

## 雷射二極體模組特性量測系統設計

吳韋潤

台中市西屯區文華路  
100 號 (逢甲大學自動  
控制所)  
ufpal109@ms6.hinet.net

林宸生

台中市西屯區文華路  
100 號 (逢甲大學自動  
控制所)  
cslin@auto.fcu.edu.tw

林欽裕

台中市西屯區文華路  
100 號 (逢甲大學自動  
控制所)  
albert@fcu.edu.tw

### 摘要

本文描述一應用於雷射二極體模組特性的自動量測系統，整體架構具分割化顯示及雷射二極體模組特性量測，系統的功能包括了雷射二極體光束的亮度分佈曲線、平面亮度分佈圖、「一半最大能量值之全寬」FWHM、擴束角及穩定度分析等特性的量測。在文末並附上實驗的結果。

關鍵詞：CCD、雷射二極體模組、雷射二極體、擴束角、FWHM

### 1. 簡介

近二十年來，半導體雷射（或稱雷射二極體）技術得以迅速的發展，由於雷射光束具有高度準直性、方向性之特點，因此在許多方面獲得了廣泛的應用，半導體雷射其體積小、操作容易、效率高、穩定度大以及能受調變之頻率快，優點甚多，在國防建設，工商業主產及科學實驗等各方面都有極為廣泛的應用，如雷射列表機、製版、讀碼、微像產生、品質控制和機器人視覺等。雷射二極體的應用正在日益擴大之中，由於雷射二極體都是成批生產，品質的要求顯得非常重要。在產品規格方面，半導體雷射通常採用發光二極體的光場定義，有所謂「一半最大能量值之全寬」Full Width at Half Maximum (FWHM) 來定義半導體雷射之光束直徑。首先讓我們來看看發光二極體：發光二極體的鏡片兩側鏡壁之反射光，會造成兩側光場形成無效的圓形突出部分。發光二極體的光場如橢圓形狀，其發光角度，如 1 是根據光場中一半最大能量值所有個點形成的封包線，再找出對封包線中最長之割線，再由中心點對封包線中最

長之割線端點作連線，由此求出其發光角度[1]。

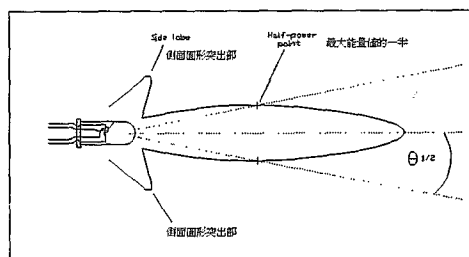


圖 1 發光二極體的發光角度

就半導體雷射的響應來說，其輸出光功率常有鬆弛震盪 (relaxation oscillations) 現象，常因此而限制了半導體雷射的調變頻寬。因此雷射光束亮度分佈曲線、擴束角、FWHM、及穩定度等特性，對光電設備的產程來說是很重要的，因此我們便希望利用 CCD (Charge Coupled Device) 結合數位影像的技術，將這些特性量測出來。我們使用單一平台組成一量測系統，並撰寫軟體以個人電腦來擷取影像資料，同時加以運算處理求取所需之雷射二極體之特性。由電腦來全程偵測、彙總資料並顯示及列印。

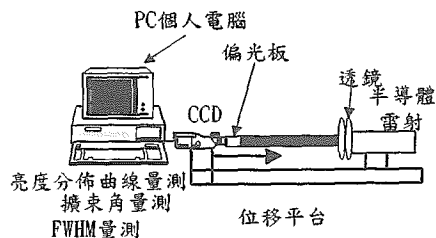


圖 2(a) 雷射二極體模組特性量測系統架構示意圖

## 2.系統架構

圖 2(a)說明了整個特性量測系統的基本架構，由於雷射模組光的輸出功率高，如果直接由 CC 接收光源，則會將 CC 中的晶片燒壞，因此在鏡頭前加入一偏光板以降低光源輸出功率，整個量測系統主要可分為五部份，第一部份為亮度曲線分佈量測，第二部份為 FWHM，第三部份為擴束角，第四部份為平面亮度分佈圖之量測及第五部份為穩定度分析，整個量測系統開發的主要的部份，為雷射二極體光束特性量測以下將一一介紹。

### 雷射光束特性量測

在雷射光束特性量測上，將所要量測特性分兩部份(圖 2(b))進行量測。首先，量測的部份皆透過 CC 取像，隨後將光束與背景分離然後再進行特性的量測。

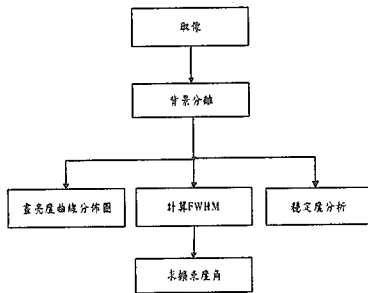


圖 2(b) 雷射光束特性量測的流程圖

### 雷射二極體模組之擴束角

#### (1) 特性介紹

目前仍被雷射二集體廣泛採用的 Fabry-perot 其構造如圖 3，一個具有主動層  $l$  和  $w$  的雷射二極體(左圖)，兩個上下平行面與 PN 接面垂直方向切開後磨光，前面及後面則保持粗糙，左右面則有金屬的歐姆接觸以便加壓注入電流，磨光表面有鏡子作用以形成回饋光增益，粗糙的兩面無法射出光線，如果雷射光只要單方向發光，則在處理反射面時，適當調整反射面的反射係數，只使一面較容易被光透過即可，其垂直接面(junction)的擴束角  $\approx \lambda_0 / l$ (radians)，而平行接面的擴束角  $\approx \lambda_0 / w$ (radians)，其中  $\lambda_0$  為近光束中心的波長[2]。

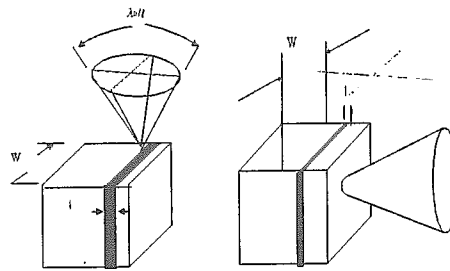


圖 3 雷射二極體的擴束角

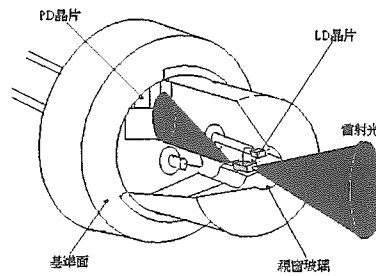


圖 4 雷射二極體構造

#### (2) 特性量測及誤差分析和降低

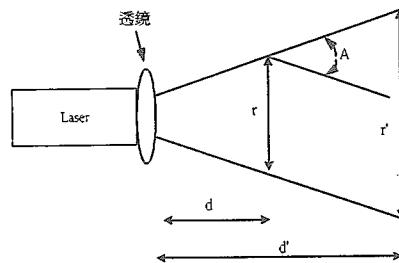


圖 5(a) 雷射二極體模組擴束角量測圖

圖 5(a)為雷射二極體模組光束的擴束角量測方式，其量測分為兩個階段，首先將雷射二極體模組移動一較短的距離  $d$ ，再量取此距離的光束直徑  $r$ ，接著再移動一較長的距離  $d'$ ，再量取此距離的光束直徑  $r'$ ，此時所量取的擴束角如下：

$$\angle A = \frac{r' - r}{d' - d}$$

由於雷射二極體模組的光束是透過透鏡，使光束之平行

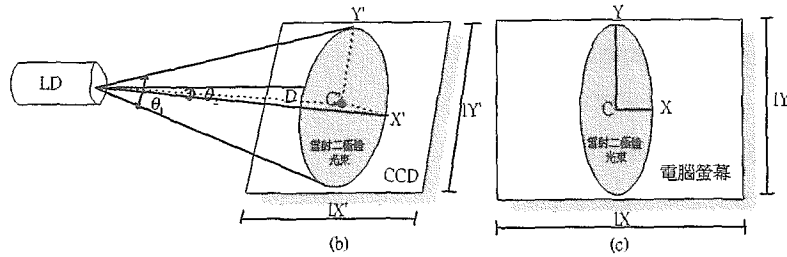


圖5 雷射二極體擴束角量測示意圖

性較佳，因此，對於雷射二極體光束之擴束角量測方式，不同於雷射二極體模組的光束量測，圖 5(b)為雷射二極體光束投射在 CCD 晶片上的情形，而  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  表示所要量測的兩個擴束角，而圖 5(c)為在電腦螢幕上所看到的雷射光束影像，接下來所要做的，便是如何利用電腦螢幕上的影像(圖 5(c))求出實際的擴束角(圖 5(b))。首先需要找出在螢幕上的半導體雷射光束的中心，因為雷射光束成對稱形狀，因此我們求該影像的重心，此重心應該是影像的中心，記錄該點座標為 C，接下來往上掃描讀取灰度值，並利用讀取到的灰度值判斷掃描到的區域是否是背景，如果是背景的話，記錄該點在電腦螢幕上的座標為 Y，同理往右掃描直至背景，記錄該點在螢幕座標為 X。

有了 CX 和 CY 的距離後，利用這兩個數值求得雷射二極體模組光束在 CCD 晶片上的影像中之距離 C'Y' 和 C'X'。CX 和 C'X' 之間的關係為

$$\frac{CX}{IX} = \frac{C'X'}{IX'} \quad (1)$$

$$C'X' = \frac{IX'}{IX} CX$$

其中 IX 為螢幕橫軸掃描點總點數，IX' 為 CCD 鏡片的水平長度。

同理

$$CY' = \frac{IY'}{IY} CY \quad (2)$$

其中 IY 為螢幕縱軸總點數，IY' 為 CCD 鏡片的垂直長度。而雷射半導體和 CCD 鏡片間的距離 D 可以事先求得，所以擴束角

$$\angle A = 2 \tan^{-1} \frac{C'Y'}{D} \quad (3)$$

$$\angle B = 2 \tan^{-1} \frac{C'X'}{D} \quad (4)$$

在這三項特性的量測中，擴束角的量測結果是較需要來加以探討的。因為要精確取得雷射二極體模組至 CCD 晶片的距離 D 是有其困難的地方，所以在此我們要對量測距離 D 的誤差，對擴束角產生的誤差做一探討。

$\tan^{-1}$  的馬克勞林(Maclaurin)展開式為

$$\tan^{-1} x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots \quad (5)$$

$x \in [-1, 1]$

一般說來，雷射二極體模組的兩個擴束角約為 30 度及 5 度。由(3)、(4)式中得到

$$\frac{C'Y'}{D} = \tan 15 = 0.268$$

$$\frac{C'X'}{D} = \tan 2.5 = 0.0437$$

故在式(5)中 x 項的值很小，因此在這裡我們可以用

$\tan^{-1} x \approx x$  假設。令 D 為量測距離，而 D' 為實際距離，中心點至光束邊緣距離為 l 則此時量測到的擴束角

$$\angle A' = 2 \tan^{-1} \frac{l}{D} \approx 2 \frac{l}{D}$$

正確的擴束角

$$\angle A = 2 \tan^{-1} \frac{l}{D'} \approx 2 \frac{l}{D'}$$

所以誤差百分率為

$$\left| \frac{\angle A' - \angle A}{\angle A} \right| = \left| \frac{D' - D}{D} \right| = \left| \frac{D' - D}{D} \right| - 1$$

光束中心點位置的取樣，也是影響擴束角量測的重要因素，為了減少誤差的產生，我們必須找出光束最適當的中心位置，再以此中心位置量取水平(長軸)及垂直(短軸)擴束角，對於找出最適當的光束中心位置，我們利用最小平方誤差法求出如下：

$$E(a_0, a_1) = \sum_{i=1}^n [y_i - g(x_i)]^2$$

其中  $g(x_i)$ ：配合實驗數據的擬用函數

$y_i$ ：實際函數

首先，利用橢圓方程式：

$$\frac{(x - C_x)^2}{a^2} + \frac{(y - C_y)^2}{b^2} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{(x - C_x)^2}{a^2} + \frac{(y - C_y)^2}{b^2} - 1 = 0$$

將上式修改為

$$A'(x - C_x)^2 + B'(y - C_y)^2 - 1 = 0 \quad (6)$$

其中  $A' = 1/a^2$ ,  $B' = 1/b^2$

當邊緣點座標  $x$ ,  $y$  帶入(6)式使之等號成立，則表示此點在橢圓方程式上，因此將(6)式當成誤差方程式，所以總誤差量

$$|E| = \sum_{i=1}^n \{A'(x_i - C_x)^2 + B'(y_i - C_y)^2 - 1\}^2$$

為使誤差減少到最小，將上式對  $A'$  及  $B'$  做偏微分等於零得

$$\frac{\partial |E|}{\partial A'} = 0 \quad (7)$$

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^n A'(x_i - C_x)^4 + \sum_{i=1}^n B'(y_i - C_y)^2 (x_i - C_x)^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - C_x)^2$$

$$\frac{\partial |E|}{\partial B'} = 0 \quad (8)$$

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^n A'(x_i - C_x)^2 (y_i - C_y)^2 + \sum_{i=1}^n B'(y_i - C_y)^4 = \sum_{i=1}^n (y_i - C_y)^2$$

將(7)(8)兩式化為矩陣型式

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n (x_i - C_x)^4 & \sum_{i=1}^n (y_i - C_y)^2 (x_i - C_x)^2 \\ \sum_{i=1}^n (x_i - C_x)^2 (y_i - C_y)^2 & \sum_{i=1}^n (y_i - C_y)^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n (x_i - C_x)^2 \\ \sum_{i=1}^n (y_i - C_y)^2 \end{bmatrix}$$

所以

$$\begin{bmatrix} A' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n (x_i - C_x)^4 & \sum_{i=1}^n (y_i - C_y)^2 (x_i - C_x)^2 \\ \sum_{i=1}^n (x_i - C_x)^2 (y_i - C_y)^2 & \sum_{i=1}^n (y_i - C_y)^4 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n (x_i - C_x)^2 \\ \sum_{i=1}^n (y_i - C_y)^2 \end{bmatrix}$$

$$\text{長軸} = \sqrt{\frac{1}{A'}} \quad \text{短軸} = \sqrt{\frac{1}{B'}} \quad (9)$$

將(6)式展開：

$$Ax^2 - 2A'C_x x + A'C_x^2 + By^2 - 2B'C_y y + B'C_y^2 - 1 = 0 \quad (10)$$

利用橢圓方程式另一形式

$$Ax^2 + By^2 + Cx + Dy + 1 = 0 \quad (11)$$

令上式為誤差方程式

$$|E| = \sum_{i=1}^n \{Ax_i^2 + By_i^2 + Cx_i + Dy_i + 1\}^2$$

## Full Width at Half Maximum (FWHM) 之量測

上式對 A、B、C、D 做偏微分等於零得

$$\frac{\partial E}{\partial A} = 0$$

$$\Rightarrow \left(\sum_{i=1}^n x_i^4\right)A + \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 y_i^2\right)B + \left(\sum_{i=1}^n x_i^3\right)C + \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 y_i\right)D = -\sum_{i=1}^n (x_i^2)$$

$$\frac{\partial E}{\partial B} = 0$$

$$\Rightarrow \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 y_i^2\right)A + \left(\sum_{i=1}^n y_i^4\right)B + \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i^2\right)C + \left(\sum_{i=1}^n y_i^3\right)D = -\sum_{i=1}^n (y_i^2)$$

$$\frac{\partial E}{\partial C} = 0$$

$$\Rightarrow \left(\sum_{i=1}^n x_i^3\right)A + \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i^2\right)B + \left(\sum_{i=1}^n x_i^2\right)C + \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i\right)D = -\sum_{i=1}^n (x_i)$$

$$\frac{\partial E}{\partial D} = 0$$

$$\Rightarrow \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 y_i\right)A + \left(\sum_{i=1}^n y_i^3\right)B + \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i\right)C + \left(\sum_{i=1}^n y_i^2\right)D = -\sum_{i=1}^n (y_i)$$

寫成矩陣型式並解出 A、B、C、D 如下：

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n x_i^4 & \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 & \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i^2 & \sum_{i=1}^n y_i^4 & \sum_{i=1}^n x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^n y_i^3 \\ \sum_{i=1}^n x_i^3 & \sum_{i=1}^n x_i y_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i & \sum_{i=1}^n y_i^3 & \sum_{i=1}^n x_i y_i & \sum_{i=1}^n y_i^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\sum_{i=1}^n (x_i^2) \\ -\sum_{i=1}^n (y_i^2) \\ -\sum_{i=1}^n (x_i) \\ -\sum_{i=1}^n (y_i) \end{bmatrix}$$

將(10)式與(11)式比較係數得光束中心位置( $C_x, C_y$ )

$$\begin{aligned} A' &= A \\ B' &= B \\ -2A'C_x &= C \\ -2B'C_y &= D \\ A'C_x^2 + B'C_y^2 - 1 &= 1 \end{aligned} \Rightarrow \begin{aligned} C_x &= -\frac{C}{2A} \\ C_y &= -\frac{D}{2B} \end{aligned} \quad (12)$$

因此由(9)式及(12)式即可求出長軸及短軸長度，以及光束中心的位置[3,4,5]。

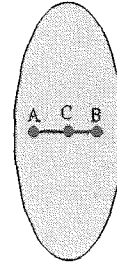


圖 6 FWHM 示意圖

FWHM 是雷射光束中，約二分之一最高亮度處至最高亮度處距離的兩倍，因此要求得 FWHM 必須先找出整個雷射光束中中心的位置，亦即光束最亮的位置。掃描整個影像，找出光束中灰階值最亮的點，然後往右掃描影像，直到找到約二分之一亮度處並記錄此處的位置，使用相同的方法往左掃描，並記錄此處的位置，將此兩位置相減，再計算出這個值占螢幕寬度的百分比，然後再乘以 CC 的寬度即為 FWHM，同樣的方法往上下掃描，亦可找到垂直向的 FWHM。

圖 6 為 FWHM 的示意圖，圖中之 C 點為整個光束中亮度最大的位置，而線段 AB 為 FWHM。

### 雷射二集體模組光束之 3D 亮度分佈量測

#### (1) 特性介紹

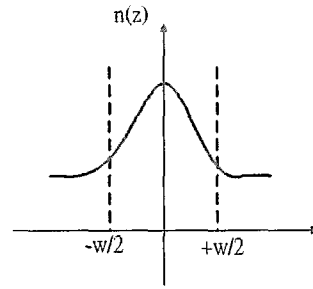
雷射光場的分佈和雷射二極體的磨光鏡面的形狀以及孔徑有關，通常可將光學諧振腔的形狀分為兩類：一類為圓形鏡面，一類為矩形鏡面，由於光學諧振腔鏡面一般比工作物質孔徑大得多，所以，雷射光束在諧振腔內傳播受到工作物質的孔徑限制，如果工作物質的孔徑是圓形，則鏡面上的光束是圓形對稱的，如果工作物質孔徑是矩形的，鏡面上的光束便是矩形對稱的，對於光束為圓形對稱分佈時，討論光場分佈如下[6]。

對一個穩態情況，一維連續方程式如下：

$$D_n \frac{d^2 n}{dz^2} + r - \frac{n}{r_n} = 0$$

$$\text{其中 } \frac{d^2 n}{dz^2} = \frac{n}{L_n^2} - \frac{r}{D_n} \quad (13)$$

其中一解為非線性,但在超過發光區域限制內,其  $n$  的變化是很小(-30-50%)所以  $D$  可以近似一常數。另一解為(13)式的線性解,其解對  $z=0$  是呈現對稱的載子擴散:



$$n(z) = \frac{rL_n^2}{D_n} + \left[ n(0) - \frac{rL_n^2}{D_n} \right] \cosh\left(\frac{z}{L_n}\right) \quad (14)$$

對於發光外部區域,將(13)式中的  $r$  項去除,並且使用不同的擴散常數  $D_n'$  和擴散長度  $L_n'$ ,因此對於

$$|z| > w/2$$

$$\frac{d^2n}{dz^2} = \frac{n}{L_n'^2} \quad (15)$$

上式的解如下

$$n(z) = n\left(\frac{w}{2}\right) \exp\left(\frac{-z}{L_n'}\right) \quad (16)$$

載子濃度  $n(z)$  和擴散趨勢  $(dn/dz)$  的比例項必須在  $z = \pm w/2$  為連續,將(16)式帶入(14)式可得

$$n(0) = \frac{rL_n^2}{D_n} \left[ 1 - \frac{1}{\cosh(w/2L_n) + r \sinh(w/2L_n)} \right] \quad (17)$$

其中  $r = \frac{D_n L_n'}{D_n' L_n}$

將(17)帶入(14) 可得在發光區域範圍內 ( $|z| < w/2$ ) 載子的輪廓如下:

$$n(z) = \frac{rL_n^2}{D_n} \left[ 1 - \frac{\cosh(z/L_n)}{\cosh(w/2L_n) + r \sinh(w/2L_n)} \right] \quad (18)$$

由(18)式可得出如圖 7 的曲線圖,圖 7 顯示正是高斯分佈的情況[6, 7, 8]。

圖 7 高斯分佈曲線圖

## (2) 特性量測

雷射光束經由 CC 接收後,將影像轉換為數位的型式,以點素的方式顯示於電腦螢幕上,而它的亮度也以灰階值表示,亦即以 RGB 的平均來代表此點的亮度值,所以可以藉著讀取灰階值的大小,以得知原本光束亮度的大小值。因此,我們依序掃描在螢幕上影像的各個點素,並記錄該點在螢幕上的座標及灰階值。最後將灰階值對二個座標點繪出即為亮度曲線分佈圖。

### 雷射二集體模組光束平面亮度分佈

平面亮度分佈圖的用意在於了解雷射光束的分佈情況,以評估雷射光束的優劣性,一般的雷射光束其分佈的情況應較集中,且呈現高斯的分佈,圖 8 顯示一雷射光束的亮度分佈的圖形,圖中顯示出縱軸及橫軸的亮度分佈,呈現高斯分佈的情況。

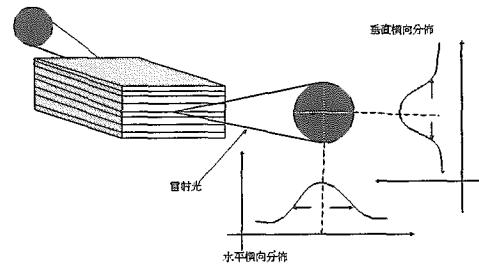


圖 8 雷射光束平面亮度分佈圖

### 穩定度分析

雷射光束的特性中,穩定性也是一項非常重要的分析,其分析的方式是量測光束強度對時間的變化,理想的光束強度對時間的變化是盡可能的維持一個值為較佳(圖 9),如果光束強度差異過大或無法達到一個穩定的階段,表示雷射的品質並不是很理想,在應用上較不適用,另外,CC 的品質對穩定度的分析,可能會伴隨著不穩的現象發生,如果 CC 的品質較佳,則在分析上會

較為清晰。

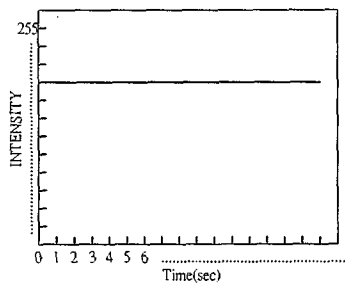


圖 9 理想的穩定性圖

### 功率量測

光束的功率量測通常都是利用 photometer 求得，但也可以利用影像處理的方式求得，步驟是利用 CC 所取出的光束影像(圖 10)，並掃描影像每一個點素，當掃描到雷射光束時，將其 R、G、B 值平均且記錄下來並與前一筆累計的光束亮度值相加，直到完成整個畫面為止，另外，再利用 photometer 測量雷射光束總功率值(圖 11)，最後將 photometer 所量到的功率值與光束總亮度值相除，即可得知每單位亮度值為多少 mW，因此利用此值可以直接由 CC 量測到光束的功率值，或是最大亮度值的功率。

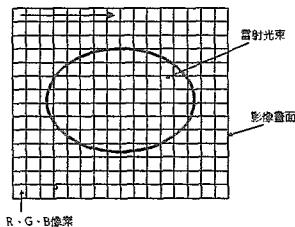


圖 10 CC 取出的光束影像

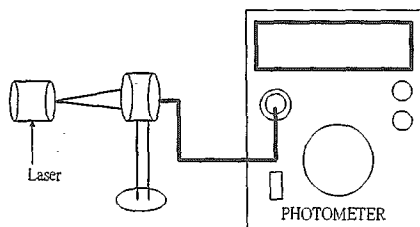


圖 11 photometer 測量雷射光束總功率值

### 系統軟體規劃

本實驗共分四部份，包括平面亮度量測、3D 亮度曲

線量測，FWHM、擴束角量測及穩定度分析。主畫面為影像的顯示，其包含平面亮度曲線圖，另一個為動態的 3D 亮度及穩定度的顯示畫面，此外，等待 FWHM 及擴束角量測完成後，將其資料顯示於量測結果區。

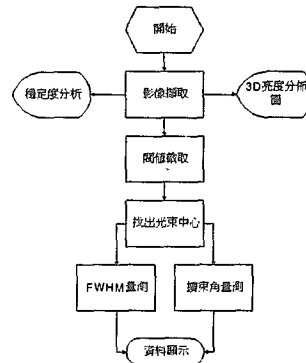


圖 12 軟體規劃流程圖

### 實驗結果

本實驗共有兩種不同樣式的雷射，將每一種的雷射模組架設於本檢測系統上作分析，而這兩種不同樣式的雷射特性顯示於 Table1，圖 13 至圖 18 為雷射模組 SIL-3000 型號的檢測結果，圖 19 至圖 23 為雷射模組 SIL-1000 型號的檢測結果，以上不同雷射模組型號的量測特性分別為，圖 13 是由 CC 直接取得的原始影像。圖 14 及圖 19 是求 FWHM 的結果，圖中以“+”標誌，分別標示出最大亮度及 1/2 最大亮度處，而量測的結果分別顯示在 Table2 及 Table3 中。在圖 15 及圖 20 中的垂直線和水平線分別表示由光束的中心點至邊緣在螢幕上距離，經由這些資料可計算出兩擴束角，其值分別標示在 Table2 及 Table3 中。圖 16 及圖 21 是以螢幕的長、寬當 x、y 座標，影像的亮度當 z 座標所繪出的雷射模組光束三度空間亮度特性分佈曲線圖。17 及圖 22 是雷射模組光束平面亮度分佈圖，其橫軸及縱軸呈現高斯分佈的曲線。最後圖 18 及圖 23 顯示雷射模組光束的穩定性圖，橫軸為時間(單位秒)，縱軸為光束強度。

MODEL NO.	-	SIL-3000	SIL-1000-2C
Wavelength	Nm	635+-10	635+-10
Laser Structure	-	Index guide	Index guide
Operating Current	mA	<60	<80
Operating Voltage	VDC	4 - 10 VDC	3 - 10 VDC
Output Power	mW	4.7 ~ 4.9	4.7 ~ 4.9

Laser Optical	-	3 element glass Lens	Plastic Aspheric Lens
Beam Diameter @10m	mm	3 x 4.5 elliptic	5.2 x 8.5 elliptic
Beam Divergence	mrاد	0.35 x 0.45	0.2 x 0.4
Outside Dimension	mm	D20 x 50	11.5 x 37

Table 1 photometer 測量雷射模組光束資料表

Horizontal Beam Diameter(mm)	4.515
Vertical Beam Diameter(mm)	2.97
Horizontal divergence(mrad)	0.386
Vertical divergence(mrad)	0.298
FWHM horizon(mm)	4.08
FWHM vertical(mm)	2.55

Table 2 本系統量測結果資料

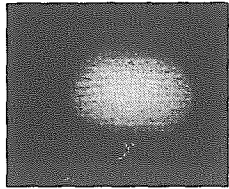


圖 13 原始影像

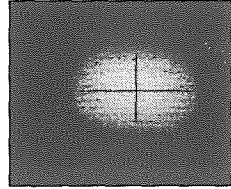


圖 14 FWHM 量測結果

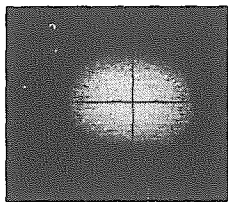


圖 15 擴束角量測結果

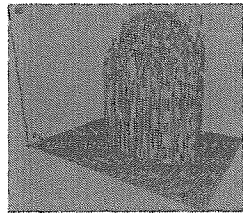


圖 16 亮度特性曲線分佈圖

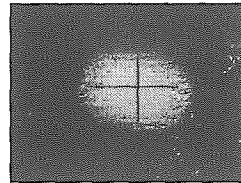


圖 19 FWHM 量測結果

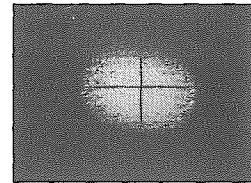


圖 20 擴束角量測結果

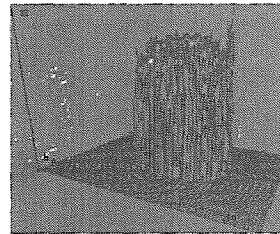


圖 21 亮度特性曲線分佈圖

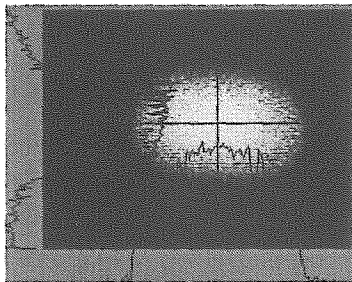


圖 17 雷射模組光束平面亮度分佈圖

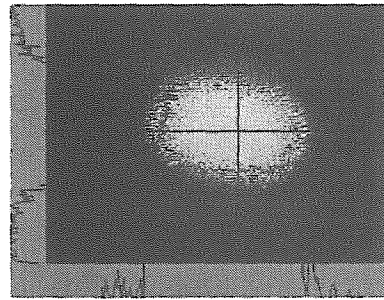


圖 22 雷射模組光束平面亮度分佈圖

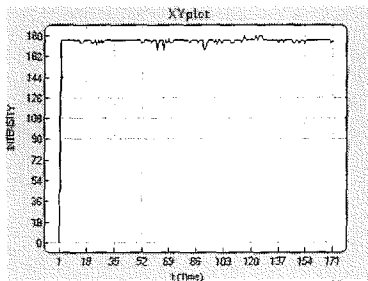


圖 18 穩定度量測

MAX POWER(nW)	127.72
MIN POWER(nW)	9.27
TOTAL POWER(mW)	4.05

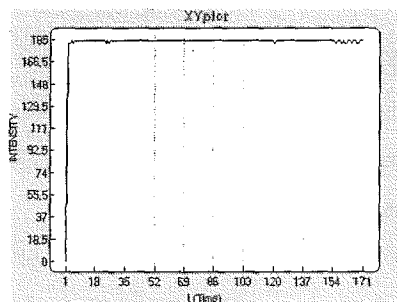


圖 23 穩定度量測



MAX POWER( $\mu$ W)	133.1
MIN POWER( $\mu$ W)	7.15
TOTAL POWER(mW)	4.50
Horizontal Beam Diameter(mm)	8.745
Vertical Beam Diameter(mm)	5.335
Horizontal divergence(mrad)	0.3985
Vertical divergence(mrad)	0.2341
F W H M horizon(mm)	4.725
F W H M vertical(mm)	1.53

Table 3 本系統量測結果資料

### 3. 結論

由於目前量測雷射模組大多是利用 potometer 量測，而利用此量測系統有一缺點，亦即必須利用眼睛直接目視雷射光束，觀察光束是否完全量測到，因此對人眼可能會造成傷害，本研究提出了一組雷射光束特性量測架構，由本系統可以不必直接目視觀測雷射光束，並且在一個流程裏，將所有量測的特性一次量測完畢，且將結果列印。而系統在分割化後在讀取影像資料時，明顯的方便很多。

在雷射光束特性量測方面，我們應用影像處理的方式，來量測 FWHM、亮度分佈曲線、擴束角、功率及穩定度等特性。只要取像方式得當，FWHM 及亮度分佈曲線的測量結果應該不錯，唯有量測擴束角時，CC 至雷射二極體間距離測量上可能有誤差，故其值亦可能伴隨有誤差的產生。

### 誌謝

本篇論文經費來源由國科會計畫 NSC  
88-2516-S-035 -001 所提供。

### 參考文獻

- [1]. Wen-Hsiang Tsai, "Moment-Preserving Thresholding: A New Approach", Computer Vision, Graphics, and Image Processing 29, pp377-393., 1985。
- [2]. Chau-Hong Wang and Chern-Sheng Lin, An Automatic Imaging System for Evaluating the Particles on Microstructure Surface, Proceedings of the fifth Conference

of the Chinese Metrolog Society, May 4, pp.139-147, 1996

- [3]. John H. Mathews, "Numerical Methods", United States of America, pp124-133, 1987
- [4]. Ian Jacques.; Colin Judd, "Numerical Analysis ", Chapman and Hall, pp134-140, 1987
- [5]. 邱奕契、梁有燈、莊富傑，BGA 視覺檢測技術之研究，第十一屆全國自動化科技研討會，pp.693-700
- [6]. Rong-Seng Chang, Chern-Sheng Lin, "One Line Roundness Measurement with LaserMeter", ISATA Symposium on Automotive Technology and Automation 26th, 1993
- [7]. Chern Sheng Lin and Rong Seng Chang, Digital Image Processing for Evaluating the Characteristics of the Microstructure of a Holographic Plate, Lasers and optics Technology, Vol.29, pp97-102, 1997
- [8]. Chern Sheng Lin, Evaluation Of Defects On An Optical Disc Master Plate, Optics And Lasers Technology, vol. 29, pp.425-432, 1997