



## 網通產業

### NVLink 將伴隨 GPU 平台持續升級

#### 焦點內容

1. Blackwell 在 NVLink 上的主要升級為 SerDes，我們認為 NVIDIA 在 SerDes 升級將有助於驅動包括 Broadcom、Marvell、Synopsys、Texas Instruments、Cadence、Credo 及台灣的聯發科推出新相關產品。
2. GB200 NVL72 單節點支援 72 個 GPU 單層架構組成，因此對於第二層的連線需求將減少，但單節點內皆採用銅線，因此銅線線材升級優於光纖。
3. 考量下一代 B 系列的 NVLink 5 達每秒 1.8TB，以及再下一代 R 系列採用的 NVLink 6 將達每秒 3.6TB，我們認為連接器與分線器也將受惠節點內速率升級，台廠以波若威、佳必琪與貿聯-KY 等較有機會受惠。

#### 重要訊息

對於 GB200 的正面看法，我們進一步詳細對比 Hopper 系列與 Blackwell 系列中，GPU 之間以及機櫃間的 NVLink 的變化。

#### 評論與分析

**Blackwell 在 NVLink 上的主要升級為 SerDes。**根據 NVIDIA 資料，從 Hopper 升級至 Blackwell 系列，單顆 GPU 所支援的 NVLink 數量將維持在 18 個連線，但因每條 NVLink 每秒傳輸速度自 4.0 版本之 50GB 升級至 NVLink 5 之 100GB，因此總頻寬也自每秒 900GB 升級至 1.8TB，而 NVLink 由 4 升級至 NVLink 5 最主要差距在於 SerDes (serializer/ deserializer) 規格自 112Gbps 升級至 224Gbps。我們認為 NVIDIA 在 SerDes 升級將有助於驅動包括 Broadcom(美)、Marvell(美)、Synopsys(美)、Texas Instruments(美)、Cadence(美)、Credo(美)及台灣的聯發科(2454 TT, NT\$1,385, 未評等)等推出新相關產品。

**銅線線材升級優於光纖。**由於 Hopper 與 Blackwell 皆採用每 GPU 對 18 條 NVLink 連接，在 NVLink 數量沒有變動的情況下，我們認為主要著重於 SerDes 規格提升帶動線材規格提高。而在節點方面，每個 GH200 節點中 GPU 與 NVSwitch Chip 比例為 4:3，而 GB200 NVL72 則為 4:1，GH200 在超過 1 個節點，也就是 8 個 GPU 以連接時，便需要以 1:2 的錐形胖樹架構進行第二層網路連線。GB200 NVL72 單節點則支援 72 個 GPU 單層架構組成，因此對於第二層的連線需求將減少，但單節點內皆採用銅線，因此 Blackwell 第二層的光纖網路速度提升將受用量減少部分抵銷，節點內升級較為明顯。

收發模組、連接器與分線器也將受惠速率升級。在 DGX H100 SuperPod 中，搭配 ConnectX-7 網路卡與 Quantum-2 QM9700 以 NVLink 4 連接使用了大量 2x400Gbps 的 OSFP 收發模組介面，在進入 Blackwell 後於目前公布之 DGX B200 SuperPod 建議配置中雖沿用規格，但下一代 800Gbps 的 Quantum-X800 系列交換器與 ConnectX-8 SuperNIC 超級網路卡將於 2025 年推出，我們認為隨 OSFP 收發模組介面對應升級至 2x800Gbps，收發模組、連接器與分線器之規格亦將相對提升。

#### 投資建議

考量下一代 Blackwell 系列的 NVLink 5 達每秒 1.8TB，以及再下一代 R 系列(Rubin)採用的 NVLink 6 速率將達每秒 3.6TB，我們認為 NVLink 連線數量與 SerDes 規格將持續演進。因此，除 SerDes 晶片相關供應商外，我們亦看好台廠中有機會受惠於 Blackwell 平台推出的連接線與連接器、分線器相關公司，其中將以波若威(3163 TT, NT\$110.5, 未評等)與佳必琪(6197 TT, NT\$177.5, 未評等)、貿聯-KY (3665 TT, NT\$304, 增加持股)等台廠較有機會受惠。

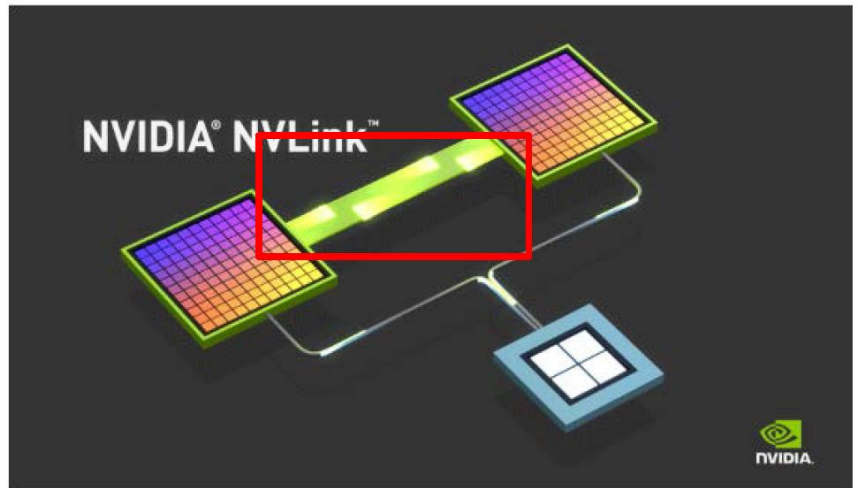
#### 投資風險

AI 發產不如預期，景氣下行風險。

### NVLink 簡介

NVLink 是 NVIDIA 所研發用於高速資料的傳輸技術，其主要用於 GPU 之間的互相連線，藉由 NVLink 技術可以使得每一個 GPU 可以同時與同系統內的 GPU 進行資料交換，也因為是 GPU 之間直接互連，因此其資料的交換過程當中，將不會透過 CPU，資料交換效率將顯著提高，藉由 NVLink 技術連接多張 GPU，亦可彈性調整 GPU 間記憶體與效能以滿足高速運算所需要之資料傳輸需求。

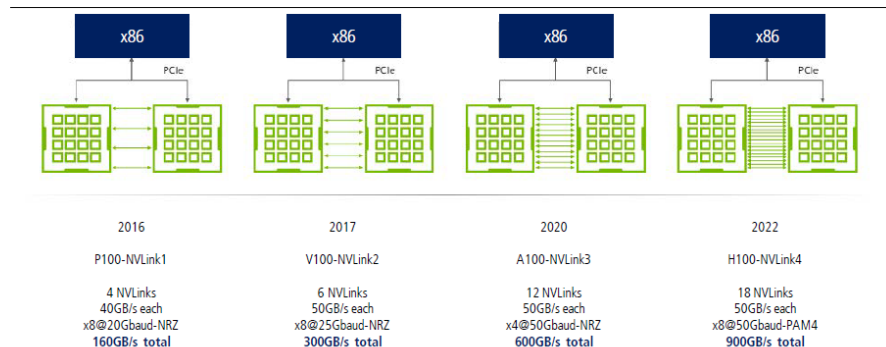
圖 1：NVLink 用於 GPU 之間的高速傳輸



資料來源：NVIDIA，凱基

而隨著 AI 和 HPC 工作負載的效能需求持續成長，運算單元也從單個節點擴展到多個節點，以內含多個 GPU 的系統來大規模提供進行運算之際，每個 GPU 之間的溝通效率也趨重要，因此 NVLink 規格也隨著所需要連結的 GPU 數量以及運算速度需求提升，同步進行升級。

圖 2：NVLink 規格與 GPU 同步演進



資料來源：NVIDIA，凱基

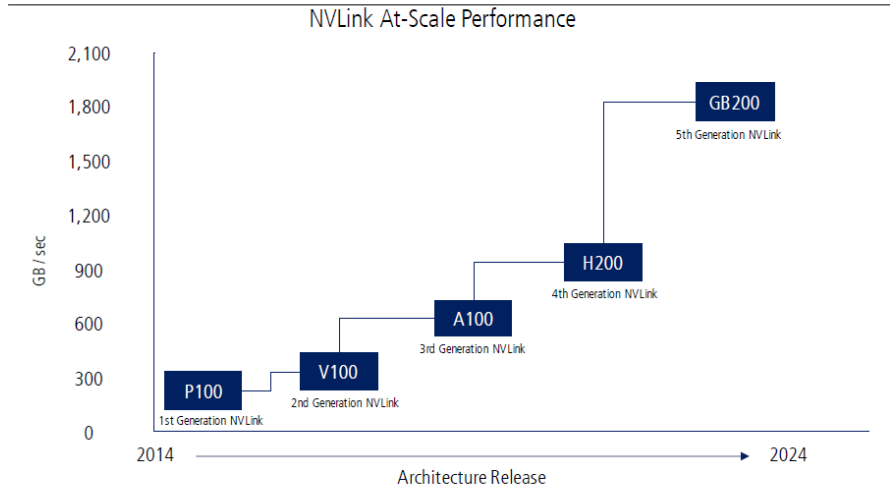
目前 NVIDIA 最新發表的 NVLink 5 技術，將大幅提升對於大型多 GPU 系統的支援能力。每個 NVIDIA Blackwell Tensor 核心 GPU 可支援最高達 18 個 NVLink 連線，而每個 NVLink 速率則為每秒 100GB(GB/s)，總頻寬則可達每秒 1.8TBps，是前一代 Hopper 之 NVLink 4 的 2 倍。而在多個 NVLink 連線之間，則透過 NVIDIA 之 NVSwitch 晶片進行橋接，藉由 NVSwitch 技術將多條 NVLink 連線進行整合後，可實現在單一機架與多機架間以 NVLink 全速提供 GPU 之間的通訊。

圖 3：NVLink 規格持續演進

	NVLink 2	NVLink 3	NVLink 4	NVLink 5
每個GPU的NVLink頻寬	每秒300GB	每秒600GB	每秒900GB	每秒1,800GB
每GPU連結數量上限	6	12	18	18
支援的NVIDIA架構	Volta	Ampere	Hopper	Blackwell

資料來源：NVIDIA，凱基

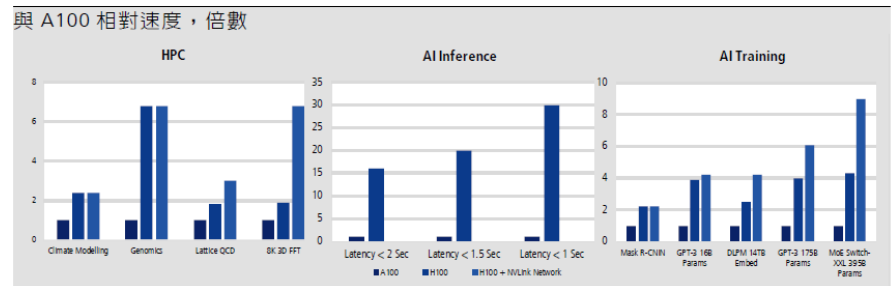
圖 4：NVLink 效能比較



資料來源：NVIDIA，凱基

根據 Nvidia 資料，配備 8 個 NVIDIA H100 Tensor Core GPU 的系統在搭配採用 NVLink 4 和第三代 NVSwitch 上，具有 3.6TB/s 的二分頻寬和 450GB/s 的縮減操作頻寬。與上一代(A100)產品相比，分別提高了 1.5 倍和 3 倍。

圖 5：NVLink 用於 GPU 之間的高速傳輸



資料來源：NVIDIA，凱基

### NVLink 速度換算

在 NVIDIA 相關的文件中提及的 NVLink 相關規格文件中，通常會出現包括 differential pairs 及 bidirectional 等特定字彙。以下圖為例，依據官方資料以及前段的圖 4 顯示，用於 A100 系列的 NVLink 3 支援最多 600Gbps 頻寬且每 GPU 支援的 NVLink 連接數為 12 個，因此我們可以先將 600Gbps 依據 1Byte=8bits 換算為 4,800Gbps，而均分給 12 個 NVLink，因此每個 NVLink 速率為 400Gbps(也可寫做 50GBps)。而其單一 pair 採用的是 50Gb/s 的 SerDes，而單一個方向為 4 個 differential pairs，也就是單一個方向需要 4 條不同的 pair 來將 50 Gbps 聚合為 200 Gbps，而由於資料傳輸是雙向的，因此另一個方向的傳輸也需要 4 條不同的 pair 來組成另一個 200Gbps(bit

換算成 Byte，相當於 25Gbps)，由於總共 8 條 50Gbps 的 pair，組成雙向 (bidirectional) 的 200Gbps，才等於一般討論收發模組於在發送端與接收端的速率規格。由於單一個 A100 支援 12 個 NVLink，因此 A100 中的總頻寬 600Gbps 實際上為單向傳輸各 300Gbps。在某些 NVIDIA 文件中，我們也可以看到將兩個不同方向的 SerDes 稱為 Dual SerDes。

圖 6：NVLink 用於 GPU 之間的高速傳輸

### Third-Generation NVLink

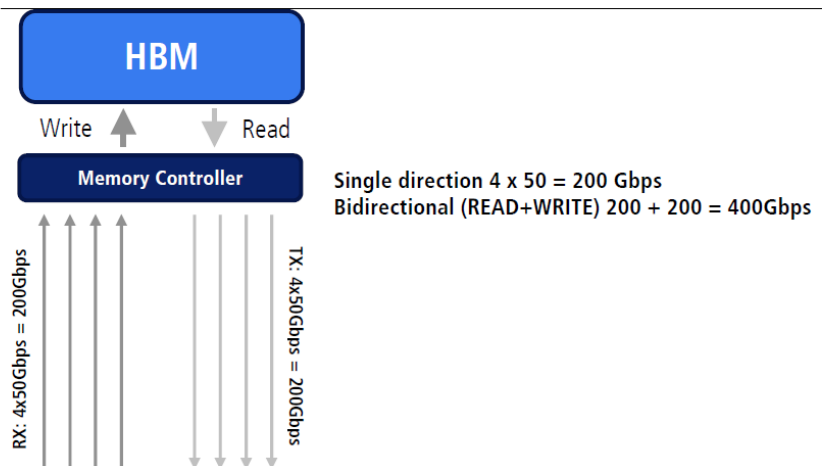
The third-generation of NVIDIA's high-speed NVLink interconnect is implemented in the NVIDIA Ampere architecture-based A100 GPU and the new NVSwitch. NVLink is a lossless, high-bandwidth, low-latency shared memory interconnect, and includes resiliency features such as link-level error detection and packet replay mechanisms to guarantee successful transmission of data.

The new NVLink significantly enhances multi-GPU scalability, performance, and reliability with more links per GPU, much faster GPU-GPU communication bandwidth, and improved error-detection and recovery features. A100 GPUs can use NVLink links to access peer GPU memory at bandwidths much higher than achievable with PCI Express.

The new NVLink has a data rate of 50 Gbit/sec per signal pair, nearly doubling the 25.78 Gbits/sec rate in Tesla V100. Each link uses 4 differential signal pairs (4 lanes) in each direction compared to 8 signal pairs (8 lanes) in Volta. A single link provides 25 GB/second bandwidth in each direction similar to Volta GPUs, but uses only half the signals compared to Volta. The total number of NVLink links is increased to twelve in A100, versus six in Tesla V100, yielding a whopping 600 GB/sec total bandwidth for an entire A100 versus 300 GB/sec for Tesla V100.

The twelve NVLink links in each A100 allow a variety of configurations with high-speed connections to other GPUs and switches. To meet the growing computational demands of larger and more complex DNNs and HPC simulations, the new DGX A100 system (see Appendix A) includes eight A100 GPUs connected by the new NVLink-enabled NVSwitch. Multiple DGX A100 systems can be connected via a networking fabric like Mellanox InfiniBand and Mellanox Ethernet to scale out data centers, creating very powerful, even supercomputer-class systems. More powerful NVIDIA DGX POD™ and NVIDIA DGX SuperPOD™ systems will include multiple DGX A100 systems to provide much greater compute power with strong scaling.

圖 7：A100 之 NVLink 頻寬示意



資料來源：NVIDIA，凱基



### NVSwitch 簡介

由於透過 NVLink 連結的 GPU 數量持續上升，在各個 GPU 的交叉連接之間出現訊號處理、橋接等相關需求，因此便有了 NVSwitch 的架構出現，NVSwitch Gen 1 是伴隨 V100 GPU 和 NVLink 2 一起推出，藉由 NVSwitch 技術，得以讓更多不同節點間的 GPU 透過 NVLink 來連接。

圖 8：V100 後之 GPU 可透過 NVSwitch 實現多節點間的連線



資料來源：NVIDIA，凱基

圖 9：NVLink Switch 規格

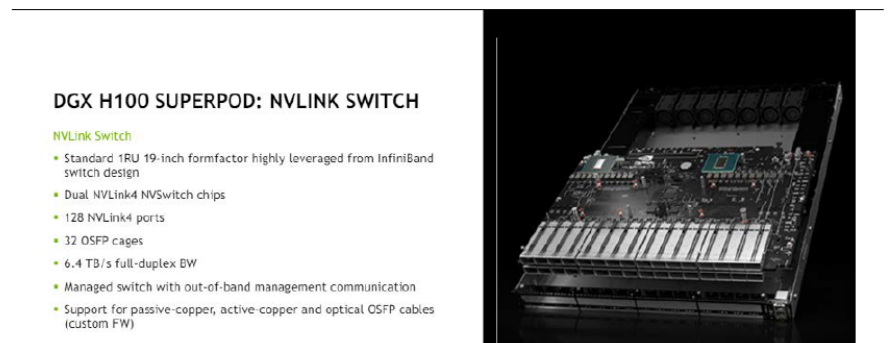
	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4
NVLink 網域中直接互連的 GPU 數量	高達 8 個	高達 8 個	高達 8 個	高達 576 個
NVSwitch GPU 至 GPU 頻寬	每秒 300GB	每秒 600GB	每秒 900GB	每秒 1,800GB
總頻寬調配	每秒 2.4TB	每秒 4.8TB	每秒 7.2TB	每秒 130TB
支援的 NVIDIA 架構	Volta	Ampere	Hopper	Blackwell

資料來源：NVIDIA，凱基

### NVLink Switch 簡介

相較於 NVSwitch 晶片過往多是在單一節點內部搭配 NVLink 需求而配置，當面對多系統時，內部搭載 NVSwitch 晶片的 NVLink Switch 則是將晶片整合成完整的獨立設備。以 DGX H100 SUPERPOD 系統中搭配的 NVLink Switch 為例，其內部配置 2 顆支援 NVLink 4 的 NVSwitch Gen3 晶片，每個晶片支援 64 個 NVLink 4 連接埠(ports)，共 128 個 NVLink 4 連接埠。對外連接介面則為 32 個 OSFP 籠(cage)，每個籠最多可連接 4 個 NVLink。

圖 10：用於 DGX H100 SUPERPOD 的 NVLINK Switch



資料來源：NVIDIA，凱基

### H100 系列簡介

在 H100 架構中，所搭配的 NVLink 為 4 規格，較前代之 NVLink 3 提高約 50%，並可提供約每秒約 900GB 頻寬。而單顆 H100 最多可支援 18 個 NVLink 連線，因此可以得知每個 NVLink 連線頻寬為 50GB/s，由於 1Byte = 8bits，因此每個 NVLink 速率亦可換算為 400Gbps。

搭配的每顆 NVSwitch Gen3 可在 64 個 NVLink 連接埠上提供 3.2TB/s 的全雙工頻寬。同樣以 1Byte = 8bits 可將 3.2TB 視為 25.6Tb，以 64 個 NVLink 連接埠換算，單個速率連接埠亦為 400Gbps。

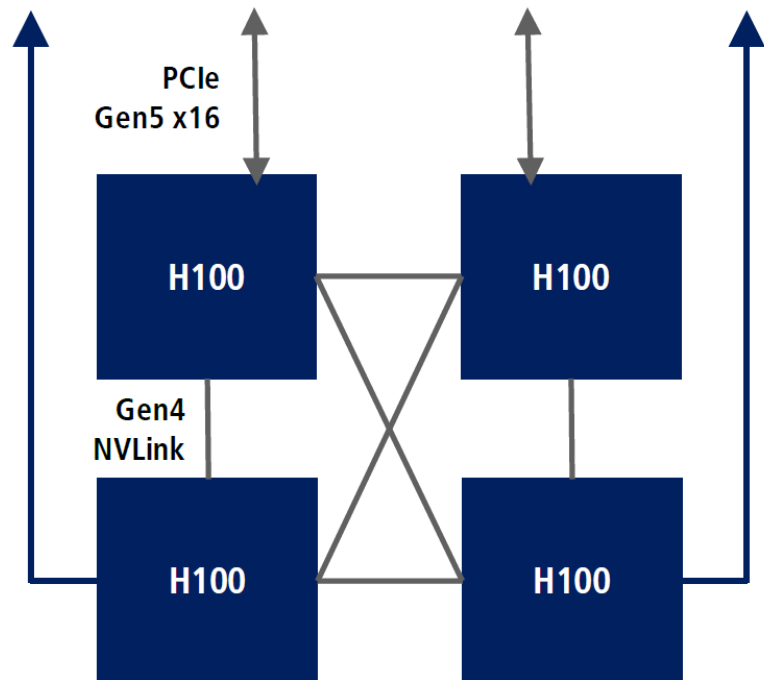
### HGX H100 4-GPU：每 GPU 對應 1.5 條 NVLink

在 HGX H100 4-GPU 的架構下，4 個 H100 GPU 將直接透過 NVLink 4 互相直接連接。其最少 NVLink 連線數為 4 個 GPU 任取 2 個，可計算為：

$$C_2^4 = \frac{4!}{2! \cdot (4 - 2)!} = 6$$

得知每個 HGX H100 4-GPU 內部共需要至少 6 條 NVLink 連線，即每 GPU 對應 1.5 條 NVLink。

圖 11：HGX H100 4-GPU 架構

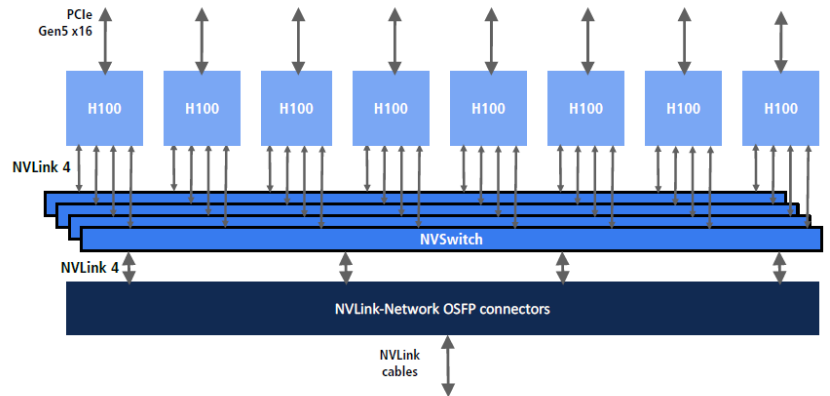


資料來源：NVIDIA，凱基

### HGX H100 8-GPU：每 GPU 對應 18 條 NVLink

在 HGX H100 8-GPU 架構中，總共配置了 8 顆 H100 GPU。每個 GPU 透過 NVLink 4 與 4 組 NVSwitch Gen3 完全連接。

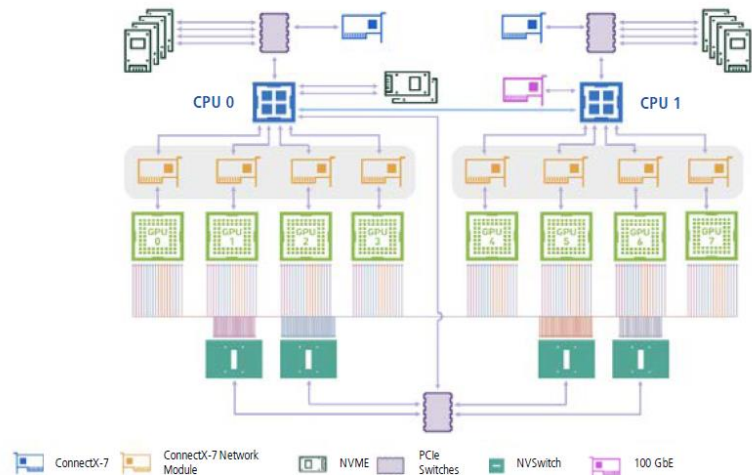
圖 12：HGX H100 8-GPU 架構



資料來源：NVIDIA，凱基

然而，在 HGX H100 8-GPU 架構中並非平均分配 NVSwitch 所搭配的 NVLink 數，為更多保障與其他 HGX H100 8-GPU 互連的效能，其中 2 個 NVSwitch 對內為每個 GPU 各 5 條，8 個 GPU 與 2 個 NVSwitch 共 80 條 NVLink，而另外 2 個 NVSwitch 則提供每個 GPU 各 4 條，8 個 GPU 與 2 個 NVSwitch 共 64 條 NVLink 連線。因此我們可以推估，單個 HGX H100 8-GPU 系統中具有 144 條 NVLink 連線，即每 GPU 對應 18 條 NVLink，並達到單個 GPU 的最大 NVLink 連接數。

圖 13：HGX H100 8-GPU 架構



資料來源：NVIDIA，凱基

### DGX H100 SuperPOD：每 GPU 對應 22.5 條 NVLink

DGX H100 SuperPOD 為基於 HGX H100 8-GPU 架構，最多可拓展最多 32 個運算節點或 256 顆 GPU。而其網路拓樸則為 2:1 的錐形胖樹(tapered fat tree)架構。在最大 256 顆 GPU 的配置下，最多達到每秒 57.6TB，其中 57.6TB 可換算為 460.8Tb。

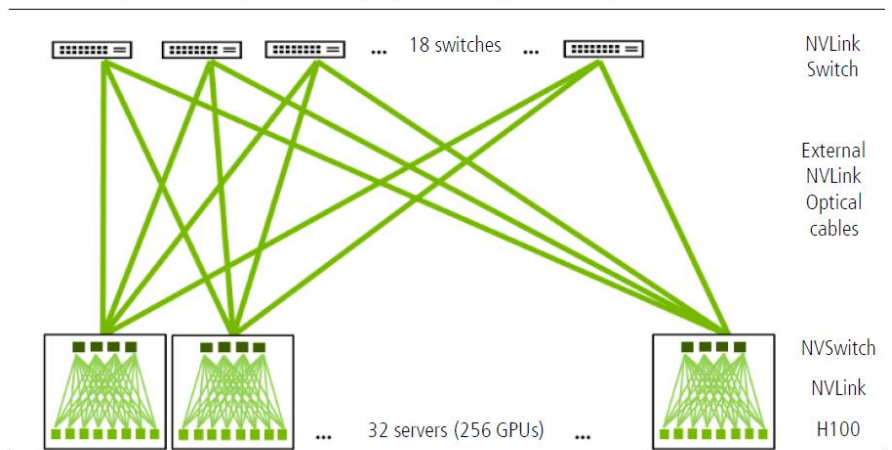
為了讓 GPU 能夠完整串聯，DGX H100 SuperPOD 的第二層(spine)網路架構中搭載了 18 個 NVLink Switch 以用作資料交換。NVLink Switch 標準的 1U 尺寸，包括 32 個 OSFP 插槽。每個 NVLink Switch 中包含 2 個 NVSwitch Gen 3 晶片，每個支援 64 個 NVlink 4 連線，提供總共 128 個 NVLink 4 連接埠，總頻寬為 6.4TB/s，可換算為 51.2Tb/s，對應單個 NVSwitch Gen 3 為 25.6Gb/s。

圖 14：A100 SuperPod 與 H100 SuperPod 之比較

	A100 SuperPod			H100 SuperPod			Speedup	
	Dense PFLOP/s	Bisection [GB/s]	Reduce [GB/s]	Dense PFLOP/s	Bisection [GB/s]	Reduce [GB/s]	Bisection	Reduce
1 DGX / 8 GPUs	3	2,400	150	16	3,600	450	1.5x	3x
32 DGX / 256 GPUs	80	6,400	100	512	57,600	450	9x	4.5x

資料來源：NVIDIA，凱基

圖 15：DGX H100 SuperPOD 支援最多 256 顆 H100 之架構



資料來源：NVIDIA，凱基

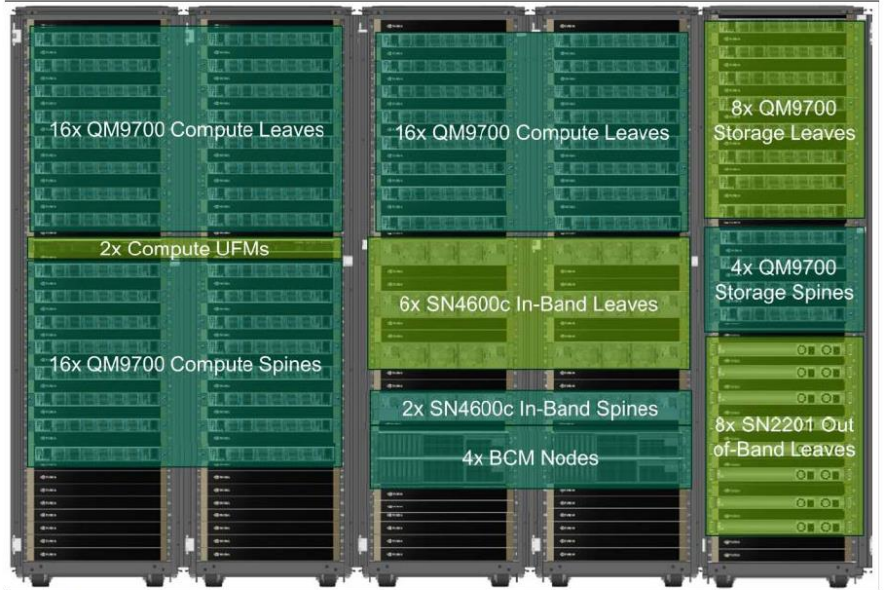
圖 16：DGX H100 SuperPOD 單 SU 架構



資料來源：NVIDIA，凱基



圖 17：DGX H100 SuperPOD 管理機櫃架構

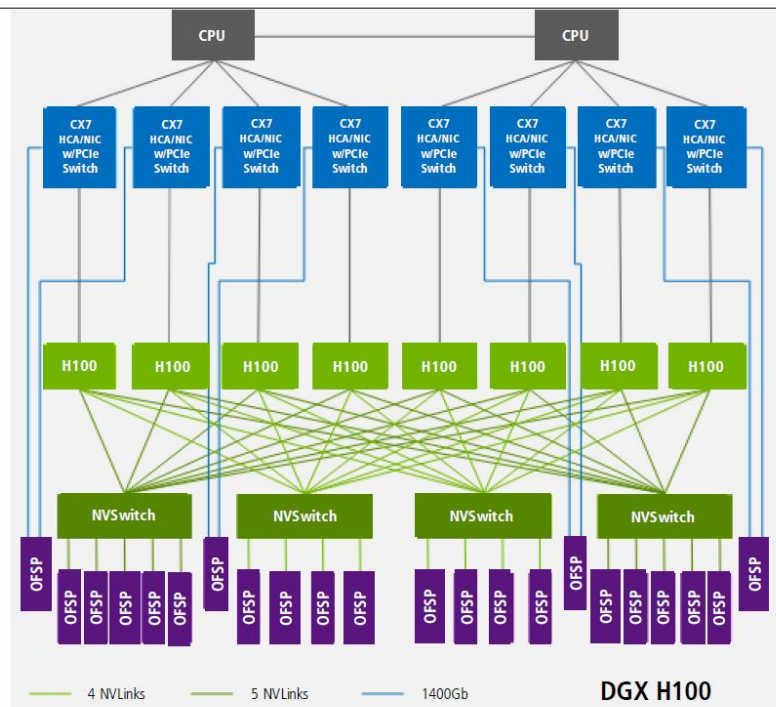


資料來源：NVIDIA，凱基

根據 DGX H100 的網路配置架構圖，可以看見 NVSwitch 對外採用 OSFP 連接埠，而每個 OSFP 連接埠則由兩個 400Gb 並行組成，而類似的拆分方式亦出現在 DGX H100 的 NVSwitch 說明之中，該說明並提及線材也自最多 5 公尺拉至最多 20 公尺。

在最多配置 256 顆 H100 GPU 的組合下，除了我們前述計算，即每個 DGX H100 8-GPU 系統內部，每 GPU 對應 18 條 NVLink，總數為 144 條 NVLink 連線以外，在第二層架構中基於 18 個 Spine 的 NVLink Switch，而每個 NVLink Switch 中又有 2 個 NVLink Switch 晶片，以及 32 個 DGX H100 系統將增加  $18 \times 2 \times 32 = 1,152$  條 NVLink 連線，因此整個系統最大連結數為每個節點內 144 條 NVLink 連線，以 DGX H100 SuperPOD 256 的配置下有 32 個節點，因此共  $144 \times 32 = 4,608$  條 NVLink 連線，再加上 1,152 條 layer-2 間的連線 = 5,760 條 NVLink 連線。而其中 1,152 條第二層 NVLink 連線每一條 50Gbps，總共為  $1,152 \times 50 = 57,600$  Gbps，也就是圖 14 中 57,600Gbps 的速率計算。

圖 18：DGX H100 網路設置



資料來源：NVIDIA，凱基

### GH200

以 GH200 來說，內含 8 顆 Grace Hopper 晶片，每一顆則支援 18 條 NVLink 4 連線，搭配的 NVLink 拓模則由 3 個 NVLink Switch 托盤，每個托盤中有 2 個 NVLink Switch 晶片組成，共 6 個 NVLink Switch 晶片。GPU 與 NVSwitch Chip 用量比為 8:6，也就是 4:3。

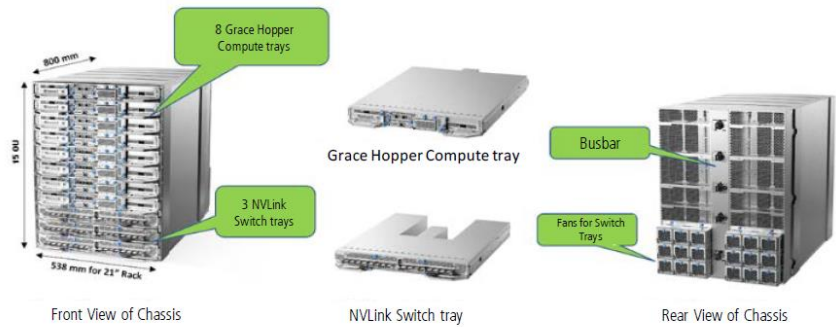
而每個 NVLink Switch 提供 36 個 OSFP 連接埠。值得注意的是，每個 GPU 的 18 條 NVLink 是平均分散給 6 個 NVLink Switch 晶片，因此 8 個 GPU 共有 144 條 NVLink 連線。而 NVLink Switch 托盤部份，對於與系統內部 GPU 的連線，每個托盤分出 6 個 NVLink 連線採用被動電纜，及客製化的纜線接口(custom cable cartridge)。在對外部的第二層 NVLink Switch 端接口部分，則為 12 個 OSFP 規格連接埠，每台 GH200 包含 3 個 NVLink Switch 托盤，共有 36 個 OSFP 接口。

圖 19 : Grace Hopper 規格

Compute	CPU/GPU	1x NVIDIA Grace Hopper Superchip with NVLink-C2C
	CPU/GPU	18x NVLink fourth-generation ports
	Networking	1x NVIDIA ConnectX-7 with OSFP: >NDR400 InfiniBand Compute Network
		1x Dual port NVIDIA BlueField-3 with 2x QSFP112 or 1x Dual port NVIDIA ConnectX-7 with 2x QSFP112: >200 GbE In-band Ethernet network >NDR200 IB storage network
Storage	Data Drive: 2x 4 TB (U.2 NVMe SSDs) SW RAID 0 OS Drive: 2x 2 TB (M.2 NVMe SSDs) SW RAID 1	
Switch	NVSwitch	2x Third-Generation NVSwitch ASIC supporting NVLink fourth-generation 48x NVLink to Compute trays through passive cable cartridge.
	NVLink Ports	Inside Chassis > 6x NVLink per Compute tray > 12x OSFP (48x NVLink) to connect to second-level Switches

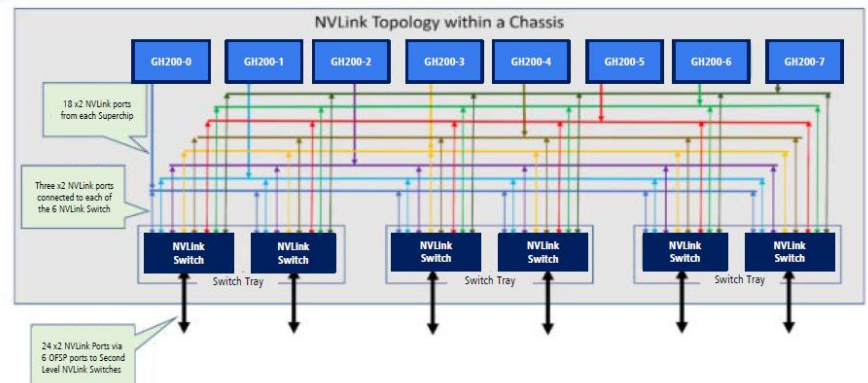
資料來源：NVIDIA，凱基

圖 20 : 8-Grace Hopper Superchip 機殼



資料來源：NVIDIA，凱基

圖 21 : 8-Grace Hopper Superchip 機殼中的 NVLink 拓樸

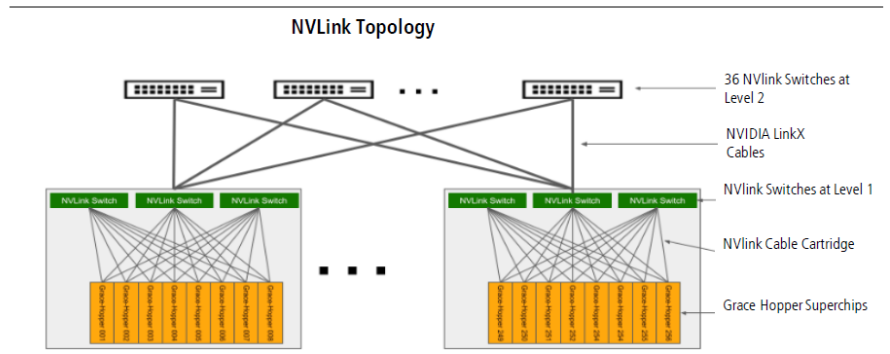


資料來源：NVIDIA，凱基

### DGX GH200 supercomputer

在 DGX GH200 supercomputer 中，除了 32 組 GH200 系統之外，另外採用胖樹架構在 Spine 層新增了 32 台 NVLink Switch。因此 NVLink 數為：32 台 GH200 系統，而中間則以 NVIDIA LinkX 纜線連接。於第二層的 OSFP 數量可計算為 36 台 NVLink Switch，每台 32 個 OSFP 連接埠，共 1,152 個第二層對第一層 OSFP 連接埠。而在第一層對第二層部分，則為 32 個 GH200 系統，而每個系統由前段已計算出為 36 個連接埠，總數量亦為 1,152 個連接埠，完全對應。

圖 22：8-Grace Hopper Superchip 機殼中的 NVLink 拓模



資料來源：NVIDIA，凱基

### GB200 NVL36/NVL72

以 GB200 NVL36 配置來說，單一個機架中有 18 個單一 GB200 運算節點，而每個 GB200 則對應 2 個 GPU，共 18 個 GB200 以及 36 個 GPU。而在 GB200 NVL72 架構中，則在單一個機架中配置 18 個雙 GB200 運算節點，共 36 個 GB200 以及 72 個 GPU。也可以單純的以 2 個 NVL36 節點所組成。以 NVL72 架構而言，GPU 與 NVSwitch Chip 為 72：18，也就是 4：1，較 GH200 之 4：3 顯著減少。

而在網路拓模上，GB200 NVL72 並未採用胖樹架構，而是單層交換器架構，因此共需要  $72 \times 18 = 1,296$  條 NVLink，而單一個 NVLink 速率為 100GB(GB/s)，因此共可支援約  $1296 \times 100\text{GB/s} = 129,600\text{GB/s} = 130\text{TB/s}$ 。

圖 23：GB200 NVL72 規格

	GB200 NVL72	GB200 Grace Blackwell Superchip
Configuration	36 Grace CPU: 72 Blackwell GPUs	1 Grace CPU 2 Blackwell GPL
FP4 Tensor Core	1,440 PFLOPS	40 PFLOPS
FP8 / FP6 Tensor Core	720 PFLOPS	20 PFLOPS
INT8 Tensor Core	720 POPS	20 POPS
FP16 / BF16 Tensor Core	360 PFLOPS	10 PFLOPS
TF32 Tensor Core	180 PFLOPS	5 PFLOPS
FP64 Tensor Core	3,240 TFLOPS	90 TFLOPS
GPU Memory   Bandwidth	Up to 13.5 TB HBM3e   576 TB/s	Up to 384 GB HBM3e   16 TB/s
NVLink Bandwidth	130TB/s	3.6TB/s
CPU Core Count	2,592 Arm® Neoverse V2 cores	72 Arm Neoverse V2 cores
CPU Memory   Bandwidth	Up to 17 TB LPDDR5X   Up to 18.4 TB/s	Up to 480GB LPDDR5X   Up to 512 GB/s

資料來源：NVIDIA，凱基

另一方面，每個 NVL72 機架會配備 9 個 NVSwitch 托盤，每個 NVLink Switch 托盤上將有 2 片 NVSwitch 晶片，同時配置 144 個 100GB/s 的 NVLink 接口，對應數量為 9 個托盤 x 每個托盤 144 個 NVLink 接口 = 1,296 個 NVLink 接口。此數量與與前述計算之 GPU 所產生的 NVLink 數量相符，因此這 9 個 NVSwitch 將完全連接 72 個 Blackwell GPU，並與每一個 GPU 所產生的 18 個 NVLink 連接。

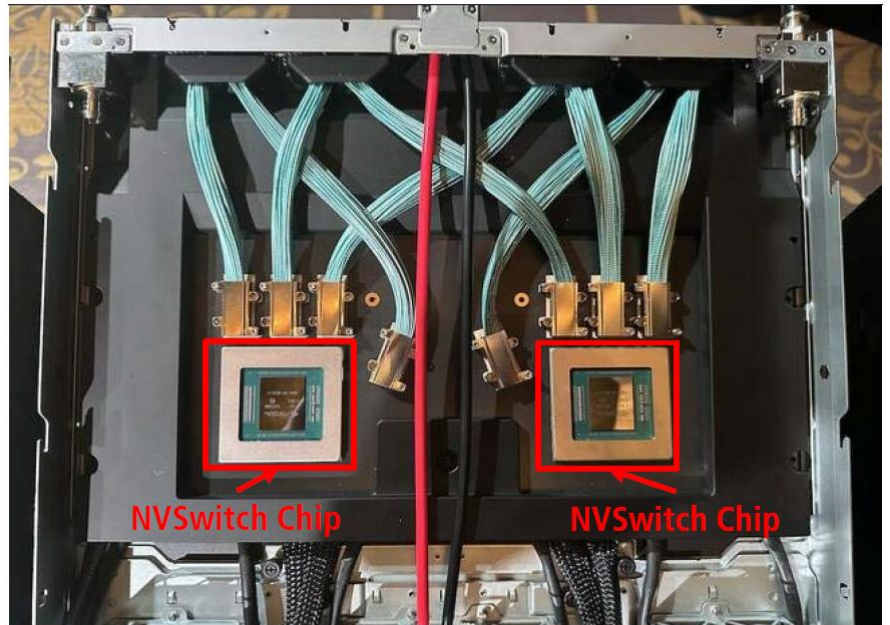
圖 24：DGX GB200 NVL72 外觀



資料來源：NVIDIA，凱基



圖 25：每個 NVSwitch 托盤中內含兩個 NVSwitch 晶片



資料來源：NVIDIA，凱基

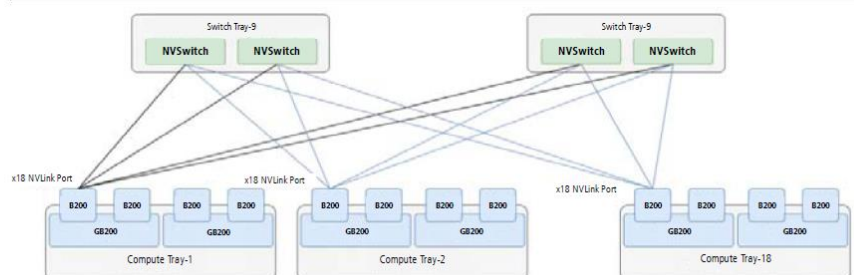
在 NVLink Switch 方面，從規格中我們可以得知 Blackwell 世代所採用的 NVLink 5 將採用 72 個 224Gb SerDes，速率較前一帶提升了 100%，將 Bytes 換算成 bits 也就是 14.4Tb/s，符合 72 個 Dual 224Gb SerDes 的頻寬總數。

圖 26：NVLink Switch 晶片規格



資料來源：NVIDIA，凱基

圖 27：GB200 NVL72 網路拓樸

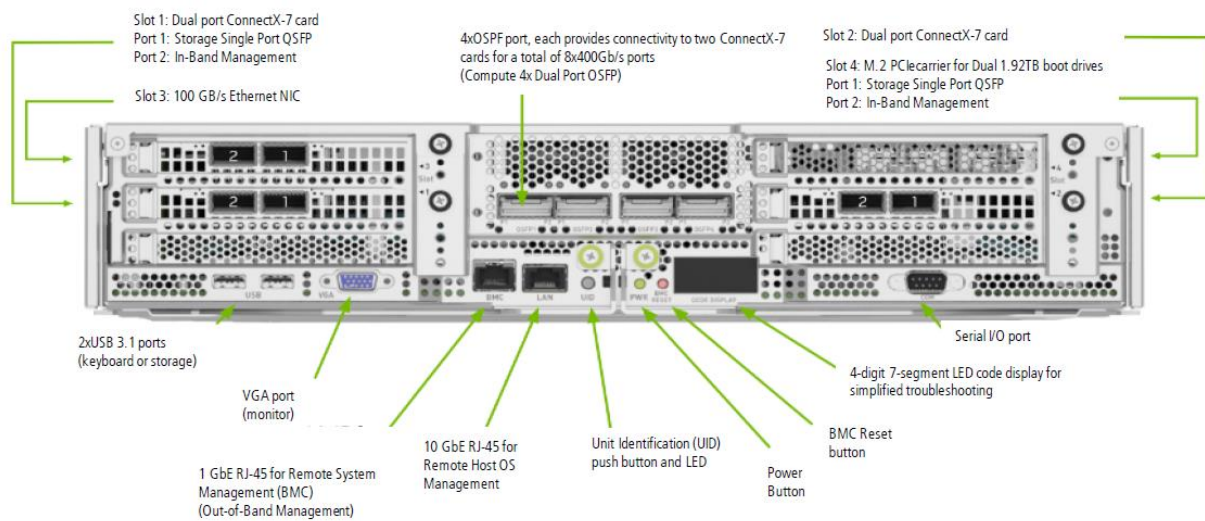


資料來源：naddod，凱基整理

### NVLink 與收發模組換算

在先前的 DGX H100 網路設置圖中，可以見到其 NVLink 間採用 OSFP 規格，而在 DGX H100 的產品圖中，則可以見到其採用 4 個 OSFP 連接埠，每個連接埠對應 2 張 ConnectX-7 網路卡，共對應 8 個 400Gb/s 連接埠。而在 DGX H100 的文件中則提及每個 OSFP 連接埠支援 8 個 channel 的 100G PAM4 信號。換言之，在單獨使用一台 DGX H100 的情況下，每台 DGX H100 具有 8 個 GPU，且共有 4 個 800bps OSFP 連接埠，而每個連線 800Gbps 對外假設為對應 800Gbps 收發模組的情況下，可以得到每 GPU 約對應 1 個 800Gbps OSFP 收發模組。

圖 28 : DGX H100 的網路架構



資料來源：NVIDIA，凱基

圖 29 : DGX H100 的 NVSwitch 說明

Figure 26. DGX A100 vs DGX H100 32-node, 256 GPU NVIDIA SuperPOD Comparison

Maximum cable length switch-to-switch is increased from 5 meters to 20 meters. OSFP (Octal Small Form Factor Pluggable) LinkX cables made by NVIDIA are now supported. They feature Quad-Port optical transceivers per OSFP, and 8-channels of 100G PAM4 signaling. The Quad-Port OSFP transceiver innovations enable a total of 128 NVLink ports in a single 1 RU, 32-cage NVLink Switch with each port transferring data at 25 GB/sec.

資料來源：NVIDIA，凱基

而 NVIDIA 官方也給出了參考線材需求量，在 H100 世代中，可以見到基本上 Node to Leaf 以及 Leaf-Spine 所需線材數量約與 GPU 數量相同，而當 SU 數量在達到 16 個以上，也就是 4,096 個 CPU 以上時，網路架構將增加一層作為 Spine 與 Core 之間的連線，同時線材也將顯著增加。

圖 30 : Larger SuperPOD component counts

SU Count	Node Count	GPU Count	InfiniBand Switch Count			Cable Counts		
			Leaf	Spine	Core	Compute and UFM	Spine-Leaf	
1	31*	248	8	4	-	252	256	
2	63	504	16	8	-	508	512	
3	95	760	24	16	-	764	768	
4	127	1016	32	16	-	1020	1024	

SU Count	Node Count	GPU Count	Leaf	Spine	Core	Node-Leaf	Leaf-Spine	Spine-Core
4	128	1024	32	16	-	1024	1024	1024
8	256	2048	64	32	-	2048	2048	2048
16	512	4096	128	128	64	4096	4096	4096
32	1024	8192	256	256	128	8192	8192	8192
56	2048	16384	512	512	256	16384	16384	16384

\* This is a 32 node per SU design, however a DGX system must be removed to accommodate for UFM connectivity.

資料來源：NVIDIA，凱基

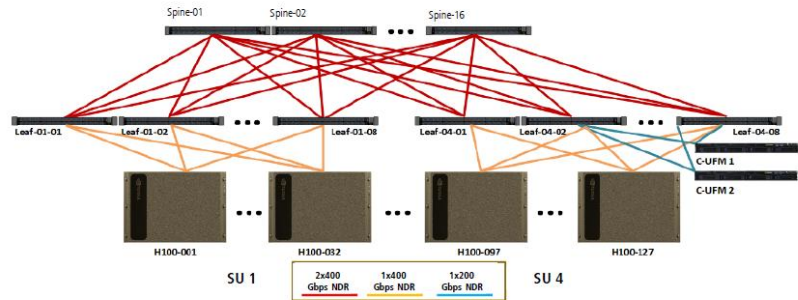
而在架構部分，我們可以看到其 2 x 400Gbps 的網路主要用於 Spine-Leaf 層，而 400Gbps 則主要用於 node 與 Leaf 之間。同樣的，由於每個連線具頭尾兩端，因此可推得 16 個 SU 以下的架構約為每 GPU 對應 2 顆 400Gbps 收發模組與 2 顆 800Gbps OSFP 收發模組。而 16 個以上之 SU 的架構則亦需要在 Spine-Core 層也採用 800Gbps OSFP 收發模組，因此約為每 GPU 對應 2 顆 400Gbps 收發模組與 4 顆 800Gbps OSFP 收發模組。

圖 31 : 計算層的網路規劃

Compute-InfiniBand Fabric

Figure shows the compute fabric layout for the full 127-node DGX SuperPOD. Each group of 32 nodes is rail-aligned. Traffic per rail of the DGX H100 systems is always one hop away from the other 31 nodes in a SU. Traffic between nodes, or between rails, traverses the spine layer.

Compute InfiniBand fabric for full 127 node DGX SuperPOD



資料來源：NVIDIA，凱基

而 Nvidia 給出的官方配置則符合計算

圖 32 : Estimate of component required for a 4 SU, 127-node DGX SuperPOD

Count	Component	Recommended Model		
<b>Racks</b>				
38	Rack(Legrand)	NVIDPD 13		
<b>Nodes</b>				
127	GPU Nodes	DGX H100 system		
4	UFM appliance	NVIDIA Unified Fabric Manager Appliance 3.1		
5	Management Server	Intel based x86 2xSocket, 24 core or greater, 384 GB RAM, OS (2x480GB M2 or SATA/SAS SSD in RAID 1), NVME 7.68 TB (raw), 4x HDR200 VPI Parts, TPM 2.0		
<b>Ethernet Network</b>				
8	In-band management	NVIDIA SN4600C switch with Cumulus Linux		
8	OOB management	NVIDIA SN2201C switch with Cumulus Linux		
<b>Compute InfiniBand Fabric</b>				
48	Fabric switches	NVIDIA Quantum QM9700 switch, 920-9B210-00FN-OMO		
<b>Storage InfiniBand Fabric</b>				
16	Fabric switches	NVIDIA Quantum QM9700 switch, 920-9B210-00FN-OMO		
<b>PDUs</b>				
96	Rack PDUs	Raritan PX3-587812R-P1Q2R1A15D5		
12	Rack PDUs	Raritan PX3-58747V-V2		
Count	Component	Connection	Recommended Mode	Cable Type
<b>In-Band Ethernet Cables</b>				
254	100 Gbps	DGX H100 system	Varies	
32	100 Gbps QSFP to QSFP AOC	Management nodes	Varies	
6	100 Gbps	ISL Cables	Varies	
Varies	Ethernet (perf varies)	Storage	Varies	
Varies	Varies	Core DC	Varies	
<b>OOB Ethernet Cables</b>				
127	1 Gbps	DGX H100 systems	Cat5e	
64	1 Gbps	InfiniBand Switches	Cat5e	
11	1 Gbps	Management/UFM nodes	Cat5e	
8	1 Gbps	In-band Ethernet switches	Cat5e	
Varies	1 Gbps	Storage	Cat5e	
108	1 Gbps	PDUs	Cat5e	
16	100 Gbps	Two uplinks per OOB to in-band	Varies	
<b>Compute InfiniBand Cabling</b>				
2040	NDR Cables, 400 Gbps	DGX H100 systems to leaf, leaf to spine	980-9I57X-00N010	Fiber
2	NDR Cables, 200 Gbps	UFM to leaf ports	980-9I111-00H010	AOC
1536	Switch OSFP Transceivers	Leaf and spine transceivers	980-9IA20-00NS00	
508	System OSFP Transceivers	Transceivers in the DGX H100 Systems	980-9I89P-00N000	
4	UFM System Transceivers	UFM to leaf connections	980-9I89R-00NS00	
<b>Storage InfiniBand Cables</b>				
494	NDR Cables, 400 Gbps	DGX H100 systems to leaf, leaf to spine	980-9I57X-00N010	Fiber
48	NDR Cables, 200 Gbps	Storage	980-9I111-00H010	AOC
4	UFM System Transceivers	UFM to leaf connections	980-9I515-00NS00	
369	Switch Transceivers	Leaf and spine transceivers	980-9I510-00NS00	
254	DGX System Transceivers	QSFP112 transceivers	980-9I693-00NS00	
2	NDR Cables, 200 Gbps	UFM to leaf ports	980-9I557-00N030	Fiber
4	HDR 400 Gbps to 2x200 Gbps	Slurm management	980-9I117-00H030	AOC
Varies	Storage Cables, NDR200	Varies	980-9I117-00H030	AOC

資料來源：NVIDIA，凱基

### DGX GH200 Supercomputer

基於單 GH200 內部 GPU 與 NVLink Switch 的連線為特殊電纜規格，不適用於一般收發模組估算，因此我們僅計算在 GH200 系統間的規格，由先前計算出 1,152 條，兩端為 OSFP 規格之連線，可以換算出 800Gbps 收發模組為 2,304 顆。相當於每 GPU 對應 9 顆 800Gbps 收發模組。

### DGX B200 SuperPod

在 DGX B200 SuperPod 上，基本上配置與 Hopper 系列類似。惟普遍長度有所變長，我們整理表格如下。



**圖 33 : Estimate of component required for a 4 SU, 127-node DGX SuperPOD**

Count	Component	Recommended Model		
<b>Racks</b>				
38	Rack (Legrand)	NVIDPD13		
<b>Nodes</b>				
127	GPU nodes	DGX B200 system		
4	UFM appliance	NVIDIA Unified Fabric Manager Appliance 3.1		
5	Management servers	Intel based x86 2 x Socket, 24 core or greater, 384 GB RAM, OS (2x480GB M.2 or SATA/SAS SSD in RAID 1), NVME 7.68 TB (raw), 4x HDR200 VPI Ports, TPM 2.0		
<b>Ethernet Network</b>				
8	In-band management	NVIDIA SN4600C switch with Cumulus Linux, 64 QSFP28 ports, P2C 920-9N302-00F7-0C		
8	OOB management	NVIDIA SN2201 switch with Cumulus Linux, 48 RJ45 ports, P2C, 920 9N110-00F1-0C0		
<b>Compute InfiniBand Fabric</b>				
48	Fabric switches	NVIDIA Quantum QM9700 switch, 920-9B210-00FN-0M0		
<b>Storage InfiniBand Fabric</b>				
16	Fabric switches	NVIDIA Quantum QM9700 switch, 920-9B210-00FN-0M0		
<b>PDUs</b>				
96	Rack PDUs	Raritan PX3-5878I2R-P1Q2R1A15D5		
12	Rack PDUs	Raritan PX3-5747V-V2		
Count	Component	Connection	Recommended Mode	Cable type
<b>In-Band Ethernet Cables</b>				
254	200 Gbps QSFP56 to QSFP56 AOC	DGX B200 system	980-9I4A0-00H030	
8	100 Gbps QSFP28 to QSFP28 AOC	Management nodes	980-9IA30-00C030	
4	100 Gbps QSFP28 CWD4M4 Single mode 2km Transceiver	Uplink to core DC	980-9I17Q-00CM00	
6	100 Gbps QSFP-QSFP DAC Passive Copper cable	ISL Cables	980-9I620-00C00	
8	100 Gbps QSFP28 to QSFP28 AOC	NFS Storage	980-9I13N-00C03	
24	100 Gbps QSFP28 to QSFP28 AOC	Leaf – Core cables	980-9I13N-00C03	
<b>OOB Ethernet Cables</b>				
127	1 Gbps	DGX B200 systems	Cat5e	
64	1 Gbps	InfiniBand Switches	Cat5e	
8	1 Gbps	Management/UFM nodes	Cat5e	
8	1 Gbps	In-band Ethernet switches	Cat5e	
2	1 Gbps	UFM Back-to-Back	Cat5e	
108	1 Gbps	PDUs	Cat5e	
4	QSFP to SFP+ Adapter	For the UFM connections	980-9I71G-00J000	
4	Ethernet Module SFP BaseT 1G	For the UFM connections	980-9I251-00IS00	
16	100 Gbps AOC QSFP28 to QSFP28 Cable	Two uplinks per OOB to in-band	980-9I13N-00C030	
Varies	1 Gbps	Storage	Cat5e	
<b>Compute InfiniBand Cabling</b>				
2044	NDR Cables, 400 Gbps	DGX B200 systems to leaf, leaf to spine, UFM to leaf ports	980-9I570-00N030	Fiber
1536	Switch 2x400G QSFP Finned-top Multimode Transceivers	Leaf and spine transceivers	980-9I510-00NS0	
508	System 2x400G QSFP Flat-top Multimode Transceivers	Transceivers in the DGX B200 Systems	980-9I51A-00NS00	
4	UFM System 4x400G QSFP Multimode Transceivers	UFM to leaf connections	980-9I510-00NS00	
<b>Storage InfiniBand Cables</b>				
498	NDR Cables, 400 Gbps	DGX B200 systems to leaf, leaf to spine UFM to leaf ports	980-9I570-00N030	Fiber
48	NDR AOC Cables, 2x200 Gbps QSFP56-QSFP56	Storage	980-9I117-00H030	AOC
4	UFM System 4x400G QSFP Multimode Transceivers	UFM to leaf connections	980-9I510-00NS00	
369	Switch 2x400G QSFP Finned-top Multimode Transceivers	Leaf and spine transceivers	980-9I510-00NS00	
254	DGX System 4x400G QSFP112 Multimode Transceivers	QSFP112 transceivers	980-9I693-00NS00	
4	HDR 400 Gbps to 2x200 Gbps AOC Cables	Slurm management	980-9I117-00H030	AOC
Varies	Storage Cables, 400 Gbps to 2x200 Gbps AOC Cables	Varies	980-9I117-00H030	AOC

資料來源：NVIDIA，凱基

### GB200

由於 GB200 NVL36 與 NVL72 中內部採取直接連線，單一機櫃內部基本上沒有胖樹架構的第二層網路連線需求，因此在 NVL72 機櫃中我們主要見到的 NVLink 為直接連接。依據我們前面提及 NVLink 與 SerDes 的換算而言，GB200 採用的 NVLink 5 單條速率為 100Gbps，也就是 800Gbps。單向為 400Gbps。而其 SerDes 則為每 pair 速率為 224Gbps，因此可知單向 400Gbps 將由 2 個 differential pair 所組成，每個 NVLink 則由 4 條 differential pair 組成。因此線材數量將為 NVLink 的 4 倍，根據 GB200 為單層交換器架構，我們已計算出 GB200 中之 NVLink 數為  $72 \times 18 = 1,296$  條，並可進一步算出銅線總數將為  $1296 \times 4 = 5,184$  條。此計算亦符合 NVIDIA 於 2024 年 3 月發布會上提及 GB200 NVL72 背面約有 5,000 條銅線之計算。



考量下一代 Blackwell 系列的 NVLink 5 達每秒 1.8TB，以及再下一代 R 系列 (Rubin)採用的 NVLink 6 速率將達每秒 3.6TB，我們認為 NVLink 連線數量與 SerDes 規格將持續演進。因此，除 SerDes 晶片相關供應商外，我們亦看好台廠中有機會受惠於 Blackwell 平台推出的連接線與連接器、分線器相關公司，其中將以波若威(3163 TT, NT\$110.5, 未評等)與佳必琪(6197 TT, NT\$177.5, 未評等)、貿聯-KY (3665 TT, NT\$304, 增加持股)等台廠較有機會受惠。

**圖 34：光通訊相關個股及產品組合與 2024 年開發規劃**

公司	代號	產品組合(年)		產品說明	2024 年產品發展計劃
		2022	2023		
聯亞	3081 TT	- 磊晶片 99.3% - 其他 0.7%	- 磊晶片 98.96% - 其他 1.04%	- InP LD磊晶片:主要應用於光通訊及資料傳輸 - PD磊晶片:主要應用於光通訊器件中所需之光探測器、檢光器 - GaAs LD磊晶片:主要應用於高功率雷射加工、感測器、及數據中心通訊	- 50Gbit/s 以上DFB/EML磊晶片 - 6吋多結構VCSEL磊晶片 - 高功率DFB雷射磊晶片 - 單光子APD磊晶片 - 大於1.7m 長波長 PD 磊晶片 - 1.45m 長波長 LED 磊晶片
波若威	3163 TT	- Branch 30.5% - WDM 47.8% - OIN 13.3% - AMP 8.3% - 其他 0.1%	- Branch 22.24% - WDM 21.23% - OIN 49.92% - AMP 6.33% - 其他 0.28%	- Branch專注於XGS PON市場 - WDM產品群主力著基於電信市場及Cable TV寬頻 - OIN專注於資料中心的相關應用，含MPO及AOC - AMP以電信市場為發展主軸	- 高速光收發器內集成化波分多工模組 - 微型化光纖隔離器及循環器 - 二維多通道光纖及準直器陣列模組 - 分路/分波光纖器件 - 多波長多通道主動光耦合製程 - 共同封裝光元件光纖連結模組
光環	3234 TT	- 晶粒及零組件 71.3% - 光電轉換器及其元件 25.8% - 其他 2.9%	- 晶粒及零組件 73% - 光電轉換器及其元件 24% - 其他 3%	- 光纖通訊、4G/5G 移動通訊基地台互聯、雲端數據中心、3D 感測/近場感測/泛光照明所需之VCSEL、FP/DFB、PIN/PIN/TIA等	- 各式不同特性的VCSEL晶粒或陣列 - 10Gbps及25Gbps的FP/DFB晶粒、PIN/APD及OSA - 高功率 DFB 光源 - 100G QSFP28 SR4 及 400G QSFP56-DD SR8 - 56G/112G GaAs PD、56G/112G InGaAs PD - CPO封裝技術
上詮	3363 TT	- 光纖跳接線 76.3% - 微光學光纖元件 11.2% - 光纖耦合產品 4.6% - 其他光纖被動元件 3.3% - 光纖連結器 1.4% - 租賃收入 0.7% - 其他 2.8%	- 光纖跳接線 77.99% - 微光學光纖元件 5.66% - 光纖耦合產品 5.53% - 其他光纖被動元件 5.3% - 光纖連結器 1.35% - 租賃收入 0.65% - 其他 2.81%	- 生產銷售光纖跳接線及光纖耦合器等光被動元件，主要客戶為國內外光纖通訊模組製造商、光纖通訊設備製造商及經銷商	- 保偏光纖陣列(PM FA)封裝技術 - CPO - 矽光應用連接器 - USB3.2、USB4、DP Alt Type C、HDMI2.1 AOC - 可耐久焊光纖陣列連接器
聯鈞	3450 TT	- 功率半導體產品 77.1% - 光資訊與光通訊產品 22.9%	- 功率半導體產品 81.85% - 光資訊與光通訊產品 18.15%	- PA應用於電腦產品、手持式裝置、車用電子等 - 光通訊產品主要為GPON及EPON TO-CAN封裝，主要應用於FTTx、資料中心、4G/LTE基地台等 - 光資訊產品主要應用為錄放影機、3D感測、車用頭燈抬頭顯示器、車	- 5G行動通訊相關元件 - 陣列式低功耗飛溫控外部光源模組 - GaN on Silicon磊晶片 - Silicon base光纖耦合技術 - 密集多波長分工溫控系統傳輸元件 - 800G線性驅動LPO
前鼎	4908 TT	- 光收發模組 93.7% - 其他 6.3%	- 光收發模組 96.45% - 光纖接頭 0.07% - 其他 6.5%	- 生產並銷售光收發模組及光纖接頭，主要應用於網路與通訊設備、資料傳輸設備及有線電視網路設備等	- 800G OSFP SR8/DR8 - 800G QSFP-DD SR8/DR8
眾達-KY	4977 TT	- SFP+ 51.7% - QSFP 37% - OSA 4.8% - SFP 1.8% - 其他 4.7%	- SFP+ 53.6% - QSFP 37.5% - OSA 3% - SFP 0.5% - 其他 5.4%	- 主要生產銷售各類型光收發模組及光學次模組 - SFP+及QSFP主要應用為電信/乙太網/資料通信網/雲端運算/存儲網 - XFP主要應用為電信/乙太網/資料通信網/雲端運算 - OSA及SFP主要應用為電信/乙太網	- 64G SMF SFP28 LR Transceiver - 64G MMF SFP28 SR Transceiver - 25G SMF SFP28 BIDI Transceiver - 32G MMF SFP28 SR Transceiver Gen2 - 1.6T CPO Remote Laser Module
華星光	4979 TT	- 光通訊主動元件模組 85.3% - 晶粒 9.4% - 其他 5.4%	- 光通訊主動元件模組 92.5% - 晶粒 4.58% - 其他 2.92%	- 主要從事光通訊主動元件生產，產品包含光通訊主動元件次模組(TO-CAN、OSA)、光通訊主動元件晶片和晶粒、光通訊光收發模組之代工版 - 產品主要應用於5G傳輸及資料中心	- 800G以上應用100mW CW LD以及先進封裝技術
佳必琪	6197 TT	- 智能連結產業SCI 46.5% - 數據網路電信DNT 42.6% - 物聯網IoT 2.9% - 其他 7.9%	- 智能連結產業SCI 44.8% - 數據網路電信DNT 44.6% - 物聯網IoT 2.6% - 其他 8%	- 數據網路電信產品用於 Hyperscale data center/AI server/Storage/5G Telecom/Edge computing/ Switch 等高速傳輸領導與光纖去光模組互聯產品。	- 800G 8X OSFP/QSFP-DD DAC/ACC/cable - 400G 數據中心級DR4光收發模組 - 800G OSFP SR8/SR4光收發模組
光聖	6442 TT	- 高頻連接器 30.1% - 光通訊產品 69.9%	- 高頻連接器 23% - 光通訊產品 77%	- 高頻連接器產品可分類為電子類及非電子類，電子類主要終端應用於有線電視機上盒；非電子類主要終端應用於車用、航太、國防等 - 光收發模組及光纖收發器元件(次模組)主要應用於網路與通訊設備、資料傳輸設備及有線電視網路設備 - 光被動元件(含光跳接線、光連接器等)應用於資料中心等	- DOCSIS 4.0濾波器 - 光子積體電路光模組與連接器 - 50Gbps PON 光模組 - 100Gbps C-PON 光模組 - 1.6T OSFP-XD 光模組
訊芯-KY	6451 TT	- Optical TXR 75% - SiP 21% - 其他 4%	- Optical TXR 59% - SiP 33% - 其他 8%	- SiP產品主要為高頻無線通訊模組、WiFi module、LNA、Sensor及車用電子等之封裝測試 - Optical TXR封裝測試服務主要應用於企業和雲端伺服器之存儲及傳輸	- 800G-2*FR4 Transceiver - 1.6T-OSFP-XD Transceiver - 800G DR8 光引擎

資料來源：公司資料，凱基

圖 35：同業評價比較

公司	代號	市值 (美金百萬元)	股價 (當地貨幣)	每股盈餘 (當地貨幣)		每股盈餘 複合成長率(%) (2023-2025F)	本益比 (倍)		股價淨值比 (倍)		股東權益報酬率 (%)		股利殖利率 (%)	
				2024F	2025F		2024F	2025F	2024F	2025F	2024F	2025F	2024F	2025F
聯亞*	3081 TT	399	140.5	0.67	7.15	N.M.	208.2	19.7	3.3	3.2	1.6	16.7	0.4	4.3
波若威	3163 TT	257	110.5	N.A.	N.A.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
光環	3234 TT	160	46.3	N.A.	N.A.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
上詮	3363 TT	485	159.0	N.A.	N.A.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
聯鈞	3450 TT	430	95.4	N.A.	N.A.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
寶聯-KY*	3665 TT	1,536	304.0	20.86	26.71	36.4	14.6	11.4	1.9	1.7	13.3	15.8	4.1	5.3
前鼎	4908 TT	267	110.5	N.A.	N.A.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
衆達-KY*	4977 TT	186	75.0	0.52	3.92	(6.9)	144.0	19.1	1.5	1.3	1.0	7.5	1.3	4.7
華星光*	4979 TT	636	146.0	4.23	5.51	28.4	34.5	26.5	5.9	4.9	17.9	19.3	1.4	1.6
佳必琪	6197 TT	670	177.5	8.12	11.81	53.7	21.9	15.0	N.M.	N.M.	27.8	34.5	2.8	3.2
光聖	6442 TT	602	257.5	N.A.	N.A.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
訊芯-KY	6451 TT	705	212.0	N.A.	N.A.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
<b>同業平均</b>							<b>84.6</b>	<b>18.3</b>	<b>3.1</b>	<b>2.8</b>	<b>12.3</b>	<b>18.8</b>	<b>2.0</b>	<b>3.8</b>

資料來源：Bloomberg，凱基(標註\*者為凱基預估)

上述凱基分析員為證監會持牌人，隸屬凱基證券亞洲有限公司從事相關受規管活動，其及／或其有聯繫者並無擁有上述有關建議股份，發行人及／或新上市申請人之財務權益。

**免責聲明** 於本報告內所載的所有資料，並不擬提供予置身或居住於任何法律上限制凱基證券亞洲有限公司（「凱基」）或其關聯成員派發此等資料之司法管轄區的人士或實體使用。此等資料不構成向任何司法管轄區的任何人士或實體作出的任何投資意見、或發售的要約、或認購或投資任何證券或其他投資產品或服務的邀請、招攬或建議，亦不構成於任何司法管轄區用作任何上述的目的之資料派發。請特別留意，本報告所載的資料，不得在美國、或向美國人士（即美國居民或按照美國或其任何州、屬土或領土之法律成立的合夥企業或公司）或為美國人士之利益，而用作派發資料、發售或邀請認購任何證券。於本報告內的所有資料只作一般資料及參考用途，而沒有考慮到任何投資者的特定目的、財務狀況或需要。該等資料不擬提供作法律、財務、稅務或其他專業意見，因此不應將該等資料賴以作為投資專業意見。

部份凱基股票研究報告及盈利預測可透過 [www.kgi.com.hk](http://www.kgi.com.hk) 取閱。詳情請聯絡凱基客戶服務代表。本報告的資料及意見乃源於凱基的內部研究活動。本報告內的資料及意見，凱基不會就其公正性、準確性、完整性及正確性作出任何申述或保證。本報告所載的資料及意見如有任何更改，凱基並不另行通知。凱基概不就因任何使用本報告或其內容而產生的任何損失承擔任何責任。本報告亦不存有招攬或邀約購買或出售證券及／或參與任何投資活動的意圖。本報告只供備閱，並不能在未經凱基書面同意下，擅自以任何方式轉發、複印或發佈全部或部份內容。凱基集團成員公司或其聯屬人可提供服務予本文所提及之任何公司及該等公司之聯屬人。凱基集團成員公司、其聯屬人及其董事、高級人員及僱員可不時就本報告所涉及的任何證券持有。