

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es, ein geeignetes Modell der Ausbreitung von akustischen Oberflächenwellen in piezoelektrischen Dünnschichten über einem nichtpiezoelektrischen Substrat zu erstellen. Dazu wurde zunächst der untere anisotrope Halbraum als Vorstufe betrachtet. Es wurde gezeigt, wie aus den Eigenlösungen und zusätzlich aus den Randbedingungen auf die genauen Auslenkungen geschlossen werden kann. Dazu wurde auch das Verhalten der angenommenen Dämpfungskoeffizienten näher betrachtet. Das Ergebnis zeigt die Ausbreitung von drei verschiedenen Moden. Davon breiten sich zwei Moden nicht entlang der Oberfläche sondern in das Medium aus, während eine Mode gedämpft ist.

Im Anschluss konnte mit Hilfe der gleichen Methodik, allerdings mit mehr Randbedingungen, die Lösung des Gesamtsystems berechnet werden. Die Wellenausbreitung ist dabei auf eine Lösung beschränkt. Diese zeigt, dass alle Randbedingungen eingehalten wurden. Es ist festzuhalten, dass die untere Schicht maßgeblich die Geschwindigkeit der akustischen Oberflächenwellen bestimmt. Die Geschwindigkeit entspricht dabei stets der Geschwindigkeit v_{44} , welche sich aus den Materialparametern letzterer berechnet. Außerdem wurde festgestellt, dass die Materialauswahl der Dünnschicht sowie des Substrats die Ausbreitungsform der Wellen und deren Amplitudenverhältnisse beeinflusst. Die Höhe dieser Amplituden wird allerdings durch die Anregung bestimmt, da die resultierende Ausbreitung weiter faktorisiert werden kann. Die entstehenden Wellen sind ausschließlich Transversalwellen, welche sich wirbelförmig in der Dünnschicht ausbreiten. Im Substrat erfährt die Welle keine Tiefendämpfung, welche zwar im Ansatz einbezogen war, jedoch anschließend verschwindet. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die Lösung des Modells stark vom gewählten Ansatz abhängig ist. In dieser Arbeit wurde dabei ein Plattenmoden-Ansatz getestet. Hier bedarf es der Untersuchung, ob mit anderen Ansätzen ähnliche Ergebnisse erzielt werden. Zusätzlich interessiert die reale Wellenausbreitung in Dünnschichten zur Validierung der Ergebnisse des Modells.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde die Übertragung von höheren Harmonischen anhand von herkömmlichen SAW-Bauteilen mit unterschiedlicher Fingeranordnung und verschiedenen Metallisierungsverhältnissen untersucht. Dabei wurde ein geeignetes Messverfahren unter Verwendung eines Netzwerkanalysators sowie die geeignete Auswertung gefunden. Es wird hierbei stets darauf geachtet, dass der gesamte Frequenzbereich ausreichend genau abgetastet wird. Die interessanten Stellen, an denen höhere Harmonische auftreten, werden zudem genauer abgetastet. Zu der Auswertung zählt eine nachträgliche Zeitbereichsfilterung, welche Störsignale direkt eliminiert. Ein anschließendes De-Embedding rechnet den Einfluss durch Fehlanpassung direkt heraus. Dazu wurde in dieser Arbeit ebenfalls ein Tool zum Design eines

Anpassungsnetzwerks entwickelt, welches durch die Eingabe der entsprechenden Parameter die geeignete Leitungslänge ausgibt. Die Verwendung dieses Anpassungsnetzwerks sorgt dafür, dass weniger De-Embedding erfolgen muss und das Bauteil direkt besser angepasst ist.

Die Ergebnisse zeigen, dass zu jeder Anordnung die vorher hergeleiteten höheren Harmonischen auftreten. Die Metallisierungsverhältnisse haben zusätzlich einen Einfluss auf die Anregung dieser Harmonischen. Dabei sei festzuhalten, dass das Verhalten nicht immer mit der Theorie übereinstimmt. Insgesamt kann festgehalten werden, dass bei Frequenzen bis hin zur 9. Harmonischen Peaks auftreten. In Zukunft gilt es, die Anregung von höheren Harmonischen auf ausgewählten Dünnschichten zu untersuchen. Dazu wurden in dieser Arbeit die Grundlage durch das geeignete Messsystem und der Auswertung geschaffen. Auch kann damit überprüft werden, ob diese Dünnschichten Signale effizienter übertragen als herkömmliche SAW-Bauteile.