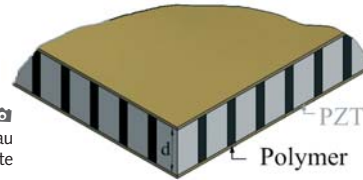


Kontakt:
 Fraunhofer-Institut
 für Zerstörungsfreie Prüfverfahren
 Institutsteil Dresden
 Maria-Reiche-Straße 2
 01109 Dresden
 Dipl.-Ing. Susan Walter
 Dr.-Ing. Henning Heuer
 Tel.: +49-351-26482-21
 Fax: +49-351-88815-509
 E-Mail: susan.walter@izfp-d.fraunhofer.de
 http://www.izfp-d.fraunhofer.de

Moderne Ultraschallprüfköpfe müssen immer bessere Auflösungen und damit auch höhere Frequenzen bei hoher Signalstärke und -qualität erreichen. Aus diesem Grund entwickelt das Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren in Dresden (IZFP-D) nicht nur anwendungsorientierte Prüfköpfe, sondern stellt auch eigene Sensormaterialien her. Piezoelektrische 1-3-Komposite sind durch ihre in weiten Bereichen einstellbaren elektro-mechanischen und akustischen Eigenschaften eine optimale Grundlage für hoch effektive Sensoren, die auf verschiedenste Prüfobjekte angepasst werden können.

Schematischer Aufbau piezoelektrischer 1-3-Komposite



> Piezoelektrische 1-3-Komposite Variable Sensormaterialien für Ultraschallsensoren bis 20 MHz

Seit Jahrzehnten hat sich die Ultraschallprüfung in der Medizin und in der Materialprüfung bewährt und gewinnt derzeit zunehmend an Bedeutung. Und das nicht nur bei der Prüfung auf Fehlstellen und Maßhaltigkeit sondern auch bei der Materialcharakterisierung. Die Bandbreite der Anwendungen steigt dadurch stark an und damit auch die individuellen Forderungen an die Sensorik. Der wichtigste Bestandteil von Ultraschallsensoren ist das aktive Sensormaterial, mit dem Ultraschallwellen gesendet und empfangen werden.

Piezoelektrische 1-3-Komposite bestehen aus Stäbchen piezoelektrischer Keramik, die sich senkrecht angeordnet in einer Polymermatrix befinden. Die Strukturgrößen des Kompositmaterials sind so ausgelegt, dass das Material wie ein homogen schwingendes Material betrachtet werden kann.

Durch die Kombination von piezoelektrischer Keramik und einem passiven Polymer ergeben sich gegenüber piezoelektrischer Vollkeramik viele Vorteile:

- Höhere elektroakustische Effektivität
- Niedrigere akustische Impedanz als PZT
- Geringere Querkopplungen
- Einstellbare akustische und dielektrische Eigenschaften
- Mechanische Flexibilität.

Die elektro-mechanischen und akustischen Eigenschaften dieses Sensormaterials werden insbesondere durch die Wahl der Ausgangsmaterialien und durch deren Volumenverhältnis bestimmt. Bei gleich bleibend hoher elektro-akustischer Effektivität kann man über eine Variation des Anteils an piezoelektrischer Keramik beispielsweise die akustische Impedanz und die Dielektrizitätskonstante über einen annähernd linearen Zusammenhang einstellen. Somit ergänzt sich die hohe Effektivität des Sensor-

materials selbst um eine optimale Anpassung dessen elektrischer Eigenschaften an die Elektronik und dessen akustischer Eigenschaften an das Prüfobjekt bzw. Lastmedium.

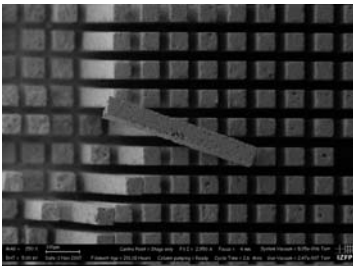
Die verschiedenen erhältlichen 1-3-Komposite unterscheiden sich hauptsächlich nach der Art ihrer Fertigung. So sind Komposite erhältlich, die auf keramischen Fasern oder keramischen Schlickergussteilen basieren, und so genannte „Dice-and-Fill“-Komposite. Zur Herstellung dieser Komposite wird eine bereits polarisierte PZT-Keramik in zwei Richtungen eingesägt, um die Stäbchenstruktur zu erhalten.

Das Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren in Dresden (IZFP-D) hat sich auf die Herstellung piezoelektrischer 1-3-Komposite mit dem Dice-and-Fill-Verfahren spezialisiert. Zwar ist dieses Verfahren zeitaufwändiger als die anderen möglichen Verfahren, aber es bietet höchste Flexibilität und es ist keine Herstellung spezieller Urformen oder Aufnahmen notwendig.

Derzeit können am IZFP-D piezoelektrische 1-3-Komposite für Resonanzfrequenzen von 2 MHz bis 20 MHz und folgenden Spezifikationen hergestellt werden:

- Akustische Impedanz von 8 MRayl bis 20 MRayl (1 MRayl=10⁶ kg/m²s)
- Effektiver elektromechanischer Koppelfaktor von 0,4 bis 0,7
- Relative Dielektrizitätskonstante von 300 bis 3000
- Volumenanteil PZT von 30 % bis 80 %
- Zulässige Fehlstellen < 1 %.

Um eine gute Reproduzierbarkeit zu gewährleisten, steht am IZFP-D auch moderne Ausstattung zur Charakterisierung zur Verfügung, wie z. B. ein d33-Meter nach dem Prinzip von Berlincourt, ein Impedanz-Analysator und Laservibrometrie. ■



REM-Aufnahme einer gesägten Stäbchenstruktur in PZT-Keramik