

Wann sind MEMS-Oszillatoren eine Alternative zu Quarz-Oszillatoren?

»Beide Technologien haben ihre Existenzberechtigung«

Dass MEMS-Oszillatoren Zukunftspotenzial haben, glaubt zwar auch Christian Dunger, verantwortlich für das Produktmarketing bei dem auf Frequenzprodukte spezialisierten Distributor WDI. Als Ersatz für die etablierten Quarz-Produkte sieht er die MEMS-Technik aber in absehbarer Zukunft nicht. Nach Ansicht von Dunger haben beide Technologien ihre Existenzberechtigung. Ob ein MEMS-Taktgeber überhaupt in Frage kommt, entscheidet sich anhand der Anwendung und ihren Anforderungen.

Als Distributor für Frequenzprodukte hat WDI beide Technologien im Lieferprogramm, und nicht zuletzt deshalb ist ihm an einer objektiven Betrachtung gelegen: »Ich lese in den Medien immer wieder, dass der MEMS-Oszillator den Quarz-Oszillator ersetzen wird. So einfach ist das jedoch nicht«, stellt Dunger klar: Man müsse wissen, dass es technisch sehr differenzierte Anwendungsbereiche gibt, die alle unterschiedliche Ansprüche an die Leistungsfähigkeit eines Oszillators stellen, betont der Experte. »Überdies sollte man der Fairness halber auch erwähnen, dass die Hersteller der traditionellen quarzbasierten Produkte eine hohe Innovationsbereitschaft zeigen, insbesondere wenn es um die immer weiter

fortschreitende Miniaturisierung der Bauteile geht. Kampflös werden sie den gut strukturierten Markt nicht an den MEMS-Wettbewerb abgeben.«

Zwei Hauptakteure im MEMS-Frequenz-Markt

Die beiden Hauptakteure für MEMS-Oszillatoren sind derzeit das mit Bosch verbundene Unternehmen SiTime und die Firma Discera, die unter anderem durch Abracon vermarktet wird und die auch WDI im Programm führt. Beide Unternehmen verwenden im Detail unterschiedliche technische Konzepte: Bei SiTime kommt

ein MEMS-Resonator mit einer Ausgangsfrequenz von ca. 5,1 MHz zum Einsatz, der mit Hilfe einer Fractional-N-PLL die gewünschte Ausgangsfrequenz generiert. Die dazu benötigten Teilerhältnisse sind neben den benötigten Koeffizienten der Temperaturkompensation in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt. Discera hingegen verwendet unterschiedliche MEMS-Resonatoren je nach gewünschtem Bereich der Ausgangsfrequenz. So kommen z.B. im Bereich bis 10 MHz CC-Beam-Resonatoren zum Einsatz, im Bereich bis über 100 MHz FF-Beam-Resonatoren.

MEMS-Oszillatoren sind komplett aus Silizium aufgebaut (»All Silicium Technology«). Das heißt auf dem Silizium-Chip sind neben der Oszillatorstufe auch die Fractional-N-PLL und die Temperaturkompensation untergebracht. »Das erlaubt insbesondere bei Großserien eine extrem kostengünstige Produktion neben einer deutlichen Miniaturisierung der Bauform«, erläutert Dunger. Eben-

falls von Vorteil ist nach Ansicht von Dunger, dass für das MEMS-Produkt, anders als bei den herkömmlichen quarzbasierten Oszillatoren, nicht hermetisch dichte Gehäuse notwendig sind, sondern z.B. preisgünstige Kunststoffgehäuse verwendet werden können. »Besonders interessant ist auch die aufgrund der Konstruktion sehr gute Schock- und Vibrationsfestigkeit, was diese Technologie insbesondere unter rauen Bedingungen, typischerweise in der Automobilindustrie, durchaus attraktiv macht«, so der Experte. Negativ wirkt sich allerdings laut Dunger die digitale Kompensation des starken Temperaturgangs aus. »Das ist die Hauptursache dafür, dass das Ausgangssignal eine schlechtere Kurzzeitstabilität aufweist, und das wiederum verschlechtert natürlich auch das Phasenrauschen und den Jitter im Vergleich zu den Quarz-Oszillatoren.«

Dass die MEMS-Oszillatoren in einigen Teilbereichen – insbesondere bei einfachen Controller-



Wie funktionieren die MEMS-Oszillatoren?

Bei MEMS-Oszillatoren kommt anstelle eines Schwingquarzes ein mikromechanisch gefertigter Resonator aus Polysilizium zum Einsatz. Erstmals wurden in den 80er-Jahren mechanische Resonatoren mit MEMS-Technologie auf Siliziumwafern hergestellt, und man fand heraus, dass diese Resonatoren ähnliche Eigenschaften wie Resonatoren aus Quarz besitzen. Damals arbeiteten diese Resonatoren jedoch nur im kHz-Bereich und benötigten eine Biasspannung im zweistelligen Voltbereich. Ende der 1990er-Jahre begannen dann Forscher mit der genaueren Erkundung der MEMS-Resonatoren und konzentrierten sich auf das Design von Resonatorfrequenzen im MHz- und GHz-Bereich. Das führte schließlich zu beachtlichen Erfolgen insbeson-

dere mit Fokus auf dem Q-Faktor und für Frequenzstabilität und Herstellbarkeit von MEMS-Resonatoren. Zu diesem Zeitpunkt wurden MEMS-Resonatoren überwiegend an Universitäten in Kleinserien produziert – es war nun notwendig, Produktionsprozesse zu definieren, die eine Auslagerung in die Massenproduktion erlaubten. MEMS-Resonatoren werden nicht als Einzelbauelement – wie bei Schwingquarzen üblich – verkauft, sondern immer einschließlich einer besonderen Schaltung, da aufgrund der hohen Impedanz der MEMS-Resonatoren übliche Oszillatorschaltungen nicht funktionieren. Weil Silizium im Gegensatz zu Quarz keine piezoelektrischen Eigenschaften hat, bringt man die MEMS-Resonatoren durch eine Bias-Spannung

über Elektroden elektrostatisch zum Schwingen. Eine weitere Besonderheit ist die Temperaturkompensation über die ein MEMS-Oszillator verfügt, weil die verwendeten MEMS-Resonatoren ungünstigerweise einen sehr starken Temperaturgang der Frequenz mit bis zu -30 ppm/K aufweisen. Über einen typischen Arbeitstemperaturbereich von -40 bis $+85^{\circ}\text{C}$ bedeutet das eine Frequenzabweichung von über 3500 ppm. Daher muss man den Temperaturgang kompensieren, um in vergleichbare Größenordnungen mit herkömmlichen quarzbasierten Oszillatoren zu kommen. Mittlerweile lassen sich mit Hilfe von Kompensationsschaltungen Frequenzabweichungen von ± 20 ppm bei -40 bis $+85^{\circ}\text{C}$ in der Serienfertigung erzielen. (zÜ)



Christian Dunger, WDI

» Kampflös werden die Quarz-Hersteller den gut strukturierten Markt nicht an den MEMS-Wettbewerb abgeben. «

Applikationen der Industrie- und Consumerelektronik – weitere Marktanteile aufbauen werden, davon ist auch Dunger überzeugt: »In diesem Bereich sprechen wir üblicherweise über einen 50-ppm-Oszillator, bei dem es lediglich um ein kostengünstiges Controller-Clocksignal in gängigen Frequenzen geht.« In anspruchsvolleren Anwendungen, z.B. im Bereich der Daten- und Signalübertragung, in denen es auf eine gute Kurzzeitstabilität der Frequenz ankommt und

auf niedriges Phasenrauschen, kleinen Jitter und hohe spektrale Reinheit des Ausgangssignals, da spielt die MEMS-Technologie bisher keine große Rolle. Auch dürfe man keinesfalls unterschätzen, so Dunger, dass der Markt und seine Anwender über jahrzehntelange Erfahrungen mit quarzbasierten Produkten verfügen und fast alle Vor- und Nachteile dieser Produkttechnologie bekannt sind. »Für viele ist das Thema MEMS dagegen momentan noch eine techno-

logische Grauzone, auch wenn die Anbieter sich sehr bemühen, die neuen Produkte im besten Lichte erscheinen zu lassen«, erklärt Dunger.

Solange der MEMS-Oszillator primär über das Preisargument und die kurzfristige Verfügbarkeit alleine vermarktet wird und die Leistungsfähigkeit des MEMS-Oszillators in vielen Bereichen gerade mal die bei Standard-Quarzoszillatoren üblichen Spezifikationen erreicht hat, werden sich viele An-

wender weiterhin für die erprobte Technologie entscheiden. Denn welcher Entwickler trägt schon gerne das Risiko einer vermeintlichen Fehlentscheidung, wenn es keine wirklich relevanten technischen Argumente gibt, sondern primär nur ein vermeintlicher Preis- oder Verfügbarkeitsvorteil als Argument dient? »Hier wägen mit Sicherheit viele ab, ob es nur billig oder wirklich günstig ist, auf das MEMS-Produkt zu setzen«, gibt Dunger zu bedenken. (zü) ■