

太陽電池モジュール内酢酸検出のための 錫薄膜センサの改善

濱岡 遼¹, 板山 知広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

錫薄膜の相対反射率変化を利用したPVモジュール内酢酸検出の原理

・ PVモジュール内部に発生する酢酸⁽¹⁾の検出が必要

我々は錫薄膜の相対反射率変化を利用した
酢酸の非破壊検出を提案している⁽²⁾⁽³⁾

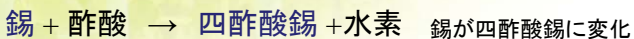


図1 反応前後の錫薄膜⁽²⁾

錫の膜厚が減少

錫薄膜の相対反射率が低下

・ PVモジュール内部での酢酸測定

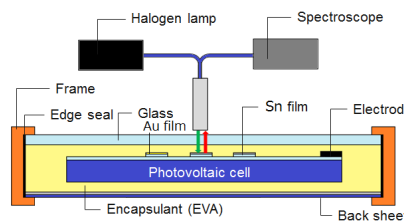


図2 錫薄膜による酢酸測定

$$RR = \frac{R_{Sn} - DS}{R_{Au} - DS}$$

RR: 相対反射率
R_{Sn}: 錫の反射光強度
R_{Au}: 参照面(金)の反射光強度
DS: ランプOFF時のスペクトル

本研究の目的

・ 先行研究の膜厚70 nmの錫薄膜センサにおける問題点

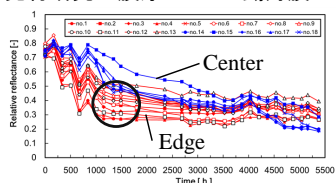


図3 DH試験による錫薄膜の相対反射率変化とセンサ配置⁽⁴⁾

➡ DH試験1000時間程度で相対反射率変化が飽和

・ 錫薄膜の膜厚(= 酢酸に反応する錫原子の数)を増加させ、測定時間を延ばす



図4 膜厚と相対反射率の関係 図5 膜厚増加に伴う表面の白濁化

➡ 膜厚を増加させると
相対反射率が低下

目的: 相対反射率を維持したまま錫薄膜センサの測定時間を延ばす

真空蒸着法による錫薄膜センサの作製

・ 真空度の変更

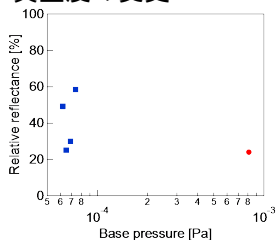


図6 真空度対相対反射率 (膜厚160 nm)

➡ 真空度の変更は
相対反射率の維持に
効果的とは言えない

・ 蒸着レートの変更

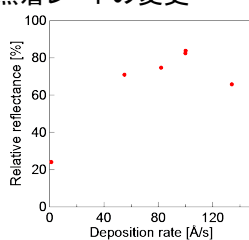


図7 蒸着レート対相対反射率 (膜厚160 nm)

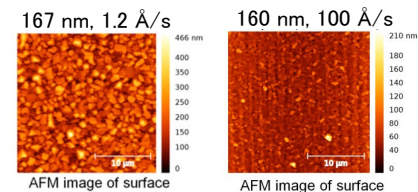
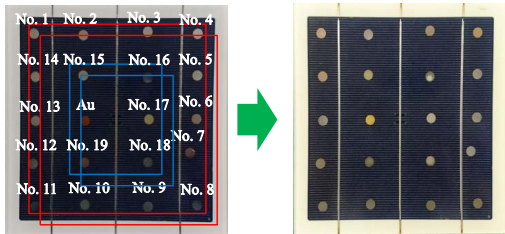


図8 異なる蒸着レートの錫薄膜表面のAFM像

➡ 蒸着レートの増加は膜厚増加時の
相対反射率の維持に効果的

錫薄膜センサを封入したモジュールのDH試験における酢酸検出

・ 5つのモジュール(No. A~E)に対してDH試験を2448時間まで実施



DH試験前 DH試験2448時間後

図9 モジュール外観の変化

➡ 錫薄膜センサの外観が変化

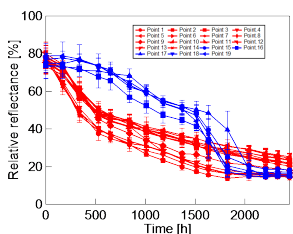


図10-a 相対反射率変化 (膜厚70 nm)

➡ 膜厚の増加により錫薄膜センサの測定可能時間が増加

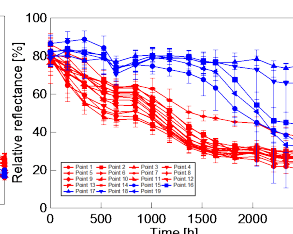


図10-b 相対反射率変化 (膜厚160 nm)

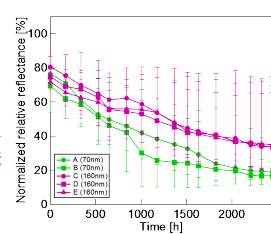


図11 各モジュールの全錫薄膜の相対反射率の平均の変化

結論

- ・ 相対反射率を維持したまま膜厚を増加させた錫薄膜センサの作製を行った。
- ・ 膜厚を増加させることで、錫薄膜センサの測定可能時間を増加させた。

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) M. D. Kempe et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 91, 315 (2007).
- (2) 板山知広 他, 第64回応用物理学会春季学術講演会, 16p-211-9 (2017, 3).
- (3) 板山知広 他, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 14a-A24-7 (2016, 9).