

原子状水素処理による液相結晶化シリコン膜の低欠陥化

Defect reduction in liquid-phase-crystallized silicon films by atomic hydrogen treatment

北陸先端大[○](M2)柳 雄大、Huynh Thi Cam Tu、大平 圭介

JAIST,[○]Yudai Yanagi, Huynh Thi Cam Tu, Keisuke Ohdaira

E-mail: s2010177@jaist.ac.jp

[はじめに] 液相結晶化シリコン(LPC-Si)膜は、ガラス基板上に堆積した非晶質 Si (a-Si)膜に対し、連続波(CW)レーザや電子ビームを走査して a-Si を溶融・結晶化することで得られる。LPC-Si を光吸収層に用いた太陽電池で 15%を超える太陽電池が報告されている^[1]。さらなる変換効率向上には、LPC-Si 膜の低欠陥化が必須である。低欠陥化には原子状水素による欠陥終端が有効である。本研究では PECVD 装置よりガスの分解効率が高い触媒化学気相堆積(Cat-CVD)装置^[2]を使用して、LPC-Si 膜への原子状水素処理(HT)を行い、その効果を調査したので報告する。

[実験手法] 5 cm 角で厚さ 1.1 mm の Eagle XG ガラス基板上に、ガラスからの不純物拡散抑止や界面パッシベーションのために PECVD 法により中間層($\text{SiO}_x\text{N}_y/\text{SiN}_x/\text{SiO}_x$)を堆積し、この中間層上に結晶化の前駆体となる膜厚 15 μm の i-a-Si 膜を電子線蒸着法により堆積した。n-a-Si 膜を PECVD により堆積し、結晶化時の溶融 Si の撥液を防ぐために PECVD 法で SiO_x 膜を 100 nm 堆積した。CW レーザにより結晶化と同時に P 拡散を行うことで、n 型 LPC-Si を形成した。キャップ層の SiO_x をフッ化水素(HF)溶液 5%で除去し、Cat-CVD 装置により HT を行った。HT における基板温度依存性と処理時間依存性について調査を行った。HT 前後の少数キャリア寿命をマイクロ波光導電減衰法($\mu\text{-PCD}$)法で測定し、HT の効果を評価した。測定時には表面再結合防止のためにヨウ素エタノールでパッシベーションを行った。

[結果および考察] 図 1 に、LPC-Si 膜の少数キャリア寿命の HT 時の基板温度依存性を示す。300 $^{\circ}\text{C}$ から 400 $^{\circ}\text{C}$ 付近で少数キャリア寿命の向上が顕著に観測された。この温度帯で LPC-Si 深部への水素の拡散が促進され、かつ、LPC-Si からの水素脱離が起きにくいと考えられる。図 2 に少数キャリア寿命の HT 時間依存性を示す。処理時間 30 min から 40 min 付近で少数キャリア寿命の向上が飽和することが観測された。この処理時間付近で、水素が膜内部に十分に拡散したと考えられる。

[謝辞] LPC-Si は Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB)に提供いただいた。本研究は、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] S. Garud *et al.*, Sol. RRL 4, 2000058 (2020). [2] U. Hironobu *et al.*, J. Appl. Phys. 91, 1650 (2002).

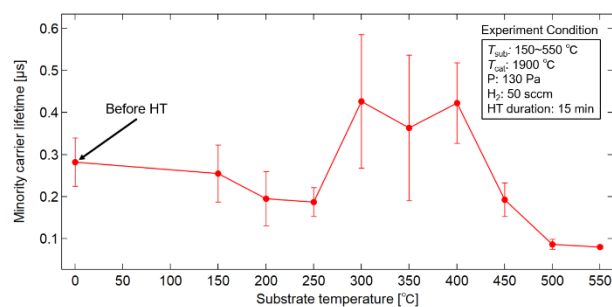


Fig. 1. Minority carrier lifetime of LPC-Si as a function of substrate temperature during HT.

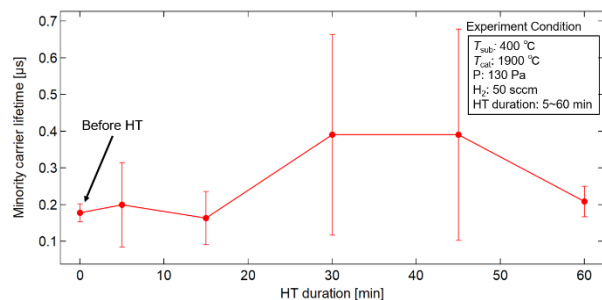


Fig. 2. Minority carrier lifetime of LPC-Si as a function of HT duration.