

Fachbereich

Angewandte Naturwissenschaften

Studiengang: Physikalische Technik

Bachelor-Abschlussarbeit

Thema:

Frequenzabhängige Charakterisierung der ferroelektrischen Polarisierung von Aluminium-Scandium-Nitrid basierten ferroelektrischen Feldeffekttransistoren

Zusammenfassung:

In vielen Geräten wie beispielsweise Computern, Smartphones und auch in modernen Autos werden heutzutage Datenspeicher benötigt. Es müssen immer größere Datenmengen verarbeitet werden und im besten Fall sollen neue Geräte energiesparender sein als bisher. Hierfür kommen unter anderem die sogenannten nichtflüchtigen Speicher zum Einsatz. Bei diesen wird lediglich beim Lesen und Schreiben der Daten eine Spannungsversorgung benötigt. Dadurch sind diese energiesparender als andere Speichertechnologien. Eine neue Variante der nichtflüchtigen Speicher basiert auf der Verwendung von ferroelektrischen Materialien in sogenannten FeFETs (ferroelektrischen Feldeffekttransistoren). Dies sind Transistoren, bei denen ein ferroelektrisches Material eingebracht wird, welches in verschiedene stabile Polarisationszustände versetzt werden kann, welche auch ohne eine Spannungsversorgung erhalten bleiben. Darüber lassen sich verschiedene Schaltzustände des Transistors und damit auch Daten speichern.

Ein Projekt des Fraunhofer-Instituts für Siliziumtechnologie ISIT beschäftigt sich mit den bereits erwähnten FeFETs mit Aluminium-Scandium-Nitrid (AlScN) als Ferroelektrikum. Im Zusammenhang mit diesem Projekt fand diese Bachelorarbeit statt. In dieser wurden die Polarisationszustände eines AlScN-FeFETs charakterisiert. Zur Polarisierung wurden hier Spannungspulse mit unterschiedlichen Längen und Amplituden verwendet. Das Ziel war hierbei das Polarisieren mit möglichst kurzen Pulsen, um die Schaltgeschwindigkeiten der Bauelemente zu erhöhen. Des Weiteren wurde in dieser Arbeit untersucht, ob es möglich ist das Material über Mehrfachpulse mit geringeren Spannungsamplituden vollständig zu polarisieren, um die Bauelemente mit niedrigeren Spannungen weniger stark zu belasten. Für die Verwendung als Datenspeicher ist es wichtig, dass die Polarisationszustände auch über längere Zeit erhalten bleiben. Dies wurde ebenfalls als Teil dieser Arbeit untersucht.

In den durchgeführten Messungen zeigte sich, dass es möglich ist, den FeFET über Pulse mit einer kürzeren Pulslänge vollständig zu polarisieren. Bei kürzeren Pulsen mussten Pulse mit einer deutlich höheren Spannung verwendet werden als bei den längeren Pulsen, um das Material vollständig zu polarisieren. Auch das Polarisieren über Mehrfachpulse mit geringeren Spannungen hat funktioniert. Bei den Messungen zur Überprüfung, wie sich die Polarisierung über die Zeit verhält, stellte sich heraus, dass das AlScN zwar die Polarisierung beibehält, allerdings fließen in dem Bauelement Ströme ab. Dadurch verringert sich der Ausgangsstrom über längere Zeit. Dies bietet einen Ansatz für folgende Forschungsprojekte, in denen untersucht werden kann, wo genau diese Ströme abfließen und wie sich dies verhindern lässt.

Verfasser: Lennart Buhk

Betreuer: Prof. Dr. Markus Riotte

Datum der Abgabe: 14.07.2023