

マイクロ熱プラズマジェット結晶化 Si TFT における チャンネル結晶状態及び電気特性評価

Characteristics and Channel Grain Conditions of Crystalline Silicon Thin-Film Transistors Fabricated by Micro-Thermal-Plasma-Jet Crystallization

広大院先端研¹, 学振特別研究員 DC²

◦林 将平^{1,2}, 藤田 悠二¹, 森崎 誠司¹, 上倉 敬弘¹, 山本 将悟¹, 東 清一郎¹

Grad. School of AdSM, Hiroshima Univ.¹, JSPS Research Fellow DC²

◦S. Hayashi^{1,2}, Y. Fujita¹, S. Morisaki¹, T. Kamikura¹, S. Yamamoto¹, and S. Higashi¹

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

序>これまで我々は、石英基板上アモルファスシリコン(a-Si)膜へのマイクロ熱プラズマジェット(μ -TPJ)照射により、横方向へ長距離結晶成長する高速横方向結晶化(HSLC)の誘起を報告した[1]。本研究では、HSLC-Si 膜をチャンネルに用いた薄膜トランジスタ(TFT)を作製し、チャンネル結晶状態と電気特性について詳しく調査した。

実験>N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 PECVD 法により a-Si 膜を 50 nm 堆積後、450 °C で 1 h の脱水素処理を行った。ドライエッチングによりチャンネル領域を形成後、大気圧下において Ar ガス流量 3.7 L/min、投入電力 1.5 kW、噴出孔径 600 μ m より発生した μ -TPJ の前面 1.5 mm において、走査方向に一樣な結晶成長を誘起するため a-Si 膜上に Si スリットマスクを配置した基板を速度(v)1500 ~ 2500 mm/s で掃引することで結晶化を行った[2]。イオン注入によりソース及びドレイン領域を形成後、ゲート SiO₂ 膜を堆積し μ -TPJ 照射により活性化を行った。Al 電極を形成後、高圧水蒸気熱処理を施した。プロセス最高温度は 450 °C である。I-V 測定後、電極及び絶縁膜を除去し、SEM 及び EBSD 法によりチャンネル領域の結晶状態を観察した。

結果及び考察>Fig. 1 に TFT の(a)伝達特性と各 TFT チャンネル領域の(b)結晶粒界(GBs)及び IPF マップを示す(ND:表面、RD:ソース→ドレイン方向)。結晶面方位の特性依存性を排除するため、ND 及び RD の面方位が 5 °以内の TFT を選択し比較した。チャンネル領域の GBs マップにおいて、TFT-1 は Σ 3CSL 粒界及び大傾角粒界が複数観察されるが、TFT-2 は Σ 3CSL 粒界による 3 つの結晶、TFT-3 は単結晶であった。

チャンネル領域形成後に Si スリットマスクを用いた μ -TPJ 結晶化により、チャンネル領域内で一方向への結晶成長が誘起されることで TFT-3 の様な単結晶 Si TFT の作製に成功したと言える。この時、伝達特性及び TFT 特性を比較すると GBs 減少により電界効果移動度(μ_{FE})は顕著に増大したが、TFT-2 と 3 では同じ μ_{FE} を示した。これは Σ 3CSL 粒界が電気的に不活性であることに起因する[3]と考えられるが、S 値においては顕著な差が認められることから Σ 3CSL 粒界による閾値下特性の劣化が示唆される。次に ND における結晶面方位の TFT 特性への影響を調査するため、単結晶により形成された RD(110)の TFT を比較した(Fig. 2)。ND(111) \rightarrow (223) \rightarrow (113)の順に μ_{FE} は増加し、(113)において $\mu_{FE} = 364 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ に達した。この傾向は、N型単結晶 MOSFET において報告されている面方位依存性と同じ挙動を示した[4]。

結論>HSLC-Si TFT において GBs の減少に伴う特性の向上が認められ、ND 面方位依存性が観察された。

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(RNBS)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] Y. Fujita, *et. al.*, ECS Trans. **50** (2012) 29.
- [3] R. Ishihara, *et. al.*, Thin Solid Films **487** (2005) 97.
- [4] T. Sato, *et. al.*, Phys. Rev. B **4** (1971) 1950.

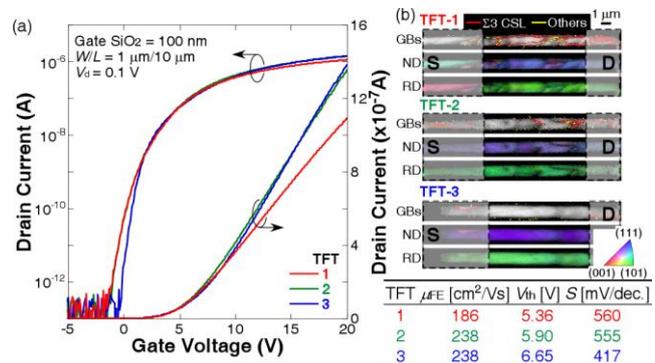


Fig. 1. (a) Transfer Characteristics of HSLC-Si TFTs with different GBs conditions and (b) GBs map and IPF maps of channel Si regions.

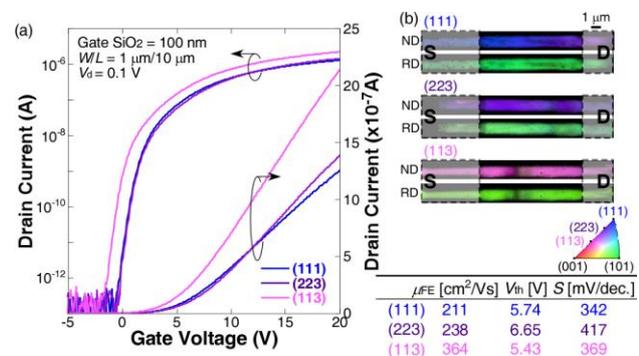


Fig. 2. (a) Transfer Characteristics of HSLC-Si TFTs with different orientation of surface direction and (b) GBs map and IPF maps of channel Si regions.