

具異質穿隧層串聯之氮化鎵系列發光二極體

張守進^{1,*}、林韋亨¹、陳緯守²

¹ 國立成功大學電機系暨微電子所，尖端光電技術中心

² 晶元光電股份有限公司

changsj@mail.ncku.edu.tw

IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. 51, No. 8

以氮化鎵為基底的發光二極體已普遍使用於商業固態照明。然而，氮化鎵發光二極體的成本還是偏高。因此，為了進一步提高固態照明的市場滲透率，我們需要減少這些元件生產的成本。降低生產成本其中的一種方法是，在相同的藍寶石基板上串聯兩個氮化鎵-氮化鎵多重量子井 (MQW) 結構，並以一個穿隧層 (TJ) 連接這兩個MQW。而使用兩種不同的多量子井結構結合具有不同的氮化鎵量子井的氮化鎵雙波長藍色/綠色發光二極體已被發表過 [1], [2]。在此，我們使用 p^{++} -氮化鎵/ u -氮化鎵/ n^{++} -氮化鎵穿隧層來製作氮化鎵異質穿隧層的發光二極體。



圖1(a), 1(b)和1(c)描繪出3種結構，分別為傳統的發光二極體(LED 1)，發光二極體結合 p^{++} -氮化鎵/ u -氮化鎵/ n^{++} -氮化鎵(LED 2)和發光二極體結合異質穿隧層(LED 3)。

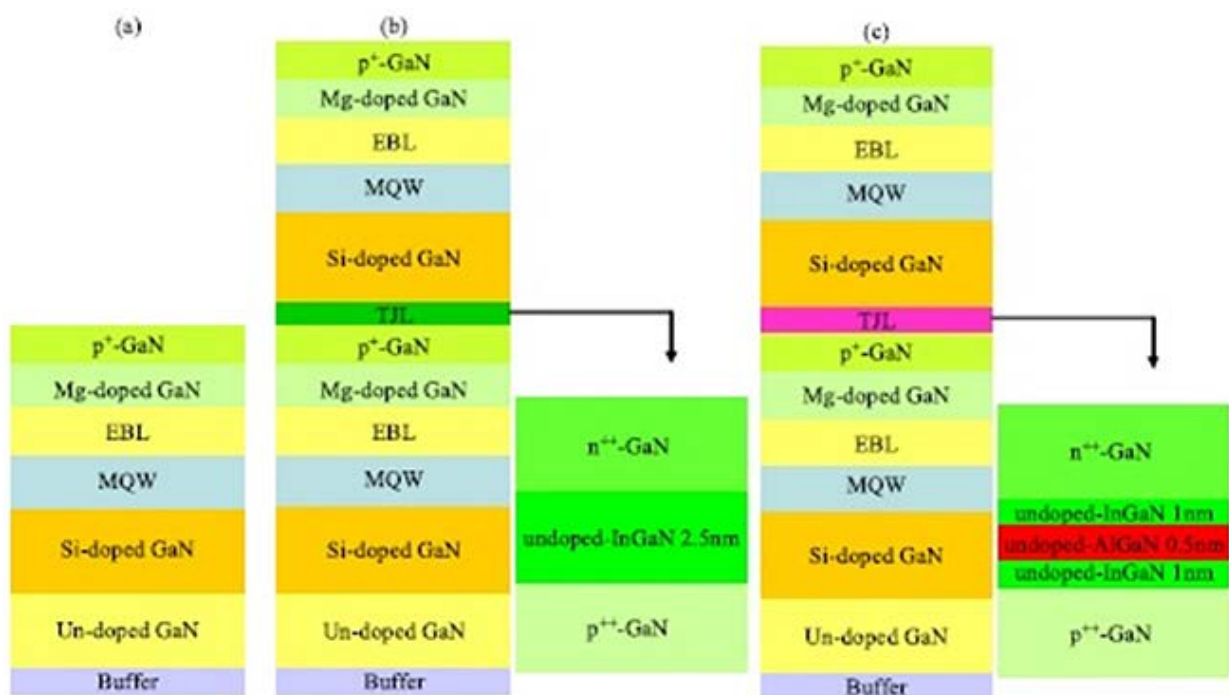


圖1 結構示意圖 (a) LED1 (b) LED2 (c) LED3

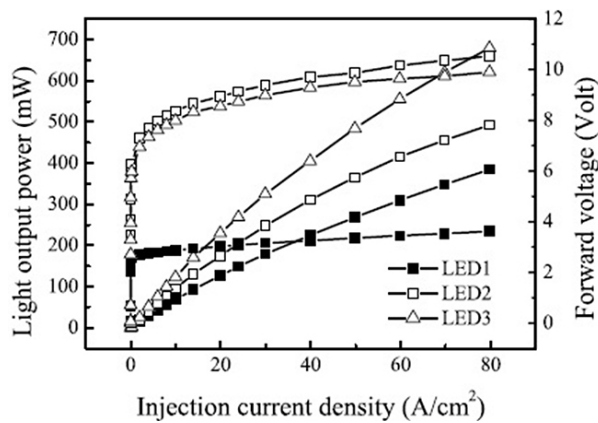


圖2 光功率-電流-電壓特性曲線圖。

知道穿隧電流的增加是因為異質穿隧層架構的應用。

圖2中也繪製這些元件的電流-電壓特性曲線。當入射電流密度為 20 A/cm^2 時，得到的順向偏壓為 3.02 (LED 1), 8.94 (LED 2) 以及 8.55 (LED 3)。與LED 1相比，LED 2及LED 3會得到明顯大得多的順向偏壓是由於兩層串聯的多重量子井主動區的貢獻。

圖3(a)及3(b)為LED 1及LED 3的生命週期對輸出功率及順向偏壓的量測曲線圖。量測方式如下:首先，我們將兩個元件置入一加熱器中，並在 80°C 的環境之下對元件施加一個280毫安培的電流來進行生命週期測試。一段時間之後將元件移出加熱器，並在室溫之下對元件施加一個120mA的電流來量測他們的光電特性。如圖3(a)所示，經過了1000個小時之後LED 1及LED 3的輸出功率分別下降了2.1% 及3.2%。另外可以由圖3(b)中看到，LED 1及LED 3的順向偏壓分別增加0.4% 及 1.2%。對於LED 3來說，輸出功率及順向偏壓這微小到可以忽略的改變也間接地證明了具有異質穿隧層架構之氮化鎵系列發光二極體的元件可靠度。

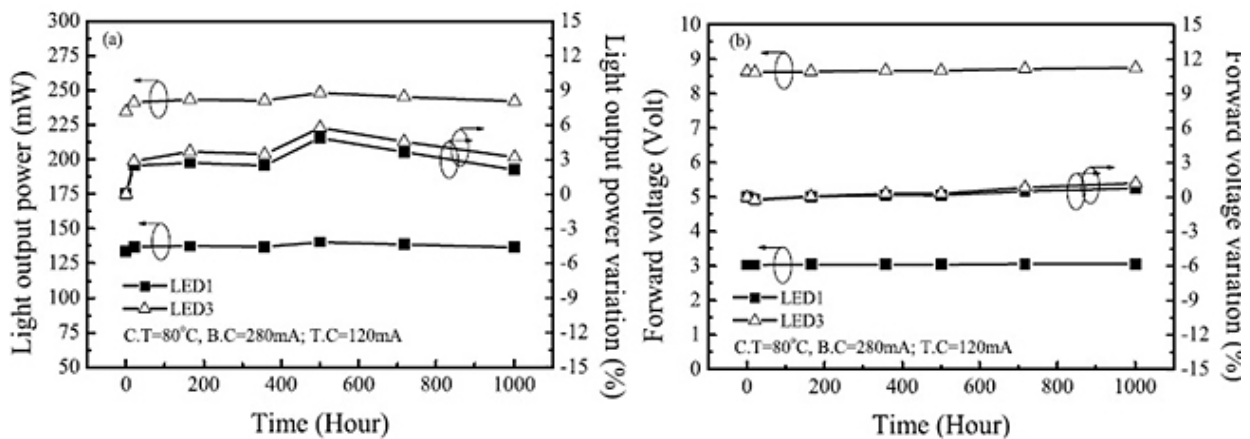


圖3 生命週期對 (a)輸出功率及 (b)順向偏壓的特性曲線圖。

參考文獻:

[1] I. Ozden, E. Makarona, A. V. Nurmikko, T. Takeuchi, and M. Krames, "A dual-wavelength indium gallium nitride quantum well light emitting diode," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 79, no. 16, pp. 2532–2534, 2001.

[2] C. H. Chen et al., "Nitride-based cascade near white light-emitting diodes," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 14, no. 7, pp. 908–910,

Jul. 2002.

[3] M. C. Tsai, B. Leung, T. C. Hsu, and Y. K. Kuo, "Low resistivity GaN-based polarization-induced tunnel junctions," *J. Lightw. Technol.*, vol. 31, no. 22, pp. 3575–3581, Nov. 15, 2013.