

ガラス基板上のレーザテラル結晶化 poly-Si_{1-x}Ge_x TFT の特性

Performance of CLC poly-Si_{1-x}Ge_x TFTs on glass substrates

東北学院大工¹, 島根大総合理工² ○原 明人¹, 北原邦紀²

Tohoku Gakuin Univ.¹, Shimane Univ.², ○Akito Hara¹, Kuninori Kitahara²

E-mail: akito@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

【はじめに】

多結晶シリコン (poly-Si) および多結晶ゲルマニウム (poly-Ge) 薄膜トランジスタ (TFT) は、低温・高性能・CMOS 実現可能性から 3D デバイスとして注目されている。同様に多結晶シリコン・ゲルマニウム (poly-Si_{1-x}Ge_x) (原子組成: x) TFT^{1,2)}も 3D デバイスとして魅力的である。我々は、大粒径を実現可能な連続波レーザテラル結晶化 (CLC) poly-Si_{1-x}Ge_x 薄膜の結晶構造に対する Ge 組成の影響を研究し、Ge 組成の増加とともに (111) 配向に整った疑似的な単結晶が形成されることを報告している³⁻⁵⁾。更に TFT 特性の Ge 濃度依存性について報告しているが⁶⁾、本研究では新たに測定した Hall 効果の結果を含め、ガラス基板上の CLC poly-Si_{1-x}Ge_x 薄膜の電気的な特性について報告する。

【実験】

厚さ 100 nm、組成 x=0, 0.05, 0.1, 0.3 のアモルファス Si_{1-x}Ge_x をガラス (溶融石英または無アルカリガラス) 上に堆積し、CLC により結晶化を行った。レーザのスキャン速度は 40 cm/s である。N-ch の TFT を作成した。ゲート長 (L)=ゲート幅 (W)=10 μm であり、ソース・ドレイン方向をレーザスキャン方向と平行に設定した。ゲート絶縁膜は厚さ 50 nm の PECVD-SiO₂ 膜である。最高プロセス温度は 550℃ であり、最後に水素化を行っている。

【結果および考察】

図 1 は、x=0, 0.1 のトランスファ特性と出力特性である。図 2 は、x=0, 0.05, 0.1 に対して、TFT 特性から得られた電界効果移動度 (μ_{FE})、閾値電圧 (V_{th}) を整理した結果である。x=0.3 の TFT は測定範囲内でオン電流の増加は観測されていない。このことは V_{th} が強く正にシフトしていることを示している。図 3 は Hall 効果の結果である。Ge 組成の増加とともに正孔濃度が増加し、Hall 移動度 (μ_{Hall}) が減少することが確認された。なお、x=0 は高抵抗により測定不可である。TFT の V_{th} 特性は、Ge 濃度の増加とともにアクセプターが増加していることを示しており、この結果は Hall 効果の正孔濃度の傾向とも一致する。同時に、アクセプター濃度の増加により μ_{FE}、μ_{Hall} の変化も説明できる。

【まとめ】

Ge 組成 x=0, 0.05, 0.1, 0.3 を有する CLC poly-Si_{1-x}Ge_x 薄膜の特性を評価した。Ge 組成の増加とともに μ_{FE} の減少、正の方向への V_{th} シフト、および subthreshold swing (s.s.) の増加を観測した。これらは Hall 効果で観測した正孔の発生と良い相関があり、Ge 含有量の増加に伴い、アクセプターが発生していることを示唆している。

【謝辞】

本研究は科学研究費基盤 (C) 19K04534 によって支援されている。本研究に多大なる貢献を行った元東北学院大学博士前期課程学生岡部泰典君に感謝する。

【参考文献】

1) T. -J. King et al., IEEE Electron Device Lett. 12, 584 (1991). 2) T.-J. Tsu-Jae King et al., IEEE Trans. Electron Devices 41, 1581 (1994). 3) K. Hirose et al., Jpn. J. Appl. Phys. 49 03CA07 (2010). 4) K. Kitahara et al., Jpn. J. Appl. Phys. 50, 115501 (2011). 5) K. Kitahara et al., Jpn. J. Appl. Phys. 54, 021302 (2015). 6) Y. Okabe et al., 2012 AM-FPD, p-13.

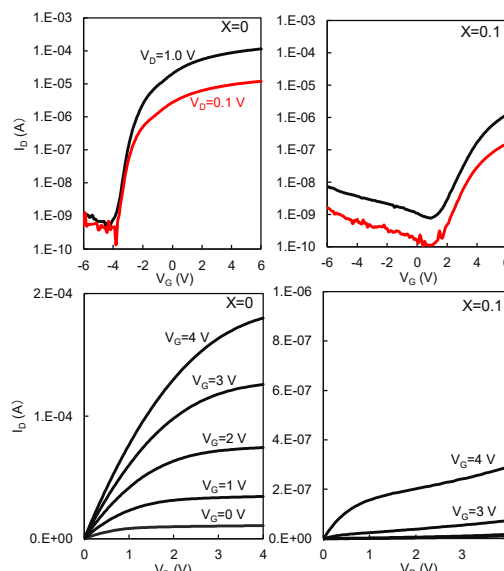


図 1. x=0, 0.1 に対する TFT 特性

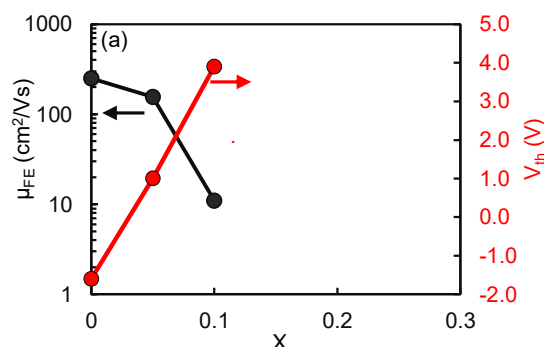


図 2. TFT 特性

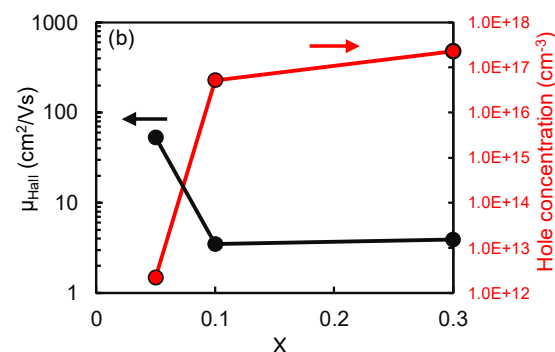


図 3. Hall 効果測定の結果