

成功建立技術

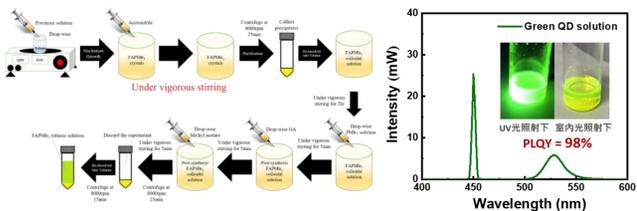
- ▶ 研發**PLQY>98%**高色轉換效率鈣鈦礦量子點。
- ▶ 研發**高解析度(<2 μm)**鈣鈦礦量子點噴塗技術 (像素=17000 ppi)
- ▶ 研發**頻寬>1 GHz**高速、高效率μLED, EQE>41.4%。
- ▶ 建立**OFDM VLC**量測系統, **最大傳輸位元率5.02 Gbit/s** (世界紀錄)。
- ▶ 新穎可撓式ACF材料封裝技術, **可撓曲率半徑達6 mm**。

關鍵技術突破

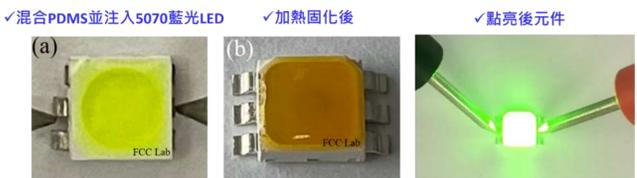
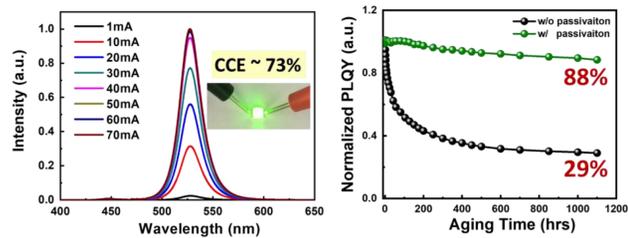
- ▶ 高速微型綠光μLED之開發, 達到**5.02 Gbit/s**的傳輸位元率, 獲選為OSA Spotlight on Optics, Optica) 焦點論文介紹。
- ▶ 高速白光Micro-LED VLC系統達到**2.473 Gbit/s**的傳輸速率, 發表於國際頂級光纖與通訊研討會OFC 2022。

A、高解析度/高轉換效率鈣鈦礦量子點之開發

開發後處理(post-synthesis) 鈣鈦礦量子點合成技術

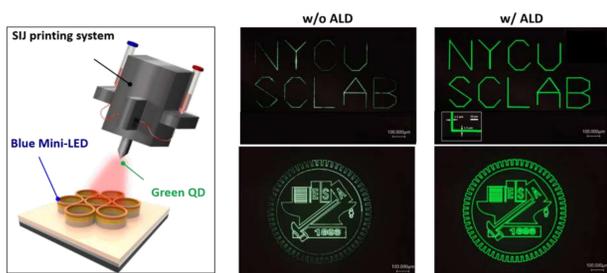


- ▶ 成功利用後處理(post-synthesis)來合成螢光量子效率=98%的鈣鈦礦量子點。
- ▶ 量子點表面配體交換工程可以提升量子點穩定性。



- ▶ 經過後處理之PeQDs, 經過**1100hrs**後可靠度測試, 其量子效率可維持在**88%**。
- ▶ 將經過後處理的鈣鈦礦量子點混合PDMS並注入5070藍光LED, **CCE可達73%**。

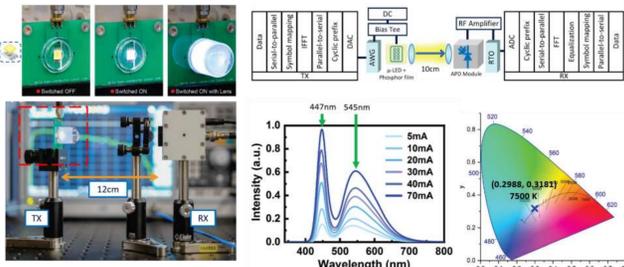
高解析度鈣鈦礦量子點噴塗技術之開發



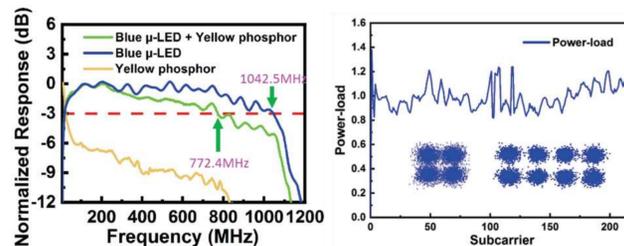
- ▶ 成功利用SIJ噴塗技術達到**線寬為1.5 μm**的量子點線寬, 將SIJ噴塗技術應用於顯示技術上, 可達**17000 ppi**之單色超高解析度。

B、高傳輸速率白光μLED可見光通訊系統之研究

白光 μ-LED VLC量測裝置與CIE-1931 diagram



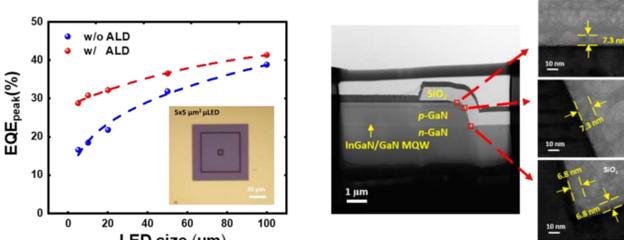
- ▶ 藍色μLED陣列搭配黃色色轉換薄膜, 放射峰分別在445 nm和545 nm處具有藍色和黃色波峰。
- ▶ 在前後分別安裝聚焦透鏡, 提升接收發光強度, **自由空間透射率約為10公分**。



	Data rate (Gbits)	Distance (cm)	Material of Color conversion
IEEE Photonics Technology Letters, 2014	1.7	3	Poly para-phenylene vinylene
IEEE Electron Device Letters, 2018	0.6		CdSe/ZnS
ACS applied materials & interfaces, 2018	0.3		CsPbBr ₃ QD
This work (NYCU)	2.4	10	Yellow-phosphor

- ▶ 高速白光VLC系統, 使用藍色半極性μ-LED陣列和黃色螢光膜, 利用正交分頻多工調變技術(OFDM)來提高頻譜效率, **Data rate可達2.473 Gbit/s**。
- ▶ 測得的藍光和白光的**3-dB頻寬**分別約為**1.1 GHz**和**780 MHz**。

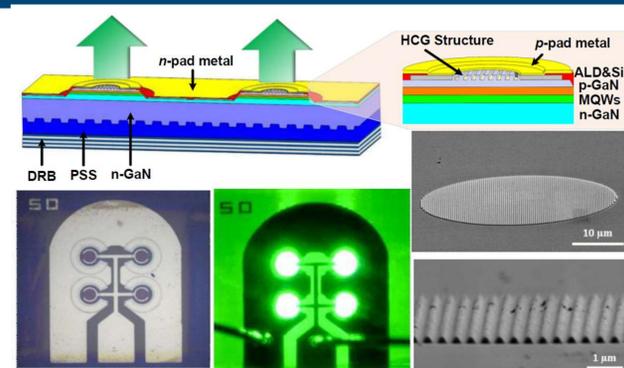
原子層鈍化沉積技術用以提升μLED元件發光效率



Chip size (μm)	EQE (w/o ALD)	EQE (w/ ALD)	ΔEQE enhancement
5 x 5	16.6	28.8	73.4%
10 x 10	18.5	30.8	66.4%
20 x 20	21.8	32.2	47.7%
50 x 50	31.8	36.5	14.7%
100 x 100	38.8	41.4	2.7%

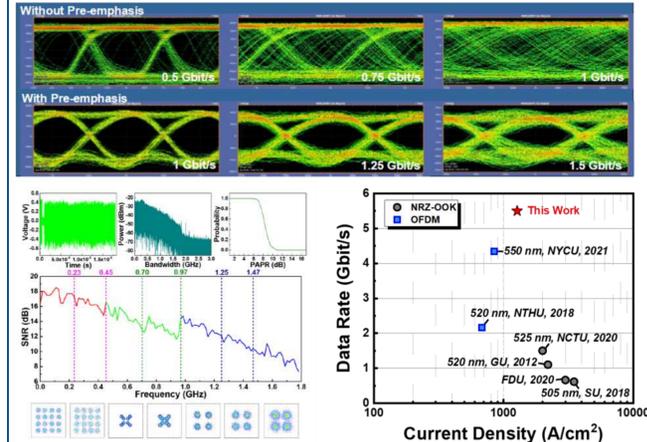
- ▶ ALD應用於藍光μLED元件 (5x5 / 10x10 / 20x20 / 50x50 / 100x100 μm²)可降低元件因sidewall damage所產生的非輻射複合現象, 對5x5 μm²而言EQE可提升**73.4%**。

C、高速綠光VLC系統應用技術之開發



- ▶ 開發帶有奈米光柵結構的半極化綠光2x2 μLED陣列並進行高速傳輸封裝以實現高速無線可見光傳輸, 啟動電壓**2.5 V**, 最大光功率**0.3 mW@ 540 nm**。

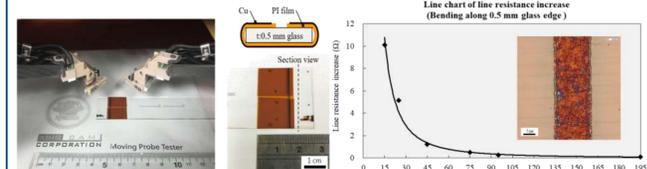
NRZ-OOK



- ▶ 預補償非歸零開關鍵控通訊(Non-Return-to-Zero On-OFF Keying, NRZ-OOK)最大位元率可至**1.5 Gbit/s**。使用加載離散多音(Bit-Loaded Discrete Multitone)格式傳輸可超過**5 Gbit/s**的傳輸位元率, 為目前已知綠光調變最高的總傳輸位元率。

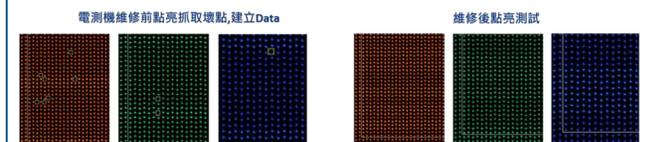
D、新穎可撓式ACF材料特性分析與μLED檢測與修復技術之開發

不同寬度之銅線路沿著厚度為0.5 mm玻璃邊做垂直彎折



- ▶ 隨著銅線路的寬度縮小, 其線電阻呈現大幅度增加。
- ▶ 當線寬小於**50 μm**時, 銅線路之線電阻值增加超過**1 Ω**; 曲率半徑為**6 mm**與**3 mm**做彎曲, 量測銅線電阻測試線路之線電阻值保持**0.1 Ω**。

Micro-LED雷射修復機抓取壞點, 建立Data



- ▶ **Mini/Micro-LED雷射修復機**已經完成驗機完成並結合RCNN最新版本Mask-RCNN進行LED缺陷偵測。

References

- [1] Ultrafast 2x2 green micro-LED array for optical wireless communication beyond 5 Gbit/s, Photonics Research (2021). (IF= 7.080)
- [2] CsPbBr₃ perovskite quantum-dot paper exhibiting a highest 3 dB bandwidth and realizing a flexible white-light system for visible-light communication, Photonics Research (2021). (IF=7.080)
- [3] 4.343-Gbit/s green semipolar (20-21) μ-LED for high speed visible light communication, IEEE Photonics Journal (2021). (IF= 2.443)
- [4] High-Uniform and High-Efficient Color Conversion Nanoporous GaN-Based Micro-LED Display with Embedded Quantum Dots, Nanomaterials, (2022). (IF=5.076)
- [5] Gateway towards recent developments in Quantum Dot-based Light Emitting Diodes, Nanoscale, (2021). (IF=7.790)