

Si 薄膜のレーザ結晶化における線状 Agglomeration

Linear agglomeration during the CW-laser lateral-crystallization of Si films

Sasaki Consulting¹、奈良先端大²

○佐々木 伸夫^{1,2}、高山 智之²、笹井 陸杜³、浦岡 行治²

Sasaki Consulting¹, and NAIST²

○Nobuo Sasaki^{1,2}, Satoshi Takayama², Rikuto Sasai², and Yukiharu Uraoka²

E-mail: sassasaki@yahoo.co.jp

(背景と課題) 絶縁膜上の Si 薄膜のレーザ結晶化は、下層の温度を低く保ったまま、上層のみの加熱で、高品質 Si-薄膜が製造できるので、monolithic 三次元 ICs や、system FPDs、wearable devices への応用が期待されている。下層基板への熱的ダメージを与えない、TFT 材料としては、有機半導体、アモルファス Si、固相成長 Si、ELA 結晶化 Si、酸化物半導体などがあるが、レーザ結晶化 Si は他の材料に比べて圧倒的に大きな $200\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上の移動度が得られるだけでなく、CMOS による低消費待機電力化が実現できる。特に、1 回スキャン CW レーザラテラル結晶化 (CLC) では、結晶粒界 (GB) の無い (GB-Free) 膜が得られ [1-5]、PI 基板上でもヒートシンクを備えた buffer 層を a-Si と PI 膜の間に設けることで CLC の (100) 結晶化に成功した [6]。移動度の値 $\sim 700\text{cm}^2/\text{Vs}$ を示し、スキャン方向によらない等方的な電気特性を持つ TFT が確認された [7]。しかし、CLC では、直線的形状を持つ agglomeration の発生が見られることがある。最適結晶化条件近傍でこの agglomeration の power 依存性を検討した。

(実験) 石英基板上に、厚さ 60 nm の a-Si 膜、123 nm の cap 層を堆積したサンプルに対して、スキャン速度 15 mm/s でレーザパワーを変えて結晶化し、得られた結晶を評価した。

(結果) Fig. 1. は強いレーザパワーを照射した場合で、agglomeration がスキャン全体に発生している。ところが、パワーを弱くすると、Fig. 2 のような直線的な agglomeration の発生が見られた。スキャン開始点付近の速度の小さいところでは直線状 agglomeration 密度が高くなっている。直線形状の Agglomeration は、固液界面で、熔融 Si の孤立した穴 (void) が発生し、この穴が、スキャン方向に垂直に、固液界面に沿って一定速度で移動することで、直線的な agglomeration を造りだしていると考えられる。Fig. 3 に示すように (100)-Oriented Grain-Boundary Free の最適結晶化条件の場合では、agglomeration の発生が抑制されている。最初の穴がスキャン領域の端でなく、真ん中付近で発生すると、線状 agglomeration は、一本の直線ではなくて、Fig. 2 に見られるように二本に分かれたシェブロンパターンとなる。

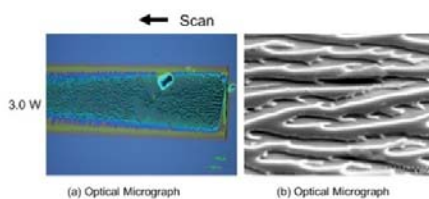


Fig. 1. Optical micrograph of the agglomeration at high Laser Power and its SEM picture at the center.

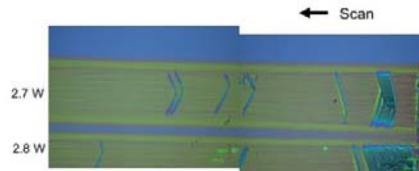


Fig. 2. Optical micrograph of the straight agglomeration lines.

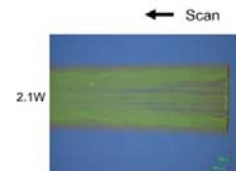


Fig. 3. Optical micrograph at the optimum laser power for the (100) Grain-Boundary Free.

(結論) 固液界面に沿った、スキャン方向に垂直な一定速度での穴 (void) の移動度により直線的な agglomeration が発生することを見出した。

(参考文献)

- [1] N. Sasaki et al., Thin Solid Films, Vol. 631, p.112, 2017.
- [2] N. Sasaki et al., SID (Los Angeles, May 22-25, 2018) Dig. Tech. Papers, pp.755-758, 2018.
- [3] N. Sasaki et al., IEEE S3S Conference (San Jose, Oct. 14-17, 2019) Paper 6.02.
- [4] M. Arif et al., Thin Solid Films, Vol. 708, 138127, 2020.
- [5] M. Arif et al., IMID (Seoul, Korea, Aug. 25-27, 2021) Poster 5-42.
- [6] N. Sasaki et al., J. Electronic Materials, Vol. 50(6), pp. 2974-2980, 2021.
- [7] N. Sasaki et al., Int. Solid State Dev. Mat, (Virtual, Sept. 6-9, 2021) J-4-04.