

様々な環境下で劣化した太陽電池封止材の陽電子消滅寿命法による構造解析

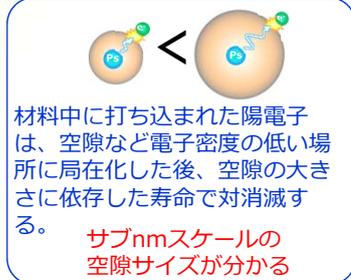
萩原 英昭^a、佐藤 浩昭^a、原 由希子^b、城内 紗千子^b、増田 淳^b
産業技術総合研究所 ^a機能化学研究部門、^b太陽光発電研究センター

研究の目的

結晶Si系太陽電池モジュールの劣化要因の一つとして、封止材のエチレンビニルアセテート（EVA）樹脂からの酢酸発生が指摘されている。EVAからの脱酢酸が起こると自由体積空隙サイズが減少することが、陽電子消滅寿命測定法（PALS）により分かっている。

酢酸の発生は、モジュールの構成や使用する環境に影響されると考えられる。本研究では、様々な環境下で劣化した太陽電池モジュール中のEVAの脱酢酸挙動について、PALSを用いて調べた。

陽電子消滅寿命測定法（PALS）



低速陽電子パルスビーム装置

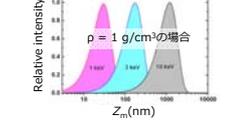


測定条件
・室温, 高真空下(<10⁻⁶ Pa)
・陽電子ビーム径: 約5 mm

陽電子打ち込み深さ(Z_m)

$$Z_m = \left(\frac{40}{\rho}\right) E^{1.6}$$

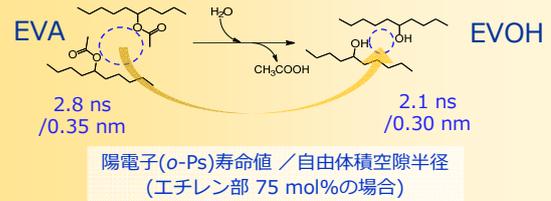
(ρ: 材料密度, E:陽電子照射エネルギー)



サンプルの表面近傍や薄膜の自由体積空隙サイズ解析が可能

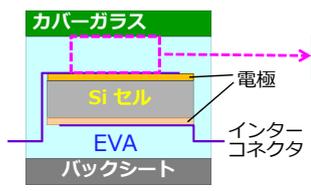
実験

EVAを脱酢酸したEVOHは自由体積空隙（分子間の隙間）のサイズが小さい

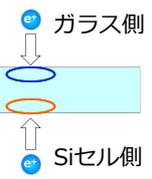


EVAの脱酢酸の進行に伴い徐々に自由体積空隙サイズ低下

結晶Si系PVモジュール (シングルセル)



- 劣化試験;
- UV (Xe光) 照射
 - UV照射後にDH試験 (85°C, 85%rh)
 - 実環境曝露

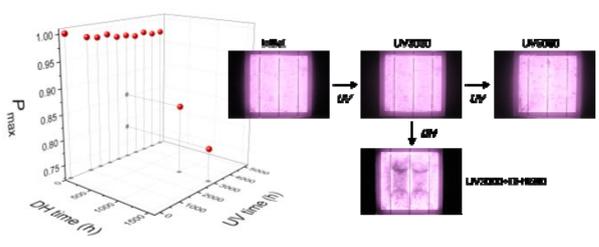


EVAシート: 約0.4 mm厚 (カバーガラス~Siセル間から取り出したもの)

エネルギー可変陽電子ビームにより、EVA表面近傍の自由体積空隙サイズを深さ方向分析

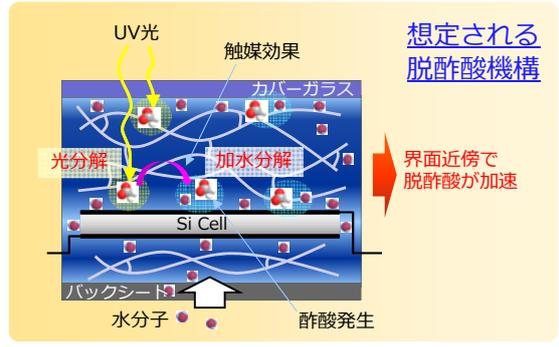
環境 (劣化要因) の違いによる脱酢酸挙動の変化を解析

結果と考察



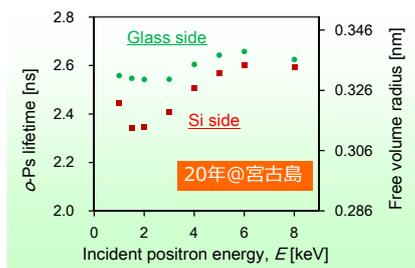
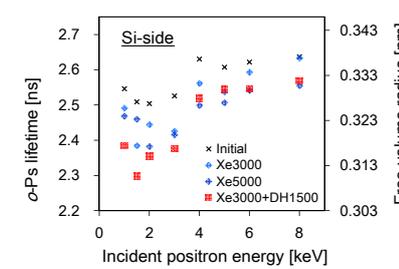
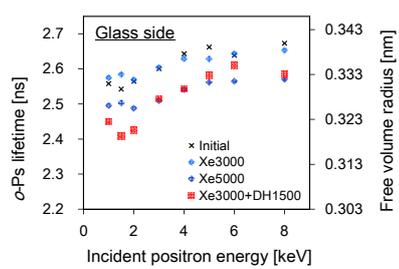
I-V試験、EL画像

- UV照射により、P_{max}は徐々に減少
- UV照射後のDH試験により、P_{max}が急激に減少 (EL発光の暗部が拡大)



想定される脱酢酸機構

界面近傍で脱酢酸が加速



PALS

- UV照射で、自由体積空隙サイズが徐々に減少
- UV照射後のDH試験で、界面近傍で自由体積空隙サイズが大幅に減少 (脱酢酸が加速)
- UV照射+DH試験品と実曝露品のプロファイルが類似 → UV+DH試験の有効性を示唆

参考文献

1) H. Hagihara, M. Kunioka, H. Suda, Y. Hara, A. Masuda, Jpn. J. Appl. Phys., **55**, 102302 (2016); DOI:10.7567/JJAP.55.102302.
2) H. Hagihara, H. Sato, Y. Hara, S. Jonai, A. Masuda, Jpn. J. Appl. Phys., **57**, 082301 (2018); DOI:10.7567/JJAP.57.082301.

◆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プロジェクトの一環として行われました。