

n 型フロントエミッタ型結晶シリコン太陽電池モジュールの 電圧誘起劣化における SiN_x 膜の影響

Effect of a SiN_x film on the potential-induced degradation of n-type front-emitter c-Si photovoltaic modules

北陸先端大¹、豊田工大²、産総研³

○鈴木 友康¹、山口 世力¹、中村 京太郎²、増田 淳³、大平 圭介¹

JAIST¹, Toyota Tech. Inst.², AIST³

○Tomoyasu Suzuki¹, Seira Yamaguchi¹, Kyotaro Nakamura², Atsushi Masuda³, Keisuke Ohdaira¹

E-mail: s1810099@jaist.ac.jp

電圧誘起劣化(PID)は、太陽電池モジュールの Al フレーム-セル間の電位差に起因して発電性能が劣化する現象である。基板に n 型結晶 Si(c-Si)を用い、光入射側に p 型エミッタ層がある n 型フロントエミッタ型(n-FE) c-Si 太陽電池は、汎用の p 型 c-Si 基板を用いたものとは変換効率が大きく、今後の普及拡大が期待されているが、PID に関する知見は不足している。これまで我々は、n-FE c-Si モジュールに対して-1000 V の PID 試験を行い、窒化 Si (SiN_x)膜への正電荷蓄積、および Na 侵入に起因する劣化を確認している[1-3]。また、n-FE セル中の SiN_x膜と c-Si の間の SiO₂膜には、SiN_xに電荷を蓄積し、Si への Na 侵入を遅延する効果があることを明らかにしている[4]。これまでに、SiN_x膜が無い p 型 c-Si 太陽電池モジュールでは PID が発現しないことが報告されているが[5]、n-FE モジュールの PID における SiN_x膜の影響は未調査である。そこで今回、SiN_x/SiO₂膜が無い n-FE c-Si 太陽電池モジュールの PID 試験を実施し、SiN_xの影響を調査したので報告する。

通常の n-FE セルと、SiN_x/SiO₂積層膜を除去したこと以外同じ構造の n-FE セルを、EVA、バックシート、カバーガラスを用いてラミネートし、モジュールを作製した。PID 試験では、モジュールの上に導電性ゴムシート、Al 板、重しとなるガラス板を積層し、湿度<2%RH、85 °C の環境下で、Al 板を基準としてセルに-1000 V の電圧を印加した。

図 1 に n-FE c-Si モジュールの、初期値で規格化した短絡電流密度(J_{sc})、開放電圧(V_{oc})、曲線因子(FF)、最大電力(P_{max})の PID 試験時間依存性を示す。SiN_xへの正電荷蓄積に由来する初期の J_{sc} および V_{oc} の低下は、SiN_x/SiO₂膜の無いセルを用いたモジュールでは見られなかった。これは、電荷蓄積層が存在しないため妥当な結果である。さらに長時間の PID 試験において、空乏層への Na 侵入によると思われる FF の低下が、SiN_x/SiO₂膜の無いセルを用いたモジュールにおいても確認されるものの、SiN_x/SiO₂が無いセルを用いたモジュールの方が、FF 低下の開始が遅い。p 型 c-Si モジュールでは SiN_xの無いセルを用いると PID が発現しなくなるが、n-FE モジュールにおいては傾向が異なる。そのため、n-FE セルと p 型 c-Si セルでは c-Si への Na の侵入過程が異なる可能性が示唆される。

謝辞：本研究は、NEDO からの委託を受け実施した。また、産総研(現新潟大)の城内紗千子先生には、SiN_x/SiO₂積層膜の除去方法についてご指導いただいた。

[1] S. Yamaguchi et al.: Jpn. J. Appl. Phys. 57, 122301 (2018), [2] Y. Komatsu et al.: Microelectron. Reliab. 84, 127 (2018), [3] K. Ohdaira et al.: Appl. Phys. Express 12, 064004 (2019), [4] T. Suzuki et al.: Jpn. J. Appl. Phys. 59, SCCD02 (2020), [5] S. Jonai et al.: Proc. 46th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (2019).

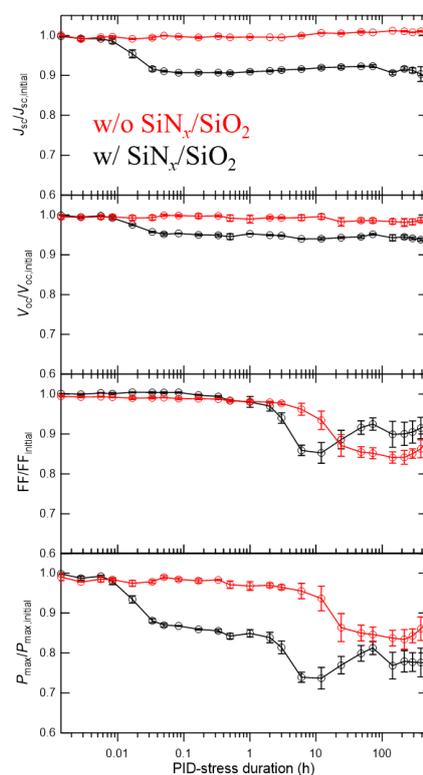


Fig. 1 Normalized J_{sc} , V_{oc} , FF, and P_{max} of n-FE c-Si PV modules with and without SiN_x/SiO₂ stacks as a function of the duration of PID stress.