

シリコンナノ結晶/酸化シリコン複合膜における キャリア選択能の水素プラズマ処理温度依存性

Impact of hydrogen plasma treatment temperature on carrier selectivity of silicon nano-crystal/silicon oxide compound layer

名大院工¹, 東大生研², [○]松見優志¹, 後藤和泰¹, ビルデ マーカス²,
黒川康良¹, 福谷克之², 宇佐美徳隆¹

Graduate School of Eng., Nagoya Univ.¹, Institute of Industrial Sci., The Univ. of Tokyo²

[○] M. Matsumi¹, K. Gotoh¹, M. Wilde², Y. Kurokawa¹, K. Fukutani², N. Usami¹

E-mail: matsumi.masashi@e.mbox.nagoya-u.ac.jp

【導入】極薄の酸化シリコン (SiO_2) をパッシベーション層に用いた太陽電池は、25%超の高い変換効率を示すことから注目されている。そのキャリア輸送機構は、トンネル効果やピンホールを介した伝導であるため、プロセスのロバスト性や長期信頼性に課題がある。これらの課題は SiO_2 膜を厚くすることで解決できるが、キャリア輸送が困難となる。我々は、厚い酸化膜においてもキャリア輸送を可能とするため、酸化シリコン (SiO_x) 膜中に生成したシリコンナノ結晶 (Si-NC) をキャリア輸送経路として利用する新規保護膜 (nanocrystalline transport path in ultra-thin dielectrics for reinforced passivating contact, NATURE contact) を提案[1]し、その水素化処理がパッシベーション性能にもたらす影響を調査し、水素プラズマ処理 (HPT) が有効であることを報告した[2]。本研究ではキャリア選択性においてパッシベーション性能と並んで重要なパラメータである、接触抵抗 (ρ_c) の HPT 温度依存性を調査し、キャリア選択能 (S_{10}) について評価を行った。

【実験方法】フッ酸洗浄を行った n 型 Si(100) 基板 (c-Si) の両面にプラズマ援用化学気相堆積法を用いて $\text{n}^+\text{-a-Si:H}(30\text{ nm})/\text{a-SiO}_y\text{:H}(2\text{ nm})/\text{a-SiO}_x\text{:H}(5\text{ nm})/\text{a-SiO}_y\text{:H}(1\text{ nm})/\text{c-Si}$ 積層構造を作製した。ここで、 $x < y$ である。続いて N_2 97%、 H_2 3% の混合雰囲気中で 750°C 、30 分の熱処理を行い、 SiO_x 母材中に Si-NC を形成した。その

後、HPT による水素化を $T=300, 400, 500, 600^\circ\text{C}$ で行った。擬定常状態光伝導度法による再結合電流密度 (J_0) の評価と電流-電圧測定において Cox-Strack 法を用いた ρ_c の評価を行い、これらの値から S_{10} を算出した。

【結果と考察】図 1 に熱処理後、HPT 後それぞれにおける、 J_0 、 ρ_c と T の関係を示す。いずれの処理温度においても水素化により J_0 が減少し、特に 500°C での HPT にて 3.60 fA/cm^2 と最も低い値を得た。また ρ_c は水素化により大幅には上昇せず、 400°C での HPT においては $19.6\text{ m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ と、熱処理後と比べて低い値を得た。続いて、図 2 に J_0 と ρ_c から求められる S_{10} と T の関係を示す。いずれの処理温度においても水素化により S_{10} が向上し、 500°C での HPT にて 14.4 と最も高い値を得た。以上のことから、HPT による水素化は導電性を大きく損ねることなくパッシベーション性能を向上させることができ、 500°C での HPT により最もキャリア選択性が向上することがわかった。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 20K15127 および新学術領域研究ハイドロジェノミクス、NEDO の支援の下行われた。

【参考文献】

- [1] 津幡他, 9p-Z13-4 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 2020 年 9 月.
- [2] 松見他, 18a-Z29-6 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 2021 年 3 月.

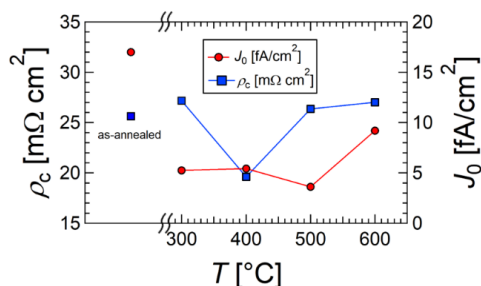


Fig. 1. J_0 and ρ_c as a function of HPT temperature.

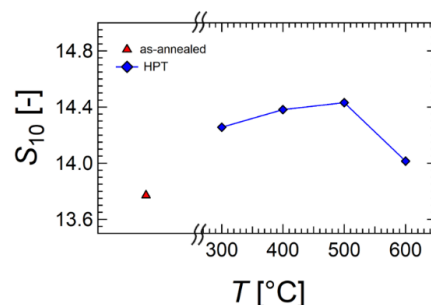


Fig. 2. Dependence of S_{10} on HPT temperature.