

Summary of Doctoral Thesis

Title of Doctoral Thesis: Analysis of performance and reliability improvement in fully solution-processed oxide semiconductor for flexible device applications (フレキシブルデバイス応用完全溶液プロセス酸化物半導体の性能および信頼性改善に関する解析)

Name: Umu Hanifah

Summary of Doctoral Thesis:

Next-generation devices require highly transparent, cost-effective, and durable materials that can work in harsh environments. Indium zinc oxide (IZO) is a popular choice for thin-film transistor (TFT) channel material due to good transparency, high mobility (μ), low processing temperature, and solution processability. A fully-solution processed approach to oxide TFT fabrication should be employed to simplify production and minimize the fabrication cost. This dissertation proposes a fully-solution approach to oxide TFT fabrication through various low-temperature post-treatments to improve performance and reliability.

This research utilized several post-treatments, including a combination of UV and low-heating treatment and plasma treatment, which were performed in vacuum and ambient atmospheric conditions. Unlike the previous researches, which only focus on improving the TFT performance, the post-treatments in this research also have a role in electrode functionalization and stability improvement of the TFT. The novelty of this research is the post-treatments which have three roles at the same time; (1) electrode functionalization, (2) TFT performance improvement, and also (3) act as TFT stability improvement. Results show that the role of post-treatments could achieve high mobility value (up to $31.12 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) and improve the stability under the voltage bias stress tests, which is due to an increase of mobile carriers, lower interface trap density, and film densification. Moreover, the applicability of the solution-processed a-IZO TFTs with Argon plasma treatment on a flexible substrate was also investigated. In summary, performing post-treatments on the fully solution-processed oxide semiconductors are significant steps in achieving high throughput and affordable-cost devices realization.

Name	Umu Hanifah
------	-------------

Summary of Thesis Examination Results:

次世代半導体ディスプレイを実現するには、過酷な環境でも動作できる、透明性が高く、コスト効率が高く、耐久性のある材料が必要である。酸化インジウム亜鉛 (IZO) は、透明性が高く、移動度 (μ) が高く、処理温度が低く、溶液処理が容易であるため、薄膜トランジスタ (TFT) チャンネル材料としてよく選ばれている。製造を簡素化し、製造コストを最小限に抑えるには、酸化物 TFT 製造に対する完全な溶液プロセスのアプローチを採用する必要がある。この学位論文では、性能と信頼性を向上させるためのさまざまな低温後処理による酸化物 TFT 製造への完全なソリューション アプローチを提案した。

この研究では、真空および周囲大気条件で実行される、UV および低温加熱処理とプラズマ処理の組み合わせを含むいくつかの後処理を利用した。TFT の性能向上のみに焦点を当てたこれまでの研究とは異なり、本研究の後処理は電極の機能化や TFT の安定性向上にも役割を果たした。この研究の新規性は、同時に 3 つの役割を持つ後処理である。(1)電極の機能化、(2)TFT の性能向上、さらに(3)TFT の安定性向上にも作用する。結果は、後処理の役割が高い移動度値 (最大 31.12 cm²/Vs) を達成し、電圧バイアス ストレス テストでの安定性を向上させることができることを示した。これは、移動キャリア密度の増加、界面トラップ密度の低下、および膜の高密度化によるものである。さらに、フレキシブル基板上でアルゴンプラズマ処理を行った溶液処理された a-IZO TFT の適用性も調査した。その結果、フレキシブル基板上でも作製された薄膜トランジスタは、高い性能と信頼性を示した。

以上に述べたように、完全に溶液処理された酸化物半導体に対して後処理を実行することは、高スループットで高性能なディスプレイデバイスの実現を達成するための重要なステップである。本研究は、次世代のディスプレイデバイスの実現に向けて有益な手法を提供しているとして、審査員一同は、本論文が博士 (工学) として十分に価値があるものと判定した。