

LANGLEBIGKEIT IST ENTSCHEIDEND

Gegenüber Harddisks bieten Flash-Speicher viele Vorteile. Nachteilig sind hingegen deren beschränkte Schreib- und Lesezyklen. Trotzdem eignen sie sich für Industrieanwendungen, die eine lange Lebensdauer voraussetzen. Wichtig ist nur zu wissen, wovon sie abhängt.

TEXT: Patrik Hellmüller, Syslogic BILD: Syslogic

Weltweit gibt es nur eine Handvoll Unternehmen, die Flash-Zellen für SSD-Speicher herstellen. Allein 40 Prozent der Weltproduktion fallen auf Toshiba, den Erfinder des NAND-Flash. Der größte Teil der Produktion wird von der Unterhaltungselektronik nachgefragt. Entsprechend hoch ist der Kostendruck. Um konkurrenzfähig zu bleiben, verkleinern die Flash-Hersteller die Zellen und erhöhen die Datendichte, genannt Die-Shrinking. Dadurch werden die Produktionskosten gesenkt. Durch die hohe Speicherdichte leiden aber Langlebigkeit und Zuverlässigkeit der Zellen. Frühzeitige Ausfälle oder Datenfehler sind die Folge. Entsprechend lohnt es sich bei anspruchsvollen Industrieanwendungen, in echte Industrial-Grade-Speicher zu investieren.

Lange Zeit waren SLC-Speicher (Single Level Cell) ein Garant für Langlebigkeit. Im Gegensatz zu den im Consumer-Bereich vorherrschenden MLC- und TLC-Speichern (Multi/Triple Level Cell) wird bei SLC-Speichern nur ein Bit pro Zelle gespeichert. Bei MLC-Speichern sind es deren zwei, bei TLC-Speichern sogar drei. Entsprechend werden die einzelnen Flash-Zellen von SLC-Speichern wesentlich weniger belastet, was sich positiv auf die Lebensdauer des Speichermediums auswirkt. Seit jedoch auch die Flash-Zellen für SLC-Speicher stetig kleiner werden, gibt es auch hier massive Unterschiede in Sachen Langlebigkeit. Um die Langzeitqualitäten von SSD-Speichern zu beurteilen, lohnt es sich, die Technologie von Flash-Speichern zu verstehen.

So funktionieren Flash-Speicher

Flash-Speicher funktionieren mittels eines Transistorkanals (Source-Drain) und zwei Gates, einem Control-Gate und einem Floating-Gate. Das Floating-Gate ist mittels einer Oxidschicht vom Control-Gate und Transistorkanal isoliert. Werden mittels Speicherspannung Elektronen durch die Oxidschicht hindurch in das Floating Gate gedrückt (Tunneleffekt), werden sie dort per-

manent gehalten, auch ohne Spannung. Zum Auslesen der Speicherzelle wird Spannung an den Transistor gelegt und der Strom, der zwischen Source und Drain fließt, gemessen. Ist das Floating Gate geladen, es befinden sich also viele Elektronen im Floating Gate, wird der Zustand Null ausgelesen – weil kein Strom zwischen Source und Drain fließt. Mittels Löschspannung können die Elektronen wieder freigesetzt werden. Befinden sich also wenig Elektronen im Floating-Gate, wird der Zustand Eins ausgelesen – weil Strom zwischen Source und Drain fließt.

SLC-Speicher kennen nur zwei Ladungszustände, fast keine oder sehr viele Elektronen im Floating Gate. Bei MLC-Speichern werden mit unterschiedlichen Spannungsniveaus vier verschiedene Ladungszustände pro Zelle gespeichert, das entspricht zwei Bits. Bei TLC-Speichern sind es sogar acht Ladungszustände, also drei Bits.

Grund der unterschiedlichen Lebensdauer

SLC-Flashzellen mit Abnutzungserscheinungen sind wesentlich länger auslesbar als entsprechende MLC- oder TLC-Zellen. Bei nur zwei Ladungszuständen fällt die Zuordnung leicht, selbst wenn der Ladungszustand nicht mehr so deutlich ausfällt wie bei einer neuwertigen Zelle. Bei vier, respektive acht Ladungszuständen ist die Zuordnung im Vergleich wesentlich schwieriger. Bereits kleine Abnutzungserscheinungen reichen und die Ladungszustände können nicht mehr zugeordnet werden. Entsprechend lassen SLC-Speicher eine vielfach höhere Anzahl an Schreib- und Lesezyklen pro Flash-Zelle zu als MLC- und TLC-Speicher.

Ein weiterer Faktor für die Lebensdauer von Flash-Speichern ist die Größe der NAND-Zellen. Der Abnutzung von Flash-Speichern liegt das Zersetzen der Oxidschicht zugrunde. Je größer die Chip-Fläche ist, desto mehr Platz bleibt für die NAND-



Flash-Zellen. Das ermöglicht eine dicke Oxidschicht, welche sich langsamer abnutzt als eine dünne. Entsprechend haben große NAND-Bausteine eine höhere Lebensdauer als kleine. Aktuell haben die größten erhältlichen SLC-NAND-Zellen noch eine Größe von 43 nm. Dabei handelt es sich um die langlebigsten Zellen auf dem Markt – aber auch um die teuersten. Neben den 43-nm-SLC-NAND bieten die Hersteller Zellen in den Größen 32, 24, 21 und 14 nm an. Zwischen der Lebensdauer der größten 43-nm-NAND und der kleinsten 14-nm-Zelle liegen Welten.

Lebensdauer von Flash-Speichern verlängern

Neben Typ und Größe der NAND-Flash-Zellen gibt es weitere Faktoren, welche die Lebensdauer beeinflussen. Dazu zählt Wear-Leveling, ein im Flash-Controller integriertes Feature. Dieses sorgt dafür, dass Flash-Zellen gleichmäßig abgenutzt werden, indem Schreibzugriffe gleichmäßig verteilt werden. Weil bereits die Abnutzung einzelner Flash-Zellen zu Datenfehlern führen kann, beeinflusst Wear-Leveling die Lebensdauer eines Speichers maßgeblich. Hersteller von industriellen Flash-Speichern integrieren in ihren Flash-Controllern eine Kombination aus statischem und dynamischem Wear-Leveling. Das heißt, dass einerseits Schreibzugriffe auf die am wenigsten abgenutzten Zellen verteilt werden. Andererseits sorgt das Wear-Leveling dafür, dass statische Daten, die nicht oder selten geändert werden, von Zeit zu Zeit verschoben werden. Dadurch wird sichergestellt, dass sämtliche Flash-Zellen am Wear-Leveling teilnehmen.

Mit intelligenten Wear-Leveling-Algorithmen wird die Lebensdauer von Flash-Speichern erhöht. Der Unterschied zwischen SLC-, MLC- und TLC-Speichern bleibt dabei bestehen. Syslogic als Hersteller von Embedded-Computern und HMI-Systemen setzt in seinen Geräten vorwiegend SLC-Flash-Speicher des taiwanesischen Herstellers Cactus Technologies ein. Diese bauen auf 43- oder 32-nm-NAND-Zellen von Toshiba auf, den größten noch erhältlichen NAND-Zellen. Entsprechend sind sie haltbarer und robuster als die meisten auf dem Markt erhältlichen

Flash-Speicher. Gerade bei hochkomplexen Industrieanlagen oder bei Fahrzeugen ist es ärgerlich, wenn ein Speicher Probleme verursacht. Hier lohnt sich die Investition in SLC-Speicher.

Bei preispffindlichen Anwendungen bietet Syslogic auf Wunsch die MLC-Speicher von Cactus an. Diese können den SLC-Varianten zwar nicht das Wasser reichen, gehören aber dank ausgeklügelter Firmware und hochwertigen Flash-Zellen zu den zuverlässigsten MLC-Speichern am Markt. Eine Möglichkeit, die Lebensdauer indirekt zu erhöhen, ist der Einsatz von Speichern mit großer Speicherkapazität. Dadurch sind eine hohe Zahl an Flash-Zellen am Wear Leveling beteiligt, was die Lebensdauer des Speichers indirekt verlängert.

Richtige Wahl der Flash-Speicher

Kurz zusammengefasst, lohnt es sich bei der Evaluation von Flash-Speichern, folgende drei Punkte zu klären:

- ▶ Verfügen Speicher über SLC-, MLC-, oder TLC-Zellen?
- ▶ Wie groß sind die verwendeten Flash-Zellen?
- ▶ Ist der Speicher-Anbieter im Industriemarkt verankert?

TLC-Speicher eignen sich in der Regel nicht für den Industrieinsatz. Die Entscheidung, SLC- oder MLC-Speicher, ist stark von der Anwendung abhängig. SLC-Speicher empfehlen sich, wenn die Lebensdauer sehr wichtig und die benötigte Speicherkapazität nicht allzu hoch ist. Sie kommen sie sehr lange ohne Wartung aus, müssen also nicht ersetzt werden. Gleichzeitig sind SLC-Speicher aber deutlich teurer als MLC-Speicher. Bei Anwendungen, die nicht ganz so hohe Anforderungen an die Lebensdauer stellen, können MLC-Speicher eine attraktive Alternative sein. Dabei lohnt es sich auf einen Hersteller mit Industrieerfahrung zurückzugreifen. Mit großen Speicherkapazitäten lässt sich die Lebensdauer von MLC-Speichern indirekt verlängern.

Weiter Informationen zu Syslogic finden Sie im Business-Profil auf Seite 71.