

ポリイミド膜上(100)配向 CW レーザ結晶化による Si 薄膜成長

Growth of Si Thin Films on Polyimide Substrates by the (100) CW-Laser Crystallization

Sasaki Consulting¹、奈良先端大²、ブイ・テクノロジー³

○佐々木 伸夫^{1,2,3}、(D)Muhammad Arif²、浦岡 行治²、後藤順³、杉本重人³

Sasaki Consulting¹, NAIST², and V-technology³

○Nobuo Sasaki^{1,2,3}, Muhammad Arif², Yukiharu Uraoka², Jun Gotoh³, and Shigeto Sugimoto³

E-mail: sassasaki@yahoo.co.jp

(初めに)パルスレーザ結晶化に対し CW レーザ結晶化では、結晶粒がスキャン方向に大きく伸び、より高移動度の TFT が実現されることが知られている。しかし、楕円型の線状ビームによる a-Si 薄膜の 1 回スキャン CW レーザラテラル結晶化では、結晶粒界も結晶方位も制御できない[1]。ストライプ状の反射防止膜[2]や Chevron 形ビーム[3]で、熔融幅のエッジ部からの nucleation とそれに続く結晶成長を抑制すると、結晶化領域からの結晶粒界除去は可能だが、スキャンに伴う面方位変化が発生した[2, 3]。一方、3 回から 200 回の重ねレーザ照射法によれば、(100)優先配向が得られるものの結晶粒界が残留する[4-8]。我々は、新しい結晶化装置を開発し、1 回スキャンによる (100) 配向膜の成長に成功した。これまで、熔融石英基板上[6,9-14]、およびガラス基板上[13,14]で(100)成長を確かめた。本報告では、本結晶成長法によるポリイミド薄膜上での(100)配向 Si 膜成長を述べる。Si トランジスタは信頼性に優れていることは良く知られているが、近年、flexible 基板を用いた電子デバイスの研究開発が FPD のみならず LSI においても盛んになっている。レーザ結晶化薄膜成長では本質的に表面のみを加熱すれば十分であり、基板は低温に保ち得るので、3D IC での monolithic 積層や flexible electronics への応用可能性を持っている。

(実験条件) 本実験で用いた、結晶化装置の概略図を Fig. 1 に示す。試料は、ガラス基板上にポリイミド膜(2 μm 厚)を塗布し、第一 SiO₂ 層、第一 a-Si 膜、第二 SiO₂ 層を堆積し、結晶化すべき第二 a-Si 膜 (50 nm) を堆積した後、SiO₂ (123 nm 厚) キャップ層を堆積して作成した。結晶化は、CW レーザ (波長 532nm) の一回走査で行った。第一 a-Si 層は、光および熱のポリイミド膜への影響を遮断する。

(結果と考察) 走査速度 1.5 cm/s、パワー0.5 W で結晶化した第二 Si 薄膜の EBSD IPF ND マップを Fig. 2 に示す。結晶化領域の 75 %が(100)配向している。直径 10 μm φ の granular 形状をもつ垂直成長結晶粒と、最大 70 μm (長さ) x 6 μm (幅) のスキャン方向に伸びたラテラル成長結晶粒が混在している。

(結論) ポリイミド薄膜上で、1 回スキャン CW レーザ結晶化により、(100)に配向した 50 nm Si 薄膜成長に成功した。高性能な CW レーザ結晶化 Si-FET を flexible 基板に実現する可能性を示した。

(参考文献)

- [1] A. Hara et al., Japan. J. Appl. Phys., 43, 1269 (2004).
- [2] K. Sugahara et al., J. Appl. Phys., 62, 4178 (1987).
- [3] W. Yeh et al., Appl. Phys. Express, 9, 025503 (2016).
- [4] P. C. van der Wilt et al., Proc. SPIE, 6106, 61060B (2006).
- [5] J. S. Im et al., J. Cryst. Growth, 312, 2775 (2010).
- [6] N. Sasaki et al., SID (San Francisco, May 22-27, 2016) Dig. Tech. Papers, p.1317 (2016).
- [7] S. Jin et al., Thin Solid Films, 616, 838 (2016).
- [8] T. T. Nguyen et al., Appl. Phys. Express, 10, 056501 (2017).
- [9] N. Sasaki et al., Thin Solid Films, 631, p.112 (2017).
- [10] N. Sasaki et al., Japan. J. Appl. Physics, 58, SBBJ02 (2019).
- [11] N. Sasaki et al., Appl. Phys. Express, 12, 055508 (2019).
- [12] N. Sasaki et al., IEEE edtm (Singapore, March 12-15, 2019) Paper ID 160.
- [13] N. Sasaki et al., IEEE S3S Conference (San Jose, Oct. 14-17, 2019) Paper 6.02.
- [14] N. Sasaki et al., IEEE SISC (San Diego, Dec. 11-14, 2019) Paper 4.14.

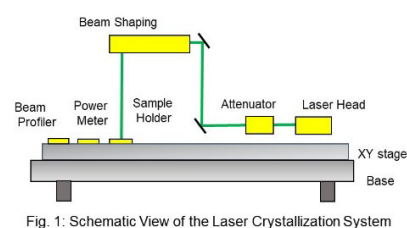


Fig. 1: Schematic View of the Laser Crystallization System

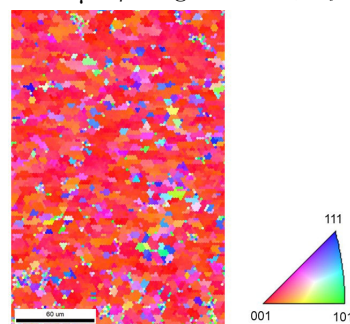


Fig.2: IPF ND map of the crystallized Si film on polyimide