結晶シリコン太陽電池用アルミニウムペーストの開発

Research of Aluminum Paste for Crystal Silicon Solar Cells

兵庫県大工　○伊藤 省吾，足利 泰紀，ウズム アブドラ，神田 広之

Univ. Hyogo　°Seigo Ito[1], Taiki Ashikaga, Abdullah Uzum, (D3) Hiroyuki Kanda

E-mail: itou@eng.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】　新エネルギーとして期待されている太陽電池は結晶シリコンによるものが主流であるが、より低コストでの太陽電池開発は引き続き必要である。本研究では、シリコン太陽電池用アルミニウムペーストを作製し、作製プロセスを最適化することで、完全非真空プロセスにて 17.8%の変換効率を得たので、ここに報告する。

【実験】　アルミペーストの調製に関しては、当研究室既報手法[1]にそって作製したが、混合する材料をアルミニウム、酸化アルミニウム、エチルセルロース、α-テルピネオール、エタノールに変更した。混合には、超音波ホモジナイザーを用いて撹拌後、エバポレーターを用い 40 ^{o}C、70 hPa でエタノールを除去し、アルミニウムペーストを作製した。また、アルミペーストへのホウ素の添加効果についても検討を行った。完全非真空プロセスのシリコン太陽電池は当研究室からの既報手法により作製し[2]、市販のアルミニウムペースト、ボロン添加なしアルミニウムペースト[Al powder;16 g(d=3.0-3.6 μm)+ 2 g(d=45 μm), Aluminum oxide powder;2 g, Ethyl cellulose;10 %, α-telpineol;75 %]とボロン添加アルミニウムペースト[Al powder;16 g(d=3.0-3.6 μm)+ 2 g(d=45 μm), Aluminum oxide powder;2 g, Boric Acid;0.05%、Ethyl cellulose;10 %, α-telpineol;75 %]の 3 つの条件で作製した。

【結果及び考察】　得られた光電特性の平均値を Table 1 に示す。市販のアルミニウムペーストを用いた時の短絡光電流密度(Jsc)は 38.83 mA/cm^2 で曲線因子(FF)は 64.0 であった。ホウ酸添加なしのアルミニウムペーストを使用した時、曲線因子が 75.0%に上昇した。またホウ酸添加アルミニウムペーストを使用した時、短絡光電流密度は 38.96 mA/cm^2 から 37.32 mA/cm^2 に減少した。それぞれの変換効率をみると順に 14.72 %、17.45 %、16.13 %であり、ボロン添加なしのアルミニウムペーストを使用した時、の最高変換効率は 17.81 %であった。この時の短絡光電流密度は 39.50 mA/cm^2 であり、開放電圧(Voc)は 598 mV、曲線因子は 75.3 であった。市販のアルミニウムペーストを使用した場合よりも、作製したアルミニウムペーストを使用した場合の方が太陽電池の性能は向上した。しかし、ホウ酸を添加したアルミニウムペーストを使用すると短絡光電流密度が低下し、変換効率が低くなった。短絡光電流密度が低くなる原因はキャリアの再結合の増加もしくは反射防止膜の性能低下によると考えられる。ライフタイム測定により、ボロンの添加によってバルクライフタイムは増加することを確認した。よって本研究におけるボロン添加による光電流密度の低下は、電極の焼結の際ボロンが気化し TiO_2 と反応し反射防止膜の性能が低下したものと予測している。

Table 1. Photovoltaic characteristics of fabricated Si solar cells with different aluminum pastes. Each data is the average of 3 cells.

Paste	J_{sc} [mAcm^{-2}]	V_{oc} [mV]	FF[%]	η [%]
Commercial Al	38.83	592	64.0	14.72
Without boric acid	38.96	597	75.0	17.45
With boric acid	37.32	595	72.6	16.12

【参考論文】

[1] A. Uzum, T. Ashikaga, T. Noguchi, H. Kanda, T. Matsuoka, T. Nakanishi, H. Fukui, T. Harada, S. Ito, *Int. J. Photoenergy* (2015), Article ID 404915.

[2] H. Kanda, A. Uzum, N. Harano, S. Yoshinaga, Y. Ishikawa, Y. Uraoka, H. Fukui, T. Harada, S. Ito, Energy. Sci. Engneering 4 (2016) pp. 269–276.

© 2017年 応用物理学会