

- 1 128-Kanal-CMUT-Chip.
- 2 Aufbau für einen Immersionsversuch zur CMUT-Charakterisierung.

KAPAZITIVE MIKROMECHANISCHE ULTRASCHALLWANDLER (CMUT)

Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS

Maria-Reiche-Str. 2
01109 Dresden

Ansprechpartner

Dr. Michael Scholles
Telefon +49 351 8823-201
michael.scholles@ipms.fraunhofer.de

Jörg Amelung
Telefon +49 351 8823-339
joerg.amelung@ipms.fraunhofer.de

www.ipms.fraunhofer.de

Einleitung

Kapazitive mikromechanische Ultraschallwandler (Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers, CMUTs) sind mikromechanische Strukturen, die zur Erzeugung und zum Empfang akustischer Signale im Ultraschallbereich eingesetzt werden können. CMUTs ermöglichen die Realisierung von hochqualitativen und miniaturisierten Ultraschallsendern bzw. Empfängern. Neben der Miniaturisierung ist insbesondere die Integration auf einem CMOS-Schaltkreis eine hervorragende Eigenschaft der CMUTs. Überdies ist auf CMUTs selbst bei hohen Temperaturen Verlass – Bedingungen, mit denen herkömmliche Ultraschallwandler weniger gut zurechtkommen.

Das Fraunhofer IPMS verfügt über ein Fertigungsverfahren für Pilotprodukte und kleine Serien, mit denen neue kundenspezifische Sensoren entwickelt werden können (Abb. 1).

Funktionsprinzip

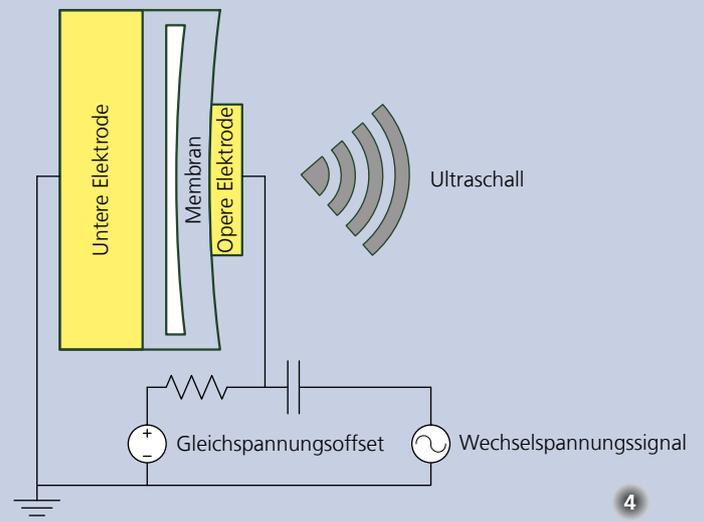
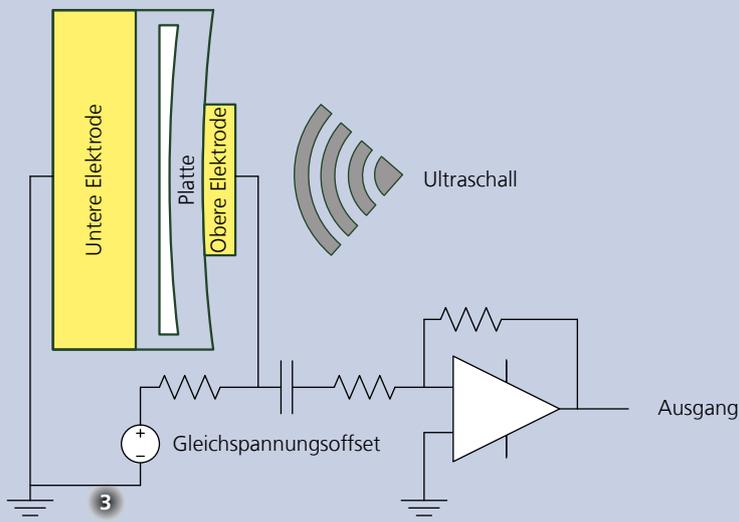
CMUTs sind vom Grundaufbau her MEMS-Strukturen, die aus zwei gegenüberliegenden Elektroden bestehen. Eine der Elektroden ist starr, die andere beweglich. Zwischen den beiden Elektroden befinden sich eine Isolierschicht und ein bei Vakuum verschlossener Zwischenraum. CMUTs können sowohl senden als auch empfangen, indem sie durch Verschiebung der beweglichen Elektrode elektrische in akustische Energie umwandeln oder umgekehrt.



Qualitätsmanagement

ISO 9001

www.dekra.org/de



Beim CMUT als Schallsender wird zwischen ihnen ein elektrisches Potenzial aufgebaut, sodass die elektrostatische Kraft die bewegliche Elektrode zur starren hin ablenkt (Abb. 2). Durch diese Bewegung wird eine Schallwelle erzeugt. Auf umgekehrte Weise können CMUTs auch als Empfänger fungieren (Abb. 3), wenn ein akustisches Eingangssignal auf die bewegliche Elektrode einwirkt. Dies löst eine Bewegung der Elektroden aus, wodurch wiederum zwischen den beiden Elektroden ein Strom fließt. Dieser elektrische Strom kann gemessen und z. B. digital zu einem Bild für weitere Analysen verarbeitet werden.

CMUTs benötigen keine toxischen Materialien (ROHS II konform), haben eine große Bandbreite in der Resonanzfrequenz und bieten insbesondere für den Einsatz in Flüssigkeiten eine optimale akustische Impedanz.

Herstellung

Am Fraunhofer IPMS wird ein einmaliges Herstellungsverfahren für CMUTs verwendet, dieses ermöglicht es CMUTs als sogenanntes Back-End-of-Line (BeoL) Prozessmodul herzustellen. Hierbei werden insbesondere amorphe Metalle für die CMUT-Platten verwandt, was eine hohe Langzeitstabilität und Reproduzierbarkeit der Elemente ermöglicht. Weiterhin lässt sich das CMUT-Modul auf Standard-CMOS-Prozessen integrieren, ein Alleinstellungsmerkmal dieser Technologie. Innerhalb des Reinraums des Instituts lassen sich somit hochintegrierte CMUTs auf 200 mm Wafern entwickeln und in Pilotherstellung fertigen.

Die Anforderungen bezüglich Frequenz, Spannung, Empfindlichkeit usw. hängen vom endgültigen Anwendungszweck ab und sind variabel wählbar.

Neben Einzelementen für die Distanzmessung oder akustische Spektroskopie sind auch insbesondere 1D- bzw. 2D-Arrays realisierbar.

Technische Daten

- Frequenzbereich: 1 – 50 MHz
- Normierte Bandbreite: > 100 % der Resonanzfrequenz (in Wasser)
- Array-Typen: 1D, 2D, Ringform, Rechteckform und Kombinationen davon
- Anzahl der Elemente je Array: 2 – 128 (falls nötig auch mehr)
- Maße der Array-Elemente: einige Hundert Mikrometer bis einige Millimeter
- CMUT-Form: rund

Anwendungen

- Akustische Spektroskopie
- Medizinische bildgebende Verfahren
- Therapeutische Anwendungen (HIFU)
- Nahdistanzmessung
- Materialprüfung
- Ultraschallmikroskopie