

태양전지모듈용 저철분 투과 유리의 광특성 평가

김경수, 강기환, 유권중
한국에너지기술연구원

The Optical Characteristics of Low Iron Glass for Photovoltaic Module Fabrication

Kyung-Soo Kim, Gi-Hwan Kang, Gwon-Jong Yu
Korea Institute of Energy Research(KIER)

Abstract - In this paper, we study the optical characteristics of low iron glass for photovoltaic modules fabrication. Two types of glasses are examined by optical transmittance and reflection measurement. Also, by making laminated glass, we analyze the difference between glass maker. Mini-PV module is fabricated to compare optical reflectance through lamination process. Anti-reflection and catalyst-coated glasses are suggested for advanced technology to obtain high electrical generation output. The specific analysis is shown in the following paper.

$$R_{||} = \frac{\tan^2(\theta_{\in} - \theta_{out})}{\tan^2(\theta_{\in} + \theta_{out})}, \quad R_{\perp} = \frac{\sin^2(\theta_{\in} - \theta_{out})}{\sin^2(\theta_{\in} + \theta_{out})}$$

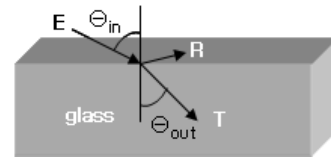
$$T_{||} = 1 - R_{||}, \quad T_{\perp} = 1 - R_{\perp}$$

이때, 굴절되는 빛의 각도는 다음과 같게 된다.

$$\theta_{out} = \arcsin\left(\frac{n_0}{n1} \sin\theta_{\in}\right)$$

1. 서 론

일반적으로 태양전지모듈은 개별 태양전지를 직렬로 연결하여 전기 회로를 구성하고 완충역할과 전기적 절연을 위한 EVA Sheet, 후면의 Back Sheet와 전면의 저철분 투과유리로 구성되어 있다. 모듈의 적용 용도에 따라 후면 재료는 푸른색, 흰색, 검은색 등의 Back Sheet가 사용되어지며 건축 일체형 BIPV(Building Integrated Photovoltaic Module)로써 다양한 칼라 유리로의 적용도 가능하다. 모든 경우에 모듈의 표면은 태양빛의 투과가 높고 강도가 강한 저철분 강화유리를 사용하여 제작이 된다.



<그림 1> 단일유리에서의 빛의 입사 및 투과

최근 PV모듈용 저철분 유리를 표면 텍스처링(texturing) 기술로 다양한 시도가 진행되고 있는데 이는 태양전지로 입사되는 빛의 양을 높이기 위한 것으로 모듈의 전기적 출력을 높이는 데 목적이 있다.

본 실험에서는 태양전지모듈에 적용 가능한 현재 상용되고 있는 저철분 유리와 다양한 기술이 적용된 유리의 광학적 특성을 비교 검토하여 모듈 제조를 위한 기본적인 정보를 제공코자 하였다.

3. 결과 및 고찰

<그림 2>는 결정질 태양전지모듈에 사용되어지는 저철분 투과유리의 광투과율을 측정된 결과이다. 일반적으로 가시광선 영역인 380nm~550nm에서 약 90%의 높은 투과율을 나타낸다. 그러나 UV영역에서의 투과율에서 차이가 나타나는데 A사의 경우 UV Cut-Off 파장이 310nm이며 B사의 경우는 280nm로 유리로 입사되는 자외선의 투과율이 제조사에 따라 차이가 남을 확인할 수 있었다.

2. 실험 장치 및 실험 방법

2.1 실험 방법

본 실험에서는 다양한 유리 제품을 선정하여 광투과율을 측정하였다. 사용되어진 유리는 저철분 유리와 저철분 유리를 라미네이션한 접합 유리, 무반사 코팅 유리, 광촉매 유리 등이다.

저철분 유리와 광촉매 코팅 유리를 이용하여 태양전지모듈의 장기적 육의 노출에 따른 투과율 변화와 모듈의 최대 출력을 측정하였다.

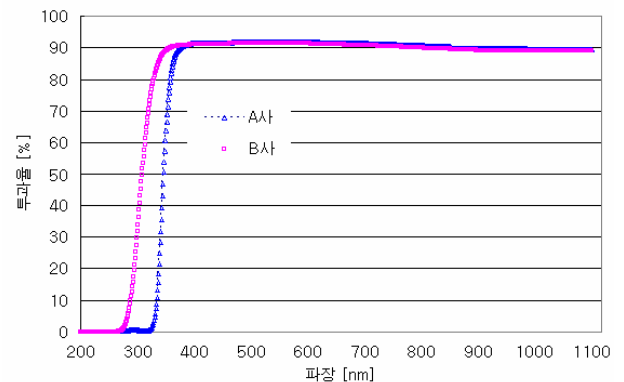
2.2 실험 장치

유광투과율 측정에는 파장 재현성 ±0.1 nm(자외선, 가시광선), ±0.4 nm(적외선)인 Spectrophotometer(V570, JASCO)를 사용하여 파장 범위 200nm~1100nm 범위에서 측정하였고 이때 시료의 크기는 8cm x 8cm 이하의 크기로 하였다.

전기적 출력 특성을 측정하기 위하여 최대 모듈 사이즈 2m x 2m까지 측정가능하며 방사균일도 ±2%, 방사안정도가 ±2%인 A급 Solar Simulator (PasanIIIb)를 사용하였으며 측정조건은 측정 온도 25℃, AM 1.5, 방사조도 1kW/m²조건에서 기준셀을 이용하여 I-V curve를 측정하였다.

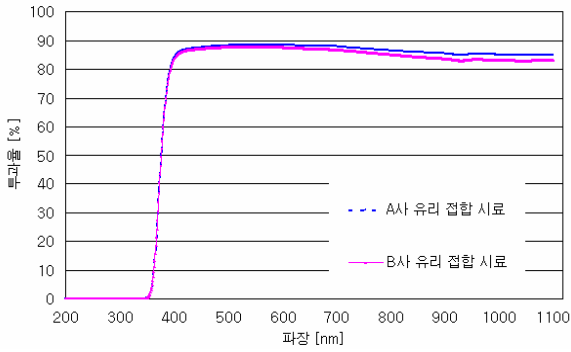
2.3 이론적 배경

일반적으로 태양빛은 철치된 유리와 비수직면으로 입사된다. FRESNEL 방정식으로부터 유리 한 장에 대한 빛의 광투과율 및 반사율 계산식은 아래와 같다. 이때 입사되는 빛에 대하여 polarization parallel(⊥)방향과 polarization perpendicular(∥)방향으로 빛이 반사와 투과가 일어나게 된다.



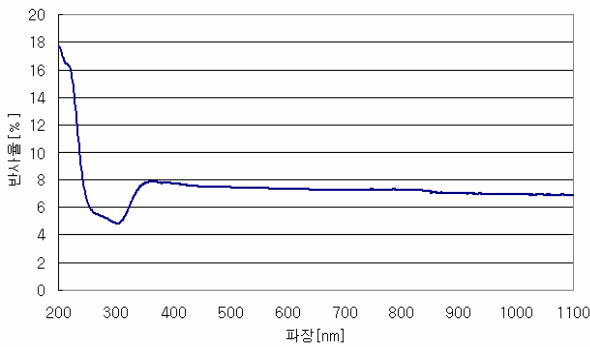
<그림 2> 저철분 유리 제조사에 따른 투과율 측정

<그림 3>은 <그림 2>에서 측정된 2개 업체의 유리를 EVA Sheet를 사용하여 각각 Glass/EVA Sheet/Glass로 라미네이션을 한 후 광투과율을 측정된 결과이다. 두 유리 공용으로 접합 후 UV Cut-Off 파장이 350nm로 증가됨을 알 수 있었는데 이는 EVA Sheet 고유의 자외선 흡수 특성에 따른 것이다.



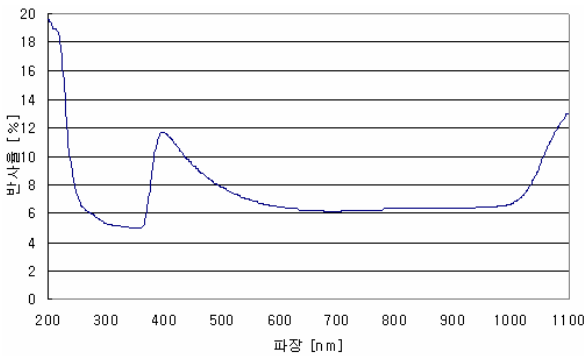
〈그림 3〉 접합 저철분 유리의 제조사에 따른 투과율 측정

〈그림 4〉 저철분 유리의 반사율을 측정한 것으로 400nm에서 7.76%에서 장파장인 800nm에서는 7.32%로 전체적으로 7%~8%로 나타났다. 자외선 영역인 300nm 이하에서는 오히려 파장 감소에 따른 투과율이 증가되는 특성을 보였다.



〈그림 4〉 저철분 유리의 반사율 측정

미니 태양전지모듈은 Glass/EVASheet/SoalrCell/EVA/BackSheet의 구조로 5cm x 5cm 크기의 시료를 제작하여 모듈의 반사율 특성을 조사하였다. 그 결과 〈그림 5〉에서와 같이 550nm에서 5%~7%수준이며 750nm에서는 약 6%로 〈그림 4〉에 나타난 일반 저철분 유리의 반사율과 비슷한 경향을 나타내었다.

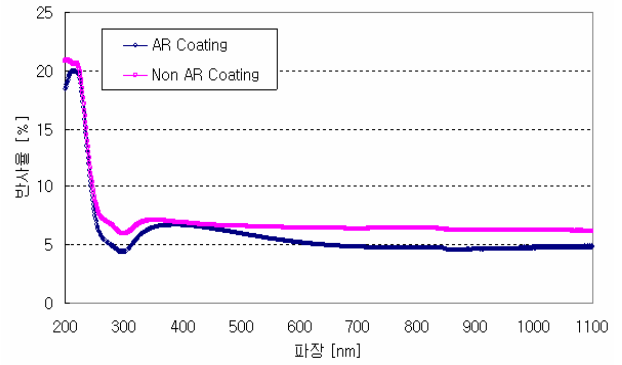


〈그림 5〉 태양전지모듈의 반사율 측정

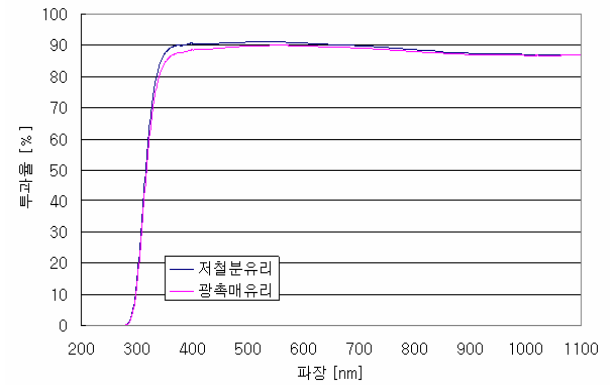
〈그림 6〉과 〈그림 7〉은 유리 표면 각각에 무반사 코팅과 광촉매 코팅을 통하여 모듈의 투과율 증가와 오염원에 의한 투과율 감소 억제된 유리의 반사율과 투과율이다.

무반사 코팅 유무에 따라 550nm에서 약 0.5%와 700nm에서 1.5%의 반사 억제 효과가 있는 것으로 측정되었다.

광촉매 코팅 유리는 태양빛이 조사되면 광에너지를 흡수하여 높은 에너지준위에 여기 되어 그 에너지가 물질에 반응함으로 화학반응을 일으키는 광촉매를 적용하여 유리 표면의 오염 등을 자연적으로 줄여주는 기술로 태양전지모듈이 장기간 외부에 노출된 경우 먼지 등의 투과율 감소에 영향을 주는 것을 줄여주는 효과가 있다. 코팅에 의하여 초기 투과율은 약 1% 내외로 낮지만 장기간에 걸쳐 투과율 이득에 의한 발전량에서는 우수한 특성을 나타낼 것으로 사료된다.



〈그림 6〉 무반사 코팅 유리의 반사율 측정



〈그림 7〉 광촉매 코팅 유리의 투과율 측정

4. 결 론

본 논문에서는 결정질 태양전지모듈에 사용되는 저철분 투명 유리의 광학적 특성을 살펴보았다.

제조업체에 따른 UV Cut-Off 파장에 차이가 있으며 이를 통하여 모듈로 입사되는 자외선의 강도에 의한 모듈의 영향이 다를 것으로 판단되었다. 그리고 입사 파장에 의한 반사 손실을 확인하였는데 보통의 경우 저철분 유리는 가시광선 영역에서 전체적으로 7%~8%로 나타났으며 모듈 제조를 후에도 일반 저철분 유리의 반사율과 비슷한 경향을 나타내었다. 그리고 유리 표면 각각에 무반사 코팅과 광촉매 코팅 기술이 적용된 경우의 투과율을 살펴본 결과 전자의 경우 550nm에서 약 0.5%와 700nm에서 1.5%의 반사 억제 효과가 있는 것으로 측정되었고 후자의 경우 코팅에 의하여 초기 투과율은 약 1% 내외로 낮지만 장기간에 걸쳐 투과율 이득에 의한 발전량에서는 유리할 것으로 사료되었다.

본 논문을 통하여 모듈 제조를 위한 기본적인 정보를 제공코자 하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] G.H.Kang, K.S.Kim, C.H.Park, G.J.Yu, H.K.- Ahn and D.Y.Han, "The Effect of Environmental Changes on Photovoltaic Module's Optical and Electrical Output Power Characteristics", Proceeding of the KSES Spring Annual Conference, 2007.
- [2] K.S.Kim, G.H.Kang, G.J.Yu, "The analysis of photocatalyst-treated photovoltaic module's electrical and optical characteristics depending on environmental condition", Proceeding of KSES Autumn Annual Conference, 2007.
- [3] K.S.Kim, G.H.Kang, G.J.Yu, "The analysis of optical characteristics of glasses for PV module application", Proceeding of KSES Spring Annual Conference, 2008.