

Topic for a Master's Thesis at the Forschungszentrum Jülich

„Influence of the cell confinement on the switching behavior of phase-change memory devices“

Die Materialklasse der Phasenwechselmaterialien (Phase-change materials; PCMs) zeichnet sich durch einen schnellen und reversiblen Wechsel zwischen einer amorphen und einer kristallinen Phase und einen damit verbundenen starken Kontrast in ihren Eigenschaften (z.B. Widerstand, Reflektivität) aus. Diese PCM und weitere Tellur/Selen basierte Chalkogenide stehen an unserem Institut im Fokus der Forschung. Neben dem Verständnis der besonderen Materialanforderungen für eine Metavalente Bindung in der kristallinen Phase von PCMs und der daraus resultierenden Eigenschaften, steht die Anwendung von PCMs als schnelle nichtflüchtige elektrische Speicher im Vordergrund.

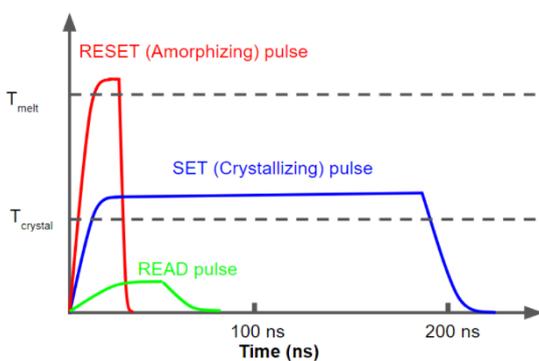


Figure 1: Elektrische Pulse für SET und RESET.

In einem PCM-Speicher wird der Widerstand in der amorphen und kristallinen Phase als 1 bzw. 0 definiert. Zwischen diese Zustände kann mit einem entsprechenden elektrischen Puls geschaltet werden, der das Phasenwechselmaterial lokal aufheizt und entweder amorphisiert (RESET) oder kristallisiert (SET).

PCMs haben hier das Potential als universeller Speicher Einsatz zu finden, indem sie die Eigenschaften von nichtflüchtigen SSDs mit den schnellen Zugriffsraten von RAM kombinieren. Zudem sind sie vergleichsweise energiesparend. Um allerdings als Speicher kompatibel mit Silizium-basierter CMOS-Technologie zu sein, ist es

erforderlich die benötigte Schwellenspannung zu reduzieren.

Im Rahmen dieser Arbeit soll anhand von einem „line cell“ Speicher-Design der Einfluss von PCM Schichtdicke, -länge und -breite auf die elektrischen Eigenschaften gemessen und erklärt werden. Abgesehen von der Schwellenspannung, sind andere Eigenschaften, wie die Ausdauer und Widerstandsdrift, ebenfalls zu betrachten. Typische Materialien sind z.B. GST oder IST, aber über die genaue Auswahl von PCM kann noch gesprochen werden.

Der Großteil der Herstellung der Proben findet im Reinraum der Helmholtz Nano-Facility im Forschungszentrum Jülich statt. Hier werden sie in Prozesse wie Spin-coating, Etching oder Lift-off eingewiesen.

Um die nötige Schichtdicke im nanoskaligen Bereich zu erreichen, werden PCMs wie GST oder IST typischerweise durch Sputterdeposition bei Raumtemperatur in der amorphen Phase hergestellt. Dies findet am Physik-Institut in Aachen statt.



Figure 3: Reinraum HNF

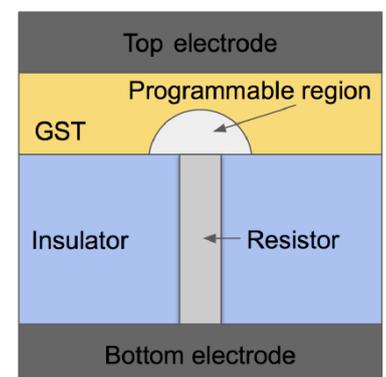


Figure 2: Schichtaufbau eines typischen PCM-Speichers

Zur strukturellen Charakterisierung der hergestellten Dünnschichten stehen Methoden der Röntgendiffraktometrie (XRD), Röntgenreflektometrie (XRR), Mikroskopie, etc. zur Verfügung. Die elektrische Charakterisierung findet mithilfe eines Keithley SMU.