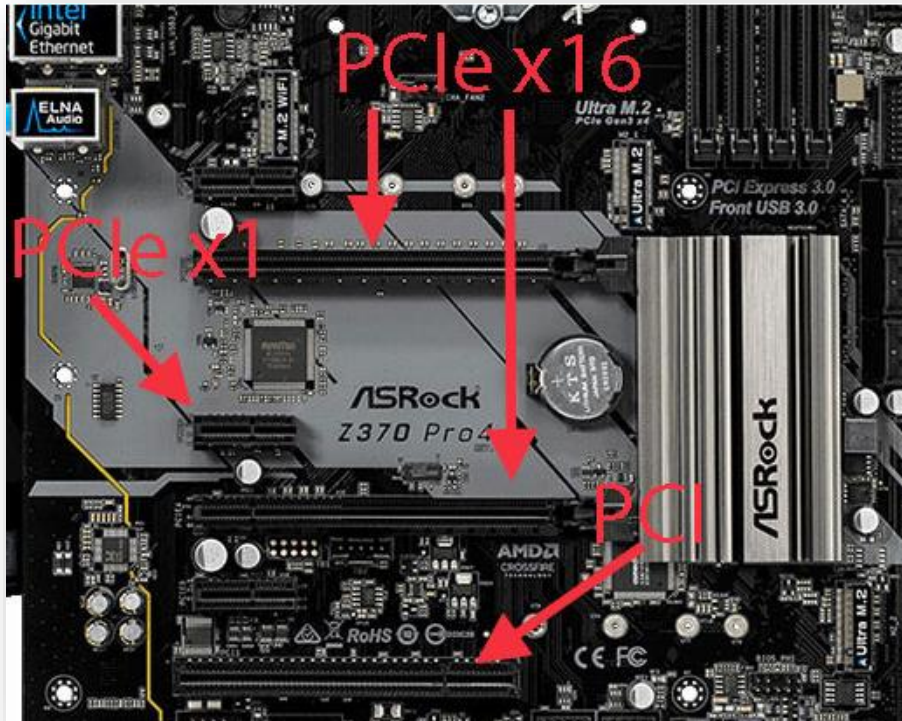


# NEXT GEN NVMe SD CARD : THE SM2708 CONTROLLER

- NVMe (Non-Volatile Memory Express) เป็นอินเทอร์เฟซการรับส่งข้อมูลและไดรเวอร์ที่อาศัยข้อดีของ PCIe ที่มีเทคโนโลยีบัสแบนด์วิธสูงกว่า SATA เทคโนโลยี NVMe ออกแบบมาสำหรับ SSD และระบบการสื่อสารระหว่างอินเทอร์เฟซที่บันทึกข้อมูลและ CPU เครื่องโดยใช้ซ็อกเก็ต PCIe ความเร็วสูงโดยไม่จำกัดที่ฟอร์มแฟคเตอร์ใดโดยเฉพาะ
- PCIe (Peripheral Component Interconnect Express) เป็นช่องทางสำหรับรับส่งข้อมูลเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ความเร็วสูง ที่นำมาใช้ทดแทนช่องทางเก่าอย่าง PCI, PCI-X และ AGP ที่ถือเป็นอีกหนึ่ง อินเทอร์เฟซ ที่ถูกฝังไว้ใน เมนบอร์ด ใช้สำหรับอุปกรณ์เสริมต่างๆที่ต้องการการเชื่อมต่อแบบความเร็วสูง เช่น Graphics Cards, Hard Disk Drive host adapters, SSDs, Wi-Fi และ Ethernet

Version	Intro-duced	Line code	Transfer rate	Throughput				
				×1 GB/s	×2 GB/s	×4 GB/s	×8 GB/s	×16 GB/s
1.0	2003	8b/10b	2.5 GT/s	0.250	0.500	1.000	2.000	4.000
2.0	2007	8b/10b	5.0 GT/s	0.500	1.000	2.000	4.000	8.000
3.0	2010	128b/130b	8.0 GT/s	0.985	1.969	3.938	7.877	15.754
4.0	2017	128b/130b	16.0 GT/s	1.969	3.938	7.877	15.754	31.508
5.0	2019	128b/130b	32.0 GT/s	3.938	7.877	15.754	31.508	63.015
6.0 (planned)	2021	128b/130b + PAM-4 + ECC	64.0 GT/s	7.877	15.754	31.508	63.015	126.031

## ขนาดของความยาวของ **PCI Express** บอกจำนวน **x**



**PCIe x16** การ์ดจอ **SSD m.2 NVMe**

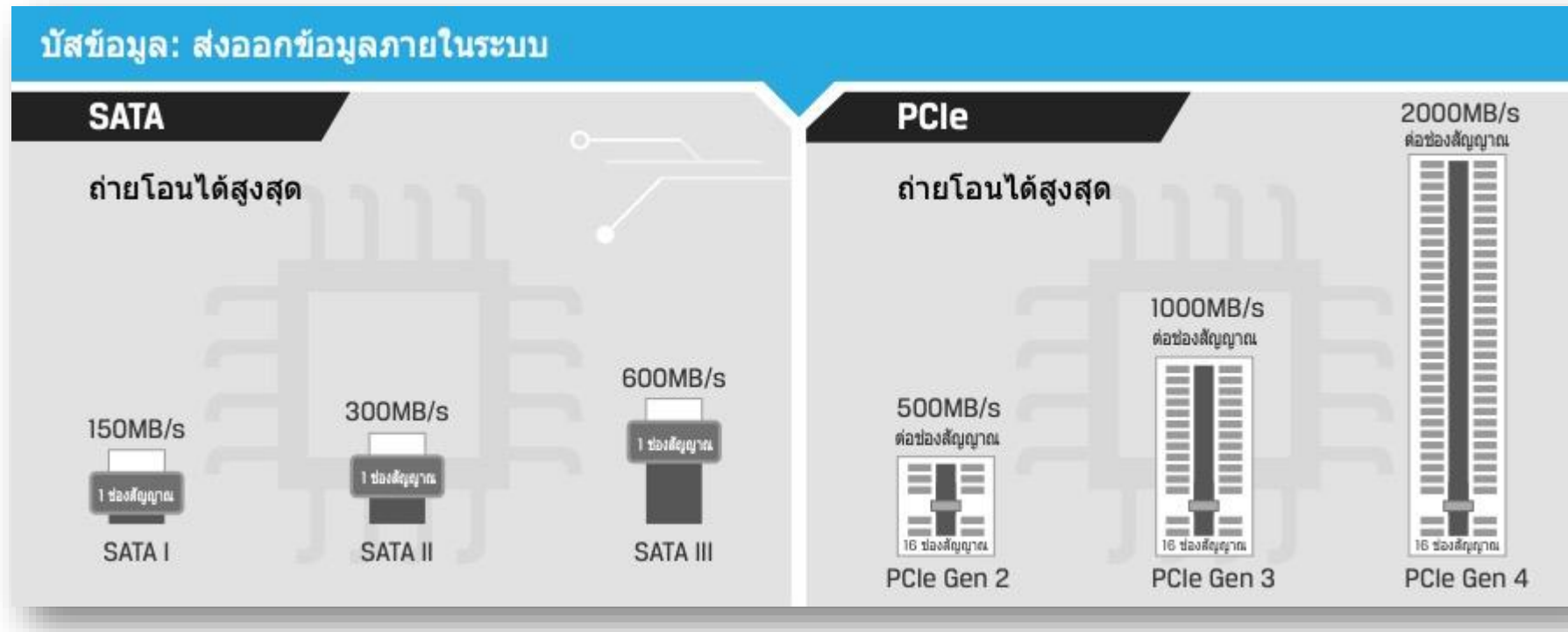
PCI Express Example Connectors	
<b>x1</b>	<b>BANDWIDTH</b> Single direction: 2.5 Gbps/200 MBps Dual Directions: 5 Gbps/400 MBps
<b>x4</b>	<b>BANDWIDTH</b> Single direction: 10 Gbps/800 MBps Dual Directions: 20 Gbps/1.6 GBps
<b>x8</b>	<b>BANDWIDTH</b> Single direction: 20 Gbps/1.6 GBps Dual Directions: 40 Gbps/3.2 GBps
<b>x16</b>	<b>BANDWIDTH</b> Single direction: 40 Gbps/3.2 GBps Dual Directions: 80 Gbps/6.4 GBps

Source: IBM

©2005 HowStuffWorks

ความสัมพันธ์ **PCIe** ระหว่าง **x1 x4 x8 x16**

- เห็นได้ชัดว่าความเร็วของ **PCIe** ขึ้นอยู่กับจำนวน **x** หรือเลนที่มากขึ้น และพอมันมีเลนมากขนาดต้องสามารถบอกจำนวน **x** ได้คร่าวๆ ด้วยสายตา โดยขนาดที่ถือเป็นมาตรฐานทั่วไปคือ **x16** ที่มักใช้กับ **device** ที่ต้องการความเร็วในการเชื่อมต่อมากเช่น การ์ดจอ หรือ **SSD m.2 NVMe** ดังภาพด้านซ้ายที่ใช้ **PCIe x16** และ ภาพด้านขวาที่บอกจำนวนแต่ละเลนนั้นรับได้ทีความเร็วเท่าไร



- ปัจจุบันองค์กรและไคลเอนท์ต่างตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยี巴士แบนด์วิดท์สูงอย่างเทคโนโลยี PCIe แทนโปรโตคอล SATA PCIe เกิดขึ้นก่อน NVMe ไม่กี่ปี แต่ PCIe มีปัญหาความแออัดตรงที่ใช้โปรโตคอลการถ่ายโอนข้อมูลแบบเก่า เช่น SATA และ AHCI ทำให้ไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพตลอดเวลาที่ผ่านมา NVMe คือทางแก้ไขปัญหาความแออัดและช่วยจัดการข้อจำกัดที่เกิดขึ้น ผ่านชุดคำสั่งกำหนดเวลาต่ำและคิวคำสั่งที่มีขนาดถึง 64K การรองรับคิวคำสั่งเป็นจำนวนมากทำให้การถ่ายโอนข้อมูลรวดเร็ว เนื่องจากข้อมูลจะถูกเขียนไปยัง SSD แบบกระจายโดยอาศัยชิปและบัลลูนข้อมูลแทนการเขียนไปยังจานหมุนอย่างฮาร์ดดิสก์

## NEXT GEN NVMe SD CARD : SM2708



- ณ ปัจจุบันนี้ ผู้บริโภคจำนวนมากต้องการการ์ด SD Express และเครื่องอ่านการ์ดเพื่อใช้ประโยชน์จาก PCIe / NVMe ในรูปแบบ SD ทั้งหมด ในขณะที่การ์ด SD Express นั้น ถูกเปิดใช้งานโดยคอนโทรลเลอร์ ยกตัวอย่าง เช่น SM2708
- **SD CARD Silicon Motion SM2708** รองรับทั้ง SD UHS-I และ PCIe Gen 3.0 x2 ที่ด้านอัปสตรีม ทางด้านแฟลช รองรับทั้ง อินเทอร์เฟซ Toggle 3.0 และ ONFI 4.1 NAND ที่ 800 MT/s คอนโทรลเลอร์ถูกจำกัดการทำงานแบบสองช่องสัญญาณโดยเปิดใช้งาน 8 ช่องต่อช่องสัญญาณ และสามารถใช้งานทั้ง 3D TLC และ QLC ได้

## SM2708 – uSD/SD Express Controller

### SM2708 SD7.1 Key Features

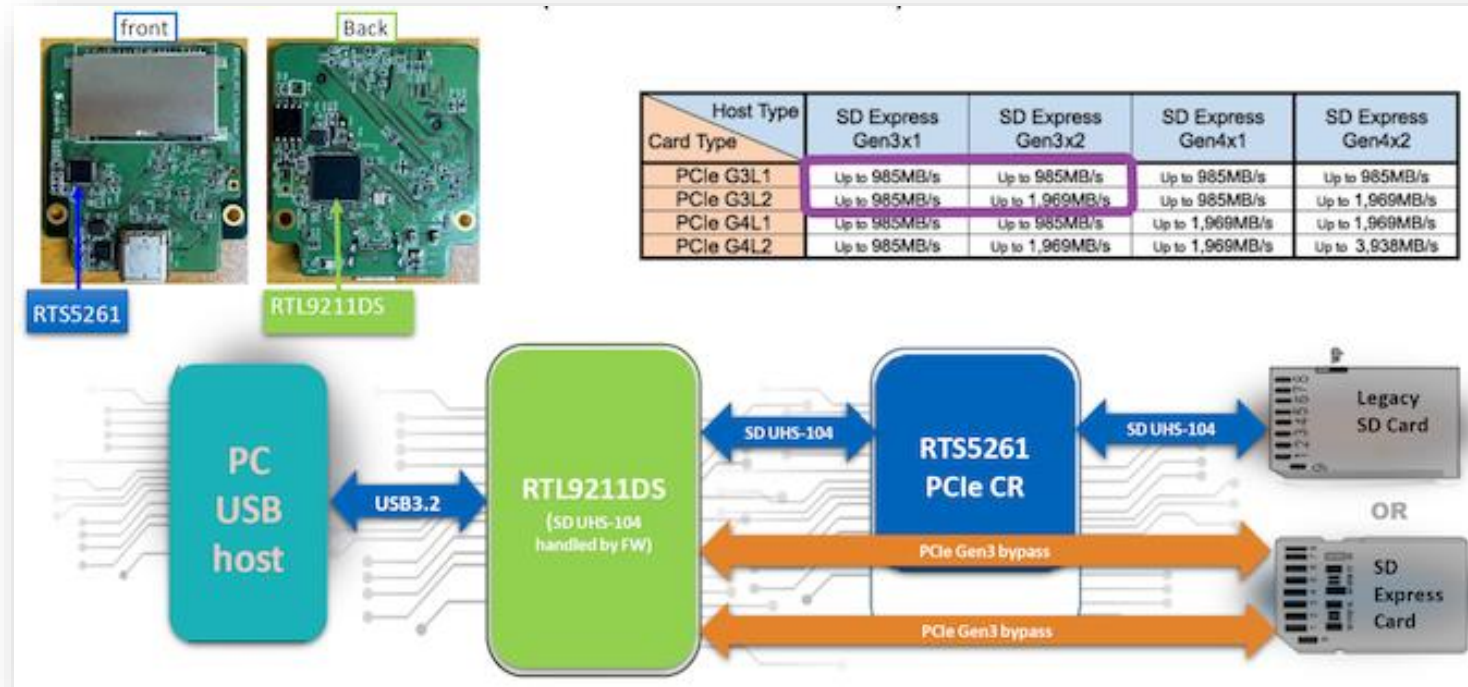
- SD UHS-I SDR-104/DDR200
- SD7.0/SD7.1/SD8.0
- PCIe Gen 3x1 / PCIe Gen 3x2 capability ready
- 2-Ch/8CE per channel
- 3D TLC/QLC
- 1.8V/1.2V VCCQ & 2.5V/3.3V VCC
- Toggle 3.0 & ONFI 4.1
- 800MT/s NAND IO speed
- Power/performance throttling
- ECC : LDPC 2K

PCIe Gen 3x1 Performance	256GB (PCIEx4)	256GB (PCIEx16)
Sequential Read (MB/s)	860	918
Sequential Write Burst (MB/s)	751	768
Random Read (IOPS)	90K	90K
Random Write (IOPS)	138K	107K

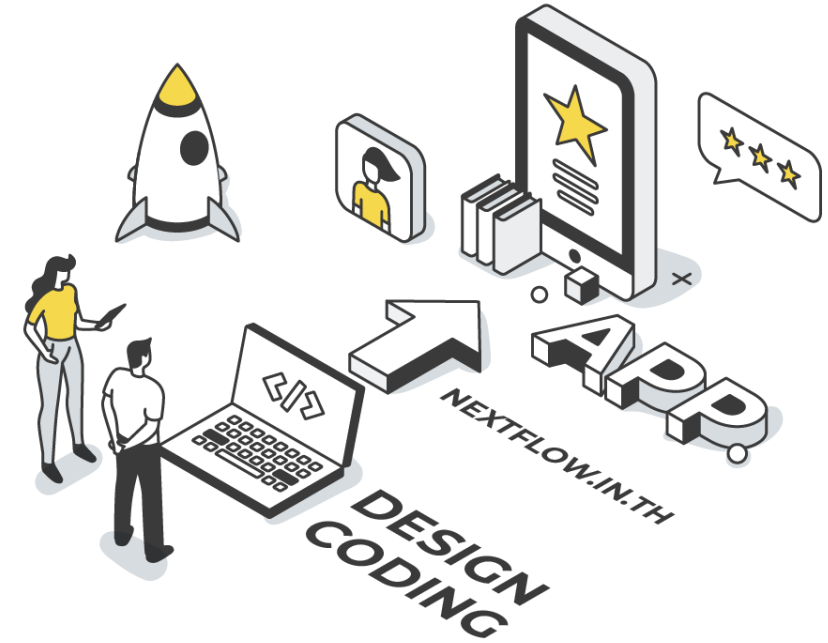
- Based on the tPROG/tR of the B27B 512Gb 3D TLC (1200MT/s) samples
- Write speed estimation: based on SLC burst mode
- Flash mode: 2Ch/2 way/4 dies-stacked

- ฝังการสนับสนุนอินเทอร์เฟซ NAND Flash สูงสุด 1200 MT/s
- อัตราการถ่ายโอนข้อมูลสูงถึง 900MB/s @ SD 7.0/7.1 (PCIe Gen 3 x 1)  
และสูงถึง 1700 MB/s @SD 8.0 (PCIe Gen 3 x 2)
- เทคโนโลยี NANDXtend™ ECC พร้อมเอ็นจิน 2 KB LDPC และ RAID ที่ปรับให้เหมาะสมกับประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของแฟลช
- การป้องกันเส้นทางข้อมูลแบบ end-to-end ด้วย CRC parity (512 bytes + 2 bytes)
- รองรับ SED เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์และความน่าเชื่อถือของข้อมูลให้สูงสุด
- กินไฟต่ำ







- เครื่องอ่านการ์ด Realtek เป็นโซลูชันแบบชิปคู่ที่ใช้ RTL9211DS และ RTS5261 RTL9211DS พบได้ทั่วไปในสตอเรจบริดจ์ที่ทำให้ M.2 NVMe SSD ใช้กับโฮสต์ USB ได้ มีอินเทอร์เฟซอัปสตรีม USB 3.2 Gen 2 (10 Gbps) และอินเทอร์เฟซดาว์นสตรีม PCIe 3.0 x2
- ในเครื่องอ่านการ์ดฟังก์ชันจะเหมือนกัน ในโหมด SD Express ช่อง PCIe เชื่อมต่อโดยตรงกับหมุดการ์ด SD (ด้วยหมุด RTS5261 PCIe ที่ทำงานในโหมดบายพาส) อย่างไรก็ตาม ในโหมดดั้งเดิม(Legacy) การทำงานของอินเทอร์เฟซ UHS-I จะถูกนำไปใช้กับ RTS5261 และ RTL9211DS จะทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบอินเทอร์เฟซโฮสต์เท่านั้น ในกรณีนี้ การสื่อสารระหว่าง RTL9211DS และ RTS5261 จะได้รับการจัดการผ่านเฟิร์มแวร์



- **SM2708** มีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาแอปพลิเคชัน เช่น วิดีโอความละเอียดสูง เกมกราฟิก 3 มิติ โซเชียลมีเดีย โดรน กล้องแอคชั่น ความเป็นจริงเสมือนและการสตรีมเนื้อหาวิดีโอที่เก็บไว้ในการ์ดหน่วยความจำ **SD** สำหรับการใช้งานออฟไลน์ นอกจากนี้ **SM2708** เปิดใช้งานประสิทธิภาพสูงและแอปพลิเคชันจัดเก็บข้อมูลที่ขยายได้ความน่าเชื่อถือสูงสำหรับแล็ปท็อประดับไฮเอนด์ เช่น เกมและพีซีเวิร์กสเตชัน

# The SD Express Standard

	SD Memory Card		SD Express Memory Card	
Pin Layout				
PCIe Bus Interface			<div>3940MB/sec</div> <div>PCIe Gen.4x2</div> <div>1970MB/sec</div> <div>PCIe Gen.3x2</div> <div>985MB/sec</div> <div>PCIe Gen.4x1</div> <div>985MB/sec</div> <div>PCIe Gen.3x1</div> <div><small>*microSD Express supports only PCIe Gen.3x1</small></div>	
SD Bus Interface	<div>25MB/sec</div> <div>High Speed</div>		<div>624MB/sec</div> <div>UHS-III</div> <div>312MB/sec</div> <div>UHS-II</div> <div>104MB/sec</div> <div>UHS-I</div> <div>High Speed</div>	

- มาตรฐาน SD Express ของ SDA มีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกในการผลิตการ์ดแบบถอดได้ในรูปแบบ SD และ microSD รุ่นเก่า ในขณะที่ยังคงความเข้ากันได้แบบย้อนหลังขั้นพื้นฐานไว้ ด้วยเหตุนี้ การ์ด SD Express จึงสนับสนุนทั้งอินเทอร์เฟซ PCIe / NVMe และอินเทอร์เฟซ UHS-I
- การ์ดคอนโทรลเลอร์สามารถสลับไปมาระหว่างโหมด SD UHS-I หรือ NVMe แบบเดิมได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของโฮสต์ ตัวควบคุมการ์ดรับรู้ความสามารถของโฮสต์ตามแรงดันไฟฟ้า PCIe / NVMe ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟ V และใช้พินทั้งสองแถวบนการ์ด ในขณะที่โหมดดั้งเดิม(Legacy)เป็นค่าเริ่มต้น และใช้เฉพาะพินแถวบนสุดสำหรับการถ่ายโอนข้อมูล



- **SD Express Memory Card** เป็นมาตรฐานของ SD Card รุ่นใหม่ที่จะมาใช้งานในอนาคตโดยตัวการ์ดนั้นจะสามารถทำความเร็วในการโอนถ่ายข้อมูลได้สูงสุดถึง 985 เมกะไบต์ต่อวินาทีซึ่งมีความเร็วที่ใกล้เคียงกันกับฮาร์ดดิสก์แบบ SSD ที่ใช้การเชื่อมต่อพอร์ต PCI Express และ NVMe โดยเมโมรีการ์ดแบบ SD Express นี้สามารถที่จะทำให้มีความจุได้ตั้งแต่ 2 จนถึง 128 TB ซึ่งมีความจุสูงมากโดยสามารถที่จะใช้งานแทนหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ได้เลย
- เนื่องจาก SD Express ที่มีความสามารถในการอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างรวดเร็วที่เหมาะสมมากสำหรับการใช้งานบนอุปกรณ์ที่ต้องการการอ่านและเขียนข้อมูลอย่างรวดเร็วอย่างเช่น กล้องถ่ายภาพ กล้องถ่ายวิดีโอที่ต้องการความรวดเร็วบันทึก การโอนถ่ายข้อมูลมหาศาลอย่างเช่นการถ่ายภาพยนตร์วิดีโอความละเอียดแบบ 4K หรือ 8K ซึ่งกำลังจะได้รับการผลักดันและมีการพัฒนาขึ้น

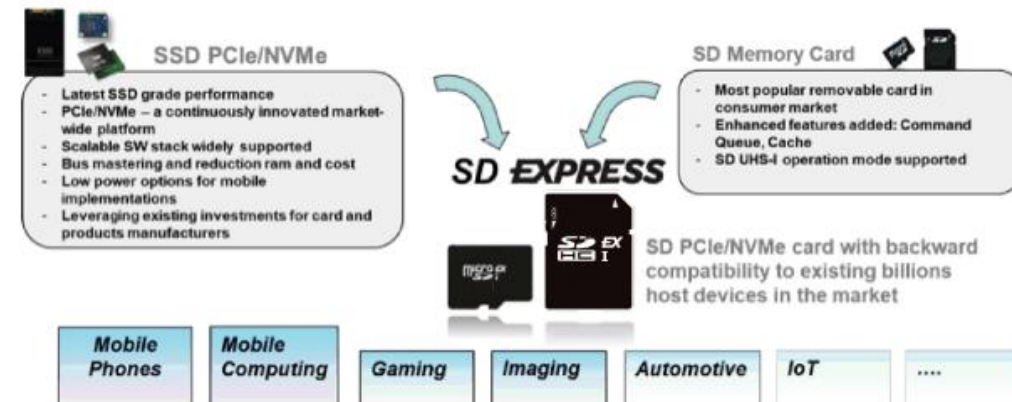
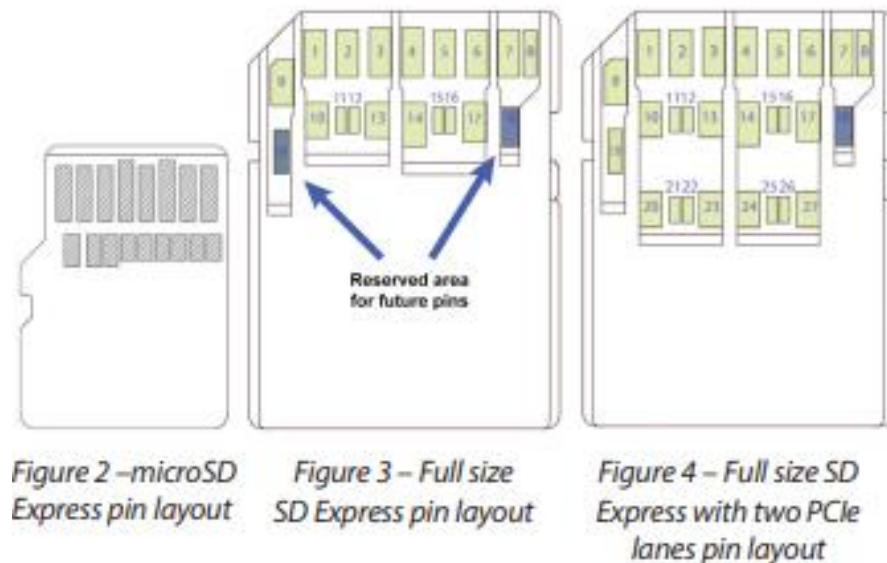


Figure 1 SD Express – The best of all worlds

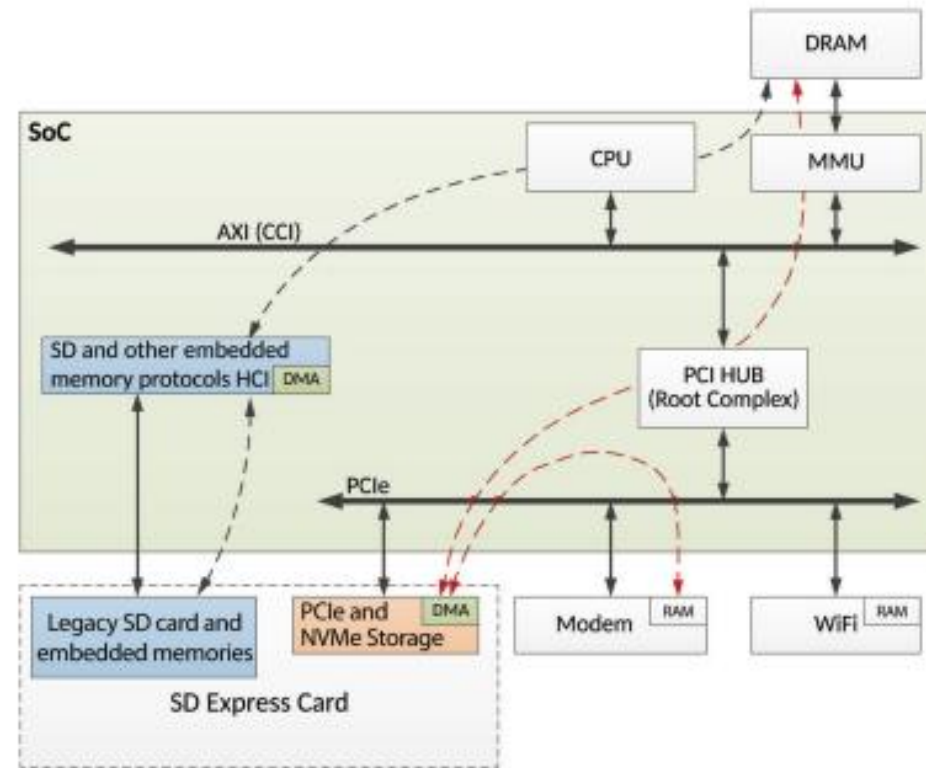


Figure 6 – Bus mastering of PCIe

## Bus mastering of PCIe

- Bus mastering (DMA ของบุคคลที่หนึ่ง) ดูรูปที่ 6
- คุณลักษณะนี้ช่วยให้สามารถสื่อสารระหว่างชิประหว่างอุปกรณ์ต่างๆ
- ตัวอย่างเช่น โมเด็มสามารถส่งคำขอ IO ไปยังที่เก็บข้อมูลได้โดยตรงโดยไม่มี "ความช่วยเหลือ" จาก Application

### Processor (AP):

- AP สามารถย้ายไปยังโหมดพลังงานต่ำและประหยัดแบตเตอรี่โดยรวม
- เส้นทางแฝงที่ดีขึ้นจากโมเด็มไปยังอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล

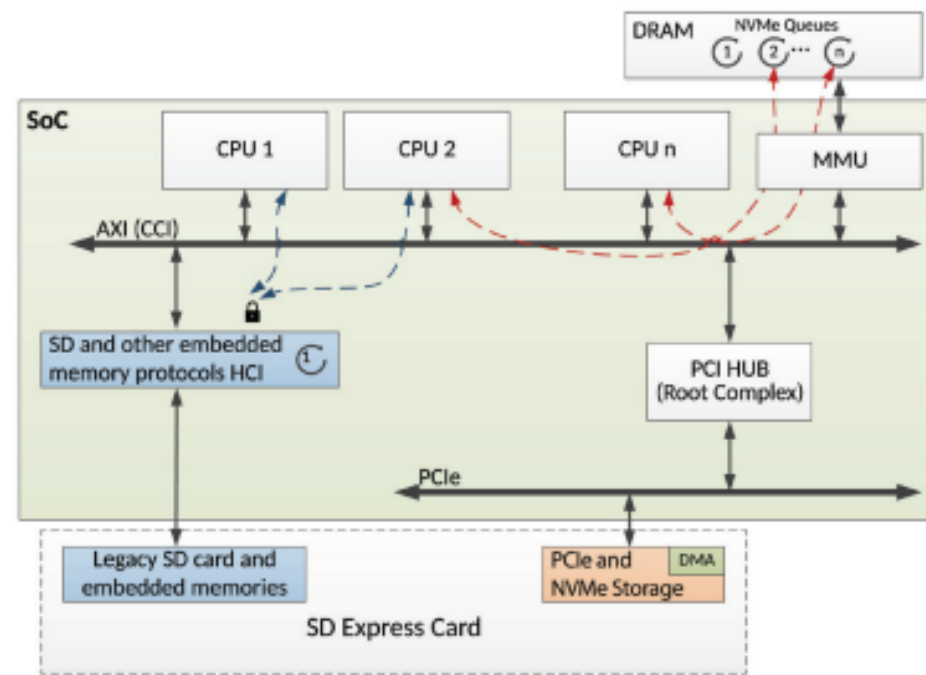


Figure 7 – Host controller synchronization lock vs. Multi Queue support of NVMe

## NVMe สามารถมีคิวคำสั่งเฉพาะใน DRAM สำหรับทุก Core ของ CPU ดังรูปที่ 7

- อินเทอร์เฟซหน่วยความจำฝังตัวแบบเดิมอื่นๆ มีคิวคำสั่งเดียวในตัวควบคุมโฮสต์
  - จำเป็นต้องมีการ **Synchronization** และการล็อกในโปรโตคอลดั้งเดิมเพื่อเข้าถึงคิวเดียวกัน
- ขนาด **DRAM** ที่จัดสรรขึ้นอยู่กับนโยบายอุปกรณ์โฮสต์
- ข้อสำคัญ: ในอนาคต เนื่องจาก **SD Express** จะเร็วยิ่งขึ้นไปอีก การใช้หน่วยความจำ **DRAM** กับ **SD** การ์ดอาจทำให้ระบบมีความยืดหยุ่น แทนที่จะใช้ **DRAM** ของโฮสต์โดย **SRAM** ของการ์ดประหยัดการ์ด การ์ด **SD Express** อาจกลายเป็นส่วนขยายของ **DRAM** ของโฮสต์ โดยใช้หน่วยความจำแฟลช **SD Express** ที่รวดเร็วเป็นทรัพยากรของโฮสต์ ซึ่งช่วยประหยัด **DRAM**

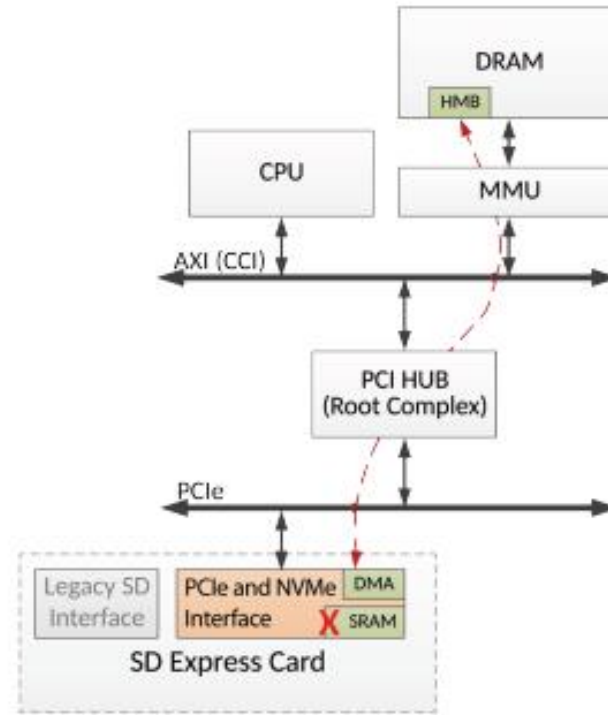
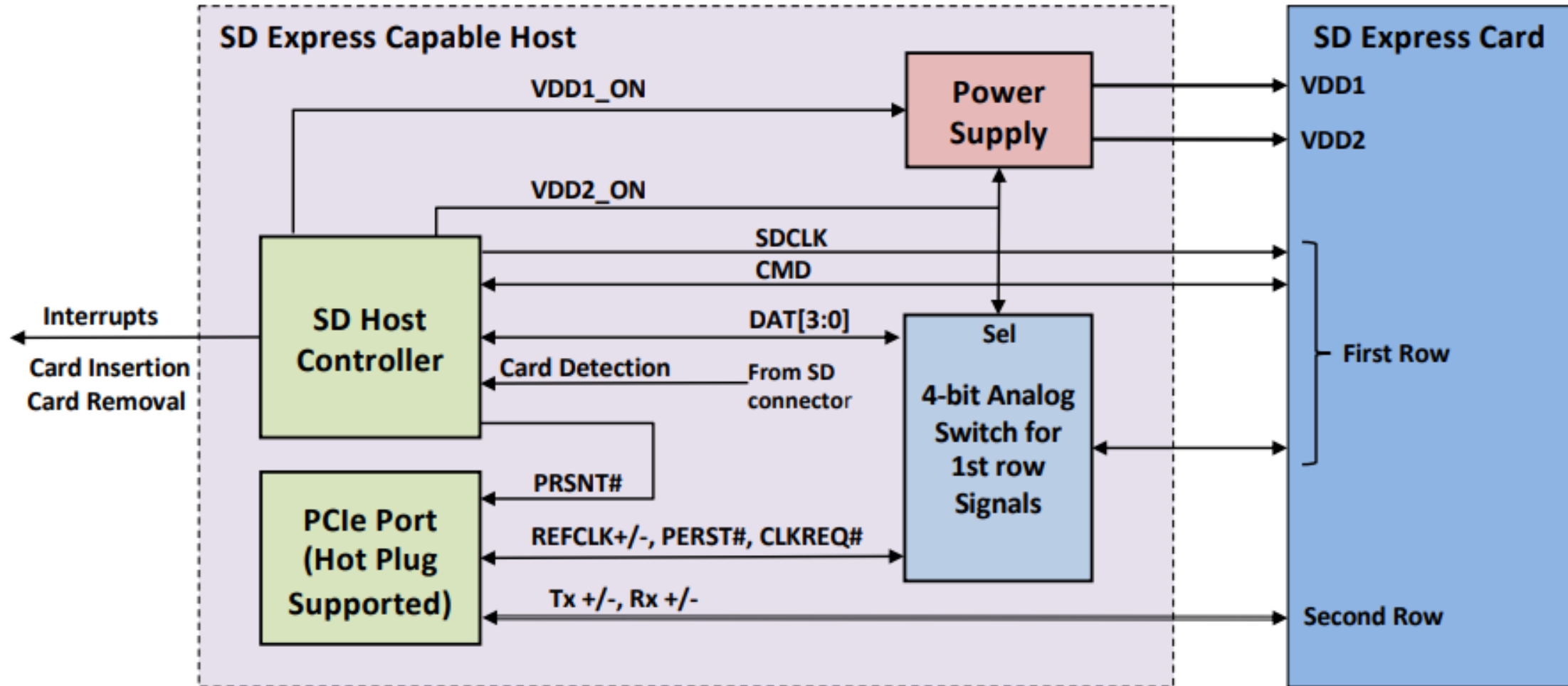


Figure 8 – Host memory buffer description

## Host Memory Buffer (HMB)

- สถาปัตยกรรมประสิทธิภาพสูงมักต้องการทรัพยากรตัวควบคุมพิเศษ ตัวอย่างเช่นแผง **SRAM** ซึ่งค่อนข้างแพงเมื่อเทียบกับ **DRAM** จากรูปที่ 8
- **HMB** และ **Bus Mastering** คุณสมบัติ **NVMe** และ **PCIe** ดั้งเดิมมีประโยชน์มากที่สุดในการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเก็บข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่าใช้จ่ายโดยรวมที่จำกัด ทำได้โดยใช้ทรัพยากร **DRAM** ของโฮสต์เป็นส่วนขยายโดยตรงของ **RAM** ภายในคอนโทรลเลอร์

## รูปภาพแสดงรายละเอียดระบบการทำงาน SD Express Card





## แหล่งอ้างอิง

- <https://www.anandtech.com/show/16938/silicon-motion-sm2708-sd-express-review-nvme-ssd-served-hot>
- <https://www.kingston.com/th/ssd/what-is-nvme-ssd-technology>
- <https://www.modify.in.th/25542>
- [https://www.sdcard.org/pdf/SD\\_Cards\\_8\\_0\\_WhitePaper20200515.pdf](https://www.sdcard.org/pdf/SD_Cards_8_0_WhitePaper20200515.pdf)