

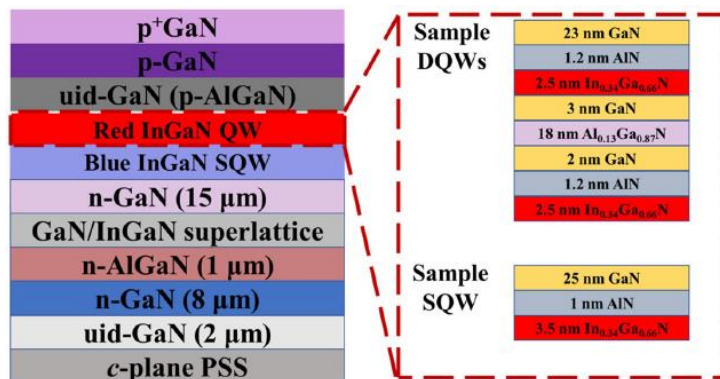
# 一、奈米光子半導體實驗室(NPSL)簡介：

1960 年代至今，半導體產業發展蓬勃迅速，結合在 21 世紀起興起的奈米材料科學，結合兩者理論應用的奈米光電元件及材料等具有極大的發展潛力。奈米光子半導體實驗室(Nano-Photonics Semiconductor Laboratory)致力於半導體光電元件、二維材料、奈米表面電漿、發光二極體等領域的研究，研究領域理論跨足半導體、光電元件等在微米與奈米尺度下之光電特性與分析，促進新穎的半導體、微奈米光學結構、光電元件及不同材料之應用，更展望在奈米光子學、量子領域等前瞻技術發展。

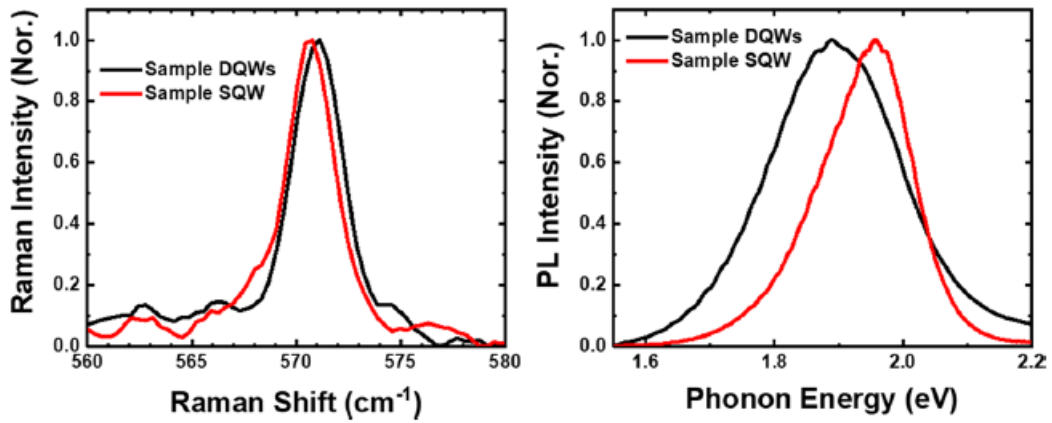
## 二、研究方向：

### 1. 微米發光二極體(Micro-LED)應用於可見光通訊( Visible Light Communication Applications, VLC)

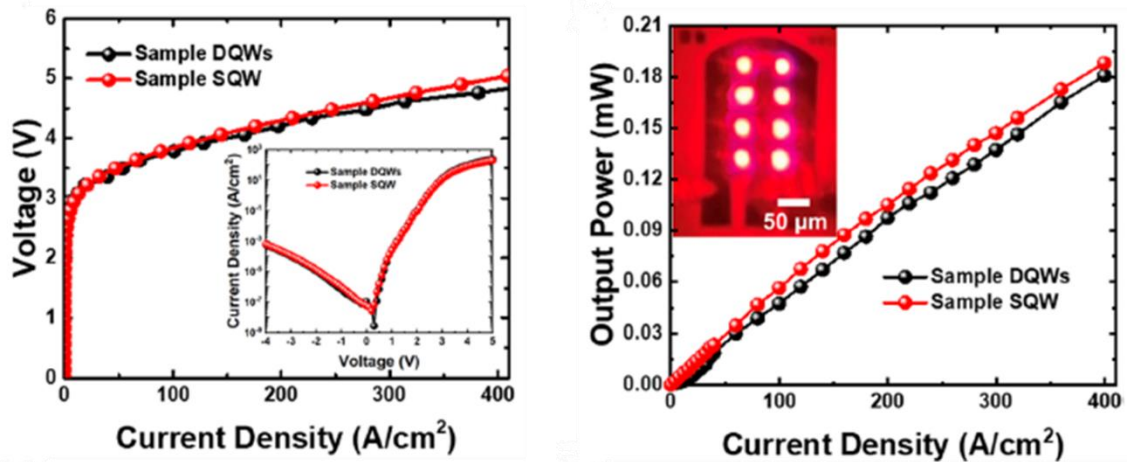
半導體製程技術持續突破下，發光二極體 LED 的晶粒來到了微米的等級，可以把 R、G、B 三種顏色的 Micro LED 晶粒，拼成一個像素點來使用，達到微小化尺寸與降低功耗。小尺寸且自體發光，顛覆了傳統面板的顯示結構，並應用於各類顯示器、電視、螢幕、車用顯示、AR/VR 等領域。



InGaN-based red LED 與 DQW、SQW 的結構 *Discover Nano*, 18, 95 (2023)



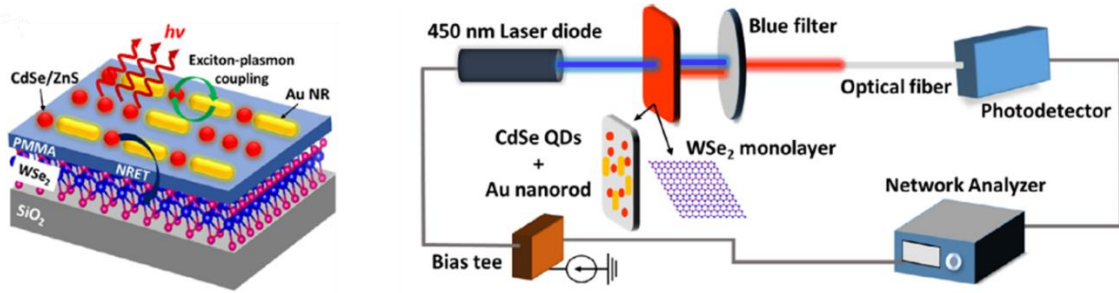
拉曼光譜(Raman spectra)與 PL 光譜(PL spectra) *Discover Nano, 18, 95 (2023)*



電壓和輸出功率之於電流密度的函數 *Discover Nano, 18, 95 (2023)*

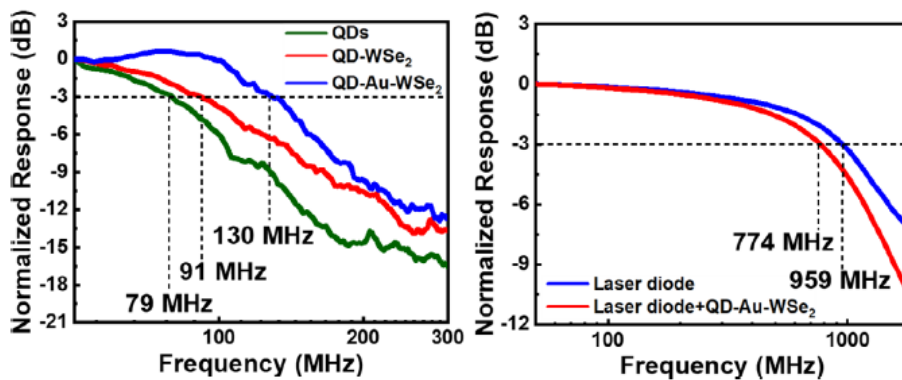
✧ Published in “Investigations on the high performance of InGaN red micro-LEDs with single quantum well for visible light communication applications” *Discover Nano, 18, 95 (2023)*

可見光通訊(Visible Light Communications)是一種光通訊方式，利用螢光燈或發光二極體(LED)等發出的明暗閃爍信號來達成訊息傳輸的通信技術。一般波長在 380nm~780nm 的光波為可見光，因此可用頻寬極為寬廣。此外，VLC 具有發射功率高、無電磁干擾、節約能源等優點，也可以結合固態照明技術，或應用於光照上網、新型無線廣播、精確定位等領域。



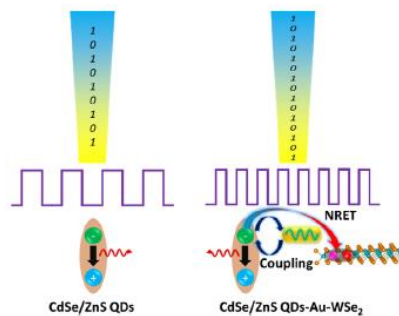
Hybrid quantum dot (QD)-Au-WSe<sub>2</sub> 發射器與調變頻寬測量實驗示意

*Advanced Photonics Research, 2300166 (2023)*



QDs、QD-WSe<sub>2</sub> 和 QD-Au-WSe<sub>2</sub> 異質結構的頻率響應。

*Advanced Photonics Research, 2300166 (2023)*



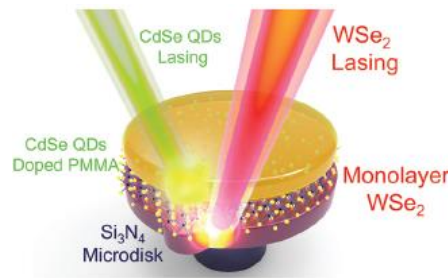
原始 CdSe/ZnS QD 和 QD-Au-WSe<sub>2</sub> 異質結構中的光調變示意圖

*Advanced Photonics Research, 2300166 (2023)*

✧ Published in “Enhanced Modulation Bandwidth by Integrating 2-D Semiconductor and Quantum Dots for Visible Light Communication” *Advanced Photonics Research, 2300166 (2023)*

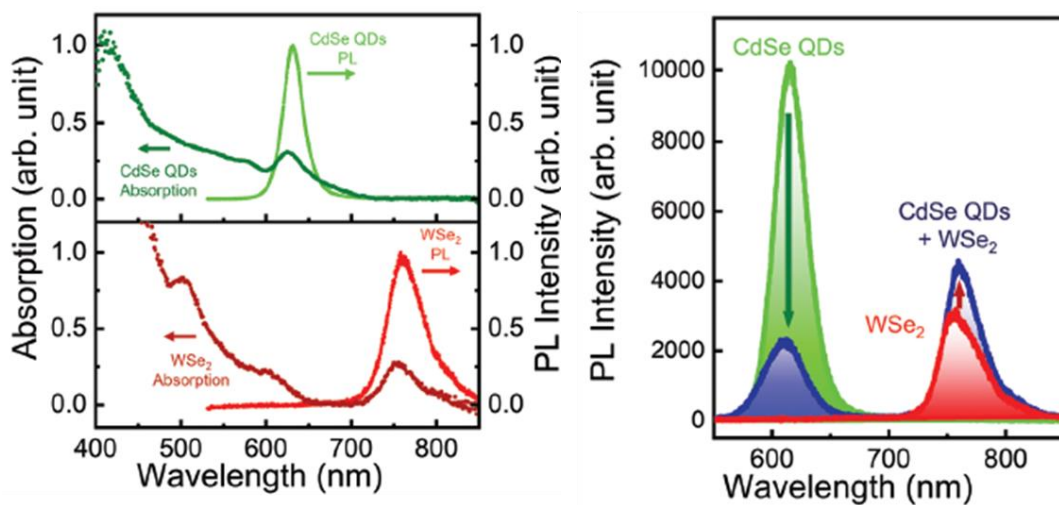
## 2. 二維單層半導體材料特性與光電元件：

二維材料具有非常特別的物理性質，在電子及光學元件都有極高的應用價值，近十多年又以二維過渡金屬硫化合物 (Transition Metal Dichalcogenides, TMDCs) 的層狀結構、可調性及其應用發展蓬勃。二維材料具有較大的直接能隙，可以驅動波長較短的光電元件，外觀輕薄且單層透明。因此半導體發光元件 (Light Emitter)、固態雷射等發光元件領域十分具有發展潛力。



雙色雷射示意圖，包括下部  $\text{Si}_3\text{N}_4$  微盤和上部 CdSe QD 層之間的 ML WSe<sub>2</sub>

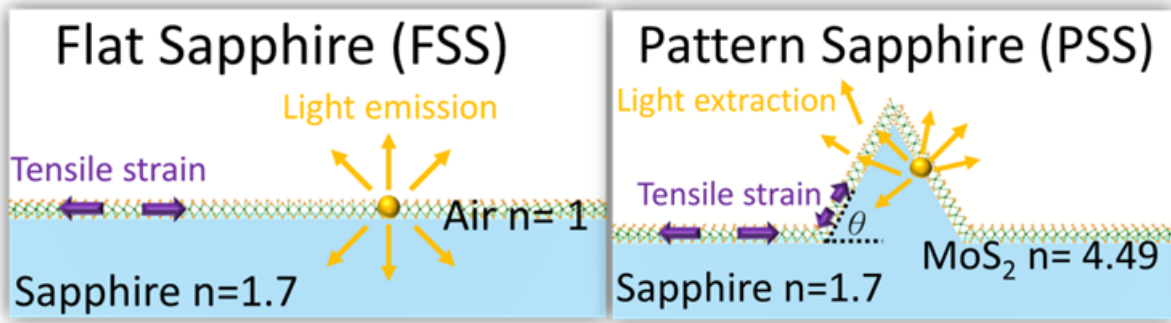
*Advanced Optical Materials, 10(20), 2200799 (2022)*



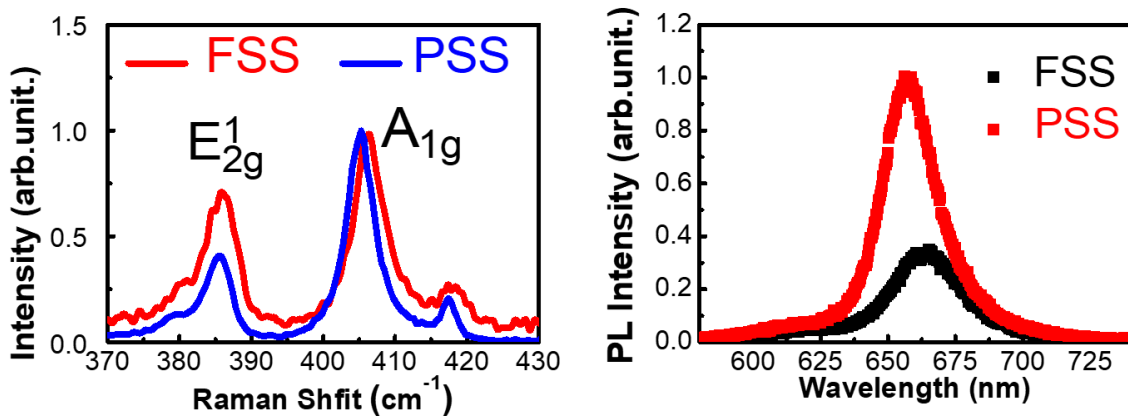
CdSe QD、ML WSe<sub>2</sub> 吸收光譜和 CdSe QD、ML WSe<sub>2</sub>、CdSe QD-ML WSe<sub>2</sub> PL 光譜

*Advanced Optical Materials, 10(20), 2200799 (2022)*

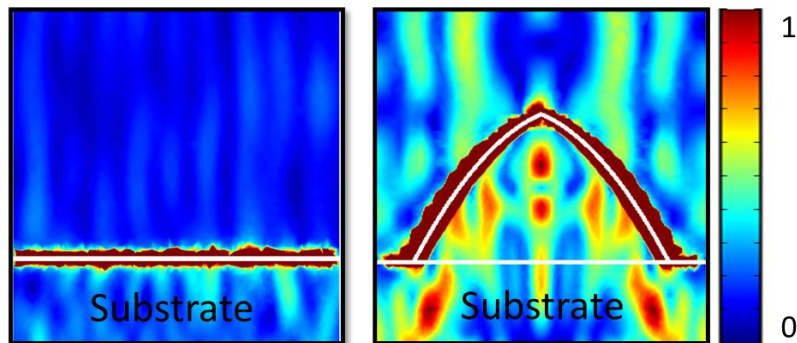
- *Published in “Boost Lasing Performances of 2D Semiconductor in a Hybrid Tungsten Diselenide Monolayer/Cadmium Selenide Quantum Dots Microcavity Laser” Advanced Optical Materials, 10(20), 2200799 (2022)*



平面和非平面基底上單層 MoS<sub>2</sub> 的熱應變(thermal strain)和光提取(light extraction)  
*ACS Appl. Mater Interfaces, 11(29), 26243, (2019)*



FSS 和 PSS 上的單層 MoS<sub>2</sub> 的拉曼光譜、PL 光譜

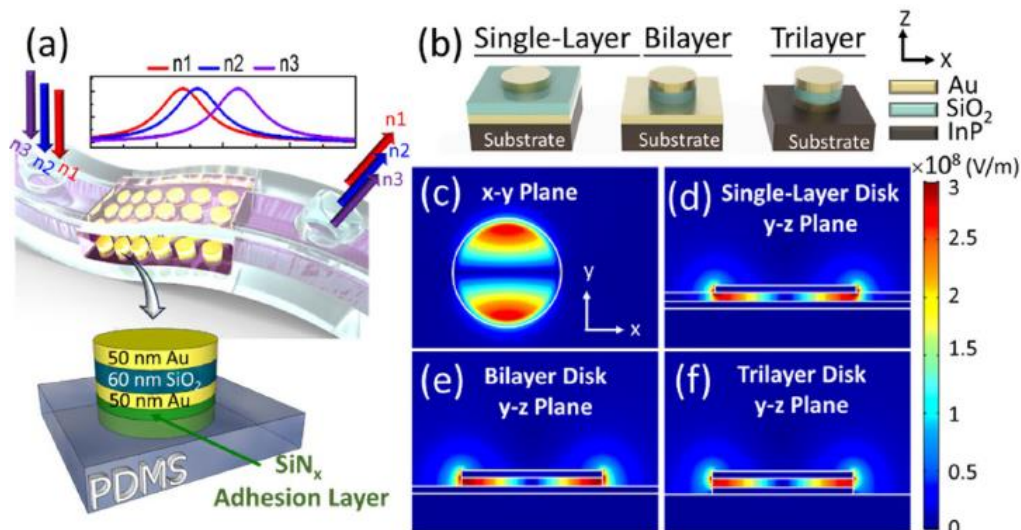


FSS 和 PSS 上的單層 MoS<sub>2</sub> 的模擬光發射和光提取分佈

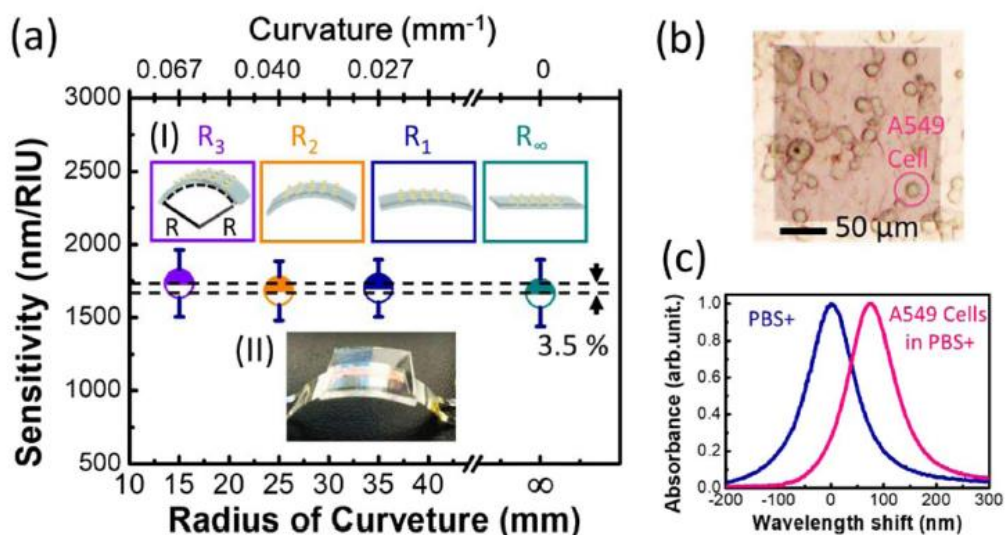
- *Published in “Large-Area and Strain-Reduced Two-Dimensional Molybdenum Disulfide Monolayer Emitters on a Three-Dimensional Substrate” ACS Appl. Mater Interfaces, 11(29), 26243, (2019)*

### 3. 奈米電漿元件：

光學元件受限於光學繞射極限，為了突破困境，發展表面電漿子，其具有超小電磁場分佈的特性，可侷限化的強近場特徵，能藉此發展奈米尺度的光學應用。電漿子材料的潛在應用領域，主要分為三個方面，分別是生物醫學、光電及奈米檢測，如：高靈敏的生化感測元件、高感度紅外線光偵測器、奈米光波導、表面電漿顯微鏡。



單層、雙層和三層柔性 MIM-disk LSPR 折射率感測器 *Scientific Reports*, 8(1), 11812 (2018)



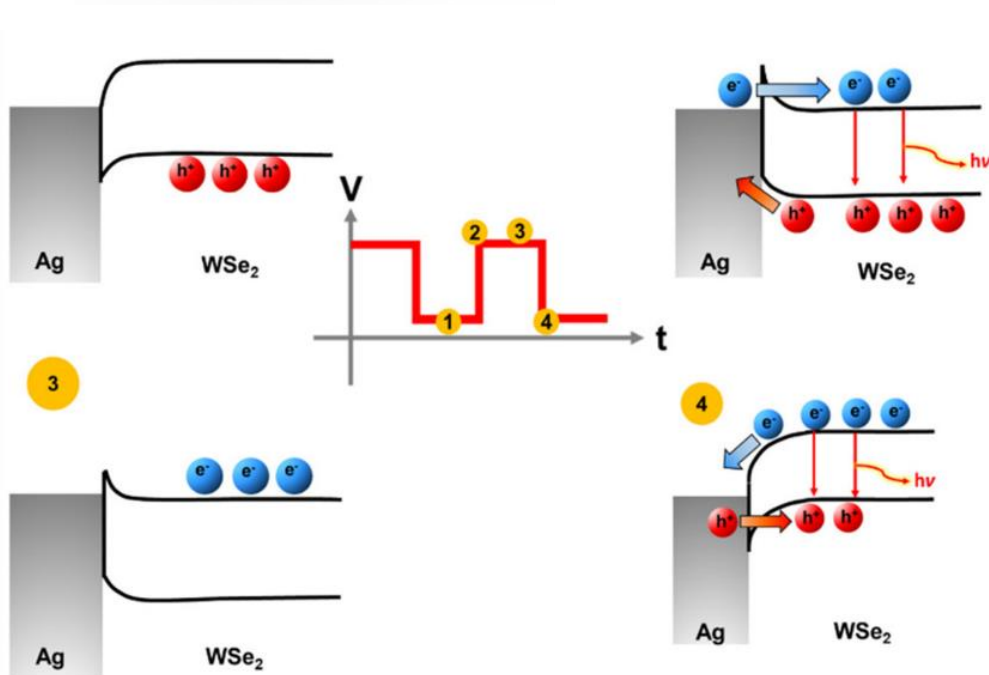
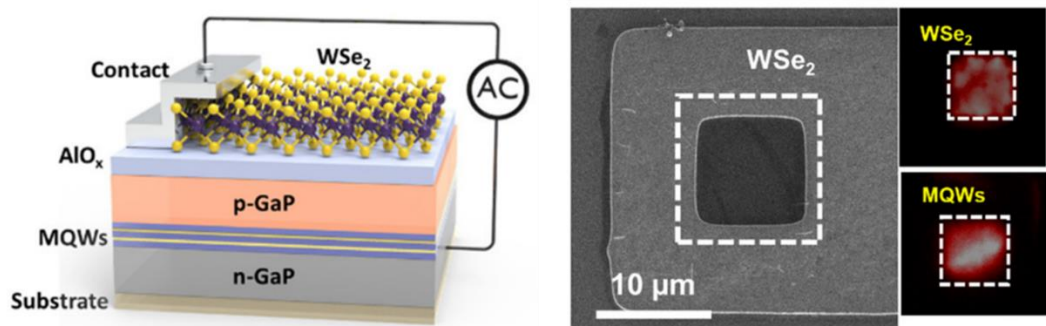
柔性基板上活體 A549 人類肺癌細胞 MIM-disk LSPR 感測器的靈敏度隨曲率變化

*Scientific Reports*, 8(1), 11812 (2018)

- Published in “Flexible Localized Surface Plasmon Resonance Sensor with Metal–Insulator–Metal Nanodisks on PDMS Substrate” *Scientific Reports*, 8(1), 11812 (2018)

#### 4. 光電晶體(Light Transistor)：

光電元件將光轉換成電氣訊號，可用來測量物理特性。光電二極體通過透明的元件本體暴露於光線中，當光照射到界面時，會產生電流或電壓；光電晶體則是可產生與光強度成正比的電流。應用上，因為比其他光導材料具有更良好的特性，可用於精確測量光強。另外能在類比以及數位電路之間充當中介，提高電路的安全性。



二維半導體材料發光電晶體的元件結構與 AC 電壓操作下金屬-氧化物-半導體界面能帶式意圖  
Nanoscale, **15(3)**, 1347 (2022)

- Published in “AC-driven multicolor electroluminescence from a hybrid WSe<sub>2</sub> monolayer/AlGaInP quantum well light-emitting device”, *Nanoscale*, **15(3)**, 1347 (2022).

### 三、實驗室成員：

◇ 畢業生：2023/07 畢業- 陳柏瑞 (碩士)

◇ 碩二：11153107 陳昱廷

◇ 碩一：

11253015 廖柏衡

11253020 楊竣翔

11253048 張維哲

11253049 江浩平