

半導體測試產業 - 2025 年展望

高速運算趨勢啟動整體測試供應鏈

報告內文個股資訊

產業	公司	代碼	評等	目標價
封測廠	京元電子	2449 TT	買進	160
	日月光投控	3711 TT	買進	180
測試介面	穎崙	6515 TT	買進	1,650
	旺矽	6223 TT	買進	880
	精測	6510 TT	持有	570
測試設備	鴻勁	7769 TT	未評等	-
	致茂	2360 TT	買進	470

劉誠新

Anthony.Lau@yuanta.com

李秉睿

pinjui.lee@yuanta.com

陳彥菱

dorothy.chen123@yuanta.com

元大觀點

- ◆ 預估整體測試介面市場 CAGR 於 2024 年-2026 年加速至 13%-18%，受惠於 AI 相關晶片(GPU& ASIC)採用 Chiplet 及封裝尺寸提升。
- ◆ 三大測試受惠供應鏈：1) CP：旺矽；2) FT：穎崙、鴻勁；3) SLT：致茂。
- ◆ OSAT 端，我們看好京元電將為 AI GPU 測試最大受益者。而旺矽與穎崙未來將受惠於每代晶片更新週期，因此給予較高的評價。

晶片設計日益複雜，將驅動 2024-2028F 的 CAGR 達 13-18%

[2/17 的測試介面報告](#)，我們僅預估探針卡/測試座市場在 2022 年-2026 年的 CAGR 為 6%。然而，因強勁 AI 加速器和網通晶片需求驅動：1) 小晶片 (Chiplet) 結構提高晶圓測試(CP)需求；2) MEMS 探針卡在間距縮短趨勢下逐步成為主流方案；3) 封裝尺寸增加，使最終測試(FT)和系統級測試(SLT)需求激增。因此上調 2024 年-2026 年市場預估 CAGR 至 13%-18% (圖 1-2)。

網通與 ASIC 將為旺矽 VPC (MEMS)業務的長期成長動能

本中心預估旺矽的 VPC 業務將在今明年成長 63%/70%，主因：1) 400G/800G 升級趨勢(圖 15)，有利於 DSP 和 Switch IC 需求；2) PCIe 5/6 SSD Controller 使晶片設計的複雜度增加；3) 美國 CSP ASIC 需求強勁，估 2025 年相關晶圓需求成長 77%。2023 年旺矽僅佔 MEMS 探針卡市場(佔整體探針卡市場 68%)約 2% 的市占率，但預期旺矽將能在 ASIC、SSD 和資料中心交換器等應用領域獲取更高的 MEMS 市占率。

AI GPU 相繼推出，將使測試座和 FT/SLT 設備受惠

NVIDIA B300 和 AMD Mi400 等 AI GPU 仍將為明年測試產業主要動能，台灣受惠供應鏈涵蓋：1) FT 分選機(鴻勁)：在亞洲 OSAT 擁有 >50% 市占率，估明年 B 系列 FT 分選機出貨量成長 173% (圖 47)；2) FT 測試座(穎崙)：2-3 倍的測試時間將帶動 FT 測試座，且公司於主要 HPC 業者具 90% 市占率；3) SLT 設備(致茂)：預期 2025 年 B 系列 SLT 設備出貨量將年成長 60% (圖 48)，其 CPU/ASIC 及 Metrology 可提供潛在營運上修機會。

我們如何給予台灣供應鏈評價

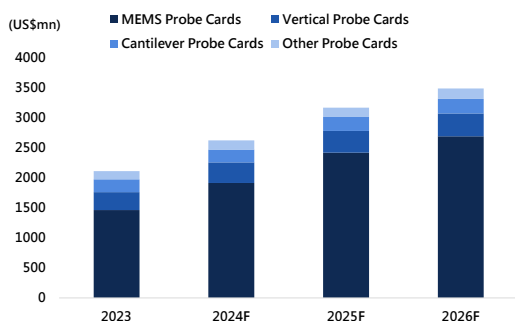
OSAT 端給予京元電目標本益比 23 倍，主因其老化測試優勢，日月光則因 EMS 及成熟製程產品，僅給予 18 倍。設備方面，評估 SLT 和 Metrology 業務可支撐致茂 28 倍之上緣評價。測試介面方面，看好探針卡/測試座將受惠於每代晶片更新週期，因此給予穎崙/旺矽目標本益比 35 倍/29 倍。

目錄

重點圖表	3
測試內容價值將隨晶片設計越趨複雜而提升.....	4
網通和 ASIC 是 2025-2026 年測試介面的新成長動能	9
陸續推出的 AI GPU 將有利於測試設備供應鏈	15
我們如何給予台灣測試供應鏈評價.....	20
推薦個股匯總.....	23
附錄：重要揭露事項	24

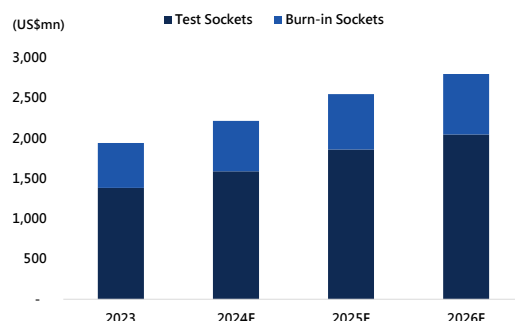
重點圖表

圖 1：探針卡市場到 2026 年的 CAGR 為 18%



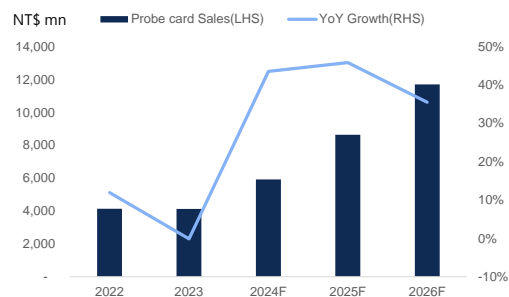
資料來源：Techinsights、公司資料、元大投顧預估

圖 2：2023-2026 年測試座市場 CAGR 為 13%



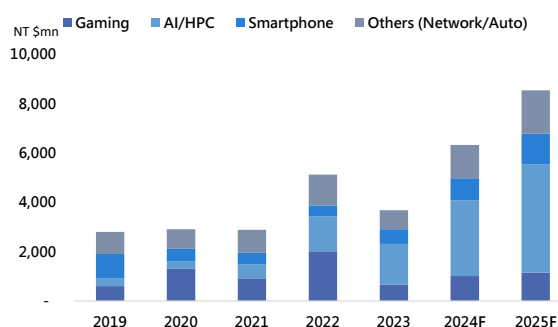
資料來源：Techinsights、公司資料、元大投顧預估

圖 3：旺矽探針卡業務將於 2025 年成長 46%，達 59 億新台幣



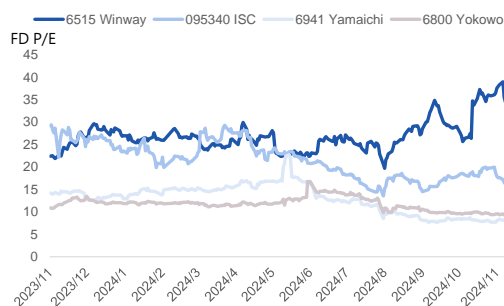
資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 4：穎崙的 HPC 業務預計在 2024/2025 年分別成長 70%/45%



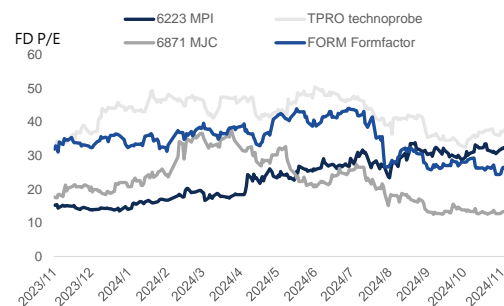
資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 5：穎崙在 AI FT 測試座領域的領先地位使其值得更高的估值



資料來源：Bloomberg、元大投顧預估

圖 6：受惠於人工智慧浪潮的重新評價，我們預期旺矽 P/E 將持續呈現上行趨勢



資料來源：Bloomberg、元大投顧預估

測試內容價值將隨晶片設計越趨複雜而提升

介紹三項主要測試流程

測試在 IC 製造過程中是一個關鍵的過程，而其角色的重要性正不斷增加。主因是製程節點的微縮和先進封裝的進步，使得 IC 結構更為複雜，導致製程中的良率降低。因此，為了維持良率並確保良率，並縮短產品上市時間，測試在產業中的地位越趨重要。

值得注意的是，隨著 CoWoS 成為先進封裝市場的關鍵技術，中介層和單晶圓上的多晶粒結構的使用量將會增加，而為了確保高良率，這將增加對所有三種測試的需求(圖 7)。

- **晶片測試(CP)**：CP 的主要目的是在晶圓被切割成晶片並進入封裝過程之前，檢測缺陷晶片，從而節省缺陷晶片的冗餘封裝成本，同時監控代工良率。CP 測試項目通常包括直流(DC)測試，該測試評估半導體裝置的基本電氣特性，例如電壓、電流和電阻。
- **最終測試(FT)**：除了 CP 中的相同的 DC 測試外，FT 還包括更多的測試類別，例如晶粒的功能和交流(AC)測試，以測試晶粒的邏輯和時間特性。雖然 FT 與 CP 的部分測試項目有重疊，但採用先進節點和封裝技術製造的 IC 在精確控制的測試環境下承擔了更嚴格的測試輸出分析。相較之下，成熟節點 IC 的測試流程通常會更加簡潔，以有效的降低測試成本。
- **燒機測試**：由於需要在老化物理特性消失前的 3 天內進行測試，因此老化測試通常會合併到 FT 測試。老化測試時，根據客戶測試要求，晶片被送入老化爐，承受不同溫度範圍(-40°C ~150°C)和功率(<1 瓦-1500 瓦)的測試。過往，僅有在極端環境或壽命較短的晶片會進行老化測試，而如今，因為 AI/HPC 晶片需要在高熱、高功率環境下持續工作，讓老化測試再次成為投資者關注的焦點。
- **系統級測試(SLT)**：有別於 CP 與 FT，SLT 測試可透過非同步處理器(asynchronous 分選機)進行高平行測試，更著重於檢驗晶片在最終使用時的功能。SLT 將 DUT 連接到不同測試站的系統層級測試板上，重現不同的終端使用者環境，評估裸晶在指定軟體中操作時的功能性與相容性，有助大幅縮短最新產品的上市時間。

圖 7：測試方法比較

	Chip probing	Final testing	System level testing
Testing time	0.5x	1x	20-30x
Testing category	DC	DC/AC/Die Function	System function
Testing location	Foundry	OSAT	OSAT
Parallel testing number	10-100x	10-12x	10-100x
Device under test (DUT)	Wafer/interposers	CoW/Packaged die	CoW/Packaged die
Temperature control	None	Strictly required	Required
Testing cost per die	Low	High	Medium

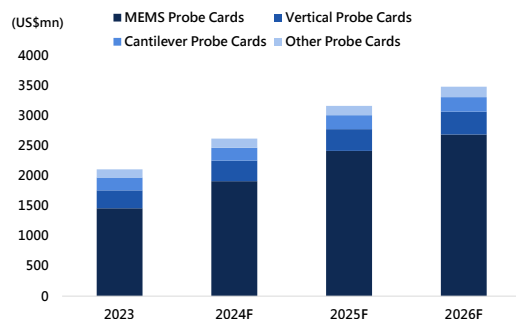
	Chip probing	Final testing	System level testing
Testing purpose	<ul style="list-style-type: none"> Minimize cost from packaging defects dies. Analyze wafer production to increase yield rate. 	<ul style="list-style-type: none"> Ensure the general functionality and reliability in die after packaging. 	<ul style="list-style-type: none"> Shorten time to market. Ensure the yield rate in new products.
Equipment	<ul style="list-style-type: none"> Prober (TEL, Tokyo Semitsu, 旺矽) Tester (Advantest, Teradyne) 	<ul style="list-style-type: none"> Handler (致茂, Cohu, 鴻勁, Changchuan) Tester (Advantest, Teradyne) 	<ul style="list-style-type: none"> Tester/ Handler (致茂, 鴻勁)
Interface	<ul style="list-style-type: none"> Probe card (Technophobe, FormFactor, MJC, 旺矽) Probe card PCB (Teradyne, Harbor, TSE, 精測) 	<ul style="list-style-type: none"> Test and Burn-in Socket (穎崴, Smiths Interconnect, LENNO) Load Board (TSE, RDA, Gorilla, 精測) 	<ul style="list-style-type: none"> 測試座 (Smiths Interconnect, 穎崴, LENNO, ISC)

資料來源：元大投顧預估

測試介面市場將於 2024-2026 年間達到 13-18% 的年成長

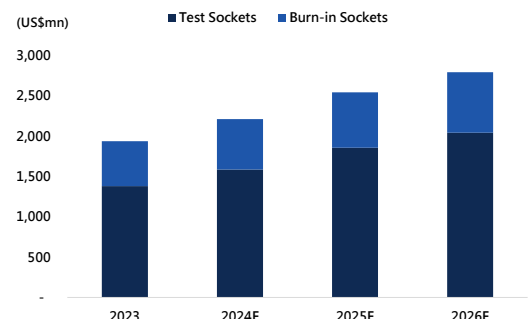
在我們2月17日的測試介面報告中，我們預估探針卡/測試座市場在2022-2026年的CAGR為6%，然而，由於 AI 加速器(目前主要是 GPU)的持續強勁需求，以及更多的運算/網路晶片採用 Chiplet 設計，我們相信探針卡/測試座市場在2024-2026年的CAGR將可達到13-18% (圖8、9)。

圖 8：預期 2026 年探針卡市場 CAGR 將達 18%



資料來源：Techinsights、公司資料、元大投顧預估

圖 9：預期 2026 年測試座市場 CAGR 將達 13%

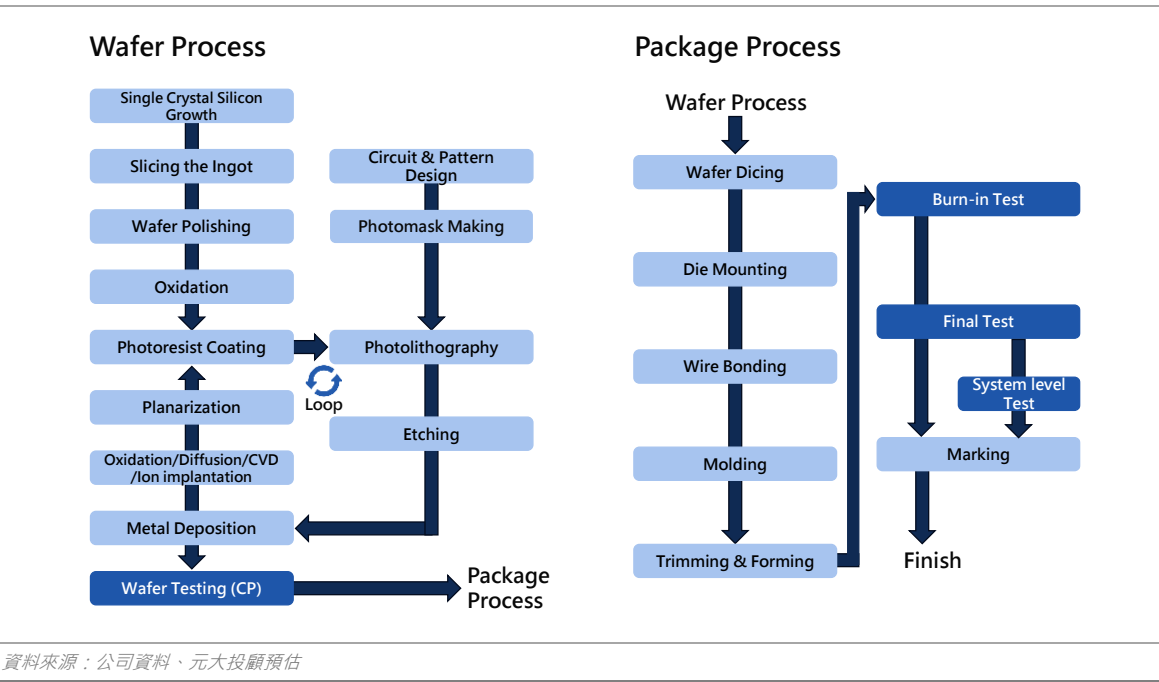


資料來源：Techinsights、公司資料、元大投顧預估

以上兩種測試介面主要用於兩種主流的測試流程(圖 10)：

- 晶圓測試(CP)**：通常在晶圓切割前透過探針卡來檢測 KGD。但在 CoWoS 製程中，我們觀察到晶粒與矽晶圓間隙(Si Interposer)接合後，晶圓廠還需要額外的 CP 以確保良率，因此前述探針卡市場的年複合增長率將會高於測試座市場。
- 最終測試(FT)**：晶片封裝完成後需要進行最終測試(FT)，部分高功率晶片也會被要求進行燒機測試(Burn-in Test)。近期我們觀察到旗艦 AP 與 AI GPU 已開始導入系統層級測試(SLT)，隨著測試時間的增加，我們預估測試座(測試座)年成長率將可達 14%，優於燒機測試座的 10%。

圖 10：半導體測試流程主要分為前端 (CP) 和後端 (FT)



資料來源：公司資料、元大投顧預估

Chiplet 結構將增加測試成本約 20%

過往製程節點遷移時(例如 N5 到 N3)，多能夠驅動測試介面的市場成長，但這些成長更集中在 PC 和行動應用上，因為它們的量較大，尺寸較小，要求比伺服器更低的功耗。

然而，由不同 KGD 組成的多功能 Chiplet 設計已成為 AI 加速器的主流，其特點包括：

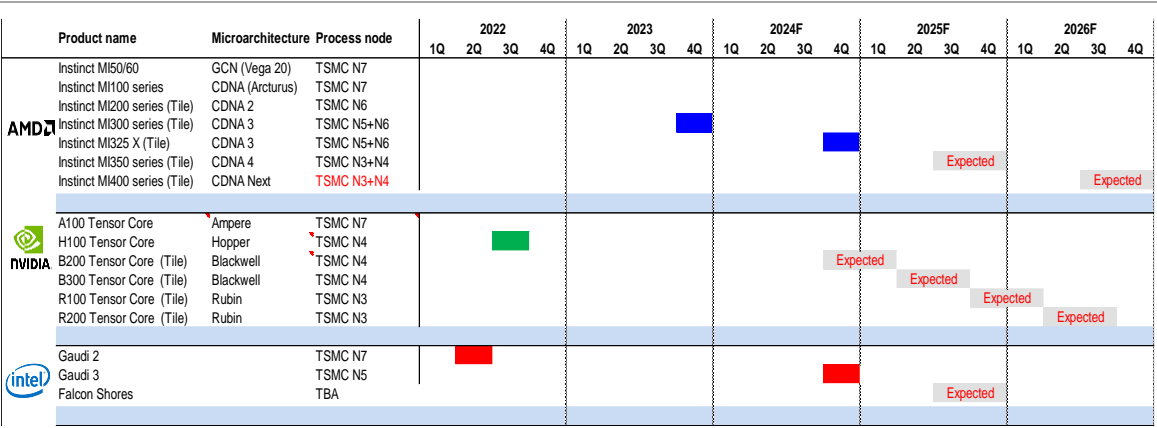
- **設計成本：**SoC 只能使用一種製程設計晶片，但 chiplet 可以針對不同 KGD 採用多個節點，以達成最低的成本結構。
- **良率：**考慮到 SoC 的晶粒尺寸較大，SoC 產品的不良率較高，相對地無法充分利用 IC 的空間。
- **封裝方式：**SoC 設計可以使用倒裝晶片等相對成熟的封裝方案，但 chiplet 設計需要實現 2.5D/3D 封裝，使不同節點的不同裸片平行堆疊在晶片中。

然而，由於 7 奈米 Chiplet 的複雜度較 SoC 高，其測試成本也增加約 20% 至 12 美元(圖 11)。

圖 11：7 奈米晶片在 SoC 和小晶片設計的成本分析

	Monolithic (SoC)	Diff	Chiplet
Wafer Cost (7 nm)	US\$9,350	1x	US\$9,350
Total Die Size	600 mm2	1.1x	660 mm2
Single Die Size	600 mm2		165 mm2
Gross Die per Wafer	96		387
Defect Rate (per cm2)	0.2	1x	0.2
Effective Area	80%	1x	80%
Estimated Yield	43%	35%	78%
Net Die per Wafer	42		300

圖 13：NVIDIA/AMD/Intel 伺服器 GPU 路線圖



資料來源：公司資料、元大投顧預估

網通和 ASIC 是 2025-2026 年測試介面的新成長動能

網通和運算晶片的需求推動 CoWoS 應用的擴張；旺矽為主要受益者

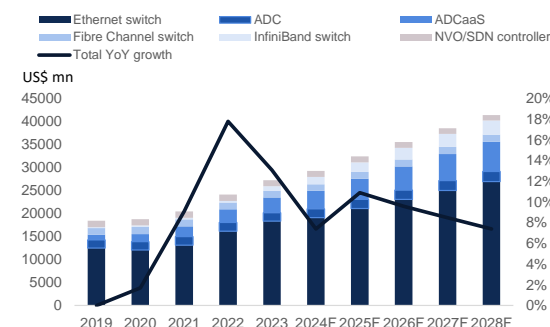
雲端服務市場已存在超過十年，而這些大型科技公司強勁的獲利成長證明了商業資料的價值。我們相信，在雲端服務滲透率不斷提升，以及商業資料中能有更多可應用價值的需求推動下，一般伺服器市場將以穩定的速度成長。

我們預期 AI 伺服器將比一般伺服器有更強勁的成長。CSP 強勁的資本支出指引反映了 AI 的潛在商業價值，也是網通產業受惠的主要趨勢。我們預期全球資料中心網通收入在 2024-2028 年將有 9% 的 CAGR，進一步推動 CoWoS 的擴展，而主要有三大因素：

- 為提供更高頻寬，資料傳輸技術持續升級 (圖 14、15)。
- >50% 的大型資料中心，需要 GPU 和交換器 IC 協同運作，以實現高速平行運算。
- 為將延遲降到最低，需要更多伺服器管理單元分配工作負載。

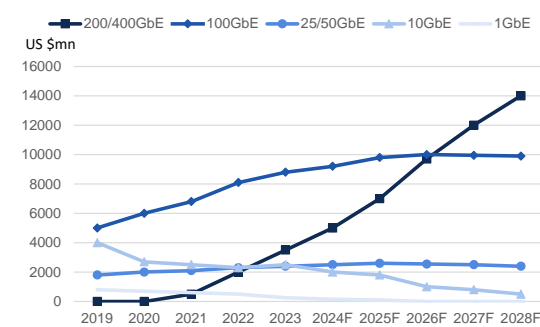
旺矽憑藉多年來在先進探針卡技術的研發經驗，將成為 CoWoS 對交換器 IC 的需求大增的主要受惠者。

圖 14：全球資料中心網路營收



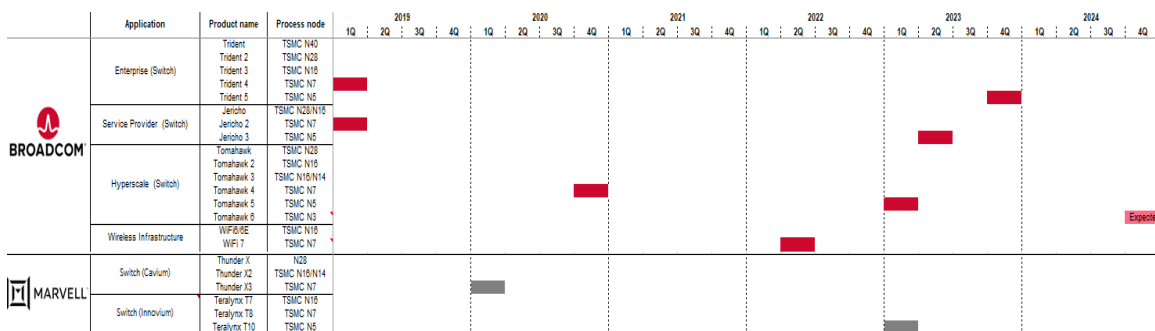
資料來源：IDC、元大投顧預估

圖 15：按技術劃分的全球資料中心乙太網路交換器營收



資料來源：IDC、元大投顧預估

圖 16：Broadcom 與 Marvell 交換器/WiFi 路線圖



資料來源：公司資料、元大投顧預估

2025 年迎來更多 ASIC 需求

研究機構預期整體 ASIC 市值在 2024 年成長 18%，2025 至 2026 年成長 16% (圖 19)。值得注意的是，推論技術的市值預計會有最大的成長幅度，在 2024 年到 2025 年間將成長 30%。

由於 CSP 和整個 AI 供應鏈來自 ASIC 的收入和支出持續增加，我們認為 ASIC 可以在不斷擴大的 AI TAM 中部分取代 GPU。尤其，ASIC 在推理訓練方面較 GPU 擁有多項顯著的優勢，更大的 AI 推理市場對 ASIC 來說絕對會是一個正面訊號。

根據供應鏈檢查，ASIC 的晶圓總量預計將在 2025 年成長 77.2%，2026 年年成長 17.9% (圖 18)。而各家 CSP 即將陸續推出的自家 AI ASIC 晶片生產時間表，也側面證實了這個市場的巨大的成長潛力。其中，AWS 和 Google 在這一趨勢中有處領先地位，他們分別佔 CSP ASIC 晶圓總量的近 50% 和 40%。

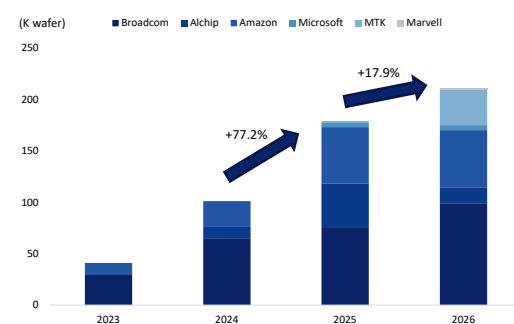
因此，我們建議重點關注為 Google 和 AWS 服務的廠商，因為這兩家公司在 ASIC 需求版圖中佔有主導地位。而在供應鏈中，我們又尤其推薦測試和設備供應的主要廠商，旺矽與穎崴分別是 CP 與 FT 方面的受益者，而鴻勁則提供必要的 FT 測試分選機。

圖 17：Google、AWS、MTK 的 ASIC 路線圖

Application	Product name	Microarchitecture	Process node	2023	2024F	2025F	2026F
				1Q 2Q 3Q 4Q	1Q 2Q 3Q 4Q	1Q 2Q 3Q 4Q	1Q 2Q 3Q 4Q
ASIC	Google	Axion	ARM				
		TPU v7	TSMC N5				Expected
		TPU v6	TSMC N3			Expected	
		TPU v5e/v5p	TSMC N3				
		TPU v4	TSMC N5				
	annapurna	Trainium 3	ARM				Expected
		Trainium 2	TSMC N3				
		Trainium	TSMC N5				Expected
		Inferentia 3	TSMC N7				
		Inferentia 2	TSMC N3				Expected
	MEDIAL	N/A	N/A				Expected

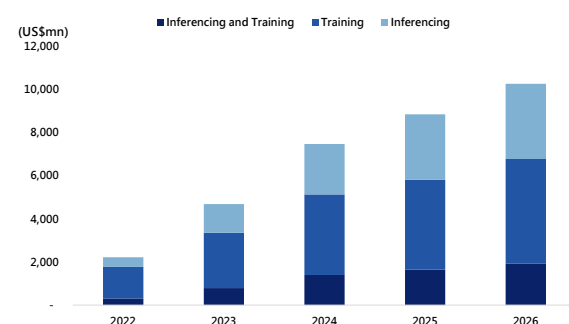
資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 18：預計 2025/2026 年，ASIC 對 CoWoS 的需求將增長 77%/17%



資料來源：IDC、元大投顧預估

圖 19：伺服器 AI ASIC 之預估市值



資料來源：IDC、元大投顧預估

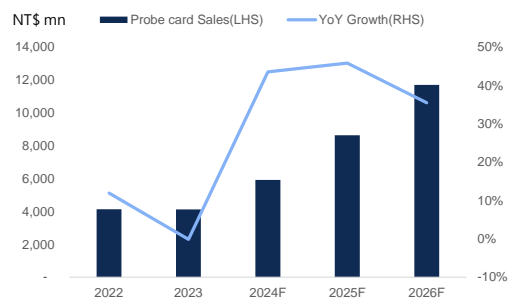
AI ASIC 與 400Gb+ 數據中心交換機是 旺矽與 穎崴的兩大催化劑

本中心預估 2024 年/2025 年旺矽 VPC 市場(含 MEMS)將成長 63%/70%，主要原因為：1) 400G/800G 升級趨勢有利於資料中心 DSP 與 Switch IC 需求；2) PCIe 5/6 SSD Controller 晶片設計複雜度增加；3) 美系 CSP ASIC 客戶需求維持強勁。

我們認為 旺矽 MEMS 的營收將從 2025 年 開始進入規模化階段。因為公司在多種應用皆有所斬獲，如 AI 加速器、MCU、手機等，這都有利於長期發展出更好的產品組合。此外，我們觀察到公司 PCB 自製率已有所提升，自製率提升將有利於：1) 縮短交貨時間；2) 降低溝通和運輸成本。

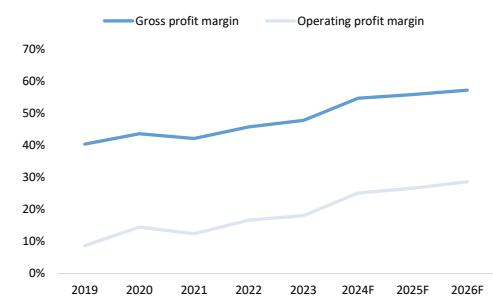
因此，我們預期旺矽整體探針卡業務在 2025 年/2026 年 將有 46%/36% 的成長(圖 20)。我們相信毛利率將從 2026 年起有顯著改善(圖 21)，主因是 1) MEMS 探針卡的學習曲線逐漸平坦化；2) MEMS 探針卡的毛利率相對 VPC 更高；3) PCB 自製率持續增加。

圖 20：旺矽探針卡業務將於 2025 年成長 46%，達 59 億新台幣



資料來源：公司資料、元大投顧預估

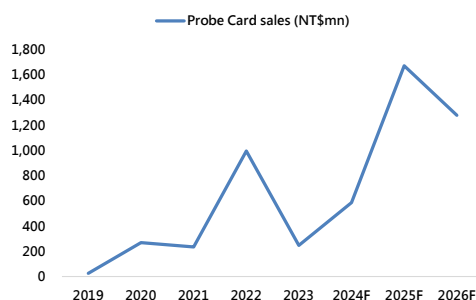
圖 21：旺矽的毛利率擴張將持續至 2026 年



資料來源：公司資料、元大投顧預估

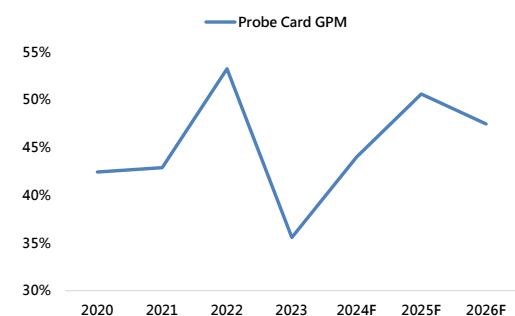
我們也預期穎崴的探針卡業務會在 2025 年強勁復甦，年成長率為 185% (圖 22)，主因為 NVIDIA RTX50 的新產品上市，以及與美國一家探針頭廠商的 MEMS 業務合作。我們預期穎崴的探針卡業務可以切入更多的應用領域，降低公司營收的市場波動性。儘管 2026 年缺乏新的遊戲 GPU 推出，我們仍估計探針卡毛利率在 2026 年仍可維持在 45%以上。

圖 22：2025 年-2026 年穎崴探針卡業務的波動性較低



資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 23：2025 年穎崴的毛利率將提升，2026 年可維持在 46%-48% 的水準

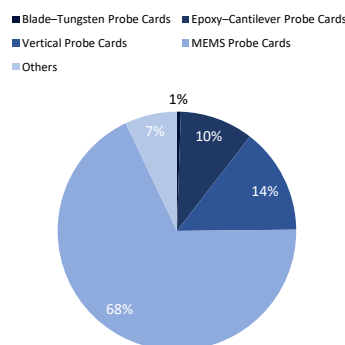


資料來源：公司資料、元大投顧預估

AI 晶片的探針卡領域由海外廠商主導；建議關注後起之秀旺矽

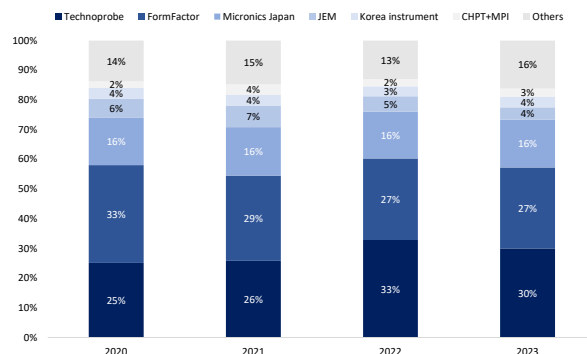
MEMS 探針卡在 2023 年探針卡市場的合計市占率為 68% (圖 24)。但台灣的中華精測與 旺矽市佔率僅約 2-4% (圖 25)，主要是因為 Technoprobe 與 FormFactor 有完整的技術專利佈局，且記憶體 (DRAM/NAND) 普遍使用 MEMS 探針卡。

圖 24：MEMS 佔整體探針卡市場 68%



資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 25：台灣廠商在 MEMS 探針卡市占率為 2-4%

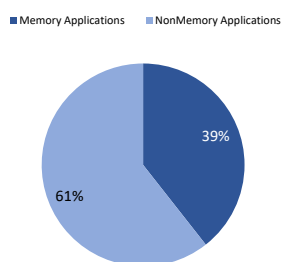


資料來源：公司資料、元大投顧預估

從整體探針卡市值來看，邏輯 IC 的應用比例在 2023 年達到 61% (圖 26)。若細拆邏輯 IC (非 Memory) 探針卡市場，其中 SoC (含 CPU、GPU) 佔比最高，達 47% (圖 27)，顯示網路晶片、處理器、加速器的探針卡架構主要採用 VPC (含 MEMS)。

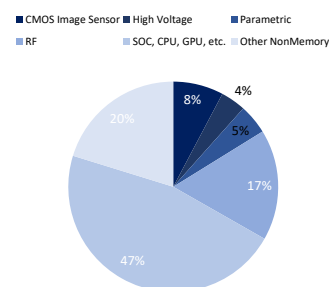
在台灣廠商中，旺矽(自 2024 年初起評為買進)是全球第四大非記憶體探測卡製造商(圖 28)。在 24 年上半年，我們注意到 旺矽 VPC 業務的年成長率為 94%，遠高於國際一線同業的年成長率 11%-21% (圖 29)。

圖 26：邏輯 IC 約佔探針卡總應用的 61%



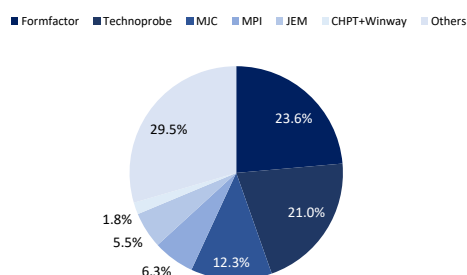
資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 27：邏輯 IC 探針卡應用估算



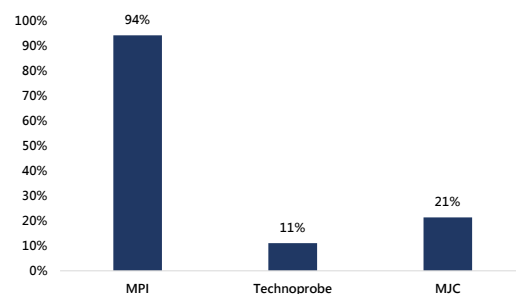
資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 28：2023 年邏輯 IC 探針卡製造商的市場份額



資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 29：旺矽的 VPC 業務在 24 年上半年的表現優於全球同業

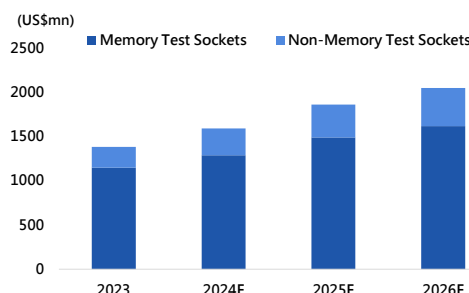


資料來源：公司資料、元大投顧預估

穎崱在測試座的地位，將因伺服器 CPU 和 GPU 的需求而提升

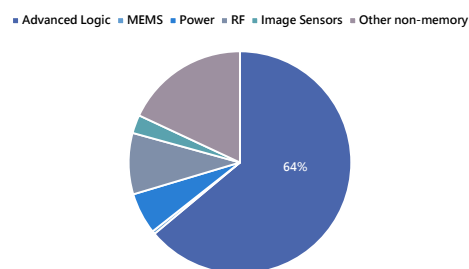
我們預期測試座市場在 2023-26 年的 CAGR 為 13% (圖 30)。日本和韓國的測試座品牌將主要受惠於 HBM 需求，使記憶體測試座市場在 2023-2026 年的 CAGR 達 12%。然而，我們預期非記憶體 (邏輯 IC) 在 2023-2026 年的 CAGR 為 22%，原因是：1) 處理器和加速器的封裝尺寸較大 (圖 31)，增加了單一測試座的針腳數量；2) 更多非記憶體 IC 將採用 SLT，提升測試座的使用量。

圖 30：非記憶體晶片將成為測試座的主要成長動力



資料來源：元大投顧預估

圖 31：邏輯 IC 測試座應用別佔預估



資料來源：公司資料、元大投顧預估

在非記憶體測試座方面，我們看到 LEENO、穎崱、Smith Interconnect 是主要的參與者。穎崱則是測試座市場的第三大品牌 (圖 32)，公司在台灣無晶圓廠和兩家美國 HPC 無晶圓廠擁有高市佔率。其提供的 SLT Socket 應用於智慧型手機 AP、伺服器 CPU 及 AI GPU。

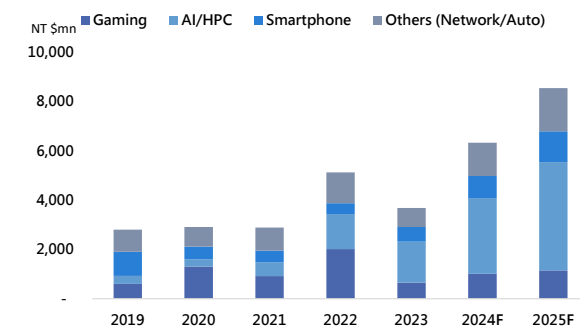
圖 32：2023 年十大測試座供應商及營收金額

Company	LEENO	Cohu	Winway	ISC	Advantest	Yokowo	Smiths Interconnect	Yamaichi	TTS	Enplas
Sales (US\$ mn)	134	125	77	72	67	66	59	41	40	39

資料來源：公司資料、元大投顧預估

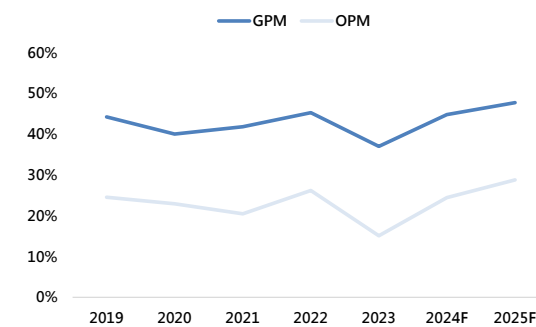
我們看好穎崙的原因包括：1) CoWoS 需求顯示 AI 晶片成長維持強勁：在封裝產能持續擴張下，CoWoS 的需求亦持續成長。同時，我們認為 B200/300 的 FT Socket 訂單將自 2025 年上半年開始啟動，ASIC 也將成為 2025 年以後的主要催化劑；2) AMD 伺服器 CPU 市占率提升：我們認為 AMD 市占率的提升將在 2025 年-26 年期間有利於穎崙的 FT/SLT Socket 業務(圖 33)；3) 增加自製彈簧探針將提升長期利潤：我們預估穎崙測試座用彈簧探針的自制率將從目前的 35%成長至 2025 年-2026 年的>50%，長期將有利於其毛利率和營利率的提升(圖 34)。

圖 33：2024-2025 年為穎崙營收成長週期



資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 34：穎崙將於 2024/25 年持續提升毛利率和營益率



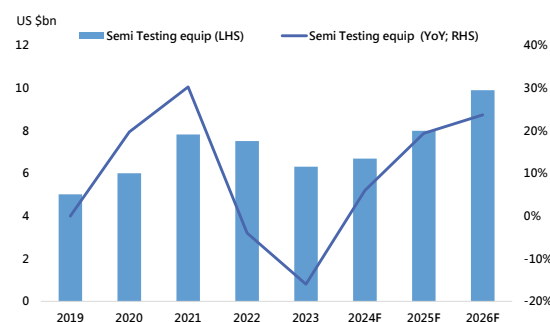
資料來源：公司資料、元大投顧預估

陸續推出的 AI GPU 將有利於測試設備供應鏈

半導體測試設備市場，2024/2025 年將成長 6%/19%

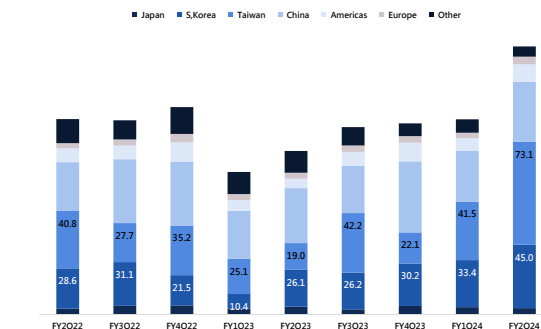
我們預估全球半導體測試市場在 2024 年/2025 年 將成長 6%/19%，達 67 億美元/90 億美元(圖 35)，這是由於 1) 更先進的節點製程需要新的測試設備；2) AI 加速器和 HBM 需要更長的測試時間。因此，我們看到台灣 OSAT 和韓國記憶體製造商向 Advantest (圖 36)和分選機設備商鴻勁下了更多訂單。

圖 35：2024-2026 年半導體測試設備營收將上升



資料來源：元大投顧預估

圖 36：Advantest 按地區劃分的季度營收



資料來源：元大投顧預估

相較於客製化的邏輯晶片，尤其是 CPU 與 GPU，DRAM/NAND 更趨近於「大宗商品」，因此我們預計只有 15-20% 的測試設備市值是以記憶體應用為主。台灣設備廠商，包括致茂、鴻勁等，則較為擅長邏輯晶片方面的測試。

由於測試設備 IP 的門檻很高，Advantest 和 Teradyne 等國際廠商已經佔據了 SoC ATE 測試設備的大部分市場(圖 37)。致茂的 ATE 測試設備更針對 CIS/PMIC/MCU 應用。AccoTEST 和長川也打入了幾家 OSAT 大廠的供應鏈。由於中國政策著重於國產產品，我們認為中低端 SoC 測試設備的競爭將會加劇。

圖 37：台灣和中國 OSAT 公司採用 SoC ATE 測試機的狀況

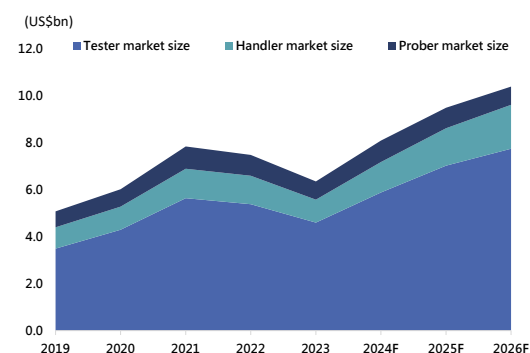
	Greatek	京元電	SPIL	Sigurd	Amkor	HT-Tech	Payton	HT Semiconductor	CR Micro	Chipmore
Advantest	V93K	V93K/T2000/T6672/T6673/T6575/T6577/T6682/T6372/T6371/T6373/T6391 HP83K	V93K	V93K	V93K/T2000/T65XX	V93K			V50	T6371/T6372/T6373/T6391
致茂	3650/3380P/3360P			3360/3600/3360P	3650	3380P/3360P	3380D		3360/3360P/3380P/3360D/3380D	
Changchuan	CTA8280F/CTA8290D					CTA8280/CTA8280F				
AccoTEST	STS8200/STS8300					STS8200/STS8107		STS8202	STS8200	STS8200/STS8300

資料來源：公司資料、元大投顧預估

細分 2019-2023 年半導體各項測試設備市場規模，我們觀察到分選機佔 15-18% (圖 38)，分選機的銷售 CAGR 則為 7%。然我們預期 2023-2026 年的 CAGR 將加速至 18% (圖 39)，主要受下列因素的驅動：

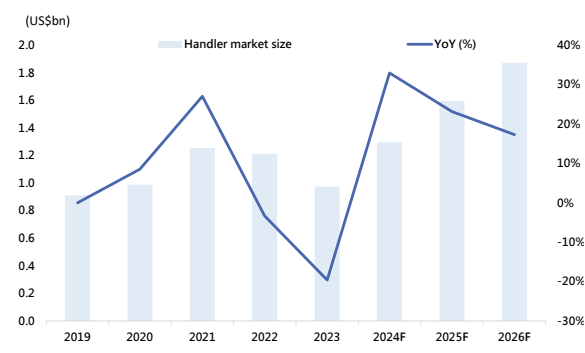
- **廣泛推出的 AI GPU/ASIC**：NVIDIA 和 AMD 是 AI GPU 市場的領導者。我們預計他們將於 2025 年推出 3-4 款 AI GPU 產品。就 ASIC 而言，Google 和 AWS 是推動 CoWoS 需求最積極的 CSP，他們也帶動了 FT 測試器/處理器的需求熱潮。
- **更多採用 SLT 製程**：我們看到更多無晶圓廠在測試製程中，採用 SLT 製程，因為 1) NVIDIA 和 AMD 晶片設計更著重於減少整個系統的物理錯誤；以及 2) 更高的熱設計功率(TDP)會影響 AI 加速器甚至是 CPU 的良率。

圖 38：半導體分選機銷售市占率 ~15-18%



資料來源：元大投顧預估

圖 39：半導體分選機市場銷售狀況



資料來源：元大投顧預估

分選機市場的台灣玩家

- **鴻勁**：在亞洲 OSAT 的 FT/SLT 處理器市場佔有率 >50%。該公司還擁有數家龐大的美國/歐洲 fabless/IDM 客戶，其中約 55% 的銷售份額來自美國和歐洲。基於穩固的客戶基礎，我們相信公司未來的成長可超越同業。
- **致茂**：由於致茂的一站式解決方案以及與 NVIDIA 多年的合作，我們預期致茂將維持其為 NVIDIA 供應 SLT 測試設備的壟斷地位。我們也預期會有更多的無晶圓廠和 CSP 採用其解決方案。

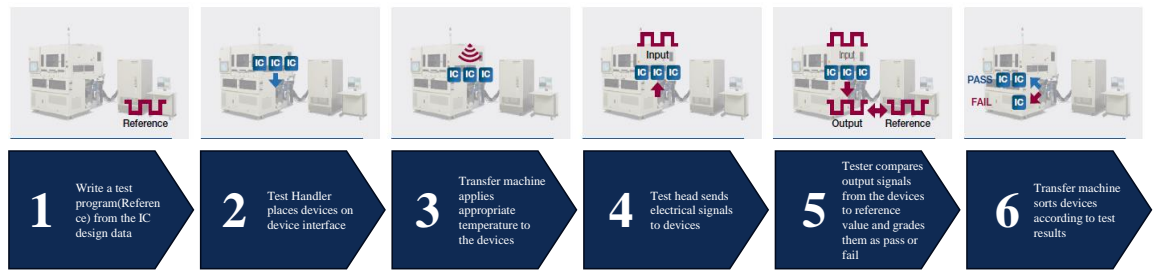
最終測試為最主要的封測步驟

成串的晶片經由 OSAT 或台積電的先進封裝製程封裝後，將被送往封裝測試流程，封裝測試主要由京元電、SPIL、Sigurd 三家公司進行。

封裝測試的主要測試為 Final Test (FT)，其中會進行功能測試、時序測試、電氣特性測試等。

- **功能測試**(圖 40)：檢查訊號的輸出是否正確，SoC 的複雜度越高，功能測試的難度也越高。
- **時間測試**：確認裝置在特定時間範圍內可正常運作。
- **電氣特性測試**：也稱為「漏電測試」。確認絕緣部分沒有漏電電流。晶片設計的微型化使得漏電流成為較大的問題。

圖 40：封裝測試流程 (功能測試)

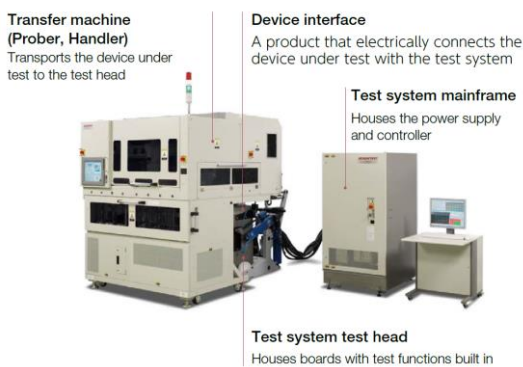


資料來源：公司資料、元大投顧預估

最終測試設備和流程的架構

晶圓測試(CP)與最終測試(FT)的測試系統是相似的，主要的差異在於 FT 的晶片移動設備是分選機(圖 41)，而 CP 的是探針台 (Prober)，但 ATE 測試設備大致相同的。我們若細分 FT 的結構，移動晶片的分選機在上方，而 ATE 測試機則是連接在分選機下方(圖 42)。

圖 41：整台測試機系統



資料來源：公司資料、元大投顧

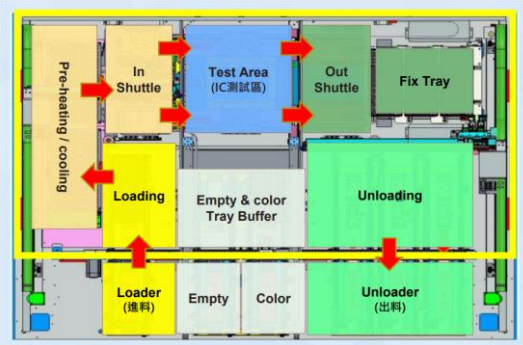
圖 42：ATE 的測試機和分選機



資料來源：公司資料、元大投顧

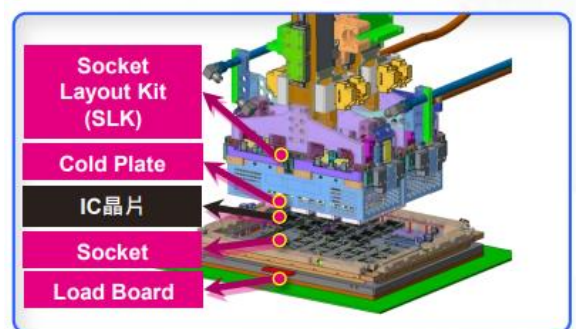
我們可以看到 FT 主要是利用 分選機 與測試機來進行。鴻勁也展示了在分選機機台的細節(圖 44)，以及其他如 Loading、In Shuttle、Out Shuttle 等測試階段(圖 43)。FT 中的測試介面為測試座，穎崙在主要的 HPC 廠商中擁有 ~90% 的佔有率，並也供應給其他應用產品，如智慧型手機、網通等的測試需求。

圖 43：最終測試流程



資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 44：測試區的詳細資訊



資料來源：公司資料、元大投顧預估

更高的晶片客製化程度將提升晶圓代工/IDM 對測試介面與設備的決定權

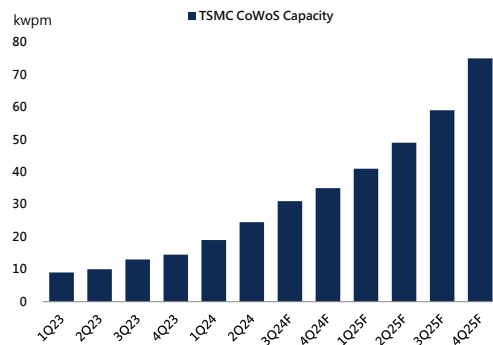
一般情況下，OSAT (半導體封測廠)會透過自身的資本支出(Capex)採購測試設備，因此設備供應商與 OSAT 的關係相對緊密。然而，我們觀察到越來越多的晶圓代工/IDM 要求 OSAT 從特定供應商購買設備，甚至有部分晶圓代工/IDM 自行採購測試設備，再指派設備供應商將機台送至特定 OSAT。上述決策模式的轉變主要受到晶片客製化程度提高的影響，尤其是在 AI GPU 的需求持續升溫之下。

強勁的 AI GPU CoWoS 需求推升 FT 測試機與測試載板的需求

B 系列晶片預計於 4Q24 開始量產並出貨。我們估算 B 系列芯片在 FT/SLT 測試中的測試時間相比 H 系列將增加 2-3 倍，隨著 CoWoS 產能擴展，H/B 系列芯片的測試數量也將同步成長，並於 2025 年實現超過兩倍的增長(圖 45)。

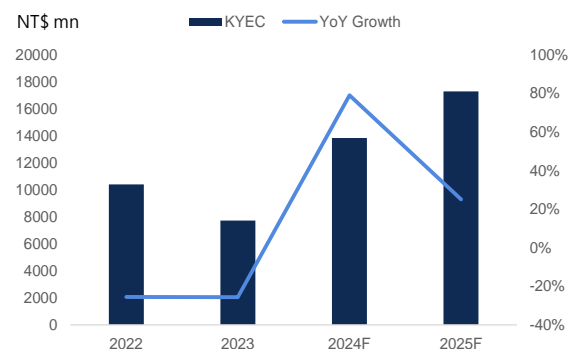
我們觀察到京元電子(京元電)今年已兩次調整資本支出預算，總金額達 123 億元(年增 60%)，其中估計超過 50% 將用於 AI 芯片相關測試設備。即使以 2024 年的高基期為基礎，我們預計 2025 年資本支出仍將年增 25%，達到 173 億元，這主要是受到 Blackwell 測試設備更長的測試時間與較高的單價(ASP)影響(圖 46)。

圖 45：CoWoS 產能持續擴張



資料來源：元大投顧預估

圖 46：京元電資本支出將在 2024-2025 年維持成長



資料來源：元大投顧預估

NVIDIA 新一代加速器 B200/300 將採用 N4 製程、Chiplet 設計架構，以及 CoWoS-L 先進封裝解決方案，對測試機和分選機的需求也已升級。基於：

- NVIDIA AI GPU 在 2024 年/2025 年的預估出貨量；
- 封測廠的工作時間；
- 每台 FT 測試機的測試效率；

我們估計 B+H 系列 FT 測試機的出貨量將從 2024 年的 182 台年增 56%至 2025 年的 284 台(圖 47)。因此，我們對 NVIDIA 的 FT 供應鏈持強烈樂觀態度，其中包括：測試機(Advantest)、測試分選機(鴻勁)、測試座(穎崴)。

圖 47：我們預估 NVIDIA 在 2024/2025 年所需的 FT 分選機數量

	2024	2025	YoY growth
B100 shipment (unit)	400,000	4,800,000	
H100 shipment (unit)	3,600,000	1,500,000	
Needed B100 handler (unit)	104	284	
Needed H100 handler (unit)	78	0	
All handler demand (unit)	182	284	56%

資料來源：元大投顧預估

先進封裝推動 SLT 測試機與測試座需求成長

SLT 測試的優勢在於能夠模擬終端使用情境來測試芯片的動態性能，並且由於可以進行平行測試（一次測試多個芯片），單個芯片的測試成本可以維持在一定水平。此外，我們觀察到 B 系列芯片的測試時間從一小時延長至超過 2 至 2.5 小時，這進一步提升了對 SLT 測試機需求，而該設備由致茂獨家供應。

基於 1) NVIDIA AI GPU 在 2024 年/2025 年的預估出貨量；2) 封測廠的工作時間；3) 每台 SLT 測試機的測試效率，我們估計 2025 年 B 系列 SLT 測試機的出貨量將增加 60%，達到 125 台(圖 48)。

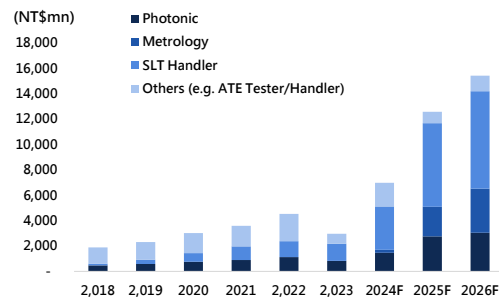
圖 48：我們預估 NVIDIA 在 2024/2025 年所需的 SLT 分選機數量

	2024	2025	YoY growth
B100 shipment (unit)	400,000	4,800,000	
Needed B100 SLT handler	78	125	
All handler demand (unit)	78	125	60%

資料來源：元大投顧預估

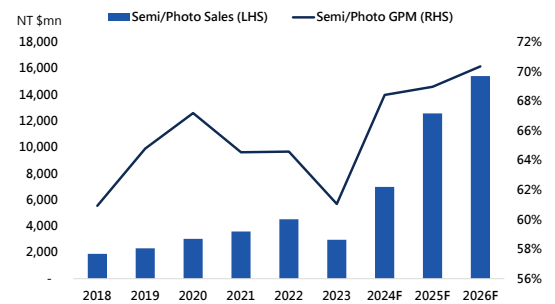
此外，致茂的量測設備已開始出貨至台灣晶圓代工廠，因此我們對其明年半導體業務的成長動能持樂觀度(圖 49、圖 50)。在測試座方面，其使用量相較於 FT 測試也增加了 5 到 10 倍。然而產品仍處於驗證階段。我們認為穎威更有可能進入明年推出的 B300 系列晶片，並預計將於 2Q25F 前量產 FT 測試座並出貨。

圖 49：半導體業務主要由 SLT 和 Metrology 部門帶動



資料來源：公司資料、元大投顧預估

圖 50：2025/26 年半導體業務將持續成長



資料來源：公司資料、元大投顧預估

我們如何給予台灣測試供應鏈評價

核心業務穩定成長及搶佔新市場，仍看好旺矽和穎崙評價上行因子

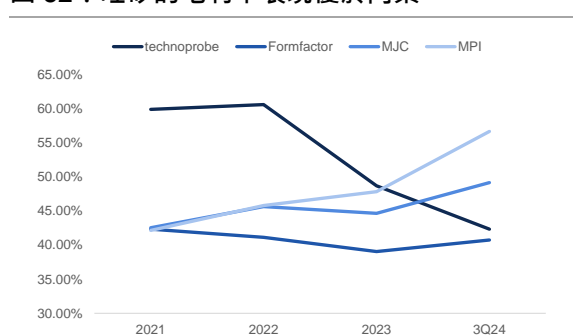
- 憑藉穩定的 CPC 業務所帶來的充足現金流，旺矽積極建置充足產能，提供一站式服務，包括多樣化的探針卡選擇、提升自製零件的採用率，以及在研發方面超越競爭對手，從而推動市場佔有率和毛利率超越同行。在 VPC 業務之外，該公司在 MEMS 探針卡的開發上也有悠久歷史，且由於主要競爭對手的利潤率大幅下降，我們相信旺矽將再次複製其在 VPC 市場的成功經驗至 MEMS 探針卡市場。基於 1) 旺矽在 CPC 和 VPC 市場的領先地位；2) 高於同行的毛利率(圖 52)；3) 因前三大 MEMS 探針卡供應商在過去幾年更專注於記憶體應用，旺矽擁有潛在機會擴大 MEMS 探針卡市場佔有率，我們預期旺矽的估值上調將延續至 2025 年(圖 54)。
- 穎崙作為 NV 的長期合作夥伴，為 NV 提供過去幾代 GPU 的 VPC 和 FT 測試座，因而享有高於業界平均的毛利率。與旺矽相同，穎崙充分發揮其領先地位，持續以先進技術在測試座與探針卡業務中滿足客戶的在先進產品的測試需求。目前，穎崙有望透過與另一家探針卡領導廠商合作，進入輝達下一代 GPU 產品線；同時推出新產品(高導體測試座)期望進軍 SLT 測試座市場。綜上我們維持先前觀點，認為目前穎崙較同業高的評價在產品持續受惠 AI 的高速成長下屬與合理(圖 53)，並將在 2025 年延續其本益比上調的動能。
- 中華精測最近的本益比交易達到 44.6 倍，接近年初的高點 47.11 倍。我們認為，大多數投資者的觀點都基於中華精測將重現 MEMS 探針卡業務於 2020-2021 年的高峰以及積極拓展中的載板業務。然而，我們認為到 2024 或 2025 年，中華精測將能維持其在測試板市場的地位，但在 MEMS 探針卡業務方面仍將面臨挑戰，系因中華精測在 MEMS 探針卡業務上缺乏與 HPC 晶片設計上的合作經驗，而競爭對手們多具有更好的技術或與產業領導廠商有合作關係。由於在擴展 MEMS 業務上目前尚未出現解決方案，以及因 Gerber 銷售貢獻增加導致產品組合惡化下，我們預期中華精測的評價成長空間將被受限於年初的本益比高峰。

圖 51：精測為同業中最高 P/E，但優勢最少



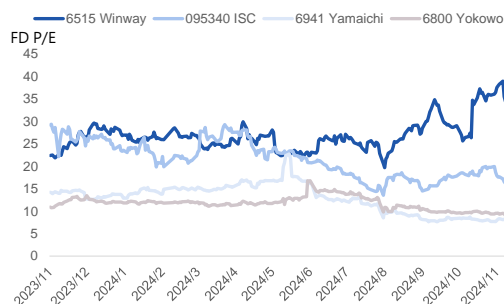
資料來源：Bloomberg、元大投顧預估

圖 52：旺矽的毛利率表現優於同業



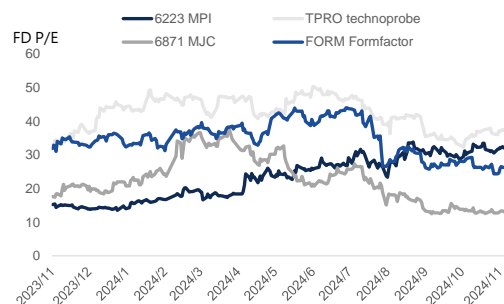
資料來源：Bloomberg、元大投顧預估；註：International peers include ISC, Yamaichi, Yokowo, Technoprobe, MJC, Formfactor.

圖 53：穎崴在 AI FT 測試座領域的領先地位使其值得更高的估值



資料來源：Bloomberg、元大投顧預估

圖 54：旺矽評價上調受惠於 AI 浪潮的重新評級；我們相信此趨勢將會持續

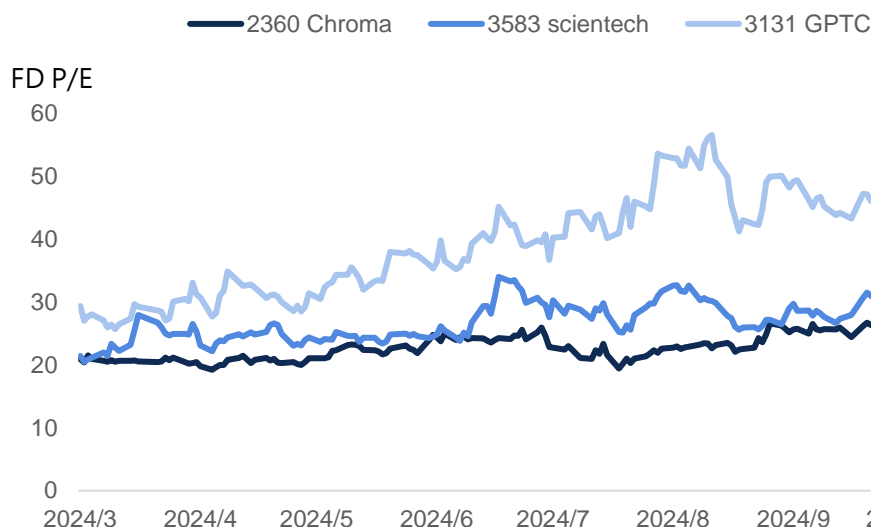


資料來源：Bloomberg、元大投顧預估

受惠於打入 **CoWoS** 量測設備供應鏈，半導體設備領域的致茂將獲得更高的估值；同時，由於較同業高的 **AI** 營收佔比，**IC** 測試領域的京元電也將獲得更高的估值。

在過去幾年，致茂專注於半導體後段製程設備，例如針對 PMIC、MCU 和 CIS 的 FT ATE 測試機。然而，隨著先進邏輯 IC 趨勢的興起，致茂將其 FT 測試機的專業技術應用到新產品 SLT 測試機和前段 RDL 量測設備，成為台灣唯一供應 **CoWoS** 製程 RDL 量測設備的公司。與致茂不同，其競爭對手大多專注於技術門檻相對較低的前段製造和檢測設備。因此，基於 **CoWoS** 量測設備的技術門檻以及致茂在 SLT 整體解決方案中的領先地位，即使面臨中國 ATE 市場及全球汽車市場的逆風挑戰，我們預期其估值上修動能將延續至 2025 年。

圖 55：致茂 2025F P/E 與 CoWoS 設備鏈的比較



資料來源：元大投顧預估

最後，就 OSAT (半導體封測)領域而言：

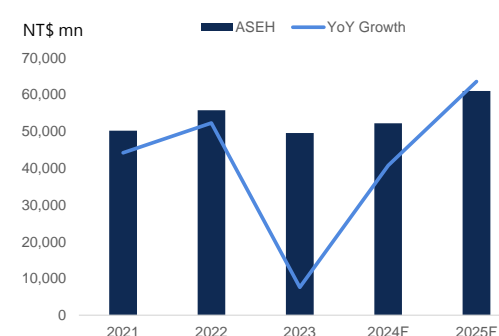
- 根據日月光投控(日月光)管理團隊於前次法說會指出他們對 2025 年資本支出(CAPEX)小幅年增的展望仍保持樂觀，且將主要集中於先進測試和封裝設備的支出。我們認為，2025 年來自先進封裝與測試在 IC-ATM 的銷售貢獻將從今年 5% 成長至 12.5%，年增幅超過一倍，但大部分 AI 相關營收增長將局限於日月光的封裝業務，系因受惠 AI 的業務主要為 CoW (晶圓級封裝)和 OS (基板封裝)的外包業務。我們預估即使汽車和工業客戶需求疲弱導致公司整體業務在 2025 年僅年增 10%，日月光一體化封測服務仍將帶動測試業務實現 16.8% 的強勁年成長(圖 56)。

- 儘管日月光在測試產能上積極擴展，我們認為京元電在 AI 時代的測試領域仍將是主要受益者。基於 2025 年 AI 應用測試產能擴展計劃，我們認為日月光幾乎無法滲透進入 Blackwell 測試業務。因此，AI 仍將是 2025 年京元電子最大的成長動力(圖 52)，我們預測 AI 的銷售貢獻將從目前的 19% 進一步提升至 30%。更高的 AI 銷售貢獻也將改善產品組合，帶動毛利率的提升。因此，我們現在預測 2025 年京元電子的銷售額將年增 22%，達到新台幣 355 億元，比市場普遍預期高出 1.2%，毛利率將年增 3.4 個百分點，達到 38.4%。

總結來說，我們認為京元電子(京元電)相比日月光投控(日月光)將獲得更高的本益比評價，基於以下原因：

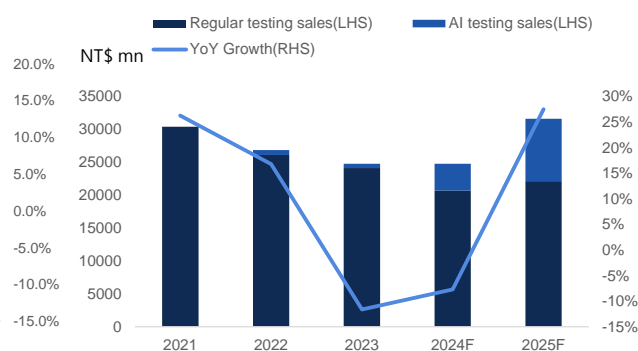
- 京元電子憑藉其在老化測試(Burn-in Testing)方面的優勢將成為 Blackwell AI 測試市場中的主要受益者，且預計 2025 年 AI 收入貢獻將達到 30%。
- 不同於京元電子更專注於先進製程 IC 測試市場，日月光仍擁有 EMS 業務以及在封測業務中擁有較高比例的成熟製程產品，導致毛利率較低且利潤波動較高。
- 我們認為日月光長期仍能受益於台積電 CoWoS 外包趨勢，但其評價重估速度將較京元電子緩慢，係因其先進封裝與測試業務的新產能至少需要兩季才能成為提升毛利率的主要因素。

圖 56：日月光測試部門營收預估



資料來源：元大投顧預估

圖 57：京元電測試部門營收預估



資料來源：元大投顧預估

圖 58：2025 年測試產業推薦類股彙整

所屬產業	公司名稱	代碼	市值 (百萬元)	EPS (NT\$)		EPS YoY		重點推薦理由
				2024F	2025F	2024F	2025F	
封測廠	京元電子	2449 TT	150,398	6.14	6.86	10%	12%	<ul style="list-style-type: none">● 2025 年 AI 仍將是其最大的成長動力，我們預測 AI 的營收貢獻將進一步提升至 30%。● 在 Blackwell 時代取得無可爭議的近乎獨家供應商地位，我們相信競爭對手幾乎沒有機會滲透 Blackwell 測試業務。
封測廠	日月光	3711 TT	664,112	7.40	10.03	19%	36%	<ul style="list-style-type: none">● 我們預計 2024 年先進封裝業務的營收將超過過去 5 億美元的展望目標，並預期 2025 年先進封裝在 IC-ATM 分部的銷售貢獻將達到 10-13%。● 我們預期一站式服務對銷售貢獻的提升將推動毛利率的增長，並繼續看好其先進封裝業務的發展。
測試介面	旺矽	6223 TT	71,616	23.58	30.58	68%	30%	<ul style="list-style-type: none">● 今明年 VPC 業務將成長 63%/70%，主因為：1) 400G/800G 升級趨勢(圖 15)，有利於資料中心 DSP 及 Switch IC 需求；2) PCIe 5/6 SSD Controller 增加晶片設計複雜度；3) 美國 CSP ASIC 需求強勁，2025 年估晶圓需求成長率為 77%。● 考慮到 MEMS 探針卡在 2025 年進一步放量，重申對旺矽買進評等。
測試介面/ 測試設備	穎崙	6515 TT	41,133	37.72	56.51	179%	50%	<ul style="list-style-type: none">● 2025 年 HPC 業務將持續成長，原因為：1) 新的 B300 GPU/ASIC 產品帶動 FT 測試座需求成長；2) FT 時間增加；3) AMD 在 PC/伺服器 CPU 的佔有率持續提升。● RTX50 及 Grace CPU 將帶動 2025 年探針卡營收強勁成長，長期可改善產品組合及獲利能力
測試設備	致茂	2360 TT	173,106	12.00	16.44	27%	37%	<ul style="list-style-type: none">● B 系列晶片 SLT 測試時間增加且新 CPU/ASIC 客戶貢獻發酵中，量測事業導入先進封裝產線將於明年更為顯著。● 預估 2025 年半導體業務成長 80%，營收比重達 44%，毛利率年增 0.9 個百分點至 59.7%

資料來源：元大投顧預估

附錄：重要揭露事項

分析師聲明

主要負責撰寫本研究報告全文或部分內容之分析師，茲針對本報告所載證券或證券發行機構，於此聲明：(1) 文中所述觀點皆準確反映其個人對各證券或證券發行機構之看法；(2) 研究部分分析師於本研究報告中所提出之特定投資建議或觀點，與其過去、現在、未來薪酬的任何部份皆無直接或間接關聯。

投資評等說明

買進：根據本中心對該檔個股投資期間絕對或相對報酬率之預測，我們對該股持正面觀點。此一觀點係基於本中心對該股之發展前景、財務表現、利多題材、評價資訊以及風險概況之分析。建議投資人於投資部位中增持該股。

持有-超越同業：本中心認為根據目前股價，該檔個股基本面吸引力高於同業。此一觀點係基於本中心對該股發展前景、財務表現、利多題材、評價資訊以及風險概況之分析。

持有-落後同業：本中心認為根據目前股價，該檔個股基本面吸引力低於同業。此一觀點係基於本中心對該股發展前景、財務表現、利多題材、評價資訊以及風險概況之分析。

賣出：根據本中心對該檔個股投資期間絕對或相對報酬率之預測，我們對該股持負面觀點。此一觀點係基於本中心對該股之發展前景、財務表現、利多題材、評價資訊以及風險概況之分析。建議投資人於投資部位中減持該股。

評估中：本中心之預估、評等、目標價尚在評估中，但仍積極追蹤該個股。

限制評等：為遵循相關法令規章及/或元大之政策，暫不給予評等及目標價。

註：元大給予個股之目標價係依 12 個月投資期間計算。大中華探索系列報告並無正式之 12 個月目標價，其投資建議乃根據分析師報告中之指定期間分析而得。

總聲明

© 2024 元大版權所有。本報告之內容取材自本公司認可之資料來源，但並不保證其完整性或正確性。報告內容並非任何證券之銷售要約或邀購。報告中所有的意見及預估，皆基於本公司於特定日期所做之判斷，如有變更恕不另行通知。

本報告僅提供一般資訊，文中所載資訊或任何意見，並不構成任何買賣證券或其他投資標的之要約或要約之引誘。報告資料之刊發僅供客戶一般傳閱用途，並非意欲提供專屬之投資建議，亦無考慮任何可能收取本報告之人士的個別財務狀況與目標。對於投資本報告所討論或建議之任何證券、投資標的，或文中所討論或建議之投資策略，投資人應就其是否適合本身而諮詢財務顧問的意見。本報告之內容取材自據信為可靠之資料來源，但概不以明示或默示的方式，對資料之準確性、完整性或正確性作出任何陳述或保證。本報告並非(且不應解釋為)在任何司法管轄區內，任何非依法從事證券經紀或交易之人士或公司，為於該管轄區內從事證券經紀或交易之遊說。

元大研究報告於美國僅發送予美國主要投資法人(依據 1934 年《證券交易法》15a-6 號規則及其修正條文與美國證券交易委員會詮釋定義)。美國投資人若欲進行與本報告所載證券相關之交易，皆必須透過依照 1934 年《證券交易法》第 15 條及其修正條文登記註冊之券商為之。元大研究報告在台灣由元大證券投資顧問股份有限公司發佈，在香港則由元大證券(香港)有限公司發佈。元大證券(香港)係獲香港證券及期貨事務監察委員會核准註冊之券商，並獲許從事受規管活動，包括第 4 類規管活動(就證券提供意見)。非經元大證券(香港)有限公司書面明示同意，本研究報告全文或部份，不得以任何形式或方式轉載、轉寄或揭露。

欲取得任何本報告所載證券詳細資料之台灣人士，應透過下列方式聯絡元大證券投資顧問股份有限公司：

致：聯絡人姓名

元大證券投資顧問股份有限公司

台灣臺北市 106 仁愛路三段 157 號 4 樓

© {2024} Sustainalytics. All Rights Reserved. The information, data, analyses and opinions contained herein: (1) includes the proprietary information of Sustainalytics; (2) may not be copied or redistributed except as specifically authorized; (3) do not constitute investment advice nor an endorsement of any product or project; (4) are provided solely for informational purposes; and (5) are not warranted to be complete, accurate or timely. Sustainalytics is not responsible for any trading decisions, damages or other losses related to it or its use. The use of the data is subject to conditions available at <https://www.sustainalytics.com/legal-disclaimers>.