



KISTLER
measure. analyze. innovate.

Untersuchung von Eigenspannungen in massiven Einkristallen für piezoelektrische Sensoren mittels Neutronendiffraktion

Kistler ist Weltmarktführer in der dynamischen Messtechnik zur Erfassung von Druck, Kraft, Drehmoment und Beschleunigung. Als erfahrener Entwicklungspartner mit einer einzigartigen Sensortechnologie ermöglicht Kistler seinen Kunden, ihre Produkte und Prozesse zu optimieren und nachhaltige

Wettbewerbsvorteile zu schaffen. Rund 2.000 Mitarbeitende an über 60 Standorten weltweit entwickeln täglich neue Lösungen und bieten anwendungsspezifische Services vor Ort.

Bei Kistler wird das Herzstück der Sensoren aus piezoelektrischen Einkristallen gefertigt, die am Hauptsitz in Winterthur (CH) nach dem Czochralski-Verfahren bei Temperaturen bis 1400 °C gezüchtet werden. Die Züchtung eines Ø 55 x 150 mm Kristalls (1,5 bis 3 kg schwer) dauert in der Regel acht bis zehn Tage. Dabei stellt insbesondere die Abkühlphase eine grosse Herausforderung dar: Sie soll gewährleisten, dass möglichst wenig Eigenspannungen entstehen, damit der Kristall nicht schon während der Abkühlung oder zu einem späteren Zeitpunkt bei der Weiterverarbeitung zerspringt. Kistler hat den

Anspruch, nur hochqualitative Kristallelemente in seine Sensoren einzubauen, damit die Sensoren, welche bei hohen Temperaturen und unter hoher Last eingesetzt werden, einwandfrei funktionieren. Deshalb ist es zentral, dass möglichst spannungsfreie Kristallelemente für das Endprodukt verwendet werden. Die Bestimmung der Eigenspannungen in einem Kristall ist keine einfache Aufgabe, vor allem wenn der Kristall nur bedingt lichtdurchlässig ist. Auf der Suche nach einem geeigneten Verfahren hat Kistler ANAXAM um Ihre Expertise im Bereich der Messung von Eigenspannungen gebeten.



Die angewandte Materialanalytik von ANAXAM mittels Neutronendiffraktion hilft Kistler, die inneren Spannungen, die während des Wachstums und der Abkühlung ihrer Kristalle entstehen, besser zu verstehen. Die Untersuchung wird idealerweise an «as-grown» Kristallen durchgeführt, damit das Bild der Eigenspannungen dem effektiven Zustand des Kristalls nach der Abkühlung entspricht. Ein 3D-Mapping ermöglicht es, Zonen mit höheren Eigenspannungen nicht nur qualitativ zu erkennen, sondern auch quantitativ zu bewerten. Die Festlegung von Prozessparametern, kann jetzt effizienter durchgeführt werden, gestützt auf verlässliche Daten.

Kistler kann die von ANAXAM erzielten Ergebnisse direkt in die Optimierung des internen Prozesses übertragen und somit künftig den Ausschuss bei der Herstellung der Kristalle reduzieren. Die höhere Kristall-Qualität widerspiegelt sich auch in der Ausbeute in den weiteren Bearbeitungsschritten wie zum Beispiel bei der Wafer-Trennung oder beim Schleifen von kleinen Bauteilen. Letztendlich steigt die Qualität der produzierten Kristallelemente – eine Win-win-Situation für Kistler und seine Kunden.

Für dieses Kundenprojekt nutzte ANAXAM die POLDI Strahllinie am Paul Scherrer Institut.

“ Dank der Expertise von ANAXAM konnten wir zum ersten Mal ein 3D-Mapping der Eigenspannungen in unseren Kristallen erstellen, was eine Optimierung des Wachstumsprozesses auf wissenschaftlicher Basis ermöglicht.”

Dr. Roland Sommer, Leiter der Gruppe Piezoelektrische Technologie,
– Kistler Instrumente AG

“ Die Messungen wurden effizient und innerhalb der zur Verfügung stehenden Beamtime durchgeführt. Das Kistler Team konnte bei den Vorbereitungen und dem Messprozess vor Ort hautnah dabei sein und erhielt so auch einen spannenden Einblick in die Welt der Neutronenstreuung.”

Dr. Pirouz Sohi, Physiker, Piezoelektrische Sensortechnologie,
– Kistler Instrumente AG

<https://www.anaxam.ch/>