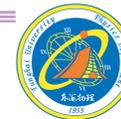
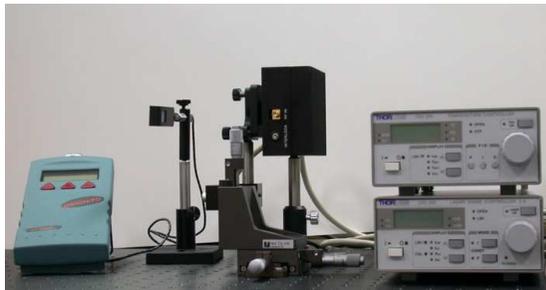




# 實驗4： 半導體雷射



## 關於雷射 (LASER)

L A S E R

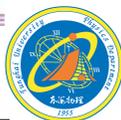
Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

由激發輻射所加強的光

【雷射】、【激光】

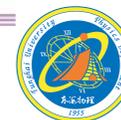
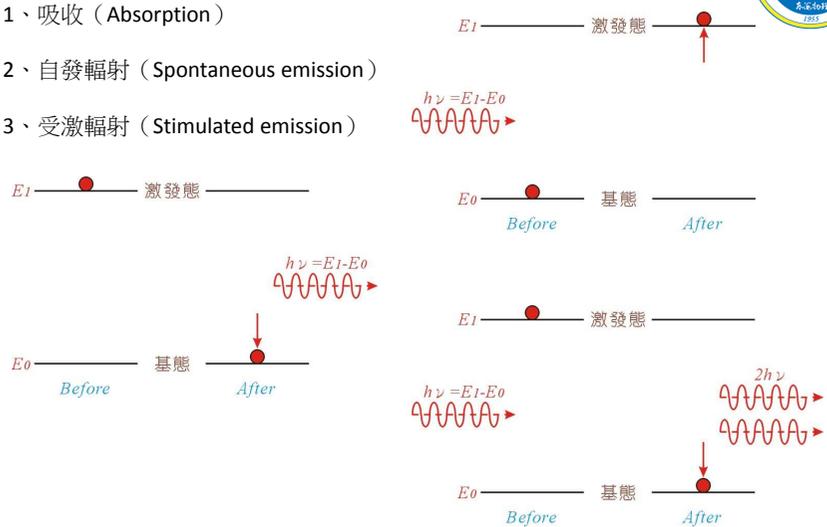
### 雷射的三要件

- 1、活性介質 (Active Medium)
- 2、幫浦作用 (pump)
- 3、共振 (resonator)



### 光與介質的三種交互作用

- 1、吸收 (Absorption)
- 2、自發輻射 (Spontaneous emission)
- 3、受激輻射 (Stimulated emission)



### 光與介質的三種交互作用

#### 1、吸收 (Absorption)

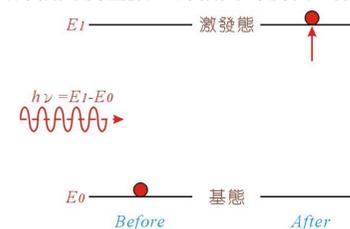
一介質受到一光子的照射，此光子的能量恰好對應到此介質的一組能階能量差，這組能階能量差可讓光子有機會被電子吸收，使得電子由低能階的價電帶被激發到高能階的導電帶，而使得介質處於受激態或激發態 (excited state)。

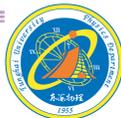
#### 2、自發輻射 (Spontaneous emission)

處在激發態的電子掉回到低能階的價電帶時，會放出光子，此種光子通常稱為螢光 (fluorescence)。通常螢光不會有特定方向。

#### 3、受激輻射 (Stimulated emission)

愛因斯坦提出，當一激發態介質被相同能量的光子照射時，處在高能階的電子會掉到低能階，同時放出光子，此光子與之前照射的光子具有相同的狀態。也就是說，兩者具有相同波函數，有相同的波長、頻率與相位和相同的行進方向。





### 光與介質的三種交互作用

#### 1、吸收 (Absorption)

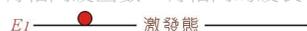
一介質受到一光子的照射，此光子的能量恰好對應到此介質的一組能階能量差，這組能階能量差可讓光子有機會被電子吸收，使得電子由低能階的價電帶被激發到高能階的導電帶，而使得介質處於受激態或激發態 (excited state)。

#### 2、自發輻射 (Spontaneous emission)

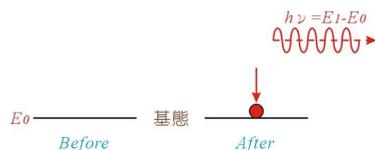
處在激發態的電子掉回到低能階的價電帶時，會放出光子，此種光子通常稱為螢光 (fluorescence)。通常螢光不會有特定方向。

#### 3、受激輻射 (Stimulated emission)

愛因斯坦提出，當一激發態介質被相同能量的光子照射時，處在高能階的電子會掉到低能階，同時放出光子，此光子與之前照射的光子具有相同的狀態。也就是說，兩者具有相同波函數，有相同的波長、頻率與相位和相同的行進方向。



熱力學  
第二定律  
最低能量、最大亂度



### 光與介質的三種交互作用

#### 1、吸收 (Absorption)

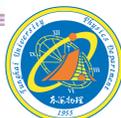
一介質受到一光子的照射，此光子的能量恰好對應到此介質的一組能階能量差，這組能階能量差可讓光子有機會被電子吸收，使得電子由低能階的價電帶被激發到高能階的導電帶，而使得介質處於受激態或激發態 (excited state)。

#### 2、自發輻射 (Spontaneous emission)

處在激發態的電子掉回到低能階的價電帶時，會放出光子，此種光子通常稱為螢光 (fluorescence)。通常螢光不會有特定方向。

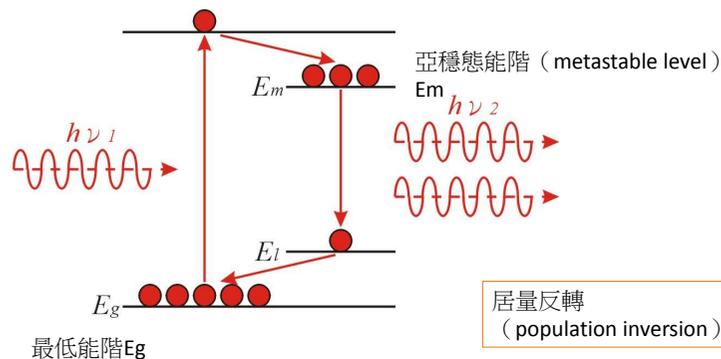
#### 3、受激輻射 (Stimulated emission)

愛因斯坦提出，當一激發態介質被相同能量的光子照射時，處在高能階的電子會掉到低能階，同時放出光子，此光子與之前照射的光子具有相同的狀態。也就是說，兩者具有相同波函數，有相同的波長、頻率與相位和相同的行進方向。

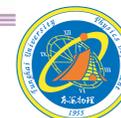


### 四能階系統

#### 經由激發輻射產生雷射



居量反轉  
(population inversion)



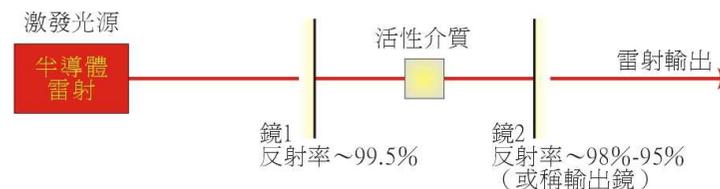
### 雷射的特性

- 1、光束平行性
- 2、同調性
- 3、單色性
- 4、高強度



### 雷射的三要件

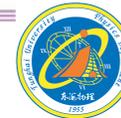
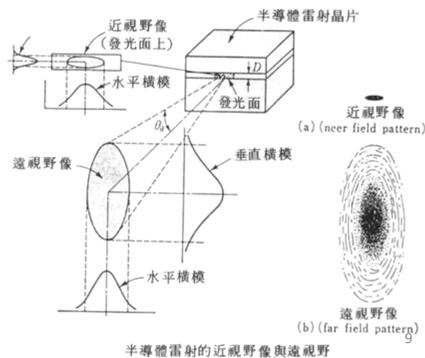
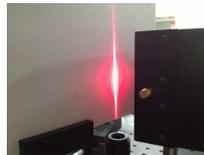
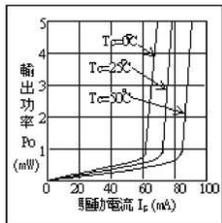
- 1、活性介質 (Active Medium)
- 2、幫浦作用 (pump)
- 3、共振 (resonator)



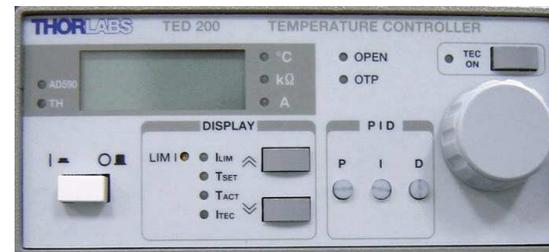


### 半導體雷射的特性 (semiconductor laser)

- 1、驅動電流與輸出功率關係  
臨界電流值 (Threshold current,  $I_{TH}$ )
- 2、溫度的影響  
外加的驅動功率並非全部以光功率輸出，大部份都是轉換成熱能的形式
- 3、輸出的光波長
- 4、光波的發散角  
垂直擴散角度約為 32 度，水平擴散角度約為 9 度左右
- 5、光波的極化比率值  
極化比率值定義為水平極化光強度比上垂直極化光強度，此值將因輸出的光功率大小而不同



### 溫控、電流源

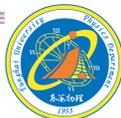


溫控

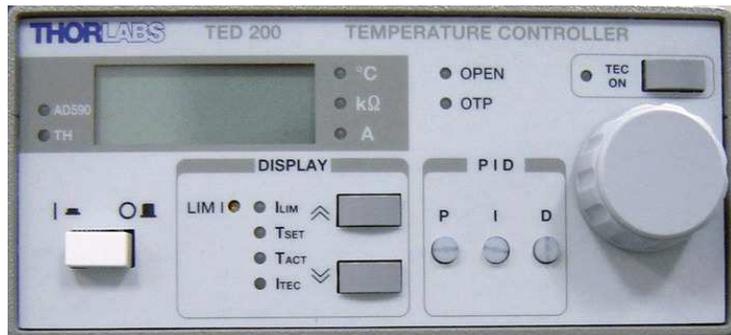
電流源



10



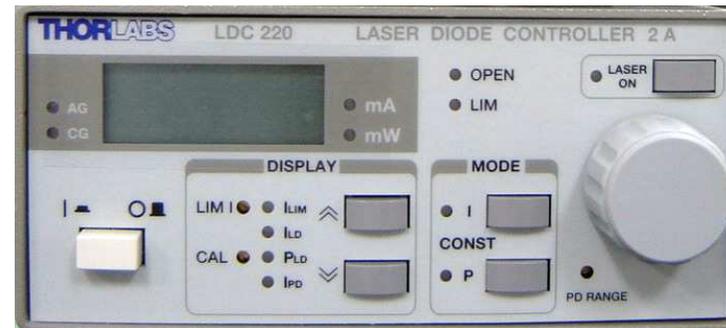
### TED200雷射溫控



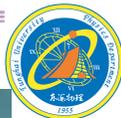
- 1、將儀器電源開關打開
- 2、按【DISPLAY】區的【 $\wedge$ 】或【 $\vee$ 】按鈕，選擇【 $T_{SET}$ 】。
- 3、旋轉旋鈕，設定溫度。
- 4、按【DISPLAY】區的【 $\wedge$ 】或【 $\vee$ 】按鈕，選擇【 $T_{ACT}$ 】，顯示當時溫度。
- 5、按【TEC ON】啟動溫度控制
- 6、關機時，請按相反次序進行，先關掉溫控啟動鍵，最後關電源。



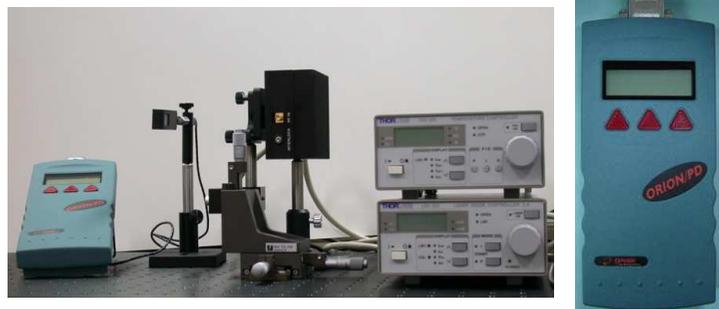
### LDC220雷射電流源



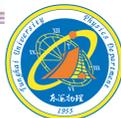
- 1、將電流源電源開關打開
- 2、按【DISPLAY】區的【 $\wedge$ 】或【 $\vee$ 】按鈕，選擇【 $I_{LD}$ 】。
- 3、檢查旋鈕是否歸零（逆時針旋轉到底！）
- 4、按下輸出鍵（LASER ON），綠燈亮表示電流輸出至半導體雷射。
- 5、順時針旋轉旋鈕，調整輸出雷射電流。  
(務必慢慢轉，不要讓電流輸出增加太快)
- 6、關機時，請按相反次序進行，即先降低電流至0.00mA，關掉輸出鍵，最後關電源。



基本特性



基本特性



光功率計 (Power meter) -ORION/PD



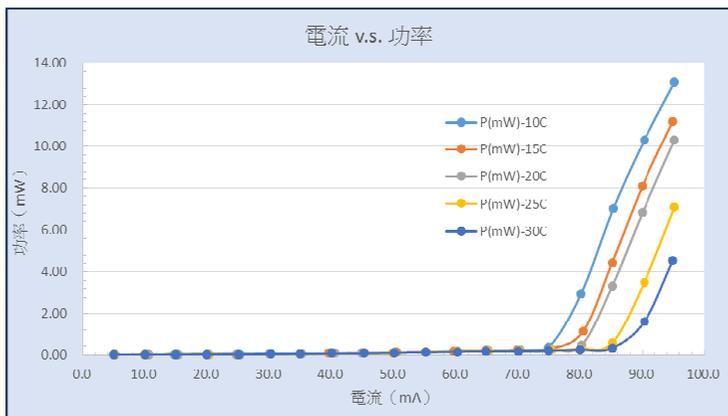
光功率計 (Power meter) -ORION/PD





基本特性

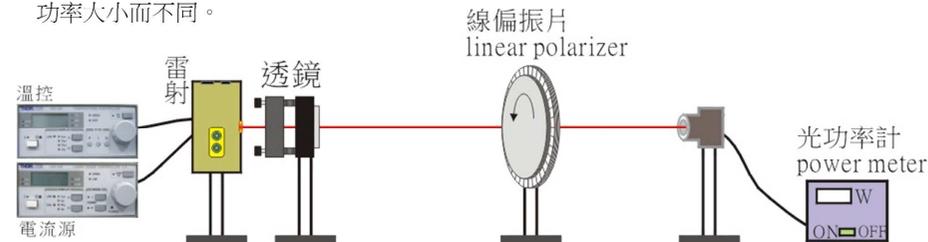
溫度設定：  
 ● 10 C  
 ● 15 C  
 ● 20 C  
 ● 25 C  
 ● 30 C



光極化比值

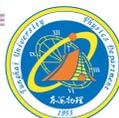
半導體雷射和其他雷射一樣，都會有兩個互相垂直的極化光波輸出。  
 一個極化方向平行光腔，稱為水平極化 (TE)；  
 一個極化方向垂直光腔，稱為垂直極化 (TM)。

極化比率值定義為**水平極化光強度比上垂直極化光強度**，此值將因輸出的光功率大小而不同。

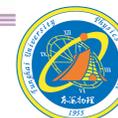
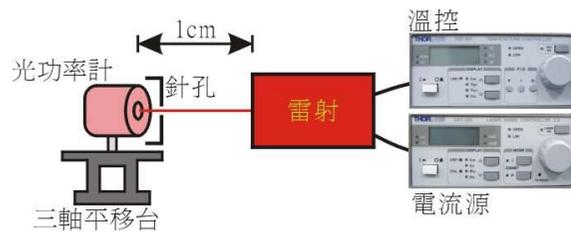


$$P = \frac{I_{pol}}{I_{pol} + I_{unpol}}$$

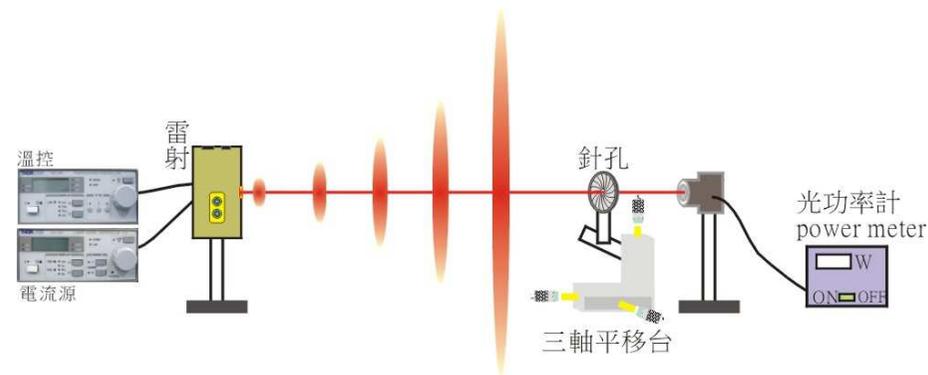
$$P = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$$



光強度分布

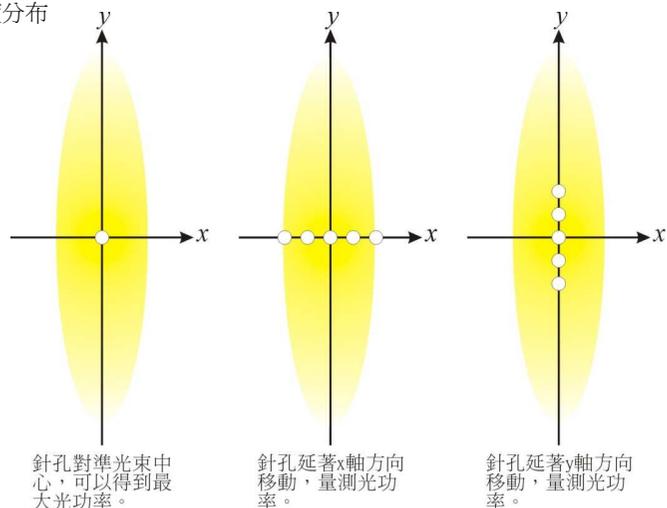


光強度分布





光強度分布



先調整X-Y軸平移台，使X、Y軸皆在刻度6.5mm處。  
 ➔ 此為座標(0,0)的位置



三軸平移台 (螺旋測微器)

2圈 (100小格) ➔ 1mm  
 1小格 ➔ 0.01mm

可調範圍 0-13mm



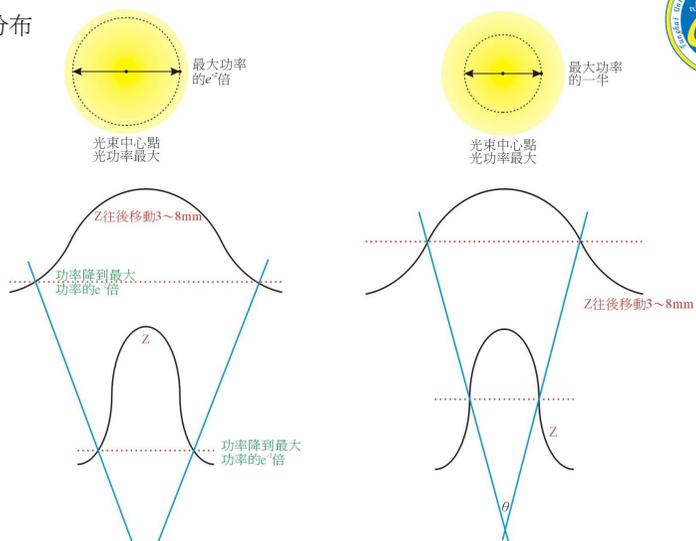
每0.5mm測量並記錄乙次  
 ➔ 每次轉動1圈，記錄一組數據

Z軸往後移動  
 3mm ➔ 轉動6圈  
 5mm ➔ 轉動10圈  
 8mm ➔ 轉動16圈

先調整X-Y軸平移台，使X、Y軸皆在刻度6.5mm處。  
 ➔ 此為座標(0,0)的位置



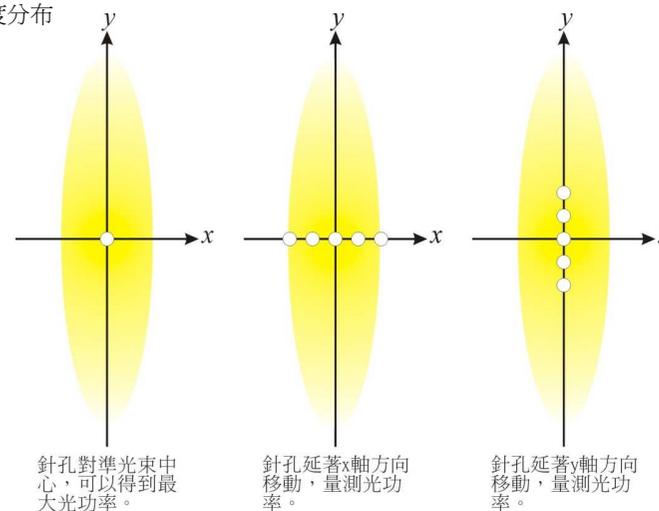
光強度分布



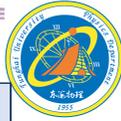
一般光束大小計算是以最大功率降到  $e^{-2}$  倍時的光束大小



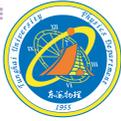
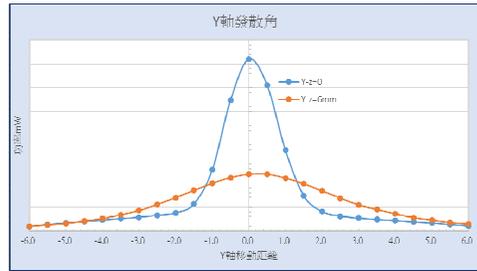
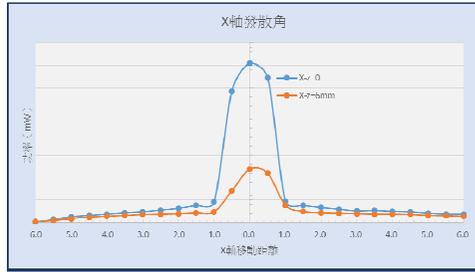
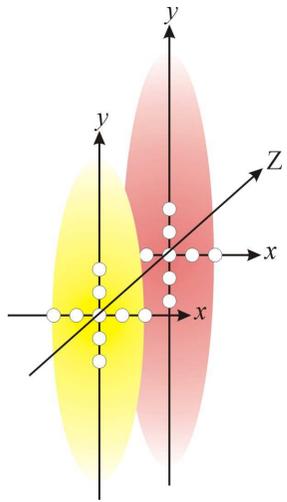
光強度分布



先調整X-Y軸平移台，使X、Y軸皆在刻度6.5mm處。  
 ➔ 此為座標(0,0)的位置



光強度分布



我們沒有最好  
只有追求更好

有空繼續補~~



東海大學應用物理學系  
 地址：40704台中市西屯區東海大學B0X803  
 電話：04-23590121\*32100  
 網址：<http://phy2.thu.edu.tw/>