

## PROJEKTBEISPIEL: HERSTELLUNG HOCHFREQUENTER ULTRASCHALLARRAYS UND ENTWICKLUNG DES HOCH- FREQUENTEN ULTRASCHALLBEAMFORMERS DIPHAS-HF

### Ausgangssituation

Inhalt des BMBF-geförderten Projekts »Kolumnares Blei-Zirkonat-Titanat für leistungsstarke Ultraschall-Arrays« war die Herstellung hochfrequenter Ultraschallarrays mittels Hohlkathoden-Gasfluss-Sputtern von Blei-Zirkonat-Titanat, PZT sowie die Entwicklung einer entsprechenden hochfrequenten »DiPhAS«-Elektronik. Mit Hilfe des Gasfluss-Sputterns war es möglich, bis zu 26 µm dicke PZT-Schichten mit 100 nm/min Sputterrate und 500-520 °C Prozesstemperatur flächig auf 8" Si-Wafer abzuscheiden. Die anschließende Strukturierung zu Arrays erfolgte mit lithographischen Techniken aus dem Bereich der MEMS-Technologie. Die so hergestellten Arrays besitzen eine Mittenfrequenz von 56,3 MHz. Die PZT-Schichten weisen eine typische kolumnare Struktur auf, ihre Ladungskonstanten sind mit 350-500 pC/N für Schichtmaterial sehr hoch und liegen im Bereich von Formkörpern aus PZT. Die relativ niedrigen Prozesstemperaturen erlauben ein einfaches Layout ohne Diffusionsbarrieren zur Vermeidung der Bleidiffusion.

Die Charakterisierung und Nutzung mehrelementiger Ultraschallwandler mit Mittenfrequenzen von 50-100 MHz in der Echtzeitmesstechnik und -bildgebung sind mit traditionellen Ultraschallsystemen aufgrund der benötigten hohen Digitalisierungsrate nicht möglich.

### Lösung

Die erfolgreiche Entwicklung einer hochfrequenten Variante der modularen »DiPhAS«-Plattform stellt den weltweit ersten Ultraschallbeamformer mit einer Digitalisierungsrate von 480 MHz bereit. Für unsere modulare Ultraschallforschungsplatt-

form »DiPhAS« wurden neue Analogfrontends entwickelt, die im Gesamtsystem 128 diskrete Messkanäle mit jeweils 480 MSamples/s bieten. Die in einem solchen System entstandenen zeitkritischen Herausforderungen während der Messungen selbst wurden mit neuen FPGA-Schaltungsdesigns an die Timing-Anforderungen angepasst. Die enormen Datenmengen können über Hochgeschwindigkeitsanschlüsse wie beispielsweise PCIeexpress direkt in einen PC übertragen werden, um moderne softwarebasierte Verarbeitungen und Bildgebungen zu berechnen. Hierfür werden unter anderem massive Parallelisierungen mittels arithmetischer Berechnungen auf Grafikkarten (GPGPU mit OpenCL) genutzt.

### Potenzial

Die hochfrequenten Arrays sowie die »DiPhAS-HF«-Elektronik finden ihren Einsatz in den Bereichen der zerstörungsfreien Materialprüfung, (bio-)medizinischen Bildgebung, Kleintierbildgebung und Bildgebung der Haut, der Gefäße und der Zähne.

Das Projekt wurde vom BMBF im Rahmen der Fördermaßnahme VIP (Förderkennzeichen 03V0202) gefördert. Die Entwicklung des Gasfluss-Sputterns dicker PZT-Schichten und deren Strukturierung wurden von den Projektpartnern Fraunhofer IST und Fraunhofer ISIT durchgeführt.

### Ansprechpartner

Dr. Frank Tiefensee

Telefon: +49 (0) 6894/980-270

frank.tiefensee@ibmt.fraunhofer.de

*1 Erste Ultraschallforschungsplattform mit 128 Kanälen und jeweils 480 MHz Digitalisierung.*

*2 REM Aufnahme eines 56,3 MHz-Ultraschallarrays.*