

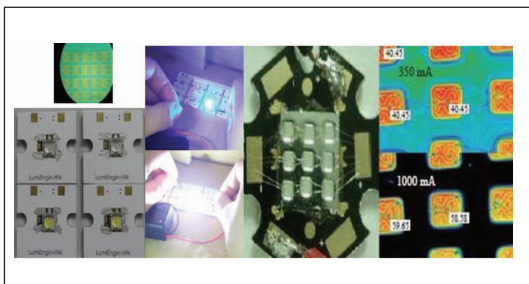
鑽石加持的 LED : COB of DLC LED on DLC PCB (下)

LED with a Diamond Touch (II)

宋健民 James Sung¹、甘明吉 Kevin Kan²、
蔡百揚 Eric Tsai³、宋思齊 Michael Sung⁴
鍊鑽科技(Ritedia Corporation) ¹總經理、²經理、³研發襄理
鑫鑽科技(SinoDiamondLED Corporation) ⁴總經理

倒裝的 LED 設計

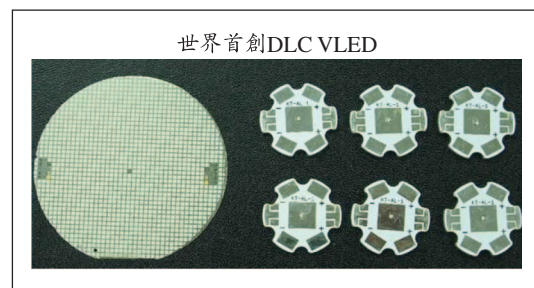
LED 的傳統設計為水平式，但它有兩個大缺點，即藍寶石會擋住熱流，而電極也會擋住亮光。除此之外，晶粒的電極必須鐸在金線上。鐸點因熱脹冷縮時容易脫落，以致光擊的可靠度大幅降低。傳統 LED 晶片的生產已經過剩，而且台灣製造產能已大量外移中國大陸。先進的 LED 公司乃開發下一代的產品，包括倒裝晶片(Flip Chip)或稱覆晶(圖十一)，乃至大面積的垂直 LED (VLED)(圖十二)。倒裝 LED 的優點包括電極不遮光，而且沒有金線。垂直 LED 仍保留一個電極，但因晶片面積較大，所以一顆高功率(如 10W)的 LED 亮度可抵多顆小面積(如 1 mm²)的晶片。



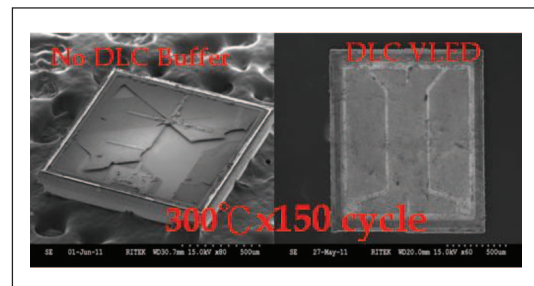
▲圖十一 鍊鑽的DLC FCLED可直接COB鐸在AlN或DLC的基板上，製成高功率的光擊(Light Engine)

DLC LED 的晶片設計

鍊鑽的覆晶設計採用全球首創的 DLC 做為 LED 的大腳介面，因此加速了晶片的散熱及紓解了介面的應力，溫度太高及介面受力為 LED 壽命不長的主要原因，如上所述。



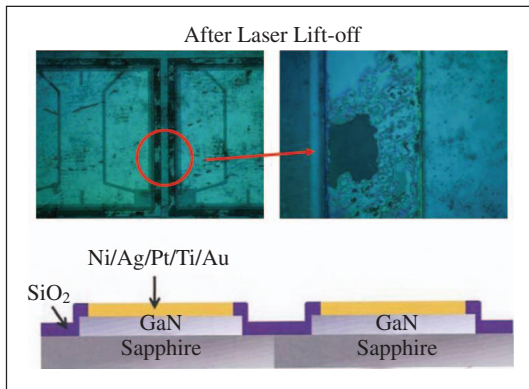
▲圖十二 DLC VLED 可製成大面積(>2 mm)的高功率(>10W)發光源。圖示鍊鑽的DLC VLED乃直接COB鐸在DLC PCB上(1 mm)



▲圖十三 DLC LED 可以有效抵抗熱振(Thermal Shock)造成的破壞力

DLC VLED

DLC LED 不僅可製成覆晶，也能做出 VLED，同樣具有優越性能。



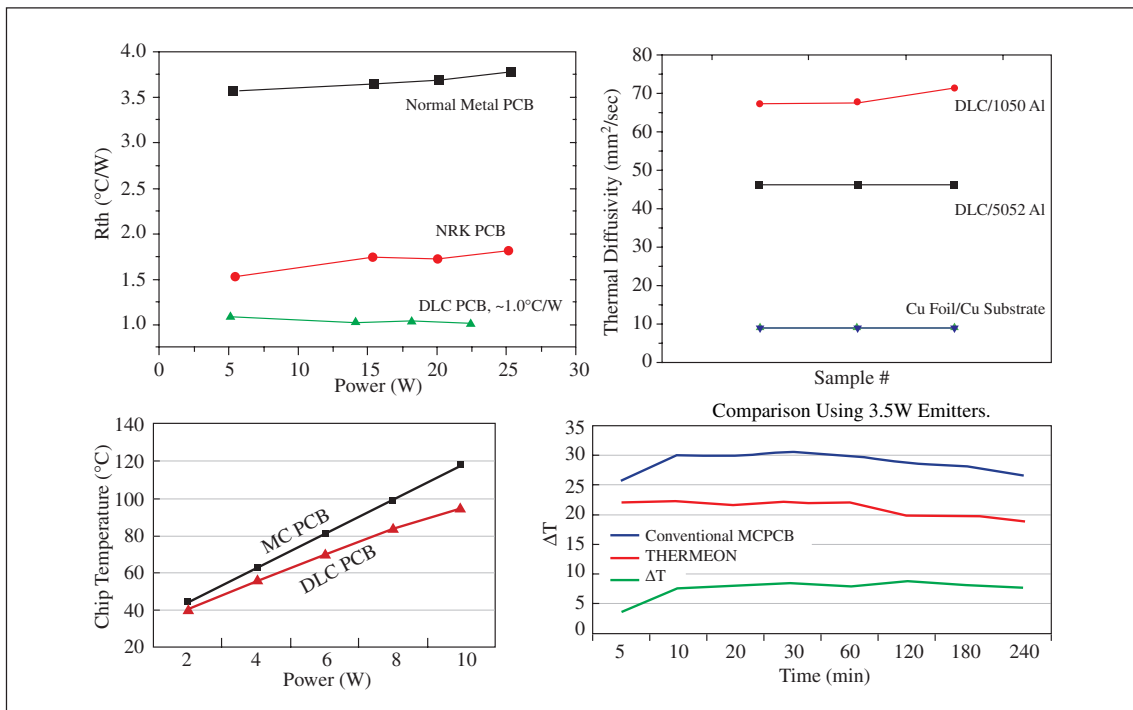
▲圖十四 LED晶粒常以脆弱的SiO₂保護，故容易剝離造成漏電。絕緣的DLC可以有效阻絕漏電，也能加速LED上螢光粉的散熱

DLC VLED 的優越效果可由外部加熱造成破壞而驗證。沒有 DLC 介面的 VLED 在加熱後會破裂，而 DLC 紓解應力的 VLED 則完好如初（圖十三）。

導電 DLC 不僅可製成電極，絕緣 DLC 也能成為阻隔(Isolation)晶粒的護膜，這樣可以有效防止 LED 漏電，避免出光亮度的快速衰減（圖十四）。



▲圖十五 DLC使熱流不致阻塞而可順流暢通，這樣就可降低LED發光的溫度，延長燈具的壽命

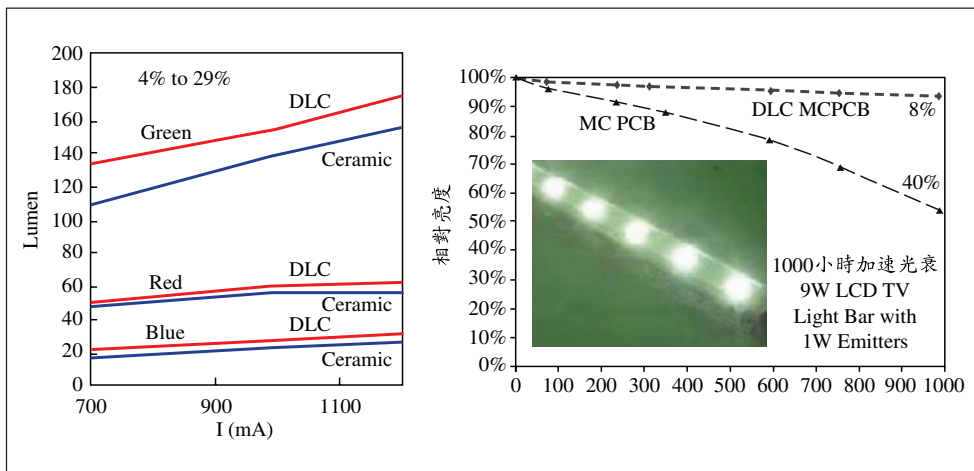


▲圖十六 DLC PCB 可有效降低 LED 的晶片溫度

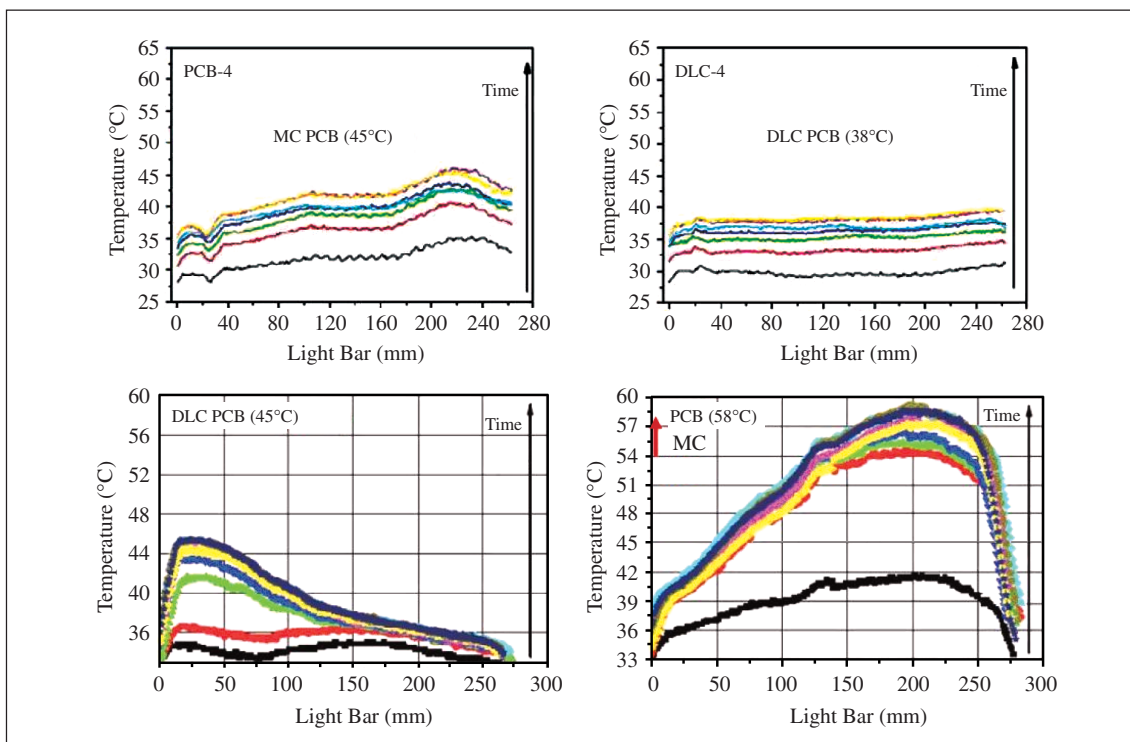
DLC 電路板

DLC 不僅可改善 LED 光源的散熱問題，也能鍍在鋁基板上製成 DLC PCB (Printed Circuit Board)。一般的金屬基電路板(Metal Core PCB; MCPCB)乃在鋁板上塗佈樹脂絕

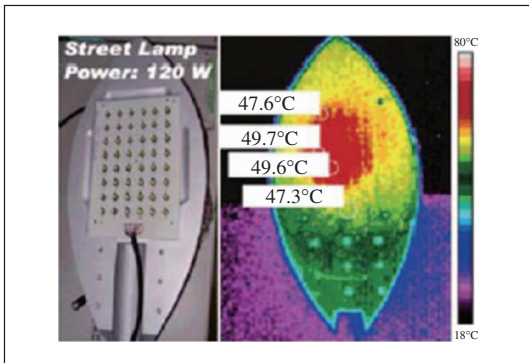
緣銅導線。然而樹脂為熱阻，而且它會逐漸變質，甚至會和水氣反應，所以其封裝的光擊不適用於戶外 LED 的燈具（如路燈）。DLC PCB 徹底解決了 LED 基板在戶外嚴苛環境使用的問題（圖十五至圖十九）。



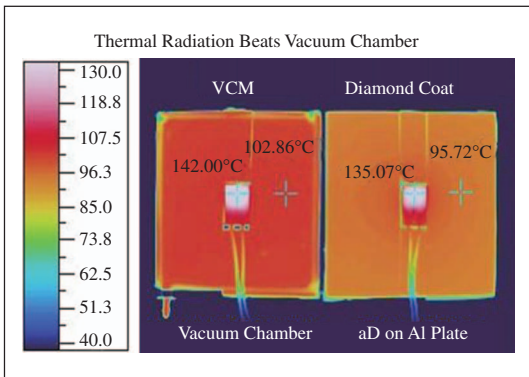
◀圖十七
DLC PCB 可增加 LED 亮度及延長光擊壽命



▲圖十八 電視背光條燈 LED 的溫度分布顯示 DLC 可有效散熱抑制溫度的上升

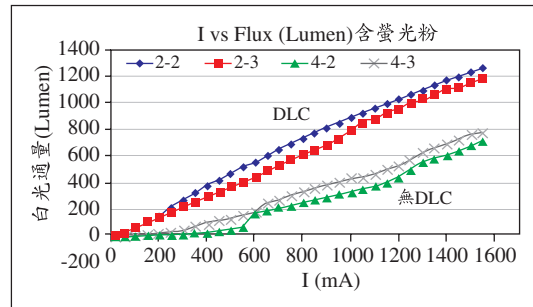


▲圖十九 億光 100W 以上路燈乃採用 DLC PCB

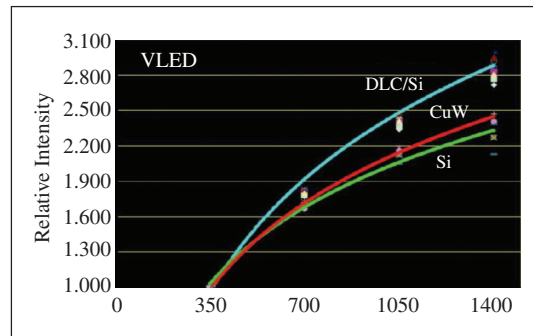


▲圖廿 DLC 鍍在鋁板上(右圖)，其散熱效果居然高於銅片製成的真空水冷均熱板(Vacuum Chamber)(左圖)，此結果為日本散熱材料的主要公司 Fujipoly 量測報告

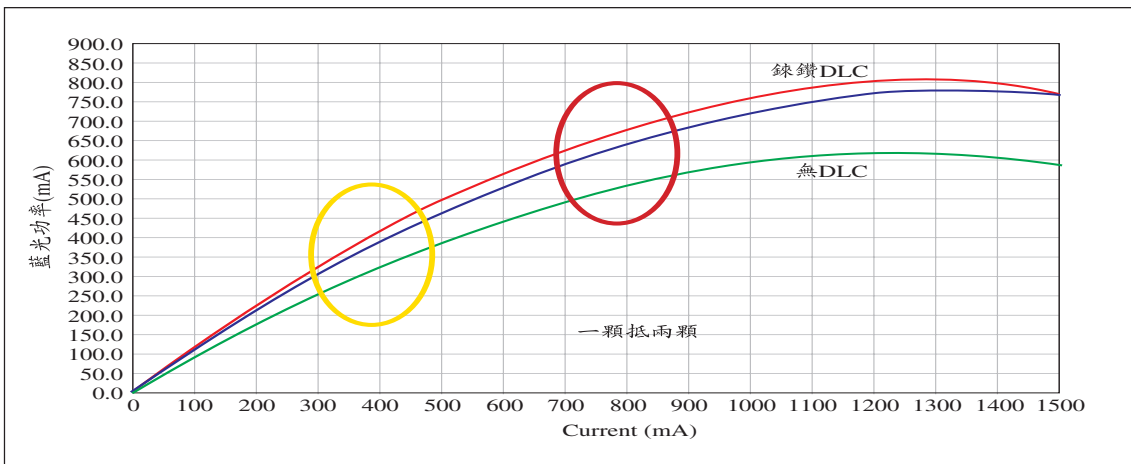
DLC 不僅傳熱速率高於銅或鋁，它更可輻射散熱，將 LED 的廢熱以遠紅外線(如 8 μm 波長)逸散到空氣中(圖廿)。



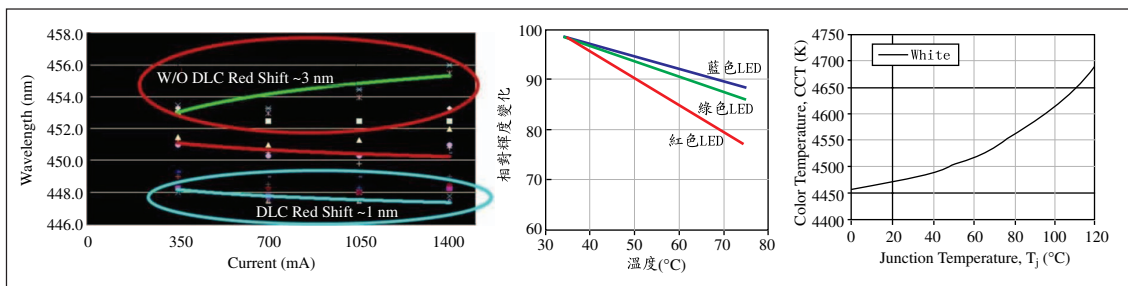
▲圖廿二 DLC 覆晶的白光通量大於無 DLC 介面的覆晶



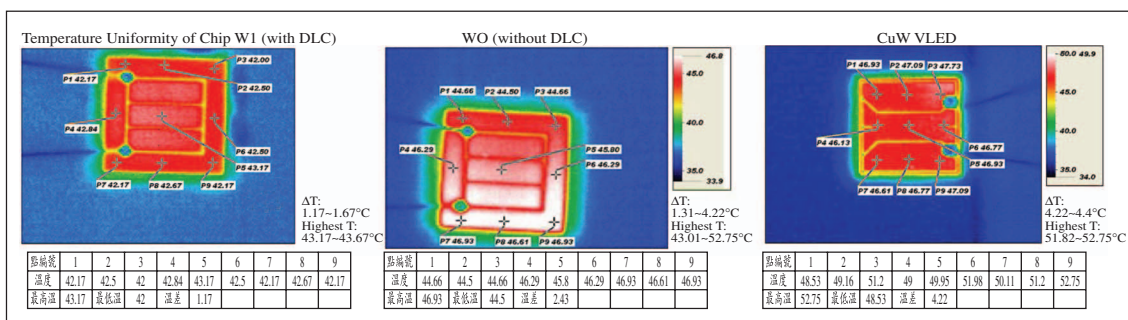
▲圖廿三 DLC VLED 的出光大於無 DLC 介面的產品



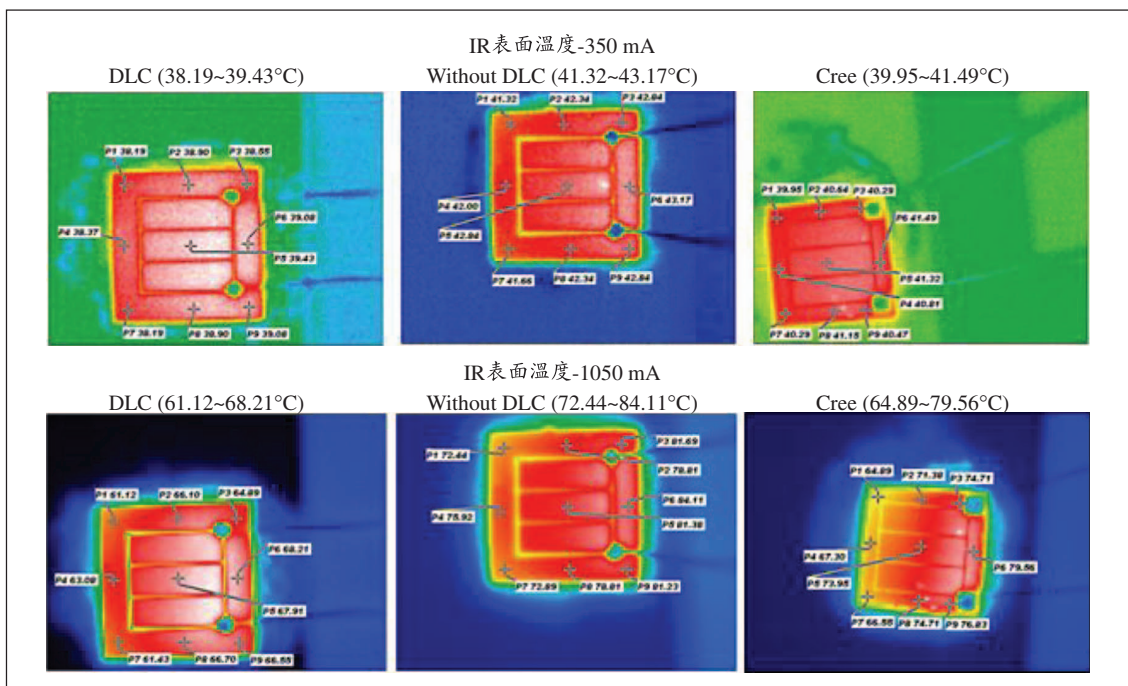
▲圖廿一 由於內建散熱層與發光的 MQW 距離不到 1 μm ，DLC 覆晶的出光高於無 DLC 的覆晶


















▲圖廿四 溫度會強烈影響發光效率與發光顏色。DLC LED的出光波長穩定，沒有紅移(Red Shift)，因此適合LED TV的背光應用



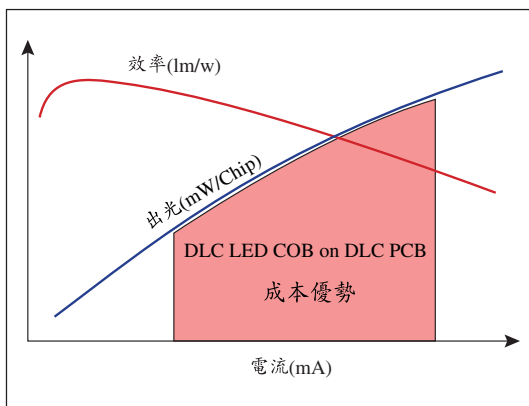
▲圖廿五 DLC 覆晶的介面溫度較低，而且沒有破壞性的應力



▲圖廿六 DLC VLED 的介面溫度最低，也沒有破壞性的熱點

	Emitter Strategy			COB Approach		
	1	5	10	1	3	6
Power (W)	1	5	10	1	3	6
Lumens (lm)	100	500	1000	100	500	1000
Number of LEDs	1	4	8	1	3	6
Emitter						
DLC PCB						
LED Module						
SMT Cost (USD)	\$0.02	\$0.08	\$0.16	-	-	-
LED Cost	\$0.68	\$2.72	\$5.44	\$0.27	\$0.81	\$1.62
Substrate	\$0.25	\$0.25	\$0.25	\$0.25	\$0.25	\$0.75
Total	\$0.95	\$3.05	\$5.85	\$0.92	\$2.06	\$3.37
S/lm	\$0.01	\$0.01	\$0.01	\$0.01	\$0.0041	\$0.0034

▲圖二十八 LED的間接封裝(左列)及直接固晶(右列)製作成本比較。圖示 DLC 光擊的成本為每流明 0.3 美分，遠低於 2012 年國際願景的 1 分



▲圖二十七 LED的發光效率及出光通量。圖示 LED 在大電流以 DLC 控制光衰的成本最低

DLC LED on DLC PCB

銲鑽設計的 DLC 覆晶及 VLED 已和多

家 LED 公司合作製造，有些 DLC LED 乃以 COB 直接銲在 DLC PCB 上。圖廿一至圖廿六為不同公司測試的參考數據。

DLC LED 的成本

2012 年為 LED 的照明元年，其決戰點並不是比較發光的效率，而實為發光的成本。若 LED 的溫度可以 DLC 抑制，光衰會更小，這樣就可以加大電流，一顆 DLC LED 就可抵多顆傳統 LED。這是降低 LED 光擊成本的良方 (圖廿七)。

COB 為降低 LED 成本的有效方法。傳統的 LED 需先製成發光源(Emitter)，增加製程的複雜度，COB DLC LED 可不用昂貴的陶瓷襯底，所以成本最低 (圖廿八)。