

フラッシュランプアニールを用いた微結晶 Si 薄膜の結晶化

Crystallization of nanocrystalline Si thin films by flash lamp annealing

北陸先端大 °家後 和美, 大平 圭介

JAIST, °Aimi Yago, Keisuke Ohdaira

E-mail: s1810185@jaist.ac.jp

薄膜シリコン(Si)太陽電池は、安価な基板上に作製でき、数 μm の結晶 Si 膜を用いることから、ウェハを用いた結晶 Si 太陽電池に比べ省資源かつ低コストであり、現在 14.2%の最高変換効率が報告されている[1]。結晶 Si 薄膜を得る方法として、瞬間熱処理法の一つであるフラッシュランプアニール(FLA)に着目した。FLA は、ガラス基板への熱損傷抑制や大面積を一括で結晶化できるなどの特徴がある。我々はこの方法を用いて非晶質 Si(a-Si)の結晶化が可能なことを報告してきた[2,3]。本研究では、14.2%の薄膜 Si 太陽電池に用いられた結晶 Si の前駆体膜である微結晶 Si に対して FLA を行い、さらなる結晶化が可能であるか調査した。

約 2 cm 角の微結晶 Si 膜[1]に対し、Ar 雰囲気中、照射強度約 10–20 J/cm^2 、パルス時間 7 ms、プレヒート温度 100–500 $^{\circ}\text{C}$ 、照射回数 1–5 回の条件で FLA を行った。FLA 前後の Si 膜のラマンスペクトルを測定し、結晶 Si の信号のピーク位置、結晶化度、半値幅を評価した。ラマンスペクトルは 1 つの試料に対して左上・中央・右下の 3 ヶ所測定し、それぞれ a、b、c と表記した。

図 1 に、照射強度に対する結晶化度の変化を示す。約 13 J/cm^2 以上の照射強度で FLA を行うことで、FLA 前よりも結晶化度が増大した。また、半値幅の減少も同時に確認しており、微結晶 Si 膜への FLA により結晶性が向上し、結晶粒径が増大したと考えられる。また、照射回数について検討したところ、2 回目以降の照射による結晶化度、半値幅の変化がほとんどみられなかったことから、1 回目の熱

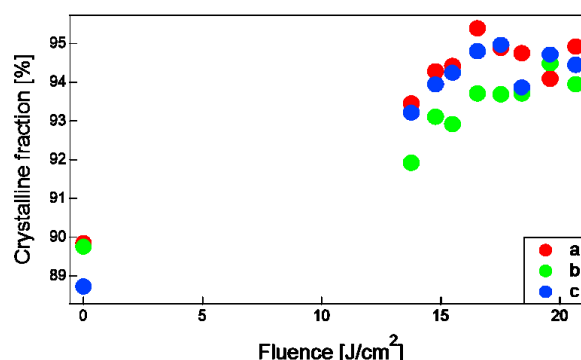


Fig. 1 Influence of fluence on the crystalline fraction of Si films.

処理で飽和していることが示唆される。これらの結果から、FLA は、a-Si の結晶化だけでなく、元々結晶粒を含む前駆体膜の大粒径化にも利用できることを明らかにした。一方、FLA 条件によっては結晶化の際に Si 膜に亀裂が発生してしまうため、亀裂制御を行う必要がある。

謝辞:微結晶 Si 膜を提供していただいた、ベルリン・ヘルムホルツ資源エネルギーセンターの Trinh Thi Cham 氏に感謝する。

[1] C. Thi Trinh et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells **174**, 187 (2018), [2] K. Ohdaira et al., Thin Solid Films **517**, 3472 (2009), [3] K. Ohdaira et al., J. Cryst. Growth. **362**, 149 (2013).