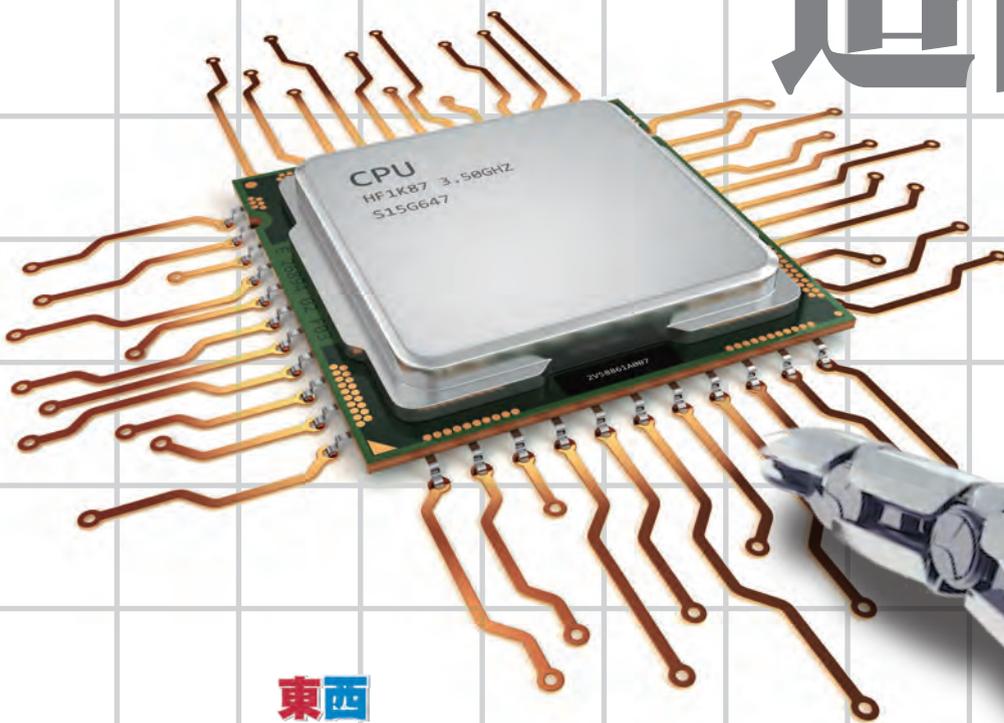


零組件雜誌

AI 幫你造晶片



東西
講座

P.16 用AI解決智慧醫療痛點 從那e間診所談起

新 **東西** **New things**

P.42 打破裝置數據與影像傳輸的極限

專題報導

P.44 針對市場快速調整 軟體定義汽車開啟智慧出行新章節

2023 八月號

vol.381

ISSN 1019-8628



4 713282 410264 08

定價180元

信任由此開始



從製造商保固的原廠零組件，到上百萬款現貨零件
當天出貨服務，您可安心讓 Digi-Key 滿足您的需求，
無後顧之憂。

立即造訪 digikey.tw，或來電 0080-185-4023。





讓智慧家居添加更多智慧

採用 PIC16F18076 系列，輕鬆設計

無論您要設計何種智慧家居產品，PIC16F18076 系列 MCU 都可以幫助您打造速度更快、功能更豐富的智慧家居技術。目前，您可以使用該系列晶片上的智慧周邊裝置，輕鬆加入電容式觸控按鈕、控制馬達、整合物聯網 (IoT) 連線並監控系統健康狀況。而且，該系列 MCU 符合成本效益，可與我們基於 GUI 的最新程式碼配置工具無縫整合，提供簡單方便的全新開發體驗。立即開始使用 Curiosity Nano 快速原型設計硬體，開發全新智慧家居產品吧。

主要功能

- 8 至 44 接腳封裝
- 3.5 KB 至 28 KB 的內部快閃程式記憶體
- 最高達 32 MHz 的 CPU 速度
- 包含計算功能的 10 位元類比對數位轉換器 (ADCC)
- 自動電容分壓器 (CVD)
- 8 位元數位對類比轉換器 (DAC) 模組

聯繫信息

Microchip 台灣分公司

電郵：rtc.taipei@microchip.com

技術支援專線：0800-717-718

聯絡電話：
• 新竹 (03) 577-8366 • 高雄 (07) 213-7830 • 台北 (02) 2508-8600



microchip.com/Ctimes-PIC16F180

Microchip 的名稱與標誌組合及 Microchip 標誌
均為 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有公司所有。
© 2023 Microchip Technology Inc. 及其子公司。
保留其版權及所有權利。

CONTENTS

封面故事

AI幫你 造晶片

20

徹底解決IC設計師的開發痛點
EDA的AI進化論

籃貴銘、王岫晨

26

縮短開發時間又提升性能
人工智慧：
晶片設計工程師的神隊友

盧傑瑞

31

不只降成本 還能減少時間
AI助攻晶片製造

季平

6

編輯室報告

AI飛入尋常百姓家

8

矽島論壇

「信任」是供應鏈綠色轉型的關鍵

施柏榮、洪春暉

42

新東西

USB4終端裝置控制器
打破裝置數據與影像傳輸的極限

籃貴銘

64

69

80

新東西索引

48

50

電子月總匯

產學技術文章導讀

10

新聞分析



Functional
Safety Ready

針對下一代使用者界面的增強型整合 PTC

利用增強型屏蔽驅動技術和功能安全特性 實現一流的防水性能和可靠操作

汽車行業一直在想方設法改善駕駛員和乘客的使用者體驗；他們對觸控介面設定了較高的性能預期，要求該介面在潮濕和高雜訊環境下能夠運轉良好，並具備出色的功能安全特性。觸控可提供一種更加直覺性和現代化的人車互動方式，使得存取資訊和控制各種功能變得更加容易。憑藉增強型觸控周邊 (PTC) 技術，觸控能夠達到更快的響應速度和更高的精度，帶來更加流暢、愉悅的使用者體驗。

我們的 PIC32CM JH MCU 系列整合了 PTC 功能，可為下一代使用者介面帶來防潮和抗噪特性以及出色的響應度和觸控精度。此外，該系列產品附帶 FuSa 安全特性，可用於實現符合 ISO 26262、IEC 61508 和 IEC 60730 標準的應用。

主要功能

- 利用增強型屏蔽驅動技術實現業界領先的防潮性能
- 5V 電源有助於提高抗噪性能
- 支援 AUTOSAR ASIL B MCAL
- 支援平面/觸控板、按鈕、滑桿和滾輪

聯繫信息

Microchip 台灣分公司

電郵：rtc.taipei@microchip.com

技術支援專線：0800-717-718

聯絡電話：• 新竹 (03) 577-8366 • 高雄 (07) 213-7830 • 台北 (02) 2508-8600



microchip.com/Ctimes-pic32cmjh

Microchip 的名稱和徽標組合以及 Microchip 徽標
均為 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有公司所有。
© 2023 Microchip Technology Inc. 及其子公司，
保留其版權及所有權利。

CONTENTS

12

產業觀察

歐洲推動開發可程式光子電路的低功耗光電閘極
可程式光子晶片的未來動態

imec

16

【東西講座】活動報導

用AI解決智慧醫療痛點 從那e間診所談起

王岫晨

38

數位轉型-數位製造

實現智能化製造
改變傳統生產格局 數位製造加速落地工業市場

王岫晨

44

專題報導-軟體定義汽車

使車輛更具有彈性
針對市場快速調整 軟體定義汽車開啟智慧出行新篇章

王岫晨

52

量測專欄-車用通訊

廣泛應用面臨挑戰
確保行車效能和互操作性 V2X測試跨出關鍵一大步

王岫晨

56

關鍵技術報告-電池管理與儲能

淺談 $\Sigma - \Delta$ ADC原理：
高精度數位類比轉換如何實現？

Barley Li

65

固定比率轉換器在大功率供電系統的用武之地

Phil Davies

70

車規碳化矽功率模組—基板和磊晶

陸濤

76

PyANSYS模擬工具技術教學(四)
PyANSYS因應模擬設定中的挑戰

林鳴志

CTIMES 零組件雜誌

Founded from 1991

社長 / 黃俊義 Wills Huang

編輯部 /
副總編輯 藍貫銘 Korbin Lan
資深編輯 王岫晨 Steven Wang
助理編輯 陳復霞 Fuhsia Chen
採訪編輯 陳念舜 Russell Chen
美術編輯 陳宇宸 Yu Chen

CTIMES 英文網 /
專案經理 藍貫銘 Korbin Lan
兼主編

產業服務部 /
經理 曾善美 Angelia Tseng
主任 翁家騏 Amy Weng
主任 曾郁期 Grace Tseng
產服特助 劉家靖 Jason Liu

整合行銷部 /
發行專員 孫桂芬 K.F. Sun
張惟婷 Wei Ting Chang

管理資訊部 /
會計主辦 林寶貴 Linda Lin
法務主辦 顏正雄 C.S. Yen
行政專員 張惟婷 Ting Chang

發行人 / 黃俊隆 Robert Huang
發行所 / 遠播資訊股份有限公司
INFOWIN INFORMATION CO., LTD.
地址 / 台北市中山北路三段 29 號 11 樓之 3
電話：(02) 2585-5526
傳真：(02) 2585-5519

行政院新聞局出版事業登記證
局版北市字第 672 號
中華郵政台北雜字第一四九六號
執照登記為雜誌交寄
國內總經銷 聯華書報社
(02) 2556-9711
紐約總經銷 世界日報 世界書局
洛杉磯總經銷 洛杉磯圖書部
舊金山總經銷 舊金山圖書部
零售商 全台誠品書店及各大連鎖書店均售
郵政戶名 遠播資訊股份有限公司
郵政帳號 16854654
國內零售 180 元
訂閱一年 1800 元
國內掛號 一年加收 250 元掛號費
國外訂閱 普通：港澳 2800
亞太 3150
歐美非 3400

SEMICON® TAIWAN

國際半導體展
Inspire Innovation. Empower Sustainability.

展覽 2023年9月6-8日

論壇 2023年9月5-8日

台北南港展覽館1&2館
雙主場 盛大展出

全球850家領導企業齊聚

完整鏈結全球半導體生態
一窺最新技術趨勢和創新解決方案



ADVANCED
MANUFACTURING
先進製程



HETEROGENEOUS
INTEGRATION
異質整合



MATERIAL
INNOVATION
材料創新



COMPOUND
SEMICONDUCTORS
化合物半導體



AUTO CHIPS
車用晶片



SMART
MANUFACTURING
智慧製造



SEMICONDUCTOR
CYBERSECURITY
半導體資安



SUSTAINABILITY
永續



WORKFORCE
人才培育



QUANTUM
量子



立即報名



AI飛入尋常百姓家

先進晶片的設計與製造，已經是龐然大物，一般的人力早已無力負擔。幸好，AI來了。有了AI加入之後，它大幅提升了IC設計的效率，無論是前段的設計優化，或者是後段晶片驗證，它都帶來了無與倫比的改變。

這當然其來有自，我們可以從一顆先進處理器晶片裡的電晶體數目看出一個端倪。一顆運算晶片中不僅擁有龐大的電晶體數量，還牽涉了無數的電路布局和邏輯整合，想要單靠人力來開發，幾乎就是個不可能的任務。再加上越來越緊迫的上市時程，和越來越短的產品生命週期，若沒有點石成金的工具，即使是擁有最新鮮的肝，晶片工程師們也沒有辦法如期完成，只能束手就擒。本期封面故事『AI幫你造晶片』探討如何透過AI技術來加快晶片設計的步伐，讓工程師只需要負責創意的發想，所有複雜的工作交給EDA工具即可輕鬆完成。

軟體定義汽車是繼新能源汽車之後，下一個被討論的熱點。傳統汽車通常依賴於硬體固定功能，是指搭載了大量軟體和電子控制系統，以軟體為主導的汽車。更加強調軟體的靈活性和彈性，軟體在其中扮演著關鍵的角色。軟體定義汽車的重要性可從幾個層面來觀察。首先是彈性和可更新性，其次是實現自動駕駛技術和智能化的能力。封面故事『軟體定義汽車』將分析目前的市場發展、技術挑戰、未來展望等議題，並探勘相關解決方案供應商的產品現況。

隨著ChatGPT的問世，再次引爆全球對於AI的討論狂潮，面對日新月異的科技發展，如何善用技術達到精準智慧醫療，是近幾年國際醫療圈的熱門話題，台灣各大醫療院所也紛紛投入鉅資，提升醫療品質。根據衛生福利部統計處111年的統計，全台擁有6,813間牙科診所，遍布密度已超越便利超商，競爭激烈的牙科市場，不僅醫療服務走向精緻化，病患對牙醫的專業能力，以及診療品質的期待也越來越高。本次東西講座特別邀請dentall台灣牙e通技術長汪庭宇，共同探討人工智慧應用於台灣牙科圈有哪些重磅挑戰，以及能夠激發出何種創新火花。

放眼本期的雜誌內容，從走在科技尖端的晶片設計、到你我身邊每日都必定接觸到的汽車、甚至醫療診所，都圍繞著近期最為熱門的AI議題，可以說AI已經不再高不可攀，而是正加速落地，飛入尋常百姓家。

 **TAITRONICS**
台北國際電子產業科技展

 **AloT Taiwan**
台灣國際人工智慧暨物聯網展



Creating a new era
with advanced electronics

2023年10月25~27日
台北南港展覽館1館

聯絡人：張美快小姐 電話：02-87926666分機234 電郵：candy@teema.org.tw

主辦單位： 中華民國對外貿易發展協會  台灣區電機電子工業同業公會



2023台灣國際電子製造聯合展覽會
Electronics Manufacturing and Applications Taiwan (EMA Taiwan)



TAITRONICS



AloT Taiwan

TPCA Show
TAIPEI





洪春暉

資策會產業情報
研究所(MIC)所長



chrishung@micmail.iiii.org.tw

「信任」是供應鏈綠色轉型的關鍵

在聯合國等國際組織的引領之下，歐洲、北美等多數政府已提出國家級的減碳承諾，國際大廠也對供應體系中的上、中、下游廠商施加更大的減碳要求力道，不可諱言的，「供應鏈減碳」已是當前必行的道路。但上下游企業以及客戶之間，是否已建立足夠的「信任」（Trust）機制，已然成為達到成功綠色轉型最深層的挑戰。

將升溫抑制在1.5°C，成為全球新生命線

聯合國之下的「政府間氣候變化專門委員會」（Intergovernmental Panel on Climate Change；IPCC）在2021年的「第二十六屆聯合國氣候變遷大會」之中，提出全球的「1.5°C新生命線」倡議，認為全球必須致力守住1.5°C以下的氣溫提升為目標，否則將可能引起不可逆轉的氣候系統變化。而此一倡議，也於2022年底第二十七屆聯合國氣候變遷大會之中不斷被提及，已成為全球對於氣候變遷、淨零碳排的共識。

在聯合國等國際組織的引領之下，歐洲、北美等多數政府已提出國家級的減碳承諾。此外，在2021年4月全球共有橫跨250家金融機構成立「格拉斯哥零碳金融聯盟」，揭示銀行、資產投資、保險等業者將「赤道原則」（Equator Principles, EP）具體化，並以金融投資審核為主要工具，持續落實「氣候撤資」標準，倡議對投資組合的除碳化，輔導資產擁有人將「淨零碳排」等企業推動項目納入投資目標之中。同時，也支持企業推動供應鏈的綠色轉型，以及投資與淨零碳排有關的新興科技項目。

數位+信任，推動供應鏈減排的必須思維

隨著各國政府與國際大廠對於供應商管理的力道加大，上游企業所面對的淨零碳排、減碳的壓力勢必持續增加，在此同時，企業也必須面對更多延伸出新興制度與規範所建構出的「新遊戲規則」。

其中，最為挑動上游企業敏感神經的，除了推動綠色轉型過程之中，所可能衍生出的成本之外；經常被忽略的是在此過程之中，企業內部的營運與生產資訊，會不會在此一過程遭受到不可預期的風險。例如以數位化工具推動供應鏈中的企業進行導入，但不同企業之於數位化工具的經驗，以及資訊安全的資源投入程度並不相同。

再者，部份生產數據，包括使用的物料、設備、製程等，也屬於企業「內部知識」，而這些知識也被企業視為競爭力來源，甚至是「供應商議價能力」（Bargaining Power of Suppliers）的基礎。

上述這些因素，也都一再地讓「信任」有了不同層次的多元演繹。不可諱言的是，「供應鏈減碳」是當前必行的道路，但若未能從實務層次來探索不同利害關係人的角色與立場，那麼，最終也皆將淪為價值層次的討論。因此，除了Green by Digital之外，我們更應該倡議的是Green by Trust，讓淨零碳排的目標更加具體落實。■

（本文為施柏榮、洪春暉共同執筆，施柏榮為資策會MIC產業顧問兼副主任）

東西 講座

將技術說明白，
把問題搞清楚。



在這裡，講者與聽眾，都是主角！

在小空間裡，用最舒適的方式，
把一個議題、一項技術、一種創新，深刻的說給每位與會者。

一改單調的授課方式，
我們希望讓技術研討和知識分享，可以更加活潑，更有活力。

若您有獨特的產業見解或技術觀點，
我們竭誠的邀請您來與我們分享！



遠播資訊股份有限公司

地址：台北市中山北路三段29號11樓 | 信箱：news@ctimes.com.tw

查看活精彩內容

蘇姿丰領軍的AI起手式 能否成為AMD扶搖直上的新戰略？

除了GPU，FPGA也將在AI發展路上扮演非常重要的角色

近期，AMD的董事長兼執行長蘇姿丰來台，並談及了公司對AI的重視以及未來在AI運算產業的發展方向。根據媒體報導，蘇姿丰認為AI的市場現在才剛開始，至少還會持續五到十年。而AMD也將AI視為投資的首要項目，並計劃在未來五年內將其產值增加至1500億美元。

蘇姿丰是AMD在2008年金融危機後接任CEO的重要人物，她的領導和策略使得AMD得以起死回生，重新競爭並成為Intel的勁敵。AMD在她的領導下專注於研發高性能處理器，如Ryzen和EPYC系列，這些處理器在性能和價格方面與Intel展開了激烈競爭。蘇姿丰的領導讓AMD不斷保持創新，這種持續創新並不僅限於處理器，也包括顯示卡和其他硬體產品，AI更是近期AMD著眼的目標。

蘇姿丰提到AMD的AI發展是一個長期策略，而併購賽靈思則是其中的關鍵起手式。購併賽靈思後，AMD能夠實現從伺服器、個人電腦以及AI應用等不同領域的強大運算效能，也讓AMD運算真正落實到所有這些應用層面中。

在AI運算中，除了GPU效能之外，FPGA也將在AI發展路上扮演非常重要的角色。FPGA的可編程性使其在特定AI工作負載下，能夠提供高度的性能優勢。FPGA可以根據不同的應用需求重新配置其硬體電路，在特定任務上進行高效率的運算。這使得FPGA成為一種高度靈活且可定製的運算硬體，對於處理各種不同的AI工作負載非常有用。而AI運算通常涉及大量的數據和複雜的運算，FPGA所具備的高度並行運算能力，可以同時執行多個任

務，並在多個資料通道上進行運算，這使得FPGA能夠高效處理大規模的AI模型和數據庫。

相較於傳統的CPU和GPU，FPGA在處理AI運算時通常表現出較低的功耗。這對於在資源有限或電力受限的設備上實現AI運算非常有利，如嵌入式系統或物聯網設備。另外，FPGA的設計週期相對於ASIC更短，且成本較低。這使得FPGA成為快速推出AI解決方案的理想選擇，尤其在不斷變化的AI應用中，快速上市對於取得競爭優勢至關重要。而隨著AI技術持續演進，新的模型和演算法不斷湧現。FPGA的可編程性更容易適應新的AI演算法，並在硬體層面進行優化，實現更高的性能。

在AI運算市場競爭中，AMD的策略是持續推出更優秀的產品，以滿足客戶需求。透過併購賽靈思，他們能夠擴大在AI領域的影響力，並透過多元化的產品線滿足不同客戶的需求。這將有助於確立AMD在AI運算產業中的地位，並提高其在全球AI市場上的競爭力。

從過去與Intel並駕齊驅，到現在有機會追趕Nvidia的腳步，蘇姿丰此次來台強調了AMD對AI的戰略投資，並展望未來在AI運算產業中的發展方向。成功併購賽靈思之後，AMD有更好的機會應對AI市場競爭，並在AI領域站穩腳步，成為全球AI產業的重要參與者，然而AI領域需要持續努力與創新才有機會取得成功，這步新戰略能否帶領AMD成為AI領域的另一把交椅，值得持續關注。(王岫晨)

SEMI：2023年全球半導體設備銷售總額達870億美元

SEMI國際半導體產業協會於北美國際半導體展SEMICON West 2023公布《年中整體OEM半導體設備預測報告》，預估全球半導體製造設備銷售總額將先蹲後跳，今(23)年較2022年創紀錄的1,074億美元下滑18.6%至874億美元，並預測將於2024年出現反彈力道，在前段及後段部門共同驅動下，再次回到1,000億美元水準。

SEMI全球行銷長暨台灣區總裁曹世綸分析：「半導體設備市場歷經多年歷史性榮景後，2023年進入調整期，透過高效能運算和遍地開花的聯網商機領軍，將可望於2024年出現強勁反彈，對市場長期穩健成長預測保持不變。」



5G智慧工廠垂直應用有譜？上下游冷暖自知

政府法規是發展關鍵 鬆綁放寬勢在必行

自從台灣號稱「5G元年」並齊聚5大電信商，發動史詩級的競標頻譜大戰以來，雖然各家事後皆稱已挖到了心中所想的魚腹、魚頭、魚尾，但後續期待衍生的5G垂直應用場域，卻先後受到外有美科技戰、疫情影響，內有主管機關無心無力的大環境不佳條件下，導致發展（蝸？）牛步化，直到今年才藉組織重整初見轉機，可望於製造業率先落地。

早在2019年底台灣各大電信業者激烈爭奪5G頻譜執照，最終以1,421.91億元天價結案迄今，台灣5G發展迄今已滿3年，但「用戶低於預期、缺乏有感應用」則為現實，對於專網發展至今仍處於POC（概念驗證）階段，且如何計算投資5G的回報率，也需要時間量化。其中除了受限於布建成本過高和頻譜限制，現今智慧工廠用R15網路只是「3A（AGV、AMR、AOI）」工廠，還未有R16具有工業物聯網很重視的時效性網路（Time-sensitive Networking；TSN）特性，R16-R17版本的真正大頻寬eMBB、低延遲URLLC、廣連結mMTC設備，以達成智慧工廠或車聯網時代真正所需的5G專網高可靠度、低延遲技術。

台灣過去分別管制與推動數位內容及產業的國家通訊傳播委員會（NCC）則無力也無心負責推廣，雖在去年已宣示開放5G專網頻段4.8-4.9GHz，卻直到數位發展部成立後接收「5G專頻專網」業務，始總算在下轄數位產業發展署積極推動下略有寸進，完成《行動寬頻專用電信網路設置使用管理辦法》，並自6月5日正式開放企業申請5G專網，執照期限最長10年，讓業者可進行長期規劃，發揮5G最大營運效益，於製造端、供應端創造商機。

該管理辦法中的3大重點，包括：「降低建置成本」、「應用開放」與「簡化申請程序」，藉以更符合5G專頻專網使用者的實用需求。除了開放網路共用、採場域實際使用面積計算，並依目前規劃頻率使用費前2年提供4折、第3年6折、第4年8折優惠；同時比起電信商更簡化專頻專網申請程序，將基地台及網路審驗合一，並採書面審驗。

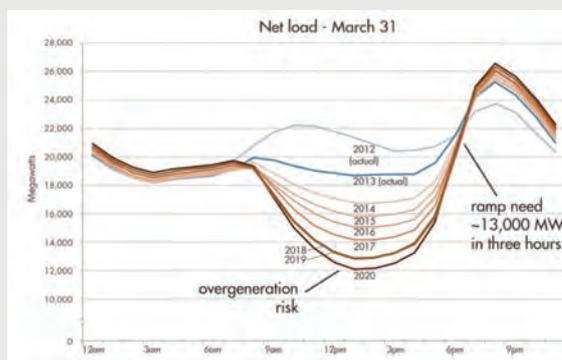
據悉，如今已有電信業者直呼「太扯」，強調非電信業者能享有頻譜申請自建5G專網，已經不用支付高額標金，頻率使用費每年每單位僅約3萬-5萬元，且前兩年再打4折的低廉費用，等於賤賣頻譜這個全民資產既不合理。相較之下，電信業者當年支付上千億元高額4G、5G頻譜標金，加上每年負擔超過30億元頻率使用費，不啻「被剝兩層皮」。

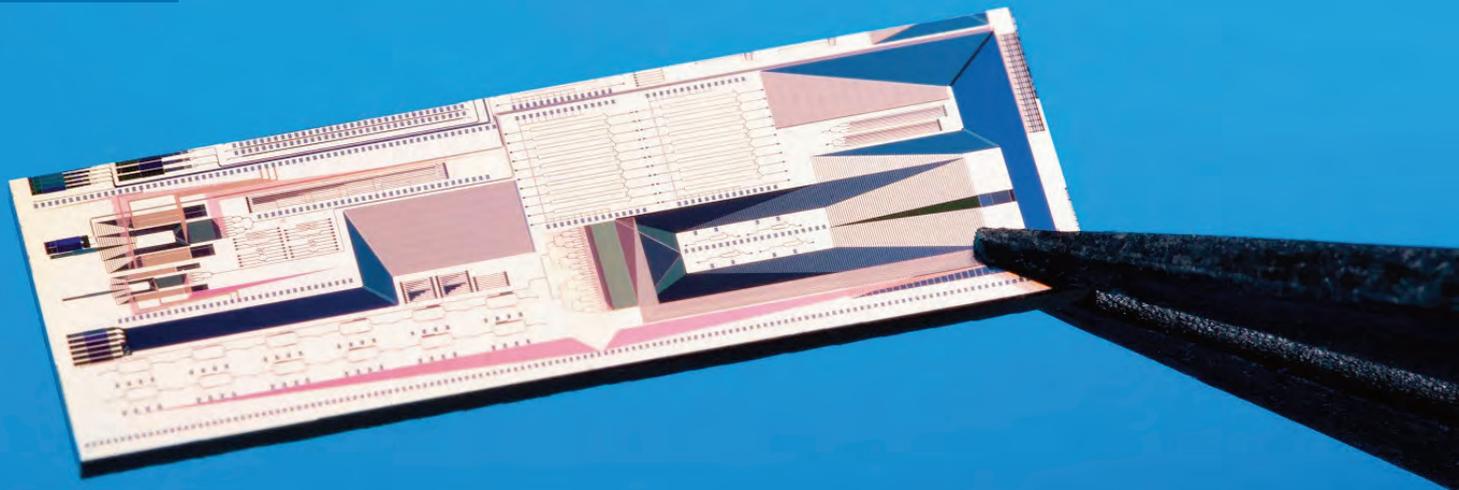
目前除了已陸續在北中南舉辦4場輔導說明會，數位部為此舉行「5G專網數位韌性與多元創新國際論壇」，特別邀請國外政府代表、國際產業專家，包含日本NTT DOCOMO標準長中村武宏（Takehiro Nakamura）、歐洲重要科學研究機構，弗勞恩霍夫電信研究所無線通訊和網路部門負責人Thomas Haustein；以及台灣具代表性業者，分享5G專網推動經驗及實際應用案例交流，現場也邀請9家5G專網應用業者展出實證案例，卻獨缺電信業者代表。隨著2023年台灣企業專網頻段開放申請，產業勢必再掀話題。從3大電信商反應看來，補助政策似有砍中要害，相關業者應臨淵履薄慎行，以確保在技術、應用真正成熟前做好準備。（陳念舜）

太陽能結合電池儲能 加速綠能普及腳步

隨著全球現有火力發電廠逐步退役，以及台灣政府推動淨零排放的積極舉措，進而加速可再生能源的部署。其中，太陽能可在再生能源市場的滲透率處於領先地位。

根據彭博新能源財經（New Energy Finance, BNEF）所發布的儲能市場長期展望報告（Long-Term Energy Storage Outlook 2023）指出，全球儲能市場規模於2022年再創新高，增加了16吉瓦（GW）／35吉瓦時（GWh）的容量，相較於2021年增長68%。





歐洲推動開發可程式光子電路的低功耗光電閘極

(source : imec)

可程式光子晶片的未來動態

光子晶片如果能根據不同的應用，透過重新設計程式來控制電路，那麼就能降低開發成本，縮短上市時間，還能強化永續性。

文 / imec；編譯 / 吳雅婷

電子電路擅長快速運算，而光子電路適合用來傳輸資料。但後者的主要劣勢在於開發新型光子積體電路不光耗時，就連成本也相當高昂，因此難以擴展應用。

光子晶片如果能根據不同的應用，透過重新設計程式來控制電路，那麼就能降低開發成本，縮短上市時間，還能強化永續性。可程式設計的晶片需要大量的高效光電致動器來切換、分離與過濾光訊號。透過引進微機電系統（MEMS）與液晶技術方案，研究人員現已著手研發可重構大型光

子積體電路的低功耗構件。這些具備多功能的光子晶片將能加速橫跨多元產業的各式應用，包含（生物）感測、醫療科技及資訊處理。

儘管如此，光子晶片與電子晶片並不相同，前者必須針對應用進行客製化，後者則能在購買成規產品後，依照定製的用途進行調校。為了達到最佳效能，光子晶片上用來定義光線路徑的電路皆固定不動，且按原樣製造，並無重設電路配置的彈性。每個新應用都需要新的晶片設計。

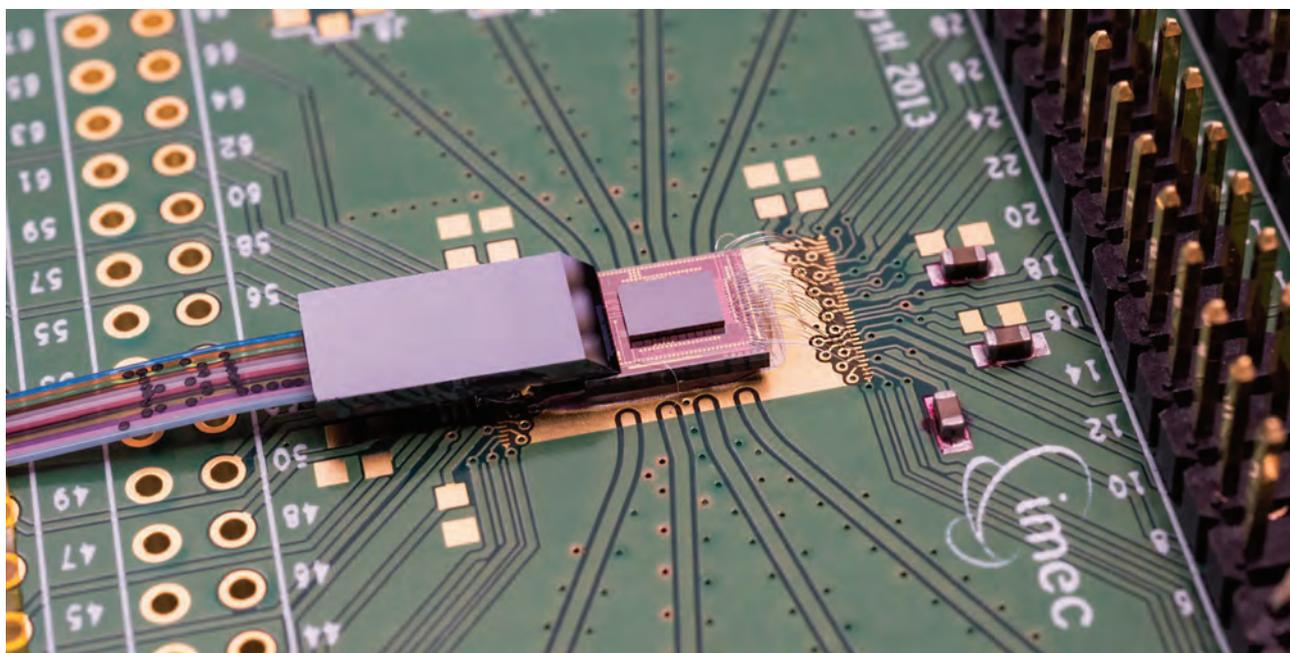
幾十年來，我們見證了一場電子技術革命真實上演。光子技術也踏上同一條路，正在快速成長，如今，單個光子晶片已能整合多達數十萬個零組件。

創新瓶頸

任職於比利時根特大學（Ghent University）與比利時微電子研究中心（imec）的Wim Bogaerts教授目前正在協調進行一項歐盟資助的共同研究計畫，致力於開發可程式矽光子晶片，他表示：「設計、製造與測試光子晶片不僅耗時，而且價格不菲。因應不同的設計目標與迭代（iteration）次數，從概念發想到完成產品研發很可能要5-6年，這樣的開發時程對創新者來說是一大阻礙。」

Bogaerts教授認為，把光子晶片的原型開發時程從數年縮短至數月，甚至是數周，將能大幅增進其用途與應用多樣性。

他接著說道：「我們想開發一套光子晶片平台，讓光子晶片上的電路能重複進程式設計，實現不同的功能。不過，與針對單一功能的專用光子電路相比，可程式晶片的尺寸更大，也更複雜，必須面臨自身的挑戰。其所用的基本光學元件除了必備超高效率，還需要更多的控制元件與軟體程序。」



▲ 圖一：把光子晶片的原型開發時程從數年縮短至數月，將能大幅增進其用途與應用多樣性。(source：imec)

微機電系統（MEMS）與液晶技術

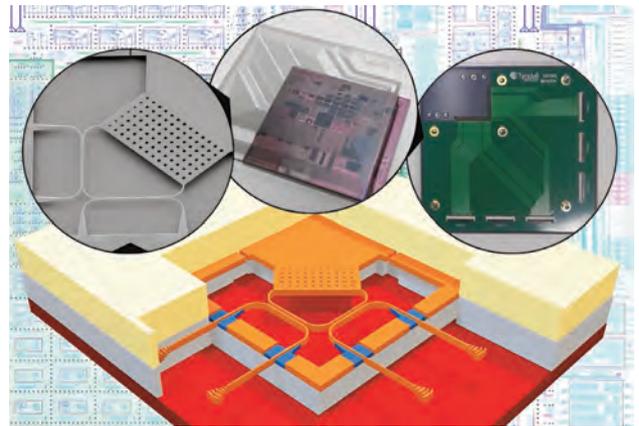
可程式光子積體電路的基本光學元件就是光學閘極。這是一種具備雙輸入與雙輸出的波導元件，包含一顆能控制波導相位延遲的相移器（phase shifter），以及一顆負責混合或分離波導的可調耦合器。傳統做法是利用晶載加熱器來控制光子晶片的閘極，但每個加熱器都會增加數毫瓦的功耗。

2018年，由歐盟資助的MORPHIC計畫開跑，目標是運用先進的微機電（來改良可程式設計的矽光子晶片。微機電系統（MEMS）是小型的機械式致動器，尺寸僅數微米，能夠改變波導之間的距離。

然而，移動式波導元件必須採用獨立式設計，亦即處於懸空或真空狀態，但傳統的矽光子波導由氧化矽層或其它介電材料進行包覆封裝。該團隊集結六位研究夥伴，共同解決了這項問題，除了局部移除波導下方的支撐層，使其得以移動，也採用晶圓級封裝來保護這些獨立式微機電元件。這樣一來，光學相移器的功耗就能達到奈瓦等級，還能以 $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ 的超小尺寸與光子晶片整合。這些微機電波導與大型光子電路連接，並透過高密度的中介層技術，與客製化的多通道驅動與讀取元件的電極相連。該研究團隊演示了這些微機電元件從製造、封裝到電路配置的過程，顯現其作為矽晶片的高效光學調變機制確實可行。

接下來，Bogaerts教授及其團隊也會探索將液晶技術用於可程式光子晶片的可能性。液晶具備雙折射的特性，轉動液晶分子就能改變其折射率。研究團隊取得歐洲研究院（European Research Council）兩項經費補助（PhotonicSWARM及LIQUORICE計畫），透過嵌入由液晶包覆的波導元件，現已成功把液晶分子整合至全功能的矽光子晶片。波導內的光可以感應到液晶分子的局部方向性，而液晶分子能由鄰近的電極驅動。運用長度為 $50 \mu\text{m}$ 的相移器，該團隊成功以5V的驅動電壓達到 0.8π 的相位差，功耗僅數微瓦。

Bogaerts表示：「理想的相移器速度要快，功耗極低，光學損耗小，光學路徑短，還要具備小尺寸。可想而知，要開發出完全符合上述條件的元件十分艱難，但我們正在朝此邁進。現在，我們手上還有兩種候選技術，極有可能成為我們心中的理想相移器。」



▲ 圖二：PHORMIC計畫將解決可程式矽光子晶片開發的另一項挑戰：把轉印而來的光放大器與光源整合在同一晶片上。