

液体シリコンから作製した a-Si:H 薄膜のグリーンレーザ結晶化 The green laser crystallization of the a-Si:H thin film from liquid source

北陸先端大マテ¹, 北陸先端大 GDRC²

○溝口雅裕¹, 増田貴史¹, 申仲栄¹, 高岸秀行², 下田達也^{1,2}

JAIST¹, JAIST GDRC², ○Masahiro Mizoguchi¹, Takashi Masuda¹,

Zhongrong Shen¹, Hideyuki Takagishi^{1,2}, Tatsuya Shimoda^{1,2}

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^[1]により a-Si:H 薄膜を作製してきた。今後デバイス応用を進めるにあたり、液体原料 a-Si:H 薄膜から高品質な poly-Si 薄膜を作製することは重要な課題である。poly-Si 薄膜の作製方法のひとつにグリーンレーザアニール (GLA: Green-laser-annealing) があり、主に CVD 法によって作製された a-Si:H 薄膜の結晶化についての研究が行われている。一方、液体原料を用いた a-Si:H 薄膜のレーザ結晶化については GLA の研究例は殆ど無い。そこで本研究では、GLA によって液体シリコンから作製した a-Si:H 薄膜の結晶化処理を行い、その結晶化メカニズムの解明と、得られた poly-Si 薄膜の基礎物性の評価を行うことを目的とする。

2. 実験方法

原料として液体シリコンを用い、大気圧熱 CVD 法によってガラス基板上に a-Si:H 薄膜 (膜厚 100 nm) を製膜した。液体原料 a-Si:H 薄膜中の水素量が結晶化に与える影響を検討するため、その薄膜に対し、真空中での瞬間熱処理 (RTA: Rapid thermal anneal) によって脱水素処理を行い、水素含有量の異なる試料を 3 種 (400°C H:20%, 500°C H:10%, 600°C H:0.1%) 用意した。これらの試料にグリーンレーザ (Yb:YAG レーザ, 波長 515 nm) を照射し、poly-Si 化を試みた^[2]。レーザ密度を 0~1.4 J/cm² の範囲で変化させながら poly-Si 薄膜を作製し、構造、電気特性、結晶化率の評価を行った。

3. 実験結果と考察

水素含有量の異なる試料に対し、異なる強度のレーザを照射して得た poly-Si 薄膜の結晶化率を Fig.1 に示す。400°C、500°C 焼成の試料では、完全に結晶化する前に水素アブレーションが起きたが、600°C 焼成の試料ではアブレーションすることなく結晶化することが分かった。500°C、600°C 焼成の試料の二乗平均粗さ (RMS) とレーザ密度との関係を Fig.2 に、同じく暗時、光照射時における導電率との関係を Fig.3 に示す。500°C 焼成の試料では、レーザ密度の増加に伴い、RMS の増加が見られた。導電率はレーザ密度が 0.8 J/cm² 時にピークを示しその後減少することを確認した。これは、Si 膜の結晶化は、水素アブレーションによってポーラスな膜となり導電率の減少につながったためである。600°C 焼成の試料では、レーザ密度を増加させても表面の平滑性を保たれており、レーザ密度が 1.2 J/cm² 時に 2×10^{-1} S/cm の高い導電率を持つ poly-Si 薄膜が得られた。今後は、更なる poly-Si 薄膜の品質向上の検討と、液体プロセスと組み合わせた非真空プロセスによるデバイス作製への応用を目指す。

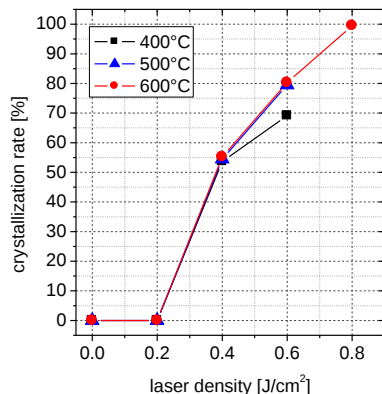


Fig.1 各水素含有量における結晶化率とレーザ密度依存性

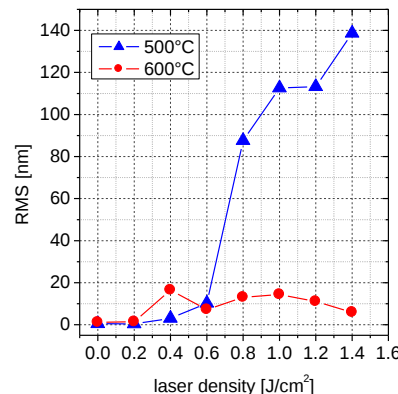


Fig.2 水素含有量 10%、0.1% における RMS とレーザ密度依存性

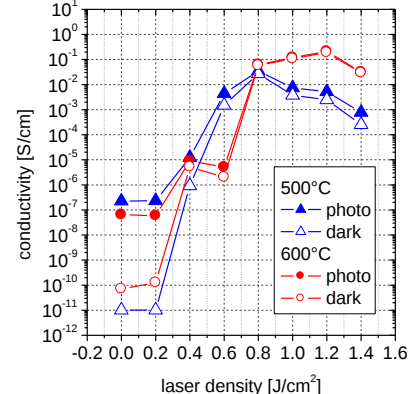


Fig.3 水素含有量 10%、0.1% における暗時、光照射時の導電率とレーザ密度依存性

[1] 増田貴史ほか 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

[2] 溝口雅裕ほか 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 青山学院大学、19a-D2-5、2014 年 3 月