

## 工研院3D IC跨所合作顯成效

# 國際大廠穿針引線 國內3D IC蔚為潮流

3D IC是IC設計中最為亮眼的明星產品，但製程技術困難，過去3D IC總是雷聲大雨點小，廠商對此技術的成熟度與量產化抱有疑慮，因此想以3D IC技術進行推廣，甚至是說服廠商共同合作，具有相當大的挑戰。工研院跨領域共同合作，以一條龍的方式，從3D IC準則、設計、製程、封裝到測試，與國際大廠之間的合作，並串聯上下游業者，為半導體產業開闢一條嶄新的道路。

文 周世民

攝影 蔡鴻謀

### 小辭典 什麼是3D IC？

3D IC是將多顆晶片進行三維空間垂直整合，讓半導體製程跨越電子及材料的物理極限瓶頸。

3D IC必須以系統的角度出發，以進行最佳應用設計與製程整合，國內因為缺乏系統廠商，因此採用此項前瞻技術時，需要考量的因素較多，尤其因為產業鏈尚未成熟，價格在初期會較高，容易造成高階產品應用優先，消費性電子產品需要更多時間的狀況。

工研院跨領域共同合作，以一條龍的方式，從3D IC準則、設計、製程、封裝到測試，一方面尋求與國際大廠的合作，在產品技術成熟之際，也緊鑼密鼓的拜會國內半導體上下游業者，並成功招募成3D IC聯盟會員，而此一壯舉，榮獲今年工研院推廣服務獎金牌獎，可謂實至名歸！

### 身負重「任」 只許成功不許失敗！

「不是英雄就是狗熊、不成功變成仁！」工研院電光所副所長高明哲語重心長的說，明知這條路會非常坎坷，但依然決定跨入3D IC這個必要的技術領域，況且台灣的優勢又是善於垂直整合分工，3D IC未來若真的發揮起來，相信



駱韋仲表示，3D IC是未來極有競爭力的技術，未來要與系統廠商共同合作，也盼台灣產學界共襄盛舉。

將有助於產業鏈帶來相當大的助益，進而可以幫助國內規模較小的廠商。

不過對於3D IC這樣的全新技術領域，必須冒著有可能會失敗、巨額投資付諸東流的風險，這樣雙面夾擊的壓力，工研院決然要投資3D IC技術，背後仍有一個關鍵的主因。

「純粹從投資學來說，誠如巴菲特所言『危機入市』，該做、如何做、何時做。」工研院電光所組長顧子琨表示，眼光、勇氣以及如何說服長官決策都是攸關因素，也因為看好3D IC未來的發展後市，因此工研院也決定大膽投資、全力衝刺。

工研院電光所組長駱韋仲強調，當初花了不少錢買設備投資3D IC的完整生產線，進而拜訪很多家廠商，來來回回走訪，花了超過一年時間，才逐漸說服廠商願意投入，更何況後續仍需要持續投資，幸虧政府願意投入半導體的創新領域，協助國內廠商分擔研發風險，能夠達成這個共識，是非常不容易的。

### 了解客戶需求 提高推廣成功率

「世界上大概有兩種陣營，第一種為整合元件製造廠 (IDM)，另一種為垂直分工，此兩種陣營策略是不一樣，如果需要串聯整合很多資源，那一定對IDM有利，但缺點是不利創新；反觀，垂直分工是有助於創新，且也有利於台灣業者發展！」高明哲認為，半導體投資已趨向資本及技術密集，隨著研發及建廠成本不斷墊高，未來如果沒有3D IC那在半導體的投資勢必會越來越大，可說是條不歸路。反觀，很多是來自於小公司的創意，而3D IC可以幫忙他們實現，企業在不用花大筆鈔票投資也可以實現自身的創意。

工研院跨領域合作的3D IC團隊，獲得院內的推廣服務獎金牌獎。駱韋仲認為指出，有三個關鍵是獲獎的重要因素，第一是因為與系統廠商合作過程中，開發出技術可以再授權給國內廠商，該技術也因為有與國際廠商互動

過，經過大廠的認證代表良率也達到一定的高標，此外再加上與工研院合作的客戶，也有可能是該客戶的客戶，所以產生所謂「客戶的客戶」合作模式。



工研院內部擁有設計單位、製程單位、封裝以及做測試認證單位，形成一條龍的研發實驗室，這也是工研院最大優勢所在。

「舉例來說，我們與台灣晶圓代工或晶圓專工 (foundry)、封測廠客戶的客戶進行合作，屆時客戶的產品做得出來，國內相關廠商也會相信我們的能力。」

第二部分，即為系統應用再改變，此為新的營運架構，包括經濟部、工研院、英特爾 (Intel) 與國內記憶體設計公司，各對應投資500萬美元，達成這全新的合作營運模式，這次經驗成功轉換成與國內廠商的四方合作案，是極為難得的成果。

最後一部分，即為成立「先進堆疊系統與應用研發聯盟 (Ad-STAC)」，工研院除了協助聯盟廠商之外，由於工研院在3D

IC領域，建置了一個近乎完整的廠房，所以台灣各廠商能夠在此進行測試運作，並透過聯盟獲得更多國際設備廠及材料廠商資訊。「測試環境建立，可以讓廠商

在此做驗證之外，若後續要購買設備，工研院也可以給予相關的抉擇與資訊。」駱韋仲表示，該聯盟串接上、中、下游廠商，以及設備及材料國產化可以後續持續推動。

### 整合技術優勢 實現各種可能性

工研院資通所技術組長周永發表示，以資通訊專業的角度，3D IC的重要性在實現新使用方法技術。幾年前，市場還不看好3D IC的量產，但今年隨著日本新力 (Sony) 推出高階Xperia Z款式智慧型手機，裡面就裝置一顆3D IC技術的照相模組，這對3D IC發展來說，是一個重要指標，顯示3D IC的效能的確比SoC (System

on Chip) 優越許多，目前SoC產品僅能做到HDR照相，但使用3D IC照相模組的該款手機，卻能進一步實現HDR錄影。

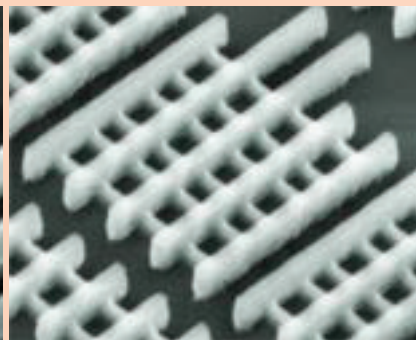
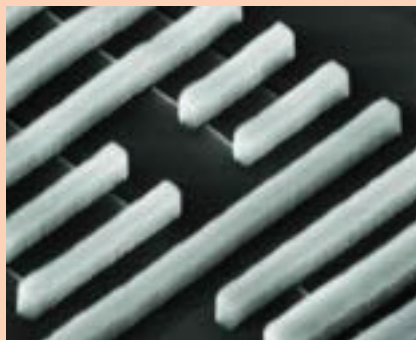
「3D IC可以將各種技術的優勢整合一起，就可以實現各種的可能性。」周永發認為，當IC設計走到某種程度，應該就是要朝晶片的整合，如此方可達到更多的功能，所以3D IC初期就會進攻金字塔頂端的高階產品，或許初期價格很貴、投入的廠商也不多，但當這技術慢慢讓市場接受時，就會有更多的製造廠商進而投入，屆時價格就會逐漸下降，進而普及化。

周永發強調，3D IC的主要功能絕對不是為了降低成本，而是提供高效能的產品；高效能的產品會讓消費者願意買單，這才是該技術產品的最大意義所在。

「工研院要說服業者最難的部分，就是如何將技術轉換成金錢。」駱韋仲表示，國際廠商所放眼的角度就有所不同，所以當時工研院決定先找國際廠商進行合作，這項合作從2006年左右就起跑，到今年產品上市量產，也長跑了非常久的時間。

經過這幾年的探索與磨合，在3D IC的應用方面，會朝向影像感測器、記憶體與記憶體晶片的堆疊，以及記憶體與邏輯晶片的堆疊等方面。駱韋仲說，在2011到2012年，3D IC技術成功導入

商品之際，才有台灣廠商願意嘗試影像感測器的實作。目前3D IC技術，主要分為給影像感測器(CIS)使用，以及整合記憶體(memory)之用，其中主要影響3D IC普及化的關鍵，即為記憶體應用，這包括晶圓代工生產的可編程的邏輯閘元件(FPGA)高階產品。而工研院要深入的，主要為可攜式相關產品技術，和台灣



半導體產業跳脫2D IC(左圖)迎向3D IC(右圖)時代，在2012年底，Intel宣告與工研院研發出超低耗電的實驗性陣列記憶體，可以大幅推升3D堆疊與系統最佳化的發展。

廠商進行更多合作。

台灣廠商在3D IC產業布局的腳步比較慢，主要因素可能是過去都以ODM或OEM為主，所以廠商也都在等客戶下單，才會開始行動。周永發補充，若屆時代工廠導入技術卻沒有客戶下單，那也是白忙一場，畢竟代工廠沒有終端產品去驗證3D IC技術，產品好或不好的意見回饋，也是直接反應到品牌廠。而國際大廠如Sony、Intel、三星(Samsung)等都有自己的終端產品，可以驗證市場的接受程度，這是台灣廠商與國際大廠投入3D IC的主要差異，也是當初為何工研院會選

擇國際大廠的主要原因。

## 跨界齊心 共創3D IC未來

駱韋仲表示，3D IC要吸引業者，勢必要進行跨領域合作，一個產品的問世，第一步必須要有系統規格；另一角度來看，產品需要有技術的搭配，此時必須根據系統的規格去開發對應的技術，用「設計準則」針對效能做大幅提

升，讓消費者輕易比較出3D IC勝過一般2D SoC的優越性，這是跨領域合作的精隨所在。

駱韋仲說明，工研院內部很像所謂的IDM，擁有設計單位、製程單位、封裝、以及做測試認證單位，彼此缺一不可，這也是一條龍工法得以實現的關鍵，更是工研院最大優勢所在。

3D IC在直通矽晶穿孔(TSV)製程後，用後製的方式整合不同效能的晶圓，一次堆疊起來，3D IC就可謂成功。

這也再度彰顯跨領域合作的重要性，不同環節所吸引到的客戶與廠商也大異其趣，例如Intel



工研院的平台串接上、中、下游廠商，期望後續可以推動設備及材料的國產化，其中工研菁英們的努力不懈，一一解決合作中遇到的許多困難。

對基礎架構 (architecture) 很有興趣；而偏向技術端、力求真實量產效果的客戶，技術方面可能是切斷，亦可能是從頭到尾來予以合作開發，在這裡也顯示出工研院跨領域研發的成效。

「工研院3D IC的產線，當時可以號稱是全亞洲第一條、全世界數一數二優先建置的產線。」駱韋仲回憶，當初招募會員時，就是營造出3D IC重要性的氛圍，過程中也拜訪了許多相關的廠商，相關業者也樂觀其成台灣有一條完整的生產線在工研院。其次，許多會員考量的，就是智財權 (IP) 的布局，希望能在工研院做認證，做

為未來建置生產線的參考依據。

「現在，3D IC已經是可以成功量產的技術，且國際上都很積極投入，必須從系統角度去看3D IC，並非過往的IC設計角度。」駱韋仲表示，3D IC現在正在等待系統的萌芽，因此會優先從高階產品推展，這也是台灣廠商最不熟悉的部份。接下來的願景，以智慧型手機領域而言，是將所有晶片整合成一個指尖大小的尺寸，再配合「摩爾定律 (Moore's law)」(見BOX說明)的發展，關鍵點就是要與系統廠商攜手，也盼台灣產界與學界共襄盛舉。

駱韋仲認為，半導體的未來發

### 什麼是摩爾定律 (Moore's law) ?

Intel 創始人之一的摩爾 (Gordon Earle Moore) 撰文指出，當價格不變時，積體電路上可容納的電晶體數目，約每隔 24 個月 (現行普遍的認知是「每 18 個月」) 便會增加一倍，效能也將提升一倍。換句話說，每 1 美元所能買到的電腦效能，每隔 18 個月翻兩倍以上。因此，本定律被視為現代「資訊科技進步的速度」的重要指標。

展有兩種——其一，是繼續追隨摩爾定律；另外一項主力就是 3D IC，將功能性及整合度發揮至極致，讓發展 3D IC 成為半導體領域的全新航道。