

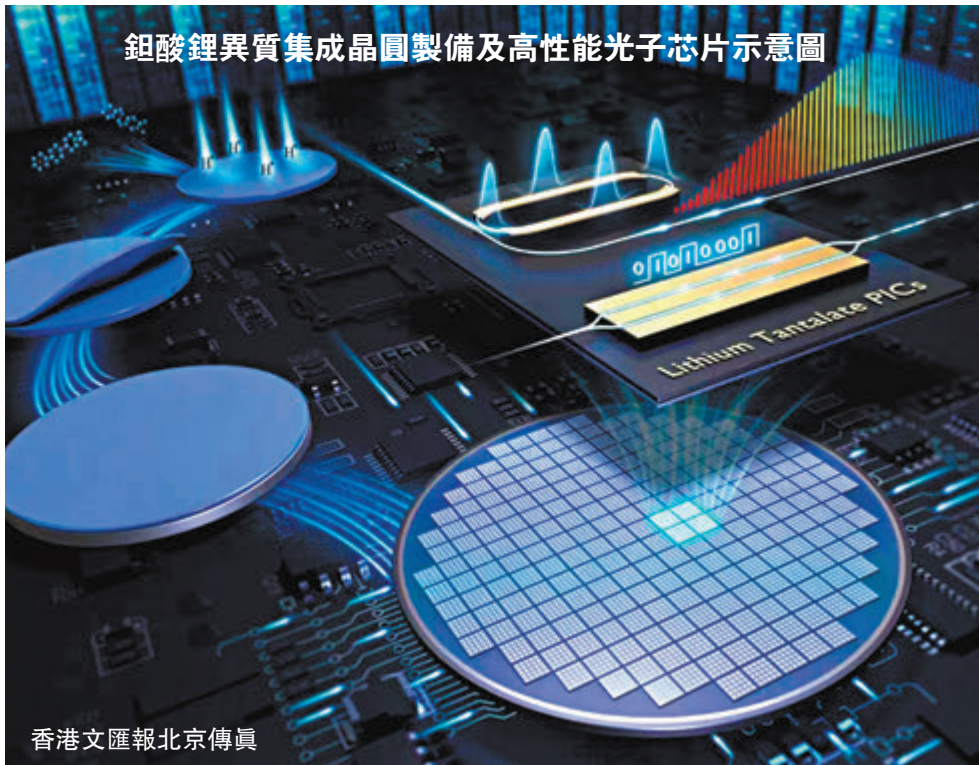
# 中國科研團隊開發新合成材料製芯片

## 新型「光學硅」高性能低成本 可批量製造

點讚中國

香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）隨着集成電路產業進入「後摩爾時代」，基於硅材料的集成電路芯片性能提升的難度和成本越來越高，因此科學家希望通過新技術突破集成電路芯片性能和成本的瓶頸。

利用光子作為載體的光子學芯片是信息技術領域內的一種差異化路線，尋找新型光學「硅」這一材料平台有望為突破通信領域速度、功耗、頻率和帶寬四大瓶頸問題提供解決方案。中國科學院上海微系統與信息技術研究所（以下簡稱上海微系統所）的歐欣研究員團隊在鉍酸鋰異質集成晶圓及高性能光子芯片製備領域取得突破性進展，5月8日相關成果以《可批量製造的鉍酸鋰集成光子芯片》為題，發表於國際學術期刊《自然》。據介紹，這一重要進展將為國產光電集成芯片等領域的發展奠定核心材料基礎。



香港文匯報北京傳真

### 異質集成技術 Q&A

- Q:** 怎樣理解異質集成技術？  
**A:** 可以形象地將其類比為雜交水稻技術。科研團隊通過將不同功能的薄膜材料和硅基襯底組合，使得器件可以兼具多種材料的性能優勢。就像雜交水稻一樣，通過不同「基因」的組合，實現「既長勢良好、又抗旱」的效果。這種類似雜交水稻的異質集成技術可獲得高性能的異質集成材料（X-on-insulator, XO1），最上層的X代表任意功能薄膜材料，中間層和底層分別是二氧化硅和硅基襯底，有利於我們把諸如聲、光、電等物理場束縛在功能薄膜材料中並將其加以利用。
- Q:** 異質集成材料可以運用到哪些領域？  
**A:** 基於各類功能薄膜的異質集成材料平台不僅有望取代傳統微電子產業所依賴的SOI，還能夠在5G/6G通信、人工智能光電芯片和功率器件等領域開闢出新的發展天地，並進一步實現更高頻率、更高速度、更低功耗、更高功率的器件製備。

整理：香港文匯報記者 劉凝哲

硅是半導體產業的基礎材料，其優異的電子學性能和成熟的微納加工工藝使它成為電子技術的主導平台。隨着集成電路產業進入「後摩爾時代」，基於硅材料的集成電路芯片性能提升的難度和成本越來越高，因此科學家希望通過新技術突破集成電路芯片性能和成本的瓶頸。

### 兼具多種材料的性能優勢

據介紹，以硅光技術和薄膜鉍酸鋰光子技術為代表的集成光電技術，被認為是應對集成電路芯片性能和成本瓶頸問題的顛覆性技術。其中，鉍酸鋰有「光學硅」之稱，近年間受到了廣泛關注，哈佛大學等國外研究機構甚至提出了仿照「硅谷」模式來建設新一代「鉍酸鋰谷」的方案。

與鉍酸鋰類似，歐欣團隊與合作者研究證明單晶鉍酸鋰薄膜同樣具有優異的電光轉換特性，這種新型「光學硅」在雙折射、透明窗口範圍、抗光折變、頻率梳產生等方面相比鉍酸鋰更具優勢。此外，硅基鉍酸鋰異質晶圓（LTOI）的製備工藝與絕緣體上硅薄膜（Silicon-On-Insulator, 簡稱SOI）更加接近，因此鉍

酸鋰薄膜可實現低成本和規模化製造，具有極高的應用價值。

歐欣團隊在這一領域的研究已持續近10年。據介紹，團隊採用基於「萬能離子刀」的異質集成技術，通過離子注入結合晶圓鍵合的方法，製備了高質量硅基鉍酸鋰單晶薄膜異質晶圓。可以形象地將異質集成技術類比為「雜交水稻」技術。科研團隊通過將不同功能的薄膜材料和硅基襯底



◆ 中國科學院上海微系統與信息技術研究所歐欣研究員團隊。  
香港文匯報北京傳真

組合，使得器件可以兼具多種材料的性能優勢。就像「雜交水稻」一樣，通過不同「基因」的組合，實現「既長勢良好、又抗旱」的效果。

### 製備效率和光學設計自由度高

更進一步，歐欣團隊與合作團隊聯合開發了超低損耗鉍酸鋰光子器件微納加工方法，對應器件的光學損耗，普遍低於其他團隊報道的晶圓級鉍酸鋰波導的損耗值。

據介紹，薄膜鉍酸鋰光學平台不僅展現出與薄膜鉍酸鋰相當的電光調製效率，同時基於鉍酸鋰光子芯片，研究團隊首次在X切型電光平台中成功產生了孤子光學頻率梳，結合其電光可調諧性質，有望在激光雷達、精密測量等方面實現應用。值得一提的是，目前研究團隊已攻關8英寸晶圓製備技術，為更大規模的國產光電集成芯片和移動終端射頻濾波器芯片的發展奠定了核心材料基礎。

「相較於薄膜鉍酸鋰，薄膜鉍酸鋰更易製備，且製備效率更高。同時，鉍酸鋰薄膜具有更寬的透明窗口、強電光調製、弱雙折射、更強的抗光折變特性，這種先天的材料優勢極大地擴展了鉍酸鋰平台的光學設計自由度」，歐欣表示。

### 什麼是「後摩爾時代」？

小知識

摩爾定律是由英特爾創始人之一戈登·摩爾提出的，它描述了集成電路上晶體管數量的指數增長和性能的提升。然而，隨着技術的進步，尤其是當晶體管尺寸縮小到28nm甚至更小的節點時，集成電路的繼續微縮導致成本增加、良率下降和盈利風險升高。這標誌着後摩爾時代的來臨，芯片行業需要尋找新的技術和設計方法來繼續推動行業的發展。

在「後摩爾時代」，技術創新成為提高芯片性能的關鍵，新技術和新材料的發展，旨在解決集成電路在集成度、功耗和成本方面的挑戰，從而延續摩爾定律所帶來的性能提升和成本降低的好處。「後摩爾時代」不僅是技術的進步，它還涉及到如何重新定義芯片的設計、製造以及性能、功耗和成本之間的平衡。

◆ 來源：綜合網絡資料

## 中國第三艘航母 福建艦完成首次海試

5月8日下午3時許，中國第三艘航空母艦福建艦完成為期8天的首次航行試驗任務，順利返回上海江南造船廠碼頭。

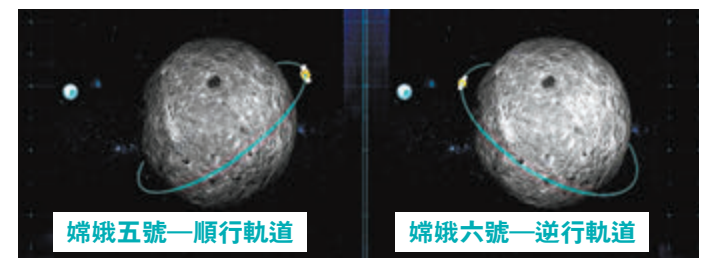
試航期間，福建艦完成了動力、電力等系統設備一系列測試，達到了預期效果。下一步，福建艦將按既定計劃開展後續試驗工作。

文/圖：新華社、中國軍號微博



## 成功「太空剎車」 嫦六開始繞月飛行

### 順行與逆行軌道分別



香港文匯報訊（記者 劉凝哲 北京報道）國家航天局昨日宣布，北京時間5月8日10時12分，在北京航天飛行控制中心的精確控制下，嫦娥六號探測器成功實施近月制動，順利進入環月軌道飛行。在嫦娥六號奔月過程中，通過這次「太空剎車」制動這一關鍵軌道控制，嫦娥六號探測器的相對速度得以低於月球逃逸速度，從而被月球引力捕獲，探測器從地球「懷抱」投入月球「懷抱」，實現繞月飛行。

5月3日17時27分，嫦娥六號探測器由長征五號遙八運載火箭在中國文昌航天發射場發射，之後準確進入地月轉移軌道。經過5天的飛行和「太空剎車」，嫦娥六號昨日已開始繞月飛行。

### 配軌控發動機 超級防護服隔熱

嫦娥六號探測器由軌道器、返回器、著陸器、上升器組成。為了踩好這一腳「剎車」，嫦娥六號軌道器配備了1台3,000牛推力的軌道控制發動機，以進行引力捕獲時的制動減速控制。然而，在這樣的地月轉移過程中，發動機工作時溫度會升高，如果熱防護做不到位，軌道器就會被高溫「燒傷」。為此，研製團隊開創性設計了二次熱防護複合系統，為軌道器穿上「超級防護服」。一方面使用複合隔熱層，將發動機高溫輻射影響盡量降低；另一方面，根據不同設備的溫度需求個性化定制，進行二次熱防護。層層防護讓軌道器上重要載荷單機遠離高溫的「烘烤」，為嫦娥六號軌道器打造舒適的「奔月體驗」。

### 採用逆行軌道 環月飛行更穩定

值得一提的是，進入環月軌道後，嫦娥六號與此前的嫦娥五號任務不同，採用的是逆行軌道。專家介紹，逆行軌道會提升探測器與月球之間的相對速度，可以讓環繞器更好地穩定在環月軌道上。此後，嫦娥六號將用20天左右的時間調整好位置，為著陸月背做好準備。當萬事俱備，嫦娥六號就會開始落月，並在月面工作48小時完成月背樣品採樣。採樣完成後就將開展月面上升、環月軌道交會對接等工作，攜帶人類第一批月背土壤返回地球。

嫦娥六號此次還搭載有4個國際科學載荷，包括法國氣態探測儀、歐空局月表負離子分析儀、巴基斯坦立方星、意大利激光角反射鏡。在嫦娥六號後續的月背探測之旅中，這些國際載荷也要同步開展多項科學探測。