

전해질에 따른 Solar Cell의 출력 변화

신준오, 정태희, 김태범, 원창섭, 지양근*, 공지현*, 강기환*, 안형근, 한득영
 건국대학교, 한국에너지기술연구원*

Power variation of Solar cell according to Electrolyte

Jun-Oh Shin, Tae-hee Jung, Tae-Bum Kim Chang-Sub Won, yang-Geun Ji*, Ji-Hyun Kong*, Gi-Hwan Kang, Hyung-Keun han,
 Deuk-Young Han

Electrical Engineering Konkuk University, Korea Institute of Energy Research*

Abstract : 최근 태양전지의 내구성과 관련하여 모듈의 노화에 따른 효율 저하 현상이 대두되고 있다. 노화현상 원인 중의 하나인 Hot spot 혹은 염분에 의한 백화현상으로 Solar Cell과 EVA Sheet간 막들뜸 현상이 발생하며 그로 인한 공기 및 수분에 의해 금속 산화가 이뤄진다. 본 연구에서는 특히 전해질의 농도에 따른 금속의 산화와 그 출력에 대해 다룸으로써 태양광 발전 설치 지역 조건에 따른 Module의 내구성을 검토해 보았다. 산성비의 대부분을 구성하고 있는 황산과 질산의 PH를 0.1간격으로 Split하여 농도의 변화에 의한 금속 부식과 그에 따른 전기적 저항 및 출력변화를 통해 태양광 Module 최적의 설치 지역조건을 제시하였다.

Key Words : Solar cell, Electrolyte, PV module, Oxidation, Acid rain

1. 서론

최근 에너지 고갈과 환경오염이 전 세계적인 관심사로 대두되고 있다. 이에 따라 각국은 지속가능하며 친환경적인 대체에너지 개발에 박차를 가하고 있으며 이러한 미래 대체 에너지 중에서도 태양광에너지는 친환경적이며 영구적으로 사용할 수 있어 각광을 받고 있다. 현재 전 세계 태양전지시장은 독일이 가장 크지만 생산의 50% 이상을 일본 업체들이 차지하고 있다. 이는, 태양전지의 제조 공정과정이 반도체와 TFT-LCD 공정과 유사해 관련 공정기술 및 장비, 부품 인프라를 확보하고 있는 일본 업체가 시장진출에 유리했기 때문이다. 우리나라 역시 반도체와 TFT-LCD 산업의 기술력을 바탕으로 1세대 결정질 태양전지 및 2세대 박막 태양전지의 효율 개선에 대한 연구가 이뤄지고 있다. 특히 1세대 실리콘 결정질 태양전지의 경우 생산 공정의 단순함과 저렴한 원자재의 장점을 앞세워 가장 보편화되었지만 최근에 들어서 태양광 모듈의 노화로 인한 내구성 관련, 효율저하 현상이 대두되고 있다. 이와 같은 시점에서 본 연구는 모듈의 내구성과 관련하여 모듈 노화의 원인인 Hot spot 혹은 기타 열화현상에 의한 EVA Sheet와 Cell간 들뜸 현상을 확인하고, 전해질(산성비)의 침투에 의한 Cell의 전기적 출력 변화를 살펴보고자 한다. 특히 사용된 전해질은 산성비의 주요 성분인 황산과 질산이며 각 용액의 PH를 Split하여 농도에 따른 Cell Metal의 부식과 저항 변화를 시간별로 확인하였다.

2. 실험

실험은 전해질의 종류와 농도에 따른 Solar Cell의 출력 변화를 살펴보기 위해 현재 환경조건에 근거하여 진행되었다. 사용된 전해질은 산성비의 주요 성분인 황산과 질산으로 이뤄진 H₂SO₄와 HNO₃ 2가지이며 지역별 산성비의 PH특성을 고려하여 0.5단위로 PH 3.5-6.0까지 Split하여 실험하였다. Solar Cell 시료는 6inch Cell을 6개로 균등하게 Dicing하여 총 12ea의 sample을 이용하였다. Solar Cell의 전기적 저항 측정은 n형의 Series성분을 Raw Data로 취득하였으며, 최초 전해질과 반응전의 Reference Cell을 측정하여 반응 후의 시료들과 비교하였다. 추가적으로 p-n 양단간의 저항 성분을 측정함으로써 Cell Metal전극의 전해질에 대한 저항 변화를 관찰하였다.

표 1. H₂SO₄ 농도 및 시간에 따른 Cell의 저항변화

H ₂ SO ₄ (PH)	1hr	2hr	3hr	4hr
3.5	0.235	0.224	0.220	0.216
4.0	0.248	0.246	0.240	0.237
4.5	0.239	0.239	0.247	0.249
5.0	0.251	0.266	0.255	0.253
5.5	0.258	0.258	0.257	0.260
6.0	0.260	0.250	0.238	0.224

표1은 전해질 H₂SO₄의 농도별 Solar Cell과의 저항변화를 살펴본 Data로써 1-4시간에 걸쳐 시간에 따른 p-n 양단간의 저항을 측정하였다.

표 2. HNO₃ 농도 및 시간에 따른 Cell의 저항변화

HNO ₃ (PH)	1hr	2hr	3hr	4hr
3.5	0.205	0.203	0.191	0.179
4.0	0.172	0.170	0.165	0.166
4.5	0.236	0.253	0.258	0.269
5.0	0.206	0.210	0.222	0.220
5.5	0.22	0.220	0.194	0.183
6.0	0.226	0.226	0.224	0.227

표2는 전해질 HNO₃의 농도별 Solar Cell과의 저항변화를 살펴본 Data로써 1-3시간에 걸쳐 시간에 따른 p-n 양단간의 저항을 측정하였다.

표 3. HNO₃과 H₂SO₄의 농도 및 시간에 따른 Cell의 Series저항 및 출력변화

HNO ₃ (PH)		초기값	1hr	2hr	3hr
3.5	저항	0.055Ω	0.056	0.097	0.182
	Isc	0.93A	0.97	0.93	0.84
4.5	저항	0.055Ω	0.053	0.083	0.134
	Isc	1.03A	1.10	1.08	0.98
H ₂ SO ₄ (PH)		초기값	1hr	2hr	3hr
3.5	저항	0.054Ω	0.054	0.086	0.112
	Isc	0.83A	0.88	0.81	0.70
4.5	저항	0.055Ω	0.071	0.079	0.083
	Isc	0.63A	0.73	0.70	0.66

3.결과 및 검토

전해질 H₂SO₄와 HNO₃의 Solar Cell과 농도에 따른 시간별 저항변화를 살펴보면 표 1, 2에서 볼 수 있듯이 Cell p-n접합 양단간의 저항은 점차 감소함을 알 수 있다. 이는 전해질의 농도와 시간에 따라 Metal layer의 두께가 얇아지면서 Contact저항이 줄어드는 것이 원인임을 예측할 수 있다. 또한 표 3에서 확인한 바와 같이 전해질의 농도별/시간별 Ribon의 직렬저항이 증가함으로 Isc가 감소함으로써 최종 출력이 감소함을 확인할 수 있었다.

4.결론

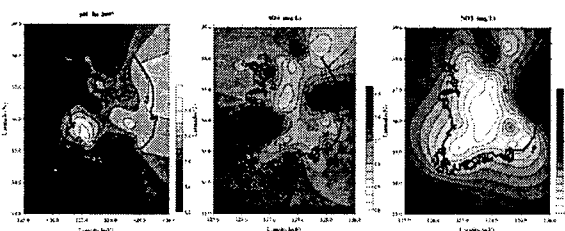


그림 1. 대한민국 지역별, 성분별 PH 분포

다음 그림 1은 2007년도 대한민국의 지역별, 성분별 PH분포이다. 그림에서 볼 수 있듯이 중국의 영향으로 동쪽 지역에 비해 서쪽이 산성도가 높고 전체적으로 내륙지역에 비해 해안 지역이 높음을 확인할 수 있다.

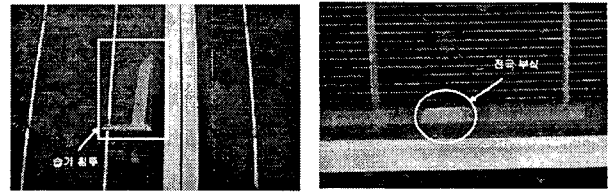


그림 2. PV Module의 노화에 따른 습기 침투 및 부식

그림 2는 PV모듈의 노화에 따른 Cell의 부식을 보여주며 특히 열화현상에 의해 모듈 내부로 산성비가 침투되었을 때 발생하는 Ribon, Finger의 부식을 확인할 수 있다.

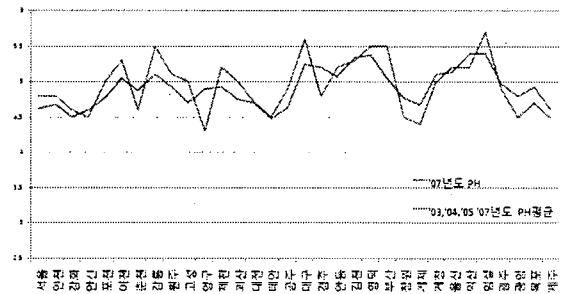


그림 3. 대한민국 지역별/연도별 PH

결정질 태양전지 Site의 설치 기간이 오래되면서 이제 모듈의 상태를 확인하고 내구성을 검토해야 하는 시점이 되었다. 본 연구를 통해서 현재 태양광 모듈이 설치되어 있는 환경과 그에 따른 출력 변화를 확인함으로써 Site 선정의 기준을 세분화하고 산성비와 같은 산 성분에 대해 Cell의 Metal전극과 Ribon의 반응성을 실험하여 최적 재료 선정의 필요성을 제고하였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 신재생에너지기술개발사업의 일환 (2007-N-PV-P-01-3-010-2008)으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] Donald A. Neamen, "Smiconductor Physics and Devices", McGraw-Hill, 2004
- [2] J. Phys.: Condens. Matter 16 R1615 - R1648, JOURNAL OF PHYSICS: CONDENSED MATTER, 2004
- [3] G.Hahn, A.M.Gabor, "16% efficiency on encapsulated large area screen printed string ribbon cell", The Third World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, (Osaka, 2003), in press.