

## ทางเลือกของแหล่งพลังงาน

แหล่งพลังงานที่สำคัญของโลกส่วนใหญ่ได้มาจาก



ฟอสซิล ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซ และ ถ่านหิน

- เมื่อมีการเติบโตทางเทคโนโลยีและทางเศรษฐกิจ



ทำให้การบริโภคพลังงานเป็นไปอย่างมหาศาล ซึ่งคาดว่าแหล่งพลังงานที่ได้มาจากฟอสซิลจะมีสำรองให้ใช้ได้อีกไม่เกิน 50 ปี

- **กระบวนการผลิตและใช้พลังงานจากฟอสซิล** นั้นล้วนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมติดตามมาอย่างมากมาย



เช่น มลพิษทางอากาศ ฝนกรดและ สภาวะเรือนกระจก ซึ่งมีผลกระทบเป็นลูกโซ่ต่อทั้งระบบนิเวศน์และความเป็นอยู่ของมนุษย์

การนำพลังงานในรูปแบบอื่นมาใช้ เช่น พลังงานไฟฟ้าจากนิวเคลียร์



- มีค่าใช้จ่ายในการลงทุน ในการก่อสร้าง และ ถอดทิ้ง ทำลายเตาปฏิกรณ์สูงมาก

- ยังไม่สามารถสร้างความเชื่อมั่นใน ความปลอดภัย ที่ประชาชนทั่วไปยอมรับได้

การส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนให้มากขึ้น ได้แก่

↳ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล และ การแปรรูปจากมูลฝอย

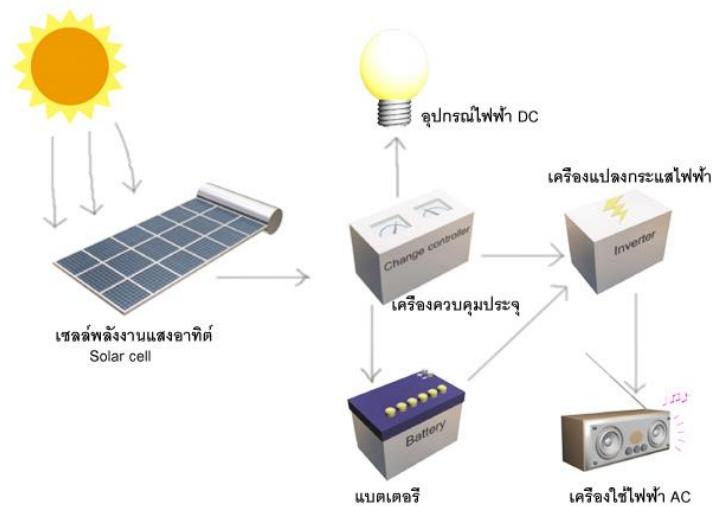
### พลังงานแสงอาทิตย์

ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาสู่ปัจจุบัน

กระบวนการแปรรูปพลังงาน

แสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

↳ นับเป็นกระบวนการที่สะอาดและไร้มลภาวะ



- และเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทั้งในด้านการลงทุนเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงาน โดยรวมถึงผลกระทบที่อาจมีต่อสิ่งแวดล้อมด้วยแล้ว

↳ ต้นทุนพลังงานที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์มีราคาถูกกว่าแหล่งพลังงานประเภทอื่น

และประการสำคัญก็คือ พลังงานจากแสงอาทิตย์

↳ เป็นหนึ่งในพลังงานที่มีความยั่งยืนไม่มีที่สิ้นสุด

## แสงอาทิตย์

- เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่มี**ขนาดใหญ่ที่สุด**
- เป็นพลังงานสะอาดและมีอยู่ทั่วไป

แต่การนำมาใช้ประโยชน์อาจยังมีข้อจำกัดอยู่บ้าง

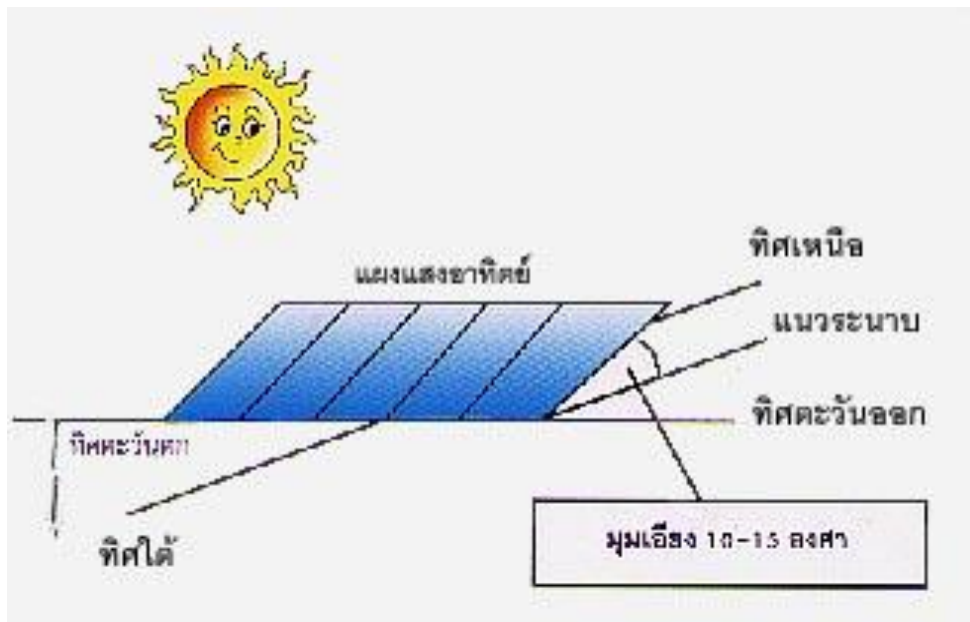
- เนื่องจากแสงอาทิตย์มีเฉพาะในตอนกลางวัน มีความเข้มของแสงที่ไม่แน่นอนเพราะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและฤดูกาลที่เปลี่ยนไป

**ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับ**บนพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง จะมี**ปริมาณสูงสุดเมื่อพื้นที่นั้นทำมุมตั้งฉากกับแสงอาทิตย์**

- ดังนั้น หากต้องการให้**พื้นที่ใดรับแสงอาทิตย์ได้มากที่สุดต่อวัน** ก็จะต้องปรับพื้นที่รับแสงนั้นๆ ตามการเคลื่อนที่ของแสงอาทิตย์ ซึ่งจะเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปสู่ทิศตะวันตกเสมอ

- ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างเส้นขนานที่ 6-10 องศาเหนือ จะได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี ประมาณ 4-5 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน

ซึ่งหากสามารถปรับพื้นที่รับแสงให้ติดตามแสงอาทิตย์ได้ตลอดเวลาแล้ว คาดว่าจะสามารถรับแสงได้เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 1.3-1.5 เท่า



- ควรวางให้แผงเซลล์ มีความลาดเอียงประมาณ 10-15 องศา จากระดับแนวนอน และหันหน้าไปทางทิศใต้

การวางแผงเซลล์ให้มีความลาดดังกล่าวจะช่วยให้เซลล์รับแสงอาทิตย์ได้มากที่สุด และช่วยระบายน้ำฝนได้รวดเร็ว

## ความหมายของ Solar Cell หรือ PV

Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง

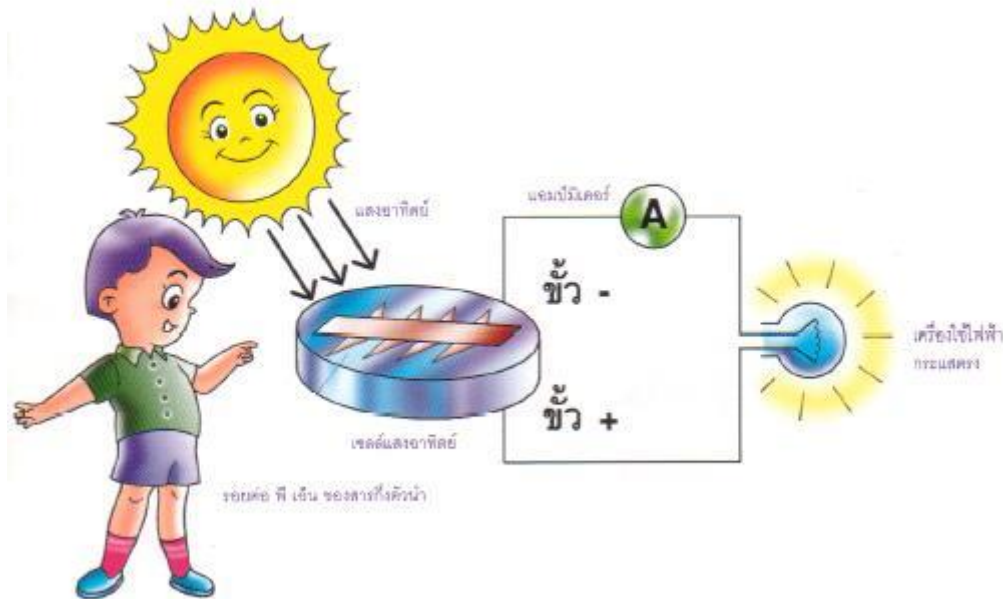
↳ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มา  
จากคำว่า **Photovoltaic**

โดยแยกออกเป็น **photo** หมายถึง แสง

และ **volt** หมายถึง แรงดันไฟฟ้า

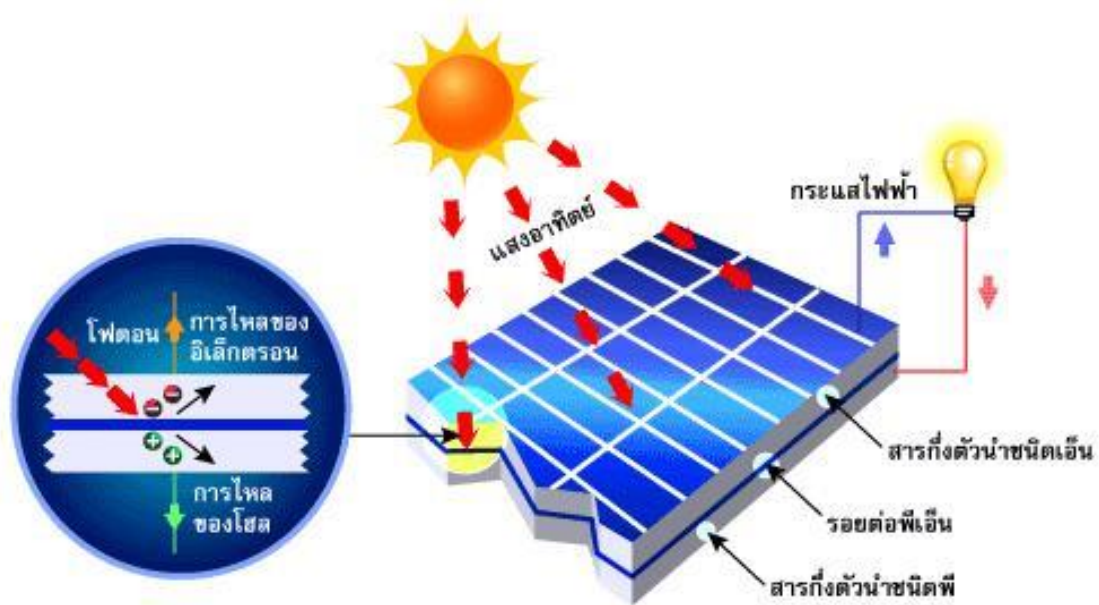
เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง

↳ กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความ  
สามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง



เซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ

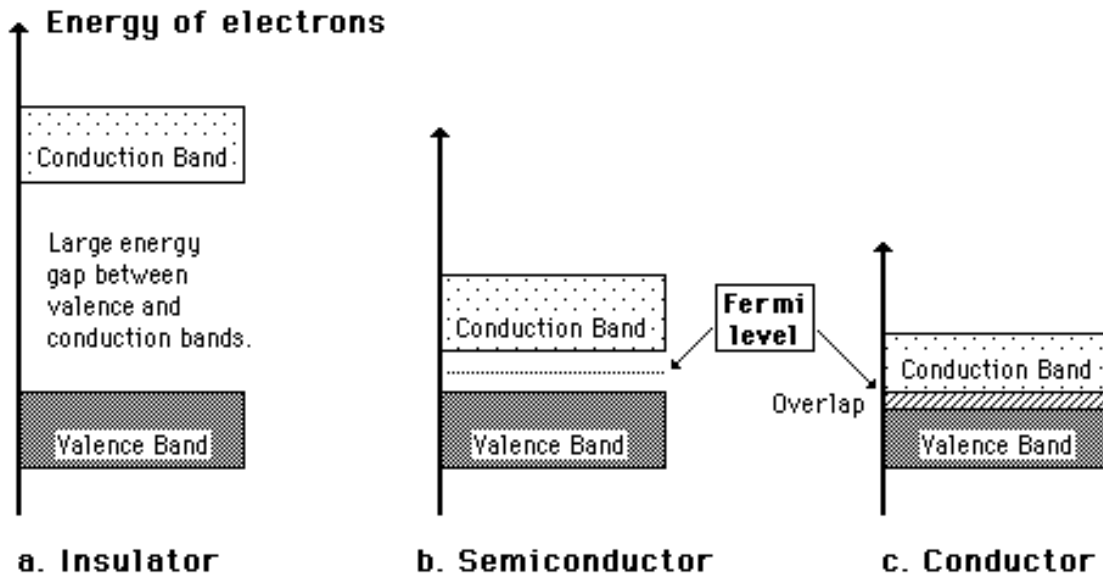
เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลียม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลลูไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น



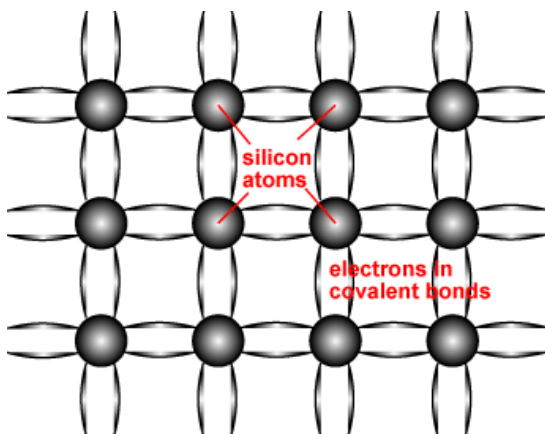
- เมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของ PV

เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของ PV ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า กระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

สารกึ่งตัวนำ (semiconductor) คือ วัสดุที่มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง  
ฉนวนและตัวนำ และเป็นวัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



สารกึ่งตัวนำซิลิกอน (Si) หมู่ 4



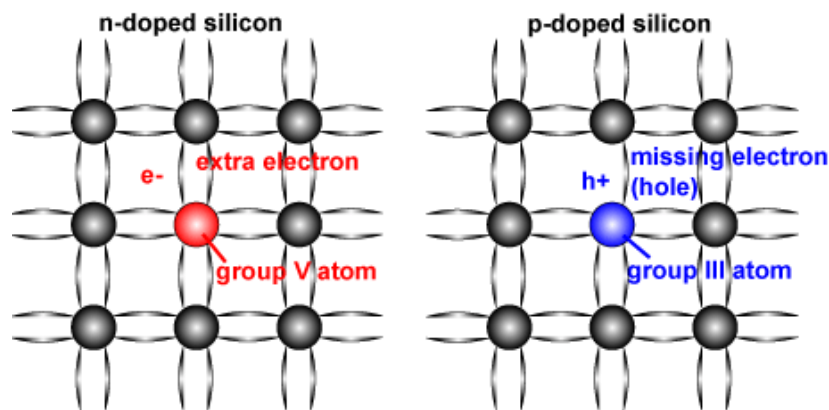
Si สร้างพันธะกับอะตอมข้างเคียง

แต่ละอะตอมถูกล้อมรอบโดย  $e^-$  8 ตัว

## การสร้างสารกึ่งตัวนำชนิด n และ p ด้วยการโด๊ป

อะตอมที่มี e มากกว่า e ของ Si จะถูกใช้เพื่อสร้างสารกึ่งตัวนำชนิด n ด้วยการ  
เพิ่ม e

Group V (e.g. Phosphorous)



อะตอมที่มี e น้อยกว่า e ของ Si จะถูกใช้เพื่อสร้างสารกึ่งตัวนำชนิด p ด้วยการ  
เพิ่ม hole

Group III (e.g. Boron)



## ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ

- PV ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) และชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell)

↳ ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมาก



- PV ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell)

↳ ลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน น้่านักเบามาก และประสิทธิภาพเพียง 5-10%

- PV ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆ เช่น แกลเลียมอาร์เซไนด์, แคดเมียมเทลลูไรด์ และคอปเปอร์ อินเดียม ไคเซเลไนด์ เป็นต้น

↳ มีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และผลึกรวม (Polycrystalline)

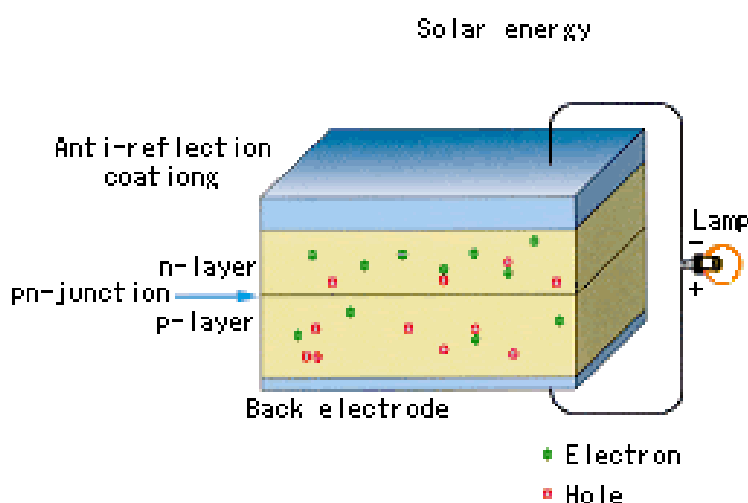
PV ที่ทำจากแกลเลียมอาร์เซไนด์ จะให้ประสิทธิภาพสูงถึง 20-25%

## โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

โครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ

สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ **ซิลิคอน** จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์

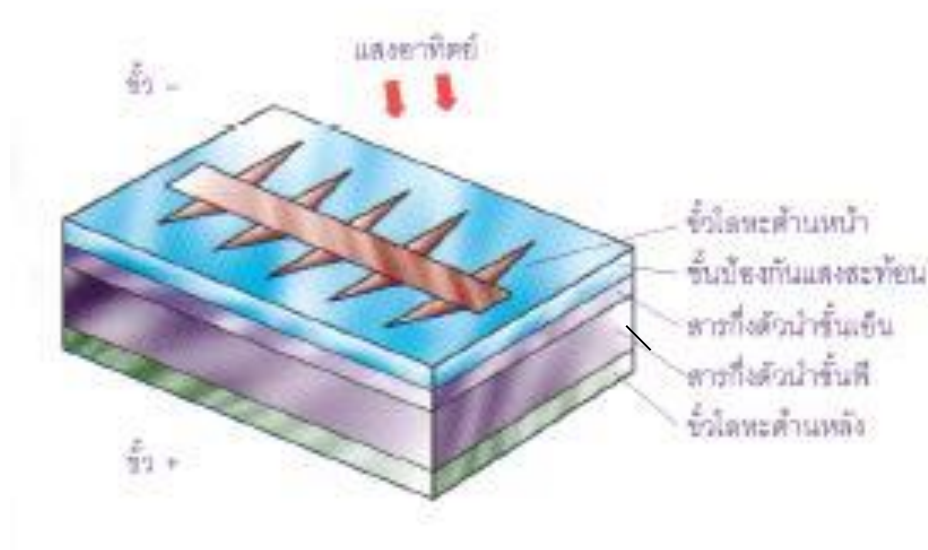
- โดยนำ Si มาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก



- จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น
  - เมื่อเติมสารเจือ**ฟอสฟอรัส** จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วย e ซึ่งมีประจุลบ)
  - และเมื่อเติมสารเจือ**โบรอน** จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก)

ดังนั้น เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น

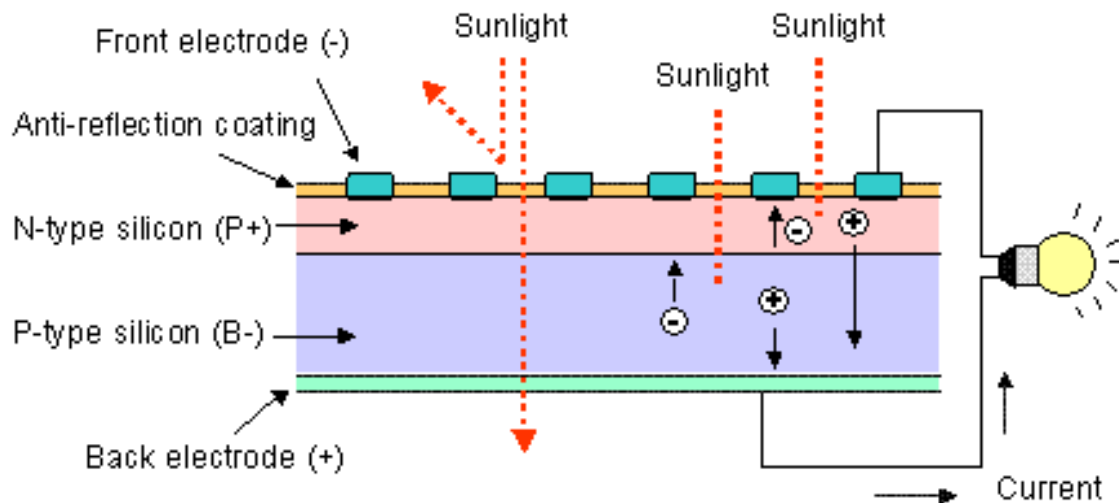
- โครงสร้างของ PV ชนิด Si อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน
- ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นป้องกันแสงสะท้อนที่มีการนำไฟฟ้า
- ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายกังปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว



## หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

### การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

↳ เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง



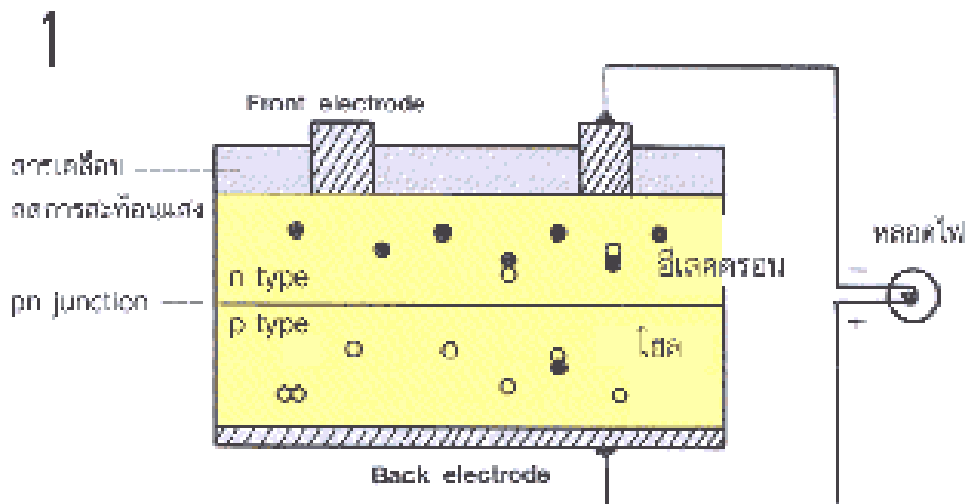
- เมื่อแสงที่มีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน

↳ พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของ e ขึ้นในสารกึ่งตัวนำและเกิดเป็นกระแสไฟฟ้า จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้างดกล่าวไปใช้งานได้

1. n - type Si ซึ่งอยู่ด้านหน้าของเซลล์ คือ สารกึ่งตัวนำที่โด๊ปด้วยฟอสฟอรัส มีคุณสมบัติเป็นตัวให้ e เมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์

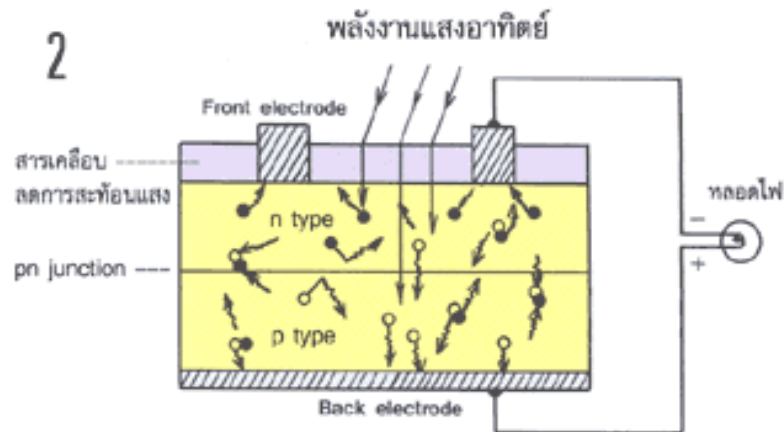
p - type Si คือ สารกึ่งตัวนำที่โด๊ปด้วยโบรอน ทำให้โครงสร้างของอะตอมสูญเสีย e (โฮล) เมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เป็นตัวรับ e

- เมื่อนำ Si ทั้ง 2 ชนิด มาประกบต่อกันด้วย p - n junction จึงทำให้เกิดเป็น PV



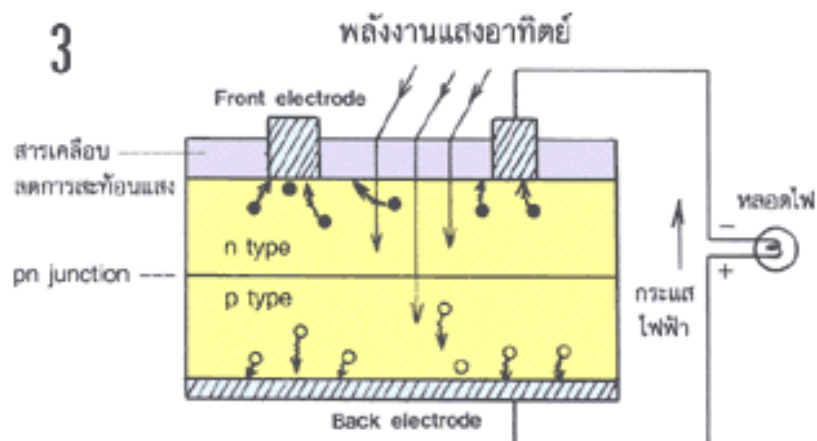
- เมื่อยังไม่มีแสง n-type Si ส่วนประกอบส่วนใหญ่พร้อมจะให้ e แต่ก็ยังมีโฮลปะปนอยู่บ้างเล็กน้อย และด้านหน้าของ n - type จะมีแถบโลหะเรียกว่า Front Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรับ e

ส่วน p-type Si โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นโฮล แต่ยังคงมี e ปะปนบ้างเล็กน้อย ด้านหลังของ p - type Si จะมีแถบโลหะเรียกว่า Back Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรวบรวมโฮล



2. เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบ แสงจะถ่ายเทพลังงานให้กับ e และโฮล ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ เมื่อพลังงานพอทั้ง e และโฮลจะวิ่งเข้าหาเพื่อจับคู่กัน

- e จะวิ่งไปยังชั้น n - type และ โฮลจะวิ่งไปยังชั้น p - type



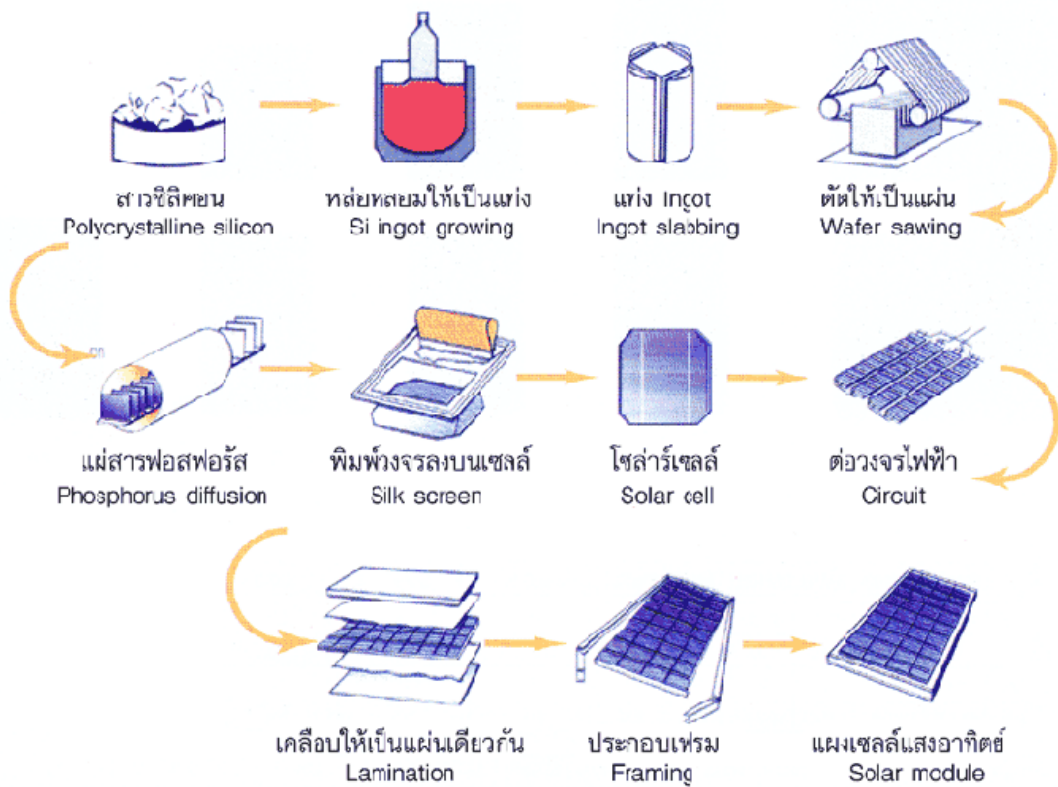
3. e วิ่งไปรวมกันที่ Front Electrode และ โฮลวิ่งไปรวมกันที่ Back Electrode

- เมื่อต่อวงจรไฟฟ้า จาก Front Electrode และ Back Electrode ให้ครบวงจร ก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น เนื่องจากทั้ง e และ โฮลจะวิ่งเพื่อจับคู่กัน

## ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

PV ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยวมีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

- นำ Si ที่ถลุงได้มาหลอมเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ  $1400^{\circ}\text{C}$  แล้ว **ดึงผลึกออก** **จากของเหลว** โดย ลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จนได้แท่งผลึกซิลิคอนเป็นของแข็ง แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ



- นำผลึก Si ที่เป็นแว่นมา **แพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น** ภายในเตาแพร่ซึมที่มีอุณหภูมิ  $900-1000^{\circ}\text{C}$  แล้ว นำไปทำขั้นตอนการสะท้อนแสง ด้วยเตาออกซิเดชันที่มีอุณหภูมิสูง
- ทำขั้วไฟฟ้าสองด้าน ด้วยการฉาบไอโลหะภายใต้สุญญากาศ เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องนำไป ทดสอบประสิทธิภาพ ด้วยแสงอาทิตย์เทียม และ วัดหาคุณสมบัติทางไฟฟ้า

PV ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกรวม (Polycrystalline) มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

- นำ Si ที่ถลุงและหลอมละลายเป็นของเหลวแล้วมาเทลงในแบบพิมพ์ เมื่อ Si แข็งตัว จะได้เป็นแท่ง Si เป็นแบบผลึกรวม แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ
- จากนั้นนำมาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ และทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยวิธีการเช่นเดียวกับที่สร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจาก Si ชนิดผลึกเดี่ยว

PV ที่ทำจากที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

- ทำการแยกสลายก๊าซไซเลนให้เป็นอะมอร์ฟัส Si โดยใช้เครื่อง Plasma CVD (Chemical Vapor Deposition)  
 ↳ เป็นการผ่านก๊าซไซเลนเข้าไปในกรอบแก้วที่มีขั้วไฟฟ้าความถี่สูง จะทำให้ก๊าซแยกสลายเกิดเป็นพลาสมา และอะตอมของ Si จะตกลงบนฐานรองที่วางอยู่ในกรอบแก้ว เกิดเป็นฟิล์มบางขนาดไม่เกิน 1 ไมครอน
- ขณะที่แยกสลายก๊าซไซเลน จะผสมก๊าซฟอสฟีนและไดโบเรนเข้าไปเป็นสารเจือปน เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นสำหรับใช้เป็นโครงสร้างของ PV
- การทำขั้วไฟฟ้า มักใช้ขั้วไฟฟ้าโปร่งแสงที่ทำจาก ITO (Indium Tin Oxide)

PV ที่ทำจากแกเลียม อาร์เซไนด์ มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

- ขั้นตอนการปลูกชั้นผลึก ใช้เครื่องมือ คือ เตาปลูกชั้นผลึกจากสถานะของเหลว (LPE; Liquid Phase Epitaxy)
- ขั้นตอนการปลูกชั้นผลึกที่เป็นรอยต่อเอ็นพี ใช้เครื่องมือ คือ เครื่องปลูกชั้นผลึกด้วยลำโมเลกุล (MBE; Molecular Beam Epitaxy)



## ลักษณะเด่นของ PV

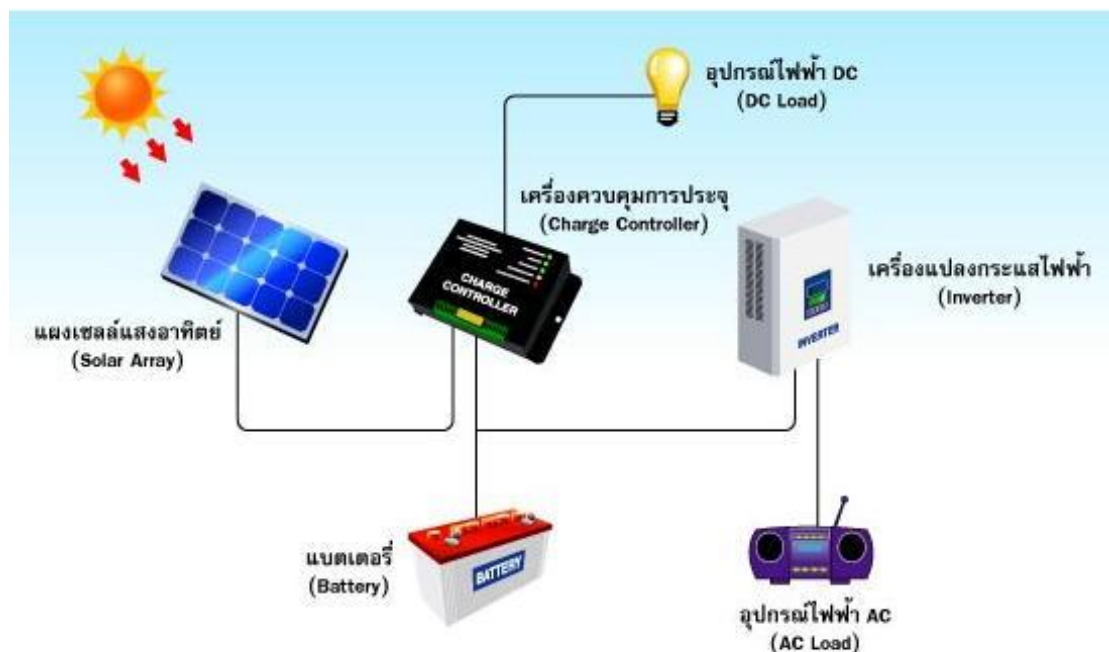
- ใช้พลังงานจากธรรมชาติ คือ แสงอาทิตย์ ซึ่ง **สะอาด** และบริสุทธิ์ ไม่ก่อ  
ปฏิกิริยาที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
- เป็นการนำพลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าและไม่มีวันหมดไป  
จากโลกนี้
- สามารถนำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่บนโลก และได้พลังงาน  
ไฟฟ้าใช้โดยตรง
- **ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่น** ใดนอกจากแสงอาทิตย์ รวมถึงไม่มีการเผาไหม้ จึงไม่  
ก่อให้เกิดมลภาวะด้านอากาศและน้ำ
- **ไม่เกิดของเสียขณะใช้งาน** จึงไม่มีการปล่อยมลพิษทำลายสิ่งแวดล้อม
- **ไม่เกิดเสียงและไม่มีการเคลื่อนไหวขณะใช้งาน** จึงไม่เกิดมลภาวะด้านเสียง
- เป็นอุปกรณ์ที่**ติดตั้งอยู่กับที่** และไม่มีชิ้นส่วนใดที่มีการเคลื่อนไหวขณะ  
ทำงาน จึงไม่เกิดการสึกหรอ
- ต้องการการบำรุงรักษาน้อย มีอายุการใช้งานยืนยาวและประสิทธิภาพคงที่
- มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย เคลื่อนย้ายสะดวกและรวดเร็ว
- เนื่องจากมีลักษณะเป็นโมดูล จึงสามารถประกอบได้ตามขนาดที่ต้องการ
- ช่วยลดปัญห การสะสมของก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น  
คาร์บอนมอนอกไซด์และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้  
ของเชื้อเพลิงจำพวกน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ  
↳ ซึ่ง**ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม** เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก ทำให้โลก  
ร้อนขึ้น เกิดฝนกรด และอากาศเป็นพิษ

## อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจาก PV

PV ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น

- หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป

↳ จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจาก PV อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้



1. แผง PV (Solar Module) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

- มีการนำแผง PV หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็นแถว เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการต่อกันแบบขนาน จะเพิ่มพลังงานไฟฟ้า

## 2. เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) ทำหน้าที่

- **ประจุกระแส (I)** ที่ผลิตได้จากแผง PV เข้าสู่แบตเตอรี่
- **ควบคุมการประจุ I** ให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่

↳ เพื่อยืดอายุการใช้งาน รวมถึงการจ่าย I ออกจากแบตเตอรี่ด้วย

ดังนั้น การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ คือ เมื่อประจุ I เข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มแล้ว จะหยุดหรือลดการประจุ I



(ระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุ I ในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น)

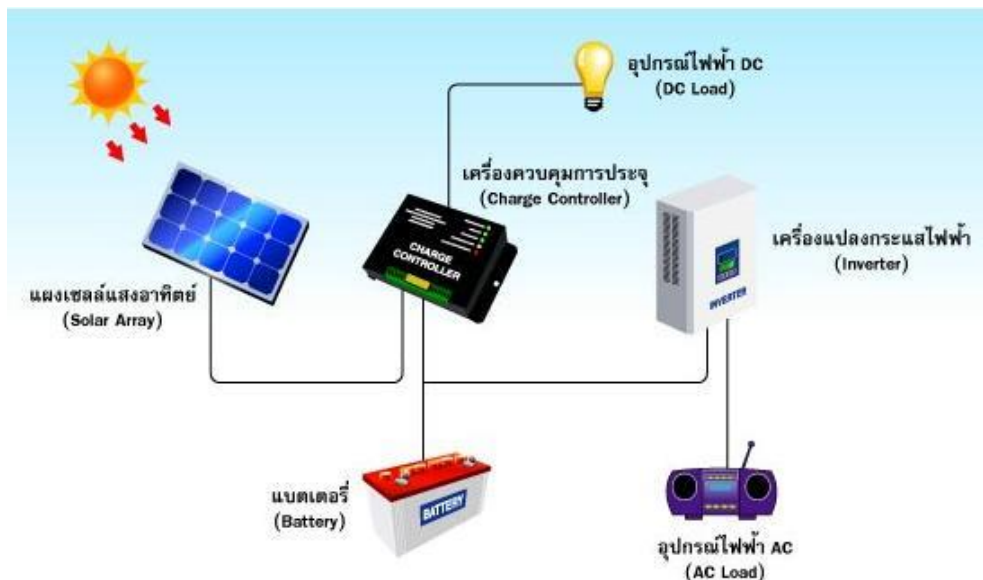
## 3. แบตเตอรี่ (Battery) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผง PV ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืน หรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ

(แบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม)

4. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจาก กระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผง PV ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ

แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ AC ทุกชนิด
- Modified Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ AC ที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น Electronic ballast



5. ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection) ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฟ้าผ่า

(ในระบบทั่วไปมักไม่ใช้อุปกรณ์นี้ จะใช้สำหรับระบบขนาดใหญ่ และมีความสำคัญเท่านั้น รวมถึงต้องมีระบบสายดินที่มีประสิทธิภาพด้วย)

## การประยุกต์ใช้งาน PV ในด้านต่างๆ

การนำพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานจากธรรมชาติมาทดแทนพลังงานรูปแบบอื่นๆ ได้รับความสนใจและเป็นที่นิยมนมากขึ้น

- สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมากมายในการดำรงชีวิต รวมถึงไม่เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อม

|                    |  |
|--------------------|--|
| บ้านพักอาศัย       | ระบบแสงสว่างภายในบ้านและนอกบ้าน (ไฟสนาม, ไฟโรงจอดรถ และโคมไฟรั้วบ้าน ฯลฯ), อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ , ระบบเปิด-ปิดประตูบ้าน, ระบบรักษาความปลอดภัย, ระบบระบายอากาศ, เครื่องสูบน้ำ, เครื่องกรองน้ำ และไฟสำรองยามฉุกเฉิน |
| ระบบสูบน้ำ         | อุปโภค, สาธารณูปโภค, ฟาร์มเลี้ยงสัตว์, เพาะปลูก, <b>ทำสวน-ไร่</b> , เหมืองแร่ และชลประทาน  |
| ระบบแสงสว่าง       | โคมไฟป้ายรถเมล์, ตู้โทรศัพท์, ป้ายประกาศ, สถานที่จอดรถ, <b>แสงสว่างภายนอกอาคาร</b> และไฟถนนสาธารณะ   |
| ระบบประจุแบตเตอรี่ | ไฟสำรองไว้ใช้ยามฉุกเฉิน, <b>ศูนย์ประจุแบตเตอรี่ประจำหมู่บ้าน</b> ในชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าใช้, แหล่งจ่ายไฟสำหรับใช้ในครัวเรือนและระบบแสงสว่างในพื้นที่ห่างไกล  |
| ทำการเกษตร         | ระบบสูบน้ำ, <b>พัฒมอบผลผลิตทางการเกษตร</b> และเครื่องนวดข้าว   |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| เลี้ยงสัตว์              | ระบบสูบน้ำ, ระบบเติมออกซิเจนในบ่อน้ำ (บ่อกึ่งและบ่อปลา) และแสงไฟดักจับแมลง   |
| อนามัย                   | ตู้เย็น/กล่องทำความเย็นเพื่อเก็บยาและวัคซีน, อุปกรณ์ไฟฟ้าทางการแพทย์ สำหรับหน่วยอนามัย, หน่วยแพทย์เคลื่อนที่และสถานียูเอม                |
| คมนาคม                   | สัญญาณเตือนทางอากาศ, ไฟนำร่องทางขึ้น-ลงเครื่องบิน, ไฟประกาศ, ไฟนำร่องเดินเรือ, ไฟสัญญาณข้ามถนน, สัญญาณจราจร, คอมไฟถนน และโทรศัพท์ฉุกเฉิน |
| สื่อสาร                  | สถานีสัญญาณไมโครเวฟ, อุปกรณ์โทรคมนาคม, อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา (เช่น วิทยุสนามของหน่วยงานบริการและทหาร) และสถานีตรวจสอบอากาศ               |
| บันเทิงและพักผ่อนหย่อนใจ | แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับบ้านพักตากอากาศในพื้นที่ห่างไกล, ระบบประจุแบตเตอรี่แบบพกพาติดตัวไปได้ และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้ความบันเทิง               |
| พื้นที่ห่างไกล           | ภูเขา, เกาะ, ป่าลึก และพื้นที่สายส่งการไฟฟ้าเข้าไม่ถึง   |
| อวกาศ                    | ดาวเทียม   |

## การบำรุงรักษา PV และอายุการใช้งาน

อายุการใช้งาน PV โดยทั่วไปยาวนานกว่า 20 ปี และเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ ไม่มีส่วนใดที่เคลื่อนไหว

↳ เป็นผลให้ลดการดูแลและบำรุงรักษาระบบจะมีเพียงในส่วนของการทำความสะอาดแผง PV ที่เกิดจากฝุ่นละอองเท่านั้น

เทคโนโลยีของ PV ในปัจจุบันมีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ประกอบกับการนำระบบควบคุมที่ดีมาใช้ในการผลิต

↳ ทำให้ PV สามารถที่จะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 1,600-1,800 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลวัตต์สูงสุดต่อปี พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากบ้าน 1 หลัง ประมาณ 3,750-4,500 หน่วย/ปี สามารถลดการใช้น้ำมันในการผลิตไฟฟ้าลงได้ 1,250-1,500 ลิตร/ปี

## ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ใช่เชื้อเพลิง

↳ จึงมีส่วนช่วยลดสารพิษที่เกิดจากโรงไฟฟ้าที่ผลิตอยู่ในปัจจุบัน และช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการกำจัดสารต่างๆ ดังกล่าวนั้นด้วย

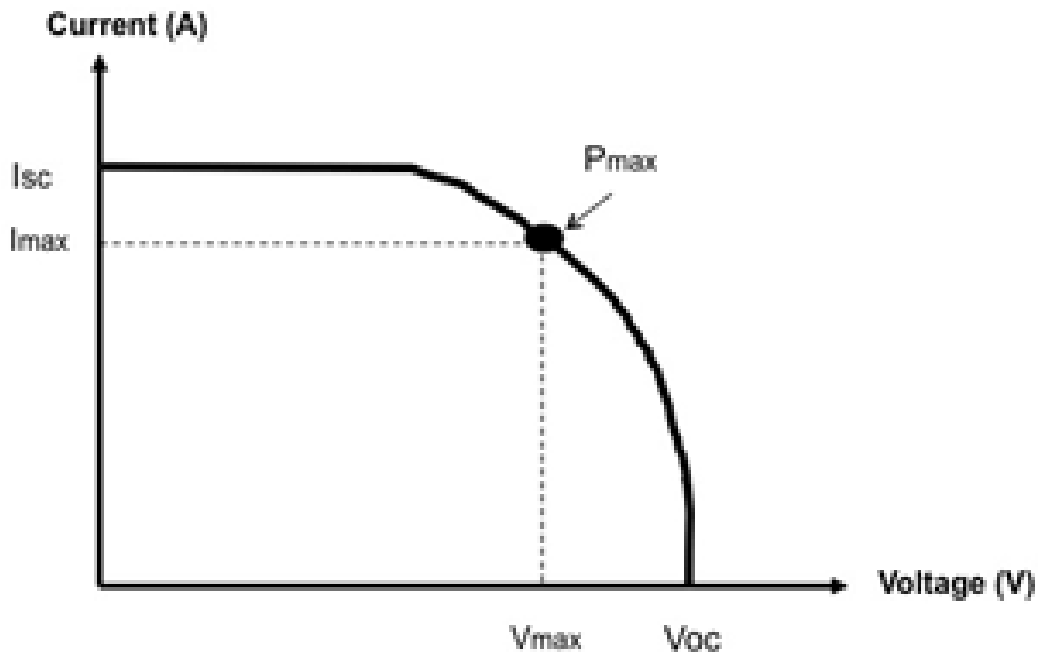
### ลักษณะสมบัติเอาต์พุตของเซลล์แสงอาทิตย์

พารามิเตอร์ที่ใช้อธิบายลักษณะสมบัติเอาต์พุตของเซลล์แสงอาทิตย์มีดังนี้

- กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit Current,  $I_{sc}$ ) คือ ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้เมื่อลัดวงจรเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสง จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลจากเซลล์ผ่านไปยังวงจรภายนอก สถานะนี้กระแสไฟฟ้าจะมีค่าสูงสุด
- แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Open Circuit Voltage,  $V_{oc}$ ) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าเมื่อเปิดวงจรไม่ได้ต่อวงจรกับอุปกรณ์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรขณะนั้นเป็นศูนย์
- กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power,  $P_{max}$ ) คือ ผลคูณของแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์จ่ายออกมาที่ค่าสูงสุด



$P_{max}$  ที่เราจะได้จาก PV จะเท่ากับพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ใหญ่ที่สุดในกราฟ



ถ้าให้  $V_{max}$  (maximum voltage) คือ แรงดันไฟฟ้าสูงสุด

และ  $I_{max}$  (maximum current) คือ กระแสไฟฟ้าสูงสุด ที่จะให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด

ดังนั้น 
$$P_{max} = V_{max} \times I_{max}$$

- ฟิลล์แฟกเตอร์ (fill factor, FF) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ของ  $V_{max} \times I_{max}$  ต่อพื้นที่ของ  $V_{oc} \times I_{sc}$  และเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$FF = \frac{P_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}} = \frac{V_{max} \times I_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

- ประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน (energy conversion efficiency) คือ อัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุดต่อพลังงานของแสงที่ตกกระทบ PV

เรียกสั้นๆว่าประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ ( $\eta$ )

$$\eta = \frac{P_{max}}{area \times P_{in}} \times 100\%$$

Solar cell แผ่นวงกลมที่มีรัศมี 6 cm และมีค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

$$P_{in} = 100 \text{ mW/cm}^2, I_{sc} = 3.0 \text{ A}, V_{oc} = 0.7 \text{ V}, V_{max} = 0.55 \text{ V}, I_{max} = 2.85 \text{ A}$$

จงหาค่า FF และ  $\eta$

วิธีทำ หาพื้นที่รับแสงจาก  $A = \pi r^2 = (3.14)(6^2) = 113 \text{ cm}^2$

$$\begin{aligned} \text{หา FF จาก } FF &= \frac{I_{max} \times V_{max}}{I_{sc} \times V_{oc}} \\ &= \frac{2.85 \text{ A} \times 0.55 \text{ V}}{3.0 \text{ A} \times 0.7 \text{ V}} = 0.74 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หา } \eta \text{ จาก } \eta &= \frac{P_{max}}{area \times P_{in}} \times 100\% \\ \eta &= \frac{I_{max} \times V_{max}}{area \times P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{2.85 \text{ A} \times 0.55 \text{ V}}{113 \text{ cm}^2 \times 100 \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2} = 13.8\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ } \eta &= \frac{I_{sc} \times V_{oc} \times FF}{area \times P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{3.0 \text{ A} \times 0.7 \text{ V} \times 0.74}{113 \text{ cm}^2 \times 100 \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2} = 13.8\% \end{aligned}$$