

MEMS-OSZILLATOREN

Beschwingter Speicher



An Flash-Speicher für mobile Geräte werden nicht unerhebliche Anforderungen hinsichtlich Größe, Stromverbrauch, Stoßfestigkeit und Lebensdauer gestellt. Dies wirkt sich zwangsläufig auf die verwendeten Komponenten im Speicher-Subsystem aus, zum Beispiel auf den Taktgeber. Moderne MEMS-Oszillatoren eignen sich für Speicheranwendungen ziemlich gut.

SCOTT GRIFFITH,
NIELS HAGEN

Noch in den 1990er-Jahren wurde die Solid-State-Speichertechnik (SSS) ausschließlich für spezielle kleinformatige Speicheranwendungen verwendet, beispielsweise in Digitalkameras oder USB-Sticks. Da für diese Technologie die Kosten pro Gigabit immer weiter sinken, konkurriert SSS mittlerweile mit den traditionellen Festplattenlaufwerken (HDD) und verdrängt diese zunehmend im Bereich des Client- und Enterprise-Computing. In der Solid-State-Technik kommen nichtflüchtige Speicher als Speichermedien zum Einsatz, die im Gegensatz zu Festplattenlaufwerken keinerlei bewegliche Teile wie etwa Magnetscheiben aufweisen. Die Architektur von SSD-Geräten besteht aus einem eingebetteten Prozessor, der die Lese-, Schreib-, Lös-, Verschlüsselungs- und Fehlererkennungsoperationen für ein Netzwerk von Speicherblöcken steuert. Solche Speichereinheiten zeichnen sich durch schnellere

Zugriffszeiten, geringere Größe, niedrigeren Energieverbrauch, geringeren Kühlungsbedarf, höhere Stoß- und Erschütterungsfestigkeit sowie größere Zuverlässigkeit aus. In Solid-State-Laufwerken werden Lese- und Schreiboperationen mithilfe der NAND-Flash-Speichertechnik ausgeführt. Dabei ähnelt die Funktionsweise eines

rationen erheblich größere Speicherdichte erzielen lässt. Im NAND-Flash erfolgen die Lese- und Schreiboperationen blockweise bei einer typischen Blockgröße von 4 KBit (4096 Bit). Diese wichtige Messgröße für Solid-State-Speicher wird als P/E-Zyklus (Program/Erase) bezeichnet und dient zum Vergleich der Lebensdauer der

konfiguriert sein; beide Spezifikationen stehen im umgekehrten Verhältnis zueinander. Die typische Leistung einer SLC beträgt über 100 000 P/E-Zyklen, bei MLC mit Speicherung von zwei Zuständen je Speicherzelle (MLC-2) liegt sie bei über 3000 bis 10 000 P/E-Zyklen pro Speicherzelle. Als dritte Konfiguration sind mittlerweile auch sogenannte Enterprise-MLC (eMLC) verfügbar. Sie haben die gleiche Speicherdichte wie MLC-2, liegen dabei jedoch mit mehr als 20 000 bis 30 000 P/E-Zyklen pro Speicherzelle deutlich besser. Tabelle 1 stellt die Parameter für Solid-State-Speicher im kommerziellen und im industriellen Einsatz einander gegenüber. Die Solid State Storage Initiative (SSSI) benennt vier Hauptkonfigurationen beziehungsweise -anwendungen:

- Solid-State-Drives (SSD) sind in Form, Passung und Funktion als Drop-in-Ersatz für Designs bestehender Festplatten konfiguriert.
- Solid-State-Cards sind auf Leiterplatten untergebracht und

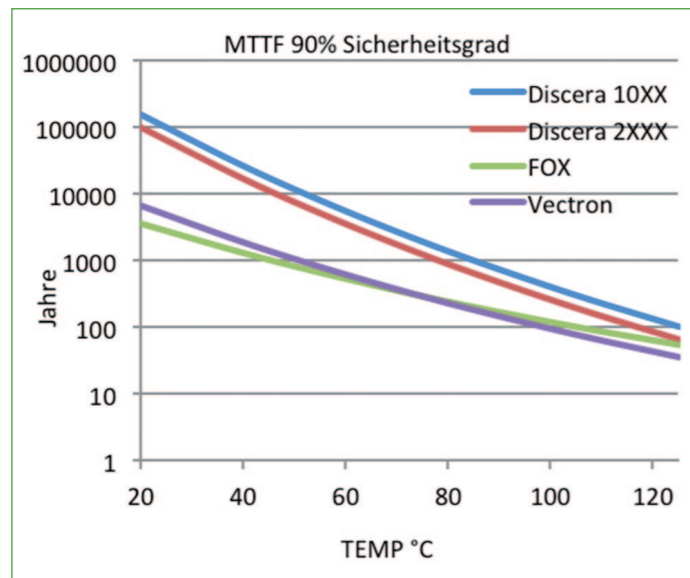


Bild 1: MTTF verschiedener Oszillatoren in Abhängigkeit von der Temperatur

NAND-Flash-Speichers der eines elektrisch lös- und programmierbaren Nur-Lese-Speichers, kurz EEPROM. Die wichtigste Komponente des NAND-Flash-Speichers ist der Floating-Gate-Transistor, da durch das Floating-Gate die Anforderungen an die Größe der Speicherzelle minimiert werden, sodass sich eine im Vergleich zu anderen Konfigu-

verschiedenen Speicherzellen. In den NAND-Flash-Konfigurationen werden sogenannte Single-Level-Cells (SLC) verwendet, die jeweils 1 Bit speichern, oder Multi-Level-Cells (MLC) mit 2 Bits, 3 Bits oder 4 Bits pro Speicherzelle. Dabei können Speicherzellen entweder auf maximale Speicherdichte oder auf einen optimierten P/E-Zyklus

SCOTT GRIFFITH

ist Director of Applications Engineering bei Discera,

NIELS HAGEN

arbeitet im Produktmarketing FCP bei WDI.

verwenden einen Standard-PCIe-Bus als Schnittstelle.

- Doppelreihige Speichermodule (DIMM oder SO-DIMM). Diese können Parallel-ATA-Bus-Schnittstellen (wie z.B. bei Compact-Flash-Speicherkarten) oder SATA-Bus-Schnittstellen (CFast-Speicherkarten) verwenden.
- Tragbare USB-Speichersticks. Die Klassifikation dieser Produkte orientiert sich an den Anforderungen der Nutzer.

Temperaturverhalten und MTBF

Da die SSS-Architektur ohne bewegliche Teile auskommt, entfallen die normalerweise für die Zwangskühlung verwendeten Lüfter. Bei SSS-Produkten kann auch ohne Zwangskühlung mit einer höheren Temperaturtoleranz gerechnet werden. MEMS-basierte Oszillatoren sind durch deren Architektur und Kompensations-PLL für solche Umgebungen besonders geeignet. Bei den MEMS-Produkten von Discera (Vertrieb: WDI) wird die Innentemperatur des MEMS-Resonators gemessen und durch die numerische Kompensation des PLL-Frequenzteilers eine

höher als bei Verwendung von MEMS-Oszillatoren. Die MTTF-Werte handelsüblicher Quarzoszillatoren liegen bei einer Betriebstemperatur von +85 °C bei etwa 1,6 Millionen bis 1,75 Millionen Stunden. Demgegenüber weisen die MEMS-Oszillatoren von Discera MTTF-Raten (Mean Time To Failure) von mehr als 5,6 Millionen Betriebsstunden bei +85 °C auf (Bild 1). Mechanische Erschütterungen wirken sich negativ auf die Leistung und die Ausfallhäufigkeit von Quarzoszillatoren aus. Die im Zusammenhang mit Erschütterungen entstehenden Beschleunigungen können zu einer kurzzeitigen Verschiebung der Resonanzfrequenz des Quarzes führen. Dabei kann eine längere Exposition von Quarz und Gehäuse zu einer dauerhaften Frequenzverschiebung führen. Stärkere Erschütterungen können im schlechtesten Fall den Quarz beschädigen beziehungsweise zerstören und dadurch Ausfälle verursachen. Im Gegensatz dazu sind MEMS-Oszillatoren aufgrund der sehr geringen Masse des verwendeten Resonators äußerst widerstandsfähig gegen mechanische Erschütterungen. So wiegt der in

Parameter	kommerzieller Einsatz	industrieller Einsatz
Betriebszeit	8 Stunden/Tag	24 Stunden/Tag
Stoßfestigkeit	350 g	1500 g
P/E-Zyklen	> 2000	> 40 000
MTBF	> 2 Mio. Stunden	> 2 Mio. Stunden

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Parameter für Solid-State-Speicher im kommerziellen und im industriellen Einsatz

konstante, kompensierte Frequenz über einen Betriebstemperaturbereich von -40 °C bis +85 °C erzielt, bei Bedarf sogar von -55 °C bis +125 °C. Darüber hinaus wird der Temperaturanstieg in Solid-State-Speichern durch den geringen Stromverbrauch der MEMS-Oszillatoren minimiert. Die Leistungsaufnahme von MEMS-basierten Oszillatoren kann je nach Konfiguration des Ausgangsformats von 200 mW bis zu 20 mW betragen. Neue Produkte mit einer Leistungsaufnahme von 2 mW sind seit Ende 2013 auf dem Markt.

Eine Spezifikation, die näherer Erläuterung bedarf, ist der MTBF-Wert (Mean Time Between Failures) von über 2 Millionen Stunden. Diese Spezifikation besagt nicht, dass eine einzelne Einheit zwischen zwei Ausfällen über 228 Jahre arbeitet, sondern ist nur eine statistische Angabe. Sie bezieht sich auf eine Grundgesamtheit von über 2 Millionen Einheiten, bei der in einer Betriebsstunde höchstens ein einziges Bauteil ausfällt. Betrachtet man beispielsweise nur den Taktgeber für eine SSD-Baugruppe, wird ein potenzielles Problem erkennbar: So ist beispielsweise die Ausfallrate (dargestellt als Erwartungswert für MTTF bzw. MTBF) bei Verwendung von herkömmlichen quarzbasierten Oszillatoren

den MEMS-Oszillatoren von Discera eingesetzte Resonator gerade einmal 7,2 ng (Nanogramm). Aufgrund dieser sehr geringen Masse zeigen die damit ausgerüsteten Oszillatoren in den Tests bei Stoßbeschleunigungen von 10 000 g eine Frequenzverschiebung von unter 2 ppm.

Mobile SSS-Produkte wie USB-Datensticks können ziemlich klein und kompakt sein. Mit abnehmender Größe von Resonator und Gehäuse werden Quarzoszillatoren jedoch immer teurer. In MEMS-Oszillatoren wird der weltweit kleinste Resonator eingesetzt, eine 450 µm x 450 µm große MEMS-Einheit auf einem kleinen CMOS-ASIC mit der dazugehörigen Elektronikinfrastruktur. MEMS-Oszillatoren von Discera sind in Kunststoffgehäusen mit Abmessungen von 2,5 mm x 2,0 mm oder in besonders kleinen CSP-Gehäusen mit 1,6 mm x 1,2 mm bis zu 1,0 mm x 1,0 mm verfügbar. Die kleineren Bauformen bedeuten bei MEMS-Produkten keine Einbußen in Bezug auf Zuverlässigkeit und Leistung, da für alle Bauformen der gleiche Die verwendet wird. (rh)

Discera/WDI
Tel: 0 41 03/18 00 0
www.wdi.ag

H4
449