

錫薄膜の相対反射率変化による 太陽電池モジュール内酢酸検出

○板山知広¹, 浅香孝¹, 長崎秀昭¹, 岩見健太郎¹,
山本千津子², 原由希子², 増田淳², 梅田倫弘¹

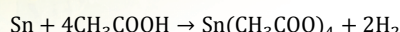
1. 東京農工大学, 2. 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター

研究の目的

太陽光発電の発電単価低減のために、太陽電池(PV)モジュールの長寿命化が試みられている。PVモジュールの劣化要因の1つに、浸入した水分とエチレン・酢酸ビニル共重合樹脂封材との加水分解反応により生じる酢酸が挙げられている⁽¹⁾。酢酸の発生量とモジュールの性能低下には高い相関性があるという報告があるものの⁽²⁾、非破壊での酢酸検出は困難であった。そこで我々は、PVモジュール内にSn(スズ)薄膜センサを封入し、外部から光を照射、反射光を取得することで酢酸腐食によるSn薄膜の相対反射率変化を用いた非破壊酢酸検出法を提案している⁽³⁾。本報告では、その原理と酢酸に対するSn薄膜反射率の変化、および開発したセンサ基板を実装したPVモジュールに対する長期 Damp-Heat (DH) 試験(85°C, 85%RH)における応答結果について述べる。

検出原理

Snは酢酸と反応することで無色透明な四酢酸錫を生成



透明化による
反射光強度の減少

反射率減少に変換し
酢酸を検出

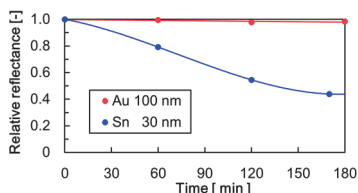


図1. 酢酸浸漬時の錫・金薄膜の相対反射率変化

Snは酢酸により腐食
Auは腐食耐性を有する
⇒ Au薄膜を基準面とした
Sn薄膜の相対反射率
変化から酢酸を検出

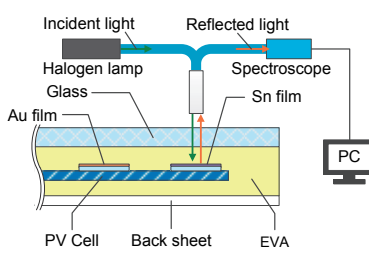


図2. PVモジュール内酢酸の検出系

真空蒸着装置によりガラス基板に
Sn, Au薄膜を成膜. 作製した薄膜セ
ンサを PVモジュール内に封入

PVモジュール内の酢酸測定方法

1. Au薄膜の反射光を測定
2. 同じ光強度でSn薄膜の
反射光を測定
3. Au薄膜に対するSn薄膜の
相対反射率を算出

非破壊で PVモジュール内の酢酸測定が可能

高温環境下におけるSn薄膜の相対反射率変化

高温環境(85°C)において、水ならびに微量の
酢酸とのSn薄膜の応答を評価

実験条件

1. Sn薄膜(膜厚 30 nm)を酢酸水溶液
および純水に浸漬, 85°C 恒温槽中に保管
2. 24時間毎に反射光を測定
3. Au薄膜(膜厚 100 nm)との
相対反射率を算出

- 純水による相対反射率減少は 0.1程度
⇒減少後は一定値を維持
- 酢酸水溶液では 24時間で 0.4以下に減少
⇒高濃度の水溶液ほど減少の幅が大きい
- 酢酸による反射率減少に比べ純水による
減少は十分に小さい

高温高湿環境下での酢酸検出が
可能であると考えられる

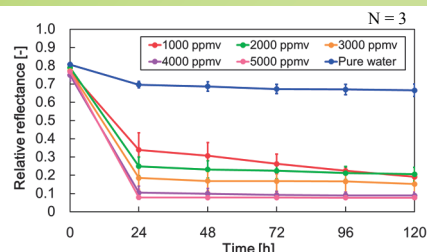


図3. 高温環境下におけるSn薄膜の相対反射率変化

Damp-Heat (DH) 試験におけるPVモジュール内の酢酸検出

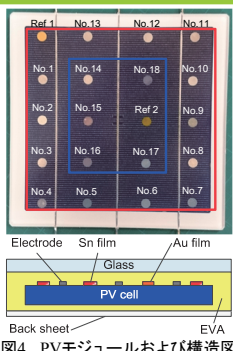


図4. PVモジュールおよび構造図

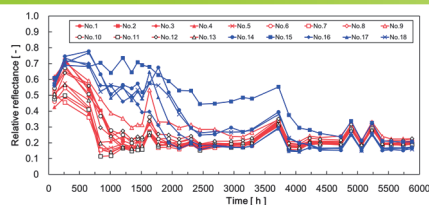


図5. DH 試験における Sn薄膜の相対反射率変化

- 外側のセンサは1000時間で 0.3以下に減少
- 内側のセンサは1000時間付近で 0.5以上,
1500時間以降は減少し 0.3以下となった

PVモジュール内, 中央部と外周部の酢酸分布を評価可能

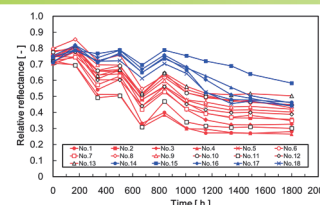


図6. 同型モジュールによる相対反射率変化

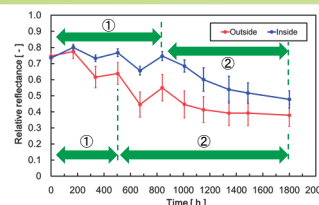


図7. 中央・外周部の相対反射率平均値

- 同型のモジュールを作製, 再度 DH試験を実施し再現性を確認
- 平均値から相対反射率変化は2段階であると言える
- ①減少の傾き: 小 ⇒ 浸入した水分による変化(0.1程度 減少)
- ②減少の傾き: 大 ⇒ 発生した酢酸による変化

結論

- Sn薄膜とAu薄膜を用いたPVモジュール内酢酸検出法を提案
- 高温環境下において水がSn薄膜センサに与える相対反射率変化は酢酸による変化に対して十分に小さい
- Sn薄膜をPVモジュール内に均等に配置することで, 内部の酢酸分布が評価可能である
- 相対反射率減少の傾きから酢酸と水による変化を判別可能である

謝辞

本研究は, NEDO「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」の委託により実施された。

参考文献

- (1) T. H. Kim *et al.*, Microelectronics Reliability, **53**, 1823-1827 (2013).
- (2) E. Wang *et al.*, Energy Procedia, **33**, 256-264 (2013).
- (3) 板山知広 他, 第63回応用物理学学会春季学術講演会, 21a-P8-5, (2016.3).