

# 零组件雜誌

2024 十一月號

vol.396

ISSN 1018-8628

# 大眾與分眾 顯示

## 專題報導

P.42 自駕難如上青天？開放平台加速車廠開發與部署

## 東西

## 講座



P.38 3D IC 設計入門：探尋半導體先進封裝的未來

P.40 AI高齡照護技術前瞻 以科技力解決社會難題

# 我們經銷的零件 讓您一路平安



現今最先進的車輛系統，可能運用數百個感測器，讓您體驗舒適、享受娛樂、獲得資訊，最重要的還有「提供安全」。

我們經銷的感測器可協助工程師打造這些系統，但真正的目的是為了讓您旅途平安。

在 [digikey.tw](https://www.digikey.tw) 尋找任何應用適用的感測器

# DigiKey

we get technical



# 全新具有靈活授權選項的 MPLAB® XC-DSC Pro 編譯器

## 最大限度地發揮 dsPIC® DSC 的潛力並減少複雜的程式設計

使用我們的編譯器授權，可以最大限度地發揮 dsPIC® DSC 開發的潛力。MPLAB® XC-DSC 編譯器旨在簡化 dsPIC DSC 的高效能、高效程式碼的寫入與除錯。我們擁有全面的解決方案，可幫助您簡化複雜的程式設計任務、提升您對生態系統的存取權限、克服限制並確保無縫可擴展性。

此外，我們還提供經 TÜV SÜD 認證的功能安全編譯器授權，可幫助您更加輕鬆地通過工具認證。

MPLAB XC-DSC Pro 編譯器授權提供靈活的授權條款 (從工作站授權到網站授權和訂閱授權)，以及各種基於使用量的定價模式。

### 馬上解鎖多項優勢：

- 最佳化有限資源：生成針對 dsPIC DSC 訂製的高效程式碼
- 簡化除錯：我們強大的工具可簡化故障排除
- 增強相容性：暢享與週邊設備和程式庫的無縫整合
- 可擴展的解決方案：無論您是新創公司還是大型企業，都非常適合使用我們的授權
- 值得信賴的支援：全程都有技術專家為您保駕護航，順利完成開發之旅
- 功能安全：經 TÜV SÜD 認證的功能安全編譯器授權可幫助您輕鬆通過功能安全認證

### 聯繫信息

Microchip 台灣分公司  
電郵：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-MPLAB-XC-DSC-Compilers](http://microchip.com/Ctimes-MPLAB-XC-DSC-Compilers)

Microchip 的名稱和徽標組合、Microchip 徽標、dsPIC 及 MPLAB 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。  
© 2024 Microchip Technology Inc. 及其子公司，  
保留其版權及所有權利。

# CONTENTS

## 封面故事 大眾與分眾顯示

20

數位化與智慧化的顯示時代  
大眾與分眾顯示技術與應用

籤貴銘

27

公共與商用空間的視覺盛宴  
公共顯示技術邁向新變革

籤貴銘

33

更精準、更個人化的傳播  
分眾顯示與其控制技術

籤貴銘

6

### 編輯室報告

再見市場寒冬

8

### 矽島論壇

以戰略產業層次看無人機產業發展方向

李高銘、洪春暉

10

### 新聞分析

AI加速器的瑜亮之爭  
使用需求將決定市場最終歸屬

王岫晨

11

勞動部初估淨零政策對勞動市場影響  
2050年電子零組件失業逾4萬人

陳念舜

9

69

### 新東西索引

58

### 電子月總匯

60

### 產學技術文章導讀



# STM32C0 MCU系列



為具成本考量之應用打造的  
入門級32位元MCU



## 將下一個 8 位元 MCU 升級至 32 位元！

STM32C0是ST新推出之最易入手的32位元MCU，讓所有開發人員皆可盡情使用升級功能。

STM32C0彌補了8位元或16位元MCU與更高效能32位元MCU之間的差距，為開發者帶來STM32的設計優勢。STM32C0採用符合業界標準的 Arm® Cortex®-M0+核心，運作頻率48MHz，以較低成本完成更多作業。

- 針對使用32位元 MCU的開發者而言，STM32C0提供入門級的解決方案，並為未來產品升級至STM32G0系列或其他STM32 MCU保留更多空間。
- 針對開發應用程式的設計人員而言，這類應用程式通常採用8位元或16位元MCU，在對成本結構影響有限的情況下，STM32C0讓設計升級，並從STM32生態系統取得額外支援。

STM32C0系列提供高達128KB的快閃記憶體和6至24KB的RAM，並採用各式8至64腳位封裝，包括WLCSP12-24、UFQFPN及小型的3x3mm UFQFPN20封裝，部分產品線支援USB通訊介面。

[www.st.com/stm32c0](http://www.st.com/stm32c0)

### 重要功能與優勢

- 經濟實惠：**極具吸引力的價位與最佳化BOM，有助於減少成本
- 可靠性：**受益於獲得驗證之STM32的品質與可靠性
- 連續性：**採用與STM32G0相容的腳位，並共用相同的平台

### 主要應用

- 智慧家庭
- 工業裝置
- 消費性裝置



# CONTENTS

## 產業觀察

12

減少環境汙染 又提升半導體性能  
鉤：綠色回收與半導體科技的新未來  
芮嘉璋博士

38

## 【東西講座】

3D IC 設計入門：探尋半導體先進封裝的未來  
籃貫銘

40

AI高齡照護技術前瞻 以科技力解決社會難題  
陳復霞

42

## 專題報導

標準化架構的靈活性  
自駕難如上青天？開放平台加速車廠開發與部署  
王岫晨

52

藍牙技術研討會會後報導  
從定位應用到智慧醫療 藍牙持續擴大創新應用領域  
王岫晨

57

AMD Advancing AI 2024活動報導  
王岫晨

47

## 量測專欄

確保可靠與穩定  
光通訊成長態勢明確 訊號完整性一測定江山  
王岫晨

62

## 關鍵技術報告

利用Cybersecurity Compass消除溝通落差  
Trend Micro Research 趨勢科技威脅研究中心

70

讓IoT感測器節點應用更省電  
Alan Yang

76

利用微控制器實現複雜的離散邏輯  
Robert Perkel

CTIMES 零組件雜誌

Founded from 1991

社長 / 黃俊義 Wills Huang

編輯部 /

副總編輯 篓貫銘 Korbin Lan  
資深編輯 王岫晨 Steven Wang  
資深編輯 陳復霞 Fuhsia Chen  
採訪編輯 陳念舜 Russell Chen  
美術編輯 陳宇辰 Yu Chen

CTIMES 英文網 /

專案經理 兼 主編 篓貫銘 Korbin Lan

產業服務部 /

經理 曾善美 Angelia Tseng  
主任 翁家騏 Amy Weng  
產服特助 劉家靖 Jason Liu

整合行銷部 /

發行專員 孫桂芬 K.F. Sun

管理資訊部 /

會計主辦 林寶貴 Linda Lin  
法務主辦 顏正雄 C.S. Yen

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 / 台北市大同區承德路三段 287-2 號 A 樓 204 室

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

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

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



TAIPEI AMPA®

台北國際汽機車零配件展

E-MOBILITY TAIWAN 2025

台灣國際智慧移動展

Concurrent: AUTOTRONICS TAIPEI

台北國際車用電子展

**DRIVE SMART,  
DRIVE SUSTAINABILITY**

2025車輛產業盛會「360° MOBILITY Mega Shows」  
與台灣移動產業業者一起駛向未來道路！



立即報名參展  
掌握全球市場商機

**2025.4.23-26**

台北南港展覽1&2館



## 再見市場寒冬

顯示器已經十分成熟且飽和，大家比拚的是價格和產能，光靠技術和品質已經很難令人興奮，因此消費者幾乎沒有意願拿出大把銀子來追求那毫釐之間的體驗差異，尤其是當前通膨和經濟放緩的局面下，顯示技術的市場真的可說是寒風陣陣，無論是大尺寸或者中小尺寸面板。研究指出未來幾年，大尺寸面板市場仍將面臨挑戰。隨著新技術的發展和應用，OLED、Mini LED等面板的滲透率將逐步提升，而傳統LCD面板的市場份額將逐漸萎縮。面板廠商需要積極調整策略，提升產品競爭力，才能在激烈的市場競爭中生存下來。

雖然消費市場冷啾啾，但面向公共與商業應用的大眾顯示市場，似乎卻開始熱烈起來。目前這些以公共大眾為對象的商用顯示器市場正蓬勃發展，特別是數位看板、互動式顯示器和視訊牆等應用，他們在數位轉型需求的推動下，被廣泛應用於零售、企業、教育和醫療保健等各個領域。封面故事『大眾與分眾顯示』介紹這些正蓬勃發展的商用顯示器，特別是數位看板、互動式顯示器和視訊牆等應用，他們在數位轉型需求的推動下，正被廣泛應用於零售、企業、教育和醫療保健等各個領域。

自動駕駛技術的快速發展，正在逐步改變我們對交通的認知。從早期的輔助駕駛系統，到如今逐漸成熟的Level 3與Level 4自駕技術，這項創新技術不僅提升了駕駛的便利性與安全性，也替未來的智慧城市構建了基礎。然而，自動駕駛面臨的挑戰也愈發複雜，無論是在法規的制定、運算能力的需求，還是高額的研發成本，都成為推動自駕技術商業化的關鍵議題。專題報導將針對這些挑戰，尋求解決方案，以期能將自動駕駛技術真正落地，為未來交通帶來革命性的變革。

近年來，隨著摩爾定律逐漸逼近極限，半導體產業正積極尋求突破，而3D IC 設計正是備受矚目的解決方案之一。隨著單晶片效能提升的瓶頸逐漸浮現，多核心處理器和異質整合的概念應運而生。多核心處理器的出現標誌著一個重要轉折點，系統設計的思維從追求單晶片效能轉向多晶片平行運算，3D IC 正是在此背景下誕生的。東西講座邀請到Cadence技術經理陳博瑋，以淺顯易懂的方式講述「3D IC 設計的入門課」，讓大家了解3D IC設計的發展趨勢、技術挑戰和未來展望。有興趣的讀者，歡迎到CTIMES頻道觀賞完整版視頻，內容十分精彩。

儘管消費市場面臨寒風，商用顯示市場卻因數位轉型需求而逐漸回暖，成為顯示技術應用的新熱點。可見商機永遠來自於需求。只要找得到需求，市場寒冬永遠不會來。

# 科技界人士 必看的產業媒體

零组件 雜誌

SmartAuto  
智動化

線上註冊 立即訂閱



## 電子書閱讀優點

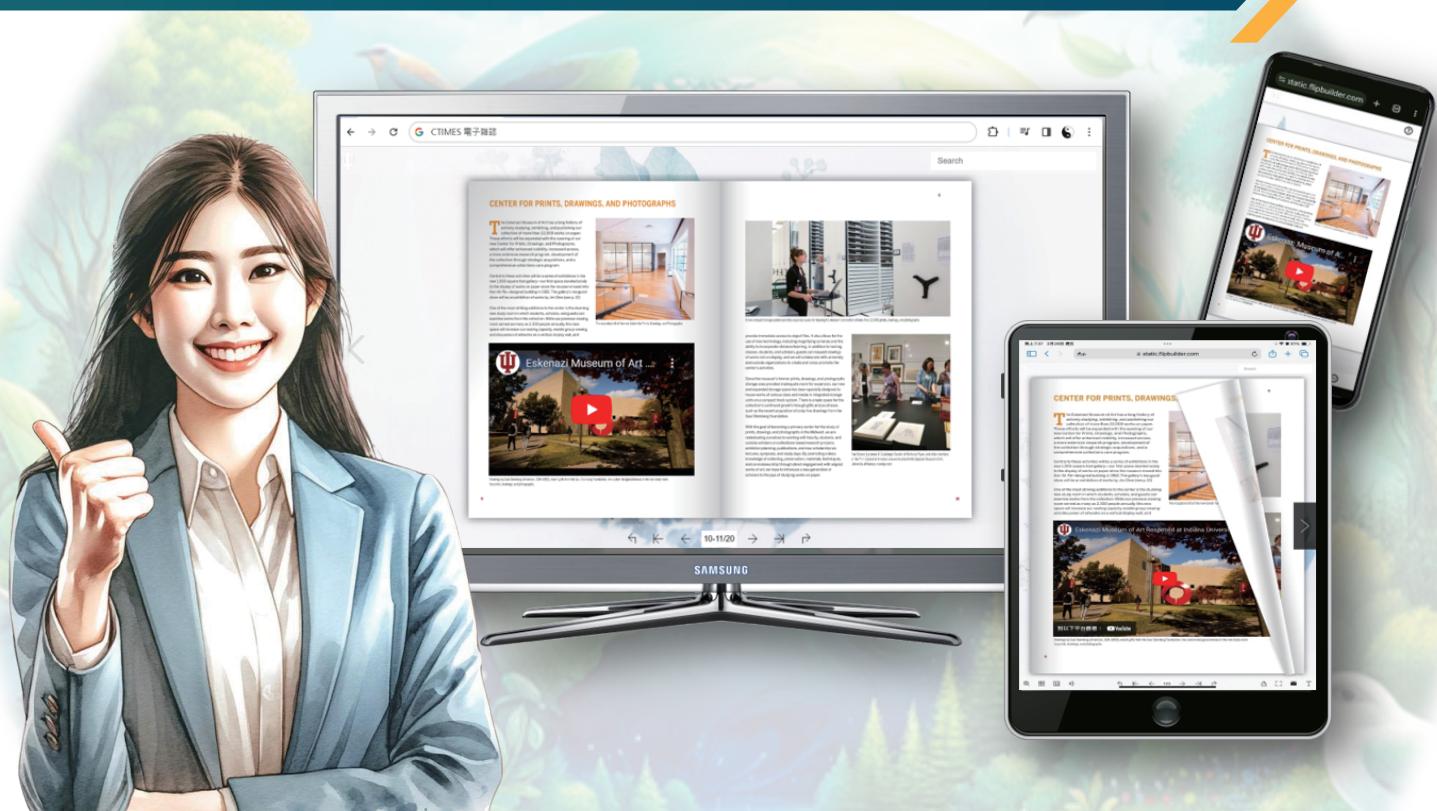
更輕鬆

更方便

更環保

更普遍

更多元





洪春暉

資策會產業情報  
研究所(MIC)所長



chrishung@micmail.iii.org.tw

# 以戰略產業層次 看無人機產業發展方向

**大**

應俄烏戰爭中無人機展現出的「不對稱作戰」優異表現，以及地緣政治緊張所造成的國際市場去中化趨勢，無人機技術逐漸成為國家產業發展的重心，對國防安全、經濟發展和社會發展均具有深遠影響。

## 無人機逐漸成為「國家戰略產業」

著無人機的功能越來越強大、用途與應用領域也越來越廣泛，從小型無人機到中大型無人機均有不同的技術投入與市場需求，應用領域從消費型、商用型和特殊用途（如軍事）均帶來了前所未有的機會和挑戰，無人機逐漸成為「國家戰略產業」，其重要性可從以下幾個方面觀察：

1. **國防和安全應用**：無人機技術在國防和安全領域的應用已成為許多國家的重點發展戰略。無人機在偵察、監視、打擊和物流等方面的应用，提高了軍事行動的效率和安全性。例如，美國在全球多個地區部署無人機進行偵察和打擊任務，並持續投資於無人機技術的研發，以保持其軍事優勢。
2. **經濟和產業推動**：無人機產業也在商業和民用領域被視為未來經濟增長的重要引擎之一。商用型無人機在農業協作、空拍測繪、設施巡檢、物流運送、展演娛樂、交通運輸、通訊網路、勘災救援、預警系統、環境監測等多項高值化服務都已經可以看到它的應用。除了運作效率的提升、安全的提升，並創造了新的經濟機會。例如無人機技術在農業中能夠實現精準農業，幫助農民提高作物產量和資源使用效率。
3. **科技創新和研發**：因應不同任務的需求與酬載結構（例如機型結構設計與複合材料研發）、動力系統不同（例如延遲滯空時間、飛行半徑的油電複合動力系統）、飛控系統

需求（例如可提高飛行安全、自動化任務執行、自主飛行能力的資通訊整合技術與人工智慧技術），投入關鍵性零組件製造與核心技術的開發（例如主被動雷達、干擾系統、跳頻／擴頻、圖資傳輸、通訊感測等）、或是機隊管理功能（例如自動化執勤、多機輪值、多機協同、智慧化派遣等無人機隊管理技術）。這些技術的研發投入使得國家與社會的進步，具有十分重要的意義。

4. **政策支持和法規框架**：各國政府正在通過立法和政策支持無人機技術的發展，以確保技術應用的安全和規範。在國際上，例如歐盟的SESAR U-Space計畫、美國的FAA無人機整合試點計畫，旨在創建安全有效的空域管理系統，促進無人機的廣泛應用。在我國方面，賴清德總統在520就職演說中宣示，要讓台灣成為「無人機民主供應鏈的亞洲中心」，這些政策支持皆有助於消除無人機應用的障礙，推動產業發展。
5. **公共服務和社會影響**：無人機技術在公共服務中的應用，如緊急救援、醫療物資配送和環境監測，對社會產生了積極的影響。例如位於非洲的迦納共和國，在疫情期間利用無人機快速配送疫苗，提高了公共衛生服務的效率。這些應用展示了無人機技術在提升公共服務質量和應對突發事件中的潛力。
6. **全球競爭和合作**：無人機技術的發展也促進了國際間的競爭與合作。中國、美國、歐盟等主要經濟體都在積極推動無人機技術的創新和應用，並在國際市場上展開競爭。各國之間的合作與競爭，有助於促進無人機技術的快速進步和全球範圍內的應用。

（本文為李高銘、洪春暉共同執筆，李高銘為資策會MIC資深產業分析師）

## Microchip新款64位元PIC64HX微處理器



全球邊緣運算市場預計在未來五年將增長30%以上，服務於航太、國防、軍事、工業和醫療領域關鍵任務應用。為了滿足混合關鍵性系統對可靠嵌入式解決方案日益增長的需求，Microchip推出PIC64HX系列微處理器（MPU），專為滿足智慧邊緣應用的獨特需求而設計。

PIC64HX是一款高效能、多核心64位元RISC-V MPU，為Microchip 64位元產品組合中的最新產品，它具有先進的人工智慧和機器學習（AI/ML）處理功能、整合的時敏網路（TSN）乙太網連接功能以及後量子支援的防禦級安全性。PIC64HX MPU可提供全面的容錯、彈性、可擴展性和能效。

整合式乙太網交換器包含TSN功能集，支援重要的新興標準：用於航太乙太網通訊的IEEE P802.1DP TSN、用於汽車車載乙太網通訊的IEEE P802.1DG TSN Profile以及用於工業自動化的IEEE/IEC 60802 TSN Profile。

## 意法半導體STM32C0系列高效微控制器性能大幅提升

意法半導體（STMicroelectronics）的STM32開發人員可以在STM32C0微控制器（MCU）上獲得更記憶體和額外功能，在資源有限和成本敏感的嵌入式應用中加入更先進的功能。STM32C071 MCU配備高達128KB的快閃記憶體和24KB的RAM，同時還新增不需要外部晶振的USB Host，

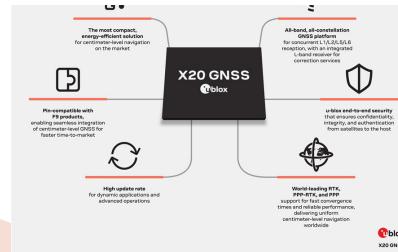
並支援TouchGFX圖形軟體。晶片上USB控制器讓設計者輕鬆節省至少一個外部時脈和四個去耦電容，以降低物料清單成本，並簡化PCB元件設計。此外，新產品僅需一組電源（VDD/VSS），讓新產品設計可以變得更輕薄簡單且更具競爭力。STM32C0 MCU採用Arm Cortex-M0+ 內核心，可取代家用電器、簡易型工業化控制器、電動工具和物聯網



設備等產品設備中的傳統8位元或16位元MCU。成為32位元MCU中的經濟型產品，STM32C0具有更高的處理性能、更大的儲存容量、更高的周邊整合功能，例如使用者介面控制，以及其他基本控制、定時、運算和通訊功能。

## u-blox全新X20全頻高精準度GNSS平台擴展全球地理覆蓋範圍

u-blox全新X20全頻高精準度GNSS平台，為精準度、效能和安全性樹立新標準。以該公司F9高精準度GNSS平台的成功經驗為基礎，此新一代平台滿足目前全球對高精準度GNSS的需求，其前瞻性設計也能符合新興技術和標



準。該平台是專為工業自動化、汽車以及其他需要在複雜環境中實現公分級定位精準度的應用設計，亦適用於關鍵基礎建設系統的時間同步應用。

X20是一個整合L頻段接收器的全頻段（L1/L2/L5/L6）平台。包含所有可用的GNSS衛星訊號，即使在微弱的訊號環境中，也能提供最高精準度定位。新增的L5頻段的運行頻率低於基本的L1和L2，該平台由於提升了訊號特性，支援L5訊號更加穩健。u-blox X20還支援L6頻段，該頻段不僅可用於導航服務，還適用於校正服務，使定位估算更為精確。

## 安立知升級WLAN測試儀支援Wi-Fi 7 2x2 MIMO



Anritsu安立知為無線連接測試儀MT8862A（WLAN測試儀）推出新選項，其可評估 IEEE 802.11be（Wi-Fi 7）中定義的2x2 MIMO射頻（RF）發射與接收特性。透過這項新擴展功能，MT8862A可使用「網路模式」測量支援Wi-Fi 7 2x2 MIMO裝置的接收靈敏度和發射功率，讓裝置可在實際的操作條件下進行評估，從而有助於提高配備WLAN裝置的通訊品質。儘管Wi-Fi 7標準尚未正式發佈，但基於標準草案的產品開發已在進行中，業界主要的公司已開始將產品推向市場。在超高解析度（UHD）視訊串流和擴增實境/虛擬實境（AR/VR）等應用的裝置中，需要處理龐大的高速數據量，多輸入多輸出（MIMO）技術可用於提高傳輸的速度和流量。

記憶容量或開發環境都是決定因素

## AI加速器的瑜亮之爭 使用需求將決定市場最終歸屬

在目前的市場上，AMD的Instinct MI325X和Nvidia的H200 HGX代表了AI加速器市場中兩個強大的競爭對手，它們分別針對不同的需求和應用場景進行優化。

在核心架構設計上，AMD Instinct MI325X所採用的CDNA 3架構專注於高效能運算和AI應用，特別是針對大型生成式AI模型的訓練和推論進行了優化。

在FP16和FP8精度運算上，MI325X提供了相較於Nvidia H200更高的理論性能增益。這對於生成式AI模型尤其重要，因為這些模型通常需要大量運算資源來進行推論與訓練。而256GB的HBM3E記憶體及6.0TB/s頻寬，使得MI325X特別適合處理超大數據和大模型的訓練。

至於Nvidia的H200 HGX則是採用Hopper架構，其內建的Tensor Core提供專門針對深度學習的優化，能夠處理多種AI訓練和推論任務。Nvidia一直以來都專注於在推理和訓練中的性能提升，其Tensor Core設計在浮點運算上有獨特的優勢，能在AI訓練和推論中實現高效的矩陣計算。

儘管H200的141GB HBM3記憶體和5TB/s頻寬略低於AMD的Instinct MI325X，但其強大的並行運算能力，使其在更廣泛的深度學習應用中有卓越的表現。

AMD的MI325X是其加速器產品線中的一個重要里程碑，計劃在2024年第四季量產。未來MI350系列將

基於CDNA4架構，預期將進一步提高35倍的推論性能，這將顯著提高AMD在生成式AI和推論市場中的競爭力。

反觀Nvidia身為AI加速器市場領導者，H200是其新一代產品，預期將繼續鞏固其在深度學習和生成式AI領域的地位。未來，Nvidia將繼續擴展CUDA生態系統，並提供更強大的軟體工具來保持市場領先。

比較起來，AMD的Instinct MI325X和Nvidia的H200 HGX兩者在AI領域的競爭主要將會集中在兩個層面：硬體架構的性能差異和軟體生態的支持。AMD MI325X以其記憶體容量和高效能的浮點運算能力，在生成式AI應用中具有強大競爭力，特別適合處理大模型和數據集。

而Nvidia H200 HGX憑藉其成熟的CUDA生態系統、Tensor Core技術，以及廣泛的軟體支持，在深度學習訓練和推論中保持領先地位。最終，哪種加速器更適合什麼特定應用，將取決於使用者的需求，例如是否需要更高的記憶體容量或更成熟的開發環境。（王岫晨）

「一路走好」或「一路好走」？

## 勞動部初估淨零政策對勞動市場影響 2050年電子零組件失業逾4萬人

因應2050淨零碳排政策，由環境部近日預告碳費費率草案一出爐，除了環保團體、企業皆如預期反彈；最讓人意外的是，就連勞動部也不願背書，對此進行的調研報告甚至指出，估計到了2050年電子零組件失業將逾4萬人！

依環境部碳費審議會近日預告碳費費率草案中，估計明年五月底前試申報，後年正式收費。其中規劃一般費率起徵價為每公噸300元，若企業選擇最高標準的自主減量計畫，則可分別適用優惠費率A(50元/噸)、B案(100元/噸)；高碳洩漏事業單位在碳費公式中可享排放係數折扣，最初期設定0.2，將分期調升。

方案一出，除了環團、企業皆如預期中反彈，最讓人意外的是，還是根據勞動及職業安全衛生研究所《推動淨零轉型對勞動市場影響之國際比較研析》報告指出，現行淨零政策對各行業就業人數均有影響。

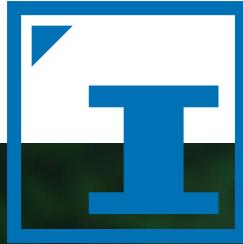
因此導致就業減少最多的部門依序為、電子零組件業、金屬製品業、批發業、電腦電子光學製品業、機械設備業、零售業、基本金屬業等。由於上述產業在國內所使用的能源較多，且產業規模通常較大，在未來淨零相關政策如碳定價的實施下，會提升其製造成本，對於產業造成直接衝擊影響就業。

以電子零組件業為例，2025年推估將有1萬708人失業，到了2050年則將造成4萬4,599人失業；其次受影響較大行業依序為金屬製品業、批發業、電腦電子光學製品業、機械設備業等，2050年失業人數1萬~3萬之間。

勞安所勞動市場研究組長林詩騰進一步分析，淨零政策會讓傳統產業紛紛採用新式設備和製程，影響最大的就是設備操作和組裝人員等，雖然受影響最大的是燃氣供應業，但因為電子零組件人員因為數量多基數大，因此受影響人數會是最多。

此外，該研究為了解台灣企業在淨零轉型上的現況及準備情形，還同時進行了問卷調查，結果顯示企業認為推動淨零排放的主要挑戰，依序為：缺乏技術專長(51.45%)、資金不足(52.70%)，並普遍認為須特別提升員工在節能和碳盤查方面的專業能力。

如今碳費政策上路在即，對勞工影響會是「一路走好」或「一路好走」，仍在未定之天。為了使產業發展與環境保護之間取得衡平的同時，如何兼顧勞動者能順利轉銜且持續就業，勢必須先提升相關人員的跨產業技能，將是公正轉型的重要意涵。(陳念舜)



減少環境汙染 又提升半導體性能

# 銻：綠色回收與半導體科技的新未來

銻的環保回收值得關注，特別是從電子廢棄物中回收銻，提高回收率並降低成本，減少資源浪費降低環境負荷。此外，銻近來在半導體先進製程中扮演要角，無疑也是一個值得重視和推進的方向。

文／芮嘉瑋博士

**銻**可用於製造高頻電子器件，如射頻放大器、天線等，提高能源效率和性能，支持5G、物聯網等先進製程技術的應用。銻同時也作為一種重要的半導體

材料，促進半導體產業技術的發展。然而，中國商務部、海關總署112年7月3日公告，自8月1日起對包括「鍺」等關鍵礦物實施出口管制，其中管制「鍺」的相關物項包括金屬鍺、區熔鍺錠、磷鍺鋅、鍺外延生長襯底、二氧化鍺及四氯化鍺，衝擊諸多產業原物料市場。

鍺的環保回收值得關注，特別是從電子廢棄物中回收鍺，提高回收率並降低成本，減少資源浪費降低環境負荷。此外，鍺近來在半導體先進製程中扮演要角，無疑也是一個值得重視和推進的方向。

## 電子廢棄物回收鍺

美國專利US20240010513A1揭示了一種利用有機酸從電子廢料中提取鍺（Ge）的環保方法，[1]滿足高科技產業對鍺日益增長的需求，同時解決傳統提取方法的環境問題，特別針對含有鍺的材料，如二極體、光纖和其他電子元件。

製程包括粉碎廢料、磁選和用乙酸等有機酸浸出，鍺隨後通過過濾、pH調整和沉澱回收。詳細主要步驟為（1）研磨：將含鍺的電子廢料研磨成顆粒狀混合物。這增加了表面積，使鍺更容易被浸



▲ 圖一：鍺的環保回收值得關注，特別是從電子廢棄物中回收鍺，提高回收率並降低成本，減少資源浪費降低環境負荷。

出。（2）磁性分離：在進行下一步驟的浸出前，可以對顆粒狀混合物施加磁力以去除磁性顆粒。（3）浸出：顆粒狀混合物經過浸出溶液（leaching solution）處理，浸出過程在至少約25°C的溫度下進行，持續時間從約5分鐘到約360分鐘。

其中，浸出溶液包括水和主要為有機酸的浸出劑，有機酸濃度可從約1 M到約10 M不等。該方法中使用的有機酸之pKa值約為4到5，且在25°C下與水混溶。合適的有機酸例子包括醋酸、丙酸、丁酸、琥珀酸和檸檬酸。若使用醋酸的話，則可以形成醋酸鍺（ $\text{Ge}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ）。（4）攪拌：在浸出過程中，以約250rpm到約700rpm的速度攪拌混合物，以確保