有機電子研究中心

(Organic Electronics Research Center)

一、設立沿革及宗旨

有機軟性光電材料具有吸收、發光、電子傳輸、氣體或生物感測等特性，近年來已有多家光電科技大廠投入研發資源，進行前瞻電子元件產品開發與專利佈局工作，而韓國三星電子更利用有機發光二極體元件高效率、全彩化和低耗能等特性，成功開創出領導潮流顯示科技產品。有鑑於此，明志科大設置『前瞻性有機光電子元件與製程研究中心』為國內相關產業做產官學研交流合作平台。本中心由工學院整合型研究團隊所組成，集結有機光電半導體元件與材料、電子電路設計、精密工程、光機電整合等專長領域師資，為下一世代有機光電半導體元件進行關鍵技術開發工作，而該中心近期有幸能夠獲得明志傑出校友 —— 十電高德燦學長捐款以及楊定一董事長特撥之研究補助費用，協助建構出國內最完善的有機半導體製程與量測設備。中心初期研發項目為高效率有機發光二極體元件與材料驗證、透明式有機光電元件製程開發(顯示器、電晶體、光伏打電池與感測器)、室內弱光有機光伏打電池製作與效率驗證、有機光電池驅動顯影元件開發、全波段有機光感測器等。

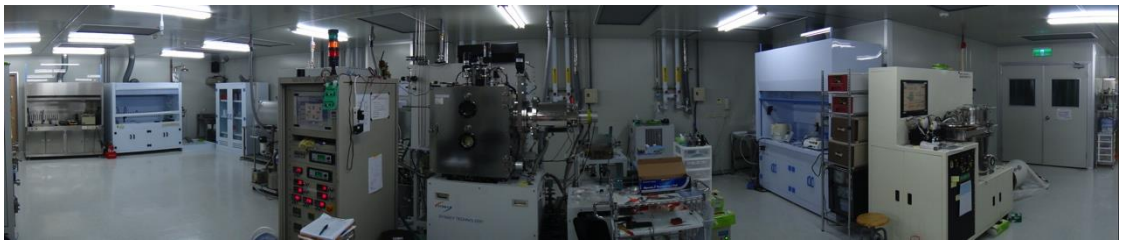
二、組織架構

明志科大校級研究中心組織機能表

<table>
<tr><td colspan="2">前瞻性有機光電子元件與製程研究中心主任
（1 人;劉舜維老師;明志電子系）、技士 1 人</td><td rowspan="3">編制人員</td></tr>
<tr><td>前瞻製程技術開發組
（組長：中心主任兼）</td><td>產學服務組
（組長：電機系陳明宏老師）</td></tr>
<tr><td>一、功能性材料分析與應用
二、量子結構模擬計算
三、前瞻製程開發
四、光電模擬模型建立
五、元件結構最佳化
六、金屬接面分析
七、學術文章撰寫與發表
八、國內外學術交流
九、科技部整合型計畫撰寫
十、提升私校研究能量計畫撰寫
十、技術咨詢與輔導</td><td>一、電子電路開發
二、晶片設計
三、APP 軟體開發
四、驅動電路模組開發
五、元件量產製程開發
六、技術交流平台建立
七、專利申請
八、技術移轉與輔導
九、科技部、產學計畫申請</td><td>作業機能</td></tr>
</table>

三、實驗室與設備

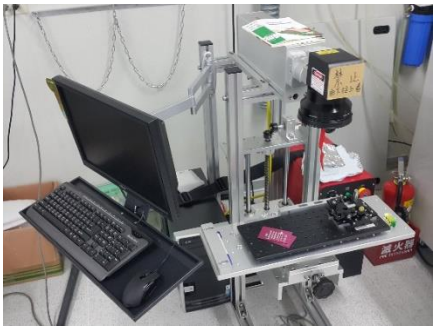
明志科大校級有機電子研究中心，實驗室已架設完整的製程平台與量測設備，其中量測室空間八十坪和無塵室空間九十坪做為開發有機光電子元件使用。



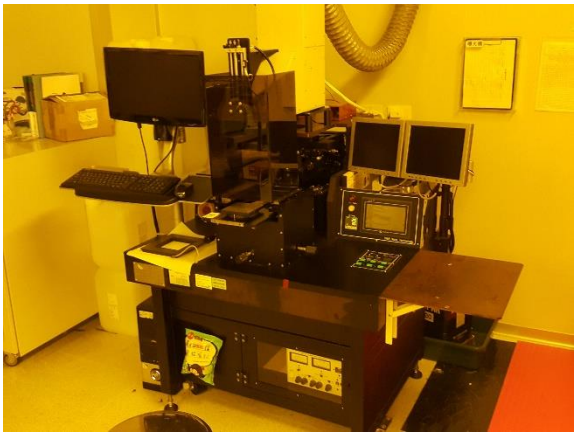
下列簡述該中心所擁有之貴重儀器

(一) **有機光電元件製程系統：**該系統連接濺鍍機(磁控二組和直流一組;四吋靶)、氮氣手套箱(二台)、熱蒸鍍鍍(八組蒸鍍源)和紫外光曝光系統(曝光波長365nm)，可提供廠商測試有機光電半導體材料特性，全部製程皆在真空與氮氣下進行。

(二) **雷射雕刻機：**cw 雷射可圖形化加工透明氧化物薄膜或導電高分子層，最小線徑 50μm。



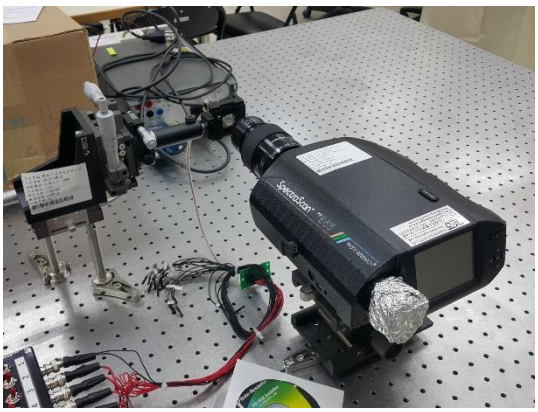
(三) **黃光微影製程系統：**I line 波長曝光燈系統(365nm;五吋曝光面積)，二組 CCD 對位器，透過石英光罩和黃光微影製程可快速製作出最小線徑 2μm 的圖形化基板。



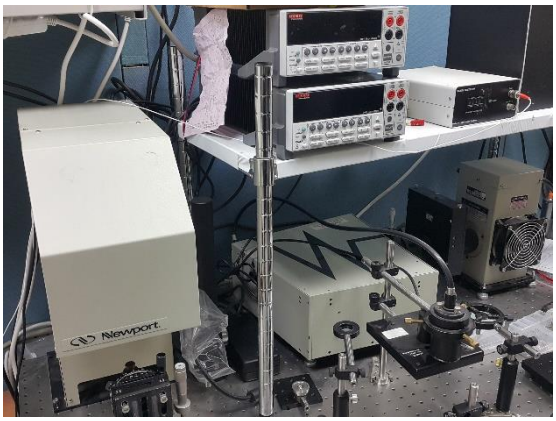
(四) **光學式橢偏儀：**光學式非接觸量測系統，可以分析材料的折射與反射係數(同時可以量測穿透和吸收)，波長由 300~1000nm 之掃描範圍，基板材質不限。

(五) **微小氣體供應系統：**4 組獨立系統可以進行混氣實驗(有機/無機氣體)，最小供氣量可達 100 ppb 之單一供氣比。

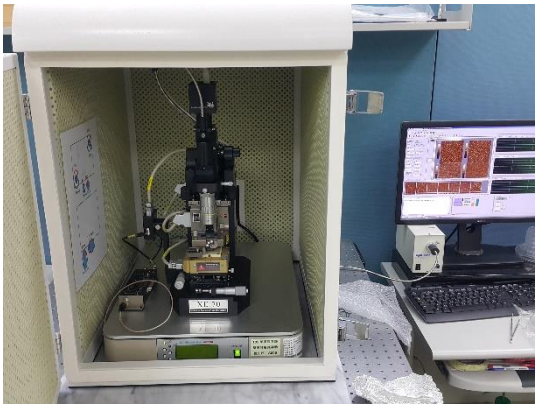
(六) **電致發光特性量測系統：**輝度計系統可量測光譜、亮度(cd/m^2)、發光效率(cd/A)、發光功率(lm/W)、色座標(CIE 1931)、色溫、演色性(CRI)、量子效率(EQE)等。配合旋轉座可量測發光曲線。



(七) **光伏打特性量測系統：**標準型 3A 級太陽光光源可以量測短路電流、開路電壓、填充因子和光電轉換效率。並架設單光儀連結鎖相放大器量測量子效率。

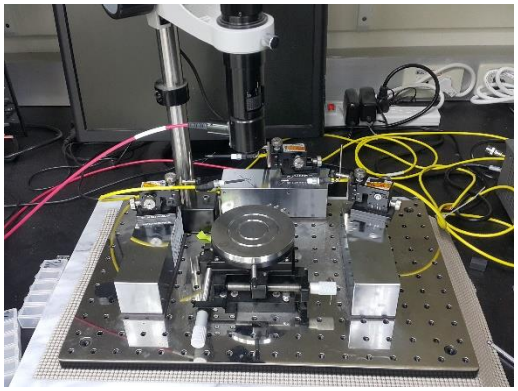


(八) **電力增加型原子力顯微鏡：**可掃描奈米表面微結構和電力圖形，成像方式可採用接觸或非接觸型式並進行單點掃描電流電壓曲線。

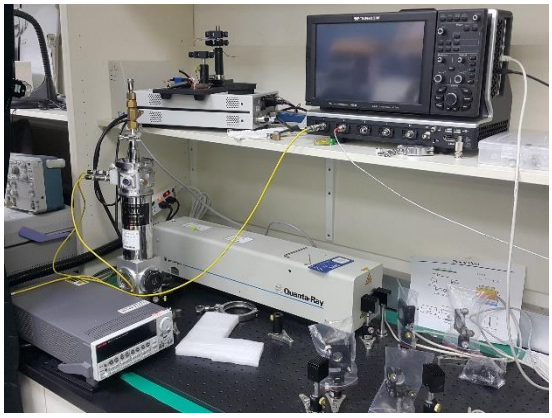


(九) **高真空昇華系統：**真空度可達 8×10^{-7} Torr 昇華有機半導體材料，而爐管可分區加熱至 600 度。爐管長管有三區(0.75 米長)和五區(1 米長)二種型式。

(十) **電晶體量測系統：**採用 Keithley2636 電源電錶並做程式控制可同時架設六組針座，做電壓電流量測。

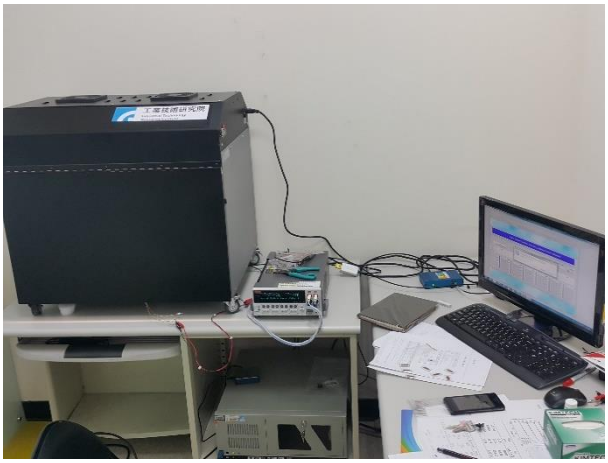


(十一) **低溫電性與脈衝雷射系統：**結合液氮低溫座(77K)並連結 2.5GHz 示波器和 Keithley2636 電源電錶，可在不同溫度下量測微弱電子暫態訊號。

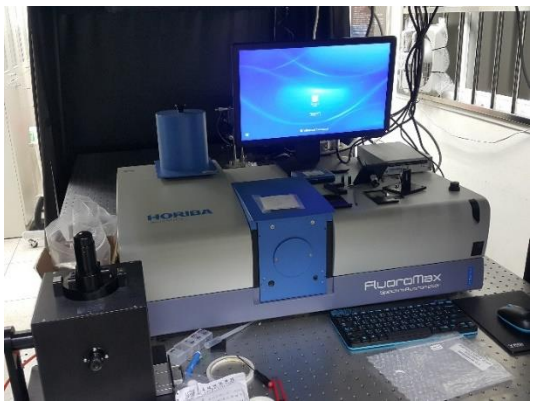


(十二) **三維表面形貌儀：**利用細微探針進行表面形貌面檢測，並可針對大面積微小表面做三維成像掃描。

(十三)　**室內弱光光伏打元件量測系統：**結合五種室內常用光源(D65、TL84、CWF、A、U30)，進行弱光光伏打元件轉換效能測試。



(十四)　**螢光/磷光暫態光譜分析儀：**該儀器利用雷射快速的掃描時間可以分辨激子由基發態到激態之行為模式，同時也可以量測材料螢光、磷光和光致發光量子效率。

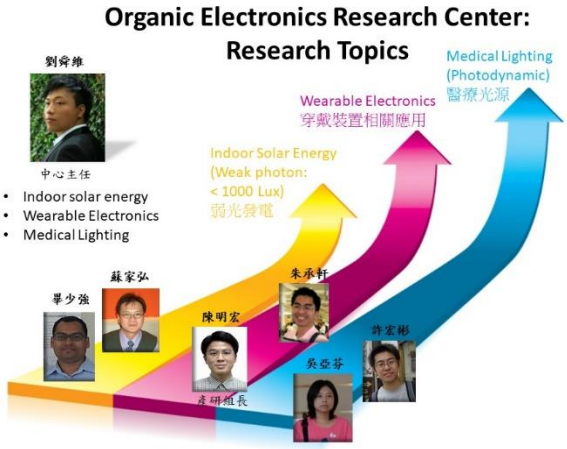


(十五)　**有機電子元件先進製造系統**：該設備結合雙腔熱蒸鍍機、原子沉積系統、電漿機、紫外光曝光系統和連接製程用手套箱，該規格是國內目前最先進可快速進行有機材料測試之實驗平台。

(十六) **桌上型電子顯微鏡**：該設備具有最高十二萬倍解析度，並配置成份分析儀，可以直接量測出薄膜材料的結構元素比例和它的形貌。

四、有機電子研究中心績效成果說明

該研究中心成立於 2015 年一月，其工作分成學術研發與產業實務導向，由劉舜維主任帶領研究中心成員(共計七位)與學生進行有機電子研發工作，近年來有機電子領域成果如下：

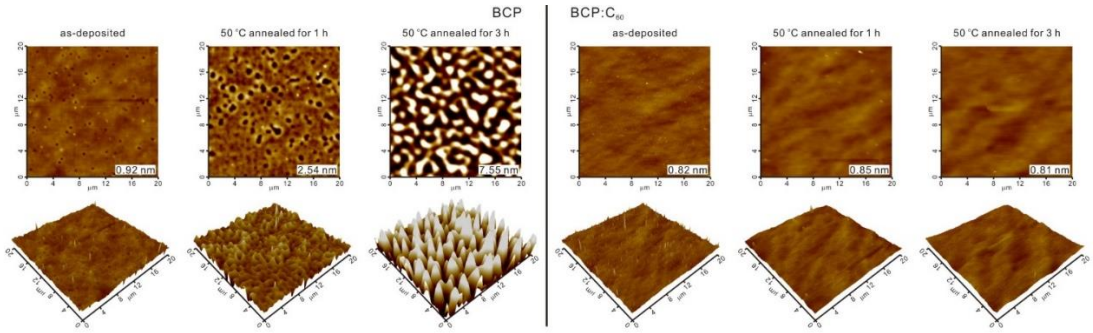


技術開發與研究部份：

第一項：蒸鍍型異質接面小分子有機光伏打電池：結構開發與元件物理分析

從 2012 年開始本實驗室利用調變鍍膜速率的方式提升小分子光伏打電池元件效率至 4%以上**[Sol. Energy Mater. Sol. Cell. v.103, p.69, 2012]**和分析開路電壓機制**[Sol. Energy Mater. Sol. Cell. v.109, p.280, 2013]**，除此之外我們還與國內外研究團隊利用光譜分析討論激子阻擋層對元件效率之影響**[Sol. Energy Mater. Sol. Cell. v.122, p.264, 2014]**，同時藉由即時電性量測法**(明志科大電子系-倫敦帝國理工物理/化學系-劍橋大學物理系;跨國元件製程開發合作案)**重新探討開路電壓和元件效率之關連性，此結果已發表於去年的 **J. Phys. Chem. v.118, p.22858, 2014**。而針對小分子開路電壓的理論損耗機制，我們也架設低溫電致發光量測系統(EL)配合理論數學模型，完整的分析小分子有機材料並解析出分子之間作用力如何的影響光伏打電池特性，上述實驗成果已於成功發表於 **Org. Electron. v.16, p.1, 2015**，為少數利用 EL 的分析研究(該研究成果在三個月內被下載超過 900 次，並為該期刊 Q1 下載率第六名)。而在近二年工作中，本團隊再度發表研究介面特性對於有機元件之相關特性，而成果也刊登在 **ACS Appl. Mater. & Inter. v.7, p.9262, 2015 和 ACS Appl. Mater. & Inter. v.8, p.28757, 2016**。

國外相關研究：目前研究有機光伏打電池團隊大多以提升光電轉換效率為主，而本研究團隊的實驗成果是國內少數針對元件本質內部衰退進行材料化學研究和利用元件物理機制深入解析小分子光伏打電池元件機制和製程條件探討。

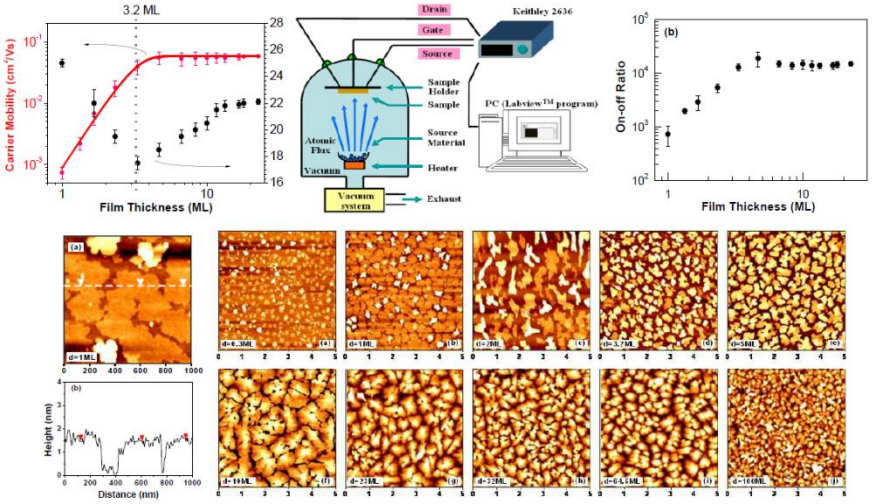


第二項：有機場效電晶體：量測系統開發與基礎材料研究

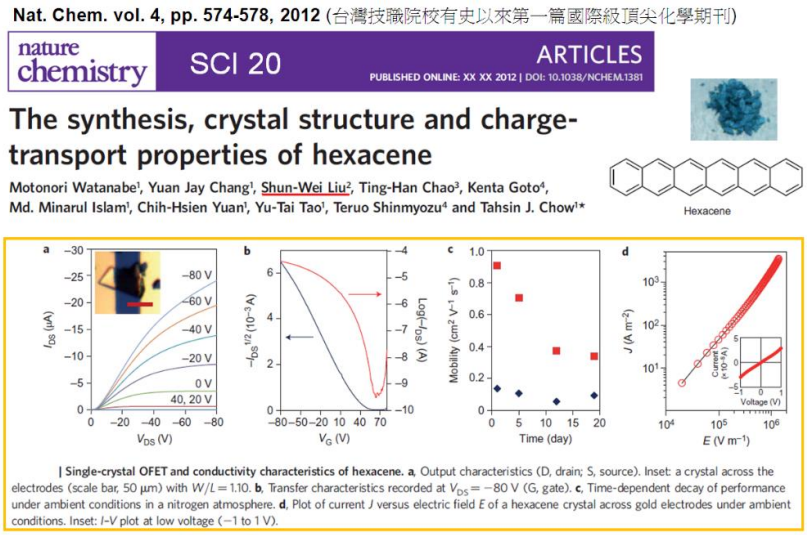
一般用於製作有機場效電晶體元件為單一操作之熱蒸鍍機，本團隊自行設計多層模具系統製作出真空蒸鍍機及電性量測系統方便直接檢測有機 p 和 n-types 場效電晶體之特性，此系統可同時在蒸鍍過程中在真空下(~ 5×10^{-6} torr)量測出不具有大氣穩定度之有機半導體材料，也可提供即時量測之功能，利用此系統研究 OFET 的 Threshold voltage、on-off ratio、carrier mobility，同時分析隨著通道厚度增加所對應之關係，此研究成果已發表於 **Appl. Phys. Lett. v.98, p.023306, 2011** 以及 **Org. Electron. v.13, p.593, 2012**，而後續我們也藉由該分析製程法解析出五苯環的成長機制和對載子傳輸之影響**[Thin Solid**

Films v.534, p.640, 2013]。此外利用控制成長機制的方式在今年度還發表了透明式五苯環場效電晶體**[Org. Electron. v.15, p.1990, 2014]**。未來該量測系統將會針對氣體感測元件(以電晶體為主體)做即時量測的分析。

國外相關研究：本量測系統是採用真空即時的技術在蒸鍍有機薄膜的同時量測其材料電性或阻抗等現象，在國內為首創之分析有機薄膜電晶體元件儀器。而目前國外有部份奈米科學研究團隊有提出將這樣的概念運用在分析氣體感測器有機元件上。



另外在 2012 五月本實驗團隊與中研院化學所研究團隊共同發表具有高穩度 Hexacene 薄膜電晶體於 **Nat. Chem. vol.4, p.574, 2012**，這是全世界第一次有研究團隊詳細報導該材料特性，並打破了傳統化學家對六苯環分子的想法，更是技職院校有史以來第一次在該領域有突破性的研究報導。


Nat. Chem. vol. 4, pp. 574-578, 2012 (台灣技職院校有史以來第一篇國際級頂尖化學期刊)

nature chemistry SCI 20 ARTICLES

PUBLISHED ONLINE: XX XX 2012 | DOI: 10.1038/NCHEM.1381

The synthesis, crystal structure and charge-transport properties of hexacene

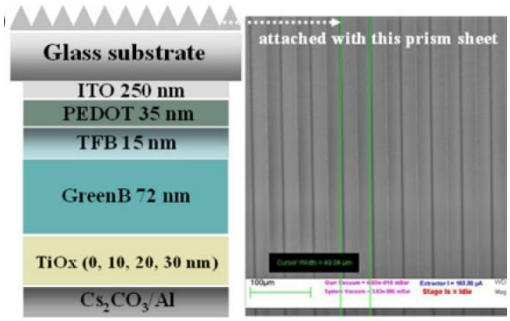
Motonori Watanabe[1], Yuan Jay Chang[1], Shun-Wei Liu[2], Ting-Han Chao[3], Kenta Goto[4], Md. Minarul Islam[1], Chih-Hsien Yuan[1], Yu-Tai Tao[1], Teruo Shinmyozu[4] and Tahsin J. Chow[1]*

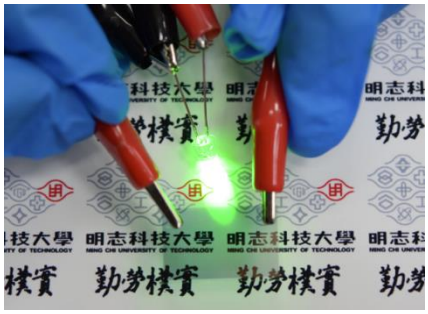
Hexacene

| Single-crystal OFET and conductivity characteristics of hexacene. a, Output characteristics (D, drain; S, source). Inset: a crystal across the electrodes (scale bar, 50 μm) with $W/L = 1.10$. b, Transfer characteristics recorded at $V_{DS} = -80$ V (G, gate). c, Time-dependent decay of performance under ambient conditions in a nitrogen atmosphere. d, Plot of current J versus electric field E of a hexacene crystal across gold electrodes under ambient conditions. Inset: I–V plot at low voltage (−1 to 1 V).

第三項：新型有機發光二極體元件製程：奈米結構增光膜和氧化物/銀/氧化物三明治結構透明電極

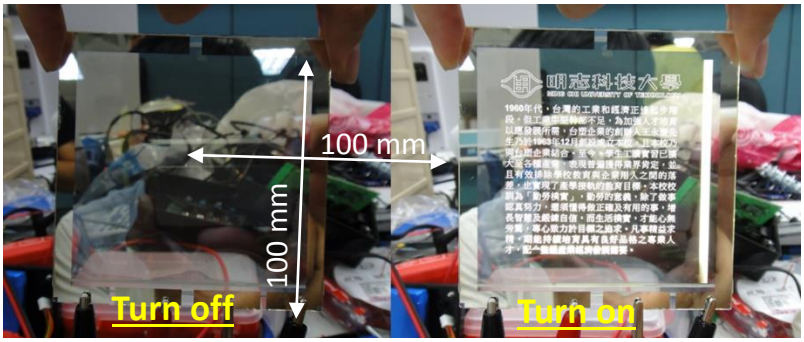
此技術我們可以採用二種製程方式來進行透明電極開發，第一類型是利用奈米小球控制微結構大小同時將金屬電極蒸鍍在玻璃基板上，最後在進行 Lift-off 製程將金屬電極定義出有效圖形，而整體金屬球型電極穿透度達到 75%，並可將有機發光二極體製程於此基板上。而第二類型，是直接將氧化物/金屬/氧化物微結構製作於玻璃基板上，依據各膜層中折射係率的變化，讓電極產生出更好的穿透特性，並擁有絕佳的導電特性，最終本團隊也成功的製作出 ITO-Free 高效率的 OLED 元件(EQE > 25%)，此研究成果已發表於 **Org. Electron. v.13, p.2667, 2012**、**RSC Adv. v. 4, p9588, 2014**、**Jpn. J. Appl. Phys. v.54, 03CC01, 2015**、**Org. Electron. v.31, p.240, 2016**、**Org. Electron. Vol.42, p.52,2017**。





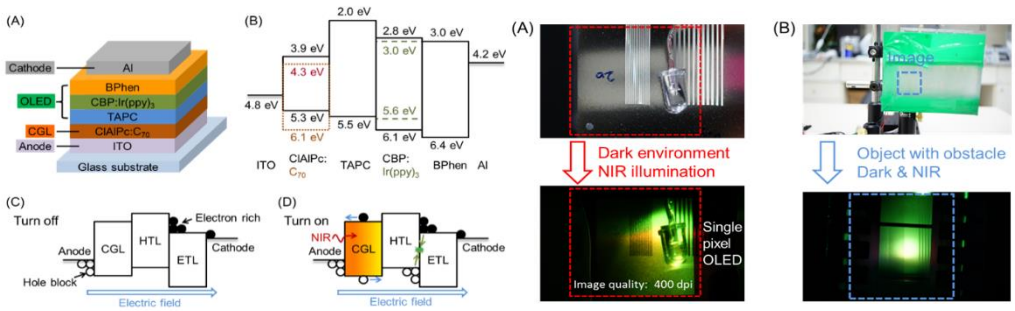
國外相關研究：目前國外有相同多團隊想利用奈米金屬結構來取代傳統的 ITO 玻璃基板，而我們合作團隊所推出的奈米壓印方式具有大面積及製程簡單化等優點，並成功將 OLED 元件製作於奈米金屬基板，而未來也會應用於可撓性元件上。

此外近年來本研究團隊成功研製出氧化物/金屬/氧化物透明式電極，並將此成果運到被動式有機發光二極體元件上，同時試產出 5.7 吋單一 Pixel 大面積透明式顯示屏(目前全世界被動式 OLED 單一 pixel 最大尺寸記錄;不需 IC 驅動即有完整畫素)，而此成果已有國內 OLED 相關廠商尋問技術轉移之可能性。



第四項：新型有機發光二極體/太陽能電池串座型元件

有別於先前所開發的傳統串座製程(OPV+OLED)，下述所展示的有機發光太陽能電池元件僅需要三層有機材料可同時提供二種個別功能性 (即發光和吸光)應用，未來將利用這種新穎性結構製作全彩化有機元件，使得一顆獨立 Pixel 在 operation mode 是發光二極體；而進入 idle mode 是太陽能電池幫助吸收外界光進而儲存電能提高電池使用時間。**此研究成果已由本人受邀到倫敦帝國學院(Imperial College London)物理系發表演說及發表於 J. Electronchem. Soc. v.159, H.191, 2012**。同時於 2014 的 PIERS 研討會中發表出成果報告。此外在前年本人也有詳細分析不同的 Donor 材料能階與元件效率之關係，研究成果已發表於 **Org. Electron. v.13, p.2118, 2012** 和 **J. Mater. Res. v.28 p.1442, 2013** 和利用微結構製程的整合技術增益有機發光太陽能電池操作效率**[RSC Adv. v.4, p.9588, 2014]**。除此之外，我們還成功利用 ClAlPC 吸收近紅外光的特性並整合有機發光二極體證明出透明式上轉換能量元件(Transparent organic up-conversion device)，其光轉換增益可達 12 500 倍，今年度被 **Adv. Mater. v.27, p.1217, 2015** 接受發表(該篇文章已被選為當期的卷頁 Frontispiece)，而此結果是全世界第一次證明出不需要無機半導體吸收材料並且有 3D 成像效果之薄型化大面積元件。同時又在今年九月底發表最新的倒置型結構具有 600dpi 之影像解析度於 **Sci. Rep. v.6, p.32324, 2016**。



國外相關研究：目前在 OLED 或 OPV 研究上大多屬於單一 Cell 的發展，而本實驗室將二種獨立的元件特性結合在一個簡單元件結構上，這樣的系統可以有效結合吸光與發光等功能，讓有機光電更多元化。而上轉換能量式元件是全世界第一次以全有機半導體系統發表之光電元件期刊，其特性具有直接成像功能不需任何 CCD 或是 CMOS 無機元件，未來可望應用在攜帶式系統(如眼鏡和光學鏡片)。

學術服務與榮譽部份：

1. 擔任國際知名期刊**『科學報導(Scientific Reports)』，Editor Board 一職**，為台灣有機光電領域第一位進內該職務人員。
2. 目前擔任知名國際研討會 **AMFPD 之台灣區 Program Chair** 負責協調會議相關業務(台灣光電元件領域唯一代表)。
3. **Touch Taiwan 2016**：創新區實務競賽大會人氣獎(題目：Transparent organic

light-emitting display window)。

4. 本實驗室所研發之透明式有機發光二極體元件已具量產商品價值，在 2015 年九月成功技轉相關技術於國內 OLED 量產公司『智晶光電股份有限公司』，並獲得**技術轉移權利金 135 萬**。同時該成果還獲選為 2015 年技職院校成果記者會於教育部五樓大禮堂，公開該此研發核心技術成果(左三劉舜維老師，左五教育部技職司-馬司長)。

5. International Conference: The 8TH Asian conference on organic electronics in Kyoto; ACOE 2016 受邀發表 Invited Talk **(Presentation title: Near infrared upconversion device for sensing applications)**。
6. International Conference: International Symposium on Catalysis and Fine Chemicals in Taipei; C&FC 2016 受邀發表 Invited Talk **(Presentation title: Organic near-infrared sensing devices)**。
7. International Conference: Progress in Electromagnetics Research Symposium in Shanghai; PIERS 2016 受邀發表 Invited Talk **(Presentation title: Near infrared upconversion device: operation mechanism for image sensing)**。
8. 擔任國際研討會(The International Workshop on Active-Matrix Platpanel Displays and Device; Kyoto in Japan; 2016 AM-FPD Conference)太陽能元件與材料議程的 Sub-Program Chair。
9. 2015 亞洲光化學台灣分會秋季學術研討會受邀發表 Invited Talk (**Presentation title: Organic upconversion device for image mapping**)
10. 擔任國際研討會(The 22nd International Workshop on Active-Matrix Platpanel Displays and Device; Kyoto in Japan; 2015 AM-FPD Conference)會議委員(Program Committee)負責太陽能會議，並同時受邀發表一篇 Invited Talk **(Presentation title: Organic upconversion device - OPV/OLED)**。
11. International Conference: Progress in Electromagnetics Research Symposium in Guangzhou; PIERS 2014 受邀發表 Invited Talk **(Presentation title: Transparent multilayer electrodes for use in efficient and inverted organic light-emitting diodes)**。

12. 擔任 AM-FPD 國際研討會(日本京都) **PV Session 共同主持人 (Co-chair)**. The 21st international workshop on active-matrix flatpanel displays and device-TFT technologies and FPD materials- July 2-4, 2014; Ryukoku University Avanti Kyoto Hall, Kyoto, Japan。
13. 指導學生獲得 2012 材料年會學生論文比賽優勝：組別 光電與光學材料 (題目：WO3/Ag/WO3 多層膜應用於高穿透度白光有機發光二極體)
14. 過去三年個人審查總計 21 篇發表在下列 9 種期刊雜誌論文: ACS Applied Materials & Interfaces (10); Applied Physics Letters (1); Thin Solid Films (2); Synthetic Metals (1); Japanese Journal of Applied Physics (1); RSC Advances (2); Organic Electronics (2); Display (1); Tetrahedron Letter (1)。

學術服務與人材培育部份：

1. 北一女數理資優班國際科展指導老師(全國唯一由科技大學代訓之選手)，負責培訓學生參加全國高中生科展與國際 Intel 科學展覽會(ISEF)，在 2016 年所培訓的學生(林承霈;題目：吸收紫外光之透明有機薄膜太陽能電池)，並獲得美國大會化學科三等獎、美國光電協會一等獎、美國化學協會(ACS)榮譽獎。
2. 2016 學年度指導電子系專題生參加全國創新顯示暨照明專題競賽榮獲『大會人氣獎』，唯全國科大唯一得獎組別。

國際學術交流部份：

1. 在明志科大辦理有機電子元件國際專家論壇活動，並吸引有機光電國際知名團隊主持人相互交流(香港大學; Wallace Choy, 北卡州立大學; Franky So, 印度理工學院 BHU; Bhola Nath Pal, 印度科學研究院; Satish Patil)，未來將會進行國際交流活動。

有機電子研究中心團隊研究績效-2016 年份(共計七人)
英文期刊著作列表

1. Wei-Cheng Su, Chih-Chien Lee*, Ya-Ze Li, and **Shun-Wei Liu***, "Influence of singlet and charge-transfer excitons on the open-circuit voltage of rubrene/fullerene organic photovoltaic device," *ACS Appl. Mater. & Inter.*, vol. 8, pp.28757-28762 (2016) (IF 7.19; Rank factor: 25/271; 9.22%; Materials sciences, multidisciplinary; MOST 104-2119-M-131-001).
2. Chih-Hsien Yuan, Chih-Chien Lee*, Chun-Fu Liu, Yun-Hsuan lin, Wei-Cheng Su, Shao-Yu Lin, Kuan-Ting Chen, Yan-De Li, Wen-Chang Chang, Ya-Ze LI, Tsung-Hao Su, Yu-Hsuan Liu, **Shun-Wei Liu***, "Cathodic-controlled and near-infrared organic upconverter for local blood vessels mapping," *Sci. Rep.*, vol. 6, pp. 32324 (2016) (IF 5.578; Rank factor: 5/55; 9%; Multidisciplinary sciences; NSC 102-2221-026-MY2).
3. Wei-Cheng Su, Chih-Chien Lee*, Wen-Chang Chang, Ya-Ze Li, Yi-Sheng Shu, Jhih-Yan Guo, Chien-Feng Chiu, **Shun-Wei Liu***, "Elucidating the role of current injection on the influence of open-circuit voltage in small-molecule organic photovoltaic devcies: Form the aspects of charge transfer and electroluminescent spectrum," *Org. Electron.*, vol. 33, pp.178-186 (2016) (IF 3.836; Rank factor: 19/144; 13%; Physics, Applied; MOST 104-2119-M-131-001).
4. **Shun-Wei Liu***, Tsung-Hao Su, Po-Chien Change, Tzu-Hung Yeh, Ya-Ze Li, Ling-Jie Huang, Yu-Hui Chen, Chun-Feng Lin, "ITO-free, efficient, and inverted organic phosphorescent light-emitting diodes using WO_3/Ag/WO_3 multilayer electrode," *Org. Electron.*, vol. 31, pp. 240-246 (2016) (IF 3.836; Rank factor: 19/144; 13%; Physics, Applied; MOST 104-2119-M-131-001).
5. **Shun-Wei Liu***, Ya-Ze Li, Shao-Yu Lin, Yi-Hua Li, Chih-Chien Lee, "Inducing the trap-site in an emitting-layer for an organic upconversion device exhibiting high current-gain ratio and low turn-on voltage," *Org. Electron.*, vol. 30, pp.275-280 (2016) (IF 3.836; Rank factor: 19/144; 13%; Physics, Applied; MOST 104-2119-M-131-001).
6. **H. P. Hsu**, K. H. Lin, and Y. S. Huang, "Optical anisotropy of tungsten-doped ReS_2 layered crystals", Optical Materials, Vol. 62, pp. 433~437 (2016/12).
7. Y. Chen, W. Wen, Y. Zhu, N. Mao, Q. Feng, M. Zhang, **H. P. Hsu**, J. Zhang, Y. S. Huang, and L. Xie, "Temperature-dependent photoluminescence emission and Raman scattering from $Mo_{1-x}W_xS_2$ monolayers", Nanotechnology, Vol. 27, no. 44, pp. 445705-1~445705-6 (2016/11).
8. W. J. Su, H. C. Chang, Y. T. Shih, Y. P. Wang, **H. P. Hsu**, Y. S. Huang, and K. Y. Lee, "Two dimensional MoS_2/graphene p-n heterojunction diode: Fabrication and

electronic characteristics", Journal of Alloys and Compounds, Vol. 671, pp. 276~282 (2016/6) (IF 3.014; Rank factor: 4/73; 5.3%; Metallurgy & Metallurgical Engineering).

9. **Cheng-Shane Chu***, Kun-Zheng Lin, and Yu-Hsuan Tang, "A new optical sensor for sensing oxygen based on phase shift detection," *Sens. Actuator B-Chem.*, vol. 223, pp.606-612 (2016) (IF 4.758; Rank factor: 2/56; 3.5%; Instrument & Instrumentation; MOST 103-2221-E-131-014).
10. **Cheng-Shane Chu***, Meng-Wei Hsien, and Zhi-Ren Su, "Optical sensing of H2O2 based on red-shift of emission wavelength of carbon quantum dots," *Opt. Mater. Express*, vol. 6, pp. 759-766 (2016) (IF 2.657; Rank factor: 19/90; 21.1%; Optics; NSC 104-2221-E-131-029).
11. Mohd Nasir, N. Patra, D. K. Shukla, D. Bhattacharya, Sunil Kumar, D. M. Phase, S. N. Jha, S. Biring, Parasharam M. Shirage and Somaditya Sen, "X-ray structural studies on solubility of Fe substituted CuO", *RSC Adv.*, vol. 6, 103571-103578 (2016).
12. Govindarajan Venkat Kumar, **Chia-Hung Su**, Palaniyandi Velusamy*, "Surface immobilization of kanamycin-chitosan nanoparticles on polyurethane ureteral stents to prevent bacterial adhesion," *Biofouling*, vol. 32, pp.861-870 (2016) (IF 3.173; Rank factor: 9/104; 8.7%; Marine & Freshwater Biology).
13. Sylvia Ayu Pradanawati, Fu-Ming Wang*, **Chia-Hung Su**, "Using electrochemical surface plasmon resonance for in-situ kinetic investigations of solid electrolyte interphase formation in lithium ion battery," *Journal of Power Sources*, vol. 330, pp. 127-131 (2016) (IF 6.333; Rank factor: 8/88; 9%; Energy &Fuels).
14. Govindarajan Venkat Kumar, **Chia-Hung Su**, Palaniyandi Velusamy*, "Ciprofloxacin loaded genipin cross-linked chitosan/heparin nanoparticles for drug delivery application," *Materials Letters*, vol. 180, pp.119-122 (2016) (IF 2.437; Rank factor: 37/145; 25%; Physics, Applied).
15. Palaniyandi Velusamy*, **Chia-Hung Su**, Govindarajan Venkat Kumar, Shritama Adhikary, Kannaiyan Pandian, Subash C. B. Gopinath, Yeng Chen, Periasamy Anbu, "Biopolymers regulate silver nanoparticle under microwave irradiation for effective antibacterial and antibiofilm activities," *PLoS ONE*, vol. 11, e0157612 (2016) (IF 3.057; Rank factor: 11/63; 17%; Multidisciplinary Sciences).
16. Palaniyandi Velusamy*, **Chia-Hung Su**, Shritama Adhikary, Govindarajan Venkat Kumar, Kannaiyan Pandian, "Synthesis of oleic acid coated iron oxide nanoparticles and its role in anti-biofilm activity against clinical isolates of bacterial pathogens," *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, vol. 59, pp.450-456 (2016) (IF 2.802; Rank factor: 24/135; 17%; Engineering, Chemical).
17. Govindarajan Venkat Kumar, **Chia-Hung Su,** Palaniyandi Velusamy*, "Preparation

and characterization of kanamycin-chitosan nanoparticles to improve the efficacy of antibacterial activity against nosocomial pathogens," *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, vol. 65, pp.574-583 (2016) (IF 2.802; Rank factor: 24/135; 17%; Engineering, Chemical).

科技部專題研究計畫與校外產學計畫

1. 應用於室內弱光有機光伏打電池與有機發光二極體元件之表面電漿子奈米電極之開發與研究 (MOST 105-2218-E-131-003)，科技部計畫，2016/11/1~2017/07/31，**畢少強主持人**，752,000 元
2. 用於視網膜微血管病變透視檢測之有機光電池驅動顯影元件技術開發(2/4; MOST 105-2119-M-131-001)，科技部計畫，2016/11/1~2017/10/31, **劉舜維主持人**，7,000,000 元
3. 有機光電半導體材料測試：電性與光學性之元件測試與應用(三)，明志科技大學產學案，2016/10/1~2017/9/31，**劉舜維主持人**，1,000,000 元
4. 應用高光電轉換效率和寬能隙有機光伏打薄膜之時間飛行載子遷移率量測法(MOST 105-2221-E-131-016)，科技部計畫，2016/8/1~2017/07/31，**劉舜維主持人**，578,000 元
5. 高效率有機發光二極體元件開發與製作：熱蒸鍍製程透明陰極之研製(二)，明志科技大學產學案，2016/7/1~2017/6/30，**劉舜維主持人**，1,350,000 元
6. 技術移轉權利金(授權項目：有機薄型化弱光驅動顯影元件)：1,350,000 元 (2016/1/1~2016/12/31)
7. 用於視網膜微血管病變透視檢測之有機光電池驅動顯影元件技術開發(1/4; MOST 104-2119-M-131-001)，科技部計畫，2015/11/1~2016/10/31, **劉舜維主持人**，5,000,000 元
8. 有機光電半導體材料測試：電性與光學性之元件測試與應用(二)，明志科技大學產學案，2015/8/1~2016/7/31，**劉舜維主持人**，800,000 元
9. 非銦錫氧化物型有機發光二極體之倒置型串座結構開發與研究(MOST 104-2221-E-011-126), 科技部計畫，2015/8/1~2016/7/31, **劉舜維共同主持人**，743,000 元
10. 智慧照明技術與應用實務模組課程，105 學年度科學工業園區人才培育補助計畫，2016/7/1~2017/08/31，**吳亞芬主持人**，補助款 774,000/配合款 120,000 元。
11. 新型光學式溶氧與酸鹼值雙感測器之設計與研發(MOST 104-2221-E-131-029)，科技部計畫，2015/8/1~2016/07/31，**朱承軒主持人**，745,000 元
12. 光學式氣體雙感測器之設計與研發(MOST 105-2221-E-131-015-MY2)，科技部計畫，2016/8/1~2018/7/31，**朱承軒主持人**，1,699,000 元

13. 過渡元素半導體材料光電特性檢測 (MOST 104-2221-E-131 -001 -MY2)，科技部計畫，2016/8/1~2017/07/31，**許宏彬主持人**，683,000 元
14. 「智慧型鋰鐵電池充電器之研製」，蓄源科技股份有限公司，明志科技大學產學合作計畫(案號：O01-105-E032)，2016/7/1～2017/6/30，**陳明宏主持人**，350,000 元。
15. 「Development of Variable Frequency Controller for Signal Generators」，Caladrius Health Inc.，明志科技大學產學合作計畫(案號：O01-105-E020)，2016/6/1～2017/5/31，**陳明宏主持人**，15,000 美元。
16. 「永磁式同步電動機控制器之設計」，鈦思科技股份有限公司，明志科技大學產學合作計畫(案號：O01-105-E016)，2016/4/1～2017/3/31，**陳明宏主持人**，300,000 元。
17. 「RFID 模組與 GPS 車機之整合」，捷世林科技股份有限公司，明志科技大學產學合作計畫(案號：O01-105-S025)，2016/3/1～2016/8/31，**陳明宏主持人**，100,000 元。
18. 無毒鍍金程序(II)，明志科技大學產學案，2016/9/15~2017/9/14，**蘇家弘主持人**，300,000 元