## 大気圧マイクロ熱プラズマジェット照射による a-Si 膜の超高速結晶成長

Very High Speed Grain Growth of Amorphous Silicon Film Induced by Atmospheric Pressure Micro-Thermal-Plasma-Jet Irradiation 広大院先端研<sup>1</sup>, 学振特別研究員 DC<sup>2</sup>

<sup>°</sup>林 将平<sup>1,2</sup>, 藤田 悠二<sup>1</sup>, 森崎 誠司<sup>1</sup>, 上倉 敬弘<sup>1</sup>, 赤澤 宗樹<sup>1</sup>, 酒池 耕平<sup>1</sup>, 東 清一郎<sup>1</sup>
Grad. School of AdSM, Hiroshima Univ.<sup>1</sup>, JSPS Research Fellow DC<sup>2</sup>
<sup>°</sup>S. Hayashi<sup>1,2</sup>, Y. Fujita<sup>1</sup>, S. Morisaki<sup>1</sup>, T. Kamikura<sup>1</sup>, M. Akazawa<sup>1</sup>, K. Sakaike<sup>1</sup>, and S. Higashi<sup>1</sup>

E-mail: semicon@hiroshima-u.ac.jp

**序**>我々は、石英基板上アモルファスシリコン(a-Si)膜への大気圧マイクロ熱プラズマジェット(μ-TPJ) 照射により固相結晶化(SPC)、高速横方向結晶化(HSLC)、Leading Wave Crystallization (LWC)の3種類の 結晶化が誘起されることを報告した[1, 2]。μ-TPJ 照射中のSi 膜を高速度カメラにより直接観察するこ とで新たに発見された LWC 領域は、SPC 領域において極薄溶融層が4m/s以上の高速で進行すること で形成されることが明らかになった[2]。本研究では、LWC について詳しく調査した。

実験>石英基板上にプラズマ化学気相堆積法により(t<sub>Si</sub>) 100 ~ 500 nm の a-Si 膜を堆積し、450 ℃ で 1 h の脱水素処理を行った。大気圧下において Ar ガス流量(f)1.0 ~ 2.0 L/min、投入電力(P)1.2 ~ 1.4 kW、噴出孔径 600 µm より発生したµ-TPJ の前面(d)0.8 ~ 2.0 mm において a-Si 膜を速度(v) 1000 ~ 4000 mm/s で 掃引することで結晶化を行った。この時、光学系及び高速度カメラをリニアステージ上に設置し、試

料と一体で走査することでµ-TPJ 照射中 の Si 膜を撮影速度(R<sub>f</sub>)3000~165000 フレ ーム/秒(fps)において直接観察した。 結果及び考察>tsi= 500 nm の a-Si 膜に **μ-TPJ** を LWC 条件下において照射した。 SPC 後に誘起され波状の周期的構造を形 成する従来の LWC(s-LWC)領域に加え、 大きな三日月状の領域が観察された(Fig. 1)。高速度カメラ観察において、この領域 はアモルファス状態から直接 LWC(a-LWC)が誘起されることで形成さ れることが分かった。a-LWC における結 晶成長速度は少なくとも12 m/s と極めて 高速であり、s-LWCにおける4m/sに対し 明らかに速い値を示した。a-Si は結晶 Si に対し 250 K 程度融点が低いことが報告 されている[3]。これより a-LWC において はアモルファスから直接溶融することで 過冷却度が大きくなり、超高速結晶成長 が誘起されたと示唆される。また、a-LWC 領域はラマン散乱分光スペクトルの結果 から s-LWC 領域と同様に結晶化率 100 % の高い結晶性を示した(Fig. 2)。Fig. 1 青点 線内に示す 60 µm x 100 µm の a-LWC 領域 において、結晶面方位を電子後方散乱回 折パターン(EBSP)により観察した(Fig. 3)。 s-LWC における結晶面方位はランダムで あったが、a-LWC においては表面方向に は(211)面、結晶成長方向には(110)面、成 長面に直行する方向には(111)面への配向



Fig. 1. An optical microscope image of LWC-Si film.



Fig. 2. Raman scattering spectra of each regions at crystallized Si film.



Fig. 3. EBSPs in dotted line of Fig. 1: (a) surface direction, (b) growth direction, and (c) transverse direction of (b).

性が認められた。特に成長方向においては(110)面への強い配向性が観察された。以上の結果から、 a-LWC は面方位の揃った高結晶性 Si 膜を形成することが明らかになった。

結論>LWC は SPC のみではなくアモルファス状態からも誘起されることが明らかになった。a-LWC は高い結晶性を示し、成長方向において(110)面への優先配向を示した。

**謝辞>**本研究の一部は、広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の施設を用い、最先端・次世 代研究開発支援プログラム(NEXT プログラム)の支援の下に行われた。

[1] S. Hayashi, et. al., Appl. Phys. Express 3 (2010) 061401.

- [2] S. Hayashi, et. al., Appl. Phys. Lett. 101 (2012) 172111.
- [3] E. P. Donovan, et. al., Appl. Phys. Lett. 42 (1983) 698.