

# 化合物半導體

## CS COMPOUND SEMICONDUCTOR • TAIWAN

**No. 5**  
2012 October

# 綠光的挑戰

# Shaping the Future



# COMPUTEX

TAIPEI

**JUNE 4 - 8, 2013**

[www.ComputexTaipei.com.tw](http://www.ComputexTaipei.com.tw)



**Taiwan**  
*The Global Stage for ICT*



Venues:

- TWTC Nangang Exhibition Hall
- TWTC Exhibition Halls 1 & 3
- Taipei International Convention Center

Organizers:



TAITRA



TCA

封面故事 · Cover Story

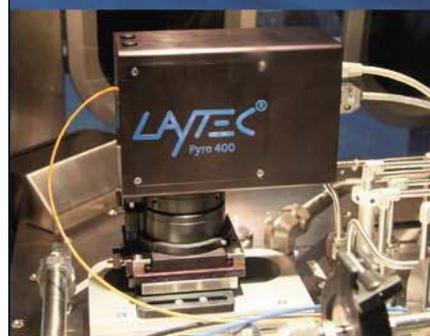
**18 綠光的挑戰案**  
GaN綠光半導體雷射元件與紅光及紅外III-V族半導體雷射元件的差別非常大：前者元件中的材料處於應變狀態，而且為強大的內部電場及顯著的能帶偏移所困擾。但如果你能深入了解這些特性並加以利用，就有可能設計出高效率的綠光半導體雷射元件填補綠色鴻溝（green gap）。



大幅提高  
LED量產的  
良率

準確控制氮化鎵表面溫度已被現今LED量產證實是控制波長變化2 nm內的關鍵。

Pyro 400是一款經過了產線驗證的設備，唯一可以直接量測出氮化鎵在藍寶石或碳化矽真實成長溫度的設備。



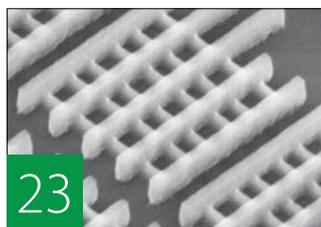
完美的即時溫度監控能有效的控制LED散射出的波長



LayTec 台灣獨家代理  
佳霖科技股份有限公司  
聯絡人: 楊順和  
聯絡電話: +886 (0)3 553 65 25  
Email: michael\_yang@challentech.com.tw

CS精選 · CS Features

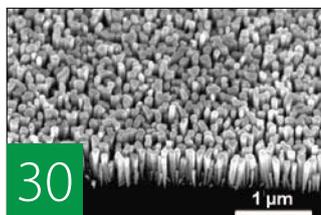
**23 矽元件與III-V族元件發展路線圖**  
預計到2020年，矽晶圓代工廠將會從矽元件轉向鍺和III-V族元件。實現這一轉變絕非易事，但是研究人員在電介質層、接觸電阻、峰值電流、材料品質等方面不斷努力尋求突破。



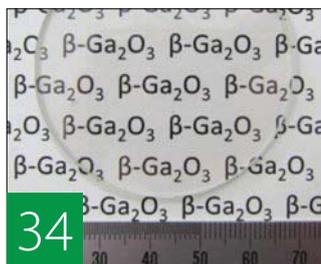
**27 銅內連線將走入歷史**  
數據傳輸的高漲需求將開啟銅內連線變革到光纖類內連線。但是這些嶄新的連結只有在搭配超高速光源時，諸如結合有空前調變速度和高溫操作之VCSEL下才會受到普及採用。



**30 量子點帶來有效且無螢光粉的白光照明技術**  
白光發光二極體有著兩個主要的缺點，第一個是光效下降現象，這是指當驅動電流提升的時候，發光二極體的外部量子效能反而會下降；第二個則是螢光粉的使用，這是造成發光二極體效能衰退的主因，而且也增加了製造上的成本。



**34 氧化鎵：挑戰傳統的寬能隙半導體材料**  
白採用Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>材料的電晶體相比GaN與SiC基元件而言，電場強度要高得多，而且Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>同質基板的生產成本較低、方法也相對簡單。因此具有巨大的潛力。



7 產業新聞

37 廣告索引

12 市場瞭望

# CS International Conference

Incorporating CS Europe

[www.cs-international.net](http://www.cs-international.net)

2013年3月4-5日 德國法蘭克福喜來登酒店

## 主持人

 **Andrew Nelson** 博士, IQE  
總裁兼首席執行官  
會議主席

## 主題演講人

 **Wilman Tsai** 博士, Intel 公司  
技術製造項目經理  
針對高性能低功耗邏輯元件的III-V CMOS技術

## 演講嘉賓

 **Asif Anwar**, Strategy Analytics  
戰略技術實踐總監  
GaAs 微電子製造的未來

 **Markus Behet** 博士, 道康寧公司  
功率電子解決方案全球市場部經理  
功率電子應用的大直徑SiC和GaN/Si金屬板

 **Bryan Bothwell**, TriQuint Semiconductor  
戰略和業務發展部經理  
最大限度地利用氮化鎵產品解決方案和  
代工服務實現先進RF設計

 **Michelle Bourke**, Oxford Instruments  
資深產品經理  
MEMS-進入新的增長周期

 **Daniel Cline**, Lux Research Inc  
高級分析師  
WBG元件的電網機會

 **Simon Fafard** 博士, Cyrium Technologies Inc  
首席技術官  
新型太陽能電池技術

 **Malcolm Harrower**, Indium 公司  
歐洲銷售經理  
化合物半導體構造模組概覽 - In, Ga, Ge

 **Schang-jing Hon** 博士, Epistar 公司  
助理副總裁  
針對一般照明應用的高電壓LED技術

 **Allan Jaunzens**, Evatec  
市場營銷經理  
TBC介紹

 **Rainer Krause** 博士, Soitec 公司  
智能電池孵化器部總監  
PV晶片開發

 **Michael Lebby** 博士, Translucent Inc  
總經理兼首席技術官  
在大尺寸Si磊晶上採用GaN, GeSn和稀土氧化物製作  
功率電子、太陽能和照明元件的挑戰和機會

白金贊助商

**AIXTRON**

**evatec**  
process systems

**EVG**

**LAYTEC**  
in-situ metrology

**OXFORD**  
INSTRUMENTS  
The Business of Science®

**Temescal**

**YOLE**  
Développement

# 化合物半導體業界領導人士齊聚一堂

欲瞭解整個化合物半導體產業的全面狀況，就要參加2013年3月4-5日在德國法蘭克福喜來登舉行的第三屆CS International會議。

與會代表將有難得的機會與III-V晶片製造行業的領先專業人士交流，並與提供最新研究成果、商業模式和見解的供應商及業界專家互動。

-  **Noriyuki Matsubara, 松下歐洲**  
乾式蝕刻和光刻工程  
針對III-V元件的乾式蝕刻技術
-  **AJ Nadler, RF Micro Devices (RFMD)**  
研發和工程總經理  
高壓功率電子元件用GaN
-  **Pars Mukish, Yole Développement**  
市場和技術分析師  
LED產業新趨勢：聚焦中國和GaN-on-Si LED
-  **Philippe Roussel 博士, Yole Développement**  
業務部經理  
功率電子中GaN與SiC的對比－現狀和到2020年的發展藍圖
-  **Vijit Sabnis 博士, Solar Junction**  
技術副總裁  
真正的高效率三結太陽能電池
-  **Frank Schulte 博士, Aixtron**  
副總裁  
介紹TBC
-  **Ertugrul Sönmez 博士, MicroGaN**  
業務發展總監  
應對新興的電力市場
-  **Elisabeth Steimetz 博士, LayTec AG**  
市場營銷和銷售總監  
現場監控 - MOCVD生產工藝控制和良率提升的關鍵

-  **Gunnar Stolze, Oclaro Inc**  
工業和消費全球銷售副總裁  
高功率激光器
-  **Thomas Uhrmann 博士, EV Group**  
業務發展經理  
化合物半導體器件的晶圓級封裝
-  **Gregg Wallace, Temescal**  
常務董事  
基本電子束塗布收集效率和改進方法
-  **Tao Wang 教授, Seren Photonics**  
科學顧問  
改善LED性能
-  **Tudor Williams 博士, Mesuro Ltd**  
資深系統工程師  
改善RF測量
-  **YiFeng Wu 博士, Transphorm**  
產品開發副總裁  
寬帶隙功率電子元件現狀
-  **Erwin Ysewijn, Azzurro**  
銷售與市場營銷副總裁  
GaN-on-Si. 大尺寸的高壓晶片顯示出  
優越的電氣性能和量產記錄

所有演講人和介紹均可能隨時變更

請訪問網站 [www.cs-international.net](http://www.cs-international.net) 獲取進一步訊息  
或在 [www.cs-international.net/registration](http://www.cs-international.net/registration) 註冊

黃金贊助商



# 在德國舉行的第三屆CS International會議上， 與III-V晶片製造行業的頂尖專業人士交流

**2013年3月4-5日**

來自世界各地的專業人士將參加為期2天的會議，聆聽眾多頂尖分析家的最新見解，洞察機會，瞭解LED、太陽能電池、雷射、功率電子和射頻電子的最新晶片發展。

早鳥優惠  
即將結束  
報名從速

## 10月31日前預訂 節省50歐元！

現在就登入 [www.cs-international.net](http://www.cs-international.net) 預訂

# CS International

Incorporating CS Europe [www.cs-international.net](http://www.cs-international.net)

Platinum Sponsors

**RIXTRON** **evatec** **EVG** **LAYTEC** **OXFORD INSTRUMENTS** *Temescal* **HYOLE Développement**

Gold Sponsors

**CS CLEAN SYSTEMS** **DOW CORNING** **EAG** **INDIUM CORPORATION** **IQE** **Johnson Matthey** **MATERION** **RFMD** **S3Alliance** **Translucent** **united monolithic semiconductors**

2012年10月 No. 5

**董事長**

王耀德 Owen Wang

**總經理／發行人**

施養榮 Douglas Shih

**主編**

廖秋煌 George Liao  
george@arco.com.tw

**美術編輯**

曹宇容 Rebecca Tsao  
rebecca@arco.com.tw

**廣告刊登**

Tel: 02-2396-5128 分機204

**發行・訂閱**

Tel: 23965128 分機233  
Fax: 23967816

**發行所**

A member of the ACE Group  
亞格數位股份有限公司  
台北市八德路一段五號七樓  
Tel: 886-2-23965128 (代表號)  
Fax: 886-2-23967816

**Compound Semiconductor**

**Published by**

Angel Business Communications Ltd,  
Hannay House, 39 Clarendon Road,  
Watford, Herts WD 17 1JA, UK  
Tel: +44 (0) 1923-690200  
Web site: www.compoundsemiconductor.net

**Editor in Chief**

David Ridsdale-david.ridsdale@angelbc.com

**Director of Solar & IC Publishing**

Jackie Cannon- jackie.connon@angelbc.com

行政院新聞局出版事業登記證局版  
北市誌字第2320號  
中華郵政北台字第6500號執照登記為雜誌交寄  
版權所有，非經書面同意，不得轉載



亞格國際集團經營出版、展覽與會議、公關、  
創業投資顧問及相關網站，為全球最大高科技產業  
整合行銷服務集團之一。

©2012 版權所有 翻印必究



# 中國太陽能電池遭雙反 台廠短期利多但仍須培養 本身競爭力

**最**近美國對中國大陸太陽能電池展開反傾銷與反補貼制裁，短期台灣廠商預  
期將因轉單而受惠，不過國內廠商還是要培養本身競爭力與銷售管道，才  
是長遠之計。

工研院IEK產業分析師王孟傑表示，美國對中國大陸太陽能電池廠展開雙反  
調查後，雖有助於提高國內廠商的訂單能見度，但中國太陽能電池廠卻轉而搶攻  
歐洲市場，而歐洲市場是台灣太陽能廠主要出口地區，雖然近期占比已由70%降  
至50%，仍是台廠最大的市場，所以一來一往，可說有利也有弊。

雖說台廠可趁著中國太陽能電池遭美雙反制裁之際，進而轉攻北美市場，但  
除台廠受惠外，來自韓國廠商的競爭壓力也不容小覷。尤其韓廠具備品牌與低價  
優勢，且技術與製程也在持續改良中，加上美韓FTA的加持，未來可能成為中國  
大陸與台灣廠商在美國市場最大的競爭對手。

另一個利多的消息是，近期歐盟也跟進，將對中國太陽能電池廠展開反傾銷  
調查，若初判一旦確立，歐盟轉單台灣可能遠比美國雙反轉單台灣的效益高。雖  
然歐盟迄今尚無初判結果，但已有歐洲太陽能廠注意到台灣太陽能產能大，內需  
卻相當少。

然而，近期在歐債風暴下，全球太陽光電主力市場包括德國、義大利等紛紛  
快速調降太陽光電回購電價，使得市場需求有下滑趨勢。

王孟傑並認為，美對中雙反調查，仍無法扭轉太陽能產能從上游到下游供  
過於求的情況。雖然台灣相關太陽能廠投資已踩煞車，且最近大陸也加入減產行  
動，但短期仍無法扭轉供過於求的情況，太陽能矽晶圓及電池售價持續下探，若  
無新市場支持，預估台灣太陽能電池年產值可能跌破800億大關，倒退5年。

因此，台廠在因應國際貿易局勢的變化，以及因歐債風暴造成太陽光電主力  
市場需求下滑之際，必須培養本身競爭力與銷售管道。

執行主編

廖秋煌

george@arco.com.tw

# CSindustry awards2013

2013 CS產業獎將表彰整體化合物半導體產業價值鏈的成功與發展，  
範圍涵蓋研究到成品各個環節，並將聚焦於驅動產業向前邁進的製程  
與產品。

該獎項將提醒我們，何者對產業有益—藉由其技術專長和客戶導向的  
觀點來驅動產業的人們。

從電視的背光到行動裝置的智能化及太陽能的利用，化合物半導體晶  
片在現代生活中發揮越來越重要的作用，但誰有最大的突破？

來自世界各地哪些領導廠商為化合物半導體產業創造了最好的機會？

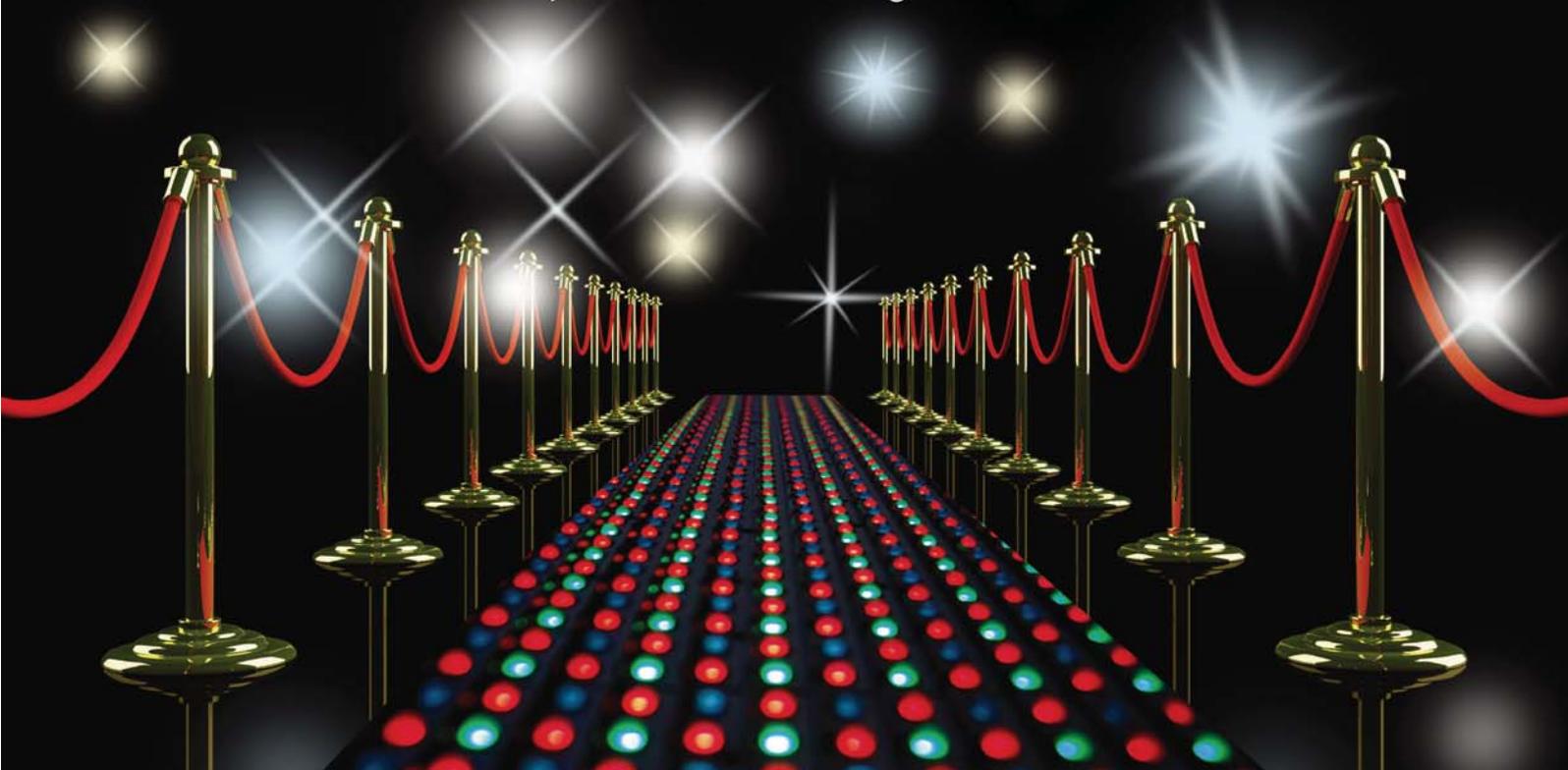
欲簡易地完成您的提名，請造訪 [www.csawards.net](http://www.csawards.net)

提名時間將於2012年11月15日截止

進一步訊息，請聯繫：

Jackie Cannon

E: [jackie.cannon@angelbc.com](mailto:jackie.cannon@angelbc.com)



## 意法半導體 (ST) 推出24V功率放大器 為卡車和巴士車廂帶來最先進的音效技術

橫跨多重電子應用領域、全球領先的半導體供應商、全球最大的汽車音效功率放大器供應商 意法半導體 (STMicroelectronics, 簡稱ST) 推出了市場上性能和易用性最高的汽車音效功率放大器。新產品適用於電氣系統工作電壓24V的卡車和巴士等商用車輛, 以及農業用車輛 ( 轎車電氣系統電壓為12V ), 這是全球首款在24V汽車內無需加裝任何外部元件即可直接驅動喇叭的音效功率放大器, 證明了意法半導體長期以來對汽車市場的專注和研發投入。

意法半導體汽車產品部音效與功率行銷總監Luca Celant表示: 「數百萬的卡車司機和其它重型車輛駕駛通常是孤身一人長途駕駛, 高品質的音響系統有助於他們放鬆心情、集中注意力, 然而, 直到現在, 他們仍然只能將就於現有重型車輛的音響系統。憑藉我們在全球汽車音效功率放大器市場的領導優勢, 我們開發出這款業界獨一無二的產品, 讓重型車輛駕駛能夠享受只有最新的轎車才具備的高品質音響。」

汽車音效放大器必須能夠承受惡劣的汽車環境的影響, 包括高強度的電噪聲, 而且必須針對潛在危險事故提供全面的保護功能, 例如, 短路、負載突降和晶片過熱保護。12V汽車系統的音效放大器非常精密, 在不增加外部元件的條件下, 汽車音響廠商仍然無法在24V汽車系統內複製12V系統的音效性能, 增加外部元件不僅拉高成本, 甚至在某些條件下還存在安全隱憂。

意法半導體的TDA7576B 24V音效功率放大器已克服了這個難題。該產品採用經市場驗證的量產半導體製程技術BCD5, 在單一晶片上整合功率模組和訊號管理模組, 較多晶片解決方案更能節省成本, 可承受60V峰值電源電壓且不會受任何損害。作為市場上性能最高的24V系統音效功率放大器, TDA7576B採用與意法半導體汽車收音機功率放大器完全相同的設計原理和研發投入, 因此, 重型車輛駕駛可享受轎車等級的高品質音響系統。

TDA7576B音效放大器進一步擴大了意法半導體的24V汽車專用產品組合, 包括近期已推出的外部照明晶片和內部照明晶片。TDA7576B現已上市, 採用緊湊的Multiwatt15封裝。

### TDA7576B的主要特性:

- 24V電池電源;
- 高輸出功率 ( 2 x 20 W );
- 大幅減少外部元件數量, 如無去耦合電容 ( decoupling capacitors )、無靴帶電容 ( bootstrap capacitor )、無需外部補償元件 ( compensation component );
- 整合省電待機功能;

- 診斷輸出針腳; 發出削波、短路或過熱警報;
- 輸出DC補償偵測 ( offset detection );
- 保護功能: 60V甩負載保護、晶片過熱保護、靜電放電 ( ESD ) 保護、輸出GND或Vcc短路或負載短路保護

## Maxim Integrated的低功耗SFP晶片組 有效降低光模組製造商的生產成本

Maxim Integrated Products, Inc.推出具有自動功率控制(APC)和消光比控制(ERC)的雷射驅動器/限幅放大器組合晶片MAX3711。元件與小尺寸可插拔(SFP)和無源光纖網路(PON)的光纖網路單元(ONU)控制器、診斷監測器DS1886相容。這兩款元件構成的高整合度晶片組可有效簡化光模組的製造過程、降低生產成本。

MAX3711高整合度、低成本、高性能PMD方案, 包含創新的雷射器自動校正模式, 有助於降低生產成本、提高產品品質。整合3條數位介面可控制雷射驅動器和限幅放大器的相關功能, 以及與DS1886通信。DS1886提供固定狀態機穩定性, 可有效提高生產品質。

Maxim Integrated資深業務經理Simon McCaul表示: 「這是在Maxim成功的SFP產品線基礎上打造的下一代高性能晶片組, 具有高整合度、低成本和低功耗特性。基於狀態機的DS1886省去了軟體發展過程, 進而加速產品上市時間。」

市場調查公司LightCounting的創辦人兼CEO Vladimir Kozlov也指出: 「光模組製造商多年來一直承受著降低產品價格的壓力, 2012上半年市場壓力相當殘酷。這款晶片組的發佈, 使品質和可靠性提升, 將直接有效地降低生產成本, 這對業界眾多供應商來說是一個好消息。」

### MAX3711主要優勢

- 具有業界最低的電流損耗(75mA), 有效改善模組的熱性能
- 整合調製電流控制環路, 無需溫度查閱資料表(LUT)即可控制調製電流
- 雷射器自動校正模式有助於降低生產成本、提高模組品質
- 整合APC和ERC環路, 可於155Mbps至3.125Gbps較寬的資料範圍內運作

### DS1886主要優勢

- 溫度LUT可補償APC跟蹤誤差和雙閉環變數
- 彈性的加密機制提供三重安全保護
- 滿足SFF-8472的全部控制和監測的需求
- 消光比(雙環路)控制可免除軟體開發的需求
- DDM和主機介面與業界領先的DS1856雙電阻DDM相容

產業新聞 ◆ Market News

**Microchip全新SMSC JukeBlox 3.1 SDK和**

**CX875 Wi-Fi網路媒體模組**

微控制器、類比零件暨快閃技術供應商Microchip Technology，宣佈推出新一代的SMSC JukeBlox Wi-Fi連接平台，它採用結合了全新CX875 Wi-Fi網路媒體模組的JukeBlox 3.1-AAP (2E «-1s, 1#JB3.1-AAP) 軟體開發套件 (SDK)。該平台充分提供了高度整合的專用連接軟體，以及一個成本最佳化且經全面認證的CX875 Wi-Fi模組。該模組採用全新的低成本DM875網路媒體處理器和8 MB的SDRAM，可降低BOM成本達20%。憑藉成本的降低和易用性，這款新一代JukeBlox平台可實現全新的AirPlay相容的無線音訊串流媒體系統。

Microchip的JB連接增強功能簡化了Wi-Fi網路設置技術，加上Apple iOS簡單的網路設置功能，使該JukeBlox技術擴展成為迄今為止設計AirPlay產品最為簡單、最友善的使用者解決方案。這種簡單的設置結合Wi-Fi性能和系統啟動時間的改進，使Wi-Fi資料串流更加穩健，並改善了整體用戶體驗。Microchip全新一代JukeBlox平台還可利用其相關的AirPlay音樂串流和控制功能為全新iOS 6和iPhone 5提供無縫支援。

Microchip全新SMSC CX875 Wi-Fi網路媒體模組基於其低成本的全新SMSC DM875 Wi-Fi網路媒體處理器。這款三核處理器包括一個採用全新JB DSP 2.0軟體的整合DSP，可為增強的音訊功能提供額外的數位信號處理性能。應用範例有晶片內建的低音增強和聲學最佳化，通過減少或無需使用一個獨立的DSP進一步降低了BOM成本。JB快速開機功能的最佳化通常可將從完全斷電狀態到「就緒並連接」的啟動時間縮短到5至10秒以內——對於Wi-Fi連接的CE產品，引領業界。通過一個完全整合的Wi-Fi和RF子系統及多種工業標準預認證的組合，全套Wi-Fi認證模組解決方案有助於降低開發風險，便於製造並可縮短產品上市時間。

Microchip子公司SMSC的資深副總裁兼總經理Gene Sheridan表示：「網路音訊市場正在從早期試用者向主流用戶迅速發展，而成本和易用性是其關鍵因素。我們全新的『JB3.1-AAP加CX875 Wi-Fi』連接平台能夠滿足這些需求，並為下一波顯著成長和廣泛採用建立了市場。」

JB3.1-AAP SDK軟體也將運行在目前的CX870系列模組、以及先前發佈的製造工具套件2 (Manufacturing Kit 2, MK2) 上，後者是一個完全整合的低成本Wi-Fi揚聲器底座參考設計平台。全面的JB3.1-AAP SDK提供了改進的應用程式設計發展介面 (API)，以及簡化產品開發和客製工作的工具。許多全新的JB3.1功能可通過軟體更改得以實現，進一步擴大使用者對現有產品平台的投資。該SDK提供了能夠滿足較高軟體層、媒體串流中介軟體、內容存取、導航和系統控制及遙控功能設定檔等的核

心庫。

JukeBlox平台繼續提供了一套完整的音訊轉碼器、網路廣播協議、流行音樂應用程式、多種連接選項和所有主要的互通性標準。JukeBlox還具有故障保護韌體更新功能，以便隨著時間的推移將新功能部署至終端消費者，而無需改動硬體。

全新的JB3.1-AAP及CX875現已提供樣品，並將於2012年12月開始接受生產訂單。

**三星Galaxy Express採用ANADIGICS產品**

無線射頻 (RF) 解決方案全球領導供應商ANADIGICS, Inc. 已於近日宣佈將量產新款三星Galaxy Express智慧型手機適用的ALT6181多模多頻功率放大器 (MMPA)，該款手機將由AT&T推出上市。Galaxy Express內建4.5吋Super AMOLED顯示幕、5百萬像素相機、1.5 GHz處理器，以及Android 4.0 Ice Cream Sandwich作業系統。

ANADIGICS的MMPA採用該公司獨家的InGaP-Plus技術及專利架構，展現同等級產品中最佳的效能及整合度。這套解決方案能夠有效改善電池續航力，並且以單一封装提供四頻GSM/EDGE及雙頻WCDMA/LTE功能，充分降低印刷電路板 (PCB) 空間需求，讓行動裝置製造商更具競爭優勢。

ANADIGICS無線行動產品副總裁Jerry Miller表示，「我們很榮幸獲得三星Galaxy Express採用。提供GSM/EDGE、WCDMA及LTE功能的多模多頻智慧型手機是無線市場中日漸成長的區塊，對於高速資料的需求逐漸增加。ANADIGICS運用本身的先進技術及專業知識為OEM及ODM提供節省空間、改善電池續航力及縮短上市時程的整合式解決方案，在市場上佔有舉足輕重的地位。」

ANADIGICS採用精巧型5 x 7.5毫米封装，內建穩壓器、個別的單端RF鏈及高指向性耦合器。頻帶1、5、6、18、19及26的WCDMA/LTE線性度規格經過提升，而且重要的諧波、雜訊及相互調制效能有助於達到絕佳的行動裝置效能。ALT6181 MMPA也可在所有功率下達到絕佳的WCDMA/LTE效率，完全不需要藉助DC-DC轉換器。這款MMPA可在所有功率下達到高GSM/EDGE效率。

**ANADIGICS MMPA產品特色：**

- 出眾的 WCDMA/LTE 效能
- 高功率模式的效率高於40%，低功率模式的效率高於20%
- 同等級產品中最大輸出功率的最佳線性度
- 達到極低靜態電流4 mA
- 絕佳的GSM/EDGE效能
- 所有功率下均達到高GSM/EDGE效率

- EDGE模式展現最佳的線性度及效率
- 滿足所有情況下嚴格的調制遮罩需求
- 領先業界的整合度
- 四頻GSM/EDGE及雙頻WCDMA/LTE採用單一封裝
- 精巧型低高度5 x 7.5 x 0.9毫米封裝
- 內部電壓調節
- 整合式RF耦合器

### 安森美半導體加入imec的矽基氮化鎵研究專案

應用於高能效電子產品的首要高性能矽方案供應商安森美半導體加入了領先奈米電子研究中心imec的多合作夥伴業界研究及開發項目，共同開發下一代矽基氮化鎵(GaN-on-Si)功率元件。

氮化鎵具有優異電子遷移率、更高擊穿電壓及良好導熱性的特性，使其非常適合於要求高開關能效的功率元件及射頻(RF)元件。如今，基於氮化鎵的功率元件成本過高，不適合大批量製造，因為它們使用非標準生產工藝在小半徑的晶圓上製造。

imec的廣泛規模研究專案著重於開發200 mm晶圓上的矽基氮化鎵技術，及降低氮化鎵元件成本和提升性能。imec匯聚領先

整合元件製造商(IDM)、晶圓代工廠、化合物半導體公司、設備供應商及襯底供應商，已經卓有成效地取得重大技術進步。

2011年，imec的研究項目成功地生產出200 mm矽基氮化鎵晶圓，使工藝讓標準高生產率200 mm晶圓廠隨手可得。此外，imec開發了相容於標準CMOS工藝及工具的製造工藝，這是高性價比工藝的第二個先決條件。

安森美半導體資深副總裁兼技術長(CTO) Hans Stork說：「身為提供寬廣陣容高能效元件的全球20大半導體供應商之一，安森美半導體氮化鎵技術研究已持之多年，如今正在公司的比利時Oudenaarde生產廠建設氮化鎵工藝線。與imec合作，將鞏固我們現有的市場地位，並可說明我們為客戶增加有競爭力的前沿技術。我們期待與想法相近的公司聯盟協作，在此領域進行前瞻性研究。」

imec智慧系統及能源技術副總裁Rudi Cartuyvels說：「我們的矽基氮化鎵聯合項目持續出現非凡進展，不斷推動降低生產成本。安森美半導體最新加盟成為策略專案合作夥伴，進一步推進我們的集體專業知識。充分利用聯合研究將幫助我們克服邁向經濟的大批量製造的下一個關卡，最終將氮化鎵功率元件上市。」



## 找到在8英寸基片上 高良率生產 HB LED 的關鍵



從 ITO 到 DBR 和金屬接觸層，Evatec 為在 2、4、6 和 8 英寸基片上生產 HB LED 薄膜提供高輸送量蒸發系統和無等離子體損害的濺射工具。訪問我們找到更多關於我們在 BAK 蒸發器和輻射集群平臺的客戶定製薄膜 HB LED 生產解決方案。



Find out more

LEDs • POWER DEVICES • TELECOMS • PHOTOVOLTAICS • MEMS • EVATEC - THE THIN FILM POWERHOUSE

[www.evatecnet.com](http://www.evatecnet.com)

### Diodes微型邏輯晶片提升可攜式設備電池壽命

Diodes公司 (Diodes Incorporated) 近日發表了單閘極邏輯元件系列，有助於各種可攜式消費電子產品節省用電和空間，包括手機、電子書和平板電腦。74AUP1G系列邏輯元件以3V的先進超低功率CMOS (互補式金屬氧化物半導體) 製程來製造，其針腳與業界的標準零件相容，並且提供超薄的微型DFN封裝。

有關元件包含了14種最常見的邏輯功能，並採用3種不同的封裝，包括厚度只有0.4毫米、佔位極小的DFN1010與DFN1410，以及5針腳的SOT353。74AUP1G系列可在0.8V至3.6V的電源範圍內操作，確保低靜態及動態功耗，更有效率的節約電池能源。

Diodes 74AUP1G單閘極邏輯元件的整個陣營包括AND、配備了開放漏極 (Open-drain) 輸出的AND、NAND、OR、NOR、XOR、逆變器與緩衝器 (基本型、開放漏極輸出型和施密特觸發器型)，以及3態緩衝器 (以輸出驅動電源的高低)。

### 國際奈米週 工研院發表最新奈米節能新利器

2012年國際奈米週科技展覽會於10月3日開展，工研院在經濟部技術處科技專案支持下，發表多款最新應用奈米科技的節能技術，如兼具隔熱及發電的太陽能發電窗和電球形LED燈。

#### 兼具隔熱及發電的太陽能發電窗

工研院研發的「太陽能發電窗」，全透明卻可隔熱兼具發電功能，主要是運用一層微結構薄膜貼在高透明的玻璃上，在邊框安裝USB就可以讓窗戶搖身一變成為發電窗戶，可以應用在3C或手機充電等功能，非常方便，特別適合於單一方向排列如坐北朝南/東西方向建物，或南北往返的高鐵窗戶效果最好，更可用於大樓窗戶、建材、屋頂或太陽能電廠中。未來除了綠建築屋頂外，應用於植物工廠、大眾運輸之窗戶或天窗、候車棚或充電站都是新市場，此技術已技轉暉光日新與奇菱科技，也將是下一波綠建材生力軍。

#### 電球形LED燈照亮茭白筍的冬天

台灣茭白筍的年產值約20億元，為了解決茭白筍矮化症問題及控制生長，並錯開盛產期，提高售價，農民傳統使用金屬鈉燈進行夜間照明，促使一年二收提高為一年三次收成，但金屬鈉燈光太強，在夜間會互相干擾茭白筍生長，也相當耗電，每年電費高達新台幣5千萬元。工研院研發的電球形LED燈，可錯落放置在茭白筍田間，有良好的節電效果，可使電費降至新台幣1千萬元以下，也符合茭白筍在光合作用下所需要的光譜，有效促進茭白筍生長，提高產能，使單位產量增加10%。若以埔里地區2000

甲茭白筍田計算，全面更換LED燈，預估耗電量大幅降低到原來50%以上，每年可增加3億元的產值。此外LED照明技術可解決原有鈉燈光害與鄰田間光照干擾之問題，更可將埔里地區裝飾成夜景美景，增加觀光收入。

### 意法半導體 (ST) 與Preventice攜手推出遠端監控系統 實現居家醫療照護

橫跨多重電子應用領域、全球領先的半導體供應商意法半導體與全球領先的行動健康解決方案及遠端監控系統開發商Preventice攜手宣佈，Preventice全新的BodyGuardian Remote Monitoring System (遠端監控系統) 採用意法半導體的佩戴式感測器技術。Preventice 近期宣佈BodyGuardian遠端監控系統已獲得美國食品藥物管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 的510k產品合格認證，這代表著Preventice已獲准向醫院和診所銷售BodyGuardian遠端監控系統，為門診病患提供非致命性心律不整的偵測和監控功能。

作為全球最大、為所有電子產業市場提供服務的半導體公司之一，意法半導體決心將其在感測器領域的專業知識和創新成果擴展到醫療保健以及其它產業領域中。

意法半導體執行副總裁暨類比、MEMS和感測器產品部總經理Benedetto Vigna表示：「讓客戶能夠更快地研發有助於提升人們生活品質的解決方案是意法半導體的一個重要目標；意法半導體擁有業界獨一無二的研發和製造能力，透過為客戶提供所需的各種產品和技術，我們能夠實現這一目標。Preventice的BodyGuardian系統獲得FDA產品合格認證亦證明我們在協助客戶研發可滿足嚴格市場要求的醫療級電子產品的能力。」

BodyGuardian遠端監控系統採用美國梅約醫學中心 (Mayo Clinic) 醫生研發的臨床演算法，可提供心律不整患者的遠端監控。BodyGuardian系統能夠在醫生與患者之間連續傳輸數據，讓醫生能夠在診所外監控病患的重要生命參數，同時允許病患從事一般的日常活動。

Preventice表示，貼在患者胸部的微型佩戴式感測器負責數據傳輸。這顆感測器收集患者的心電圖、呼吸速率以及活動量等重要數據，透過手機技術將所收集的數據發送給醫師，使其可透過iPad或桌上型電腦監控病患的健康狀況。BodyGuardian遠端監控系統內建的佩戴式感測器採用意法半導體的軟硬體技術，包括先進的MEMS感測器、STM32低功耗微控制器、類比元件以及意法半導體獨有的先進演算法。

Preventice公司共同創始人、總裁暨執行長Jon Otterstatter表示：「意法半導體是感測器產業的技術先驅和領導廠商，透過與意法半導體合作，我們能夠對病患推廣美國梅約醫學中心與

Preventice合作研發的高階臨床監控技術。Preventice的目標是實現先進的遠端監控系統進入患者家中、工作單位和娛樂場所，為患有心律不整等各種慢性疾病的患者創造一個不間斷的監控環境。」

遠端監控系統可降低護理成本，改變護理服務模式，這將促進無線監控應用在未來幾年持續快速成長。根據Kalorama最新報告顯示，美國先進病患監控系統市場已從2007年的39億美元成長至2011年的89億美元。這份研究報告預計，截至2016年，該市場將達到209億美元。

### 全球首款Acer個人雲端智慧型手機

#### CloudMobile S500上市開賣

勇奪多項創新設計獎的Acer CloudMobile S500個人雲端智慧型手機，擁有4.3吋342ppi解析度頂級IPS螢幕，以及黑、白款網點皮革漆時尚外觀、具絕佳防滑握感，還內建1080P超強攝、錄功能，搭配獨家Acer Cloud免費個人雲端服務，隨時拍照攝影、隨時溝通分享。CloudMobile S500採用Android 4.0作業系統，搭載雙核1.5GHz處理器及1GB RAM、8GB內建記憶體，擁有絕佳內外設計。

宏碁企業客戶事業處副總經理謝金全表示：「以個人雲端為訴求的CloudMobile奪得2012德國iF設計大獎及台北國際電腦展創新設計獎，同時還獲得台北國際電腦展特別獎項中的最佳設計獎。」謝金全指出，今年第四季宏碁智慧型手機陸續推出多項新品，除與威寶合作銷售的超值雙卡雙待機Liquid Gallant E350外，現在又推出以雲端為概念的中高階CloudMobile S500，兼具時尚與功能，而11月又將有另一款針對入門者初階的Liquid Z110。全系列囊括換機及嘗鮮族的需求，在競爭激烈的智慧型手機市場，企圖以功能完整、平價實惠的策略占有一席之地。

CloudMobile S500搭載了免費的AcerCloud個人雲端服務，可讓使用者不論在世界各地，都可於手機上播放及瀏覽儲存在家中或辦公室內個人電腦裡的音樂檔案及Office文件（Word、PowerPoint、Excel），即使出外休閒旅遊時，還可隨時拍照記錄所見，並即時傳送至設定好的家中個人電腦或筆電，享受資訊即時同步所帶來的便利性。

S500擁有全球最高342ppi解析度的4.3吋頂級IPS螢幕，採用將光線反射降至最低的Zero Air Gap真空薄膜技術，搭配1280x720像素與178度可視角，影像畫面呈現清晰好看。CS/Taiwan

On March 13, 2012, AU Optronics Corporation (AUO) and AU Optronics Corporation America (AUOA) were convicted of one count of violating section 1 of the Sherman Act, 15 U.S.C. § 1. On September 20, 2012, AUO was sentenced to pay a US\$500 million fine and a special assessment of US\$400, and was placed on three years probation. AUOA was not sentenced to a fine, but received a special assessment of US\$400 and was also placed on three years probation. AUO and AUOA intend to lodge an appeal. The Company believes that this cases raises important legal issues that will have a profound impact on the way international business is conducted. The Company hopes that its appeal will help serve to clarify these issues. To satisfy the conditions of probation, AUO and AUOA will work closely with an independent compliance monitor as well as the United States probation department to refine its compliance and ethics program. The Company will continue to discuss with its counsel and will from time to time take measures which the Company deems appropriate.

# 2012年第二季平面顯示器產業回顧與展望

工研院IEK ITIS計畫 零組件研究部

## 一、2012年第二季產業回顧

2012年第二季台灣平面顯示器總產值達新台幣3,325.8億元，比前一季增加7%。其中面板產業產值新台幣2,152.6億元，比前一季增加6.6%，主力為大型TFT LCD面板產業，產值約新台幣1,669.6億元；其次為中小型TFT LCD面板產業，產值約新台幣433.5億元；TN/STN面板產業，產值約新台幣32.8億元，而OLED產業產值則為新台幣15.6億元。關鍵零組件產業產值約為新台幣1,173.2億元，比前一季略增7.7%，其中彩色濾光片產業產值約新台幣242.9億元，偏光板產業產值約新台幣214.7億元，玻璃基板產業產值約新台幣332.7億元，背光模組產業產值約新台幣382.9億元。

2012年第二季我國大型TFT LCD產業狀態，較第一季上揚10.1%，產值來到新台幣1,669.6億元。分析第二季的大型面板銷售提升原因，主要由於下游第一季態度

觀望，導致備料意願薄弱，再加上面板業者產能利用率較低，兩方採煞車過猛的結果，使得整體需求在第二季時全面反應。至4月份開始，終端庫存回補動作逐步提升，帶動面板需求增加，大型面板出貨開始提升，面板跌價也獲得控制，對營收的提升帶來幫助。分析報價的變化，第二季雖為傳統淡季，但IT用面板報價仍屬於穩定的狀態，而TV面板報價的部分，42吋面板呈現緩步上揚的狀態，其他尺寸則呈現穩定的局面，大約都能維持在現金成本以上，有助於改善面板廠營收與獲利。2012年第二季受到國際性經濟不景氣因素影響，使的第二季中小尺寸面板產值呈現衰退；2012年第二季台廠中小尺寸TFT LCD產值較2012年第一季衰退了4.1%，只有新台幣433.5億元。2012年第二季台廠中小尺寸面板出貨量皆呈現衰退狀況，歸結主要因素包括：1.歐債危機未解除以及美國經濟復甦不如預期，影響整體終端市場銷

售狀況，2.大陸面板廠產能開出，競逐中低階中小尺寸面板市場，壓縮台廠原有市占率，3.高階手機與平板電腦所需之面板量增加，例如OLED面板與高解析度(視網膜)面板，但能提供之廠商主要集中在少數韓日供應商，台灣面板廠商目前並無法提供此關鍵零組件。

OLED面板產業方面，2012年第二季台灣OLED產業產值表現，主要還是以PMOLED的產出為主，不論是在單色、area color、以及full color的出貨上，都是支撐台灣業者營收的重要來源，雖然第二季為淡季，但在下游拉貨較為積極的協助之下，產值小幅揚升，來到新台幣15.6億元。在TN/STN產業方面，2012年第二季同樣受到國際性經濟不景氣因素影響，使的第二季TN/STN面板產值呈現衰退；2012年第二季台廠TN/STN產值較2012年第一季衰退了5.5%，只剩下新台幣32.8億元。

表一：2012年我國平面顯示器產業第二季回顧與2012年第三季觀察

單位：新台幣億元

	11Q2	11Q3	11Q4	12Q1	12Q2	Q/Q	Y/Y	12Q3(e)	2010	2011	2012(e)	年成長
TFT-LCD(>10")	1,920.3	1,912.8	1,779.0	1,516.3	1,669.6	10.1%	-13.1%	1,824.9	9,557.4	7,548.9	6,982.7	-7.5%
TFT-LCD(<10")	432.0	454.0	461.0	451.8	433.5	-4.1%	0.3%	455.2	1,499.3	1,733.5	2,057.7	18.7%
TN/STN LCD	44.7	39.2	36.5	34.7	32.8	-5.5%	-26.6%	31.2	209.8	164.0	160.7	-2.0%
OLED	18.0	17.1	15.9	15.4	15.6	1.4%	-13.6%	16.8	78.9	69.4	76.3	10.0%
Others	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	12.5%	8.9%	1.1	4.4	4.0	11.8	197.9%
Sub-total	2,416.0	2,424.1	2,293.3	2,019.2	2,152.6	6.6%	-10.9%	2,220.7	11,349.7	9,519.7	9,289.2	-2.4%
Color Filter	271.3	256.7	257.8	224.8	242.9	8.1%	-10.5%	257.7	1,223.6	1,039.5	1,099.8	5.8%
Polarizer	209.1	200.4	191.1	219.8	214.7	-2.3%	2.7%	233.6	713.9	804.3	916.0	13.9%
Glass Substrate	384.0	354.0	333.8	310.9	332.7	7.0%	-13.3%	340.0	1,705.7	1,469.7	1,329.1	-9.6%
Backlight Unit	307.2	301.0	290.8	333.6	382.9	14.8%	24.6%	415.6	1,616.8	1,193.8	1,576.0	32.0%
Sub-total	1,171.6	1,112.1	1,073.5	1,089.1	1,173.2	7.7%	0.1%	1,235.0	5,260.0	4,507.3	4,920.9	9.2%
Total	3,587.6	3,536.2	3,366.9	3,108.2	3,325.8	7.0%	-7.3%	3,455.8	16,609.7	14,027.0	14,210.1	1.3%

Remark: Others include PDP, VFD...etc...

註：面板產值本表不含Microdisplay

資料來源：工研院IEK ITIS計畫(2012/08)

再從我國平面顯示器產業之關鍵零組件部份來看，彩色濾光片產業方面，2012年第二季我國彩色濾光片產值較第一季小幅上升，達到新台幣242.9億元之規模。目前台灣大部分的彩色濾光片均採面板廠內製化，因此隨面板廠產能利用率連動情形更為敏感劇烈，而分析第二季彩色濾光片的營收狀態，在內製化的部分，由於大型面板以及中小型面板的需求拉動情形之下，出貨量均有所提升，連帶也帶動產值的揚升。但專業廠的部分則是在產品組合的變化之下對營收帶來影響，如達鴻先進以及和鑫光電，由於產品線逐步轉型至Touch Sensor的製造，因此第二季在彩色濾光片的產出持續降低，僅剩台灣凸版仍以純專業彩色濾光廠的方式進行供應，這也讓專業廠對產值的貢獻逐步調降。偏光板產業方面，2012年第二季我國的偏光板產業，雖然在LCD產業復甦，但我國偏光板廠商在監視器面用偏光板出貨較高，同時友達與奇美的電視面板仍大量採用日韓廠商的偏光板下，廠商產能未全部開出，偏光板產值較2012年第一季小幅衰退2.3%，第二季的產值達新台幣214.4億元。玻璃基板產業方面，2012年第二季我國的玻璃基板產業雖然下游LCD面板出貨增加，但受價格下滑影響，且成長幅度不如面板產業，產值較2012年第一季小幅上升7.0%，達新台幣332.7億元。在背光模組產業部分，2012年第二季我國的背光模組產業因平板電腦（Tablet）的背光模組出貨大量增加，加上LCD在高單價的LED TV面板出貨增加下，產值大幅增加14.8%，達新台幣382.9億元。

## 二、2012年第二季產業大事記

### 1. 三星分拆大型液晶面板部門，成立三星顯示器公司，於2012年4月正式啟動營運

韓國三星電子於2012年4月2日正式分拆大型液晶面板部門，為新公司—三星顯示器（Samsung Display）舉行了成立儀式，新公司將在4月3日完成註冊手續後，開始正式營運。2011年三星的大型液晶面板業務銷售額為22兆7000億韓元（約200億美元）新公司組成來源為三星電子LCD部門，以及專業生產AMOLED面板之Samsung Mobile Display，完整整併後的新公司擁有2萬名員工和5家工廠。CEO由之前在三星負責大型液晶面板業務的執行副總裁Donggun Park擔任。

未來新公司在投資決策上已鎖定AMOLED技術為發展主軸，並逐步強化生產能力，同時積極對Samsung以外的品牌進行銷售。而LCD的投資也將放緩，並評估將韓國的G8.5機台移至中國的可能性。可以看出，韓國業者在面對瞬息萬變的面板業界，已在不景氣中積極重新重整步伐，期望以更多元、更高附加價值的產品線，持續捍衛「全球第一」的地位。

### 2. 鴻海入股日本Sharp，期望鞏固高階面板來源

2012年3月，台灣鴻海集團宣布入股日本Sharp，此合作內容為鴻海集團向Sharp投資669億日元，取得9.88%的股份，成為其最大股東。同時鴻海CEO郭台銘也將投資660億日元於G10大型液晶面板製造工廠—堺工廠的Sharp Display Products投資，取得其46.5%的股份，同時原先G10投資大股東之一的Sony也同步進行撤資，結束與Sharp的合資關係。鴻海對Sharp的投資已於7月完成注資，象徵鴻海集團將啟動與Sharp的合作。分析鴻海集團入股Sharp G10的用意，首要目標並非針對TV面板來源，而是藉由協助解決Sharp在G10的財務壓力，來換取鴻海集團未來Apple的手機、Tablet組裝用之面板。在TV面板合作上，由於目前TV市場仍屬低迷，iTV仍處於未明的階段，鴻海旗下的TV組裝廠並不能完全消化G10之產能，因此短時間內將不會是著墨的重點。

### 3. AMOLED及TFT LCD在智慧型手機用面板市場競爭日趨激烈，台系業者仍須加緊研發腳步

我國中小尺寸TFT LCD產值首度出現衰退現象，在手機與平

**RABOUTET S.A.**  
鋁材料製造商。  
分子束外延材料。  
可用於專業的清洗和消毒。

**RABOUTET S.A.**  
地址：250 Av Louis Armand  
Z.I Des Grand Prés  
F-74300 Cluses France  
電話：33 (0)4 50 98 15 18  
傳真：33 (0)4 50 98 92 57  
電子郵件：info@raboutet.fr  
http://www.raboutet.fr

## 市場瞭望 ◆ Market Analysis

板電腦皆呈現成長的市場中，凸顯出台灣廠商未能於高階中小尺寸面板市場取得一席之地，在既有的TFT-LCD市場又受到大陸廠商的擠壓，以至於市占率逐步下降，如果環境因素未改變，長期來看台灣過去在中小尺寸市場的榮景將受到前後夾攻而逐步萎縮，對相關產業鏈生態與從業人員預估會造成巨大衝擊。

相較於大尺寸電視面板市場，必需投入大量資金建構8代以上面板廠，中小尺寸僅須利用台灣現有之6代以下面板廠即可生產，且中小尺寸面板產品往往需要長期與客戶合作配合，再加上後來台灣廠商建構之觸控產能，更能提供客戶整合性解決方案，其實是具有非常有利的機會，唯一欠缺的是在高階面板的發展上，台灣廠商因近來財務狀況不佳以至於技術發展延遲，導致無法及時推出與韓日廠商相抗衡之高解析度和OLED面板，而拱手將高階產品市場讓給競爭對手，若能在政府直接間接協助之下，加速新世代顯示技術開發，再結合台灣既有系統品牌，應該還有機會扳回一城，甚至在下一階段Flexible Display的競賽中，取得參賽的門票。

### 4. 玻璃基板廠商紛紛推出新產品以符合電子產品輕薄趨勢

康寧發表在第六代玻璃基板厚度僅0.3mm的EAGLE XG產品，安瀚視特也發表新產品『LC30』。在智慧手機與NB等電子產品朝向薄型化、輕量化發展下，對應在LCD面板在「貼合」的製造工序之後經常有進行所謂的「化學拋光」的加工進行玻璃減薄工作，以減薄玻璃降低面板重量。為減少或方便進行此減薄加工，康寧在SID發表的六代線的『EAGLE XG』厚度僅0.3mm，不需進行化學拋光即可符合UltraBook的要求。另外，安瀚視特(Avanstrate)也發表新產品『LC30』，除了考慮了「化學拋光」的效率化之外，其

在維持既有的比重下降低了一半的熱收縮率，適合在低溫多晶矽製程中使用。目前國內面板廠化學拋光薄化玻璃的製程大都以外包的形式進行，若能直接使用更薄的玻璃基板直接生產，可以降低面板廠的生產成本，但需克服使用薄玻璃基板的帶來的良率問題。

### 三、2012年第三季平面顯示器產業展望

對於2012年第三季的景氣展望，由於歐債危機仍持續，市場對於歐盟處理問題能力的信心仍未恢復，也因此對於歐元區的整體經濟將帶來負面影響，而在美國市場部分，則由於製造業等總體經濟指標表現仍無強勁反彈的訊號，因此整體來說，歐美市場在下半年的景氣仍是呈現混沌未明。依據廠商下半年的訂單狀態來進行觀察，TV或是IT類產品都處於平穩的態勢，Ultrabook成為推升超薄型NB面板出貨的指標性產品。但手機類產品則呈現成長趨緩的可能性，主因在於市場仍在觀望iPhone 5來進行下一劑產品的設計調整，因此手機面板的出貨開始出現停滯的狀態，成長力道可能延至第四季才能有效發酵。

在大型TFT LCD面板產業方面，展望第三季表現，依據報價以及出貨量的觀察，似乎呈現停滯的狀態，雖說第三季為傳統旺季，但由於歐美的總體經濟仍處於極度脆弱的狀態，在歐元問題以及失業率隱憂可能持續擴大的預期心理下，終端拉貨動作從7月開始似乎又出現縮手的現象。較能期待的是Ultrabook題材持續發酵，以及非Apple陣營之平板電腦的需求帶動，但幫助有限。因此第三季預計在面板報價漲幅以及終端需求雙雙趨緩，無明顯成長的情形之下，預估第三季大型面板產值將僅能小幅成長，達到新台幣1,824.9億元。在中小型TFT LCD面板產業

方面，雖然全球經濟狀況仍處於渾沌不明的狀態下，但第三季的發展態度上維持謹慎樂觀，由於靠近第四季傳統電子旺季，下游客戶可能回補低水位之庫存或提前備料的緣故，對於中小尺寸面板產業的發展預期是小幅度成長，預估我國第三季中小尺寸TFT LCD產值將成長5%，產值預估約新台幣455.2億元。OLED面板產業方面，展望第三季，除來到傳統旺季的激勵因素之外，友達預定將在第三季進行AMOLED的手機面板小量出貨，主要是以RGB三色發光技術為主，將能夠有效的帶動產值提升，而奇美電子則預定在第四季時進行白光加color filter的智慧型手機面板出貨，預計將能夠逐步增加我國OLED產值的提升。在TN/STN產業方面，展望2012年第三季，受到低階TFT LCD面板取代效應持續影響下，對於TN/STN面板產業的發展預期是持續小幅度衰退，預估我國第三季TN/STN產值將減少4.9%，產值預估約新台幣31.2億元。

關鍵零組件之彩色濾光片產業方面，目前大型面板的出貨又開始出現停滯，而中小型面板則開始出現殺價搶市的現象，暗示著第三季的景氣仍呈現混沌不明，因此預估第三季的產值將僅呈現小幅成長，達到新台幣257.7億元。偏光板產業方面，展望第三季，國內的偏光板廠將隨LCD廠新尺寸面板出貨，以及打入中國大陸京東方、華星等面板廠供應鏈帶動下，產能利用率有機會提高，產值有小幅的成長，預估2012年第三季產值將達新台幣233.6億元，季成長8.0%。玻璃基板產業方面，預估第三季我國玻璃基板產業將隨面板產業小幅復甦，但成長幅度僅達2.2%，達新台幣340億元。背光模組產業方面，因客戶新產品出貨遞延，背光模組價格持續壓低，成長動能趨緩，預估僅較第二季成長8.5%，達新台幣415.6億元。**CS/Taiwan**

# III-V族公司股價跌停板



**過**去12個月，所有III-V族晶片製造公司股價均下跌，但是為什麼有些公司的股價僅下跌幾個百分點，而有些公司股價跌幅卻超過三分之二？Richard Stevenson的報導如下。

對於擁有III-V族公司股票的一個投資者，這是一個艱難的12個月。所有檯面上的化合物半導體公司股票至今年4月30日止均下跌，少數時間股票價值甚至掉了一半以上。

在某些情況下，可以理解是產業乏善可陳的表現。LED產業正遭受產能過剩，導致晶片價格的下降和利潤的壓縮。不幸的是，除非固態照明需求能真正提昇，這個產業仍要經歷一場大屠殺。市場的疲軟也導致MOCVD系統需求的下降，波及了如AIXTRON和Veeco等系統製造商。

在III-V族產業的其他消息，也是間接造成股價的持續下跌。比方說，根據市場分析機構Strategy Analytics的預測，砷化鎵微電子市場的總收入在未來幾年每年將以6%上升。不過這種增長的比例是遠遠低於2010年成長35%的高峰，這或許解

釋了股票價格下跌的背後原因。

## 電信產業的復甦？

在過去12個月表現最好的是Infina公司，這是一個大型InP光子晶片的製造商，其晶片用在自己的系統上，主要應用在長途光纖網絡。這家公司位於加州的Sunnyvale城市，在過去一年其股價在6美元和約高於8.5美元間徘徊，在化合物半導體股價排行榜（Compound Semiconductor Share Price Leader Board，見表一）的統計期間，僅下跌2.4%。

儘管這家垂直整合的公司在電信類表現第一，但其財務業績卻遠不如預期。在2011年度（至2011年12月31日止），公司營業額為4億490萬美元，較前一年度的4億5千440萬美元少，而虧損從2千790萬美元增加到8千170萬美元，毛利率從45%下降到41%。

到今年第一季為止仍持續這樣的趨勢。2012年第一季營業額為1億470萬美元，虧損1千120萬美元，毛利率約為40%。這樣的趨勢不斷造成公司的虧損，

2012年第一季結束，所有現金、現金等值、限定現金等，加上投資資產，總價值跌了1千3百萬美元，來到2億4千萬美元。

不過，Infina公司的管理團隊有很好的理由對公司未來前景保持樂觀，該公司在市場上有很大的成長，最近推出的產品也受到許多的關注。

關於該產品，在2012年第一季財報後的電話會議上，有著更詳細的討論，Infina公司的總裁兼執行長Thomas Fallon列舉三個光纖網絡需求增長的原因：雲端計算，行動和影片。

根據位於麻省劍橋的市場分析公司Forrester Research的研究，雲端服務的市場規模到2020年可能達到約240億美元，未來預計大部分的應用程式都在雲端計算處理，網絡頻寬必須足夠大到可以應付大量來回傳輸的數據。

Thomas Fallon提到第二個驅動光纖網

表一

Compound Semiconductor share price leaderboard							
Rank	Company	Ticker	Share value, April 29, 2011 (\$)	Share value, April 30, 2012 (\$)	% appreciation	Change in Rank	
1	NASDAQ composite	IXIC	2869.74	3060.06	6.6	+11	
2	Infina	INFN	7.60	7.42	-2.4	+15	
3	Skyworks	SKWS	31.39	27.59	-12.1	+2	
4	Riber (Paris)	RIB	4.66*	3.83*	-18.5	-1	
5	Hittite	HITT	65.06	52.88	-18.7	+5	
6	Cree	CREE	40.55	30.81	-24.0	+15	
7	AXT	AXTI	6.77	5.11	-24.5	+11	
8	Kopin	KOPN	4.88	3.64	-25.4	+6	
9	IPG Photonics	IPGP	69.66	49.00	-29.7	-8	
10	RFMD	RFMD	6.54	4.35	-33.5	+3	
11	Finisar	FNSR	26.45	16.53	-37.5	-5	
12	JDSU	JDSU	20.08	12.45	-38.0	-4	
13	Veeco	VECO	50.60	30.23	-40.3	+2	
14	IQE (London)	IQE	0.7361*	0.4230*	-42.5	-12	
15	Anadigics	ANAD	3.93	2.25	-42.7	+4	
16	Aixtron (Frankfurt)	AIX	36.66*	18.43*	-49.8	-5	
17	Emcore	EMKR	10.32	4.58	-55.6	=	
18	TriQuint	TQNT	13.34	4.76	-64.3	-11	
19	Rubicon	RBCN	28.20	9.66	-65.7	-3	
20	Oclaro	OCLR	10.48	2.93	-72.0	=	

市場瞭望 ◆ Market Analysis



Infinera公司最新的DTN-X系統整合了：一個DWDM傳輸系統，可以支持500 Gbit/s的超級通道；一個光傳送網交換系統；可升級到多協議標籤交換標準，一個可以提高網絡效率的標準。

網絡的動力，就是行動通訊。藉由日益普遍的智慧型手機、平板電腦和筆記型電腦無線上網，行動通訊正迅速成長，數據使用量到2016年將增加18倍，為了要支援這些需求，勢必要大量鋪設3G、4G及Wi-Fi網絡，行動通訊並不完全是無線傳輸，數據也需通過光纖骨幹網的傳遞。

第三，Fallon認為光纖通訊的能量必須增加，以應付日益成長的線上影片瀏覽，其來源包括：一般用戶上傳的影片，如YouTube；影片提供廠商，包括Netflix和亞馬遜；影片創作者，如NBO公司。影片品質從標準清晰度到高清晰度（HD），再加上越來越普及的3D影片，透過光纖網絡傳輸的數據量遽增是不可避免的趨勢。

為了滿足這些需求，在光纖傳輸的投資是持續成長，例如2011年在美國就佈署了19萬公里的光纖網路，是自2000年以來的最大量，倫敦的分析公司CRU集團指出。光纖通訊將會發光發熱，加州Redwood City的Dell'Oro集團預測，這股潮流可以推動稠密波長分割多工轉換（DWDM, dense wavelength division

multiplexing）市場到2016年每年增加10%。在這一領域，光纖傳輸將增長22%，這對Infinera的最新DTN-X平台是一個大好的消息。

Fallon指出，這個平台是三種產品集合於一體。首先，它是一個DWDM傳輸系統，可以支持500千兆每秒（Gbit/s）的超級通道（superchannel），這是以100 Gbit/s傳輸速度的Flex Coherent通道為基礎。此外，也是一個集成OTN（光傳送網）交換系統，最初將有5兆兆位元的容量，但最終將可以提昇到100兆兆位元的上限。Fallon解釋，這將使運營商藉由交通疏導下降到1千兆粒度，來舒緩這些大型管道。最後，該系統設計可以升級到多協議標籤交換標準（MPLS, multi-protocol label switching），一個可以提高網絡效率的標準。

4月底前，Infinera公司得到了四個DTN-X系統的訂單，三個是從現有的客戶，另外則是一個新客戶，Cable&Wireless公司。另外還有其他一些訂單在合約簽訂階段。

DTNX系統的出貨，將帶動Infinera公司收入的成長，營收將出現在今年下半年的季財務報表上。由於新系統的推出導致舊系統DTN訂單的減少，Infinera公司目前正在增加新系統組件的生產。預計這交接狀況會導致第二季營收些許的下降，約9千2百萬至1億美元間，虧損約在1千6百萬至2千1百萬美元間。但長遠的前景是樂觀的，2012下半年預計營業額將在2億3千萬至2億5千萬美元間。

如果這種趨勢能夠繼續，加上DTN-X的出貨量迅速增加，儘管更大的規模經濟將使毛利率略降，Infinera公司的股價應該會上漲。這對該公司股票的長期投資者是一個很好的回報。他們對Infinera公司突破性的技術有信心，在2007年夏季Infinera公司首次募股時，以一股13美元買入。

Skyworks公司直往雲霄

再來看排名第二的Skyworks公司，該公司股價下跌12%。在2011年四月到年底間，公司股票價值一落千丈，之後即不斷穩定攀升（見圖二）。今年前兩季熱烈的交易已助長了公司的股價。對於2012年第一季，公司營收3億9千370萬美元，比去年同期增加17%，獲利為9千620萬美元。

在接下來的一季，這是傳統的淡季，但結果同樣令人印象深刻：營業額達到3億6千470萬美元，與去年同期成長12%，獲利7千980萬美元。此外，在這三個月期間，該公司已還清所有的債務。

Skyworks公司無論是在產品和市場上改採多樣化經營的策略，是協助該公司能夠在短期內快速獲利的原因之一。

這策略包括以2億美元現金收購Advanced Analogic Technologies公司，這使得Skyworks公司在總值達20億美元的顯示器電源管理晶片市場完整的布局。David Aldrich, Skyworks公司的總裁兼執行長，在2012年第二季經營說明會上談到：「我們顯然不再只是一個PA公司，而是一個全方位服務的RF和類比（analogue）系統專家，可以應用在行動網路及其週邊高度成長的產業。」

Aldrich繼續說明了Skyworks公司在手機零組件上擴展部署的一個例子。Chipworks公司把三星Galaxy Note手機完全拆解，包括RF射頻晶片、天線開關模組、波段開關、GPS低噪聲放大器及無線網絡的前端模組等均由Skyworks公司所提供。

像這樣的例子，Skyworks公司把許多該公司的模組集成在某一手機產品中，每支手機該公司可以得到美金10元以上的營收。由於現在智慧型手機中的頻段增加，Skyworks公司曾經有達到單一產品中加入了23個頻段的設計，這樣的單一手機中營收提高的趨勢似乎將繼續延續。

智慧型手機的銷售繼續上升，在2011年和2015年間的出貨量可能達到40億支。這將有助於Skyworks的收入。此外，其他非行動網路市場如遊戲、電腦、電視和機上盒等，由於越來越多的無線模組被採用，以上產品的出貨也為該公司帶來獲利。今年年初，該公司宣布其設計獲得GE公司整個智慧型家電產品線的青睞，包括洗衣機、乾衣機、冰箱、洗碗機和微波爐等。另外，Skyworks公司的模組也應用在遠程心臟監測設備（Medtronic公司產品）、緊急救援人員的通訊系統和Ericsson公司的基地台等。所有這些產品

的銷售都將有助於提高Skyworks公司的營收，在2012年第三季可望達到3.83億美元。營收成長的同時，該公司預計毛利率也可以提高，第三季度的獲利預估達8千4百萬美元。

### 多角化經營的系統商

排行榜第三名的是銷售多元化系統的法國製造商Riber。至2012年4月30日止，該公司的股價在12個月內下跌18.5%。近期股價已經沒有大起大落，2012年股價略高於在2011年下半年的股價。

Riber公司在2011年的財務報表上有強勁的表現。分子束外延系統（MBE systems）銷售穩定上升4%，顯示器系統及光源模組的營收躍升了近4倍。在亞洲投資的有機發光二極體（OLED）顯示器生產線是主要的獲利來源，幫助該公司營收較去年同期成長40%，達2千9百萬歐元，獲利也增長，從2010年的180萬歐元以上升到2011年的430萬歐元。

今年三月底，該公司提報的季收入為620萬歐元，較2011年同季增長8%。在過去12個月，系統的訂單下降了180萬歐元，營收為1950萬歐元，明年底要出貨的訂單包括13個研究用的系統和一個量產系統。

由於OLED生產訂單的縮減，是該公司系統訂單的下滑的原因。不過Riber公司現正準備新一代的系統來因應下一波工業界的建廠。

### 電信公司的困境

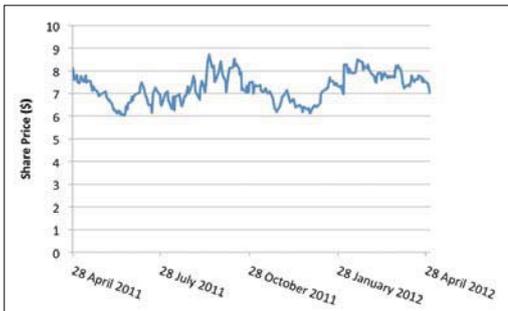
今年位在排行榜末位的是總部設在美國的Oclaro公司。成立於2009年，是由兩家電信元件製造商Bookham和Avanex Corporation公司所合併而成。2011年3月，Oclaro的股

份達到了合併以來的最高點，18美元，然而整個夏天不斷下跌，到現在股價不到3美元。在此股票下跌期間，Oclaro公司的表現疲弱。2011年第四季營收是1.092億美元，相較起第三季減少650萬美元，更令人擔憂的是，營業虧損從660萬美元暴增至3千360萬美元（包括2千萬美元的減損支出）。該公司指出電信業持續的不景氣是公司營業額下滑的原因。接下來的三個月，營收下降到1.058億美元，與之前的趨勢相符。虧損降到960萬美元，然而由於洪水的肆虐，該公司在泰國的生產線已經停止生產。

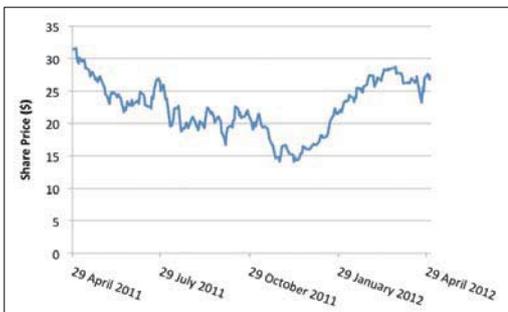
洪水衝擊到該公司2012年第二季的營收，下降到8千650萬美元，虧損達3千360萬美元，其中910萬美元為是因洪水造成的相關費用。洪水持續影響了最近一季的表现，4月26日財報中，與上季比營業額略有上升，達到8千870萬美元，如果不是深圳工廠停工10日（隨後即解決問題），應該還要加上約400萬美元的營收。Oclaro公司試圖要出售深圳廠，把當地的生產線移到該公司認為具有更穩定生產環境的馬來西亞。

另外一個大的變動是，Oclaro公司將其與Opnext公司合併。Oclaro的總裁兼執行長Alain Couder認為，兩公司的合併將會受到客戶的歡迎，因為客戶可以接觸較少且具策略合作的供應商，可以提供客戶所有需要的技術。通過這次合併，兩公司間的互補和產品組合的垂直整合，其規模和技術創新將使合併後的公司將成為業界重要的戰略合作夥伴和領導者。

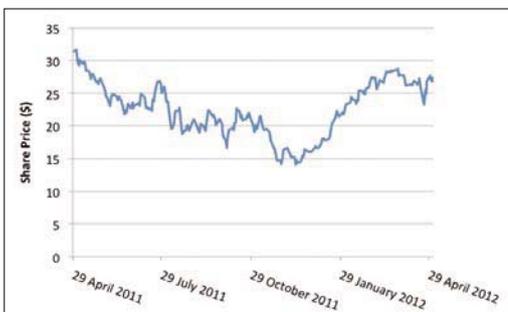
合併後的新公司將成為光通訊零件及模組市場的第二大公司，僅次於Finisar公司。然而，這兩家公司的合併是否能止住股價的下跌，並建立一個有獲利的公司？時間會告訴我們，並顯示在明年的排行榜上，同時希望榜上看到的是III-V公司股價已不再下跌。**CS/Taiwan**



圖一：Infinera公司的股價在過去12個月表現平穩。



圖二：Skyworks公司的股價走勢可以分成兩半：在2011年下半年呈現下跌走勢，今年開始往上攀升。



圖三：Oclaro公司在過去12個月表現疲軟，與Opnext公司的合併是否會帶來生機？

# 綠光的挑戰

GaN綠光半導體雷射元件與紅光及紅外III-V族半導體雷射元件的差別非常大：前者元件中的材料處於應變狀態，而且為強大的內部電場及顯著的能帶偏移所困擾。但如果你能深入理解這些特性並加以利用，就有可能設計出高效率的綠光半導體雷射元件填補綠色鴻溝（Green-gap）。

Dmitry Sizov、Rajaram Bhat、Chung-En Zah /  
康寧公司（Corning）

**高**解析電影及索尼遊戲終端Playstation的愛好者們對GaN半導體雷射元件的發明者及製造者十分感激。但他們可能並不瞭解，科學家和工程師們在研發這種能夠讀取光碟中1和0的藍紫色半導體雷射元件時，面臨傳統III-V族半導體材料的雷射元件中並不存在的諸多新的艱難挑戰：缺乏原生同質基板，更高的材料生長溫度和室溫下更低的化學反應活性，纖鋅礦（Wurtzite）晶體結構產生的極化效應，更高的電子有效品質，以及獲得無應變的異質結構非常困難等。

近些年來，上述問題一直在阻礙氮化物材料研發者們將雷射元件的發射波長擴展至更長的區域，即光譜中被稱為綠色鴻溝（Green Gap）的部分。彩色投影系統需要綠光雷射元件來組成紅、綠和藍三色光源。另外，國防、生物醫學、工業及儀器等諸多領域也對單晶片集成雷射元件有可觀的需求。

晶片設計者們需要為綠光雷射元件選擇一種體系結構，能夠解決以下三項主要挑戰：應變，找不到晶格互相匹配材料系來製備元件；需要能夠在大電流密度的條件下工作以實現光學放大，這是鐳射產生的前提條件；能夠往能帶結構不佳的有源區均勻注入足夠的載流子。本文接下來就將詳細討論每項挑戰，以及如何克服它們的方法。

## 處理應變

氮化物材料的晶格匹配非常複雜。III族氮化物與其他III-V族材料晶格結構的不同使兩者無法匹配，前者的纖鋅礦結構與後者的閃鋅礦結構差別顯著，如圖一所示。用其他V族元素來取代氮也不容易，因此三元III族氮化物只有三種。其中兩種分別為AlGaN和InGaN，但他們的晶格不能相匹配；第三種為很少使用的AlInN，因為該種材料的均勻生長非常困難。

還有一種四元氮化物AlInGaN，在給定晶格常數的情況下能對能帶進行某種程度的調節。但該類材料極少使用，因為AlGaN和InGaN的生長溫度不同，會造成多元化合物的組分不易控制，以及表面形貌粗糙。

因此，對於深藍和綠光氮化物雷射元件，設計者們傾向於選擇AlGaN作為熔覆層（Cladding Layers），而InGaN作為光波導層（Waveguides）。為了減少多餘的應變，AlGaN和InGaN中Al及In元素的濃度一般均不超過幾個百分點。但這也會導致光波導層與熔覆層之間的折射率差較低。更糟糕的是，對於波長的光兩種材料間的折射率就可忽略不計。

每位氮化物半導體雷射元件設計者都會面臨的一個選擇就是基板的晶向。就傳統而言，氮化物半導體雷射元件一般選擇在藍寶石基板的c面上生長，在該晶向上允

許存在相當顯著的應變而不會形成缺陷，因為在其滑動面間要相互滑動需要相對來說非常大的力。

當在半極性面上生長雷射元件時，在應變水準非常低時就會發生滑動位錯，使氮化物外延層能夠弛豫。纖鋅礦晶體中，相對c面偏轉 $\beta$ 角 ( $0 < \beta < 90$  and  $90 < \beta < 180$ ) 得到即是半極性面。已經有許多半極性面可供選擇，而且有的晶向能夠生長具有足夠高In組分的化合物，使最終元件能夠發出綠光。更重要的是，半極性面還能使生長在其上的外延結構具有更高的光增益。這是製備綠光半導體雷射元件的關鍵優勢。

當氮化物半導體雷射元件外延沉積生長在半極性的基板上時，當AlGaIn和InGaIn層的厚度超過100nm，即使Al和In的組分只有幾個百分點，也會在二者的介面間產生失配位錯陣列。如果這些失配位錯對其他III-V族材料元件的影響同樣發生在III族氮化物元件上，就將會影響後者的可靠性。

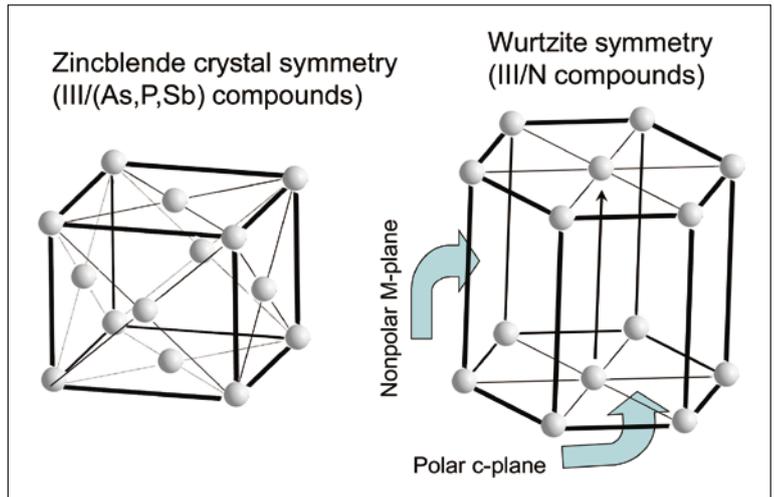
我們在康寧公司 (Corning) 的團隊發現失配位錯還是強烈非輻射複合的管道，並且降低表面形貌的品質。幸運的是，我們可以使用巧妙地方法避開上述弛豫特性，並最終在半極性藍光半導體雷射元件中獲得足夠的光學限制和良好的量子效率，從而有可能實現高光學增益。

將失配位錯控制在有源區之外是管理應變的一種方法。這樣做，還能使材料弛豫變得有利。關鍵是在熔覆層上生長InGaIn光波導層時有意使二者的介面間產生位錯。這可以增加該InGaIn層的晶格常數，大大減少接下來在其上生長的綠光InGaIn量子井層的應力，從而避免該重要部分的弛豫。

接下來，必須在井層之上生長第二個InGaIn光波導層，並與底部的光波導層具有相同的晶格常數。這樣做是為了在兩個InGaIn光波導層之間生長一致的多量子井結構。

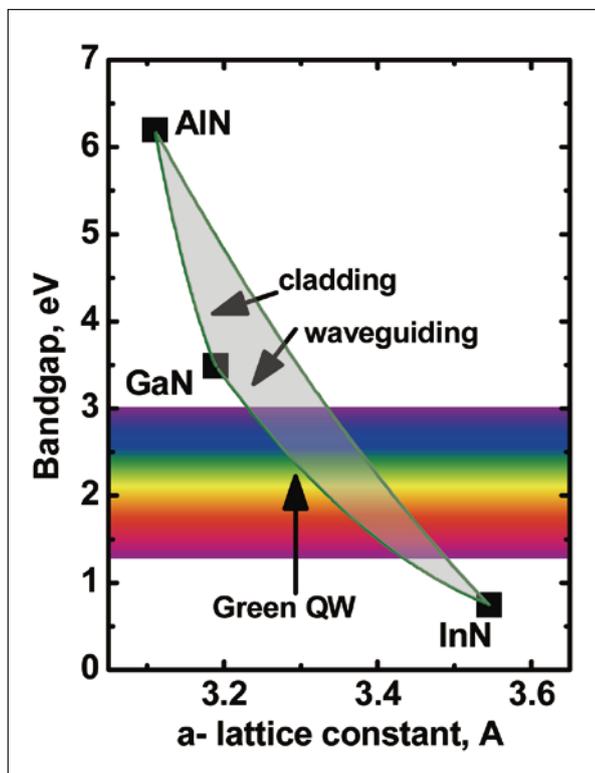
完成上述步驟之後，外延工程師需要在頂部生長一層晶格不匹配、處於弛豫狀態的熔覆層，目的是在其下的介面形成另一個失配位錯陣列。使用這種方法，位錯將只位於光波導層和熔覆層之間，遠離有源區而不能參與非輻射複合過程。值得一提的是，在存在大量失配位錯的介面上立刻能生長出弛豫、低缺陷密度的外延層，這是半極性III族氮化物異質結構的獨特之處。

也有不少文獻報告在III-V族閃鋅礦結構中所使用的



圖一：III族氮化物的纖鋅礦晶體結構與傳統III-V族化合物的不同，是其更具挑戰性的根本原因之一。

應變弛豫方法，例如In(Ga)As量子井近紅外雷射元件、GaAs基板上生長量子點，以及多結太陽能電池等。但是，上述應用中大多採用生長厚的過渡層或超晶格的方法來減少有緣層中的缺陷，而不同於在半極性III族氮化物中使用的單介面結構。



圖二：綠光半導體雷射元件由若干晶格不匹配的異質結構組成，因為大部分的傳統III族氮化物合金與GaN基底的晶格都不匹配。

封面故事 ◆ Cover Story

另外，通過應變補償層能夠完全避免產生失配位錯。方法是通過Al(In)GaN勢壘層的拉應變來平衡勢井層和InGaN光波導層中的壓應變。很顯然地，當光波導InGaN層中In含量足夠高時，就有可能通過應變來進行補償，並不影響其光學限制的能力。

這得益於InGaN材料的一個有利特性：其折射率隨著In組分含量超線性（Superlinearly）提高。也就是當激發光子能量與InGaN材料能帶隙之間的差別越小時，其折射率增加越快。直覺地來說，往InGaN光波導層中插入Al(In)GaN層可能會降低其整體的平均折射率。但由於應變補償的緣故，可在光波導層中使用更多的In，從而使其折射率反而比沒有使用應變補償的設計更高。

提高電流

綠光半導體雷射元件研發者們面臨的第二大主要挑戰是，使元件能夠在非常高的電流密度情況下工作，這

也是光放大的必要條件。在InGaN量子井中，載流子密度相對較高，兩種載流子的有效品質均較大，在InGaN中電洞和電子的有效品質分別大於1.4me和0.2me，而在GaAs中則分別僅為0.51me和0.063me（me為自由電子的品質）。電子和電洞的有效品質越高，電子和電洞的態密度也就越大。反過來，更高的電子和電洞態密度，表明了InGaN量子井中透明載流子的密度就越高（這也是產生鐳射的前提之一），達到了InGaAs量子井雷射元件所要求的2倍多。

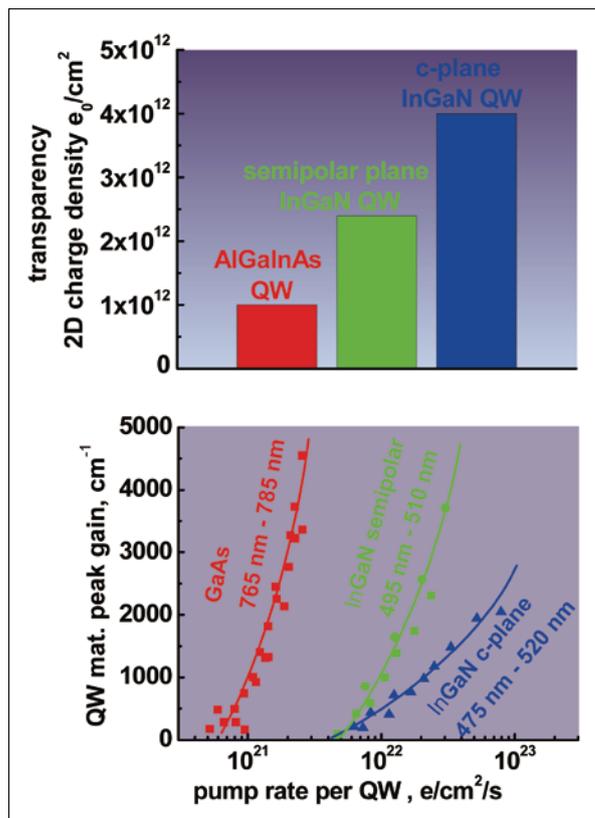
透明載流子密度的大幅提高也帶來了不好的後果。複合電流是載流子濃度的超線性函數，特別是在高電流密度情況下非輻射的俄歇複合占主導地位，因此InGaN量子井中載流子密度需要為InGaAs中的幾倍，才能使之透明。（見圖三）

更糟糕的是，In組分含量的提高使InGaN量子井的發射波長往綠光方向偏移，同時會導致微分增益迅速降低。這不僅是非輻射複合突增的結果，還因為InGaN混合物的組分波動，導致顯著的輸出光譜非均勻展寬，發射綠光要求In在InGaN三元化合物中的摩爾濃度達到約30%。

氮化物半導體雷射元件發射長波長鐳射要求大電流密度的根本原因之一還是III族氮化物纖鋅礦晶體的極化特性。這一特殊晶體產生的極化場減少了電子和電洞在勢井中的重合，該現象被稱為量子約束斯塔克效應（Quantum confined Stark effect, QCSE）。為了彌補光損失，藍光和綠光半導體雷射元件的電流密度需要分別超過2 kA cm<sup>-2</sup> 和4 kA cm<sup>-2</sup>。這樣的電流密度值比InGaAs量子井雷射元件高一數量級。

綠光雷射元件的低光增益問題可藉由採用半極性基板部分解決：當綠光InGaN量子井生長在半極性面上時，與生長在傳統的極性面上相比差分光增益可加倍。半極性晶向具有這一優點的原因是，通過打破纖鋅礦晶體的90度旋轉對稱性，減少量子約束斯塔克效應和各向異性光增益。傳統的III-V族化合物具有的是立方對稱性，因此並不具備上述性質。

半極性半導體雷射元件的研發工作還處於起步階段，其外延生長結構還不成熟。大家仍在探索該方法的局限性，包括前面討論過的應變處理方法。半極性半導體雷射元件的缺點之一是，多數情況下光增益只在某一方向上較高，但這一方向並不總與諧振腔面一致。其原



圖三：(a) InGaN量子井達到透明所需的帶電載流子密度比III組砷化物量子井要高得多，當生長在c面上時更是如此；(b) 因此，InGaN量子井需要更高的泵浦電流來進行光放大。儘管如此，綠光InGaN量子井中的差分增益還是非常低（圖中曲線根據P. Blood等所發表文章J. Appl. Phys. 701144 (1991)中資料繪製）。

因也與打破平面旋轉對稱性有關。

低增益的原因不僅是高閾值電流，還與高光損失有關。在紅光和紅外光III-V族半導體雷射元件中，帶間躍遷吸收 (Inter-subband absorption) 以及自由載流子吸收 (Free carrier absorption) 是光損失的主要元兇，對 980nm波長的鐳射光損失可減少至 $1\text{cm}^{-1}$ 。但對於III族氮化物藍綠半導體雷射元件，由於受體束縛吸收 (Acceptor-bound absorption) 其光損失比前者高十倍。

III族氮化物還有一個不如人意的特性是受主 (Acceptor) 的活化能非常高。受主摻雜濃度需要非常高以達到必要的電洞導電性。對於GaN及多元化合物，鎂 (Mg) 是唯一實際可用的摻雜施主，而其活化能更是超過 $160\text{meV}$ ，起碼是傳統III-V族摻雜物濃度的4倍。這意味著使用Mg摻雜時，當受主濃度約為 $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 時，只有不到2%的電洞實際參與了傳導。因此需要Mg摻雜的濃度需要非常高，以使該結構層具有合理的p型導電率，它也是製備低工作電壓元件所必須的。但這就是必須付出的代價——高的光吸收率。

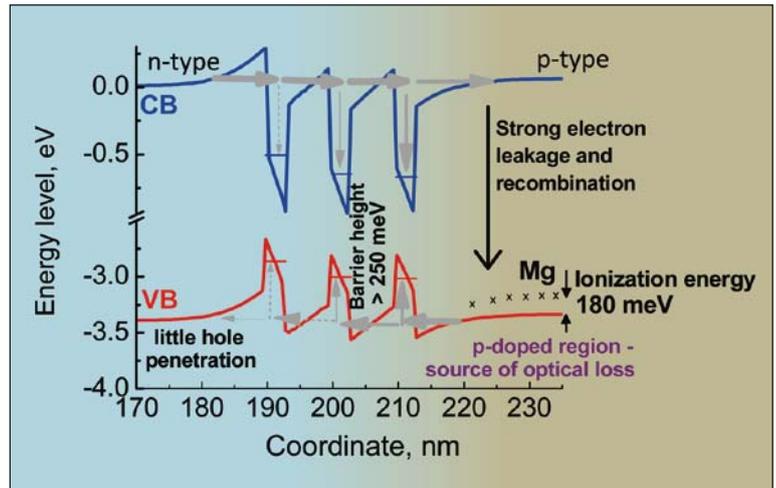
雷射元件設計者們只能通過一些方法來調整元件的整體光損失。他們能將前端反射鏡的反射率選擇得相對更高些，這也會導致輸出光的斜率效率 (功率-電流曲線的斜率) 降低。另外，還可使p摻雜區遠離光模，同時保證有足夠的電洞注入量子井中，以及雷射元件的工作電壓在合理範圍內。實現上述目標的一種簡單的方法就是使用非對稱光波導折射率分佈，從而使光模偏向n極一側。儘管這將略微減少光模與有源區的重合，但會顯著減少其與p摻雜層的重合。

### 注入載流子

綠光III族氮化物半導體雷射元件研發者們面臨的第三大主要挑戰是：將載流子注入量子井層中，井層的勢差較大，並且能帶結構由於QCSE效應被嚴重扭曲。

在紅外半導體雷射元件中，使用折射率漸變、約束分隔的異質結構能夠獲得很好的載流子輸運。在這類元件中，能帶隙遠遠離量子井區的兩個方向都逐漸增加。但電子和電洞仍然被約束在多量子井區域內，因為能帶隙的梯度在其周圍形成的電場阻止了載流子向外擴散。另外，該方法還能形成光約束，因為在距離勢井區最遠的部分能帶隙最大，而折射率最低。

很遺憾，到目前為止上述優雅的解決方案還被證



圖四：量子井對帶電載流子的深度束縛限制了載流子在多個量子井中均勻分佈，這是載流子注入非對稱的根本原因。需要Mg重摻雜來獲得足夠的p型導電率。有源區中非對稱的載流子注入導致電子洩露進入p型重摻雜區，如果不加以阻止載流子就會進行非輻射複合。

明無法再綠光氮化物半導體雷射元件上使用。在我們看來，其原因是多量子井中勢壘和勢井所用GaN和InGaN材料的奇異能帶結構。兩種材料的帶隙能量分別為 $3.49 \text{ eV}$ 和 $2.34 \text{ eV}$ ，因此整體的能帶差超過 $1 \text{ eV}$ 。由於導帶與禁帶的偏移比率變化差異顯著，很難精確得出能帶結構。但這些差別並不十分重要，因為毫無疑問的是對每個帶點載流子來說勢壘高度 (以能量計) 超過 $kBT$ 值至少十倍。

為了能複製傳統III-V族材料半導體雷射元件中使用的折射率漸變結構，工程師們必須製備出帶隙比GaN更窄的InGaN勢壘。但是這將增加有源區中In的總含量，對勢井層進一步增加壓應變。因此勢壘層中In的含量必須非常低，甚至不含In。這意味著載流子從勢井基態熱逃逸的速率比載流子複合速率低得多，因為隨著勢壘高度的增加熱逃逸速率迅速降低。得到的結果是，載流子將被束縛在一個勢井中直到被覆合，載流子通過飛躍勢壘在不同勢井間運動。

這樣做的結果就是糟糕的載流子分佈，如果雷射元件生長在c面上則更是如此。壓電效應會大幅提高勢壘的高度，影響載流子的彈道傳輸運動。由於平均有效品質更高及遷移率更低，電洞的情況比電子更差，導致載流子在在多量子井靠近p極的一側大量聚集。

無論是在c面基板上生長的綠光雷射元件還是LED，最靠近p極的勢井會聚集數量最多的載流子。這也是p-n實際靠近p極一側的部分原因所在，增加向p型摻雜區的

封面故事 ◆ Cover Story



電子洩露。任何電子到達該區域後就會經歷複雜的多重非輻射複合過程。為了防止它的發生影響元件的性能，通常會在勢井與p型區之間加入一個電子阻擋層。該薄層阻礙電子往p型區流動，但也會阻礙部分電洞注入量子井區，並不能解決有源區內載流子分佈不均的問題。當我們在基板c面上製備多量子井綠光半導體雷射元件時，只有靠近p型區的一兩個勢井能提供光增益，其餘勢井還會對光進行吸收，因為它們處於泵浦不足的狀態，除非加以非常高的電流。

半極性半導體雷射元件則不同，由於內建極化場強度減弱，電洞能比較容易地注入若干量子井內。更弱的電場降低了勢壘的高度，使載流子能更均勻的飛躍勢壘，最終並令多個勢井內的電子和電洞分佈更加均勻。

我們發現半極性半導體雷射元件的優越能帶結構使設計者們能夠免於使用電子阻擋層，III-V族紅外半導體雷射元件也不需使用電子阻擋層。由於電洞能夠更深地穿入多量子井區，因此被吸引至p型區的電子業就更少，亦減少了p-n結位置的偏移。

載流子在量子井內的深度束縛也有其好處，減少對溫度改變的敏感性。半導體雷射元件中用來衡量該敏感

性的指標是閾值電流特徵溫度 $T_0$ 。在基於As和P化物材料的半導體雷射元件中，載流子約束一般為0.2 eV或更低，在正常工作溫度下，有源區中大部分的載流子都泄露出去了。而綠光氮化物半導體雷射元件更強的載流子束縛可以使電子在溫度低於400K時不能從量子井中逃離。

非極性比半極性綠光半導體雷射元件的 $T_0$ 值更高。我們相信該現象的原因有二：在所有氮化物半導體雷射元件中均存在的載流子深度束縛；以及量子井量子間特別顯著的分離。這也導致了高能帶中熱粒子的數量減少。

很顯然，III族氮化物材料是覆蓋更寬光譜區域的希望所在。當設計綠光半導體雷射元件時所面臨的挑戰與III-V族紅光及紅外光半導體雷射元件非常不同，因此就需要不同的解決方法。對於III族氮化物綠光半導體雷射元件，應變的出現影響深遠，低光增益和高光損失需要解決，載流子深度束縛會影響多量子井中載流子的均勻分布，但它也有有利的一面，降低了其間對於溫度的敏感度。深入理解上述挑戰，探索一條克服所有困難的新路，是提高綠光雷射元件性能的關鍵所在。**CSI Taiwan**

# 矽元件與 III - V 族元件發展路線圖

預計到 2020 年，矽晶圓代工廠將會從矽元件轉向鍺和 III - V 族元件。實現這一轉變絕非易事，但是研究人員在電介質層、接觸電阻、峰值電流、材料品質等方面不斷努力尋求突破。

輿論曾一次又一次聲稱降低矽基電晶體尺寸的進程終有一天會終結。一些人認為，光刻尺寸不可能會超越光波長的界限——但是我們現在已經可以實現這一點；另一些人警告說，當電晶體達到奈米級別，電子無法獲取足夠的速度——然而只要在材料體系中施加應力就能迎刃而解；還有人指出高漏電流會限制元件尺寸的進一步降低，但是，諸如氧化鉛等高K電介質取代氧化矽成為開關材料，使得這一難題也未能阻擋尺寸降低這一潮流的發展。

現如今，越來越多的評論家聲稱矽電晶體將會終結，這一次他們或許是對的。因為不僅是評論家們，眾多的半導體行業從業者也相信這一點。國際半導體技術路線圖 (ITRS) 就給出了到2015年半導體技術發展到11奈米時，鍺和III-V族元件將會發揮重要作用。

最近在德國法蘭克福的歐洲化合物半導體會議上，來自英國格拉斯哥大學的Iain Thayne對於新材料工藝對矽工藝生產線所能產生的實質的影響力給出了合理的解釋。Thayne致力於研究III-V族的元件在射頻及毫米波段前道工藝上的應用。他指出隨著元件尺寸的降低引入化

合物半導體來提高性能是很有必要的。

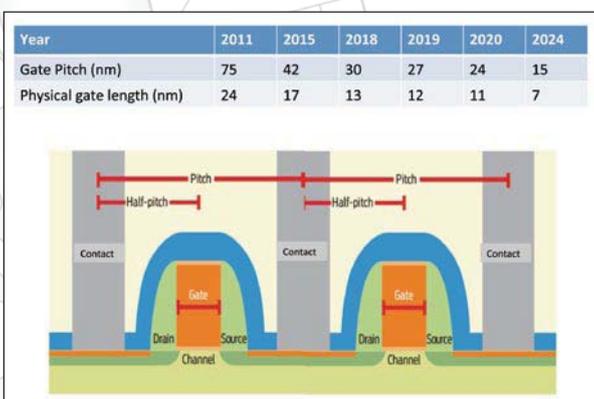
Thayne說：「矽工藝中電晶體密度的增加導致嚴重的熱效應，很快就會超越元件所能承受的極限。」他解釋說，防止電路中的元件過熱可以採納新型的電晶體，在保證電路中電壓降低的同時不會影響元件整體性能。唯一能滿足這些要求的就是利用鍺和III-V族元件來替代矽基電晶體。

他同時指出元件尺寸降低的關鍵就是增加元件上電晶體的密度。每一個新的節點都要求更短的閘長，但同時閘極節距也在不斷縮短，縮短幅度反而更大。圖1 中根據國際半導體發展路線圖 (ITRS) 閘極節距的下降幅度超過了閘長的下降。

矽行業中持反對意見的業內人士則認為，III-V族元件無法匹配到邏輯電路當中。由於化合物半導體中態密度較低，這類電晶體無法產生足夠高的驅動電流。但Thayne的一位同事Asen Asenov則指出上述責難中的關鍵點所在。在III-V族元件當中儘管較低的態密度會導致較低的有效電容，然而這種材料體系具有較高的遷移率和較低的有效品質，使得注入載流子具有較高的速度並增強衝擊電流特性。更重要的是，由於載流子能量高，低態密度意味著注入載流子具有更高的速度；由於載流子遷移率高，這類材料體系通過阻值調節可以在閘極調製方面具有更好的性能。

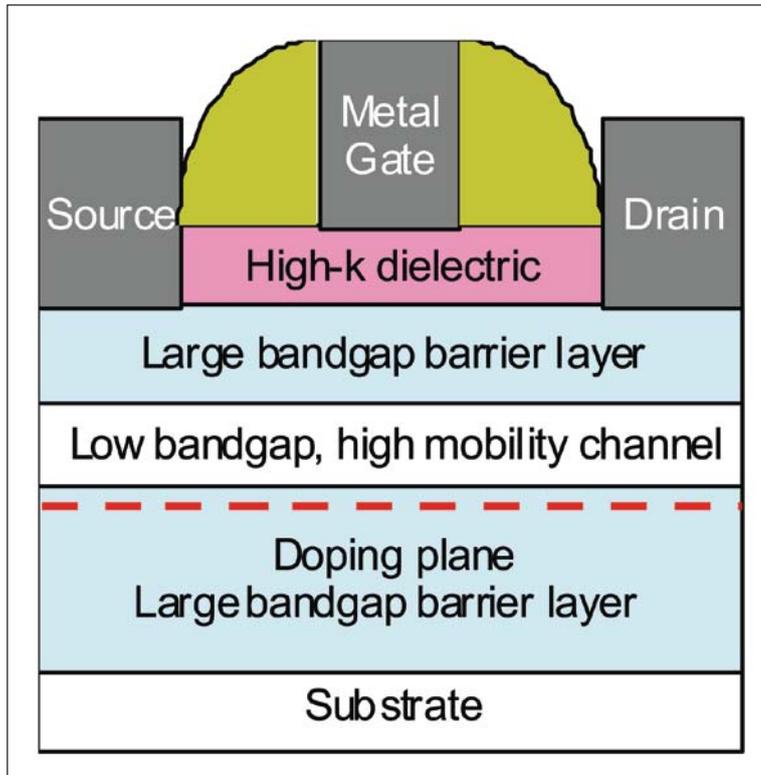
## 材料特性

為優化III-V族元件的性能，研究人員需要找到一種材料體系，能夠將高速載流子和低工作電壓元件結合起來。Thayne介紹到，閘極節距從75nm下降到15nm(2024年的目標值)意味著溝道載流子濃度將從 $8.5 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ 下降到 $5.1 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ ，同時載流子速度從 $1.3 \times 10^5 \text{ms}^{-1}$ 增加到



圖一：根據國際半導體發展路線圖 (ITRS) 閘極間距節距的下降幅度超過了閘長的下降。

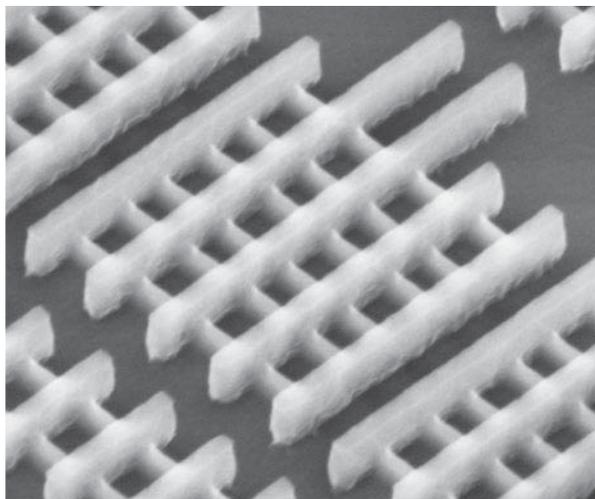
CS 精選 ◆ CS Features



圖二：英國格拉斯哥大學的Iain Thayne研究小組開發了一種平帶結構的III-V族元件。

$3.5 \times 10^5 \text{ms}^{-1}$ 。這其中最具有價值的材料是InGaAs，MIT的研究結果顯示 $\text{In}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 作為溝道可以使載流子速度達到 $3 \times 10^5 \text{ms}^{-1}$ ，同時閘長可以降到20nm以下。

Thayne指出III-V族元件應用到邏輯電路中還需要更高的要求。他說這類電晶體需要具有75 mV/decade的次臨界擺動才能容易實現關斷，還需要能夠製成非平面元件結構，類似於Intel公司在22nm級中所應用的三閘極結構。此外由於尺寸降低，源極和漏極直接距離僅有幾奈



米，接觸電阻將會意外上升。

格拉斯哥的技术團隊同時參與了歐洲雙層邏輯計畫 (European Dual Logic programme) 以及半導體研究公司非典型CMOS研究中心 (Semiconductor Research Corporation Non-Classical CMOS Research Center) 的研究專案。他們的主要研究方向包括以下三個方面：閘層疊的提升；解決源極和漏極接觸尺寸減小相關的問題；矽工藝和III-V族元件工藝流程相容性的問題。

Thayne研究小組正致力於研發一種平帶結構的MOSFET (如圖二)。這是一種類似HEMT元件的結構，在寬頻隙部分採用Delta摻雜，電子在遷移到窄帶部分時會產生高遷移率的二維電子氣。如果在介質層頂端採用功函數較高的閘極金屬，元件就會形成耗盡，驅動其在零偏壓下形成關斷。加正向偏壓載流子會重新注入到溝道中。

這種MOSFET具有兩項關鍵優勢：寬頻隙低摻雜避免了短溝道效應；溝道非摻雜、介面漫散射低以及源極和漏極擴展區域較低的電阻所導致的高遷移率。

該研究小組最初在2000年初開始研發該III-V族MOSFET時，他們一部分的主要工作是希望能製成良好的閘層疊。起初他們採用Veeco公司的第三代雙腔室的MBE系統在半絕緣的GaAs基底上來分子束外延研究團隊外延層，樣品在真空狀態下由第一反應室轉到第二反應室，在第二反應室中他們加入了Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>範本 and GdGaO層。由這些外延片製作出來的平帶III-V族MOSFET元件具有良好的性能，遷移率達到 $5000 \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ ，方塊載流子密度達到 $2 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ 以上，在 $1 \mu\text{m}$ 的閘長下跨導達到 $357 \mu\text{S}/\mu\text{m}$ ，次臨界擺動為68 mV/decade。

為提高載流子的注入速度，研究人員嘗試使用 $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ 作為溝道層， $\text{Al}_2\text{O}_3$ 作為介質層，厚度大約為60個原子層。這種新結構的好處在於可以增加遷移率，在摻雜濃度 $2 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ 條件下，遷移率最高可以達到 $6000 \text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ 。

對於表面溝道結構的電晶體而言，這種電晶體的閘長為 $1 \mu\text{m}$ ， $\text{Al}_2\text{O}_3$ 介質層厚度為2.5nm，電晶體的跨導達到 $432 \mu\text{S}/\mu\text{m}$ ，但同時次臨界擺動可以達到150 mV/decade。

Intel公司所採用的從平面電晶體到立體結構的轉型給非平面元件指明瞭發展方向，即要求形成非原始態的介面。考慮到這一趨勢的影響，Thayne與斯坦福大學的

Paul McIntyre, 德爾研究院的Paul Hurley組成研究團隊一起共同研究不同的處理手段對電晶體性能的影響。

研究團隊採用三種不同方式處理的外延片。其中兩個在生長完 III-V 族外延層後從 MBE 反應腔中取出：一個不進行表面處理直接生長閘極介質層，如此空氣中的氧化物會在介質層介面處產生；一個進行硫化工藝處理然後沉積高 K 係數的介質層。第三片在 MBE 系統中沉積一層防止氧化的砷蓋層，然後利用斯坦福大學的原子層沉積技術去除掉該蓋層，使得閘極能夠直接沉積在原始表面上。對這些 MOSFET 進行遷移率測試，結果表明硫化工藝處理可以做到和原始表面處理一樣具有良好的介面態（見圖三）。

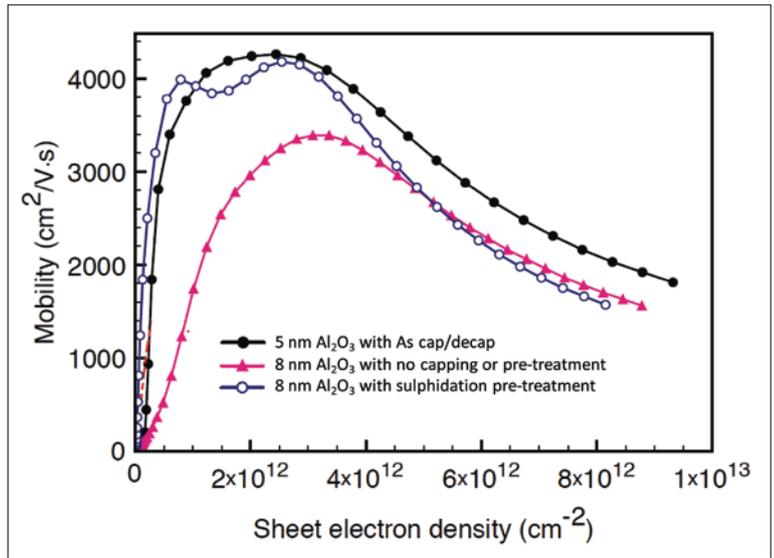
Thayne 和他的團隊要解決的第二個問題是要使得源極和漏極在僅有幾奈米維度下具有較低接觸電阻。ITRS 路線圖表明閘極節距要從 2011 年的 75nm 下降到 2024 年的 15nm, 這種情況下源極和漏極接觸從 21nm 削減到 2nm, 源-漏之間的電阻要從  $160 \Omega \mu m$  下降到  $110 \Omega \mu m$ 。

「傳統」的方法是無法實現的，因為類比以及實驗都論證了在接觸面積達到幾個奈米時接觸電阻會急劇上升。很多研究小組試圖通過不同方式來解決這道難題。來自格拉斯哥大學的研究人員採用 NiInAs 來製備超低阻值淺金屬化的源-漏級。Thayne 表示這種首次採用的源-漏極技術可以最大程度滿足 ITRS 所提出的 12nm 技術節點的要求，即相應的閘極節距在 27nm。

格拉斯哥大學研究小組要解決的第三個問題是矽工藝和 III-V 族元件工藝流程完全自對準的相容性。研究團隊首創了兩種不同的設計方案：「閘極優先」和「閘極替換」。前一種結構是採用  $In_{0.3}Ga_{0.7}As$  的平帶 MOSFET 結構，採用 GaO/GaGdO 為介質層，閘長為 100nm。這種電晶體漏極峰值電流達到  $250 \mu A / \mu m$ ，跨導達到  $150 \mu S / \mu m$ ，同時次臨界擺動達到 150 mV/decade。「閘極替換」結構下次臨界擺動降到 130 mV/decade，並且由於具有高達  $18k \Omega \mu m$  的接近電阻，元件會保持持續的導通狀態。這個問題可以通過源-漏級退火來解決，需要在一個小型設備上完成材料擴散。

### 三維元件

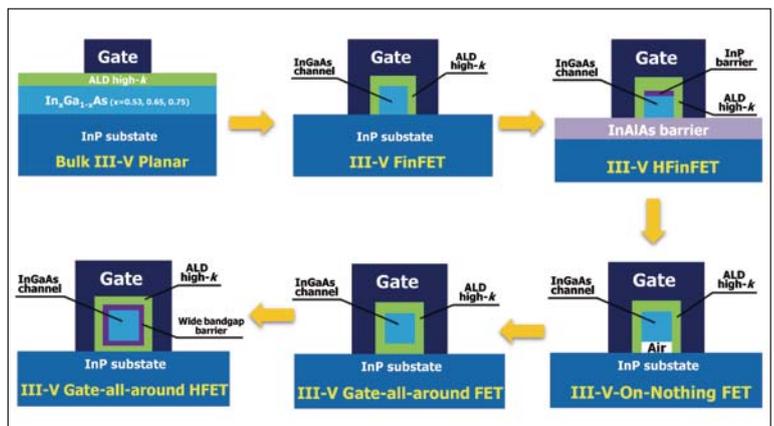
來自普渡大學的 Pelde Ye 的研究小組，沿用了 Intel 的技術路線，將三維技術引入到 III-V 族 MOSFET 中。Pelde Ye 詳細描述了 FET 的技術發展方向，從 III-V 族平面



圖三：德爾研究院的研究人員開發的一種硫化工藝，通過去除砷蓋層來最大程度上抵消遷移率下降的劣勢。這是一項極被看好的技術成果，因為這是一種破壞原始介面的非平面電晶體結構。

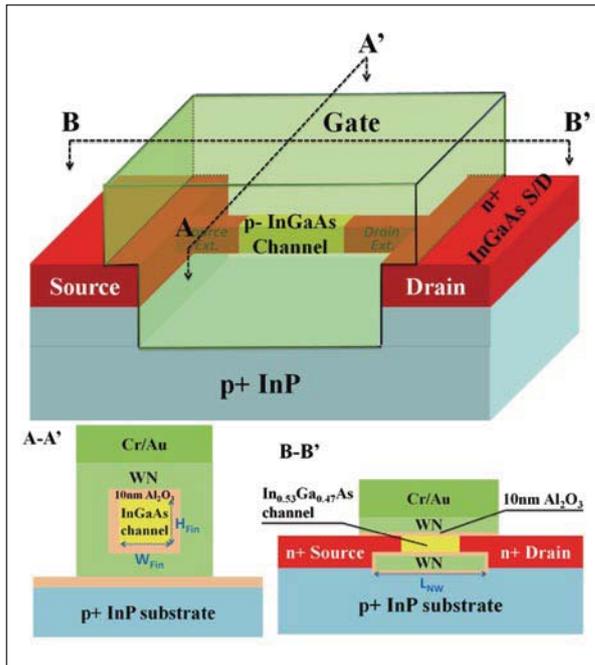
體材料結構發展到 III-V 族閘極包裹的 HFET 結構（見圖四）。他的研究小組最近完成了一種結構的元件製備。在 InP 基底上製作 p 型摻雜的 InGaAs 溝道層多種多溝道結構，並將其埋在 10nm 厚的  $Al_2O_3$ ，或者更厚的 WN 介質層下（見圖五）。這其中一種具有 4 平行溝道，閘長 50nm，fin 寬 30nm 的結構，可以產生較低的閘極電壓，峰值電流達到  $1170 \mu A / \mu m$ ，同時次臨界擺動達到 150 mV/decade。

這些研究成果必將對 ITRS 路線圖產生深遠的影響。傳統上的閘長降低會使得電流已經跨導上升明顯。而這些電晶體結構則會避免這種短溝道效應。更重要的是，由於量子限制，僅有奈米尺寸的溝道尺寸降低會導致電



圖四：來自普渡大學的 Pelde Ye 指出，III-V 族 MOSFET 已經從平面結構進化到一種電介質層包裹溝道層的結構。

CS 精選 ◆ CS Features



圖五：在InP基板上製作p型摻雜的InGaAs溝道層多種多溝道結構，並將其埋在10nm厚的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，或者更厚的WN介質層下。

流的驟升。

最近電子學快報報導了Ye的研究成果的一些細節，他和他的研究團隊發現當奈米線寬度從50nm下降到30nm時，電流上升40%，遷移率和跨導則分別上升34%和20%以上。

為了解釋奈米線減薄造成電流上升——我們所不希望見到的負面效果，Ye的研究小組採用Synopsys公司的Sentaurus工藝元件模擬軟體來模擬元件結構。類比結果顯示奈米線的結構會形成反轉效應，即奈米線邊緣的电子濃度低而內部电子濃度高。由於這些電荷載流子傾向於偏離散射作用較強的介面，電子就會在以更快的速度穿過溝道區。類比結果隨著奈米線尺寸的下降奈米線中間的电子比例上升，尤其到奈米線寬度下降到10nm時电子濃度下降的尤為顯著。

整合到矽工藝上

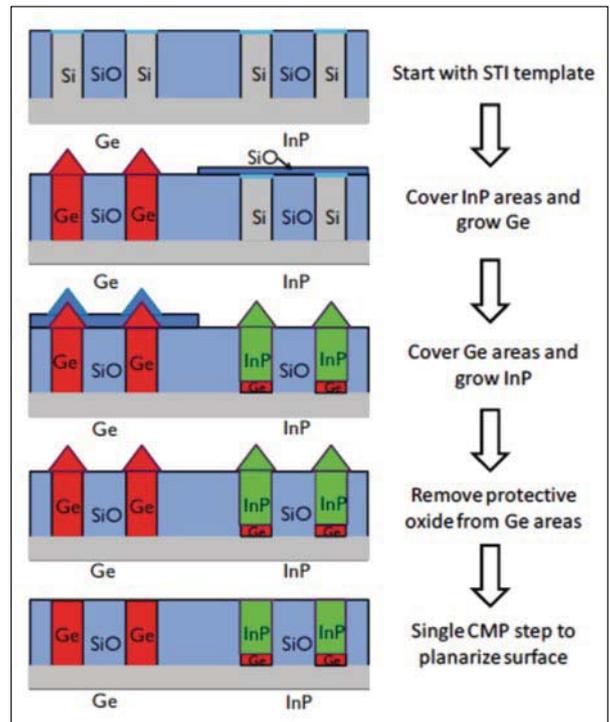
如果化合物半導體的MOSFET元件想要能夠進行產業化，那他必須要能夠整合到大尺寸矽基底上。由於存在晶格常數以及晶體結構上的差異，鍺和III-V族想要在矽上實現高品質的元件是非常困難的。來自比利時imec的Matty Caymax研究小組正嘗試實現這一工藝。在2011年歐洲化合物半導體會議上Caymax詳細描述了為在矽

上實現高品質的鍺和III-V族元件所做的嘗試和努力。III-V族元件的製作工藝上採用了一種杯狀底部（更多細節參考「imec矽上III-V族元件製備工藝」 imec prepares the ground for III-V transistors on silicon, Compound Semiconductor March 2011 p.12）。上述製備工藝（見圖六）消除了能夠導致元件產生缺陷的反相疇。Caymax說：「到目前為止我們最好的實驗結果可以達到缺陷密度 $2 \times 10^8 \text{cm}^{-2}$ ，」他還說：「這還遠遠不夠，我們會盡力實現更低的缺陷密度。」

一直以來電晶體的結洩漏都是比較嚴重的。為研究洩漏的起源，研究小組開發了一種截面原子探針掃描，通過這項新技術研究小組發現一些原子跑到了他們原本不該待的位置上：一些鍺原子進入InP中，而一些銮和磷原子則跑到鍺及矽基板當中。

Caymax的研究小組，同之前提到的Thayne和Ye領導的小組一樣，都在致力於將III-V族電晶體應用到未來的邏輯電路當中。到目前為止的研究成果讓大家看到了曙光，棘手的困難也都在一步步的被克服掉。相信在將來若干年時間內，矽CMOS工藝一旦退出歷史舞臺，那麼收拾殘局並接手上臺的必將會是這些化合物半導體元件。

CS/Taiwan



圖六：imec的研究人員正在開發能夠結合鍺和III-V電晶體於矽基板上的製程。

# 銅內連線將走入歷史

數據傳輸的高漲需求將開啟銅內連線變革到光纖類內連線。但是這些嶄新的連結只有在搭配超高速光源時，諸如結合有空前調變速度和高溫操作之VCSEL下才會受到普及採用，以下請看Werner Hofmann和 Dieter Bimberg來自柏林科技大學的報導。

如往昔一般，現今的內連線主要由銅所製成。這種材料便於取得且容易處理，但絕非是作為理想的數據傳輸連結。速度受限於抑制信號雜訊比的高阻尼位準，且串音在較高頻下干擾內連線。

藉由提升到更高信號位準和加倍並聯連結能夠迴避這些缺點。這種方法已見諸於CPU，其中包括愈來愈多的引腳和使用愈來愈大的散熱片作為冷卻之用。但是此方法亦有其侷限性，以銅導線為基礎的技術光景正快速地消逝於超級電腦之中。

於此業界中，每個新世代機台必須在運算速度上提供長足的進步，同時成本比其前代相差無幾並且幾乎沒有耗費更多的能源。為了滿足這些需求，IBM在2008年就推出包含有48000個光纖連結的PetaFlop超級電腦。根據業界的規劃藍圖，在未來十年的ExaFlop主機將足以跨躍的3.2億光纖內連線為其賣點，比起2008年的機台將以更大幅度的性能來運作：通過各個連結的數據傳輸將有高於五倍以上，能源耗費少於50分之一，價格更低於400因數。在能源耗費的改善是關乎至極，因為這些電腦所消耗能量的絕大多數都發生在內連線的地方。

就光纖內連線認知上的延遲，部分是肇因於廉價生產銅導線的強力競爭。在光纖內連線業界的銀根緊縮下阻礙了新技術的投入，以及在光纖業的主要廠商都專

注在提供更好短期投資報酬率的市場上。但潮流正在轉向。人們越來越意識到光纖內連線技術的需求導向，而公司正挹注大量現金到R&D部門使之發生效應。

雖然資金流動，成功卻非一促可成。這說明了起因於從銅到光纖轉變延宕的困境。所關注的問題是如此慎重致使諸如「超級運算之盡頭」已經導入到文章發表的標題。這樣的情節已經出現，因為有可能顯示出所有世界的發電會邁入到位元和位元組，依寬頻目前需求的成長來推算，依據超級電腦和數據中心所傳輸的位元使用今天的能耗值。

消息不通暢可能試圖摒棄這種迫在眉睫的災難，咸認人類並不需要超級電腦。他們不知道的是，網路是由大型數據中心所運作—當你按下一個單鍵做網路搜索時，300台電腦疾速提供快速建議。這些電腦何以作連通，傳送訊息到最終用戶的之前？沒錯！通過內連線。這當中數以千計的內連線。

所有這些根據微電子技術所建構的電腦，其產生的電路遠比使用整合光纖所構成的更為小巧，由於電子波長比光子波長更短。數十億美元已挹注到矽微電子技術的發展，但所有這些的資金無法克服根本的物理極限：對內連線而言，光纖是更有其能量效率，一旦寬頻長度的產品超過某一定數值，這是現在相對較低的考慮。微

CS 精選 ◆ CS Features

電子的極限正推動這世界朝向光纖內連線，雖然關鍵問題有待解決：如何實現電變成光的轉換？在遠距連結中所採用的現有技術過於昂貴，能源需求適合使用在短和超短光纖連結。

**轉而使用面射型雷射 (VCSEL)**

最合適、簡單的高速光學源為直接地調變雷射。如果這是結合具有低成本和能源使用節約的優秀光束品質，那麼VCSEL就是屏雀中選的技術。用於短光纖內連線時，VCSEL必須在三個方面穩操勝券：必須提供高性能的序列頻寬、可以密集封裝和無須冷卻操作。

系統設計規範如Amdahl定律，可以顯示所需的序列頻寬。應用該定律有可能避免在超級電腦的瓶頸，藉由匹配運算能力到內連線寬和記憶體容量。然而，單就增加更多的連結以增多頻寬會導致不利條件，就複雜性和成本方面而言。更重要的是，使用一特定的技術，能夠連接的連結數量有其限制。在2011年，這些考慮因素致使來自於Google的系統設計師表示40 Gbit / s將會是他們下一代數據中心所需的頻寬。

為了使系統具微縮性能，在這些連結中所採用的光學晶片必須被容置在非常密集的封裝之中。VCSEL的優勢之一是其體積小—比起邊射型雷射的表兄弟小於一個冪次級距。也相容於Compact Hybrid封裝設計，如採用在IBM TERABUS專案的封裝設計。於此，一個微小的封裝被產生，從置於底部發光元件具有電扇出於一側，並使用另一側用於光纖。這樣的設計需要一個透明的基板，從而避免使用為850 nm的VCSEL，多模光纖連結的標準光源提供了幾百米的數據傳輸。

980nm的VCSEL是適於使用的，由於在此波長的GaAs基板的透明度之故，於更短波長的家族成員，他們有一

個很大的好處：他們致使具有二元層分佈式布拉格反射鏡的架構發揮作用，而不是降低該晶片導熱係數之更為複雜的三元變種。得益於這一優勢，具有二元鏡建構的元件可以在更高的環境溫度下操作，諸如這些發現是當雷射被放置在未經冷卻的密集陣列或被整合在一個高性能的矽CPU或記憶體上的上方。

**性能突出的VCSEL元件**

考慮到種種因素，我們在柏林技術大學奈米光子學中心的研究團隊已專注於980 nm VCSEL元件在直接調變條件下的最終頻寬。該VCSEL是以一套大量製造所建構完備的元件，因此，如果我們的努力是有益於實驗室以外的話，他們必須使用採行於業界中所使用的製程。為此目的，我們製作完整之具有非常高產量的3吋VCSEL晶片。我們為改善VCSEL性能的調查方向被轉成為具有系統地改變元件設計參數的光罩設計圖。在我們致力於發展三五族的Class 10自有潔淨室完成製程處理後，機器手臂自動地量測數千個元件的性能特性。

我們使用自製的軟體來處理這些產生經由量測所得到的龐大數據。這使我們能夠推出從量測數據經統計評估的最佳晶片設計。該最優化設計手法已經由數據傳輸和系統實驗得到證實。

這種方法的一個最大優勢在於，藉由利用在工業界和學術界所使用的技術優勢以致迅速取得進展。我們能夠在機構內部執行每一步驟，從模擬到設計、磊晶成長、元件加工和廣泛的定性技術，包括高速數據傳輸實驗。這是一個令人稱羨而許多團體所無法擁有的完備設施。

最近，在我們實驗室的努力下致使980 nm VCSEL在較寬溫度範圍下之性能得到重大的改善。從單獨的VCSEL晶片所製造元件已打破最高速度的紀錄，可以在高達40°C溫度下以40 Gbit / s來操作，並在超過30 Gbit / s的位元速率下設立新的能源效率標竿（見圖3a和b）。

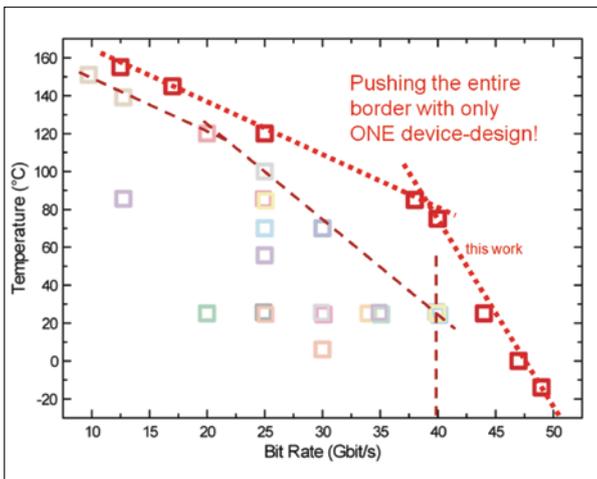
使用我們的980 nm VCSEL打破這些速度紀錄的步驟包括，減少腔長變成光波長的一半，以及減少外耦合鏡的反射率以降低光子壽命和實現更高的調變速度。我們使用由20 nm厚的Al<sub>0.98</sub>Ga<sub>0.02</sub>As製成氧化孔徑層被定位在非常靠近主動區域以減少寄生電容。這些孔徑被定位在非常靠近主動區域以避免由於載子傳輸的阻尼共振頻率。

圖一：VCSEL研究成功的關鍵包括高良率全晶圓製造過程、系統化的設計變更和自動化評估。





圖二：一個成功的VCSEL研究成果必須在材料形成的專業知識和元件製造的專業知識去結合專精項目，諸如可以處理數千元件的量測機械手臂的能力

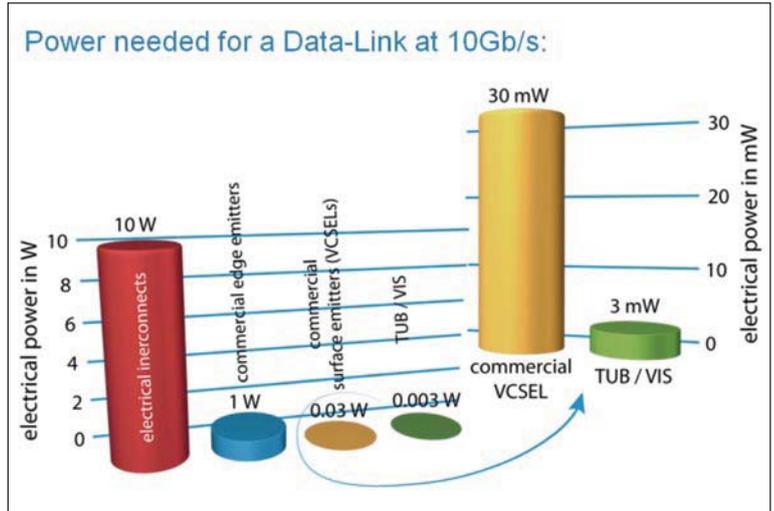


圖三 (a)：於2011年在TU柏林所完成之穩定溫度下高速VCSEL的成果摘要，對照於之前所公佈之來自各組的結果

我們製作了一系列氧化孔徑層從 $1\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 的980 nm VCSEL。設計了六種不同的主動介層，具有4 nm至6 nm寬度介於第三和第七量子阱之間，有磷和無磷的阻障層。不同於我們前一代的VCSEL，這些雷射有一個陡斜的介面，而不是緩斜狀的，位於主動區域周圍。這種變化改善了在高溫下的載子侷限性。

測試這種成套元件透露出，具有介於 $5\ \mu\text{m}$ 和 $7\ \mu\text{m}$ 之間孔徑的VCSEL可以讓高輸出功率和高調變頻寬得以結合之。其在 $20^\circ\text{C}$ 下具有氧化孔徑 $6\ \mu\text{m}$ 的VCSEL典型特性之閾值電流為0.9 mA，在22 mA rollover電流下的峰值功率為8毫瓦，連續波操作高達 $200^\circ\text{C}$ 。

有 $5\ \mu\text{m}$ 孔徑的VCSEL，在低溫下提供最令人印象深刻的表現。底部耦接到3米多模光纖，這些元件使得在 $-14^\circ\text{C}$ 下有49 Gbit / s的數據傳輸速率，而在 $0^\circ\text{C}$ 下有47 Gbit / s的數據傳輸速率。在較高溫度下需要較大的孔徑，以提供更多的功率予偵測器。溫度分別在 $155^\circ\text{C}$ 、 $145^\circ\text{C}$ 和 $120^\circ\text{C}$ 下，可以提供12.5 Gbit / s、17 Gbit / s和



圖三 (b)：從銅纜過渡到光纖內連線在能源效率增益所造成的效果是重大的。然而，VCSEL在長途數據通信模組的光學連結其節能效益之程度上有兩個幕級距。VCSEL最近在柏林展現出的增益又一級距的數量。

25 Gbit / s的傳輸速率。這些結果說明了雷射—尤其是VCSEL—係為一種高度非線性的耦合系統。為獲得操作溫度而犧牲了傳輸速度，但使用晶片冷卻可實質改善VCSEL的性能。

已經進行將這些先進的VCSEL元件推上市場。柏林科技大學的衍生公司VI系統公司正致力於提供商業用途850nm頻寬的偵測器和元件，雙方攜手合作開發一種操作於特定頻譜範圍的VCSEL系統。我們已經發現，接近於那些操作於現有的多模VCSEL市場並非我們980 nm的設計，只需要一個普通VCSEL能量的十分之一來發送一個位元（詳見表一）。

這些VCSEL的能耗是如此節約使其能夠滿足國際半導體技術藍圖針對於2015年內連線有效節能之規劃。今天  
(文轉第36頁)

表一：節能效率之數據傳輸最佳成果比較表列，包括能量對數據比率 (EDR) 和熱對位元率比率 (HBR) 的數值比較。最近在柏林所獲得的成果贏得於舊金山 Photonics West 的2012環保光子獎項殊榮

Affiliation	TUB/VIS	TUB	NCU/NTU	Furukawa
Bit rate (Gb/s)	17/25	35	12.5	10
EDR (fJ/bit)	83/117	287	227	180
HBR (mW/Tbps)	69/99	233	109	140
Wavelength (nm)	850	980	850	1060
Year of publication	2011	2011	2011	2010



# 量子點帶來有效且無螢光粉的 白光照明技術

白光發光二極體有著兩個主要的缺點，第一個是光效下降現象，這是指當驅動電流提升的時候，發光二極體的外部量子效能反而會下降；第二個則是螢光粉的使用，這是造成發光二極體效能衰退的主因，而且也增加了製造上的成本。

**根** 據McGill大學的Zetian Mi研究，想要解決這兩個問題的最佳解決方案就是採用量子點嵌入奈米線製程來製作無螢光粉的白光發光二極體。

發光二極體燈泡有著許多卓越的屬性，憑藉著這些特性，發光二極體燈泡可以輕易地打敗目前市面上的白熱發光燈泡。而且與它的節能競爭對手一省電燈泡最大不同，就是它不需要借由水銀來達成發光效果，而且在非常短暫的時候間就可以點亮燈泡。不過很可惜的是截至目前為止，發光二極體燈泡的銷售數字並不理想，因為價格過高，根據英國的市場分析機構IMS的分析指出，一個發光二極體燈泡的平均售價大約在28美金左右，因為這樣的高價造成一般人的接受度相當低。

為了將發光二極體燈泡的價錢砍下來，製造廠商必須檢視目前的製程，找出其中主要增加製造成本的工序，盡力將成本降低下來。發光二極體的封裝步驟是一個絕佳的起點，因為根據美國能源部最新的報告指出，這個工序佔了整個發光二極體燈泡成本的百分之六十。假使這些晶片的發光效率可以提升，所需要的發光二極體數量就可以減少，如此一來不可以降低燈泡的成本，還可以讓這些發光二極體燈泡的使用成本同時降低，達到節能的效果，如此一來消費者的購買慾望也可以大幅地提升。

白色發光二極體的價格非常昂貴，因為它的製程中需要在藍光晶片上進行紅色，黃色或是綠色螢光粉的鍍膜，藉由混光的方式來產生白光。但是也因為這些螢光粉與晶片的組合，限制了該發光裝置的效率、良率以及可靠度。不過我們可以透過採用位於加拿大蒙特婁的McGill大學團隊研究所發展出來的新穎製程，一種無螢

光粉的氮化鎵接面量子點嵌入奈米線方法來改善這些缺點，這將為發光二極體燈泡打開通往高效率，價格具競爭力產品的一扇大門。

## 寬頻放射

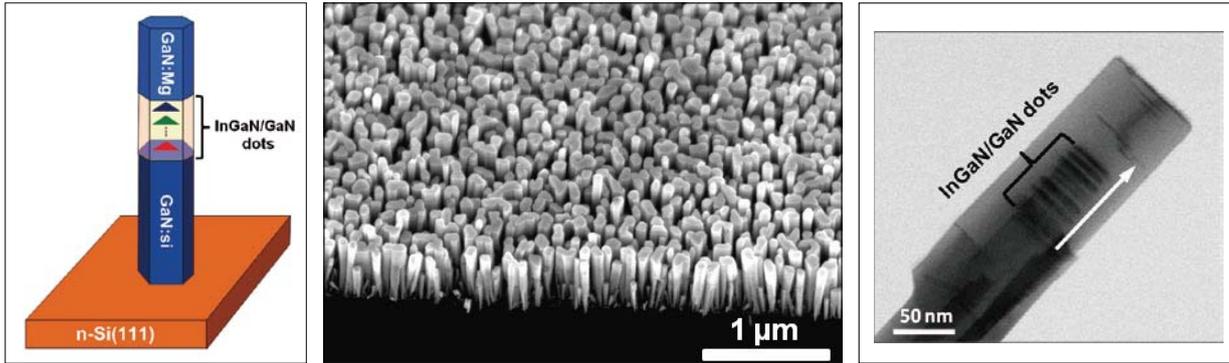
假使固態照明產品想要變成更有競爭力，首要的條件就是提升它在藍色，綠色與紅色頻譜範圍之間的性能表現。今日，利用氮化鎵接面的量子牆所製造而成的藍光發光二極體是屬於相對成熟並且性能表現不差的技術，但是很可惜的是它們在綠色，黃色與紅色等等較長波長的頻譜範圍表現不佳，其量子效率相當不理想。除此之外，當電流密度增加的同時，該裝置的效率急轉之下，這也就是一般俗稱的「光效下降」現象。

這些綠色，黃色以及紅色發光二極體的低量子效率以及嚴重的光效下降特性，主要都是因為三族氮化物平面異質結構的材料特性所造成的，主要成因來自於該材料本身的極化電場，相當高的缺陷密度還有差排等等。

上述這些特性藏在傳統的三族氮化物量子井發光二極體載子動力學之後，如今已經被証實是這類裝置中電子泄漏，電子溢流，歐傑重合以及電洞傳輸不良的主因。

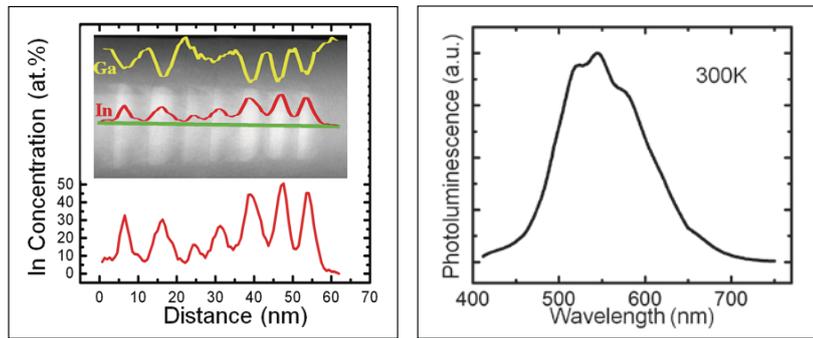
相反地，本研究團隊所發展出的一維奈米線異質結構發光二極體不會受到上述這些特性的影響，因此與平面異質結構發光二極體相比，本研究所製作出來的產品性能更佳的優良，除此之外，這種發光二極體的差排與極化電場問題都可以明顯地透過本研究的製程來改善，並且藉此來增強發光效率，這一切都歸功於大表面積一體積比的特性。





依照順時鐘方向由左上角開始說明:

圖一 (a) 矽(111)基板上氮化鎵鉍與氮化鎵的量子點嵌入奈米線異質結構示意圖 (b) 利用掃描式電子顯微鏡所取得的45° 傾斜氮化鎵鉍與氮化鎵的量子點嵌入奈米線發光二極體異質結構在矽(111)基板上成長圖像 (c) 低倍率視野掃描式電子顯微鏡所觀察到的氮化鎵鉍量子點成功的被放置在氮化鎵奈米線的中心位置 (d) 利用能量散佈方式檢測的X光能譜分析儀所觀察到的圖像顯示出在氮化鎵鉍的奈米點上的鎵與鎵量變化情形，此圖顯示出了一條線，我們可以藉此看到利用光譜測定方法所得到的電子能量損耗情形。(e) 室溫下白光量子點嵌入奈米線發光二極體異質結構的光致螢光頻譜圖。



根據傳統的觀念，想要實現氮化物裝置上的綠色與紅色頻譜放射的方式是嵌入氮化鎵鉍的量子井或是氮化鎵奈米線結構的三元線，但是這樣的方式是有缺陷的，只有少部分的注入載子會傳輸到奈米線的側面結構，這是因為在奈米尺度之下的異質結構載體受到更多的限制所造成的，而且奈米線表面上的非放射射載子重合作用也顯著地降低了該裝置的量子效率。

透過使用本研究所發展出的獨特氮化鎵鉍或是氮化鎵量子點嵌入奈米線異質結構方法可以大大地改善上述種種的研究問題。本研究的結果指出，氮化鎵鉍的量子點可以完美的與無缺陷氮化鎵奈米線互相結合，因為這樣的特性我們可以得到三維的載子限制，這是達成超高放射效率不可或缺的第一要素(詳見圖一a)。除此之外，本研究所發展出的新穎式奈米結構也可以提供我們前所未見的調光特色。透過本研究我們瞭解到量子點的大小與組成是主要控制放射波長的參數，假使在單晶磊晶的成長過程中，我們變化量子點的各種結構特性，我們極有可能在單氮化鎵奈米線上製造出性能非常良好的白光發光二極體裝置。

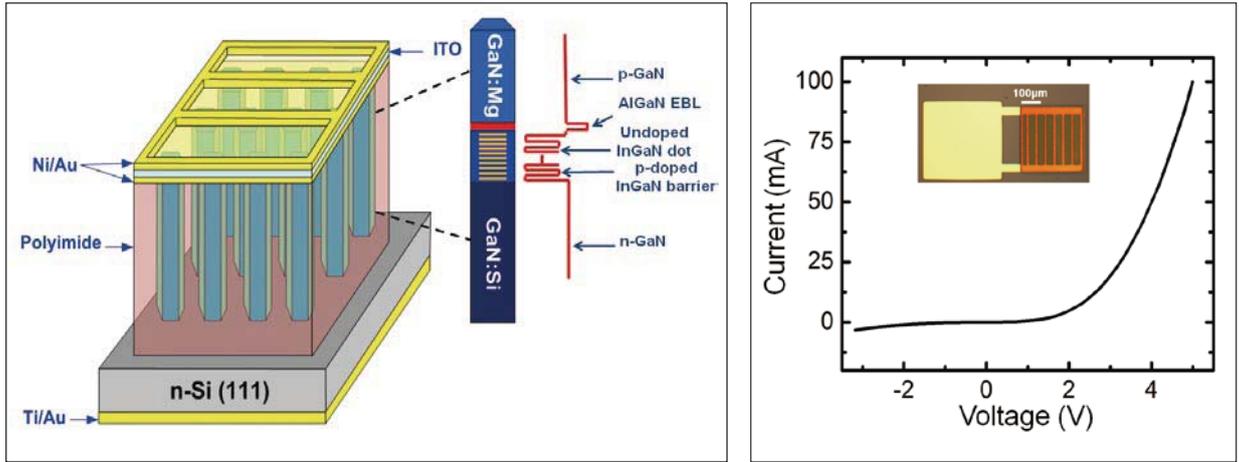
我們特別取得了一臺掃描式電子顯微鏡來取得在矽(111)基板上利用微波電漿分子束磊晶方法所成長的氮化

鎵鉍或是氮化鎵量子點嵌入奈米線陣列圖像(見圖一b)。我們可以看到無催化劑的奈米線垂直地對齊著基板並且展現出絕佳的均勻性，這一切都是富氮的條件下自發地生長而成。

透過掃描式電子顯微鏡我們可以更輕鬆地發現此裝置更多詳盡地的照片(見圖一c)，這樣的工具主要可以讓我們看到接近奈米線中心位置附近的因為應變所引發的自我組織形成的眾多氮化鎵鉍量子點。這些量子點的組成可以透過利用能量散佈方式檢測的X光能譜分析儀來進行分析，利用這樣的技術我們可以看到量子點中10%到50%的鎵含量變化(見圖一d)。這些結構可以在橫跨所有可見光譜範圍中產生出非常強大地光激發螢光放射效果(見圖一e)。

為了深入瞭解本研究所開發出來的奈米線發光二極體之潛能，我們將電洞注射的範圍做了非常顯著的提升，一路直到活性區，同時我們也大幅度地降低電子溢流的程度，任其發展，我們發現這些注入的電洞因為其巨大的質量與相對低的移動力所致，傾向停留在P型氮化鎵附近的一些較小區域內。同時我們也觀察到似乎活性區附近的電子泄漏現象有可能非常嚴重，這主要都是因為表面態與缺陷所致。由此產生的熱載子效應可以壓制

CS 精選 ◆ CS Features



圖二：(a) 矽(111)基板上製造的氮化鎵鉍與氮化鎵的量子點嵌入奈米線異質結構示意圖。從小插圖中我們可以看到單一量子點嵌入奈米線發光二極體結構與摻雜製程所產生的P型調變器以及氮化鎵鉍電子阻擋層的相互關係，圖中也同時顯示了平帶能階圖。(b) 氮化鎵鉍與氮化鎵的量子點嵌入奈米線發光二極體的電流—電壓特性圖與光學顯微鏡圖像，串聯阻抗的範圍大約是在20到50 Ω之間。

輻射重合的可能性並且減少在高電子注入條件下的發光二極體效率，就我們的看法來說，上述的這些問題直到目前都沒有被好好地確認清楚並且在新興的奈米線裝置製程進行改善。

我們徹底的研究了這些問題之後提出了一個雙管齊下的方式來改善這一類型發光二極體的重合效率。透過摻雜氮化鎵能障與鎂的方式我們成功地產生了量子點活性區的P型調變器以增強電洞傳輸性，除此之外我們還在

量子點活性區與P型氮化鎵之間嵌入氮化鋁鎵層來阻擋電子，透過這種種的手段我們得以控制住發光區內的電子泄漏或是電子溢流的現象。

為了深入瞭解本研究開發出來的奈米線發光二極體之潛能，我們將電洞注射的範圍做了非常顯著的提升，一路直到活性區，同時我們也大幅度地降低電子溢流的程度，任其發展，我們發現這些注入的電洞因為其巨大的質量與相對低的移動力所致，傾向停留在P型氮化鎵附近的一些較小區域內。

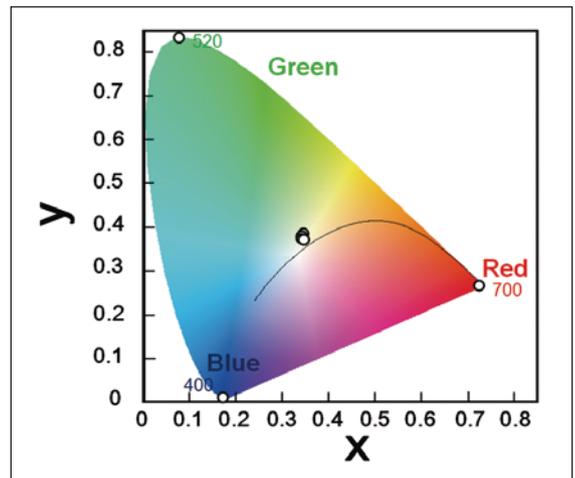
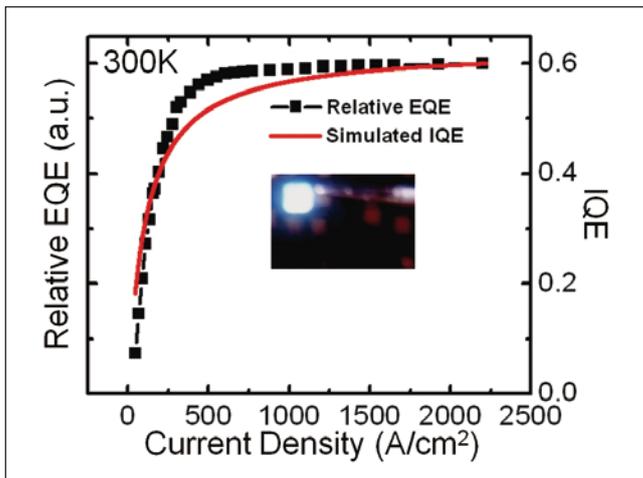


圖3 (a) (上) 綠色，黃色以及紅色量子點嵌入奈米線發光二極體的光學圖像 (b) (左) 室溫下具有P型調變器以及氮化鋁鎵電子阻擋層的氮化鎵鉍與氮化鎵的量子點嵌入奈米線發光二極體裝置的相對外部量子效率(EQE)曲線圖，利用ABC模型所模擬出來的內部量子效率(IQE)在這邊被用來做比較，白光發光二極體的光學圖像也可以在小插圖中看到。(c) (右) 國際照明委員會色相圖也顯示了該元件的高穩定放射特性，由圖我們可以看到X與Y的範圍分別是0.33到0.35以及0.36到0.38。

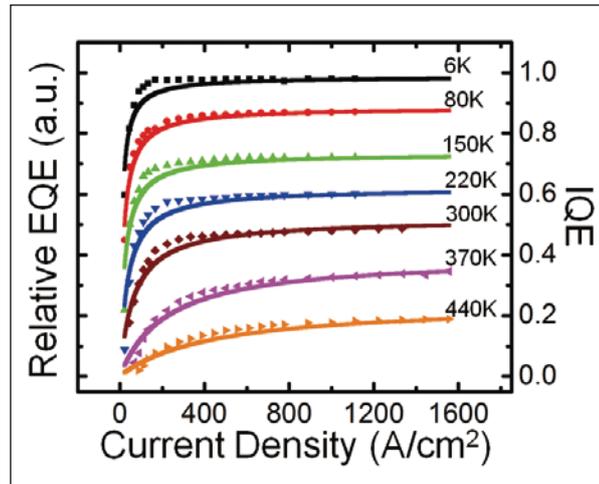
## 商業前景

利用本研究所開發製程所製作的元件是在矽基板上長成具有高均勻度，高密度的氮化銦鉀與氮化鎵的量子點嵌入奈米線陣列，它們相當適合用來製造大面積的發光二極體(見圖二a)。製作元件的方法包括了利用感光性聚醯亞胺光阻為奈米線陣列進行平坦化的過程，這個步驟主要是在P型的鎳/金/氧化銦錫接觸層沉積在矽基板的背面之前完成。這樣的製程方法可以產生具有優異二極體特性與可忽略的洩漏電流(見圖二b)，我們藉由小心地選擇量子點的高度與組成成分的方法，成功地在矽基板上製作了氮化銦鉀與氮化鎵的量子點嵌入奈米線發光二極體，它可以激發出非常強烈的綠色，黃色，橘色還有紅色光譜(見圖三a)。而且透過將奈米線上的不同量子點做組合的方式，我們在矽基板上製作出了高性能的無螢光粉白光發光二極體元件，它們具有相當強大的白光輸出與高度穩定的放射表現。我們透過注入電流的方式來對這個元件進行相對外部量子效率的脈衝式量測，研究結果發現此元件在相當廣的操作區間還是可以保持非常優異的性能(見圖三b)，舉例來說，在室溫情況之下，即使將注入電流的密度提升到 $2.2 \text{ KA/cm}^2$ 的程度該元件的效率還是沒有任何的衰退情形。

我們估計本研究所開發的元件之內部量子效率大概是60%左右，計算的方法是目前大家所熟知的ABC模型(這個模型的基礎是一個發光二極體中的載子經歷了下列三種過程其中一種：Shockley-Reed Hall重合(SRH combination)，這是一個非放射性的過程，與載子的密度成正比；放射性重合，這個過程與載子密度的平方成正比;或是其它的高階載子洩漏過程，像是為人所熟知的歐傑重合 (Auger combination)，這個過程與載子密度的三次方相關)，從我們的模型中所萃取出的內部量子效能數據與透過光學灌注與電子注入實驗所量測的結果比較也都是互相吻合的。

我們所開發出來這種基於量子點技術的元件對內部量子效率的技術開發設立了一個新的里程碑，對於任何一種的發光二極體不管是在綠色，紅色或是整個可見光頻譜範圍內都可以應用，除此之外，該元件的發光特性從 $333 \text{ A/cm}^2$ 到 $1100 \text{ A/cm}^2$ 的範圍間都相當地穩定(見圖三c)。

這個新穎式發光二極體的另外一個絕佳優點就是在非常廣泛的操作範圍之下幾乎沒有任何的光效現象(見



圖四：在溫度範圍6K到440K之間根據不同注入電流值所測量取得的量子點嵌入奈米線白光發光二極體的相對外部量子效率(EQE)圖，用來比較的是根據ABC模型計算模擬而得的內部量子效率曲線(實線)。

圖四)。我們使用ABC模型來進行內部量子效率的模擬估算，我們發現第三階非放射性載子的重合係數是 $10^{-34} \text{ cm}^6 \text{ s}^{-1}$ ，這個數值與以氮化鎵為基板的量子井發光二極體的歐傑係數相比，幾乎小了一萬倍之多。

這個數值小到讓人無法注意到它的存在，也因此讓元件避免了效能下降的問題。更重要的是這個數值給予人們一個相當明確的證據，它說明了歐傑重合在這個量子點嵌入奈米線發光二極體的元件中扮演著一個可以被忽略的角色，在整個可見光頻譜的範圍中我們可以完全不考慮歐傑重合的效應。

本研究所開發出來的製程基本上解決了一些無螢光粉固態照明技術上的主要瓶頸，像是低量子效率與光效下降等等。雖然這個技術目前仍然處於起步的階段，但是這項效果顯著的量子點嵌入奈米線發光二極體技術已經顯示出巨大的潛力，在不久的將來我們可以期待將它應用在照明產業上或是全彩顯示屏幕的製造。更重要的是它提供了一個非常強大的，前所未有的方法在晶圓級範疇來控制發光二極體的發光特性，它可以顯著地降低製造成本，提高裝置的良率。

為了實現推動這些發光二極體元件的承諾，我們現在開始專注在如何將奈米線元件轉移到透明基板的技術，這一步可以大幅度地提升外部量子效率與增加熱管理的效能，此外我們現在也正在詳細地調查此種元件的可靠度，這一切都是為了將來把這個製程技術商業化做準備。**CS/Taiwan**

# 氧化鎵：挑戰傳統的寬能隙半導體材料

採用 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 材料的電晶體相比 GaN 與 SiC 基元件而言，電場強度要高得多，而且 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 同質基底的生產成本較低、方法也相對簡單。因此具有巨大的潛力。

Masataka Higashiwaki / 日本國家信息與通訊技術研究所 (NICT)

**為**了確保穩定的能源供應，在不遠的將來有兩方面的技術需要得到發展：其一是替代化石燃料的革命性技術的廣泛使用；其二，更多採用能耗更低的產品，同時這也能減少溫室氣體的排放。

實現上述第二個目標的管道之一就是使用效率更高的功率電子元件。因為寬能隙半導體材料相比矽材料具有更優異的材料性能，例如更高的擊穿電壓與更低的功率損耗，所以有必要在二者之間進行替代。

功率電子元件所使用的最成熟、最有前景的兩種材料是 GaN 和 SiC，但是它們在大規模量產時都面臨著巨大的障礙。在理想情況下，化合物半導體元件都需要使用廉價的同質基板，但對 GaN 和 SiC 來說，簡單廉價的方法非常困難。目前，生產 GaN 基板材料的技術讓功率電子元件的商業化應用望而卻步，而 SiC 雖然倖免如此，但成本也高的嚇人，且材料品質也不盡人意。

而 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 卻是一直以來被忽略的寬能隙半導體替代材料，且有廣闊的發展前景。因其帶隙比 SiC 和 GaN 還要大，所以相比而言，電子元件的擊穿電壓與效率都會更高。而且，Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 單晶基板的生產可採用生產藍寶石基板同樣的工藝，適合於低成本的大批量生產。而目前在 GaN

基 LED 產業中，藍寶石基板的成本已經很低，並且數量上已經超越了矽基板，所以，Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 基板也會步其後塵，一片坦途。

為了促使 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 功率元件的願景走向現實，自 2010 年以來，我一直與京都大學、東京工業大學以及 Tamura 和 Koha 公司合作，而且我們的團隊已經開發出了幾項基本性的技術，並取得了若干進展，包括世界上首個 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 電晶體原型元件。

## 氧化鎵的特性

Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 有很多結構，到目前已確認報導的有 5 種不同的多形體結構，分別標為 α、β、γ、δ 與 ε，其中 β 結構最穩定，而其他 4 種為亞穩定態。因為關於 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 方面的研究仍處於早期階段，有關的晶體生長與材料特性的資料不是很多，且針對的都是 β 結構。該多型體結構具有幾個特點：帶隙寬度達到難以置信的 4.8-4.9eV，可以通過摻雜錫與矽、在 10<sup>16</sup>-10<sup>19</sup>cm<sup>-3</sup> 之間控制 n 型電導率。但是，截止目前還沒有有關 p 型 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜的電洞導電性資料。

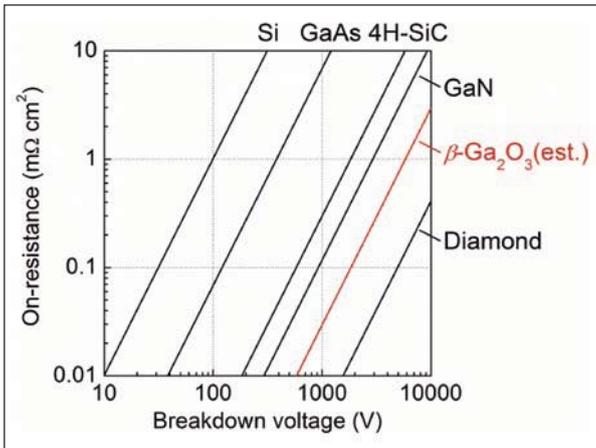
因 β 結構 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的帶隙較 SiC 和 GaN 還要大，因此它具備生產性能優異元件的潛力，例如高擊穿電壓、高功率以及高效率元件。（在表一中，就功率元件所應用的幾種常見半導體材料和 β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 進行了對比）。

β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的優異特性表明該寬能隙半導體材料的擊穿電場達 8MV/cm，是 GaN 和 SiC 的三倍。作為表徵一種材料適合功率元件程度的基本參數，Baliga 效能指數對擊穿電場的依賴性比遷移率要高的多，所以高的電場強度是 Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的獲勝王牌。此效能指數與擊穿電場的三次方成正比，但對遷移率只是線性關係。

在擊穿電壓的範圍內，可用半導體的材料特徵參數

表一：就擊穿電場和 Baliga 效能指數 (Figure of Merit) 資料而言，Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 要比其他常見化合物半導體材料優良。

	Si	GaAs	4H-SiC	GaN	β-Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Bandgap (eV)	1.1	1.4	3.3	3.4	4.8-4.9
Electron mobility (cm <sup>2</sup> /Vs)	1,400	8,000	1,000	1,200	300
Breakdown field (MV/cm)	0.3	0.4	2.5	3.3	8
Relative dielectric constant	11.8	12.9	9.7	9.0	10
Baliga's FOM (to Si)	1	15	340	870	3,444



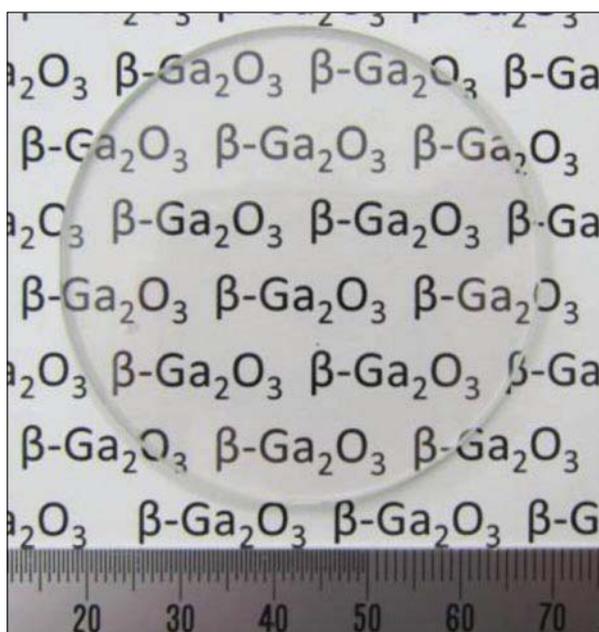
圖一：β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的擊穿電壓與導通電阻具有突出的優勢

來計算導通電阻的理論極限（如圖一），這說明，在相同的擊穿電壓下，Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基元件的導通電阻比SiC與GaN基元件要低1個數量級。

### 同質基板

為了發揮出Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>元件的潛力，首先需要開發出同質基板材料。製備GaN、SiC體單晶基板一般採用昇華法、氣相外延法和高壓合成法，成本很高、能效很低；與此形成鮮明對比的是，大尺寸的單晶Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基板可以低成本的熔體工藝生產，而且耗能也不大。

我們的兩個合作成員單位Tamura公司和Koha公司，已經成功地開發出2英寸β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>單晶基板的熔體法生產



圖二：採用生產藍寶石基底的熔體法所製備的2寸Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基底。

工藝，也即眾所周知的導膜生長法（Edge-defined Film-Fed Growth, EFG）。該方法已經被用於生產藍寶石基板，而同樣配置的系統就可以製造Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基板。

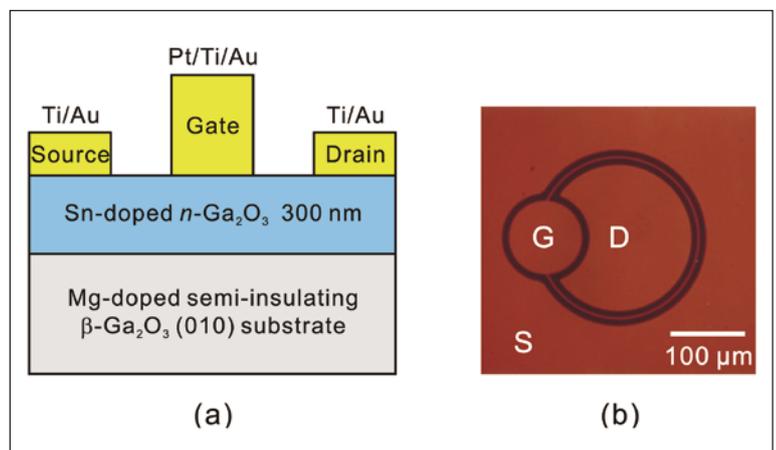
除此之外，熔體法還有更多吸引人的優點。原則上Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>熔體法生長不會產生微孔缺陷，而這一點對生產SiC基板所採用的昇華法來說，卻一直是一個瓶頸。而且，與昇華法不同，熔體生長不需要高壓環境。其中最大的優點是，EFG法的基板尺寸僅僅受制於生產設備，升級到大尺寸只需放大設備即可。

生產Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基板的成本可以降到很低。我們估計，量產型系統可以120美元的單位成本生產6吋的高品質基板。相比SiC的昇華法來說，該高效的工藝溫度低、生長速率高，可使基板單位面積的生產能耗降低為前者的1/3。

### 元件製備

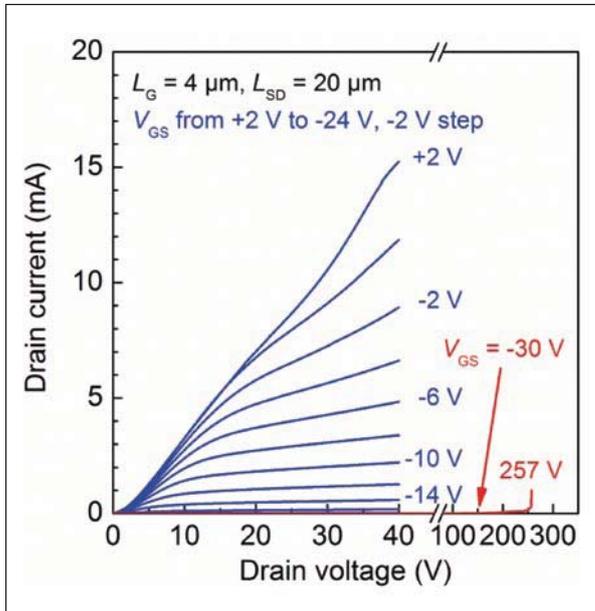
最近，採用單晶β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（010）基板，我們率先成功地製備了單溝道Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>場效應管，這些金屬-半導體場效應管（MESFET）元件僅僅只是簡單的功能驗證性元件。當然，這並非首個氧化物元件。曾經有幾年時間，作為透明的電晶體材料諸如InGaZnO<sub>4</sub>（IGZO）與ZnO的氧化物半導體受到顯示行業的關注，但是它們都是非晶和/或多晶材料，並不適用於高功率元件。為了製備Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基元件，我們在同質基板上使用MBE工藝沉積了摻錫的n型Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>溝道層，其中鎘源與錫源採用傳統的Knudsen分子束源、氧源由5%的臭氧和95%的氧氣構成。

因為沒有使用元件隔離技術，所以我們採用了環形場效應管的晶片結構（如圖三）。採用BCl<sub>3</sub>與氫氣反應



圖三：(a) n-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MESFET結構的截面圖示；(b) 元件的光學顯微圖示。

CS 精選 ◆ CS Features



圖四：n- Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MESFET的輸出特徵曲線。

離子刻蝕法以及蒸鍍Ti/Au的方法形成歐姆接觸，之後又沉積Pt/Ti/Au的閘級並進行剝離。從而製成了MESFET，沒有表面鈍化，柵長為4微米、源漏間距為20微米。漏極的內圈電極直徑為200微米。

我們一顆圓環形Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基MESFET直流輸出特徵曲線如圖四所示，其中最大漏電流密度達25 mA/mm、並且預夾斷出色。在斷態下進行三端擊穿電壓的破壞性測試，結果閘級被擊穿、電壓為250V，漏極偏壓為40V時的跨導最高達2.3 mS/mm。

(文承第29頁)

達成這樣的標竿則證明了VCSEL係為一種已可提供所需要的低成本、有效節能、高速內連線的技術以克服銅材料所帶來的瓶頸。

VCSEL的未來需求

即使這些新型元件可供應未來幾年的需求，而單純地認為沒有進一步的發展需要。幸運的是，根據我們的研究，單石光電調變VCSEL有其潛力發展更高的速度 - 可能達到約100 Gbit / s的序列頻寬。且先進的編碼架構於序列頻寬和連結強健性上將有進一步助益。

另一種我們可以預期看到的趨勢是高對比度meta-structures的研發，此將開展元件自由度的設計新頁，諸

上述MESFET的其他前景廣闊的特徵還包括：斷態的漏極漏電流只有5 μA/mm，且漏極的開/關電流比可達10000。大部分的漏電流與柵電極的面積大有關（如圖三b），而閘級插指結構的漏電流要比上述數值至少低1個數量級。斷態時的漏極電流與閘級漏電流相當，這說明透過半絕緣基板的漏電微乎其微。因此，只需優化調整元件的設計就可進一步降低斷態電流。

如果把1990年代的GaN基MESFET的性能作為對這個原型元件的判斷標準，那麼我們這個氧化物元件的性能相當甚至更佳。當然，相比當今高品質的SiC和GaN元件，我們的元件還相差很遠，但是其高擊穿電壓和低漏電流說明了其作為功率元件所具備的潛在優勢。

為了提升這個原型元件的性能，我們還需解決一系列挑戰，包括4寸以上基板的批量生產、元件工藝、外延生長以及摻雜。為了使我們的元件可以儘快走入商用，我們希望開發出開關設備中的常閉電晶體，其最佳結構是MOSFET，其中的閘級界電層會使用Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>或SiO<sub>2</sub>，鑒於它們都是氧化物材料，所以有理由相信，我們可以生產出具有高品質、低缺陷密度結界面結構的Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>基MOSFET。我們相信，該最新的電晶體成果預示著高品質功率電子元件時代的到來，它們不僅有助於降低全球能量消耗，也可以優化半導體工業的功耗。CS/Taiwan

註：本項研究得到NEDO（新能源與產業技術研究組織）和JST（日本科技振興機構）的支援。

如在一單獨VCSEL陣列的多波長。同時，如果有像1.3-1.6 μm較長波長的計畫時，這將使與形成矽基光學晶片之一部分的矽波導有相容性。

使用不同類別的雷射可有不同的光譜範圍：InP類的VCSEL，這我們熟悉和從Vertilas和Beam Express和量子點元件這類商業上所易獲得，可於價廉的砷化鎵基板上來長成。

進一步放眼未來時，當數據流量達到無法想像之今日程度時，甚至一個VCSEL的尺寸都可能太大。為了解決這個問題，我們正在努力與伊利諾伊大學香檳分校的研究人員合作，發展有金屬包覆奈米腔雷射。這將進一步縮小兩個幕級距內連線光纖源的輸出，引領我們到一個從未考慮過銅纜內連線的領域。CS/Taiwan

# AD INDEX

## Compound Semiconductor / Taiwan No. 5 (2012 October)

Advertiser	Page
3 <sup>rd</sup> CS International Conference	P2, 3
3 <sup>rd</sup> CS International Conference Early Bird Offer	P4
Aixtron SE	封底裡
AU Optronics Corporation (AUO) 友達光電	P11
Computex 2013 2013年台北國際電腦展	封面裡
CS industry awards 2012	P6
Evatec	P9
LayTec AG	P1
RABOUTET S.A.	P13
Taiwan Int'l Lighting Show 2013 2013年台灣國際照明科技展	封底

## 行政及銷售人員 Administration & Sales Offices

### 行政人員 Administration

**總經理 / 發行人**  
(President / Group Publisher)  
施養榮 Douglas Shih

**主編 (Chief Editor)**  
廖秋煌 George Liao  
george@arco.com.tw

**美術編輯 (Art Editor & Production)**  
曹宇容 Rebecca Tsao

**廣告刊登 (Advertising)**  
劉方美 Monica Liu  
monica@arco.com.tw  
Tel: 02-2396-5128分機204

**發行 · 訂閱 (Circulation · Subscription)**  
Tel: 23965128分機233

**亞格數位股份有限公司**  
**Arco Infocomm, Inc.**  
台北市八德路一段五號七樓  
Tel: 886-2-23965128(代表號)  
Fax: 886-2-23967816

### 銷售人員 Sales Offices

**Hong Kong (香港)**  
Mark Mak (麥協和)  
Email: markm@actintl.com.hk  
Tel: 852-2838-6298

**China (中國)**  
Michael Tsui (徐旭昇)  
Email: michaeltsui@actintl.com.hk  
Tel: 86-755-2598-8571

**Shanghai (上海)**  
Judy Huang (黃作美)  
Email: judyh@actintl.com.hk  
Tel: 86-21-6251-1200

**Beijing (北京)**  
Oasis Guo (郭鏡園)  
Email: oasisg@actintl.com.hk  
Tel: 86-10-5860-7751

**Korea (韓國)**  
Lucky Kim  
E-mail: semieri@semieri.co.kr  
Tel: 82-2-574-2466

**Singapore (新加坡)**  
Joanna Wong  
E-mail: triplesinternational@gmail.com  
Tel: 65-6339-5596 / 65-9062-9227

**US (美國)**  
Janice Jenkins  
E-mail: jjenkins@brunmedia.com  
Tel: 1-724-929-3550  
Tom Brun  
E-mail: tbrun@brunmedia.com  
Tel: 1-724-539-2404

**Europe (歐洲)**  
Robin Halder  
E-mail: robin.halder@angelbc.com  
Tel: +44 (0) 2476-718970  
Shenzad Munchi  
E-mail: sm@angelbc.co.uk  
Tel: +44 (0) 1923-690215  
Jackie Cannon  
E-mail: Jackie.cannon@angelbc.com  
Tel: +44 (0) 1923-690205

# 化合物半導體

## COMPOUND SEMICONDUCTOR TAIWAN

# 訂閱卡

### 讀者資料/

公司名稱：\_\_\_\_\_

姓名：\_\_\_\_\_ 部門：\_\_\_\_\_

□□□-□□

地址：\_\_\_\_\_

電話：\_\_\_\_\_ 傳真：\_\_\_\_\_

E-mail：\_\_\_\_\_

訂閱期數：自 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月至 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月共 \_\_\_\_\_ 期

發票種類： \_\_\_\_\_ 發票抬頭： \_\_\_\_\_

二聯(個人) 統一編號： \_\_\_\_\_

三聯(公司) 發票地址： \_\_\_\_\_

### 付款方式：(任選一種)

#### 一、 即期支票付款

支票抬頭：亞格數位股份有限公司  
 收件人：化合物半導體雜誌發行組  
 郵寄地址：台北市八德路一段5號7樓

#### 二、 郵政劃撥付款 (請利用郵局劃撥單)

劃撥帳號：19540311  
 劃撥帳戶：亞格數位股份有限公司

#### 三、 信用卡付款

卡別：  VISA  MASTER

刷卡金額：\_\_\_\_\_

卡號：\_\_\_\_\_

卡片背面(簽名處)末三碼：\_\_\_\_\_ (務必填寫)

有效期限：\_\_\_\_\_

簽名：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_

訂閱價：一年4期NT\$600元(台灣地區)，US\$40元(海外地區)

連絡電話：(02)23965128 分機233發行組 傳真號碼：(02)23967816

# 讀者回函卡 FREE SUBSCRIPTION CARD

## 化合物半導體 COMPOUND SEMICONDUCTOR TAIWAN

For fast service, fax this form to : **886-2-23967816**  
請填寫此表格並簽名後，傳真至：

- YES.** I want to start/renew my FREE subscription to **COMPOUND SEMICONDUCTOR TAIWAN**  
是的，我希望得到免費贈閱。  
 **No.** 不，我不需要免費贈閱。

Signature 簽名 : \_\_\_\_\_ Date 日期 : \_\_\_\_\_  
Name 姓名 : \_\_\_\_\_ Job Title 職稱 : \_\_\_\_\_  
部門 : \_\_\_\_\_ 分機 : \_\_\_\_\_  
Company 公司名稱 : \_\_\_\_\_  
Address 地址 : \_\_\_\_\_  
Zip/Post Code 郵遞區號 : \_\_\_\_\_ Country 國家 : \_\_\_\_\_  
Tel No. 電話 : \_\_\_\_\_ Fax No. 傳真 : \_\_\_\_\_  
E-Mail 電子郵件 : \_\_\_\_\_

### Renewal Instructions / 請注意：

- Complete and mail or fax the subscription form. 請以工整字跡填寫此表格後，郵寄(免貼郵票)或傳真至本公司。
- Incomplete forms cannot be processed. 未完整填寫及簽名者，恕無法處理。

### 1. Your principal job function (Fill in one letter below) 您的主要工作(請選擇最適當的一項)：

- A**  General/Corporate Management 總經理/公司管理階層
- B**  Wafer-Fab Processing, Panel Fabrication, Production  
晶圓廠製程，面板生產，製造
- C**  Process Development 製程開發
- D**  Packaging Assembly 封裝組裝
- E**  Production Equipment Manufacturing 生產設計製造
- F**  Reliability, Quality Control, Evaluation, Testing  
信賴度，品質控制，評估，測試
- G**  Design 設計
- H**  Research & Development 研發
- I**  Engineering Support 工程支援
- J**  Plant/Facilities/Maintenance Engineering 工廠/設備/維護工程
- K**  Purchasing 採購
- L**  Consulting 顧問
- M**  University Faculty 大學教師
- N**  Librarian 圖書館員
- X**  Other, Please specify 其他，請填寫 \_\_\_\_\_

### 2. Your company or organization (Fill in on letter below) 您的公司或機構 (請選擇其中一項)：

- 01**  LED Manufacturers LED製造商
- 02**  LED Equipment Vendors LED設備代理商
- 03**  Applied Compound Semiconductor Device System/Device Makers  
使用化合物半導體元件的系統/元件製造商
- 04**  Epitaxy Wafer Vendors 磊晶晶圓供應商
- 05**  OFC/Laser/Optics manufacturers 光通訊/雷射/光學廠商
- 06**  Independent Research & Development Lab 獨立的研發實驗室
- 07**  Government and Military 政府及軍方單位
- 08**  Educational Institutions 教育機構
- 09**  Semiconductor Fab 半導體製造商
- 99**  Other Allied to the Field 其他相關領域 \_\_\_\_\_

### 3. Over a 12-month period, I will authorize, influence, specify or buy the following products (Please fill in ALL that apply)

在一年內，我具授權、影響、或購買下列產品(請填上所有適用項目)：

- 01**  Assembly & Manufacturing Equipment 組裝 & 製造設備
- 02**  Backlighting Modules 背光模組
- 03**  Chip-on Board Arrays 封裝陣列
- 04**  Design/Engineering Services 設計/工程服務
- 05**  Displays 顯示器
- 06**  Driver Ics 驅動IC
- 07**  Drivers & Controllers 驅動器 & 控制器
- 08**  Encapsulants, Gels, Bonding Materials 密封、封膠、鋸線材料
- 09**  Epitaxial Equipment & Materials 磊晶設備 & 材料
- 10**  Epitaxial Wafers 磊晶晶圓
- 11**  Insulated Metal Substrates 絕緣金屬板
- 12**  LED Chips LED晶片
- 13**  LED封裝 (White, RGB, SMT, Etc)
- 14**  Light Engines & Modules 光機引擎 & 模組
- 15**  Lighting Fixture 照明器材
- 16**  OLED Displays OLED顯示器
- 17**  OLED Materials & MFG OLED材料 & 製造設備
- 18**  Test & Measurement Equipment 測試 & 量測設備
- 19**  III-V 族半導體材料
- 20**  II-VI 族半導體材料
- 21**  磊晶氧化物，其他非常規結構矽材料
- 22**  太陽能生產設備
- 23**  太陽能生產線用材料/組件
- 24**  太陽能電池/模組
- 25**  太陽能系統配套零組件
- 99**  其他 (請說明) \_\_\_\_\_

**Are there others in your company who would like a FREE subscription to COMPOUND SEMICONDUCTOR TAIWAN? 在貴公司內，是否有誰願意收到一份免費的化合物半導體雜誌？**

Name 姓名	Job Function 主要工作	<b>Your principal job function (Fill in on letter below) 您的主要工作 (請選擇最適當的一項)：</b>
1. _____	_____	<b>A</b> General/Corporate Management 總經理/公司管理階層
2. _____	_____	<b>B</b> Wafer-Fab Processing, Panel Fabrication, Production 晶圓廠製程，面板生產，製造
3. _____	_____	<b>C</b> Process Development 製程開發
4. _____	_____	<b>D</b> Packaging Assembly 封裝組裝
5. _____	_____	<b>E</b> Production Equipment Manufacturing 生產設計製造
6. _____	_____	<b>F</b> Reliability, Quality Control, Evaluation, Testing 信賴度，品質控制，評估，測試
7. _____	_____	<b>G</b> Design 設計
		<b>H</b> Research & Development 研發
		<b>I</b> Engineering Support 工程支援
		<b>J</b> Plant/Facilities/Maintenance Engineering 工廠/設備/維護工程
		<b>K</b> Purchasing 採購
		<b>L</b> Consulting 顧問
		<b>M</b> University Faculty 大學教師
		<b>N</b> Librarian 圖書館員
		<b>X</b> Other, Please specify 其他，請填寫 _____

FOLD HERE 摺線

**Before mailing or faxing, please make sure you have:**

**在郵寄或傳真前，請確定下列事項：**

- ◆ **Answered all questions 回答所有問題**
- ◆ **Signed and dated the form 簽名並寫上填表日期**
- ◆ **Made any necessary address corrections 地址是否變更**
- ◆ **Provided your full company name and address 附上公司名稱及地址**

**Mail today or Fax to (02) 23967816**

**即刻郵寄至本公司或傳真至 (02) 23967816**

FOLD HERE 摺線

From: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

<b>廣告回函</b> 台灣北區郵政管理局登記證 北台字第5618號 免貼郵票
--

**化合物半導體**  
  
**COMPOUND SEMICONDUCTOR TAIWAN**

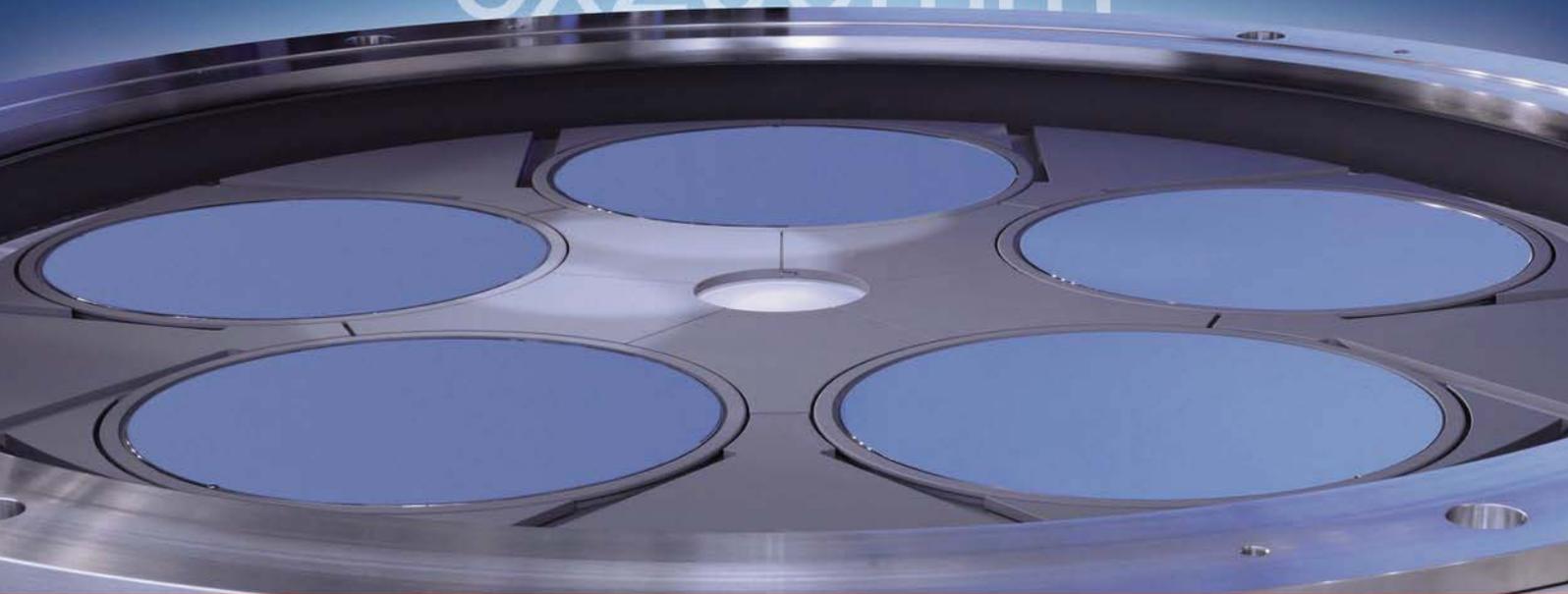
**亞格數位股份有限公司**  
**ARCO Infocomm, Inc.**

台北市八德路一段五號7樓  
 7F, No. 5, Sec. 1, Pa-Te Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.  
 Tel:(02)2396-5128 Fax:(02)2396-7816

# AIXTRON

## 200mm GaN-on-Si Batch Reactor

### 5x200mm



## AIX G5+



### AIX G5+ for GaN-on-Si

- Dedicated technology package
- Compatible with the AIX G5 HT platform
- Enables Si-style mass manufacturing
- Builds on planetary technology:  
Excellent and symmetric uniformities,  
controlled bow behavior,  
using standard Si substrates.

# TAIWAN INT'L LIGHTING SHOW 台灣國際照明科技展



## Exhibits Profile

- Household Lighting
- Commercial Lighting
- Industrial Lighting
- Office Lighting
- Outdoor Lighting
- LED Technology
- Lighting Accessories, Parts & Components
- Light Control, Management and Measurement Systems
- Light Production and Measurement Equipment
- Test & Inspection Equipment



Organized by



Bureau of Foreign Trade, MOEA

Implemented by



TAITRA

www.taipeitradeshows.com.tw

Supported by



TLFEA

www.lighting.org.tw



China Economic News Service

# MAR. 26-29 2013

Taipei World Trade Center Exhibition Hall 1

www.TILS.com.tw

