

# 청록광 형광체를 적용한 태양광 발전 모듈의 발전 효율과 빛 투과율 향상

김정현\*\*\*\*, 이정환\*, 김우민\*\*, 정진수\*, 이교우\*\*\*

\* 주식회사 제이솔루션, \*\* 전북대학교 고분자나노공학과, \*\*\* 전북대학교 기계설계공학과  
e-mail:rigerjh@gmail.com

## The enhancement of PV generation efficiency and light penetration thru applying phosphors to the PV module

Junghyun Kim\*\*\*\*, Jeonghan Lee\*, Woo-Min Kim\*\*, Jin-Su Jung\*, Gyo Woo Lee\*\*\*

\* J Solution Co., Ltd., \*\* Dept. of Polymer Nano Science & Technology, Jeonbuk Nat'l Univ.  
\*\*\* Div. of Mechanical Design Engineering, Jeonbuk Nat'l Univ.

### 요약

본 연구에서는 태양광 모듈의 발전 효율을 향상하기 위해 자외선을 가시광선으로 전환하는 형광체를 적용하여 태양광 모듈을 제조했고 발전 효율을 측정해 이를 확인했다. 또한 적용한 형광체는 실리콘 태양전지의 발전에 유리하도록 청록광 형광체를 선택하여 유리에 스프레이 코팅해 유리의 투과율 변화를 측정했다. 형광체가 코팅된 유리의 빛 투과율은 코팅 전 88.96 %에서 89.31 %로 상승했고, 태양광 발전 모듈의 발전 효율은 코팅 전 11.1 %에서 11.6 %로 향상되었다. 적용한 형광체를 통해 자외선으로 손실되는 빛이 가시광선으로 전환되는 효과와 빛의 투과율 증가로 인한 가시광선 조사량 증가로 발전 효율이 향상된 것을 알 수 있었으며 추가 연구를 통해 효율을 더 개선할 예정이다.

### 1. 서론

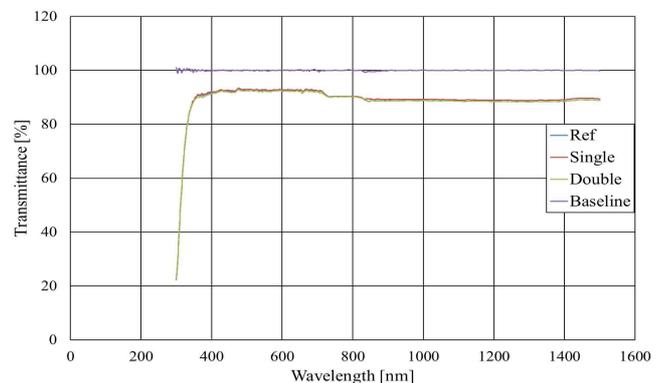
형광체는 자외선 또는 적외선 영역의 빛을 가시광선 영역으로 전환하는 특징이 있는 소재이다.[1] 태양광 발전에 사용하는 빛은 가시광선으로 태양에서 조사되는 빛 중 일부이며 나머지는 모듈을 투과하거나 모듈에 흡수되어 열로 전환된다. 이렇게 사용되지 못하는 영역의 빛을 태양광 발전에 이용하기 위해 본 연구에서는 적외선 영역의 빛을 청록광으로 전환하는 형광체를 태양광 모듈에 적용해 태양광 발전 효율의 변화를 측정했고, 유리에 형광체를 코팅함에 따른 빛의 투과율 변화를 알아보았다.

### 2. 실험 방법

적외선을 가시광선으로 전환할 형광체는 청록광 형광체로 BAM 계열의 형광체를 선택했다. 형광체를 적용하는 방법으로는 태양광 모듈의 강화유리에 스프레이법으로 코팅하는 방법을 선택했으며, 이로 인한 빛의 투과율 변화를 확인하기 위해 코팅 전후의 빛의 투과율을 측정했다. 그리고 형광체를 적용한 태양광 모듈의 발전 효율 변화를 확인하기 위해 형광체를 코팅하기 전후의 강화유리를 이용해 태양광 발전 모듈을 제조하였고 KS IEC 61215 규격으로 모듈 효율을 측정했다.

### 3. 실험 결과

강화유리에 형광체를 코팅했을 때 빛의 투과율 변화를 살펴본 결과, 형광체를 코팅했을 때 빛의 투과율이 향상된 것을 확인할 수 있었다. 그림 1은 유리에 형광체를 코팅하기 전후의 빛의 투과율을 측정한 그래프로 Ref.는 코팅 전, Single은 단면, Double은 양면 코팅을 의미한다. 빛의 투과율은 단면 코팅 시 코팅 전 88.96 %에서 89.31 %로 향상되었는데, 이는 한쪽 면이 울록볼록한 유리의 특징에 의한 것으로 생각된다. 단면 코팅의 경우 울록볼록한 면에 코팅했는데, 형광체의 입자가 흡수 메우면서 굴절 특징을 바꿔 투과율이 향상되지만, 양면은 평평한 면에 형광체 입자가 코팅되면서 면이 울록볼



[그림 1] 유리에 형광체를 코팅했을 때 빛의 투과율 변화

[표 1] 발전효율 평가 결과

	Pmax	Cell_eff.	Module_eff.
Ref.	106.9	18.3	11.1
Phosphor	112.2	19.2	11.6

록해져 난반사가 일어나듯 빛이 굴절되는 것으로 생각된다.

태양광 발전 효율의 변화는 표 1에 정리했는데, 최대 생산 전력량 Pmax, 태양전지의 발전 효율 Cell\_eff., 태양광 발전 모듈의 발전 효율 Module\_eff.로 구분했고 Ref.는 형광체 미사용 모듈, Phosphor는 형광체 적용 모듈을 의미한다. Pmax를 보면 형광체 적용 전 106.9 W에서 112.2 W로 5 %가 증가했고, Cell\_eff.는 18.3 %에서 19.2 %로, Module\_eff.는 11.1 %에서 11.6 %로 각각 향상되었다. 이를 통해 형광체를 적용했을 때 태양광 발전 효율이 향상되는 것을 알 수 있다. 여기서 Cell\_eff.의 향상 정도와 Module\_eff.의 향상 정도를 비교하면 Module\_eff.의 향상 정도가 더 낮은데 이는 태양전지에서 모듈로의 손실 때문이며 전기저항에 의한 손실이 가장 크다. 발전 효율 향상 정도를 생각했을 때 적외선을 가시광선으로 전환하여 가시광선의 조사량이 증가한 영향과 빛의 투과율 증가에 의한 효과도 있을 것으로 생각된다. 유리에 형광체를 코팅한 후 빛의 투과율이 증가하면서 코팅 전 가시광선 조사량보다 증가한 가시광선으로 전체 발전량도 증가한 것으로 생각된다. 빛의 투과율이 개선된 수치를 보면 약 0.4 %p 증가했으므로 Module\_eff.의 개선 효과인 0.5 %p와 비교하면 유의미한 수치라 할 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구는 형광체를 태양광 발전 모듈에 적용해 태양광 발전 효율을 향상하는 것을 목적으로 BAM 계열의 청록광 형광체를 선택해 유리에 스프레이법으로 코팅 후 태양광 발전 모듈을 제조해 성능을 평가했다. 태양광 발전 모듈 효율은 코팅 후 11.1 %에서 11.6 %로 0.5 %p 상승해 태양광 발전 효율을 개선하는데 형광체 코팅이 효과가 있음을 알 수 있었고, 발전 효율이 상승한 요인으로는 형광체의 적외선을 가시광선으로의 전환하는 효과와 함께 형광체를 유리에 코팅 후 빛의 투과율이 증가한 것까지 종합적으로 영향을 준 것으로 판단된다. 결과적으로 형광체를 유리에 코팅하면 적외선에서 가시광선으로 빛의 전환 효과와 빛의 투과율이 증가하는 효과로 태양광 발전 효율을 개선하는 데 도움이 되며, 코팅 방법을 스프레이법보다 균일하게 분산하는 방법을 선택하면 개선 효과가 더 커질 것으로 예상된다. 따라서 향후 연구에서는 코팅법 개

선 및 최적화로 발전 효율을 더 개선할 예정이다.

#### 참고문헌

- [1] I. Y. Jung, Y. Cho, S. G. Lee, S. H. Sohn, D. K. Kim, D. K. Lee, and Y. M. Kweon, "Optical properties of the BaMgAl<sub>10</sub>O<sub>17</sub>:Eu<sup>2+</sup> phosphor coated with SiO<sub>2</sub> for a plasma display panel", Appl. Phys. Lett. 87, 191908, 2005.