล** ประจำปีงบประมาณ 2566 โครงการฝึกอบรม หลักสูตร “การออกแบบติดตั้งและประยุกต์ใช้โซลาร์เซลล์” (30 ชั่วโมง) ในวันที่ 17-20 กรกฎาคม 2566 ณ อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี นั้น

ข้าพเจ้าได้จัดทำคู่มือการติดตั้งโซล่าเซลล์เบื้องต้น เพื่อเสนอแนวคิด และแนะนำแนวทางการเลือกซื้อแผงโซล่าเซลล์ เพื่อทำให้การติดตั้งใช้งานนั้นเหมาะสม และคุ้มค่า ซึ่งในคู่มือกล่าวอย่างง่าย ๆ ให้ครอบคลุมการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

นายวโรรส แก้วประดับ
นายช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชำนาญงาน

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ความหมายของโซล่าเซลล์	1
โซล่าเซลล์ทำมาจากอะไร	2
หลักการทำงานของแผงโซล่าเซลล์	3-6
ชนิดของแผงโซล่าเซลล์	7-10
รูปแบบการต่อแผงโซล่าเซลล์	11-12
ส่วนประกอบของโซล่าเซลล์	
- แผงโซล่าเซลล์	13
- แบตเตอรี่	14
- เครื่องควมคุมการประจุ	15-16
- อินเวอร์เตอร์	17
ระบบโซล่าเซลล์ที่ใช้กันมี 3 ระบบ	
- ระบบออฟกริด	18
- ระบบออนกริด	18
- ระบบไฮบริด	18
ข้อดีและข้อเสียของโซล่าเซลล์	19

ความหมายของโซล่าเซลล์

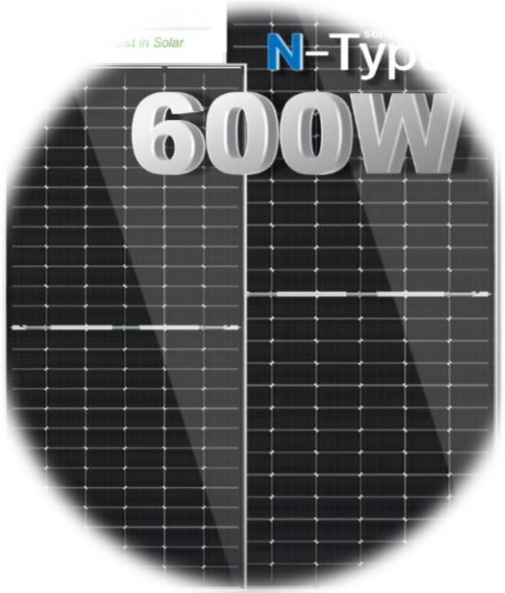
โซล่าเซลล์ (Solar cell) หรือ เซลล์โพโตวอลเทอิก (Photovoltaic cell) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ ที่มีความสามารถในการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบตัวสารกึ่งตัวนำเพื่อเปลี่ยนมาเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC current) ซึ่งเอานำมาใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าทีเราได้ดำเนินการต่อกับระบบโซล่าเซลล์ของเราได้

โดยหลักการทำงานของโซล่าเซลล์ที่อยู่ถูกติดตั้งในแผงของโซล่าเซลล์ นั้นจะเริ่มต้นจากการที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปกระทบกับสารกึ่งตัวนำของโซล่าเซลล์ โดยพลังงานจากแสงอาทิตย์จะทำการถ่ายเทพลังงานให้กับอิเลคตรอนเคลื่อนที่ไปรวมตัวกันที่ขั้วลบของแผงโซล่า และโฮลจะถูกเติมเต็มด้วยอิเลคตรอนจากขั้วบวกของแผงโซ่ล่า ซึ่งจากกระบวนการนี้ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ในที่สุด และสามารถไปใช้งานได้ต่อไป

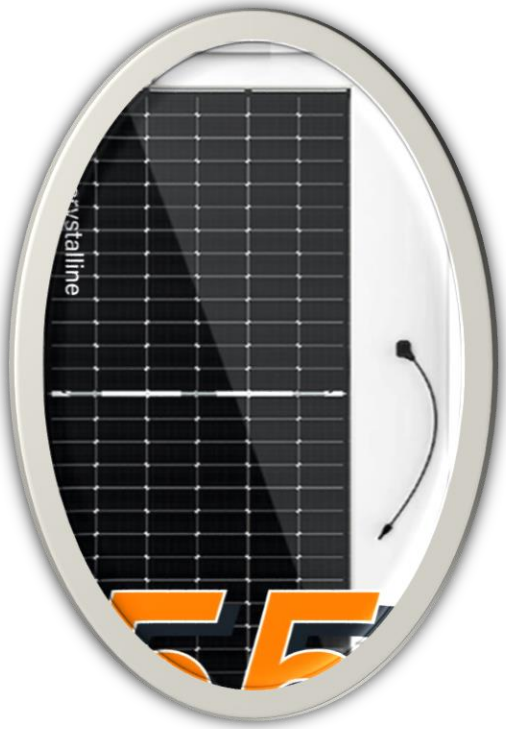
โซล่าเซลล์ทำมาจากอะไร

การผลิตแผงโซลาร์เซลล์ในปัจจุบัน นิยมใช้ซิลิคอน (Si) ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลกมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ เพื่อใช้เป็นวัสดุสำคัญในการผลิตแแผงโซลาร์เซลล์ นอกจากนี้ ยังมีวัสดุอื่นๆ ที่สามารถนำมาผลิตโซลาร์เซลล์ได้ เช่น แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และ คอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น

แผงโซลาร์เซลล์ ประกอบด้วย 2 เลเยอร์ คือ



1) N-Type คือ แผ่นซิลิคอนที่ผ่านกระบวนการโดปปิ้งด้วยสารฟอสฟอรัส ทำให้มีคุณสมบัติเป็นตัวส่งอิเล็กตรอน เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์



2) P-Type คือ แผ่นซิลิคอนที่ผ่านกระบวนการโดปปิ้งด้วยสารโบรอน ทำให้โครงสร้างของอะตอมสูญเสียอิเล็กตรอน (โฮล) เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ จะมีคุณสมบัติเป็นตัวรับอิเล็กตรอน ซึ่งเมื่อนำซิลิคอนทั้ง 2 ชนิด มาประกบต่อกันด้วย p – n junction จึงทำให้เกิดเป็น ”โซลาร์เซลล์”

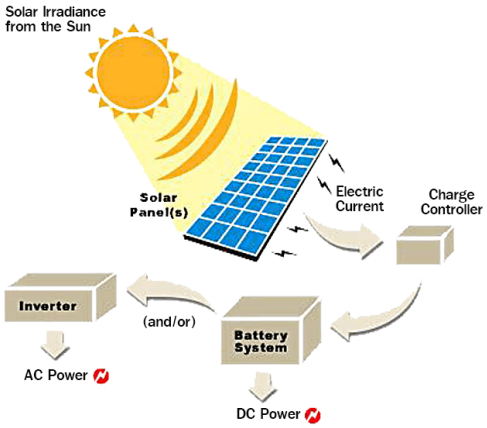
หลักการทำงานของแผงโซล่าเซลล์

หลักการทำงาน ของแผงโซล่าเซลล์ โซล่าเซลล์ เป็นเทคโนโลยีพลังงานทางเลือก ที่ใช้ในการเปลี่ยน พลังงานแสงอาทิตย์ ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โซล่าเซลล์ ถูกประดิษฐ์ขึ้นมาครั้งแรก ในปี ค.ศ.1954 หรือประมาณ 65 ปีที่ผ่านมา โดยนักประดิษฐ์ 3 คน คือ Chapin และ Fuller และ Pearson หลักการทำงาน ของแผงโซล่าเซลล์ โซล่าเซลล์ทำจากซิลิคอนที่ผ่านกระบวนการโดป (doped) หรือกระบวนการทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอน โปรตอนและนิวเครียส จนได้เป็น เอ็นไทป์ (N-Type) ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวส่ง อิเล็กตรอน เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ และ พีไทป์ (P-Type) ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวรับอิเล็กตรอน หลัก ๆ การทำงานของแผงโซล่าเซลล์ เป็นกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง ซึ่งอาศัยการทำงานผ่านปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก คือปล่อยให้แสงเข้ามาตกกระทบและเปลี่ยนเป็นไฟฟ้า โดยการทำงานของโซล่าเซลล์ หรือเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีคุณสมบัติพื้นฐาน 3 ข้อ ได้แก่

1. ดูดซึมแสง เพื่อสร้างคู่อิเล็กตรอน-โฮล หรือเอ็กซิตอน อย่างใดอย่างหนึ่ง
2. การแยกต่างหากของตัวขนส่งประจุที่ต่างชนิดกัน
3. การสกัดการแยกออกจากกันของตัวขนส่งเหล่านั้นออกไปยังวงจรภายนอก

ขั้นตอนการทำงานของระบบโซล่าเซลล์เพื่อนำพลังงานไปใช้

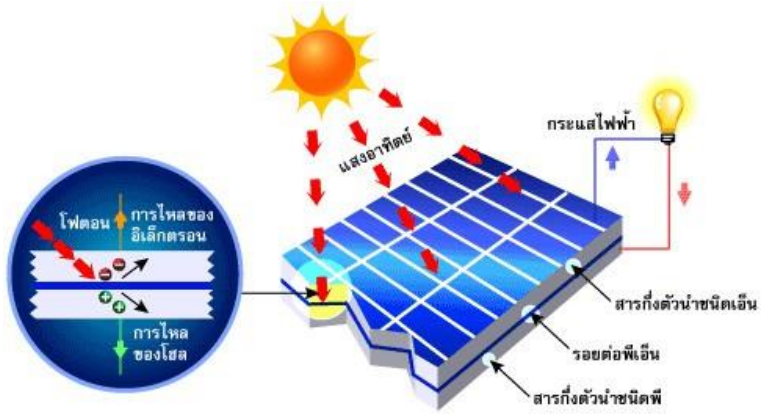
1. แผงโซล่าเซลล์ รับแสงแดด เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า
2. ปรับแรงดันไฟฟ้าที่ได้ให้เป็น 12V ด้วยเครื่องควบคุมประจุ (Solar Charge Controller) เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ กระแสไฟฟ้าที่ได้เป็นกระแสตรง (DC)
3. เก็บสำรองพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ (ในกรณีที่ระบบโซล่าเซลล์เป็นแบบ Off Grid)
4. แปลงไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) เป็นกระแสสลับ (AC) โดยใช้ตัวแปลงกระแสหรืออินเวอร์เตอร์ (Inverter) ทำให้สามารถนำไฟฟ้าที่ได้ไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Load) หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปภายในบ้านได้



โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

โครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัส จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอน จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้น เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว

หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์



เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้น ได้แก่ อิเล็กตรอนและ โฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบ และพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น

ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

1. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystal) หรือ Monocrystalline มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1.1 นำซิลิคอนที่ถลุงได้มาหลอมเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 1400 °C แล้วดึงผลึกออกจากของเหลว โดยลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จนได้แท่งผลึกซิลิคอนเป็นของแข็ง แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ

1.2 นำผลึกซิลิคอนที่เป็นแว่น มาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นภายในเตาแพร่ซึมที่มีอุณหภูมิประมาณ 900-1000 °C แล้วนำไปทำชั้นต้านการสะท้อนแสงด้วยเตาออกซิเดชั่นที่มีอุณหภูมิสูง

1.3 ทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยการฉาบไอโลหะภายใต้สุญญากาศ เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องนำไปทดสอบประสิทธิภาพด้วยแสงอาทิตย์เทียม และวัดหาคุณสมบัติทางไฟฟ้า

2. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกรวม (Polycrystalline) มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

2.1 นำซิลิคอนที่ถลุงและหลอมละลายเป็นของเหลวแล้วมาเทลงในแบบพิมพ์ เมื่อซิลิคอนแข็งตัวจะได้เป็นแท่งซิลิคอนเป็นแบบผลึกรวม แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ

2.2 จากนั้นนำมาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ และทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยวิธีการเช่นเดียวกับที่สร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว

3. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

3.1 ทำการแยกสลายก๊าซไซเลน (Silane Gas) ให้เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอน โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่อง Plasma CVD (Chemical Vapor Deposition) เป็นการผ่านก๊าซไซเลนเข้าไปในครอบแก้วที่มีขั้วไฟฟ้าความถี่สูง จะทำให้ก๊าซแยกสลายเกิดเป็นพลาสมา และอะตอมของซิลิคอนจะตกลงบนฐานหรือสแตนเลสสตีลที่วางอยู่ในครอบแก้ว เกิดเป็นฟิล์มบางขนาดไม่เกิน 1 ไมครอน (0.001 มม.)

3.2 ขณะที่แยกสลายก๊าซไซเลน จะผสมก๊าซฟอสฟีนและไดโบเรนเข้าไปเป็นสารเจือปน เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นสำหรับใช้เป็นโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

3.3 การทำขั้วไฟฟ้า มักใช้ขั้วไฟฟ้าโปร่งแสงที่ทำจาก ITO (Indium Tin Oxide)

4. เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

4.1 ขั้นตอนการปลูกชั้นผลึก ใช้เครื่องมือ คือ เตาปลูกชั้นผลึกจากสถานะของเหลว (LPE; Liquid Phase Epitaxy)

4.2 ขั้นตอนการปลูกชั้นผลึกที่เป็นรอยต่อเอ็นพี ใช้เครื่องมือ คือ เครื่องปลูกชั้นผลึกด้วยลำโมเลกุล (MBE; Molecular Beam Epitaxy)

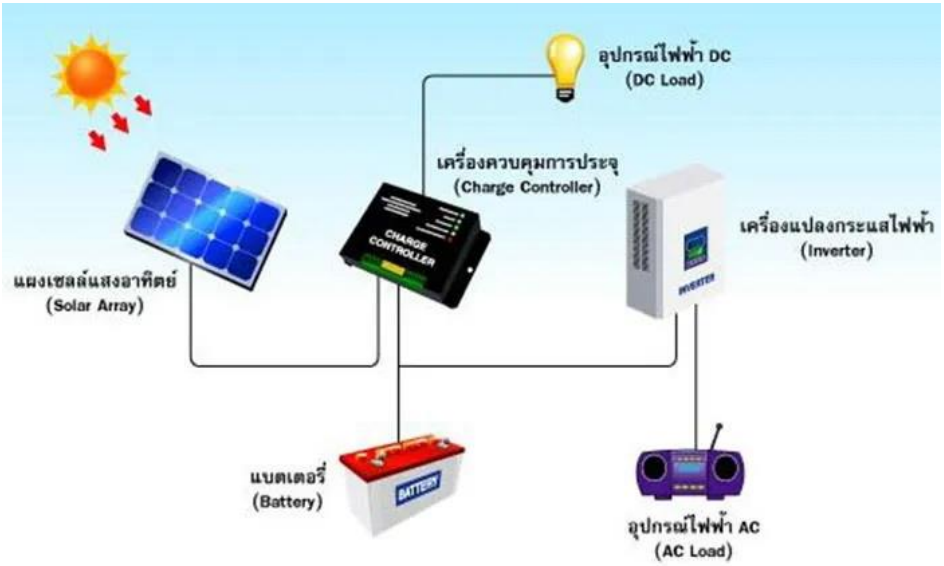
ลักษณะเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์

- ใช้พลังงานจากธรรมชาติ คือ แสงอาทิตย์ ซึ่งสะอาดและบริสุทธิ์ ไม่ก่อปฏิกิริยาที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
- เป็นการนำพลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าและไม่มีวันหมดไปจากโลกนี้
- สามารถนำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่บนโลก และได้พลังงานไฟฟ้าใช้โดยตรง
- ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใดนอกจากแสงอาทิตย์ รวมถึงไม่มีการเผาไหม้ จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะด้านอากาศและน้ำ
- ไม่เกิดของเสียขณะใช้งาน จึงไม่มีการปล่อยมลพิษทำลายสิ่งแวดล้อม
- ไม่เกิดเสียงและไม่มีการเคลื่อนไหวขณะใช้งาน จึงไม่เกิดมลภาวะด้านเสียง
- เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ และไม่มีชิ้นส่วนใดที่มีการเคลื่อนไหวขณะทำงาน จึงไม่เกิดการสึกหรอ
- ต้องการการบำรุงรักษาน้อยมาก
- อายุการใช้งานยืนยาวและประสิทธิภาพคงที่
- มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย เคลื่อนย้ายสะดวกและรวดเร็ว
- เนื่องจากมีลักษณะเป็นโมดูล จึงสามารถประกอบได้ตามขนาดที่ต้องการ

ช่วยลดปัญหาการสะสมของก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ฯลฯ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจำพวกน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก ทำให้โลกร้อนขึ้น เกิดฝนกรด และอากาศเป็นพิษ ฯลฯ

อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้



ชนิดของแผงโซล่าเซลล์

แผงโซล่าเซลล์ มีกี่ชนิด ต่างกันอย่างไร

แผงโซล่าเซลล์แบ่งออกเป็น 5 ชนิด แต่ละชนิด ความแตกต่าง ข้อดีและเสียแตกต่างกันไป

1. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells)

แผงโซล่าเซลล์ ชนิดที่ทำมาจาก ผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า single crystalline (single-Si) สังเกตุค่อนข้างง่ายกว่าชนิดอื่น เพราะจะเห็นแต่ละเซลล์ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสีเข้ม

แผงโซล่าเซลล์ ชนิดที่ทำมาจาก ผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า single crystalline (single-Si) สังเกตุค่อนข้างง่ายกว่าชนิดอื่น เพราะจะเห็นแต่ละเซลล์ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสีเข้ม

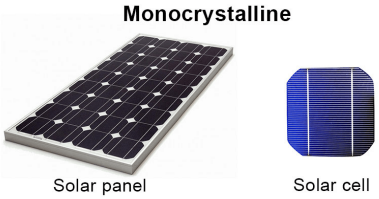
แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ นั้น เป็นชนิดที่ทำมาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยเริ่มมาจากแท่งซิลิคอนทรงกระบอก อันเนื่องมาจาก เกิดจากกระบวนการ กวนให้ผลึกเกาะกันที่แกนกลาง ที่เรียกว่า Czochralski process จึงทำให้เกิดแท่งทรงกระบอก จากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยม และลบมุมทั้งสี่ออก เพื่อที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และลดการใช้วัตถุดิบโมโนซิลิคอนลง ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์หน้าตาเป็นอย่างที่เห็นในแผงโซล่าเซลล์

ข้อดี

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผลิตมาจาก ซิลิคอนเกรดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20%
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงสุด เพราะว่าให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่น้อยที่สุดในการติดตั้งแผงโซลล่าเซลล์ชนิดนี้ โมโนคริสตัลไลน์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่า ของชนิด ฟิล์มบางหรือ thin film
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากว่าชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสีย

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วย แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิด thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่า
- ถ้าหาก แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีความสกปรก หรือถูกบังแสงในบางส่วนของแผง อาจทำให้วงจร หรือ inverter ไหม้ได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป



2. แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)

แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เป็นแผงโซล่าเซลล์ชนิดแรก ที่ทำมาจากผลึกซิลิคอน โดยทั่วไปเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์ (polycrystalline,p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (multi-crystalline,mc-Si) โดยในกระบวนการผลิต สามารถที่จะนำเอา ซิลิคอนเหลว มาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่หลี่ยมได้เลย ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม สีของแผงจะออก น้ำเงิน ไม่เข้มมาก

ข้อดี

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึง ใช้ปริมาณซิลิคอนในการผลิตน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ในที่อุณหภูมิสูง ดีกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เล็กน้อย
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

ข้อเสีย

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่า เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีสีน้ำเงิน ทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และชนิด thin film ที่มีสีเข้ม เข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น หลังคาบ้านได้ดีกว่า

3. แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells)

แผงโซล่าเซลล์ อะมอร์ฟัส เป็นหนึ่งในหลายชนิด ของแบบฟิล์มบาง หลักการโดยทั่วไปของการผลิตโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell, TFSC) คือ การนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า มาฉาบเป็นฟิล์มหรือชั้นบางๆ ซ้อนกันหลายๆชั้น จึงเรียก โซล่าเซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง หรือ thin film ซึ่งสารฉาบที่ว่านี้ก็มีด้วยกันหลายชนิด ชื่อเรียกของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางจึงแตกต่างกันออกไป

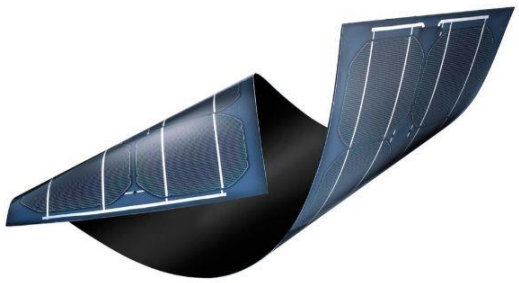
ด้านประสิทธิภาพของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางนั้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ แต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีเพียงประมาณ 5% เท่านั้น ที่ใช้แผงโซล่าเซลล์ ที่เป็นแบบชนิดฟิล์มบาง

ข้อดี

- แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง มีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่า ชนิดผลึกซิลิคอน
- ในที่อากาศร้อนมากๆ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีผลกระทบน้อยกว่า
- ไม่มีปัญหาเรื่อง เมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้
- ถ้าคุณมีที่เหลือเฟือ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง ก็เป็นทางเลือกที่ดี

ข้อเสีย

- แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่ำ
- แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำ
- สิ้นเปลืองค่าโครงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สายไฟ
- ไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้าน เพราะมีพื้นที่จำกัด
- การรับประกันสั้นกว่าชนิด ผลึกซิลิคอน



4. แผงโซล่าเซลล์แบบฮาร์ฟคัทเซลล์ (Half-cut cells)

Half-cut cells คือ แผงโซล่าเซลล์ที่ผลิตมาจากซิลิกอนมีทั้งแบบผลึกเดียว (แผงโมโน) และผลึกรวม (แผงโพลิ) แต่จะแตกต่างกันตรงที่เซลล์ภายในแผง ซึ่งทั่วๆ ไปเซลล์ที่อยู่ในแผงนั้นจะเป็นเซลล์เต็ม (Full Cell) แต่ Half-cut cells จะมีการตัดเซลล์เต็มนั้นออกเป็น 2 ส่วน

จุดเด่นของแผงโซล่าเซลล์ แบบ Half-cut cells

- ความต้านทานต่ำ เนื่องจากเซลล์มีขนาดเล็ก มีกระแสต่ำ ส่งผลให้ประสิทธิภาพสูง
- ความร้อนที่แผงต่ำ เนื่องการกำลังการผลิตต่ำ ส่งผลให้อายุการใช้งานยาวนานขึ้น
- สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้แม้มีแสงส่องแค่บางส่วนของแผง เนื่องจากมีแผงที่ผลิตได้ทั้งด้านบนและล่าง

5. แผงโซล่าเซลล์แบบ ไบเฟเชี่ยวโซล่า (Bifacial Solar Panal)

โดยปกติแล้วแผงโซล่าเซลล์ทั่วไปจะรับแสงและผลิตพลังงานได้เพียงด้านเดียวคือด้านหน้าเท่านั้นแต่แผงโซล่าเซลล์ไบเฟเชี่ยว Bifacial Solar Panelสามารถรับแสงและผลิตแสงได้ทั้ง 2 ด้าน พลังงานด้านหน้าก็จะรับแสงโดยตรงส่วนพลังงานด้านล่างหรือด้านหลังก็จะอาศัยแสงที่มันจะสะท้อนกลับมาการใช้งานส่วนมากที่เห็นโดยทั่วไปได้แก่ หลังคาโรงจอดรถ กลางทะเลทราย

ข้อดีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ bifacial คือสามารถแปลงทั้งแสงอาทิตย์โดยตรงและแสงสะท้อนจากพื้นผิวด้านหน้าและด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตพลังงานมากขึ้นในขณะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานสามารถใช้แสงโดยตรงจากพื้นผิวด้านหน้าของแผงเท่านั้น เทคโนโลยี Bifacial ได้รับการพัฒนาในปี 1970 มีส่วนแบ่งการตลาดเพียงเล็กน้อยเนื่องจากต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงและโครงสร้างกระจกสองชั้นมีน้ำหนักมากขึ้น แต่ทุกวันนี้เมื่อเทคโนโลยี bifacial ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ กระบวนการใหม่สำหรับการผลิตเซลล์สุริยะแบบสองชั้นบนพื้นฐานของเทคโนโลยี PERC ที่ได้รับความนิยมซึ่งทำให้เทคโนโลยีเซลล์สองทางมีความคุ้มค่าและเหมาะสมสำหรับการผลิตทางอุตสาหกรรม โมดูล bifacial ของคนรุ่นใหม่นี้จากแผงโซลา 10 อันดับแรกที่ผลิตทั่วโลกนั้นมีให้เลือกเป็นโมดูลแก้วแก้วที่มี 60 หรือ 72 เซลล์ bifacial หรือโมดูล backsheet แก้ว / ใสที่มี 60 หรือ 72 เซลล์ bifacial สร้างพลังงานทั้งสอง ด้านข้างและผลผลิตพลังงานเพิ่มเติมขนาดของการเพิ่มขึ้นนี้ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายใต้โมดูลและความสูงในการติดตั้งของระบบพลังงานแสงอาทิตย์

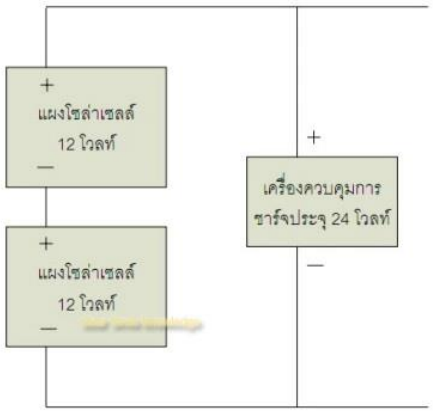
รูปแบบการต่อแผงโซล่าเซลล์

การต่อแผงโซล่าเซลล์หลายแผงเข้าด้วยกัน

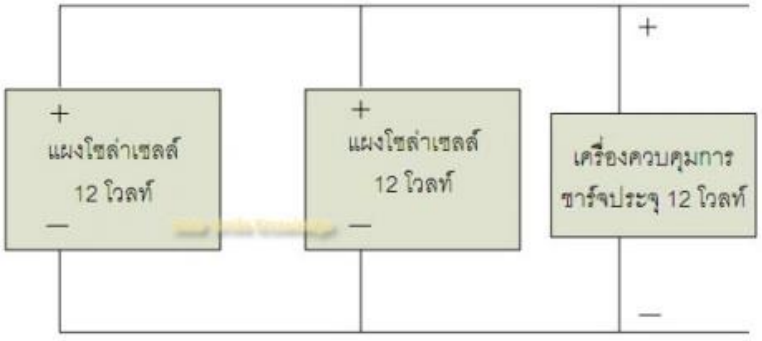
โดยปกติแล้วการต่อแผงโซล่าเซลล์เข้าด้วยกันนั้น จะต้องรู้ก่อนว่าขนาดของระบบที่เราออกแบบมาจะใช้งานที่แรงดันไฟฟ้าเท่าไรให้สอดคล้องกับกำลังไฟฟ้าที่จะใช้งาน *(แนะนำการเลือกใช้งานแรงดันระบบ)* โดยทั่วไปแล้วจะใช้ที่แรงดัน 12 , 24, 48และ 120 โวลท์เป็นหลัก ดังนั้นการต่อแผงโซล่าเซลล์จะต้องเลือก เครื่องควบคุมการชาร์จ แบตเตอรี่ และโหลดให้มีความสอดคล้องร่วมกันด้วย

การต่อแผงโซล่าเซลล์มีอยู่สองแบบด้วยกัน

1.) การต่อแบบอนุกรม – คือนำขั้วบวกของโซล่าเซลล์แผงหนึ่งมาต่อกับขั้วลบอีกแผงหนึ่งไปเรื่อยๆ จนได้แรงดันตามระบบที่ออกแบบไว้ การต่อแบบอนุกรมนี้จะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแต่กระแสในระบบจะเท่าเดิม ตัวอย่าง ถ้ามีโซล่าเซลล์แรงดัน 12 โวลท์ กระแส 2.5 แอปม์*2แผง มาต่ออนุกรมกันจะได้แรงดันรวมอยู่ที่ 24 โวลท์และกระแสรวม 2.5แอมป์



2.) การต่อแบบขนาน – คือนำขั้วบวกของโซล่าเซลล์แผงหนึ่งไปต่อกับขั้วบวกของโซล่าเซลล์อีกแผงหนึ่ง และนำขั้วลบแผงหนึ่งไปต่อกับขั้วลบอีกแผงหนึ่ง การต่อแบบนี้จะทำให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแต่แรงดันเท่าเดิม ตัวอย่างถ้ามีแผงโซล่าเซลล์ตามสเปคข้างบน 2 แผงนำมาต่อแบบขนานจะได้แรงดันรวมของระบบ 12 โวลท์และกระแสไฟฟ้ารวม 5 แอมป์(2.5แอมป์*2)



สังเกตุว่าการต่อแผงโซล่าเซลล์ทั้งสองแบบนี้ จะได้ค่าของกำลังไฟฟ้าออกมาเท่ากันคือ (24V*2.5A) หรือ (12V*5A) = 60 วัตต์(ตัวอย่างแผงที่ยกมา โซล่าเซลล์หนึ่งแผงจะมีกำลังไฟฟ้า 30 วัตต์)ตามสูตรพื้นฐานไฟฟ้าง่ายๆคือ P=V*I โดย P=กำลังไฟฟ้า(วัตต์), V=แรงดันไฟฟ้า(โวลท์) , I=กระแสไฟฟ้า(แอมป์)

ถ้าระบบที่เราจะนำแผงโซล่าเซลล์ไปต่อเป็นแบบแยกเดี่ยวที่ต่อตรงเข้ากับแบตเตอรี่และโหลดกระแสตรงเลย เราจะต้องต่อแผงโซล่าเซลล์ให้มีแรงดันรวมที่ผลิตออกมาจากแผงมากกว่าแรงดันของแบตเตอรี่ประมาณ1.4-1.5เท่า โซล่าเซลล์ถึงจะชาร์จประจุเข้า เช่นแบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้า 12 โวลท์ จะต้องมีแรงดันจากแผงโซล่าเซลล์ประมาณ 16.8-18โวลท์(Vmp)

แต่ถ้า*ระบบที่เราออกแบบเป็นแบบต่อร่วมกับเครื่องควบคุมการชาร์จ* ให้เราต่อแผงโซล่าเซลล์ให้มีแรงดันใกล้เคียงกับสเปคของตัวเครื่องควบคุมการชาร์จได้เลย

เมื่อรู้วิธีการต่อแผงโซล่าแล้ว การเลือกแรงดันระบบก็ถือเป็นอีกสิ่งที่ต้องรู้เพื่อจะทำให้ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก

ข้อควรระวัง

การต่อแผงโซล่าเซลล์แบบอนุกรมควรระวังอย่าให้มีเงามาตกกระทบบดบังแสงที่จะส่งไปยังแผงโซล่าเซลล์ เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมทั้งหมดของระบบลดลงหรือถึงขั้นไฟฟ้าไม่สามารถผลิตขึ้นได้ เปรียบเหมือนกับท่อน้ำที่ถูกตัดระหว่างทางทำให้ไม่สามารถส่งน้ำไปยังปลายทางได้ ทั้งนี้สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการต่อบายพาสไดโอดขนานกับแผงหรือการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ให้หลีกเลี่ยงเงาที่จะตกกระทบลงบนแผง

นอกจากนี้ การต่อแผงโซล่าเซลล์ในระบบเข้าด้วยกัน จะต้องเลือกแผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์โดยรวมให้มีขนาดเหมาะสม มิฉะนั้นแล้วจะทำให้อุปกรณ์ระบบเกิดความเสียหายหรือผลิตไฟฟ้าได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายต่างๆเพิ่มเติมตามมาอีกมากมาย

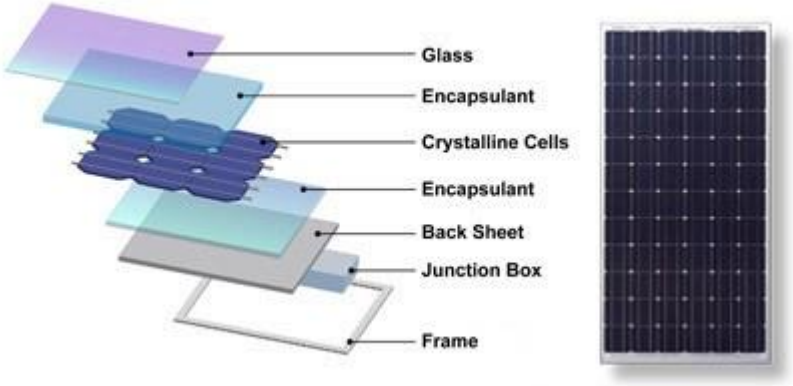
ส่วนประกอบของโซล่าเซลล์

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยอะไรบ้าง

1. **แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Array)**

แผงโซล่าเซลล์ Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า **Photovoltaic** โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี ค.ศ. 1959 ดังนั้น สรุปได้ว่า **แผงโซล่าเซลล์** คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

แผงโซล่าเซลล์ (Solar Module) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด (Solar Array) เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการต่อกันแบบขนาน จะเพิ่มพลังงานไฟฟ้า หากสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ก็จะมีผลให้ปริมาณของค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดในหนึ่งวันไม่เท่ากันด้วย รวมถึงอุณหภูมิก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หากอุณหภูมิสูงขึ้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะลดลง



2. แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่มี 4 ชนิดได้แก่

2.1 แบตน้ำ (Flood) คือ แบตที่ใช้กันทั่วไป ที่คุ้นๆ กันคือแบตเตอรี่รถยนต์ ที่ต้องเติมน้ำกลั่น ราคาถูก เมื่อก่อนสมัยที่โซล่าเซลล์ พึ่งเข้ามาใหม่ๆ ได้ใช้แบตน้ำ สามารถทำให้ระบบทำงานได้ แต่ก็ไม่ประสบผลสำเร็จมากนัก เพราะเนื่องจากแบตเตอรี่ต้องเติมน้ำกลั่นทุกสัปดาห์ ทำให้เวลาที่ติดตั้งแล้วการที่จะเติมน้ำกลั่นที่เสาไฟถนนโซล่าเซลล์เป็นเรื่องที่ยาก ยิ่งจำนวนเสาไฟถนนโซล่าเซลล์เยอะ ยิ่งมีความลำ บากไปอีก

2.2 เจล (Gel) คือ แบตเตอรี่ที่เป็นระบบปิด ไม่มีการถ่ายเทอากาศ และไม่ต้องการการดูแลหรือการเติมน้ำกลั่น ทำให้ช่วงนึงมีการใช้กันมากขึ้น ตามทฤษฎี เพื่อลดปัญหาการรั่วไหลของน้ำกลั่นออกจากแบตเตอรี่ ทำให้มีข้อเสียในเรื่องของการใช้งานที่ไม่อาจเทียบได้กับแบตเตอรีชนิดตะกั่ว (Lead) แต่จากการทดสอบประสิทธิภาพแล้วก็พอๆกับแบตเตอรี่แบบตะกั่ว และราคายังถูกกว่าอีกด้วย

2.3 ตะกั่ว (Lead) คือ แบตเตอรี่ที่เป็นระบบปิดเหมือนกับแบตเตอรี่เจล (Gel) รู้จักกันในชื่อแบตเตอรี่กรดตะกั่ว,ตะกั่วกรด (Lead acid) ที่ตอนนี้ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีความทดทานสูง การดูแลรักษาทำได้ง่าย เนื่องจากแบตเตอรี่ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นแล้ว หากซื้อมาแล้วไม่ได้ใช้งานต้องอัดประจุแบตเตอรี่ซ้ำทุก 3 เดือนทำให้สามารถเก็บแบตเตอรี่ไว้ได้นาน

2.4 ลิเธียม (Lithium) คือ แบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แบ่งเป็น 2 แบบ 1.)แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery) 2.)แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate)(LiFePO4)

- แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery) เป็นแบตเตอรี่ที่ค่าการจ่ายไฟที่แรง และคงที่ มีระยะเวลาการชาร์จประจุไฟจนเต็มได้ไวกว่า ราคาก็แพงกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่นเช่นกัน

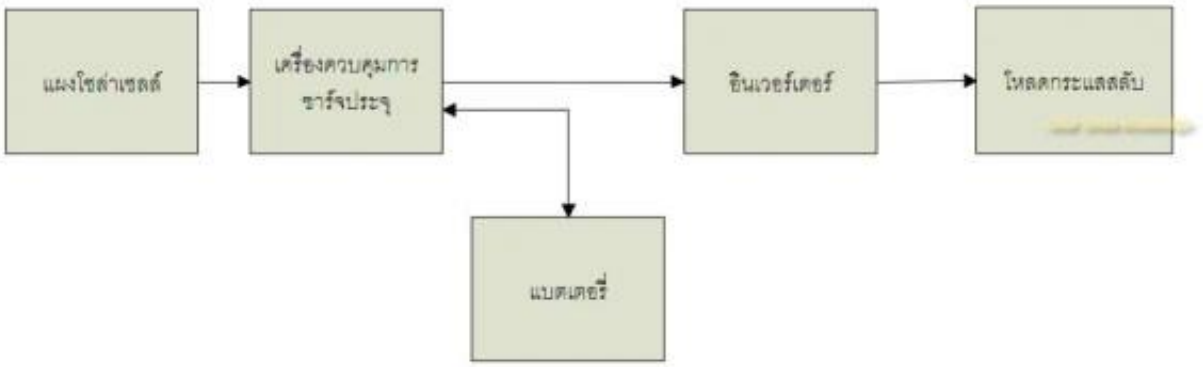
- แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate)(LiFePO4) เป็นแบตเตอรี่ที่พัฒนามาจากแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery) ทนต่อความร้อนที่เกิดจากปฏิกริยาเคมี ซึ่งสามารถให้พลังงานที่สูงกว่า ไม่เป็นพิษ มีอายุการใช้งานที่มากกว่าแบตเตอรี่รุ่นเก่า ราคาจึงสูง

3. เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller)

แผงโซล่าเซลล์ทำงานผลิตไฟฟ้ากระแสตรงออกมา ถ้าระบบที่ออกแบบมีการต่อพ่วงกับแบตเตอรี่ด้วย ในบางครั้งแสงที่ตกกระทบแผงโซล่าเซลล์อาจจะไม่สม่ำเสมอกันตลอดทั้งวันจึงทำให้กระแสและแรงดันที่ผลิตได้จากแผงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาบางช่วงก็สูงบางช่วงก็ต่ำทำให้แรงดันและกระแสไฟฟ้าไม่คงที่ ดังนั้นการชาร์จประจุไฟฟ้าของแผงโดยตรงกับแบตเตอรี่จึงไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรและที่สำคัญคือจะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่จะสั้นในลงอีกด้วยเพราะแรงดันที่ผลิตจากแผงโซล่าเซลล์บางครั้งก็สูงเกินกว่าค่าแรงดันที่จะทำการชาร์จแบตเตอรี่

เครื่องควบคุมการชาร์จจึงถูกออกแบบมาเพื่อทำให้การชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่นั้นมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังป้องกันการเสียหายที่เกิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ที่มีแรงดันสูงเกินไปอีกด้วย

การทำงานของเครื่องควบคุมการชาร์จ



เครื่องควบคุมการชาร์จจะต่อระหว่างแผงโซล่าเซลล์กับแบตเตอรี่และโหลด(ตามรูป) ทำงานโดยจะดูว่าแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่อยู่ในระดับใด ถ้าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ตัวเครื่องควบคุมการชาร์จจะทำการปลดโหลดออกจากระบบโดยทันที(Load disconnect)เพื่อป้องกันการคลายประจุของแบตเตอรี่ที่มากเกินไปและอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็วขึ้น ส่วนใหญ่จะตั้งค่าแรงดันการปลดโหลดไว้ที่ประมาณ 11.5 โวลท์สำหรับแรงดันระบบที่ 12 โวลท์ นอกจากนี้เครื่องควบคุมการชาร์จก็จะต่อการทำงานของโหลดใหม่(Load reconnect) ถ้าแบตเตอรี่มีค่าแรงดันที่เพิ่มขึ้นตามที่ตั้งไว้ เช่นค่าจะตั้งไว้ที่ 12.6โวลท์สำหรับแรงดันระบบ 12 โวลท์เป็นต้น

ส่วนแรงดันในการชาร์จแบตเตอรี่โดยทั่วไป(Regulation Voltage)จะมีค่า 14.3 โวลท์สำหรับระบบ 12 โวลท์ เมื่อแบตเตอรี่ชาร์จจนเต็ม ถ้าปล่อยแบตเตอรี่ทิ้งไว้แรงดันของแบตเตอรี่จะลดลง ดังนั้นเครื่องควบคุมการชาร์จจะชาร์จรักษาระดับแรงดันในแบตเตอรี่ให้คงที่อยู่เสมอ(Float Voltage) มีค่า 13.7 โวลท์ สำหรับระบบ 12 โวลท์

เครื่องควบคุมการชาร์จโดยทั่วไปจะทำงานแบบเพาล์วิทมอดูเลชั่น(Pulse Width Modulation – PWM) คือใช้ลูกคลื่นไฟฟ้าในช่วงสั้นในการชาร์จประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ นอกจากนี้ยังมี*เครื่องควบคุมการชาร์จแบบเอ็มพีพีที*ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเครื่องควบคุมการชาร์จแบบปกติอีกด้วย เมื่อนำมาต่อเข้ากับระบบแล้วจะทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเพราะแบตเตอรี่ทำการเก็บและจ่ายประจุไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้ผลิตบางรายอ้างว่าเมื่อใช้ เครื่องควบคุมการชาร์จแบบเอ็มพีพีทีจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ที่จะส่งไปยังแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นถึง 40 เปอร์เซนต์ ซึ่งก็อาจจะเป็นไปได้เมื่อแบตเตอรี่มีค่าแรงดันต่ำหรือแสงแดดในวันนั้นมีค่าเข้มแสงไม่มาก

ข้อควรระวัง!

- ไม่ควรเลือกขนาดของเครื่องควบคุมการชาร์จใหญ่เกินกว่าที่ระบบต้องการ เพราะนอกจากจะทำให้ประสิทธิภาพในการชาร์จได้ไม่เต็มเม็ดเต็มหน่วยแล้ว ยังต้องเสียเงินซื้อเครื่องควบคุมการชาร์จราคามากเกินความจำเป็นด้วย
- ควรเลือกเครื่องควบคุมการชาร์จให้รองรับกับแรงดันระบบที่เลือกใช้เช่น แรงดันระบบ 24 โวลท์ควรเลือกเครื่องความคุมการชาร์จที่รองรับแรงดัน 24 โวลท์
- ควรเลือกขนาดกระแสของเครื่องควบคุมการชาร์จให้เหมาะสมกับขนาดรวมของแผงโซล่าเซลล์มิฉะนั้นอาจทำให้เครื่องควบคุมการชาร์จหรือแบตเตอรี่เสียหายได้

4. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จาก แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด และ Modified Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่เป็น Electronic ballast

ประโยชน์ของอินเวอร์เตอร์ คือใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับสำรอง เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับหลักเกิดขัดข้องขึ้น (Uninteruptible Power Supplie (UPS)) เป็นระบบไฟฟ้าสำรอง สำหรับอุปกรณ์ที่สำคัญๆ อย่างคอมพิวเตอร์ เมื่อแหล่ง จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับหลักเกิดขัดข้อง Transfer Switch จะต่ออุปกรณ์เข้ากับ Inverter จ่ายไฟกระแสกลับให้แทน โดยแปลงจากแบตเตอรี่ที่ประจุไว้ จากนั้นจะใช้ควบคุมความเร็วของมอร์เตอร์กระแสสลับ โดยการเปลี่ยนความถี่ เมื่อความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนแปลงความเร็วของมอร์เตอร์จะเปลี่ยนแปลงตามสมการ N=120f/N โดยที่ N=ความเร็วรอบต่อนาที, f=ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อวินาที และ P=จำนวนขั้วของมอร์เตอร์ โดยการใช้Inverterแปลงไฟฟ้าจากระบบส่งกำลังไฟฟ้าแรงสูงชนิดกระแสตรง ให้เป็นชนิดกระแสสลับเพื่อจ่ายให้กับผู้ใช้ ซึ่งความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ เปลี่ยนแปลงไปก็มีผลทำให้มอเตอร์มีความเร็วเปลี่ยนแปลงได้ด้วย แต่เมื่อทำการเปลี่ยนความถี่ โดยให้แรงดันคงที่มีผลทำให้เกิดฟลักส์ แม่เหล็กเพิ่มมากขึ้นจนอิ่มตัว ซึ่งอาจทำให้มอเตอร์ ร้อนจนเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องทำการเปลี่ยน แรงดันควบคู่ไปกับความถี่ด้วย

ระบบโซล่าเซลล์

ระบบโซล่าเซลล์ (Solar cell system) โดยทั่วไประบบโซล่าเซลล์ ที่เราใช้กันอย่างแพร่หลายนั้นมีอยู่ 3 ระบบ คือ On grid, Off grid และ Hybrid

1. **ระบบโซล่าเซลล์ประเภท On grid**

เป็นการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ที่มีการเชื่อมต่อกับ Grid หรือระบบไฟฟ้าของภูมิภาคหรือไฟฟ้านครหลวง ซึ่งระบบที่นิยมและค่าใช้จ่ายไม่สูง เนื่องจากระบบนี้ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ Battery ในการสำรองไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ โดยรูปแบบการต่อแผงโซล่าเซลล์จะได้ไฟฟ้ากระแสตรงมา ดำเนินการต่อผ่าน Inverter เพื่อทำการแปลงไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ เพื่อใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อไปในบ้านหรือโรงงาน แต่ที่ Inverter และ Switch boarder นั้นจะมีการต่อกับ Grid ของการไฟฟ้า นั้นหมายความว่าพลังงานที่โซล่าเซลล์ผลิตได้เพียงพอกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านหรือโรงงานต้องการ ก็จะไม่จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าจาก Grid ของการไฟฟ้า ในทางกลับกันถ้าไม่เพียงพอระบบจะทำการดึงไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาช่วยจ่ายให้ได้โดยอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามระบบนี้แม้จะประหยัดเงินลงทุน แต่จะสามารถใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากโซล่าเซลล์ได้เพียงช่วงเวลากลางวัน หรือวันที่แดดแรงเท่านั้น และในระหว่างวันโซล่าเซลล์อาจจะไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างเต็มที่ จะต้องมีการนำดึงไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาจ่ายให้อุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านและโรงงาน

2. **ระบบโซล่าเซลล์ประเภท Off grid**

ระบบโซล่าเซลล์ที่ออกแบบมาเป็นแบบ Off grid นั้นจะคล้ายๆ กับ On grid แต่จะแตกต่างตรงที่จะไม่มีการเชื่อมต่อกับ Grid ของการไฟฟ้า และมีการติดตั้ง Battery เข้าไปเพื่อเป็นพลังงานสำรองของโซล่าเซลล์ นั่นก็หมายความว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านและโรงงานนั้นจะรับไฟฟ้าผ่านโซล่าเซลล์อย่างเดียว โดยจะไม่มีการรับไฟฟ้าจากทางการไฟฟ้าอย่าง PEA หรือ MEA ซึ่งในระบบนี้นั้นค่าใช้จ่ายจะสูงกว่าแบบ On grid เนื่องจากมีเงินลงทุนของ Battery รวมไปถึงค่าบำรุงรักษา และการออกแบบจะต้องได้รับการพิจารณาอย่างเป็นพิเศษ เพราะว่าจะต้องออกแบบให้ครอบคลุมไปถึงช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดด เช่น กลางคืน หรือ แสงแดดไม่จัด ซึ่งจะทำให้เรื่องของความเสถียรหรือความต่อเนื่องของการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ อาจจะไม่เพียงพอได้ในบางช่วงเวลา

3. **ระบบโซล่าเซลล์ประเภท Hybrid**

เป็นระบบโซล่าเซลล์ที่เอาข้อดีของทั้ง 2 ระบบ คือ On grid และ Off grid มาประยุกต์เข้าด้วยกัน คือ สามารถใช้ไฟฟ้าได้ทุกช่วงเวลาไม่ว่าจะเป็นช่วงแสงแดดแรงหรือแดดอ่อน แม้กระทั่งช่วงเวลากลางคืนนั้นก็ยังคงสามารถใช้ไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง โดยแบ่งการใช้ไฟฟ้าแต่ละช่วงเวลาดังนี้ ในช่วงเวลากลางวัน จะใช้ไฟฟ้าจากระบบโซล่าเซลล์เป็นหลัก ถ้าไฟฟ้าไม่เพียงพอจะมีการรับไฟฟ้าส่วนที่ขาดมาจากทางการไฟฟ้าอย่าง PEA หรือ MEA มาช่วย ในช่วงเวลากลางคืน จะใช้ไฟฟ้าจาก Battery ที่เก็บสำรองไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ และรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าอย่าง PEA และ MEA เข้ามาช่วยจ่ายอุปกรณ์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตามระบบนี้ความเสถียรภาพของไฟฟ้านั้นสูง แต่เงินลงทุนก็จะสูงตามไปด้วย

ข้อดี และข้อเสีย ของ โซล่าเซลล์

การติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ เป็นระบบพลังงานไฟฟ้าทดแทนที่ได้รับความนิยมสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ ในปัจจุบัน เพราะวิถีชีวิต การทำงาน หรือ การใช้ชีวิตที่เปลี่ยนไปเช่นต้องอยู่บ้านมากขึ้น เป็นเหตุให้ต้องเสียค่าไฟที่สูงขึ้นหลายเท่า ทำให้ทุกคนต่างมองหาวิธีการประหยัด และ การลดค่าไฟในระยะยาวด้วยการติดตั้งระบบโซลล่าเซลล์ ซึ่งต้องบอกอย่างตรงไปตรงมาว่าการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์นั้นมีทั้งข้อดีข้อเสียที่ควรทราบก่อนตัดสินใจ ดังนี้

ข้อดีของระบบโซล่าเซลล์

- เป็นพลังงานสะอาดเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน
- เป็นพลังงานที่ใช้ได้อย่างไม่จำกัด เพราะแสดจากดวงอาทิตย์ไม่มีวันหมด
- เป็นพลังงานฟรีที่ไม่ต้องเสียเงินซื้อมา เพียงแค่ติดตั้งระบบให้ได้มาตรฐานก็สามารถใช้ไปตอนกลางวันได้ฟรี
- หากให้ไฟเหลือสามารถเข้าร่วมโครงขายไฟคืนให้กับการไฟฟ้าได้อีกด้วย
- ช่วยประหยัดค่าไฟได้ 30-70% ขึ้นอยู่กับขนาดของการติดตั้ง
- มีอายุการใช้งานนาน 20 – 25 ปี ขึ้นอยู่กับการดูแลรักษา

ข้อเสียของระบบโซล่าเซลล์

- ต้องทำการติดตั้งโดยทีมช่างผู้ชำนาญ มีประสบการณ์ ภายใต้การควบคุมจากวิศวกร
- การผลิตไฟฟ้าในแต่ละวันอาจไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและแสงแดด
- สามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉพาะช่วงเวลากลางวัน หรือช่วงที่มีแสงแดดเท่านั้น

ข้อแนะนำในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์

- ควรเป็นที่โล่ง ไม่มีเงาบังแสงอาทิตย์
- การติดตั้งไม่ควรอยู่ไกล้ในสถานที่ที่เกิดฝุ่น
- ควรติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ให้มีความลาดเอียงประมาณ 10-15 องศา จากระดับแนววอน
- ควรหันแผงโซล่าเซลล์ไปในทิศทางใต้ จะช่วยให้รับแสงได้ดีที่สุด

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน

DEPARTMENT OF SKILL DEVELOPMENT, MINISTRY OF LABOUR

วุฒิบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

This is to certify that

นายวโรรส แก้วประดับ

Mr. Waroros Kaewpradab

ได้สำเร็จการฝึกยกระดับฝีมือ

has completed the upgrade-skill training course

หลักสูตร การติดตั้งและบำรุงรักษาระบบเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน ๓๐ ชั่วโมง

in Installation and Maintenance Solar Cells System (30 hours)

ระหว่างวันที่	๑๗ – ๒๐ กรกฎาคม ๒๕๖๖
From	17 – 20 July 2023
ให้ไว้ ณ วันที่	๒๖ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๖
Given on	26 July 2023

(นางสาวบุปผา เรืองสุด)

(Miss Buppa Reungsud)

อธิบดีกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

Director-General

(นายนิกร นิ่มสาย)

(Mr. Nikorn nimsai)

ผู้อำนวยการสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน ๓๕ เพชรบุรี

Director of Phetchaburi Institute for Skill Development