Cat-CVD 法の NH_3 系ラジカル処理による SiN_x 膜のパッシベーション性能の変化

Change in the passivation quality of SiN_x films by NH_3-based radical treatment by Cat-CVD

北陸先端大 °住友 誠明，大平 圭介

JAIST °Yoshiaki Sumitomo, Keisuke Ohdaira

E-mail: s1810102@jaist.ac.jp

1. はじめに

テクスチャ構造を持つ結晶 Si 表面のパッシベーションは、太陽電池の高効率化には必須の技術である。我々は、触媒化学気相堆積(Cat-CVD)法で形成した SiN_x 膜をパッシベーション膜として利用する検討を行っている[1]。Cat-CVD 法での SiN_x の成膜開始時には、Si 表面は NH_3 ガスの触媒分解種に曝されるため、NH_3 系ラジカル処理のパッシベーション性能への影響を把握することは重要である。これまで我々は、ラジカル処理時の基板温度の影響について報告した[2]。今回は、ラジカル処理時の触媒体温度、ガス流量、圧力について SiN_x 膜のパッシベーション性能にどのような影響をもたらすのか調査したので報告する。

2. 実験方法

2 cm 角に劈開した n 型結晶 Si ウェハを基板にアルカリ溶液によりテクスチャ構造を形成後、RCA 洗浄を行った。NH_3 系ラジカル処理の有機物除去の効果について検討するため、SC1 洗浄を行わない試料も作製した。Cat-CVD 装置に NH_3 を導入し、W 触媒体での触媒分解で生成したラジカルに結晶 Si 基板を曝露した。ラジカル処理時の基板温度(T_s) 300 °C、処理時間 60 s に固定して触媒体温度(T_{cat}) 0–2100 °C、ガス流量 0–150 sccm、圧力 0.01–30 Pa の範囲で変化させた。ラジカル処理後の Si 表面の状態を、水滴の接触角と反射率スペクトルで評価した。また、Si 基板両面へのラジカル処理後に、T_s 100 °C、SiH_4 流量 8 sccm、NH_3 流量 150 sccm の条件で、SiN_x 膜を 100 nm 成膜した。SiN_x 膜堆積は T_{cat} を 1800 °C に設定して行った。N_2 雰囲気、350 °C で 30 min の熱処理後[1]、μ-PCD 法により少数キャリア寿命(τ_{eff})を測定することでパッシベーション性能を評価した。

3. 実験結果および考察

図 1 に、ラジカル処理時の T_{cat} と τ_{eff} の関係を示す。T_{cat} が 1500 °C 以下の範囲では、1 ms 程度の τ_{eff} が得られたが、T_{cat} 2100 °C でのラジカル処理後の τ_{eff} は 1 ms を下回った。これは、ラジカル処理中に結晶 Si 基板に触媒体の W が混入した可能性が考えられる[3]。

図 2 にラジカル処理時の T_{cat} と水滴の接触角の関係を示す。T_{cat} が 900 °C まで低下するとともに接触角の増加が見られ、それ以降は、接触角が低下する傾向が見られた。高温側での接触角の低下は、触媒分解で生成したアミノ基の付着[4]、もしくは、窒化[5]による可能性が考えられる。低温側では、有機物の除去が不十分であるため、接触角が低下したと思われる。

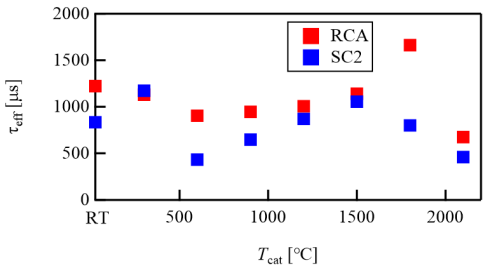

Fig. 1. τ_{eff} as a function of T_{cat}.

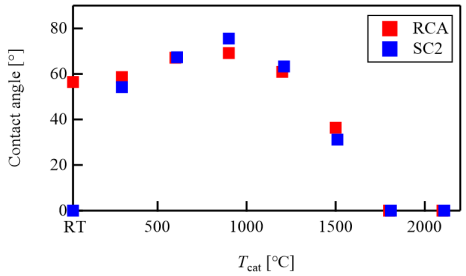

Fig. 2. Contact angle as a function of T_{cat}.

4. 結論

NH_3 系ラジカルに Si 表面を曝露する際、適切な処理条件の選定が必要である。

謝辞

テクスチャ溶液は、攝津製油株式会社より提供いただいた。

参考文献

[1] T. C. Thi et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells 100, 169 (2012).
[2] 住友他、第 66 回春季応用物理学会講演予稿集 (2019)
[3] 増田淳他、次世代エレクトロニクス技術 触媒化学気相堆積法とその応用 p. 92 シーエムシー出版 (2003).
[4] 卜部吉庸、化学の新研究 第 1 版 (2013)
[5] A. Izumi, Thin Solid Films 501, 157 (2006).