

零組件

2025年12月號 Vol. 409

雜誌

品牌  
與應用  
大調查

MCU



現在就加入

# CTIMES 頻道會員

每月只要NT\$200元

## 頻道會員獨享：

- ✓ 完整東西講座影片
- ✓ 每月至少2場講座內容
- ✓ 專屬的採訪與展示片段

## CTIMES頻道特色：

- ✓ 深度的科技產業內容
- ✓ B2B為主的目標客群
- ✓ 聚焦電子科技與自動化科技

我要加入！

點擊或掃描QRcode





# 具高效能類比周邊的高性價比 PIC32A 微控制器

## 支援具進階功能的複雜通用應用

透過高效能的 32 位元 PIC32A MCU 系列，提升您的嵌入式設計。這些微控制器配備 200 MHz 的處理器，於通用與資料密集型應用中表現優異。內建雙精度浮點運算單元，特別適合進行大量數學運算的任務。專為智慧邊緣感測與控制而設計，整合的高速類比周邊可減少外部元件，從而降低系統成本。此系列亦針對安全關鍵應用打造，提供先進的安全與防護功能，適用於連網醫療、消費性電子、工業與車用等應用領域。

### 主要特點

- 32 位元 CPU，效能達 200 MHz
- 支援單/雙精度 64 位元浮點運算單元 (FPU) 協同處理器
- 兩組 40 Msps 高速 12 位元 ADC (轉換延遲僅 25 ns)
- 三組 5 ns 類比比較器
- 三組 100 MHz 運算放大器
- 安全開機與不可變的信任根 (Immutable Root of Trust)
- 支援符合 ISO 26262 與 IEC 61508 標準的功能
- 通過 AEC-Q100 Grade 1 (125°C) 車規等級認證

探索 PIC32A MCU 系列的全部潛力。請造訪我們的網站以了解更多資訊並索取產品樣品。

### 聯繫信息

Microchip 台灣分公司  
電郵：[rtc.taipei@microchip.com](mailto:rtc.taipei@microchip.com)  
聯絡電話：  
• 新竹 (03) 577-8366

技術支援專線：0800-717-718  
• 高雄 (07) 213-7830     • 台北 (02) 2508-8600



[microchip.com/Ctimes-PIC32A](http://microchip.com/Ctimes-PIC32A)



Microchip 的名稱和徽標組合及 Microchip 徽標  
司為 Microchip Technology Incorporated  
在美國和其他國家或地區的註冊商標。  
在此提及的所有其他商標均為各持公司所有。  
© 2025 Microchip Technology Inc. 及其子公司。  
保留其版權及所有權利。

# 目錄一

## 編輯室報告

7 笑看MCU

## 矽島論壇

8 在氣候變遷的挑戰中  
以科技打造韌性價值鏈  
王怡方、洪春暉

## 新聞分析

10 解讀AI熱潮是否  
即將走向泡沫？

王岫晨

11 CSP自研晶片  
催生AI供應鏈重塑

陳念舜

## 產業觀察

12 曲線技術：推動邏輯技術變革  
的技術

imec



## 封面故事

### MCU品牌與應用大調查 MCU市場新賽局起跑！

籃貫銘 p.20

個人健康數據不再由醫院掌握，而是透過智慧穿戴裝置、遠距監測系統與行動應用程式，持續收集、分析並轉化為可行的健康建議。



MCU專案六大供應商排名 p.26  
暨競爭力分析  
籃貫銘

MCU競爭格局的  
深度解析 p.32  
籃貫銘



關鍵技術報告 p.64  
MPLAB MINDI模擬器  
快速實現電路設計巧思  
曾清城



本期明信片 (訂閱獨享)  
MCU品牌與應用大調查

它們將自己編織進日常生活的結構中，直到讓人們無法分辨彼此。

# 全球貿易重組

## 區域經濟新商機市調報告

掌握全球「新飛雁」商機，贏在區域經濟的風口浪尖！



近年供應鏈移轉趨勢  
促使各區域市場獲得新的  
發展動能，加上全球保護主義  
再起，地緣政治風險持續升溫下，  
多重角力將全面改寫  
全球經貿版圖。

方案說明：單本原價 NT.500 元，單本新春享 8 折優惠

一次購入全套 6 本原價 NT3,000 元 超優惠價 NT.2,000 元

市調名稱	價格
□全球貿易重組 - 區域經濟新商機（東協上篇 - 泰、馬、寮、緬）	500 元
□全球貿易重組 - 區域經濟新商機（東協下篇 - 越、印尼、東）	500 元
□全球貿易重組 - 區域經濟新商機（印度篇）	500 元
□全球貿易重組 - 區域經濟新商機（美南墨北篇 - 美國、墨西哥）	500 元
□全球貿易重組 - 區域經濟新商機（拉美篇 - 巴西、哥倫比亞）	500 元
□俄烏戰爭下歐洲市場的經貿轉變（烏克蘭、波蘭、德國、保加利亞）	500 元
□購買全套 6 本	3,000 元 超優惠價 2,000 元
□購買全套與 經貿透視雙周刊（一年期，紙本及電子方案）	3,000 元

讀者服務專線：(02) 2725-5200 轉 2263 周一至周五 9:00-17:30 主辦單位  經濟部國際貿易署 International Trade Administration 執行單位  中華民國對外貿易發展協會 TAITRA 傳真電話：(02) 2725-1319 客服專線：0800-010-800 客服信箱：trade@taitra.org.tw

注意事項

市調報告預計於 12 月底前陸續出刊。實際出刊日期，以外貿協會貿協書廊發布為準。



立即訂閱

# 目錄二

## 東西講座

40 實踐智慧服務的下一步

Ai3 人工智能公司董事長 張榮貴

陳復霞

43 PHM的多元應用策略

機智雲股份有限公司研發長 許驥

陳復霞

46 新創者拓荒，生態系稱王

CTIMES副總編輯 籃貫銘

籃貫銘

48 固態電池引爆新世代能源競爭

零組件雜誌資深編輯 王岫晨

王岫晨

## 專題報導

50 SOIC引領後摩爾定律時代

王岫晨

56 毫米波通訊之路的關鍵與挑戰

王岫晨

## 關鍵技術報告

68 全頻段GNSS的高精度定位應用

王岫晨

71 20GHZ直接採樣：一體式奈奎斯特  
時間交錯和方案比較

Ian Beavers、Peter Delos、Brian Reggiannini、  
Connor Bryant

81 AI PC助力從邊界防線到智慧防禦

廖仁祥

零組件  
雜誌

Founded in 1991

社長 黃俊義 Wills Huang

編輯部/

副總編輯 籃貫銘 Korbin Lan

資深編輯 王岫晨 Steven Wang

陳復霞 Fuhsia Chen

陳念舜 Russell Chen

產業服務部/

主任 翁家騏 Amy Weng

執行專員 劉家靖 Jason Liu

發行部/

主任 孫桂芬 K.F. Sun

資訊管理部/

專員 何宗儒 Dave Ho

會計 林寶貴 Linda Lin

發行人/ 黃俊隆

遠播資訊股份有限公司

台北市大同區承德路三段287-2號

電話：(02) 2585-5526

社群服務/



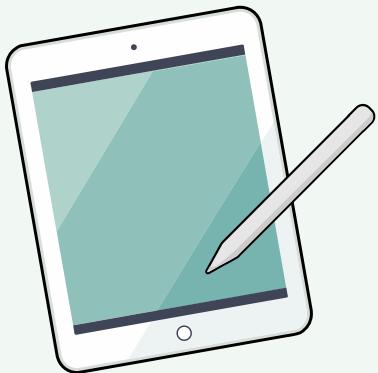
粉絲專頁



影音頻道



新聞信箱



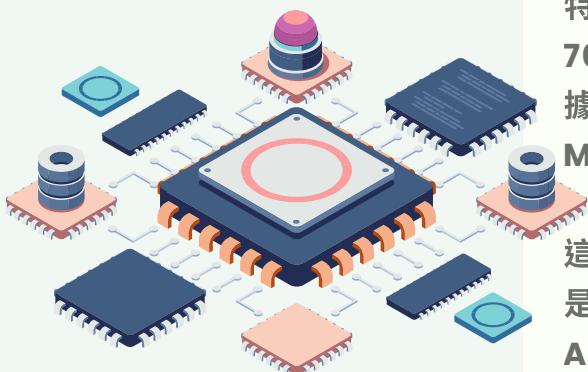
# 笑看MCU

每年到了 MCU 品牌暨應用大調查出爐的時候，整個產業界彷彿都會自動進入「觀測資深工程師集體意志」的儀式模式。畢竟這群工程師平均年資十年以上一一換句話說，他們在開發版上踩過的坑，大概比許多人吃過的早午餐還多。而今年的票選結果，也再次證實一件事：如果想預測未來 MCU 市場往哪裡走，看工程師們皺什麼眉就知道了。

首先，今年最具戲劇張力的轉變，大概就是「硬體荒」正式退場，「軟體崩潰」華麗登場。從前大家最大的痛苦是晶片買不到；現在晶片買得到了，卻換成範例程式跑不起來、SDK 版本不一致、IDE 介面像時光機。工程師們一邊怒敲鍵盤、一邊在票選中用行動投下：「廠商技術支援不足」與「開發工具生態不成熟」的抗議票。這不是抱怨，這是趨勢。開發者體驗，已經成為整個 MCU 行業的必修課。

而今年的投票族群更是相當有意思—有七成是年資 10 年以上的資深工程師，其中超過一半更達 15 年。這意味著，這份調查不是「情緒性留言」，而是一群看過市場寒冬與榮景、經歷過 IDE 變三次名字、也見證過 RISC-V 從「你是誰」變成「要不要考慮一下」的工程師們，經驗累積後的共識。

特別是 AI，今年正式從「加分項」變成「關鍵規格」。有 70% 的工程師認為未來專案會將 Edge AI 列為核心選型依據。這句話如果翻譯成廠商語言，就是：「少了 AI，你的 MCU 明年可能會寂寞。」



這也是為什麼，本期雜誌特別以 MCU 調查為封面故事。不是因為 MCU 是萬年不敗的老題材，而是因為它正處於被 AI、工控、車電、IoT 四大巨流同時拉扯、同時重塑的關鍵時刻。品牌順位固然重要，但更重要的，是從工程師的偏好、抱怨、選擇與期待中，看見下一輪的產業洗牌。



洪春暉  
資策會產業情報  
研究所(MIC)所長

chrishung@micmail.iii.org.tw

## 在氣候變遷的挑戰中 以科技打造韌性價值鏈

本文為王怡方、洪春暉共同執筆  
王怡方為資策會MIC資深產業分析師

2024年已確認為有紀錄以來最熱的一年，熱浪、極端降雨與乾旱情況同步加劇，全球氣候衝擊正從單一事件走向系統性風險。世界氣象組織（WMO）亦表明全球均溫創歷史新高，極端天氣造成的經濟與社會影響不斷放大。世界經濟論壇（WEF）提及2030~2035年全球溫度可能將較工業化前高出1.5°C。

至於政府間氣候變遷專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）在其AR6（Sixth Assessment Report）報告提及，即使升溫幅度控制在

1.5°C以內，極端氣候事件的發生頻率與強度仍將顯著增加，對基礎設施、產業與社會造成衝擊。此意味著全球僅依賴溫室氣體減量已不足以避免風險，企業必須開始將氣候調適（adaptation）議題納入策略考量。

瑞士再保險（Swiss Re）公司預估，2025年極端氣候造成的全球保險理賠損失將達1,450億美元，WEF則進一步指出，氣候事件對企業而言，不僅衝擊到供應鏈物流體系，而是影響整體價值鏈生態，包括研發、設計、採購、生產



、物流、銷售與售後服務，若各環節缺乏彈性，最終將影響企業整體競爭力。

在氣候變遷衝擊下，企業面對的挑戰已不僅是單一工廠或物流節點的停擺，而是涵蓋整體價值鏈的「系統脆弱性」。其課題主要包含三項：

**一、價值鏈活動風險外溢**：即使企業在生產端具備氣候調適能力，但若在採購端的原料來源（例如稀有金屬）、銷售或售後服務等其他環節受災，都可能影響企業的產品交付與營收。

**二、價值鏈資訊透明度不足**：許多企業雖已進行氣候風險盤點，但往往僅聚焦內部的自有資產，對於外部的第二階或第三階供應商、物流等缺乏透明度，使得風險無法在價值鏈上被及早發現與預警。

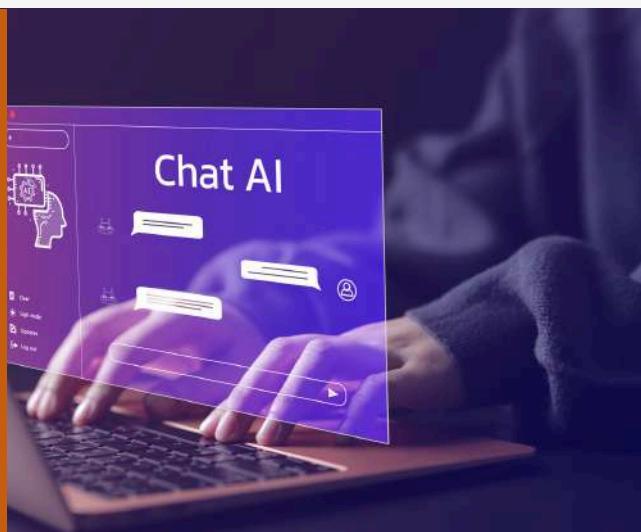
**三、投資與技術落差**：現有金融工具與政策難以讓企業籌措到長期韌性化的資金，尤其是中小企業缺乏技術與資源，導致整體價值鏈在面對氣候衝擊時仍存在薄弱環節。

氣候調適必須成為企業氣候策略的核心，並且不能僅限於價值鏈中的單一活動，而要將研發、採購、生產、銷售與服務等環節一併納入。適應氣候變遷的企業韌性價值鏈，可透過「資料洞察—影響評估—敏捷調適」三個核心步驟串聯價值鏈上下游，並運用科技力量提升價值鏈韌性。

企業可透過數位分身、AI預測與情境模擬等技術，提前規劃各種氣候衝擊下調度方案，以降低營運中斷風險。當極端氣候事件發生，企業可善用智慧化、數位化的能源與金融工具，確保即時調適能力，方能於受衝擊時快速復原、維持服務與產品交付。

在極端氣候常態化的時代，企業價值鏈能否承受衝擊並迅速復原，將成為維持競爭力的關鍵。科技的導入不僅降低企業氣候風險，更可將氣候不確定性轉為未來競爭優勢。而提升價值鏈韌性，可協助企業面對國際永續要求，更是影響企業能否在全球市場中持續成長與領先的重要課題。■

# 從資本狂飆到債務堆疊 解讀AI熱潮是否 即將走向泡沫？



今年以來，AI 概念股在全球股市上演「雲霄飛車」：原本被視為 AI 核心受益者的 NVIDIA 市值一度衝上 5 兆美元新高，隨後又在競爭與獲利疑慮下大幅回落，引發市場對「AI 是否正走向一場新泡沫」的討論。

2025 年全球與 AI 相關的資本支出預估已從原本約 2,500 億美元，一路上修到超過 4,050 億美元，且到 2027 年整體 AI 資本支出可能攀升至 6,000 億美元。其中大宗用在建置 AI 資料中心、採購高階 GPU、升級電力與冷卻基礎設施。

這已不只是科技股估值的問題，而是 AI 投資浪潮正在改寫整個投資等級公司債市場結構—預估到 2030 年 AI 相關債務可能占美國投資等級債超過兩成。一旦未來現金流不如預期，風險將不僅是科技股價格修正，而可能演變為信評壓力與信用利差急劇擴大。

NVIDIA 執行長黃仁勳多次公開表示這不是短暫風潮，而是一場「超級電腦革命」，全球運算架構正從傳統 CPU 資料中心，轉向以 GPU／加速運算為核心的新時代。他認為，目前的高額投資，是為了重建世界的運算基礎設施，實際需求來自企業與產業數位轉型，而非單純的市場炒作。

多家研究機構指出，目前約七成 AI 資料中心算力仍集中在「訓練」階段，真正可以廣泛落地、穩定創造營收的推論與企業應用，尚在起步。預估要到 2029 年左右，資源分配才會逐步反轉，以推論與實際應用為主。

在這樣的框架下，「AI 泡沫」恐怕無法簡單用是與否來回答，而更像是一場正在進行中的壓力測試—測試的不只是技術，更是整個金融體系與實體經濟，能否承受這場 trillion-dollar 級別的 AI 豪賭。(王岫晨)



## Gemini 3.0投石激起千層浪 CSP自研晶片 催生AI供應鏈重塑

近期因為Google挾自研晶片TPU推出的Gemini 3.0模型如投石入水，為AI浪潮再激波瀾。除了有助於終端活躍用戶嘗鮮創作之外，或將重塑AI晶片封裝、伺服器等上下游供應鏈。

至於最終會加速這波由NVIDIA、Open AI引領的GPU投資泡沫破滅，或是因CSP業者自研ASIC而催生另一波AI基礎建設高潮，也成為2026年科技業關注焦點。

根據調查，目前已有CSP業者開始考量從CoWoS、CoWoP、CoPoS方案，轉向積極與Intel接洽導入EMIB技術。

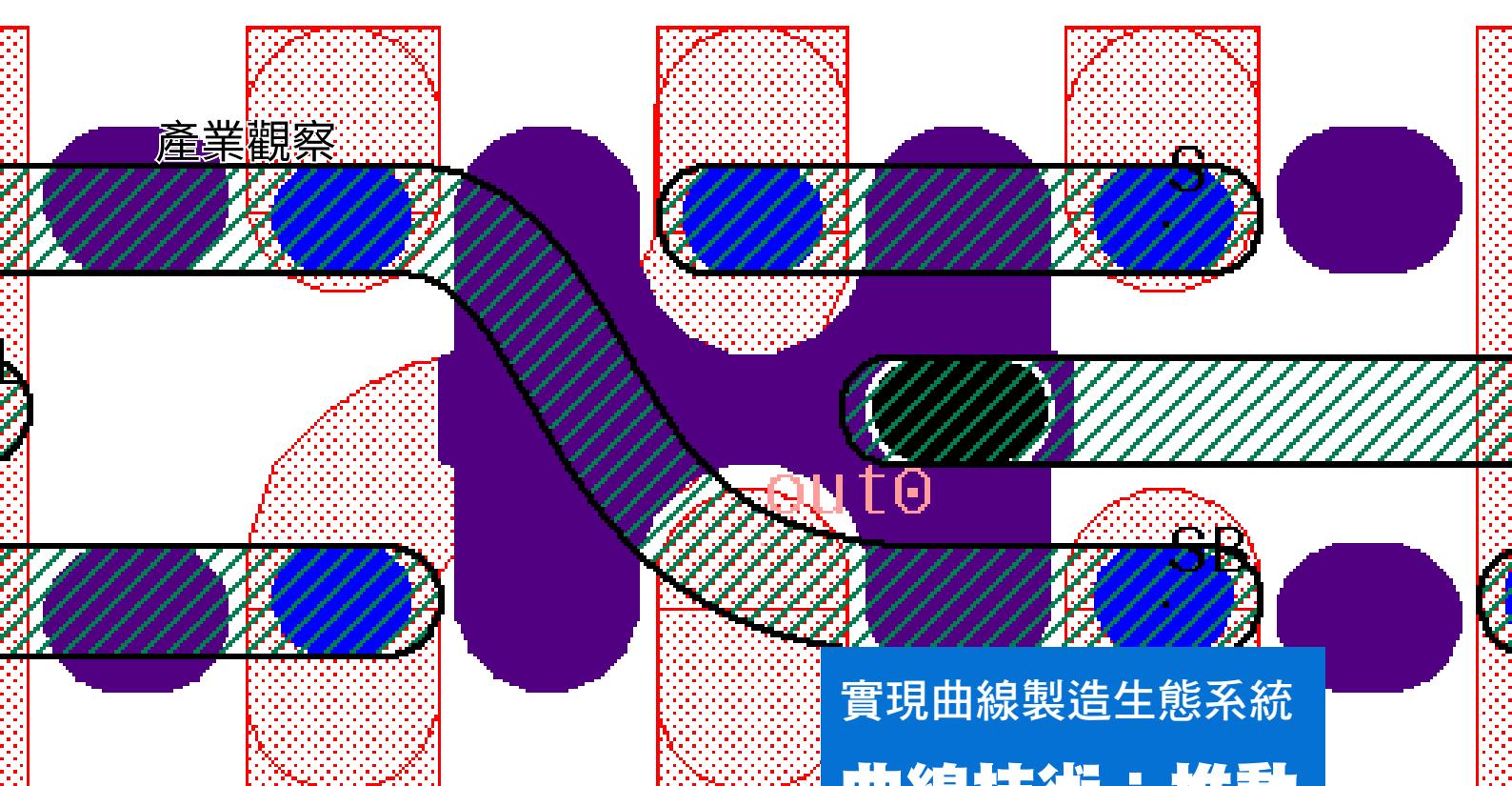
包含Google決議在2027年TPUv9導入EMIB試用，Meta亦積極評估規劃用於其MTIA產品，有望為IFS業務帶來重大進展，後續將影響晶圓廠與封裝廠間的競合和隨之配合的供應鏈。

且因AI模型規模持續擴張，機櫃系統的功耗隨之飆升，迫使CSP必須尋求供電架構轉型，液冷伺服器成主流。

預期2026年市場競爭更趨白熱化，大致可分為3大陣營：首先是NVIDIA、AMD主導的GPU AI市場，將以整櫃式方案主打雲端客戶。其次是北美Google、AWS、Meta等CSP業者，更積極布建自研ASIC，以追求更具成本效益的AI方案。

最該留意的是，因中國大陸致力邁向AI晶片自主化，包含ByteDance、Baidu、Alibaba、Tencent等雲端業者加速自研ASIC；以及Huawei、Cambricon等供應商持續投入市場。

在NVIDIA高階GPU仍缺席大陸市場的前提下，會否成為讓天平傾斜的砝碼，或是壓垮駱駝的最後一根稻草？  
(陳念舜)



為先進邏輯應用來製造晶片首先要設計電路。這套流程在不同層面進行：從電晶體到標準單元與佈局佈線，最後是系統設計層面。接著把形成電路設計佈局的那些圖形寫入光罩上。目前是透過運用電子束的光罩製作工具來做到這點，例如可變形電子束（variable shaped beam）光罩寫入機和多波束光罩寫入機（multi-beam mask writer）。下一步，在微影曝光步驟，光罩上的圖形經過微縮，然後投影到目標晶圓最上方的光阻層。光阻顯影後，利用先進的圖形化和蝕刻技術，進一步將完成印刷的圖形轉移到基板下方的那些元件層。

實現曲線製造生態系統

## 曲線技術：推動邏輯技術變革的技術

文／imec

將曲線幾何導入先進邏輯晶片製造的設計可望改良晶片的電氣性能，同時在轉換到下一個技術節點時減少成本和面積。imec開發了一套用來實現曲線設計的解決方案，並推動建立完整的製造生態系統。

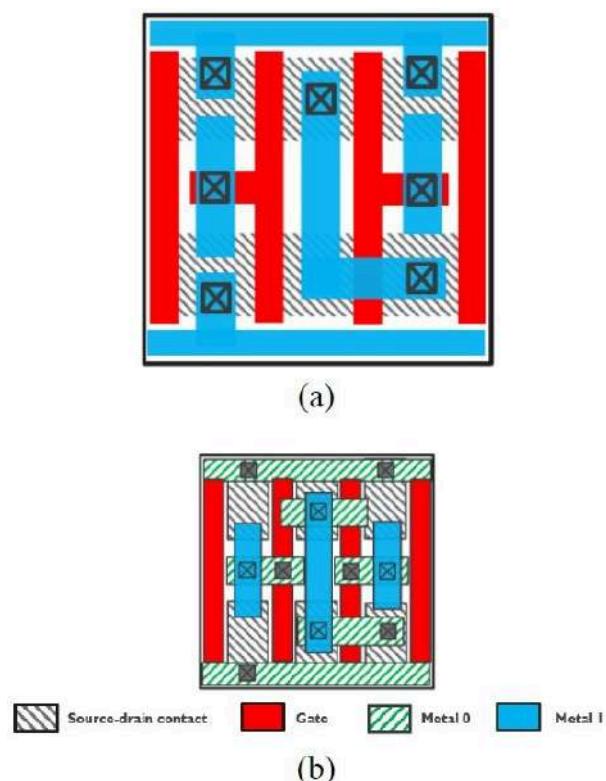
在微影曝光步驟，預定的電路佈局影像會產生失真。這是源於光線經過微影曝光機和光罩的傳遞方式，期間經歷繞射。失真代表不良的圖形保真度—也就是目標圖形與晶圓上的印刷結構之間的差異。這些印刷結構出現像是導線寬度比設計的

更窄或更寬之類的不規則狀，降低邊緣佈局的完整性和解析度。因此，佈局設計資料會採用光學鄰近修正（OPC）技術：這些技術在圖形寫上光罩以前修正圖形，以盡量減少從設計轉到晶圓的錯誤。

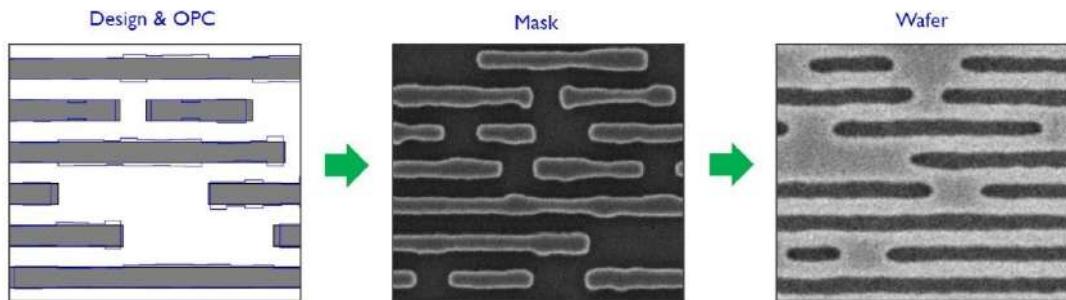
微影、光罩和光學鄰近修正技術的進步一直是驅動後續邏輯技術世代實現功耗、性能、面積和成本（PPAC）改良的關鍵。透過縮短曝光時所用的光線波長或增加微影曝光機的數值孔徑（NA），目前還在持續提升解析度。提升數值孔徑的實例包含從193奈米微影發展到193奈米浸潤式微影、極紫外光（EUV）與即將推行的0.55NA極紫外光微影（高數值孔徑EUV）。

設計方面也為了跟進改良版微影技術所提供的解析度增強而演變。連續開發技術節點所需的間距微縮超過了微影技術的進展。這種情況下，先進邏輯晶片的設計在關鍵元件層不再使用二維曼哈頓電路設計，而是改為一維曼哈頓式電路佈局。二維曼哈頓式設計採用矩形結

構來同時對齊垂直與水平方向。相較之下，關鍵元件層內的一維設計只在每層元件層的垂直或是水平方向對齊結構。雖然一維曼哈頓設計提供密集的圖形表示，但有個缺點：在製作某一導線到相鄰導線的電氣連接時，必須附加一層包含數個通孔的元件層，這會增加晶圓成本和電流的路徑長度。



圖一：(a) 技術節點 N 採用二維曼哈頓式標準單元設計與 (b) 技術節點 N+1 採用一維標準單元設計的示意圖，後者需要為標準單元內部佈線增設一層M0元件層。



圖二：曼哈頓設計在經過微影系統時變成曲型。

在這之中有一「特殊之處」：雖然設計人員目前在其設計中追求矩形曼哈頓型結構，但這些結構在光罩與晶圓上都一直呈現曲型。這是光罩寫入機和微影曝光機運作方式本身帶來的結果，這兩種機台分別用來當作電子束和光線的低通濾波器。因此，曼哈頓設計在經過系統時變成曲型，導致在最終圖形產生其他錯誤。

### 把曲線引進光學鄰近修正與光罩：減少錯誤並提升製程操作容許範圍

幾年前，微影界開始研究在光罩寫入電路圖形時引進曲線圖形的構想。多重電子束光罩寫入工具的出現推動了這個發想，這種工具首次實現將複雜圖形寫到光罩上面。

從曼哈頓式設計到晶圓上方曲線圖形表示的過程中，這有助於進一步把其中出現的錯誤降到最少。

直到更近期，業界也考慮使用新型光學鄰近修正演算法，這些演算法在光罩和晶圓上調整曼哈頓設計佈局，完成更複雜的曲線設計。在傳統光學鄰近修正和反向微影技術 (inverse lithography technology) 中的創新「曲線」光學鄰近修正技術逐漸興起，當時是在微影步驟作為一套提升製程操作容許範圍 (process window) 的方法。

曲線光罩和光學鄰近修正技術都在最近成為半導體業的熱門研發主題，這點反映在2025年國際光電工程學會 (SPIE) 先進微影成形技術會議持續增加的發表論文篇數上。

## 把曲線引進設計空間：用更低的晶圓成本在技術節點之間轉變

曲線光學鄰近修正和光罩策略都還是從曼哈頓電路設計佈局著手。下一步，imec提議在設計階段就引進曲線幾何和途徑，這套創新概念具備的好處比曲線光學鄰近修正和光罩策略還要更多。不同於目前的技術發展，曲線設計可望在降低晶圓製造成本並同時提升電性的情況下實現技術節點轉變。

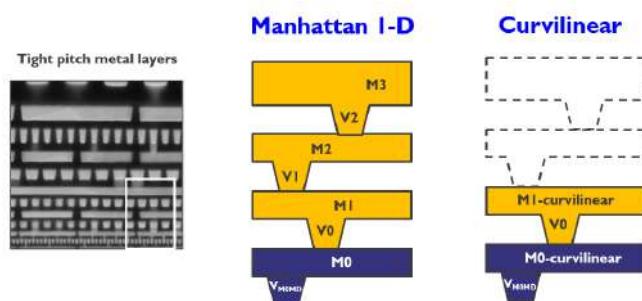
因此，一般認為這種設計會顛覆半導體產業，而imec在2025年SPIE先進微影成形技術會議受邀發表的論文中表明了這點。這種設計的優勢展現在三種應用案例。

### 案例1：利用曲線設計來簡化中段製程和後段製程的元件層與通孔

曲線設計展現優勢的第一種應用案例是針對窄間距金屬層的標準單元和佈局佈線設計應用的佈線操作。

就製造14埃米和後續節點來看，在

標準單元和窄間距元件層採用曲線設計能夠結合高成本的中段製程及後段製程元件層，以減少所需的金屬層數，進而免除相應的通孔。模擬結果顯示，如果曲線設計可以成功排除第二金屬層（M2）和第一通孔（V1）層，等於是一層金屬層，就能降低7%的晶圓成本、縮短5%的晶圓廠準備時間和減少7%的製程步驟。imec研究人員也評估了這種特定應用案例在電性方面的影響：與曼哈頓一維設計相比，曲線設計在標準單元層面展現大約5%的性能提升。改良的指標是更短的延遲時間，這是因為少了額外的通孔，還有用於電流的金屬路徑變短。



圖三：利用曲線設計來排除成本高昂的金屬和通孔層。

就製造14埃米和後續節點來看，在標準單元和窄間距元件層採用曲線設計能夠結合高成本的中段製程及