

Wooden Solar Car

태양광 자동차

전기자동차에 태양광 패널이 연결되어 있다면, 별도의 전원장치 없이 작동될 수 있을까요?

이 자동차의 회로는 정말 간단하게 '태양광 패널'과 '모터'만 연결되어 있습니다.
전기가 없는 이 회로가 어떻게 작동하여 자동차를 앞으로 나아가게 할까요?

모터가 회전하려면, 먼저 전류를 만들어야 하는데 이 때 필요한 것이 '태양광 패널'입니다.
태양광 패널은 P형 반도체와 N형 반도체를 서로 붙이고 전선으로 연결한 셀(CELL)을 단위로 하며, 이 셀을 많이 모아 평평한 판 모양으로 만들었습니다. 또한 표면을 보호 및 강화하기 위해서 유리코팅 처리도 되어있습니다.
여기에 빛을 쏘이면 빛에너지에 의해 전자가 이동하며 전선을 타고 전류가 흐릅니다.

빛 에너지가 전기 에너지로 바뀌는 순간이지요!
이러한 광전 효과로 얻어진 전기에너지가 모터를 회전시키는 운동에너지로 전환되어 자동차가 움직이기 시작합니다.



태양광 패널로 생성되는 태양광 에너지의 장단점을 생각해 봅시다.

매일 뜨는 태양으로 에너지를 무한히 얻을 수 있을 것 같지만 밤이나 비가 올 때는 전기가 생성되지 못하며, 이 태양 전지를 이용하여 전기를 생산하고, 생산된 전기 에너지를 저장하는 데에는 아직 비용이 많이 듭니다.
또한, 태양 전지를 만드는 물질, 특히 CdTe, CIGS(copper indium gallium selenide)의 가격은 비싼 편이며, 이를 제작하는 과정에서 오염 물질이 발생하기도 합니다. 태양광 발전소와 같이 태양광 패널을 대규모로 설치하기 위해서 넓은 공간이 필요한 것도 커다란 단점 중 하나입니다.
이러한 단점에도 불구하고 태양에너지는 어떤 에너지원보다 풍부합니다. 환경적 측면에서도 다른 에너지원보다 유리한 태양 에너지에 대한 연구는 지금도 원활하게 수행되고 있지만, 여러 단점들은 여러분들이 보완해나갈 과제입니다.

실험 목표

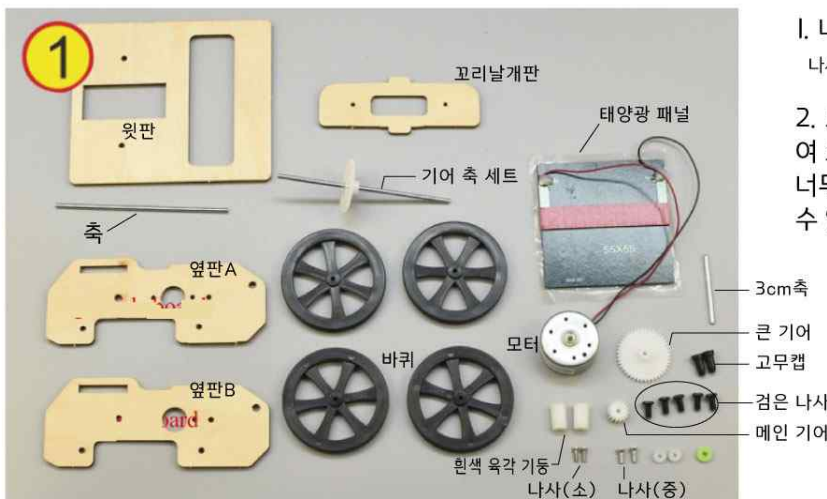
태양광 패널이 장착된 태양광 자동차를 만들어 작동시켜보고,
태양광의 빛 에너지가 전기 에너지로 또 운동에너지로 전환되는 과정을 확인해 봅시다.

키트 구성

1 키트의 구성품과 수량을 확인합니다.
다로 준비해야 하는 공구: 3mm 십자 드라이버

주의사항

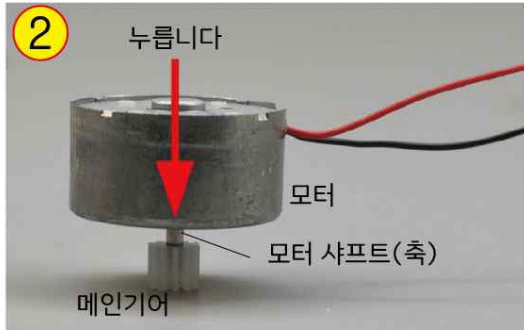
1. 나사 등 작은 부품을 잘 관리합니다.
나사의 사이즈를 잘 확인하여 조립합니다.
2. 모든 나사는 십자 드라이버를 사용하여 조여줍니다.
너무 무리하게 조이면 나무판이 손상될 수 있으니 주의합니다.
3. 조립하는 동안 모터와 연결된 태양광 패널의 전선이 떨어지지 않도록 조심하여 다룹니다.
4. 조립 후 맨 처음 작동할 때 손이나 바닥에 바퀴를 굴려서 모터와 축이 풀어지도록 합니다.



실험방법

다음 설명을 잘 읽고 순서대로 태양광 자동차를 조립합니다.

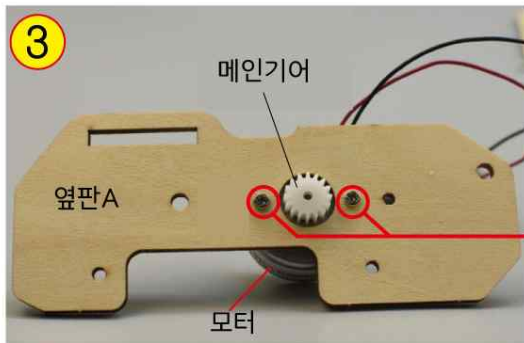
2 모터의 축에 메인 기어를 연결



모터를 그림처럼 놓고 눌러
모터 샤프트(축)가 메인 기어에 들어가도록 합니다.

자동차를 조립하는 동안
전선으로 연결된 태양광패널이 떨어지지 않도록
주의합니다.

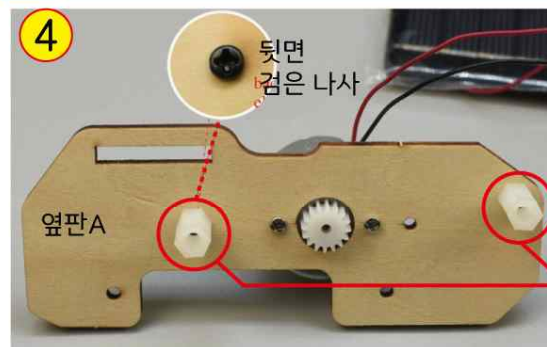
3 옆판A에 모터 장착하기



2번 과정에서 모터샤프트를 끼운 '모터'를
'옆판A'에 그림처럼 놓고 '나사(소)' 두 개로 고정합니다.

모든 나사는 십자 드라이버를 사용하여 조여줍니다.
너무 무리하게 조이면 나무판이 손상될 수 있으니
주의합니다.

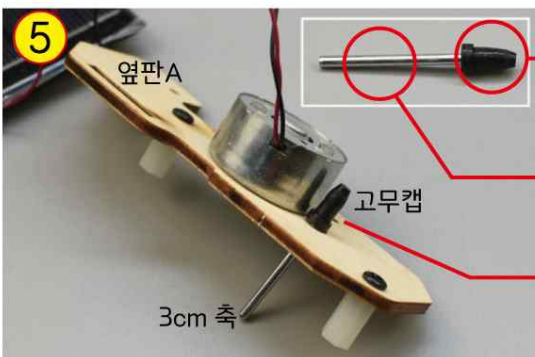
4 흰색 육각 기둥 2개 장착하기



그림에 표시된 것 처럼 흰색 육각 기둥과 검은 나사를
옆판A의 두 곳에 장착합니다.

옆판A의 앞면에는 흰색 육각 기둥을 놓고
뒷면에는 검은 나사를 놓은 다음
돌을 결착하여 옆판A에 고정합니다.

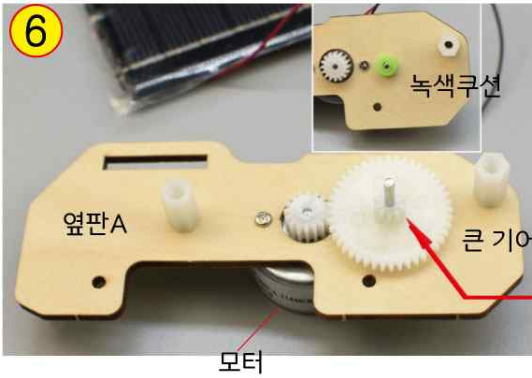
5 3cm 축 연결하기



'3cm 축'과 '고무캡'을 그림처럼 연결한 후
옆판A에 꽂습니다.

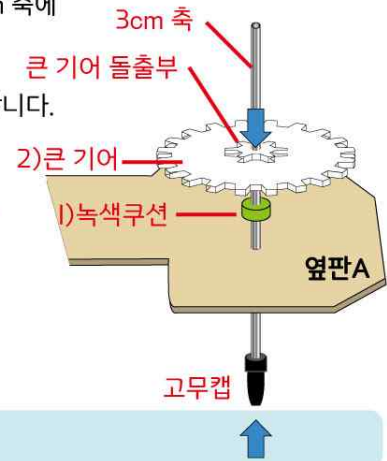
고무캡이 옆판A의 뒷면(모터가 있는 쪽)에 오도록 합니다.

6 축에 기어 장착하기

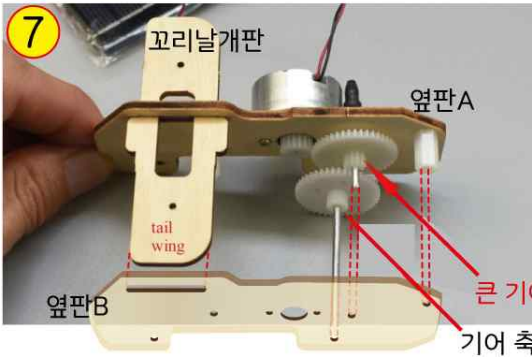


그림과 같이 옆판A의 모터가 아래로 가도록 놓은 다음

튀어나와 있는 3cm 축에
1) 녹색 쿠션
2) 큰 기어
를 순서대로 장착합니다.



7 꼬리날개판 설치

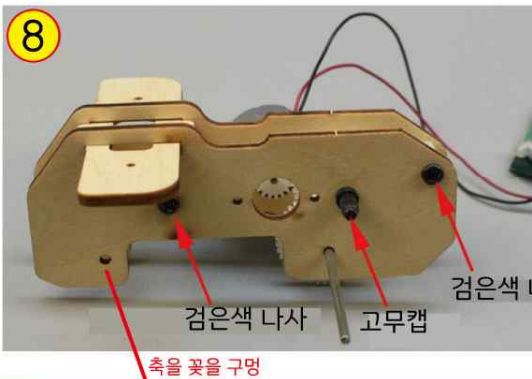


- '기어 축 세트'를 그림과 같이 큰 기어의 돌출부에 맞물리도록 큰 기어의 아래쪽 구멍에 꽂고 (두 기어의 돌출부분이 같은방향이 되도록 합니다)

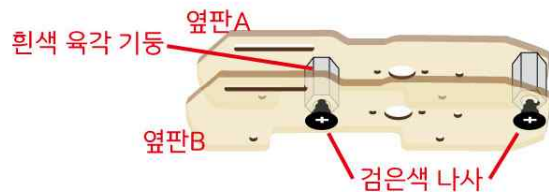
'옆판B' 를 옆판A와 대칭이 되게 끼웁니다.

- 꼬리날개판을 그림과 같이 두 옆판의 긴 홈에 끼웁니다.

8 옆판B의 외부 조립



- 검은색 나사 2개를 흰색 육각 기둥의 위치에서 결착하여 두 개의 옆판을 연결합니다.

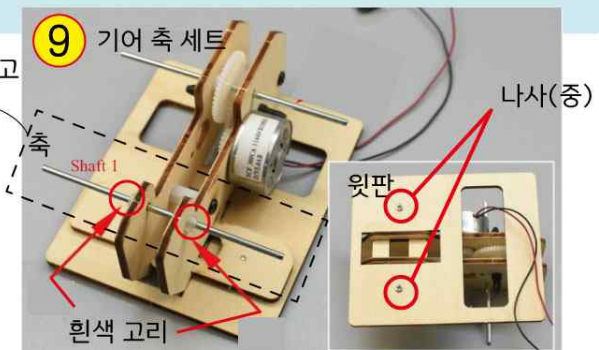


튀어나온 3cm 축에 고무캡을 씌웁니다.

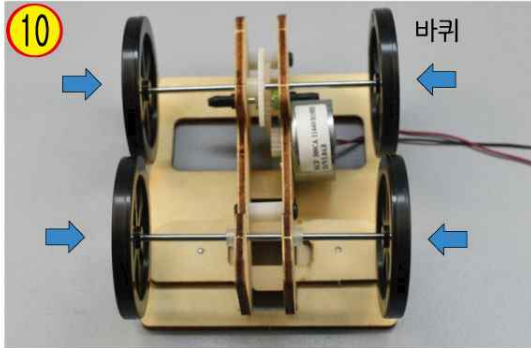
9 윗판과 축 설치

- '축'을 위 그림의 표시된 구멍에 두 옆판을 관통하도록 꽂고 중앙에 위치하게 조정한 다음 흰색 고리를 끼워 움직이지 않도록 고정합니다.

- 꼬리날개판이 윗면으로 향하게 세운 후 윗판을 그림처럼 덮고 나사(중) 2 개로 윗판과 꼬리날개판을 연결합니다.

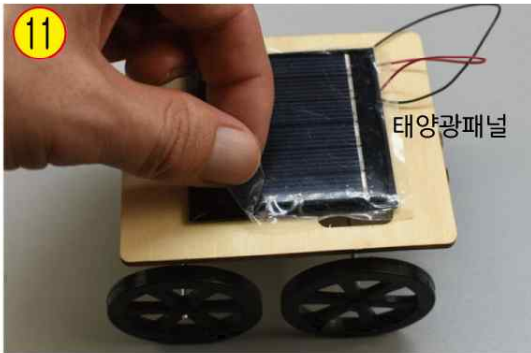


10 바퀴 장착



네 개의 바퀴를 각각
기어 축 세트의 양 끝에 2개
긴 '축'의 양 끝에 2개 꽂아 고정시킵니다.

11 태양광 패널 고정



- 태양광 패널의 보호 필름을 제거합니다.
- 패널 뒷면의 양면테이프로 자동차 윗판의 중앙에 태양광 패널을 고정시킵니다.
- 모터와 패널을 연결하는 전선을 가지런히 정리합니다.
- 자동차의 주변을 내 마음대로 장식하여 꾸며서 친구의 자동차와 섞이지 않도록 하는 것도 좋습니다.

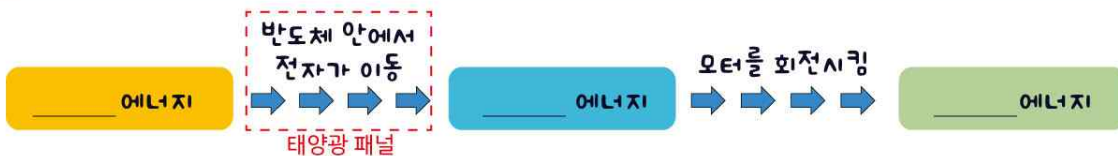
작동하기

태양광이 잘 드는 평평한 장소에 태양광 자동차를 놓고 작동하는지 관찰해봅시다.

1 태양광 아래에서 자동차가 진행되는 모습을 관찰해 봅시다.

맨 처음 작동시킬 때는 바퀴를 손으로 몇 번 굴려서 모터와 축이 부트럽게 풀어지도록 합니다.
처음에 살짝 밀어주면 잘 갑니다. 좀 더 빠르게 잘 굴러가도록 기어, 축, 바퀴를 조절해봅시다.

2 자동차가 움직이는 과정을 에너지의 흐름의 과정으로 설명해 봅시다.



3 태양광에너지의 단점을 극복하기 위하여 어떤 노력을 할 수 있는지 생각해봅시다.

느낀점

■ 교사용 실험 자료실 ■

| | | | | | |
|-------|--|-------|-------------|--------------------|-------|
| 실험 제목 | 태양광 자동차 | | 실험 원리 | 에너지전환, 대체에너지, 광전효과 | |
| 실험 시간 | 40분 | 실험 분야 | 물리 | 실험 방법 | 개별 실험 |
| 세트구성물 | 태양광 자동차 1키트 | | | | |
| 교사준비물 | | 학생준비물 | 3mm 십자 드라이버 | | |
| 실험 결과 | 태양광 자동차 1개가 완성됩니다. | | | | |
| 실험팁 | <p>TIP 1. 작은 나사못과 부품이 포함되어 있습니다. 입 안에 넣는 장난을 하지 않도록 주의시켜주세요.</p> <p>TIP 2. 십자 드라이버가 포함되지 않았습니다. 개별적으로 준비하시거나, 관련상품의 3mm 십자 드라이버를 꼭 구매해주시시오.</p> <p>TIP 3. 처음 작동시킬 때, 조금 밀어주면 작동을 잘 합니다. 바퀴가 잘 움직이게 만져보면서 작동시킵니다.</p> | | | | |

작동하기

태양광이 잘 드는 평평한 장소에 태양광 자동차를 놓고 작동하는지 관찰해봅시다.

1 태양광 아래에서 자동차가 진행되는 모습을 관찰해 봅시다.

맨 처음 작동시킬 때는 바퀴를 손으로 몇 번 굴려서 모터와 축이 부드럽게 풀어지도록 합니다.
좀 더 빠르게 잘 굴러가도록 기어, 축, 바퀴를 조절해봅시다.

태양광이 잘 드는 장소에 두면 빠른 속도로 굴러갑니다.

2 자동차가 움직이는 과정을 에너지의 흐름의 과정으로 설명해 봅시다.



3 태양광에너지의 단점을 극복하기 위하여 어떤 노력을 할 수 있을지 생각해봅시다.

태양광패널을 만드는데 필요한 저렴하고도 무해한 재료를 개발,
태양광패널을 설치한 그 아래의 장소를 유용한 공간으로 활용하기 등등

태양광발전

[Photovoltaic system, solar power system]

광기전 효과(photovoltaic effect)를 이용하여, 태양으로부터 오는 빛을 전기 에너지로 바꾸어 주는 발전 방법을 지칭한다. 빛 에너지를 직접적으로 전기 에너지로 바꾼다는 점에서 빛의 열에너지를 이용하여 발전하는 태양열발전과는 구분된다.

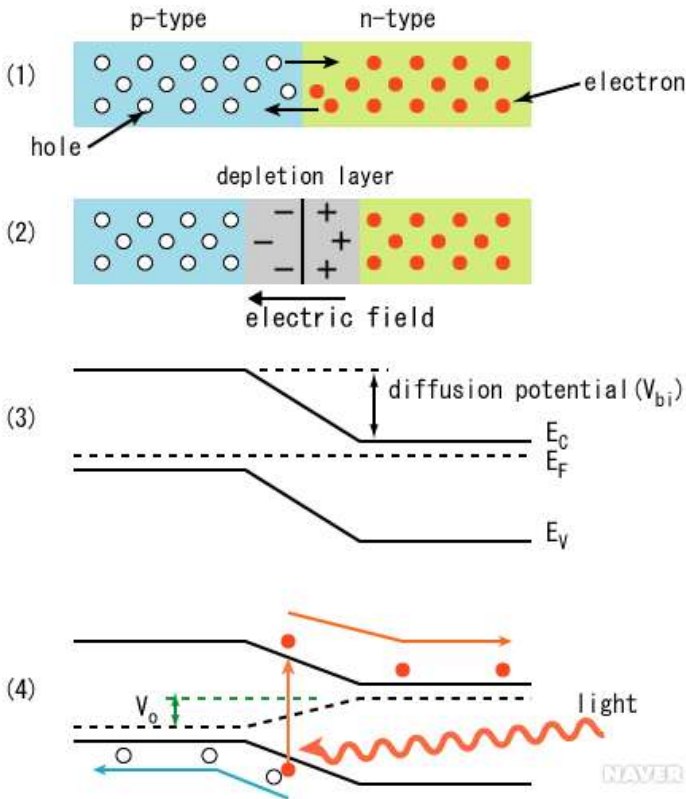


그림 1. 광기전 효과를 나타내는 간단한 그림 (출처)

광기전 효과는 광전 효과(photoelectric effect)와 거의 비슷하지만 설명하는 상황이 조금 다르다. 광전효과가 일반적으로 어떠한 물질이 빛을 받아 전자를 방출하는 효과를 일컫는다면, 광기전 효과는 광전효과의 결과로 생긴 전자와 양공(hole)이 물질 내부에서 이동하여 전위차를 만드는 것을 일컫는다. 즉 광기전 효과는 광전 효과의 하나의 결과로 생각할 수 있는 부수적인 효과라고 할 수 있다.

이러한 광기전 효과를 이용하여 빛에너지를 전기에너지로 바꾸어주는 장치가 태양 전지(solar cell)이다. 태양 전지는 크게 n형 반도체와 p형 반도체, 그리고 빛의 흡수를 도와주는 반사방지판과 전극으로 이루어져 있다. n형 반도체는 전자가, p형 반도체는 양공이 전하를 옮기는 주된 역할을 하는데, 이 두 반도체를 서로 붙여놓으면 상대적으로 전자가 많은 n형 반도체에서 p형 반도체로 전자가 확산되고 반대로 p형 반도체에서 n형 반도체로 양공이 퍼져나간다. 따라서 접합부를 중심으로 n형 반도체 쪽에는 양의 전하를 가진 양공이, p형 반도체 쪽에는 음의 전하를 가진 전자가 몰려있게 된다. 이에 따라 접합부에는 n형 반도체에서 p형 반도체 방향으로 향하는 내부 전기장(built-in field)이 생성된다. 전하의 확산이 충분히 이루어지면 전기장의 세기도 따라서 강해지고 어느 순간에는 한 쪽 방향으로 확산되려는 힘과 전기장에 의해 반대쪽 방향으로 이동하려는 힘이 같아져서 더 이상 전자나 양공이 이동하지 않는 상태에 이른다. 따라서 이렇게 전기장이 생기는 영역을 depletion 영역(depletion region, space charge region)이라고 부른다.

반도체의 밴드갭보다 더 큰 에너지를 가진 빛이 태양 전지에 들어오면 태양 전지 내부에 존재하는 전자를 더 높은 에너지의 상태로 들뜨게 만들고 전자가 있던 자리에 양공이 만들어지면서, 전자-양공 쌍(electron-hole pair)이 생성된다. 이 때 n형 반도체와 p형 반도체의 접합으로 인해 발생한 내부 전기장의 영향을 받아서, 들뜬 전자는 n형 반도체 쪽으로 움직이고, 양공은 p형 반도체 쪽으로 움직이게 된다. 각각 음전하와 양전하를 가진 전자와 양공이 서로 반대방향으로 이동하게 되므로 태양 전지 내부에 양공의 이동방향을 따라 전류가 흐르게 된다. 따라서 이 태양 전지에 외부 회로를 연결하게 되면 이 회로를 따라서 전류가 흐르고, 이것이 태양광 발전의 기본적인 원리이다.

현재 광기전 효과를 이용해 만드는 태양전지의 종류에는 크게 실리콘 태양전지와 비 실리콘 태양전지로 나뉘어진다. 실리콘(Si, 규소) 기반 태양전지는 실리콘이 간접 밴드갭(indirect band gap)을 가지고 있어서 에너지의 일부가 원자의 진동, 즉 포논(phonon)으로 새어나가 효율이 좋지 않을 수 있다. 그러나 이러한 단점에도 불구하고 실리콘은 제조 공정기술이 매우 발전되어있어 여전히 가장 많이 쓰여지고 있는 물질이다. 결정질 실리콘 태양전지가 전 세계 시장에서 차지하고 있는 비율은 85% 이상이다. 그림 2는 실리콘 태양전지를 이용한 패널이다.

태양광발전의 장점으로는 정비요소가 적고 유지비가 저렴하다는 점이다. 이러한 강점 때문에 현재 국내에도 가정용 태양광 발전기를 설치하는 가정이 늘어나고 있는 추세이다. 10 W/m²를 생산 가능한 태양광 발전소는 면적당 에너지 생산 효율이 풍력발전의 4 배, 바이오매스의 20 배에 이르며 신재생에너지도 높은 효율을 보여주고 있다. 태양에너지는 100 ~ 250 W/m²를 보면 태양광발전의 효율은 현재 10 ~ 20% 효율을 보여주고 있으며 향후에는 효율이 더 오를 것으로 기대가 되고 있다. 하지만 태양광발전은 날씨에 따른 출력 편차가 크다는 단점을 가지고 있다. 태양광의 방향이 시간에 따라 바뀌고 흐린 날, 비 오는 날 등 날씨에 따라서 효율이 낮아진다. 또한 온도에 따른 효율성 문제도 포함하고 있다. 2017년 기준으로 태양광 패널은 25도에서 가장 좋은 효율성을 보여주지만 그 이상, 이하의 온도에서는 효율성이 감소한다. 대한민국을 보면 보통 3 ~ 6월, 9 ~ 11월에 태양광 발전 효율이 가장 높은 이유가 온도에 따른 효율에서 오는 것이다. 태양광발전의 초창기에는 CdTe 태양전지를 이용해 제조를 하였는데 이때 카드뮴이 유독물질로서 제작 공정마다 유해물질이 검출되기는 했지만 현재는 실리콘 기반의 태양전지로 대체가 됨으로써 친환경에 가까워지고 있다

[네이버 지식백과] 태양광발전 [Photovoltaic system, solar power system] (물리학백과)

태양광발전[太陽光發電]

태양광발전은 발전기의 도움 없이 태양전지를 이용하여 태양빛을 직접 전기에너지로 변환시키는 발전방식이다.

[네이버 지식백과] 태양광발전 [太陽光發電] (두산백과 두피디아, 두산백과)

태양광발전은 태양전지와 축전지, 전력변환장치로 구성되어 있다. 태양빛이 P형 반도체와 N형 반도체를 접합시킨 태양전지에 쬐여지면 태양빛이 가지고 있는 에너지에 의해 태양전지에 정공(hole)과 전자(electron)가 발생한다. 이때 정공은 P형 반도체 쪽으로, 전자는 N형 반도체 쪽으로 모이게 되어 전위차가 발생하면 전류가 흐르게 되는 것이다.

태양광발전의 장점은 공해가 없고, 필요한 장소에 필요한 만큼만 발전할 수 있으며, 유지보수가 용이하다는 것이다. 반면에 전력생산량이 일조량에 의존하고, 설치 장소가 한정적이며, 초기 투자비와 발전단가가 높은 단점이 있다. 경남 함천군 함천댐에 수상 태양광 발전소가 완공되어 세계 최대 수상 태양광 발전소로 기록되었다.

[네이버 지식백과] 태양광발전 [太陽光發電] (두산백과 두피디아, 두산백과)

