

大気圧マイクロ熱プラズマジェット結晶化 Ge 膜を用いた TFT の電気特性評価

Electrical Characterization of TFT Using Crystallized Germanium Film by Atmospheric Pressure Micro-Thermal-Plasma-Jet Irradiation

広大院先端研 °中谷 太一, 林 将平, 森崎 誠司, 上倉 敬弘, 山本 将悟, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University

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

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

序>我々は、石英基板上アモルファスゲルマニウム(a-Ge)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、Leading Wave Crystallization(LWC)及び高速横方向結晶化(HSLC)による高結晶性 Ge 膜の形成を報告した[1, 2]。本研究では LWC 及び HSLC-Ge 膜を薄膜トランジスタ(TFT)のチャネル領域に応用し、結晶構造と電気特性の評価を行った。

実験>P 型トップゲート TFT を以下のプロセスにより作製した。石英基板上にプラズマ CVD 法により a-Ge 膜を 100 nm 堆積後、ドライエッチングにより幅(W) 2 μ m、長さ(L)3 ~ 15 μ m のチャネル領域を形成した。SiO₂ キャップ層を 550 nm 堆積後、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)1.28 ~ 1.55 kW、噴出孔径 600 μ m より発生した μ -TPJ 前面(d)1.5 ~ 2.0 mm において基板を速度(v) 600 ~ 1600 mm/s で掃引することで LWC 及び HSLC-Ge 膜を形成した。キャップ層を除去後、ゲート SiO₂ 膜を 100 nm 堆積し、B⁺を注入後、N₂ 雰囲気中 550°C、10 min にて活性化を行いソース、ドレイン(S/D)領域を形成した。ウェットエッチングによりコンタクトホールを形成後、Al 電極を形成し、電流-電圧特性を測定した。

結果及び考察>結晶化後のチャネル領域の結晶粒界を電子後方散乱回折により観察した(Fig. 1)。LWC-Ge においては、ランダム粒界が支配的であり結晶サイズは 1 μ m 以下であった。一方、HSLC-Ge 膜においては、 Σ 3 CSL 粒界が僅かに認められるが、長距離横方向成長により粒界の少ない良好なチャネル形成に成功した。これらのチャネルを用いて作製した P 型 TFT の伝達特性を Fig. 2 に示す。LWC-Ge TFT ではゲート電圧に関わらず $\sim 10^{-5}$ A の電流が流れ ON/OFF 特性は認められなかった。結晶粒界等の結晶欠陥に起因する正孔によりチャネル領域が P 型化したと示唆される。一方、HSLC-Ge TFT においては良好な伝達及び出力特性が観察された (Fig. 2 及び 3)。この TFT において 142 cm²/Vs の電界効果移動度を達成した。結晶粒の拡大と共に低欠陥の結晶成長法が TFT 動作に重要であることが示唆される。

結論> μ -TPJ 照射により LWC 及び HSLC-Ge 膜を作製し、TFT チャネル領域に応用した。HSLC-Ge TFT は良好なトランジスタ特性を示し、 $\mu_{FE} = 142$ cm²/Vs を達成した。

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] 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.

[2] 上倉他, 第74回秋期応用物理学会関係連合講演会 (2013) 13-098, 19p-B4-7.

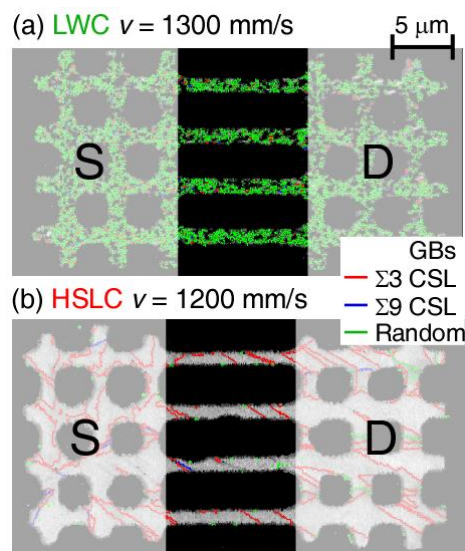


Fig. 1. Grain boundary maps of (a) LWC- and (b) HSLC-Ge films.

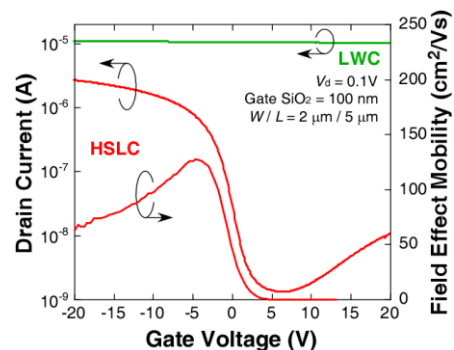


Fig. 2. Transfer characteristics of HSLC-Ge and LWC-Ge TFTs.

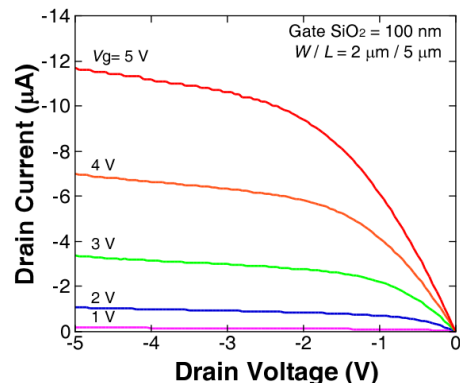


Fig. 3. Output characteristics of HSLC-Ge TFT.