

c-Si PVセル表面電極における酢酸による2段階劣化の機構解析

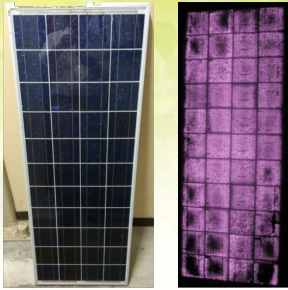
棚橋 紀悟¹・坂本憲彦²・柴田肇³・増田淳¹

産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター¹ モジュール信頼性チーム¹・化合物薄膜チーム³
計量標準総合センター² 応用電気標準研究グループ

研究の背景・目的・実験方法

Motivation

How does I_{sc} -reduction contribute to the power-loss, irrespective of irradiance-reduction by discoloration?



Our Experience
Mfg. in 1993
in field (Cfa): over 20 years

Pmax: -21.8%
 I_{sc} : -7.3%
Voc: -1.5%
FF: -14.4%

(vs. Name Plate)
-No / Slight Discoloration
-ca. 1%/Year Degradation
with ΔI_{sc} & ΔFF

Experimental

(HAc = Acetic Acid)

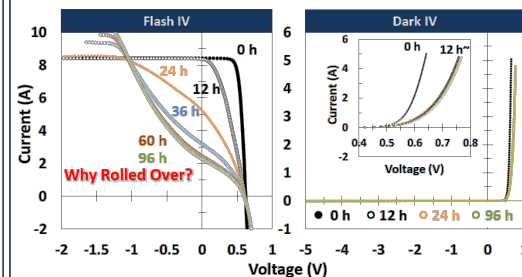
HAc-Vapor Exposure of Bare PV Cells
Thick Glass Chamber
Saturated HAc aq. soln. (1/2 HAc [9%])
at 85°C / 80% rh
24h in Oven

DH Stress Test of PV Modules
Glass
Encapsulant (EVA)
Encapsulant (EVA)
Backsheet (PVF / PET / PVF)
PV Mini-Module (Visual Image / Architecture)
at 85°C / 85% rh

AC Impedance Measurement
a) Intact Contact
b) Corroded Contact

Background (HAc-Vapor Exposure of Bare PV Cell)

- R_s rapidly increased during the early stage of HAc-vapor exposure.
- **Additional enhancement of R_s is not induced by further exposure.**
- Electric power generation is substantially reduced by decreasing I_{sc} .



まとめ

PVセル・モジュールにおける(酢酸による)腐食過程について、我々は2段階の発電特性低下(劣化)機構を提案している(右図)。

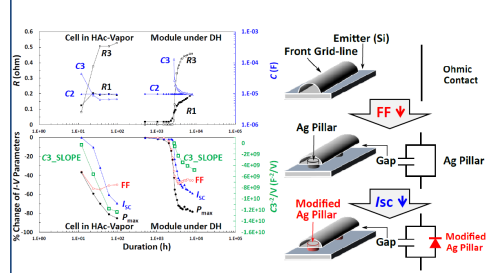
この劣化機構は、(1) FF低下(R_s 増大)によるPhase Iと、(2) R_s 増大が飽和し、 I_{sc} 低下が進行するPhase IIからなり、Phase I(FF低下)は集電電極・シリコン基板間のギャップ形成に起因すると考えられるが、Phase II(I_{sc} 低下)における劣化機構は不明な点が多い。

今回、酢酸蒸気曝露試験に供したPVセルと高温高湿試験を行ったPVモジュールのACインピーダンス測定時に、重畳するDCバイアス電圧を変化させて、各劣化部位のインピーダンス特性変化を検討した。

その結果、Phase IIにおける発電特性低下は、集電電極とシリコン基板間の直接接触(Ag Pillar)の特性変化(オーミック接合⇒整流性発現)に起因する可能性を示した。

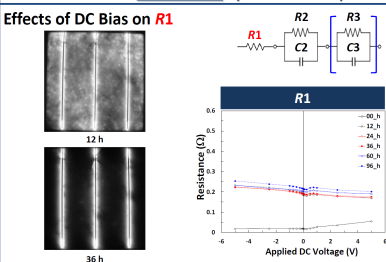
Conclusions

Correlation between Evolutions of $C3_SLOPE$ and I_{sc} (left panel), and Putative Degradation Mechanism (right panel).

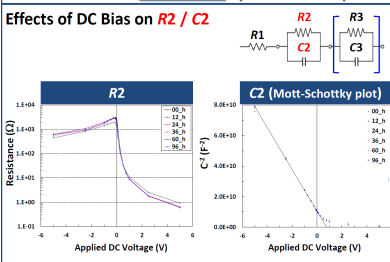


実験結果

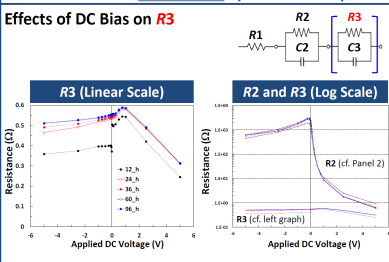
Panel 1: in Bare PV Cells Exposed to HAc Vapor



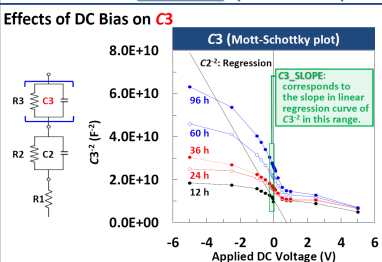
Panel 2: in Bare PV Cells Exposed to HAc Vapor



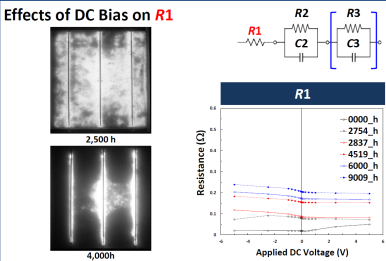
Panel 3: in Bare PV Cells Exposed to HAc Vapor



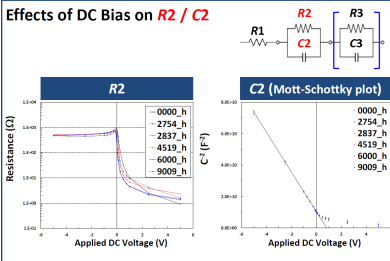
Panel 4: in Bare PV Cells Exposed to HAc Vapor



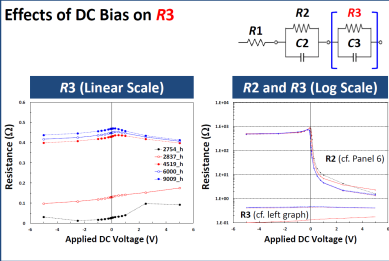
Panel 5: in PV Modules under DH Stress Test



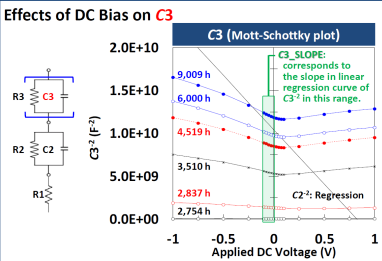
Panel 6: in PV Modules under DH Stress Test



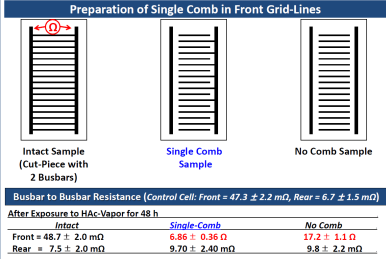
Panel 7: in PV Modules under DH Stress Test



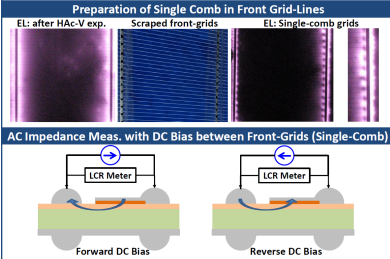
Panel 8: in PV Modules under DH Stress Test



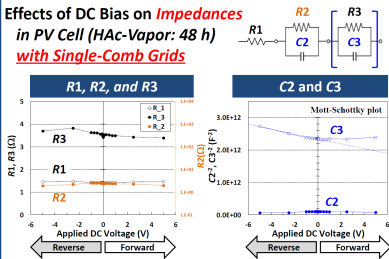
Panel 9: in Single-Comb Front Grids



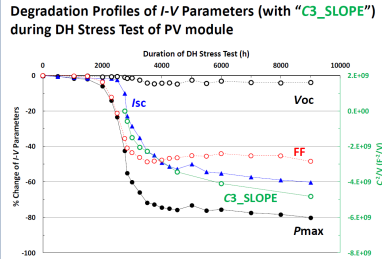
Panel 10: in Single-Comb Front Grids



Panel 11: in Single-Comb Front Grids



Panel 12: Appendix



本検討は、NEDO委託事業「太陽光発電の寿命予測ならびに試験法の開発」により実施された。NEDOよりのご支援に深謝申し上げます。