

# Optical Sensor

物理系二年級甲班 林英豪 41041118S

2022 年 10 月 19 日修訂

[摘要] 探索半導體雷射的基本特性，我們通過使用一對偏振器和光電導體測量和計算準直雷射的線偏振數值。最後，我們將確定每個電流功率使準直雷射能夠增加最大值。

## I. 實驗目的

探索半導體雷射的基本特性，並測量出每個電流功率能夠使雷射增加的最大值。

## II. 實驗步驟

### 1. 測量 PC 的電導

- 測量  $\theta_p = 0 \sim 175^\circ$ ，以每次增加  $5^\circ$  的方式測量並記錄其對應的電阻值  $R_1$ 。
- 將  $R_1$  取倒數後得到  $C$ ，並與  $\theta_p$  作  $C - \theta_p$  圖並擬合出一相似圖形的方程式 (1)。

### 2. 計算出 $\beta = \frac{J_{max} - J_{min}}{J_{max} + J_{min}}$ ：

- 找出  $\theta_{max}$  以及  $\theta_{min}$  得到  $J_{max}$  與  $J_{min}$ 。
  - 將求出的  $C$  套入 (1) 求出  $\theta_p$  以及  $J$ ，最後即可找出  $\beta$ 。
- 其中

$$J = \cos^2(\theta_p)$$

並將結果紀錄。

### 3. 計算出 $\eta$ ：

- 調整電流並紀錄下 PC 的當下對應的電阻大小，之後將其繪製成  $C - I$  圖。
- 根據上步驟，選擇接近於最大斜率的一電流區域 ( $\Delta I \sim 3mA$ )，對數據進行分析後求出對應的  $\theta_p$  以及相對的光強度  $J$ ，繪製  $J - I$  圖。
- 將上述的  $J - I$  圖進行線性擬合 (2)，將

獲得的斜率以及  $P_{max}$  和  $I_{max}$  套入下方公式 (3)：

$$G = \left( \frac{\Delta G}{\Delta I} \right)_{max} = \frac{P_{max}}{I_{max}} \frac{\Delta J}{\Delta I}$$

即可獲得所要求的  $G$ 。

- D. 微分量子效率  $\eta$  是光子數目比上電子數目的值，整理後為以下式子：

$$\eta = \frac{\Delta P / E_p}{\Delta I / e} = G \times \frac{e}{E_p} = G \times \frac{e\lambda}{hc}$$

將  $G$  代入後，即可得出  $\eta$ 。

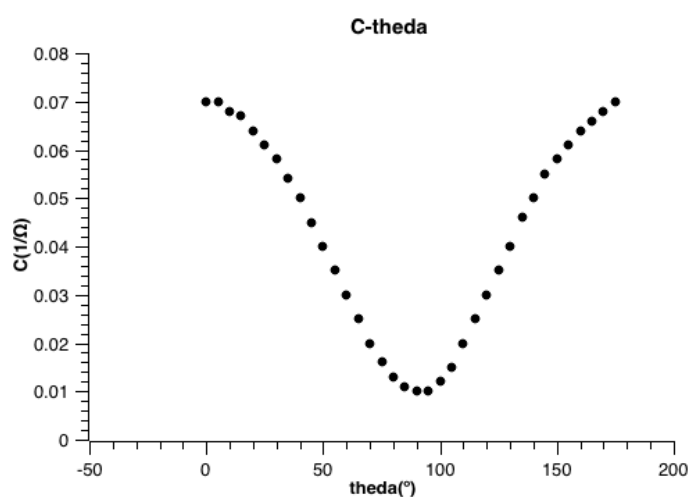
## III. 實驗數據

### 1. Conductance of PC

固定電流大小：20.3 mA

$\theta_p (^\circ)$	$R_1 (k\Omega)$	$C_1 (\frac{1}{k\Omega})$	J
0	14.2	0.070	1.000
5	14.3	0.070	0.992
10	14.7	0.068	0.970
15	15	0.067	0.933
20	15.7	0.064	0.883
25	16.5	0.061	0.821
30	17.3	0.058	0.750
35	18.5	0.054	0.671
40	20.1	0.050	0.587
45	22.2	0.045	0.500

50	24.9	0.040	0.413
55	28.4	0.035	0.329
60	33.1	0.030	0.250
65	40.1	0.025	0.179
70	49.8	0.020	0.117
75	61.5	0.016	0.067
80	76.2	0.013	0.030
85	91.6	0.011	0.008
90	99.5	0.010	0.000
95	96.9	0.010	0.008
100	83.9	0.012	0.030
105	67.6	0.015	0.067
110	49.6	0.020	0.117
115	40.3	0.025	0.179
120	33.8	0.030	0.250
125	28.6	0.035	0.329
130	24.7	0.040	0.413
135	21.9	0.046	0.500
140	20.1	0.050	0.587
145	18.3	0.055	0.671
150	17.2	0.058	0.750
155	16.3	0.061	0.821
160	15.6	0.064	0.883
165	15.1	0.066	0.933
170	14.6	0.068	0.970
175	14.3	0.070	0.992



(圖一)

我們改變角度，觀察 PC 電阻值 R 的變化，並作  $C - \theta_p$  圖。

2. 計算出  $\beta = \frac{J_{max} - J_{min}}{J_{max} + J_{min}}$

$\theta$	$R_1(k\Omega)$
0	0.946
5	0.907
10	0.878
15	0.858
20	0.832
25	0.824
30	0.818
35	0.822
40	0.837
45	0.857
50	0.883
55	0.926
60	0.977
65	1.033
70	1.114
75	1.22
80	1.331
85	1.491
90	1.663
95	1.981
100	2.26
105	2.65
110	3.08
115	3.41
120	3.41
125	3.11
130	2.68
135	2.19
140	1.85
145	1.62
150	1.44

155	1.3
160	1.197
165	1.198
170	1.027
175	0.975
180	0.931

我們從上述實驗數據中找尋最大電阻與最小電阻所對應的角度  $\theta$  後轉換成  $J$ ，套入以下方程式：

$$\beta = \frac{J_{max} - J_{min}}{J_{max} + J_{min}}$$

即可求得  $\beta$

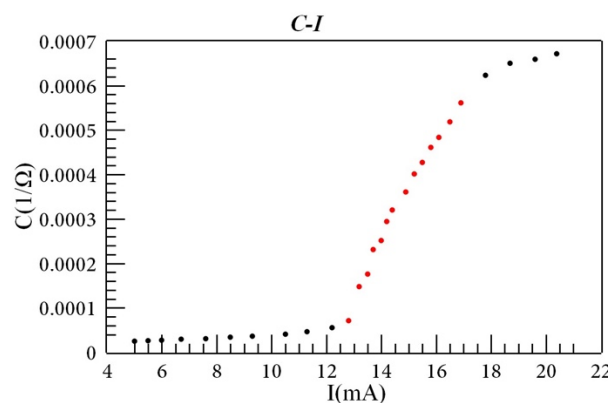
$\theta_{max}$	$\theta_{min}$	$J_{max}$	$J_{min}$	$\beta$
117.5	30	0.75	0.213	0.557

### 3. 找出 $\eta$

$I(\text{mA})$	$R(\text{k}\Omega)$	$C\left(\frac{1}{\Omega}\right)$
20.4	1.489	0.672
19.6	1.516	0.660
18.7	1.54	0.649
17.8	1.605	0.623
16.9	1.782	0.561
16.5	1.93	0.518
16.1	2.07	0.483
15.8	2.17	0.461
15.5	2.34	0.427
15.2	2.49	0.402
14.9	2.77	0.361
14.4	3.12	0.321
14.2	3.4	0.294
14	3.97	0.252
13.7	4.32	0.231

13.5	5.67	0.176
13.2	6.79	0.147
12.8	14.21	0.070
12.2	18.07	0.055
11.3	21.6	0.046
10.5	24.4	0.041
9.3	27.6	0.036
8.5	29.7	0.034
7.6	32.4	0.031
6.7	34.7	0.029
6	37.3	0.027
5.5	38.5	0.026
5	40.8	0.025

繪製 C-I 圖，進行數據的探討：

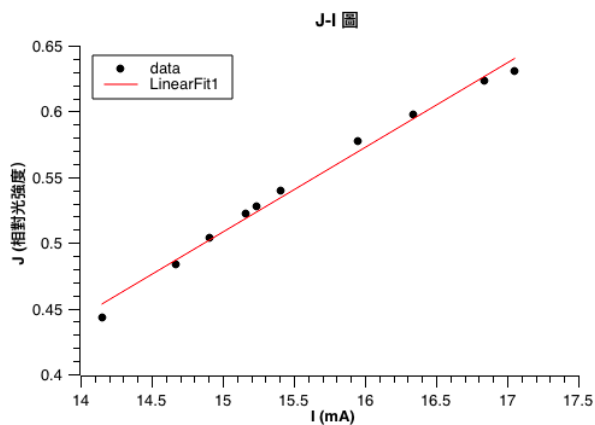


(圖二  $R^2 = 0.998$ )

我們發現當電流介於 13mA~17mA 之間時，能夠找到 C-I 圖的最大斜率：

$$m = 1.2 \times 10^{-4} \pm 4.23 \times 10^{-6}$$

再將這幾組數據整理求出對應的電流以及相對光強度後，繪製成 J-I 圖：



此擬合直線為：

$$J = (0.065 \pm 0.0023)I + (-0.46 \pm 0.036)$$

將此式中的斜率  $m = 0.065 \pm 0.0023$  代入

$$G = \left( \frac{\Delta G}{\Delta I} \right)_{max} = \frac{P_{max}}{I_{max}} \times \frac{\Delta J}{\Delta I}$$

將斜率以及  $P_{max} = 3mW$ ,  $I_{max} = 0.296$

代入上式可得

$$G = 0.658 \pm 0.023$$

整理後即可求得

$$\eta = \times \frac{e}{E_p} = G \times \frac{e\lambda}{hc} = 0.345 \pm 0.012$$

#### IV. 實驗探討

##### 1. 環境的光害影響的解決方式：

我們將一張 A4 白紙捲成滾筒狀後，套在偏光片與 PC 之間（如下圖），以及降低周遭的光源，來達到避免光害的影響。

