壁仞BR100架构

壁仞科技 智绘全球

RENDER THE WORLD WITH INTELLIGENCE

AI 芯片 ZOMI

Talk Overview

1. AI 计算体系
   - 深度学习计算模式
   - 计算体系与矩阵运算
2. AI 芯片基础
   - 通用处理器 CPU
   - 从数据看 CPU 计算
   - 通用图形处理器 GPU
   - AI专用处理器 NPU/TPU
   - 计算体系架构的黄金10年

1. **华为昇腾 NPU**
   - 达芬奇架构
   - 昇腾AI处理器
2. **谷歌 TPU**
   - TPU 核心脉动阵列
   - TPU 系列架构
3. **特斯拉 DOJO**
   - DOJO 架构
4. **国内外其他AI芯片**
   - AI芯片的思考

Talk Overview

I. 国内其他 AI 芯片

- 壁仞 芯片剖析
- 寒武纪 芯片剖析
- 燧原科技 芯片剖析
- AI 芯片架构的思考

目录 Context

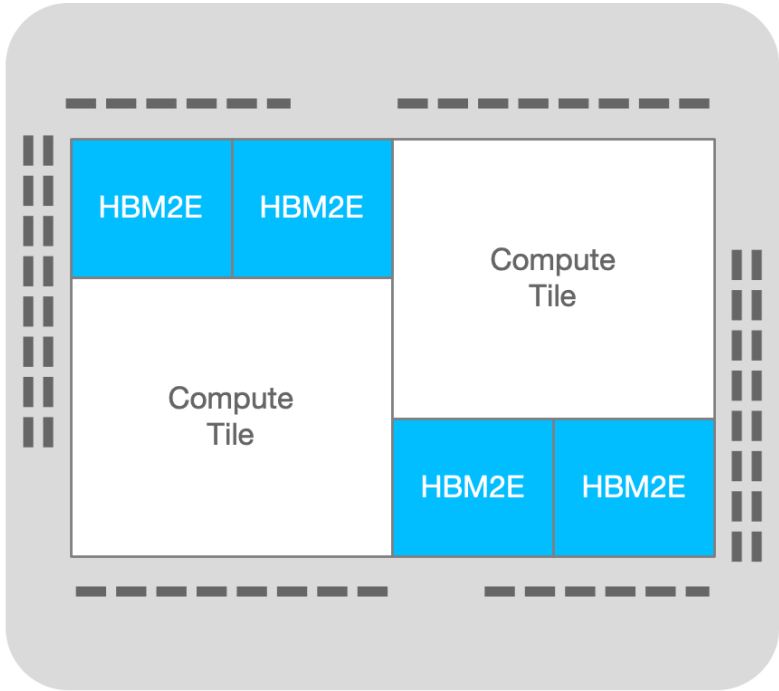
I. 国内其他 AI 芯片

- 壁仞 芯片剖析
- 寒武纪 芯片剖析
- 燧原科技 芯片剖析
- AI 芯片架构的思考

- 什么是壁仞
- 壁仞产品形态
- 壁仞软件平台
- RB100 芯片架构细节
- 对壁仞思考

产品形态


BIREN™
BR104
BIREN™
BR100

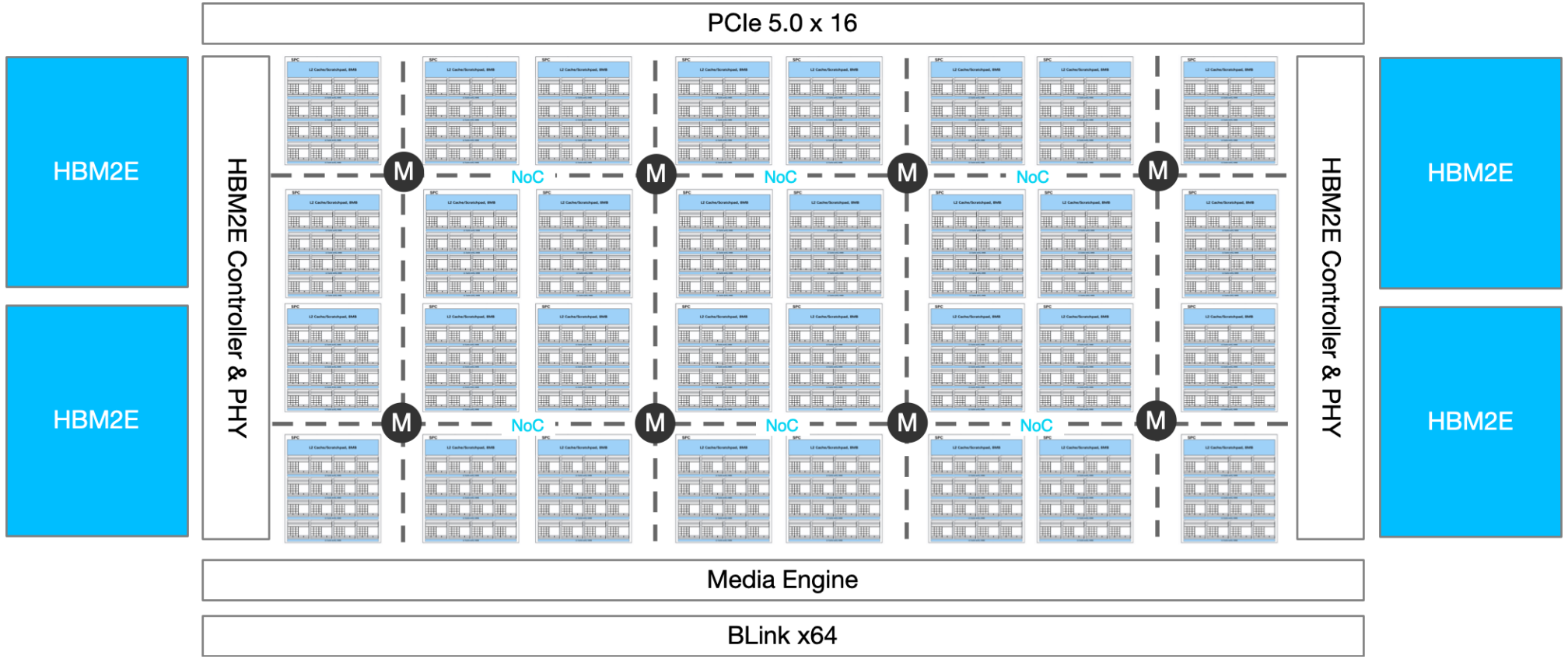

HBM2E
HBM2E
Compute Tile
Compute Tile
HBM2E
HBM2E

壁砺™ 100 vs NV A100/H100

	BIREN BR100	NV A100	NV H100
制造工艺	TSMC N7 @ 77B 1074mm^2	TSMC N7 @ 54.2B 828mm^2	TSMC N4@80B 814mm^2
算力	2048 TOPS @ INT8 1024 TFLOPS @ BF16 512 TFLOPS @ TF32+ 256 TFLOPS @ FP32 支持FP16, INT32, INT16等类型	624 TOPS @ INT8 312 TFLOPS @ BF16 312 TFLOPS @ FP16 156 TFLOPS @ TF32 支持 FP32、FP64 等类型	4000 TOPS @ INT8 2000 TFLOPS @ BF16 2000 TFLOPS @ FP16 1000 TFLOPS @ TF32 支持 FP32、FP64 等类型
多实例GPU	SVI	MIG(7个，每个10G)	MIG(7个，每个10G)
架构	壁立	Ampere	Hopper
通用计算核心数	8192 Steam Processing	6912 CUDA Core	15872 CUDA Core
AI计算核心数	512 T-Core	432 Tensor Core	528 Tensor Core
缓存	300MB	40MB L2	50MB L2
内存	64GB HBM	80GB HBM	80GB HBM
互联	Blink 512GB/s	NVLink 600GB/s	NVLink 900GB/s
功耗	550W	400W	700W
接口	PCIe Gen5	SXM5	SXM5
发布(量产)	2022(2025?)	2020(2021)	2022(2023)

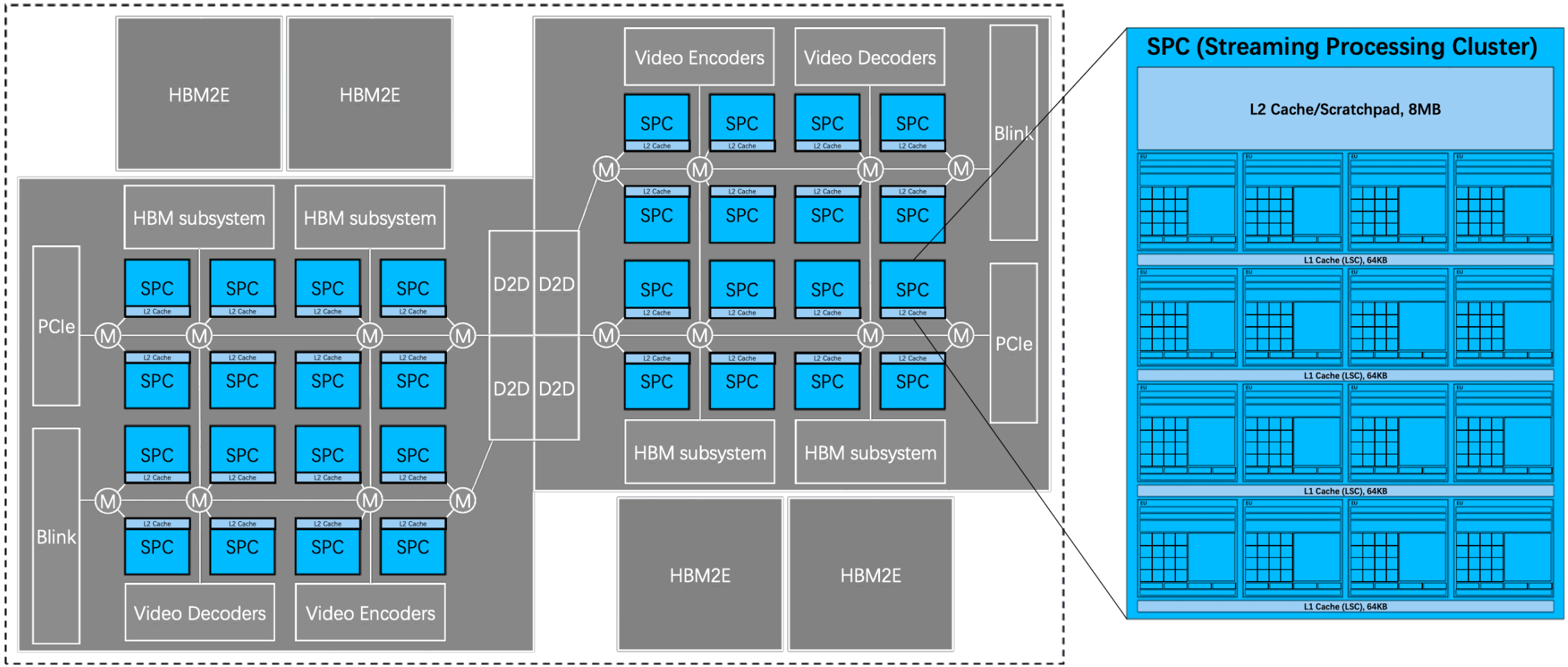
4. RB100 芯片架构细节

BR100系列 芯片架构

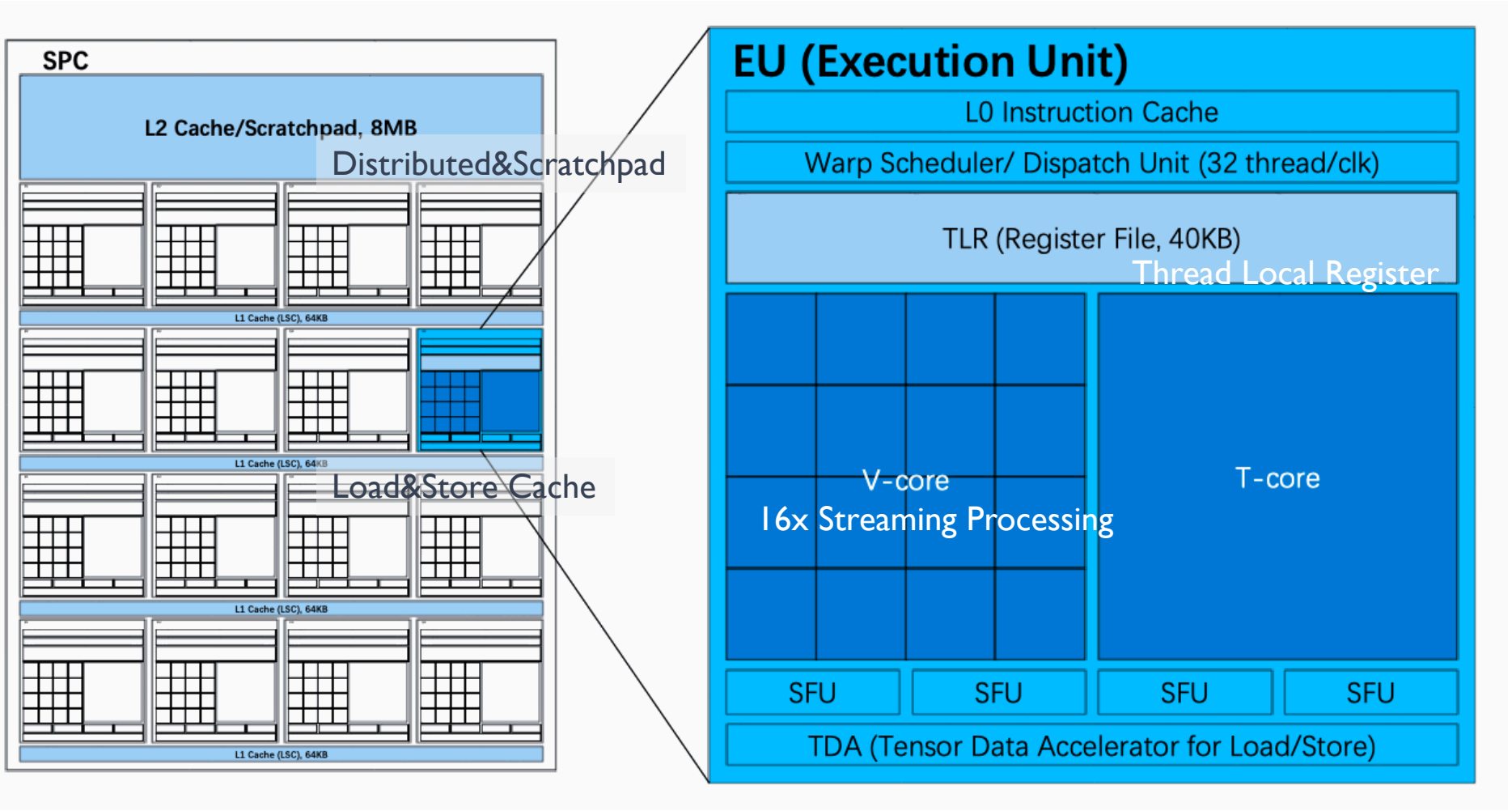


- PCIe5.0 新一代主机接口
- BLink™ 点对点全互连技术
- NoC 网格式多播片上互连
- SPC 流式处理器簇
- L2 Cache 分布式共享缓存
- HBM2E 内存系统

BR100系列 芯片架构



BR100系列 SPC架构



- 4x64KB L1 Cache
- 8MB L2 Cache
- 16xEU

NVidia A100 架构

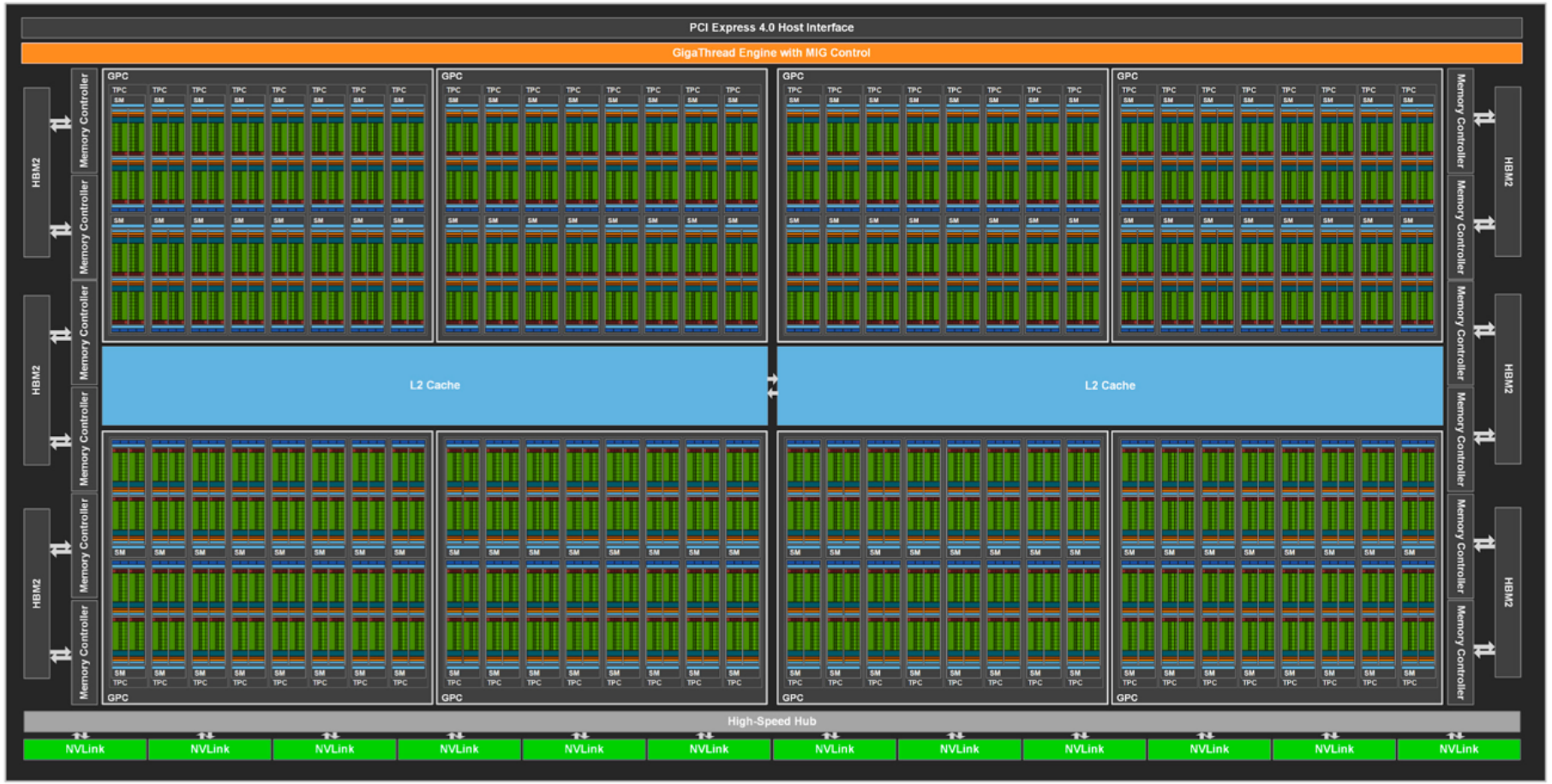
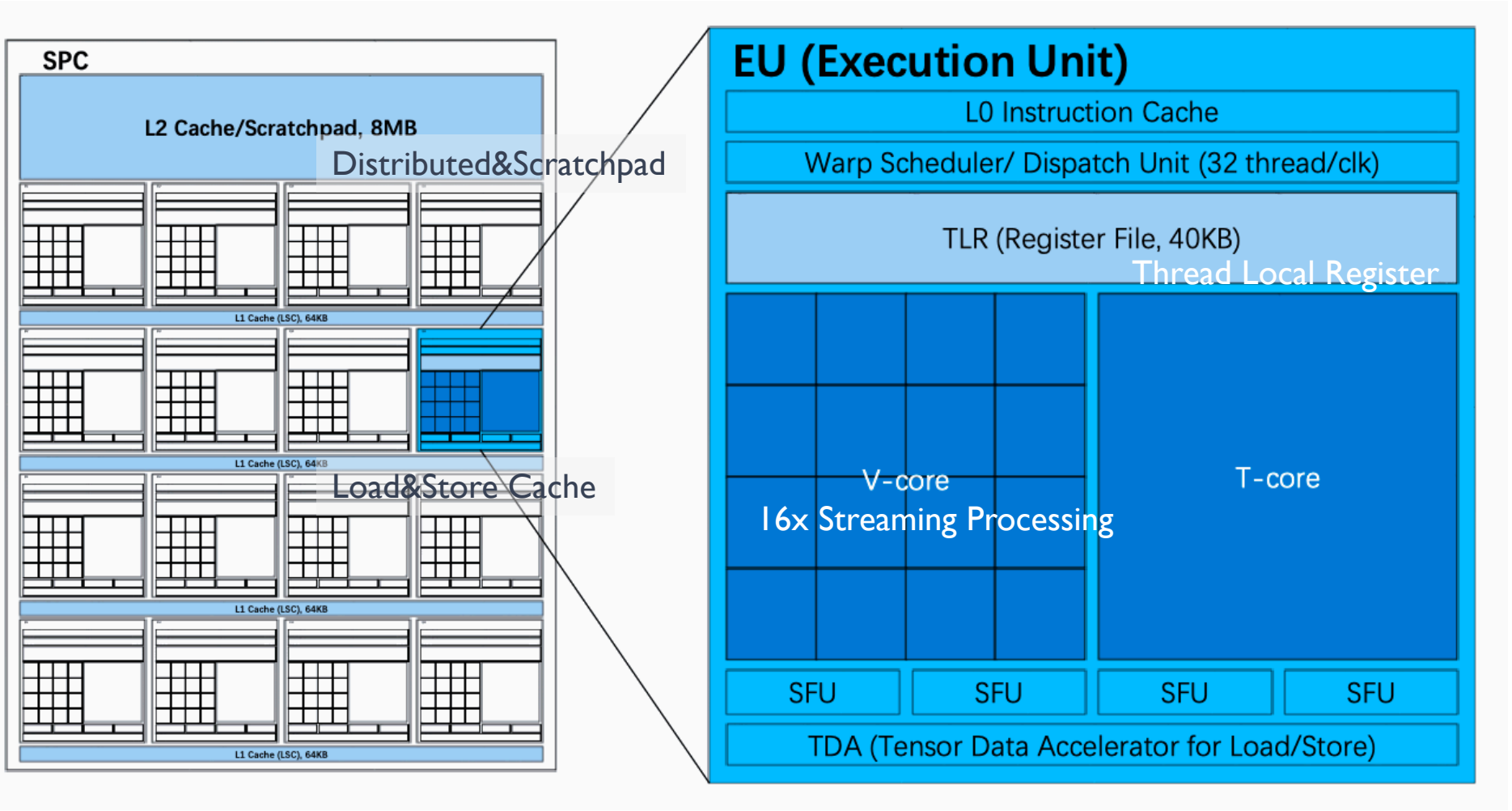


Figure 6. GA100 Full GPU with 128 SMs (A100 Tensor Core GPU has 108 SMs)

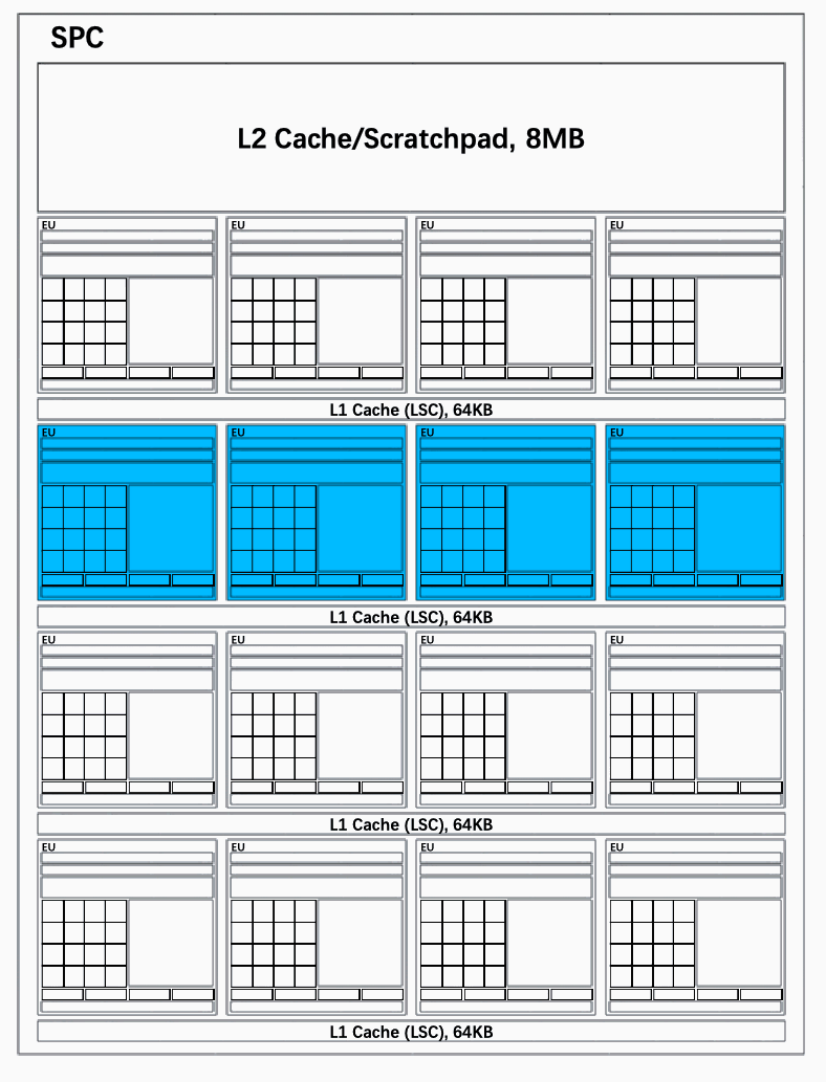
- NV GPU L2 cache 一般在芯片中间，或者芯片边上，在 Memory Controller 旁边。

BR100系列 SPC架构

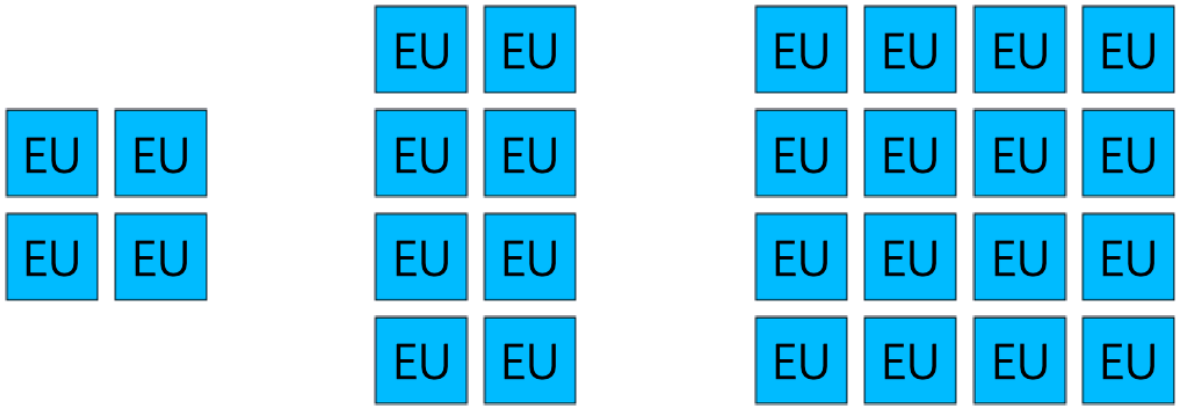


- BR100设计为分布式缓存，在计算核附近，能够共享 cache，并通过片上 NoC 网络将其连在一起。
- **好处**：让数据和计算单元很近，与此同时又在芯片层面实现数据共享（近存计算）；

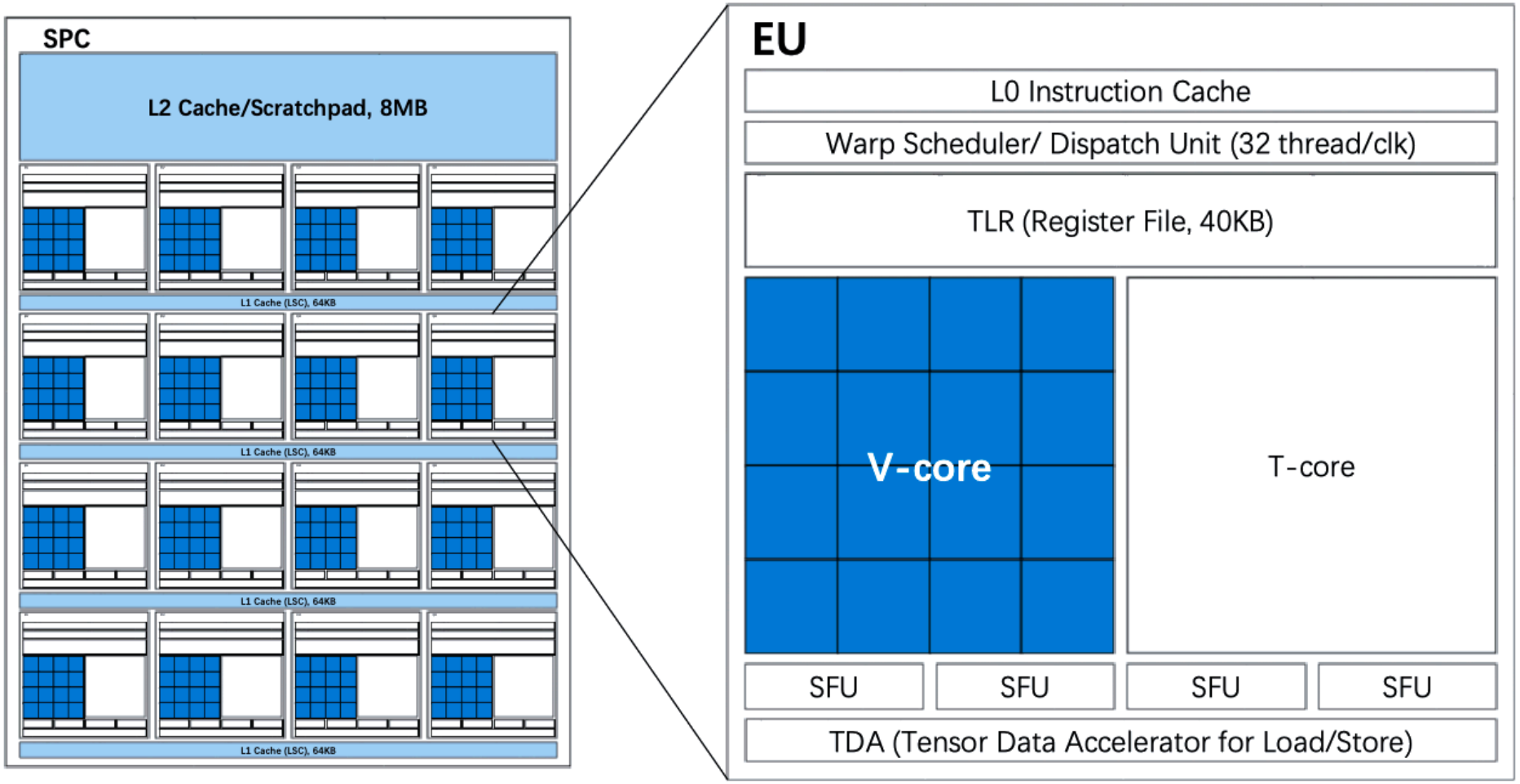
BR100系列 CU 结构



- 多个 EU 组成一个 CU（计算单元）
- 每个 CU 可包含 4/8/16 EU（执行单元）
- CU 内线程组可以进行同步



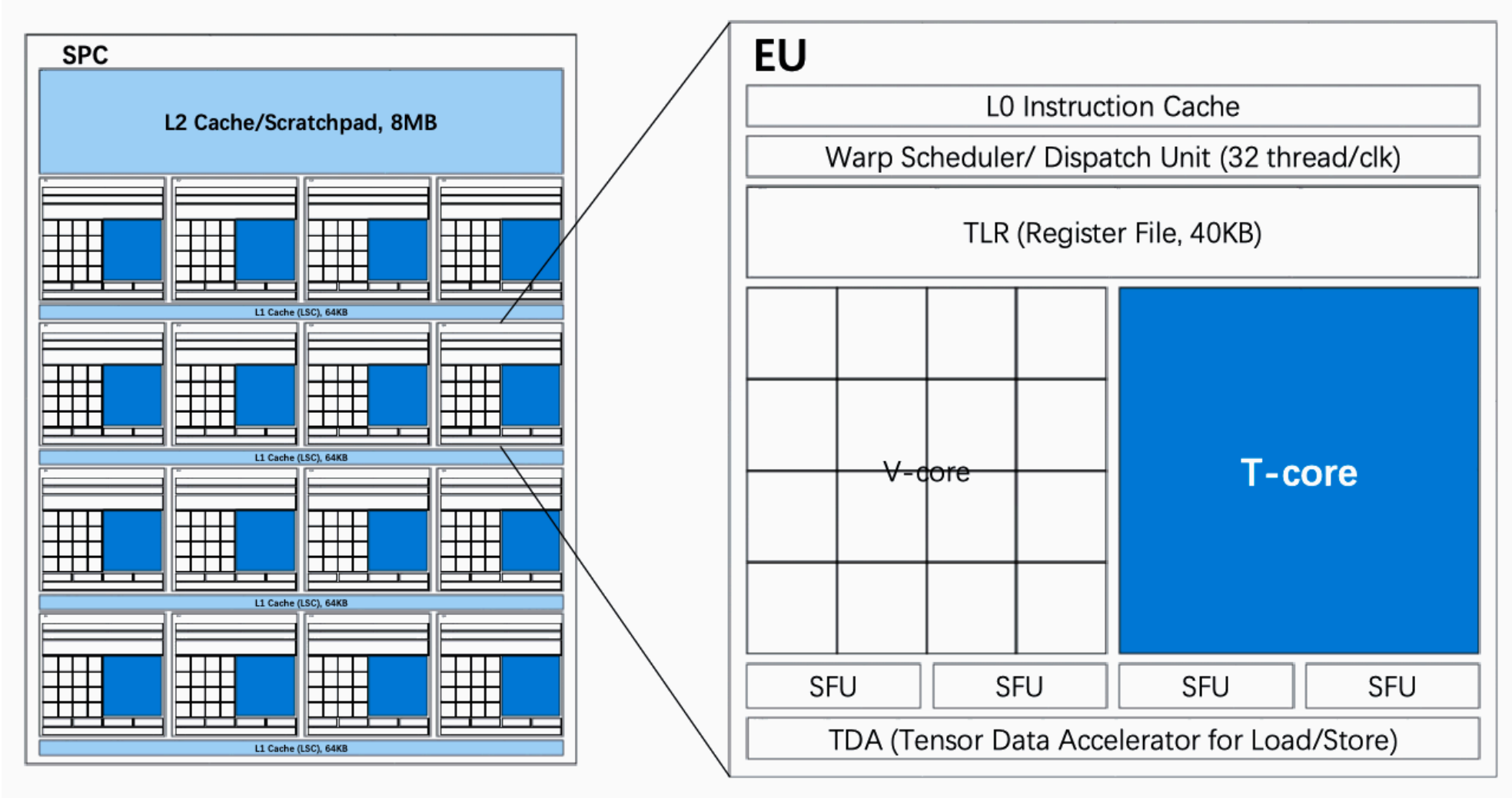
V-Core(Vector Core)，通用SIMT计算单元



- Batch Norm
- ReLU
- Softmax
- …

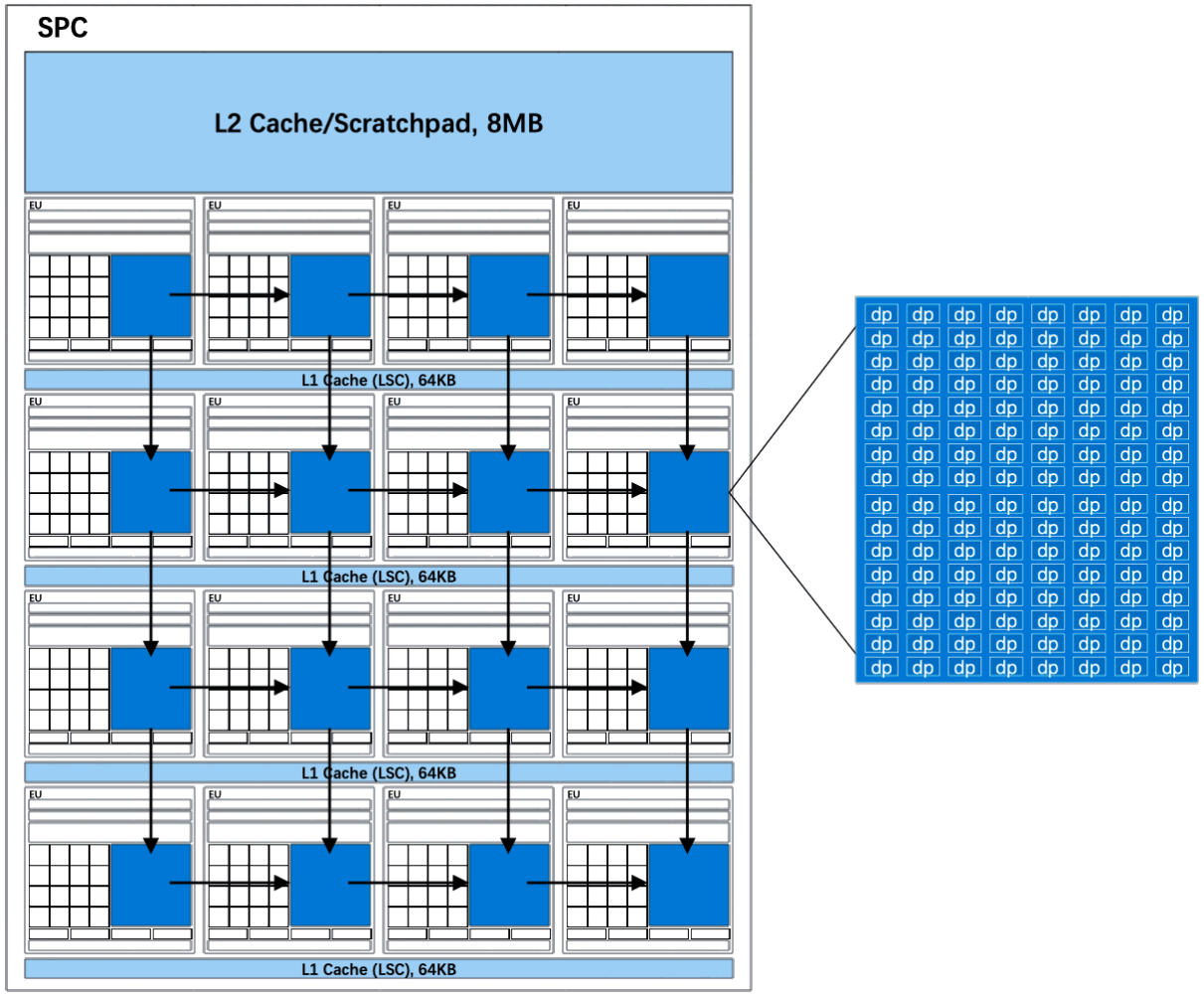
- 128K threads run on 32 SPCs
- Cooperative Warps

T-Core(Tensor Core)，专用 AI 计算单元



- MM
- Conv
- …

GEMM 计算架构

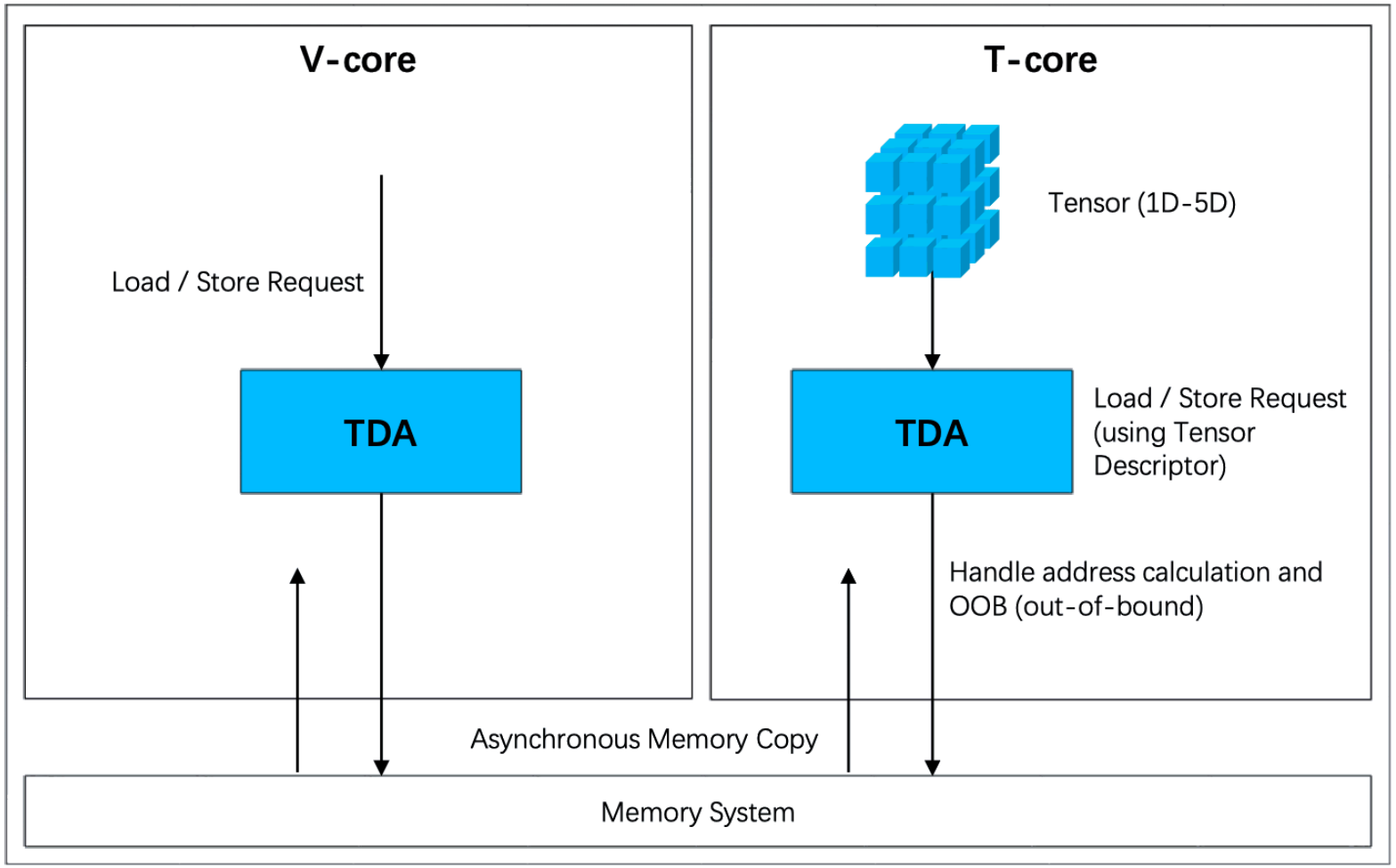


- **大尺寸的GEMM能增加数据 Reuse，提升数据复用度，减少外存带宽诉求和功耗**

- 16 个 T-Core 组成一个 2D 的脉冲阵列
- 每个 T-Core 提供 2 组 8x8 外积计算
- 一个 SPC 相当于提供 64x64 的MM计算

- **缺点：GEMM不是越大越好**

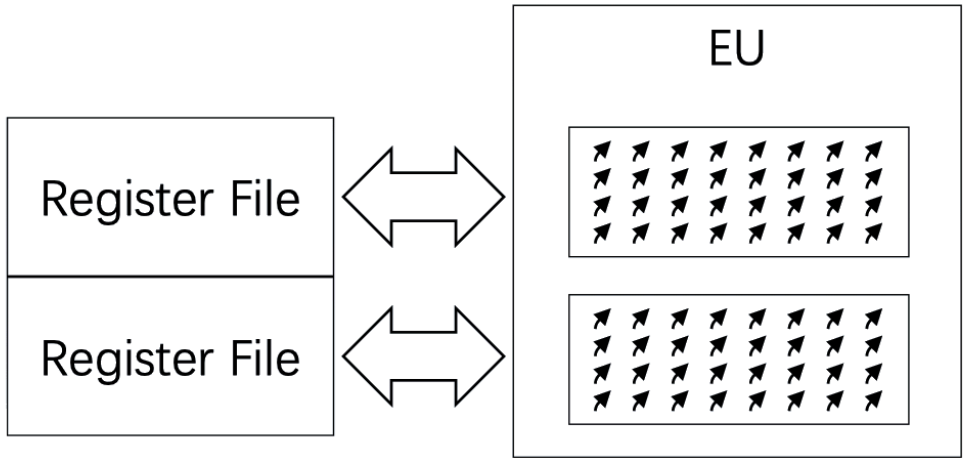
Tensor Data Accelerator (TDA) 张量数据加速



- **TDA**：Tensor Data Acce lerator(TDA)，张量数据存取 L/S 加速专用硬件。
- **作用**：负责计算单元的数据存取工作，实现数据地址计算、数据同步。让计算和数据搬动实现硬件异步。

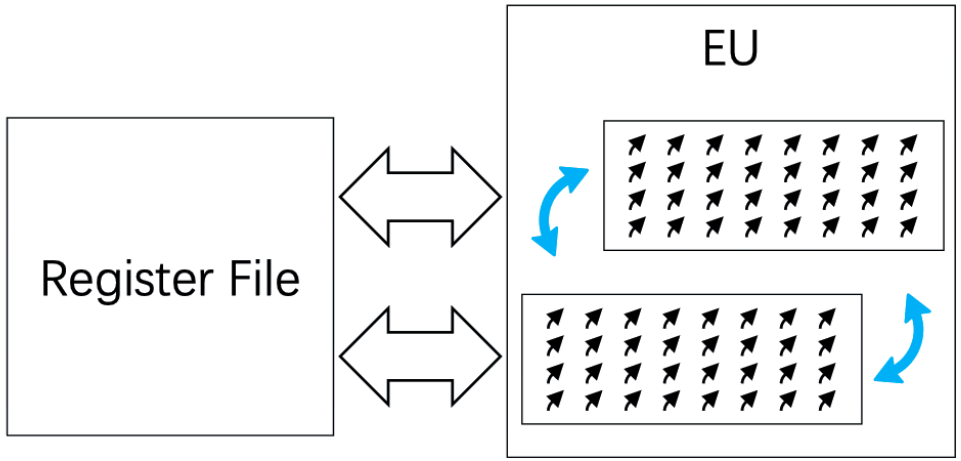
V-Core Warp 线程控制

标准的控制模式



- Warps对寄存器文件进行分区，控制线程执行相同代码

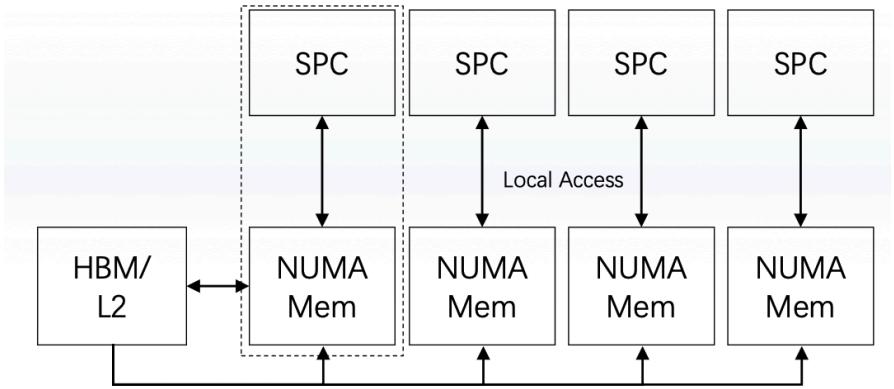
C-Warp/Kernel 协作控制模式



- Warps 执行不同的代码，在 EU 中可以灵活在寄存器文件中交换数据

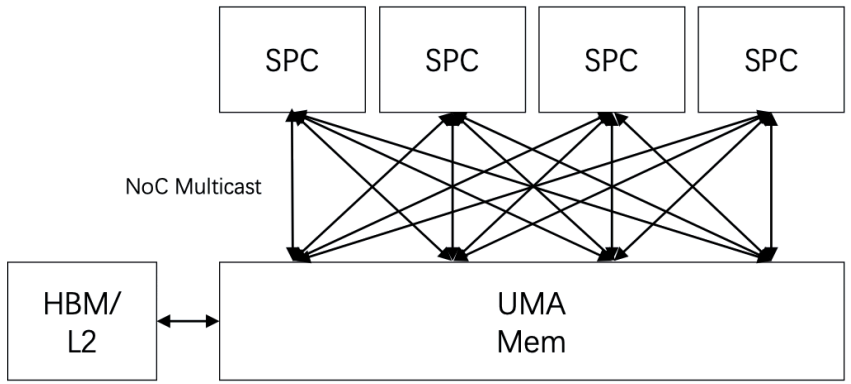
通过Register File来直接传递数据，也就减少了数据的搬移

NUMA/UMA 访存机制



NUMA

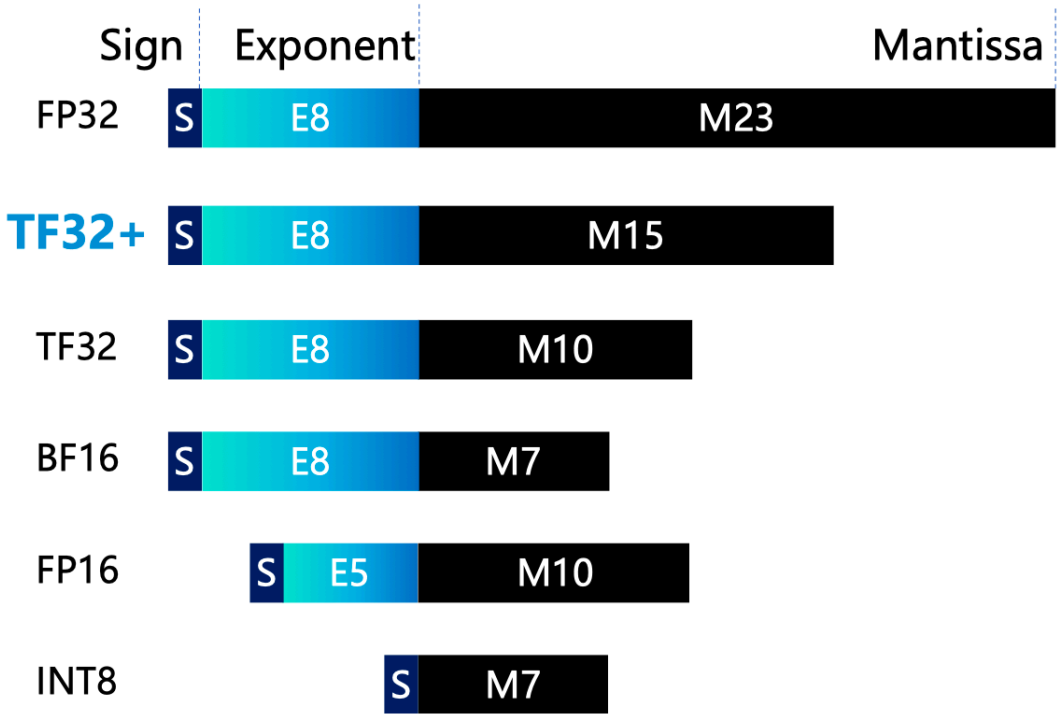
- 激活函数具有局部性，由SPC本地缓存读取，提升访问带宽
- 通过高带宽实现局部数据读取，减少 Memory Bound



UMA

- 权重数据由SPC共享
- DoC多播加速权重数据读取，减号搬运

数据格式



- E8M15：指数位与FP32形同，位数比TF32多5位
- 相比 TF32 拥有更高数据精度
- 相比V100 TF32 有更高吞吐
- 软件系统自动切换数据格式
- 满足更多 AI 训练场景

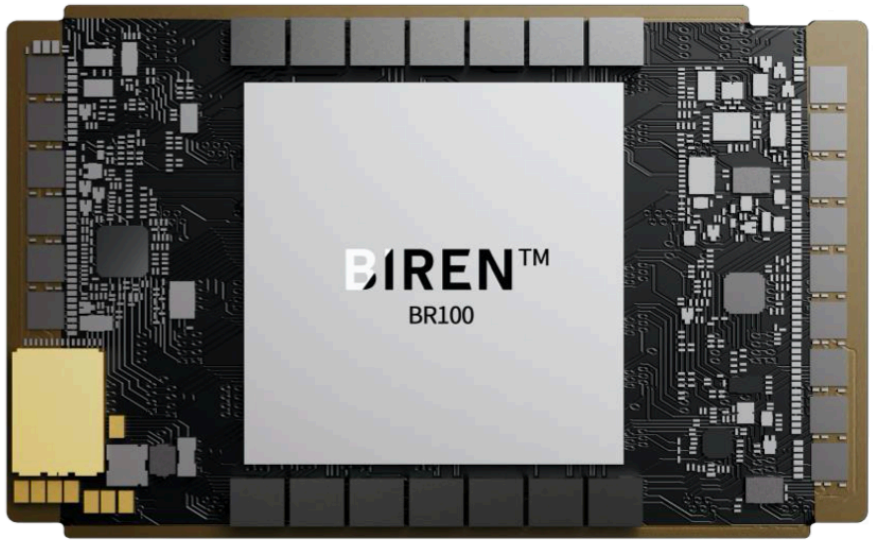
5. 对壁仞的思考

对格式的思考

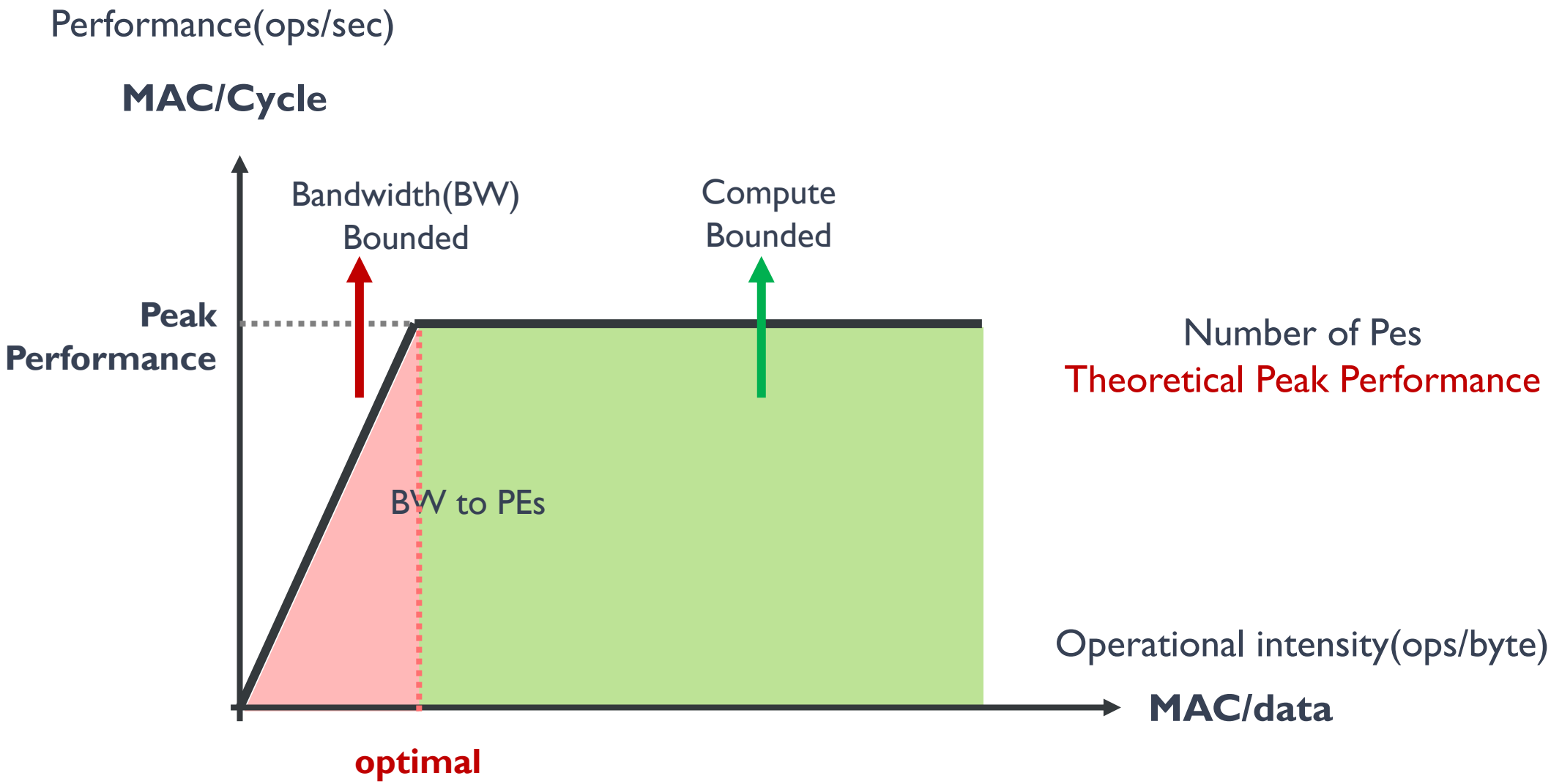
- **数据格式**：目前峰值算力主要来源是 1024 TFLOPS @ BF16 & 512 TFLOPS @ TF32+，跟主流计算芯片 FP16 & FP32 数据格式不完全一致，对部分模型需要重新预训练或者二次训练，算力的增长与成本的增加如何平衡？

对计算的思考

- **通用计算**：通用计算能力是任何一款 GPU 芯片的根本，目前的测评过于强调 AI 能力，针对通用计算、HPC、科学计算等通用计算场景的软件兼容性、性能会呈现什么样的形式？
- **计算密集度**：对AI计算进行流处理器优化，芯片电路面积上，会牺牲通用计算能力来换取 AI 计算峰值。最终会不会沦为类GPU架构下AI芯片？

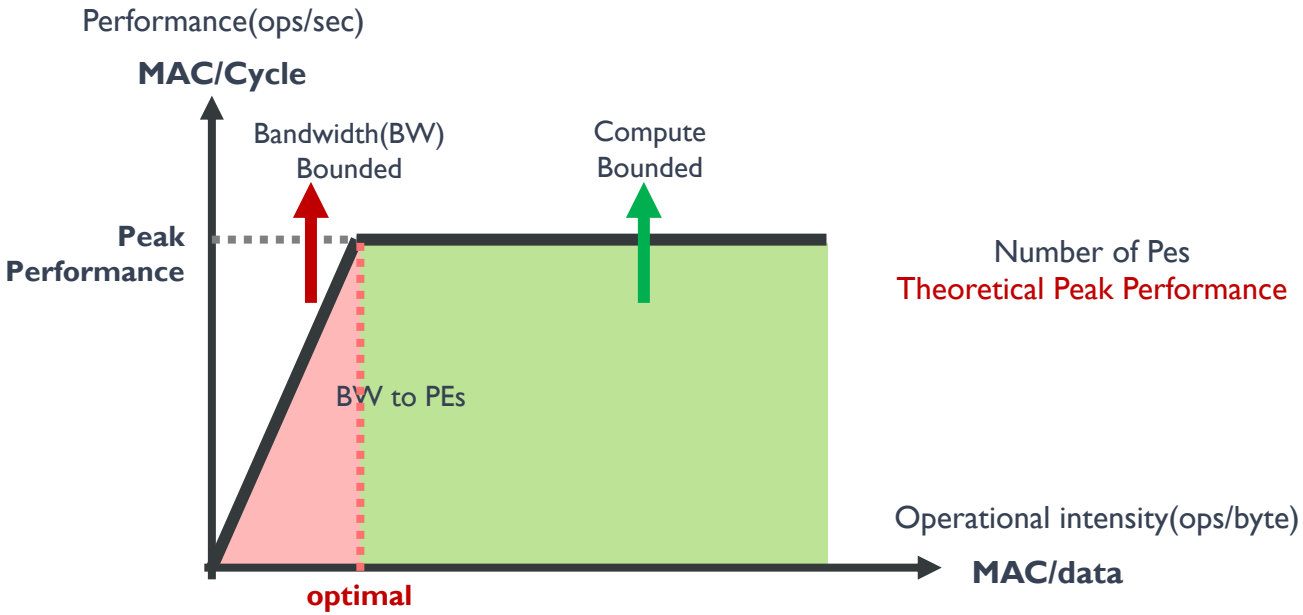


对利用率的思考


Performance(ops/sec)
MAC/Cycle
Bandwidth(BW)
Bounded
Compute
Bounded
Peak
Performance
BW to PEs
Number of Pes
Theoretical Peak Performance
Operational intensity(ops/byte)
MAC/data
optimal

对利用率的思考

- **Give more than need**：内部算力带宽超过外部数据带宽，作为重数据的AI应用利率猜测会维持一个较高水平，但是对于通用计算场景会不会导致有效算力的利用率急剧下降？
- **数据流近存计算**：高速的片内带宽、较大的 SRAM 决定壁仞的芯片架构类似于数据流近存架构，主要面向类 GPU 计算模式的 AI 计算应用，软件栈相对于 CUDA 类似。带宽和计算平衡点在哪里？



Reference 引用&参考

1. https://zhuanlan.zhihu.com/p/551888300 陈巍谈芯：最新发布的壁仞GPU BR100参数深度对比和优势分析
2. https://www.eet-china.com/news/202208100913.html 详解壁仞刚刚发布的GPU
3. https://zhidx.com/p/341643.html 国产最强通用GPU来了
4. https://www.geekpark.net/news/306540 详解壁仞刚刚发布的 GPU
5. https://www.zhihu.com/question/547728200 如何评价壁仞科技发布的最大算力GPGPU BR100

BUILDING A BETTER CONNECTED WORLD

THANK YOU