

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

低功率 DVD650nm 雷射二極體的研製

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2622-E-002-028-CC3

執行期間：92 年 06 月 01 日至 93 年 05 月 31 日

執行單位：國立台灣大學電子工程研究所

計畫主持人：楊英杰

計畫參與人員：

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 94 年 4 月 25 日

低功率 DVD650nm 雷射二極體的研發報告

我國在光碟機產業中，一直佔領世界很重要的地位，全國出口數量佔全球的一半以上，但美中不足地是關鍵零組件均須仰賴進口，尤其是光學讀寫頭 (Optical Pickup Head)，技術層次高，幾乎百分之百進口，主要從日本，使得台灣的光碟機產業成為典型的「無頭」工業。
DVD 所需的雷射二極體，無論 780nm 或 650nm 都需仰賴日本公司。

分析日本各主要公司所產的 DVD650nm 雷射二極體結構，大部份採取掩埋異質界面 (buried heterostructure) 作為主動區，這種結構需要兩次到三次的長晶來完成，它的優點是模態穩定，晶層表面平坦化，晶粒可以 p 型朝下黏著也不會產生很大的應力，信賴性 (reliability) 高；缺點是多次長晶會造成良率低，成本高。事實上要達到 DVD 應用的規格，最重要的特性是 1) 高溫 (70°C) 特性必須良好，2) 雷射發光的垂直方向 (θ) 的遠場角度必須小 ($\leq 28^\circ$)，3) 晶層表面需平坦化，可以 p 型 (正面) 朝下晶粒黏著 (die-bonding)。前兩者都可用長晶技術來克服，而最後一項並不需用多次長晶，而可以用元件結構設計來達成。

研究工作可分為 (一) 紅光雷射材料磊晶 (二) 雷射二極體製作與特性量測

(一) 材料磊晶

製作此紅光二極體的晶圓結構是用 MOCVD 磊晶技術來達成。如圖一所示，先在 (100) 偏 7° 角的 n 型 GaAs 基板上成長 0.5 微米 (μm) 的 GaAs 作為緩衝層，接著成長 3.0 微米 (μm) 的 n 型 InAlGaP 限制層，3 到 5 個量子井的主動層，以及 1 微米厚的 p 型 InAlGaP 限制層，p 型與 n 型的限制層所含 Al 都在 70% 左右，目的在獲得最大的電子導電差，避免載子溢流現象發生，影響雷射特性與高溫的操作。最後長一層 0.2 微米厚的 p 型 GaAs 作為歐姆接觸層。

(二) 雷射二極體製作與特性分析：

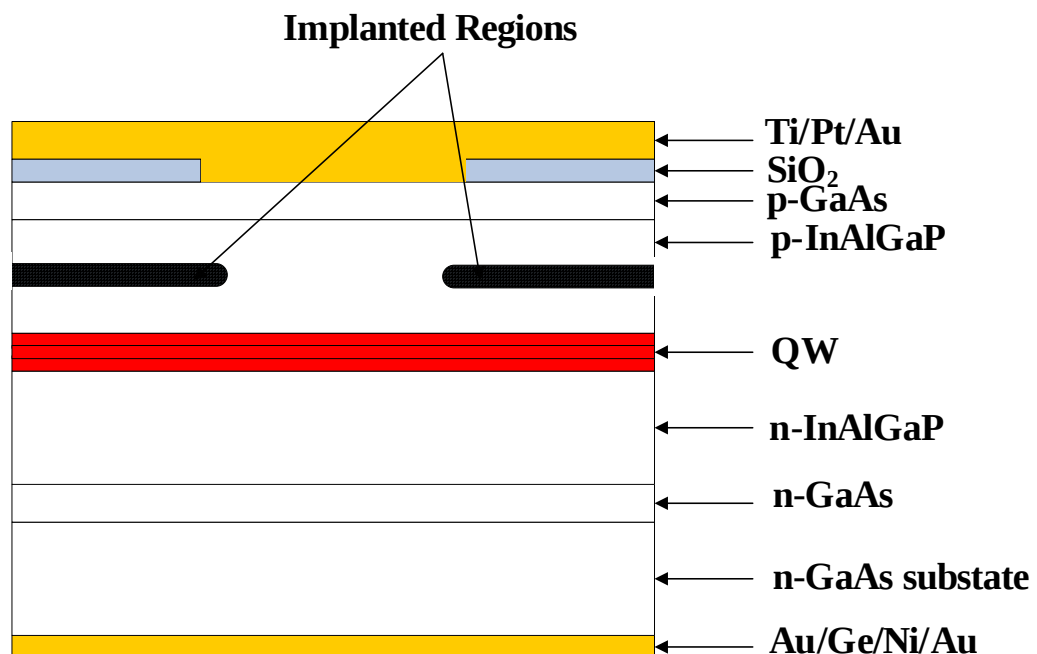
完整的雷射二極體結構如圖一所示，其基本製程如下：

- 1) 用光罩技術製作出一條約 3-7 微米寬 3 微米厚的光阻層，作為離子佈植的遮罩 (mask)。
- 2) 進行氫離子佈植，用 200keV， 5×10^{14} 的離子劑量，佈植的深度大約 1 μm 深，在量子井的上方 0.1~0.2 微米距離。
- 3) 清洗光阻遮罩，接著沉積一層 2000 Å 的 SiO_2 ，並用光罩技術製作出光阻罩，用 Reactive Ion Etching (RIE) 系統在 SiO_2 的介電質層上蝕刻出一條 10 微米寬的開口區，目的是形成 p 型金屬接觸區。
- 4) 用光罩技術形成 p 型金屬光阻遮罩，並用電子束蒸鍍機沉積 Ti/Pt/Au 作為 p 型歐姆接觸用。
- 5) 將樣品基板背面研磨翦薄，拋光後，在基板背面鍍上 AuGe/Ni/Au 作為 n 型接觸。

6) 用劈裂技術製作出大約 300~500 微米寬的雷射二極體樣品，進行特性測試。

量測結果如圖二所示，臨界電流(I_{th})大約在 20~30 毫安培，量子效率在 0.1~0.3W/A。最高功率在 4 毫瓦左右，功率無法增加的因素主要是 1)限制層的 Al 含量不正確，導致導電差不足，造成載子溢流， 2)離子佈植容易造成缺陷，使得量子效率不佳， 3)歐姆電阻偏高，大約在 30~50 歐姆，造成操作溫度升高，限制功率上昇。

此產學計畫已證實一個一次長晶的雷射結構，無須複雜的多次磊晶，也能達成平坦化的結構。若能針對上述問題，在磊晶與製程技術再加以改進，應能達到現有紅光雷射二極體的規格



圖一

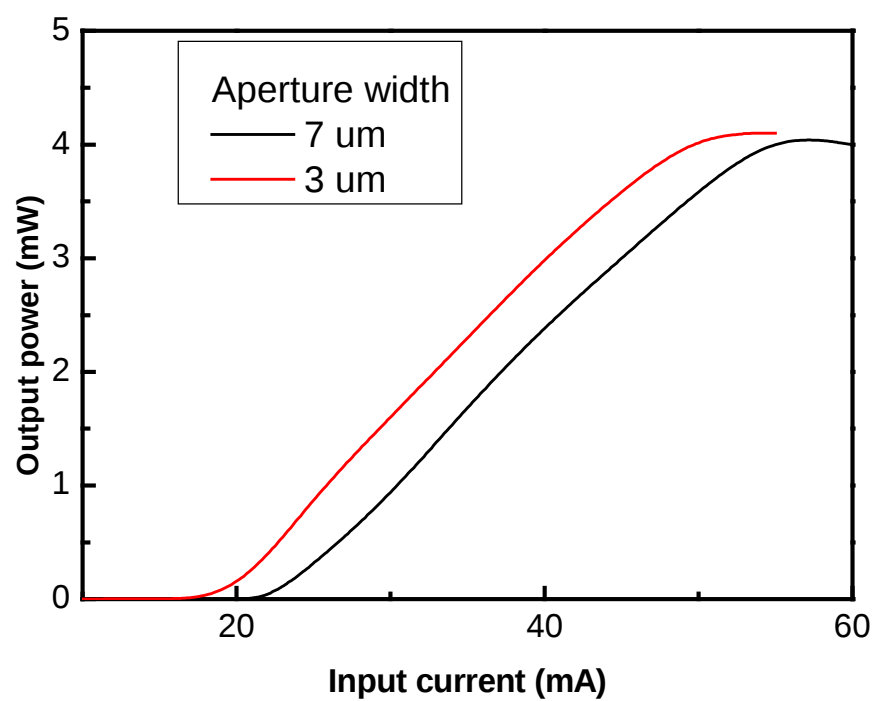


圖 二