

Laser a diodo

Alberto Bordin, Giulio Cappelli

7-8 novembre 2017

Sommario

Misura della corrente di soglia di un diodo laser per varie temperature di operazione.
Misura della divergenza del fascio.
Misura della dipendenza della lunghezza d'onda dalla temperatura.

1 To do

- Trovare informazioni fotodiodo

2 Teoria

3 Apparato sperimentale

Come si vede in Figura per poter effettuare le varie misure abbiamo a disposizione:

- Un laser a diodo modello HL7812G prodotto dalla Hitachi.
- Un circuito di controllo in corrente del laser.
- Una cella peltier, controllata in corrente, che utilizziamo per variare la temperatura del laser.
- Un sensore di temperatura DIGIMASTER DM102
- Un monocromatore per analizzare lo spettro del laser.
- Una fibra ottica utilizzata per portare il segnale del laser al monocromatore.
- Un piccolo ventilatore montato in modo tale da evitare la formazione di gocce d'acqua all'interno del laser durante i processi di riscaldamento e/o raffreddamento del laser.
- Una lente utilizzata per focalizzare il laser nella misura della caratteristica P-I.
- Un supporto per il laser montato su un goniometro con una precisione di 0.5° .
- Un fotodiodo PD300 della Ophir.
- Un altro fotodiodo di cui non sappiamo niente.
- Un power meter NOVA della Ophir.
- Un rilevatore IR per poter osservare il fascio laser ed allinearli.

3.1 Laser a diodo

Il laser a diodo a nostra disposizione è il modello HL7812G della Hitachi ed è una giunzione di GaAlAs.

Sul datasheet sono riportate le seguenti caratteristiche:

| | Min | Tipico | Max |
|------------------------|-----|--------|-----|
| I_{th} [mA] | — | 50 | 90 |
| λ_p [nm] | 770 | 785 | 795 |
| $\theta_{//}$ [deg] | 7 | 11 | 18 |
| θ_{\perp} [deg] | 20 | 30 | 40 |

Tabella 1: Caratteristiche laser a diodo HL7812G misurate a $T=25^\circ\text{C}$

dove I_{th} è la corrente di soglia oltre la quale si è in regime laser, λ_p è la lunghezza d'onda della luce in uscita dal laser e $\theta_{//}$ e θ_{\perp} sono gli angoli di emissione del laser rispetto agli assi della giunzione e sono calcolati misurando l'intensità ad una distanza di 10 cm dal diodo.

Sono inoltre presenti sul datasheet i seguenti grafici:

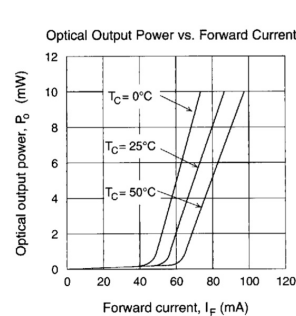


Figura 1

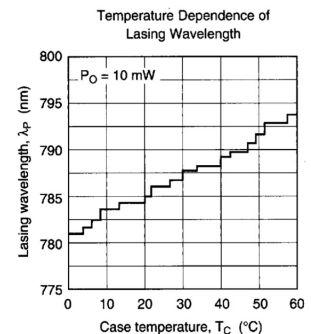


Figura 2

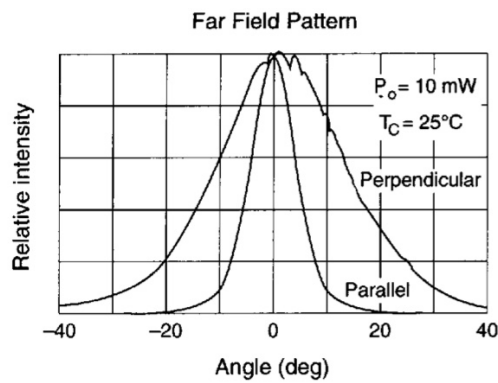


Figura 3

che mostrano le caratteristiche principali di dispositivi di questo tipo come la dipendenza della corrente di soglia dalla temperatura, l'astigmatismo e la dipendenza della lunghezza d'onda dalla temperatura.

3.2 Monocromatore

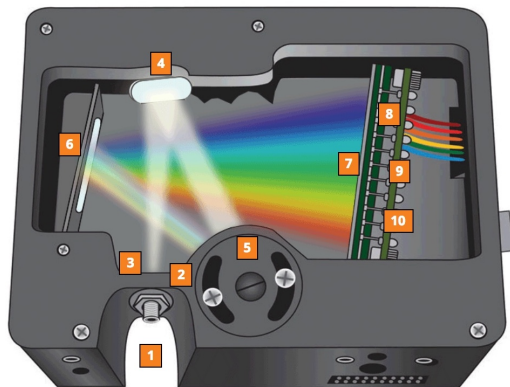


Figura 4

4 Caratteristica P-I

Analizziamo la dipendenza della corrente di soglia del diodo laser dalla temperatura misurando la caratteristica P-I in tre diverse condizioni: $T=12, 25, 45$ °C.

4.1 Presa dati

Abbiamo misurato la potenza fornita dal diodo laser in funzione della corrente di alimentazione mantenendo la temperatura del diodo costante attraverso l'utilizzo della cella peltier.

Il fascio è stato focalizzato sul fotodiodo attraverso una lente e per ogni valore della corrente abbiamo registrato il corrispondente valore della potenza leggendolo sul power meter NOVA RS232.

Abbiamo effettuato questa misura per tre valori diversi della temperatura del laser a diodo; tutti le misure effettuate sono riportati nelle rispettive tabelle in appendice.

4.2 Analisi dati

5 Divergenza del fascio

5.1 Presa dati

5.2 Analisi dati

6 Dipendenza λ da T

6.1 Presa dati

6.2 Analisi dati

Appendice

| I(ΔI) [mA] | P [μ W] | I(ΔI) [mA] | P [μ W] | I(ΔI) [mA] | P [μ W] | I(ΔI) [mA] | P [μ W] |
|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| 82.0(1) | 6230 | 67.3(1) | 2990 | 50.8(1) | 64.1 | 43.2(1) | 34.8 |
| 81.0(1) | 6030 | 64.8(1) | 2468 | 51.3(1) | 69.3 | 41.8(1) | 32.2 |
| 79.9(1) | 5800 | 63.0(1) | 2077 | 52.6(1) | 89.8 | 39.7(1) | 28.5 |
| 78.8(1) | 5480 | 60.5(1) | 1544 | 49.9(1) | 57.5 | 38.1(1) | 26.10 |
| 77.8(1) | 5290 | 58.5(1) | 1100 | 49.4(1) | 54.8 | 36.5(1) | 23.96 |
| 76.6(1) | 5050 | 57.3(1) | 848 | 48.8(1) | 51.9 | 34.4(1) | 21.34 |
| 75.3(1) | 4740 | 56.1(1) | 578 | 48.1(1) | 48.6 | 31.8(1) | 18.53 |
| 73.9(1) | 4430 | 55.1(1) | 385 | 47.0(1) | 44.8 | 29.5(1) | 16.25 |
| 71.0(1) | 3800 | 54.3(1) | 218.9 | 45.9(1) | 41.4 | 26.7(1) | 13.82 |
| 69.1(1) | 3380 | 53.7(1) | 142.3 | 44.5(1) | 37.8 | 25.1(1) | 12.56 |

Tabella 2: Valori misurati di corrente e potenza alla temperatura di $T = 12^\circ\text{C}$

| I(ΔI) [mA] | P [μ W] | I(ΔI) [mA] | P [μ W] | I(ΔI) [mA] | P [μ W] | I(ΔI) [mA] | P [μ W] |
|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| 81.9(1) | 5180 | 72.1(1) | 3090 | 60.5(1) | 655 | 47.2(1) | 38.2 |
| 80.8(1) | 4940 | 71.3(1) | 2907 | 59.7(1) | 497 | 45.8(1) | 35.3 |
| 80.3(1) | 4830 | 69.7(1) | 2585 | 58.6(1) | 270.9 | 43.3(1) | 31.0 |
| 79.2(1) | 4610 | 68.3(1) | 2267 | 57.6(1) | 138.5 | 40.5(1) | 26.80 |
| 78.4(1) | 4420 | 67.2(1) | 2082 | 56.8(1) | 101.3 | 38(1) | 23.61 |
| 77.7(1) | 4280 | 66.3(1) | 1836 | 55.2(1) | 72.2 | 35.6(1) | 20.91 |
| 77.2(1) | 4170 | 65.5(1) | 1675 | 54.6(1) | 67.4 | 32.5(1) | 17.83 |
| 76.1(1) | 3950 | 64.5(1) | 1471 | 53.6(1) | 60.3 | 30.6(1) | 16.14 |
| 75.2(1) | 3750 | 63.1(1) | 1190 | 52.7(1) | 55.5 | 28.3(1) | 14.20 |
| 74.7(1) | 3640 | 62.5(1) | 1098 | 50.4(1) | 46.5 | 26.8(1) | 13.04 |
| 73.7(1) | 3430 | 61.7(1) | 924 | 48.4(1) | 40.9 | 25.1(1) | 11.80 |

Tabella 3: Valori misurati di corrente e potenza alla temperatura di $T = 25^\circ\text{C}$

| I(ΔI) [mA] | P [μ W] | I(ΔI) [mA] | P [μ W] | I(ΔI) [mA] | P [μ W] | I(ΔI) [mA] | P [μ W] |
|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| 82.4(1) | 3760 | 72.8(1) | 1659 | 64.4(1) | 128.5 | 52.7(1) | 40.8 |
| 81.1(1) | 3480 | 71.1(1) | 1314 | 63.8(1) | 106.8 | 50.2(1) | 36.2 |
| 80.4(1) | 3330 | 70.0(1) | 1077 | 62.9(1) | 90.0 | 48.8(1) | 33.9 |
| 79.5(1) | 3130 | 68.8(1) | 839 | 61.1(1) | 71.3 | 45.3(1) | 28.9 |
| 77.8(1) | 2772 | 68.2(1) | 695 | 60.3(1) | 66.1 | 43.9(1) | 27.2 |
| 77.4(1) | 2679 | 67.5(1) | 558 | 59.5(1) | 61.4 | 37.8(1) | 20.63 |
| 76.3(1) | 2431 | 66.8(1) | 423 | 58.2(1) | 55.9 | 33.9(1) | 17.09 |
| 75.4(1) | 2228 | 65.6(1) | 338 | 57.2(1) | 52.2 | 29.9(1) | 13.98 |
| 74.5(1) | 2027 | 65.0(1) | 168.5 | 55.7(1) | 48.0 | 25.2(1) | 10.77 |

Tabella 4: Valori misurati di corrente e potenza alla temperatura di $T = 43^\circ\text{C}$

| $\theta_{//}$ [°] | I [μ A] | $\theta_{//}$ [°] | I [μ A] | $\theta_{//}$ [°] | I [μ A] | $\theta_{//}$ [°] | I [μ A] |
|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| 0.0(5) | 4.30 | 11.0(5) | 0.57 | -3.5(5) | 2.38 | -1.5(5) | 3.56 |
| 1.0(5) | 4.53 | 12.0(5) | 0.33 | -4.0(5) | 2.16 | -0.5(5) | 4.10 |
| 2.0(5) | 4.83 | 14.0(5) | 0.16 | -4.5(5) | 1.85 | 0.5(5) | 4.69 |
| 3.0(5) | 4.59 | 16.0(5) | 0.06 | -5.0(5) | 1.54 | 0.0(5) | 4.64 |
| 4.0(5) | 4.26 | 19.0(5) | 0.04 | -5.5(5) | 1.20 | 1.5(5) | 4.52 |
| 5.0(5) | 3.75 | 23.0(5) | 0.03 | -6.0(5) | 1.05 | 2.5(5) | 4.82 |
| 5.5(5) | 3.38 | 30.0(5) | 0.02 | -7.0(5) | 0.71 | 2.0(5) | 4.95 |
| 6.0(5) | 2.99 | 45.0(5) | 0.02 | -8.0(5) | 0.44 | 2.0(5) | 4.96 |
| 6.5(5) | 2.58 | 90.0(5) | 0.02 | -10.0(5) | 0.17 | 3.5(5) | 4.37 |
| 7.0(5) | 2.30 | 0.0(5) | 4.40 | -12.0(5) | 0.07 | 4.5(5) | 3.89 |
| 7.5(5) | 1.98 | -1.0(5) | 3.73 | -15.0(5) | 0.03 | -2.5(5) | 3.19 |
| 8.0(5) | 1.79 | -2.0(5) | 3.42 | -30.0(5) | 0.03 | 1.5(5) | 4.44 |
| 9.0(5) | 1.25 | -2.5(5) | 3.05 | -45.0(5) | 0.02 | 2.0(5) | 4.61 |
| 10.0(5) | 0.86 | -3.0(5) | 2.66 | -85.0(5) | 0.02 | 2.5(5) | 4.27 |

Tabella 5: P vs angolo di incidenza parallelo

| θ_{\perp} [°] | I [μ A] | θ_{\perp} [°] | I [μ A] | θ_{\perp} [°] | I [μ A] | θ_{\perp} [°] | I [μ A] |
|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| -85.0(5) | 0.02 | -17.0(5) | 1.73 | -1.0(5) | 4.27 | 14.0(5) | 2.51 |
| -70.0(5) | 0.02 | -16.0(5) | 1.92 | 0.0(5) | 4.71 | 15.0(5) | 2.27 |
| -60.0(5) | 0.03 | -15.0(5) | 2.08 | 1.0(5) | 4.22 | 16.0(5) | 2.05 |
| -50.0(5) | 0.03 | -14.0(5) | 2.37 | 2.0(5) | 4.31 | 17.0(5) | 1.82 |
| -45.0(5) | 0.10 | -13.0(5) | 2.58 | 3.0(5) | 4.38 | 18.0(5) | 1.87 |
| -40.0(5) | 0.15 | -12.0(5) | 2.73 | 4.0(5) | 4.47 | 19.0(5) | 1.45 |
| -37.0(5) | 0.20 | -11.0(5) | 3.01 | 5.0(5) | 4.16 | 21.0(5) | 1.21 |
| -34.0(5) | 0.28 | -10.0(5) | 2.99 | 6.0(5) | 4.15 | 23.0(5) | 0.96 |
| -31.0(5) | 0.35 | -11.0(5) | 3.04 | 7.0(5) | 3.90 | 25.0(5) | 0.87 |
| -28.0(5) | 0.51 | -10.0(5) | 2.99 | 8.0(5) | 3.31 | 27.0(5) | 0.62 |
| -25.0(5) | 0.70 | -8.0(5) | 3.39 | 9.0(5) | 3.72 | 30.0(5) | 0.44 |
| -23.0(5) | 0.88 | -6.0(5) | 4.12 | 10.0(5) | 3.21 | 35.0(5) | 0.10 |
| -21.0(5) | 1.13 | -4.0(5) | 4.15 | 11.0(5) | 3.13 | 45.0(5) | 0.11 |
| -19.0(5) | 1.37 | -3.0(5) | 3.98 | 12.0(5) | 2.88 | 40.0(5) | 0.17 |
| -18.0(5) | 1.55 | -2.0(5) | 4.23 | 13.0(5) | 2.70 | 50.0(5) | 0.04 |
| 60.0(5) | 0.02 | 90.0(5) | 0.02 | | | | |

Tabella 6: P vs angolo di incidenza perpendicolare