

グリーンレーザ照射による液体原料 Si 薄膜へのテクスチャ形成とその太陽電池への応用

Textures of Si thin film from liquid source formed by green laser irradiation and their application for a solar cell

北陸先端大¹, JST-ALCA², JST-ERATO³,○M1 溝口雅裕¹, 増田貴史^{1,3}, 申仲栄^{1,2}, 高岸秀行^{1,2}, 下田達也^{1,2,3}JAIST¹, JST-ALCA², JST-ERATO³, ○M1 Masahiro Mizoguchi¹, Takashi Masuda^{1,3},Zhongrong Shen^{1,2}, Hideyuki Takagishi^{1,2}, Tatsuya Shimoda^{1,2,3}

E-mail: s1330066@jaist.ac.jp

1. はじめに

我々は液体シリコンを出発材料に用いて大気圧熱 CVD 法により a-Si:H 薄膜の作製、および太陽電池の作製を行ってきた^{[1][2]}。本研究では太陽電池セルの効率向上を目的とし、a-Si:H 薄膜のテクスチャ構造化を試みた。a-Si:H 膜にグリーンレーザを照射 (GLA: Green-laser-annealing) することで Si は結晶化すると共に水素アブレーションを起こし、テクスチャ構造を持った結晶 Si 薄膜が形成される。この現象を利用すると、GLA によって簡便にテクスチャを有する Si 薄膜が作製でき、さらにテクスチャのサイズや構造の制御も可能になる。今回我々は、液体シリコンから作製した a-Si:H 膜に GLA を施し、膜の結晶化とテクスチャ化を行ったので、その Si 膜のテクスチャ構造および電気・光学特性に関して報告する。講演では、そのテクスチャ構造を用いた a-Si:H 太陽電池の特性も併せて報告をする。

2. 実験方法

最初に液体シリコンを原料にして大気圧熱 CVD 法^{[1][2]}によってガラス基板上へ a-Si:H 薄膜を作製した。その薄膜にグリーンレーザ (Yb:YAG レーザ, 波長 515 nm) を照射し、テクスチャ構造化した結晶 Si 薄膜を得た。出発の a-Si:H 薄膜の膜厚を 100~1000 nm、レーザ密度を 0.1~1.6 J/cm² の範囲で変化させてテクスチャ構造を作製し、その構造を観察し電気・光学特性の評価を行った。また、n 型 Si 層に GLA を行なって得た薄膜を用いた a-Si:H 太陽電池セルもあわせて作製をした。

3. 実験結果と考察

300 nm 厚の平坦な a-Si:H 薄膜に、異なる強度のレーザを照射して得た結晶 Si 薄膜の SEM 像を Fig.1 に示す。レーザ密度 0.6 J/cm² では平坦な形状を保つが、0.9 J/cm² 以上ではテクスチャ構造が形成されていた。更にレーザ密度を増加させると、テクスチャ構造中の凹凸のサイズが大きくなった。これは a-Si:H 膜の熔融時間と水素アブレーション時に発生する圧力の増加によるものと考えられる。また、膜の透過率/反射率測定から、適度な大きさのテクスチャ構造の膜では、光の散乱が著しく大きくなることも確認をした。この結果は、GLA により Si 膜のテクスチャ構造のサイズや形状および光学特性が制御できる事を示している。今後は、太陽電池に適した光学・電気特性を持つ膜の作製を進める。予備実験として Fig. 1 (d) に示したテクスチャ層を導入したセルを試作し、太陽電池として十分動作する事を確認している。

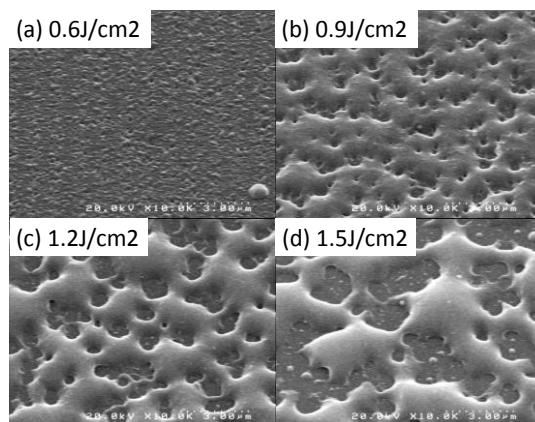


Fig. 1 SEM images of the a-Si:H films after GLA. The films were irradiated by green laser with different laser power density: (a) 0.6 J/cm², (b) 0.9 J/cm², (c) 1.2 J/cm², and (d) 1.5 J/cm².

[1] 申仲栄、増田貴史、高岸秀行、Tien Lam Pham、大平圭介、下田達也 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 神奈川工科大学、28a-A4-8、2013 年 3 月

[2] 増田貴史、申仲栄、高岸秀行、Tien Lam Pham、大平圭介、下田達也 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 神奈川工科大学、28a-A4-9、2013 年 3 月