

## 大気圧マイクロ熱プラズマジェット照射による a-Ge 膜の高速横方向結晶化

### High Speed Lateral Crystallization of Amorphous Germanium Film Induced by Atmospheric Pressure Micro-Thermal-Plasma-Jet Irradiation

広大院先端研 °上倉 敬弘, 林 将平, 森崎 誠司, 山本 将悟, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University

°T. Kamikura, S. Hayashi, S. Morisaki, S. Yamamoto, and S. Higashi

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

序>我々は、大気圧マイクロ熱プラズマジェット( $\mu$ -TPJ)照射による石英基板上アモルファスシリコン(a-Si)膜の結晶化において、固相結晶化(SPC)、Leading Wave Crystallization(LWC)、高速横方向結晶化(HSLC)の 3 種類の結晶化が誘起されることを報告した[1]。一方、アモルファスゲルマニウム(a-Ge)膜への $\mu$ -TPJ 結晶化においては LWC のみが誘起され、 $1\ \mu\text{m} \times 10\ \mu\text{m}$  程度の結晶粒が形成された[2]。a-Ge 膜の $\mu$ -TPJ 結晶化においても溶融領域を高速掃引する HSLC が誘起できれば更なる長距離成長が期待できる [3]。本研究では、 $\mu$ -TPJ 照射前の Ge 膜の結晶性及び形状を変化させることで HSLC による長距離結晶成長誘起を試みた。

実験>石英基板上に PECVD 法により a-Ge 膜を 100 nm 堆積後、ウェットエッチングにより幅(W) 2 ~ 500  $\mu\text{m}$ 、長さ(L) 2 ~ 500  $\mu\text{m}$  のパターンを形成し、一部試料は  $\text{N}_2$  雰囲気中にて 450 °C で 1h の熱処理により結晶化を行った。SiO<sub>2</sub> キャップ層を 550 nm 堆積した後、大気圧下において Ar ガス流量(f)1.0 ~ 1.5 L/min、投入電力(P)0.8 ~ 1.5 kW、噴出孔径 600  $\mu\text{m}$  より発生した $\mu$ -TPJ 前面(d)1.5 ~ 2.0 mm において基板を速度(v) 1500 ~ 2000 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 $\mu$ -TPJ 照射中の Ge 膜を直接観察した。 $\mu$ -TPJ 照射後の Ge 膜は走査型電子顕微鏡(SEM)及び電子後方散乱回折 (EBSD) 法により評価した。

結果及び考察>a-Ge 膜が LWC を経て溶融領域を形成する処理条件においては、溶融領域形成直後に Ge 膜が凝集し激しく剥離する様子が高速度カメラにより観察された。そこで a-Ge 膜を熱処理することで作製した微結晶( $\mu\text{c}$ -)Ge 膜に $\mu$ -TPJ を照射すると、部分的に HSLC が誘起する領域を観察した(Fig. 1)。この時、最大 20  $\mu\text{m}$  の長距離結晶成長が認められた。溶融した Ge 膜は表面張力により凝集するため[4]、細線状にすることでより安定的に HSLC の誘起が可能であると考えられる。そこで、パターンニングした $\mu\text{c}$ -Ge 膜に SiO<sub>2</sub> キャップ層を堆積し $\mu$ -TPJ 照射を行った。その結果、W または L が 7  $\mu\text{m}$  以下の $\mu\text{c}$ -Ge 膜において、端部に凝集は認められるものの大部分が剥離せずに HSLC-Ge 膜を形成していることが観察された(Fig. 2)。この時、HSLC-Ge 膜を SEM 及び EBSD 法を用いて観察したところ、35  $\mu\text{m}$  の長距離結晶成長の誘起が認められた。

結論> $\mu\text{c}$ -Ge 膜をパターンニングしキャップ層を堆積することで $\mu$ -TPJ 照射による Ge 膜溶融に伴う膜の凝集が抑制され、HSLC の誘起に成功した。その結果、30  $\mu\text{m}$  を超える長距離結晶成長が認められた。

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. Lett. **101** (2012) 172111.

[2] 上倉他, 第 60 回春期応用物理学会関係連合講演会 (2013) 13-132 [28p-G6-11].

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

[4] J. Maserjian, Solid-State Electron. **6** (1963) 477.

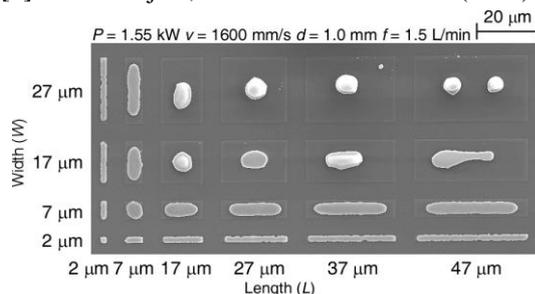


Fig. 2. SEM image of crystallized Ge strips.

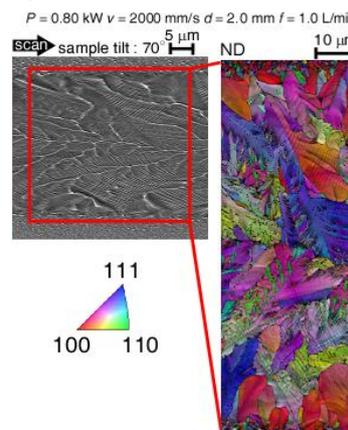


Fig. 1. SEM image and crystal orientation map at surface direction of HSLC-Ge film.

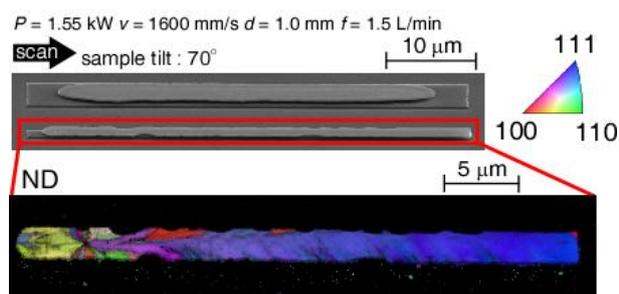


Fig. 3. SEM image and crystal orientation map at surface direction of HSLC-Ge strip.