

건축전기설비기술사 문.제.해.설.

글 / 김세동 (두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사 e-mail : kmse@doowon.ac.kr)

태양전지 모듈의 간이 등가회로를 구성하고, 전류-전압곡선을 설명하시오.

항 목	Key Point 및 확인 사항	비 고
Key Word	태양전지 모듈 특성	—
관련 이론 및 실무 사항	<ol style="list-style-type: none"> 태양전지 확인 태양전지 모듈과 어레이 구분 태양전지 모듈의 전류-전압 특성 태양전지의 Fill Factor의 특성 태양전지 모듈의 변환효율 조사 	—

<해설>

1. 태양전지 모듈의 개념

태양전지는 태양의 빛 에너지를 전기에너지로 변환하는 기능을 가진 최소 단위로서 '태양전지셀'이 그 기본이 된다. 태양전지셀은 10~15cm 각 판상의 실리콘에 pn 접합을 한 반도체의 일종이다. 태양전지셀은 본래 발생전압이 0.5~0.6V 정도로 낮기 때문에 여러 장을 직렬로 접속하여 만든 모듈로 이용된다.

태양전지 모듈은 수십 장의 태양전지 셀을 일정한 틀에 고정시켜 구성하는 것으로 태양전지 모듈 속에 태양전지 셀을 연결하여 소정의 전압, 출력을 얻을 수 있게 되어 있다.

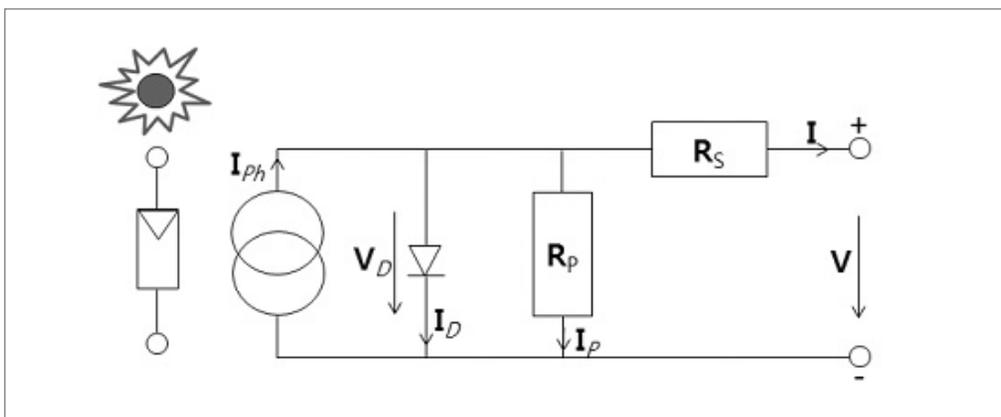
2. 태양전지의 등가회로

그림 1은 태양전지의 등가회로를 나타낸 것이다. 등가회로는 직렬저항(R_S)과 병렬저항(R_P)으로 구성되며, 다음과 같은 수식으로 표현된다.

$$I = I_{Ph} - I_D - I_P$$

$$I_P = \frac{V_D}{R_P} = \frac{V + R_S I}{R_P}$$

직렬저항이 커지면 단자전압 V 가 적어지고, 병렬저항이 적어지면 누설전류가 증가하여 출력전류가 감소한다. 일반적으로 직렬저항은 전기적 접촉으로 발생하고 수 $m\Omega$ 정도이며, 병렬저항은 10Ω 이상이다. 태양전지의 직렬 및 병렬저항은 셀의 성능을 결정하며, 태양전지의 실리콘 순도와 직렬 및 병렬 저항에 의해 태양전지의 등급은 1~15등급으로 나누어진다.

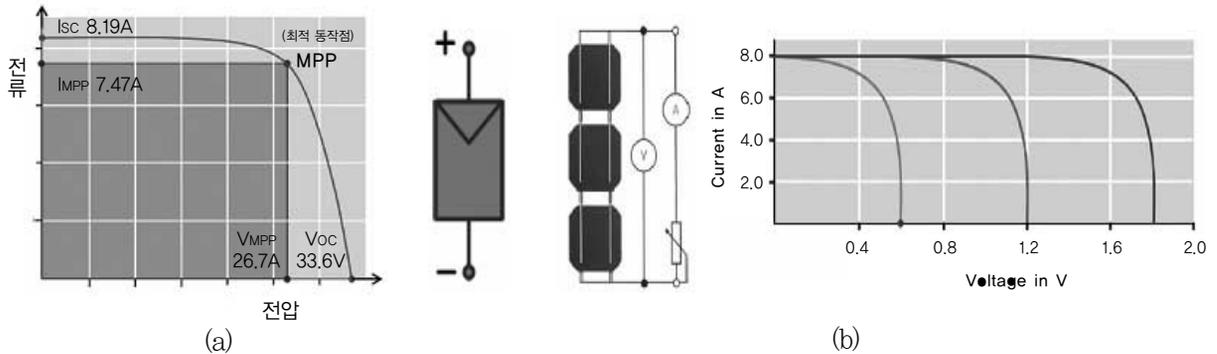


[그림 1] 태양전지의 등가회로

3. 태양전지 모듈의 전류-전압 특성

태양전지 모듈에 입사된 빛 에너지가 변환되어 발생하는 전기적 출력의 특성을 전류-전압 특성이라고 하며, 그림 2와 같다. 여기에서 최적 동작점이란 최대출력을 얻을 수 있는 동작점을 의미하며, 용어의 정의는 다음과 같다.

- 최대출력(Pmpp) : 최대출력 동작전류(Imp) × 최대출력 동작전압(Vmp)
- 개방전압(Voc) : 정부 극간을 개방한 상태의 전압
- 단락전류(Isc) : 정부 극간을 단락한 상태에서 흐르는 전류
- 최대출력 동작전류(Imp) : 출력 최대시의 동작전류
- 최대출력 동작전압(Vmp) : 출력 최대시의 동작전압



[그림 2] 태양전지 모듈의 전류-전압 특성

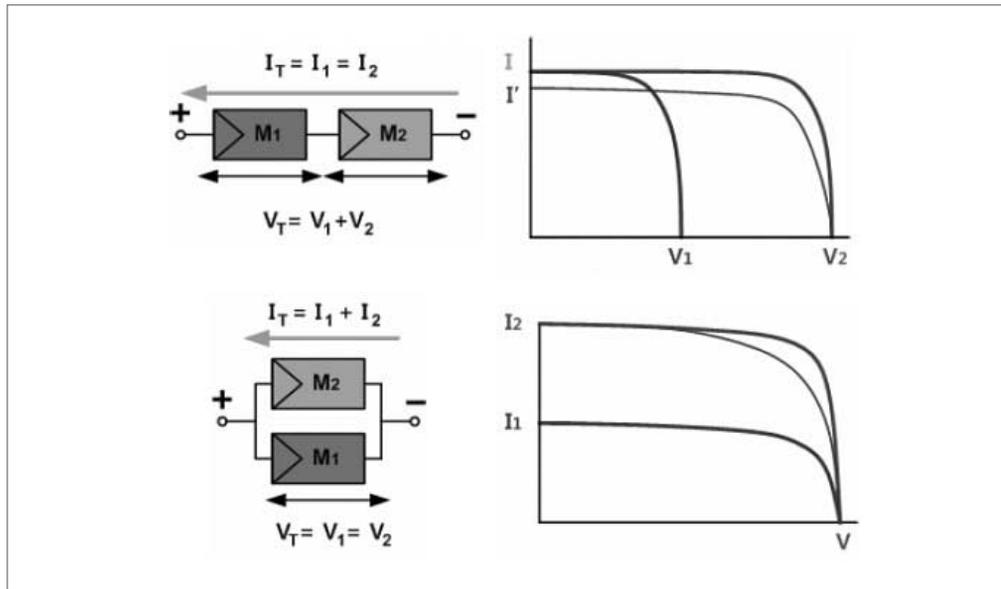
모듈의 출력은 태양의 방사조도, 광원의 종류 및 온도 등 여러 가지 자연조건에 의해 좌우된다. 따라서, 모듈의 출력특성을 평가할 경우에는 태양광의 방사조도와 분광분포를 모의 시험한 솔라시뮬레이터(Solar Simulator)에 의한 육내 측정을 표준 측정방법으로 한다.

☞ 추가 검토 사항

1. 태양전지 모듈의 Array 구성과 각 모듈의 성능 차이로 동작전압이 불일치되는 원인이 되며, 이를 주의하여야 한다.

- 1) 모듈에 따라 전류의 크기가 1A 가까이 차이가 발생하기도 하므로 같은 전류의 모듈을 하나의 직렬로 구성하는 것이 좋다.
- 2) 같은 용량의 모듈도 전압이 수 V까지 차이가 나는 경우도 있다. 전압이 높은 모듈을 멀리 배치하고 낮은 모듈을 가까이 배치하면 효과가 크다.

그림 3은 태양전지 모듈을 직렬과 병렬로 연결한 경우의 전압과 전류의 관계를 보여주고 있다.



[그림 3] 태양전지 모듈의 직병렬 연결시 전류-전압 특성

2. Fill Factor(곡선인자)

최대출력을 개방전압과 단락전류의 곱으로 나눈 값으로 다음과 같이 나타낸다.

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

태양전지의 특성을 나타내는 파라미터로서 내부 직렬저항, 병렬저항 및 다이오드 인자에 좌우된다.

3. 태양전지 모듈의 변환효율은 종류 및 제품에 따라 다르며, 일반적으로 단결정 실리콘 태양전지가 12~19%, 다결정 실리콘 태양전지가 10~15%, 그리고 아몰퍼스 실리콘 태양전지 및 화합물반도체 태양전지(CdS 등)에서는 6~12% 정도 된다. KEA

[참고문헌]

1. 유권종 역, 태양광발전시스템 설계 및 시공, 인포더북스, 2009
2. 이지용, Photo-Voltaic Systems, R&D Center of Hex Power System Co., Ltd. 한국조명전기설비학회 전문워크샵, 2009
3. 하영복, 태양광발전시스템, (주)에디슨전기, 2011