

Cu 配線を用いた Si 太陽電池における Ta 酸化物バリア層の特性評価

Characterization of Ta oxide barrier layer in silicon solar cells with Cu lines

○(M2) 青山 悠生¹、安藤 大輔¹、須藤 祐司¹、小池 淳一¹

(1. 東北大院工)

○(M2) Yuki Aoyama¹, Daisuke Ando¹, Yuji Sutou¹, Junichi Koike¹

(1. Graduate school of Engineering, Tohoku Univ.)

E-mail: yuki.aoyama.t2@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】近年、再生可能エネルギーの必要性が高まり、太陽電池の製造コスト低減と変換効率の向上が求められている。現状の Si 系太陽電池の集電電極には Ag ペーストが用いられている。この Ag ペーストはセルの材料コストのうち大きな割合を占めており、より安価な Cu ペーストへの転換が求められている。しかし、Cu は Si 中を非常に速く拡散してしまうため、Cu の拡散を防ぐバリア層が不可欠である。本研究では、Ta 酸化物を拡散バリア層として選択した。Ta 及び Ta 窒化物は Cu/SiO₂ 界面において優れた拡散バリア性を有するとの報告がなされており、Cu ペースト焼成前の Cu/Si 界面に Ta をスパッタ成膜することで、Cu の拡散を焼成初期から完全に防ぐことができると考えられる。また、焼成によって Ta は酸化し絶縁性となるが、Ta 酸化物が極薄膜の場合には、トンネル効果によって電流が流れるとの報告がなされている。そこで本研究では、スクリーン印刷 Cu 電極/単結晶 Si 太陽電池界面に極薄膜の Ta 酸化物バリア層を導入することで、良好な変換効率を得ることができるか調査した。

【実験方法】2cm 角の裏面電極付き単結晶 Si 基板に対し、HF 水溶液を用いて基板表面の Si 酸化物を除去した。その後、Ta を Si 基板上にスパッタ成膜し、Cu ペーストをスクリーン印刷し、ホットプレートで乾燥した後、焼成して Cu 配線を形成し、太陽電池セルとした。得られたセルについて、ソーラーシミュレーターを用いて電池特性を測定し、その後テープテストによる Cu 配線の密着性評価を行った。また、SiO₂ 絶縁膜基板にも同様の工程で拡散バリア層及び Cu 配線を形成し、配線のフィンガー部分を用いて、TLM 法による Cu/バリア層間の接触抵抗測定を行った。

【結果】Ta 膜厚を 1nm から 25nm まで変化させ、同一焼成条件で作製した太陽電池セルについて Light I-V 測定を行ったところ、Fig. 1 のような電流密度-電圧特性が得られ、Ta 15nm で変換効率の最大値を示した。密着性試験及び Cu/バリア層間の接触抵抗測定から、Ta 15nm 以下では膜厚減少に伴い密着性が低下し、接触抵抗が増加することが分かった。その結果セルの直列抵抗は増加し、変換効率が劣化するものと推察される。また、Ta 膜厚増加に伴い Ta が内部まで十分酸化せず、セル受光面の透過率が減少するため、セルの短絡電流密度が減少することがわかった。そのため、Ta 15nm 以上では変換効率が劣化するものと推察される。

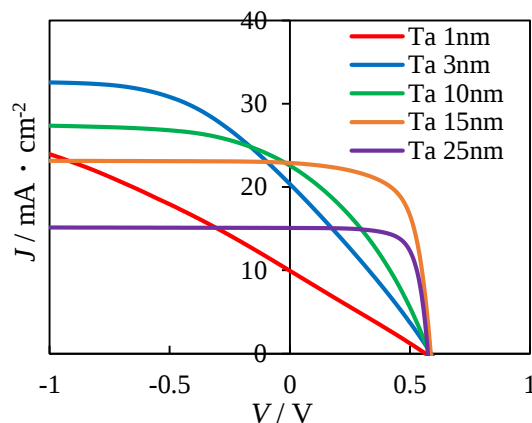


Fig. 1. J-V characteristics at each Ta film thickness