

2026 年中產業趨勢講座

1. 無塵室

1. 受惠於AI對先進製程需求非常強勁，無塵室已成為目前先進製程擴產最大瓶頸，預估台積電2026年資本支出580億美元，2027、2028年進一步提高至720、840億美元。2029~2030年A14製程進入ramp up階段，並開始啟動A10製程早期投資，資本支出至少維持在高原期，也不排除進一步提高的可能性。
2. 與2018年擴產循環的差異，第一點是Arizona廠務成本大幅提高5~6倍，未來都會轉化成供應鏈的營收；第二點是前一波循環，供應鏈集中在漢翔、和淞、兆聯、帆宣……等嫡系廠商，這波開始外溢至亞翔、洋基工程……等二線廠商，顯示需求非常強；第三點是本次循環其他產業也在擴產，未能切入台積電供應鏈的廠務公司，也有記憶體、封測廠、資料中心……等機會
3. 台灣建廠一座約200億元，無塵室、機電合計佔100~120億元，水、氣、化各佔30億元。美國建廠一座約1,000~1,200億元，無塵室、機電合計佔500~600億元，水、氣、化各佔180~200億元。以上均不含土建，台灣建廠土建約100~120億元，美國建廠土建約400~500億元。
4. Fab21 P2主系統裝機時程從6~8季縮短至5~6季，P3從2027Q1提前至2026下半年，P4主系統裝機從2028Q1提前至2027下半年。Fab22 P3主系統裝機從2026Q2提前至2026Q1，P4從2027Q1提前至2026Q3，P5從2027Q2提前至2027Q1。Fab22 P4、P5規劃一半N2、一半A16，Fab22 P7改為A16，進度有可能提前，因應NVIDIA需求上修。
5. 未來可能發生的催化劑有兩點，第一點是台積電2026年資本支出有可能會上修約30~40億美元，下季法說會有可能會將區間往上平移至540~580億美元；第二點是2026Q3 Arizona P3、Fab22 P4、Fab20 P3開始進場後，廠務工程供應鏈合約負債逐步墊高。

2. 設備

半導體設備商受惠CoWoS、SoIC、CoPoS擴產

1. 2026年CSP持續投入AI算力的建置，觀察到從前段製程、到封裝、載板、PCB許多節點都呈現產能不足的瓶頸，對於相關設備商成長賽道很明確。
2. 首先看到台積電CoWoS 先進封裝目前持續供不應求，2027、2028年持續擴充CoWoS產能，預估2027、2028年底CoWoS月產能分別會達到19萬片、25.5萬片。
3. 2027年底有機會開始大幅度擴充SoIC先進封裝產線，新增需求包括NVIDIA CPO、Feynman、MTK TPU v10t Icefish的需求，初步估計到2026年底、2027年底 SoIC月產能分別達到20,000片、45,000片。
4. NVIDIA內部也有推出non-SoIC版本的Feynman，如果屆時生產良率未達標準，也可能會延後導入，所以現階段還是存在一些風險。
5. 台積電也持續針對CoPoS進行研發，目前在12x reticle size的封裝尺寸遇到一些逆風，CoPoS第一條量產線最快將會在2028年投產，初步預估2028年CoPoS產能約10,000片/月，但仍需觀察客戶在最先進產品導入進度，仍然可能提前在2027年開始建置第一條量產線。
6. 此外也觀察到，2027下半年聯發科的TPU v9t Humufish，預計會採用Intel EMIB-T先進封裝，主因為Humufish封裝尺寸約為10x的reticle size，台積電CoWoS-L目前最大封裝尺寸僅支援到9x多的reticle size。
7. 另外在2027下半年Broadcom 的Pumafish目前開案停止，改由2顆Sunfish直接封裝在載板上。
8. 依據目前客戶在GPU、CPU需求持續供不應求，CoWoS先進封裝在2027、2028年將會持續擴產，擴產幅度的成長率持續提升，比較值得注意的是，2027年開始，台積電有可能在SoIC先進封裝的擴產幅度開始有顯著的提升，資源投入開始變多，相關設備商能夠受惠。
9. 因為N2以下將邏輯核心以及SRAM製作成同一塊的SoC，會導致SoC大部分的面積被無法繼續微縮的SRAM佔據空間，IC 設計成本會大幅度提高，將SRAM、運算核心改成垂直堆疊的SoIC，屬於SoC降成本、提升效能的最佳替代方案。
10. 除了在邏輯製程，台積電的COUPE光引擎也會需要更大量的SoIC先進封裝，去製作電晶片、光晶片(EIC、PIC)的Hybrid bonding製程。
11. 對於設備商來說，2027~2028年持續受惠台積電擴充CoWoS先進封裝產能，既有合作的設備廠弘塑、辛耘、志聖、均華、萬潤、倍利科...等持續受惠，2027年開始，SoIC先進封裝對於設備商營收貢獻佔比有機會開始顯著提升，2028設備商將開始受惠SoIC、CoPoS擴產效應。
12. 因SoIC所要求的潔淨度、精密度較CoWoS大幅提升，潔淨度可能需要奈米等級，精密度2um以下。CoPoS設備除了在設備體積、載具機構變大，monitor、量測等機構件也更為高階，整體來說，SoIC、CoPoS設備資本密集度大約較CoWoS提升約50%。
13. 現有的SoC將GPU、SRAM....等功能整合在同一個晶片當中，SoIC屬於Chiplet架構，是把所有小晶片拆開來整合在一起。
14. 為了提升效能、降低成本，未來會把製程微縮的重點放在邏輯核心，SoIC的垂直堆疊，相較過去平行溝通的傳輸面積會更多、傳輸距離會更短。

2026 年中產業趨勢講座

15. SoIC是用封裝技術完成SoC，理論上它還是一顆Die，不會讓CoWoS封裝用量更少，基本上使用越多SoIC，也會需要更多CoWoS產能，到了2028年在SoIC新應用的帶動下，加上CoWoS當中的HBM層數還會持續增加，對於需要投資設備的產值有機會持續提高。
16. SoIC製程當中將會衍生一些設備供應鏈的機會。
17. SoIC較過去先進封裝不同的是，製程當中沒有透過任何的micro bump，或是solder bump....等凸塊互聯，而是直接透過銅對銅、介電絕緣層對介電絕緣層的互聯，這種技術就稱為Hybrid bonding。
18. 製程大致重點會把top die、bottom die分別做出TSV、銅接墊的結構。
19. 接著會透過CMP研磨將銅接墊磨到稍微有點凹陷的程度，在這一個CMP屬於非常重要的製程站點，磨太多鍵合時會有空隙、磨太少鍵合時會把銅墊撐爆，所以在CMP是很關鍵的站點。
20. 在做完CMP後，會進入pick and place、bonding製程站點，把Top die、bottom die鍵合在一起。
21. 最後就是進入熱製程讓銅原子擴散協助鍵合。
22. 整段製程的top die、bottom die也會用到大量濕製程清洗，因為Hybrid bonding完全沒有空隙，無法容忍任何particle，潔淨度要求高。
23. 整體來說，SoIC包含大量CMP、濕製程、Pick&place、bonding、熱製程。相關設備商皆已切入供應鏈例如Besi、弘塑、志聖....等有望受惠。SoIC會需要更多道CMP製程，對Carrier Wafer、鑽石碟.....等供應鏈有利。
24. 日月光、矽品將會持續受惠台積電擴大委外CoWoS先進封裝，以及客戶第二供應鏈自建產線需求，預估2026年CoWoS擴充至25,000/月，2027年擴充至42,000/月，2028年擴充至50,000~60,000/月。
25. 對於已經切入製程站點的相關檢測設備商如倍利科、由田、政美應用，將持續受惠客戶建置產能需求。
26. 此外，在RDL線路製作過往主要由國外大廠把持，不管是正面、背面的PVD鍍膜製程，台系設備商天虹目前透過FOPLP去切入製程站點，主打規格是310*310mm，天虹在方形封裝進度領先原本國外廠商，有機會在2027年拿到FOPLP相關的repeat order，也有機會藉此去切入過往比較少做的CoWoS先進封裝站點。

Glass Interposer、Glass core substrate前沿技術

1. 近期也有許多TGV製程相關討論，不論是CoWoS、CoPoS製程當中都不會將玻璃留在封裝結構當中，也不會有TGV相關的製程，以下會透過製程來說明。
2. 這兩張圖是封裝完的樣子，CoWoS-S透過整片Si Interposer讓上方的晶片做互聯，CoWoS-L透過RDL Interposer上的LSI局部矽互聯讓晶片溝通。
3. 以CoWoS-L來說明，CoWoS-L會先在12吋圓形玻璃載具上，植入種子層，確保後續RDL層順利黏著在玻璃上。
4. 接著再透過曝光、蝕刻製程製作RDL線路，並在上方塗佈一層絕緣PI膜，重複多次，形成多層RDL結構。
5. 接著在製作完畢的多層RDL結構上方植入Micro Bump，再放置晶片，並完成填膠，最後覆蓋上第二層玻璃載具。
6. 移除第一層玻璃載具後，植入C4 Bump，最後移除第二層載具，進行on Substrate封裝，玻璃載具都是用來支撐的，不會留在封裝裡面。
7. 以量產技術難度來看，以玻璃載具替代載板結構，需要Interposer等級的孔徑深寬比，Glass Core Substrate的難度較低，在Glass Core Substrate實現量產以前應該不用考慮這條路徑。

2026 年中產業趨勢講座

8. 台積電現在也很積極在開發CoPoS先進封裝，會想要由原轉成方形主要是因為封裝利用率的問題。
9. NVIDIA Blackwell GPU採用CoWoS-L先進封裝技術，Package Size達到3.3X Reticle Size。到了Rubin將I/O die獨立成一顆chiplet，Package Size達到4.0X Reticle Size。Rubin Ultra包含4顆GPU chiplet，預估Package Size達到7.5X Reticle Size，每片12吋圓形Glass Carrier只能放4~6顆，且邊緣產生許多損耗，封裝效益不佳，所以才開始很積極開發方形封裝。
10. CoPoS的技術路徑完全是沿襲CoWoS-L，同樣在有機interposer埋入LSI、DTC元件，只是將Glass Carrier改為方形，增加每片Carrier的封裝效率。
11. 台積電最終定案方形載具尺寸310*310mm Glass Carrier，Glass Carrier僅用於暫時性承載，不會成為晶片結構的一部份，無須TGV製程，但有可能會需要Glass Defect AXI檢測設備，規格不算高，多家設備廠都有能力供應。
12. 目前除了台積電，封測廠也積極開發方形封裝，力成FOPLP良率約95%，接近量產，初期只會用來封裝一些結構比較簡單的晶片，不涉及較複雜的TSV製程，例如AMD消費級CPU。
13. 矽品有投資310*310mm CoPoS產線，包含前段Chip on Panel，日月光則是以310*310mm FOPLP為主，前者的技術門檻比較高。今年底以前，日月光、矽品有可能會透過收購廠房，進一步擴充先進封裝產能，矽品較專注在前段CoW、CoP，日月光較偏重後段oS、CP、FT。

PCB板廠、ABF載板廠擴充產能

1. EMIB-T先進封裝類似CoWoS-L，都有局部矽互聯的原件，但是EMIB-T不會用Interposer，是直接封裝在載板上，透過矽橋去讓上方晶片做溝通。
2. EMIB Process: (a.)先用雷射設備挖出凹槽，接著把做好的EMIB Die(矽橋)，帶有DAF膜的矽橋，鍵合在載板裡面。(b.)接著壓膜介電層、製作RDL線路結構(c.)再進入鑽孔、電鍍製程讓ubump、C4 bump能夠導通(d.)最後才把ASIC die 鍵合在載板上(最後這邊應該是送去osat廠)
3. Google TPU Humufish改採EMIB-T封裝，2027下半年推出，根據我們研調，目前EMIB-T先進封裝在載板段的良率大約20~50%，在濕製程的複雜度提升不少，可能會耗用非常多載板產能，且GOOGLE 2028年目標出貨1,000萬顆，載板廠很可能會在今年提前開始採購設備，去為2028年的產能做準備。
4. EMIB-T現在屬於實驗線開發階段，為了滿足ASIC客戶2027年底~2028年需求，今年底、明年初有可能在既有廠區擴充3倍產能，還沒有包含在未來新廠的部分。
5. 以台系載板廠來說欣興今年開始積極地擴充產能，資本支出約接近500億元，也針對一些比較長交期的設備提前預訂產能，因此開始投入2027年資本支出。
6. 因EMIB-T目前良率狀況不好可能會消耗很多ABF載板產能，GPU、ASIC在載板設計上層數更多、面積變大狀況下，加上其他客戶的GPU、ASIC需求，蠻多客戶已提前預訂未來好幾年產能，載板廠2027、2028年將會大幅度擴充產能。
7. 欣興目前將光復1廠產能、楊梅1廠產能擴充到最大化，楊梅1廠原本就有EMIB先進封裝產能，今年度也開始擴充設備，光復2新廠預計明年要量產，今年會開始進設備，楊梅2新廠2028年投產，預計2027年中開始進設備，也規劃未來擴充楊梅3、4廠產能、以及光復3廠。
8. 除欣興外，景碩、臻鼎目前也積極擴充ABF載板產能，日系廠商IBIDEN、凸版也開始進行擴產，但在台系的欣興目前擴產速度最快，預期載板設備商2027~2028年將會受惠載板廠產能建置需求。
9. 以EMIB-T供應鏈來看這些設備商將會受惠客戶產能建置需求，當中有些除了EMIB-T，在CoWoS相關產品也能同步受惠。

2026 年中產業趨勢講座

10. 敘豐為濕製程設備主要供應商，除了設備單價昂貴外，因為在EMIB-T先進封裝濕製程屬於關鍵瓶頸製程，預期將會耗用很多產能，設備需求量非常大。
11. 內嵌式載板所涉及的複雜Pick and place、bonding製程，主要設備供應商為Toray，Toray主要提供內嵌晶片的bonding。
12. ASMPT提供電鍍、被動元件的SMT，長廣主要提供高頓數的壓膜設備，群翊做內層塗佈、烘烤，偉勝屬於群翊外包商，盟立為自動化設備主要供應商，只要欣興擴廠都會持續受惠。
13. 載板也有討論是否要把有機核心層載板，改成玻璃核心層載板，現階段仍處於技術前期發展階段，仍有許多問題未解，預期最快可能導入的終端產品會在tomahawk7、8部分CPO版本，仍有些供應鏈值得長期關注。
14. 玻璃核心載板製程大致可以分為四個部分，分別是玻璃雷射改質、蝕刻穿孔、金屬化、ABF增層。
15. 玻璃材料商例如DNP、康寧、凸版、AGC.....等會採購TGV雷射改質設備，形成玻璃通孔的結構，主要供應商包括鈦昇以及德系LPKF，除了日系、韓系玻璃材料廠商以外，台系面板廠群創也為了活化面板產線，目標今年去通過客戶認證，未來也有可能自建產線。
16. 做完TGV後，接著進入蝕刻把不要的地方移除，形成一個高縱橫比的通孔。
17. 接著進入金屬化製程，會先植一層種子層，在用單面或雙面的方式去鍍銅，做為一個導電連接的通孔。
18. 最後進入與傳統有機ABF載板類似的增層製程，在玻璃核心層的上下去增層ABF膜。
19. 除了雷射改質設備以外，值得注意的是當中非常多的製程站點會用到檢測設備，例如TGV完，蝕刻、電鍍都會用到檢測設備確認改質的品質，或是有沒有一些破裂問題，主要代表的廠商為台系的蔚華科。
20. 最後看到PCB設備的狀況，PCB板廠去年開始小幅度的擴產，今年開始許多廠商都相較去年有好幾倍的資本支出，主要因為CSP 算力建置的需求遠大於PCB廠商現有產能，板子供不應求，而且現在規格、層數皆有提升，消耗更多良率、產能，因此許多PCB板廠今年開始大幅度擴產，PCB設備供應商將會持續從這波擴產浪潮受惠。
21. 勝宏2026年大幅增加資本支出，提升至將近200億人民幣，用於泰國、越南以及惠州總部的擴產，HLC/HDI製程皆有擴充，目前年營收快200億人民幣，營收目標2030年達到1000億人民幣，因此未來擴產具有想像空間；WUS擴充高多層板為主，還有少部分msap；金像電今年資本支出170億，用在泰國一廠、台灣廠擴產，中國、台灣也有去瓶頸去增加產值，泰國一廠2期今年也會加入貢獻，今年月產值提升到80多億，公司未來三年分別在泰國、蘇州、台灣都會持續擴產；ZDT今年好幾度上修資本支出，300到500到800，今年總共有10個廠區都在擴產，包括淮安6個廠，泰國，中國地區擴產速度會比較快，因為中國的人力、技術都比較成熟，主要擴的產能是HDI、HLC，其他還包括FPC、載板，也預期臻鼎未來三年會繼續大幅擴產；DY今年投的資本支出基本上都是在泰國地區擴產，AI伺服器板的HLC/HDI，還有一條msap for光模塊orCoWoP，是轉型最明顯的公司，過去是做車用、記憶體板比較多。
22. 下列PCB設備供應鏈都是AI伺服器主板主要供應商重要合作的設備商，AOI檢測設備商牧德今年會受惠大客戶勝宏、臻鼎擴產，目前觀察PCB客戶明年也會持續擴充產能，2027年也將持續受惠，也開始在載板設備有切入一些新的站點能夠加入貢獻，志聖旗下的創鋒也持續受惠AI主板供應商大幅擴產，提供去膠渣設備；揚博在HDI濕製程設備在今年、明年也同步受惠客戶擴產需求，訂單能見度達2027年；內層塗佈、烘烤設備 群翊目前產能滿載，持續根據客戶擴廠進度交付設備，待楊梅2廠產能開出將會迎來下一波成長動能；尖點、大量將會持續受惠AI伺服器板材層數提高帶來的鑽孔需求。

3. ODM電子零組件

VR200零組件拆解

1. 26Q1:GB200/300機櫃落在11000櫃，26Q2:GB300增加至13000櫃，主要還有受到平台轉換期影響，之後Q3~Q4產量就會上來整體出貨落在5.5-6萬
2. 26H2 ASIC放量，AWS TR3 氣冷解決方案25000櫃、AMD 4000櫃左右、Google 3000櫃
3. GB200到VR200架構可以看到整體架構以兩顆package (GPU)+1顆CPU設計
4. GB200單顆晶片功耗1200W，GB300單顆晶片功耗1400W，到了VR200單顆晶片功耗1800W，Rubin Ultra有機會來到2800W以上，整體單顆晶片功耗呈現急速上升
5. GB200:18層Computer Tray,9層Switch Tray,2層TOR Switch Tray,6~8層Power shelf(33kW)
6. VR200:18層Computer Tray,9層Switch Tray,4層Power shelf(110kW), 2層TOR Switch Tray
7. 主要差異在power shelf 部分GB200一層power shelf 33kW，由6顆5.5Kw PSU構成，VR200 一層power shelf 主要110 kW由6顆18.3kW PSU構成
8. 整體機櫃功耗從GB200:198kW到了VR200:444kW，機櫃功耗1.5倍成長

散熱零組件

1. L2A解熱大概會是150kW與GB200配置是1:1，到了GB300會來到1:1.5，下一個版本VR200來到1:2
2. L2A解熱將熱水帶往後方風牆，風扇往熱交換板降溫把熱帶掉，冷水回到IT RACK
L2L將熱帶到後面 In Low CDU藉由冷卻水塔或者冰水機完成熱交換，通常新的架構是8台GB200對上一台In Low CDU，資料運算中心以16台為一個組合，配上三台In Low CDU，其中一台做為備援，In Low CDU價格為10-20萬美金，L2A 為4-6萬美金
3. 整體VR200採用模組化、無電纜、無風扇全水冷設計，GB200使用線纜R加風扇佈線限制了散熱元件使用空間，整體CP用量與gb300相比增加19%，
至於QD部分也增加25%，VR200多了inner manifold設計，整體來說VR200跟GB300散熱總產值相比提升40%
4. Compute Tray:9片水冷板，上方6片GPU4片+CPU2片，下方兩片CX-9加上1片DPU
Switch Tray:一片水冷板，水冷片模組大概1500USD，GB200 4片水冷板單片金額200USD，整體產值還是有上升
5. 兩片式的均熱片採用原因，主要為了克服下方載板翹曲，當使用一片均熱片晶片有可能受力不平均，造成Die Crack
故使用兩片+Stiffener去支撐，但由於散熱問題所以新增Tim2加速散熱效果，
但近期由於tim2溢膠問題，改成一式利用下方翹曲暫時去克服
根據經營層表示2kW以上的功耗就會需要用到兩片式，未來晶片設計越來越大，載板面積也會放大，翹曲機會越高 就有Die Crack風險，現在部分ASIC也是有再用兩片式配置

2026 年中產業趨勢講座

電源供應器及BBU

1. 一櫃GB200 power產值金額落在3.7萬USD，VR200提升至8.12萬USD，產值提升2倍
VR200走到power rack整體單價提升到14.7萬USD，比原新power shelf 提升1.8倍
未來走向800 HVDC power rack 產值56萬USD，過去產值提升屬於伺服器內的 PSU模組升級，主要提升的是單顆電源輸出功率與轉換效率，但到了 VR200 時代，Power Rack 已不只是 PSU 升級，而是進一步整合電源解決方式去設計、使用HVDC、備援控制與電源管理等功能
2. 傳統AC to DC供電:市電經變壓器降壓後，先經由UPS系統並維持400/480V 交流配電，之後經配電單元與機櫃電源模組，再到伺服器端，以DC-DC轉換將 50V 匯流排降到0.65 V。
3. HVDC供電會有兩個版本
過渡期的部分依樣會穿越過不斷電系統到了電源機櫃會轉成800HVDC，之後導入至機架式電源轉成50V，伺服器內經由DC/DC降壓成0.65V FOR GP供電
最終版使用SST直接導出800V直流電經過電源櫃最後降壓會在伺服器內作降轉
整體的效率回從87.6%提升至92.1%
4. Power Rack 將BBU由選配變成標配
5. SST AC33K轉成800V 1MW已有出貨時機，未來標準規格2.5MW預計明年推出，最大容量目標10MW，SST台達競爭優勢比別人早拿到安規
20.5kW到25kW單價有機會提升2倍，整體BBU產業趨勢，假設2026出55000櫃，滲透率30%，產值落在167億上下，2027滲透率逐漸提升 也開始採用12kw BBU產值會來到300億 年增落在240%左右
6. 台達供應商部分主要以順達及新勝利為主 5.5kW share兩家差不多
7. AWS TR3也有把備援放進去設計，這塊主要share AES，所以整體BBU市場估值還有很大空間

4. 光通訊

AI需求爆發下的光通訊升級與供應鏈機會

1. 傳輸速率快速升級(800G/1.6T/3.2T)，且升級週期明顯縮短，使架構升級速度超越供應鏈消化能力。
2. 光收發模組是以可插拔形式部署於交換器前面板；OBO為將光引擎放置於PCB板上；NPO為將光引擎放置於ABF載板上；CPO是將光引擎共封裝於Silicon Interposer上。
3. AI資料中心帶動全球光模組出貨量持續成長，且市場主流規格目前由800G主導、並朝加速朝1.6T發展，未來甚至進一步往3.2T進展。且背後並非單純出貨量增加，而是高速率滲透率持續拉高，進一步提升整體市場產值。
4. 800G仍為2026~2027年主流出貨規格，市場規模持續成長。1.6T真正的大規模放量期落在2027年，將成為重要成長動能。在規格升級帶動下，高階EML、CW Laser、DSP、PD及先進封裝測試等關鍵供應鏈價值量將同步提升，持續受惠於高速光通訊需求成長。
5. 光模組元件供應商
 - DSP(Broadcom/Marvell)
 - Driver/TIA(Marvell/Macom/Semtech)
 - EML(Lumentum/Coherent/Sumitomo/Broadcom/Mitsubshi)
 - CW Laser(EML Player/AAOI/Furukawa/聯亞/環宇-KY/全新)
 - Photo Detector(環宇-KY/Macom/穩懋/Dexerials/全新/IET-KY)
6. EML整合連續光源與調變器於同一顆晶片，製作難度高；CW Laser只負責提供連續光源，調變由PIC進行負責，因此難度降低。須留意高瓦數的CW Laser工程難度依舊很高。

2026 OFC現場前言觀察

1. Lumentum 展示 200G EML 應用於 800G/1.6T 光收發模組，顯示高速 EML 製程已逐步成熟；同時展示 400G EML 技術，作為未來 3.2T 光模組的重要基礎。此外亦展示 400mW Ultra-High Power 與 800mW Super-High Power CW Laser，可分別支援 1.6T 與 3.2T 光模組需求，並作為未來 CPO 架構中 ELS (External Light Source) 模組的關鍵核心元件。
2. 雷射的線寬是雷射品質的一大觀察重點，窄線寬頻率穩定訊號品質穩定系統穩定度優良。
3. 高功率 CW Laser 主要可透過兩種技術路徑實現：其一為直接提升雷射晶片輸出功率，目前已知僅 Lumentum 具備相關能力；其二則採用 MOPA架構，透過低功率種子雷射搭配 SOA進行功率放大。無論採用何種方案，皆需增加 InP 晶片面積與材料使用量，因此將進一步提升 InP 晶圓需求。
4. Coherent 展示的 NPO 方案採用嘉基科技的光引擎Socket，而 NTT 則採用富士康的Socket。兩者皆透過可插拔式光引擎設計，兼顧高密度光電整合與後續維運需求，藉此降低光引擎故障時的更換成本與維護複雜度。

2026 年中產業趨勢講座

5. Lumentum展示以VCSEL為核心的NPO Scale-Up Optical Interconnect 方案，瞄準AI Scale-Up網路的短距離光互連應用。VCSEL 方案具備低成本、低功耗及成熟 GaAs 供應鏈等優勢，可望成為未來 Scale-Up 光互連的重要技術路徑之一。採用「Slow-and-Wide」架構，以較低單通道速率搭配更多通道數提升總頻寬。Lumentum(1060nm、32Gbps/channel)，Coherent(850nm、100Gbps/channel)。預計將優先導入 In-Rack 或短距離 Scale-Up 場景，2028 年後有望逐步進入量產導入階段。
6. EML 與 SiPh 未來將呈現應用場景分工與共同成長的發展趨勢，而非單純的替代關係。隨著成本、功耗及高整合度需求提升，部分原屬於 200G/lane 的應用將逐步轉向 SiPh 架構；而在單通道傳輸速率持續提升的過程中，EML 憑藉較佳的訊號品質與傳輸性能，預期仍將於更高世代率先取得主導地位。
7. OCS技術路徑，Lumentum&Google採用MEMS，Coherent採用，Liquid Crystal。CPO&OCS非完全替代關係，分別負責不同層級。CPO 主要負責靠近運算節點的高速互連，例如 Rack、ToR 與 Leaf 等層級；而 OCS 則會從距離 GPU 運算節點較遠的 Spine 與 DCI 應用開始滲透。台廠則可以關注智邦與啟碁於OCS的布局。
8. Micro LED採用大量低速光源平行傳輸（Slow-and-Wide）架構，透過數百顆 Micro LED 搭配 Microlens 陣列進行光束整形與耦合，主要鎖定 7~30 公尺中短距離光互連應用，目前多以藍光 GaN Micro LED 為主。相關技術仍處於 PoC 階段，尚需克服光耦合效率、多通道串擾及系統整合等問題，距離大規模商業化仍有一段距離，但可作為未來 Scale-Up 光互連的新興技術方向持續關注。



5. 被動元件

前言大綱及基本架構、MLCC近況

1. 被動元件廣泛區分成電容、電感、電阻， $P=VI$ 是功率等於電壓乘以電流，在AI伺服器功率P成長的趨勢下，如果電壓維持穩定相同、那就會有需要更高的電流，這時需要更多的電感穩定電流的傳輸；另一方面，如果產生高電流會同步造成阻抗，讓“電壓降 IR drop”的變動加劇，所以需要更多電容來穩定電壓，電容、電感都有儲能的效用，用以穩定電源傳輸；相對於電容跟電感而言，電阻沒有儲能的作用，主要負責電流的限流、偵測、分壓等，尤其電阻增加會造成發熱跟損耗，在功率成長下電阻的數量成長就不若電容跟電感明顯。
2. 單一主板的MLCC用量方面，單一compute tray中一塊主板落在1萬2千多顆，那兩塊主板組成一個compute tray即是2萬4千顆左右，另外switch tray推測有大約5千顆的數量，單一機櫃由18個compute tray、9個switch tray組成，另外再加上上方有兩層ToR的networking tray各自大約1千顆MLCC，以及電源方面單一PSU大約8千顆MLCC，整櫃加總幾來大約是67萬6千顆MLCC，數字會隨著不同客戶ODM有不同設計而有所變動。上一代GB300的整櫃MLCC用量大約是44萬顆，而其機櫃功耗約為140KW；到了VR200變成220KW，功耗成長了約1.6倍、MLCC用量也成長了1.6倍。功耗的成長比例大致等於MLCC的用量成長的比率。
3. 以VR200主板為例，最大容值MLCC是47微法的規格，4V X6S 的MLCC是主板端最重要的配置，單一主板約1.2萬顆MLCC這顆就佔據近4千多顆，並以日系、韓系大廠為主要供應商，但就我們理解這顆仍然以村田具有最好的良率技術，三星還有其餘日系大廠較為吃力。到了22微法方面，主要4V X6S仍然以韓系、日系為主要廠商，國內國巨也做到供應，此外華新科也提供16V x7R產品；因此可知台廠在VR200主板端22微法的規格已經開始切入供應。
4. 那再往下面的規格在10微法的部分，最大量16V X7R用量到達1314顆，供應商以韓系日系廠商為主。值得注意的是，禾伸堂、國巨、華新科等亦切入了其他產品，包含6.3V、16V的x6S等等。47、22微法到現在10uF以上的MLCC數量就到了大約7千多顆，佔據了VR200主板1.2萬顆MLCC數量一半以上。大容值的MLCC在尺寸、製程都較一般MLCC困難許多，大廠需要消耗許多產能來生產這些AI產品，相較於一般MLCC、其所需產能達4~7倍。因此根據近期從下游ODM的角度觀察，22、47微法的產品供需正面臨吃緊甚至緊缺狀況。
5. 從巨觀供需角度看MLCC市場，村田的1400億顆月產能、以及三星及國巨約1000億顆月產能等等，目前日系、韓系的大廠都是滿載的狀態，國巨則是接近滿載；另一方面在需求端，我們有針對後續AI伺服器用之MLCC進行預估，在2026年需求大約是400億顆/月，預期2027年會成長至1000億顆，後年將超過2000億顆。這邊值得注意的是，在目前產能滿載情況之下，AI伺服器的MLCC用量成長成為大廠主要生產及後續擴產目標，所以我們以AI伺服器需求增加幅度與大廠擴廠的幅度來對比。目前大廠擴產節奏大致維持在5~15%，若以今年約5~10%、明年8~12%、後年15%，這樣的速度成長下去比較。然而在AI伺服器端的需求端每年是以40%以上甚至接近增倍的速度成長，再加上AI伺服器用的MLCC在製程跟體積都跟一般MLCC有差距，產能消耗達3~7倍，因此發現AI伺服器需求增加的幅度於未來3年將遠高於大廠擴產的速度。

2026 年中產業趨勢講座

6. 日韓龍頭大廠產能利用率已達滿載，尤其日韓大廠在AI伺服器用MLCC佔據較大份額，以及量產初期良率爬坡，其消耗大廠產能甚至達到了40~50%，因此看到Murata緊急投入800億資本支出擴產以支應AI伺服器的產能。然而在擴產的同時，其設備投入運作仍需約半年~一年時間導入，因此我們預期2026~2027大廠產能增加幅度在5~15%之間，相較於剛剛提及AI伺服器用MLCC的用量成長速度來說，大廠擴產的速度仍然相對落後。在日韓大廠相繼將產能聚焦在高階AI產品上，我們開始看到MLCC訂單外溢效益，部分臺廠也具備打入AI伺服器MLCC的能力，有望同步受惠；同時在MLCC面臨供需緊繃下，看到村田、三星電機持續醞釀漲價，國巨也透過交期延長方式變相提升議價權力，但同時我們也在ODM廠這邊觀察到公司透過與日商簽訂LTA，增加與國內廠商議價權，嘗試推遲漲價的時間，後續MLCC的上漲趨勢值得觀察。

鋁電容

1. 相較於MLCC，鋁質電容擁有更大體積、在容量上又更具優勢，首先是Hybrid固液混合電容成為新一代AI伺服器的主要角色，尤其在NVIDIA VR200的主板上，取代了過去以SP-CAP為主要的配置，主要是因為Hybrid在壽命、可靠度、耐電壓的角度更具優勢，包含在主板、PDB、電源端均有導入。另外在鋁電容這邊，我們也看到大廠Panasonic減少OS-CON這項鋁聚合物固態電容的規劃、將產能用於生產車用等高毛利產品，甚至調漲原舊有產品價格維持毛利表現，所以部分客戶轉單台廠如鈺邦等廠商，鈺邦也持續擴廠因應。雖然NVIDIA用Hybrid取代了許多SP-CAP的設計，但是在ASIC端這邊仍然大量採用SP-CAP，導致整體供需面臨吃緊，尤其隨2026下半年ASIC放量、日廠如Panasonic規劃漲價，那在領導廠商像Panasonic稼動率趨近滿載下，鈺邦AP-CAP產品對標Panasonic SP-CAP，公司同樣積極擴產，有望受惠此趨勢。
2. 以NVIDIA VR200為例，包含18顆 Hybrid 100微法 63V的產品，供應商包含立隆電、TDK、Nichicon等；以及31顆Hybrid 560微法 16V的產品，供應商包含Nichicon、立隆電、Panasonic。那最後靠近CPU端還有6顆Polymer 120微法 16V的產品，供應商包含Nichicon、立隆電、Capxon。這邊值得注意的是立隆電是唯一日系Nichicon之外三種鋁電容都有進入供應的廠商，尤其在部分料號為主要供應角色。
3. compute tray配電板我們也看到了大量Hybrid的配置，由於配電板從48V轉換近來，Hybrid適合這樣的電壓區間。包含在NVIDIA VR200之配電板也配置了36顆的Hybrid電容，立隆電為主要供應商。此外這次VR200客戶可以選配LPX機櫃來支援推論的端的需求，那在LPU晶片主板上我們也看到了Hybrid、Polymer的配置，同樣以立隆電、Nichicon為主要供應廠商。
4. 2026computex展會上看到的台達電 800V Hotswap Demo，上面有使用立隆的牛角電容。另外800V轉50V的hotswap也有看到立隆的Hybrid電容；2026 Computex看到NVIDIA CPU Rack板氣冷版本，上面有採用鈺邦的Vchip產品。

2026 年中產業趨勢講座

電源端台廠機會

1. AI伺服器電源用牛角電容扮演PSU功率成長重要角色，隨著單一PSU的功率從過去5.5KW到現在VR200需使用12KW、18KW，牛角電容的數量跟規格同步提升，以滿足其功率成長下的電壓及容值需求，單一顆牛角電容單價可以到10~15美元，成為廠商重要的成長動能。另外隨未來800HVDC的導入，穩定高電壓的MLCC同樣扮演重要角色，其中LLC諧振電路在PSU之AC輸入端提供電壓轉換等功能，由於其涉及頻繁的頻率切換，多採用NP0 MLCC以確保架構穩定。主因NP0 MLCC在直流偏壓、頻率變換下擁有最穩定表現。那根據我們調查，LLC諧振電路會由1個NP0 迴路及2顆TLVR組成，單一迴路須採用20~30顆NP0 MLCC，那在後續18KW PSU採用三相架構，LLC諧振電路就達到3倍，因此單一PSU的NP0用量可能達到100~200顆以上，此外電感TLVR的配置也會提升。除了NP0 MLCC，隨著HVDC滲透率提升，處理高壓之MLCC也扮演重要角色，其中穩定高壓伴隨著高容值、大體積，台廠信昌電鎖定1206以上尺寸電源端的MLCC發展，公司推出”Mega CAP MLCC”，採用堆疊製程提升容值，能滿足客戶後續在高壓大容值的需求。此外剛剛有提及電源端LLC的TLVR採用，我們也看到台廠臺慶科持續跟台達電合作開發HVDC採用的功率電感，其體積達到3*3cm，製程難度提升但價格也提升近10倍。
2. PSU、BBU配置牛角電容部分，從過去5.5KW配置約3~5顆，18KW PSU則成長到了16~18顆，後續25KW也需要20顆以上。過去5.5KW的BBU依照規格不同，配置約5~9顆的牛角電容，後續18KW BBU我們看到了16顆牛角電容的配置，並預期25KW的數量將進一步提升到18甚至20顆以上。此外剛剛前面也有提及Hybrid電容持續導入電源端設計，其跟牛角電容皆隨功率提升用量顯著增長。
3. 牛角電容上游原料「鋁箔」目前多採用兩種方向的製程，一是腐蝕製程，另一種是燒結製程，兩者差異在於燒結製程在製程技術上較困難，但是在終端擁有較高的電容值表現，目前燒結箔技術被掌握在Toyo、中國江海集團、東陽光，那根據我們了解，目前仍以日系廠商技術領先，其燒結箔便提供日本如Chemi-Con、Nichicon等大廠生產AI用牛角電容。然近期隨電源廠隨AI伺服器放量帶動Power shelf出貨，牛角電容拉貨強勁，根據我們調查，NVIDIA VR200之PSU牛角電容均採用日商燒結箔原料製作，然燒結箔廠商Toyo產能面臨緊缺，三大廠牛角電容產能受限，台達電因此開始導入中系廠商AIC，另一方面光寶科則以TDK、AIC、法拉為主要供應廠，並導入台廠金山電產品以滿足客戶需求，後續持續驗證立隆電產品。
4. 以潛在供需緊缺、潛在供需吃緊、交期延長三種程度作為區分。首先我們認為面臨潛在供需緊缺的，就是供需兩端皆面臨到考驗的狀況，例如AI伺服器用牛角電容，在供給端面臨燒結箔原料受限、在需求端隨電源廠拉貨強勁，數量規格都同步增長，整體供需情形是我們後續觀察重點；另外高容值的MLCC如同47微法、22微法MLCC，在製程上較一般MLCC困難，面臨量產初期良率爬坡，在供給端消耗大廠產能顯著，需求端又受AI伺服器拉貨，大容值MLCC滲透率提升，整體供需面臨緊缺；最後包含SP-CAP在供給端Panasonic產能利用率趨近滿載，需求端受ASIC等廠商拉貨強勁，整體供需同步面臨緊缺，因此我們看到ODM廠商規劃導入second source因應，以滿足客戶需求。另外在潛在供需吃緊上，我們看到Hybrid電容在NVIDIA VR200成為主流規格配置，並預期CSP將以此為標準，擴大導入後續包含GPU、ASIC設計；鉭質電容則面臨供給受限、成本上升，包含KEMET、Panasonic、Vishay等廠商於2026Q2~Q3漲價因應，以及Polymer電容隨Panasonic減產OSCON產品，我們看到下游ODM採用1家日系、2家台廠的供給策略因應，台系鋁質電容廠商有望受惠轉單。最後電感則受惠AI伺服器功率成長、整體用量增加，但目前供需情況未達吃緊，我們後面會持續觀察後續包含主板TLVR、電源端導入三相架構的成長機會，另外電阻端我們也同步看到交期延長情形，那下游ODM廠商目前針對電感電阻採取風險拉貨因應，提前準備AI伺服器量產爬坡的需求。

6. 功率元件

Nexperia轉單效益持續發酵

1. Nexperia被迫退出市場，Nexperia事件延燒至今，廠商多以庫存支應，或在現貨市場掃料，維持產線運作，目前供應鏈庫存，包括廠商、通路端、現貨市場，都已經降到相對偏低的水位，替代料也陸續完成Hot Run驗證，轉單效應逐步開始發酵。
2. Nexperia一年營收規模約750億美元，約350億美元為國內市場、約400億美元為國際市場。Nexperia產品在國際市場的訂單往國際大廠以及台系功率廠商流出去，主要由達爾(Diodes)分到約150億美元、onsemi分到約100億美元，剩下的由其他功率半導體廠商瓜分。
3. 近期歐盟針對全球功率半導體元件排名第八揚杰科技，由於公司與俄羅斯之間的軍事相關的銷貨關係，將其列入對俄制裁名單，不少PCNB與電源供應鏈廠商，開始被終端客戶要求，立即替換掉Bom裡的揚杰物料，歐美客戶對供應鏈來源與地緣政治風險的要求持續提高。
4. 根據我們的研調，在英飛凌資料中新AI產品線已經是供不應求的情況下，持續將產品轉做SiC，已經開始退出DRMOS的生產，也考察到相關的訂單流向ONSEMI，ONSEMI在產能有限的情況下，會以較高毛利的DRMOS優先生產出貨，並將原先分到的100E訂單會再流出來給Diodes以及其他的台系功率元件廠商去分食。
5. 與Nexperia產品重疊度較高的產品線，已開始出現價格調漲趨勢。例如德微於今年初針對全產品線調整產品報價，台半也正式於4月份開始，針對部分重疊性較高的產品線調升售價。
6. 從ESD、TVS、小訊號產品到二極體等領域，都可以觀察到價格上漲與供給趨緊的現象，從各家台系功率元件廠商的產品組合來看，在Nexperia事件所帶來的轉單效應，各家公司與Nexperia產品的重疊程度存在些許差異，台半與強茂在TVS、二極體以及小訊號MOSFET等產品線，與Nexperia的產品重疊性較高，較容易直接受惠於客戶的替代需求，德微則是在TVS與二極體產品的營收占比較高，近年也持續透過擴充晶圓製造與封裝能力，強化相關產品布局，且擁有母公司Diodes來承接轉單的優勢。

PSU功耗提升的架構改變

1. 隨著Rubin架構平台的推出，PSU規格也將從目前的5kW、8kW，逐步提升至未來18kW等級，整體電源拓撲開始朝向三相架構發展，電路數量將較傳統單相設計增加三倍，使整體SiC與GaN MOSFET的使用數量同步大幅提升。
2. Infineon 3kW PSU：由1組PFC與1組LLC組成，其中包含2顆650V SiC MOSFET、4顆Superjunction MOSFET，以及4顆80V中壓Si MOS。
3. Infineon 8kW PSU：當PSU進一步升級至8kW，整體架構開始出現明顯改變，英飛凌8kW PSU採用3組PFC搭配2組LLC架構，包含左半邊由12顆650V SiC MOSFET組成的PFC、右半邊由8顆650V GaN、64顆60V中壓Si MOS的組成的LLC、以及中間連接PFC以及LLC週邊配置的5顆600V高壓Si MOS、2顆650V SiC Diode、2顆Superjunction MOSFET，以及最外側oring 輸出電路的10顆80V中壓Si MOS。
4. Infineon 12kW PSU：12kW PSU雖然同樣採用3組PFC搭配2組LLC架構，我們搭配實體的PSU架構圖來看，左半邊PFC的650V SiC MOSFET同樣為12顆、右半邊LLC的650V GaN以及100V GaN分別增加至8顆以及96顆、中間連接PFC以及LLC週邊配置為4顆650V SiC MOSFET以及3顆600V高壓Si MOS，以及最外側oring 輸出電路的10顆80V中壓Si MOS。

2026 年中產業趨勢講座

5. PSU規格升級的表格，隨著AI伺服器功耗持續提升，整體SiC、GaN以及中低壓MOSFET的規格與使用數量，都呈現明顯增加的趨勢，當PSU逐步走向更高瓦數架構時，隨著高功率PSU並聯數量持續增加，除了PFC與LLC電路數量增加外，也開始導入保護電路的Oring電路，避免其中一組電源異常時，電流回灌至其他正常運作的PSU，Oring電路大多是由80V的中低壓MOSFET所組成，而台系供應鏈在中低壓MOSFET領域，將有望持續切入更多PSU端的應用。

800V HVDC 架構推升功率元件需求以及台系供應鏈概況。

1. 解析完PSU端那麼我們進一步走到機櫃端的功率元件用量，由傳統伺服器走向AI伺服器，AI 伺服器機櫃走向更高單位功率密度，單一個機櫃裡面的 SiC / GaN / MOSFET 這類功率半導體的產值，以每kw來計算 每提升1kw 約帶動功率元件的產值提升約175 美元。
2. 在800V HVDC供電架構下，現階段主流先以800V直流電形式進入Power Rack，再進一步降壓成50V直流電，細部的從PSU端走到晶片端，首先是第一階段800轉50V DC-DC Converter，第二階段Compute Tray中的配電板會配置 50轉12V/6V DC-DC Converter，而在整個降壓、配電與穩壓過程中，需要大量功率元件進行整流、電壓調整、穩壓與保護等功能，再過來是走到晶片端的DrMOS。
3. 相較於既有PC與消費性GPU的應用，AI伺服器在電源設計上對低電壓高電流的要求，單一運算晶片所需電流大幅增加。需要採用更多相電源架構，對空間利用率、供電效率與穩定度要求極高的情況下，同時兼顧低損耗，具備高整合度的DrMOS將成為關鍵元件，圖上可以看到單一可以支援到1300W的晶片用電的供電模組擁有8組的四相DRMOS模組，一共32顆DrMOS。
4. 隨著晶片功耗的提升，DRMOS的用量由原先的700W配置約20顆Dr MOS，1300W配置32顆 Dr MOS，未來提升至1800W甚至更高，配置的Dr MOS將大幅提升至50顆以上。
5. 呼應到先前的Infineon、Texas Instruments、On Semi...等等國外大廠因應AI資料中心需求快速成長，需投入資金進行產能擴充，以及MPS提到功率密度的提升的關係，公司將未來的產能規劃由原先的40億提升至60億。
6. 相關台系ODM廠觀察到，以前偏好使用國外的高階產品，受到國外IDM廠的外溢效應下，富鼎、力智...等等MOS PMIC本土廠商已逐漸成為Infineon、On Semi...等等國外大廠的第二供應商地位，甚至開始往更低階的台系廠商博盛尋求替代料的可能性。
7. 台達展出新一代固態變壓器SST 可直接將2.5MW的AC透過SST直接降壓至伺服器用的800V DC，而這個SST是由MV FUSE control box、MV Converter、MV SiC模組所組成。
8. 現階階與Infineon合作，單一SST需要大量的SiC模組堆疊串聯，在供電架構的持續推進 SST，這種直接將超高電壓直接降壓成伺服器用的800V直流電會是未來發展的趨勢，Infineon為了因應AI資料中心需求快速成長，逐步將既有產線轉往高階伺服器的出貨生產，藉此改善AI相關產品供不應求的狀況，策略性的減少DRMOS、中低壓 Power MOSFET、小訊號 MOSFET、二極體等成熟產品的供給。
9. PMIC在未來晶片功耗提升，為了滿足晶片用片DrMOS導入比例勢必會持續增加，目前國外IDM廠商受到AI需求快速成長，產能已逐漸吃緊、交期持續拉長，未來不排除導入台系 DrMOS廠商作為替代供應來源，現階段台系供應鏈中，僅立錡與力智已推出相關DrMOS產品；而茂達與矽力-KY則屬於後進者，目前仍處於產品開發與驗證階段。
10. MOSFET：Infineon往SST這種未來趨勢的展品持續發展，受到AI伺服器需求排擠，成熟產品線已經開始轉單出去。台系Power MOSFET廠商富鼎，目前已有多項產品料號可對標Infineon的產品，已具備切入AI伺服器電源供應鏈的機會。

2026 年中產業趨勢講座

11. Diodes：Nexperia事件以及揚杰禁令的催化下，也進一步加速功率元件供應鏈重組，台半與強茂因具備自有晶圓與封裝產能，在轉單效應下，各家廠商持續擴大供貨能力，透過Nexperia既有的客戶進一步切入伺服器用MOSFET市場，德微則近年持續擴充TVS相關產能，並透過母公司Diodes的全球客戶資源與供應鏈體系，斬獲了不少轉單以及切入國際客戶與伺服器相關應用市場。

