



## ASSIC

### Austrian Smart Systems Integration Research Center

Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies

Programmlinie: K1-Zentren

COMET-Einzelprojekt, Laufzeit und Projekttyp:

Advanced System Integration Methods, 04/2015 – 12/2018, strategisch

## Neues Simulationswerkzeug für mikroakustische Bauteile

Mikroakustische Bauteile sind praktisch überall vertreten. Sie sind als Frequenzfilter in jedem Smartphone eingebaut, können aber auch als Temperatur- oder Drucksensor unter extremen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden. Um die steigenden Anforderungen an mikroakustischen Bauteilen und Sensoren für verschiedene Anwendungen zu erfüllen benötigte die CTR AG ein leistungsfähiges Simulationswerkzeug das speziell für diesen Zweck entwickelt werden soll. Dieses Werkzeug wurde erfolgreich in den vergangenen 4 Jahren in Kollaboration mit der TU Wien entwickelt. Die Software basiert auf FEM Simulation und semi-analytischen Methoden und kann die Eigenschaften für verschiedenartigste mikroakustische Bauteile exakt berechnen.



### Worum es geht

Weltweit gibt es hohe F&E Aktivitäten für die Entwicklung von immer besseren Oberflächenwellen (SAW – Surface Acoustic Wave) Filtern, um der ständig wachsenden Nachfrage und den immer herausfordernderen Spezifikationen der Smartphone-Industrie nachzukommen.

Eine wichtige Herausforderung ist das Erreichen von höheren Frequenzen (5 GHz), Bandbreiten und geringerer Verluste, wodurch die Leistung der Sende/Empfangselektronik stark verbessert werden kann.

Bedeutende Anstrengungen werden auch in der Entwicklung von passiven SAW Funksensoren gemacht, die sich besonders für extreme Umweltbedingungen (sehr hohe Temperatur, korrosive, strahlenbelastete Umgebung) eignen, sowie für biomedizinische Sensoren die (ohne Batterie) implantiert werden können.

Obwohl CTR auf dem Gebiet der SAW Sensoren schon renommiert war, fehlte es an einem fortgeschrittenen Simulationswerkzeug, welches

die Design- und Innovationspotentiale hebt und gleichzeitig die Entwicklungszeit stark reduzieren kann.

Dieses Werkzeug wurde nun in Zusammenarbeit mit der TU Wien/Institut für Mechanik und Mechatronik im Rahmen einer PhD Arbeit erfolgreich entwickelt. Diese Arbeit konzentrierte sich auf den FEM-Teil des Simulationswerkzeugs basierend auf dem lehrstuhleigenen FE Code (CFS++), während die CTR eine Serie von semi-analytischen Modellen entwickelte.

Im speziellen ist das CTR Tool in der Lage schnell die Eigenschaften von Oberflächenwellen und Volumenwellen, die mit oder innerhalb von periodischen Elektrodenpaaren (Elektroden werden genutzt um Wellen zu generieren oder zu detektieren) interagieren zu berechnen. Es ist essenziell die Eigenschaften aller entstehenden Wellenmoden zu berechnen, um zunächst das mikroakustische Bauteil zu simulieren und anschließend zu optimieren. Beispielsweise wirken sich manche Modi als Nebensignale aus, die eliminiert werden müssen, um das Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu verbessern. Die Parame-

ter die aus der FEM Simulation gewonnen werden, nutzen anschließend der Berechnung der eigentlichen Frequenzen bzw. Zeitantworten des Bauteils; bei Sensorik-Anwendungen kann die Sensitivität gegenüber Temperatur oder Druck ermittelt werden.

Wird das SAW Bauteil in eine weitere Umgebung eingebettet wie eine Ankopplung an eine Antenne, Leiterplatte oder in ein Gehäuse so kann beispielsweise das gesamte thermische Verhalten des Systems von der Ansprechzeit bis zum Signalverhalten des SAW Sensors simuliert und optimiert werden.

In Abb.1 wird das Ergebnis einer FEM Simulation einer Oberflächenwelle dargestellt, die auf der Oberseite eines Lithium-Niobat-Kristalls propagiert. Abb. 2 zeigt das Ergebnis einer ganzen Simulation eines implantierbaren SAW Sensors, der von der CTR für die Messung von Gehirndruck nach Operationen entwickelt wird. Die Signalspitzen korrespondieren zu den SAW Echos, die das Sensorlesegerät auswertet. Die Druckinformation ist in der jeweiligen Position der Signalspitze codiert. Die einzigen Informationen die dabei nötig sind, um die Sensorsignale zu berechnen, sind die Materialparametern und die Geometrie des Sensorelements.

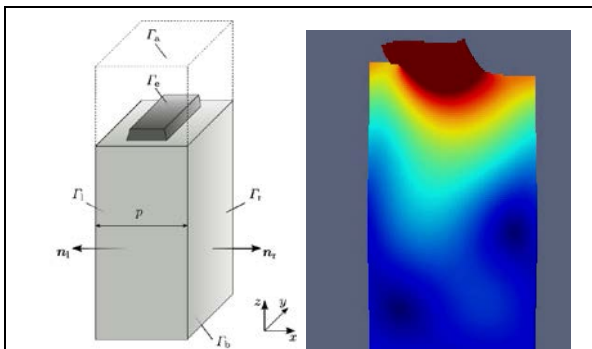


Abb. 1: Simulation der Ausbreitung einer Rayleigh Welle auf der Oberfläche von Lithium Niobat. Links: Modell des Kristalls und der Elektrode. Rechts: Simulationsergebnis hinsichtlich der Kristalldeformation bei Resonanzfrequenz.

Alleine mit der Kenntnis der Grundeigenschaften des Kristalls und der elektromechanischen Wandlerstruktur (Anzahl, Breite, Länge, Dicke und Position der Elektroden, die zusammen die Oberflächenwellen anregen und/oder reflektieren) ist es jetzt am CTR möglich, die wichtigsten Eigenschaften des Sensors zu rechnen, inklusive der Übertragungsfunktion der Druck- und Temperaturempfindlichkeit. Abb. 2 zeigt eine Übereinstimmung der simulierten und gemessenen Signalspitzen.

### Wirkungen und Effekte

Dank des neuen Werkzeugs ist CTR nun in der Lage eine neue Bandbreite von innovativen mikroakustischen Bauteilen zu modellieren, zu simulieren und zu optimieren. Im Speziellen wird die Simulation helfen die nächste Generation von Multilagen-SAW-Filtern für die Kommunikationsbranche zu entwickeln. Des Weiteren wird die Simulation bei der Entwicklung von SAW Sensoren für biomedizinische und industrielle Applikationen eingesetzt. Bereits bestehende Sensoren können durch die Möglichkeiten der exakten Simulation weiter verbessert werden. Die Hauptanwendungen liegen hier in der Stahl- und Automotiveindustrie sowie in der Luft- und Raumfahrt.

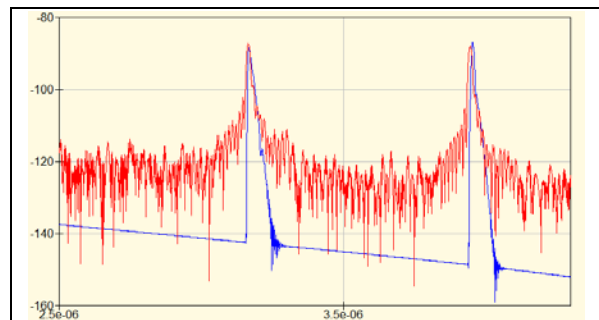


Abb. 2: Zeitsignal eines implantierbaren CTR SAW Drucksensors (Simulation vs. Messung). Die Spitzenspitzen korrespondieren mit den Echos, die der Sensor zurücksendet. Die Druckinformation ist in der Position der Signalspitzen enthalten (Elektrisches Rauschen wurde nicht modelliert).

#### Kontakt und Informationen

K1-Zentrum ASSIC – Austrian Smart Systems Integration Research Center

CTR Carinthian Tech Research AG  
 Europastraße 12  
 T +43 (0) 4242-56300  
 E info@ctr.at W www.assic.eu

**Projektkoordination**  
 Dr. Pascal Nicolay

#### Projektpartner

| Organisation | Land        |
|--------------|-------------|
| TU Wien      | Österreich  |
| UNISENSOR AG | Schweiz     |
| TDK-EPCOS    | Deutschland |

Weitere Informationen zu COMET – Competence Centers for Excellent Technologies: [www.ffg.at/comet](http://www.ffg.at/comet)

Diese Success Story wurde von der Konsortialführung/der Zentrumsleitung zur Verfügung gestellt und zur Veröffentlichung auf der FFG-Website freigegeben. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt die FFG keine Haftung.