

結晶 Si 太陽電池の ARC 膜とウエハの伝導型が PID に及ぼす固有の現象

Characteristic PID phenomena related to ARC film and conduction type of wafer for crystalline silicon photovoltaic modules

奈良先端大¹, 産総研², 豊田工大³

◎城内 紗千子^{1,2}, 中村 京太郎³, 石河 泰明¹, 浦岡 行治¹, 増田 淳²

NAIST¹, AIST², Toyota Technol. Inst.³

◎Sachiko Jonai^{1,2}, Kyotaro Nakamura³, Yasuaki Ishikawa¹, Yukiharu Uraoka¹, Atsushi Masuda²

E-mail: s-jonai@aist.go.jp

1. はじめに

結晶 Si 太陽電池の Potential-Induced Degradation (PID) に対して反射防止コート(ARC)膜は大きな影響を与えることが知られている。また p 型結晶 Si 太陽電池においては、PID 特性が SiN_x ARC 膜の屈折率に依存することや、 SiN_x ARC 膜とセルの間に SiO_2 膜を挿入すると PID 抑制効果があることもすでに知られている[1,2]。シャント型・表面再結合型の PID について p 型と n 型のセルで ARC の種類を変えて調べ、劣化がウエハ伝導型起因なのか ARC 起因であるかを調べた。

2. 実験方法

PID 試験に使用した単結晶 Si 太陽電池ミニモジュールは 6 cm 角白板強化ガラス/EVA/約 3 cm 角セル/EVA/バックシートを積層しラミネートを行うことにより作製した。PID 試験は、モジュールのカバーガラス表面上に 1 cm 角のアルミテープを貼り、アルミテープから Si セルに対して ± 2000 V の電圧を印加することにより行った。PID 試験前後の $J-V$ 特性を評価した。

3. 実験結果および考察

SiN_x 単膜と $\text{SiN}_x+\text{SiO}_2$ 積層の ARC 膜をもつ p 型セルを用いたモジュールにおける PID 試験前後の $J-V$ 特性では、 SiN_x 単膜セルの場合 3 時間の試験でシャント型の PID を示し大きく劣化するのに対し、 $\text{SiN}_x+\text{SiO}_2$ 積層セルでは劣化までに数日を要する。 SiO_2 膜を挿入すると、大きな PID 抑制効果があることが確認できた。Fig. 1 に $\text{SiN}_x+\text{SiO}_2$ 積層膜をもつ n 型と p 型のモジュールにおける $J-V$ 特性の規格化パラメータを示す。n 型モジュールでは負電圧を、p 型モジュールでは正電圧を印加した場合を示す。n 型、p 型いずれのモジュールでも J_{sc} と V_{oc} が低下し FF はほとんど変化しないことを特徴とする表面再結合型の PID が起こる。また、短時間の逆電圧印加で回復することもわかる。このことから、表面再結合型 PID はこれまで考えられてきたように n 型セル固有の現象ではなく、p 型でも発生し、ARC 膜起因であることが分かった。 SiO_2 は Na が Si への侵入を防ぐようなバリア機能はあるものの電荷蓄積を引き起こす原因となることが示唆される。

4. 結論

p 型セルの ARC への SiO_2 膜の挿入により負電圧を印加した場合のシャント型 PID が抑制され、正電圧を印加すると表面再結合型の PID が起こることが明らかとなり、表面再結合型 PID はセルの伝導型起因ではなく SiO_2 起因ということが分かった。PID がウエハ伝導型と ARC のいずれに起因するかを様々なセルを用いて調べた結果を報告する。

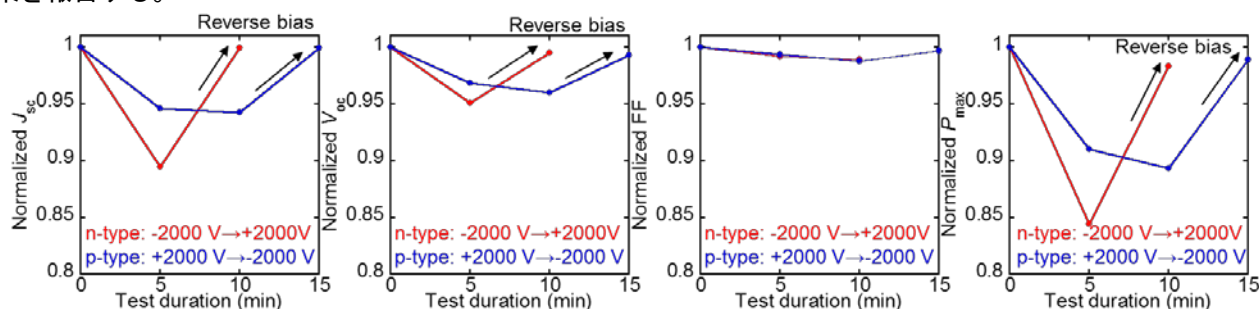


Fig. 1 Normalized photo $J-V$ parameters as a function of PID and recovery test duration for n-type and p-type modules using $\text{SiN}_x+\text{SiO}_2$ ARC.

謝辞

本成果は NEDO の委託のもと得られました。関係者各位に感謝申し上げます。 SiN_x ARC についてご議論頂いた北陸先端科学技術大学院大学の太平圭介教授に感謝申し上げます。

参考文献

[1] H. Nagel *et al.*, Proc. 29th European Photovoltaic Solar Energy Conf. Exhib., p. 2351 (2014).

[2] H. Mehlich *et al.*, Proc. 27th European Photovoltaic Solar Energy Conf. Exhib., p. 3411 (2012).