

氮化銦鎵-氮化鎵之多重量子井藍光與綠光發光二極體

張守進

國立成功大學電機資訊學院微電子工程研究所

changsj@mail.ncku.edu.tw

IEEE JOURNAL ON SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS, VOL. 8, NO. 2, MARCH/APRIL 2002,

pp. 278-283

Times Cited: 173

一

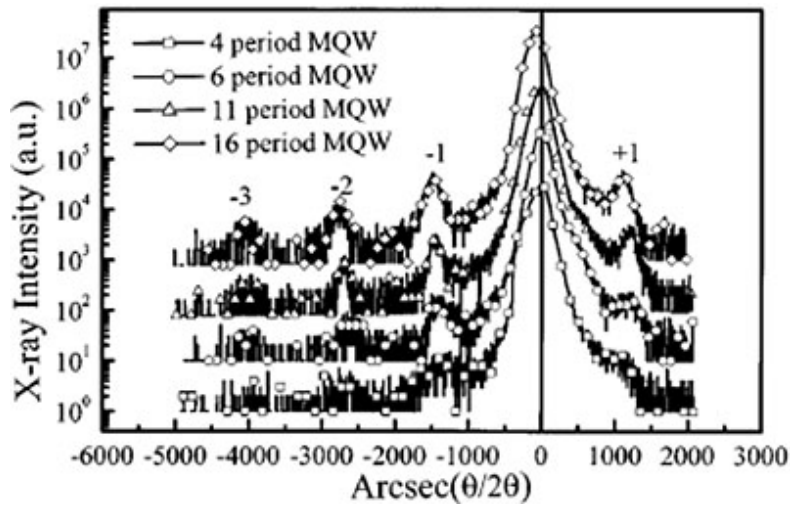
二 五族氮化物半導體材料具有Wuzite結構和直接能隙等特性。在室溫

下AlInGaN的能隙可隨著它的成分比例從1.95eV調變至6.2eV。因此三五族氮化物半導體通常可應用於短波長的發光元件，例如藍光與綠光發光二極體亦已商用化，且可廣泛地應用在交通號誌和彩色顯示器。三五族氮化物所發展出的典型藍光與綠光發光二極體所使用的主動層一般為未摻雜之InGaN-GaN多重量子井結構，夾在GaN之n型電極層與p型電極層之間。然而，由於InGaN和GaN晶格之不匹配，隨著量子井數目的增加，應力釋放的現象亦隨之產生。此外，壓電場引致之量子侷限效應(Stark effect)亦會影響三五族氮化物藍光與綠光發光二極體之發光特性。本研究中，主要探討不同量子井數目對於InGaN-GaN多重量子井藍光與綠光發光二極體之影響。應力釋放對於發光二極體特性之效應與影響亦將於內文中做更深入詳細之探討。

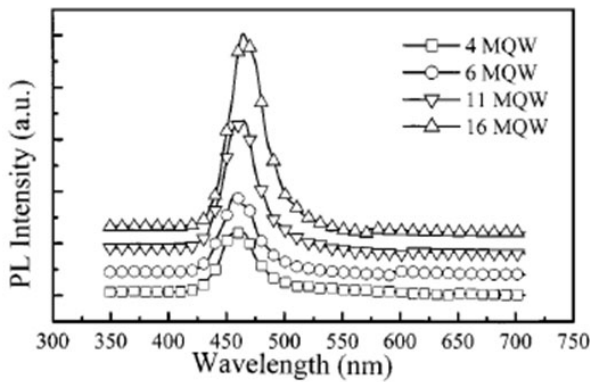


本研究使用有機金屬氣相磊晶法於(0001)面之藍寶石基板上成長發光二極體之磊晶結構。使用TMGa, TMI, TMA與NH₃等有機金屬源，並使用Cp₂Mg與SiH₄分別作為p型與n型GaN之摻雜。圖一顯示藍光多重量子井發光二極體中不同InGaN-GaN量子對數目之XRD頻譜。圖二(a)和(b)分別顯示藍光多重量子井發光二極體的室溫PL頻譜與PL半高寬變化。圖三(a)、(b)分別顯示藍光多重量子井發光二極體之室溫EL光譜和外部量子效率變化。圖四(a)和(b)顯示電流-電壓特性和藍光多重量子井發光二極體於不同量子井對數之下的順向偏壓值，吾人定義於注入電流為20 mA時的操作電壓為順向偏壓V_f。圖五(a)和(b)顯示11對與16對藍光多重量子井發光二極體於不同注入電流下之EL頻譜。圖六為具有不同InGaN-GaN量子井數目之綠光發光二極體之XRD頻譜圖。圖七為具有不同InGaN-GaN量子井數目之綠光發光二極體之PL頻譜。圖八為綠光多重量子井發光二極體在20 mA注入電流下之綠光發光二極體之室溫EL頻譜。圖九為藍光與綠光發光二極體歸一化EL頻譜之比較。可發現綠光多重量子井發光二極體其半高寬(35 nm)大於綠光多重量子井發光二極體之半高寬(26 nm)。此現象乃因綠光多重量子井發光二極體中InGaN-GaN多重量子井產生應力釋放所致。圖十(a)與(b)為順偏I-V特性曲線，以及不同量子井對數的綠光發光二極體，於注入電流20 mA下的V_f變化。圖十一(a)與(b)顯示在不同注入電流下6對與2對多重量子井的綠光發光二極體之EL頻譜。

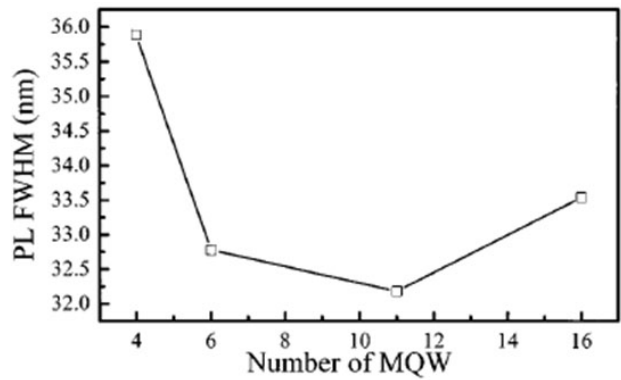
結論，吾人使用有機金屬氣相磊晶法成功製作出InGaN-GaN藍光與綠光多重量子井發光二極體，並藉由PL, XRD與EL的量測與分析探討其特性。結果顯示，隨著量子井數量的增加，藍光發光二極體的PL與EL峰值只有少許的偏移。然而，隨著量子井數量的增加，綠光發光二極體卻有明顯的PL與EL峰值偏移。此外，在高電流注入的條件下，藍光發光二極體有著嚴重的EL峰值偏移。對於綠光發光二極體而言，此藍移現象是不明顯的。因此，綠光發光二極體的順偏偏壓會比藍光發光二極體來的大。



圖一、具有不同InGaN-GaN 量子井數目之藍光發光二極體之XRD頻譜圖

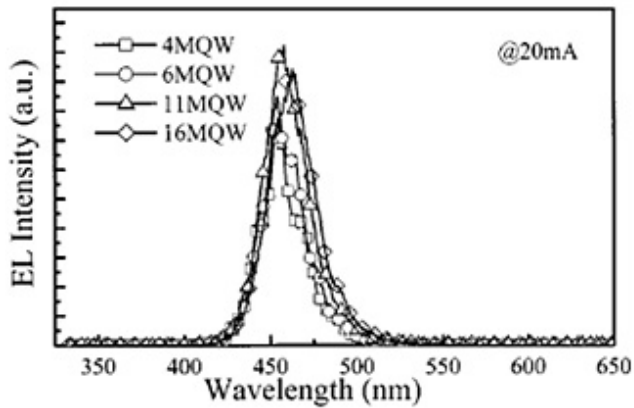


(a)

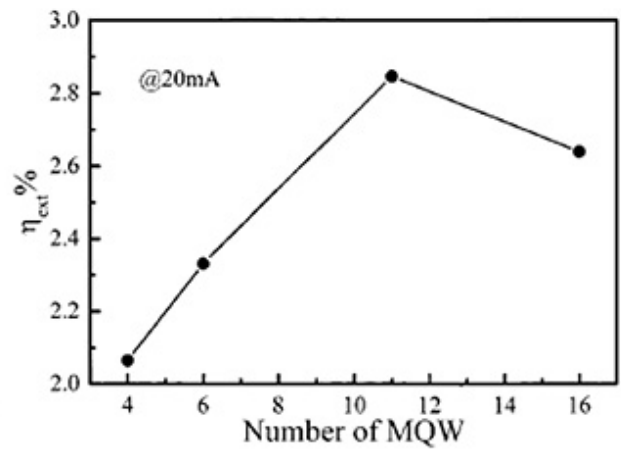


(b)

圖二、室溫下具有不同InGaN-GaN 量子井數目之藍光發光二極體之 (a) PL頻譜 (b) PL半高寬變化

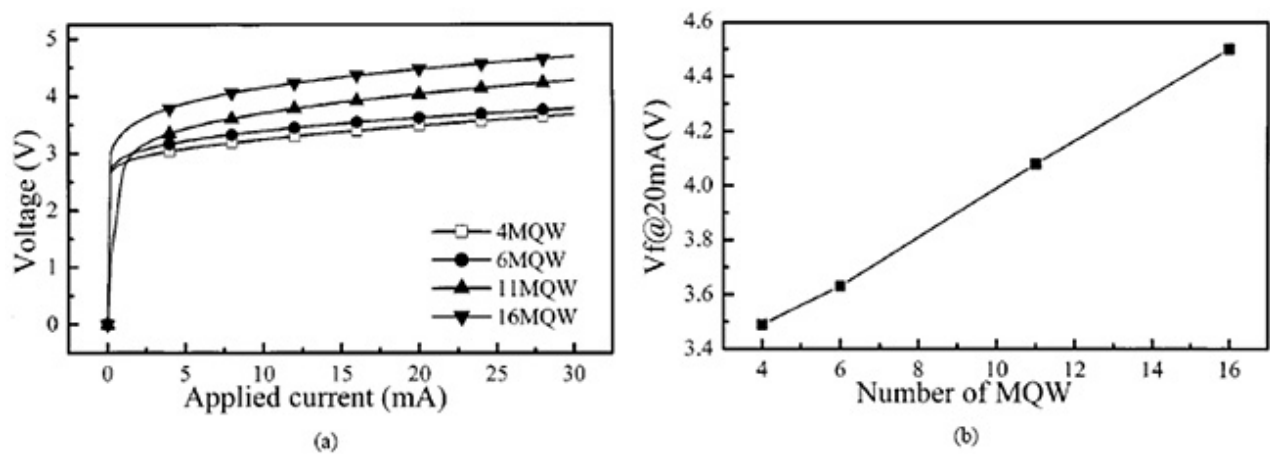


(a)

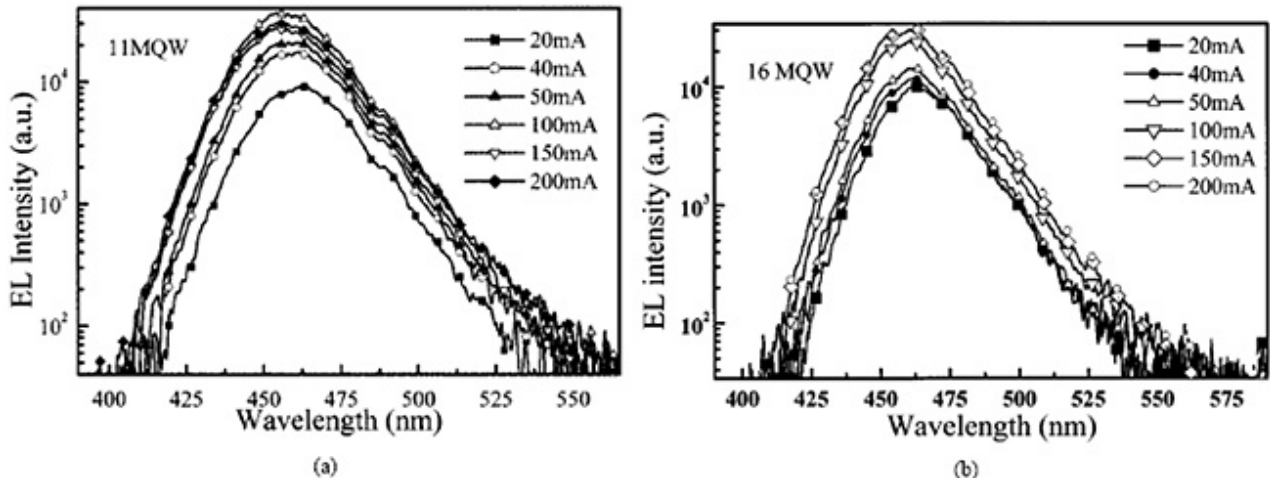


(b)

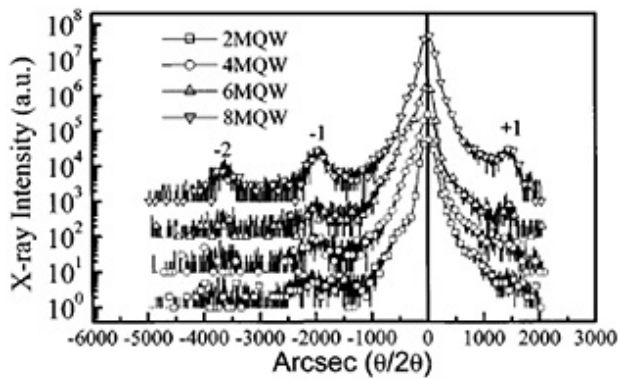
圖三、室溫下具有不同InGaN-GaN 量子井數目之藍光發光二極體之 (a) EL頻譜 (b) 外部量子效率變化



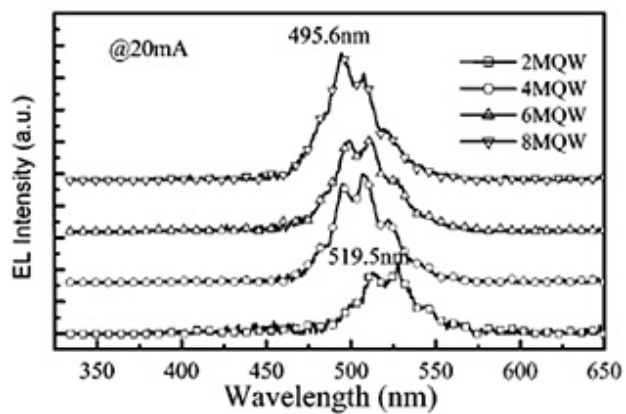
圖四、具有不同InGaN-GaN 量子井數目之藍光發光二極體之 (a) 順偏I-V特性 (b) 順向偏壓變化



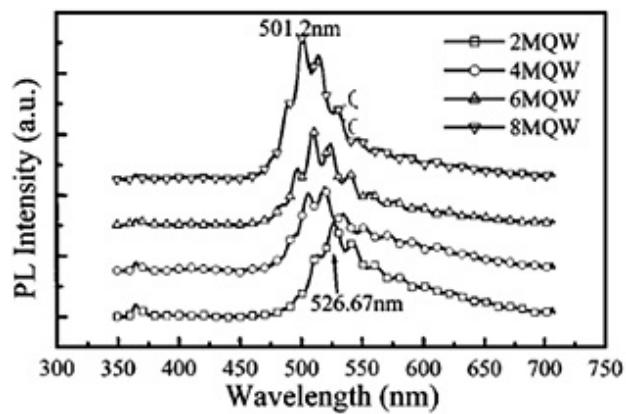
圖五、不同大小電流注入 (a) 11對 (b) 16對量子井之藍光發光二極體之EL頻譜



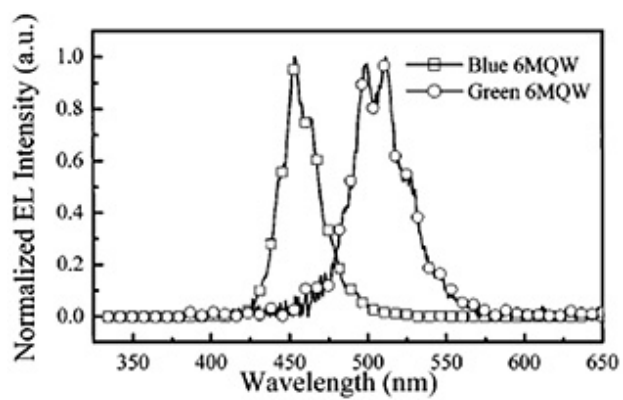
圖六、具有不同InGaN-GaN 量子井數目之綠光發光二極體之XRD頻譜圖



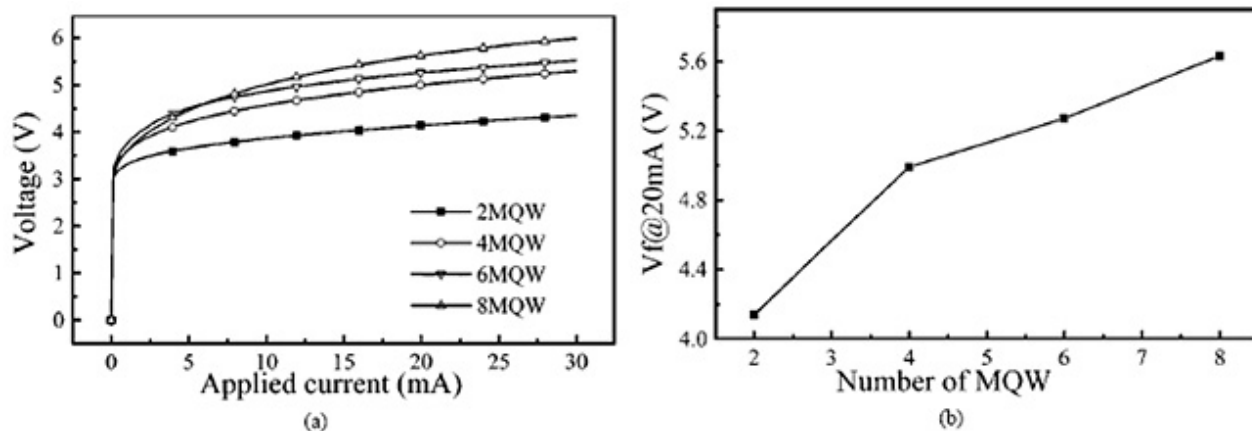
圖八、在20 mA注入電流下之綠光發光二極體之室溫EL頻譜



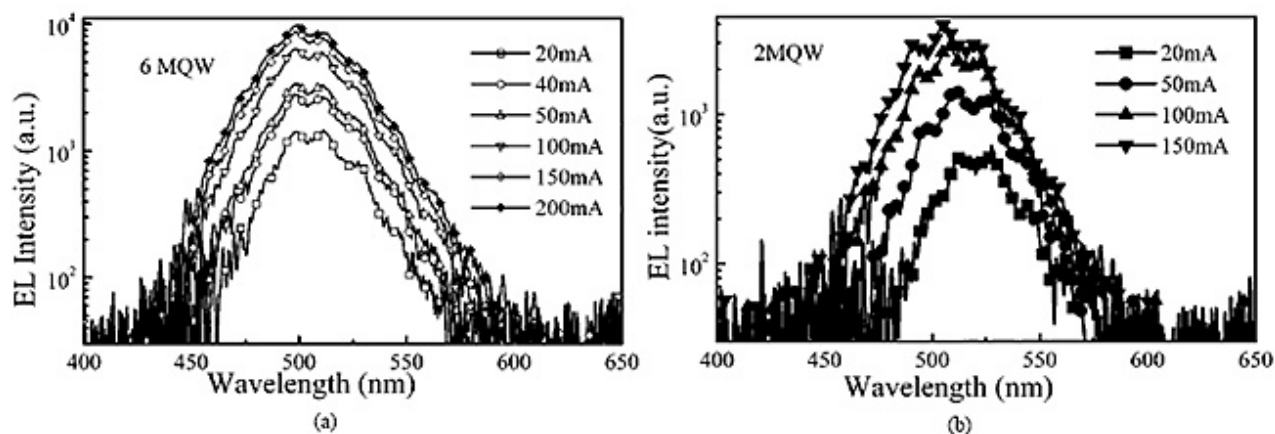
圖七、室溫下具有不同InGaN-GaN 量子井數目之綠光發光二極體之PL頻譜



圖九、藍光與綠光發光二極體歸一化EL頻譜之比較



圖十、具有不同InGaN-GaN 量子井數目之綠光發光二極體之 (a) 順偏I-V特性 (b) 順向偏壓變化



圖十一、不同大小電流注入 (a) 6對 (b) 2對量子井之綠光發光二極體之EL頻譜

表一 四種藍光發光二極體於不同注入電流下量測所得之EL峰值位置

	4 MQW	6 MQW	11 MQW	16 MQW
20mA	455.2nm	455.8nm	458.8nm	462.4nm
50mA	451.5nm	452.6nm	454.6nm	461.6nm
100mA	449.6nm	450.8nm	453.2nm	460.4nm
150mA	448nm	449.6nm	452.7nm	459.8nm
200mA	447.7nm	449.1nm	451.2nm	459.8nm

表二 四種綠光發光二極體於不同注入電流下量測所得之EL峰值位置

	2 MQW	4 MQW	6 MQW	8 MQW
20mA	519.2 nm	506 nm	504.2nm	495.7nm
50mA	515.2 nm	504.2 nm	504 nm	495.4nm
100mA	508.1 nm	503 nm	503.7nm	495.5nm
150mA	506.4 nm	502.3 nm	503.7nm	495.3nm
200mA		500.8 nm	503.5nm	495.9nm

