

高温高湿試験による結晶シリコン太陽電池電極の劣化

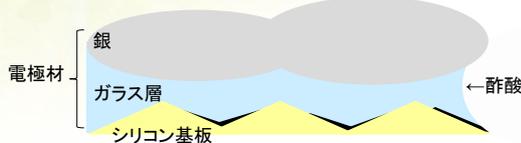
仙波 妙子¹・浅尾 秀一²・白澤 勝彦²・高遠 秀尚²

¹ナミックス株式会社,

²産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光チーム

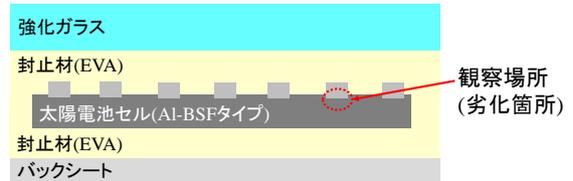
研究の目的

- ✓ 太陽電池モジュールのFFの低下について、封止材(EVA)から発生する酢酸と電極材に含まれるガラスとの関係が示唆されている。
- ✓ 結晶シリコン太陽電池モジュールを用いて高温高湿試験を行い、劣化したモジュールの電極-シリコン基板界面に存在するガラス層の状態を観察し、どのような変化が起こったか調査する。



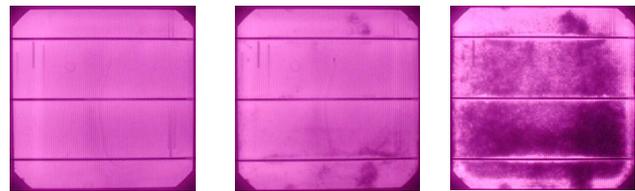
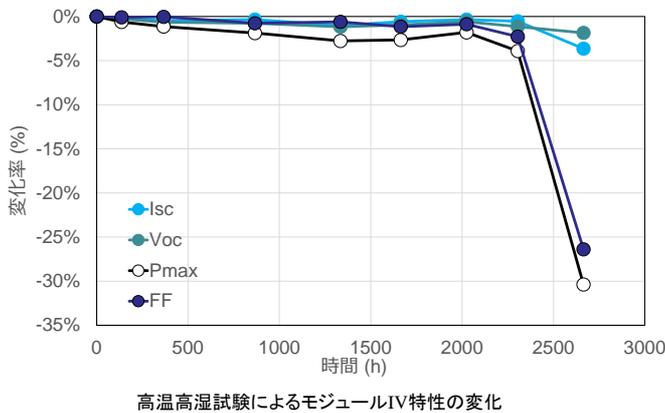
実験

試験モジュールの構造



試験条件: 95°C / 95% (FFの変化が-20%を超えるまで継続)

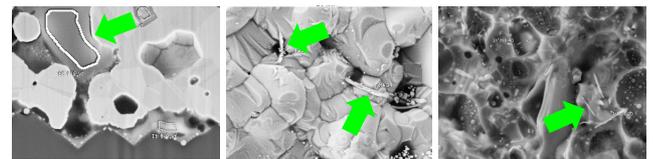
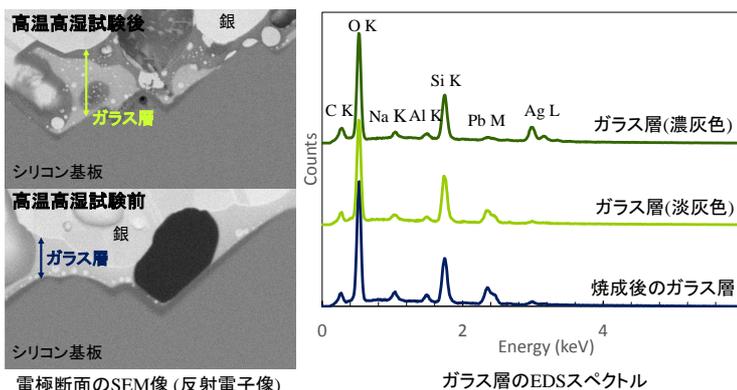
結果



高温高湿試験の各時間におけるモジュールのEL画像

IV特性は試験時間が2300時間を越えると大幅に低下した。特にFFが大きく低下している。ELにて劣化を確認したところ、セルに暗部が確認された。電極の直列抵抗の増加によってFFが低下したことを示唆する。

分析

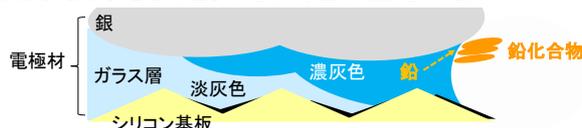


モジュール内で確認された鉛化合物

劣化箇所の電極中のガラス材では鉛の量が少ない層(濃灰色)が形成されていた。EVAから発生する酢酸により、鉛が溶出したと考えられる。溶出した鉛は、モジュール内の電極周辺で化合物を形成し、存在していた。化合物は複数あり、その1つは酢酸鉛であることが確認された。

結論

- ✓ 高温高湿試験 (95°C/95%) を行い、出力が低下したモジュールの電極-シリコン基板界面にあるガラス層の分析を行った。
- ✓ 組成分析の結果、ガラス層の組成変化が確認され、ガラス層に鉛の強度の異なる部分が確認された。
- ✓ 溶出した鉛は化合物として電極周辺で確認された。



参考文献

1. C. Peike, S. Hoffmann, P. Hülsmann, B. Thaidigsmann, K. A. Weiß, M. Koehl, and P. Bentz, "Origin of Damp-heat Induced Cell Degradation," *Solar Energy Materials & Solar Cells*, vol.116, pp.49-54, 2013.
2. A. Kraft, L. Labusch, T. Ensslen, I. Dürr, J. Bartsch, M. Glatthaar, S. Glunz, and H. Reinecke, "Investigation of Acetic Acid Corrosion Impact on Printed Solar Cell Contacts," *IEEE Journal of Photovoltaics*, vol. 5, no. 3, pp. 736-743, 2015.
3. T. Tanahashi, N. Sakamoto, H. Shibata, and A. Masuda, "Electrical Detection of Gap Formation underneath Finger Electrodes on c-Si PV Cells Exposed to Acetic Acid Vapor under Hydrothermal Conditions," *Proc. 43rd IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, 2016, pp. 1075-1079.
4. T. Semba, T. Shimada, K. Yamada, K. Shirasawa, and H. Takato, "Corrosion of the Glass and Formation of Lead Compounds in the Metallization by High Temperature and High Humidity Test of Crystalline Silicon PV Module," *7th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC-7)*, 2018.