

竹内 健

中央大学理工学部電気電子情報通信工学科
教授

デジタルデータの長期保管を実現する高信頼メモリシステム

§ 1. 研究成果の概要

超長期データ保管向け ReRAM では、新材料を用いた大規模メモリアレイの試作・評価を実施。100年相当の保管特性と1万回書き換えの両立を実現した。さらに、多書き換え時のエラーを大幅に低減する駆動手法を提案し、SSDM (International Conference on Solid State Devices and Materials) 2019 で発表した。これらにより、書き換え回数に特段の制約なく長期保管が必要な用途へ適用することが可能になる。

コールドストレージ向けフラッシュメモリでは、頻繁に読み出しされるリードホットデータに対して、3次元フラッシュメモリのリードディスタープ特性を詳細に評価した上で、ニューラルネットワーク制御によりエラーを低減する手法を提案し SNW (Silicon Nanoelectronics Workshop) 2019 にて発表。3次元フラッシュメモリに対しては、ニューラルネットワークを用いて、工場出荷前に、データ保持時間や読み出し可能な回数を予測する手法を提案し、Symposium on VLSI Technologies 2019 で発表。長いデータ保持が求められるアーカイブなどの市場や、頻繁に読み出しが行われる市場それぞれに、市場に適したメモリを出荷することが自動的に可能になる。

ナノギャップ素子については、高温時の安定性に寄与しているギャップ電極の結晶性改善について、従来水素ガス等のフォーミングガスを必要としていたが、交流電流を印加することにより自動的に改善できることを見出し、ACS Applied Nano Material 誌にて報告した。また、ナノギャップ電極形成技術を ReRAM に応用し、導電性フィラメントの直接観察および異形構造を有した ReRAM を実現した。

高信頼配線では、室温でスパッタ堆積した、窒素ドーパアモルファスカーボン(a-C:N)膜でCu表面を覆うことで、高温高湿保管中のCuの表面酸化による抵抗上昇を防止できることを示し、ADM

ETA (Advanced Metallization Conference, Asian Session) 2019にて発表。メモリチップのCuパッドに適用してメモリの長期耐湿信頼性の向上を実現することが可能になる。

【代表的な原著論文】

1. Masaki Abe, Toshiki Nakamura and Ken Takeuchi, "Pre-shipment Data-retention/Read-disturb Lifetime Prediction & Aftermarket Cell Error Detection & Correction by Neural Network for 3D-TLC NAND Flash Memory," IEEE Symposium on VLSI Technology, pp. 216-217, June 13, 2019. (集積回路・電子デバイス分野では国際会議発表も重要視されるため国際会議を記載)
2. Hiroshi Suga, Hiroya Suzuki, Kazuki Otsu, Takuya Abe, Yukiya Umeta, Kazuhito Tsukagoshi, Touru Sumiya, Hisashi Shima, Hirotsuki Akinaga, and Yasuhisa Naitoh, "Feedback Electromigration Assisted by Alternative Voltage Operation for the Fabrication of Facet-Edge Nanogap Electrodes." ACS Appl. Nano Mater. 3, 4077-4083, 2020.
3. Ploybussara Gomasang, Kazuyoshi Ueno, "Efficient Moisture Barrier of Nitrogen-Doped Amorphous-Carbon Layer by Room Temperature Fabrication for Copper Metallization", Jpn. J. Appl. Phys., accepted for publication, vol. 59, 2020.

§ 2. 研究実施体制

(1)「竹内」グループ

- ① 研究代表者:竹内 健 (中央大学工学部電気電子情報通信工学科 教授)
- ② 研究項目
 - ・高信頼メモリシステム

(2)「安原」グループ

- ① 主たる共同研究者:安原 隆太郎 (パナソニックセミコンダクターソリューションズ(株)半導体ビジネスユニット 主任技師)
- ② 研究項目
 - ・長期保管 ReRAM の設計とデバイス実証

(3)「内藤」グループ

- ① 主たる共同研究者:内藤 泰久 (産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門 主任研究員)
- ② 研究項目
 - ・長期保管メモリの材料設計および評価

(4)「上野」グループ

- ① 主たる共同研究者:上野 和良 (芝浦工業大学工学部電子工学科 教授)
- ② 研究項目
 - ・高信頼配線技術