

자외선 조사에 따른 태양전지 보호용 EVA의 열화

The degradation of EVA for the protection of solar cell by UV-rays irradiation

김규조, 연복희, 김승환, 김완태, 허창수
(Kiu-JO Kim, Bok-Ki Youn, Seung-Whan KIM, Wan-Tae KIM, Chang-Su HUH)

Abstract

We studied the degradation of EVA for the protection of solar cell by UV-rays irradiation. We investigated the reduction of electrical efficiency, photo transmittance and degradation of EVA by UV-rays irradiation. We utilized the UV irradiation equipped with fluorescent 313nm UV lamp and radiated for 400 hours. For the chemical analysis, we used the UV-vis spectrometer, XPS and examined the degradation mechanism by UV irradiation. It is found that the discolored phenomena, the decrease of photo transmittance and oxidation reaction is occurred by UV irradiation on the EVA sample for the protection of solar cell.

Key Wards(중요용어) : EVA, degradation(열화), solar cell(태양전지), UV irradiation(자외선조사), Transmittance (투과율)

1. 서론

지금까지 태양 전지와 관련되어 여러 연구실들과 회사들은 태양전지모듈을 보호하기 위해 EVA를 사용해 왔다. 또한 몇몇 모듈 생산자들과 사용자들은 실제적으로 모듈의 전기 발생 효율들과 함께 모듈의 변색 즉 열화를 보고한 바가 있다.[1] 비록 수는 적지만 이러한 보고들은 EVA의 장기간의 신뢰성과 경제성 그리고 얼마만큼의 수명을 갖는지에 관심을 갖게 해 주었다.

이러한 장기간의 수명을 이루기 위해 특별한 유기질 보호막이 요구되어진다. 또한 이것들은 높은 온도의 광에너지로 인한 깨짐현상으로부터 태양 전지를 보호해야 하는 특성과 장기사용 후에도 태양 전지 모듈의 직접적인 효율과 관계가 밀접한 투과율의

변화가 없을 필요가 있다. 이러한 특성은 모듈이 높은 광 밀도를 취하도록 일사강도가 높은 지역에 노출되어질때도 요구되어진다.

EVA 열화현상의 하나로 변색현상의 원인 및 그 정도는 EVA의 제조사의 책임이 아닌 평균 일일 태양 일사강도의 정도와 모듈의 작동 온도와의 상호연관성에서 나타난다는 것이 연구를 통해 알려져 있다.[2]

본 논문에서는 유기 고분자 보호막의 열화 특성을 조사하기 위해 자외선 조사장치를 이용하여 자외선을 EVA 필름에 조사시키고, 이러한 가속열화를 통하여 EVA 막의 열화특성을 살펴보고자 했다. 이를 위해 UV-Vis spectrometer를 사용하여 투과율의 변화를 고찰하였으며 XPS 등 화학 분석기기를 사용하여 열화 메카니즘을 고찰하고 태양전지의 효율 변화를 보고자 하였다.

* 인하대학교 전기공학과
(인천광역시 남구 용현동 인하대학교,
Fax: 032-863-5822
E-mail : g1992020@inhavision.inha.ac.kr)

표 1 EVA2222의 특성

1. 장력	6-7 Mpa (경화시) 8-10 Mpa
2. 연장	1000% (경화시) 600-700%
3. 반사율(390nm~1105nm)	8-9%
4. 투과율(390nm~1105nm)	91-92%
5. 비중	0.97 g/cm ³

2. 실험

2.1 실험 재료

본 연구에 사용된 재료는 현재 상업적으로 시중에 나와 있는 것으로 태양전지 모듈제작 회사로부터 직접 획득하였다. 원 재료는 isovolta사의 EVA2222를 사용하였고 표1에 그 특성을 나타내었다.

본 연구에 사용된 시료는 먼저 원 재료를 실제 모듈에서의 상태와 똑같이 만들기 위해 라미네이터 안에서 열처리를 하였다.

자외선에 의한 표면열화처리는 모두 1mm 두께의 시료를 사용하였고, 표면 특성 분석을 위해 적당한 크기로 잘라 사용하였다.

2.2 분석 방법

자외선 조사의 광원으로 fluorescent 313nm UV lamp(Q-panel INC, UVB type)을 사용하였으며, 자외선 파장은 275~390nm이고, 방사에너지의 피크는 313nm에서 0.63 W/m²이었다. 자외선 조사동안 온도는 60℃로 고정하였고, 물 분사나 condensation은 하지 않았다. 시료의 처리는 100시간 단위로 최대 400시간까지 하였으며 단위시간 별로 꺼내어 분석하였다.

분석 방법으로 첫째, UV-Vis spectrometer를 이용하여 자외선 조사시간에 따른 파장별 EVA 투과율의 변화를 조사하였다. 둘째, XPS로 EVA의 구성성분 및 구조 그리고 산화상태를 조사하였다. 마지막으로 DTA를 이용하여 열용량 및 엔탈피의 변화를 측정하고자 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 자외선 조사에 따른 투과율 변화

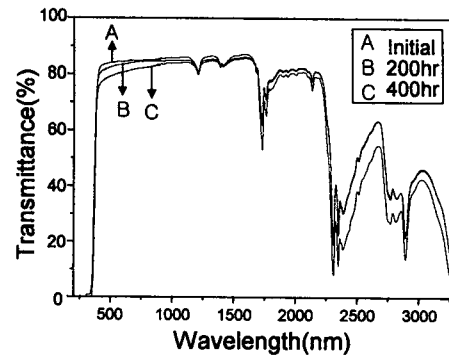


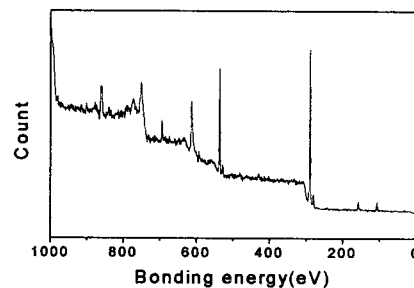
그림 1 자외선 조사에 따른 투과율 비교

그림 1은 자외선 조사시간을 최대 400시간까지 연장하면서 UV-Vis spectrometer로 측정된 투과율의 변화를 나타낸 것이다. 초기시료의 경우 파장 범위 2000cm⁻¹에서 500cm⁻¹에서 거의 일정한 80%이상의 높은 투과율을 보였으며, 자외선 조사시간이 200시간 400시간으로 길어지면서 투과율이 점차 감소하는 것을 알 수 있었다. 이는 시료처리 후 시료에서 볼 수 있었던 황색화 현상과 관련 있는 것으로, 이와 같은 황색화된 재료의 변화로 투과율에 영향을 준 것으로 사료된다. 이러한 결과는 고에너지의 자외선 조사로 시료내에 포함되어 있던 과산화물이 광분해에 의해 변형되었기 때문이다.[3]

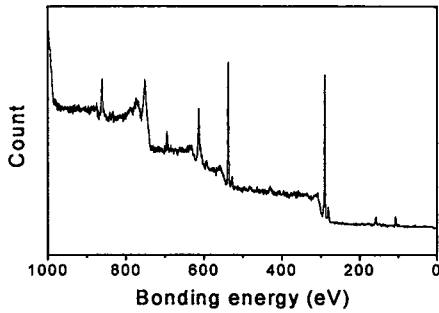
3.2 XPS를 이용한 표면 분석

자외선 조사시간에 따른 재료의 표면에서 화학적 결합상태의 변화를 관찰하기 위해 XPS를 이용하여, wide scan mode와 survey scan mode로 조사시간을 달리한 시료를 대상으로 관찰하였다.

그림 2의 (a)는 초기시료이며, (b)는 자외선을 400시간 조사한 시료의 XPS 스펙트라를 나타낸 것이다.



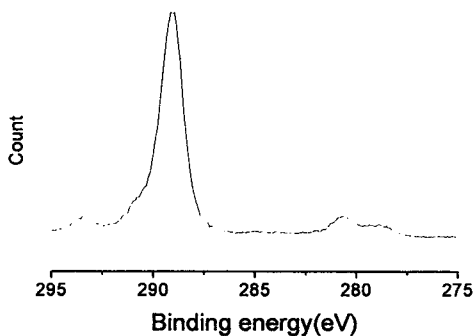
(a) 초기시료



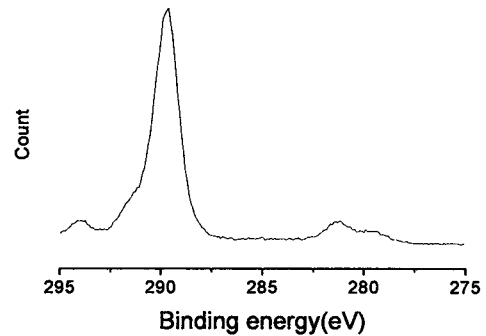
(b) 400시간 자외선 조사 후의 시료
그림 2 XPS 스펙트라(wide scan mode)

그림에서 보는 바와 같이 자외선 조사시간이 길어 지면서 산소피크가 탄소피크에 비해 상당히 증가한 것을 알 수 있었다. 이는 고에너지의 자외선조사로 인하여 표면 화학특성기가 절단되고 이 부분에 산소기를 포함한 특성기들이 부착되는 자동산화반응 때문에 발생한 것이다.

이렇게 처리된 시료를 대상으로 survey mode로 탄소피크를 중심으로 나타낸 것을 그림 3에 나타내었다. 그림에서 보면 전체적인 피크들이 높은 결합에너지 쪽으로 이동된 것을 확인할 수 있었는데, 이는 에너지가 높은 산소기의 부착으로 발생한 것이다. 결과적으로 자외선 조사에 따라, 표면에 자동산화반응이 가속화되고 이로 인해 변색반응을 일으켜, 전체적인 태양광 모듈의 성능을 좌우하는 투과율에 영향을 미치는 것으로 판단된다.



(a) 초기시료



(b) 400시간 자외선 조사후의 시료
그림 3 XPS 스펙트라(survey scan mode)

3.3 자외선 조사에 따른 태양전지 효율의 변화

실제로 태양전지에 EVA를 입혀 자외선 조사를 시키고 그에 따른 태양전지 효율의 변화를 조사하였다. 그러나 자외선 조사에 따른 실제적인 태양전지 효율의 변화는 크게 나타나지는 않았다. 그 이유는 자외선 조사 시간이 짧아 EVA의 열화가 적어 투과율의 감소와 마찬가지로 그 변화가 미세한 것을 들 수 있다. 그러나 오랜 기간의 자외선 조사시에는 그 효율의 변화가 클것으로 사료되므로 더 많은 연구가 필요하다.

4. 결론

UV 조사에 따른 투과율 그리고 열화 메카니즘, 태양전지 효율의 변화 등을 조사하였다. 결과적으로 자외선 조사에 따라, 첫째 투과율이 감소하는 것을 알 수 있었고, 둘째 표면에 자동산화반응이 가속화되고 이로 인해 변색 반응을 일어나 이것이 투과율에 영향을 미친다는 것과 마지막으로 자외선 조사에 따른 EVA의 열화는 태양전지 효율에도 영향을 미친다는 것이다.

감사의 글

본 연구는 에너지기술 학술진흥사업의 일부로서 에너지 관리공단의 일부지원에 의해 수행되었음

참고 문헌

- [1]. Glica, J. P., Holley, W. H., Agro, S. C., Yorgensen. R. S., Ezrin, M., Klemchuk, P.

and Lavigne. G., "in Proceedings of 13th European Photovoltaic Conference" 23-27 October 1995, Nice, France.

- [2]. Springborn Laboratories, Inc. "Semi-annual technical progress report on PVMat to national renewable energy laboratory" No. ZAG-3-11219 -02-105661.5 November 1993.
- [3]. Peter Klemchuk, Myer Ezrin, Gary Lavigne, William Holly, James Galica & Susan Agro, "Investigation of the degradation and stabilization of EVA-based encapsulant in field-aged solar energy modules", *Polymer Degradation and Stability* 55(1997)347-365,
- [4]. F. J. Pern, "Ethylene-Vinyl Acetate(EVA) Encapsulants for Photovoltaic Modules: Degradation and Discoloration Mechanisms and Formulation Modifications for Improved Photostability", *Die Angewandte Makromolekulare Chemie* 252 (1997) 195-216(4523)