METROFINANCE.BIZ

超越先進製程與先進封裝：AI 時代的半導體下半場（上）

28-10-2026



作為一名在院校教授半導體、AI 和金融理財課程的講者，在參考本地的資訊報導時，發現一個有趣的現象：每當談論半導體時，大眾的關注點往往集中在產品達到多少納米、先進封裝技術和最先進的製程（如 2 納米、1.4 納米）的量產時間表。

無可否認，自英特爾共同創辦人摩爾（Gordon Moore）提出「摩爾定律」以來，晶片大約每 18 至 24 個月效能翻倍、成本減半的規律，成為過去數十年推動晶片世代進步的定律。而近年崛起的先進封裝技術，則是以「堆疊」的形式延續摩爾定律，加快晶片整體效能並控制整體成本。因此，持續緊盯先進製程的進度與先進封裝的發展，確實是必須且重要的。

但在 AI 時代，除了追求對極致性能與產能外，我們更需要留意的是極致速度背後的代價- 散熱瓶頸與訊號延遲。 業界若不妥善處理高熱及其熱膨脹所引發的翹曲（Warpage）問題，產品的功耗與溫度將呈指數級急升，極端情況下會導致價值不菲的資料中心機櫃與晶片在運作時報廢。

半導體的下一場革命，在晶片微縮和封裝技術以外，光電結合、材料極限、電力配送與頂層架構等方面亦需要全面重構。由於篇幅所限，先探討前三項大趨勢。

一、共同封裝光學（CPO）與矽光子：打破頻寬的「銅牆鐵壁」

在當今的超級 AI 叢集裏，GPU 的運算速度年年翻倍，但資料在晶片之間、機櫃之間傳輸時，傳統的「銅導線」卻面臨嚴重的訊號衰減、發熱與高功耗問題。這就像一條高速公路上擠滿了法拉利，卻全部卡在狹窄的收費站。

業界對此給出的終極解方是「光進銅退」。利用共同封裝光學（Co-Packaged Optics，即 CPO）技術，將電訊號的傳輸距離縮短至極致。由於光的傳輸頻寬與速度遠超傳統電訊號，功耗亦大幅降低，因此台積電和英特爾等公司都用相關的矽光子（Silicon Photonics）和封裝技術，將電子晶片（EIC）與光子晶片（PIC）垂直堆疊，完美解決了光電整合所帶來的連接、耗電和散熱挑戰。。在可見的未來，相關技術仍將是市場焦點。

二、玻璃基板（Glass Core）：基板材質的世紀大交替

訊號傳輸以外，當晶片尺寸越做越大、整合的小晶片（Chiplet）越來越多，傳統有機基板（如 ABF 載板）在面對超大型 AI 處理器時，開始因熱膨脹係數不匹配而產生嚴重的翹曲（Warpage）問題。若問題持續，最終晶片會因基板問題而難以應用。

玻璃基板（Glass Substrate）技術，正是問題其中一個熱門解決方向。由於玻璃擁有極佳的平整度、優異的熱穩定性與光學性能，可透過 TGV（Through-Glass Via）技術實現更高效的立體互連。雖然玻璃基板仍處於早期發展階段，且量產不易，但其潛在市場巨大，是未來的大趨勢。

三、背面供電與微流道：晶片內部的交通與水利工程

而單獨在晶片內部結構觀察，當製程微縮至 2 納米甚至更前沿的埃米（Angstrom）世代時，晶片內部的傳統佈線將電源線與訊號線全擠在晶片的一面，導致嚴重的訊號干擾與電壓降（IR Drop），大大限制了晶片效能的極限。

對此，業界的解方是：

- 背面供電技術（Backside Power Delivery Network）：將整個電源網路移至晶片背面，騰出正面空間給高速訊號線，大幅提升效能並降低動態壓降。例如台積電「超級電軌」（Super Power Rail, SPR）和英特爾的 PowerVia 技術，都有異曲同工之妙。

- 微流道（Microfluidics）散熱：目前 AI 資料中心機櫃散熱上，業界廣泛採用液冷（Liquid Cooling）方式散熱。但隨着功耗持續上升，單靠現有液冷方案未必足夠，所以工程師開始嘗試在晶片內部直接蝕刻出新通道，讓冷卻液在“堵車時”更快地找到新通道流過晶片心臟。這個「微流道」技術，被視為作為解決散熱問題的新方向。

結語

今日先談到這裡。在下篇中，我們將繼續探討半導體企業在 AI 時代真正制霸未來的其餘關鍵——生態系，以及 DTCO（Design Technology Co-optimization）與 STCO（System Technology Co-optimization）的內容。

(本文純屬作者個人見解，並不代表所屬公司和香港特許金融分析師學會立場)

林子峰 (Arthur Lam)　　CFA 聯盟



林子峰 (Arthur Lam, CFA, CFP)，在財富管理行業有十多年實務經驗，現職王道家族辦公室業務發展總監、香港特許金融分析師學會（CFA Society Hong Kong）投資者教育小組委員會委員、大學外展委員會委員、香港財務策劃師學會 (IFPHK) 董事會成員、審核及合規委員會委員及青年財策師小組聯席主席。Arthur 擁有香港大學法學碩士（LLM，公司法與金融法）學位，專注金融產業政策和法規，就保監局（IA）、證監會（SFC）、積金局（MPFA）諮詢文件作研究和回覆，並為認可家事調解員和正進行筆跡專家課程。他是香港史上首批「董浩雲獎學金」兩位全額得主之一，遠赴「海上學府」(Semester at Sea) 環遊世界，以一級榮譽畢業。

作為滙萃培訓副總監、大專和職訓局兼任講師，他負責營運和課程設計。主要任教金融法規、財務策劃、跨代財富傳承和半導體+AI 課程，以及和院校及再培訓局開發理財課程，致力提升業界培訓質素。作為政府諮詢委

員，他就公民及財務教育建言，并曾參與前海管理局政策座談等。憑藉跨領域背景及業界參與，Arthur 分別獲學校和一眾社會賢達提名為傑出校友及選為「大灣區青年領袖 2025」。

關於「CFA 聯盟」

「CFA 聯盟」是由《CFA 指揮室》過往逾十年以來的節目嘉賓組成。《CFA 指揮室》是由香港特許金融分析師學會（CFA Society Hong Kong）與新城財經台共同策劃的投資者教育計劃，通過訪問金融業及商界的專業人士，提升大眾對業界和各類投資的認識。

*作者的言論純屬個人意見，並不代表本會立場。內容只供參考及作教育用途，並非投資意見，亦非對任何產品或服務的建議、認許或推介。

CFA Society Hong Kong

文章由 香港特許金融分析師學會 CFA Society Hong Kong 協助提供