

Sn薄膜の相対反射率による 太陽電池モジュール内の酢酸検出

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

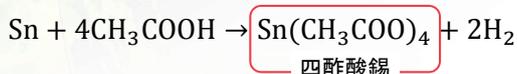
1. 研究の目的

太陽光発電の普及には高い発電単価の低減が重要である。このため、太陽電池の発電効率とともに太陽電池(PV)モジュールの長寿命化が試みられている。PVモジュールが劣化する要因の1つに、外部から浸入した水分と内部の封止材であるEVA(Ethylene-Vinyl Acetate)の加水分解反応により生じる酢酸がある¹⁾。このため、イオンクロマトグラフィやラマン分光法による計測手法が使われているが、加速試験での非破壊検出は困難であった²⁾。

本研究は、PVモジュール内にSn薄膜と、酢酸に対して腐食耐性をもつAg薄膜を封入し、モジュール内部に発生した酢酸とSnが反応して四酢酸錫となって反射率が低下することを利用し、Agに対するSn薄膜の相対反射率変化から酢酸の非破壊検出を行うことを目的とする。

2. 検出原理

2.1 Snの酢酸に対する反応



Snと酢酸から四酢酸錫が生成

反射光強度の減少

反射率の減少から酢酸を検出

2.2 PVモジュール内の酢酸検出

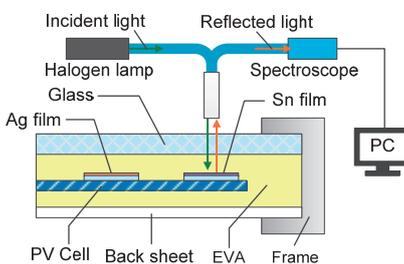


図1. PVモジュール内の酢酸検出系模式図

1. Ag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. Ag薄膜に対するSn薄膜の相対反射率を算出

$$T_\lambda = (S_\lambda - D_\lambda) / (R_\lambda - D_\lambda)$$

T_λ : 相対反射率
 S_λ : サンプルの反射光強度
 R_λ : 参照面の反射光強度
 D_λ : ダークの強度

3. 酢酸検量線図作成

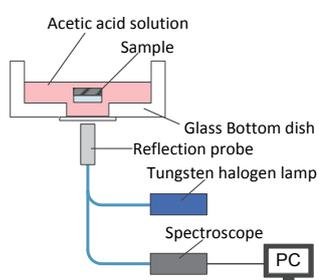


図2. 酢酸浸漬及び反射光測定系

試料: Sn 30nm Mirror
(18×18mm ガラス基板 + Sn 30nm)

- 濃度を調整した酢酸水溶液中にSn薄膜を浸漬
 - Sn薄膜の反射光を測定
 - リファレンスは Ag 30nm
- ⇒ Agに対するSnの相対反射率を算出し、検量線図を作成

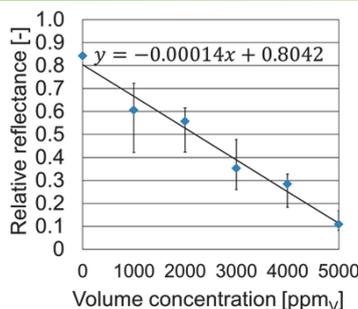


図3. 酢酸検量線図

- 酢酸濃度の増加に伴う相対反射率の減少を確認
- 膜厚 30nmでの検出可能範囲は0~5000ppm_v

相対反射率変化から酢酸濃度を特定可能であることが示された

4. Damp-Heat (DH) 試験におけるPVモジュール内の酢酸検出

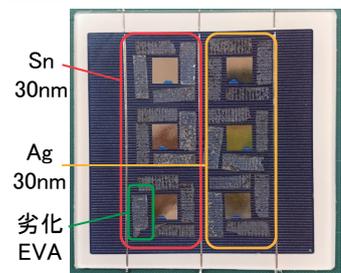


図4. Damp-Heat試験用モジュール

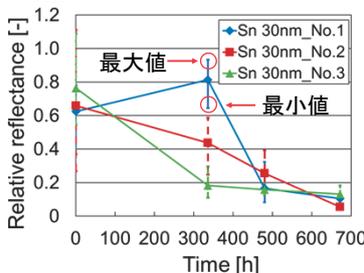
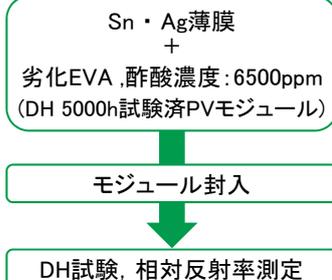


図5. Sn薄膜の相対反射率変化

- 672時間(28日間)で相対反射率は0.1程度に減少
- 結果のばらつきが大きい ⇒ Sn薄膜の反応が一樣でないため

PVモジュール内での酢酸検出が可能であることが示された

結論

- ✓ Sn薄膜及びAg薄膜によるPVモジュール内の酢酸検出法を提案
- ✓ Agに対するSnの相対反射率変化から酢酸濃度を特定可能
- ✓ PVモジュール内での酢酸検出が可能であることを確認

参考文献

1. E. Wang, H. E. Yang, J. Yen, S. Chi, C. Wang, "Failure Modes Evaluation of PV Module via Materials Degradation Approach", Energy Procedia, 33, 256-264 (2013).
2. C. Peike, T. Kaltenbach, K.-A. Weiß, M. Koehl, "Non-destructive degradation analysis of encapsulants in PV modules by Raman Spectroscopy", Solar Energy Materials and Solar Cells, 95, 1686-1693 (2011).