



EINZELFASERWANDLER FÜR DIE 3D-ULTRASCHALL-COMPUTERTOMOGRAPHIE (USCT)

Dr. Sylvia Gebhardt, Dr. Kai Hohlfeld, Dr. Holger Neubert

Bildgebung zur Brustkrebsfrüherkennung

Die 3D-Ultraschallcomputertomographie (USCT) ist ein sonografisches Schichtbildverfahren. Vor allem in der Früherkennung von Mammakarzinomen wird ihm großes Anwendungspotenzial zugemessen. Gegenüber Röntgen-Mammographie, konventioneller Ultraschalluntersuchung und Magnetresonanztomographie (MRT) besteht die USCT durch hohe Sensitivität und Spezifität bei moderaten Kosten und ohne Strahlungsexposition der Patienten. Der Systemaufbau ist komplex. Auf dem Rand des halbellipsoiden Untersuchungsgebiets wird eine große Anzahl von Ultraschallwandlern gleichmäßig, in einem sich wiederholenden Muster verteilt angeordnet. Diese müssen das Gebiet möglichst homogen durchschallen bzw. aus ihm breitbandige Signale mit gleicher, hoher Empfindlichkeit aus unterschiedlichen Richtungen empfangen können. Dies verlangt Wandler mit großen Öffnungswinkeln und Bandbreiten sowie kleine Eigenschaftsstreuungen der Wandler untereinander. Konventionelle Technologien für Ultraschallwandler geraten bei diesen Anforderungen an ihre Grenzen.

Ultraschallwandler aus piezokeramischen Fasern

Am Fraunhofer IKTS wurde eine Technologie für Ultraschallwandler entwickelt, die diese besonderen Anforderungen berücksichtigt. Die darauf basierenden Ultraschallwandler wurden im 3D-USCT-System des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) praktisch getestet. Die Grundlage bilden piezokeramische Fasern von kreisrundem Querschnitt. Sie werden aus einem keramischen Schlicker quasi endlos durch eine Düse in ein Fällbad gesponnen, gleich abgelängt, getrocknet und anschließend

gesintert. Die gesinterten Fasern werden in einem genau definierten Muster parallel angeordnet und mit Epoxidharz vergossen. Der so entstandene Block wird in gleich dicke Scheiben geschnitten. Jedes piezokeramische Faserelement in den Scheiben bildet nach weiterer Prozessierung einen einzelnen adressierbaren Ultraschallwandler, daher der Begriff Einzelfaserwandler. Das Vermeiden einer periodischen Nahordnung der Fasern in der Scheibe verbessert das Signal-Rausch-Verhältnis in den erzeugten Bildern. Die Dicke der Scheiben wird entsprechend der gewünschten Arbeitsfrequenz gewählt.

Messungen der Einzelfaserwandler zeigen Öffnungswinkel von 50° und damit eine Vergrößerung auf fast das Anderthalbfache gegenüber konventionell nach dem Dice-and-Fill-Verfahren gefertigten Wandlern. Für das USCT-System des KIT wurden Wandler mit einer Arbeitsfrequenz von 2 MHz ausgelegt unter Verwendung von Fasern mit einem Durchmesser von $460 \mu\text{m}$.

Die beschriebene Technologie ist über einen großen Geometrie- und damit Frequenzbereich flexibel anwendbar. Damit ist sie nicht auf medizinische USCT-Applikationen beschränkt, sondern überall dort anwendbar, wo eine Vielzahl gleichartiger Ultraschallwandler in regulären Anordnungen benötigt wird.

1 3D-Ultraschall-Tomographie zur Brustkrebsvorsorge (Quelle: KIT).

2 Einzelfaserwandler in Polymermatrix mit gesputterten Elektroden.

