

## คู่มือหน่วยความจำแฟลช

หน่วยความจำแฟลชสำหรับคอมพิวเตอร์ กล้องดิจิทัล โทรศัพท์มือถือและ  
อุปกรณ์อื่น ๆ

Kingston® คือผู้ผลิตหน่วยความจำอิสระชั้นนำของโลก โดยมีผลิตภัณฑ์แฟลชการ์ด แฟลชไดรฟ์ USB และไดรฟ์ Solid State (SSD) (เรียกรวมเป็นอุปกรณ์บันทึกข้อมูลแฟลช) มากมายจำหน่ายซึ่งใช้ชิปหน่วยความจำแฟลชในการจัดเก็บข้อมูล คู่มือชุดนี้มีเป้าหมายเพื่ออธิบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีต่าง ๆ และขอเสนอผลิตภัณฑ์หน่วยความจำแฟลชที่มีจัดจำหน่าย

หมายเหตุ: เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี รายละเอียดทางเทคนิคที่แจ้งในเอกสารชุดนี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงโดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบ

## 1.0 หน่วยความจำแฟลช: เตรียมพร้อมสู่ยุคอนาคตกับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช

Toshiba เป็นผู้คิดค้นหน่วยความจำแฟลชในช่วงทศวรรษที่ 1980 โดยถือเป็นเทคโนโลยีหน่วยความจำใหม่ที่สามารถบันทึกข้อมูลสำหรับจัดเก็บไว้ได้แม้ว่าอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลจะไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา เทคโนโลยีหน่วยความจำแฟลชก็ได้พัฒนาขึ้นมาเป็นสื่อบันทึกข้อมูลแบบต่าง ๆ สำหรับผู้ใช้ทั่วไปและสำหรับกรการใช้งานในระดับอุตสาหกรรม

สำหรับอุปกรณ์ใช้งานทั่วไป หน่วยความจำแฟลชถูกใช้อย่างแพร่หลายกับ:

- คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก
- แท็บเล็ต
- ระบบระบุตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS)
- เครื่องเล่นเพลง Solid State เช่น เครื่องเล่น MP3
- เครื่องเล่นเกมพกพาและเครื่องเล่นเกมสำหรับเล่นในบ้าน
- คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- กล้องดิจิทัล
- โทรศัพท์มือถือ
- เครื่องเล่นเพลงอิเล็กทรอนิกส์
- โทรทัศน์

นอกจากนี้หน่วยความจำแฟลชยังถูกใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการเสถียรภาพในการทำงานและคุณสมบัติในการเก็บรักษาข้อมูลขณะไม่มีกระแสไฟ เช่นใน:

- ระบบความปลอดภัย/กล้อง IP
- คอมพิวเตอร์ที่มีฟังก์ชันสำเร็จรูป
- ระบบเครือข่ายและการสื่อสาร
- ระบบการจัดการส่วนควบปีก (เช่น เครื่องสแกนแบบพกพา)
- ระบบใช้งานด้านความมั่นคง
- กล้องรับสัญญาณ
- อุปกรณ์สื่อสารไร้สาย
- อุปกรณ์ PoS

หมายเหตุ: หน่วยความจำแฟลชส่วนใหญ่ของ Kingston ออกแบบและทดสอบมาแล้วว่าสามารถทำงานกับอุปกรณ์ใช้งานทั่วไปได้ สำหรับการใช้งานทางอุตสาหกรรมหรือการใช้งานเฉพาะด้านที่เกินกว่ามาตรฐานการใช้งานทั่วไป แนะนำให้ติดต่อกับ Kingston โดยตรง อาจต้องมีการกำหนดโครงสร้างเป็นพิเศษโดยเฉพาะสำหรับการใช้งานที่ส่งผลกระทบต่อความทนทานของเซลล์แฟลช (ดูในข้อ 3.0)

## 2.0 ความจุของ SSD, แฟลชการ์ดและแฟลชไดรฟ์ USB

ความจุที่แจ้งบางส่วนสำหรับไดรฟ์แฟลชใช้อ้างอิงสำหรับการฟอร์แมตหรือฟังก์ชันอื่น ๆ ไม่ใช่ความจุสำหรับใช้จัดเก็บข้อมูลที่แท้จริง

ขณะออกแบบและผลิตสื่อบันทึกข้อมูลแฟลช บริษัทมีขั้นตอนมากมายเพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่าอุปกรณ์จะทำงานเชื่อถือได้ และรองรับอุปกรณ์โฮสต์ (คอมพิวเตอร์ กล้องดิจิทัล แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ ฯลฯ) ในการเรียกค้นเซลล์หน่วยความจำ เช่น เพื่อจัดเก็บและเรียกค้นข้อมูลในสื่อบันทึกข้อมูลแฟลช การฟอร์แมตครอบคลุมกระบวนการต่อไปนี้

1. การทดสอบเซลล์หน่วยความจำแต่ละส่วนในสื่อบันทึกข้อมูลแฟลช
2. การระบุหาเซลล์ทั้งหมดที่มีปัญหา และดำเนินการเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีการเขียนข้อมูลหรืออ่านข้อมูลไปยังเซลล์ที่มีปัญหา
3. การสงวนเซลล์บางส่วนเป็น "พื้นที่สำรอง" เซลล์หน่วยความจำแฟลชมีอายุการใช้งานยาวนานแต่ไม่ถาวร ด้วยเหตุนี้เซลล์บางส่วนจะถูกสงวน

ไว้เพื่อแทนที่เซลล์หน่วยความจำที่อาจเสียหายไปตามเวลา

4. การจัดทำ File Allocation Table (FAT) หรือไดเรคทอรีอื่น ๆ เปิดใช้สื่อบันทึกข้อมูลแฟลชเพื่อจัดเก็บและเรียกค้นไฟล์ของลูกค้าย่างสะดวกได้โดยจัดทำระบบการจัดการไฟล์เพื่อให้อุปกรณ์หรือคอมพิวเตอร์สามารถตรวจหาไฟล์ที่จัดเก็บไว้ในสื่อบันทึกข้อมูลแฟลช ระบบจัดการไฟล์ที่เป็นที่นิยมที่สุดสำหรับสื่อบันทึกข้อมูลแฟลชคือ File Allocation Table (FAT) ซึ่งใช้กับฮาร์ดไดรฟ์ด้วยเช่นกัน
5. การสำรวจเซลล์บางส่วนสำหรับใช้โดยส่วนควบคุมของสื่อบันทึกข้อมูลแฟลช เช่น เพื่อจัดเก็บอัปเดตเฟิร์มแวร์และข้อมูลเฉพาะอื่น ๆ ของส่วนควบคุม
6. การส่งวนเซลล์บางส่วนสำหรับคุณสมบัติพิเศษ แล้วแต่กรณี เช่น การ์ด Secure Digital (SD) ต้องมีพื้นที่ส่งวนเพื่อรองรับการป้องกันการเขียนและระบบความปลอดภัยบางอย่าง

### 3.0 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชจาก Kingston

อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชจาก Kingston มีข้อดีอยู่มากมาย

- การรับประกันอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช: Kingston รับประกันว่าอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชของบริษัทปราศจากข้อบกพร่องของตัววัสดุ และคุณภาพการผลิตภายในระยะเวลาที่ระบุต่อไปนี้

รับประกันผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการใช้งาน: ผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้ของ Kingston ได้รับการรับประกันตลอดอายุการใช้งาน: หน่วยความจำได้แก่ ValueRAM®, HyperX®, Retail Memory และหน่วยความจำเฉพาะจาก Kingston หรือแฟลชการ์ด (เช่น Secure Digital, Secure Digital HC และ XC, CompactFlash, MultiMediaCard, SmartMedia) รวมทั้งหัวต่อแฟลชการ์ด

รับประกันห้าปี: ผลิตภัณฑ์ของ Kingston ต่อไปนี้ได้รับความคุ้มครองตามแผนการรับประกันต่อไปนี้เป็นเวลาห้าปีนับจากวันที่ซื้อโดยผู้ใช้ปลายทางรายแรก: ไดรฟ์ USB DataTraveler® และ SSDNow KC100 (ไดรฟ์ Solid State)

รับประกันสามปี: ผลิตภัณฑ์ของ Kingston ต่อไปนี้ได้รับความคุ้มครองตามแผนการรับประกันต่อไปนี้เป็นเวลาสามปีนับจากวันที่ซื้อโดยผู้ใช้ปลายทางรายแรก: SSDNow (ไดรฟ์ Solid State) ยกเว้นสำหรับ SSDNow KC100, SSDNow S200/30GB และ SSDNow SMS200/30GB

รับประกันสองปี: ผลิตภัณฑ์ของ Kingston ต่อไปนี้ได้รับความคุ้มครองตามแผนการรับประกันต่อไปนี้เป็นเวลาสองปีนับจากวันที่ซื้อโดยผู้ใช้ปลายทางรายแรก: SSDNow S200/30GB, SSDNow SMS200/30GB, DataTraveler Workspace, MobileLite Wireless – Gen 2, MobileLite Reader, microSD Reader, ชุดหูฟัง HyperX Cloud (รวมทั้งสินค้าโปรโมชันอื่น ๆ ที่จัดไว้รวมกัน), แผ่นรองเมาส์ HyperX Skyn และผลิตภัณฑ์ภายใต้โครงการ Kingston Customization โครงการ Kingston Customization จำกัดเงื่อนไขการตัดเครดิตหรือคืนเงินในช่วงระยะเวลาประกันสองปี ในบางกรณี Kingston อาจเปลี่ยนแทนผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหาซึ่งส่งผ่าน Kingston Customization Program เป็นผลิตภัณฑ์เทียบเท่าที่สามารถใช้งานได้

รับประกันหนึ่งปี: ผลิตภัณฑ์ของ Kingston ต่อไปนี้ได้รับความคุ้มครองตามแผนการรับประกันต่อไปนี้เป็นเวลาหนึ่งปีนับจากวันที่ซื้อโดยผู้ใช้ปลายทางรายแรก: MobileLite Wireless – Gen.1, MobileLite Reader, DataTraveler Accessory Kit, Wi-Drive®, TravelLite SD/MMC Reader และ HyperX Fan

ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ [kingston.com/company/warranty.asp](http://kingston.com/company/warranty.asp)

- ไดรฟ์ Solid State: อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชเป็นอุปกรณ์แบบกึ่งตัวนำที่ไม่มีชิ้นส่วนเคลื่อนที่ จึงไม่มีปัญหาจากชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่มักเกิดขึ้นกับฮาร์ดไดรฟ์ เสถียรภาพของข้อมูลโดยรวมช่วยให้ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ได้รับการยอมรับและถูกเลือกใช้เป็นหน่วยความจำพกพาที่มีความสะดวก ทำงานเงียบโดยไม่มีเสียงรบกวนแต่อย่างใด
- ขนาดเล็ก (ฟอร์มแฟกเตอร์): อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชออกแบบมาให้พกพาได้ง่าย ความสะดวกคือข้อพิจารณาที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ทั่วไปและผู้ใช้กลุ่มองค์กร
- เสถียรภาพของข้อมูลสูง: หน่วยความจำแฟลชมีเสถียรภาพสูงมากและอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชหลายตัวยังมี Error Correction Code (ECC) ที่คอยตรวจสอบข้อผิดพลาดและฟังก์ชันกระจายส่วนประกอบที่สึกหรอระดับสูง

เช่น ไดรฟ์ SSD จาก Kingston จะมีพิกัดข้อผิดพลาดกำหนดไว้ที่ต่ำกว่าหนึ่ง (1) บิตต่อ 1,000,000,000,000,000 บิตของข้อมูลที่อ่าน (1 บิตต่อ  $10^{15}$  บิตที่อ่าน)

- ระบบเก็บรักษาข้อมูลแฟลชจาก Kingston: อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชจาก Kingston ส่วนใหญ่ใช้หน่วยความจำแฟลช MLC/TLC การเก็บรักษาข้อมูลที่หน่วยความจำแฟลชเป็นแบบไดนามิกเนื่องจากจำนวนรอบการทำงานของหน่วยความจำจะส่งผลต่อความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูล ข้อมูลที่สำคัญจึงต้องมีการสำรองไว้ผ่านสื่อบันทึกข้อมูลอื่นเพื่อความปลอดภัยในระยะยาว
- เทคโนโลยีกระจายการสึกหรอของส่วนประกอบ: อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชจาก Kingston เลือกใช้ระบบควบคุมที่มาพร้อมเทคโนโลยีการกระจายการสึกหรอของส่วนประกอบ โดยจะกระจายรอบ P/E (เขียนโปรแกรม/ลบ) กับหน่วยความจำแฟลชอย่างทั่วถึงกัน ระบบกระจายการสึกหรอช่วยยืดอายุการใช้งานของการ์ดหน่วยความจำแฟลช (ดูรายละเอียดได้จากหัวข้อ ความทนทานของแฟลชเซลล์จาก Kingston ต่อจากนี้)
- ความทนทานของแฟลชเซลล์: เซลล์หน่วยความจำแฟลชแบบไม่เลื่อนหายมีรอบการเขียนโปรแกรม/ลบข้อมูล (P/E) ที่จำกัด ทุกครั้งที่มีการเขียนข้อมูลหรือลบข้อมูลจากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช จำนวนรอบการเขียนโปรแกรม/ลบข้อมูลจะลดลงจนไม่สามารถใช้หน่วยความจำแฟลชดังกล่าวได้อีกต่อไป

สำหรับแฟลชแบบ Multi-Level Cell (MLC) การเขียนสามารถทำได้ 3000 รอบต่อเซลล์ภายใต้กระบวนการลิโธกราฟีในปัจจุบัน (19nm และ 20nm) ขณะที่มีการเผยแพร่ข้อมูลชุดนี้ สำหรับแฟลช Single-Level Cell (SLC) รอบการเขียนจะไม่เกิน 30,000 รอบต่อเซลล์ สำหรับแฟลช Triple-Level Cell (TLC) รอบการเขียนจะไม่เกิน 500 รอบต่อเซลล์ กระบวนการลิโธกราฟีที่ใช้ผลิตส่วนประกอบหน่วยความจำแฟลชมีบทบาทอย่างยิ่งต่อความทนทานของแฟลช และช่วยยืดขนาดของอายุไปด้วยพร้อม ๆ กัน

- เทคโนโลยีหน่วยความจำแฟลช: สำหรับแฟลช Multi-Level Cell (MLC) จะมีระดับโครงสร้างหลายชั้นต่อเซลล์เพื่อให้สามารถจัดเก็บบิตได้มากกว่าโดยใช้ทรานซิสเตอร์จำนวนเท่า ๆ กัน เทคโนโลยีแฟลช MLC NAND มีการทำงานแบ่งออกเป็นสี่สถานะต่อเซลล์ สำหรับ Single-Level Cell (SLC) แต่ละเซลล์จะสามารถจัดเก็บได้สองสถานะ สำหรับ Triple-Level Cell (TLC) บิตสามารถจัดเก็บได้แปดสถานะ กระบวนการลิโธกราฟีที่ใช้ผลิตส่วนประกอบหน่วยความจำแฟลชมีบทบาทอย่างยิ่งต่อความทนทานของแฟลช และช่วยยืดขนาดของอายุไปด้วยพร้อม ๆ กัน
- ตัวคูณการเขียนข้อมูล: ตัวแปรที่กำลังในการเขียนข้อมูลหรือ “WAF” จะถูกจัดจำไว้ในอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชทั้งหมด ตัวคูณการเขียนข้อมูลเป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนข้อมูลที่เขียนจากโฮสต์และจำนวนข้อมูลที่เขียนจริงไปยังชิปหน่วยความจำแฟลช อุปกรณ์แฟลชทั้งหมดจะเขียนข้อมูลเต็มทั้งบล็อก ซึ่งหมายถึงหากต้องการเขียนข้อมูลไปยังบล็อกที่มีข้อมูลบางส่วนอยู่แล้ว ระบบควบคุมแฟลชจะต้องย้ายข้อมูลที่มิอยู่ในบล็อกดังกล่าว (โดยปกติเป็นหน่วยความจำ) และนำไปผนวกกับข้อมูลใหม่และเขียนบล็อกข้อมูลทั้งหมดไปยังหน่วยความจำแฟลช เช่น ไฟล์ขนาด 2MB สามารถเขียนจากโฮสต์ไปยังอุปกรณ์แฟลชได้ แต่อาจมีการเขียนข้อมูลทั้งหมด 4MB ไปยังหน่วยความจำแฟลชเพื่อสิ้นสุดกระบวนการเขียนดังกล่าว ในกรณีนี้ตัวคูณการเขียนข้อมูลจะอยู่ที่ 2 ในบางกรณี WAF อาจสูงถึง 20 หรือ 30
- การปรับฝั่งเซ็คเตอร์ที่ไม่สมบูรณ์อัตโนมัติ: ระบบควบคุมแฟลชจาก Kingston จะล๊อคแยกส่วนที่มีเซลล์หน่วยความจำที่ไม่สมบูรณ์ (“บล็อกที่ไม่สมบูรณ์”) และย้ายข้อมูลไปยังส่วนอื่น (“บล็อกสำรอง”) เพื่อป้องกันข้อมูลเสียหาย ระหว่างการฟอร์แมตจากโรงงาน (ตามที่ระบุในข้อ 2) บล็อกสำรองจะถูกแยกไว้ที่อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชสำหรับการปรับฝั่งเซ็คเตอร์ที่ไม่สมบูรณ์เมื่อใช้งานไปเรื่อย ๆ เพื่อเพิ่มอายุการใช้งานและเสถียรภาพในการทำงานของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช
- หัวต่อคุณภาพสูง: อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชจาก Kingston ใช้หัวต่อคุณภาพสูงเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์หน่วยความจำแฟลชจะมีอายุการใช้งานยาวนานและมีเสถียรภาพ
- อุณหภูมิและความชื้นในการทำงาน:  
 SSD: 0 – 70°C, ความชื้น: 85% RH  
 แฟลชไดรฟ์ USB: 0 – 60°C, ความชื้น: 85% RH  
 SD และ Micro SD: -25°C – 85°C, ความชื้น: 95% RH  
 การ์ด CF: 0 – 60°C, ความชื้น: 95% RH  
 การ์ดรีดเดอ: 0 – 60°C, ความชื้น 85 %RH



ดูรายละเอียดทางเทคนิคด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ได้จากหน้าข้อมูลผลิตภัณฑ์และเอกสารข้อมูลจาก Kingston

1 ข่าวประชาสัมพันธ์จาก Toshiba "Toshiba America Electronic Components, Inc. Releases Performance Research on MLC NAND Flash Memory for Consumer Applications," 10 พ.ค. 2004

- ความจุสูง: อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชมีพื้นที่จัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่แต่มีขนาดเล็กกะทัดรัด ความยืดหยุ่นในการใช้งานนี้ทำให้กลายเป็นตัวเลือกสำหรับกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป เช่น ในการถ่ายภาพยนตร์ดิจิทัลหรือบันทึกไฟล์เพลง MP3 ซึ่งความสะดวกในการพกพาเป็นเงื่อนไขที่สำคัญ

หมายเหตุ: ความจุที่แจ้งบางส่วนใช้อ้างอิงสำหรับการฟอร์แมตหรือฟังก์ชันอื่น ๆ ไม่ใช่ความจุสำหรับใช้จัดเก็บข้อมูลที่แท้จริง ดูรายละเอียดจากข้อ 2

- ประสิทธิภาพสูง: แฟลชการ์ด Ultra High Speed (UHS) และแฟลชไดรฟ์ Hi-Speed/SuperSpeed DataTraveler USB จาก Kingston ทำงานได้รวดเร็วกว่าหน่วยความจำแฟลชมาตรฐานและผลิตภัณฑ์หลายตัวของคู่แข่ง วิศวกรของ Kingston ได้ทำการทดสอบและคัดสรรระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อให้แน่ใจว่าแฟลชการ์ดของ Kingston จะมีผลงานที่โดดเด่นที่สุด ดูข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการทำงานของ USB, Hi-Speed และ Super Speed USB ได้จากภาคผนวก ผลิตภัณฑ์แฟลชมาตรฐานจาก Kingston มีประสิทธิภาพในระดับที่เชื่อมั่นได้สำหรับการใช้งานทั่วไป
- อัตราสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ: หน่วยความจำแฟลชเป็นหน่วยความจำแบบไม่เสียนหายแตกต่างจาก DRAM มาตรฐานที่จะต้องได้รับไฟเลี้ยงต่อเนื่องเพื่อรักษาข้อมูลไว้ ทำให้หมดปัญหาเรื่องการใช้ไฟเพื่อเก็บรักษาข้อมูล อัตราสิ้นเปลืองพลังงานที่ต่ำของหน่วยความจำแฟลชทำให้เวลาใช้งานแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ไฮสปีดยาวนานขึ้น
- รองรับ Plug-and-Play: หน่วยความจำแฟลชจาก Kingston รองรับการเชื่อมต่อแบบ PnP เทคโนโลยี PnP และระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ที่รองรับทำให้สามารถเสียบต่ออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชกับคอมพิวเตอร์หรือแฟลชมีเดียรีดเดอร์โดยระบบคอมพิวเตอร์สามารถตรวจหาและใช้งานได้อย่างรวดเร็ว
- รองรับระบบ Hot-Swapping: Hot-swapping รองรับการเสียบและถอดอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชกับคอมพิวเตอร์หรือรีดเดอร์ที่รองรับโดยไม่ต้องปิดเครื่องหรือรีสตาร์ทคอมพิวเตอร์ คุณสมบัตินี้ช่วยเพิ่มความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและในการโอนข้อมูลภาพและไฟล์เพลงระหว่างคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์สองตัวผ่านอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช

#### 4.0 NOR แบบไม่เสียนหายและเทคโนโลยีแฟลช NAND

หน่วยความจำแฟลชเป็นหน่วยความจำแบบไม่เสียนหายซึ่งแตกต่างจาก Dynamic Random Access Memory (DRAM) หน่วยความจำแบบไม่เสียนหายสามารถเก็บรักษาข้อมูลไว้ได้แม้จะไม่มีไฟเลี้ยง เช่น เมื่อปิดคอมพิวเตอร์ ข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในหน่วยความจำ DRAM ของคอมพิวเตอร์จะสูญหายไป แต่เมื่อนำอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชออกจากกล่องดิจิทัล ข้อมูล (และไฟล์ภาพ) ทั้งหมดจะถูกบันทึกไว้ที่อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช ความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลคือหัวใจสำคัญของหน่วยความจำแฟลช ทำให้ถูกนำไปใช้ในงานต่าง ๆ เช่น การถ่ายภาพยนตร์ดิจิทัลกับกล่องดิจิทัล โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ตหรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ

หน่วยความจำแฟลชเลือกใช้เทคโนโลยีที่เด่น ๆ สองประเภทได้แก่ NOR และ NAND เทคโนโลยีแต่ละแบบจะมีข้อดีข้อเสียของตนเอง

เหมาะสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกันตามข้อมูลสรุปในตารางต่อไปนี้

	แฟลช NOR	แฟลช NAND
เรียกค้นได้รวดเร็ว	ใช่	ใช่
สืบค้นข้อมูลเพจใหม่	ไม่	ใช่
สืบค้นข้อมูลระดับไบต์แบบสุ่ม	ใช่	ไม่

	แฟลช NOR	แฟลช NAND
การใช้งานทั่วไป	หน่วยความจำอุปกรณ์เครือข่าย	ระบบจัดเก็บข้อมูลทางอุตสาหกรรม

#### 4.1 หน่วยความจำแฟลช NOR

NOR ย่อมาจากวิธีการทำผังข้อมูลเฉพาะ (Not OR) โดยถือเป็นเทคโนโลยีแฟลชความเร็วสูง หน่วยความจำแฟลชรองรับการสืบค้นข้อมูลแบบสุ่มที่ความเร็วสูงสามารถอ่านและเขียนข้อมูลไปยังตำแหน่งเฉพาะในหน่วยความจำได้โดยไม่ต้องสืบค้นหน่วยความจำแบบเรียงตามลำดับ แฟลช NOR แตกต่างจากแฟลช NAND ตรงที่สามารถเรียกค้นข้อมูลเล็กขนาดไบต์เดียวได้ แฟลช NOR ใช้ได้ดีในการใช้งานที่ต้องมีการสืบค้นหรือเขียนข้อมูลแบบสุ่ม NOR มักติดตั้งสำเร็จในโทรศัพท์มือถือ (เพื่อจัดเก็บระบบปฏิบัติการของโทรศัพท์) และ PDA นอกจากนี้ยังใช้กับคอมพิวเตอร์เพื่อจัดเก็บโปรแกรม BIOS สำหรับรองรับฟังก์ชันการทำงานก่อนเครื่องเข้าสู่ระบบปฏิบัติการ

#### 4.2 หน่วยความจำแฟลช NAND

แฟลช NAND คิดค้นขึ้นหลังจากแฟลช NOR โดยได้ชื่อมาจากเทคโนโลยีจัดทำผังโครงสร้างเฉพาะสำหรับข้อมูล (Not AND) หน่วยความจำแฟลช NAND อ่านและเขียนข้อมูลที่มีความเร็วสูงในโหมดเรียงตามลำดับ โดยจัดการข้อมูลเป็นขนาดบิตเล็ก ๆ (“เพจ”) แฟลช NAND สามารถสืบค้นหรือเขียนข้อมูลเป็นเพจเดียวกัน แต่ไม่สามารถสืบค้นไบต์แยกเฉพาะได้เหมือนแฟลช NOR

หน่วยความจำแฟลช NAND มักพบในฮาร์ดไดรฟ์ SSD อุปกรณ์แฟลชมีเดียสำหรับภาพและเสียง กล้องรับสัญญาณโทรทัศน์ กล้องดิจิทัล โทรศัพท์มือถือ (สำหรับเก็บข้อมูล) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มักเขียนหรืออ่านข้อมูลแบบเรียงตามลำดับ

เช่น กล้องดิจิทัลส่วนใหญ่จะใช้เก็บไฟล์ภาพยนตร์ดิจิทัลแบบแฟลช NAND เนื่องจากมักมีการถ่ายและจัดเก็บภาพเรียงตามลำดับ แฟลช NAND ยังมีประสิทธิภาพมากกว่าในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลภาพถ่าย เนื่องจากสามารถโอนข้อมูลเพจทั้งหมดได้อย่างรวดเร็ว แฟลช NAND จึงเป็นระบบจัดเก็บข้อมูลแบบเรียงตามลำดับที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับงานด้านการจัดเก็บข้อมูล

หน่วยความจำแฟลช NAND ยังมีราคาถูกกว่าหน่วยความจำแฟลช NOR และมีความจุมากกว่าที่ขนาดด้ายเท่า ๆ กัน

หน่วยความจำแฟลชที่จัดเก็บข้อมูลบิตเดียวต่อเซลล์ (เช่น ค่า “0” หรือ “1” ต่อเซลล์) เรียกว่าแฟลชแบบ Single-Level Cell (SLC)

### 5.0 การวางซ้อนตายและเทคโนโลยีแฟลช Multi-Level Cell/Multi-Bit Cell

เพื่อเพิ่มพื้นที่จัดเก็บบิตข้อมูลโดยไม่สร้างภาระค่าใช้จ่ายที่ชิปหน่วยความจำแฟลชสามารถรองรับได้ ผู้ผลิตจึงเลือกใช้เทคนิคการเรียงซ้อนตายและเทคโนโลยี Multi-Level Cell กับ Multi-Bit Cell เทคโนโลยีเหล่านี้ทำให้ชิปหน่วยความจำแฟลชสามารถจัดเก็บข้อมูลต่อชิปหนึ่งตัวได้มากกว่า

#### 5.1 การวางซ้อนตาย

ผู้ผลิตวัสดุกึ่งตัวนำหลายรายเลือกใช้เทคนิค “การวางซ้อนตาย” เพื่อเพิ่มความจุของชิปหน่วยความจำแฟลช หลังจากมีกระบวนการผลิตเวเฟอร์วัสดุกึ่งตัวนำขึ้น ผู้ผลิตจึงสามารถตัดแบบ “ตาย” ซิลิคอนหน่วยความจำแฟลช และติดตั้งหรือเรียงซ้อนไว้ด้วยกัน

เช่น หากผู้ผลิตวัสดุกึ่งตัวนำเรียงซ้อนตาย 32 กิกะบิตสองตัวเข้าด้วยกันก็จะได้ชิปหน่วยความจำแฟลชขนาด 64 กิกะบิต

การเรียงซ้อนตายเป็นอีกทางเลือกที่ช่วยลดต้นทุนเพื่อให้ได้ชิปที่มีความจุเพิ่มขึ้นมากกว่าชิปแบบตายตัวเดียว (ชิป “โมโนลิธิค”) การเรียงซ้อนชิป 32 กิกะบิตสองตัวเข้าด้วยกันมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการจัดซื้อชิปโมโนลิธิค 64 กิกะบิตมาก ชิป 64 กิกะบิตจึงสามารถใช้เพื่อผลิตเป็นแฟลชการ์ดขนาด 8GB (การ์ดแบบชิปตัวเดียว) หรือแฟลชการ์ดขนาด 16GB (ชิปสองตัวต่อการ์ด)

เทคนิคการเรียงซ้อนตายจะคล้าย ๆ กับเทคโนโลยีการเรียงซ้อน DRAM ที่ Kingston ใช้เพื่อผลิตหน่วยความจำระดับสูงสำหรับเซิร์ฟเวอร์ แฟลชการ์ดแบบเรียงซ้อนตายของ Kingston จึงทำงานได้มีเสถียรภาพและมีประสิทธิภาพสูง

#### 5.2 เทคโนโลยีแฟลช Multi-Level Cell (MLC)/ Triple-Level Cell (TLC)

ชิปหน่วยความจำ NAND หรือ NOR จะจัดเก็บค่าหนึ่ง (1) บิต (“0” หรือ “1”) ในเซลล์แต่ละเซลล์ สำหรับเทคโนโลยีแฟลชแบบ Multi-Level ค่า

สอง (2) ค่าจะถูกจัดเก็บไว้ในแต่ละเซลล์ สำหรับเทคโนโลยีแฟลชแบบ Triple-Level ค่าสาม (3) ค่าจะถูกจัดเก็บไว้ในแต่ละเซลล์

Kingston เลือกใช้หน่วยความจำแฟลชทั้งแบบ MLC/TLC เพื่อผลิตแฟลชการ์ดมาตรฐาน SSD และแฟลชไดรฟ์ DataTraveler USB ของบริษัท

## 6.0 ประสิทธิภาพของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช

ประสิทธิภาพของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสามข้อต่อไปนี้

- ชิปหน่วยความจำแฟลชที่ใช้: ชิปแฟลชความเร็วสูงแบบ Single-Level Cell (SLC) ที่มีราคาแพงมีข้อดีข้อเสียของตนเองแตกต่างไปจากชิปแฟลช Multi-Level Cell (MLC)/Triple-Level Cell (TLC) ซึ่งมีราคาประหยัดกว่า
- ระบบควบคุมของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช: อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชในปัจจุบันมีระบบควบคุมหน่วยความจำแฟลชในตัว ชิปแบบพิเศษนี้ทำหน้าที่จัดการอินเทอร์เฟซการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์โฮสต์ และคอยดูแลการอ่านและเขียนข้อมูลจากชิปแฟลชที่อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช หากระบบควบคุมโฮสต์สามารถรองรับความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลที่สูงกว่า การใช้ระบบควบคุมแฟลชที่เหมาะสมจะช่วยลดเวลาในการอ่านหรือเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำแฟลชลงได้อย่างมาก
- อุปกรณ์โฮสต์ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช: หากอุปกรณ์โฮสต์ (คอมพิวเตอร์ กล้องดิจิทัล โทรศัพท์มือถือ ฯลฯ) มีจำกัดความเร็วในการอ่านและเขียนข้อมูล การใช้อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชจะไม่ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้นแต่อย่างใด เช่น การใช้แฟลชไดรฟ์ USB 3.0 กับคอมพิวเตอร์ที่รองรับมาตรฐาน USB 2.0 จะไม่ทำให้ความเร็วในการโอนข้อมูลเพิ่มขึ้น นอกจากนี้คอมพิวเตอร์จะต้องกำหนดค่าไว้อย่างเหมาะสมเพื่อรองรับการถ่ายโอนข้อมูลที่เร็วขึ้นทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ในกรณีของเครื่อง PC เมนบอร์ดจะต้องมีหัวต่อ SuperSpeed USB 3.0 ในตัว รวมทั้งระบบปฏิบัติการ (เช่น Windows) จะต้องมีการติดตั้งไดรเวอร์ USB 3.0 ที่ถูกต้องติดตั้งไว้เพื่อให้สามารถรองรับการถ่ายโอนข้อมูลระดับ SuperSpeed USB

ดูรายละเอียดประสิทธิภาพในการทำงานของพอร์ต USB ได้จากภาคผนวก A

ผู้ผลิตหน่วยความจำแฟลชมีการกำหนดมาตรฐานความเร็ว “x-speed” ไว้สำหรับแฟลชการ์ด ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ชัดเจนกำหนดไว้ การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แฟลชต่าง ๆ จึงทำได้ยากสำหรับผู้ซื้อทั่วไป ดูรายละเอียดได้จาก [kingston.com/Flash/x-speed](http://kingston.com/Flash/x-speed)

Kingston มีการร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับผู้ผลิตวัสดุกึ่งตัวนำและระบบควบคุมระดับโลกเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์แฟลชจาก Kingston จะมีคุณสมบัติเทียบราคา/ประสิทธิภาพที่โดดเด่นและคุ้มค่าสำหรับลูกค้า สำหรับกลุ่มที่คาดหวังประสิทธิภาพหรือผู้ใช้ระดับสูง Kingston มีผลิตภัณฑ์รุ่น Elite Pro/Ultimate ในกลุ่ม CompactFlash, UHS SD cards, แฟลชไดรฟ์ DataTraveler SuperSpeed USB 3.0 และs HyperX SSD

## 7.0 ผลิตภัณฑ์แฟลชจาก Kingston

อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชจาก Kingston มีจำหน่ายหลากหลายรุ่นได้แก่

- แฟลชไดรฟ์ USB (DataTraveler®)
- Secure Digital Card (SD, SDHC, SDXC, microSD, microSDHC, microSDXC)
- CompactFlash® Card
- eMMC
- SSD

### 7.1 แฟลชไดรฟ์ USB

แฟลชไดรฟ์ USB เริ่มเปิดตัวครั้งแรกในปี 2002 โดยเป็นสื่อบันทึกข้อมูลความจุสูงที่ถ่ายโอนข้อมูลได้รวดเร็ว มีความสะดวกในการใช้งาน และขนาดกระทัดรัดเพียงแค่มือถือ ไดรฟ์ USB ถูกเลือกใช้แทนฟลอปปีไดรฟ์หรือไดรฟ์ CD โดยมีความจุมากกว่าฟลอปปีดิสก์และไดรฟ์ CD-ROM มาก นอกจากนี้ยังสะดวกในการใช้เพื่อดาวน์โหลดและโอนไฟล์ดิจิทัลอย่างรวดเร็วจากคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ใช้งานของคุณ

แฟลชไดรฟ์ USB ใช้แฟลช NAND และระบบควบคุมการทำงานในเคสขนาดเล็ก แฟลชไดรฟ์ USB สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์และ





อินเทอร์เฟซ	แรงดันไฟฟ้า	จำนวนขา	ขนาดเป็น มม.
Secure Digital/SDHC/SDXC (non UHS และ UHS-I)	2.7 – 3.3 โวลต์	9	32 x 24 x 2.1
Secure Digital/SDHC/SDXC (UHS-II)	2.7 – 3.3 โวลต์	17	32 x 24 x 2.1
microSD / microSDHC microSDXC	2.7 – 3.3 โวลต์	8	15 x 11 x 1

#### 7.4 Embedded MultiMediaCard (eMMC)

Kingston eMMC เป็นแฟลชไดรฟ์ Embedded (EFD) ที่พัฒนาขึ้นสำหรับอุปกรณ์มือถือและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้งานทั่วไป eMMC เป็นอุปกรณ์ไฮบริดที่ผสมผสานระบบควบคุมแฟลชที่มีฟังก์ชันการทำงานสำเร็จรูปและหน่วยความจำแฟลช NAND ที่ใช้อินเทอร์เฟซ eMMC มาตรฐาน

Kingston eMMC ใช้หน่วยความจำแฟลช NAND ขนาดสูงสุด 64 GB เหมาะสำหรับการจัดเก็บข้อมูลโดยเฉพาะ ระบบควบคุมอัจฉริยะของ eMMC จะทำหน้าที่จัดการโปรโตคอลอินเทอร์เฟซเชื่อมต่อ การสืบค้นข้อมูล การทำงานของรหัสแก้ไขข้อผิดพลาด (ECC) ระบบวินิจัยข้อบกพร่อง การจัดการพลังงาน ระบบควบคุมเวลาและกระบวนการอื่น ๆ แฟลชไดรฟ์ eMMC เป็นประโยชน์ในการใช้งานสำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์แบบพกพา เช่น เพื่อรองรับข้อมูลเพลง ภาพถ่าย วิดีโอ รายการโทรทัศน์ ข้อมูล GPS เกม อีเมล ฯลฯ สถาปัตยกรรม eMMC เป็นการจำลองการทำงานของฮาร์ดดิสก์อย่างสมบูรณ์แบบเข้ากับโปรเซสเซอร์โฮสต์ทำให้การอ่าน/เขียนข้อมูลไม่แตกต่างจากฮาร์ดไดรฟ์แบบเซกเตอร์มาตรฐานปกติ นอกจากนี้ระบบควบคุม eMMC จาก Kingston ยังมีการทำฟังก์ชันโครงสร้างเสมือนจริง ระบบปรับระดับการสึกหรอแบบไดนามิก ระบบปรับระดับการสึกหรอแบบคงที่และระบบจัดการบล็อกข้อมูลอัตโนมัติเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลจะมีเสถียรภาพและทนทานมากที่สุด

อินเทอร์เฟซ	จำนวนขา	ขนาดเป็น มม.
eMMC	153 BGA	11.5 x 13 x 1.0
eMMC	153 BGA	11.5 x 13 x 1.2
eMMC	169 BGA	12 x 16 x 1.0
eMMC	169 BGA	12 x 16 x 1.2
eMMC	169 BGA	12 x 16 x 1.4

#### 7.5 ไดรฟ์ Solid State (SSD)

solid-state drive (SSD) คืออุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่ใช้หน่วยความจำ Solid State เพื่อจัดเก็บข้อมูลโดยมีเป้าหมายเพื่อรองรับการสืบค้นในลักษณะเดียวกับฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD) แบบปกติ เมื่อปี 2007 SSD ส่วนใหญ่จะใช้หน่วยความจำแฟลช NAND แบบไม่เสถียรเพื่อเก็บข้อมูลโดยไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่อยู่ภายใน เมื่อเปรียบเทียบกับ HDD ไดรฟ์ SSD มีโอกาสเกิดปัญหาจากการสั่นสะเทือนน้อยกว่าและทำงานได้เร็วกว่า นอกจากนี้ยังมีเวลาหน่วงในการสืบค้นข้อมูลที่ต่ำกว่า ประสิทธิภาพจึงเหนือกว่ามาก SSD ใช้อินเทอร์เฟซและฟอร์แมตเตอร์เดียวกันกับฮาร์ดไดรฟ์ทั่วไป ทำให้สามารถติดตั้งแทนฮาร์ดไดรฟ์ในคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ได้อย่างไม่ยุ่งยาก

Kingston มีไดรฟ์ SSD มากมายสอดคล้องตามความต้องการของนักธุรกิจ ผู้ใช้ทั่วไป ผู้ประกอบเครื่องและกลุ่มที่คาดหวังประสิทธิภาพ SSD สำหรับธุรกิจจาก Kingston ถือเป็นไดรฟ์ที่เร็วที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมและมีการรับประกันที่ยาวนานกว่า SSD สำหรับผู้ใช้ทั่วไปและสำหรับกลุ่มผู้พัฒนาระบบเน้นที่ความลงตัวของราคาและประสิทธิภาพในขณะที่กลุ่มที่คาดหวังประสิทธิภาพเองก็มั่นใจได้กับการทำงานที่รวดเร็วและการออกแบบที่สวยงามของไดรฟ์ HyperX SSD จาก Kingston

ชิปหน่วยความจำแฟลชที่ใช้ใน SSD: มีหน่วยความจำแฟลชอยู่สองประเภทที่ใช้กับ SSD ได้แก่แบบ Multi-Level Cell (MLC) และ Single-Level Cell (SLC) หน่วยความจำแฟลชทั้งสองประเภทมีประสิทธิภาพและความทนทานที่แตกต่างกันไป เนื่องจากหน่วยความจำแฟลช SLC มีราคาสูงกว่า MLC จึงเป็นหน่วยความจำแฟลชที่มักใช้กับ SSD ที่ผลิตสำหรับใช้กับโน้ตบุ๊กและ PC เดสก์ท็อป SSD ที่ออกแบบมาสำหรับเซิร์ฟเวอร์จะใช้

หน่วยความจำแฟลชแบบใหม่ที่เรียกว่า Enterprise MLC (eMLC) ซึ่งมีความทนทานมากกว่าและเหมาะกับการทำงานที่หนักหน่วงของเซิร์ฟเวอร์ระดับสูง

ความทนทานของ SSD: ความทนทานของ SSD คือระยะเวลาที่คาดว่า SSD จะทำงานได้ตามปกติภายใต้ภาระในการเขียนข้อมูลที่กำหนด ความทนทานของ SSD โดยปกติจะพิจารณาจากจำนวนไบนารีที่เขียน (TBW) ไปยังไดรฟ์ นี่เป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่คาดว่าท่านจะสามารถเขียนไปยังไดรฟ์ตลอดอายุการใช้งานที่กำหนด ความทนทานของหน่วยความจำแฟลชโดยปกติจะลดลงเรื่อยๆ ไปตามจำนวนไบนารีที่ลดลงใน NAND เรียกเป็น “ตัวแปรยกกำลังในการเขียนข้อมูล” หรือ WAF WAF คือส่วนต่างระหว่างการเขียนของโฮสต์และจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่เขียนไปยัง NAND ต่อกระบวนการเขียนแต่ละรอบ อุปกรณ์ที่ใช้หน่วยความจำแฟลช เช่น SSD จะเขียนข้อมูลแบบเต็มบล็อก ในการเขียนข้อมูลไปยังบล็อกที่มีข้อมูลบางส่วนอยู่แล้ว อุปกรณ์จะต้องมีข้อมูลที่ติดอยู่ในบล็อกดังกล่าวที่จะผนวกกับข้อมูลใหม่เพื่อเขียนซ้ำไปยังหน่วยความจำแฟลช เช่น หากข้อมูล 2GB ถูกเขียนไปยัง SSD ข้อมูลจริงที่เขียนไปยังแฟลชอาจเป็น 4GB ในกรณีนี้ WAF จะเท่ากับ (2) WAF จะแตกต่างกันไปโดยอาจเริ่มต้นจาก .5 หรือสูงถึง 20 หรือ 30 ขึ้นอยู่กับระบบควบคุม SSD และประเภทข้อมูลที่กำลังเขียน (แบบสุ่มหรือเรียงตามลำดับ) ไปยัง SSD

ระบบควบคุมสื่อบันทึกข้อมูล SSD: SSD ใช้ระบบควบคุมแฟลชที่ซับซ้อนเพื่อสื่อสารระหว่าง Serial ATA Host Controller และชิปแฟลชที่ SSD ชิปแบบนี้จะจัดการการอ่านข้อมูลและการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำแฟลชที่ SSD ระบบควบคุม SSD ยังทำหน้าที่จัดการการทำงานของสำคัญอื่น ๆ เช่น การปรับระดับการสึกหรอและการรวบรวมข้อมูลขยะเพื่อยืดอายุการใช้งานของไดรฟ์และช่วยรักษาประสิทธิภาพในการทำงานของไดรฟ์ตลอดอายุการใช้งานให้คงที่

อินเทอร์เฟซโฮสต์ Serial ATA (SATA): SSD ทั้งหมดของ Kingston รองรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เฟซโฮสต์ SATA ที่ช่วยให้ SSD จาก Kingston สามารถต่อใช้งานกับโน้ตบุ๊ก เดสก์ท็อปและเซิร์ฟเวอร์ใช้งานทั่วไปได้เป็นเวลาหลายปี Kingston SSD สามารถใช้งานได้กับระบบควบคุมโฮสต์ SATA revision 2, 3Gbps และ SATA revision 3, 6Gbps ส่วนใหญ่ ระบบควบคุมโฮสต์ SATA ส่วนใหญ่รองรับการทำงานกับมาตรฐานเดิมแต่หากระบบควบคุมโฮสต์ SATA จำกัดความเร็วในการอ่านและการเขียนข้อมูลไว้ การใช้ SSD ที่มีความเร็วสูงกว่าจะไม่ทำให้การถ่ายโอนข้อมูลเร็วขึ้นแต่อย่างใด เช่นหากต่อ SATA Rev. 3 SSD เข้ากับระบบควบคุมโฮสต์ SATA Rev. 2 การถ่ายโอนข้อมูลจะเร็วได้เท่าที่ระบบควบคุมโฮสต์รองรับเท่านั้น

อินเทอร์เฟซ	ความเร็ว	แรงดันไฟฟ้า	จำนวนขา	ขนาดเป็น มม.
SATA Rev. 2	3 Gbps	5 โวลต์	SATA 22 ขา	69.85 x 100 x 9.5
SATA Rev. 3	6 Gbps	5 โวลต์	SATA 22 ขา	69.85 x 100 x 9.5

## 7.6 ไดรฟ์ SSD mSATA (MO-300) และ Half-Slim (MO-297) รวมทั้ง M.2 Solid State

Kingston ขอแนะนำเสนอ mSATA และ Half-Slim SATA SSD ขนาดเล็กสำหรับผู้ประกอบเครื่องและผู้พัฒนาระบบโดยเฉพาะ ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ ออกแบบมาสำหรับการใช้งานในเชิงพาณิชย์อย่างแท้จริง

MO-300 – mSATA หรือ Mini-SATA เปิดตัวโดย Serial ATA International Organization เมื่อเดือนกันยายนปี 2009 โดยผลิตขึ้นสำหรับใช้กับโน้ตบุ๊กและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องการไดรฟ์ SSD ขนาดเล็ก หัวต่อจะคล้ายกับอินเทอร์เฟซ PCI Express Mini Card โดยสามารถรองรับระบบไฟฟ้าร่วมกัน ทั้งนี้สัญญาณข้อมูลจะต้องผ่านระบบควบคุมโฮสต์ SATA แทนระบบควบคุมโฮสต์ของ PCI-express การเชื่อมต่อ mini PCIe บางส่วนเท่านั้นที่รองรับ SATA ดังนั้นควรตรวจสอบรายละเอียดกับผู้จำหน่ายเครื่องก่อนในเบื้องต้น

MO-297 – Slim SATA เป็นไดรฟ์ SSD ที่พัฒนาขึ้นมาภายใต้ฟอร์มแฟคเตอร์พิเศษ มีประสิทธิภาพโดดเด่น ตัวไดรฟ์เป็นไดรฟ์มาตรฐานแบบไม่มีเคสตัวนอก ขนาดไม่ถึงครึ่งหนึ่งของไดรฟ์ SSD 2.5 นิ้ว Slim SATA ใช้ไดรฟ์ SATA แบบมาตรฐานและระบบเชื่อมต่อทางไฟฟ้าเหมือนกับ SSD ขนาด 2.5 นิ้ว ทำให้สามารถใส่กับเครื่องโฮสต์ได้อย่างหลากหลาย Slim SATA เป็นมาตรฐาน JEDEC (MO-297) โดยมีจุดยึด (4) จุดเพื่อยึดไดรฟ์เข้ากับตัวเครื่อง

M.2 – ไดรฟ์ M.2 ตัวใหม่เป็นสื่อบันทึกข้อมูลรุ่นใหม่ที่ถูกออกแบบมาเป็นไดรฟ์ SATA ขนาดเล็กเป็นพิเศษ M.2 พัฒนาขึ้นโดย PCI-SIG และออกแบบมาเป็นผลิตภัณฑ์รุ่นปรับปรุงใหม่สำหรับ MO-300 โดยอาศัยฟอร์มแฟคเตอร์ PCI Express Mini Card และหัวต่อรุ่นปัจจุบันที่รองรับโมดูลขนาดยาวและส่วนประกอบแบบสองด้าน โมดูล M.2 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและมีความกว้างและความยาวที่หลากหลาย ทั้งนี้โมดูล M.2 ที่มีจำหน่าย

ในเชิงพาณิชย์จะมีความกว้างที่ 22 มม. และมีความยาวระหว่าง 30, 42, 60, 80 และ 110 มม. การเชื่อมต่อ mini PCIe บางส่วนเท่านั้นที่รองรับ SATA ดังนั้นจึงควรตรวจสอบรายละเอียดกับผู้จำหน่ายเครื่องของคุณก่อนในเบื้องต้น

ฟอร์มแฟคเตอร์	อินเทอร์เฟซ	แรงดันไฟฟ้า	จำนวนขา	ขนาดเป็น มม.
MO-300	SATA	3.3 โวลต์	52 Pin PCIe Mini Card	50.8 x 30
MO-297	SATA	5 โวลต์	SATA 22 ขา	54 x 39
M.2	PCI Express	3.3 โวลต์	75 Pins PCIe M.2	22 x 30, 42, 60, 80, 110

Kingston มีการร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับผู้ผลิตวัสดุกึ่งตัวนำและระบบควบคุมระดับโลกเพื่อให้แน่ใจว่า SSD จาก Kingston จะมีคุณสมบัติเทียบราคา/ประสิทธิภาพที่โดดเด่นและคุ้มค่าสำหรับลูกค้า

## 8.0 แฟลชมีเดียรีดเดอร์จาก Kingston

แฟลชมีเดียรีดเดอร์ช่วยให้อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชสามารถใช้เป็นสื่อบันทึกข้อมูลแบบพกพาสำหรับคอมพิวเตอร์ รวมทั้งสำหรับอพท์โหลดหรือดาวน์โหลดภาพถ่าย เพลงและข้อมูลอื่น ๆ โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์โฮสต์ต้นทาง (เช่น กล้องดิจิทัลหรือเครื่องเล่น MP3) รวมทั้งไม่ต้องอาศัยไฟจากแบตเตอรี่

แฟลชมีเดียรีดเดอร์ช่วยให้การถ่ายโอนข้อมูลทำได้รวดเร็วอย่างที่อุปกรณ์โฮสต์สามารถรองรับได้ เช่น รีดเดอร์ USB จะทำงานได้เร็วกว่าอุปกรณ์โฮสต์มาก (เช่น กล้องดิจิทัล) โดยใช้อินเทอร์เฟซแบบอนุกรม หากอุปกรณ์โฮสต์ไม่รองรับการถ่ายโอนข้อมูลความเร็วสูง รีดเดอร์ที่ไวกว่าจะช่วยลดเวลาการถ่ายโอนข้อมูลลงได้อย่างมาก

Kingston จัดจำหน่ายแฟลชมีเดียรีดเดอร์เพื่อเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการต่อพ่วงอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือโน้ตบุ๊ก

สำหรับแฟลชมีเดีย Kingston ขอแนะนำให้ใช้ Media Reader ที่สะดวกและใช้งานได้อย่างหลากหลาย เนื่องจากเป็นรีดเดอร์สำเร็จรูปที่รองรับแฟลชการ์ดหลายตัว และสามารถต่อกับคอมพิวเตอร์ที่มีพอร์ต USB 2.0 หรือ USB 3.0 Kingston

มีจำหน่าย USB 3.0 Media Reader สำหรับถ่ายโอนข้อมูลความเร็วสูงซึ่งเหนือกว่า USB 2.0 Media Reader ถึง 10 เท่า Kingston ยังมีจำหน่ายรีดเดอร์แบบพกพา MobileLite G4 และ microSD/SDHC Reader สำหรับการถ่ายโอนข้อมูลความเร็วสูงกับเครื่องที่รองรับมาตรฐาน Hi-Speed USB 2.0 และ SuperSpeed USB 3.0

## 9.0 ข้อมูลการรองรับการทำงานทางแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้

### 9.1 ถ้อยแถลงจาก FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION (FCC):

อุปกรณ์นี้ได้มาตรฐานตาม Part 15 ของ FCC Rules การใช้งานต้องเป็นไปตามเงื่อนไขสองประการดังนี้ (1) อุปกรณ์นี้ไม่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนที่เป็นอันตรายและ (2) อุปกรณ์นี้จะต้องสามารถทนรับสัญญาณรบกวนที่ได้รับ รวมทั้งสัญญาณรบกวนที่อาจทำให้เกิดการทำงานที่ไม่พึงประสงค์

เครื่องนี้ผ่านการทดสอบและมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนด สำหรับอุปกรณ์ดิจิทัล Class B ตามข้อกำหนดของ FCC หมวดที่ 15 ข้อกำหนดเหล่านี้กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนที่เป็นอันตราย สำหรับการติดตั้งภายในบ้าน อุปกรณ์นี้สร้าง ize และสามารถแผ่คลื่นความถี่วิทยุได้ และหากไม่ได้รับการติดตั้งและใช้งาน ตามคำแนะนำ อาจก่อให้เกิดสัญญาณรบกวน ที่เป็นอันตรายต่อการสื่อสารทางวิทยุได้ อย่างไรก็ตาม บริษัทไม่รับประกันว่า จะไม่เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นในการติดตั้ง หากอุปกรณ์นี้ไม่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน ที่เป็นอันตรายต่อการรับคลื่นวิทยุหรือโทรทัศน์ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยการปิดและเปิดเครื่อง ขอให้ผู้ใช้งานพยายามตรวจสอบแก้ไขสัญญาณรบกวนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

- เปลี่ยนหรือย้ายเสาอากาศ
  - เพิ่มระยะห่างระหว่างอุปกรณ์และเครื่องรับสัญญาณ
  - ต่ออุปกรณ์กับปลั๊กที่อยู่คนละวงจรถับเครื่องรับที่ต่ออยู่
  - ติดต่อขอความช่วยเหลือจากตัวแทนจำหน่าย หรือช่างวิทยุ/โทรทัศน์ที่มีประสบการณ์
- \*\*\* การเปลี่ยนแปลงหรือดัดแปลงที่ไม่ผ่านการรับรองโดยผู้ที่มีหน้าที่ในการควบคุมมาตรฐานจะทำให้คุณเสียสิทธิ์ในการใช้งานอุปกรณ์นี้

## 9.2 ถ้อยแถลงจาก INDUSTRY CANADA (IC):

อุปกรณ์ดิจิทัล Class [B] นี้ได้มาตรฐาน Canadian ICES-003. Cet appareil numérique de la classe [B] est conforme à la norme NUM-003 du Canada.

## 10.0 ข้อมูลเพิ่มเติม:

ตรวจสอบรายละเอียดผลิตภัณฑ์จาก Kingston เพิ่มเติมได้ที่: [kingston.com/Flash](http://kingston.com/Flash).



ภาคผนวก: ประสิทธิภาพของ USB

Universal Serial Bus (USB) เป็นอินเทอร์เฟซที่นิยมสำหรับการเชื่อมต่อแฟลชการ์ดรีดเดอร์กับคอมพิวเตอร์

มาตรฐาน USB ล่าสุดคือ USB 3.0 มาตรฐานเดิมคือ USB 2.0 มาตรฐาน USB 3.0 รองรับทั้งความเร็วระดับ USB 2.0 สำหรับอุปกรณ์รุ่นเก่า มาตรฐาน USB 2.0 รองรับมาตรฐาน USB 1.1 ทั้งนี้มาตรฐาน USB 3.0 จะไม่สามารถรองรับพอร์ต USB 1.1 ได้

มีข้อพิจารณาหลายประการในการชี้วัดประสิทธิภาพของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลช (ดูรายละเอียดในหน้าถัดไป)



<p>เทคโนโลยีซีพียูหน่วยความจำแฟลช</p> <p>Single-Level Cell (SLC) vs. Multi-Level Cell (MLC) /Triple-Level Cell (TLC)</p>	<p>โดยทั่วไปอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแฟลชที่ใช้ Multi-Level Cell (MLC) NAND Flash จะมีประสิทธิภาพเหนือกว่า Triple-Level Cell (TLC) NAND Flash มาตรฐานหรือ แฟลชการ์ด NAND หรือ DataTraveler</p> <p>แฟลชการ์ดมาตรฐานหรือไดรฟ์ DataTraveler USB ถือเป็นสื่อบันทึกข้อมูลที่มีราคา/ประสิทธิภาพคุ้มค่าเหมาะสำหรับผู้ใช้กล้องดิจิทัล แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ การ์ด UHS หรือแฟลชไดรฟ์ SuperSpeed DataTraveler 3.0 USB อ่านและเขียนข้อมูลได้ไวกว่า เหมาะสำหรับผู้ใช้ระดับสูง ช่างภาพและผู้ที่มีความหวังประสิทธิภาพ</p> <p>เพื่อให้แฟลชการ์ดหรือแฟลชไดรฟ์ USB ประสิทธิภาพสูงทำงานได้เต็มที่ ผู้ใช้จะต้องมีอุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐานความเร็วสูงหรือคอมพิวเตอร์ที่กำหนดค่าไว้อย่างถูกต้องและสามารถทำงานร่วมกันได้ กล้องดิจิทัลและอุปกรณ์บางตัวต้องใช้แฟลชการ์ดประสิทธิภาพสูงเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง</p>
<p>อุปกรณ์ไฮสปีดสำหรับใช้งานทั่วไป</p> <p>กล้องดิจิทัล โทรศัพท์มือถือ PDA แท็บเล็ต PC และอุปกรณ์อื่น ๆ</p>	<p>ระบบควบคุมในตัวที่ทำหน้าที่สื่อสารกับแฟลชการ์ดหรือแฟลชไดรฟ์ USB ในอุปกรณ์ใช้งานทั่วไปหลายตัวอาจมีแบนด์วิดท์ที่จำกัด ดูรายละเอียดได้จากคู่มือผู้ใช้หรือติดต่อผู้ผลิต เพื่อสอบถามรายละเอียดเฉพาะใด ๆ</p> <p>ประสิทธิภาพในการทำงานจริงจะเท่ากับระดับการถ่ายโอนข้อมูลขั้นต่ำที่ระบบควบคุมไฮสปีด แฟลชการ์ดหรือแฟลชไดรฟ์ USB รองรับ</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>การเชื่อมต่อแฟลชการ์ดกับ คอมพิวเตอร์ผ่าน Media Reader, MobileLite และรีดเดอร์ microSD จาก Kingston</li> <li>การเชื่อมต่อแฟลชไดรฟ์ USB โดยตรงเข้ากับ สล็อต USB ของคอมพิวเตอร์</li> </ul>	<p>มาตรฐาน USB 2.0 ยังรองรับ USB 1.1 ด้วย เพื่อให้สามารถใช้งาน กับอุปกรณ์รุ่นเก่า มาตรฐาน USB ล่าสุดคือ USB 3.0 มาตรฐาน USB 3.0 รองรับมาตรฐาน USB 2.0 แต่อุปกรณ์มาตรฐาน USB 3.0 จะไม่สามารถทำงานกับพอร์ต USB 1.1</p> <p>แฟลชไดรฟ์ USB และ Digital Media Reader/Writers จะต้องระบุโลโก้ต่อไปนี้เพื่อแจ้ง ระดับประสิทธิภาพในการทำงาน:</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>โลโก้ USB: โอนข้อมูลสูงสุด 12 เมกะบิตต่อวินาที (12Mb/s หรือ 1.5MB/s) เรียกอีกอย่างว่าเป็นมาตรฐาน Original USB หรือ USB 1.1 รวมทั้งรองรับมาตรฐาน USB 2.0 Full-Speed ที่ความเร็วสูงสุดที่ 12Mb/s (หรือ 1.5MB/s)</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>โลโก้ Hi-Speed USB: โอนข้อมูลสูงสุด 480 เมกะบิตต่อวินาที (480Mb/s หรือ 60MB/s) เรียกอีกอย่างว่ามาตรฐาน USB 2.0 Hi-Speed Hi-Speed USB เร็วกว่า USB ถึง 40 เท่า และยังสามารถรองรับมาตรฐาน USB ผ่านโหมด USB 2.0 Full-Speed โดยรองรับความเร็วสูงสุดที่ 12Mb/s (หรือ 1.5MB/s)</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">  </div> <div> <p>โลโก้ SuperSpeed USB: โอนข้อมูลสูงสุด 5 กิกะบิตต่อวินาที (5Gbps/s หรือ 625MB/s) SuperSpeed USB เร็วกว่า USB 2.0 10 เท่า และรองรับมาตรฐาน USB 2.0 ที่ 480Mb/s ทั้งนี้อุปกรณ์มาตรฐาน USB 3.0 จะไม่สามารถทำงานกับพอร์ต USB 1.1 ได้</p> </div> </div>

หมายเหตุ: ความจุที่แจ้งบางส่วนนี้อาจอิงสำหรับการฟอร์แมตหรือฟังก์ชันอื่น ๆ ไม่ใช่ความจุสำหรับใช้จัดเก็บข้อมูลที่แท้จริง