

## 傳輸技術的最終發展—矽光子

### 矽光子/CPO 預計在 2026 年以後快速成長

- 矽光子能減少傳輸頻寬、耗損以及散熱問題
- SEMI 認為 2030 年前全球矽光子市場規模 CAGR 25.7%
- 長期看好技術地位重要者，建議逢回布局

資料中心傳輸以 DAC/ACC/AEC/AOC/光收發模組為主要解決方案：資料中心內部由數千至數萬台伺服器所組成，需要大量的傳輸線進行數據傳輸，目前主流傳輸線材主要分為銅線與光纖，主要連接方式包含直連電纜(DAC)、主動式銅線(ACC)、主動式電纜(AEC)、主動式光纜(AOC)以及光收發模組搭配光纖跳接線。隨著傳輸速度不斷升級，過往解決方案帶來的耗損逐漸使訊號難以被辨識，因此將轉向光作為傳輸解決方案。

光通訊未來發展重點—矽光子：隨著 AI 時代算力需求，對傳輸速度需求跟著提升，需要較大的頻寬來應付，以往晶片間採用電進行傳輸，然而隨著晶片製程逐步演進，兩條信號間距過近將影響訊號傳輸，同時使傳輸耗損提高。矽光子(Silicon Photonics)顧名思義是將電與光進行結合，將原先體積較大的光元件如耦合器、多工器等透過矽製程微縮成晶片，亦即光子積體電路(PIC)，並結合電晶片(EIC)成為矽光子晶片，其優勢除了提升頻寬、解決耗損以及散熱問題外，矽光子晶片由矽製程生產相對成熟，能夠降低生產成本。

矽光子市場規模 CAGR 雙位數以上：SEMI 半導體協會認為矽光子為半導體發展關鍵技術之一，預期到 2030 年全球矽光子市場規模將達 78.6 億美元，CAGR 25.7%。LightCounting 則預期整體 CPO 交換器市場將從 2023 年不到 5,000 萬美元，成長至 2027 年約 7 億美元，幾乎每年皆有近一倍成長。另一家研調機構 Yole 則預估 2028 年矽光子市場規模將達到 1.4 億美元，年複合成長率 24%，待整體技術成熟後 2028~2033 年複合成長率將達到 80%，市場規模將達到 26 億美元。

矽光子中技術門檻為供應鏈關注方向：我們認為目前矽光子中技術門檻在於雷射、PIC 製造、先進封裝以及光纖對準。首先在雷射部分，由於矽本身不發光，因此須採用三五族半導體為材料。再者矽光子晶片主要以矽製程製造並須採用先進封裝，矽製造廠占據重要地位。光纖對準方面，矽光子晶片上的光最終必須打入光纖陣列才能與外部光纖連接，矽光子晶片上的光波導與光纖直徑相差巨大技術難度高，將是矽光子晶片中重要零組件。

市場有過熱疑慮，建議待拉回後再進行布局：雖然我們看好矽光子產業發展，預期將是通訊技術發展的終點，但我們認為 CPO 目前市場仍有相當多的不確定性，包括 1)產品規格未定，將影響相關元件的使用數量與價格、2)CPO 貢獻時間點未定，目前 GB200 頻傳遞延與砍單狀況、GB300 可能延至 1H26、CSP 業者轉向 ASIC 方案，Rubin 實際貢獻時間點可能向後推移、3)量產後產品價格可能下滑並加入新競爭對手等，考量未來不確定性對獲利的影響，我們認為目前就股價而言似乎有些過熱，因此建議投資人等待拉回後再進行布局，較為看好的標的包含台積電(2330)、上詮(3363)、聯亞(3081)。

相關個股	代號	評等	目標價
台積電	2330	買進	1,335
智邦	2345	買進	重評中
全新	2455	增加持股	重評中
聯亞	3081	未評等	-
波若威	3163	未評等	-
上詮	3363	未評等	-
聯鈞	3450	未評等	-
貿聯-KY	3665	中立	800
日月光投控	3711	中立	172
眾達-KY	4977	未評等	-
華星光	4979	未評等	-
Broadcom	AVGO	買進	重評中
Marvell	MRVL	買進	重評中
NVIDIA	NVDA	未評等	-

賴彥維  
Benson.lai@ctbcsis.com

張敦翔  
Jason.chang@ctbcsis.com

2025/1/21

**傳輸介質主要採用銅與光纖：**目前在資料中心內傳輸訊號主要分為電訊號以及光訊號，電訊號主要採用便宜且具備高導電性與低電阻特性的銅做為傳輸介質，光訊號則採用能使光線(紅外光)穿透的材質如玻璃、塑膠等。光纖相較於銅線而言具備多項優勢，1)傳輸頻寬較大、2)光子速度較電子快因此傳輸速度較快、3)信號衰減較低可傳輸距離較長、4)光纖不含金屬元件因此不受電磁干擾(EMI, Electromagnetic interference)、5)耗能較低、6)重量較輕、7)安全性較高(包含資料安全以及物理安全性)等，相較於銅線更適合應用於長距離、高速傳輸領域。

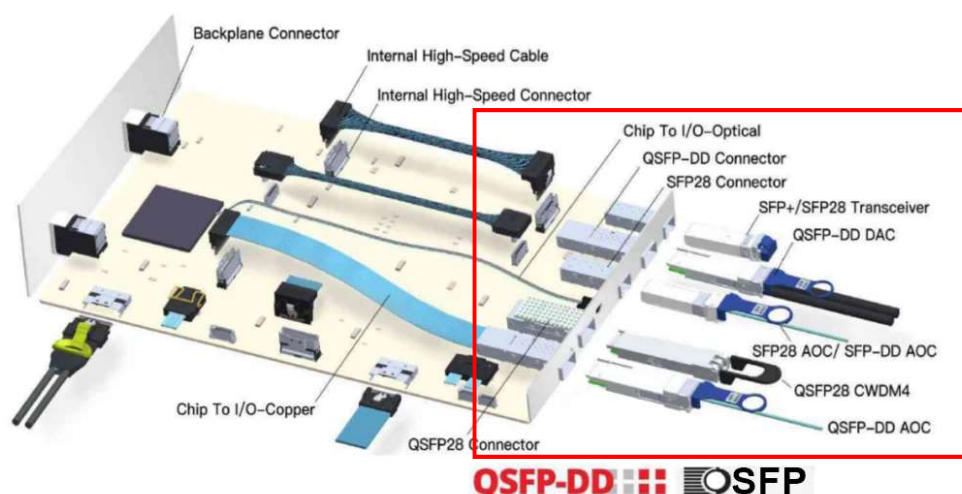
表一：光纖與銅線比較

	光纖	銅線
頻寬	>60 Tbps	10 Gbps
傳輸距離	20km	100m
耗能	1W/300m	3.5W/100m
耗損	0.2 dB/km	241 dB/km
安全性	較高	較低
物理特性	耐拉伸、不耐凹折、直徑較細、重量較輕	不耐拉伸、耐凹折、直徑較粗、重量較重

資料來源：中信投顧整理

**資料中心傳輸以 DAC/ACC/AEC/AOC/光收發模組為主要解決方案：**資料中心內部由數千至數萬台伺服器所組成，需要大量的傳輸線進行數據傳輸，目前主流傳輸線材主要分為銅線與光纖，主要連接方式包含直連電纜(DAC, Direct Attach Cable)、主動式銅線(ACC, Active Copper Cable)、主動式電纜(AEC, Active Electrical Cable)、主動式光纜(AOC, Active Optical Cable)以及光收發模組(Optical Transceiver)搭配光纖跳接線。如同個人用電腦需要 USB、HDMI、DP 等傳輸介面用以連接相對應的傳輸線，伺服器、交換器上亦有 SFP、QSFP、QSFP 等傳輸介面連接傳輸模組與線材。

圖一：伺服器/交換器傳輸接口及傳輸模組



資料來源：FiberMall，中信投顧整理

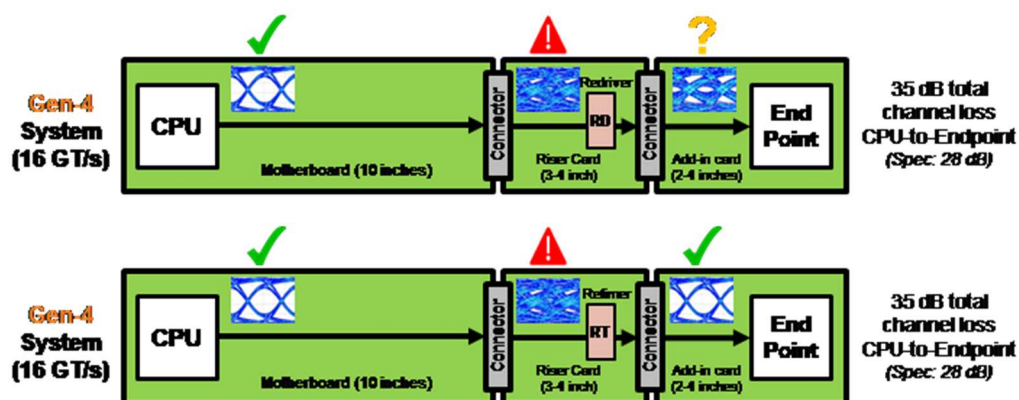
DAC 為被動式線纜，模組中不含有信號調節功能，使用時幾乎不消耗電力，亦即不產生能耗，且其成本較低，由於不含有主動式晶片調節訊號，本身傳輸距離受銅線材質特性影響，為過往短程光通訊主要解決方案。然由於傳輸速度提升，使 DAC 可傳輸距離從 7m 不斷縮減到 2~3m，加上為使頻寬提升，導線直徑擴大使整體重量顯著大於其他解決方案，逐步被 ACC/AEC 所取代。

ACC 相較於 DAC 新增主動式晶片 Redriver，利用接收端(Rx)的連續時間線性均衡器(CTLE, Continuous-Time Linear Equalizer)以及發射端(Tx)的驅動器(Driver)

2025/1/21

對訊號進行加強，從而使眼圖張開降低訊號衰減。AEC 則採用 Retimer，除了 CTLE 功能外，增加時脈回復電路(CDR, Clock Data Recovery)、判決反饋均衡器(DFE, Decision Feedback Equalizer)，能對訊號進行調節從而消除雜訊並產生較為清晰的訊號，而 Retimer 較複雜的結構也使 AEC 成本、功耗高於 ACC。相較於被動式 DAC 而言，由於 ACC/AEC 增加 Redriver/Retimer 晶片，其傳輸距離提升最高至 7m，然同樣因為銅材質特性，傳輸速度增加傳輸距離將縮短。AEC 晶片主要供應商為 Credo(CRDO)，其次為 Marvell(MRVL)、Astera Labs(ALAB)，台股中貿聯-KY(3665)為 Credo 唯一供應商。

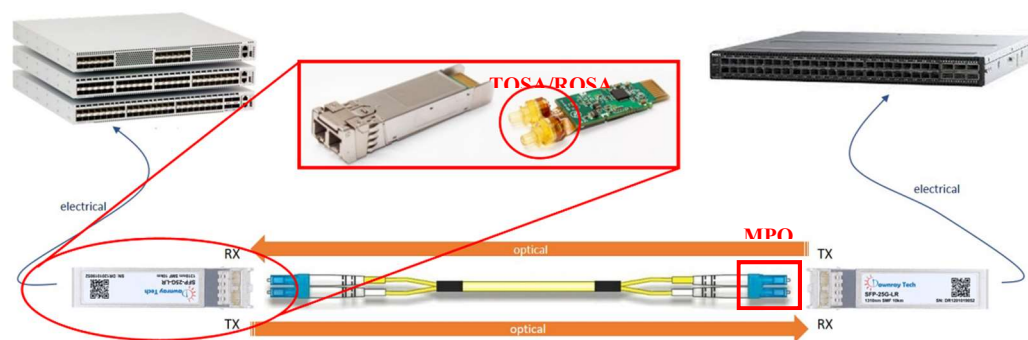
圖二：採用 Redriver、Retimer 訊號眼圖



資料來源：PCI-SIG，中信投顧整理

光收發模組與 AOC 皆採用光纖作為傳輸介質，傳統光收發模組主要由光發射元件(TOSA, Transmitter Optical Sub-Assembly)、光接收元件(ROSA, Receiver Optical Sub-Assemblies)以及電子次模組(ESA, Electrical Sub-Assembly)所組成，Tx 端的 TOSA 包含發光元件，而 Rx 端的 ROSA 則包含光檢測元件。由於伺服器/交換器內部皆使用電訊號進行計算處理，使用光纖傳輸須達成電訊號與光訊號之間轉換，此為光收發模組主要功能，電訊號自伺服器/交換器傳送至光收發模組，經由 TOSA 將電訊號轉為光訊號，用雷射將光訊號發送至光纖傳輸往另一顆光收發模組，再藉由 ROSA 接收光訊號並轉為電訊號，最後將訊號傳送至伺服器/交換器內進行計算處理。

圖三：光收發模組傳輸架構



資料來源：曙曜科技，中信投顧整理

光收發模組透過 MPO 接口連接光纖跳接線進行傳輸，AOC 則是將光收發模組與光纖結合，固定兩端的光收發模組，其優勢在於減少光收發模組與光纖跳接線的精密度需求，同時減少端口被污染可能性，此外相較於光收發模組，AOC 去除數位診斷監控(DDM, Digital Diagnostic Monitoring)功能減少光學元件，在



2025/1/21

成本上低於光收發模組搭配光纖跳接線的方案，然而其缺點在於一端損壞需更換整條 AOC，且其傳輸距離較短。

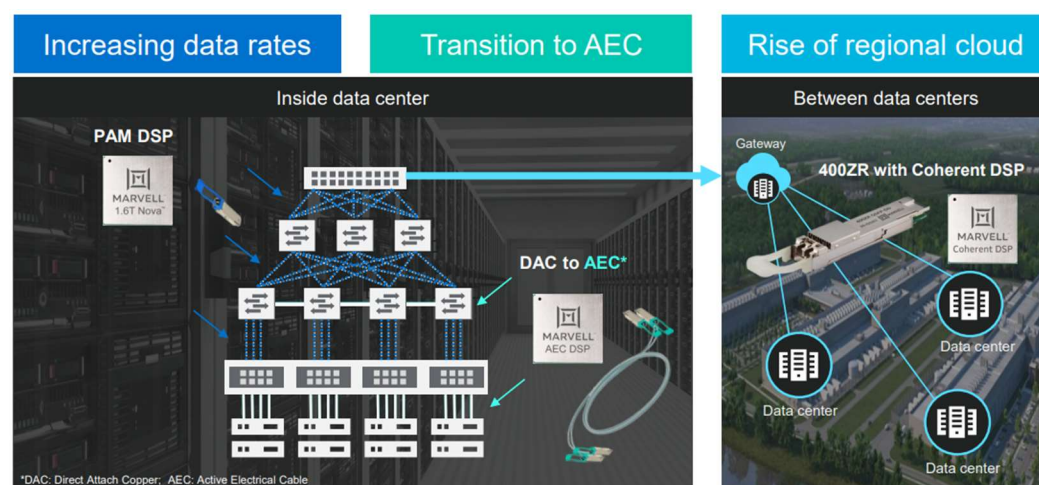
表二：DAC/ACC/AEC/AOC/光收發模組差異比較

	DAC	ACC	AEC	AOC	Transceiver
傳輸訊號	電	電	電	光	光
傳輸介質	銅	銅	銅	光纖	光纖
功耗	極低	低	中	高	高
最遠傳輸距離 (以400G為例)	<3m	5~7m	<7m	<300m	<80km
成本	\$	\$\$	\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$\$\$
重量	重	中	中	輕	輕
應用場景	機櫃內	機櫃內	機櫃內 相鄰機櫃間	機櫃內 機櫃間	機櫃間 資料中心間

資料來源：中信投顧整理

DAC/ACC/AEC/AOC/光收發模組傳輸距離限制使其分別應用在不同領域，DAC/ACC/AEC 由於採用銅做為介質，傳輸距離較短，多應用在機櫃內伺服器連接到 ToR(Top Of Rack)交換器或相鄰機櫃間的互連，而由於傳輸速度提高，DAC 逐步被 ACC/AEC 所取代。較遠的機櫃互連以及資料中心互連則採用 AOC/光收發模組為傳輸手段。

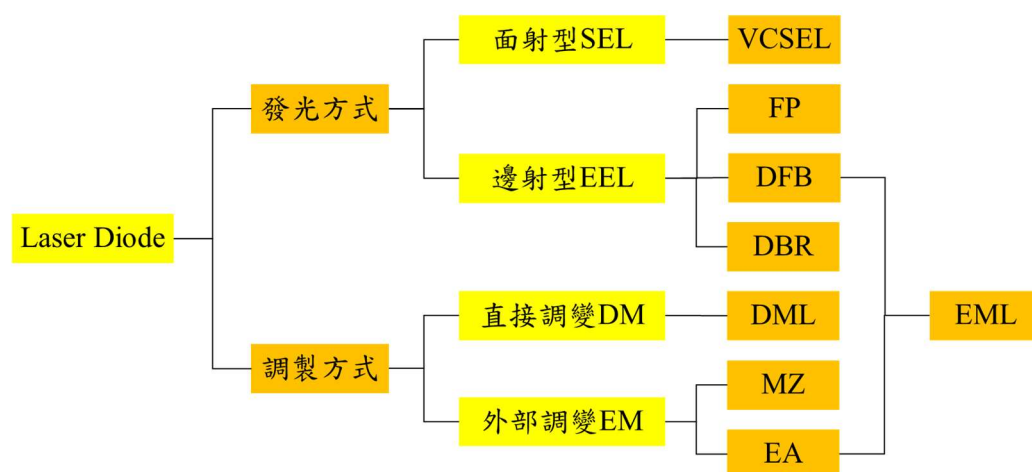
圖四：Marvell 傳輸產品應用場景



資料來源：Marvell，中信投顧整理

**雷射為光學傳輸最重要的元件之一：**光收發模組內 70%成本皆來自光學元件，其中又以 TOSA 成本最高，TOSA 內部最重要的元件即為雷射二極體(LD, Laser Diode)，LD 可依照發光方式、調變方式可分為不同雷射。依照發光方式可分為面射型雷射(SEL, Surface Emitting Laser)以及邊射型雷射(EEL, Edge Emitting Laser)，調變方式主要分為直接調變(Direct Modulation)以及外部調變(External Modulation)。光的波長會影響其耗損表現，因此目前光通訊主要使用波長 850nm、1,310nm、1,550nm 紅外光，雷射需使用直接能隙半導體材質，目前主要以三五族半導體為主，材料以砷化鎵(GaAs, 850nm)、磷化銦(InP, 1,310nm、1,510nm)為主，InP 較為脆弱容易破片，因此主要採用 4 吋晶圓，成本亦較 GaAs 昂貴。

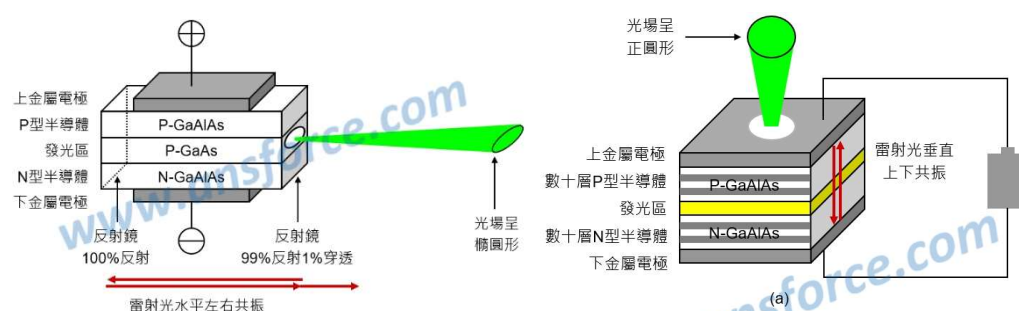
圖五：雷射分類方式



資料來源：中信投顧整理

雷射發光原理是將雷射晶粒產生的光透過共振腔加強後射出，兩者差異主要在光的共振方向。垂直共振腔面射型雷射(VCSEL, Vertical Cavity Surface Emitting Laser)在砷化鎵基板上生長數十層磊晶後在上下兩面生長金屬電極使晶粒發光並共振從磊晶表面射出，EEL 如 FP(Fabry-Perot laser)、分布回饋式雷射(DFB, Distributed Feedback Laser Diode)則是在磊晶完後進行切割，在晶粒兩側鍍上金屬薄膜形成共振腔，切割平整度對雷射影響大，且 EEL 需在雷射完成切割後才能進行測試，整體生產難度較 SEL 高。除此之外，EEL 由於共振方向與磊晶方向垂直，因此有多模態(波長)共同存在，多模在光纖中傳輸會產生色散影響訊號傳輸，因此 DFB 加入光柵進行濾波。

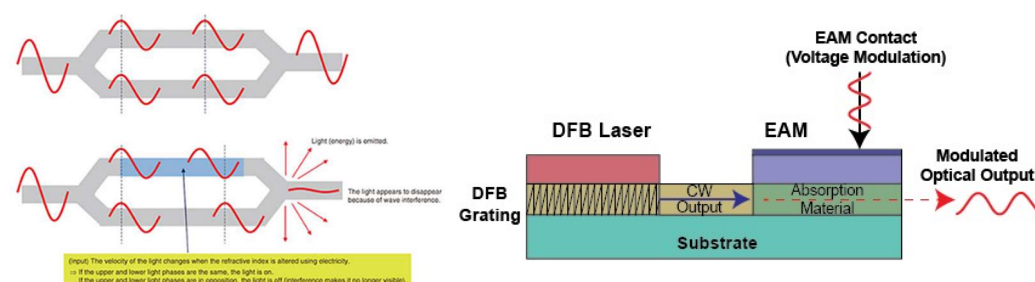
圖六：EEL/SEL 雷射結構圖



資料來源：知識力，中信投顧整理

雷射調變方式主要分為直接調變以及外部調變，直接調變透過 Laser Driver 調整電流大小直接影響雷射光強弱，外部調變則是將連續波長雷射(CW Laser, Continuous Wave Laser)打入外部調變器進行訊號調變。外部調變主要有電吸收調變(EA, Electro-Absorption)以及 MZ(Mach-Zehnder)等，EA 透過外加電場影響半導體材質對光的吸收頻率，使特定頻率的光被吸收或通過即可達成 0、1 訊號調變，MZ 將光源分成兩道後再進行合光，若對其中一道施加偏壓影響相位來達成破壞性干涉，即可達成 0 訊號調變。光收發模組內常使用的 VCSEL、DFB 皆使用直接調變，電吸收調變雷射(EML, Electro-absorption Modulated Laser)則是 DFB 加上電吸收調變器(EAM)組合而成。

圖七：EA、MZ 調變原理



資料來源：NTT、Wavelength Electronics，中信投顧整理

不同雷射由於性質不同，進而影響其應用領域，VCSEL 為 SEL 且採用 GaAs 為材料成本較為低廉，可傳輸距離在 500m 以內，多用於資料中心內部傳輸以及消費性電子感測元件。DFB、EML 則採用 InP 為材料，成本高於 VCSEL，其中 DFB 磊晶完後用 E-beam 製作光柵，而後再回爐進行二次磊晶，其良率即為磊晶良率<sup>2</sup>，而 EML 則需要 5~6 次磊晶，技術難度較高因此價格較貴，DFB 可傳輸距離在 10km 以內，多應用於資料中心內部、FTTX 接入網等，EML 為 DFB 加上 EAM 在色散、訊號表現上較為優秀，多應用於長距離、高速領域如 AI 資料中心、數據中心互聯(DCI，Data Center Interconnect)等。

圖八：InnoLight 產品型錄

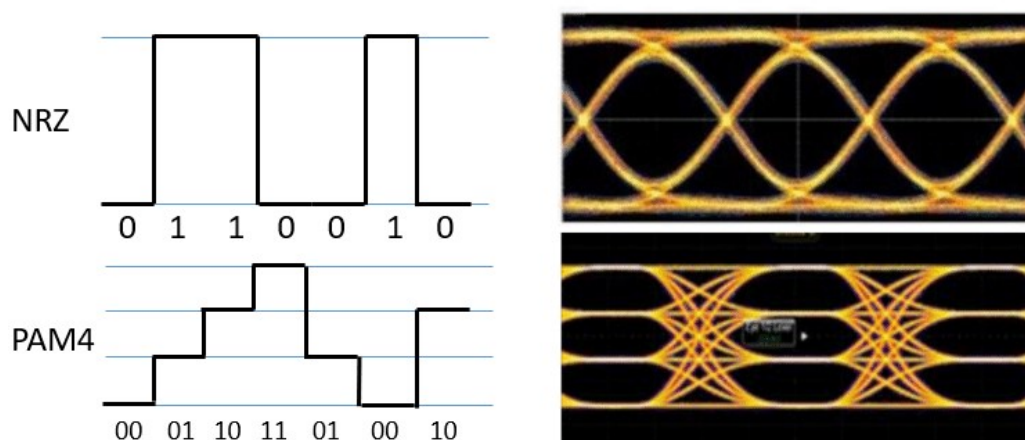
	P/N	Product Description	Data Rate (Gb/s)	Optical Interface	TX	RX	Transmitter Power (dBm) <sup>1</sup>		Receiver Power (dBm) <sup>1</sup>		Max Power Consumption(W)	Reach	Temperature (deg C)
							Min	Max	Min	Max			
QSFP+	TR-QQ85S-N00	QSFP+ SR4	40G	MPO12	850nm VCSEL	PIN	-7.6	1	-9.5	2.4	1.5	100m	0~70
	TR-QQ85X-N00	QSFP+ eSR4	40G	MPO12	850nm VCSEL	PIN	-7.3	1	-9.9	2.4	1.5	300m	0~70
	TR-QQ13T-N00	QSFP+ IR4	40G	Duplex LC	DFB CWDM	PIN	-7	2.3	-11.7	2.3	3.5	2km	0~70
	TR-QQ13L-N00	QSFP+ LR4	40G	Duplex LC	DFB CWDM	PIN	-7	2.3	-13.7	2.3	3.5	10km	0~70
	TR-QQ13Y-N00	QSFP+ LX4 MMF SMF	40G	Duplex LC	DFB CWDM	PIN	-5	3.5	-7	3.5	3.5	150m	0~70
							-7	2.3	-11.7	2.3	3.5	2km	0~70
	TR-IQ13C-N00	QSFP+ PSM IR4	40G	MPO12	1310nm DFB	PIN	-5.5	1.5	-11.5	1.5	3.5	1.4km	0~70
QSFP28	TR-IQ13L-N00	QSFP+ PSM LR4	40G	MPO12	1310nm DFB	PIN	-5.5	1.5	-12.6	1.5	3.5	10km	0~70
	TR-FC85S-N00	QSFP28 SR4	100G	MPO12	850nm VCSEL	PIN	-8.4	2.4	-10.3	2.4	3.5	100m	0~70
	TR-FC13T-N00	QSFP28 CWDM4	100G	Duplex LC	DFB CWDM	PIN	-6.5	2.5	-11.5	2.5	3.5	2km	0~70
	TR-FC13X-N00	QSFP28 eCWDM4	100G	Duplex LC	DFB CWDM	PIN	-6.5	2.5	-13	2.5	3.5	10km	0~70
	TR-VC13T-N00	QSFP28 PSM4	100G	MPO12	1310nm DFB	PIN	-5.5	2	-10.2	2	3.5	2km	0~70
	TP-VC13Txxxx-N00	QSFP28 PSM4 Pigtail	100G	MPO12	1310nm DFB	PIN	-5.5	2	-10.2	2	3.5	2km	0~70
	TR-VC13L-N00	QSFP28 PSM LR4	100G	MPO12	1310nm DFB	PIN	-5.5	2	-13.7	2	3.5	10km	0~70
	TR-FC13R-N00	QSFP28 LR4 Ethernet	100G	Duplex LC	1296-1309nm LWDM DFB	PIN	-4.3	4.5	-10.6	4.5	4	10km	0~70
	TR-FC13Y-N00	QSFP28 LX4	100G	Duplex LC	DFB CWDM	PIN	-3.5	4.5	-11.5	4.5	3.5	100m	0~70
	TR-FC13D-N00	QSFP28 ER4 Lite	100G	Duplex LC	1296-1309nm LWDM EML	APD	-2.5	6.5	-16.65	-3.5	4.5	30km	0~70
							-2.5	6.5	-20.5	-3.5	4.5	40km (w/ FEC)	0~70
	TR-FC13D-NSN	QSFP28 ER4 Lite Dual Rates <sup>3</sup>	100G / 112G	Duplex LC	1296-1309nm LWDM EML	APD	-0.7	6.5	-14.85	-3.5	4.5	30km	0~70
							-0.7	6.5	-18.7	-3.5	4.5	40km (w/ FEC)	0~70

資料來源：InnoLight，中信投顧整理

**信號調變技術：**目前信號調製技術主要為不歸零(NRZ，Non-return-to-zero)以及脈衝幅度調變(PAM，Pulse Amplitude Modulation)，NRZ 採用高、低電為表示 0、1 訊號，而 PAM4 則可表達 00、01、10、11 四種訊號，在雷射光源條件相同情況下，能將傳輸速率提升一倍進而降低傳輸成本，以 400G 光收發模組為例，假設採用 50G VCSEL 為雷射光源，NRZ 需使用 8 顆雷射對應 8 通道，而 PAM4 能將雷射調製到 100G，僅需 4 顆雷射即可達成 400G，因此 PAM4 為高速光收發模組廣泛採用之調變技術。由於 PAM 訊號會產生三個眼圖，相較於 NRZ 一個眼圖，對訊號的處理、辨識皆較為複雜，因此光收發模組內需要一顆數位訊號處理器(DSP，Digital Signal Processor)來完成 NRZ 與 PAM4 之間的訊號轉換以及訊號補償。



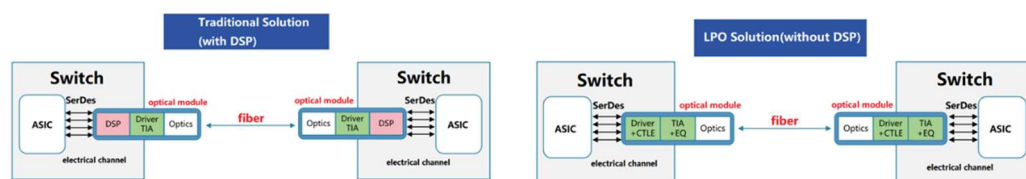
圖九：PAM4 與 NRZ 眼圖差異



資料來源：ResearchGate，中信投顧整理

**LPO 解決方案未來走向仍有待觀察：**DSP 提供了數位時脈恢復和色散補償等功能，有助於實現更低誤碼率的訊號恢復，提升訊號品質。DSP 雖然功能強大，但會使光收發模組在成本以及功耗上有明顯的提升，DSP 在光模組中成本約占 20~30%，功耗約占整個光收發模組的 50%。隨著傳輸速度不斷提升，光收發模組功耗亦越來越高，因此形成新的一種解決方案方案——線性驅動可插拔光學 (LPO, Linear-drive Pluggable Optics)，LPO 將原先光收發模組內的 DSP 整合進交換器主晶片 ASIC 中，將訊號恢復、判斷的處理交由 ASIC 進行，僅留下部分功能，其優點在於成本、功耗確實得到顯著改善，但由於失去訊號恢復功能誤碼率提升，使傳輸距離縮短，業界對於 LPO 能否應用在高速領域(單通道 200G)仍未有定論，未來將走向 LPO 或是折衷方案線性接收光學(LRO, Linear Receive Optics，僅去除接收端 DSP)仍需觀察。

圖十：LPO 與傳統解決方案差異

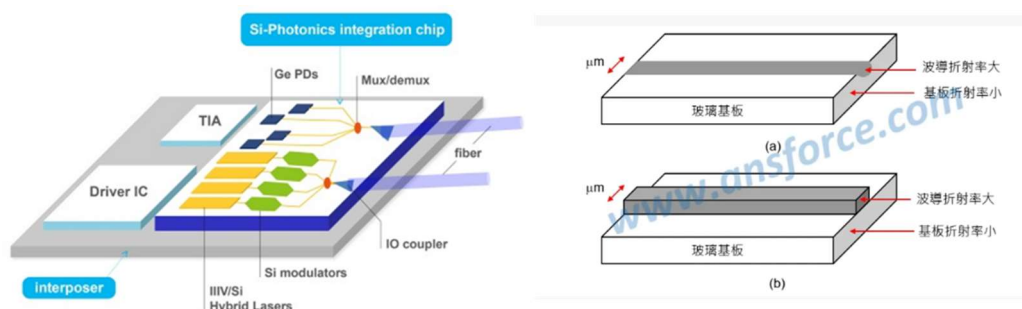


資料來源：FiberMall，中信投顧整理

**光通訊未來發展重點—矽光子：**隨著 AI 時代算力需求，對傳輸速度需求跟著提升，需要較大的頻寬來應付，以往晶片間採用電進行傳輸，然而隨著晶片製程逐步演進，PCB 的線寬線距不斷縮小，兩條信號間距過近將產生訊號干擾、寄生電容等現象影響訊號傳輸，同時電主要以銅為傳輸介質，由於銅線存在電阻因此傳輸耗損較光纖高。矽光子(Silicon Photonics)顧名思義是將電與光進行結合，其發展目標在於將所有傳輸由電改為光，將原先體積較大的光元件如耦合器(Coupler)、多工器(MUX, Multiplexer)等透過矽製程微縮成晶片，亦即光子積體電路(PIC, Photonic Integrated Circuit)，並結合電晶片(EIC, Electrical Integrated Circuit)成為矽光子晶片，其優勢除了提升頻寬、解決耗損以及散熱問題外，由於矽光子晶片由矽製程生產相對成熟，能夠降低生產成本。矽光子晶片中較為重要的元件包含雷射、光波導、光耦合器、光調變器、光檢測器等。

2025/1/21

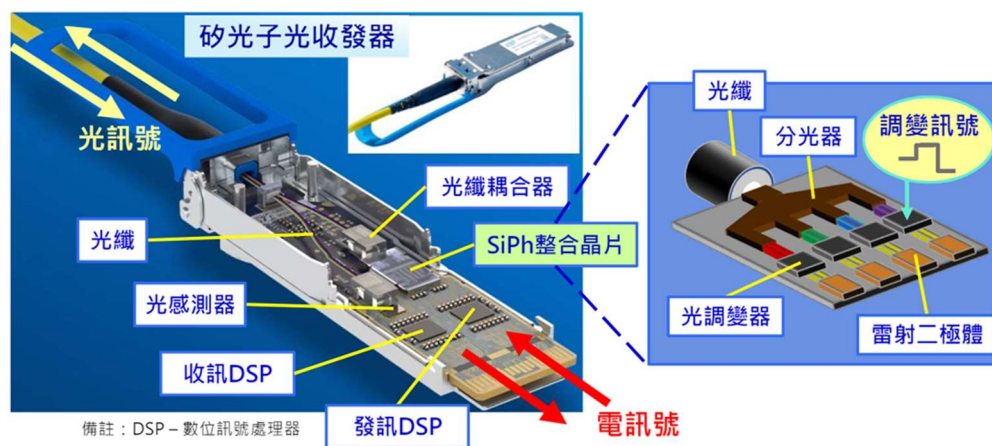
圖十一：矽光子晶片與光波導示意圖



資料來源：知識力、工研院，中信投顧整理

**AI 資料中心傳輸需求暴漲推升矽光收發模組需求：**各大 CSP 為滿足 AI 應用需求不斷建置 AI 資料中心，除了伺服器(GPU)升級外，與之對應的交換器、光收發模組傳輸規格亦須提升至 800G/1.6T，然而 VCSEL 在 100G 失去其成本優勢，且 200G VCSEL 開發出現瓶頸，因此業界轉而採用 100G EML(8\*100G PAM4)，然而由於 EML 技術難度高僅 Tier 1 廠商能生產，需求突然爆發導致缺貨，使相對便宜的矽光解決方案需求提升。Intel 最早開啟矽光子研發，其矽光子平台於 2016 年上線，生產 PIC 以及矽光收發模組，然而由於過去沒有 AI 應用推動需求，其矽光收發模組至 2023 年僅售出 320 萬個，在 2023 年 10 月將係光收發模組業務出售給 Jabil。

圖十二：Intel 矽光收發模組



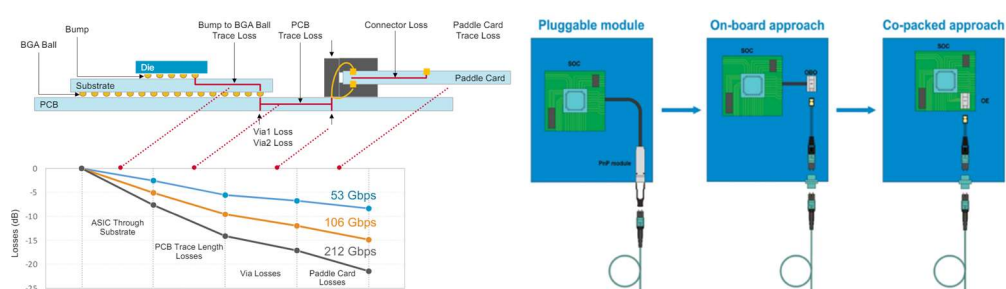
資料來源：MIC，中信投顧整理

**CPO 為矽光子發展重要里程碑：**儘管設備間採用光作為傳輸手段已減少許多能耗，但在交換器內部由於傳輸速度不斷提升，使用電的傳輸方式帶來的耗損跟著提高，訊號衰減嚴重將使訊號無法被辨識或是失真同時帶來散熱問題。在高速傳輸中電路上有一個重要的元件—序列器/解除序列器(SerDes, Serializer/Deserializer)其功能在於將並行數據轉為串行數據以進行高速傳輸，根據下左圖可看出，目前 224G SerDes 在耗損表現上已接近極限，預期當速度達到 3.2T(單通道 448G)後，可插拔解決方案將面臨耗損過大以及過熱問題無法使用。為解決此瓶頸，目前業界走向是將光模組盡可能靠近交換器 ASIC，進而減少電的傳輸距離，搭配矽光子技術進行使元件微縮成光引擎(OE, Optical Engine, 亦即 EIC+PIC)，此即為較常聽到的板上光學(OBO, On-Board Optics)、近封裝光學(NPO, Near-Package Optics)以及共封裝光學(CPO, Co-Packaged Optics)等解決方案，OBO 將 OE 放置於主 PCB 板上，NPO 與 CPO 則將 OE 與 ASIC 封裝在一起，NPO 與 CPO 差異不大因此不在此贅述。矽光收發模組是矽光子發展第一階段，而後將進展至 CPO 交換器。



2025/1/21

圖十三：傳輸速度影響交換器傳輸耗損



資料來源：Broadcom、Sylex，中信投顧整理

**矽光雷射採異質整合與外部光源兩種解決方案：**矽屬於間接能隙材料本身無法發光，矽光子晶片光源仍需要三五族半導體，且由於矽會吸收 1,100nm 以下的波長，因此矽光雷射主要以 InP 為主，InP 本身對熱相當敏感，溫度會影響其發光波長進而影響信號傳輸，對於溫度管控較為嚴格。目前 CPO 主流解決方案採用外部光源將光打入交換器內部，此解決方案需要外部光源模組(ELS, External Laser Source)，另一種解決方案為異質整合，透過先進封裝方式將 LD 置於矽光子晶片上。採用 ELS 模組優勢在於其 1)技術門檻相對低良率較高、2)可標準化生產、3)減輕交換器 ASIC 散熱問題、4)損壞後僅需更換 ELS 模組，而其缺點在於功耗較高、製成繁雜以及體積較大，但由於技術門檻與可更換的優點使其成為目前主流解決方案。

圖十四：CPO 交換器(理論上是 NPO)與外部光源 ELS 解決方案

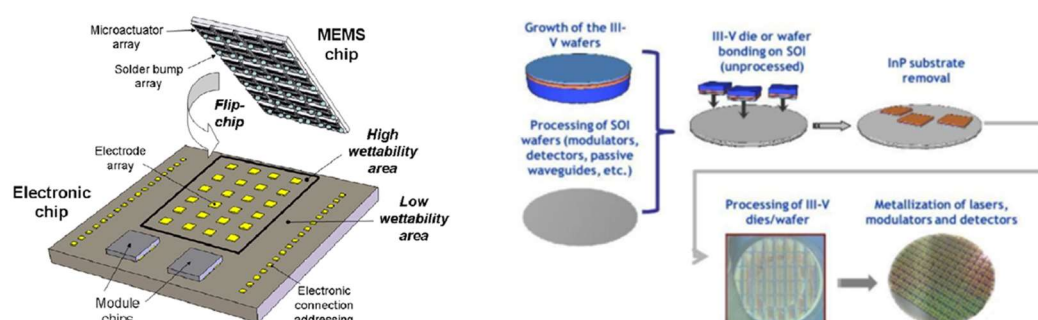


資料來源：Ragile、Molex，中信投顧整理

異質整合目前主要採用覆晶(FC, Flip Chip)、晶圓鍵合(Wafer Bonding)以及長晶等解決方案。FC 直接將 LD 焊在矽光子晶片上，需要高精度對準 LD 與矽光子晶片上的光波導，需要高精準度對準技術，但採用成熟的雷射 LD，在異質整合的解決方案中較容易商業化。Wafer Bonding 則直接將 InP 與矽晶圓貼在一起，再進行下一步加工，免除雷射與矽光子晶片對準的流程，然而加工難度較大。長晶則是直接在矽晶圓上生長 InP，能做到單片集成，然良率低目前仍處於實驗室階段。異質整合技術在體積、功耗以及製程速度上有優勢，但其技術門檻高良率較低，且損壞後須更換整個矽光子晶片，目前仍難以量產以及商業化，然由於其 LD 表現較佳，預期未來技術將走向異質整合。

2025/1/21

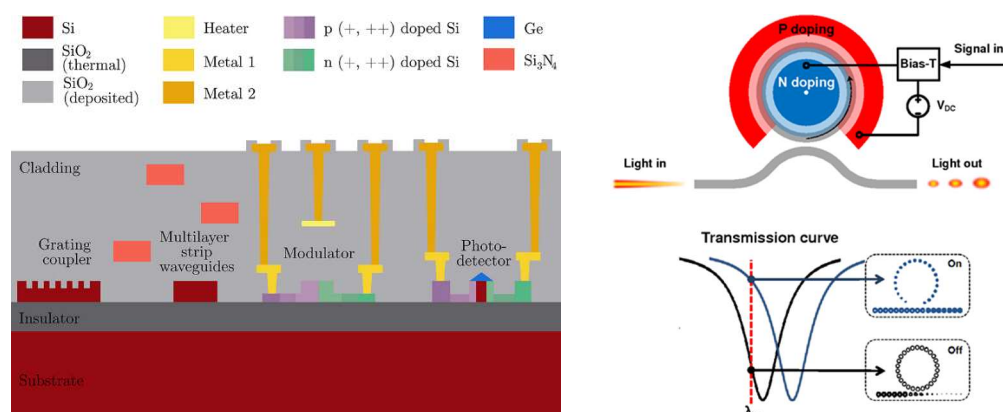
圖十五：FC、Wafer Bonding 異質整合解決方案



資料來源：IEEE，中信投顧整理

**矽光子調變、耦合為晶圓廠研究課題：**矽光子晶片上調變器、耦合器以矽製程製造，矽光調變器主要以 MZM(Mach-Zehnder Modulator)、MRM(Micro Ring Modulator)為主，MZM 利用先前提及之 MZ 調變原理，MRM 則是將特定波長的光留在環形波導內，達成訊號的處理。MRM 相較於 MZM 而言，其尺寸較小因此傳輸密度高，但目前技術較不成熟，Intel、TSMC 都在發展中。

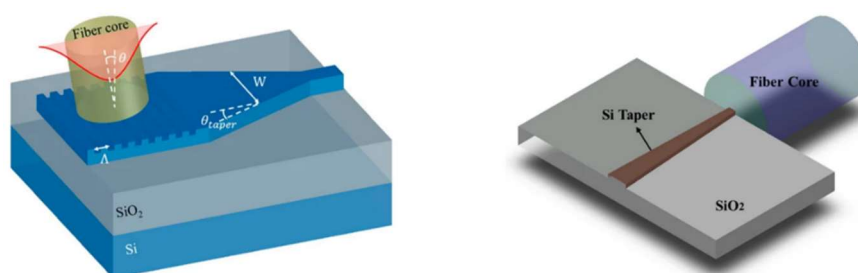
圖十六：矽光子晶片各元件材料(左)、MRM 調變器(右)



資料來源：Nanophotonics、Semantic Scholar，中信投顧整理

光訊號在矽光子晶片上處理完後最後須打入光纖方能進行傳輸，耦合器作用即是將光波導與光纖陣列(FAU, Fiber Array Unit)對接，由於光纖通常直徑通常在幾微米到幾十微米，遠大於光波導的零點幾微米，因此耦光是矽光子技術難點之一，目前耦光方式分為光柵耦合(Grating Coupling)和端面耦合(Edge Coupling)。Grating Coupling 透過光柵設計使光繞射進入光纖，其優點在於光纖對準容忍度高，與晶片整合自由度較高，且容易量產，但其耦合效率低、頻寬窄。Edge Coupling 直接將光平行打入光纖，光纖對準容忍度較低，因此也較難以量產，然其耦合效率較高、頻寬較寬。

圖十七：Grating Coupling(左)與 Edge Coupling(右)



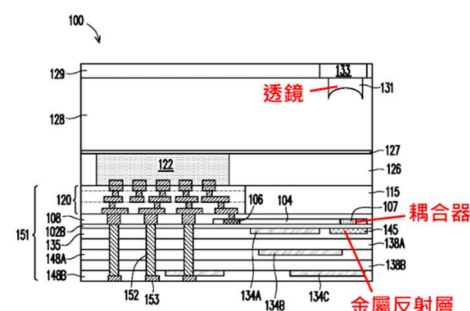
資料來源：MDPI，中信投顧整理

2025/1/21

**台積電 COUPE 2.0 採用特殊端面耦合器：**台積電(2330) COUPE 2.0 (Compact Universal Photonic Engine,緊湊型通用光子引擎)採用垂直寬頻耦合器(Vertical Broadband Coupler)，兼顧光柵的靈活性以及端面的優勢。傳統光柵與端面耦合器插入耗損分別為-1.03dB/-0.6dB，對準容忍誤差約在 $\pm 5\mu\text{m}$ 。台積電垂直寬頻耦合器設計金屬反射層增加耦合效率，並透過上方矽微透鏡增加頻寬，插損為-0.3dB，且對準誤差為 $\pm 10\mu\text{m}$ ，結合透鏡可進一步提升至 $\pm 20\mu\text{m}$ ，較一般光柵耦合器更易於對準。

圖十八：台積電 COUPE 2.0 耦合器

	COUPE 2.0	Conventional OE	
Coupler	Vertical BBC	Grating Coupler	Edge Coupler
Structure			
#Fiber Rows	Multiple Row	Multiple Row	Single Row
Spot Size	$\sim 10\mu\text{m}$	$\sim 10\mu\text{m}$	$\sim 10\mu\text{m}$
Broad Band	Y	Y	Y
PBSR	Y	Y	Y



資料來源：LDS、Google patent，中信投顧整理

**矽光子晶片預計採用異質整合技術：**除了 LD 由於需使用三五族半導體因此須採異質整合技術外，矽光子晶片亦即 PIC+EIC 預計亦將採用異質整合，主因為現有 EIC 未達到高速運算以及低功耗，製程不斷進展至 5/7nm 甚至是 3nm，然而 PIC 需要考量光波長、折射率等因素，元件尺寸多在幾百奈米到毫米之間，因此使用 65nm 就足以達成，若採用單片整合(monolithic integration)的方式，在成本、功耗以及效能上難以取得平衡。以 GlobalFoundries 的矽光子代工平台舉例，其採用 12 吋 SOI 晶圓 45nm 製程，而 45nm EIC 無法達到高速、低功耗表現，PIC 則不需要使用 12 吋晶圓，SOI 晶圓價格昂貴成本上不符合效益，因此預計未來將走向異質整合。目前各家晶片設計結構均不相同，尚未有標準出現，各種先進封裝方式皆有人採用，加上矽光子牽扯光與電的結合，需要廠商高度客製化以及密切的合作。

**CPO 預計在 2026 年大放異彩：**目前 NVIDIA GB200 NVL72 網路架構分為 NVLink、前端(Front-end)與後端(Back-end)網路。GPU 之間採用 NVLink 5 進行互聯，單顆 GPU 頻寬 1,800GB/s，因此供需要 5,184 條 AEC 銅線 ( $1,800\text{GB} \times 8\text{bits} / 224\text{Gbps} \times 72 \text{顆} = 5,184$ )，而根據 NVIDIA 產品藍圖，下一代 GPU NVIDIA Rubin 預計將採用 NVLink 6，GPU 頻寬將提升至 3,600GB/s，前述提及 224G SerDes 已逼近物理極限，因此若 GPU 數量相同且採用相同的 AEC 需求量將直接翻倍，以一櫃 72 顆 GPU 計算，則需要 10,368 條的銅線 ( $3,600 \times 8 / 200 \times 72$ )，機櫃內是否有空間容納將成為問題，且銅線耗電量高，能源與隨之而來的散熱將成為嚴重問題，因此預期 Rubin NVLink 將有可能採用 CPO 解決方案。



2025/1/21

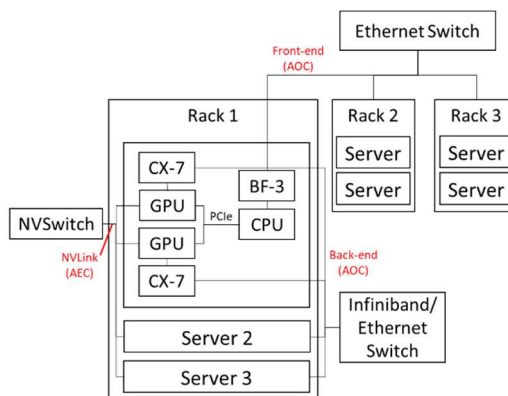
圖十九：NVIDIA 產品藍圖與 GB200 Back-end Networks 銅線



資料來源：NVIDIA，中信投顧整理

不同機櫃間的 GPU 的连接 Back-end Networks 則採用 AOC/光收發模組進行連接，每個 GPU 搭載 ConnectX-7 智慧網卡(SmartNIC)，CX-7 最高可支援 400G 傳輸速度，預期後續 GB300 將升級至下一代 CX-8，傳輸速度提升至 800G，將帶動 800G 光收發模組需求。同樣在傳輸速度提升下，Backend 預計將走向 CPO，市場預期 NVIDIA 預計在 2025 年推出 CPO 版本的 Infiniband 交換器 Quantum-3/X800，2026 年預期將推出採 CPO 的 Spectrum 系列乙太網路交換器。Front-end Networks 用以連接不同的伺服器，最後傳輸至骨幹網路中，每個 CPU 搭載 BlueField-3 資料處理器(DPU，Data Processing Unit)，透過 AOC/光收發模組連接到乙太網路交換器。

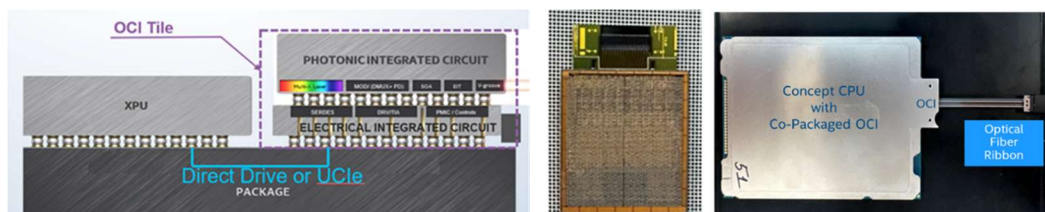
圖二十：NVIDIA GB200 聯網架構示意圖



資料來源：中信投顧整理

**矽光子未來目標取代所有電的傳輸：**矽光子最終目的為取代所有電的傳輸，CPO 技術成熟後將開始走向 Optical I/O，其概念同等於 CPO，僅是將 CPO 原先 ASIC 的位置取代為 XPU(CPU、GPU、DPU 等)。工研院預計在 2030 年後透過矽光子傳輸技術會發展成全光網路，光電轉換僅在進出網路時發生，待技術更加成熟後將把 CPU/GPU 傳輸由電轉為光，最終目標為取代所有電訊號傳輸，僅剩計算由電訊號處理，傳輸皆由光訊號負責。

圖二十一：Intel Optical I/O 產品

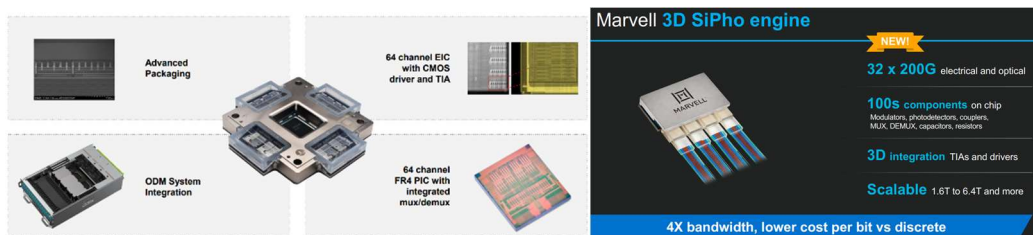


2025/1/21

資料來源：Intel，中信投顧整理

**博通領先業界提出 CPO 版本交換器 ASIC：**矽光子目前應用發展主要方向為 CPO，博通(Broadcom)於 2023 年推出 Tomahawk 5 Baily 晶片，為 CPO 版本交換器 ASIC，在 OFC 2024 時亦展出最新 CPO 晶片，採用 8 個 6.4T OE 以及 FOWLP 封裝。Marvell 則在 OFC 2024 展出採用 3D 封裝 6.4T 矽光子引擎，可應用於光收發模組、CPO、Optical I/O 等場景。Cisco 則推出 Silicon One G100 CPO 交換器，系統中包含了 3.2Tbps 矽光子引擎。交換器晶片市場主要由博通、Marvell、NVIDIA 為主，預期在 ASIC、GPU 需求推動下相關廠商在 CPO 將持續保有領導優勢，而 CPO 封裝將使交換器封閉度提高，相關供應鏈需要圍繞主晶片開發，供應鏈合作將是 CPO 挑戰之一。

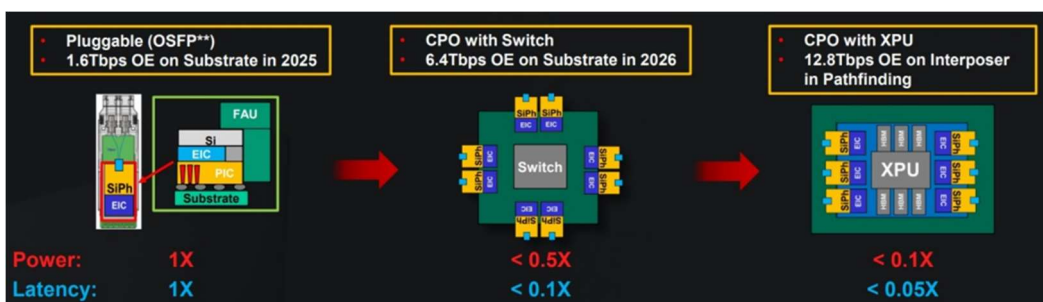
圖二十二：Broadcom 與 Marvell CPO 相關產品



資料來源：Broadcom、Marvell，中信投顧整理

**台積電 COUPE 將在 2025 年進行驗證：**台積電先前在北美技術論壇發表矽光子技術，公司正在研發 COUPE，將 EIC 透過 SoIC-X 的 3D 堆疊技術，堆疊在 PIC 上，使功耗帶來巨大改進，疊起來後面積也會縮小。台積電預計在 2025 年在可插拔光收發模組(OSFP)上完成 COUPE 驗證，達成 1.6T 傳輸速度，2026 年整合至 CoWoS 載板，使 EIC、PIC、Switch ASIC 在封裝在一起達成 CPO。未來再將整體晶片組、HBM、COUPE 做共同封裝，進一步降低能耗與延遲。台積電製程在 2026 年完成，預計市場實際推出量產產品將在 2027 年。

圖二十三：台積電 COUPE 技術發展藍圖



資料來源：台積電，中信投顧整理

**SEMI 創立矽光子聯盟，推動台灣矽光子產業發展：**SEMI 國際半導體協會與台積電、日月光等 31 家廠商於 SEMICON Taiwan 上共同創立「SEMI 矽光子產業聯盟」，用以推動台灣矽光子產業發展，目標在於推動技術突破、強化供應鏈合作、制定產業發展標準等。由於矽光子牽扯電與光的知識，過往光與電的廠商並無交集，會半導體製程的不會光的製程，反之亦然，因此需要廠商相互合作開發。SEMI 半導體協會認為矽光子為半導體發展關鍵技術之一，預期到 2030 年全球矽光子市場規模將達 78.6 億美元，CAGR 25.7%。

2025/1/21

圖二十四：SEMI 矽光子聯盟參與廠商、表三：聯盟中供應鏈角色推測

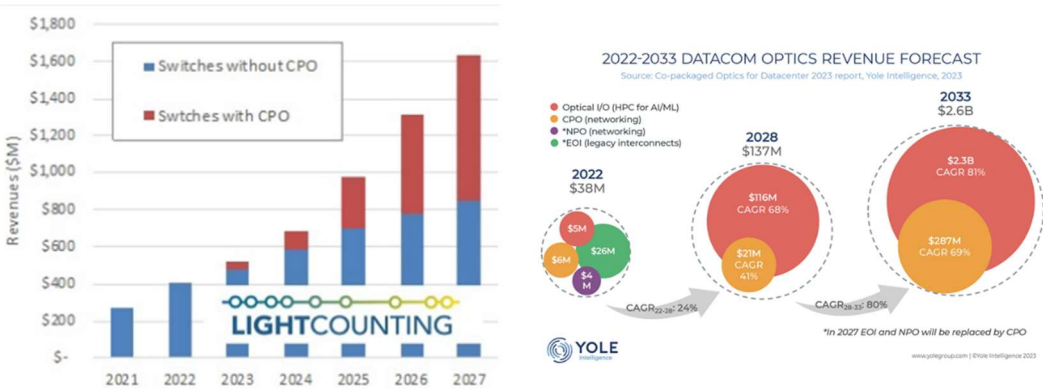


供應鏈角色	相關公司
設計	合聖、源傑、聯發科、茂德、新思
EIC/PIC製造	台積電、世界先進
雷射/檢光材料與加工	光程、富采、穩懋、前鼎、聯鈞、立碁、千才、華星光
外部光源	華星光、眾達、波若威
光纖封裝/連接器	貿聯、波若威、光聖、上詮
製造	鴻海、廣達
封裝/測試	日月光、友達、台積電、群創
封裝/測試設備	惠特、志聖、弘塑、辛耘
檢測	汎銓、旺砂、穎崴

資料來源：SEMI，中信投顧整理

矽光子市場規模 CAGR 雙位數以上：LightCounting 則預期整體 CPO 交換器市場將從 2023 年不到 5,000 萬美元，成長至 2027 年約 7 億美元，幾乎每年皆有近一倍成長。另一家研調機構 Yole 則預估 2028 年矽光子市場規模將達到 1.4 億美元，年複合成長率 24%，待整體技術成熟後 2028~2033 年複合成長率將達到 80%，市場規模將達到 26 億美元。

圖二十五：矽光子產業市場規模預測



資料來源：LightCounting、Yole，中信投顧整理

CPO 導入仍需時間，短期內光收發模組發光發熱：雖然矽光子技術已存在近 20 年，然由於市場規模小發展緩慢，近年才開始快速發展，同時在標準方面過去光收發模組有標準、協議互相兼容，然而 CPO 交換器直接傳輸出光訊號，光訊號參數較多且 CPO 系統封閉，目前多數廠商，在標準制訂上仍需時間完善。此外，CPO 將 Switch ASIC 與 OE 封裝在一起，採用先進封裝成本昂貴，OE 良率將顯著影響整個晶片的可靠度，預期產業達成熟量產條件仍需時間，預期 2026 年以後待台積電 COUPE 技術成熟以及 NVIDIA Rubin 推出後才有顯著貢獻。整體而言，預計 800G/1.6T 光收發模組不管是矽光或 EML 解決方案在 2025~2026 年會有較顯著成長，2026 年後 CPO 才會開始有所貢獻，此時在高階應用領域如 AI 資料中心，CPO 將取代高速光收發模組。目前矽光子概念股中多數廠商獲利狀況並無好轉，建議挑選矽光子中技術較為重要者或獲利表現較為良好者作為長期投資標的。



表四：矽光子概念股

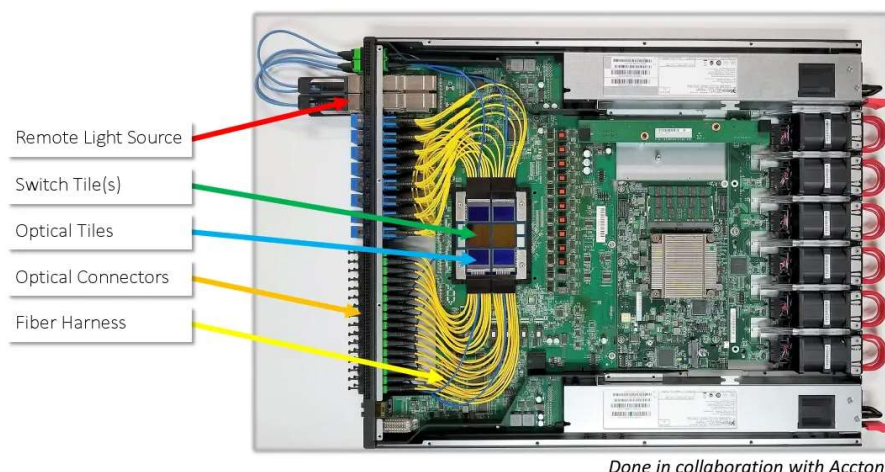
代號	公司	目前業務	矽光子/CPO相關業務
2330	台積電	矽製程與先進封裝	矽光子晶片製造與先進封裝
2345	智邦	交換器、ASIC	交換器系統整機
2455	全新	磊晶(消費性電子、光通訊)	InP磊晶
3081	聯亞	磊晶(雷射)	InP磊晶
3163	波若威	光纖被動元件	ELS模組、FAU、光纖連接器
3363	上詮	光纖被動元件	FAU、FAU封裝、光纖連接器
3450	聯鈞	雷射封裝、AOC	雷射製程
3711	日月光投控	封裝	先進封裝、FAU封裝
4977	眾達-KY	光收發模組	ELS模組
4979	華星光	雷射製程、DCI光收發模組	雷射製程、ELS模組

資料中心：中信投顧整理

**台積電(2330)：**台積電為支援 AI 熱潮下客戶對算力需求孔急，於 2024 年正式揭示 COUPE 技術進軍矽光子領域，期望配合 SoIC 發展加速量產時程，由於矽光晶片中大多元件皆由矽製程製造，台積電在供應鏈中將扮演重要角色。日前法說中管理層也表示 CPO 目前研發進度順利進行，雖仍需一年或一年半才有機會開始量產並貢獻營收，但考量公司現今市占依舊穩固，我們認為無論未來 AI 大廠如何輪動，台積電終究是長期贏家。此外，管理層也重申 AI 成長性依舊、出口管制仍在可控範圍、客戶訂單並無下修等說法，可望消除近期市場種種疑慮。綜上所述，我們看好台積電營運自 2025-2026 年將由 CoWoS/SoIC 支持，2027 起由 CPO/FOPLP 等新興技術接棒，再加上先進製程 2nm/A16 製程也將相繼開出，預估台積電 2025/2026 年 EPS 將達 58.02/67.50 元，給予「買進」評等及目標價 1,335 元(2025 年 EPS\*23 倍 PER)。

**智邦(2345)：**智邦在 2020 年便已開始 CPO 技術研發，在 OFC(光纖通訊會議)上便與 Rockley Photonics、Molex 等廠商合作開發矽光子 CPO 交換器。營運方面，智邦將布局領域擴展至交換器周邊的光學傳輸產品，投資子公司 GoldiLink 以及 InLC Technology，完善其光通訊布局，加上 ASIC 與交換器產品線，能提供給 CSP 客戶完整的資料中心解決方案。2024 年在 400G/800G 交換器出貨以及 AI 相關產品需求強勁下，營收持續走升，預期 2025 年 800G 交換器滲透率將持續成長，同時公司切入 ASIC 供應鏈中，將受惠於 CSP 業者對 ASIC 伺服器需求。我們原先給予智邦目標價 660 元(2025 年 EPS\*28 倍 PER)已達目標價，考量 ASIC 需求強勁且營運表現優於原先預期，我們認為後續獲利有上修可能性，維持對公司樂觀看法(非 CPO 題材而是 ASIC 題材)。

圖二十六：Cisco 與智邦合作推出 CPO 交換器樣本



2025/1/21

資料來源：Cisco，中信投顧整理

**聯亞(3081)：**如同前述提及，矽光子中發光元件仍需以三五族材料 InP 為主，儘管後續 CPO 取代高速光收發模組，LD 在矽光子中仍具重要地位，且隨著傳輸速度持續升級，雷射功率以及數量提升對技術門檻以及產品單價有正向幫助。聯亞擁有除 IDM 廠商最大的 InP 磊晶產能，能夠生產 DFB 以及較為困難的 EML，由於 EML 雷射缺貨使矽光雷射需求提升，目前獲得美系 CSP 以及中系光收發模組廠商訂單，提供 InP 磊晶以製作矽光雷射，中系客戶預期 2025 年全球 800G 光收發模組出貨量將成長一倍至 1,800~2,000 萬個，且隨著 GB300 搭載 CX-8 對 800G/1.6T 需求上升，預期 2025~2026 年光收發模組將持續往 800G/1.6T 升級，而後轉往 CPO 解決方案，對聯亞而言皆是有利的發展方向。

**全新(2455)：**全新過往出貨產品主要集中在接收端元件，近年有與日系客戶開發矽光子雷射磊晶，4Q24 起開始出貨給客戶，主要提供 DFB 雷射磊晶，公司在高階雷射(EML)技術發展較晚，然預期在矽光 DFB 中仍會佔有一席之地，營運方面，全新由於中國手機目前需求不佳加上 iPhone 並未如預期有顯著銷售成長，營運表現較 3Q24 衰退，雖然中國政府宣布將進行消費性電子舊換新補貼，然而補貼力道弱目前並無廠商大力拉貨，加上美系客戶步入傳統淡季，預期整體營運好轉需等待 2H25。我們先前給予全新目標價 178 元(2025 年 EPS\*38 倍 PER)已到價，建議待拉回後逢低布局。

**上詮(3363)、波若威(3163)：**上詮與波若威主要生產光學被動元件，例如光纖跳接線、連接器等產品，近年皆有跨入矽光子研發，由於過往主要提供被動元件，因此兩間公司主要切入光纖封裝元件。上詮主要由台積電合作開發矽光子技術，主要提供 FAU 生產及封裝，而波若威則開發 FAU 以及 ELS 產品可應用於 CPO 技術中，而如同前述提及，由於矽光子目前未有標準出現，供應鏈合作關係至關重要，預期未來台積電將推出矽光子解決方案給予如 NVIDIA、Broadcom 等 IC 設計商，若客戶採用上詮與台積電合作將有望進入其供應鏈。而波若威雖然同樣用有相關技術，惟目前並未與大廠有合作關係，預期續待矽光子走向標準化後方有機會進入矽光子供應鏈中。

圖二十七：上詮與波若威 FAU、ELS 產品



資料來源：上詮、波若威，中信投顧整理

**華星光(4979)：**華星光主要客戶為 Marvell，Marvell 為 DCI 光收發模組晶片主要供應商，其預期 2025 年將由 400G 開始升級至 800G，ASP 將有所提升，且過往僅一家 CSP 採用 DCI 產品，預期 2025 年將新增 1~2 個客戶，將為華星光 2025 年成長動能之一。矽光方面，聯亞矽光收發模組訂單由聯亞進行 InP 磊晶完後交由華星光與光環進行矽光雷射切割與檢測，後續在交由中系模組廠進行後續模組封裝，同時公司亦有開發 ELS 產品，預期未來可望在雷射製程以及 ELS 模組切入 CPO 供應鏈中。

2025/1/21

**聯鈞(3450)：**子公司源傑受惠於 Oracle 去中化，400G AOC 產品需求強勁，目前產能單月 4.5 萬條，預期 2025 年產能將擴充至 8 萬條，同時 2025 年 800G 將開始小量出貨，此外源傑創始初期便將自身定位為矽光子晶片設計公司，在未來矽光光子供應鏈中能扮演光學結構設計的供應商。而聯鈞雷射測試產能單月 120 萬顆，受到 EML 需求強勁目前產能滿載，預期 2025 年將擴產至 350 萬顆，預期 2025~2026 將持續受惠 CSP 對光收發模組需求。

**我們看好矽光子技術地位重要者，惟須注意市場是否過熱：**我們認為目前矽光子中技術門檻在於雷射、PIC 製造、先進封裝以及光纖對準。首先在雷射部分，InP 是目前不可或缺的材料，聯亞、全新 InP 磊晶以及後續製程的華星光、聯鈞、光環等為供應鏈重要角色，然考量產業走向 CPO 後與光收發模組的替代關係將影響光收發模組廠原有產品需求，一增一減下成長性有待觀察，我們較看好磊晶的聯亞與全新，其中聯亞技術相對領先且客戶較多，為矽光子趨勢下首要受惠對象。PIC 製造以及先進封裝方面，台積電在該領域為產業龍頭，將是整個矽光子產業發展的領導者之一。光纖對準方面，矽光子晶片上的光最終必須打入 FAU 才能與外部光纖連接，FAU 元件尺寸小且須包含 20 條以上光纖，同時必須對準矽光子上不到 1 微米的光波導，技術難度高且須與上游廠商合作開發，而用量則會隨著傳輸速度越高使用量越多，將是矽光子晶片中重要零組件，而在上市櫃公司中我們看好上詮與台積電合作關係，後續若能進入 NVIDIA 供應鏈中將帶來爆發性成長。然而以股價而言，獲利狀況較為穩定的光收發模組廠如聯鈞、華星光、眾達-KY(4977)等皆位於 2025 年 EPS\*30 倍左右 PER，評價位於區間上緣無明顯上檔空間，考量 2025~2026 年市場對光收發模組需求仍呈現強勁成長，建議逢回偏多布局。聯亞預期在 2025 年才有獲利表現，上詮則預計需等待 2026 年以後才會有顯著成長，我們認為長期而言兩間公司在 CPO 擁有重要地位，然而考量 CPO 目前市場仍有相當多的不確定性，包括 1)產品規格未定，將影響雷射以及 FAU 的使用數量與價格，同時影響廠商所負責的環節、2)CPO 貢獻時間點未定，目前 GB200 頻傳遞延與砍單狀況、GB300 可能延至 1H26、CSP 業者轉向 ASIC 方案，Rubin 實際貢獻時間點可能向後推移、3)量產後價格與競爭關係，目前由於相關產品皆在試產階段，價格高且並無太多競爭對手，後續量產後價格可能下滑並加入新競爭對手等，考量未來不確定性對獲利的影響，我們認為目前就股價而言似乎有些過熱，因此建議投資人等待拉回後再進行布局，同樣看好 2026 年以後矽光子產業將迎來曙光。



投資評等說明

個股評等	Rating	定義
買進	Buy (B)	相較於市場指數之回報潛力極具吸引力
增加持股	Overweight (OW)	相較於市場指數之回報潛力略有吸引力
中立	Neutral (N)	相較於市場指數之回報潛力相似
降低持股	Underweight (UW)	相較於市場指數之回報潛力稍低
賣出	Sell (S)	相較於市場指數之回報潛力較低
未評等	Not Rated (NR)	

免責聲明

本報告係本公司於特定日期就現有資訊所提出，雖已力求正確與完整，但因時間及市場客觀因素改變所造成產業、市場或個股之相關條件改變，本公司將不做預告或更新；而且本報告並非依特定投資目的或特定對象之財務狀況所完成，因此，本報告之目的並非針對客戶於買賣證券、選擇權、期貨或其他證券相關商品提供詢價或推介服務，亦非進行交易之要約。本公司出具之短、中、長期策略性報告所做出之投資分析與建議，亦可能會隨市場波動隨時調整，而與個股研究報告之意見未必一致。投資人應自行考量本身之需求、投資風險及承受度，並就投資結果自行負責，本公司不做任何獲利保證，亦不就投資盈虧負擔任何法律責任。非經本公司同意，任何人不得將本報告加以引用或轉載。

中國信託金融控股(股)公司旗下子公司暨關係企業（以下稱“中信金集團”）從事廣泛金融業務，包括但不限於銀行、信託、證券經紀、證券承銷、保險、證券投資信託、自有資金投資等。中信金集團對於本報告所涵蓋之標的公司可能有投資或其他的業務往來關係。中信金集團及其所屬員工，可能會投資本報告所涵蓋之標的公司，或以該等公司為標的的衍生性金融商品，而其交易的方向與本報告中所提及的交易方向可能不一致。中信金集團於法令許可的範圍內，亦有可能以本報告所涵蓋之標的公司作為發行衍生性金融商品之標的。中信金集團轄下的銷售人員、交易員及其他業務人員可能會為他們客戶或自營部門提供口頭或書面的市場看法或交易策略，然該等看法與策略可能與本報告的意見不盡一致。中信金集團之自營、資產管理及其他投資業務所做之投資決策也可能與本報告所做的建議或看法不一致。