

Kurzzusammenfassung

In dieser Doktorarbeits wurden die piezoelektrischen Schichten aus reinem und A, B substitutionell dotiertem $(\text{K},\text{Na})\text{NbO}_3$ (KNN) und LiTaO_3 (LTO) als Cantilever, uni-morph, bi-morph und Patches synthetisiert. Diese bleifreien piezoelektrischen Materialien wurden auf verschiedenen Substraten abgeschieden und zu piezoelektrischen Energiegewinnungsgeräten verarbeitet. Ihre strukturellen, ferroelektrischen, pyroelektrischen, piezoelektrischen und dielektrischen Eigenschaften sowie die Leistung der Piezoelemente und Geräte wurden systematisch für ihre Anwendung als Energie-Harvester für autonome Sensoren im Automobilbereich untersucht.

Die in dieser Arbeit beschriebenen piezoelektrischen Bauelemente wurden überwiegend mittels Sol-Gel-Synthese und Spin-Coating-Technik hergestellt. Die erfolgreiche Abscheidung von Dickschichten der Piezokeramiken bis zu $7,41 \mu\text{m}$ konnte mit einer optimierten Rezeptur und durch Zugabe von Ethylcellulose als Viskositätserhöhendes Mittel gezeigt werden. Das Dickschicht-Engineering ermöglichte ein glattes, gleichmäßiges und laminiertes konformes Filmwachstum, das für die Herstellung verschiedener Geräte mit präziser Kontrolle über die Synthese und hoch reproduzierbaren strukturellen, dielektrischen und piezoelektrischen Eigenschaften erforderlich ist.

Homogene piezoelektrische Filme sind erforderlich, um eine hohe elektromechanische Energie mit einer ausreichend großen piezoelektrischen Konstante zu erreichen. Zu diesem Zweck wurde der Einfluss der Filmdicke auf die piezoelektrische und dielektrische Leistung untersucht. Des Weiteren wurde der Einfluss der Polung auf die Piezokeramiken untersucht, um das piezoelektrische Verhalten und die Leistungsabgabe zu optimieren. Die Phasenspannungs- und Butterfly-Kurven unter Verwendung der Piezokraftmikroskopie bewiesen das große ferroelektrische und piezoelektrische Verhalten der bleifreien Bauelemente. Außerdem wurden die Permittivität, der Leckstrom und das FOM der Bauelemente untersucht, um die besten Bedingungen für Energy-Harvesting-Anwendungen zu ermitteln. Es wurde beobachtet, dass der piezoelektrische Gütefaktor von tantaldotierten KNN im Vergleich zu reinen KNN Bauelementen höher (62,86 %) als lithiumdotierte KNN (80,85 %) und im Gegensatz zu LiTaO_3 Bauelementen 89,84 % höher war. Die größeren Bauelemente haben jedoch ihre Herausforderungen, da bestätigt wurde, dass mit der Vergrößerung der Fläche des Bauelements die Leistung zunimmt, mit einem Kompromiss der

Verringerung der Gütefaktor. Darüber hinaus haben unterschiedliche piezoelektrische Materialien und Bauelemente Anwendungen in unterschiedlichen Frequenzbereiche. Zum Beispiel sind LTO Energiesammler besser geeignet, um Energie in höheren Temperaturbereichen zu ernten, während die tantaldotierten KNN Cantilever besser für höhere Frequenzbereiche geeignet sind als die großen Patches, die ideal für Anwendungen mit niedriger Frequenz und hoher Amplitude sind. Angesichts des Bedarfs an bleifreien piezoelektrischen Bauelementen sind KNN und LTO basierte Piezokeramiken aufgrund ihrer wiederholbaren Eigenschaften, Kosteneffizienz und Leistungsabgabe in einem variablen Frequenzbereich vielversprechende Alternativen, was sie für MEMS Energie Harvester für verschiedene Anwendungen geeignet macht.