

BSF 型単結晶 Si 太陽電池特性の n^+ エミッタ拡散条件依存性Dependency of n^+ thermal annealing condition

on BSF type single crystalline Si solar cells

島根大, 和佐 拓哉, 〇葉 文昌

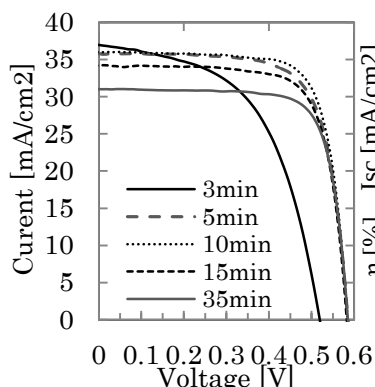
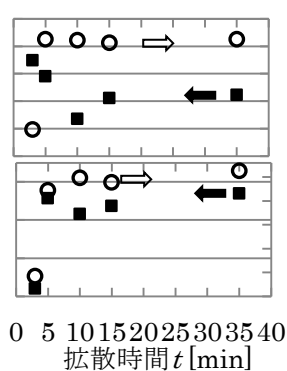
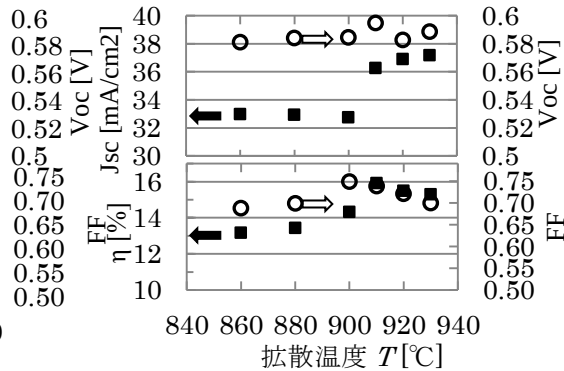
Shimane Univ, Takuya Wasa, 〇Wenchang Yeh

E-mail: s119443@matsu.shimane-u.ac.jp

【はじめに】本研究室では稀リン酸熱拡散による n^+ エミッタ形成と, パルス DC 反応性スパッタ堆積法による $\text{SiN}_x\text{:H}$ 反射防止膜形成により結晶 Si 太陽電池の作製プロセスを確立している. n^+ エミッタ形成では不純物の拡散深さと表面濃度が変換効率に影響する. 本研究では n^+ 熱拡散の拡散温度 T と拡散時間 t の太陽電池諸特性への影響を調べたので報告する.

【実験】180 μm 厚の as-cut(100)p-Si 基板を TMAH 溶液によりピラミッド形成した. 続いて稀リン酸を塗布し, 電気管状炉でアニール($T=860\sim 930^\circ\text{C}$, $t=3\sim 60$ min, 大気)することで n^+ エミッタ形成した. 表面リンガラスをフッ酸で除去した後に反応性パルス DC スパッタにより反射防止膜($\text{SiN}_x\text{:H}$)を室温で 100 nm 堆積した. 続いて表面 Ag 電極と裏面 Al 電極をスクリーン印刷し, 電極を焼結($T=780^\circ\text{C}$, 大気)した. 最後にフォーミングガスアニール(400°C , 10 min, 3.8% H_2 in N_2)を行った. AM1.5 太陽光(Class B)を照射し, IV 特性を評価した.

【結果】1 cm^2 太陽電池の IV 特性の t 依存性を図 1 に示す. T は 900°C である. また図 1 から J_{sc} , V_{oc} , FF , η の t 依存性を図 2 に示した. 同じくそれらの T 依存性を図 3 に示した. 図 3 ではシート抵抗 R_s を $50\pm 5\ \Omega/\square$ で固定した. 図 2 より, $t=3$ min では V_{oc} が 0.520 V であったが $t=5$ min で 0.585 V まで上昇し, それ以降は飽和した. $t=3$ min では拡散が不十分であった為である. 一方で J_{sc} は t 増大とともに減少した. これは n^+ 層の増加によるものである. 従って最適条件は $t=10$ min で $\eta=14.3\%$ となった. 拡散温度依存性については図 3 より T の増加とともに短絡電流 J_{sc} は増加した. これは n^+ 層の不純物が急峻なほどよいことを示している. 一方で FF は 900°C から徐々に減少した. R_s は一定であることから, これは n^+ 層の薄化に伴って Ag 電極の貫通が起きやすくなった為である. 最適条件は拡散温度 910°C で $J_{sc}=36.3\ \text{mA}/\text{cm}^2$, $V_{oc}=0.594\ \text{V}$, $FF=0.74$, $\eta=15.9\%$ となった.

図 1. I-V 特性の t 依存性図 2. $J_{sc}/V_{oc}/FF/\eta$ の t 依存性図 3. $J_{sc}/V_{oc}/FF/\eta$ の T 依存性

【参考文献】[1] W. -C. Yeh, H. -C. Chen, H. -Y. Chiang AM-FPD'10 235-238