

新聞

要聞

電腦與週邊(會員)

網通(會員)

半導體與零組件(會員)

光電(會員)

網路報訂閱

電子時報網路報

活動快報

Tom's 電子報

企業IT-採購電子報

企業IT-應用電子報

技術IT電子報 **new**

徵才快訊

訂閱 修改

網站功能

設為首頁

加到我的最愛

網站導覽

稿件發佈

發佈新聞稿

新聞討論區

DigiTimes資訊服務

電子套餐會員

DigiTimes Report會員

訂閱報紙

網路廣告刊登

其他

關於DIGITIMES

CTO技術觀



CTO技術觀 - 中央大學光電科學與工程系副教授陳啟昌 光子晶體特性應用 LED發光效率可提升48%

(曹其璋 / DigiTimes.com)

2007/04/02

LED的應用面很廣，然而晶片本身價格過高和發光效率有待提升的問題，始終是應用面遲遲無法有效打開的最重要因素。發光效率要提升，就要有效增加取出效率，其中，「表面粗化」技術，已經廣泛受到業者使用。

其他不同的方式也能夠提升亮度到不同的程度；以現階段業界的技術來說，若配合現在在學術界相當熱門的光子晶體週期特性，事實上可以達到更佳的發光效率；這樣的研究在中央大學光電系有所進展，並且也技轉給業界。

由於中央大學在LED的研究較為領先，因此，本期「CTO技術觀」專訪對光子晶體特別有研究的陳啟昌副教授，以他和博士後研究員詹佳樺對材料的共同研究，發表了合成奈米級小球大面積鋪排技術，若應用於LED晶片，發光效率因而可以提升48%。

LED表面處理技術

在介紹陳啟昌老師的合成奈米級小球技術之前，我們先來簡單描述一下表面處理技術。

LED若不加任何技術，只經由原本P-N Junction電子電洞結合的方式形成光子取出來，大約只有15%能夠轉換成光，其他則會因為折射、反射而留在半導體內部，被材料吸收，成為熱能損失。

因此LED業者便需要發展許多技術，減少反射、設計有效折射或增加光耦合，儘量讓光的取出效率增加，其中表面光子晶體化是一個相當成功的方式，使用該方式可以減少內部反射及向外散射的光。

CTO技術觀
- 華碩ODM
NB事業處總
經理葉嗣平
發展UMPC
NB廠較手機
廠更有機會
(2007/04/09)

CTO技術觀
- 中央大學
光電科學與
工程系副教
授陳啟昌 光
子晶體特性
應用 LED發
光效率可提
升48%
(2007/04/02)

CTO技術觀
- 友訊新事
業開發中心
副總經理顏
幼信 訴求隨
插即用 D-
Link 2.0技術
大舉革新
(2007/03/26)

CTO技術觀
- 勝華科技
研發部資深
處長黃俊銘
手機面板
薄還要更薄
(2007/03/19)

研討會
FAQ
徵人啟事
聯絡我們
合作媒體
Tom's hardware
guide
手機王

學術上，Shuji Nakamura和在加州大學聖塔芭芭拉分校（UC Santa Barbara）的同事，結合雷射剝離技術及光電蝕刻技術，在覆晶封裝的GaN LED表面，製造規律的凹凸形狀。與平滑表面的元件相比，這些LED在2分鐘蝕刻後的輸出功率增加了1.9倍，10分鐘蝕刻後則增加了2.3倍。

雖然表面粗化技術受到業界普遍使用，不過陳啟昌認為，儘管有些業者宣稱應用到光子晶體或奈米技術，然而事實上，一般的粗化其實只是任意的蝕刻，這種蝕刻並沒有利用到光子晶體的特性，若要做到週期性的奈米等級，常使用電子束微影法或奈米壓印，成本就非常貴；然而若真使用到光子晶體異常折射率的特性，LED的發光效率還可以提升得更高。他的發明就使用到週期性的特性。

光子晶體具週期特性

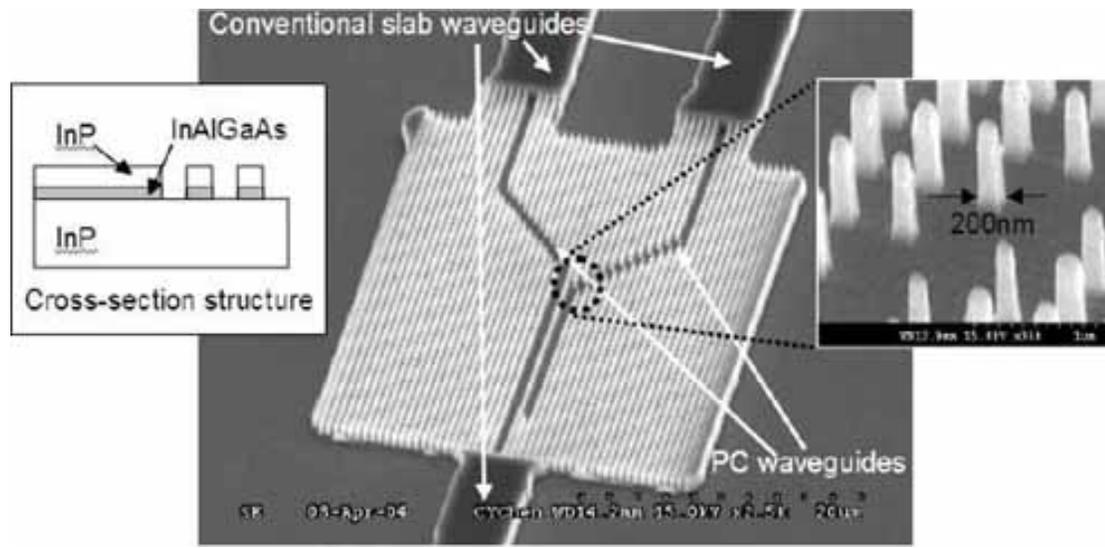
光子晶體是在1987年，由Sajeev John教授和Eli Yablonovitch教授不約而同地發現，並定義出「光子晶體」（Photonic crystals）或「光子能隙」（Photonic band gap）。光子晶體是指週期性的介電質分佈結構，在光子晶體中，某些頻率的電磁波可以往特定的方向傳播，而某些方向則不能傳播，形成光子能隙，通常光子能隙的波長為光子晶體週期的2～3倍。

光子晶體現在經常應用於眼鏡上的多層膜與光通訊濾波器，未來可以應用的範圍相信更多。技術上，只要使用2種材料交錯成長在晶片上，形成週期性折射指數變化的結構，在光學上就被稱為光子晶體。

CTO技術觀
- 新磊微製造董事長石修 市場來了
中國大陸
啟動LED通用
照明需求 尋求突破
台廠可切入
10W封裝製造專利
(2007/03/12)

CTO技術觀
- 連展科技無線通訊事業處處長邱宗文 空間小干擾大
3GNB天線門檻高
(2007/03/05)

CTO技術觀
- 正文科技總經理室特助王德惠 現階段固定式802.16d具備WiMAX最大使用意義
(2007/02/26)



圖說：上圖顯示使用2種不同的材料交錯長在晶片上，形成週期性折射指數變化的結構，造成光子能隙，讓光過不去，即可以控制光進行的方向；這也就是光通訊領域常使用的波導（waveguide）。現在已經實現1.31 μm 和1.55 μm 波長的波導耦合器。（資料來源：中央大學光電系陳啟昌老師與電機系詹益仁老師）

使用光子晶體技術，可藉由週期性的結構把光速慢下來，甚至停止，換句話說，就可以抓住光。現在訊號的傳遞通常是由電訊號轉為磁訊號而存下來，若換成光纖波導，利用晶格的缺陷讓光通過去，則光的訊號可以直接抓住，不需要轉成別的訊號，速度就會較現階段快得多。

長期來看，希望能夠在晶片上植入偵測器，可以知道光出來有多少，進一步連CPU都可以用光來計算。屆時雷射偵測器、邏輯閘都用光，計算速度會更快。

奈米小球技術不需半導體製程 即可達到光子晶體化的效果

光子晶體應用於投影機的多層膜和光通訊領域的濾波器較為成熟，事實上在LED也有其應用意義。近來有人在LED的表面週期性地挖洞，造成像毛玻璃一樣，但如此一來，會有全反射的問題，若再增加粗糙性，則又可能粗到光透不過去。事實上，這樣的作法，並沒有使用到光子晶體的特性，例如光子能隙。

CTO技術觀
- 旭明光電
董事長兼
CEO
Trung T.
Doan 藍光
LED金屬基板
垂直架構趨
勢確立 高功
率LED量產品
發光效率可
達80lm/W
(2007/02/12)

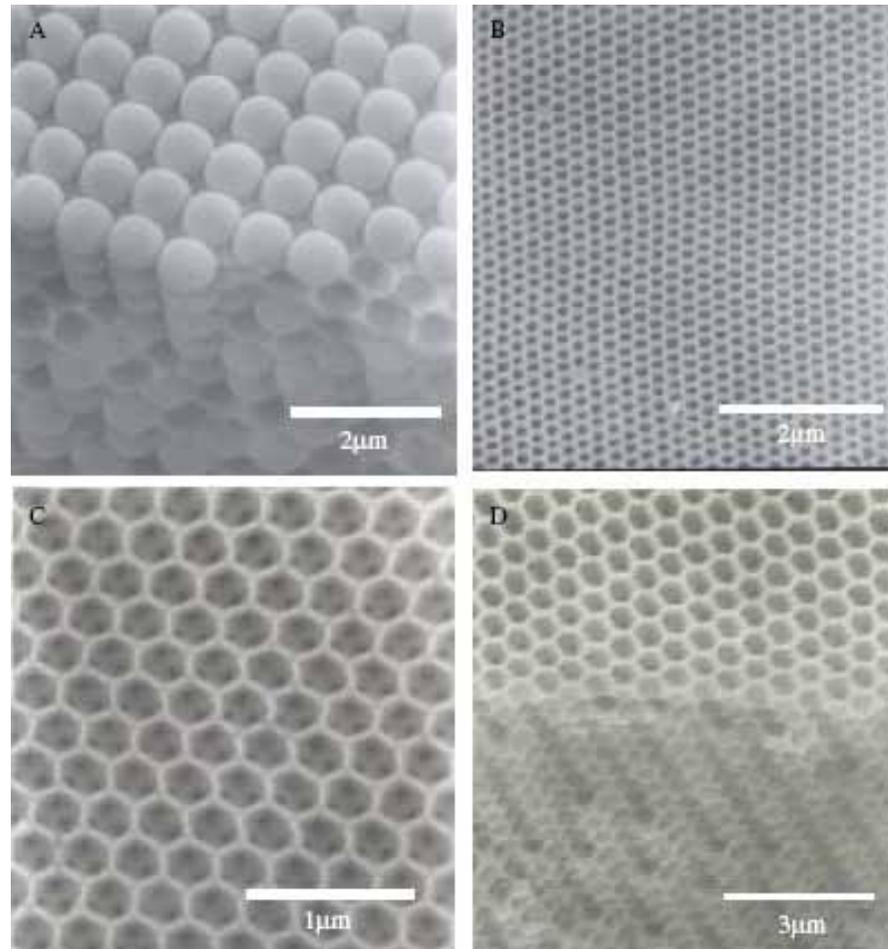
CTO技術觀
- ADB技術
總部處長紀
根卯、李良
威 IPTV加溫
Hybrid
STB趨勢成形
(2007/02/05)

CTO技術觀
- 陽傑科技
指導教授黃
秉鈞 克服散
熱問題 點
亮LED照明路
(2007/01/29)



陳啟昌和詹佳樺的做法是，用某種材料，合成奈米級小球，利用小球不同的大小，可以產生不同的光子能隙。

這些小球的直徑落於50nm ~ 2 μm，材料則是氧化矽、二氧化鈦等聚合物，或PMMA壓克力、苯乙烯等，這些材料通常稱為人造蛋白石；當然，若使用天然蛋白石也可以，只是價格高昂。



技術上，專長為材料科學的詹佳樺，在不同材料的試驗中，偶然發現了使用某一種特定的材料，能夠大面積均勻單一層地鋪排在晶片上，而且可以大到4吋的晶片。

這樣的性質相當特殊，因為使用傳統方式，只能像牛奶一樣滴在晶片上，等到乾了之後，必然會有不均勻的現象；並且受到表面張力影響，無法單層大面積均勻排列。

而能夠使用奈米小球技術大面積均勻單一層地鋪排，就只需要使用液體即能達到一般所謂的「光子晶體化」的效果，而不需要使用半導體製程做蝕刻，光經過這個週期性結構出來較原本多，以實驗數據來看，藍光LED的發光效率增加幅度可以達到48%。

事實上，上述各種材料都屬於塑膠，然而若使用金屬材料也可以，將金屬層放於LED表面，讓量子井發光層光子與週期性結構耦合，便可導致量子井發光效率增加。中央大學光電中心的李建階博士對此即有相當研究成果。

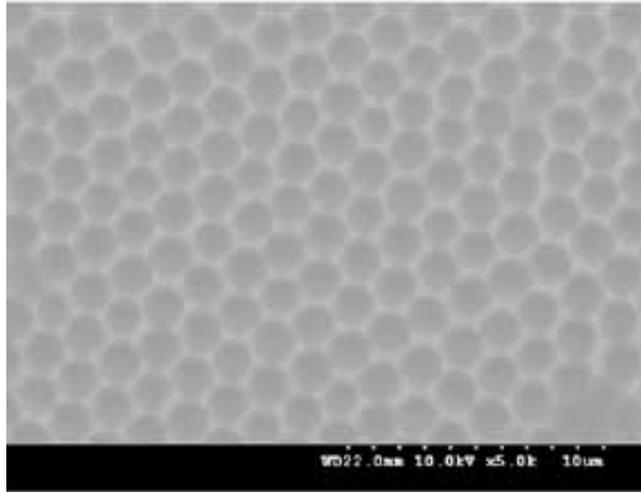
好比若使用含銀的小球，則容易產生表面電漿，與量子井耦合之後，光出來的量就會增加一些。

週期性材料的發現

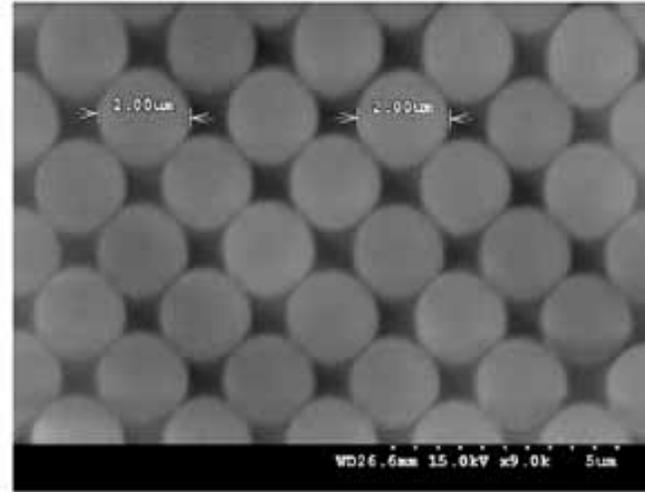
使用週期性材料能夠利用到光子晶體的特性，讓LED的發光效率增加，但是要用什麼樣的材料，則需要對材料的掌握。

上述可以大面積單層均勻鋪排的材料是怎麼發現的呢？詹佳樺針對各種不同的材料做實驗，看到使用該材料理論上不應該有光，然而卻有光的產生，因而推測此材料具有週期性的特性。

理論上來說，倘若週期性不佳，則不易達到單層鋪排的目的，但是此一材料卻能夠大面積均勻鋪排，實驗顯示它的週期特性非常好。



微奈米網狀結構

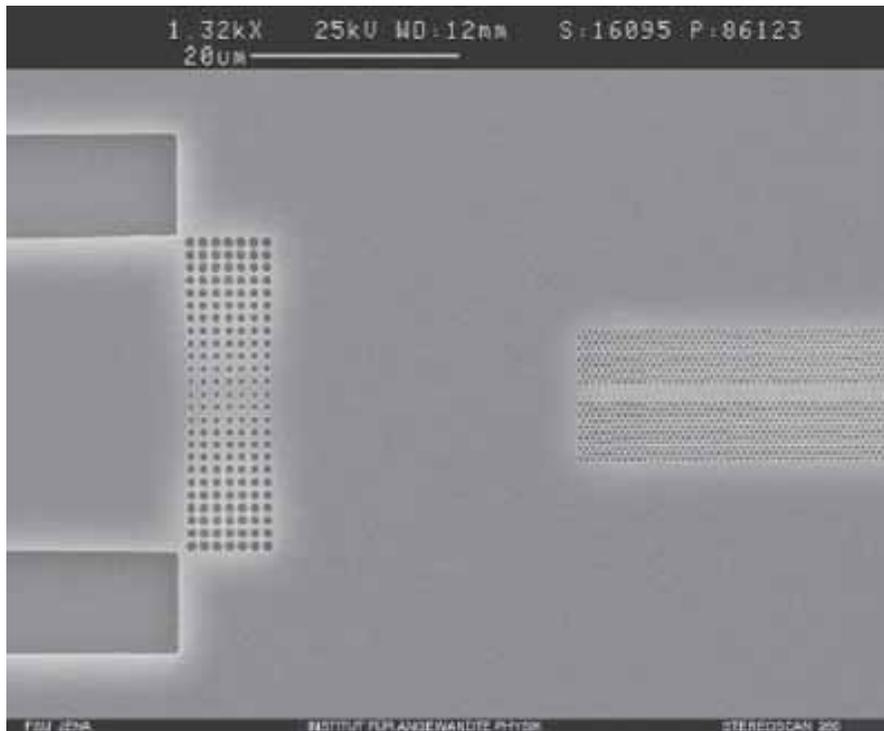


微米球結構

圖說：（左）使用微米級小球所做出之單層排列結構週期性良好，可以得到大尺寸的鋪排材料。（右）利用週期性結構所製造出反轉錄結構已可應用在藍寶石基板與氮化鎵材料上。（資料來源：中央大學光電系陳啟昌老師與詹佳樺博士）

奈米小球在太陽電池的應用

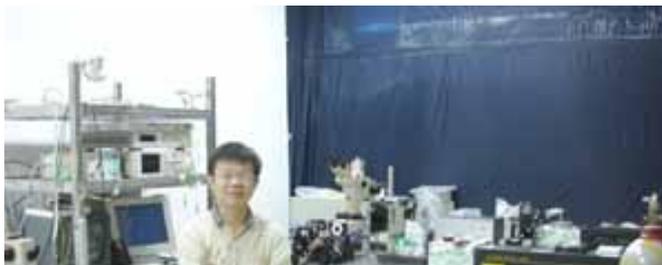
奈米小球技術能夠增加出光效率，應用領域不限於LED，像是光電轉換效率也力求增加的太陽能電池也是一個絕佳應用；根據陳啟昌和詹佳樺的實驗，可以在可見光範圍提升光的穿透率，讓太陽能電池的光電效率增加75%。



圖說：使用光子晶體透鏡技術，就好像凸透鏡的聚焦效果，傳統上好幾厘米才能聚焦，經過光子晶體週期性質，可以短至40 μ m即達到相同效果。（資料來源：Fraunhofer IOF Annual Report 2005）

上圖顯示聚焦的距離大幅縮短，便使得太陽電池在吸收太陽能後很快就能夠進行光電轉換。

以過去的技术來說，通常以抗反射層來達到現在奈米小球技術的效果，例如在太陽電池或眼鏡上鍍一層膜。然而這些都需要使用半導體製程才能夠鋪上去，相對於使用液體來說，成本多出許多，這也是奈米小球技術的最大意義。目前技術已經技轉給李洲。



陳啟昌小檔案

- 生日：1969年
- 學歷：淡江大學電子系、法國波爾多第一大學（Université Bordeaux I）電子博士課程學位



(DEA)、法國法蘭西康德大學 (Universit é de Franche-Comt é) 應用工程博士學位。

- 經歷：畢業後在法蘭西康德大學光學實驗室繼續高速鋰酸鋇調制器的研究，1999年於中央大學物理系擔任博士後研究員，2002年於中央大學光

電所任教至今。研究主題包括光子晶體，微光學與光通訊用被動波導元件。著有光子晶體與逐夢法國二書。

[《轉寄朋友》](#) [《列印文章》](#) [《回上一頁》](#) [《回首頁》](#) [《回應本文》](#)

- 回應文章 (最新五筆) -		回應本文
共有 0 篇回應文章		前往討論區

本網站內之全部圖文，係屬於大橡股份有限公司所有，
非經本公司同意不得將全部或部分內容轉載於任何形式之媒體。

© DigiTimes Publication Inc. 版權所有。