

大気圧マイクロ熱プラズマジェット結晶化を用いた 微細薄膜トランジスタの特性評価

Characteristic Evaluation of fine TFTs Crystallized
by Micro Thermal Plasma Jet Irradiation

広大院先端研

° 森崎 誠司, 林 将平, 上倉 敬弘, 山本 将吾, 赤澤 宗樹, 酒池 耕平, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University

° S.Morisaki, S. Hayashi, T.Kamikura S.Yamamoto, M.Akazawa, K.Sakaike and S. Higashi

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

序>これまで我々は、マイクロ熱プラズマジェット(μ -TPJ)を用いた高速横方向結晶化(HSLC)の制御を行い、大粒径の結晶成長を報告し[1]、高性能の薄膜トランジスタ(TFT)特性[2]、さらに a-Si 細線を用いた結晶成長の位置制御によりばらつきを低減して CMOS 回路の駆動を実証してきた[3]。さらに TFT を微細化することで、チャネル領域の単結晶化によりさらに高速、高集積の回路が期待される。本研究では、高結晶性の Si を用いて短チャネル TFT の特性を詳しく調査し、回路作製の指針を得た。

実験>石英基板上に PECVD 法を用いて 200nm の a-Si を堆積し、450°C の脱水素処理を行った。続いて大気圧下において Ar ガス流量(f)2slm、投入電力(P)1.6kW、噴出口径 600 μ m より発生した μ -TPJ の前面 1mm において、速度(v)2100mm/sec で基板を走査して a-Si を結晶化した。ここで、単一グレインでの TFT 形成を狙い、チャネル長(L)2~10 μ m、幅(W)=3 μ m で TFT を形成した。その後[3]同様に、自己整合トップゲート構造の TFT を作製した。TFT 形成後に、水素アニール(PMA)の温度を 250°C から 400°C まで 50°C 毎に変化させて、NMOS、PMOS 両 TFT 特性の変化を調べた。

結果および考察>最初に TFT 特性を正確に調べるため、同一基板の酸化膜容量と実効チャネル長(L_{eff})を求め、TFT 特性を評価した。HSLC では $\sim 60\mu$ m のグレインが形成されることから[1]、 $L_{eff}/W_{eff}=1.2/2.8\mu$ m 作製した TFT は単一グレインでチャネル形成されていると考えられる。Fig.1 に示すように、NMOS は PMA により、移動度、しきい値が向上したのに対し、オフ電流 I_{off} が増加した。これに対し PMOS では、PMA 温度に対してすべての特性が向上し、 I_{off} も改善された。Table.1 に示すように、HSLC で形成された TFT は単結晶同等の移動度を示していることから、NMOS の I_{off} の増加は HSLC の高結晶性によると考えられ、チャネル領域は極めて結晶性が高く、僅かに natural-n type であると考えられる。さらに Fig.2 に示すように、 I_{off} を含む TFT 特性が長チャネルにおいても同様の傾向を示した。このことから、a-Si 細線パターンを用いた結晶成長位置制御を行うことでばらつきを抑え[3]、短チャネル TFT を用いた回路の高速駆動が期待できる。

結論> μ -TPJ 結晶化による欠陥密度の極めて少ない結晶性を確認し、a-Si 細線構造を用いた結晶成長制御の位置制御より微細 TFT を用いた回路形成の見通しができた。

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.Higashi et al: J. Appl. Phys.50 (2011) 03CB10.

[2] S.Hayashi et al: Appl. Phys Express 3 (2010) 061401.

[3] 森崎他, 第60回応用物理学春季学術講演会 (2013年春季)162, 29p-B8-7.

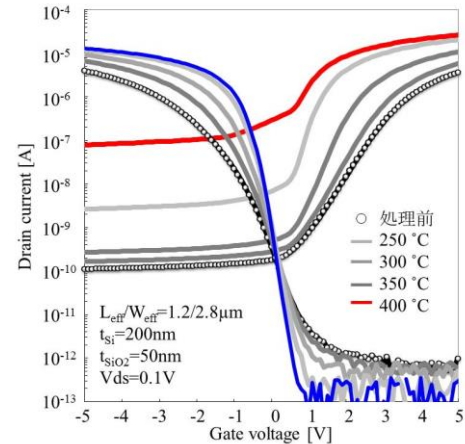


Fig.1 $L_{eff}/W_{eff}=1.2/2.8\mu$ m の NMOS および PMOS 伝達特性の水素処理温度依存。

Table.1 $L_{eff}/W_{eff}=1.2/2.8\mu$ m の TFT 伝達特性。

	V_{th} (V)	μ_{FE} (cm^2/Vs)	S-factor (mV/dec)	I_{off} (A)
NMOS	0.80	541	684	$5.2\text{e-}8$
PMOS	-0.68	217	173	$<1.0\text{e-}13$

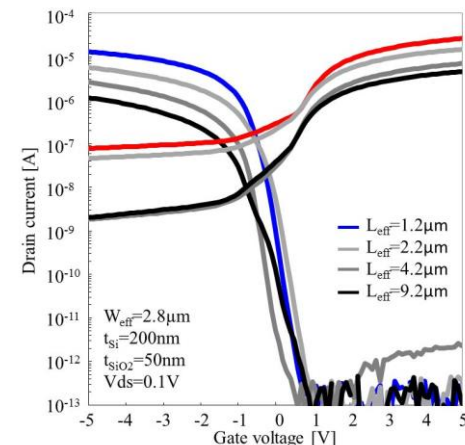


Fig.2 TFT 伝達特性の実効チャネル長依存性。