



- 酸化物半導体の応用拡大へ期待 -

水素の挙動を制御することで酸化物半導体薄膜トランジスタの 高性能化・高信頼性を両立する技術を実証

- 酸化物トランジスタの水素量制御により特性と信頼性のトレードオフの壁を越える -

【研究成果のポイント】

- これまで不可能だった酸化物半導体トランジスタの性能向上と高信頼性の両立を実現。
- 水素量を制御することで酸化物半導体トランジスタの信頼性が約 300 倍向上。

【概要説明】

高知工科大学 理工学群の古田 守教授は、東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社と共同で、酸化物半導体薄膜トランジスタの高性能・高信頼性化技術を開発・実証しました。本技術は、次世代ディスプレイの高性能・高信頼性化を後押しし、酸化物半導体の応用拡大に寄与する成果です。

酸化物半導体薄膜トランジスタは、有機ELテレビからスマートウォッチまで広範囲なディスプレイに使用されています。代表的な酸化物半導体であるIn-Ga-Zn-O (IGZO) の電子移動度は約 $10\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ですが、更なる電子移動度（性能）の向上が求められています。これまで多くの高移動度酸化物半導体材料が提案されてきましたが、トランジスタの性能と信頼性の間にはトレードオフがあり、高性能・高信頼性酸化物半導体トランジスタの実現には大きな壁がありました。

今回、信頼性劣化の要因である酸化物半導体に取り込まれる水素の起源に着目し、水素を含まない原料による絶縁膜形成技術を東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社と共同で開発し、酸化物半導体への余剰な水素の取り込みを抑制することで、薄膜トランジスタの信頼性を大幅に改善することに成功しました。具体的には、高移動度酸化物In-Ga-Zn-Sn-O (IGZTO) ,電子移動度 $23.2\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ を半導体層に、水素フリー酸化シリコン (SiO₂) 膜をゲート絶縁膜に用いたトップゲート型トランジスタにおいて、従来素子に比較して電子移動度2.3倍 ($23.2\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)、環境温度80℃における加速試験にて、正ゲート電圧ストレス (PBTS) 試験における信頼性を約300倍向上することに成功しました。

本研究成果は、2025年4月13日（日）に「Journal of the Society for Information Display」に掲載され、また、米国 Society for Information Display (SID) より Distinguished Paper Award（卓越論文賞）を受賞し、同年5月15日（木）に米国サンノゼにて開催される国際会議Display Weekにて発表します。

【研究の背景】

酸化物半導体薄膜トランジスタは、有機 EL テレビからスマートウォッチまで広範囲なディスプレイに使用されています。代表的な酸化物半導体である In-Ga-Zn-O (IGZO) の電子移動度は約 $10 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ですが、更なる電子移動度（性能）の向上が求められています。これまで多くの高移動度な酸化物半導体材料が提案されてきましたが、トランジスタの性能と耐久性（信頼性）にはトレードオフの関係があり、それらの両立には大きな壁がありました。

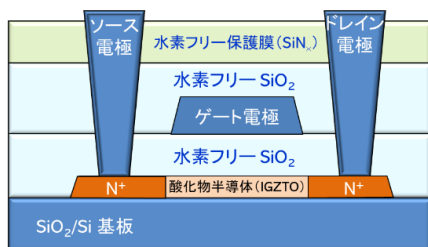
【研究手法】

今回、信頼性劣化の要因である、トランジスタ作成過程で酸化物半導体に取り込まれる水素に着目し、東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ株式会社と共同で水素を含まない原料を用いた絶縁膜形成技術を開発し酸化物半導体への余剰な水素の取り込みを抑制した結果、環境温度 80°C における加速試験にて薄膜トランジスタの信頼性を約 300 倍改善することに成功しました。

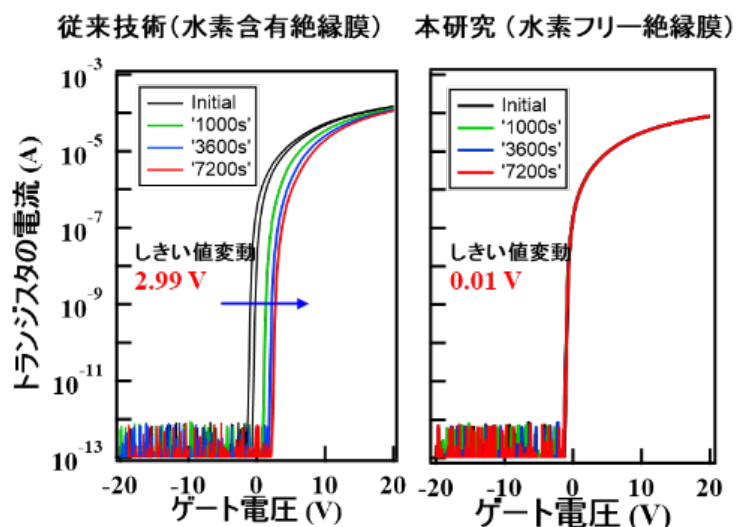
【研究成果】

高移動度酸化物半導体 In-Ga-Zn-Sn-O (IGZTO) を半導体層に、水素を含まない二酸化シリコン (SiO_2) 膜をゲート絶縁膜に用いたトップゲート型トランジスタにおいて、電子移動度 $23.2 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ と従来の IGZO の 2 倍以上の性能を実現しました。また、従来ゲート絶縁膜（水素含有）を有する素子と比較して、環境温度 80°C における正ゲート電圧ストレス (PBTS) 試験におけるトランジスタのしきい値電圧のシフト量（信頼性）を $1/300$ に低減（信頼性 300 倍向上）することに成功しました。

この成果は、酸化物半導体上にゲート絶縁膜を成膜する際に発生する水素に関連する反応種を除去した結果、酸化物半導体への余剰水素の取り込みと酸化物半導体表面での還元反応を抑制でき、信頼性の大幅な向上に繋がりました。



*) 水素フリー SiO_2 膜および保護膜：今回開発技術



80℃ 信頼性試験 (PBTS + 20V 2hrs) にて
IGZTO TFT の信頼性 (しきい値電圧シフト) を約 $1/300$ に低減

【今後の展開】

今回の成果は、酸化物半導体トランジスタの高性能化と高信頼性を両立させるキー技術となると同時に、酸化物半導体の応用範囲の拡大に寄与することが期待されます。

【論文情報】

タイトル : Hydrogen-Free Oxide Thin-Film Transistor Toward Resolving
Hydrogen-Associated Instability (水素フリー酸化物薄膜トランジスタによる水
素起因不安定性の解決)

著 者 : 古田 守、ALOM Mir Mutakabbir、安藤 基貴、佐藤 吉宏、里吉 務、
神戸 喬史

掲載誌 : Journal of the Society for Information Display

掲載日 : 2025 年 4 月 13 日

D O I : <https://doi.org/10.1002/jsid.2084>

【研究に関するお問い合わせ先】

高知工科大学 理工学群 教授 古田 守

E-mail : furuta.mamoru@kochi-tech.ac.jp

<https://www.env.kochi-tech.ac.jp/m-furuta/>

【広報に関するお問い合わせ先】

高知工科大学 広報課

TEL : 0887-53-1080

E-mail : kouhou@ml.kochi-tech.ac.jp