

触媒化学気相堆積法と硝酸酸化法によって形成した SiN_x/SiO_x積層膜での Si 表面のパッシベーション

Surface passivation on crystalline silicon surfaces by SiN_x/SiO_x stacks
formed by catalytic chemical vapor deposition and nitric acid oxidation

北陸先端大 ○(D)中島 寛記, Huynh Thi Cam Tu, 大平 圭介

JAIST ○Hiroki Nakajima, Huynh Thi Cam Tu, Keisuke Ohdaira

E-mail: hiroki.nakajima@jaist.ac.jp

近年、結晶シリコン太陽電池の高効率化と低コスト化の両立が求められている。その実現に有効な手段として、硝酸酸化(NAOS)法での Si 表面のパッシベーションがある。同膜厚の熱酸化膜よりもリーク電流の少ない NAOS 膜によって、太陽電池セル特性の向上が確認された[1,2]。しかし、極薄の NAOS 膜上に SiN_x膜を積層すると、比較的厚膜の熱酸化膜に比べ、太陽電池セルの特性が低くなることが報告されている。これはプラズマ化学気相堆積(PECVD)法によって SiN_x膜を堆積した際のプラズマ損傷が原因であると考察されている[3]。そこで、プラズマを使用しない触媒化学気相堆積(Cat-CVD)法を用いれば、極薄の NAOS 膜へのプラズマ損傷が無くなり、SiN_x/SiO_x 積層構造で高い表面パッシベーション性能が得られると考え、今回検討を行った。

厚さ 280 μm、抵抗率 2.5 Ωcm の n 型 FZ Si(100)基板を RCA 洗浄し、希釈フッ化水素酸によって酸化膜を除去した後に、濃度 70 wt%の硝酸を用い、Si 基板上に 25, 70, 120 °C で NAOS 膜を形成した。続いて、SiH₄ 流量 4 sccm、NH₃ 流量 250 sccm、圧力 3.2 Pa、基板温度 100 °C、W 触媒体温度 1800 °C、堆積時間 700 s の堆積条件の Cat-CVD によって、膜厚 80 nm の SiN_x膜を堆積し、窒素雰囲気、300–450 °C での加熱処理前後での QSSPC 測定を行った。

SiN_x膜堆積直後及び各温度での加熱処理後の少数キャリア寿命を図 1 に示す。SiN_x堆積前に NAOS を施すことにより、どの加熱処理条件でも少数キャリア寿命が向上し、特に 350 °C での加熱処理条件にて、SiN_x/SiO_x 積層膜によるパッシベーションの効果が顕著に現れた。また、25 °C で NAOS を行った試料において、少数キャリア寿命が最大値(9 ms)を示し、その Implied V_{oc}は、730 mV であった。また、350 °C 以下の加熱処理条件では、低温で NAOS 処理を行ったものほど少数キャリア寿命が長い。NAOS 膜の膜質や膜厚は処理温度に依存する。つまり、SiN_x/SiO_x 積層膜の表面パッシベーション性能は極薄酸化膜の膜質や膜厚の違いに影響していることが示唆された。当日の発表では、固定電荷密度、界面準位密度、膜の化学結合状態の解析結果を示し、このパッシベーション効果の原因についても報告する。

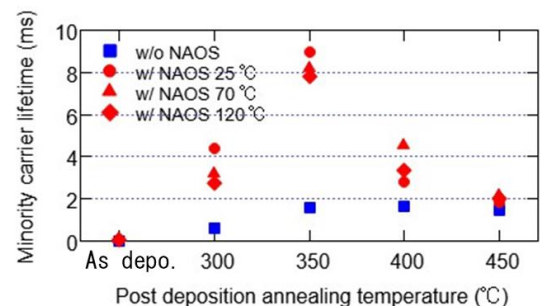


Fig.1. Dependence of minority carrier lifetime on post deposition annealing temperature.

[参考文献] [1] H. Kobayashi *et al.*, Appl. Surf. Sci. 256, 5744 (2010), [2] F. Shibata *et al.*, ECS J. Solid State Sci. Technol. 3, Q137 (2014), [3] B. Mojrová *et al.*, Energy Procedia, 124, 288 (2017).