

室温成長 InGaN をチャネル層とした薄膜トランジスタの作製 Thin-film transistors based on InGaN grown at room temperature

東京大学生産技術研究所¹, JST さきがけ², JST-ACCEL³

○中村享平¹, 小林篤¹, 伊藤剛輝¹, ライ・ケーシン¹, 森田眞理¹

上野耕平¹, 太田実雄^{1,2}, 徳本有紀¹, 藤岡洋^{1,3}

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo¹, JST-PRESTO², JST-ACCEL³

○K. Nakamura¹, A. Kobayashi¹, T. Itoh¹, K. S. Lye¹, M. Morita¹

K. Ueno¹, J. Ohta^{1,2}, Y. Tokumoto¹, H. Fujioka^{1,3}

E-mail: knakamur@iis.u-tokyo.ac.jp

ディスプレイ用薄膜トランジスタ(TFT)として、現状ではアモルファス Si や IGZO に代表される酸化物半導体などが用いられている。ディスプレイの更なる高精細化や、演算処理や電力制御等の機能が付与された新機能素子実現のためには、より電子移動度の高いチャネル材料の開発が求められる。我々は、既に高速通信素子やパワーデバイスの実績がある窒化物半導体に着目し、ガラス基板上で多結晶 InGaN-TFT が正常に動作することを実証してきた。^{[1][2]} もしも、窒化物 TFT がプラスチックなどフレキシブルな基板上にも作製できれば、窒化物デバイスの応用分野拡大に繋がると考えられるが、有機物のような耐熱性の低い基板材料を用いるためには、薄膜の成膜温度を大幅に低減する必要がある。過去に低温で作製した窒化物薄膜を電子デバイスに応用した試みは少なく、その諸特性には不明な点が多い。そこで本研究では、室温で成膜した InGaN 薄膜の構造特性や電気特性を詳細に調べ、TFT 応用の可能性を検討した。

基板には合成石英ガラスとポリイミドフィルムを用いた。パルススパッタ堆積(PSD)法で InGaN 薄膜を室温から 500°C の温度範囲で成長し、XRD で結晶性の評価、SEM と AFM で表面状態の観察、van der Pauw 法によるホール効果測定にて電気特性の評価を行った。メサ加工を施した InGaN 薄膜に、ソース・ドレイン電極として Ti/Al を電子ビーム蒸着し、ALD 法により HfO₂ ゲート絶縁膜を堆積した。最後に Au をゲート電極として蒸着し、TFT を完成させた。

合成石英ガラス上に 300°C 以上で成長した InGaN 薄膜の XRD 測定の結果では、0002 回折由来の鋭いピークが見られ、*c* 軸配向成長が確認された(図 1)。一方、室温(RT)で成長した InGaN 薄膜の XRD 測定の結果では、0002 回折の強度が微弱になり、その他に 10 $\bar{1}$ 1, 10 $\bar{1}$ 2, 11 $\bar{2}$ 2 回折由来の微弱なピークが観測された。成長温度の低減により、特徴的な配向性が失われ、アモルファス化が進行したものと考えている。また、回折角度はベガード則に従い、In 組成に応じてシフトしていることも分かった。また、室温成長膜の表面は AFM の RMS 値~0.5 nm と TFT チャネル層として十分な平滑性を有していることがわかった。

室温成長した InGaN 薄膜をチャネル層とした TFT の特性を半導体パラメータアナライザで評価したところ、正常なトランジスタ動作が確認できた。尚、当日は、In 組成や成膜温度がチャネル層の結晶構造やトランジスタ特性に及ぼす影響についても議論する予定である。

参考文献:[1] T. Itoh, A. Kobayashi, K. Ueno, J. Ohta, and H. Fujioka, *Sci. Rep.* **6**, 29500 (2016). [2] T. Itoh, A. Kobayashi, J. Ohta, and H. Fujioka, *Appl. Phys. Lett.* **109**, 142104 (2016).

謝辞:本研究の一部は JSPS 科研費 JP16H06414 の助成を受けて行われたものである。

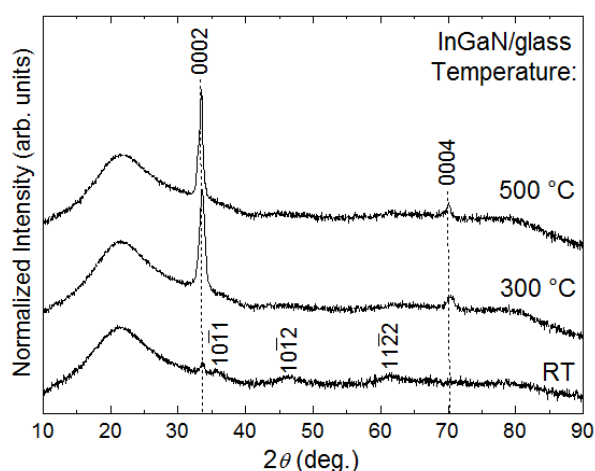


図 1 合成石英ガラス基板上 InGaN 薄膜
(成長温度: 500°C, 300°C, 室温)の XRD パターン