

具液晶元件之外腔式半導體雷射系統之特性及應用研究

學生：藍玉屏

指導教授：潘犀靈
趙如蘋

國立交通大學光電工程學系（研究所）博士班

摘 要

本論文係研究腔內具有液晶元件之外腔式半導體雷射之雷射特性，並探討其可能的應用。

外腔式半導體雷射腔內置入一平行排列之向列型液晶盒，改變此向列型液晶盒之驅動電壓，使液晶分子旋轉造成折射率的改變，即等同於變化雷射腔長使其波長可調。此平行排列之向列型液晶盒具有無磁滯且重現性佳之特性，其響應時間為數十毫秒。實驗結果顯示，一個厚度為 $35.5\ \mu\text{m}$ 的液晶盒置於 15 公分的外腔中，驅動電壓僅需 1.5 V 即可使雷射輸出頻率可調範圍大於 4 GHz；若同時改變液晶盒的驅動電壓和半導體雷射的驅動電流，則達到雷射輸出頻率無跳模連續可調範圍 19.2 GHz，此結果與理論值相符合。以液晶像素反射鏡構成的數位波長可調整多通道外腔式半導體雷射系統，藉由改變液晶像素反射鏡的驅動電壓(2.8 V~6.36 V)其波長連續可微調 140 MHz，若利用置入腔內厚度 $35.5\ \mu\text{m}$ 的液晶盒微調波長，單通道輸出頻率無跳模連續可調範圍達 1.75 GHz。

我們將此雷射系統應用於高解析度光譜、穩頻、微調多通道雷射波長及液晶層厚度量測：(1) Rb原子同位素 85B和 87B D₂-line ($5S_{1/2} - 5P_{3/2}$, 780.245 nm)之精細光譜；(2)利用反饋控制液晶盒的方式，將雷射波長鎖在étalon的穿透頻譜上，鎖頻後的相對波長穩定度達 2.46×10^{-8} (平均時間 20 s)，和以同樣方式鎖頻的商品化外腔式半導體雷射比較，二者鎖頻後的相對波長穩定度具有同等數量級；(3)嘗試將此雷射鎖頻至飛秒光梳上，目前結果顯示，鎖頻後 10 分鐘內頻率擾動範圍約 1.5 MHz，預期進一步改善後可應用雙波雷射系統產生穩定連續兆赫波；(4)應用此雷射系統調波長的特性量測兩個平行排列之液晶盒厚度，量測結果顯示厚度值為 $9.7\ \mu\text{m}$ 和 $4.2\ \mu\text{m}$ ，相位延遲量分別為 $1.63\ \mu\text{m}$ 和 $0.20\ \mu\text{m}$ ，和干涉法量測結果比較，量測誤差在 $\pm 0.5\%$ 和 $\pm 0.6\%$ 範圍內，證明此量測方法亦適用較小相位延遲量液晶層厚度的量測，此量測方法目前受限於波長儀解析度及雷射系統本身波長的飄移。