

Entwicklung und Erprobung direktgedruckter hochfrequenter Ultraschallwandler-Arrays für die Medizintechnik und die zerstörungsfreie Prüfung

Laufzeit: 01.08.2018 - 31.01.2021
Vorhaben-Nr.: 20099 N

Gefördert durch:

Forschungsvereinigung:

Forschungsgemeinschaft der Deutschen Keramischen Gesellschaft e.V. - FDKG
Bergerstraße 145 a Tel.: +49 2203 989877-0
D-51145 Köln E-Mail: info@dkg.de
www.fdkg.de



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Forschungseinrichtung

Fraunhofer-Gesellschaft e.V. Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS)

Vorhabenbeschreibung:

Ziel ist die Entwicklung eines effektiven Verfahrens zur vollständig drucktechnischen Herstellung feinskali- strukturierter Ultraschallwandler-Arrays für Frequenzen > 40 MHz mit großer Bandbreite, Empfindlichkeit, Signal-Rausch-Abstand und geringer Dämpfung. Dies stellt einen völlig neuen Technologieansatz zur Fertigung hochauflösender Ultraschallwandler dar.

Es werden Methoden der Dickschichttechnik wie Sieb- und Schablonendruck, Dispensen und Aerosoldruck eingesetzt und hinsichtlich ihrer Strukturfeinheit weiterentwickelt. Hierfür ist die Darstellung piezokeramischer Pasten, Schlicker und Tinten sowie die Entwicklung der Technologie und der Prozessparameter notwendig. Im Ergebnis liegen hochfrequente Phased-Array Ultraschallwandler vor, die vollständig druckbasiert aufgebaut sind. Die avisierten Strukturmaße der Arraystrukturen werden gegenüber herkömmlichen Fertigungsverfahren signifikant reduziert. Damit wird erstmalig eine kostengünstige Technologie für hochfrequente Ultraschallwandler angeboten.

Aktuelle Analysen prognostizieren im Frequenzbereich > 20 MHz einen stark wachsenden Markt der Ultraschalltechnik. Primär sind die Ergebnisse durch Anbieter von Ultraschallprüfköpfen für Medizin und zerstörungsfreie Prüfung zu vermarkten. Diese sind in der Regel KMU. Darüber hinaus bietet sich Verwertungspotenzial entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Ultraschalltechnik, besonders für Entwickler, Hersteller und Anbieter von keramischen Werkstoffen und Komponenten, medizintechnischem Gerätebau, zerstörungsfreier Prüftechnik, ultraschallbasierter Sensorik und Aktorik.

Die erfolgreiche Bearbeitung des Vorhabens bringt einen deutlichen Innovationsschub in die Branche der US-Analytik. Diese Branche erlebt zurzeit, insbesondere getrieben von Anwendungen in der Medizintechnik, ein extrem hohes Wachstum. KMU profitieren als potenzielle Hersteller von US-Arrays oder als Anbieter von Dienstleistungen.

Die im Projekt eingesetzten Druckverfahren sind prinzipiell verfügbar. In der Phase der Überleitung in Produkte kann das IKTS unterstützen und Pasten, Tinten und die Fabrikation von Mustern anbieten. Die Umsetzung in die kommerzielle Fertigung kann in ca. 2-3 Jahren erfolgen. Das wirtschaftliche Risiko wird durch die Möglichkeit verringert, auch Teilergebnisse aussichtsreich zu verwerten.

Ergebniszusammenfassung:

Im Projekt wurden verschiedene drucktechnische Verfahren zur Fertigung piezokeramischer

Phased-Array-Wandler entwickelt. Das Aerosoljet-Verfahren ermöglicht den düsenbasierten Druck von Linienarrays mit Linienbreiten von 25 μm bei Linienhöhen von 4 μm und Linienbreiten von 35 μm bei Linienhöhen von 20 μm . Der kleinste druckbare Mittenabstand der Linien (Pitch) beträgt 50 μm . Dafür wurden Tinten auf Basis des piezokeramischen Materials Bleizirkonattitanat (PZT) entwickelt.

Sehr gute piezoelektrische Eigenschaften konnten mit PZT-Dickschichten, welche über Siebdruck aufgebracht wurden, erzielt werden. Dabei erfolgte die Strukturierung der Phased-Arrays über die Elektroden. Im Verlauf des Projektes wurden Linien- und Ringarrays mit unterschiedlichen Elektrodenbreiten und -abständen gedruckt und bewertet. Als Resultat können Elektrodenbreiten von 70 μm und -abstände von 50 μm (120 μm Pitch) fehlerfrei über Siebdruckverfahren erzielt werden. Für den Aufbau der Demonstratoren wurden Substrate mit unterschiedlichen Dämpfungseigenschaften mit einer Abfolge von strukturierter Grundelektrode, flächiger PZT-Dickschicht und flächiger Deckelektrode bedruckt.

Die Untersuchungen zum Dämpfungsverhalten verschiedener Substrate ergaben, dass Al_2O_3 -Substrate mit 20 % Porosität und einer mittleren Porengröße von 10 μm die in sie eingeleiteten Schallwellen dämpfen und daher wiederholte Schallsignale reduzieren können. Eine nahezu vollständige Unterdrückung der Echos war durch den Aufbau von ZrO_2 -Multilayersubstraten mit innerer Lochstruktur möglich. Beide Substratvarianten eignen sich damit für den Aufbau von delayline-freien Phased-Arrays.

Der kompakte Aufbau der Wandler entspricht dem Trend nach Miniaturisierung, Preisreduzierung und elektronischer Verdichtung. Das prädestiniert diese Wandler für den Einsatz in portablen und ultra-portablen Geräten für Laptop- oder Smartphone-basierte Anwendungen und befördert eine Verbreitung der Ultraschalltechnik über das bisherige Maß hinaus.

Weitere Informationen zum Projekt erhalten Sie bei der AiF-Forschungsvereinigung:
Forschungsgemeinschaft der Deutschen Keramischen Gesellschaft e.V. - FDKG