

태양전지모듈적용 투명유리의 광특성 분석

김경수*, 강기환, 유권종

*한국에너지기술연구원(kskim@kier.re.kr)

The Analysis of Optical Characteristics of Glasses for PV Module Application

Kim, Kyung-Soo*, Kang, Gi-Hwan, Yu, Gwon-Jong

*Korea Institute of Energy Research(KIER), Photovoltaic Research Center(kskim@kier.re.kr)

Abstract

The glass for crystalline PV module fabrication should have high thermal and mechanical resistance to environmental also have high transparency. In this paper, we analyze the optical characteristics of glasses for photovoltaic module application. The transmittance of several glasses are measured. The effects of texturing on low iron glass, glass thickness, anti-reflective glass, photocatalyst-treated glass and special glass are compared each other. Then this will give some information to select PV glass for manufacturing. The detailed analysis is described in the following paper.

Keywords : 태양전지모듈(Photovoltaic Module, Solar Cell Module),
저철분유리 (Low Iron Glass), 광투과율(Optical Transmittance)

1. 서 론

결정질 태양전지모듈의 구성 전면에서 사용되는 것은 대개의 광투과율이 높고 외부의 충격에도 내구성이 큰 저철분강화 투명유리를 사용한다. 그리고 입사되는 태양빛이 태양전지에서 반사되는 태양빛의 손실을 줄이기 위하여 유리의 표면은 반구, 피라미드 형태 등의 다양한 무늬로 이루어져있다.

최근 폴리실리콘의 가격 상승으로 인하여

박막 실리콘, CIS, CdTe 등의 기술 개발과 동시에 기존의 결정질 태양전지를 대체할 대안으로 국내외뿐 아니라 국내에서도 기업차원의 투자 및 관심을 모으고 있다. 1990년대의 전 세계적으로 생산된 태양전지의 비율을 살펴보면 결정질계 실리콘 태양전지가 약 90%로 압도적인 우세를 점하고 있으며 박막 태양전지도 효율 및 [W]당 판매 단가에 경쟁력을 내세워 2010년에는 현재의 결정질계의 태양전지 시장에 큰 비중으로 나타날 것으로

예상된다.

태양전지는 종류에 따라 태양빛의 파장에 따른 변환효율과 외부양자효율에 차이가 나타난다. 그림 1에서는 결정질실리콘 태양전지와 비정질실리콘 태양전지의 외부양자효율을 나타낸 것으로 입사파장 400nm~1000nm에서 비정질실리콘 태양전지는 약 550nm에서 외부양자효율이 가장 높으며 750nm에 이르기까지 감소가 나타나 단파장에서 높은 효율특성을 지니고 있으며 이에 비하여 단결정실리콘 태양전지는 장파장인 800nm 근방에서 가장 높은 외부양자효율을 나타내며 흡수스펙트럼이 비정질실리콘 태양전지에 비하여 넓은 것이 특징이다.

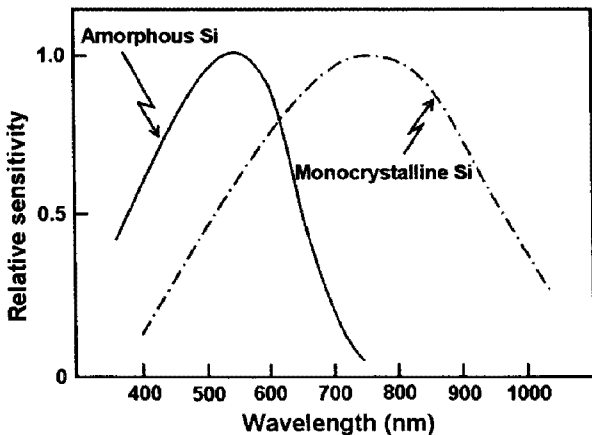


그림 1. 결정질 및 비정질 실리콘 태양전지의 Relative Spectrum Sensitivity

이와 같이 태양전지모듈에 적용 가능한 유리는 높은 광투과율을 가지는 것은 물론 태양전지의 광학적 특성을 자세히 조사하여 접근할 필요성이 있다.

따라서 본 연구에서는 태양전지모듈에 적용 가능한 다양한 유리의 광학적 특성을 분석하여 이를 토대로 모듈 제조를 위한 유리 선정 시 기본 특성을 제공코자 하였다.

2. 실험 방법 및 실험 장치 설명

태양전지모듈용 투명유리의 광학적 특성 평가하기 위하여 사용된 실험 시료의 사양,

세부 시험항목 및 방법은 다음과 같다.

2.1 광학적 특성 분석

유리 종류에 따른 투과율 및 반사율을 측정하기 위하여 10cm x 10cm 크기 이하의 시료를 확보하여 Spectrophotometer(V570, JASCO)를 사용하여 파장 범위 200nm~1100nm파장 범위에서 측정하였다.

유리 종류에 따른 외부환경 노출에 의한 표면 오염정도를 구분하기 위하여 약 30일간 옥외에 노출하여 육안검사로 살펴보았다.

3. 실험 결과 및 고찰

외부환경에 노출된 태양전지모듈의 광학적 전기적 출력 특성을 측정한 결과는 다음과 같다.

3.1 저철분 유리(non-textured)

일반적으로 결정질계 태양전지모듈의 제조 과정에 상용되어지는 유리는 저철분유리로 그림 2와 같은 특성을 지니고 있다. 철분 유리의 UV Cut-Off Wavelength는 약 280nm로 일반유리의 310nm보다 30nm정도 짧으며 가시광선 영역에서 약 3%정도 높은 투과율을 나타낸다. 특히 결정질 태양전지모듈의 경우 300nm에서 1200nm까지 태양빛에 의해 발전하는 특성을 나타내고 있으며 750nm부터 1100nm영역에서는 저철분유리의 광투과율이 일반유리의 투과율에 비하여 약 8%높은 특성을 나타내고 있다.

저철분 유리를 옥외에 35일간 노출하여 표면 오염정도에 따른 광투과율을 측정한 결과가 그림 3에 나타나 있다. 평균 투과율은 측정 시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였는데 3월 27일에는 초기 투과율에 비하여 6.5%감소한 평균 93.5%로 측정되었다.

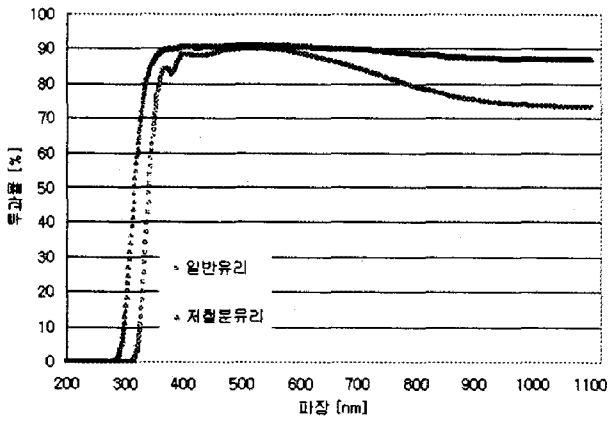


그림 2. 일반유리와 저철분유리의 광투과율 비교

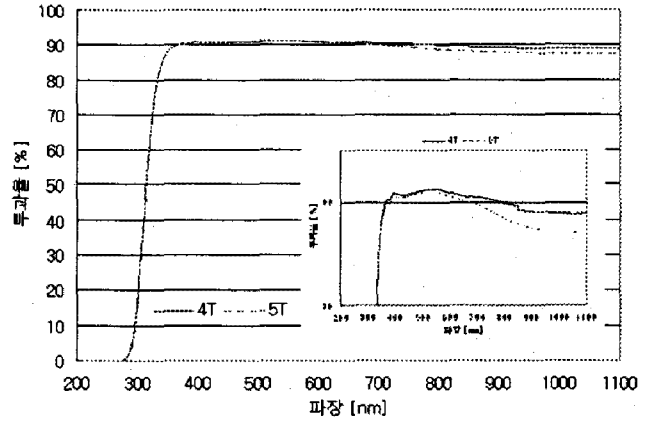


그림 4. 저철분유리(4mm,5mm)의 광투과율 비교

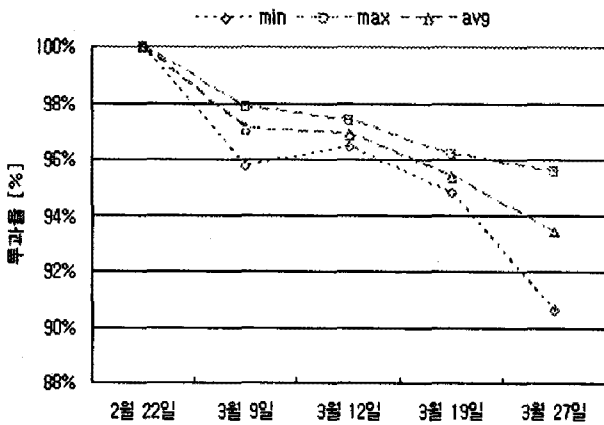


그림 3. 저철분 유리의 투과율 변화 @550nm

3.2 저철분 유리(non-textured, 4mm, 5mm)

두께에 따른 특성을 비교하고자 두께 4mm와 5mm 유리의 광투과율을 측정하였다. 그림 3에서와 같이 550nm 파장에서 4mm 유리는 91.23%, 5mm 유리는 90.94%로 거의 유사한 투과율을 나타내었다. 약 600nm 파장 이상에서는 4mm 두께의 유리가 5mm 두께의 유리에 비하여 장파장인 1000nm에서 약 2% 높은 투과율을 나타내고 있음을 확인하였고 두께가 얇을수록 결정질 실리콘태양전지모듈에 유리할 것으로 사료된다.

3.3 저철분 유리(textured)

일반적으로 모듈 제조에 사용되는 저철분 유리를 제조 업체에 따른 광특성을 분석하여 보았다. 그림 5에서와 같이 380nm 이상에서 1100nm까지의 광투과율은 거의 동일한 수준을 보였으며 UV Cut-Off Wavelength에서 차이가 남을 확인할 수 있었다. A사의 경우 UV Cut-Off Wavelength가 280nm이며 B사의 경우 310nm로 30nm의 차이가 있다.

모듈의 구성 재료인 EVA Sheet는 400nm 이하의 자외선에 의하여 장기적 황변현상이 발생할 우려가 있으므로 사용 유리의 광특성을 EVA Sheet의 물성치와 관련하여 고려할 필요가 있다.

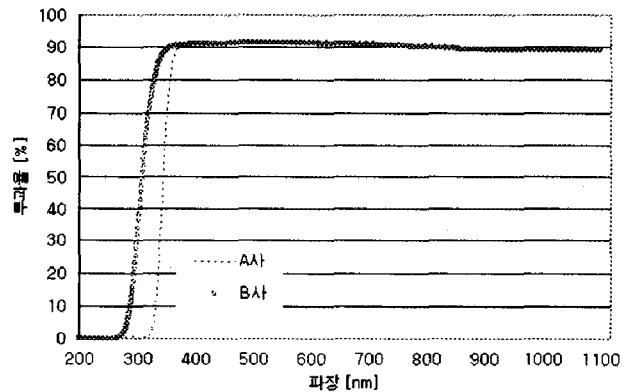


그림 5. 일반유리와 저철분유리의 광투과율 비교

3.4 무반사(anti-reflection) 코팅 유리

모듈이 옥외에 설치되면 입사되는 태양빛에 의하여 태양전지와 표면 유리에 의하여 반사가 일어나는데 보통 6%~10%내외로 발생하게 된다. 그림 6는 국외에서 제작된 무반사 코팅처리 후 미처리 유리에 비하여 550nm에서 약 1.5%의 투과율 상승을 보였으며 800nm에서 약 2%의 반사율이 낮아서 무반사 코팅 유무에 따른 출력의 증감이 예상된다.

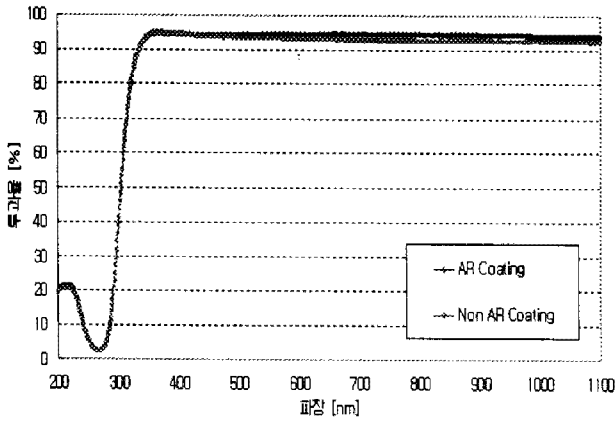


그림 6. 무반사 코팅 유리의 광투과율 비교

3.5 광촉매 코팅 유리

광촉매 코팅이란 태양빛이 조사되면 광에너지를 흡수하여 높은 에너지준위에 여기되어 그 에너지가 물질에 반응함으로 화학반응을 일으키는 광촉매를 적용하여 유리 표면의 오염 등을 자연적으로 줄여주는 기술이다.

광촉매 코팅기술을 모듈에 적용하여 외부에 35일간 노출하여 모듈의 광투과율과 출력 변화를 관찰한 결과 그림 8과 표 1에서와 같이 일반유리는 초기 투과율 값에 비하여 3.5%의 감소가 나타났으며 광촉매 적용 시료는 일반유리의 절반인 1.7%~1.8%의 감소가 나타나 광촉매 유리의 효과가 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

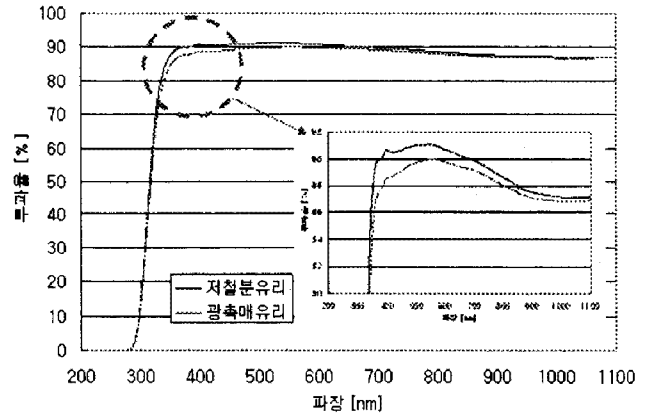


그림 7. 광촉매 코팅 유리의 광투과율 비교

표 1. 저철분 유리 표면 변화

	normal	SUN	5602G
2차 측정			
3차 측정			
4차 측정			

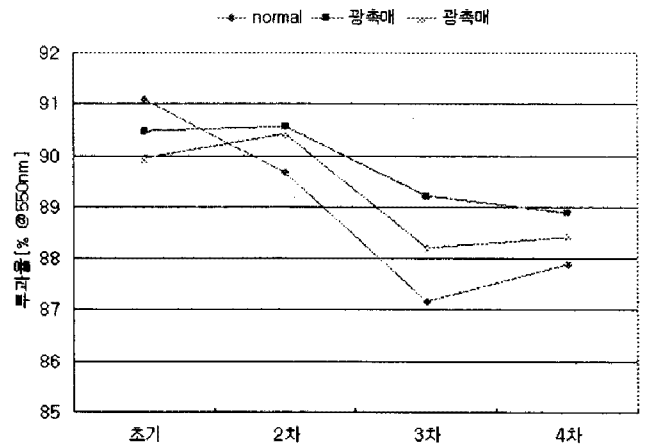


그림 8. 일반유리와 광촉매 코팅 유리의 광투과율 비교

3.6 접합(laminated) 유리

위 3.3항에서 설명된 두 회사의 유리를 EVA Sheet를 사용하여 라미네이션 후 광특성을 살펴보았다. UV Cut-Off Wavelength는 350nm로 같은 특성 곡선을 나타내었다. 그림 9에서 측정된 것과 같이 B사의 유리의 경우 UV Cut-Off Wavelength가 310nm에서 접합 후 40nm가 증가됨을 알 수 있었다. 이는 유리 자체 특성과 더불어 EVA자체의 Curing후 UV Cut-Off Wavelength의 증가로 인하여 유리 접합 시 자외선 차단효과가 크게 나타난 것이다.

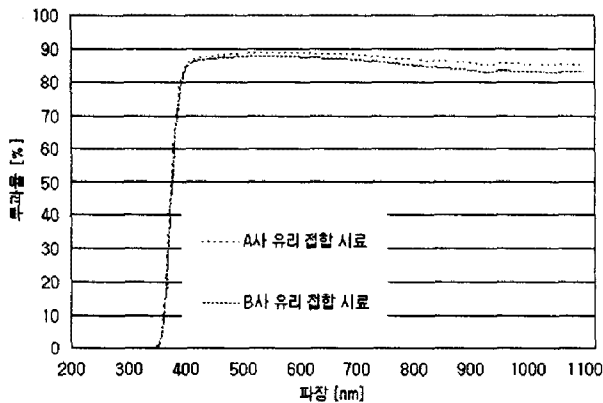


그림 9. 저철분유리 접합유리의 광투과율 비교

3.7 특수 유리

그림 10은 광투과율이 일반 저철분 유리보다 높은 특수 유리를 측정해 준 것으로 550nm 파장에서 저철분 유리보다 약 7% 높은 우수한 투과 특성을 보였으며 약 825nm파장 이사에서는 투과율이 급격히 떨어지는 것을 관찰하였다.

이와 같은 특수유리는 제조 단가가 일반 유리에 비하여 매우 비싼 특징을 가지고 있는 단점이 있지만 가시광선에서의 광투과율이 높아 박막모듈의 제조용으로 적용되면 아주 우수한 출력 특성을 나타낼 것으로 예상된다.

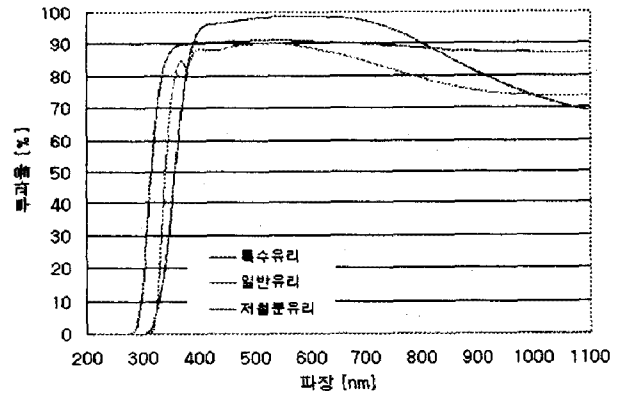


그림 10. 저철분유리 접합유리의 광투과율 비교

4. 결론

본 연구에서는 태양전지모듈적용 투명유리의 광특성을 분석 분석을 하였다. 일반적으로 상용되는 저철분유리의 표면 텍스처링(texturing)의 유무 그리고 두께의 차이에 따른 투과율을 비교하였다. 그리고 무반사 코팅, 광촉매 코팅유리의 투과율 특성을 관찰하여 기존 저철분 유리와의 입사 광파장에 따른 투과율의 차이를 확인하였다.

이를 토대로 태양전지모듈의 제조에 적용 가능한 다양한 유리의 광투과율에 대한 정보를 제공하고 각 태양전지의 입사광에 대한 광학적 응답 민감도를 고려한 적적할 유리의 선정이 중요함을 살펴보았다.

참 고 문 헌

- [1] G.H.Kang, K.S.Kim, C.H.Park, G.J.Yu, H.K.- Ahn and D.Y.Han, "Analysis of Maximum Power Generation of photovoltaic Module Depending on Constituent Materials and Incident Light Characteristics", Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol.27, No 3, 2007.
- [2] G.H.Kang, K.S.Kim, C.H.Park, G.J.Yu, H.K.- Ahn and D.Y.Han, "Analysis of

Maximum Output Power Characteristics of Crystalline Silicon Photovoltaic Module by Change of Environmental Effects", Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol.27, No 3, 2007.

- [3] G.H.Kang, K.S.Kim, C.H.Park, G.J.Yu, H.K.- Ahn and D.Y.Han, "The effects of environmental changes on photovoltaic module's optical and electrical output power characteristics", Proceedings of the Korean Solar Energy Society Spring Annual Conference, 2007.
- [4] K.S.Kim, G.H.Kang, and G.J.Yu "The analysis of photocatalyst-treated photovoltaic module's electrical and optical characteristics depending on environmental condition", Proceedings of the Korean Solar Energy Society Autumn Annual Conference, 2007.