

## 電晶落伍換光晶：荷蘭是否會成為光子學的矽谷？

今（2017）年 11 月 13-17 日，荷蘭貿易暨投資辦事處（Netherlands Trade and Investment Office, NTIO），將邀請荷蘭光子學界的專家及產業領袖來台參訪，除了希望建立並強化台灣與荷蘭之間在積體光子學（Integrated Photonics）領域的創新合作，同時也希望在台灣拓展荷蘭光纖感測技術（Fibre Optic Sensing）的創新應用。

訪問團成員超過 20 人，包括 7 位荷蘭頂尖企業的執行長、荷蘭頂尖研究機構，及新創企業的高層代表，並將在 11 月 14 日於台北舉辦「荷蘭-台灣創新合作及媒合- 積體光子晶片及光學纖維感測」會議，將會由科技部部長陳良基主持開幕儀式。歡迎由下列網址報名

<https://goo.gl/4rJFQF>

如果您對於荷蘭在光子學的創新技術感興趣，若您想尋求進一步合作的可能性，歡迎來信 [hollandinnovation@ntio.org.tw](mailto:hollandinnovation@ntio.org.tw) 與 NTIO 創新科技處聯絡。

光子晶片（Photonics Chip）的應用，已經成為提升數據中心效率、加速通訊傳輸，以及快速生產上百萬感測器不可或缺的關鍵；而荷蘭企業現在致力成重要推手，突破這項技術。

吉姆·黑伯特（Jim Heirbut） 著

過去五十年間，用在電腦及手機中的矽晶片，不但尺寸越來越精細，效能更符合知名的摩爾定律：也就是說，積體電路上可以容納電晶體的數目，約每隔 24 個月，就會增加一倍。然而，目前已經可以預見，電晶體效率依照摩爾定律的發展，即將邁入極限；需要透過新技術，才能維持成長。

幸運的是，這樣的技術已經存在，而且剛好是荷蘭所擅長的「光子學」。這裡要講的並不是「電流」的應用，而是透過對於「光」的處理，進而控制光子的傳輸。它有許多優點，包括可以更快速的傳輸數據，將元件更緊密無縫的結合，並且降低長距離的損耗。另外，目前已經可以把控制光的元件，容納在尺寸只有數釐米的晶片上。

### 數據攀升

光子以光速移動，非常適合在玻璃光纖裡傳輸巨量的數據。而且用光來傳輸還有另一個優勢，也就是它能在同一條玻璃光纖裡，用數十個不同的波長，同時傳輸不同的訊號，而之間不會互相干擾，而這也正是電子傳輸面臨的問題。

因為這些優點，數據中心早就開始用玻璃光纖來傳輸數據；而隨著數據量提高，光子元件也開始被整合在晶片裡。SMART Photonics 公司的技術長路克·奧古斯丁（Luc Augustin）博士表示，網路持續成長、雲端數據量不斷攀升，「要提高數據傳輸率，就必須要靠可以讓光通過的平行通道」。SMART Photonics 是一間設立在荷蘭恩荷芬市（Eindhoven）的光子晶片生產商。奧古斯丁說：「更多平行通道，就表示有更多光源（雷射）；而唯一的解決方法，就是把元件整合成晶片。」光訊號的傳輸和接收，會更加的緊密、便宜，而且節能，符合數據中心重視的面積、成本和能耗等關鍵問題，非常有吸引力。

大學的研究人員和大企業，已經能生產少量的光子晶片，但是自行設廠生產仍然不符合成本，所以如果企業需要把所設計的晶片化為實體，就會和 SMART Photonics 公司合作。

### 艾斯摩爾延伸出的創新

為了在晶片上投射出精細的光子晶片圖案，Smart Photonics 採用了艾斯摩爾（ASML）公司的設備。然而，由於 ASML 2017 的設備是為了高速處理矽晶圓所設計，不符合 SMART Photonics 的用途，因此 SMART Photonics 需要發揮創意、改良設備。「我們不需要達到每小時上百片晶圓的處理量」，Smart Photonics 的技術長路克·奧古斯丁博士說，「而且 ASML 設備所使用的晶圓，Smart Photonics 公司所採用的三吋晶圓還大。」因此，恩荷芬科技大學將已經有 15 年歷史的艾斯摩爾設備進行內部改造，以處理較小尺寸的晶圓。

### 晶片的構建

光子晶片的外觀有什麼特別？簡單的說，它就是一片內部有各種精細結構的半導體材料，透過它的結構，來控制穿透晶片的光，把光分離、彎曲，並分散成不同的波長。它的運作元件，是在長寬只有數釐米、材質通常是磷化銦的晶片上。

SMART Photonics 用晶片生產的原理，從幾年前開始提供新的晶片設計和生產方式。「客戶不須要了解晶片設計背後的物理原理，就能開始使用我們的軟體進行晶片設計」，奧古斯丁說。「只要所設計的晶片可以在軟體內運作，就可以立刻投入生產。這表示早期就採用的人取得的領先優勢，將會很難被追上」，SMART Photonics 執行長理查·維瑟（Richard Visser）表示。

客戶在完成新的光子晶片設計後，就會提供給 Smart Photonic 進行生產。晶片生產的程序，每隔數月就會進行一次，盡量讓一片磷化銦晶片，能適用於不同公司的設計。「意思是說，那些公司不用累積設計，等到需求量夠大，直到能夠充分用一整片矽晶圓，才能生產。這樣可以把製作原型品的成本，從十幾萬歐元，降到只有數千歐元，」奧古斯丁說。

Smart Photonic 至今已經為客戶生產出超過 150 種不同的光子晶片。不過，它的生產過程都很如此順利嗎？「不，難免會有失敗。」維瑟說。「例如，磷化銦比矽更脆弱，所以更容易碎。但是客戶並不會注意到，因為只要產品品質不佳，我們就會直接重作。」

### 大躍進

Smart Photonics 最初是在恩荷芬科技大學的實驗室裡創設，並不利於企業成長。「實驗室的重點在研究發展，而不是持續性的生產」，維瑟說。目前 SMART Photonics 利用恩荷芬高科技園區的無塵室，生產出為數不少的積體光子晶片。「我們希望能強化對於製成的管控，並把相關知識，運用在新的生產設施上」，維瑟說。

光子晶片對電子業有什麼意義？「我們認為，光學產業將推動傳統半導體產業的發展」，維瑟表示。「我們基於對光的控制，製造特定功能的晶片，我們還需要搭配幾十打的電子晶片來驅動。未來總是有儀器是用電子模式運作。」

今年初，維瑟參訪美國矽谷像是谷歌（Google）和臉書（Facebook）等企業。「他們的訊息很明確：我們深信你們具備製造光子晶片的技術，所以請儘快著手。因為晶片一推出，我們就能使用，並推出新的、前所未見的應用模式。」事實上，矽谷正在向恩荷芬招手。

### 敏銳的感應器

其中一家開發光子應用的企業，是來自阿爾克馬爾（Alkmaar）的 Technobis，也是 Smart Photonics 的客戶。這家公司生產用光子晶片做核心的光感測器，具領導地位。Technobis 的核心技術，是光纖布雷格光柵（Fiber Bragg Grating）技術。這種特別的光纖，只讓特定波長光線通過；當光纖彎曲時，該波長會有所改變，而且可以被測量。這有助於掌握非常細微的扭曲變形，像是複雜的機械、橋梁或機翼。該公司以同樣原理的感應器，測量微小的壓力及溫度變化。

Technobis 的測量系統，在不利於傳統感測器運作的劇烈環境下，仍然可以正常運作。他們可以透過複合結構損壞的偵測或機器溫差的量測，找出設備狀態異常的主因。該公司很精巧地運用玻璃光纖兩種功能：測量和傳輸資料。

Technobis 是荷蘭的領頭羊。「世界上還沒有其他一家公司，發展、銷售應用光子晶片的標準感應系統。」Technobis 執行長平·凱（Pim Kat）說。「透過晶片上所有元件的整合，可以把感測器做得更小更便宜。」

Technobis 的挑戰是提高產量大增。公司過去主要生產以十或百為單位的產品，目前產量則提高到以上千為單位。「為了滿足產品數的需求，晶片的良率也同時需要提升。」

此外，光子晶片很脆弱，其中封裝程序比一般電子晶片更複雜。也因此，Technobis 自行進行晶片封裝，為此投入了大量資本。為了能回收成本，該公司對外提供封裝服務，帶動了公司迅速的成長，近幾年員工數由 24 人增加至 64 人。「我們預期未來幾年將持續成長，並且新建擴充廠房。」

### 努力不懈

全球光電產業每年以 10% 快速成長；如果持續這樣的趨勢，2020 年全球市場將超過 5000 億歐元，對荷蘭而言是大好的機會。荷蘭是全球科技業的先驅，許多關鍵技術來自於三所科技大學，尤其是恩荷芬科技大學（Technological University of Eindhoven），是先進技術研究及設立跨歐盟研究聯盟的先驅者。

目前的挑戰，是如何將它的研究優勢，轉換為成功的企業。荷蘭有機會成為光子界的矽谷，參與的各方都這樣認為。但如果要達到目標，還需要什麼？「企業必須努力維持在亞洲及美國的領先地位。」凱說。「產品品質必須提升，產期得縮短，價格降低；而要促使供應鏈成熟，政府的支持不可或缺。」

2015 年，Photon Delta 成立，宗旨是為荷蘭的光學公司，建立最佳的產業生態環境。Photon Delta 也積極推廣光子學。他們這樣做有幾個原因，特別是為了要確保教育體系能提供產業所需要的人才，尤其因為光子學在中學及高等教育的層級相對的不出名。

產業也還有很大的進步空間。光子晶片目前最廣為人知的，是在電信產業的運用。過去數十年間，它用雷射來傳輸光纖訊號，而這也是目前光子晶片廣泛被運用的領域。然而，依據維瑟的觀察，光子學仍然不是顯學。醫學界正緩慢的開始運用，例如用來氣體偵測器，分析呼出氣體的組成，或是可以精準測量手術鉗自行微小的扭曲變形。

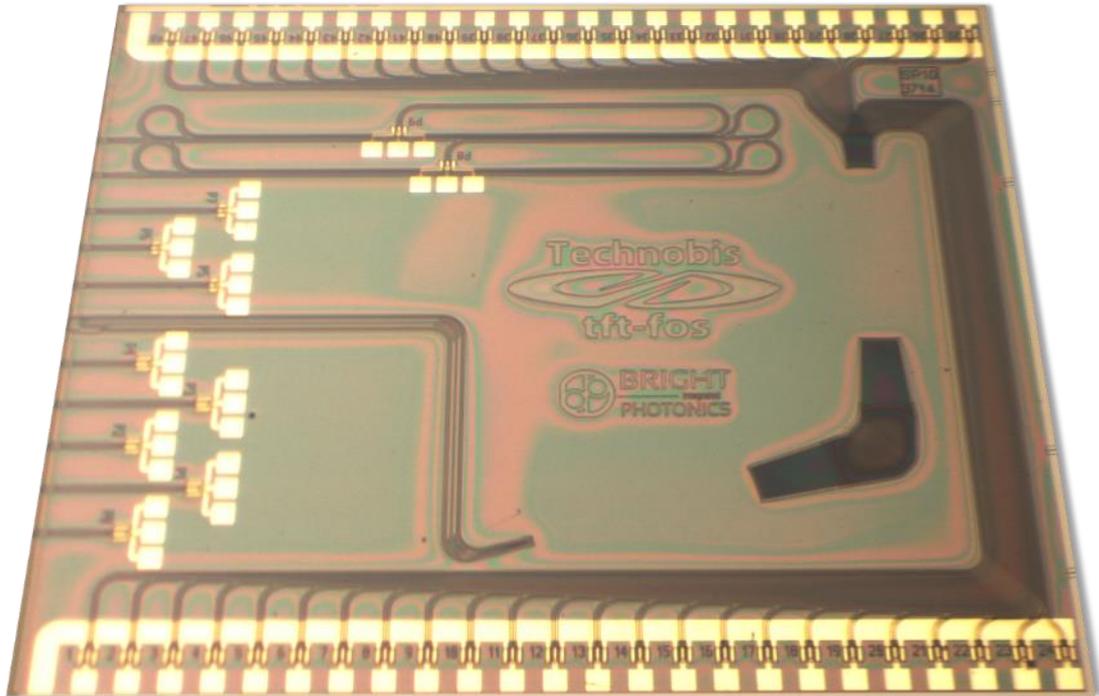
「真的需要開始思考如何用光子學解決問題。」維瑟說。「工程師還在發掘光子晶片的運用潛力，目前還沒有像對電子晶片一樣，很直覺的想要運用光子晶片；但是，電子學的發展，也花了四十年才到了目前的程度。」

### 矽 (Silicium) 或是磷化銦 (Indiumfosfide) ?

大部分光子晶片，是由半導體材料磷化銦製成。材質的一大優點，是它能夠產生雷射，而在矽中絕不可能成功。該雷射輸出 1300 至 1500 奈米的波長，剛好是光束穿過玻璃纖維時的最低損耗區段，因此磷化銦正好適合用於電信傳輸。「『矽』在被動元件的效果好，被部分競爭對手所採用」維瑟說。「但若要製造光源，就得用磷化矽，而那些公司需要將兩種材料相互貼合。」如果用兩種不同材料，即矽和磷化銦一起，產量就比較難提升。

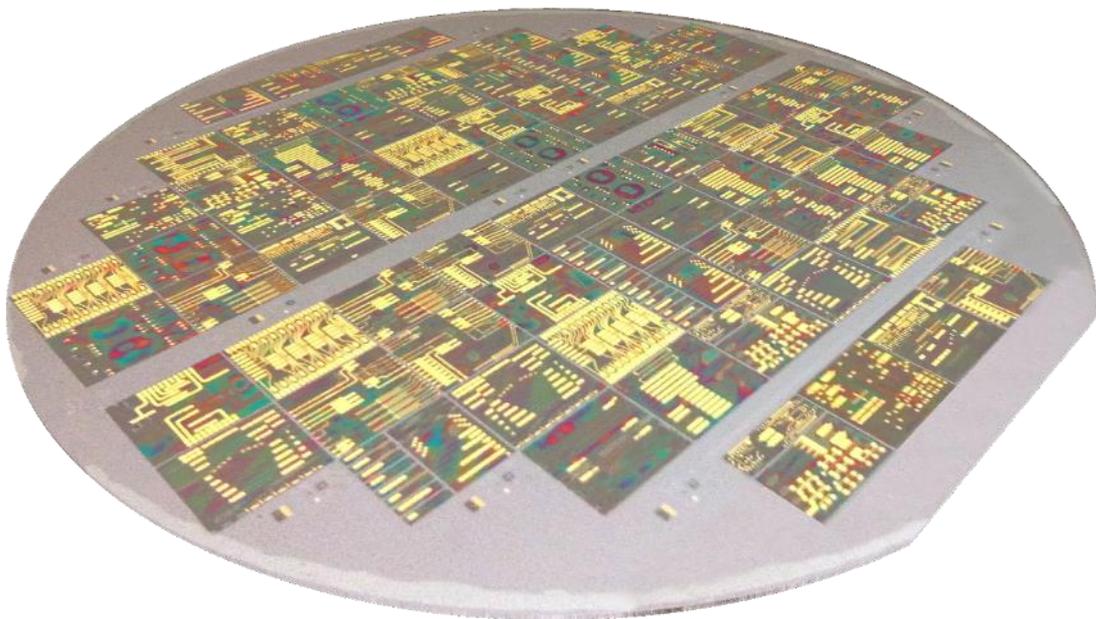
圖一

SMART Photonics 客戶的光子晶片。Smart Photonics BV 提供



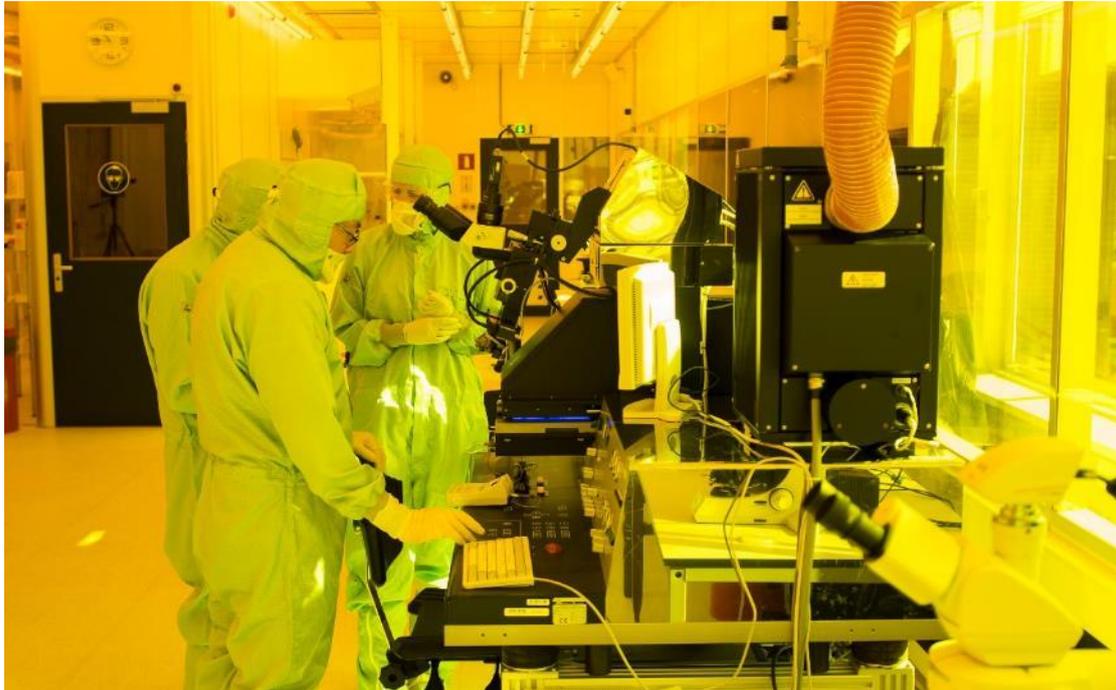
圖二

SMART 光學依據客戶需求所客製化的磷化矽晶片，由許多方形的獨立光子晶片，而個別晶片則是由多種光學元件所整合成，不但提升運作效率並能大幅降低能耗與尺寸。Smart Photonics BV 提供



圖三

Smart Photonics 員工在無塵室進行光子晶片的生產。Smart Photonics BV 提供



圖四

可測量極其細微形變的感應器。訊號透過玻璃纖維傳輸到防護體內的光子晶片進行運算處理。Smart Photonics BV 提供

