

湿式法により形成した Al ドープ超極薄 SiO_xでの Si 表面のパッシベーション

Surface passivation on Si surfaces by Al-doped ultrathin SiO_x formed by wet process

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

Semiconductor-insulator-semiconductor (SIS)型太陽電池は、構造がシンプルであるにも関わらず、高い理論効率を有する[1,2]。この太陽電池では、金属酸化膜と Si 基板との間に形成される超極薄 SiO_x 膜が、良好な界面特性を得る上で重要である[1,2]。しかし、SiO_x 膜自体のパッシベーション性能は極めて低い。また、キャリアが SiO_x 膜をトンネルする必要があるため、SiO_x の厚膜化による改質はかえって特性低下の要因となる[1]。したがって、パッシベーション性能とキャリア伝導性との間にはトレードオフの関係がある。近年、良好なパッシベーション性能とキャリア伝導性を両立した超極薄 Al-O/SiO_x 積層膜が報告された[3]。しかし、従来法では真空や高温プロセスの工程数が多いため、量産工程への適用は困難である。そこで、本研究では簡便な湿式法による Al ドープ超極薄 SiO_x 膜の形成を試みた。

厚さ 280 μm、抵抗率 2.5 Ωcm の n 型 FZ Si(100)基板を、RCA 洗浄、1%の HF 処理後、沸騰した 0.15–1.0 mol/L の Al(NO₃)₃·9H₂O 水溶液に 1–30 分間浸漬させた。超純水でリンスし、N₂ ブロー乾燥した直後に実効少数キャリア寿命(τ_{eff})を評価した。また、いくつかの試料で XPS 及び J-V 測定を行った。

最適条件で処理した試料の QSSPC 測定結果を図 1 に示す。余剰キャリア密度 $1 \times 10^{15} \text{ /cm}^3$ での τ_{eff} として 0.88 ms、1 sun での implied V_{oc} (iV_{oc})では 670 mV という高い値が得られた。ま

た、XPS 測定において、Al-O 及び Si-O の結合ピークが観測されたことから、SiO_x にドープされた Al は O と結合していることがわかった。なお、Si 2p 内殻準位スペクトルから見積もった SiO_x の膜厚は 1 nm 以下であった。さらに、J-V 測定の結果、反転側に電圧印加した際のリーク電流密度が Al ドープなしの試料よりも 1 桁以上増大した。これは、Al ドープにともなうバンド曲がりによりホール伝導性が向上したためと考えられる。

以上の結果から、Al(NO₃)₃·9H₂O 水溶液での簡便な処理だけで、高い表面パッシベーション性能とホール伝導性を両立する Al ドープ超極薄 SiO_x 膜が形成可能であることを実証した。現在、この高いパッシベーション性能の発現機構を調査しており、発表ではその進捗も報告する。

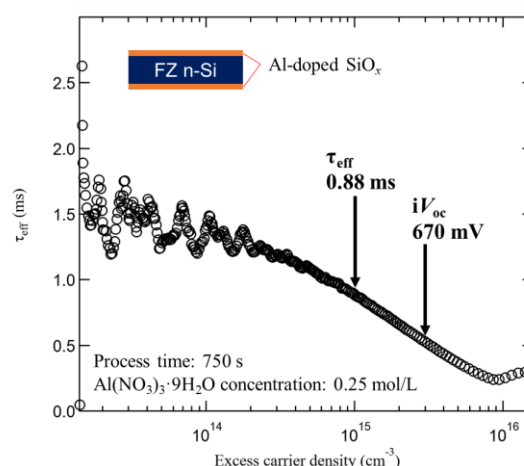


Fig. 1 Effect of Al-doped SiO_x on τ_{eff} .

[参考文献] [1] J. Shewchun *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices **27**, 705 (1980), [2] X. M. Song *et al.*, Sol. Energy **173**, 456 (2018), [3] D. König *et al.*, Sci. Rep. **7**, 46703 (2017).