

aSi:H/cSi ヘテロ接合太陽電池のデバイスモデルと Voc の i 層厚依存性

Device model of aSi:H/cSi heterojunction solar cells and Voc dependence on i-aSi:H layer thickness

豊田工大¹, SILVACO Japan², 明治大³, 産総研⁴, 林 豊^{1,4}, Debin Li², 大下 祥雄¹, 小椋 篤志³
 Y. Hayashi^{1,4}, Debin Li², Y. Ohshita¹, A. Ogura³, Toyota Tech¹, SILVACO Japan², Meiji Univ.³, AIST⁴
 e-mail: yuhay@ceres.ocn.ne.jp

[デバイスモデル] aSi:H/cSi ヘテロ接合太陽電池¹⁾の受光面側結晶 Si (cSi) 表面には反転層、裏面には多数キャリア蓄積層が aSi:H により図 1 に示す^{2),3)}ように誘起されている。裏面の蓄積層は少数キャリアを受光面側へ追い返す BSF (back surface field) を形成し、Jsc、Voc の向上に寄与している。裏面接合のキャリア輸送特性は、少数キャリアは阻止するが多数キャリアを通す、太陽電池にとって理想

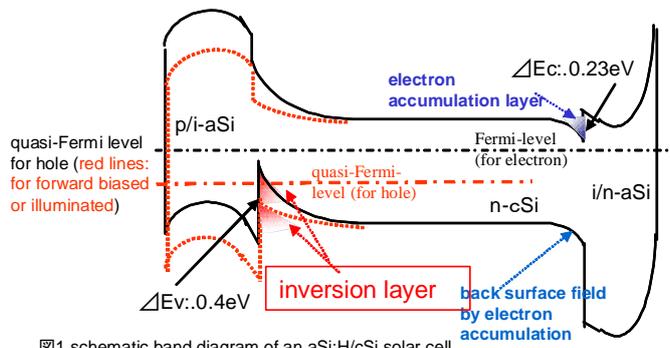
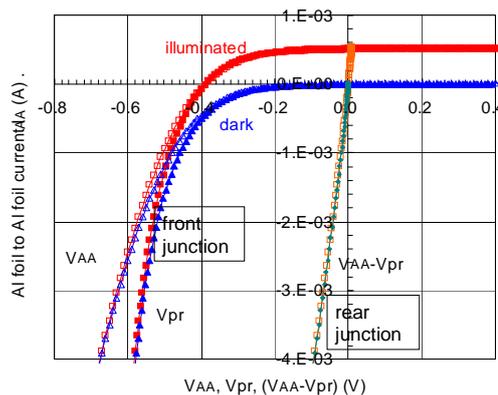


図 1 schematic band diagram of an aSi:H/cSi solar cell

に近いオーム性接続を形成している。裏面の BSF²⁾、受光面の反転層³⁾は実デバイスで観測されている。光照射下で cSi 断面の電位を超高抵抗プローブでモニターすることによって、受光面接合の IV 特性と裏面接合の IV 特性を測り分けた例を図 2 に示す²⁾。図から判るように、裏面接合は主として外部電極とのオーム性接続に寄与し、受光面接合は主として電圧発生に寄与している。

図 2 IV characteristics, #6 dark and illuminated



[simulation] この反転層の少数キャリア濃度と多数キャリア濃度は受光面接合の i-aSi:H 層厚によって変化する。反転層-基板接合が Voc の主たる発生源であることを考えると、Voc は i-aSi:H 厚によって変化する。今回は Voc の i-aSi:H 層厚依存性の simulation 結果を報告する。simulator は SILVACO 社 ATLAS を用いた。表面反転層キャリアは aSi:H の energy barrier と cSi の表面強電界により confine されているため量子効果を組み込んだ計算が必要であり、ATLAS へ Quantum モジュールを導入した。図 3 に simulation 結果の一例を示す。この例では i-aSi:H 厚の増加にしたがって Voc は増加している。図 3 の結果は i 層の導入により Voc が増加する実験報告^{4),5)}をよく説明している。変換効率最大を与える i-aSi:H 厚については別途報告する。最適膜厚は使用する aSi:H の材料パラメータによって変化する。

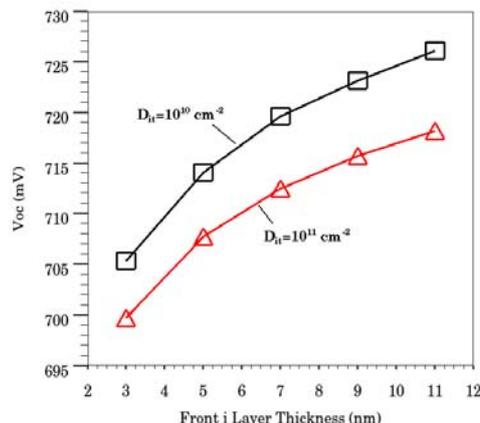


図 3 Dependence of Voc on front i-layer thickness of aSi:H/cSi heterojunction solar cells

[謝辞] 本研究の一部は NEDO 太陽光発電システム次世代高性能技術の開発「結晶 Si 太陽電池」の下で行われた。関係各位に感謝する。

[文献] 1) (history of HIT) M. Tanaka, et al., 40D1001, WCPEC3, Kyoto, (2003), 2) Y. Hayashi, et al., 16th NREL workshop on Crystalline Silicon Solar Cells and modules, (2006), 3) Y. Hayashi, 17th NREL workshop on Crystalline Silicon Solar Cells and modules, (2007), 4) Fig. 7 in M. Taguchi, et al., C-IIIa-1, International PVSEC-5, Kyoto, Japan, (1990), 5) D. Munos, et al, Fig. 17.21, on p.563 of van Sark, W., L. Korte, and F. Roca, eds. "Physics and technology of amorphous-crystalline heterostructure silicon solar cells.", Engineering Materials, 2012, Springer.