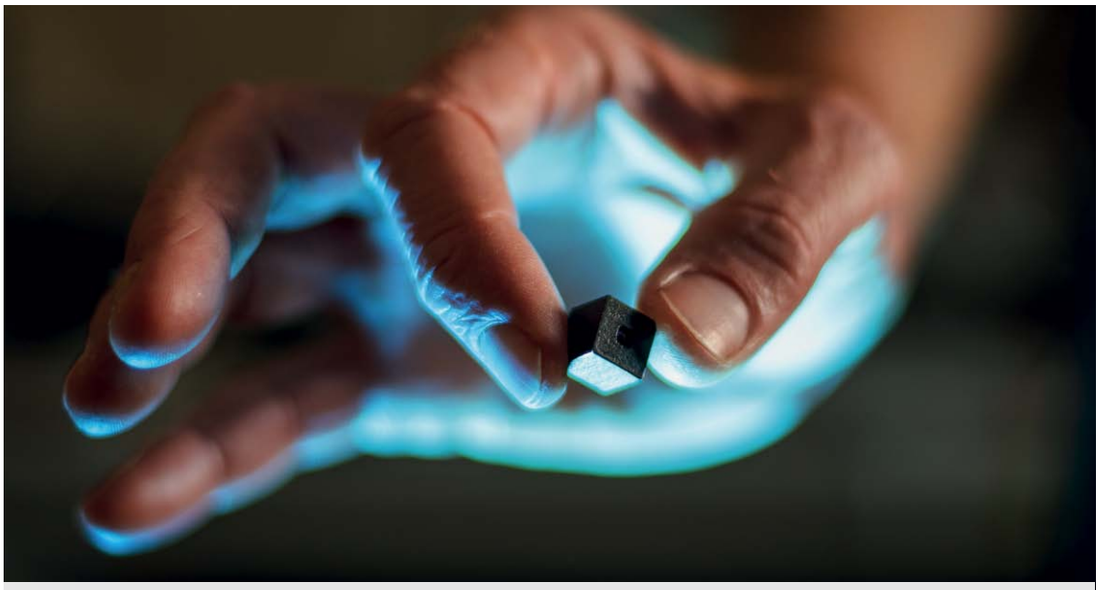
19/2025 16.5.2025
ISSN 0344-8843 € 6,–
www.markt-technik.de

Markt&Technik

DIE ZEITUNG FÜR ELEKTRONIK, KI UND INFORMATIONSTECHNIK

Bild: TriLite



Auf der Display Week in San Jose (11. bis 16. Mai) präsentiert TriLite die neueste Version des »Trixel 3 Cube«: Der Würfelprojektor misst nur noch 1 cm^3 – genau richtig für AR-Brillen. Die Würfelform des Laser-Beam-Scanners erleichtert zudem die Integration in das Brillendesign, insbesondere durch eine optimierte Platzierung von Scharnieren nahe an der Linse. Seite 6

AKTUELL
Rauscharm und verlustfrei: Strommessung für leistungskritische Systeme **Seite 8**

INTERVIEW DER WOCHE
mit **Ritu Favre, NI:** »Europa ist für uns ein Innovationsmotor« **Seite 10**

QUARZE/OSZILLATOREN/TAKTGEBER
Quarz versus TCXO-basiertes Design – wo liegt der »technische Break-even«? **Seite 12**

AUTOMOTIVE
Robotaxi-Dienste nehmen zu: Autonomes Fahren rückt wieder näher **Seite 24**

E-KOMPAKT
Stromversorgungen **Seite 28**

Bidirektionales GaN, die nächsten SiC-MOSFET-Generationen, SiC-JFET-Revival, ...

Neue Leistungshalbleiter-Trends

Strom mit nur einem Bauelement in beide Richtungen steuern zu können, das ist so etwas wie der Heilige Gral der Leistungselektronik. Auf der PCIM in Nürnberg wurde deutlich, dass das in Zukunft auch für Hochfrequenz- und Hochspannungsanwendungen möglich sein wird. Die Lösung dafür: bidirektionale GaN-Transistoren. »Im Low-Voltage-Bereich«, so Dr. Gerald Deboy, Fellow bei Infineon Technologies Austria, »gab es diese Bauelemente schon eine Weile, doch nun kommen entsprechende Schalter auch für Spannungen von 650 V und darüber auf den Markt.«

Dadurch, dass bidirektionale GaN-Transistoren den Stromfluss in beide Richtungen steuern können, also in der Lage sind, positive und negative Halbwellen direkt zu schalten, und dadurch ein Verzicht auf zusätzliche antiparallele Dioden oder extra FETs möglich ist, empfehlen sie sich für Anwendungen wie AC/DC-Wandler, Solid-State-Schalter oder bidirektionale Stromversorgungen. Der Einsatz bidirektionaler GaN-Leistungshalbleiter spart nicht nur Chipfläche auf dem Board, er reduziert auch die Leitverluste, da es nur eine geteilte Verarmungszone gibt.

Vor diesem Hintergrund können die Bauteile sowohl in netzgeführten Gleich- und Wechselrichtern für die Energieerzeugung und -speicherung, als auch für elektrische Antriebssysteme eingesetzt Seite 3

Software-definierte Fahrzeuge (SDV) und autonomes Fahren

Experten erwarten echte Fortschritte

Die Vision vom Auto, dessen Funktionalität sich wie vom Smartphone gewohnt einfach per Software-Apps definieren, erweitern und aktualisieren lässt, ist schon seit Längerem ein wichtiges Thema für die Automobilindustrie. Noch älter ist der Traum vom autonomen Fahren. Es soll nicht nur mehr Bequemlichkeit schenken, sondern auch mehr Sicherheit bis hin zur Vision Zero ohne jegliche Verkehrstote ermöglichen.

In beiden Fällen waren die Erwartungen bis jetzt deutlich höher als die erzielten Resultate – wenn auch aus unterschiedlichen Gründen. Ein eigener Schwerpunkt Automotive ab Seite 20 beleuchtet die Hintergründe für das bisherige Scheitern, er erläutert aber auch, warum Experten nun deutliche Fortschritte erwarten. Hans Adlkofer, Infineon, meint zum Beispiel: »Das automatisierte Fahren hin zum autonomen Fahren kommt. Schon heute ist freihändige Fahrassistenz bei Autobahnfahrten möglich, und vollautonome Parkpiloten sind hochgeschätzt.«
(ku) ■

DigiKey
Auf Tempo ausgelegt
Einzelheiten auf der Innenseite.

Gefälschte Quarzoszillatoren sicher erkennen

Auf Funktion und Originalität prüfen – aber richtig!

Quarzoszillatoren sind aufgrund der breiten Angebotspalette relativ leicht zu fälschende Bauteile. Die Originalitäts- und Funktionsprüfung richtig durchführen zu können, ist gerade für Quarzoszillatoren schwierig. Helfen können dabei entsprechend ausgestattete und qualifizierte Testhäuser.

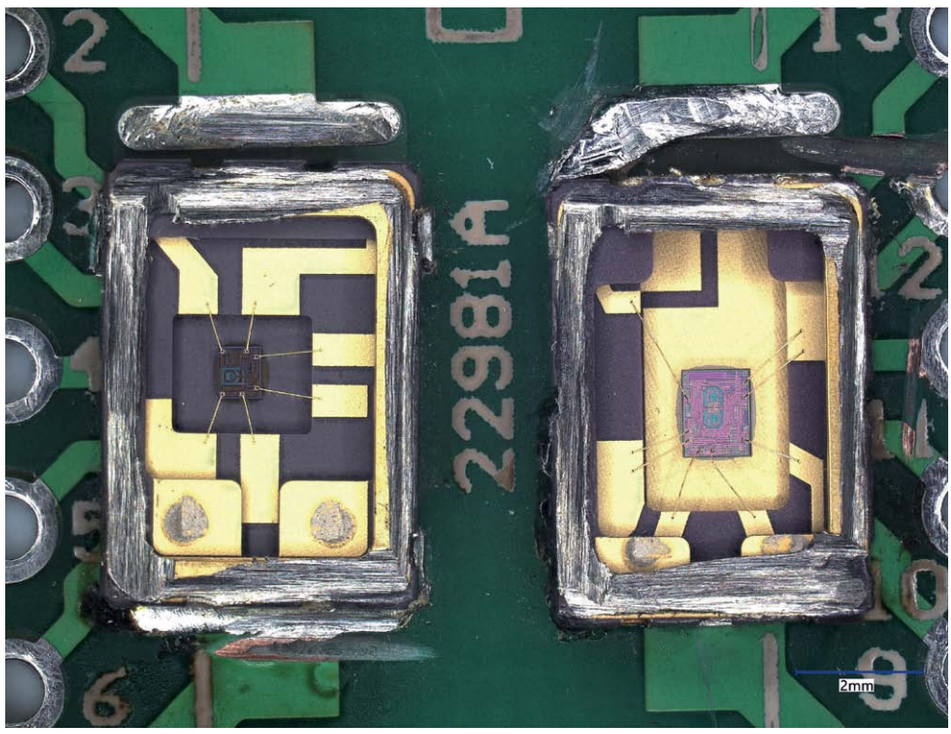
Robert Braun,
Chief Technical Officer, SafeLab

Die hauptsächlich ab dem Jahr 2020 eingetretene Phase einer ausgeprägten Bauteile-Allokation ist mittlerweile einer in vielen Bereichen stark reduzierten Nachfrage an elektronischen Bauteilen gewichen. Wurden noch vor einiger Zeit horrende Preise für dringend benötigte Bauteile bezahlt, ist heute eher das Gegenteil der Fall. Kunden sehen sich oft in der komfortablen Lage, von ihren Lieferanten hohe Rabatte einzufordern, da deren Geschäfte ohnehin eher schleppend laufen.

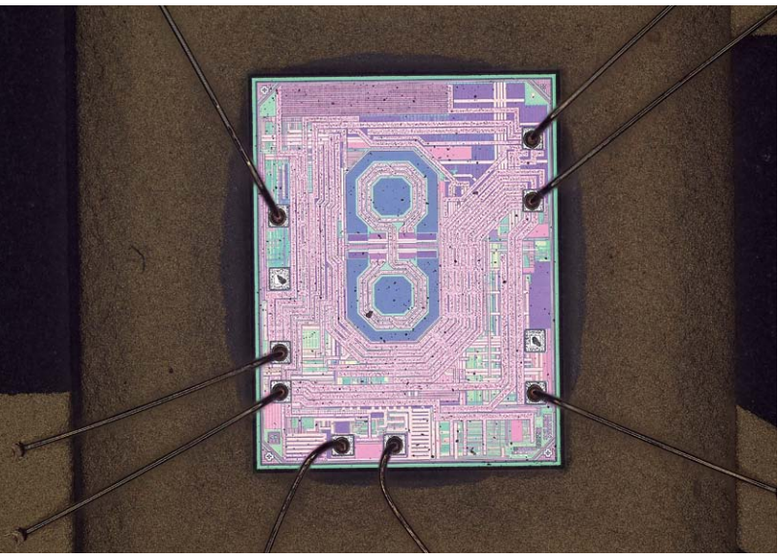
Diese Situation ruft allerdings wieder vermehrt organisierte Bauteilfälscher auf den Plan. Nutzten sie damals noch die schwere Beschaffbarkeit von Komponenten in der Allokationsphase aus, indem sie oftmals mit Plagiaten oder Ausschussware gegen teures Geld »aushalfen«, so tun sie heute das Gleiche; nur eben jetzt zum besonders günstigen Kurs.

Drei Prozent sind nicht original

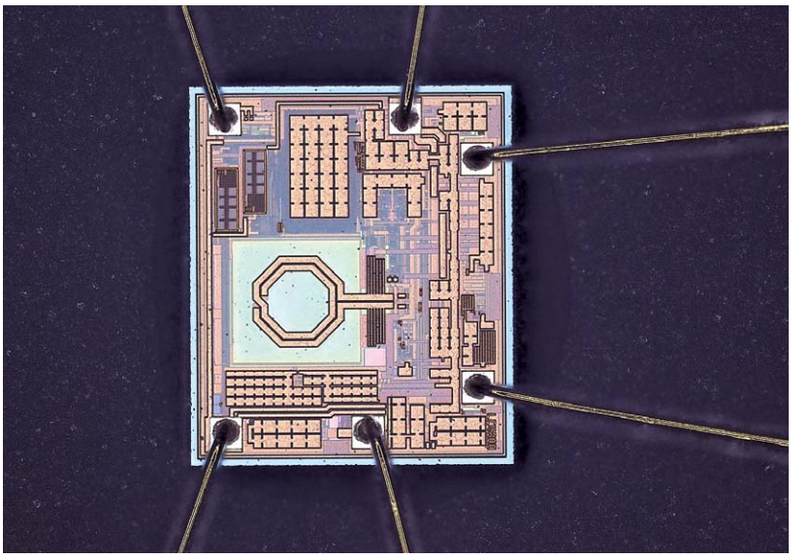
Bei solchen Sonderangeboten oder ansonsten obsoleten Bauteilen ist allerdings Vorsicht geboten. In Expertenkreisen wird davon ausgegangen, dass inzwischen bis zu drei Prozent der am Markt gehandelten Halbleiter keine Originalbauteile sind. Das ist heikel, da elek-



Blick in das Innere eines originalen und eines gefälschten Oszillators: Links das Plagiat, rechts das Originalbauteil. Die Quarzschwinger wurden entfernt, damit der Die inspiziert werden kann. Es handelt sich um komplett unterschiedliche Konstruktionen. (Bilder: SafeLab)



So sieht der Die des Originalbauteils aus …



… und so der Die des Plagiats.

tronische Baugruppen und Geräte schließlich stets aus einer Vielzahl an Einzelkomponenten bestehen. Deshalb ist anzunehmen, dass weltweit zwischen sieben und fünfzehn Prozent aller elektrischen Geräte mindestens ein gefälschtes Bauteil enthalten.

Je nach »Qualität« der Fälschungen hat man als Distributor oder Verarbeiter mal mehr und mal minder gute Chancen, nicht originale Bauteile selbst identifizieren zu können. In aller Regel enden die eigenen Möglichkeiten bei der gründlichen optischen Inspektion im Wareneingang. Klassische Halbleiter im Kunststoffgehäuse können zusätzlich noch mit einem Wischtest auf (zumindest schlicht gemachtes) Resurfacing oder Remarking überprüft werden. Das ist allerdings in Fälscherkreisen mittlerweile hinlänglich bekannt, sodass man diesen einfachen Testmethoden meist schon im Vorfeld entsprechend begegnet.

Ausschuss satt Originalware ist besonders tückisch

Und dann gibt es ja noch die Alternative, dass es sich bei den eingekauften Bauteilen zwar um neue Originalware handelt, die jedoch Herstellerausschuss ist und auf krummen Wegen den Weg auf den Markt fand. In diesem Fall kann man sogar noch von Glück reden, wenn die Teile regelrecht defekt sind und schon beim Funktionstest der fertigen Baugruppe ausfallen. Passiert das aufgrund von Fehlern im Herstellungsprozess aber erst später oder weisen die Bauteile Einschränkungen in Form von Toleranzüberschreitungen, Performance-Mängeln oder im Temperaturverhalten auf, ist der wirtschaftliche Schaden – je nach verarbeiteter Menge – oft immens.

Quarzoszillatoren – für Fälscher genau richtig

Für Quarzoszillatoren gibt es mittlerweile relativ viele Hersteller. Neben den bekannten Größen existieren etliche kleinere Fertigungsbetriebe, die zumeist auch kundenspezifisch produzieren. Einen Quarzoszillator herzustellen – oder eben nachzubauen – ist technisch betrachtet einfacher, als beispielsweise ein funktionierendes Plagiat eines komplexen Mikroprozessors herzustellen. Das macht man sich leider in steigendem Maße zunutze, wodurch sich mittlerweile auch in diesem Produktbereich ein florierender Markt für gefälschte Ware etabliert hat.

In die Hände spielt den Fälschern auch der technische Aufbau von Quarzoszillatoren: Der Quarzschwinger selbst benötigt nämlich ein hermetisch dichtes Gehäuse. Im Gegensatz zu den meisten Halbleiterbauteilen bestehen die Gehäuse von Quarzoszillatoren deshalb entweder komplett aus Metall oder aus einer Keramik-Metall-Kombination. Ein klassisches Decapping, also die chemische Bauteilöffnung zur mikroskopischen Inspektion des Dies, ist deshalb nicht möglich.

Eine Originalitätsprüfung im Vergleich zu einem Referenzmuster aus sicherer Quelle wird damit schwierig. Röntgen kann eine Lösung sein, aber eine gut gemachte Fälschung ist damit nicht immer zu erkennen, wenn die Geometrien und Größen der internen Komponenten exakt genug kopiert wurden. Außerdem lässt sich so nicht feststellen, ob das Bauteil überhaupt funktioniert, es der bestellten Frequenz entspricht und die elektrischen Werte die Spezifikationen gemäß Datenblatt erfüllen.

Das sind die Maßnahmen, mit deren Hilfe die Anwender die Oszillatoren auf Originalität und korrekte Funktion sicher überprüfen können:

Genaue Wareneingangskontrolle

Achten Sie auf verdächtige Details, beispielsweise unkenntlich gemachte Lotcodes auf der Umverpackung. Entsprechen Herstellerlogo und Schriftart exakt dem Original? Befindet sich die Ware in originalversiegelten Verpackungseinheiten? Kratz- oder Schleifspuren am Gehäuse sowie verbogene Pins können ein Hinweis auf umverpackte oder wiederaufgearbeitete Ware sein.

Optische Inspektion

Unter dem Lichtmikroskop lassen sich Auffälligkeiten wie neuverzinnte Pins oder Lötpads erkennen. Ebenso kann die Bauteilbeschriftung inspiziert werden. Auch hier ist auf die korrekte Schriftart und ein präzise abgebildetes Herstellerlogo zu achten. Fast alle Hersteller legen darauf speziellen Wert, Abweichungen sind so-

Messung der Frequenz mit Frequenzzähler (oben) und Funktionsgenerator

mit immer ein Verdachtsmoment. Das gilt umso mehr, wenn beispielsweise das Referenzmuster bedruckt ist, die Ware aber per Laser beschriftet wurde (und umgekehrt natürlich).

Abmessungen verifizieren

Vergleichen Sie die mechanischen Abmessungen mittels digitalen Messschiebers oder Messmikroskops genau mit den Angaben im Datenblatt. Fälschungen weisen oftmals kleinere Toleranzüberschreitungen nach oben oder unten auf. An Keramikgehäusen finden sich häufig seitliche Einbuchtungen, deren Anzahl, Position und Form müssen exakt der Maßzeichnung entsprechen. Selbst geringfügige Toleranzüberschreitungen sind stets ein ernst zu nehmendes Warnsignal.

Elektrische Funktionsprüfung

Quarzoszillatoren haben nur sehr geringe Frequenzabweichungen im Bereich von einigen ppm. Am Beispiel eines Oszillators mit der Nominalfrequenz von 16 MHz und einer Toleranz von +/- 50 ppm beträgt die zulässige Ausgangsfrequenz somit 15,999200 bis 16,000800 MHz. Hier wird schon anhand der Nachkommastellen schnell klar, dass eine Überprüfung mit der oft in Funktionsgeneratoren integrierten Frequenzzähler-Funktion kaum möglich ist. Dasselbe gilt noch viel mehr für eine Messung mit dem Digitaloszilloskop, dessen Messfunktion meist im Megahertzbereich nur zweistellig hinter dem Komma auflöst.

Geprüft werden kann hiermit lediglich grob, ob überhaupt die bestellte Version geliefert wurde, da zumindest Standardtypen ein gewisses Frequenzraster haben. Für eine aussagekräftige Messung benötigen Sie aber in jedem Fall einen speziellen Frequenzzähler mit ausreichend hoher Genauigkeit und Auflösung.

Sinnvoll ist zudem die Überprüfung weiterer elektrischer Parameter: Entspricht die Stromaufnahme der Spezifikation? Funktioniert das Bauteil zuverlässig innerhalb des spezifizierten Spannungsbereichs? Vergleichen Sie am Oszilloskop Signalform und Amplitude der Prüflinge mit denen des Referenzmusters und achten Sie auf Unterschiede.

Mechanische Bauteilöffnung und Mikroskopie

Ein guter Nachbau kann (zumindest im Neuzustand …) durchaus die elektrischen Spezifikationen erfüllen. Wie lange das aber so bleibt und ob auch andere Werte passen, die sich nicht so ohne weiteres mit bezahlbarem Aufwand überprüfen lassen, ist wieder eine ganz andere Frage.

Eine seriöse und belastbare Originalitäts- und Funktionsprüfung sollte deshalb immer beide Komponenten umfassen. Präziser als eine Röntgeninspektion ist die Bauteilöffnung. Dabei sind auch Farbunterschiede erkennbar, ebenso wie Herstellerlogos und Beschriftungen auf dem Die. Damit ist auf jeden Fall ausgeschlossen, dass Fälschungen übersehen werden, auch wenn sie sehr gut gemacht sind. Allerdings erfordert dies aufgrund der zunehmenden Miniaturisierung von Bauteilen spezielle Tools und ein entsprechend leistungsfähiges Digitalmikroskop. (ha) ■

Taktgeber für alle Fälle

Flexible Oszillatoren vereinfachen das Systemdesign

In der Praxis zählt nicht nur, wie präzise ein Taktgeber schwingt – sondern auch, wie zuverlässig er sich in Versorgungskonzepte mit unterschiedlichen Spannungsbereichen integrieren lässt.

Von Hendrik Nielsen,
Technical Sales Specialist FCP
bei WDI AG

Moderne Elektroniksysteme setzen längst nicht mehr auf eine einzige Spannungsebene: 1,8 V im Sensormodul, 3,3 V im Kommunikations-Stack, wechselnde Spannungen in Peripherie oder I/O. Quarzoszillatoren mit einem weiten Eingangsspannungsbereich eignen sich besonders gut für solche Umgebungen, da sie Versorgungsschwankungen überbrücken können und auch bei sinkender Spannung – beispielsweise im Batteriebetrieb – stabil weiterarbeiten.

Gerade bei Prototypen, Plattformdesigns oder batteriebetriebenen Systemen stellt sich schnell die Frage: Wie tolerant ist der gewählte Quarzoszillator gegenüber Versorgungsschwankungen? Und wie viele verschiedene Varianten müssen wirklich qualifiziert, beschafft und gelagert werden, um alle Spannungsszenarien abzudecken?

Die Antwort auf diese Herausforderungen liefern Quarzoszillatoren mit weitem Eingangsspannungsbereich – je nach Hersteller unter Namen wie »MultiVolt« oder »FlexiVolt« vermarktet. Anders als klassische Typen, die auf eine feste Betriebsspannung – zum Beispiel 3,3 V – angewiesen sind, unterstützen sie