

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

新穎具記憶能力之有機光電晶體之物理機制探討、感測能力提升、新結構發展以及在軟性光感測陣列之應用
研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型

計畫編號：NSC 99-2628-E-009-010-

執行期間：99年08月01日至100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：冉曉雯

公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 100年10月31日

中文摘要： 本計劃將深入研究有機光電晶體的原理，同時將結合有機光電晶體和有機光二極體的感應原理，提出新型的有機光感應元件。本計劃將使用並五苯環有機薄膜電晶體(OTFT)的製程架構，在第一部分的研究中，將延伸本研究群的先期研究，也就是我們已經發現利用電場調控可以使 OPT 具有很大的光靈敏度(photo responsivity)，但是相關此效應的物理機制還需要更深入的分析與探討，同時，從目前的研究成果看到，OPT 的光靈敏度主要來自於光產生的電子被缺陷捕捉，造成元件臨界電壓漂移，從而在固定閘極偏壓下，元件的光電流大幅上升。然而，此缺陷捕捉效應具有很長的反應時間，這限制了 OPT 在快速光感測陣列中的應用。因此本團隊將在第一部分研究中，設計實驗深入探討 OPT 光感測的機制；第二部分開始進行製作本團隊提出的新穎元件結構，來大幅增加 OPT 的光感測速度，也就是將在 OTFT 結構中加入 donor-like 和 acceptor-like materials' 異質介面' 來有效且快速的拆解照光產生的激子(exciton)，預期可以提出快速且靈敏的有機光電晶體，同時，讓 OTFT 和 OPT 可以在單一製程上完成，大幅提升此技術的價值。第三部分的研究，將把此新穎結構延伸到結合有機半導體和無機非晶金屬氧化物材料，形成 hybrid phototransistor，預期利用無機非晶金屬氧化物的高電子遷移率，可以更進一步提升元件反應速度。

英文摘要： In this project, we investigate the mechanism of organic phototransistor and propose a novel device structure to form a fast-response sensitive organic phototransistor (OPT). The novel structure combines the merits of organic photo diode and organic thin-film transistor. It can be fabricated together with OTFT and provide fast response by effectively separating excitons into electrons and holes. In the first section, we design a series of experiment to investigate the mechanism of OPTs. We fabricate pentacene-based organic thin-film transistors (OTFTs) with gate dielectric treated by various kinds of polymer materials. The polymer materials are used to improve pentacene growth and to serve as electron trapping layer under illumination. Then, the photoresponsivity, photo-induced threshold voltage shift, and bias-stress effect of OTFTs with various trapping layers will be analyzed under the irradiation of light with different wavelength and intensity. In the second year, a novel OPT with enhanced trapping layer formed by an acceptor-like material will be fabricated and characterized. With the interface between the donor-like active layer and the acceptor-like trapping layer, light-induced excitons will be effectively separated into electrons and holes. It is proposed that the novel structure can enhance photoresponsivity and, more importantly, enhance the photo response speed. The sensing and recovering behavior will be characterized and the frequency response of the novel OPT will be measured. In the third year, we

plan to do two things. 1. Extend the novel OPT into a hybrid OPT that utilize amorphous metal oxide as the trapping layer to contact with organic donor-like active layer. The high electron mobility of amorphous metal oxide material may further enhance the response speed. In this project, we propose and verify a novel OPT and deeply investigate the mechanism of OPT. It is believed that the output of this project facilitate the development of organic electronics including flexible display with touch panel, flexible scanner, large-area low-cost camera, and many kinds of organic sensors.

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

新穎具記憶能力之有機光電晶體之物理機制探討、感測能力提升、新結構發展
以及在軟性光感測陣列之應用

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫
計畫編號：99-2628-E-009-010-
執行期間：2010年 08月 01日至 2011年 07月 31日

計畫主持人：冉曉雯 副教授
計畫參與人員：陳蔚宗、蔡武衛、高士欽、薛琇文、古明哲

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：
 赴國外出差或研習心得報告一份
 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、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

執行單位：

中 華 民 國 100 年 10 月 31 日

(一) 計畫中文摘要。

本計畫將深入研究有機光電晶體的原理，同時將結合有機光電晶體和有機光二極體的感應原理，提出新型的有機光感應元件。本計畫將使用並五苯環有機薄膜電晶體(OTFT)的製程架構，在第一部分的研究中，將延伸本研究群的先期研究，也就是我們已經發現利用電場調控可以使OPT具有很大的光靈敏度(photo responsivity)，但是相關此效應的物理機制還需要更深入的分析與探討，同時，從目前的研究成果看到，OPT的光靈敏度主要來自於光產生的電子被缺陷捕捉，造成元件臨界電壓漂移，從而在固定閘極偏壓下，元件的光電流大幅上升。然而，此缺陷捕捉效應具有很長的反應時間，這限制了OPT在快速光感測陣列中的應用。因此本團隊將在第一部分研究中，設計實驗深入探討OPT光感測的機制；第二部分開始進行製作本團隊提出的新穎元件結構，來大幅增加OPT的光感測速度，也就是將在OTFT結構中加入donor-like和acceptor-like materials”異質介面”來有效且快速的拆解照光產生的激子(exciton)，預期可以提出快速且靈敏的有機光電晶體，同時，讓OTFT和OPT可以在單一製程上完成，大幅提升此技術的價值。第三部分的研究，將把此新穎結構延伸到結合有機半導體和無機非晶金屬氧化物材料，形成hybrid phototransistor，預期利用無機非晶金屬氧化物的高電子遷移率，可以更進一步提升元件反應速度。

關鍵字：並五苯環、光電晶體、可撓式基板

(二) 計畫英文摘要。

In this project, we investigate the mechanism of organic phototransistor and propose a novel device structure to form a fast-response sensitive organic phototransistor (OPT). The novel structure combines the merits of organic photo diode and organic thin-film transistor. It can be fabricated together with OTFT and provide fast response by effectively separating excitons into electrons and holes. In the first section, we design a series of experiment to investigate the mechanism of OPTs. We fabricate pentacene-based organic thin-film transistors (OTFTs) with gate dielectric treated by various kinds of polymer materials. The polymer materials are used to improve pentacene growth and to serve as electron trapping layer under illumination. Then, the photoresponsivity, photo-induced threshold voltage shift, and bias-stress effect of OTFTs with various trapping layers will be analyzed under the irradiation of light with different wavelength and intensity. In the second year, a novel OPT with enhanced trapping layer formed by an acceptor-like material will be fabricated and characterized. With the interface between the donor-like active layer and the acceptor-like trapping layer, light-induced excitons will be effectively separated into electrons and holes. It is proposed that the novel structure can enhance photoresponsivity and, more importantly, enhance the photo response speed. The sensing and recovering behavior will be characterized and the frequency response of the novel OPT will be measured. In the third year, we plan to do two things. 1. Extend the novel OPT into a hybrid OPT that utilize amorphous metal oxide as the trapping layer to contact with organic donor-like active layer. The high electron mobility of amorphous metal oxide material may further enhance the response speed. In this project, we propose and verify a novel OPT and deeply investigate the mechanism of OPT. It is believed that the output of this project facilitate the development of organic

electronics including flexible display with touch panel, flexible scanner, large-area low-cost camera, and many kinds of organic sensors.

Key words : pentacene 、 phototransistor 、 flexible 、 organic

報告內容:

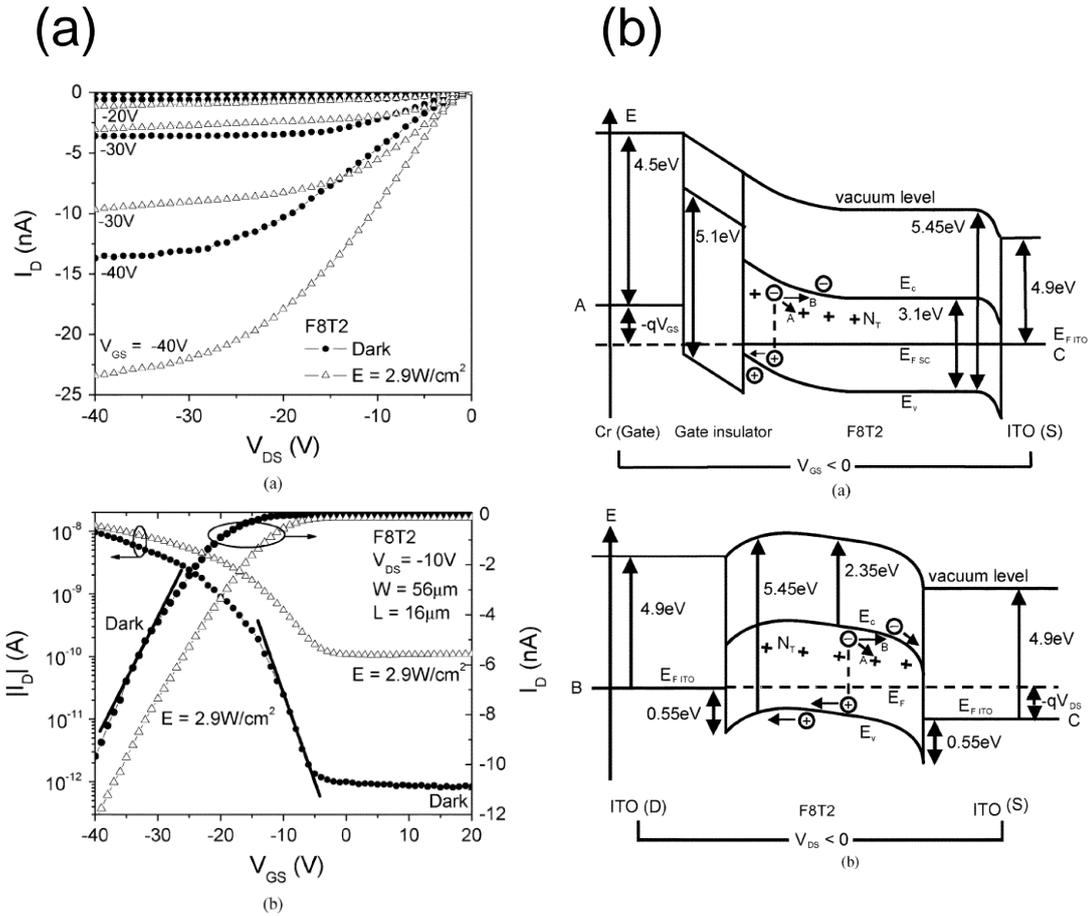
A 研究目的

雖然在本研究群的先期研究中，我們已經發現利用電場調控可以使 OPT 具有很大的光靈敏度(photo responsivity)，但是相關此效應的物理機制還需要更深入的分析與探討，同時，從目前的研究成果看到，OPT 的光靈敏度主要來自於光產生的電子被缺陷捕捉，造成元件臨界電壓漂移，從而在固定閘極偏壓下，元件的光電流大幅上升。然而，此缺陷捕捉效應具有很長的反應時間，這限制了 OPT 在快速光感測陣列中的應用。本團隊提出此研究計畫，就是希望能設計實驗深入探討 OPT 光感測的機制，同時提出新穎元件結構，來大幅增加 OPT 的光感測速度。預期可以提出快速且靈敏的有機光電晶體。

B 文獻探討

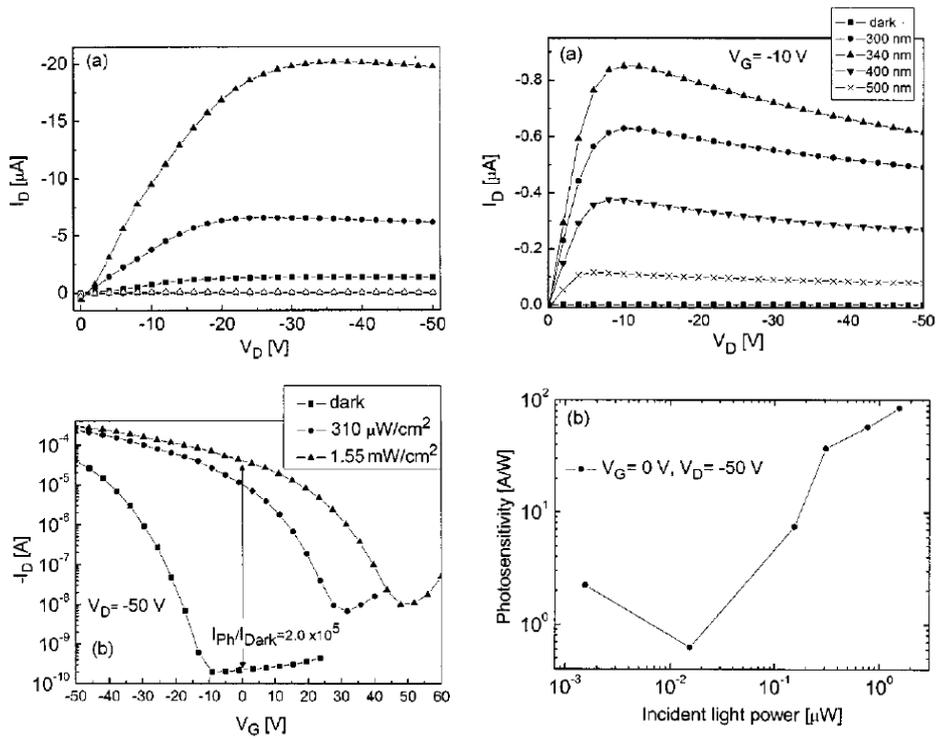
➤ 利用高吸收係數有機主動層提升 OPT 光反應的研究：

在 2004 年 Hamilton *et al.* [1]提出利用 F8T2 作為主動層材料，研究照光對元件電性的影響以及探討光電流產生機制。在下圖一(a)中可以看到，F8T2-based OPT 在照光後電流有明顯上升，但是載子移動率還有次臨界擺幅卻無改變。Hamilton *et al.*認為主要是光在穿透有機層到達絕緣層介面時，會產生光激子且在電場下會解離成電子電洞對造成額外的電流，在圖一(b)是利用能帶圖來解釋光電流的產生機制過程。F8T2-based OPT 的 Photoresponsivity 在白光照射下可以達到 0.7 mA/W。



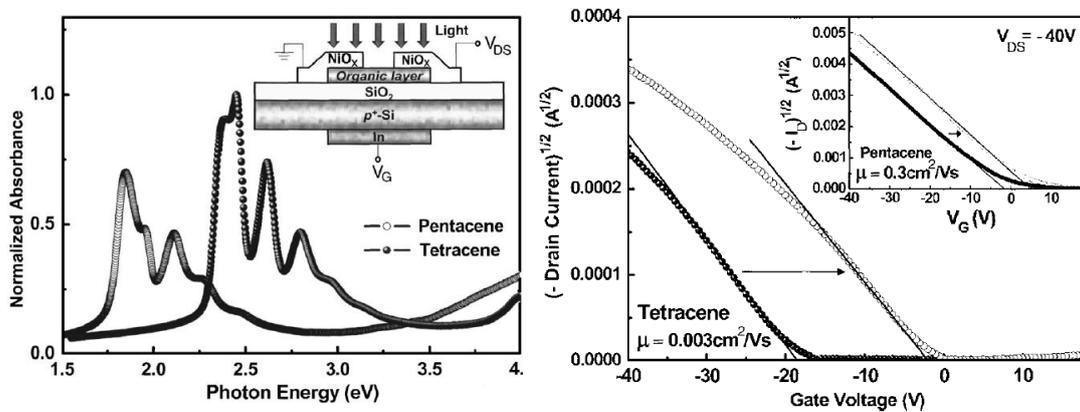
圖一 (a) F8T2-based OPT 之電性圖、(b)相對應之能帶圖。

在 2005 年 Noh *et al.* [2]利用 BPTT 作為 OPT 的主動層材料，OPT 的 Photoresponsivity 在 UV 光(380nm)下可以達到 82 A/W 且 I_{ph}/I_{dark} 達到 2×10^5 。在圖十五二左圖是 BPTT-based OPT 在照光下元件電性的變化。圖二右半圖(a)是照射不同光波長的光源，OPT 電流的改變情形，在圖二右半圖(b)可以看到 Photoresponsivity 會隨光強度上升而上升。Noh *et al.*認為 BPTT-based OPT 的光特性是由於 BPTT 薄膜的能帶寬度以及吸收光譜所主導。



圖二 左半圖 BPTT-based OPT 在照光下元件電性的變化，右半圖(a)是照射不同光波長的光源，OPT 電流的改變情形，圖(b)可以看到 Photoresponsivity 會隨光強度上升而上升。

在 2006 年 Choi *et al.* [3]則提出利用能帶寬度比 Pentacene 小的 Tetracene 來作為 OPT 的主動層材料如圖三。Tetracene-based OPT 的 I_{ph}/I_{dark} 達到 3×10^3 比 Pentacene-based OPT 還要大 100 倍。在圖三可以看到 Tetracene-based OPT 在光的照射下，特性曲線的漂移量也比 Pentacene-based OPT 還要來的大。

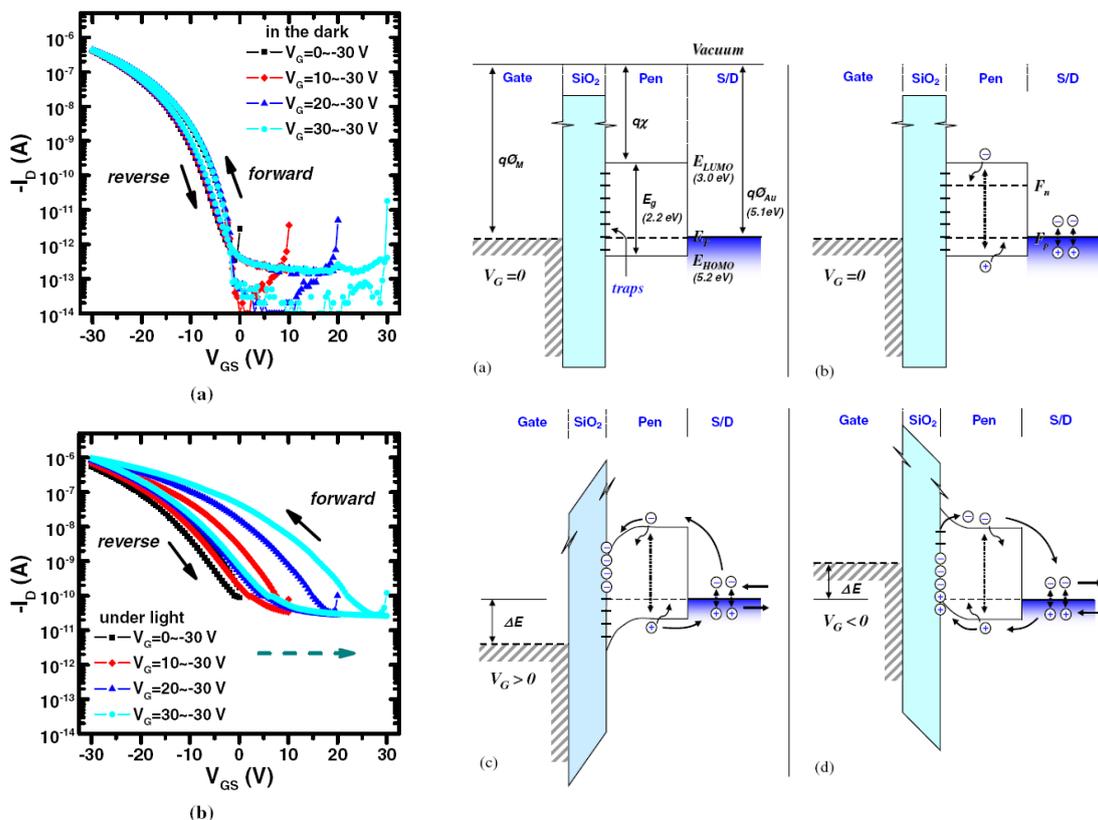


圖三 Tetracene-based OPT 在光的照射下，特性曲線的漂移量。

從先前的研究中可以發現到利用能帶寬度小的材料來作為主動層，OPT 的 Photoresponsivity 和 I_{on}/I_{off} 確實可以大幅提高。但是這些材料的載子移動率卻都無法超過 $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ ，無法作為畫素開關元件或是應用在電路上。

➤ 提出光照之下，具有電場增強效應的臨界電壓漂移行為：

對於有機元件來說 Pentacene 薄膜是具有高載子移動率和高穩定度的材料，雖然光感應能力較弱但是有機會整合到電路中。在 2008 年 Park *et al.* [4]發現光引發的電子電洞會使元件的特性曲線產生遲滯現象，而且會隨操作電壓上升而變大如圖四左半圖。Park *et al.*認為這是因為操作電壓會幫助光電子在絕緣層和 Pentacene 層的介面產生缺陷，在圖四右半圖可以看到 Pentence 能帶在受電場的影響下產生彎曲，而電子和電洞累積的情形。因此 Pentacene-based OPT 在大的正閘極電壓下會有較高的光電流產生。

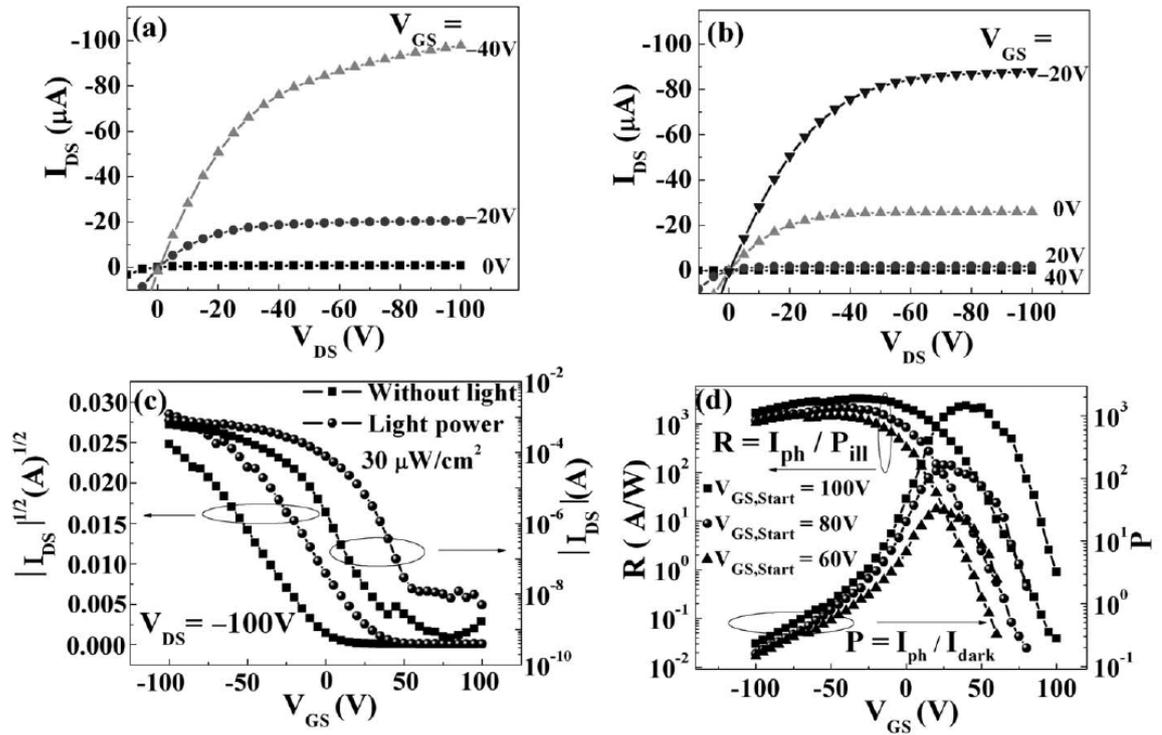


圖四 左半圖為子電洞會使元件的特性曲線產生遲滯現象，而且會隨操作電壓上升而變大，右半

圖為 Pentence 能帶在受電場的影響下產生彎曲，而電子和電洞累積的情形。

➤ 利用新主動層材料同時也提出電場增強效應的研究：

在 2009 年 Guo *et al.* [5] 使用了 ABT 作為 OPT 的主動層材料搭配電場增強效應，在很小的光強度照射下 ($30\mu\text{W}/\text{cm}^2$)，OPT 的 Photoresponsivity 和 $I_{\text{ph}}/I_{\text{dark}}$ 在閘極電壓為 100V 時可以達到 $1000\text{A}/\text{W}$ 和 8×10^2 。在圖五(d)可以看到 Photoresponsivity 隨正閘極電壓上升而變大。



圖五 ABT 作為 OPT 的主動層材料搭配電場增強效應，更由圖(d)可以看到 Photoresponsivity 隨正閘極電壓上升而變大。

References:

- [1] Michael C. Hamilton, Sandrine Martin and Jerzy Kanicki, "Thin-film organic polymer phototransistors", *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 51, no. 6, pp.877-885, June 2004.
- [2] Yong-Young Noh, Dong-Yu Kim, Yuji Yoshida, Kiyoshi Yase, Byung-Jun Jung, Eunhee Lim and Hong-Ku Shim, "High-photosensitivity p-channel organic phototransistors based on a biphenyl end-capped fused bithiophene oligomer", *Appl. Phys. Lett.*, vol. 86, 043501, 2005.
- [3] Jeong-M. Choi, Jiyoul Lee, D. K. Hwang, Jae Hoon Kim, Seongil Im and Eugene Kim, "Comparative study of the photoresponse from tetracene-based and pentacene-based thin-film transistors", *Appl. Phys. Lett.*, vol. 88, 043508, 2006.
- [4] Chang Bum Park, Takamichi Yokoyama, Tomonori Nishimura, Koji Kita and Akira Toriumi, "Threshold voltage shift mechanism in pentacene field effect transistors caused by photo-irradiation", *J. J. Appl. Phys.*, vol. 47, no. 4, pp.3189-3192, 2008.
- [5] Yunlong Guo, Chunyan Du, Chong-an Di, Jian Zheng, Xiangnan Sun, Yugeng Wen, Lei Zhang, Weiping Wu, Gui Yu, and Yunqi Liu, "Field dependent and high light sensitive organic phototransistors based on linear asymmetric organic semiconductor", *Appl. Phys. Lett.*, vol. 94, 143303, 2009.

C 研究方法

第一部分、探討有機光電晶體的光感測能力：

我們會先探討基本的 Pentacene-based OPT 光感應特性以及研究缺陷產生與回復機制，從中找尋提升或控制光感應能力的方法。

第二部分、提升光電晶體之光靈敏度與光感測能力：

此部分主要研究介電層表面特性對於光感應能力的影響以及利用 N-type 有機材料與 P-type 有機材料形成 $p-n$ 介面，可提高光電子的產生機率使 OPT 的光靈敏度提高。

第三部分、提出有機無機複合新穎光感測器：

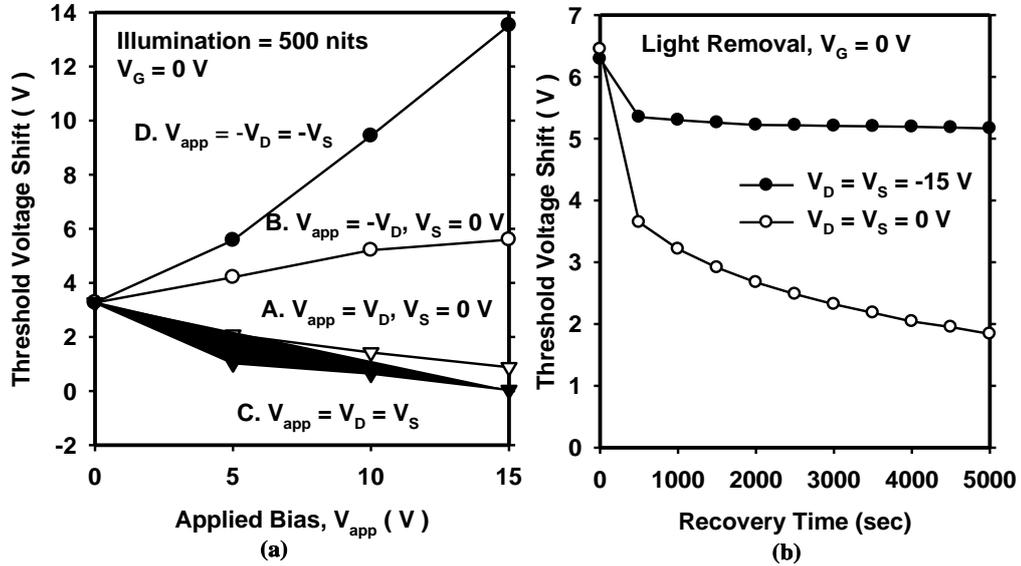
主要的研究重點是延續第二年的概念，我們將電子捕捉層改變成新式複合型金屬氧化物(如 IGZO 等材料)，並且結合有機無機材料提出新穎複合式光電晶體。

D 結果與討論

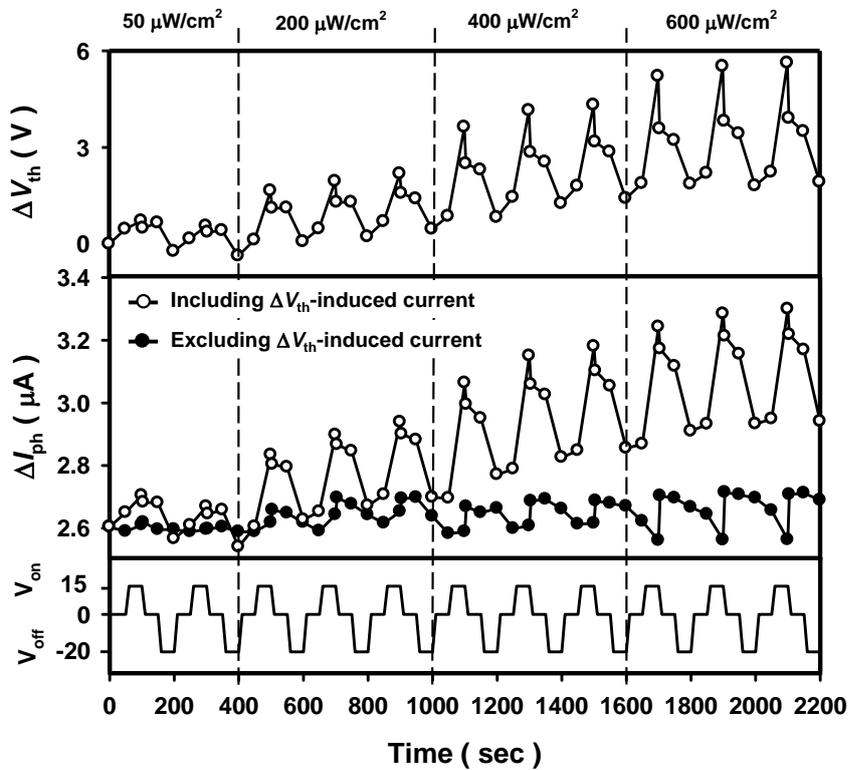
第一部分、探討有機光電晶體的光感測能力

有機光電晶體(organic phototransistor, OPT)，因為具有照光後臨界電壓漂移的特性，所以相較於有機光二極體(organic photo diode, OPD)，OPT 具有更大的光靈敏度(photo responsivity)，加上可應用在可撓基板，與有機電路整合，因此 OPT 的相關研究，包含 OPT 的原理探討，近年來受到重視。本實驗團隊先期研究發現光電晶體特殊的記憶能力，並提出電場增強或抹除光感測能力的新穎元件特性，已經發表期刊論文三篇：*Electrochemical and Solid-State Letters*, vol. 11, no. 8, pp. H222-H225, 2008; *IEEE Electron Device Letters*, vol. 30, No. 7, pp. 721-723, July 2009; *IEEE Electron Device Letters*, Vol. 31, No. 2, pp.135-137, Feb. 2010。OPT 照光下的臨界電壓漂移(ΔV_T)可以受到電場調控，如圖六(a)所示，發現 OPT 在照光的時候，施加不同的源極和汲極電壓(閘極接地)可以將 ΔV_T 從 0 V 調到 13 V，本實驗團隊率先發現，在光關閉之後，如圖六(b)所示，垂直電場的存在可以有效保持 ΔV_T ，提供記憶的能力。縮短元件通道長度，增強前述電場在通道中的影

響率，可以使元件對極弱光($\sim\mu\text{W}/\text{cm}^2$)有明顯反應，而且如圖七所示，此反應具有可反覆寫入抹除的特性，未來可以應用在軟性大型陣列掃描器中。



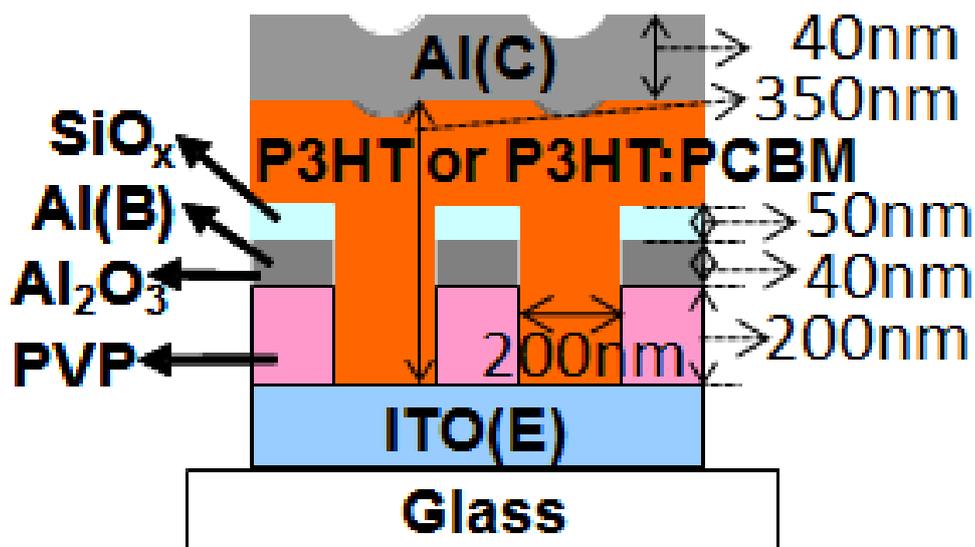
圖六 (a)元件照光的同時施加四種不同的偏壓條件，臨界電壓漂移量 ΔV_T 對偏壓做圖；(b)光移除之後，偏壓移除， ΔV_T 隨時間下降，偏壓若持續施加， ΔV_T 可以被記憶。



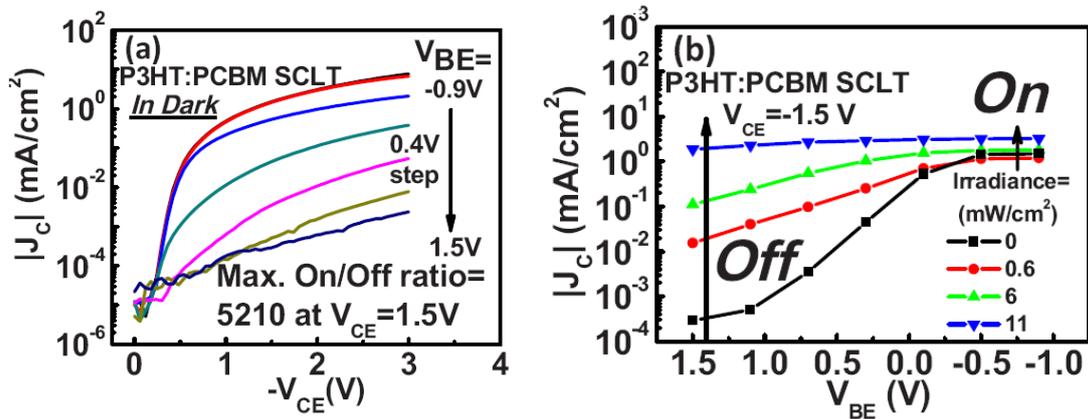
圖七 在不同強度光源下，反覆寫入抹除 OPT 的 ΔV_T 。

第二部分、提升光電晶體之光靈敏度與光感測能力[6]

在這項工作中，我們提出垂直式光電晶體(organic photo transistor, OPT) ([Appl. Phys. Lett. 98, 053305, 2011](#))。此垂直式光電晶體的感測機制為基極的場被屏蔽導致了光倍增的現象。為了去提升這個現象，我們在 P 型高分子材料(P3HT)中摻雜了 N 型材料(PCBM)，進而去提升光子在膜內的拆解的量。我們提出的元件結構如圖八所示。P3HT:PCBM 元件的輸出特性如圖九(a)所示，當元件的基極對射極偏壓(VBE)改變從-0.9 到 1.5 伏特，我們可以觀察到元件操作從開(on-state)到關(off-state)，且最大的開關比為 5000 在集極對射極(VCE)為-1.5 伏特下。然而，目前個開關比還是小於由 P3HT 的元件，主要的原因為摻雜 PCBM 後在集極與基極間會產生漏電的途徑，因此破壞元件的開關比。所以未來我們希望在集極與半導體層間增加一層電子阻擋層(electron blocking layer)進而去降低漏電流。此外，我們為了去維持合理的開關比，我們摻雜的 PCBM 重量百分比相較於 P3HT 僅僅只有 0.1 wt%，因為當我們提升 PCBM 比例時(如到 0.5, 1 wt%)，此時光電晶體就無法正常的操作了。P3HT:PCBM 元件在照光前後的特性如圖九(b)所示，在照光下元件的 VCE 是固定在-1.5V。



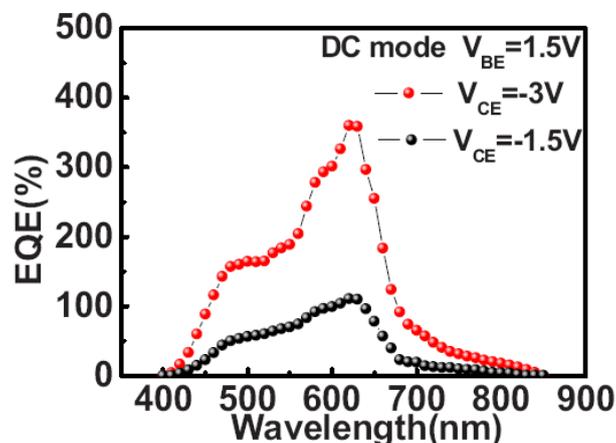
圖八 垂直式光電晶體之結構圖。



圖九 (a) P3HT:PCBM 元件的輸出電流特性，(b)P3HT:PCBM 元件在照光下的特性。

如圖所示，我們可以看到當在照光前，元件有很明顯的開關現象；在照光下，隨著光強度的增加，元件在開與關時的電流都會很明顯的提升，會造成此現象，主要原因就是照光下，基極的場被屏蔽掉進而失去它對通道的控制能力，所以使得元件在照光下且操作在關的情況下，電流可以提升。且當光強度增加至 11 mW/cm^2 時，此時元件在關時的電流已經幾乎等於在開時的電流，因此此時的基極之場已經完全被屏蔽掉。

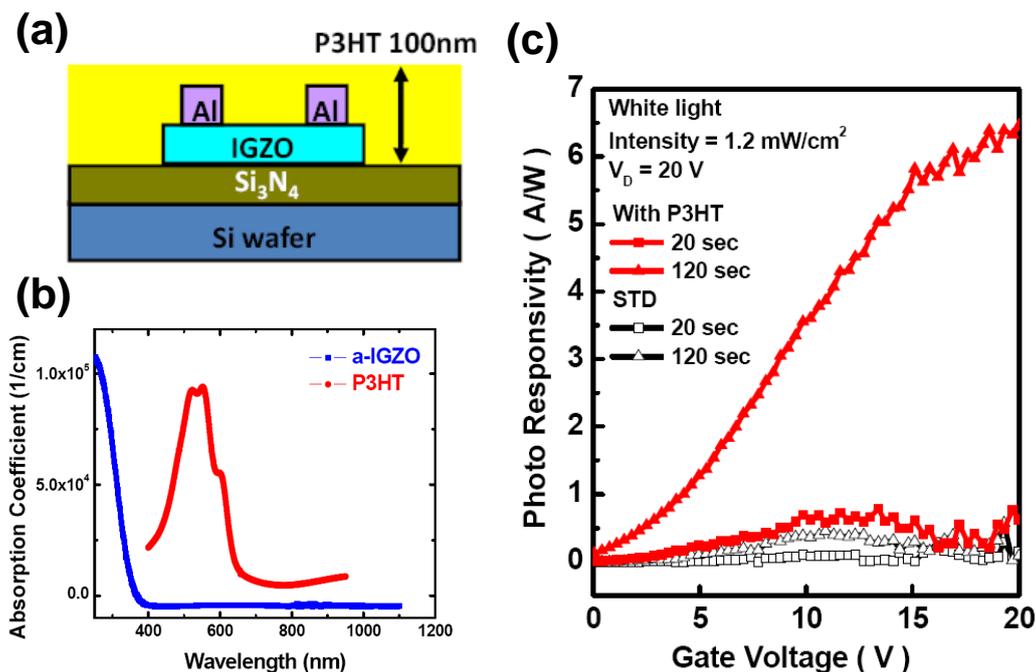
最後我們也去量測元件的外部量子效率的特性如圖十，可以發現我們可以觀察到光倍增(EQE>100)的現象，元件的最大的外部量子效率發生在量測波長為 620nm 由 110% 提升至 360% 當基極偏壓由 1.5 提升至 3 伏特。因此我們發現了新的光倍增的現象，在我們製作的垂直式光電晶體上，這在未來將很有潛力去開發新的光感測器。



圖十 元件的外部量子效率。

第三部分、提出有機無機複合新穎光感測器[7]

在此部分研究中，本研究團隊首度提出一新穎的元件概念，利用無機薄膜電晶體作為信號讀取電晶體，有機材料則作為感測信號來源(*Appl. Phys. Lett.*, **97**, [203506](#), 2010)。如下圖十一所示，使用的電晶體是無機材料非晶銦鎵鋅氧化物半導體(a-IGZO)光電晶體。由於 a-IGZO 能隙大於 3 eV，不吸收可見光，本團隊創新使用有機光吸收層 P3HT(poly(3-hexylthiophene))覆蓋到非晶金屬氧化物半導體薄膜電晶體(a-IGZO TFT)上方，使有機半導體吸收的光載子注入不吸收可見光的 a-IGZO 半導體主動層中，成功製作出第一個具有高光敏性(>6 A/W)的 a-IGZO 光電晶體，由圖十一(c)可看到，若沒有覆蓋 P3HT，a-IGZO TFT 對光信號幾乎沒有反應。此元件為新穎概念，為第一個利用吸光層轉換載子到電晶體主動層的元件，也充分發揮了有機和無機材料的特質。



圖十一 (a) 覆蓋 P3HT 的 a-IGZO TFT 複合元件示意圖(b) 非晶銦鎵鋅氧化物半導體 (a-IGZO) 以及 poly(3-hexylthiophene) (P3HT) 的吸收頻譜圖(c) 有覆蓋 P3HT 和標準元件的光敏特性圖。

E 成果自評

有機薄膜電晶體具有應用於軟性面板、電子書、軟性感測陣列、軟性掃瞄器、RFID、指紋辨識器等商品的潛力，而在這些商品中，快速且靈敏的光感測器是關鍵元件。

本研究計畫的第一部分利用有機薄膜電晶體作為光感測器，有系統的設計實驗，來提升元件的光靈敏度和反應速度，同時深入分析有機薄膜電晶體特有的電場調控光感測能力。

第二部分，我們為了提升光電晶體(organic photo transistor, OPT)的光靈敏度與光感測能力，除了利用垂直式光電晶體結構的基極屏蔽效應得到光倍增現象，並利用P型高分子材料(P3HT)中摻雜了N型材料(PCBM)，進而去提升光子在膜內的拆解的量。

第三部分，我們首度提出一新穎的元件概念，利用無機(非晶銦鎵氧化鋅)薄膜電晶體作為信號讀取電晶體，有機材料(P3HT)則作為感測信號來源，充分發揮了有機和無機材料的特質。

本研究的成果包含對元件物理的基本探討跟新穎元件的開發，而我們也期待自我能繼續努力，相關研究可以引導出更多的創新與發明。研究成果已部分發表於國際期刊如下所列：

Reference:

- [6] “*Vertical polymer phototransistor featuring photomultiplication due to base-field shielding*”, Hsiao-Wen Zan, Wu-Wei Tsai, and Hsin-Fei Meng, APPLIED PHYSICS LETTERS **98**, 053305 (2011).
- [7] “*Amorphous indium-gallium-zinc-oxide visible-light phototransistor with a polymeric light absorption layer*”, Hsiao-Wen Zan, Wei-Tsung Chen, Hsiu-Wen Hsueh, Shih-Chin Kao, Ming-Che Ku, Chuang-Chuang Tsai, and Hsin-Fei Meng,

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/10/31

國科會補助計畫	計畫名稱: 新穎具記憶能力之有機光電晶體之物理機制探討、感測能力提升、新結構發展以及在軟性光感測陣列之應用
	計畫主持人: 冉曉雯
	計畫編號: 99-2628-E-009-010- 學門領域: 光電子材料元件與模組
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：冉曉雯		計畫編號：99-2628-E-009-010-					
計畫名稱：新穎具記憶能力之有機光電晶體之物理機制探討、感測能力提升、新結構發展以及在軟性光感測陣列之應用							
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	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（本國籍）	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%		
國外	論文著作	期刊論文	2	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	2	0	100%	人次	
		博士生	3	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）

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）

有機薄膜電晶體具有應用於軟性面板、電子書、軟性感測陣列、軟性掃瞄器、RFID、指紋辨識器等商品的潛力，而在這些商品中，快速且靈敏的光感測器是關鍵元件。本研究計畫的第一部分利用有機薄膜電晶體作為光感測器，有系統的設計實驗，來提升元件的光靈敏度和反應速度，同時深入分析有機薄膜電晶體特有的電場調控光感測能力。第二部分，我們為了提升光電晶體(organic photo transistor, OPT)的光靈敏度與光感測能力，除了利用垂直式光電晶體結構的基極屏蔽效應得到光倍增現象，並利用 P 型高分子材料(P3HT)中摻雜了 N 型材料(PCBM)，進而去提升光子在膜內的拆解的量。第三部分，我們首度提出一新穎的元件概念，利用無機(非晶銦鎵氧化鋅)薄膜電晶體作為信號讀取電晶體，有機材料(P3HT)則作為感測信號來源，充分發揮了有機和無機材料的特質。本研究的成果包含對元件物理的基本探討跟新穎元件的開發，而我們也期待自我能繼續努力，相關研究可以引導出更多的創新與發明。