シリコン太陽電池用パッシベーション膜評価への超高次非線形誘電率顕微鏡法の適用可能性に関する検討

Feasibility study of the application of super-higher-order scanning dielectric microscopy to the evaluation of passivation layers for Silicon solar cells

東北大 [1]， 産総研 [2] ○柿川 賢斗 [1]，山岸 裕史 [1]，高遠 秀尚 [2]，棚橋 克人 [2]，長 康雄 [1]

Tohoku Univ.[1]，AIST[2] ○Kento Kakikawa[1], Yuji Yamagishi[1], Hidetaka Takato[2], Katsuto Tanahashi[2], Yasuo Cho[1]

E-mail: kakikawa@riec.tohoku.ac.jp

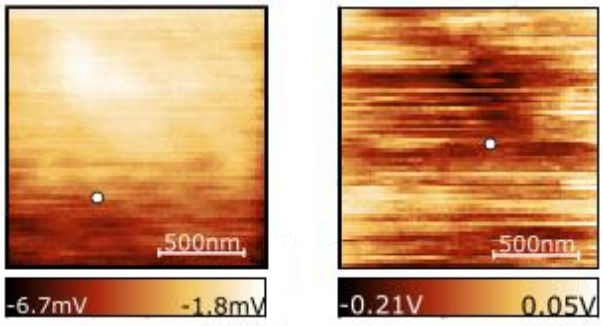
はじめに

太陽電池の高効率化は近年の再生可能エネルギー利用の重要性の増大から鑑みて極めて重要な課題である．結晶 Si 太陽電池の変換効率低下の原因の一つは表面･裏面近傍でのキャリアの再結合である．近年，結晶 Si 太陽電池裏面におけるキャリアの再結合を防ぐために原子層堆積法（ALD）で製膜された Al_2O_3 をパッシベーション膜として用いる手法が報告されており，パッシベーション膜/結晶 Si 界面における界面固定電荷密度の増加によって，キャリアの界面再結合が効果的に抑制されることが示されている[1]．一方，我々はこれまでに絶縁膜/半導体界面の電荷状態をナノスケールで観察できる超高次走査型非線形誘電率顕微鏡法（SHO-SNDM）を用いて様々な界面を評価してきた[2]．そこで今回 SHO-SNDM が結晶 Si 太陽電池用パッシベーション膜の評価に適用できるかどうかを確認するため，アニール処理による Al_2O_3/Si 構造の容量特性の変化を SHO-SNDM を用いて計測した．

実験と結果

パッシベーション膜評価のファーストトライアルとして Al_2O_3/Si 試料を計測した．試料の基板には比抵抗 1~3 Ω・cm のリンドープ n 型 Si 基板を用いた．その基板上に膜厚 5 nm の Al_2O_3 を ALD で成膜した後，アニールなしとアニールあり(450℃ 30 min)の二種類の試料を作製した．SHO-SNDM 測定で印加する交流電圧は 10 V_{pp}, 30 kHz, 直流電圧は−3 V とし，1.5 μm 四方の領域における SHO-SNDM 応答を取得した．得られたデータのうち，1 次の容量応答(dC/dV)を像として再構成した結果を Fig. 1 に示す．試料面内で不均一なコントラストが見られることから，Al_2O_3/Si 界面の電荷密度は不均一に面内分布していることが示唆され，パッシベーションの効率に影響を与える可能性があると考えられる．

次に Fig.1 中の白丸で示した点で取得した CV 特性を Fig.2 に示す．アニールありの試料では CV カーブが x 軸負方向に移動していることから，アニール処理によって Al_2O_3/Si 界面の負の固定電荷密度が増加していると考えられる．これらの結果から，SHO-SNDM はパッシベーション膜のミクロな評価に有効であることが結論付けられる．



(a) (b)

Fig. 1 SNDM(dC/dV)像の比較. (a) アニールなし. (b) アニールあり.

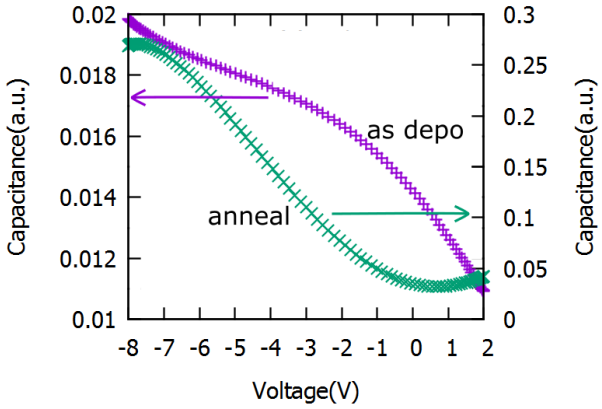


Fig. 2 アニール前後での典型的な CV 特性の比較（Fig. 1 中に示した点でそれぞれ取得）．

参考文献

[1] F. Werner et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 104 091604 (2014)
[2] N. Chinone et al., J. Appl. Phys., Vol.116 084509 (2014)