



中國芯系列3

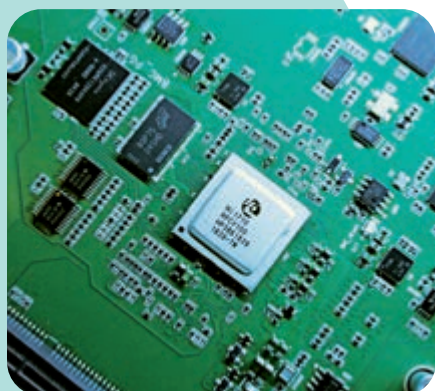
美國開打科技戰，不擇手段針對中國。其中在晶片（芯片）業，美國多次阻撓全球頂尖的晶片生產器材——荷蘭ASML的晶片光刻機出口到中國。

光刻機為何對中國的晶片產業那麼重要？荷蘭ASML的光刻機有什麼領先優勢？中國如何發奮圖強，突破重重困境，製造領先全球的「中國芯」？

大公報記者 關據鈞

突破美國阻撓 自主研製光刻機

科企攜手 打造精「芯」



▲目前製造晶片的主要材料是沙粒提煉的高純度矽，中國正研究利用碳作為製造晶片的新物料



▲去年上海舉行的半導體博覽會上，參觀者透過顯微鏡觀察光刻機的製作圖示

研碳代矽 反超前全球

尖端科技

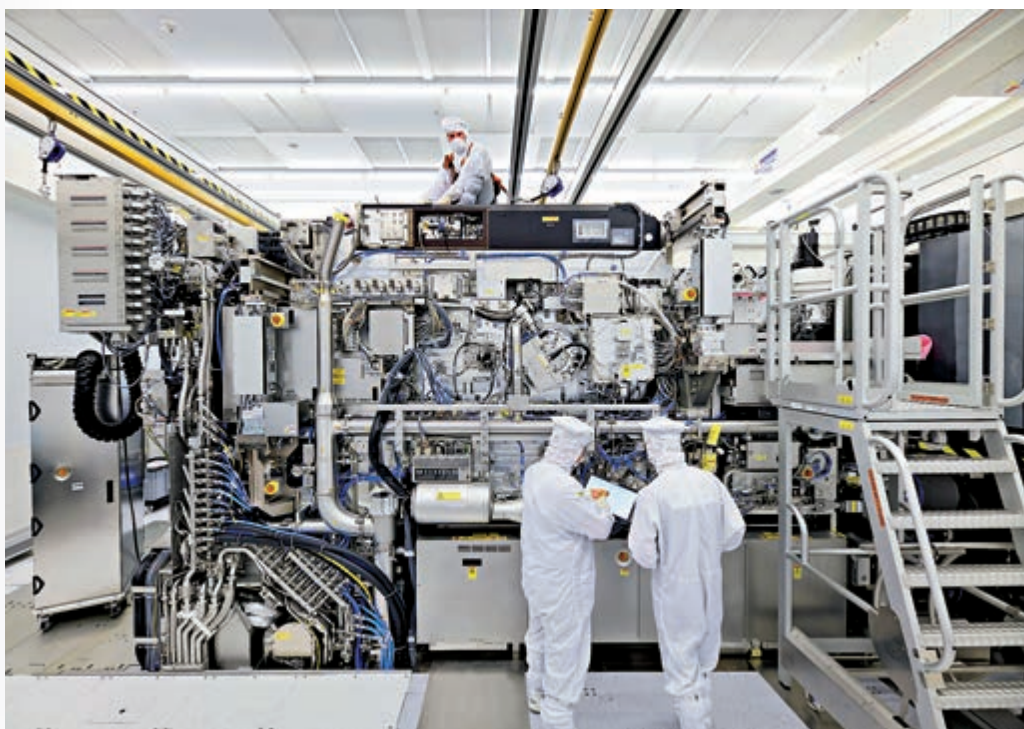
現時的晶片都是從沙粒提煉高純度的矽，再由光刻機在矽片上刻上電路而製成，情況就像將木製成雪白的紙，再用打印機印上資料一樣。不過，用矽生產晶片已經貼近其精細度的極限，所以中國現時採取「兩條腿走路」，除了繼續自主研發更精密的光刻機外，亦同時研究利用碳作為製造晶片的新物料，將目前整個生產流程推倒。

矽芯精細度已近極限

按目前的技術推算，使用矽製造的晶片，最精細只能做到1至1.5nm，極限過後便再無法進步。事實上，在90nm進步至65nm，只花了約兩年的時間；65nm到32nm要四年；32nm到

10nm要用上七年。愈貼近極限，難度就愈高。在此情況下，由於中國在研發矽晶片的生產上，其實和其他國家一樣，都會面對矽的物理極限問題，因此中國亦同時加快研發用碳來生產晶片。

使用碳作為晶片的物料，同樣需要光刻機，但例如90nm製程的碳晶片，其表現跟目前28nm的矽晶片相若；28nm的碳晶片已達至跟7nm矽晶片相若。在此情況下，中國便可以在短期內，以較次的光刻機，生產出目前最高水平的晶片，並同時贏得時間繼續研發更高水平的光刻機。由於推動碳晶片下，光刻機亦會有所調節，因此外國的優勢亦會失去，反而中國因先研先試，可望實現「彎道超車」，倒過來領先全球。



▲ASML的EUV級光刻機，可以生產精細至7nm以下的晶片

精密度更高 無懼斷貨

中國有不少Fabless晶片設計公司，例如華為，而其晶片設計水平亦已達全球領先之列。雖然中國企業有能力設計出優良的晶片，但將設計變成現實產品，還需靠晶片廠代工生產。早前華為依靠台積電生產晶片，但台積電在美方的壓力下，不敢接華為的訂單，餘下有能力生產華為設計晶片的，只有韓國的三星，最後三星同樣不接華為的訂單。

雖然全球有不少晶片生產商，但只有台積電以及三星有能力生產精細至7nm的晶片，其他廠商全都只能生產較粗闊、14nm或以上製程，即精密度較低的晶片。至於內地的廠商，較領先的中芯國際，最理想亦只能在短期內生產14nm的晶片，而且所用的器材亦非國產，而是ASML一台技術較次的DUV級光刻機。

產業中最核心工藝

光刻機，就是將晶片（芯片）設計線路，利用強光刻畫在晶片上，情況有如將打好的文件列印出來，因此，光刻機的精細度，就定義了最終成品的

參考成品 少行冤枉路

百家大成

有業界人士認為，中國最受掣肘的技術就是光刻機，因為光刻機內包含的不只是單一技術，而是不同範疇各自領先的頂尖技術，當中包括激光發射器、鏡片以至相關的物料等。ASML能做到是因為「集百家之大成」，中國則要以一國之力，自主攻克所有挑戰。

業界指出，ASML在超越尼康以及佳能前，由於資金等問題，要與英特爾、三星及台積電合作，由後三方出資、入股等，結合人才、技術甚至資金，協助ASML打低當時的尼康及佳能。此外，ASML亦要收購不同在技術上領先的公司，例如入股德國蔡司以取得頂尖的光學技術、收購美國的Cymber來確保分子激光器的供應等。現時與ASML合作的主要技術供應商接近800家，贏盡全球化下的優勢。

反觀中國，由於受到美國的針對打壓，只能自主研發所有技術，因此所需的人力、物力更多，開發時間更長，完全無法受惠於目前全球化的格局。另外，不少內地的供應商，其實都要國家的支持，例如中科院等。

業界認為，中國現時唯一的優勢，就是有ASML的成品作參考。「要在沒有成功案例找出路，要從100條路找對的一條。人家已有成品，可以量產的機器。我們只要跟他們的路自己做，就少走99條無謂的路」。



▲上海微電子是中國目前較領先的光刻機生產商

精細度，可說是整個產業中最核心的工藝，而這亦佔整個生產過程近一半的時間。目前全球主要有三間生產光刻機的公司，以往在此技術領先的尼康（Nikon）以及佳能（Canon），現在都大幅落後。ASML能夠一枝獨秀，因為其EUV級的光刻機可以生產精細度在7nm以下的晶片，而DUV級光刻機配合廠商的技術，最精細亦可生產7nm的晶片。因此，要做最領先、最精細的晶片，其中一個必備的條件，就是要擁有ASML的光刻機。中國目前自行研發的光刻機，還停留在90nm製程，某程度上，距離目前的7nm製程落後約30年。

光刻機供應商尼康和佳能均有生產相機，而事實上，光刻機與光學技術有莫大關係。一台ASML的光刻機重近180公噸，由約10萬個零件組成，體積接近一台雙層巴士。這台被稱為「集全球科技於大成」的機器，ASML與多達5000家不同技術的供應商合作，例如在光學技術上，ASML使用德國蔡司的鏡片，而ASML為確保供應關係，更收購了蔡司25%的股權；紫外光源系統則由美國Cymber提供，同樣被ASML收購，其技術為利用高能量令金屬放出輻射，產生紫外光。此外，ASML的供應商還包括多家在個別技術全球領先的企業，例如生產光罩的Photronics、生產準分子激光源器材的日本小松制作所，以及美國的Sparton、Brooks Automation，基本上接近90%的技術都是外購。正正由於ASML收購了美國的Cymber等美企，因此亦要向美政府保證要向美企採購超過五成的零部件，並接受審查，因而令ASML向中國出售光刻機的行為受到重大的規範。

頂級機每年只產30台

正因為ASML能「集百家之大成」，因此他們才能生產最優秀的光刻機，並在最精密的光刻機市場上，有全面壟斷優勢，其利潤亦十分高，2019年的收入為132.4億美元，淨利潤為29億美元。一台ASML的頂級光刻機，售價是數億歐元，而且每年產量只有約30台。

單單在打磨鏡片上，中國在民用相機鏡頭都未能有位居前列的供應商，反觀尼康、佳能、蔡司都是著名的相機鏡頭廠商。至於其他供應商，由於ASML所使用的頂級供應商，不少都是美國公司，因此中國公司要找他們供貨，有可能因為貿易戰而出現斷貨風險。

目前中國只有一家較為領先的光刻機生產商，叫上海微電子，但該公司暫只能生產90nm製程的光刻機，並預期在2021年，有望交付首台28nm製程的光刻機，而28nm是至少約八年前的技術。上海微電子目前寄望能與內地部分具領先科技的技術企業，例如長春國科精密、北京科益虹源、浙江啟爾機電、北京華卓精科等，同時與中科院及大學等支持的企業合作，推出更高精細度的光刻機，從而做到利用內地自主研製技術下，能生產貼近7nm的光刻機。



▲上海微電子預期在2021年有望交付首台28nm製程的光刻機