

太陽電池モジュール内に封入可能な 錫薄膜型酢酸センサの検量線の改善

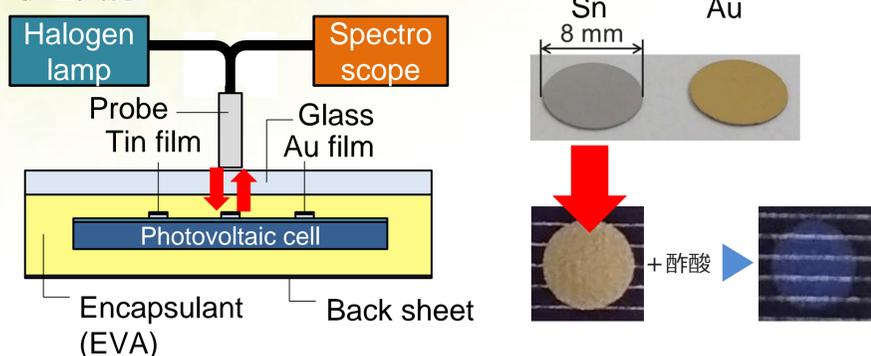
○森本 考紀¹, 浅野 正太¹

城内 紗千子², 原 由希子², 増田 淳², 梅田 倫弘¹, 岩見 健太郎¹

1. 東京農工大学, 2. 産業技術総合研究所

錫薄膜型センサによる酢酸動態の評価

- 太陽電池(PV)モジュール内のEVAの劣化により酢酸が発生^[1]
- 酢酸と反応する錫薄膜型センサの反射光強度変化を利用して, Damp-heat(DH)試験中のPVモジュール内部の酢酸動態を評価^[2]
- 複合加速試験中の酢酸動態評価のために, UV照射試験, DH試験を実施^[3]

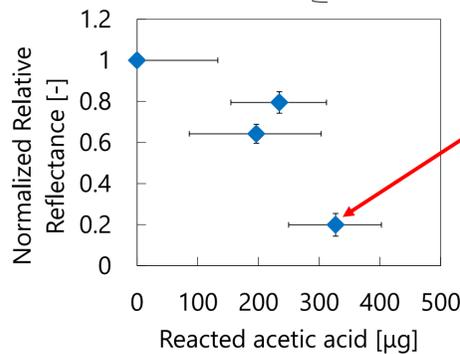


検量線の作成^[4]

錫薄膜の膜厚70 nmにおける最大反応酢酸量 m_{AAmax} を算出

$$m_{AAmax} = \frac{M_{AA}}{M_{Tin}} \rho \pi d^2 t$$

m_{AAmax} : 最大反応酢酸量 d : 錫薄膜センサの直径
 M_{AA} : 酢酸のモル質量 t : 錫薄膜の膜厚
 M_{Tin} : 錫のモル質量 ρ : 錫の密度



予測値: 52.5 μg
 検量値: 327 μg

⇒予測値と検量値との間に大きな誤差が発生

検量線の精度を向上させるために改善が必要

実験手順

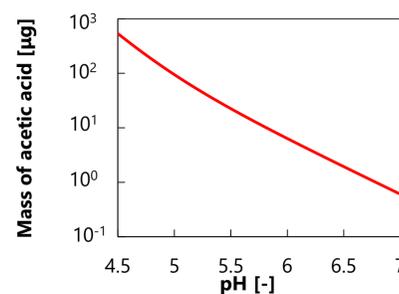
- 膜厚70 nmの錫薄膜センサを酢酸溶液(3000ppm, 1 mL)に浸漬
 - 密閉状態のまま85 °Cで保管
 - 時間経過後にセンサを取出し反射光強度を測定
- センサを取出した後の酢酸溶液1 mLからx μLを取り出す
- 取出し量x μLの酢酸溶液を純水で100 mLまで希釈
 - pHを測定し, 酢酸質量を算出

pH値の誤差が与える影響

以下の式を用いてpHを酢酸質量に換算

$$m_{AA} = VM_{AA} \left(\frac{10^{-2pH}}{K_a} + 10^{-pH} \right)$$

K_a : 酸解離定数
 m_{AA} : 酢酸の質量
 V : 水溶液の体積
 M_{AA} : 酢酸物質質量



pH測定値4.50~4.51で変化する酢酸量の誤差は20 μg

pH測定値5.20~5.21で変化する酢酸量の誤差は1.4 μg

溶液中の酢酸量が少ないほど測定誤差は小さくなる

取出し量の変化による改善

反応酢酸量 Δm の算出

- 測定したpHからx μL中の酢酸量 m_{AA} を算出
- 取出し倍率をかけ1 mL中の酢酸質量を算出
浸漬前, 浸漬後を m_0, m とする

$$m_0, m = m_{AA} \times \frac{1000}{x} \quad \frac{1000}{x} = \frac{\text{浸漬時の酢酸溶液量}[\mu\text{L}]}{\text{取出し酢酸溶液量}[\mu\text{L}]}$$

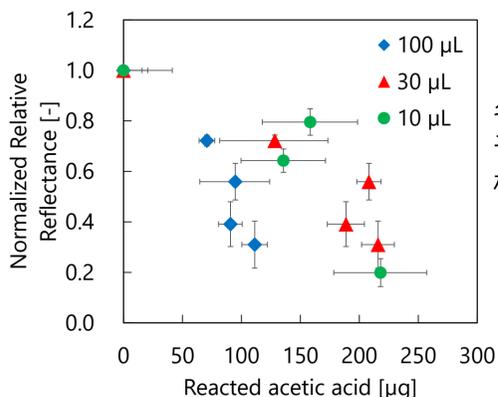
取出し倍率

- 浸漬実験前後の残差により反応酢酸量 $\Delta m = m_0 - m$ を算出

取出し量xの増加で換算時における誤差の低減が可能

実験結果

取出し量毎に検量線を作成



各取出し量における反応酢酸量
 予測値: 52.5 μg
 検量値: 111 μg (100 μL)
 216 μg (30 μL)
 217 μg (10 μL)

取出し量の増加により検量値と予測値の誤差が減少

結論

- 酢酸溶液の取出し量を増加させることで誤差が減少
- 異なる取出し量のパターンが必要
- 希釈倍率を上げたうえでpH測定を実施

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] A. Masuda et al., Jpn. J. Appl. Phys., **54**, 04DR04 (2015).
- [2] R. Hamaoka et al., Jpn. J. Appl. Phys., **57**, 08RG16 (2018).
- [3] 浅野他. 第80回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-PA4-14 (2019).
- [4] 浅野他. 第66回応用物理学会春季学術講演会, 9p-PB6-13 (2019).