

# *Labor für Technische Optik und Lasertechnik*

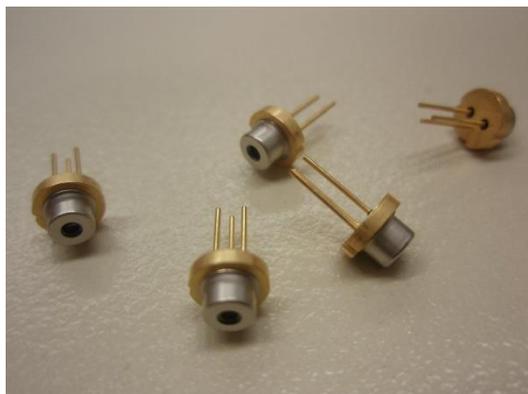
Fachhochschule Frankfurt am Main  
Fachbereich Informatik und Ingenieurwissenschaften

## **L a s e r d i o d e**

### **I. Lernziele:**

Untersuchung des Verhaltens eines Halbleiterlasers bei Veränderung von Temperatur und Diodenstrom.

Ermittlung der Kenndaten einer Laserdiode.



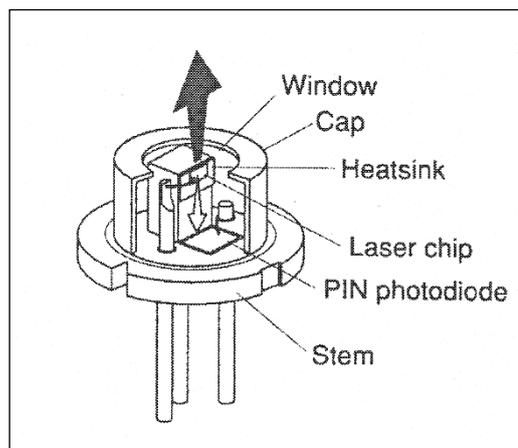
## II. Vorbericht

Beantworten Sie die folgenden Fragen:

1. Von welchen physikalischen Größen hängt die Laserwellenlänge bei einer Laserdiode ab?
2. Kann man eine Laserdiode im Pulsbetrieb betreiben, und wie macht man dies?

## III. Beschreibung des Versuchsaufbaus

Die zu untersuchende Laserdiode ist mit einem guten Wärmekontakt an einem Halter angebracht, der mit Hilfe eines Peltierelements auf beliebige Temperaturen zwischen 10°C und 40°C gebracht werden kann. Neben der Laserdiode sitzt als Temperatursensor ein PT100-Widerstand, mit dessen Hilfe die Temperatur des Halters und damit auch der Laserdiode zu kontrollieren und zu regeln ist. Der Regelkreis befindet sich in einem Laserdiodencontroller.



In dem Laserdiodengehäuse befindet sich außer der eigentlichen Laserdiode noch eine Photodiode (Monitordiode genannt, siehe Abbildung). Diese Monitordiode erlaubt es, über den Monitordiodenstrom  $I_M$  die Laserlichtleistung  $P$  zu bestimmen. Über den in der Regel linearen Zusammenhang zwischen  $P$  und  $I_M$  kann man durch Messen von  $I_M$  die Lichtleistung  $P$  berechnen.

Für den durchzuführenden Versuch sind die Größen Laserdiodenspannung, Laserdiodenstrom, Monitordiodenstrom, Lichtleistung und Laserwellenlänge zu messen. Die Versuchsaufgabe besteht darin, die charakteristischen Daten der zu untersuchenden Laserdiode zu ermitteln und auszuwerten.

Dieser Versuchsanleitung ist als Beispiel eine Seite mit Diagrammen beigegefügt, die man erhält, wenn man eine Laserdiode kauft. Die dort zu entnehmenden Daten sind nur Richtwerte

für den Laserdiodytyp und können von den tatsächlichen Laserdiodydaten beträchtlich abweichen.

#### **IV. Versuchsdurchführung**

***Achtung: Schauen Sie nie direkt in die Laserdiode.***

##### **1. Ermittlung der Kennlinien $P(I)$ und $U(I)$ und Monitorstrom $I_M$ der Laserdiode**

(siehe Diagramm 1, 2 und 3 der Anlage 1)

Nehmen Sie für die beiden Laserdiodytemperaturen  $T_1 = 10^\circ\text{C}$  und  $T_2 = 40^\circ\text{C}$  jeweils etwa 15 Werte von  $U$ ,  $I_M$ ,  $P$  und  $I$  in sinnvollen Abständen auf, so dass Sie zu Hause die Diagramme 1, 2 und 3 der Anlage 1 erstellen können.

( $I_M$ : Monitorstrom,  $U$ : Laserdiodyspannung,  $I$ : Laserdiodystrom,  $P$ : Laserlichtleistung)

Warten Sie am Anfang so lange, bis die Laserdiodytemperatur den Sollwert erreicht hat und konstant geworden ist.

##### **2. Untersuchung der Abhängigkeit der Laserwellenlänge von der Temperatur**

Stellen Sie die Temperatur  $40^\circ\text{C}$  ein.

Stellen Sie den größten Laserdiodystrom der  $10^\circ\text{C}$ -Messung aus Abschnitt 2 ein.

Variieren Sie die Temperatur von  $40^\circ\text{C}$  bis  $10^\circ\text{C}$  jeweils um  $5^\circ\text{C}$  bei diesem konstanten Strom. Messen Sie für diese Temperaturen die Laserwellenlängen mit einem Spektrometer. Siehe als Beispiel Diagramm 5 der Anlage 1.

##### **3. Untersuchung der Abhängigkeit der Laserwellenlänge vom Laserdiodystrom**

Stellen Sie eine Temperatur von  $T_1 = 40^\circ\text{C}$  ein.

Variieren Sie den Laserdiodystrom  $I$  von einem möglichst großen Wert bis zu einem möglichst kleinen Wert. Messen Sie für insgesamt 5 Stromwerte die Laserwellenlängen.

##### **4. Messung einer Laserdiodywellenlänge**

Messen Sie für eine bisher noch nicht eingestellte Temperatur  $T$  - und Strom  $I$  -Kombination die Laserwellenlänge.

## V. Versuchsauswertung

### Zu 1.)

a.) Zeichnen Sie ein Diagramm  $P(I_M)$  in dem die gemessenen Punkte (x) ersichtlich sind. (Lichtleistung gegen Monitorstrom auftragen!)

Geben Sie die Abhängigkeit  $P(I_M)$  durch die Angabe der Gleichung

$$P(I_M) = ?$$

b.) Zeichnen Sie die Diagramme  $P(I)$  und  $U(I)$ , siehe Diagramm 1 und 2 der Anlage 1.

Die Messpunkte müssen ersichtlich sein! Zeichnen Sie die Kurven mit den unterschiedlichen Temperaturen in **ein** Diagramm ein. (Millimeterpapier oder Datendarstellungsprogramm)

Ermitteln Sie durch Verlängerung der linearen Teile der Kurven des Diagramms  $P(I)$  den Schwellenstrom  $I_{th}$ , ab dem die Lasertätigkeit der Diode einsetzt. (th: threshold = Schwelle).

Geben Sie die beiden zugehörigen  $U_{th}$ -Werte mit Hilfe Ihres Diagramms  $U(I)$  an.

Laut Theorie existiert der folgende Zusammenhang zwischen  $I_{th}$  und der Temperatur  $T$ :

$$I_{th}(T) = I_0 \cdot \exp\left(\frac{T - T_0}{T_0}\right) \quad (1)$$

Aus Ihren zwei Kurven erhalten Sie zwei Wertepaare:  $I_{th1}$ ,  $T_1$ , und  $I_{th2}$ ,  $T_2$ .

Damit erhalten Sie aus Gleichung (1) die folgenden zwei Gleichungen:

$$I_{th1} = I_0 \cdot \exp\left(\frac{T_1 - T_0}{T_0}\right) \quad (2)$$

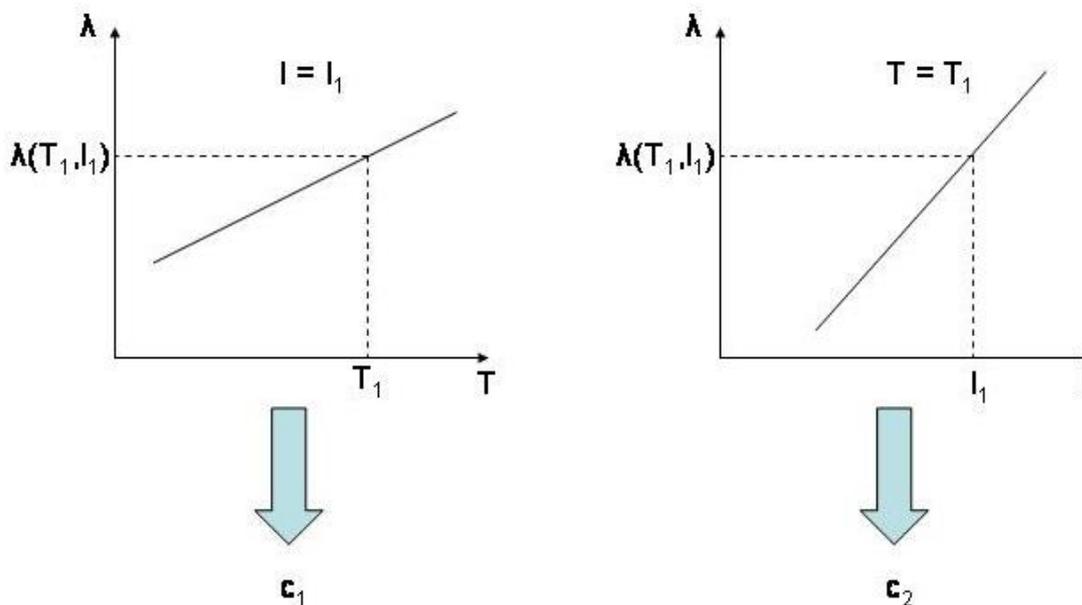
$$I_{th2} = I_0 \cdot \exp\left(\frac{T_2 - T_0}{T_0}\right) \quad (3)$$

Aus diesen zwei Gleichungen sollen Sie die zwei Unbekannten  $I_0$  und  $T_0$  als Laserdiodenkenndaten bestimmen. Geben Sie die Rechnung dazu an!

### Zu 2.) und 3.)

Zeichnen Sie die beiden Diagramme  $\lambda(T)$  für  $I=I_1$  und  $\lambda(I)$  für  $T=T_1$ .

Sie sollten in etwa wie folgt aussehen.



Der theoretische Verlauf beider Kurven folgt der Funktion:

$$\lambda(T, I) = \lambda(T_1, I_1) + c_1 \cdot (T - T_1) + c_2 \cdot (I - I_1) \quad (4)$$

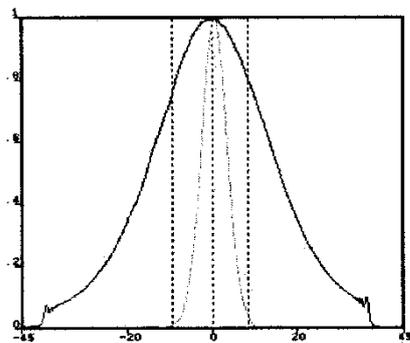
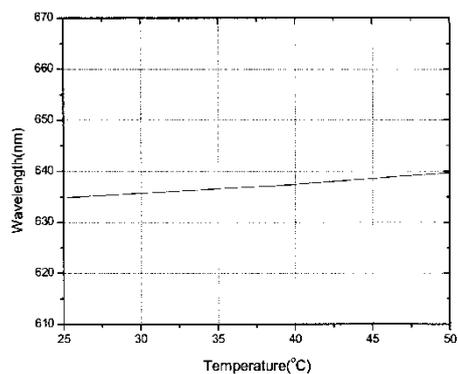
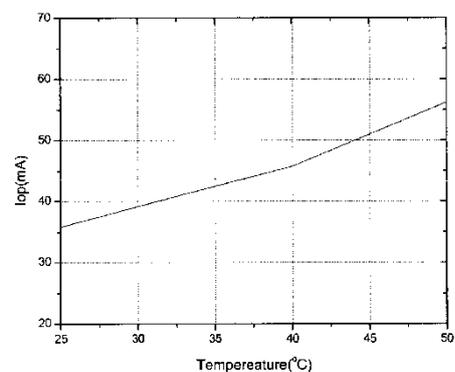
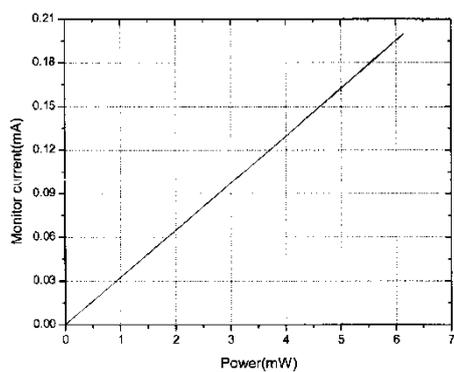
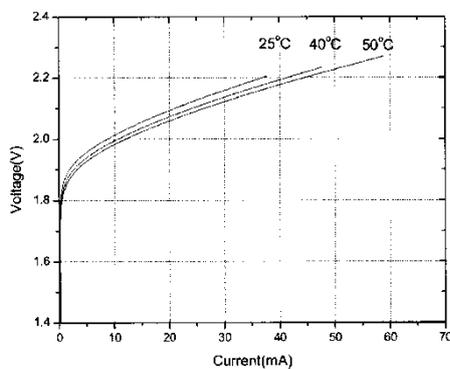
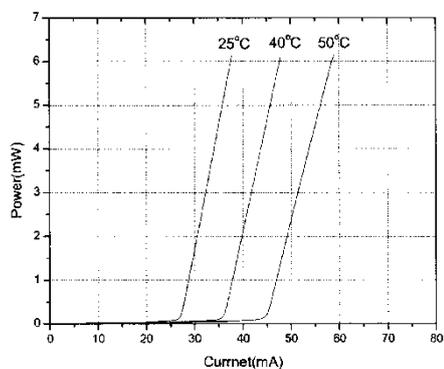
Bestimmen Sie aus Ihrem Diagramm  $\lambda(T)$  die Konstante  $c_1$  und aus dem Diagramm  $\lambda(I)$  die Konstante  $c_2$ . Es sind die Steigungen der Diagramme. Zeichnen Sie dazu die Ausgleichsgeraden und die (großen) Steigungsdreiecke ein.

#### Zu 4.)

Stellen Sie alle benötigten Werte **in einer Tabelle** vor der Rechnung zusammen, und berechnen Sie dann die theoretische Wellenlänge nach der obigen Gleichung (4). Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem gemessenen Wert.

**AlGaInP Visible Laser Diode****ADL-63054TL**

DATE : 2005/10/18 Ver 1.0



\* For reference only. Contents above are subject to change without notice.

www.lasercomponents.com

Issue: 06/06 / V2 / HW / ari/635nm/adl-63054tl.pdf

Germany and other countries: LASER COMPONENTS GmbH, Phone: +49 8142 2864 0, Fax: +49 8142 2864 11, info@lasercomponents.com

Great Britain: LASER COMPONENTS (UK) Ltd., Phone: +44 1245 491 499, Fax: +44 1245 491 801, info@lasercomponents.co.uk

France: OPTOPHOTONICS sa, Phone: +33 1 3959 5225, Fax: +33 1 3959 5350, info@optophotonics.fr