

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

非晶矽薄膜電晶體作為光感測元件及電路之研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2221-E-009-014-
執行期間：98年08月01日至99年07月31日
執行單位：國立交通大學光電工程學系(所)

計畫主持人：戴亞翔

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：林志融
碩士班研究生-兼任助理人員：盧冠銘
博士班研究生-兼任助理人員：周祿盛

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 10 月 25 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

非晶矽薄膜電晶體作為光感測元件及電路之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2221-E-009-014

執行期間：98年8月1日至99年7月31日

執行機構及系所：交通大學 光電工程學系（所）

計畫主持人：戴亞翔 副教授

共同主持人：

計畫參與人員：周祿盛、林志融、盧冠銘

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

赴國外出差或研習心得報告

赴大陸地區出差或研習心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中 華 民 國 99 年 10 月 15 日

(一) 中、英文摘要及關鍵詞 (keywords)

關鍵詞：薄膜電晶體, 感光效應, 偵測器

非晶矽薄膜電晶體由於它的高光感測性以及較易製作於大面積上, 在主動矩陣液晶顯示器以及偵測器上受到廣泛的注意。之前的研究指出, 一些使用薄膜電晶體的感測機構都已經被論証討論。然而, 大部分傳統型的光感測器都是用外部的分離元件去裝置的, 所以會造成額外的成本與設計上的複雜度。

為了研究上述的這個課題, 增加畫素開關薄膜電晶體的速度與光電晶體的動態偵測範圍。在本計畫中, 我們設計多種類型的薄膜電晶體元件, 藉由不同結構亦或閘極電壓的調整, 我們可以依照需求決定光產生電流的效率區域多寡。同時, 所設計的光電晶體在不同操作區域的不同偵測能力的特性可被用做動態偵測範圍中提升訊號雜訊的比值。並且此系統的特殊設計結構亦可用作偵測背光源。並且由於整個製程並沒有額外的流程, 這對我們要將光感測器整合是相當有幫助的。同時, 我們希望藉由計畫的執行能達到卓越的研究成果, 能更提昇我國技術水準, 趕上世界的技術水平, 衍生更具附加價值的面板產品。

Keywords : Thin-Film Transistor, Photosensitive effect, Sensor

Hydrogenated amorphous silicon thin film transistors (a-Si:H TFTs) receive extensive application in active matrix liquid crystal display (LCD) and sensors due to its high photo sensitivity and ease of deposition across large area substrates. It was reported that some sensing functions using TFTs were already also demonstrated. However, most of the conventional ambient light sensor systems were implemented by external discrete devices which cause additional cost and the design complexity.

In addition to the research for issues above, to increase the speed of pixel switching TFT, cause a large drop in the dynamic range of photo transistor. In this project, we design some kinds of different type TFT devices. We can make an alteration depletion length to control effective region of photo-excited leakage current from adjustment of different type device structures or gate voltages. Meanwhile, the difference sensing capability of designed photo transistor from the dark to the bright region by itself is adaptive to increase signal-to-noise ratio (SNR) for wide dynamic range. The system also can be used to sense back light illumination. This method does not need novel device process development and can be implemented on to panel helpfully. Furthermore, based on the achievements in these projects, we will help the panel industry in Taiwan to catch up the world.

(二) 報告內容

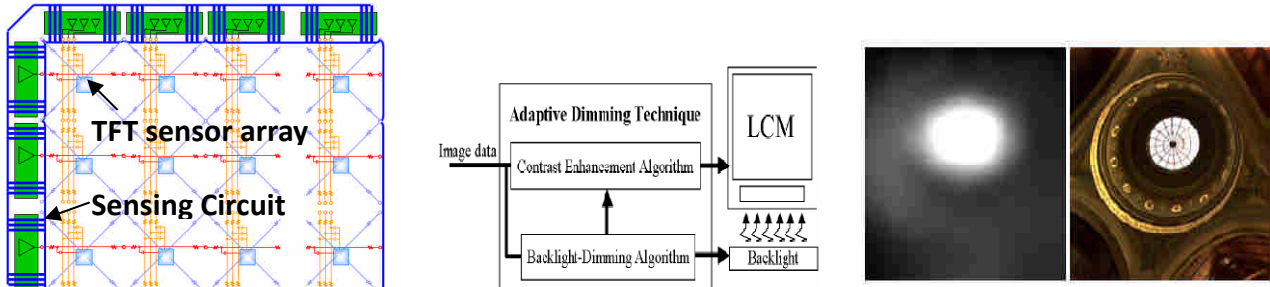
1. 研究計畫之背景、目的及重要性：

近年來, 隨著大尺寸液晶顯示器技術的演進, 由小尺寸的 PDA 到數位電視更是蓬勃發展, 在現階段 TFT-LCD 應用產品中, 因為較容易沉積實現基板的大型化, 而使非晶矽薄膜電晶體為發展上的主流技術。而又由於隨著平面顯示器逐漸地普及化, 對顯示器產品的需求也越來越高, 其中不單只需要顯示功能, 非晶矽薄膜電晶體有較高的光敏感性(Photo-Sensitivity), 在整合光偵測器的研究上, 非晶矽薄膜電晶體越來越被受到重視。目前改善非晶矽薄膜電晶體的特性及具有系統性之元件的開發上主要分成二個方面。一是進一步改善平面顯示器的既有特性, 加強發揮平面顯示面板的優勢; 二是增加產品的功能整合度, 擴張其應用範圍。在特性改善部份, 分為液晶光電特性與高光效率面板光源進行。在功能整合部份, 則由製程技術控制, 新型元件研究, 以及內建電路和驅動設計著手。圖(一)所示為應用非晶矽薄膜電晶體技術製作之系統整合型顯示面板示意圖。

本計畫的主要目標, 即是發展一種新穎的非晶矽薄膜電晶體元件技術, 製作同時兼具高光感測電流及多功效能的顯示偵測元件。藉由製備與舊有製程上相容的非晶矽薄膜電晶體元件結構, 來提高光敏感性。再利用不同操作區域對應的高光敏感性元件特性的結果設計新型自我調變(Novel Self-Modulated)的光感測電路, 達到多功的 High Dynamic Range 光偵測電路。同時, 由於現在的面板趨向採用 Adaptive Dimming of LED Back Light 的技術(背光源會跟著畫面的明暗做調

變以省功率)，發展綠色節能顯示技術 (Green Eco-Display Technology) 如圖(二)所示。利用 Partial-Floating-Gate 型的非晶矽薄膜電晶體元件做正照與背照光的光感測系統就相當重要，且藉由此系統，亦可偵測背光板各個 LED 的使用狀況。

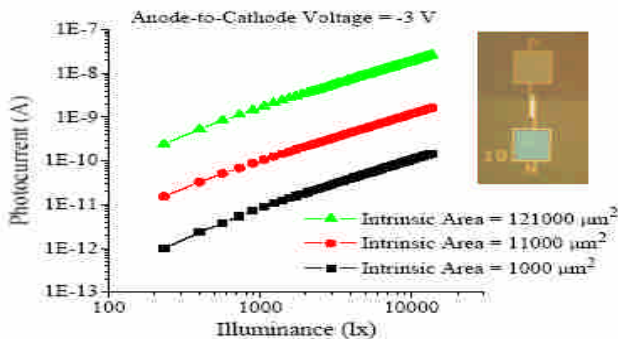
其重要性係省去光偵測器於平面顯示器的額外製程條件(如 PIN 二極體中之 p-type 製程)，增加產品的功能整合度，擴張像人機介面亦或 LED 等的應用範圍，以提高平面顯示面板的附加價值，由於各種顯示元件的結構與製程皆相同，將可使得製作過程單一化，具有極大的技術相容性與整合性，因此可實現多功能系統整合型顯示面板的目標。計劃目標將完成「建立非晶矽薄膜電晶體的 Sensing System on Panel 的內建電路設計技術。」



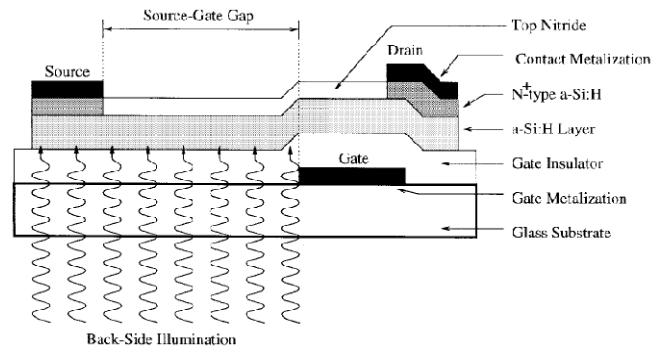
[圖一] 整合型顯示面板示意圖。[圖二] Adaptive Dimming of LED Back Light 的技術(背光源會跟著畫面的明暗做調變以省功率)示意圖。

2. 國內外有關本計畫之研究情況、重要參考文獻之評述：

以下先就本計畫的相關國內外主要重心加以說明以及重要參考文獻的評述。非晶矽薄膜電晶體作為光偵測器元件這方面有非常多論文探討[1~15]，大多是製作 PIN 二極體之類的元件於製程條件中，然而，此舉常需要引入額外的製程以及複雜的元件結構來改善，造成製造成本的增加以及電路設計的複雜度，亦或以電路配合製程條件來設計。



[圖三] 照光的線性關係與使用不同大小的 PIN 二極體作光偵測。



[圖四] 設計非晶矽薄膜電晶體 Source-gate 的結構用以提高光漏電。

如(三)所示為 SID 2008 年【Hyun Sang, Tae Jun Ha, et al., SID Digest of Tech. Papers, pp 716-719 (2008)】中，照光的線性關係與使用不同大小的 PIN 二極體去作光偵測的示意圖。(SID 會議所發表的文章均是光電資訊顯示領域中極為前瞻的研究成果發表)。由此可以看的出來顯示器功能結合光感測器是目前發展整合性多功能面版的一個重要方向。相關改變元件結構用作影像感測器等提高光敏感性的一些論文[16~20]亦有被廣泛的探討。

圖四為先前所設計多種類型的非晶矽薄膜電晶體的示意圖。藉由不同的光特性目的需求，可以依照需求決定光產生電流的效率區域多寡，來提高元件的光敏感性(Photo-Sensitivity)。

在周邊電路的實現之前，討論到非晶矽薄膜電晶體的光敏感性特性，就要注意在照光環境操作下，非晶矽薄膜電晶體元件本身的電性影響以及元件在受到照光下所對應產生的劣化情形，為非晶矽薄膜電晶體的 Staebler-Wronski Effect [21~25]，而相關的光劣化特性以及 Bias-Temperature Stress[26~35]亦有相當文獻討論。

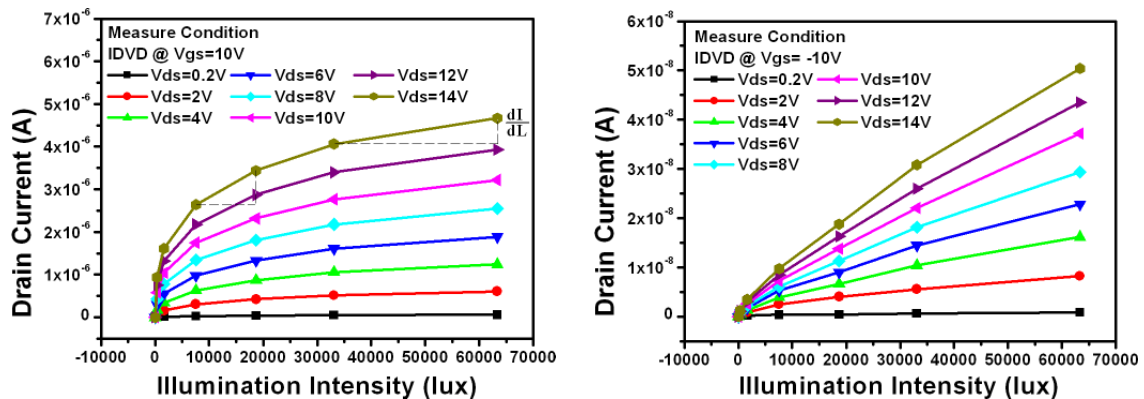
3. 參考文獻：

1. F. Taghibakhsh, and K. S. Karim, IEEE Transactions on Electron Devices, v 55, n 8, Special Issue on Silicon Carbide Devices and Technology, 2008, p 2121-2128.
2. N. Safavian, et al, Proceedings - IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2007 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, ISCAS 2007, 2007, p 93-96
3. F. Taghibakhsh, K. S. Karim, IEEE Electron Device Letters, v 29, n 8, August, 2008, p 859-862
4. N. Pimparkar, M. A. Alam, Muhammad, IEEE Electron Device Letters, v 29, n 9, 2008, p 1037-1039
5. G. Chaji, et al, Analog Integrated Circuits and Signal Processing, v 56, n 1-2, August, 2008, p 143-151
6. N. Safavian, et al, Proceedings - IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2008 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, ISCAS 2008, 2008, p 3170-3173
7. F. Taghibakhsh, et al, IEEE Transactions on Electron Devices, v 55, n 1, January, 2008, Special Issue on Device Technologies and Circuit Techniques for Power Management, p 337-342
8. N. Pimparkar, et al, IEEE Electron Device Letters, v 28, n 7, July, 2007, p 593-595
9. H. Hosono, Thin Solid Films, v 515, n 15 SPEC. ISS., May 31, 2007, p 6000-6014
10. L. Han, et al, Proceedings of 1st IEEE International Conference on Nano Micro Engineered and Molecular Systems, 1st IEEE-NEMS, Proceedings of 1st IEEE International Conference on Nano Micro Engineered and Molecular Systems, 1st IEEE-NEMS, 2006, p 631-634
11. E. Jacques, et al, IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference), IECON 2006 - 32nd Annual Conference on IEEE Industrial Electronics, 2006, p 3193-3198
12. N. Safavian, et al, 4th International IEEE North-East Workshop on Circuits and Systems, NEWCAS 2006 - Conference Proceedings, 4th International IEEE North-East Workshop on Circuits and Systems, NEWCAS 2006 - Conference Proceedings, 2006, p 265-268
13. K.-C. Lee, et al, Sensors and Actuators, A: Physical, v 130-131, n SPEC. ISS., Aug 14, 2006, p 214-219
14. C.-Y. Liang, et al, IEEE Electron Device Letters, v 27, n 12, December, 2006, p 978-980
15. S. Sambandan, A. Nathan, IEEE Transactions on Electron Devices, v 53, n 9, September, 2006, p 2306-2311
16. Y. Huang, et al, IEEE Electron Device Letters, v 29, n 7, July, 2008, p 737-739
17. S. Yang, H. Jing, IEEE/OSA Journal of Display Technology, v 4, n 3, September, 2008, p 296-299
18. J. Park, et al, IEEE Electron Device Letters, v 29, n 8, August, 2008, p 879-881
19. J. H. Noh, et al, Jpn. J. Appl. Phys., Part 1: Regular Papers and Short Notes and Review Papers, v 46, n 7 A, Jul 4, 2007, p 4096-4098
20. S. Yang, H. Jing, IEEE/OSA Journal of Display Technology, v 4, n 2, June, 2008, p 245-249
21. S. Costea, Kherani, et al, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, v 18, n SUPPL. 1, October, 2007, Proceedings of the International Conference on Optical and Optoelectronic Properties of Materials and Applications (ICOOPMA 2006), pp. 175-182
22. H. Plagwitz, Heiko, et al, Journal of Applied Physics, v 103, n 9, , 2008, p 094506
23. I. M. Kupchak, et al, Journal of Applied Physics, v 103, n 12, , 2008, p 123525
24. P. Gogoi, et al, Solar Energy Materials and Solar Cells, v 91, n 13, Aug 15, 2007, p 1253-1257
25. D. A. Drabold, et al, Journal of Non-Crystalline Solids, v 354, n 19-25, May 1, 2008, p 2149-2154
26. K. Sakariya, et al, IEEE Trans. Electron Devices, v 52, n 12, pp. 2577-2583, Dec. 2005.
27. C. Y. Huang, et al, Jpn. J. Appl. Phys., v 39, n 7A, pp. 3867-3871, Jul. 2000.
28. C.-C. Shih, et al, IEEE Trans. Dev. and Mat. Reliability, v 7, n 2, Jun. 2007
29. S.-E. Liu, C.-P. Kung, IEEE Electron Device Letters, v 29, n 7, Jul. 2008.
30. S. M. Jahinuzzaman, et al, Appl. Phys. Lett., v 87, n 2, p. 023 502, Jul. 2005.
31. M. J. Powell, Appl. Phys. Lett., v 43, n 6, pp.597-599, 1983.
32. M. J. Powell, et al, Appl. Phys. Lett., v 60, n 2, pp. 207-209, Jan 1992.
33. F. R. Libsch, J. Kanicki, Appl. Phys. Lett., v 62, pp.1286-1288, 1993.
34. M. J. Powell, et al, Appl. Phys. Lett., v 51, pp. 1242-1244, 1987.
35. M. J. Powell, et al, Appl. Phys. Lett., v 54, n 14, pp. 1323-1325, 1989.

1.本計畫採用之研究方法與原因。

● 研究方法與原因：

為了達到非晶矽薄膜電晶體的 Sensing System on Panel 的未來展望，在本計畫中規劃以二年的時間來開發兼具高光感測與多功能電路驅動的高效能光偵測薄膜電晶體技術與研究。兩年的相關研究分配的比重分別為元件的設計相關特性與電路的設計與實現。在第一年裡，初步提高光感特性，製備與舊有製程上相容的元件結構。包括 Source-Gate 型與 Double-gate 或 Partial-Floating-Gate 型的非晶矽薄膜電晶體元件。將所做元件量測資料庫建立後分析新元件光漏電傳導機制，建立光感的評估因子，並嘗試轉化成以元件模型參數表示以便作為後續研究的重要指針。同時試著將新元件光感測區間較高的特性模型處理於電路分析，作為高變動容許度之電路設計的研究基礎，用以改善修正基礎電路模型的操作狀態及各種溫度與照光下的電路特性。在第二年的規劃上，就先前分析新元件光感與溫度電性等設計經驗，建立新型設計模擬技術。評估新型設計模擬技術的電路，提高面板的價值，目前初步的構想會用前一年高光感性元件特性的結果設計 **新型自我調變 (Novel Self-Modulated)** 的光感測電路。如圖五所示，高光感測元件在不同的操作區域 (ON/OFF region) 對應不同的光強度各有不同的偵測效能。以 ON region 為例，元件在小光強度有較高的光感性，而隨著光強度增加，光感性因此而降低。我們可針對此一特性設計偵測電路，在不同的照光條件下用個別電路讀出精準的偵測值(低光強度採用元件的開狀態，而高光強度則切換用元件關狀態來判讀)，有機會因此達到 Wide Dynamic Range 的光感測操作電路。

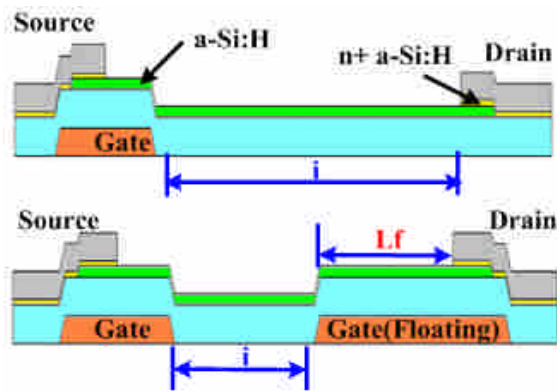


[圖五]不同偏壓操作下，照光與光電流的關係圖，元件操作在 (a)開狀態 (b)關狀態。

而在擴大應用上，第二個可能的應用的電路在於利用 Partial-Floating-Gate 型的非晶矽薄膜電晶體元件做 **正照與背照光的光感測系統**，此同樣可整合前電路的優點。最後我們將結合這兩年的技術，使電晶體兼具高光感測、多功能(偵測光源強弱與正照背照系統)的高效能特性，發展『**非晶矽薄膜電晶體的 Sensing System on Panel 的內建電路設計技術**』的前瞻性元件，以適用於系統面板元件的整合技術中。最後我們將會發展一套理論模型，透過各種電性量測、參數萃取與理論模擬，探討此前瞻顯示元件的可靠度機制、光感效應等。本計劃的詳細進行步驟如下所敘：

● 進行步驟：

1. 製備與舊有製程上相容的元件結構的非晶矽薄膜電晶體，包括 Source-Gate 型與 Double-Gate 或 Partial-Floating-Gate 型如圖六的非晶矽薄膜電晶體元件。



Structure	Process Condition
Source-Gate	W/L=100/5 ; 500/5 um i= 5 ; 12; 30 um
Double-Gate	W/L=100/5 ; 500/5 um i= 5 um(Lf=5 ; 12; 30 um) i= 12 um(Lf=5 ; 12; 30 um)

[圖六] Source-Gate 型與 Double-gate (Partial-Floating-Gate)型的非晶矽薄膜電晶體元件。

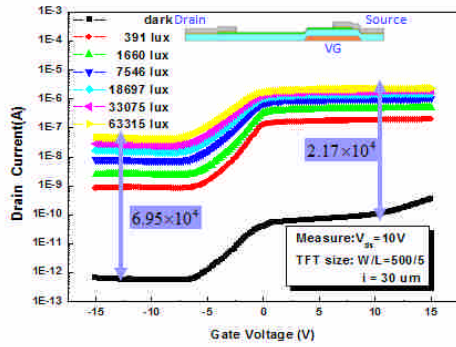
2. 照光與變溫作元件可靠度的量測，分析新結構非晶矽薄膜電晶體的光劣化效應 Staebler-Wronski Effect 以及 Bias-Temperature Stress 等偏壓操作做定性分析，以及物理機制與元件模型建立。就改善舊有系統的應用層面上，藉由設計元件類型與製程因子，使與之不會跟舊有系統可靠度相差太多(但光感特性會好很多)。
3. 根據光電流電性機制，設定出符合物理的電路模擬元件模型參數組於所設計的三種結構中，其中對於相關功能(Partial-Floating-Gate 於背光偵測)加以評估其適用性。
4. 利用軟體模擬技巧，同樣對所設計的三種結構萃取元件特性模型參數，進行各種基礎電路性能模擬。

(三) 結果與討論

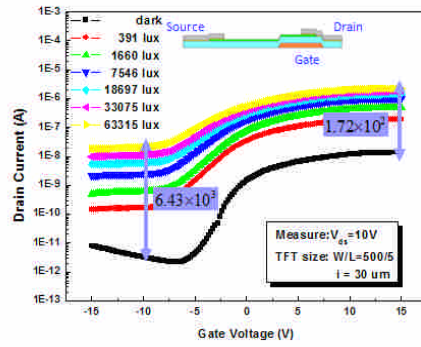
- 說明：在過去一年中，我們研究探討將非晶矽薄膜電晶體製成感光元件，並嘗試將其應用於顯示器等光電產品中。比較傳統型，Source-Gate 型與 Double-gate 或 Partial-Floating-Gate 型，間隙型非晶矽薄膜電晶體具有相同於現今傳統型非晶矽薄膜電晶體的製程，同時具有較佳的光感測範圍及敏感度，且它可在電晶體開狀態下具有光感測的特性，此特性解決傳統型非晶矽薄膜電晶體，只能在關狀態下感光的缺點。開狀態下較高的電流，提供較佳的感測品質並降低後端放大電路的成本。然而，當間隙型非晶矽薄膜電晶體應用在具有背光源產品時會受到背光照射影響，因此，我們討論元件在背光照及正光照下的行為。此外我們考慮多種可能會造成元件感測誤差的多種因素，並對各種因素做詳細的討論，包括元件間變異性，溫度，及非晶矽材料光電流衰退效應(Staebler-Wronski Effect)等。而針對各種不可忽略的誤差，尤以 SW effect 所產生的嚴重誤差，我們提出有效的校正方法加以校正，使非晶矽薄膜電晶體可實現感光功能的應用，並做為往後電路設計與測試的參考。

➤ 結果與建議

首先，由於所使用的間隙型非晶矽薄膜電晶體為非對稱結構，我們必須確認何種操作模式會具有較佳的感測能力，由[圖七]可知，選擇閘極靠近源極端元件會較閘極靠近汲極端的元件具有更廣的感測範圍。由圖中可知間隙型非晶矽薄膜電晶體，在元件開及關狀態都具有感光效應，若將元件操作在開區域，較大的開電流將可大幅增加我們將非晶矽電晶體實際應用作為感光元件的機會。而在詳細討論之前，須先說明以下的研究結果，是以將光偵測器偵測環境光為主，進而輔以探討光偵測器實際上應用會遇到的問題，因此下列討論將以正光照射間隙型非晶矽薄膜電晶體作為研究對象。



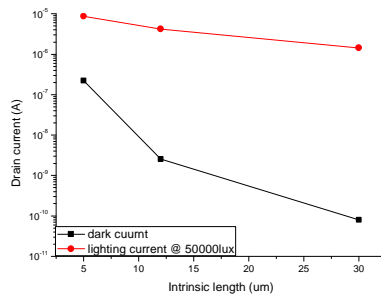
(a)



(b)

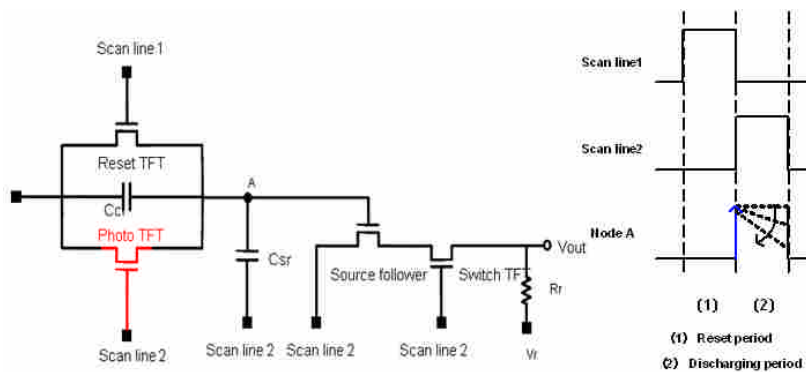
[圖七] 操作在(a)閘極靠近源極 (b) 閘極靠近汲極時，間隙型非晶矽薄膜電晶體在正光下的 I_dV_g 特性圖

此外，間隙型非晶矽薄膜電晶體中間隙(本質)長度也是需要被確認的，如[圖八]所示，較長的間隙長度可得到較小的暗電流強度，此原因是由於較長的間隙長度代表載子通道間存在更大的電阻，降低了電流值；然而因為間隙區亦為元件照光時產生電子電洞對的區域，使得電阻的影響在照光時較不顯著。而 gate 靠近 source 的元件會在間隙區產生大電場，使得載子可以有有效的被收集形成光電流。

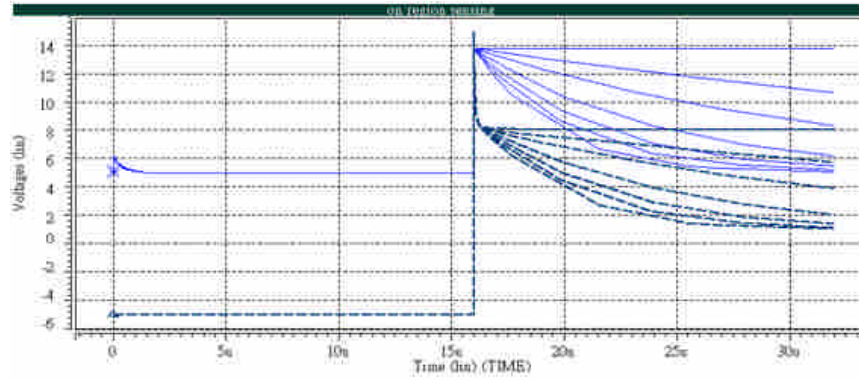


[圖八] 在照光與未照光時，汲極電流與間隙長度間的關係圖

確認上述的元件特性後，我們針對元件操作在開區域，設計感測電路如[圖九]所示，此電路分為感測區及讀取區：感測區為 2T2C 結構，除了一個間隙型非晶矽薄膜電晶體作為感光元件外，我們另設置一個電晶體用於重新設定電壓準位；讀取部分是利用源極隨耦器設計而成，其時序控制及感測結果則如[圖十]。由[圖六]可知， V_{out} 將會隨不同照光強度而有不同的放電速度，我們可以依據此放電速度來判斷照光強度為何。

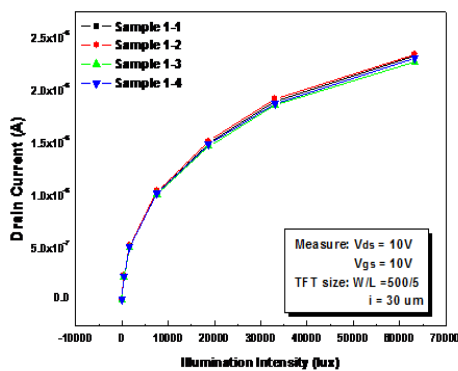


[圖九] 以間隙型非晶矽薄膜電晶體作為感光元件的感測電路及其時序圖

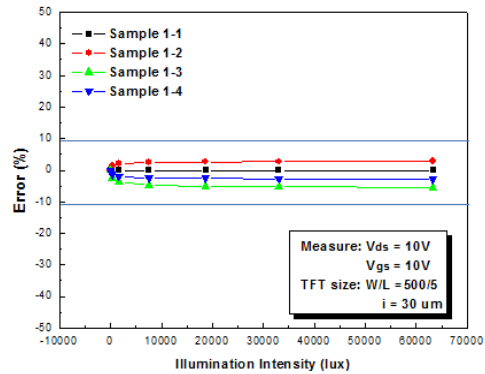


[圖十] 圖九感測電路的感測結果

有了量測電路可進行量測工作後，接著我們分析可能會造成元件感測誤差的因素，包括：元件間變異性[圖十一]，溫度影響[圖十二]，背光的影響[圖十三]及長時間照光行為等。[圖十一](a)表示相同製程下，不同元件相對不同光照強度的特性圖，[圖十一](b)表示不同元件對量測結果所造成的誤差，其顯示誤差值將不會超過電路正負百分之十的可容許誤差範圍。



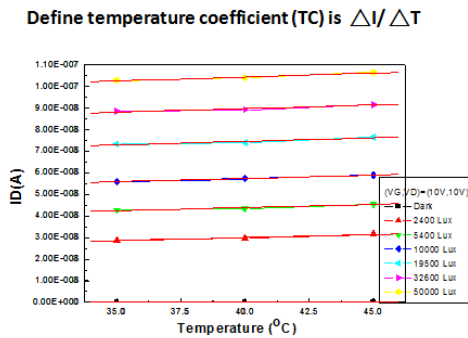
(a)



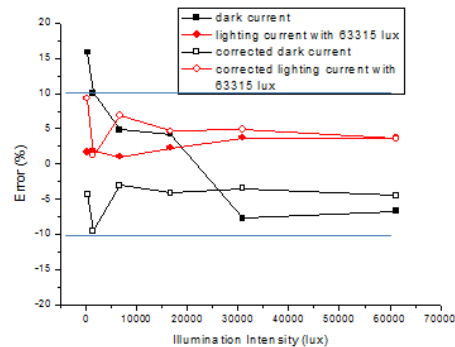
(b)

[圖十一] (a) 相同製程、不同元件間照光下的特性圖 (b) 元件變異性所造成的誤差

而觀察[圖十二](a)可知，汲極電流會與溫度成正相關，我們利用此線性相關來校正溫度所造成的誤差，使之亦降至我們所允許的正負百分之十誤差範圍內。



(a)

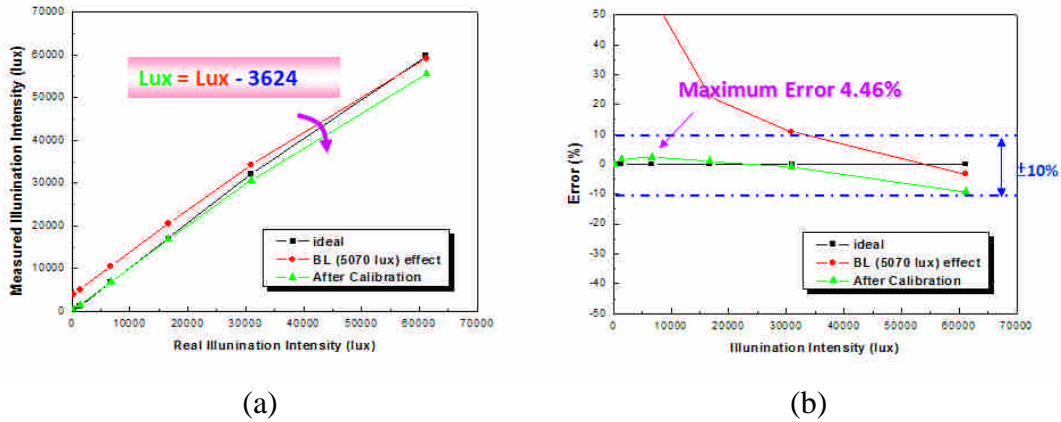


(b)

[圖十二] (a)在不同照光強度下元件電流-溫度關係圖 (b) 溫度影響下元件校正前後誤差分布圖

為考慮光感測器應用於顯示器面板中，我們檢視有背光影響下光感測的誤差。[圖十三](a)

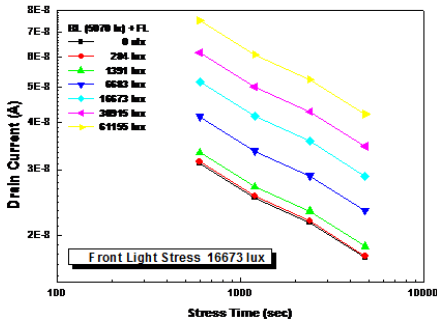
顯示在固定背光照射下，會使正光量測產生一個 2634 Lux 的偏移，我們將其扣除得到校正後的量測值。由[圖十三](b)可見，校正後的弱光感測誤差將可大幅降低，而強光誤差將只些微上升，但仍為容許範圍內。



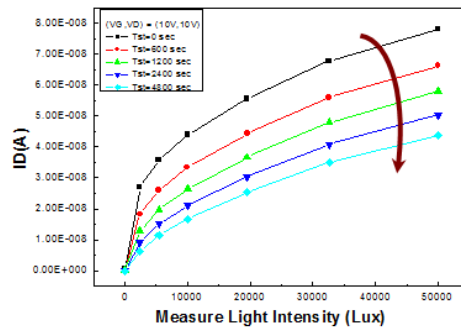
[圖十三] (a) 背光下光感測的補償關係 (b) 背光影響下，校正前後的誤差分布圖

最後我們討論間隙型非晶矽薄膜電晶體在長時間照光下的衰退行為，即 Staebler-Wronski Effect。在過去的文獻中，SW effect 造成非晶矽材料在光應用上極大的困難，較廣泛的解釋原因為光激發的電子電洞對，在傳輸的過程中將非晶矽材料中的氫化鍵打斷而產生斷鍵，產生的斷鍵捕捉載子而降低光電流。

實驗中，我們長時間對元件正面照光並觀察其電流衰退情形，如[圖十四]所示。[圖十四]顯示在相同的正光照射後，元件對不同光強所產生的衰退趨勢是相同的，其兩道不同光之間的關係式可表示為 $I_{FLA}(0) = I_{FLB}(0) * (I_{FLA}(t) / I_{FLB}(t))$ 。在實用上我們可以利用一個已知的光源 $I_{FLA}(0)$ 當作參考光，由此參考光在不同使用時間下衰退的程度 $I_{FLA}(t)$ ，及同一時間量測到的另一道光 $I_{FLB}(t)$ ，來回推其光強 $I_{FLB}(0)$ 。我們可使用此校正法，校正正面照光所導致的 SW effect。

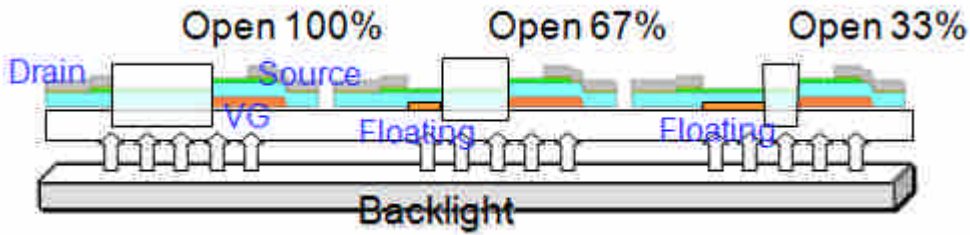


[圖十四] 在固定正光強度 16673lux stress 下 電流隨 stress 時間衰退的關係



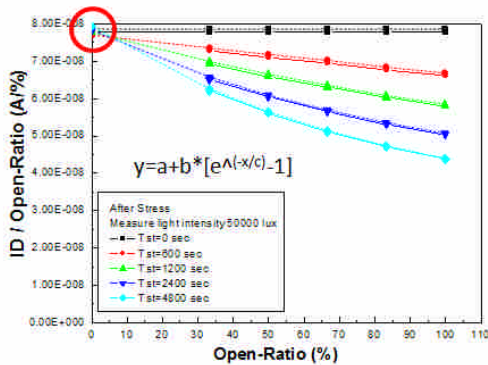
[圖十五] 在固定 19160 lux 的光強照射不同時間後，電流與照光強度的關係圖

考慮當光感測元件應用在顯示器時，感測元件會遭遇顯示器背光不斷的照射，而面臨 SW effect。為研究此課題，我們使用一個固定 19160 lux 的光強做背面照光，並在[圖十五]中檢視在不同背光強度照射下，汲極電流對光照射時間的關係。圖中可見汲極電流的確隨時間有明顯的下降。

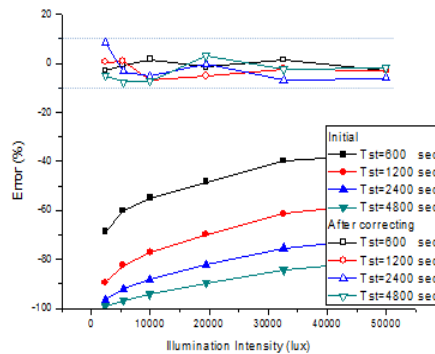


[圖十六] 不同 open ratio 之結構圖

因應此現象，我們提出一種新式結構，增加一個 floating 的閘極金屬用來控制間隙可透光的範圍。首先先定義元件間隙區完全透光者，稱為 open 100%；間隙區可透光三分之二者，稱為 open 67%；間隙區可透光三分之一者，稱為 open 33% [如圖十六]。由於汲極電流衰退的程度與透光的區域大小有關，為取得一個定量的參數，我們特別取出相同照光強度下，將汲極電流 ID 除以 open ratio 可得到參數 y ($y = ID / \text{open ratio}$) [圖十七]，固定的背光照時間下，當 open ratio 越大時，對應到的電流衰退越嚴重。然而我們可以從 [圖十七] 得到同一照光時間下，ID/open ratio 值 (y) 與 open ratio (x) 之關係為 $y = a + b * [e^{-x/c} - 1]$ ，並往回推至對應到 open 0% 的點，此點代表著背光照不到主動層的情況。合乎想像的是，不管是哪個光照時間的曲線，都可藉由不同 open ratio 元件所對應的 y 值，回推至 open 0% 點。利用 [圖十七] 的現象及公式，可以使得任何因固定光強照射，致使間隙型非晶矽薄膜電晶體光電流的衰退獲得校正。[圖十八] 顯示在未校正 SW effect 的影響前，誤差值有時遠超過百分之百；利用上述的校正法，已可將其影響大幅降至正負百分之十內，使非晶矽薄膜電晶體在顯示器上的應用出現契機。



[圖十七] 在量測光強度 5000lux，不同背光照時間時，ID/Open Ratio 與 Open Ratio 的關係



[圖十八] 利用不同 Open Ratio 元件正前後的誤差分布圖

成果自評

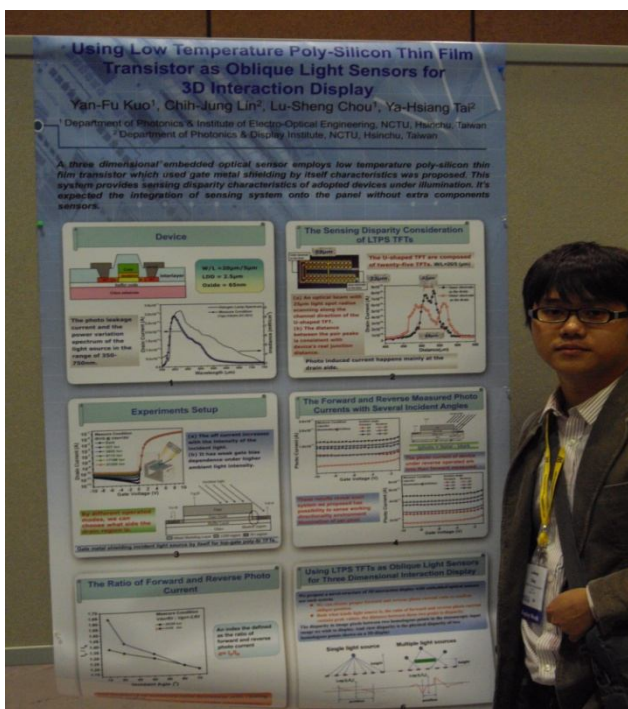
綜觀而言，本次結果包含三大部分：首先，我們建立間隙型非晶矽薄膜電晶體的最佳的操作模式，使其具有較大的光感測範圍及結果，並建立有關電晶體作為感光元件所需的資料庫。其次，為了讓元件可以操作在元件開區域，而有較大的感測電流，我們針對元件開區域設計其感測電路，利用不同光照時，放電速度的不同來區分照光強度。最後在有了元件及電路的分析後，我們將討論放於系統的穩定性，包括元件間的變異性，溫度影響，背光影響，及 SW effect 等。除了元件變異性本身影響較小外，其他的因素均不可忽略。除了提出對溫度及背光的校正外，另外針對正光及背光 SW effect：我們提出利用校正式，來校正正光所造成的電流衰退；及不同的 open ratio 元件，透過適當的擺放來校正因為背光長時間照光，所產生的光電流衰退現象。在解決 SW effect 後，非晶矽薄膜電晶體作為光感測器的應用才有實現的機會。

出席國際學術會議心得報告

計畫編號	NSC 98-2221-E-009-014
計畫名稱	非晶矽薄膜電晶體作為光感測元件及電路之研究
出國人員姓名 服務機關及職稱	周祿盛/交通大學/博士生
會議時間地點	May 23 - May 28, 2010
會議名稱	Society For Information Display
發表論文題目	Using LTPS TFTs as Oblique Light Sensors for 3-D Interaction Display

一、 參加會議經過

五月二十一日由台灣出發，到會議所在地西雅圖為當地二十一日晚間，隔日參訪由 SID 大會所推薦的當地景點如 Space Needle, Science center 等，並事先探尋會議舉辦場地, Seattle Convention Center。在二十四日報到後，便前往 Oral section 會場，本次 Oral section 共分 80 個 sections，其間我參加了 3D TV and Video and Touch Technology 等相關報告，同時我也聆聽了同是實驗室研究領域，與顯示器驅動電路相關的 section， Active Matrix Integration，並將所得帶回給實驗室同學一起分享。依照表訂的二十七日下午為海報展示時間，我們此次海報的 post section 位置在 Section 1, 3D 內，在海報展示期間除了與多位先進討論對於我們文章的指教外，也觀看了在同 section 中其它的作品，從 3D 放在 Section 1，甚至於展場內各家大廠積極展示在 3D 顯示器上的產品都可以看得出來，3D 議題絕對是今年甚至未來顯示器發展的重點之一。



二、 與會心得

第一次出國就是去參加研究領域中的頂尖研討會，除了體驗台灣以外的文化及生活環境外，最重要的還是對於研究領域中專業知識的獲得。其中對於” Analysis on AC Stress-Induced Degradation Mechanism of Amorphous Indium-Gallium-Zinc-Oxide Thin Film Inverters ” 一文中，Amorphous IGZO 元件中載子移動率較一般 a-Si TFT 大，其用來製作電路有很大的益處，文章針對元件會實際操作的 AC 模態進行分析，其結果對於產品應用上會有很大的參考價值。

而另外一個大收穫是在展場上，除了各家大廠令人驚艷的最新技術外，還可以從展場中了解現在業界專注研究的方面及未來的趨勢為何。很顯然的 3D 技術絕對會是近幾年市場上最受矚目的項目之一，而支援多點觸控技術更已進展到可同時偵測超過 20 個觸控點。而另外一個令我印象深刻的產品是 LG 展示世界最薄的顯示器，雖然尚無法量產，不過現場展示依然令人驚訝。此外，在綠色能源的議題下，只需要接上 USB 接頭便能驅動的產品也吸引了很多的目光。





三. 攜回資料名稱及內容

本次參與SID會議攜帶回論文集光碟一份，將提供台灣沒有參與的實驗室夥伴有機會閱讀國外研究的論文，還有展覽會場拍攝的一些展示照片，也提供台灣的夥伴有機會了解業界的動向與發展，能夠有這樣的機會到國外參加會議是一次很好的歷練，很感謝國科會給予的補助，相信此經費也可助於日後的相關研究與發展。

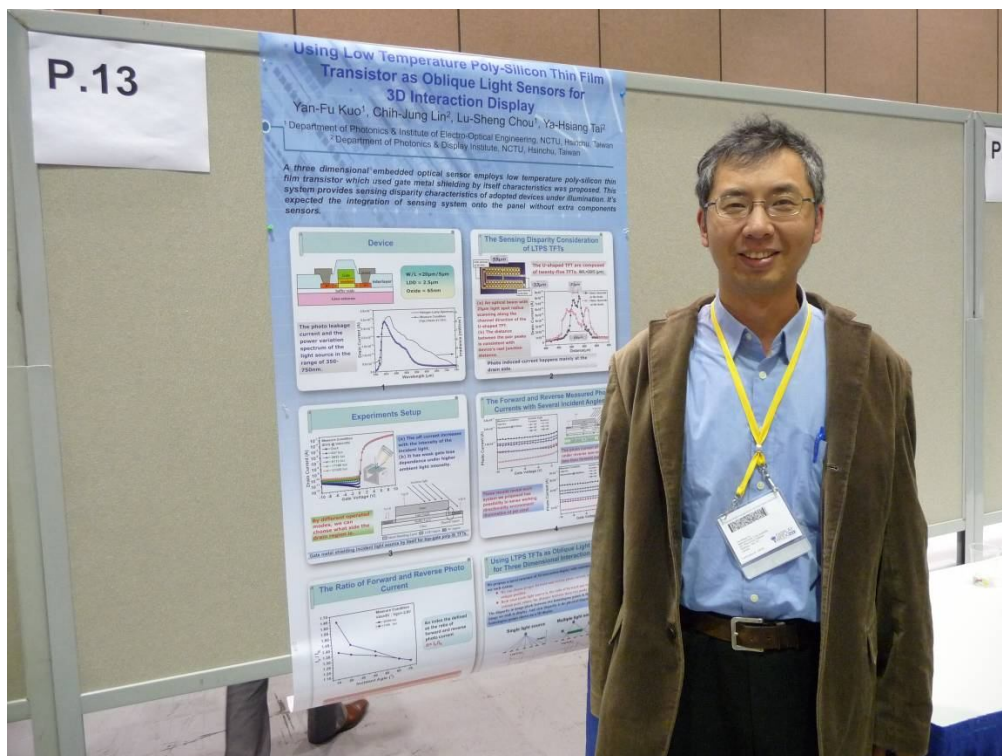
SID'10 出國心得報告

報告人：交大光電系副教授 戴亞翔

一、參加會議經過

這次所參加的會議為 SID(Society for Information Display, 國際資訊顯示學會年會) 所主辦的 2010 年國際顯示科技研討會，於 5 月 24 日~5 月 28 日在美國西雅圖舉行，參加此會議對我們從事顯示器相關研究領域的人而言，除了可以接觸到不同領域中最新的研發成果及未來的研究趨勢，更可以與世界各地研究顯示器技術的高手進行面對面的交流，獲益甚多。

- 5/24 晚間抵達西雅圖，規劃要聽取的研究相關的論文報告，註記想要問作者的問題。
- 5/24-5/28 的 Symposium 期間，共聽取了 Active-Matrix Integration, Color Sequential, Novel Power Reduction, Novel Pixel Design, Touch-Technology Development, Multi-Touch Systems & Developments, Display Embedded Touch Solutions, AMOLEDs I & 等口論文發表。
- 本人為 SID Program committee 之 Display Electronics Subcommittee 的一員，於 5/26 上午 7:00 參加 Program committee 會議，開始籌備 SID 2011 的相關工作。
- 5/27 在會議的 POSTER SESSION 中，由本人指導的碩士生郭彥甫等人發表論文編號 P.13: *Using Low-Temperature Poly-Silicon Thin-Film-Transistor as Oblique Light Sensors for 3D Interaction Display*; 有許多與會者對我們所發表的論文內容很有興趣，問了許多深入的問題，與我們作了充分的討論，我們也從他們的回應更確認我們研究方向是正確的。



- 在會議期間抽空參觀會議展覽，來自韓國的顯示器大廠 Samsung 和 LG 都有較大

規模的展出，雖然沒有令人驚奇的突破性技術展示，但在 AMOLED TV 的商品化腳步上，的確顯示出很大的決心，可惜是台灣面板大廠 AUO 或 CMO 等皆未參加。

二、 與會心得

此次會議的主要目的是報告本實驗室所發表之論文為壁報論文編號 P.13，以及參加 Program committee 會議。在此國際性大型會議進行發表，能和與會的專家學者們進行更深一層的討論，提高台灣及本校在國際間研究的知名度與能見度，許多參觀者提出了問題，並討論未來可以繼續研究的方向與在應用上可能的發展，對我將來在進一步的研究極具助益。

Samsung 在這次的研討會中宣示了進軍 AMOLED TV 的決心，Sony 也展示了可撓式 AMOLED，可見接下來 AMOLED 會是眾所矚目的研發重點。另外，3D 互動螢幕也是未來各家公司的研究重點，在 Microsoft 的積極投入之下，其發展亦值得密切關注，本次本人實驗室所發表的論文即與此有關，更確定我們研究方向的正確性。

無研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：戴亞翔		計畫編號：98-2221-E-009-014-					
計畫名稱：非晶矽薄膜電晶體作為光感測元件及電路之研究							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	1	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	2	0	100%	人次	
		博士生	1	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	2	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

已投稿一篇論文至 Journal of Display Technology(in revision)；另有一篇論文準備中
一件專利已通過交大智產組提案

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

我們依據提案書針對 Source-Gate 型與 Double-gate 或 Partial-Floating-Gate 型的非晶矽薄膜電晶體元件進行研究，依據研究成果顯示 Source-Gate 型具有較佳的感測範圍及光敏感度，故選擇 Source-Gate 型元件作為詳細研究的對象。計畫期間完成了 Source-gate 非晶矽薄膜電晶體，正照及背照光的資料庫，依據資料庫參數設計電路，達成了計畫書所設定的進度目標。不僅如此，為使元件特性資料庫完備，我們更考慮多種實際應用會遭遇的困難，及提出解決辦法。研究成果成功校正，非晶矽薄膜電晶體應用在光感應上所遭遇的最大難題, SW effect。可讓現今面板廠在不更動現有製程下，將非晶矽薄膜電晶體置於面板中做為感光元件，使面板整合具備動態調整背光之能力，確保在不同環境光及背光下均具有絕佳的畫質，且可降低顯示器所耗功率，達到綠色能源之目的，此非晶矽薄膜電晶體作為光感測器亦可應用在其他光電產品中，如光學式觸控式面板及掃描器等。此外，我們更考慮多種實際應用會遭遇的困難，提出解決辦法，以利用面板技術成熟的優勢將產品功能多樣化。使提出之感測電路盡可能與現今面板製程相容，考慮布局讓開口率的損失達到最小等，使研究成果能對產業界提供實質的貢獻，讓產品更具競爭力。