Cat-CVD で形成した積層非晶質 Si 膜での FLA により形成した多結晶 Si 表面のパッシベーション

Surfaces passivation of polycrystalline Si films formed by FLA with stacked amorphous Si films formed by Cat-CVD

北陸先端大　°(D2)Wang Zheng, Huynh Thi Cam Tu, 大平 圭介

JAIST, °Zheng Wang, Huynh Thi Cam Tu, Keisuke Ohdaira

Email: s2120008@jaist.ac.jp

はじめに：低コスト化と Si 原料の高い利用効率の観点から、薄膜結晶 Si 太陽電池が注目されている。最近我々は、テクスチャ構造を形成したガラス基板上に堆積した前駆体 n 型水素化非晶質 Si (n-a-Si:H)膜にフラッシュランプアニール(FLA)を行うことで、n-poly-Si 膜の太陽電池応用の可能性を調べるために、簡易裏面電極型 Si ヘテロ接合セルの作製を試み、太陽電池動作を確認した[1]。しかし、その発電性能は不十分であり、表面の欠陥がキャリアの再結合を引き起こしていると予想される。これまで我々は、触媒化学気相堆積(Cat-CVD)による、c-Si 表面に積層の真性水素化非晶質 Si (i-a-Si:H)成膜を検討しており、表面再結合の低減に有効であることを報告した[2]。そこで、Cat-CVD 装置を使用して、FLA を行った試料に積層 a-Si:H 膜を堆積し、そのパッシベーション効果を調査したので報告する。

実験方法：基板には、19.8 mm 角の Corning Eagle ガラスを使用した。反応性エッチング(RIE)により、ガラス表面にテクスチャを形成した。Cat-CVD を用いて、基板温度 350 ℃で、80 nm の窒化 Si (SiN_x)を形成した後に、圧力 0.93 Pa、基板温度 500 ℃で、膜厚~6 μm、P 濃度~2×10^{17} cm^{-3} の n-a-Si:H を堆積した。その後、FLA により結晶化させ、Cat-CVD 法で、積層膜では、1 層目(i_1)は基板温度 100 ℃、2 層目(i_2)は 260 ℃ で、膜厚 6–10 nm に変化させ、総膜厚~16 nm となるよう i-a-Si:H を堆積した。最後に、太陽電池応用を考え、基板温度 350 ℃で、20 nm のエミッタ層を堆積し、p/i_1/i_2-a-Si:H 積層構造とした。少数キャリア寿命をマイクロ波光導電減衰法(μ-PCD)により評価した。

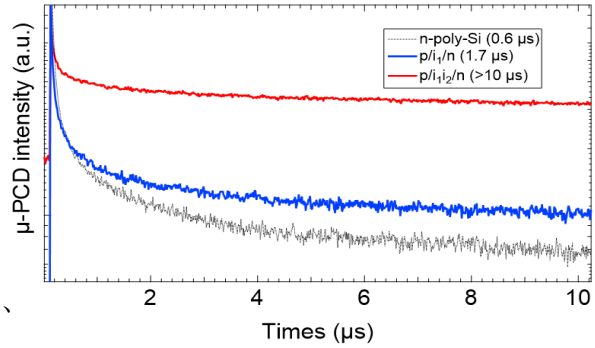

Fig. 1. μ-PCD decay curves for n-poly-Si films passivated with a-Si:H.

結果：Fig. 1 に、パッシベーシ膜なし、p/i_1 膜堆積、p/i_1i_2 膜堆積を行った n-poly-Si 膜の μ-PCD の減衰曲線を示す。p/i_1 膜を堆積した試料と比べると、p/i_1i_2 膜を堆積することにより、顕著なキャリア寿命の向上が確認された。これは、2 層目の基板温度上昇により、1 層目の i-a-Si 膜に対しアニールが行われ、1 層目の膜中の水素が移動することにより n-poly-Si 表面のダングリングボンドが終端されたためだと考えられる。この結果から、n-poly-Si 膜への積層 a-Si:H パッシベーションは、太陽電池特性の向上に有用であると考えられる。ただし、過度に厚い a-Si:H は寄生吸収や直列抵抗を増大し、太陽電池特性の低下を引き起こす。適切な膜厚の選定や低欠陥のパッシベーシ膜の堆積により、さらなるキャリア寿命の向上が期待される。

謝辞：本研究の一部は、JSPS 二国間交流事業 JPJSBP120193511 の助成を受けて行われた。

参考文献：[1] Wang Zheng 他, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集, 22p-F408-3 (2022).
[2] 寺門 他 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 11p-Z23-19, 2020.