



특집

미래의 에너지 대체에너지(2) - 태양광

우리나라에는 섬이나 산이 깊은 곳이 많다. 그런 곳까지 전기선을 연결하는 데는 비용이 많이 든다. 물론 디젤 발전기를 이용하여 전기를 만들 수 있지만, 이때에는 계속하여 경유를 공급해 주어야 하고, 전기를 만들 때 태우는 경유가 이산화탄소나 유황을 만들어 대기 오염도 일으키게 된다. 이런 외딴 섬이나 낙도의 등대 등에는 환경오염이 없으면서 원료를 계속 공급하지 않고도 전기를 얻을 수 있는 에너지원이 필요하다.

또한 현대는 계산기나 손목시계 라디오 등 간편하게 쓸 수 있는 휴대용 전자제품이나, 연료비를 아낄 수 있는 다양한 품목들이 인기를 얻고 있다. 휴대용 전자제품은 어떻게 하면 작고 가볍게 만드느냐가 제일 중요한 문제다.

위의 모든 문제의 해결책으로 현재 태양광 발전 기술을 많이 이용하고 있다.

지구의 못쓰는 땅인 사막에는 태양빛이 많이 비치기 때문에 태양광 발전에 아주 좋은 장소다. 중국의 고비 사막이나, 아프리카의 사하라 사막에 태양광 발전소를 세워놓고, 지구상의 필요한 전기를 공급해 사용할 수도 있다.

또, 지구의 밖으로 나가게 되면 어디에나 태양 빛이 있고 태양빛의 세기가 4배로 높아진다. 따라서 이러한 태양빛을 이용하면 우주에서 대규모로 전기를 만들어 사용할 수도 있다.

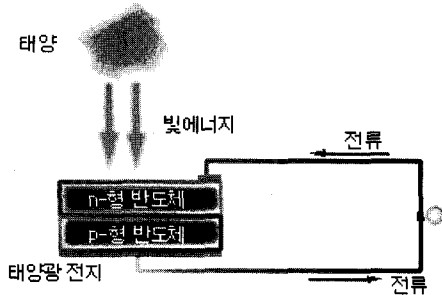
땅이 부족한 우리나라는 바다위에 해상 도시를 건설할 수도 있다. 해상도시에서 사용할 에너지로 태양광 발전을 이용하는 것이다. 이렇게 태양



광발전의 응용범위는 아주 넓다. 태양광 발전을 더욱 발전시키려면 앞으로 값싸고 성능이 좋은 태양 전지를 만들어 내는 것이 연구 과제다.

태양전지의 원리

태양전지는 반도체의 성질을 이용하여 빛 에너지를 전기 에너지로 변환시키는 장치다.



태양광 전지를 통해 빛 에너지가 전기 에너지로 바뀌는 과정

빛에너지는 어떻게 전자의 흐름으로 바뀌게 될까? 이 원리에 대한 설명으로 들어가기 전에 먼저 기억해야 할 것은 전기의 흐름, 즉 전류는 결국 전자의 흐름이라는 사실이다. 따라서 전기에너지를 생산하는 것은 전자의 흐름을 유도시킨다는 의미가 된다.

태양전지에 빛을 쬐었을 때 전기가 발생하는 반응은 두 가지의 현상이 연속적으로 일어나는 것으로 설명 될 수 있다. 첫째는 전자(자유전자)가 발생하는 현상이다. 둘째는 이렇게 생겨난 자유전자를 외부 회로로 내보내어 전기를 유도하는 과정이다.

고체 내부에는 전자가 많이 존재한다. 전자는 원자핵에 결합되어 있는 것(묶인전자)과 고체 내부를 자유롭게 돌아다닐 수 있는 것(자유전자)으로 구분된다. 이 중에서 자유전자가 전기의 흐름을 담당하게 된다.

반도체는 대체로 전기를 잘 통하지 않는 물질이다. 즉 자유전자를 많이 갖고 있지 않다는 뜻이다. 반도체에 빛을 비추면 '묶인전자'가 빛 에너지를 받아서 자유전자 상태로 된다. 빛 에너지는 원자핵에 '묶여' 있던 전자가 결합을 끊고 자유롭게 되도록 (=자유전자가 되도록) 힘을 보태주는 셈이 된다. 그런데 이것만으로는 전기를 얻을 수 없다.

그러면 자유전자들은 반도체를 빠져나와 어떻게 외부회로에 도달하게 될까?

자유전자가 외부회로에 도달하게 하기 위해서 필요한 것이 반도체 p-n접합이다. 이것은 말 그대로 'p-형 반도체'와 'n-형 반도체'를 붙여서 만든다. 이렇게 되면 접합 부분에 전기장이 생긴다. 이것은 다른 말로 하면 접합 부분에 +극과 -극을 띤 부분이 생긴다는 뜻이다. 이러한 극성 때문에 자유전자는 n-형 쪽으로 (그림의 왼쪽으로) 끌리게 되고 일단 자유전자가 n-형 쪽으로 끌려 넘어가면 다시 p-형 쪽으로 넘어올 수 없다.(자유전자를 끌고 온 극성의 영향으로).

지금까지의 설명을 정리하면 이렇다. 빛을 반도체에 쬐이면 자유전자가 생겨나고 이 자유전자들은 n-형 쪽으로 끌려 넘어가게 된다. 이러한 n-형 쪽에 자유전자가 계속 쌓이게 된다. 이 때 만약 반도체에 전기선이 연결되어 있다면 전자는 전기선을 통해 외부로 빠져나가려고 할 것이다.

따라서 전기선을 따라 전자가 흐르게 되고, 우리는 전기를 얻게 되는 것이다.

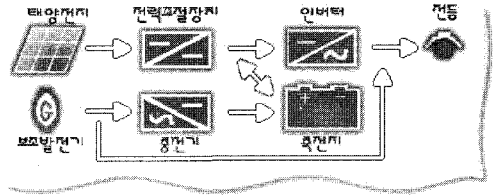
태양전지로 전기를 생산한다면 전력비가 얼마나 될까? 모든 에너지 변환 장치에 효율을 따지듯이 태양전지도 전기에너지를 얼마나 많이 생산하느냐를 나타내는 수치로서 효율을 표시한다. 다음 수식을 사용합니다.

$$\text{효율 (\%)} = \frac{\text{(생산된 전력량)}}{\text{(태양 빛 에너지)} \times 100}$$

당연히 효율이 높은 태양전지를 만드는 것이 좋으나 과연 태양전지로 전기를 생산한다면 전력비가 얼마나 될까를 따지려면 아무래도 경제적인 측면, 그러니까 태양전지를 제작하는데 얼마가 들어가느냐 하는 점도 생각해야한다. 아무리 효율이 높은 태양전지라도 제작비가 너무 높으면 실용성이 없는 것이고 반대로 효율이 비교적 낮더라도 제작비가 저렴하면 경제성이 있는 것이다. 아직은 어느 한가지가 경제성 면에서 확실히 우월하다는 점이 입증되지 않았기 때문에 현재 여러 가지 물질과 형태의 태양전지가 연구되고 있다.

태양광발전 시스템 구성

태양전지에서 생산되는 전기는 직류(DC)전기다. 이러한 직류전기가 그대로 사용되는 경우도 있겠지만 우리가 보통 쓰는 전기는 교류(AC)이기 때문에 DC를 AC로 바꾸는 인버터가 필요하다. 그리고 태양전지는 주로 낮에 전기를 만들어 내지만 사람들이 전기를 쓰는 시간이 이와 다를 수



태양광 발전 시스템의 구성도

있으므로 전기를 저장했다가 필요할 때 꺼내 쓸 수 있도록 축전지(Battery)가 필요하다. 또 장마철이나 태풍등의 영향으로 비교적 장기간 태양전지가 작동할 수 없는 경우를 대비하여 보조발전기(주로 화력발전기)도 있어야 한다.

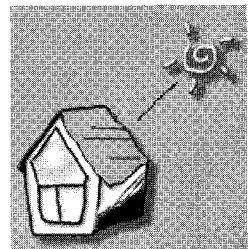
대표적인 전력계통도를 표시하면 아래의 그림과 같다. 그림에 표시된 전력조정장치는 태양전지가 주어진 조건에서 최대의 전력을 낼 수 있도록 하는 장치이다.

종류

태양광 발전에는 태양광 발전만으로 전기를 만들어 자급 자족하는 형태와 태양광 발전으로 만든 전기와 함께 다른 전기를 같이 사용하는 형태가 있다.

독립형 시스템

등대나 섬과 같이 전력 계통이 정비되지 않은 지역에서 이용되며 현재 가장 많이 쓰이고 있다. 태양광으로는 하루 평균 3시간 정도밖에는 발전할 수 없으므로 발전된 전기를 저장하는 기능이 필수적이다. 큰 용량의 축전지를 사용해야 한다.

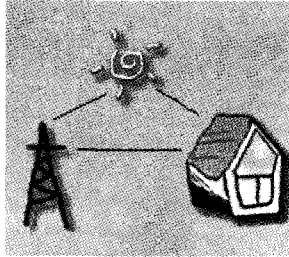


독립형



계통 연계 시스템

태양광으로 발전된 전기와 함께 전력회사에서 공급하는 전기를 같이 사용하는 방식이다. 태양광으로 발전되지 않는 시간에는 전력 계통으



계통 연계

로부터 전력을 공급받을 수 있다. 태양광으로 발전하여 전기를 사용하고도 남는 경우에는 전력 계통에 거꾸로 흘러보낼 수 있다.

응용사례

◇ 태양광 가로등

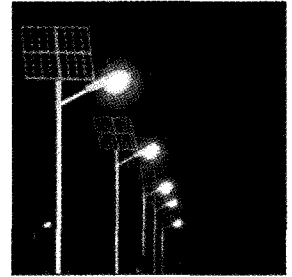
길이 난 곳에는 가로등이 있어야 밤에 차가 안전하게 달릴 수 있다. 그러나 깊은 산 속이라든지 인적이 드문 곳에서는 전기선을 끌어오는데 너무나 많은 비용이 든다.



태양광 가로등(낮)

이런 불편함을 덜 수 있는 방법이 바로 태양광을 이용하는 것이다. 즉, 가로등의 윗 부분에 태양전지를 달아서 낮 동안에 전기를 만들어 축전지에 모아두었다가 밤에 꺼내쓰는 것이다. 해가 비치는 곳이면 어디든지 전기를 만들어 가로등을 켤 수 있다.

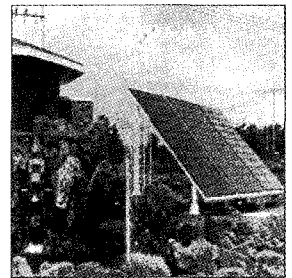
고속 도로의 주변에 있는 가로등을 보면 이러한 태양전지를 단 가로등이 많이 있는 것을 볼 수 있다. 그러나 햇빛이 적은 경우를 대비하여 한국전력의 전기선이 같이 연결되어 있는 계통 연계선 연계 방식도 쓰인다.



태양광 가로등(밤)

◇ 태양광 분수대

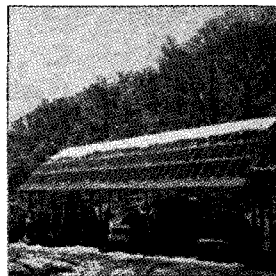
태양 전지로부터 얻은 전기를 가지고 할 수 있는 일은 많다. 그 중 하나의 예로 마당 한가운데에 분수대를 설치하는 것이다. 분수대를 돌리기 위해 전기선을 마당까지 끌지 않아도 태양 전지를 이용하게 되면 전기를 만들어 낼 수 있다.



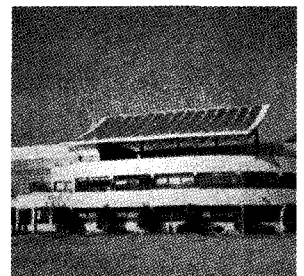
태양광 분수대(제주도 월령 신재생에너지 시범단지)



태양광 분수대(광주 비엔날레 중외 공원)



한국 제주도 한라산 국립공원



태양광 발전시설, 30KW 한국과학기술원