



알기쉬운 태양광발전 기초지식 3

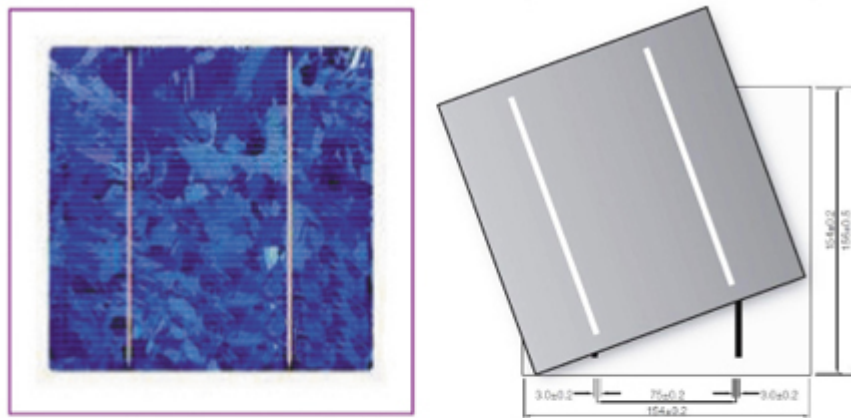
- 3장 태양전지의 변환효율 (개정)

우리가 태양전지의 성능을 비교할 때 "이 모듈의 효율은 몇%이다"라는 말을 많이 듣게 됩니다. 예를 들자면 최근 언론보도에서 "한국의 S사에서 다결정 태양전지 변환효율 17.2% 달성" 또는 "일본 샤프사는 화합물 접합형 태양전지에서 세계 최고 변환효율 35.8% 달성" 같은 내용의 기사가 자주 나옵니다.

이 효율(태양전지의 변환효율)이 무엇을 뜻하는지 쉽고 간략하게 알아보기로 하겠습니다..

1. 태양전지 셀의 변환효율

예를들어 "2장 태양전지의 전압과 전류"에서 예를 들었던 "A"셀 제조사의 6인치 다결정셀 1등급 셀을 가지고 변환효율을 한번 계산해 보겠습니다.



6인치 다결정셀 전기적 사양

등급	효율 (%)	최대출력 (Pmax)	최대전압 (Vmp)	최대전류 (Imp)	개방전압 (Voc)	단락전류 (Isc)
1등급	16.50	4.015	0.519	7.744	0.620	8.169
2등급	16.00	3.894	0.512	7.603	0.615	8.075
3등급	15.50	3.772	0.504	7.477	0.611	7.982
4등급	15.00	3.650	0.497	7.341	0.608	7.886
5등급	14.50	3.529	0.495	7.129	0.604	7.691
6등급	14.00	3.407	0.492	6.929	0.599	7.451

Test Condition 1000W/m² AM 1.5 25°C

이 셀의 사양은 최대전류 7.744A, 최대전압 0.519V, 출력 4.015W 이고,

면적은 0.156m × 0.156m = 0.024336m² 입니다.

그럼 이 셀의 변환효율을 알아보겠습니다.

가. 먼저 표준조건에서 단위면적(1㎡)당 입사되는 에너지량을 계산 합니다.

$$1\text{㎡에 입사된 에너지량}(W) = 0.024336\text{㎡} \times 1000\text{W/㎡} = 24.336\text{W}$$

나. 태양전지 셀 출력 = 4.015W

$$\begin{aligned} \text{다. 셀 변환효율}(\%) &= \text{태양전지출력} \div 1\text{㎡에 입사된 에너지량} \times 100(\%) \\ &= 4.015\text{W} \div 24.336\text{W} \times 100 = 16.498\% = 16.5\% \end{aligned}$$

그러므로 이 태양전지 셀의 변환효율은 16.5% 입니다.

위의 도표에도 효율이 16.5%라고 나와 있으니 계산이 맞은 것입니다.

현재 일반적으로 가장 많이 상용화 되고 있는 실리콘 계열의 태양전지셀의 변환효율은 단결정 셀이 16%~18%, 다결정셀이 15%~17% 정도이며 회사별 등급별로 차이가 조금씩 있습니다. 이런 실리콘 결정질 셀의 최대이론효율은 약 29% 정도라고하며 앞으로 계속 발전할 것입니다.

또 요즘 많이 사용하는 비정질박막형 태양전지의 효율은 10% 전후 입니다.

차세대 유망 태양전지로 부각되는 CIGS(구리,인듐,갈륨,셀레늄)박막태양전지도 4%~8%의 낮은 효율로 인하여 사용이 적었으나 최근 일본 산업기술종합 연구소에서 변환효율을 15.9%의 CIGS를 개발 하였습니다.

이렇게 태양전지의 효율은 해마다 빠르게 발전하고 있는 추세 입니다.

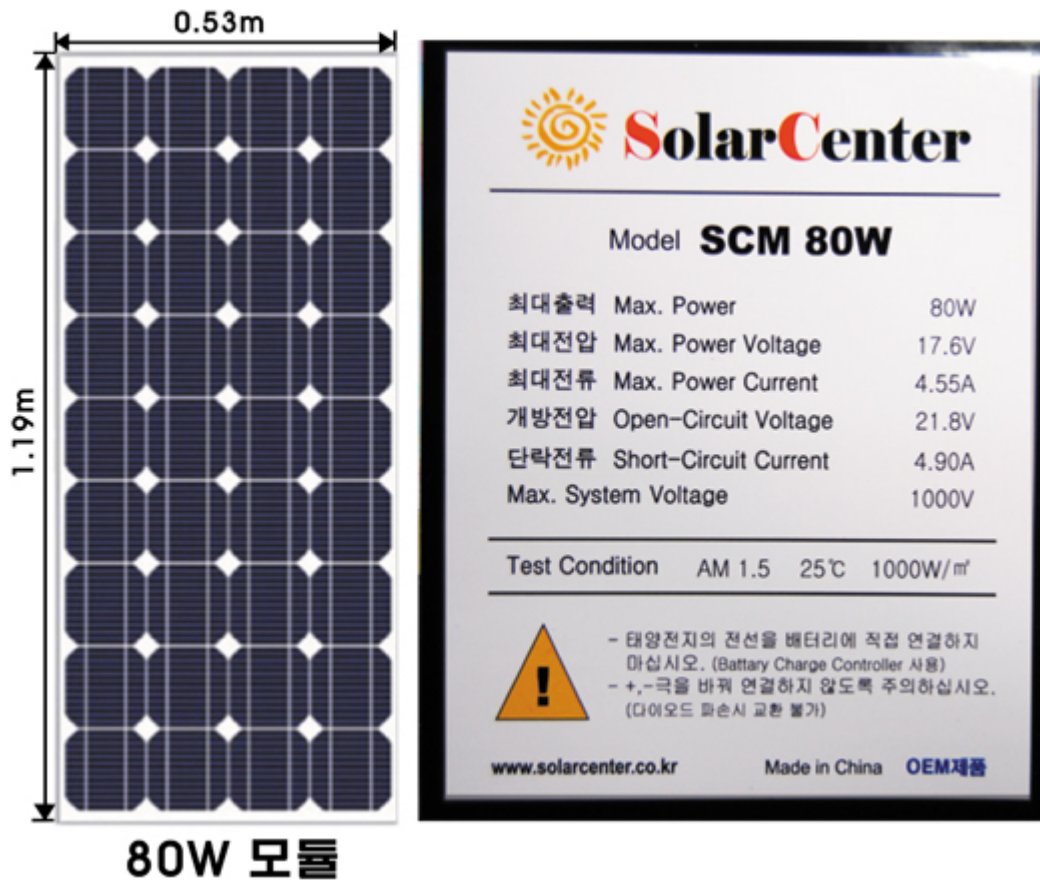
참고로 지금까지 나와 있는 태양전지 중 가장 효율이 높은 태양전지는 GaAs(갈륨-비소)를 기판으로 한 태양전지로 2009년독일의 Fraunhofer 연구소에서 세계최고의 변환효율 41.1%달성에 성공했습니다.

2. 태양전지 모듈의 변환효율

태양전지 셀의 변환효율과 태양전지 모듈의 변환효율은 조금 차이가 납니다.

예를들면, 17%의 효율을 가진 셀을 사용하여 모듈을 만들었다면 그 모듈의 효율은 접합부와 연결부에서의 전력 손실로 인하여 셀 효율 보다 1~2% 떨어지고, 또 모듈의 가장자리 빈 공간에서는 발전이 되지 않기 때문에 최종적으로 이 태양전지모듈의 효율은 약 13%~14%가 될 것입니다.

위와 마찬가지로 B사의 80W 태양전지모듈의 변환효율을 계산해 보겠습니다.



80W 모듈

이 모듈의 사양은 최대전류 4.55A, 최대전압 17.6V, 출력 80W 이고, 면적은 가로 0.53m × 1.19m = 0.6307m² 입니다.

그럼 이 모듈의 변환효율을 알아보겠습니다.

가. 먼저 표준조건에서 단위면적(1m²)당 입사되는 에너지량을 계산합니다.

$$1\text{m}^2\text{에 입사된 에너지량(W/m}^2\text{)} = 0.6307\text{m}^2 \times 1000\text{W/m}^2 = 630.7\text{W}$$

나. 태양전지모듈 출력 = 80W

$$\begin{aligned}\text{다. 모듈 변환효율(\%)} &= \text{태양전지출력} \div 1\text{m}^2\text{에 입사된에너지량} \times 100(\%) \\ &= 80\text{W} \div 630.7\text{W} \times 100 = 12.68\%\end{aligned}$$

그러므로 이 태양전지모듈의 변환효율은 12.68% 입니다.

태양전지모듈에서 효율이 높다, 낮다 하는 것은 그 모듈이 똑같은 면적을 가졌을 때의 출력 비교입니다.

중요한 것은 출력이 100W 태양전지모듈은 모두 출력(성능)이 표준조건에서 100W가 나옵니다. 출력이 똑 같습니다.

다만, 효율이 높은 제품은 그 효율의 비율 차이 만큼 제품의 크기가 작아진다는 것 입니다.

키 포인트

1. 태양전지의 변환효율(%)

태양전지의 출력(W) ÷ 1㎡ 당 입사되는 에너지
(태양전지의 단면적(㎡)을 1000으로 곱한 수치와 동일) × 100(%)

2. 단결정질 실리콘 셀의 효율 = 16% ~ 18%

다결정질 실리콘 셀의 효율 = 15% ~ 17%

비결정질 박막형 실리콘 태양전지의 효율 = 10% 내외

유기물(플라스틱), CIGS 플렉시블 박막형의 효율 = 6% ~ 10%

세계최고의 태양전지 효율 = 41.1% (GaAs 태양전지)

3. 태양전지모듈의 효율은 태양전지셀의 효율보다 적다.

4. A사 제품 100W 태양전지모듈과 B사 제품 100W 태양전지 모듈의 출력은 같다.(모두 최대 출력은 100W)

단, 모듈의 크기가 다르다. - 효율이 높은 제품이 작아진다.



☞ 셀(Cell)

태양전지의 가장 기본 소자, 태양전지모듈을 구성하는 최소단위로, 제품은 단결정질과 다결정질로 나뉘어 있으며, 크기는 보통 5인치 (125mm × 125mm)와 6인치(156mm × 156mm)이다.

☞ 모듈(Module)

다수의 셀을 연결시켜 1장의 패키지로 만든 제품을 말하며 태양전지판 또는 솔라판넬 (Solar Pannel)이라 부르기도 한다.

☞ 변환효율(Conversion efficiency)

태양전지의 최대출력(Pmax)을, 발전하는 면적 (태양전지 면적 : A)과 규정된 시험 조건에서 측정된 입사 조사강도(Incidence irradiance:E)의 곱으로 나눈 값을 백분율로 나타낸 것으로서 %로 표시한다.

변환효율 = 최대출력(Pmax)/(태양전지 모듈의 전체면적(A_t) × 조사강도(E)) × 100(%)

태양전지모듈							
모 델 명 (출력)	최대전압 (V)	최대전류 (A)	개방전압 (V)	단락전류 (A)	외 형 (mm)	무 게 (kg)	셀종류
SCM 1.6 (1.6W)	8.8	0.18	10.9	0.23	135×135×25	0.44	M/P
SCM 3.2 (3.2W)	8.8	0.37	10.9	0.4	135×265×25	0.64	M/P
SCM 5 (5W)	17.3	0.3	21.4	0.39	225×290×25	0.9	Mono
SCM 5 (5W)	17.3	0.3	21.4	0.39	240×290×25	0.9	Poly
SCM 10 (10W)	17.5	0.59	21.5	0.69	360×290×25	1.3	Mono
SCM 10 (10W) Poly	17.3	0.58	21.5	0.64	357×280×25	1.0	Poly
SCM 15 (15W)	17.5	0.86	21.5	0.98	490×290×25	1.7	M/P
SCM 20 (20W)	17.5	1.15	21.5	1.38	545×360×25	2.4	Mono
SCM 20 (20W) Poly	17.3	1.16	21.5	1.29	539×366×25	2.0	Poly
SCM 30 (30W)	17.5	1.72	21.7	1.92	550×498×25	3.4	Mono
SCM 30 (30W) Poly	17.3	1.74	21.5	1.94	747×357×25	3.0	Poly
SCM 40 (40W)	17.5	2.29	21.5	2.45	638×545×40	4.2	Mono
SCM 40 (40W) Poly	17.3	2.32	21.5	2.59	668×518×30	4.0	Poly
SCM 50 (50W)	17.6	2.84	21.7	3.06	787×545×40	5.1	Mono
SCM 50 (50W) Poly	17.5	2.86	21.6	3.22	835×535×35	5.5	Poly
SCM 60 (60W)	17.6	3.41	21.7	3.73	905×545×40	6	Mono
SCM 60 (60W) Poly	17.3	3.47	21.5	3.87	744×680×35	5.7	Poly
SCM 80 (80W)	17.6	4.55	21.8	5.21	1199×545×35	8	Mono
SCM 80 (80W) Poly	17.3	4.63	21.5	5.1	961×680×35	7.4	Poly
SCM 100 (100W)	17.7	5.7	22	6.4	1054×719×40	9	Mono
SCM 100 (100W) Poly	17.3	5.79	21.5	6.47	1196×680×35	8.2	Poly
SCM 120 (120W)	17.5	6.97	21.4	7.77	1054×810×40	10	Mono
SCM 120 (120W) Poly	17.3	6.94	21.5	7.7	1298×680×35	10	Poly
SCM 180 (180W)	37.5	4.8	44	5.25	1602×814×40	15	Mono

박막형태양전지모듈							
모 델 명 (출력)	최대전압 (V)	최대전류 (A)	개방전압 (V)	단락전류 (A)	외 형 (mm)	무 게 (kg)	
SCAM 10W	16.5	0.64	23	0.91	410×540×28	2.8	
SCAM 20W	16.5	1.22	24	1.7	410×1070×28	5.2	

자세한 사항은 www.solarcenter.co.kr 를 참고하십시오.

소형솔라모듈전문 www.minisolar.co.kr

COPYRIGHT(C) 2010 SOLARCENTER ALL RIGHTS RESERVED

경기도 김포시 대곶면 초원지리 539번지 솔라센타

Tel : 031-981-8118 / Fax : 031-981-8184 / E-mail : solar@solarcenter.co.kr