

## KI in Hardware: 3DFerroKI

# Hardware-basierte KI mit 3-dimensionalen ferroelektrischen Speichern

### 1 Edge KI System Integration

#### Aktuelle KI-Implementierung :

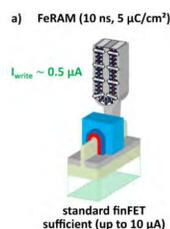
- Traditionelle von-Neumann-Architektur
- Sehr energie- und ressourcenintensiv
- Software-basiert

#### Entwicklung:

- KI in Hardware
- Ultra-low Power
- Neuromorphic Computing (NC)
- Compute-In-Memory → Emerging Memories
- Nutzung ferroelektrischer Materialeigenschaften
- FeRAM (Ferroelectric Random Access Memory)

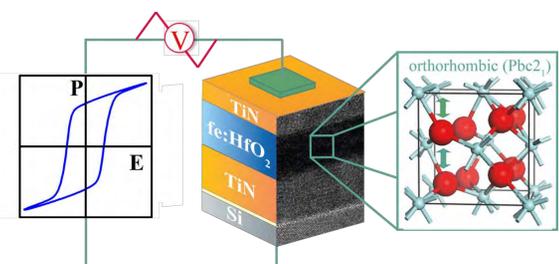
#### Herausforderungen:

- Modifikation des FeRAM-Schaltverhaltens durch Dotierung
- Realisierung von Multi-Level FeRAM für NC



### 2 Innovation

- FeRAM auf Basis von HZO (Hf<sub>x</sub>Zr<sub>(1-x)</sub>O<sub>2</sub>)
- Screening und Evaluierung von aussichtsreichen Dotanden (La, Y) für Atomic Layer Deposition (ALD)



- Dotierte HZO-Materialintegration in 3D-Kondensatorstrukturen
- Spezifikationen a) Today: FeRAM SLC (2 states)  
Target: FeRAM MLC (>2 states)  
b) Entry-level: Image/voice recognition Consumer/IoT  
Ambitious: Autonomous pattern learning at sensor edge Consumer/IoT

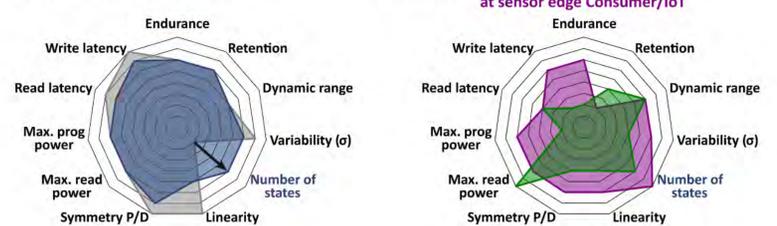
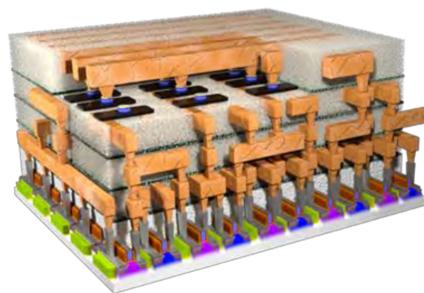


Abb. 2 – Vergleich von a) Leistungsmetriken bisheriger SLC und angestrebter MLC FeRAM-Speicher mit b) Anforderungsaschätzungen für zwei exemplarische KI-Anwendungen

### 3 Zukünftiges Leistungsportfolio der Projektpartner

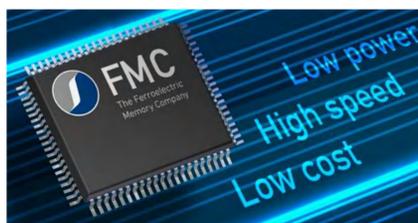
#### Fraunhofer IPMS

- KI-Demonstrator für Embedded Non-Volatile Memory auf FeRAM-Basis
- Kontinuierliche 3D-Prozessentwicklung für Advanced Nodes
- Transfer von ALD-Prozessen für FeRAMs in industrielle Fertigung



#### Ferroelectric Memory Company

- KI-Chip Design für FeRAMs
- Entwicklung und Hochvolumenfertigung von Multi-Level FeRAM Lösungen für neuromorphe KI-Anwendungen
- KI in Hardware-Produkte



### 4 Ausblick

- Transfer der Entwicklungsergebnisse in Hochvolumen-Fab
- Hardware-basierte KI-Lösungen für Consumer, Industrial, Automotive
- Multi-Level FeRAM für neuromorphe Anwendungen

### 5 Ansprechpersonen

**Dr. Peter Reinig**, Fraunhofer IPMS  
E-Mail: peter.reinig@ipms.fraunhofer.de

**Dr. Tony Schenk**,  
Ferroelectric Memory Company  
E-Mail: tony.schenk@ferroelectric-memory.com