

WDI AG: Robuste Frequenzquellen für anspruchsvolle Anwendungen

Erschütterungsresistente Quarze

Der Quarz als frequenzbestimmendes Element dominiert nach wie vor in vielen Applikationen. Steigen jedoch die Anforderungen an hohe Resistenz gegen Schock und Vibration, »kommen für die Fertigung Halbleiterprozesse zum Einsatz – auch die zunehmende Miniaturisierung bringt zusätzliche Vorteile«, versichert Gerd Reinhold, Produktmarketing FCP bei der WDI AG.



Gerd Reinhold, WDI

»Die aus der Halbleiterindustrie stammenden Prozesse ermöglichen ein präzises Bearbeiten von Quarzen in Abmessungen von weniger als 1 mm und mit einer Genauigkeit von wenigen Mikron.«

Historisch betrachtet, war der Quarzresonator stets eine der fragilsten Komponenten in einem elektronischen System. Dies ist nicht überraschend, weil der Resonator aus einem großen Quarzkristall bestand, der mit Metallklammern in ein Metallgehäuse montiert war – wie etwa die großen, runden Kristalle im AT-Schnitt, vor allem bekannt im HC49U-Gehäuse. Erschütterungen über 50 bis 100 g konnte diese Konstruktion kaum überstehen. Solche Kristalle waren zwar für große Tischinstru-

mente und ähnliche Geräte geeignet, nicht jedoch für Anwendungen in mobilen Geräten, bei denen starke Erschütterungen oder Vibrationen auftreten können. In solchen Fällen können die erreichten Beschleunigungen in einer Größenordnung von Tausenden g liegen. »Die klassische Konstruktion erweist sich somit als ungeeignet für diese Anwendungsgebiete«, sagt Reinhold.

Halbleitertechnologie bringt Fortschritte

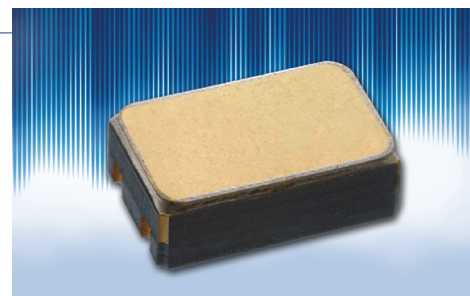
Der Anstoß, die Konstruktion von Quarzen und damit auch von Oszillatoren zu verändern, kam durch den kontinuierlichen Trend der Miniaturisierung in der Elektronik. Ein wichtiger Fortschritt in diesem Prozess fand 1970 statt, als es der US-amerikanischen Statek Corporation erstmals gelang, photolithografische und chemische Schleifprozesse bei der Herstellung von Quarzen einzusetzen. »Diese

ursprünglich aus der Halbleiterindustrie stammenden und entsprechend angepassten Prozesse ermöglichen ein präzises Bearbeiten von Quarzen in Abmessungen von weniger als 1 mm und mit einer Genauigkeit von wenigen Mikron«, erläutert der WDI-Manager. Ein weiterer wichtiger Schritt bei der Miniaturisierung war die Entwicklung des Keramikgehäuses zur festen Montage des Kristalls in einer stabilen Umhüllung. Diese Kombination der Fertigungs- und Konstruktionstechnik bildet heute den De-facto-Standard für Miniatur-Quarze.

Die Miniaturisierung des Quarzes hat überdies den Vorteil, die Widerstandsfähigkeit der Quarze gegen Erschütterung und Vibration »ganz erheblich zu steigern«. Wegen der kleinen Abmessungen hat der Resonator eine geringe Masse, und somit wirkt nur eine geringe Kraft auf ihn ein. Durch das verwendete stabile Befestigungsmaterial sitzt er fest an seinem Platz, so dass die durch die Beschleunigung entstandene Kraft nicht reicht, ihn aus seiner Position zu lösen. Dank seiner geringen Größe (kurzer Zuschnitt oder kurze Stimmgabelzinken) sind außerdem die Scherkräfte innerhalb des Resonators nur gering, weshalb die Quarze starke Erschütterungen überstehen können, ohne zu zerbrechen.

Ein weiterer Vorteil der Miniaturisierung besteht darin, dass die Frequenz der niedrigsten Biegeschwingung des Resonators in der Größenordnung von wenigen Kilohertz oder höher liegen kann. Dies hat mindestens zwei Vorteile: Einerseits kann bei Erschütterungen mit einer charakteristischen Zeit von etwa 1 ms oder mehr die Erschütterung als quasi-statischer Impuls behandelt werden – die Erschütterung kann zu jeder gegebenen Zeit annäherungsweise wie eine statische Beschleunigung betrachtet werden. Deshalb ist der Beschleunigungsaufbau »hinreichend langsam, so dass keine Biegeschwingungen des Quarzes hervorgerufen werden«, versichert Reinhold. Und weil andererseits diese Biegeschwingungen hohe Frequenzen haben, werden sie bei einer Vibration (die in typischen Anwendungen normalerweise nicht über 2 kHz liegt) nicht angeregt. Dies ist sowohl bei Anwendungen mit hoher Vibration als auch bei der Fertigung von Platinen wichtig, die mittels einer Oberfräse ausgeschnitten werden.

Beim aktuellen Herstellungs- und Konstruktionsverfahren ist der Quarzresonator »längst nicht mehr die typische fragile Komponente aus früheren Zeiten«, betont der WDI-Manager. Momentan offerieren zahlreiche Hersteller Quarze und Oszillatoren, die mechanische Erschütterungen von mehreren Tausend g problemlos überstehen können. Dennoch sind die üblichen



Eine Schockresistenz von bis zu 100.000 g weist Stateks Schwingquarz der CX4-Serie auf, der sich bis +225 °C einsetzen lässt.

Quarze und Oszillatoren »nicht geeignet für Anwendungen mit extremen Ansprüchen« wie etwa in der Projektilelektronik. Dort können die Erschütterungen in der Größenordnung von Zehntausenden g liegen. Um solche Anforderungen zu erfüllen, »muss der Resonator nicht nur ein Miniaturformat haben, sondern außerdem so montiert sein, dass auf ihn einwirkende Scherkräfte minimiert werden«. Bei extrem erschütterungsfesten Quarzen im AT-Schnitt wird eine Dreipunkt-Befestigung benutzt, bei der das nicht-elektrische Ende des Rohlings am Quarzgehäuse befestigt wird. Mit diesem Verfahren kann Statek Quarze herstellen, die Erschütterungen in einer Größenordnung von über 100.000 g standhalten. Mit derartigen Quarzen und unter Anwendung weiterer Konstruktions-techniken lassen sich Oszillatoren realisieren, die Erschütterungspegel dieser Größenordnung ebenfalls standhalten.

Hohe Erschütterungsbeständigkeit

Beim Entwurf eines Systems, das eine hohe Erschütterungsbeständigkeit aufweisen muss, ist es hilfreich, diese Vorgaben zu berücksichtigen:

- Quarze bzw. Oszillatoren in kleineren Gehäusen sind tendenziell robuster.
- Stimmgabelquarze (typischerweise 10 bis 600 kHz) sind robuster als Quarze mit Dehnungsschwingung (520 kHz bis 2,5 MHz), während Quarze mit AT-Schnitt (6 MHz und darüber) tendenziell die robustesten sind.
- Bei Stimmgabel- und Dehnungsschwingungs-Quarzen nimmt die Größe mit der Frequenz ab, und daher die Robustheit mit der Frequenz zu (bei Quarzen eines gegebenen Schwingungsmodus).
- Um maximale Robustheit zu erzielen, sollte eine Quarzfrequenz im Bereich von 13 MHz bis 50 MHz gewählt werden (16 MHz bis 32 MHz ist optimal). Unter 13 MHz sind Quarze tendenziell groß, über 50 MHz können insbesondere sog. »Inverted-Mesa-Designs« bruchgefährdet sein.
- Bei Erschütterungspegeln über ein paar Tausend g sind herkömmliche Quarze und Oszillatoren möglicherweise nicht geeignet. Hier

könnte ein für Anwendungen mit hohen Erschütterungspegeln konzipierter Quarz oder Oszillator erforderlich sein wie die CX4HG-Quarze oder HGXO-Oszillatoren von Staktek.

● Erfolgt die Erschütterung in einer einzigen Richtung, kann durch die richtige Auswahl der Quarz-/Oszillatorausrichtung die Robustheit des

Systems ganz erheblich verbessert werden.

● Last but not least sollten die Anforderungsspezifikationen im Datenblatt überprüft und der Hersteller nach seinen Erfahrungen im Bereich von erschütterungsbeständigen Geräten befragt werden.

Fazit: Quarzresonatoren und Oszillatoren werden seit Jahrzehnten

für die Frequenzsteuerung von elektronischen Systemen eingesetzt. Und durch ihre Miniaturisierung benötigen diese Komponenten nicht nur weniger Platinenplatz, »sondern sind auch deutlich robuster, weshalb sie die ideale Wahl für eine präzise Frequenzsteuerung bleiben werden«, prognostiziert Reinhold. (es) ■