

Western Digital.



TECHNISCHE ÜBERSICHT

Weiterentwicklung von HDDs mit OptiNAND™-Technologie

Zusammengestellt von:
Western Digital

Einführung

Das Datenwachstum ist außer Kontrolle – und es ist kein Ende in Sicht. In den nächsten fünf Jahren werden mehr als doppelt so viele Daten generiert, wie seit dem Aufkommen des digitalen Speichers erzeugt wurden.¹ Neue Datenquellen wie KI/ML, Blockchain, Sensoren, 5G-Netze, vernetzte Automobile und weitere Technologien beschleunigen dieses Wachstum – und zugleich den steigenden Bedarf an robustem, zuverlässigem Speicher. Die Kunden verlassen sich dabei auf die Hilfe von Western Digital.

Als Technologieführer mit dem entsprechenden Know-how und dem vielfältigen Portfolio an leistungsstarken HDD- und Flash-Produkten ist Western Digital in der einzigartigen Position, den gewaltigen Kundenbedarf zu decken. Jetzt erweitert Western Digital sein umfangreiches Portfolio mit einer vollständig selbst entwickelten innovativen Lösung.




OptiNAND™-Technologie

Wenn es um kostengünstige Speicher mit großer Kapazität geht, werden HDDs (Festplatten) auch weiterhin eine zentrale Rolle spielen. IDC prognostiziert, dass HDDs 82 %² der Kapazität ausmachen werden, die im Jahr 2025 auf dem Enterprise-Markt verkauft wird. Investitionen in die HDD-Technologie bleiben eine kritische Lösung für das weltweite Datenwachstum.

Western Digital hat die OptiNAND™-Technologie für Flash-gestützte Festplatten durch die vertikale Integration seines führenden NAND-Flash in seine erstklassigen HDDs entwickelt. OptiNAND kombiniert iNAND® UFS EFD-Speicher (Universal Flash Storage Embedded Flash Drive) mit dem bewährten rotierenden Speichermedium und nimmt innovative Änderungen am Firmwarealgorithmus und SoC (System-on-a-Chip) vor. OptiNAND ist aber keine hybride Technologie. Diese weiterentwickelte Speicherarchitektur vereint die beiden zentralen Technologien von Western Digital zu einer Lösung, die neue Innovationen ermöglichen und die Grundlage für zukünftige Zuwächse hinsichtlich Kapazität, Leistung und Zuverlässigkeit bilden wird.

Western Digital Festplatten der nächsten Generation verwenden

	OptiNAND		Triple Stage Actuator (TSA)
	Energy-Assisted Magnetic Recording (EAMR)		HelioSeal®

HDD-Architekturen verfügen heute über so viel Arbeitsspeicher und Rechenleistung wie PCs aus den frühen 2000ern. Vor OptiNAND wurde hauptsächlich nichtflüchtiger Arbeitsspeicher in HDDs zum Booten und Speichern winziger Mengen an Metadaten verwendet. Im Zuge der Optimierung der HDD-Speicherarchitektur ist die Ergänzung eines Flash-Layers der nächste logische Schritt in der Systemspeicherhierarchie. Flash ist kostengünstiger als DRAM und die Daten bleiben nach Schaltzyklen erhalten. Zudem ermöglicht Flash-Speicher einen schnelleren Zugriff als Festplattenspeicher, sodass er zeitempfindliche Berechnungen ausführen kann, während die Festplatte für Hostoperationen frei bleibt.

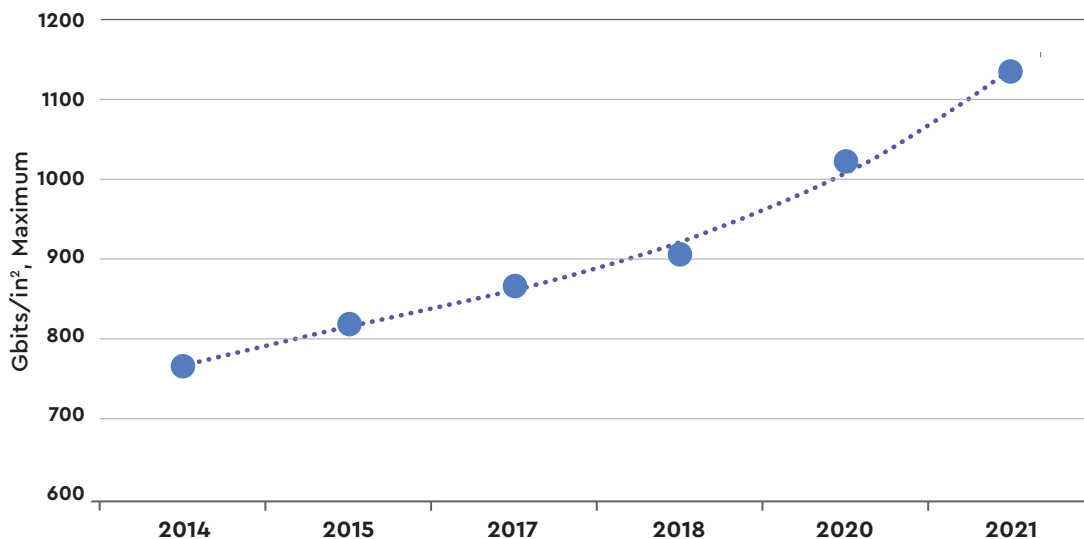
Die neue OptiNAND-gestützte Speicherhierarchie nutzt den Festplatten-SoC, um die Kommunikation mit dem iNAND EFD zu steuern. OptiNAND verschafft wichtigen Verwaltungsfunktionen der Festplatte eine höhere Metadatenkapazität. Das mindert zukünftige DRAM-Anforderungen und ermöglicht fortschrittlichere Mechanismen zum Erreichen höherer Kapazität, Leistung und Zuverlässigkeit.



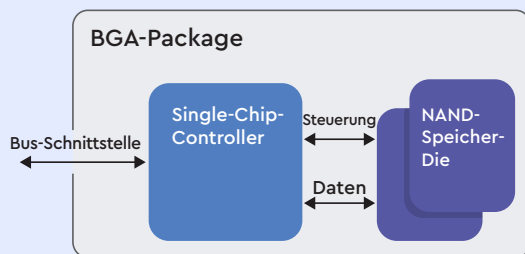
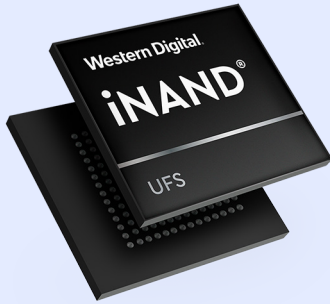
Kapazität

In Verbindung mit der TSA-Technologie (Triple Stage Actuator) erlaubt OptiNAND eine höhere Flächendichte durch mehr TPI (Tracks Per Inch), um höhere Kapazitäten zu erreichen. HDDs erzeugen Gigabytes an Metadaten, die genutzt werden können, um die Flächendichte zu erhöhen. Diese Daten sind zu groß, als dass sich ihre Speicherung in DRAM lohnen würde, und der gelegentliche Abruf der Daten von der Festplatte würde die Hostoperationen und Leistung beeinträchtigen. Doch OptiNAND ist für diese gewaltige Menge an Metadaten besser geeignet und ermöglicht das kostengünstige Speichern und Abrufen in Echtzeit, wodurch auf den rotierenden Speichermedien wertvoller Speicher für die Anwenderdaten frei wird.

Flächendichte von Western Digital HDDs



Western Digital iNAND-Technologie



iNAND EFDs beruhen auf dem bewährten 3D-NAND-Flash von Western Digital und können optimiert werden, um die richtige Kombination aus P/E-Zyklen (Program/Erase), Leistung, Datenhaltezeit und Temperaturanforderungen zu erzielen.

iNAND-Produkte bestehen aus diesen Komponenten:

- Single-Chip-Controller gemäß JEDEC-Spezifikation
- e.MMC 5.1, UFS 2.1, UFS 3.0, UFS 3.1
- Mehrere NAND-Dies, je nach Konfiguration
- Einzelnes BGA-Package

NAND-Flash kann mehrere Bits in einer einzigen NAND-Zelle speichern. SLC (Single Level Cell) speichert 1 Bit/Zelle, während TLC (Triple Level Cell) 3 Bits/Zelle speichern kann. SLC bietet eine höhere Leistung, größere P/E-Zyklen und eine höhere Datenhaltezeit als die TLC-Technologie, die dafür 3-mal mehr Speicher auf der gleichen Fläche wie SLC erlaubt. Die iNAND-Technologie ermöglicht sowohl SLC für schreibintensive Operationen als auch TLC für leseintensive Operationen im selben Gerät.

RRO (Repeatable Run Out) ist der Anteil des Positionsfehlersignals, der sich bei jeder Spindeldrehung wiederholt. RRO-Metadaten werden im Werk bei der Herstellung erzeugt. Bei den HDDs der vorherigen Generation wurden die RRO-Metadaten auf einer Scheibe gespeichert, wohingegen OptiNAND diese Daten im iNAND speichert, sodass sich der Datenzugriff beschleunigt und Festplattenspeicher für den Kunden frei wird.

Schreiboperationen werden aufgezeichnet, um die ATI (Adjacent Track Interference) zu reduzieren. Bei den HDDs der vorherigen Generation wurden die Schreiboperationen auf Spurebene aufgezeichnet, während Aktualisierungen für gesamte Spuren erfolgten. OptiNAND zeichnet Schreiboperationen im iNAND auf Sektorebene auf. Diese Metadaten werden verwendet, um Sektoren anstatt gesamter Spuren zu aktualisieren. Indem die übermäßigen Aktualisierungen beseitigt werden, können Spuren ohne Leistungseinbußen dichter nebeneinander platziert werden.

Die erste Generation der Produkte mit OptiNAND liefert eine unerreichte Kapazität von 20 TB³ bei einer Plattform mit neun Scheiben (2,2 TB/Scheibe) und CMR-Aufzeichnungsformat.

Leistung

Bei einer EPO (Emergency Power Off) kann OptiNAND mehr als 100 MB an Schreib-Cache-Daten in den iNAND entleeren, während die HDDs der vorherigen Generation nur etwa 2 MB in den Serial-Flash entleeren konnten. Mit der Kapazität zum Speichern von mehr als 100 MB an Daten bei einer EPO reicht die zufällige Schreibleistung im WCD-Modus (Write Cache Disabled) nahezu an die des WCE-Modus (Write Cache Enabled) heran. Zudem wird die Festplattenlatenz besser, da die proprietäre Firmware optimiert wurde, um die ATI-Aktualisierungen und Schreib-Cache-Leerungen im WCE-Modus zu reduzieren.

Zuverlässigkeit

Im Falle einer EPO kann OptiNAND nahezu 50 Mal mehr Anwenderdaten entleeren und sichern als HDDs der vorherigen Generation, welche die Daten in den DRAM entleeren. Zugleich wird die OptiNAND-Technologie die Funktionalität von ePMR (energy-assisted PMR) auf mehrere Generationen ausweiten, damit Kunden auch weiterhin von der bewährten Aufzeichnungstechnologie profitieren.

Die vertikale Integration von Western Digital umfasst die HDD- und iNAND-Herstellung (unter Verwendung von NAND aus einem Joint Venture mit Kioxia). So wird eine zuverlässige Versorgung mit stabilen Flash-Knoten sichergestellt. Dank der einzigartigen Möglichkeiten von Western Digital hinsichtlich Design, Entwicklung, Tests und Validierung von Flash-gestützten Festplatten können die Kunden voll und ganz auf die Zuverlässigkeit der Festplatten vertrauen.

Zusammenfassung

Western Digital hat HDDs mit der OptiNAND-Technologie weiterentwickelt, die einen iNAND EFD-Speicher mit bewährten rotierenden Speichermedien vereint und innovative Änderungen am Firmwarealgorithmus und SoC einführt. Diese Flash-gestützten Festplatten verfügen über eine bahnbrechende Speicherarchitektur, welche die beiden zentralen Technologien von Western Digital zu einer Lösung vereint, die neue Innovationen ermöglichen und die Grundlage für zukünftige Zuwächse hinsichtlich Kapazität, Leistung und Zuverlässigkeit bilden wird.

OptiNAND überwindet die alten Speichergrenzen und ist nach EAMR, TSA und HelioSeal die nächste disruptive Technologie von Western Digital, um das rasante weltweite Datenwachstum in den Griff zu bekommen.

Mehr erfahren

[Energy-Assisted Magnetic Recording \(EAMR\)-Technologie für höhere HDD-Kapazität](#)

[Wichtige Innovationen bei der Mechanik ermöglichen branchenführende Speicherkapazitäten](#)

NAND-Glossar

SLC: Single Level Cell – ein Bit pro Speicherzelle

TLC: Triple Level Cell – drei Bit pro Speicherzelle

P/E-Zyklen: wie oft ein NAND-Gerät programmiert und gelöscht werden kann, während die Anforderung an die Datenhaltezeit erfüllt wird

Dauerhaltbarkeit: die Anzahl der P/E-Zyklen eines NAND-Geräts gemäß Spezifikation

Datenhaltezeit: der Zeitraum, für den die Daten auf einem NAND-Gerät bewahrt werden

HDD-Glossar

ATI: Adjacent Track Interference – Interferenz aufgrund der gegenseitigen Nähe der Schreibspuren auf dem Medium

EPO: Emergency Power Off – ein plötzlicher Stromversorgungsverlust, bei dem die HDD heruntergefahren wird und der Schreib-Cache in nichtflüchtigen Cache entleert wird, um Datenverluste zu vermeiden

RRO: Repeatable Run Out – Anteil des Positionsfehlersignals, der sich bei jeder Spindeldrehung wiederholt; die Unregelmäßigkeit der Servo-Spur während des Schreibens kann durch verschiedene Störungen bedingt werden, aber einige Quellen davon erzeugen Wiederholungen, beispielsweise der Spindelmotor

TPI: Tracks Per Inch – ein Maß für die Spurendichte auf dem rotierenden Speichermedium einer Festplatte

ePMR: Energy-assisted PMR – eine EAMR-Technologie, die während der Schreiboperation elektrischen Strom auf den Hauptpol des Schreibkopfs leitet

¹ IDC-Pressemitteilung, 24. März 2021: „Laut den globalen IDC DataSphere- und StorageSphere-Prognosen werden die Datenerzeugung und -replizierung schneller wachsen als die installierte Speicherkapazität“

² Update zur weltweiten IDC-Festplattenprognose, 2021-2025 – Doc #US47633120; und Update zur weltweiten IDC-SSD-Prognose, 2021-2025, Mai 2021, Doc #US46412021

³ Ein Gigabyte (GB) entspricht einer Milliarde Bytes und ein Terabyte (TB) entspricht einer Billion Bytes. Die nutzbare Speicherkapazität kann je nach Betriebsumgebung geringer sein.