

## 第 73 回応用物理学会春季学術講演会 シンポジウム開催報告

### T15「AI 時代における大規模ストレージ・不揮発性メモリ技術の将来展望」

企画：応用物理学会スピントロニクス研究会

世話人：近藤 剛（キオクシア）、中谷 友也（NIMS）

AI 技術の社会実装が進む中で、データセンターに関わる技術としての大規模ストレージと不揮発性メモリの社会的重要性がこれまで以上に増している。本シンポジウムでは、下記 8 名の招待講演者にご登壇いただき、製品から次世代技術まで現状と研究開発状況をご紹介いただき、その将来像を議論した。現地で 150 名、オンラインで 90 名、合計 240 名の聴講者に参加いただき盛会となった。シンポジウム開催にあたり快くご講演をお引き受けいただいた講演者のみなさま、ならびに聴講いただいたみなさまに、心より御礼申し上げます。

#### 【招待講演】竹内 健氏（東京大学）

“不揮発性メモリを用いたエッジ AI 向け Computation-in-Memory”

データセンターに代表される大規模なコンピューティングシステム内での各種メモリの適用例を概観したのち、AI のエッジ処理を指向したアクセラレーターに不揮発性メモリ素子を活用する CiM (Computation-in-Memory) 技術について紹介された。エッジ処理に求められる低電力化・高速化・低コスト化の実現に、不揮発性メモリアレイ回路を用いた大規模な積和演算が有効であることが示された。

#### 【招待講演】田代 洋介氏（ルネサス エレクトロニクス）

“エッジ AI アプリケーション向け混載 MRAM マイコンの動向”

組み込みシステムの AI 分野では TinyML といった新たな潮流が生まれている。エッジ AI におけるリアルタイム推論性能の向上を目的として、CPU、積和演算 ユニット、メモリを 1 チップに集積した MCU 向けに高速ランダムアクセス MRAM を提案し、重みデータの配置が推論性能に与える影響を評価することでその優位性を確認できたことが示された。

#### 【招待講演】薬師寺 啓氏（産業技術総合研究所）

“MRAM 研究開発のこれまでとこれから”

さらなるブレークスルーを期すために、製品化に至ったスピン注入磁化反転型 MRAM (STT-MRAM) を支える CoFeB/MgO-MTJ 技術とは異なるアプローチが必要であると提言された。電圧制御型 MRAM 開発を通じて得られた知見や低温(100K)成膜などの新技術がその足掛かりとなる。また、革新を進めることを目的とした産総研の取り組みについても紹介された。

【招待講演】池田 政臣氏（ウエスタンデジタルテクノロジーズ）

“熱アシスト磁気記録を用いた HDD の製品化”

HDD はデータセンターにおける情報記録の 80%を担っている。さらなる情報記録密度向上が求められる中で、熱アシスト磁気記録（HAMR）は、 $2\text{Tb}/\text{in}^2$  以上の記録密度、ディスク 1 枚あたり 4TB 以上の記録容量の達成が期待される重要な技術であるとした。本講演では HAMR を用いた HDD の製品化の現状も紹介された。

【招待講演】高橋 有紀子氏（物質材料研究機構、東北大学）

“超大容量 HDD に向けた材料開発と新原理磁気記録方式の提案”

HDD の継続的な大容量化を支える学術界における研究開発事例として、FePt 微粒子を用いた HAMR 向け磁気記録媒体の開発、および新規磁気記録方式（3次元 HAMR）の原理実証について紹介がなされた。また、膜組織制御なども求められる複雑な磁気媒体の研究開発に対する AI・DX 技術適用について、物材機構における取り組みについてもあわせて紹介された。

【招待講演】首藤 浩文氏（物質材料研究機構）

“異常ホール効果に基づく次世代ハードディスク用読み出しヘッド”

HDD の記録密度向上には、HAMR などエネルギーアシスト書き込み技術だけでなく、空間分解能および信号対雑音比を指標とした読み取り技術の進歩も必要である。本講演では、現行のトンネル磁気抵抗型ヘッドに代わる可能性を秘めた異常ホール効果(AHE)型ヘッドに関する研究成果が紹介された。Co<sub>2</sub>MnAl ホイスラー合金系など巨大 AHE 材料を用いた読み取りヘッドには簡素な構造や低い素子抵抗などの優位性が期待される。

【招待講演】大野 淳氏（ウエスタンデジタルテクノロジーズ）

“強誘電媒体型 HDD”

本講演では、強誘電体記録の原理と HDD への応用に向けた技術的課題について紹介がなされ、次世代ストレージとしての可能性が示された。強誘電体では分極状態が結晶格子スケールで安定性を維持できるため、記録密度の飛躍的向上が期待される。書き込みの電力効率も高く磁気記録に対して多くの優位性が見出されている一方、ヘッド-媒体間のインターフェース技術の確立など課題も認識されており今後の進展が待たれる。

【招待講演】小田 穰氏（キオクシア）

“高積層世代 3次元フラッシュメモリの課題に対する新規水平チャネル型フラッシュメモリ”

旺盛な需要に応えるため、3次元フラッシュメモリには継続的なコスト低減と動作速度向上が求められるが、メモリセル積層数増加が阻害要因となる可能性がある。本講演では、24年に解決策として提案された、半導体チャネルを現行の垂直方向から水平方向とした Horizontal channel flash(HCF 構造)の研究開発状況の紹介がなされた。HCF 構造は積層数増加の動作性能への影響を低減できると同時に、従来の類似提案に比べて1チップ当たりセル密度を高められる可能性がある。