

ラインレーザーを用いた液相結晶化シリコン薄膜の形成と評価 ：レーザースキャン速度依存性

Influence of laser scan velocity on film properties of liquid-phase-crystallized silicon
fabricated by line-shaped laser

産総研¹, 筑波大² ○(D)海汐 寛史^{1,2}, 松井 卓矢¹, 齋 均¹, 櫻井 岳暁², 松原 浩司¹
AIST¹, Tsukuba Univ.², °Hiroshi Umishio^{1,2}, Takuya Matsui¹, Hitoshi Sai¹, Takeaki Sakurai²,
Koji Matsubara¹

E-mail: h-umishio@aist.go.jp

【はじめに】結晶シリコン (c-Si) 太陽電池の材料コスト低減のため、ウェーハの薄型化が進められている。しかし、薄型ウェーハは強度の低下により製造プロセスにおける歩留まり低下をもたらす懸念がある。そこで、強固な支持基板上に高品質な c-Si 薄膜を形成出来れば、割れの恐れがなくなるうえ、ウェーハ製造プロセス自体を省略でき、大幅なコスト低減が期待できる。近年、ガラス基板上に堆積したアモルファスシリコン (a-Si) 膜に対し、高強度でライン状のレーザーあるいは電子ビームを照射・掃引することにより瞬間溶融・固化する液相結晶化法 (Liquid Phase Crystallization : LPC) が提案されている。本手法では大きな結晶粒径 (mm ~ cm レベル) を有する多結晶シリコン薄膜が形成可能で、効率 13%を超える太陽電池[1]も報告されている。しかし、a-Si 溶融の要となるレーザーの照射条件の変化に対する液相結晶化シリコン薄膜 (LPC-Si) の膜特性の変化に関しては、ほとんど報告されていない。そこで本研究では、ラインレーザーのスキャン速度が LPC-Si の膜質やセル特性に与える影響を調査した。

【実験】3.3 mm 厚ボロシリケートガラス上にノンドープ a-Si (膜厚 8.5 μm) および P ドープ a-Si (膜厚 2 nm) を PECVD にて成膜し、CW ダイオードレーザー (波長 804nm、スポットサイズ $12 \times 0.075 \text{ mm}^2$) を a-Si 膜面より入射・スキャンして a-Si の結晶化と P 拡散を行った。その際のスキャン速度を 3、7、11、15 mm/s と変化させた。得られた LPC-Si 膜面上に a-Si:H ヘテロ接合エミッタ (i-p 層) 及び ITO を形成し、バックコンタクト型のテストセルとした。ベース側コンタクトには Al を用いた。少数キャリア寿命は、時間分解フォトルミネッセンス測定 (励起光波長 532 nm、注入強度 99 mW/cm^2) におけるバンド端発光 (波長 1130 nm) の強度減衰から求めた。セル特性はソーラーシミュレータを用いて測定した。

【結果及び考察】スキャン速度を変えて作製した LPC-Si の少数キャリア寿命およびテストセルの V_{oc} を Fig 1 および Fig2 に示す。両者ともに、スキャン速度の上昇と共に減少傾向を示し、スキャン速度が膜特性およびセル特性に大きな影響を与えることが確認された。LPC-Si 膜面の観察から、スキャン速度の上昇に伴って結晶粒幅 (スキャン方向に対し垂直方向) が減少する傾向が見られた。この結晶粒径の減少により再結合活性な粒界が増加し、少数キャリア寿命や V_{oc} の減少に影響したと考えられる。

【謝辞】本研究は NEDO 委託のもと実施した。関係者の皆様に感謝致します。 【参考文献】[1] P. Sonntag et al., *Scientific Reports*, 7(1), 873 (2017).

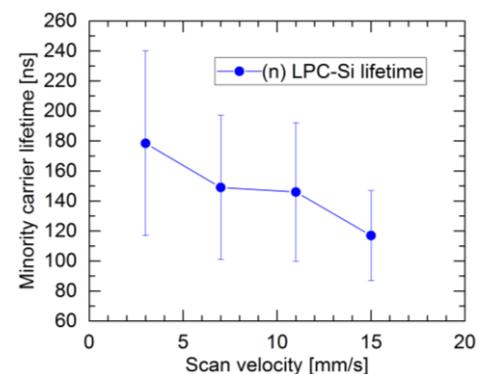


Fig 1. Measured minority carrier lifetime of n-type LPC-Si for various laser scan velocities.

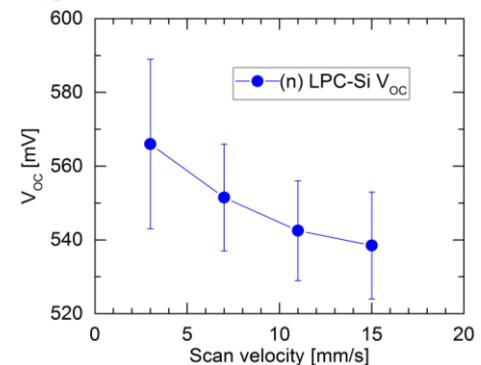


Fig 2. Measured V_{oc} of LPC-Si test cells for various laser scan velocities.