



**姓名：陳錦地**

**學歷：**

私立淡江大學化學系應用化學組學士 (1982)

國立台灣大學化學系碩士 (1984)

美國伊利諾大學娥芭娜香檳校區化學系博士 (1992)

**現職及經歷：**

中央研究院化學研究所副研究員 (2000- 迄今)

中央研究院化學研究所助研究員 (1995-2000)

美國加州理工學院化學系博士後研究 (1992-1995)

國立台灣大學化學系助教 (1986-1987)



**著作名稱：**

1. *Optimization of High-Performance Blue Organic Light-Emitting Diodes Containing Tetraphenyl-silane Molecular Glass Materials* Chan, L. -H.; Lee, R. -H.; Hsieh, C. -F.; Yeh, H. -C.; Chen, C. -T. *J. Am. Chem. Soc.* **2002**, 124, 6469-6479.

2. *Red Organic Light-Emitting Diodes with a Nondoping Amorphous Red Emitter* Wu, W. -C.; Yeh, H. -C.; Chan, L. -H.; Chen, C. -T. *Adv. Mater.* **2002**, 14, 1072- 1075.

3. *Blue Light-Emitting Devices Based on Molecular Glass Materials of Tetraphenylsilane Compounds* Chan, L. -H.; Yeh, H. -C.; Chen, C. -T. *Adv. Mater.* **2001**, 13, 1637-1641.

**中文簡介：**

平面影像顯示器，是近年來政府在推動產業“兩兆雙星”的經濟規劃重點之一。提到新一代的平面影像顯示器，一般大家熟悉的是液晶顯示器(LCD)，台灣這方面的產值，在最近這一兩年急起直追，大有超越韓國，

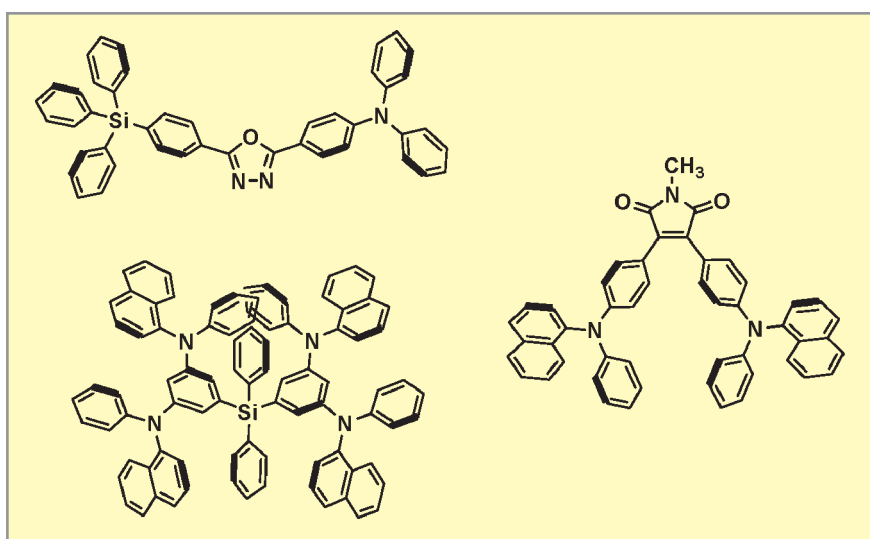
居世界第一之勢。LCD 崛起於 60~70 年代，三十多年的發展下來，LCD 已是平面顯示器中最受歡迎的寵兒。光電產業中以有機化合物為實際應用材料，LCD 是極少數能成功的例子，且未來尚有發展空間。預期 LCD 在平面影像顯示器上稱霸的地位會持續一段很長的時間。

環視眾多平面影像顯示器方法中，目前公認未來最有機會對 LCD 造成實質的威脅，便是有機發光二極體(OLED)了。OLED 基本上也是以有機化合物為構成材料，但 OLED 具有多項 LCD 所欠缺的優點，例如，對比強、亮度高、視角廣、速度快、耗電少、輕薄短小、有曲捲性。聽起來，LCD 即將要被 OLED 所取代，但實際上，LCD 沒有那麼糟糕，除了 LCD 還一直在持續改進外，OLED 本身其實還有多項缺失有待克服。OLED 的使用壽命尚有待加強、元件的製作技術也不像 LCD 般成熟，製作良率有待提昇。全彩顯示用的紅綠藍三原色，在 OLED 中的表現（能達到的亮度、效率、持久壽命）各有好壞不相一致，使得在全彩顯示時，色澤的維持、均勻性、與各顏色時效性備受限制，其中尤以藍色 OLED 的穩定壽命長度，與紅色 OLED 的亮度與效率是最有待改進的。

以有機小分子（非聚合物的高分子）

為材料所製作的 OLED，材料本身（以均勻薄膜方式存在）要能在元件操作（電流通過）過程中避免結晶。結晶會造成分子堆疊，無論是螢光或磷光本質的電激發光(electroluminescence)都會驟熄(quenching)使 OLED 亮度大幅下降，終至完全不亮。故好的有機小分子 OLED，其組成材料在分子設計上，力求非結晶性(amorphous)的玻璃態可能。我們實驗室，在這方面利用立體空間要求度高的四苯矽烷分別當作藍色螢光具芳香胺取代基之噁唑(oxadiazole, 圖一左上)與傳遞電洞芳香胺(圖一左下)的部分結構，成功的壓抑了藍色螢光物質與電洞傳遞材料在固態薄膜中的結晶傾向。以此兩類物質製作的藍光 OLED 在實用的低電流密度範圍內( $< 10 \text{ mA/cm}^2$ )有夠高的亮度( $> 200 \text{ cd/m}^2$ )與效率( $\sim 2.4\%$ )，符合實際要求。較難能可貴的是，元件在從低( $< 10 \text{ mA/cm}^2$ )到高( $> 700 \text{ mA/cm}^2$ )的電流密度驅動下，發光的效率的衰退不到 0.3%，顯示元件操作之穩定性。

我們更進一步利用所製作的藍光 OLED



圖一：非結晶性有機小分子化學結構：藍色螢光噁唑（左上）、傳輸電洞芳香胺（左下）、紅色螢光順丁烯亞醯胺（右）。

元件，充分瞭解有機分子型 OLED 之退化機制。除了受熱冷卻結晶導致驟熄的退化機制外，我們深入的瞭解並證實到，有機小分子在受熱條件下，會有熱擴散的現象，使得由多層薄膜構成的 OLED 層與層相混，原本不相接觸在不同層分子，不僅大幅相接觸，在電流作用下因而生成不利於放光（不同光色、也往往較弱）的激發錯體(exciplex)。此研究結果，對尋求長效穩定的分子型 OLED 製作深具參考價值。

在紅光 OLED 方面，現今紅色螢光材料，不是屬於具大尺寸的  $\pi$ -共軛系統分子，不然便是具有推拉電子基的  $\pi$ -共軛分子。前者分子往往扁平，易起  $\pi$ - $\pi$  作用堆疊在一起，後者分子則通常有可觀的偶極矩(dipole moment)，藉助偶極-偶極作用力分子相靠近。兩類物質都屬於易結晶的化合物，必需以摻入物(dopant)摻入到合適的主體(host)材料中的方式製作 OLED。但是，適合作為紅色摻入物的主體相當有限，且對摻入物屬較長波長紅光的（光色屬純紅的）通常都會有主體滲漏發光的缺點。此現象雖可由增加摻入物濃度得以避免，但摻入物濃度卻為求有效分散隔離抑制結晶現象，不得太高。事實上，摻入物的最佳摻入濃度必須壓的相當的低，頂多 1-2%，而小於 1% 更是常見。而更難掌控的是，有效最佳摻入濃度之範圍，那是相當的窄，變化往往不得超過  $\pm 0.5\%$ 。像這樣的低濃度而又高準確性摻入物濃度的限制，在要求高良率的大量生產的製程中，欲達到批貨與批貨間相一致，是相當不容易的。

我們新近發現的含雙芳香胺基取代之順丁烯亞醯胺(maleimide，圖一右)為罕見之非結晶性紅色螢光材料。此新的紅色螢光材料沒有一般紅光材料在固態有濃度驟熄(concentration quenching)的缺點，故在製作紅色有機發光二極體時，得以自成一層發光層，以主體發光(host emitting)方式不必採取難控制的摻入的方法。所有牽涉到摻入方法製作紅光 OLED 的缺點，因此一概消失。此應歸功於特殊的材料性質：一、分子為非平面性而有助於避免結晶，二、分子內呈交錯的推拉電子基排列，使得分子偶極矩因向量部分相抵銷而不至於太大，三、分子  $\pi$ -共軛系統雖不大但卻因分子有諸多能量相近的構型(conformation)而有夠大的 Stokes shift 而，故仍能呈現紅色螢光。而以此非結晶性紅光物質所製作的 OLED，其效果可媲美其他以摻入物方式製作的紅色螢光 OLED，甚或更佳，但在制程的掌控上卻便利許多。這對紅色有機發光二極體而言是一大突破。