

2023年 第70回 応用物理学会春季学術講演会 シンポジウム  
「ディスプレイの次のキラーアプリをねらえ！ 酸化物半導体の最前線」

日時:2023年3月17日(金)13:30-17:55 E302(12号館)

シンポジウム報告

オーガナイザー 東大 小林正治、奈良先端大 浦岡行治、キオクシア 池田圭司

企画の趣旨

酸化物半導体、特にIGZOは、ディスプレイ応用として大きな成功を収めている。高移動度・低リーク電流・高信頼性・低温プロセスといった特徴をもつ酸化物半導体トランジスタは超集積エレクトロニクス分野でも注目を集めてきており、メモリデバイス応用、三次元集積デバイス、AI コンピューティングなどへの応用が期待されている。本シンポジウムでは次のキラーアプリとして大きな市場が見える超高集積エレクトロニクス応用に向けて、物性科学、材料技術、デバイス技術、回路・システム技術の最前線を講演で俯瞰し、パネルディスカッションを通じて課題と展望を議論することをねらい企画した。

講演セッション

前半には材料・プロセスのセッションを設けた。材料物性では東工大の井出先生より、酸化物半導体の歴史の振り返りと、高耐圧デバイスや光デバイスなどの新しい応用に向けた物性探索の研究動向をご発表いただいた。製造プロセスでは、東京エレクトロンの長坂様より、量産に向けた酸化物半導体の成膜技術とデバイスプロセスの開発についてご発表いただいた。NIMSの生田目様より、酸化物半導体の原子層堆積技術の歴史と最新の研究動向についてご発表いただいた。

休憩をはさんで後半にはデバイス・回路システム応用のセッションを設けた。半導体エネ研の國武様・小山様より、微細な酸化物半導体トランジスタのデバイス実証や、回路・システムへの応用の取り組みについてご発表いただいた。北陸先端大の徳光先生からは、強誘電体と酸化物半導体を融合したメモリデバイスの研究動向についてご発表いただいた。龍谷大の木村先生より、酸化物半導体を用いたニューロモルフィックコンピューティング技術の研究動向についてご発表いただいた。最後の講演は一般講演で、奈良先端大・東大の共著として高橋氏より、三次元集積メモリデバイス応用に向けた原子層堆積法によるIGZOの物性・デバイス評価について報告があった。

材料・プロセス・デバイス・回路システム応用と多岐に渡る講演内容で、酸化物半導体を中心に据えて、新しいアプリの可能性とそれに向けた課題に関する最前線の内容を、一気通貫で聞くことができる稀な機会となり、いずれの講演も多数の質問が出て活況を呈した。参加者数は最大で会場・オンラインそれぞれ100人を超えており、本シンポジウムが大変注目を集めていたことがわかる。

パネルディスカッション

本シンポジウムの目玉であるパネルディスカッションでは、講演者全員に加えて、キオクシアの西山様にもご参加いただき行われた。パネルディスカッションの目的とゴールは、酸化物半導体について、ディスプレイの次の有望なアプリケーションについてアイデアを共有するとともに、そのアプリケーションに対して酸化物半導体に求められる材料・プロセス・デバイスの課題についてディスカッ

ションを行い、本コミュニティにおける産学dの研究開発の方向性を見出すことである。

まず、集積デバイスとしてはモノリシック三次元積層ロジック混載メモリが挙げられた。それに向けては酸化物半導体の微細化が必須であり、微細化に向けた課題について提起された。例えば、短チャネル化および薄膜化することによる移動度の劣化、特性ばらつきの増大、コンタクト抵抗の問題について議論がなされた。微細なトランジスタの実証は進んでいるが、まだ体系的なデバイス物理の理解が不十分であること、またシリコンとは異なる材料の組み合わせによるコンタクト形成の探索が必要であることがわかった。それに対して計算科学の手法を用いた新規材料設計への期待も挙げられた。多層積層には水素・酸素の拡散を制御しながら、下層への熱の影響を抑えることが重要という意見が出た。また P 型の酸化物半導体は依然として N 型に比べて有望なものが見出されていないことも共通認識であった。酸化物半導体は三次元積層が容易であるため、P 型には酸化物半導体ではない材料を選択することも視野に入れるべきという意見があった。総じて、微細なジオメトリでの材料・物性・プロセス・デバイスの探索が重要であると認識された。

一方、ディスプレイ応用も大面積から AR/VR 用の小型超精細という新しい応用が興ってきており、ディスプレイと集積半導体技術の境界がなくなってきているという現状を認識できた。

AI・ニューロモルフィックコンピューティング応用では、そこで使用されるメモリは、半導体メモリのような高信頼性が必要というよりはむしろ **fragile** であるが大量に利用できることが重要であるという意見があり、酸化物半導体デバイスの仕様はアプリに応じて決める必要性があることがわかった。

#### まとめ

本シンポジウムでは、招待講演で、酸化物半導体の新しいアプリケーションとそれに向けた材料・プロセス・デバイス・回路システム技術の現状と課題に関する技術的な詳細を俯瞰することができた。またパネルディスカッションで、三次元集積メモリデバイス、AR/VR ディスプレイ、AI コンピューティングといった魅力的なアプリケーションが興ってきていることがわかり、専門家間のディスカッションを通じて、課題とそれに向けた研究開発の方向性をコミュニティとして共有することができた。

#### 会場風景



招待講演時



パネルディスカッション時