

USB 3.1 im Industrie-Einsatz



USB-Flash-Drives gehören zu den beliebtesten Formfaktoren für Wechseldatenträger – zunehmend auch im Embedded- und Industriebereich. Der Grund dafür ist schnell gefunden: Die zertifizierte Schnittstelle ist im Feld höchst kompatibel und zeichnet sich im Vergleich zu anderen Schnittstellen durch eine sehr robuste Verbindung aus. Was bietet in dieser Hinsicht »USB 3.1 SuperSpeed« Neues?

SUSAN HEIDRICH

Neben Zuverlässigkeit und Datenerhaltung rückt auch die Geschwindigkeit von Schreib- und Lesevorgängen ständig weiter in den Fokus. USB-2.0-Lösungen sind bei etwa 25 MByte/s limitiert, was nicht für alle Applikationen ausreicht. In-Car-Infotainment, Gaming oder Netzwerkkommunikation sind Beispiele für Märkte, die hohe Transferraten und sehr niedrige Zugriffszeiten beim Lesen erfordern. Weiterhin beeinflussen Zugriffsmuster die Lebenszeit der Flash-basierten Speichersysteme signifikant. Speziell USB-Massenware fällt in Anwendungen schnell aus, in denen kleine Einheiten unregelmäßig geschrieben oder gelesen werden. Applikationen in industriellen Anwendungen und basierend auf Embedded-Echtzeit-Betriebssystemen (RTOS) sind hier häufig betroffen.

Um die Anforderungen auch dieser Märkte zu bedienen, hat Hyperstone mit dem »U9« ein weiteres Produkt aus der NAND-Flash-Controller-Familie vorgestellt (Bild 1). Der Engpass von USB 2.0 war bisher eher die USB-Schnittstelle des Systems, weniger die Schnittstelle zum Flash. Mit dem U9-Controller mit zwei NAND-Flash-Kanälen und bis zu acht anschließbaren Flash-Bausteinen ist eine sequenzielle Schreibgeschwindigkeit bis zu 150 MByte/s und eine Lesegeschwindigkeit bis zu 200 MByte/s möglich. Der Controller profitiert von dem Flash-Management »hyReliability«, das ein essenzieller Bestandteil aller Controller des Unternehmens ist (Bild 2). Zusätzlich ermöglicht die aktuelle Firmware

»hyMap« viel höhere Geschwindigkeiten bei zufälligen, unregelmäßigen Schreibzugriffen und verlängert die Lebensdauer des Speichermediums. Darüber hinaus arbeitet Hyperstone an einem sogenannten API inklusive Bibliothek, das Produktentwickler in die Lage versetzen soll, bedeutende Alleinstellungsmerkmale durch individuelle Firmware Erweiterungen zu generieren. USB 3.1 Gen 1 ist die offizielle Bezeichnung dieser Schnittstelle, weitläufig bekannt ist sie jedoch als USB 3.0 (5 Gbit/s). Das aktuellste USB-Interface ermöglicht derzeit 10 Gbit/s und heißt offiziell USB 3.1 Gen 2.

Verschiedene NAND-Flash-Technologien (SLC, MLC, TLC, 3D NAND etc.) haben unter-

schiedliche physikalische Eigenschaften und Anforderungen bezüglich der Handhabung. Aus Kostengründen werden die verwendeten Prozesstechnologien immer kleiner, was zur Folge hat, dass sich die Datenerhaltung sowie die Langlebigkeit, gemessen in Schreib/Lesezyklen, erheblich verschlechtern. Die Zuverlässigkeit von sehr günstigen Produkten kommt daher unter Umständen schnell an ihre Grenzen. Gerade in anspruchsvollen Industriebereichen müssen Zuverlässigkeit und Power-Fail-Sicherheit gewährleistet sein, da Ausfälle erhebliche Kosten nach sich ziehen.

Power-Fail-Sicherheit muss in allen Systemen gewährleistet sein, die eine zuverlässige Datenspeicherung erfordern, aber von

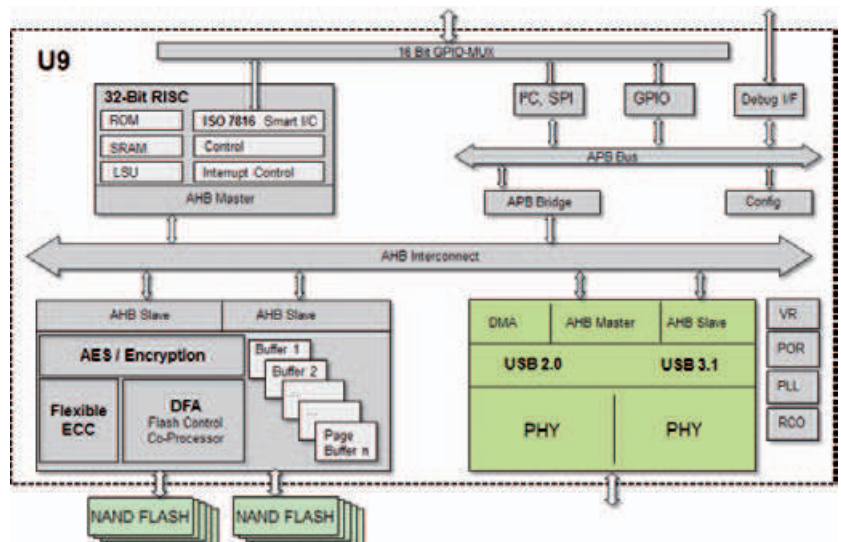


Bild 1: Blockschaltung des USB-3.1-Controllers »U9« von Hyperstone. Bilder 1 bis 3: Hyperstone

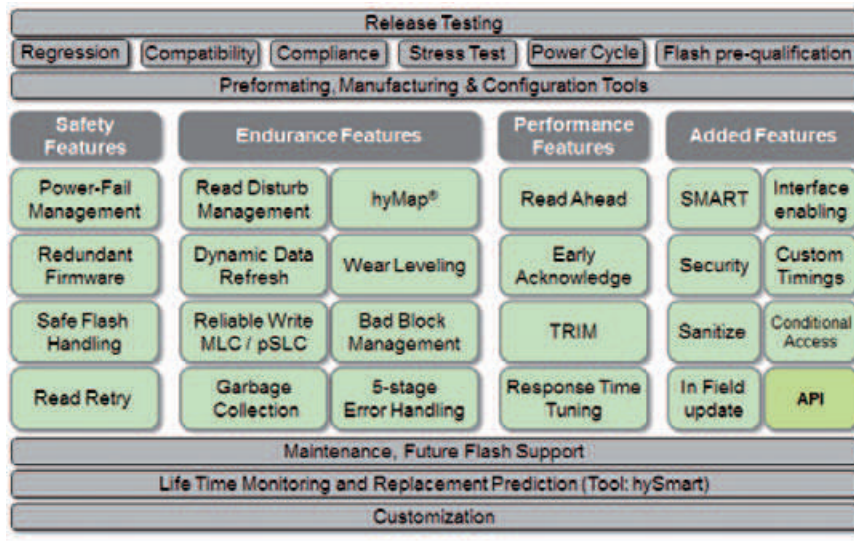


Bild 2: Aufbau der »hyReliability«-Firmware.

plötzlichen Stromausfällen im laufenden Betrieb betroffen sein können. Enthält das Speichermedium Programm- oder Konfigurationsdaten, kann ein Datenverlust oder gar ein Ausfall des Systems enorme Kosten verursachen.

Im Gegensatz zu den meisten SSD-Controllern, die vergleichbare Werte bezüglich Geschwindigkeit und Langlebigkeit erreichen, benötigen Controller von Hyperstone

keine externen Speicherkomponenten, um Mapping und FTL-Metadaten (Flash Translation Layer) zu sichern. Um externes DRAM zuverlässig gegen Stromausfall zu schützen, bedarf es zusätzlicher Stromquellen in Form von Batterien oder Supercaps, um Power-Fail-Sicherheit zu garantieren. Neben hohen Kosten, zeigen solche Lösungen langfristige Schwachstellen in Qualität, Abnutzung und Datenerhaltung.

Erweiterte Fehlerbehandlung

Abhängig vom Flash, muss der Controller eine bestimmte Anzahl von NAND-Flash-Fehlern korrigieren können. Hyperstones U9 korrigiert bis zu 96 Bit-Fehler pro 1 KByte Dateneinheit. Während eines Lesevorgangs kann der Baustein anhand der ECC-Informationen den Qualitätsverlust der gespeicherten Daten erkennen. Daraufhin korrigiert er falsche Daten und liefert korrekte Daten an den Host. Sobald ein vorher bestimmter Wert an zu korrigierenden Fehlern auftritt, wird der komplette Block neu geschrieben, ohne die Gesamtleistung des Speichersystems zu beeinträchtigen. Dieses sogenannte »Near-Miss ECC«-Feature ist standardmäßig im U9 enthalten.

Für das Auftreten von Bitfehlern gibt es die verschiedensten Gründe. Datenalterung und Fehler beim Programmieren der Daten (Program Disturb) sind allgemein bekannte Phänomene, aber auch häufige Lesevorgänge beeinträchtigen die Datenqualität. Um den Flash-Speicher vor sogenannten Read-Disturbs zu schützen, hat Hyperstone einen

32-Bit- Floating Point Mathematik und verbesserte Datenakquisition mit der Serie PIC32MZ EF

Hohe Geschwindigkeit und Leistungsfähigkeit für Anwendungen mit hoher Bandbreite



Eine doppeltgenaue FPU, eine dedizierte DSP-Pipeline und ein hochleistungsfähiger 12-Bit-ADC sorgen in Microchips 32-Bit-MCUs der Serie PIC32MZ EF für eine verbesserte Codedichte, geringere Latenz und eine schnellere Datenverarbeitung in rechenintensiven Anwendungen.

Die 48 Bausteine der Serie PIC32MZ EF bieten bis zu 2 MB Dual-Panel Flash und bis zu 512 KB RAM. Eine Live-Update-Funktion aktualisiert den Flash, während die CPU in Betrieb ist. Die Bausteine bieten umfangreiche Peripherie und mehr Datenanbindungsoptionen als jede andere PIC32 MCU. Dazu zählen 10/100 Ethernet MAC, Highspeed-USB mit PHY, Highspeed-SQI und duale CAN-Ports.

In der LCCG-Konfiguration kann die PIC32MZ-EF-Serie WQVGA-Displays ohne externe Grafik-Controller ansteuern und somit Kosten senken. Eine optionale Hardware-Verschlüsselungseingine mit Zufallszahlengenerator unterstützt die Datenverschlüsselung mit hohem Durchsatz, Entschlüsselung und Authentifizierung.



Parameter	eMMC4.5	SD 2.0/3.0	USB 2.0/3.1	CompactFlash/PATA	SATA
Speicherkapazität	16 – 125 GByte	1 – 64 GByte	8 – 128 GByte	128 MByte – 64 GByte	> 128 GByte
Flash-Technologie	MLC	SLC (Industrial), MLC (Automotive), TLC (Consumer)	SLC (Industrial), MLC (Automotive), TLC (Consumer)	SLC	MLC, SLC
Sequenzielles Schreiben	40 – 100 MByte/s	10 – 60 MByte/s	30 – 200 MByte/s	15 – 60 MByte/s	150 – 300 MByte/s
Formfaktoren	BGA	SD/microSD-Karte	USB-Stick, eUSB-Modul	CompactFlash-Karte	M.2, MO-297, SSD, CFast
externes DRAM nötig	nein	nein	nein	nein	ja
Leistungsaufnahme	niedrig	niedrig	niedrig	niedrig	hoch
für Industrial geeignet	schlecht	gut	gut	gut	mäßig
Protokoll	eMMC	SD	SCSI	ATA	ATA
austauschbar	nein	ja	ja	ja	nein

Vergleich verschiedener Flash-Speicher für austauschbare Medien und Embedded Systeme.

Algorithmus entwickelt, der regelmäßig (den Auslöser kann man konfigurieren) die Daten auf dem gesamten System überprüft. Abhängig vom auftretenden Fehlermuster werden die Daten der einzelnen Blöcke bestimmter Bereiche oder gar des Gesamtsystems aufgefrischt. Die Firmware des U9 analysiert das aufgetretene Fehlermuster, um die Daten bestmöglich zu erneuern, ohne den Speicher unnötig abzunutzen. Auf diese Weise lässt sich die längst mögliche Lebensdauer, Datenerhaltung sowie die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems gewährleisten.

Kann die Fehlerkorrektur Fehler, die während des Lesevorgangs aufgetreten sind, nicht korrigieren, wird das Sicherheitsfeature namens »Read Retry« aktiviert. Diese Funktion kann unlesbare Daten retten, indem die Speicherzellen wiederholt mit unterschiedlich definierten Schwellwerten gelesen werden. Durch Adaptieren der Leseparameter erhöht sich daher die Datenerhaltung auf dem Flash.

Gerade genannte Funktionen machen es möglich, Daten zum jeweiligen Zustand des NAND-Flash-Speichers zu erhalten. Wichtige Parameter bezüglich Abnutzung und Löschkzyklen, Bitfehler-Mengen oder die Anzahl der Lesevorgänge geben Hinweise zum Zustand des Speichers und ermöglichen so die Entscheidung, ob gehandelt werden muss oder ob das System weiterhin fehlerfrei funktioniert. Ein »Smart Tool« hilft dem Anwender, das System (fast) bis zum Ende der Lebensdauer einzusetzen, auszulegen und gegebenenfalls einen Serviceplan entsprechend anzupassen.

Programmiersstelle nutzen

Hyperstones neuere Flash-Controller enthalten immer eine zugehörige Firmware namens hyMap, um den Flash-Speicher bestmöglich zu nutzen. Neben der Verbindung

und Kommunikation zwischen Host und Flash-Speicher ist die Firmware das bedeutendste Element des Speichersystems, um maximale Leistung, Zuverlässigkeit, Robustheit und Datenerhaltung zu gewährleisten.

Eine Neuentwicklung von Hyperstone soll Produktentwicklern und Systemintegratoren helfen, die Vorteile der Controller und Firmware zu nutzen und gleichzeitig eigene Features oder IP (Intellectual Property) zu integrieren, zusätzlichen Kundennutzen zu generieren und Alleinstellungsmerkmale zu entwickeln. Das Unternehmen stellt dafür notwendige Protokolle, Abläufe und Werkzeuge bereit. Über die Programmierschnittstelle (API) können Anwender solche Customer-Firmware-Extensions (CFE) in die bestehende Firmware integrieren (Bild 3). Dazu schreibt der Nutzer eigenen Code und generiert ein eigenes unabhängiges Binary (Compiling und Linking), das sowohl mit einer Host-Software als auch mit der Flash-Firmware kommunizieren kann. Individuelle Anwendungen können unabhängig von der Firmware des Flash-Controllers entwickelt werden. Anschließend wird die CFE in die Firmware integriert und funktioniert parallel zu allen anderen Firmware-Features.

Das API macht via Host-Interface weitere Hardware-Schnittstellen zugänglich, um zusätzliche Anwendungsfunktionen zu implementieren. Der Quellcode kann dabei individuell verändert werden, bleibt zu jeder Zeit Eigentum des Anwenders beziehungsweise Entwicklers und muss zu keinem Zeitpunkt an Hyperstone übermittelt werden. (rh)

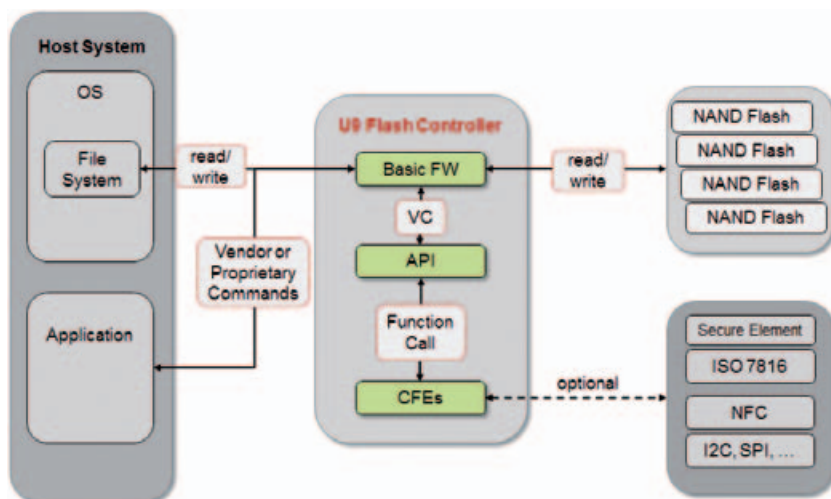


Bild 3: Blockdiagramm der Programmierschnittstelle (API).

Hyperstone
 Telefon: 0 75 31/98 03 0
 www.hyperstone.com

H1
 301