

平成 25 年 5 月 30 日

報道関係者各位

国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学

IGZO 薄膜トランジスタの高信頼性化に成功 電子のロスが少ない高信頼性絶縁膜を開発 1 桁以上の安定性向上を確認

【概要】

スマートフォンやタブレット端末など、次世代の情報端末には、高性能な薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor: TFT) の実現が不可欠となっており、その材料として、近年、酸化物半導体の一種であるアモルファス InGaZnO (a-IGZO) が注目を集めている。奈良先端科学技術大学院大学 (奈良先端大、学長：小笠原直毅) 物質創成科学研究科 情報機能素子科学研究室の浦岡行治教授、石河泰明准教授らのグループは、日新電機株式会社と共同で、この IGZO を使った TFT の性能を向上させる高信頼性ゲート絶縁膜の開発に成功した。

この研究成果は、本年 7 月 2 日～5 日に京都で開催される国際学会 IEEE/AMFPD (米国電気電子学会共催のディスプレイの国際学会) で発表する予定である。

【研究成果の特徴】

- ▶ 水素を含まないガスを使って、窒化膜を形成したこと。(従来の膜には水素が含まれており、これが信頼性劣化の原因とされていたが、装置の工夫により水素を含まない窒化膜の形成ができた)
- ▶ フッ素を含ませることで、膜質を向上させたこと (電子を捕獲する界面準位を低く抑えた)
- ▶ 150°Cの低温で形成できたこと。

<ご連絡事項>

- (1) 本件につきましては、奈良先端科学技術大学院大学から、奈良県文化教育記者クラブをメインとし、学研都市記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ、文部科学記者会及び科学記者会に同時にご連絡しております。
- (2) 取材希望がございましたら、恐れ入りますが下記までご連絡願います。
- (3) 本プレスリリースに関するお問い合わせ先

奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 情報機能素子研究室 教授 浦岡行治

TEL 0743-72-6060, Email uraoka@ms.naist.jp

IGZO 薄膜トランジスタの高信頼性化に成功 電子のロスが少ない高信頼性絶縁膜を開発 1桁以上の安定性向上を確認

【概要】

スマートフォンやタブレット端末、さらには大型 TV まで、ディスプレイの部分には、薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor: TFT) と呼ばれる各画素の光の強さを調整するスイッチが搭載されており、素早い動きの画像にも鮮明に対応することにより、高精細な画面を作っている。次世代の情報端末には、より高性能な薄膜トランジスタの実現が不可欠となっており、その材料として、高精細なディスプレイである有機 EL を駆動するため、あるいは、消費電力を下げるために、従来のシリコンから、近年、酸化物半導体の一種であるアモルファス (非晶質) InGaZnO (インジウム、ガリウム、亜鉛の酸化物。通称: IGZO) に注目が集まっている。この材料は透明で、従来の非晶質 (結晶化していない) シリコンの 10 倍以上の電気性能を持つことがよく知られている。また、比較的低温で形成できることが大きな魅力となっており、奈良先端科学技術大学院大学 (奈良先端大、学長: 小笠原直毅) 物質創成科学研究科 情報機能素子科学研究室の浦岡行治教授、石河泰明准教授らのグループは、液体を使う工程により安価に製造できる方法を開発し、今年 4 月に発表したところである。

しかし、TFT は、IGZO の薄膜のほか金属と絶縁膜の 3 つの膜の積層構造となっており、電子は IGZO と絶縁膜の界面を流れるため、IGZO を使って TFT を作る際、スイッチの役目をするゲート絶縁膜については、通電時の電氣的ストレスによる安定性に問題があり、絶縁膜の品質によって、絶縁膜に電子がトラップ (捕獲) されてしまい、電気特性 (しきい値 ※スイッチのオン・オフの基準となる電圧の値) が変動して、電流が少なくなるなどの課題が残っていた。

浦岡教授らはこの現象の改善にフッ素の効果があることを発見、日新電機株式会社と共同で、a-IGZO を使った薄膜トランジスタに用いるための高品質のゲート絶縁膜としてフッ素を含む窒化ゲート絶縁膜の開発に成功した。フッ素の添加量を増やすことで、しきい値の変動が 0.1V 以下となり、従来の 2.5V に対し、ゲート絶縁膜に捕獲される電子の量を 1桁以上低く抑えることができ、電氣的安定性すなわち信頼性が大きく向上することをつきとめた。この絶縁膜の形成は約 150 度ででき、柔軟なプラスチックの基板にも使える方法だった。

また、この薄膜は、水分などの浸入を防ぐ性質があるため薄膜トランジスタの最上層の保護膜としても有望で、きびしい信頼性が要求される有機 EL を駆動するスイッチの絶縁膜としても期待が高まる。これにより、IGZO を使った有機 EL の普及が加速するなど、次世代の情報端末の開発が加速される。

この研究成果は、本年 7 月 2 日 - 5 日に京都で開催される国際学会 IEEE/AMFPD (米国電気電子学会共催のディスプレイの国際学会) で発表する予定である。

【研究成果の特徴】

- ▶ 水素を含まないガスを使って、窒化膜を形成したこと。
- ▶ フッ素を含ませることで、膜質を向上させたこと (界面準位 (電子の捕獲密度) を低く抑えた)
- ▶ 150°C の低温で形成できたこと。

【用語の解説】

ゲート絶縁膜：スイッチの役割をする薄膜トランジスタは、金属と半導体膜（ここでは IGZO）を電氣的に絶縁するための絶縁膜が挿入されている。これがゲート絶縁膜である。電子は、ゲート絶縁膜と半導体膜の界面を流れるために、絶縁膜の品質が重要である。これが、悪い場合は電子が捕獲されてスイッチの性能が低下することになる。

しきい値：薄膜トランジスタはスイッチの役割をするが、ゲート電圧をかけたときに電気が流れ始めるときの電圧をしきい値という。このしきい値が変動することで、電気性能の劣化となる。ゲート絶縁膜の品質はしきい値の変動と密接な関係があるため、信頼性の高いスイッチの開発には、ゲート絶縁膜の品質向上が重要である。

【本プレスリリースに関するお問い合わせ先】

奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 情報機能素子研究室 教授 浦岡行治
TEL 0743-72-6060, Email uraoka@ms.naist.jp

画素の駆動を制御するスイッチング素子

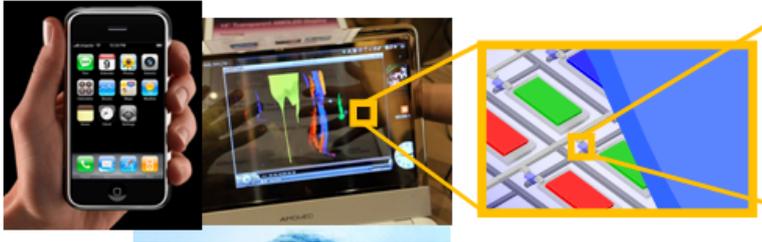
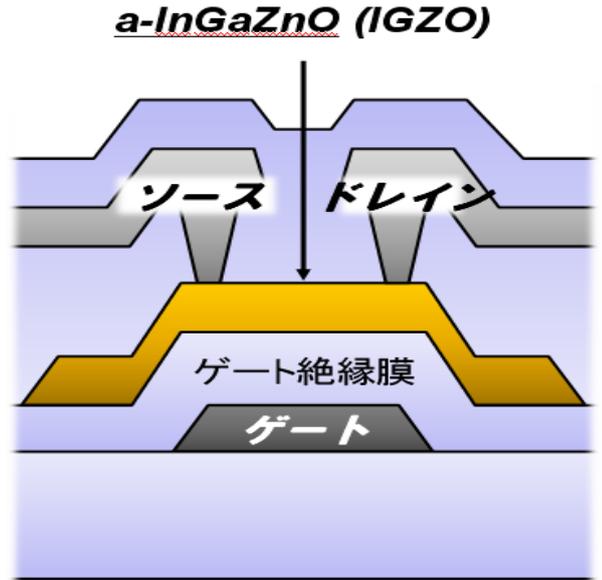


図1 薄膜トランジスタ



ソースとドレインは、それぞれ電子を供給、排出する電極であり、ソース電極から供給された電子は、IGZO とゲート絶縁膜の界面を走り、ドレイン電極から排出することで、電流が流れることになる。

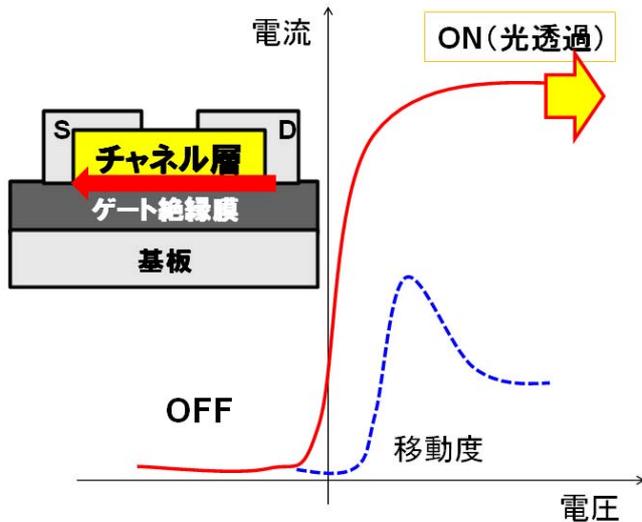


図2 TFTの電気特性

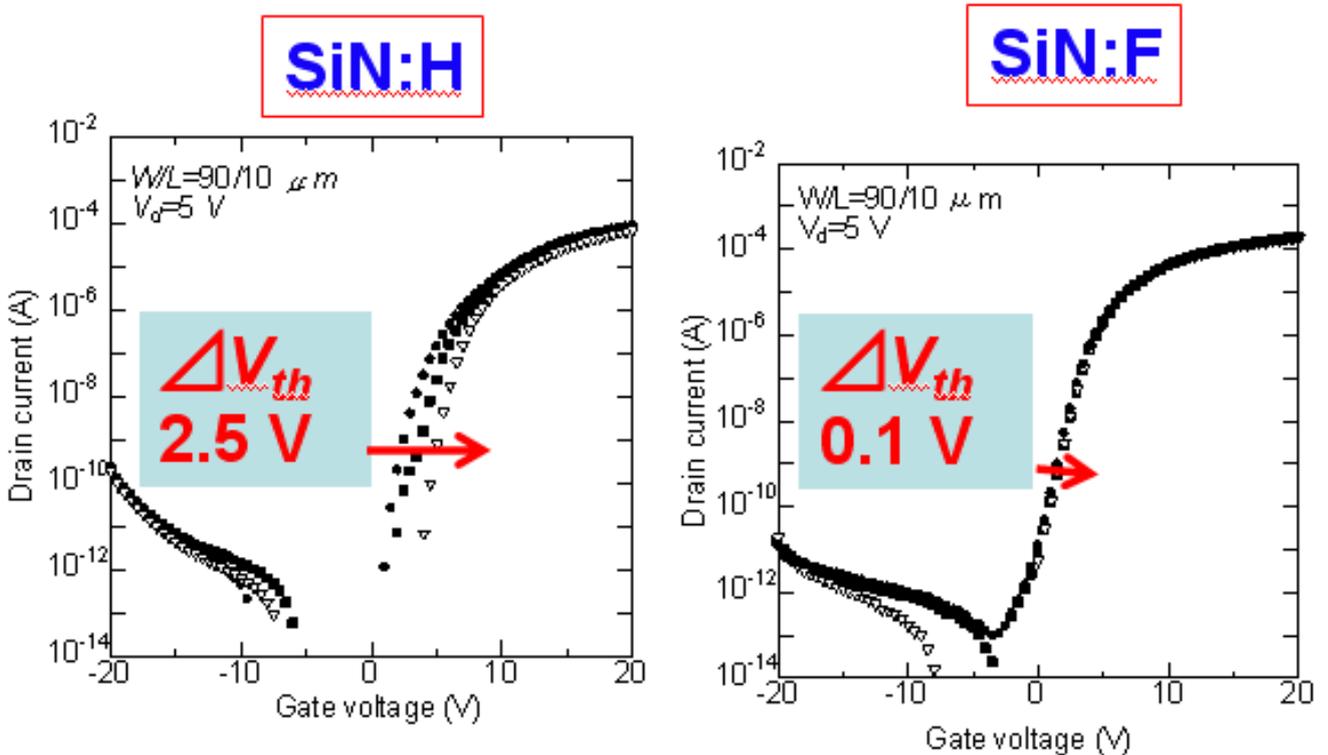


図3 電気ストレスを印加した時の、信頼性の比較。ΔVth はしきい値の変動量を示す。左は従来の膜でしきい値の変動が2・5 V、これに対し今回開発した絶縁膜 (右) は0・1 Vだった。