

# Kurzzusammenfassung

Ferroelektrische Materialien bieten sich aufgrund ihrer mit einem äußeren elektrischen Feld abstimmbaren dielektrischen Eigenschaften für eine Reihe moderner Hochfrequenzanwendungen an. Besonders im Hinblick auf die Integration in frequenzabstimmbare Hochfrequenzbauelemente (z. B. des Mobilfunks) sind die linearen wie nichtlinearen dielektrischen Eigenschaften dünner ferroelektrischer SrTiO<sub>3</sub>-Schichten von enormen Interesse.

In dieser Arbeit werden daher zunächst die strukturellen und dielektrischen Eigenschaften dünner SrTiO<sub>3</sub>-Schichten untersucht. Die Gitterverspannung der abgeschiedenen epitaktischen SrTiO<sub>3</sub>-Schichten erweist sich als entscheidender Einfluss auf die dielektrischen Eigenschaften. Korrelationen sowohl der Dielektrizitätskonstanten, der durch die Schichten erzeugten Verluste als auch der für die Anwendung wichtigen dielektrischen Abstimmbarkeit der Filme mit den strukturellen Eigenschaften der Filme werden nachgewiesen. Diese Ergebnisse werden im Rahmen eines thermodynamischen Modells erklärt, das den Einfluss der Gitterverspannung auf die Polarisation der verspannt aufgewachsenen Schichten berücksichtigt.

Als ideales Werkzeug für die Untersuchung der nichtlinearen dielektrischen Eigenschaften erweist sich die Messung der sogenannten Intermodulationsstörungen, die durch die Einstrahlung zweier leicht frequenzverschobener primärer Signale in Systeme mit nichtlinearen Eigenschaften erzeugt werden. Als Ursache für die Generation der Intermodulationsstörungen in SrTiO<sub>3</sub>-Schichten werden zwei Anteile nachgewiesen: zum einen die Nichtlinearität der Dielektrizitätskonstante der SrTiO<sub>3</sub>-Schicht, zum anderen die einsetzende Leitfähigkeit der Schicht bei extrem hohen Fundamentalleistungen. Das Zusammenspiel dieser beiden Ursachen führt zu einem recht ungewöhnlichen Verlauf der Abhängigkeit der Intermodulationsstörungen von der Leistung der eingestrahlten Signale. Die nichtlineare Kapazität erzeugt zudem Intermodulationsstörungen höherer Ordnung.

Schließlich wird der Einfluss der geometrischen Anordnung des Ferroelektrikums in einem Hochfrequenzbauelement untersucht. Unterschiedliche Varaktordesigns werden theoretisch und experimentell analysiert. Es zeigt sich, dass mittels eines hier weiterentwickelten Modells für die Beschreibung von komplexen Kapazitäten die kapazitiven Eigenschaften von planaren Strukturen bis ca. 4µm gut beschrieben werden. Anhand dieser Analyse wurde im Rahmen dieser Arbeit eine verbesserte Varaktorgeometrie für die Integration in abstimmbare Hochfrequenzbauelemente vorgestellt. Diese zeigt gegenüber dem planaren Standarddesign eine um ca. 300% verbesserte Abstimmbarkeit und um ca. 50% reduzierte Verluste. Schon für extrem kleine Steuerspannungen von  $U_{dc} < 20V$  bietet der Qualitätsfaktor dieser Geometrie für die Anwendung ausreichend gute Werte.