

キャリア寿命評価に基づく c-Si 太陽電池モジュールの PID 計算機モデル

PID Computation Model of c-Si Photovoltaic Module

Based on Carrier Lifetime Evaluation

岐大工 ○吉田 弘樹, 亀山 展和, 大橋 史隆,

傍島 靖, 野々村 修一

Gifu Univ. ○H. Yoshida, N. Kameyama, F. Ohashi, Y. Sobajima, S. Nonomura

E-mail: hiroki@gifu-u.ac.jp

高温多湿でシステム電圧が高い環境で太陽電池に発生する電圧誘起劣化(Potential Induced Degradation: PID)は経年的な劣化現象であり, メカニズムの解明とそれに基づく劣化の予測が重要である. PID のメカニズムに関しては, p 型結晶シリコン太陽電池モジュールの窒化シリコン薄膜中の電界による Na イオンのドリフトが一因と考えられる報告がある[1]-[3]. そこで, Na イオンのドリフトと熱拡散による PID 劣化を仮説し, 計算機モデルによる解析を進めている.

図 1 に計算機モデルのイメージを示す. Na イオンはカバーガラスおよび EVA と窒化シリコンの間の汚染などに由来するとし, 電界によるドリフトと熱拡散によって n 型シリコンに到達する. その後は内部電界によるドリフトと熱拡散でさらに p 型シリコン側に移動すると考える. この計算機モデルの基本式を(1)式に示す. PID の影響は Na によるキャリア寿命の減少として反映させ, PID 試験時間による実測値に基づいて(1)式に与える. また, 実サンプルに対

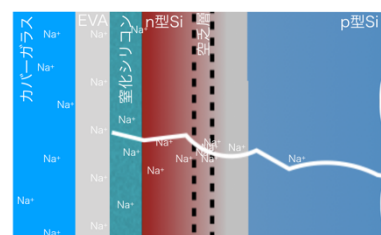


図 1 計算機モデルのイメージ

$$\begin{cases} \frac{dJ_n}{dx} = Q(G_n - R_n) \\ \frac{dJ_p}{dx} = Q(G_p - R_p) \\ \frac{1}{e} \frac{d^2\psi}{dx^2} = Q(n - p + N_A - N_D) \\ R_{sh} = \frac{dV}{dI} \Big|_{V=0} \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{where} \\ J: \text{current density} \\ Q: \text{charge} \\ G: \text{generation rate} \\ R: \text{recombination rate} \\ N: \text{doping level} \end{matrix} \quad (1)$$

する評価は(1)式のシャント抵抗 R_{sh} で行う. そのキャリア寿命を実験的に得るため, PID 試験(-2 kV, 85°C, dry, 0~8h)後の p 型単結晶シリコン太陽電池モジュールに Reverse

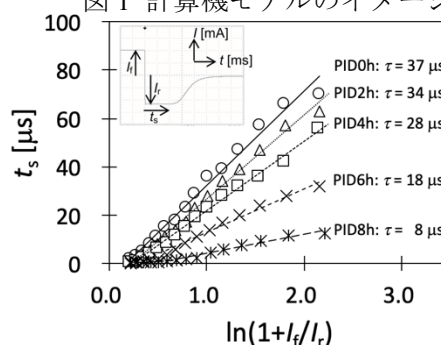


図 2 PID 試験時間に対するキャリア寿命の変化

Recovery Transient: RRT 法を適用した. 図 2 はその測定結果であり, 図中の波形は計測波形の一例, 測定値の傾きはキャリア寿命である. 計算機モデルと劣化の予測については発表に譲る.

【謝辞】

本研究は NEDO の委託研究によって遂行され, 有益なご議論ご協力をして頂いた産総研・石川県工業試験場の方々に感謝致します.

【参考文献】

- [1] 城内 他, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 東工大, 10p-W611-5 (2019).
- [2] 伏屋 他, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 東工大, 10p-W611-7 (2019).
- [3] 橘 他, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 東工大, 10p-W611-7 (2019).