

# 零組件

2025年 8月號

Vol. 405

雜誌

# 通用機器人

## 迎向人機共融時代



# 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

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  
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。  
© 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 I'LL BE BACK

## 矽島論壇

### 8 AI驅動下的 智慧健康發展趨勢

許桂芬、洪春暉

## 新聞分析

### 10 製程領導地位恐全面 讓渡台積電與三星

王岫晨

### 11 反監管與加速基礎建設 促美成AI輸出大國

陳念舜

## 產業觀察

### 12 解鎖新一代3D NAND快閃 記憶體垂直間距微縮

imec



## 封面故事

### 從仿生設計到智能交互 機器人技術進化揭密

p.20

王岫晨

這一波新興的人形機器人，是能夠感知環境、理解語言、做出回應的「準智能體」。



### 工廠與服務業的新勞力 機器人的真實應用現場

p.26

王岫晨

### 當機器人成為社會一份子

p.30

王岫晨



## 關鍵技術報告

p.63

利用TINYAVR 2系列實現  
低功耗/經濟高效的PIR運動  
檢測

林周正



## 本期明信片 (訂閱獨享)

### 萬物一體 人機共融

通用型機器人不是像人類一樣思考，而是與人類一同工作。



## u-blox精巧省電與安全的精準定位解決方案 加速資產追蹤裝置應用上市與更新

隨著全球定位技術以及室內定位技術越來越精準與普及，進而加速了資產追蹤管理裝置的能力，包括優化物流流程、提高貨物運送抵達的預測能力、以及偵測竊盜、詐欺或篡改的行為，並同時能降低營運成本與提高客戶滿意度。

追蹤應用的關鍵技術在於精準可靠的定位功能，以及穩定安全的連網系統。然而，在高樓林立的城市，不利於GNSS衛星訊號的接收，影響資產追蹤裝置的定位精準度。且搜尋訊號也造成功率消耗，會縮短裝置的電池使用壽命。

u-blox優異的定位模組可同時接收多種GNSS的訊號，藉以提升定位的精準度與可靠性，就算在嚴苛的城市環境中，仍能提供絕佳的定位訊息。再搭配高靈敏度與低功耗的短距離無線及蜂巢式無線等各種無線通訊模組，讓資產追蹤裝置無論在何處，都沒有斷訊與斷電的擔憂。

u-blox推出的MIA-M10系列定位SiP模組，其尺寸為業界最小，僅4.5mm x 4.5mm，且內建SAW、LNA，可同時支援4個主要全球衛星系統。特點為不需任何外部元件，可減少線路設計時間和測試工作，適用於小型精巧的追蹤裝置。如果裝置空間設計需求比較寬鬆，MAX-M10模組則是經濟實惠的方案。

若是裝置的應用場合為需穿越大樓林立的城市，或是衛星信號易受干擾的地區，則可考慮採用支援L1/L5雙頻段的NEO-F10N模組，能夠有效降低多重路徑干擾，並兼具蜂巢式數據機並存的優異RF抗干擾能力，以提高都會區中的定位精確度。

在衛星信號微弱的室內場合，則可用u-blox的ANNA-B4或是NORA-B2藍芽模組，搭配u-blox推出的u-locate室內定位系統做精確的資產追蹤。其中NORA-B2可支援最新藍芽6.0通道探測(channel sounding)，具有精密測距的功能。

此外，u-blox的CloudLocate雲端定位服務，可以節省追蹤裝置的功耗到只有一般裝置的10%，特別適用於低頻寬的連網場合；並支援多樣的聯網方式，如衛星IoT、NB-IoT、LTE-M、LTE、藍芽、Wi-Fi與其他專有技術。

u-blox有豐富優異的產品組合，結合衛星與室內定位和短距離無線解決方案，充分滿足資產追蹤裝置應用的設計需求。Pin腳相容的設計概念，更可隨著標準演進，輕鬆實現新舊通訊標準間的無縫升級，降低開發成本，加速產品開發週期，快速掌握資產追蹤裝置應用的爆發新商機。

### NEO-F10N系列 u-blox F10標準精準度 GNSS模組

L1/L5雙頻GNSS接收器，可為都會環境實現公尺級準確度

- 有效緩解多重路徑效應，提高都會區定位準確度
- 具備與蜂巢式數據機並存的優異RF抗干擾能力
- 使用小型天線，也能提供經過驗證的卓越效能
- 可升級韌體，實現前瞻性設計



### MIA-M10系列 u-blox M10標準精準度 GNSS SiP模組

用於微型資產追蹤設備的超低功耗GNSS模組

- 在不影響GNSS性能的情況下功耗低於25mW
- 可同時接收4個GNSS衛星訊號，達到最大位置可用性
- 尺寸精巧，僅4.5 x 4.5 x 1.0 mm



### NORA-B2系列 單機式藍牙低功耗模組

適用於超低功耗物聯網應用的藍牙LE模組

- 支援Thread、Zigbee和Matter的專業級模組
- 高效能ARM Cortex-M33，適用於要求嚴苛的應用
- 符合Bluetooth® Core 6.0標準，包括通道探測，可實現準確測距



### ANNA-B4系列 嚴苛工業環境用 超精巧單機式藍牙5.1低功耗模組

- 內建天線，超精巧SiP封裝(6.5 x 6.5 x 1.2 mm)
- u-connectXpres軟體，可加速上市時間
- 超高可靠性，可支援105 °C高溫環境



### MAX-M10系列 u-blox M10標準精準度 GNSS模組

適用於高效能資產追蹤裝置的超低功耗GNSS模組

- 功耗低於25 mW，使用小型天線，也具備優異GNSS效能
- 可同時接收4種GNSS訊號（GPS、伽利略、GLONASS、北斗）
- 先進的偵測詐騙和干擾的功能



### CloudLocate

雲端定位 能源自主的IoT資產追蹤

- 僅使用單機式GNSS定位 10%的功率
- 低頻寬連接的理想選擇
- 「無定位訊號」情況不再發生
- 傳送到您需要的雲端企業



# 目錄二

## 東西講座

### 36 CADENCE帶你探索PCB設計 與多物理場模擬的未來

CTIMES x Cadence 科技沙龍

編輯部

### 42 AI機器人改寫 百工百業運作模式

PlayRobot 飊機器人總經理王國棟

王岫晨

## 專題報導

### 46 能源轉型的新引擎 氫能源加速驅動低碳發展

王岫晨

### 51 THUNDERBOLT 高速介面進化之路

王岫晨

## 關鍵技術報告

### 67 揭密TGV製程中的隱形殺手： EBSD如何破解應力難題

李昀達

### 78 下一代汽車中現代計算架構的 性能元件和保護

James Colby

**零組件** 雜誌

Founded in 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

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

## 編輯室報告



# I'll be back

想像一下，當你一早睡眼惺忪地走進辦公室，門口站著一位穿得體面、笑容僵硬的「新人」。你跟他打招呼，他眼睛一閃，一邊說「早安，今天的咖啡溫度是你偏好的65度」，一邊還幫你打開會議室的燈。他是機器人，而且不喝咖啡，不請病假，永遠準時，還會記得你說自己喜歡拿鐵不要糖。

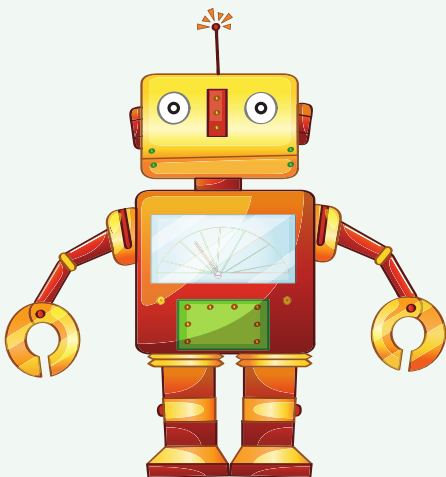
曾經，機器人是我們童年幻想中會毀滅世界的鋼鐵巨人，是科幻片裡與人類爭奪控制權的人工智慧。但現在，他們出現在倉儲中心、製造產線、飯店大廳和醫院走廊，不再說「I'll be back」，而是溫柔地問：「請問需要導航至哪個診間？」

是的，機器人正悄悄變身成「新同事」。過去，我們熟悉的自動化，大多藏在工廠深處——那些不眠不休的機器手臂，只做一件事，做得超級快、超級準、不抱怨。但這幾年，「會走路的」、「會說話的」、「看起來有點像人的」機器人開始出現。他們不只是自動，而是能互動。他們不只執行指令，而是能理解語意。

本期就要帶大家一起看看這群新上任的機器人勞工，到底在工廠、服務業、醫療現場扮演什麼樣的角色？他們怎麼上工？遇到了什麼問題？誰導入得最順？又有哪些人看似風光，實際上是踩了一堆雷？

更重要的，我們還會探討一個真正人類該思考的問題：當機器人不再只是機器，而是可能與你並肩工作的「同事」，你，準備好了嗎？

別害怕，這不是失業的開始——是我們重新定義「工作」的起點。





洪春暉

資策會產業情報  
研究所(MIC)所長

chrishung@micmail.iii.org.tw

## AI驅動下的 智慧健康發展趨勢

本文為許桂芬、洪春暉共同執筆

許桂芬為資策會MIC資深產業分析師

隨著國人平均壽命增長，健康照護持續成為關注議題，尤其台灣在2025年邁入超高齡社會，如何促進民眾健康餘命、擁有高品質健康生活，是政府與產業共同思考與努力的課題。觀察全球數位健康新創投資標的，與國際消費性電子展會中智慧健康（Digital Health）展出重點，可見運用AI技術導入「遠距照護」與「慢性病管理」產品受到青睞。

### 遠距居家照護與緩解日常疼痛

疫後遠距醫療仍持續受到重視，加上醫療資源有限與受照護者希望在熟悉的環境中接受照顧。因此，健康照護

業者不斷推出，並優化遠距居家照護系統與產品，讓受照護者在家可持續接受醫療級健康監測服務，並使用居家醫療器材進行復健或緩解日常疫痛。

英國醫療公司HUMA在2024年第三季成為新創獨角獸，其透過AI遠端病患監測平台，協助醫療機構在傳統環境以外，能夠提供持續的護理服務。

HUMA的疾病診斷軟體平台獲得FDA醫材認證，提供「家庭醫院」（Hospital at Home）藉由數位平台即時監測病人的生命體徵、症狀



和健康狀況來追蹤病情與調整治療；「虛擬居家醫院」（Virtual Home）將住院級醫療照護帶到病人家中，讓病人在家接受持續健康監測和專業醫療服務。HUMA並與大型醫療院所、製藥公司合作支援預測性護理及臨床研究。

面對超高齡社會，長者普遍患有身體機能退化的問題，例如聽力、膝蓋關節等方面。國內業者推出退化性關節炎AI輔助診斷系統。而在CES 2025展會，多家新創業者亦推出減緩居家日常疼痛的治療裝置，例如韓國新創業者EntWick穿戴式退化性關節炎電子治療設備ArthronPulse採用脈衝電磁場療法、低強度雷射療法及電刺激肌肉療法等非侵入性治療方式，讓患者可居家使用減輕疼痛。

## 慢性病管理更友善與便利

隨著醫療器材小型化，愈來愈多居家醫療器材裝置協助慢性病患者在家就能進行疾病控制或健康管理。其中，糖尿病與睡眠管理為二大宗，醫療大廠與新創業者藉由可穿

戴裝置與AI模型，針對糖尿病與睡眠問題提供創新產品。

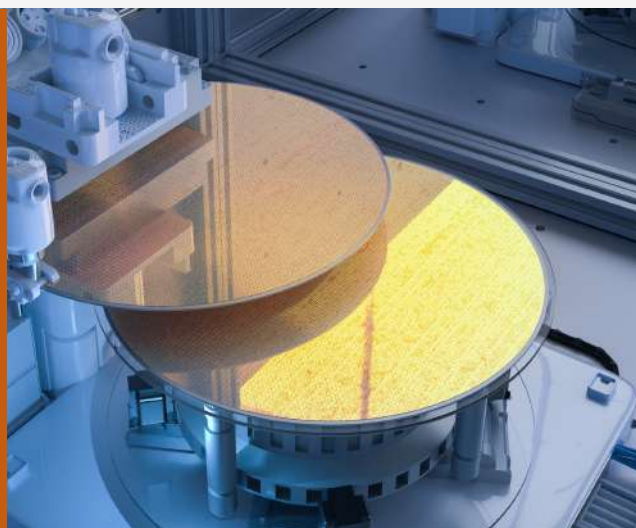
醫療大廠亞培在CES 2025展示第一個非處方箋血糖監測穿戴貼片Lingo。亞培在糖尿病管理領域深耕已久，近年來積極推出連續血糖監測貼片，免除糖尿病患者需定期扎針測量血糖之困擾。

Lingo為亞培第一個無需醫生處方箋使用的連續血糖監測穿戴貼片，主要訴求疑似有糖尿病、有糖尿病家族史或單純想進行血糖管理的成人使用。它能全天候紀錄個人血糖數據，與手機連結後，使用者可即時查看血糖變化，了解個人飲食與運動對血糖值變化的影響，以協助調整飲食習慣並改善整體健康。

## AI引領智慧健康個人化發展

慢性疾病一直是全球健康的重大議題，在超高齡社會更加受到重視。受惠於智慧科技發展，尤其是穿戴式裝置與AI技術，讓健康管理更友善、便利，亦能補足傳統醫療照護不足的缺口，讓患者可在家中享有醫療等級照護。■

## 英特爾14A製程或面臨終止？ 製程領導地位恐全面 讓渡台積電與三星



英特爾透露，若無重大外部客戶訂單支持，其先進製程節點「14A」與後續節點的研發工作恐將中止。這一訊息震撼全球半導體產業，也反映出英特爾在先進製程競賽中所面臨的資源壓力與競爭現實。相較之下，台積電（TSMC）與三星電子則持續加碼先進製程投資，已逐步鞏固其領導優勢。

英特爾目前正在推動 18A（1.8 奈米）與其增強版 18A<sup>2</sup>P 節點，並嘗試藉此吸引外部代工客戶。惟公司明確指出，14A 及未來節點若無「具有足夠規模的關鍵客戶」，將無法維持龐大資本與研發支出，可能終止其開發。

這番表態代表英特爾進一步從 IDM 轉向 IFS 模式，也意味其未來製程策略高度依賴市場回應與外部合作能量。一旦 14A 停止，英特爾恐將失去與 TSMC、三星在 2 奈米與更先進節點的競爭籌碼。

台積電目前已完成 2 奈米（N2）製程首輪設備安裝，預計 2025 年上半年開始量產。N2 採用全新 GAA 架構技術，並導入 nanosheet 結構，有效提升電晶體密度與能效比，為下一代 AI 與高效能運算應用量身打造。

三星電子則在 GAA 製程上推出 3 奈米節點（SF3E），並持續推進 SF2 與 SF1.4 發展。三星近期與特斯拉簽訂 165 億美元晶圓代工合約，為其生產下一代 AI 晶片，強化其先進製程的市占與產能利用率。

若英特爾最終取消 14A 發展，其將正式從「三強鼎立」退居至「雙強競爭」格局，製程領先優勢將明確由台積電與三星掌握。儘管英特爾仍保有在先進封裝（如 EMIB、Foveros）、x86 架構與自家 HPC 晶片設計領域的競爭力，但在奈米級節點上逐漸落後，將使其市場話語權削弱。（王岫晨）



## 川普宣布《AI行動計劃》 反監管與加速基礎建設 促美成AI輸出大國

除了持續在美國本土或海外推行「星際之門」計畫，美國總統川普近日再次高調發布其《AI行動計劃》（America's AI Action Plan），主張AI訓練不必拘泥於傳統版權或合約，並訂下要讓美國成為「AI出口大國」目標。

其中包含超過90項聯邦政策行動，採取有別於歐盟等多國家和地區更嚴格的AI規範與倫理標準，美國將更強調對內所謂「反偏見」與監管、自由創新等主軸，進而加速建設美國AI基礎設施，並對外輸出美國AI配套方案。

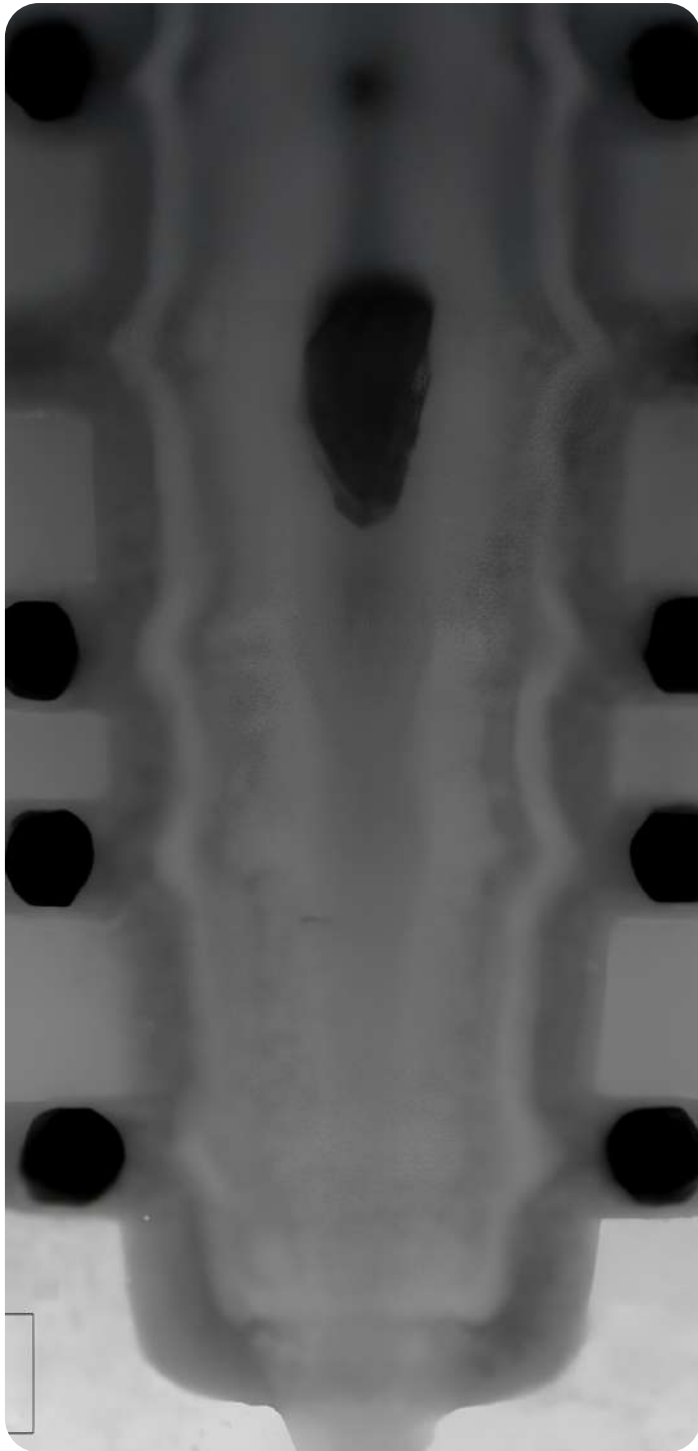
首先是在「促進創新與應用」方面，將移除阻礙AI發展與部署的繁瑣法規，進而「維護先進AI模型中的言論自由」，更新聯邦採購準則，以確保僅與那些保證其系統客觀且不帶有意識形態偏見的LLM開發商簽約。

聯邦科學技術政策辦公室（OSTP）與其他聯邦機構在分配AI資金時，也將優先投注在對科技監管最少的州。

接著是「促進資料中心快速建設」，將加速並現代化資料中心與半導體晶圓廠的許可流程，並推動新的全國計畫，以增加電工與空調技術人員等高需求職業。

最後是「出口美國AI技術」，美國商務部與國務院將與業界合作，移除阻礙AI開發和部署的官辦法規，並要求在未來6-12個月內，推動業界和學界共同協助簡化審查流程；向美國盟友提供安全的AI出口方案，包括硬體、模型、軟體、應用程式及標準等。

未來只要有國家不跟進美國的管制，就可能動用「外國直接產品規則」和次級關稅這類法律手段壓迫，推動美國AI標準成為全球主流。（陳念舜）



3D NAND快閃記憶體的結構電子微縮圖。

## THE NEW STORY

# 解鎖新一代 3D NAND 快閃記憶體 的垂直間距 微縮

文／imec

**3**D NAND快閃記憶體有超過300層堆疊氧化層和字元線層，增加如此驚人的堆疊層數，必須採用附加的「微縮加速器」才能實現這點，其中一種微縮加速器是垂直間距微縮，這項技術與降低氧化層／字元線層的厚度有關，以堆疊更多的元件層。imec正在開發兩項實現垂直間距微縮的關鍵技術。

## NAND快閃記憶體： 業界主要的儲存技術

NAND快閃記憶體（NAND Flash）自1980年代晚期引進記憶體市場，持續不斷推動我們存取大量資料方式的革命性變革。這項熱門的記憶體技術在架構上鎖定高密度資料儲存進行優化，可見於所有主要的終端電子裝置市場，包含智慧手機、資料伺服器 and 個人電腦。你也能在SD記憶卡和UCB隨身碟等最方便拆卸與可攜式的記憶體裝置內發現這項技術。

這種記憶體具備非揮發性，能夠存取照片、影片、音檔、封存電子信件及其他元件長達十年。最近，NAND快閃記憶體技術也在人工智慧（AI）和機器學習（ML）扮演重要角色。例如，透過提供有效率的儲存設備來滿足訓練AI模型所需的大量資料。

NAND快閃儲存技術的成功歸功於持續擴增儲存密度及縮減成本的能力。NAND快閃記憶體產業每年會大幅改良位元儲存密度，這點體現在

增加Gbit/mm<sup>2</sup>。為了持續朝這個方向發展，幾項技術創新不斷在推行。最重大的發展包含從2D到3D NAND快閃記憶體的發展動向、增加記憶體單元的儲存位元數（在商用NAND快閃記憶體最多4位元），以及從浮閘（floating gate）電晶體改用電荷捕捉（charge trap）單元來操作記憶體。

## 3D 環繞閘極儲存結構： NAND快閃記憶體生產主力

記憶體單元採用環繞閘極（GAA）垂直結構的3D NAND快閃記憶體是業界高密度資料儲存應用的生產主力。在這種3D結構中，記憶體單元相互堆疊，以形成一條垂直串列，而記憶體單元的定址則交由水平方向的字元線處理。

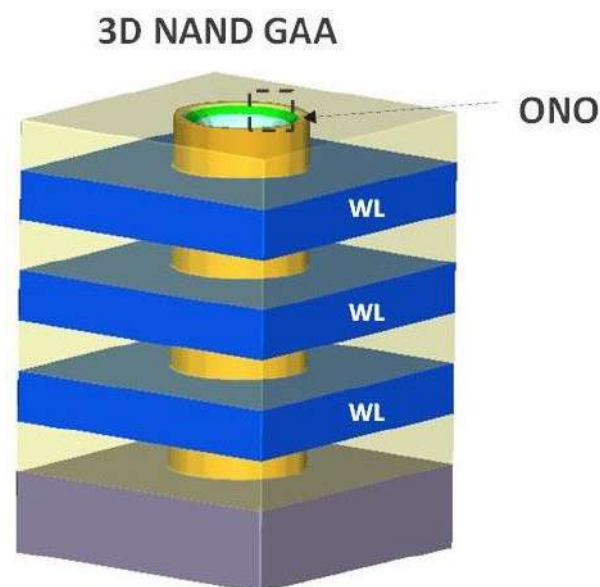
在多數的3D NAND產品中，電荷捕捉單元係作為儲存元件。這種記憶體單元就像是MOSFET電晶體在其閘極氧化層額外插入一層氮化矽（SiN）薄層。此舉將閘極氧化層變成氧化物／氮化物／氧化物（oxide-nitride-oxide）堆疊，或稱作ONO堆

疊，這些元件層分別作為阻隔氧化層、捕捉氮化層與穿隧氧化層。這層氮化矽包含多個能夠捕捉電荷的電荷捕捉位置。當閘極的電極呈現正偏壓，通道區域的電子會穿過氧化層，然後在氮化矽（SiN）層被捕捉。這會提高電晶體臨界電壓。記憶體單元的儲存狀態可透過在源極／汲極之間施加電壓來測量。如果電流呈現流動狀態，這表示並未捕獲電子：記憶體單元處於「1」的狀態。若沒測到電流，記憶體單元則是處於「捕獲電子」或「0」的狀態。

這種電荷捕捉單元採用一種環繞閘極垂直通道的方法來導入3D NAND結構。想像把平面電晶體結構翻轉超過90度角，包含此時被閘極堆疊包圍且呈現垂直方向的多晶矽傳導通道。

製造這種環繞閘極的第一步驟是成長出一個矽氧化層／字元線層的堆疊。接著，利用先進的乾式蝕刻工具來掘入該堆疊，形成圓柱型孔洞。隨後，沿著這些孔洞的側壁來沉積氧化層、捕捉層與多晶矽通

道。這種配置通常稱作通心粉通道（macaroni channel）。



圖一:3D NAND環繞閘極（GAA）結構顯示一串垂直方向的電荷捕捉記憶體單元，其中包含氧化物／氮化物／氧化物（ONO）閘極介電層與數量有限的字元線（WL）。

這種電荷捕捉單元採用一種環繞閘極垂直通道的方法來導入3D NAND結構。想像把平面電晶體結構翻轉超過90度角，包含此時被閘極堆疊包圍且呈現垂直方向的多晶矽傳導通道。

製造這種環繞閘極的第一步驟是成長出一個矽氧化層／字元線層的堆疊。接著，利用先進的乾式蝕刻工具來掘入該堆疊，形成圓柱型孔

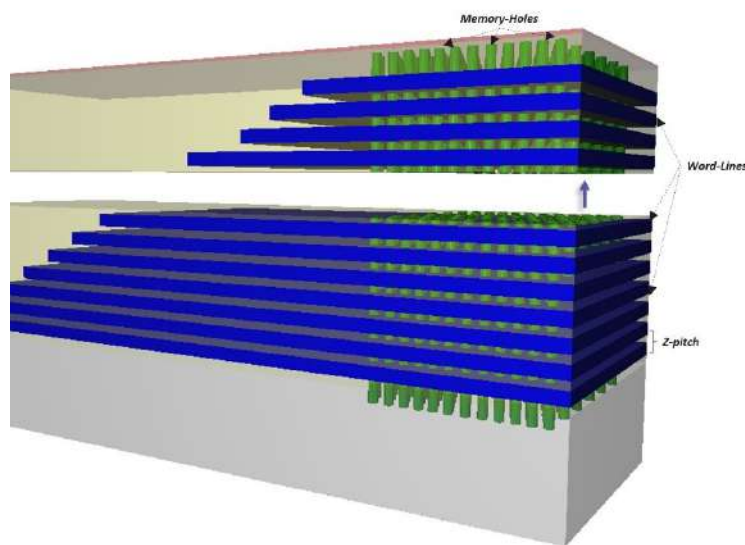
洞。隨後，沿著這些孔洞的側壁來沉積氧化層、捕捉層與多晶矽通道。這種配置通常稱作通心粉通道（macaroni channel）。

## 運用更多氧化層／字元線層來延續NAND快閃記憶體的發展藍圖

在未來幾年，記憶體產業將推動基於環繞閘極的NAND快閃記憶體發展，將其推向極限。目前，主要大廠提供配有超過300層氧化層和字元線層的3D NAND快閃記憶體產品，這些元件層相互堆疊。堆疊層數未來會再增加，預計在2030年前達到約1000層——相當於100Gbit/mm<sup>2</sup>。不過為了確保一條直徑一致的串列得以貫穿這層厚度約30微米（μm）的元件層堆疊，導致製造複雜度和成本增加，考驗著多層堆疊沉積和高深寬比蝕刻的製程步驟。

為補助的「微縮加速器」因此添入工具箱。這些加速器包含增加每個記憶體單元的儲存位元數、縮短環繞閘極單元的x-y間距（橫向微縮）、提升記憶體陣列的面積效率，以及

模組堆疊。另一項趨勢是在另一塊晶圓上面優化周邊的CMOS電路，再利用異質晶圓接合技術把這些電路連接到記憶體陣列堆疊。為了控制這些持續增長的製程成本，目前也在追求垂直方向的額外微縮，稱之為垂直間距（z-pitch）微縮。



圖二:3D NAND快閃記憶體環繞閘極（GAA）架構示意圖，另指出相鄰字元線之間。

## 垂直間距微縮：優勢與隱患

為了持續降低新一代多層堆疊GAA NAND快閃記憶體的成本，3D NAND快閃記憶體的垂直間距微縮至關重要。採用垂直間距微縮，相鄰字元線之間的間距（目前大約是40奈米）得以進一步縮小，方法是同