



KISTLER
measure. analyze. innovate.

Étude des contraintes résiduelles dans des monocristaux massifs pour capteurs piézoélectriques au moyen de la diffraction neutronique

Kistler est le leader mondial de la technique de mesure dynamique pour la détection de la pression, de la force, du couple et de l'accélération. En tant que partenaire de développement expérimenté disposant d'une technologie de capteurs unique, Kistler aide ses clients à optimiser leurs produits et processus

et à s'assurer des avantages concurrentiels durables. Près de 2000 collaborateurs répartis sur plus de 60 sites dans le monde entier développent chaque jour de nouvelles solutions et proposent des services dédiés aux applications sur place.

Chez Kistler, le cœur des capteurs est fabriqué à partir de monocristaux piézoélectriques que l'on fait pousser au siège de Winterthur (CH), selon le procédé Czochralski, à des températures pouvant atteindre 1400 °C. La croissance d'un cristal de Ø 55 x 150 mm (poids de 1,5 à 3 kg) dure en général huit à dix jours. La phase de refroidissement constitue, en particulier, un défi de taille: il faut veiller à ce que le cristal présente le moins de contraintes résiduelles possible, pour éviter qu'il n'éclate dès la phase de refroidissement ou lors d'un traitement ultérieur. Kistler a pour ambition de

n'intégrer dans ses capteurs que des éléments cristallins de haute qualité, qui fonctionnent parfaitement bien à haute température et sous forte charge. Il est donc essentiel que les éléments cristallins utilisés pour le produit final présentent le moins de contraintes possible. Les contraintes résiduelles dans un cristal sont difficiles à déterminer, surtout si le cristal n'est que partiellement transparent. À la recherche d'une méthode appropriée, Kistler a fait appel à l'expertise d'ANAXAM dans le domaine de la mesure des contraintes résiduelles.



L'analyse appliquée des matériaux d'ANAXAM par diffraction neutronique aide Kistler à mieux comprendre les contraintes internes apparaissant pendant la croissance et le refroidissement de ses cristaux. Idéalement, l'analyse est réalisée sur des cristaux «as-grown» pour que l'image des contraintes résiduelles corresponde à l'état effectif du cristal après refroidissement. Une cartographie 3D permet non seulement d'identifier qualitativement les zones présentant des contraintes résiduelles plus élevées, mais aussi de les évaluer quantitativement. La définition des paramètres de processus est désormais réalisée plus efficacement sur la base de données fiables.

Kistler peut directement transposer les résultats obtenus par ANAXAM dans l'optimisation du processus interne et réduire ainsi à l'avenir les rebuts issus de la fabrication des cristaux. La qualité supérieure des cristaux se reflète également dans le rendement des étapes de traitement ultérieures, par exemple le découpage en tranches ou le meulage de petits composants. Enfin, la qualité des éléments cristallins produits augmente – une situation gagnant-gagnant pour Kistler et ses clients.

ANAXAM a utilisé la ligne de faisceaux POLDI de l'Institut Paul Scherrer pour ce projet client.

“ **«Grâce à l'expertise d'ANAXAM, nous avons pu établir pour la première fois une cartographie 3D des contraintes résiduelles dans nos cristaux, ce qui permet d'optimiser le processus de croissance sur des bases scientifiques.»**

Roland Sommer, directeur du groupe Technologie piézoélectrique,
– Kistler Instrumente AG

“ Les mesures ont été effectuées de manière efficace et pendant le temps de faisceau disponible. «L'équipe Kistler a assisté de près aux préparatifs et au processus de mesure sur place et a ainsi eu un aperçu passionnant du monde de la diffusion neutronique.»

Pirouz Sohi, Physiker, physicien, technologie des capteurs piézoélectriques,
– *Kistler Instrumente AG*

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