

Ćwiczenie E9

WYZNACZANIE STAŁEJ PLANCKA NA PODSTAWIE CHARAKTERYSTYK I - V DIOD ELEKTROLUMINESCENCYJNYCH (LED)

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych (I - V) diod półprzewodnikowych oraz eksperymentalne wyznaczenie stałej Plancka.

2. Zagadnienia do przygotowania

Zagadnienia do opracowania i nauczania się (**przed przystąpieniem** do wykonywania ćwiczenia):

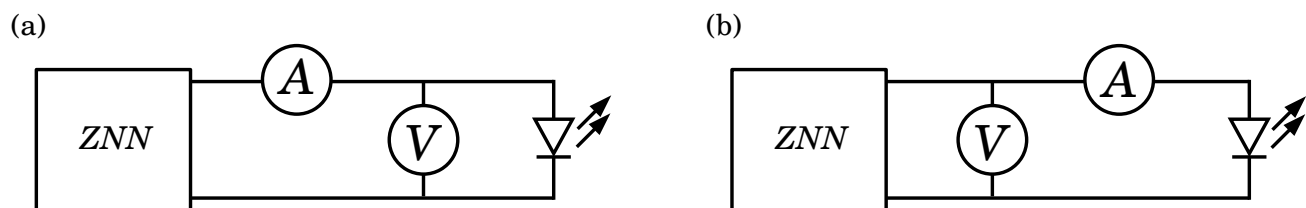
- półprzewodniki typu n (donorowe) i typu p (akceptorowe), domieszkowanie półprzewodników,
- złącze p-n, model pasmowy złącza,
- zasada działania diody elektroluminescencyjnej,
- charakterystyki prądowo-napięciowe półprzewodnikowych diod prostowniczych i diod LED.

Część teoretyczna sprawozdania (opracowana **przed przystąpieniem** do części praktycznej):

- opisać działanie diody elektroluminescencyjnej (DEL, LED).

3. Przyrządy pomiarowe, opis i schemat aparatury, przyjęte oznaczenia

Układ do pomiaru charakterystyki prądowo-napięciowej diody, czyli zależności prądu płynącego przez diodę od napięcia na diodzie $I = f(U)$ przedstawiony jest na Rys. 1.



Rysunek 1: Układ do pomiaru charakterystyki prądowo-napięciowej.

Układ składa się z regulowanego zasilacza prądu stałego ZNN oraz mierników uniwersalnych (multimetrów) natężenia prądu i napięcia. W przypadku (a) miernik natężenia prądu (A) mierzy sumę natężeń prądów płynących przez diodę oraz voltomierz (V). W przypadku (b) miernik natężenia prądu (A) mierzy wyłącznie prąd płynący przez diodę, a voltomierz (V) – sumę napięć na diodzie i miliamperomierzu.

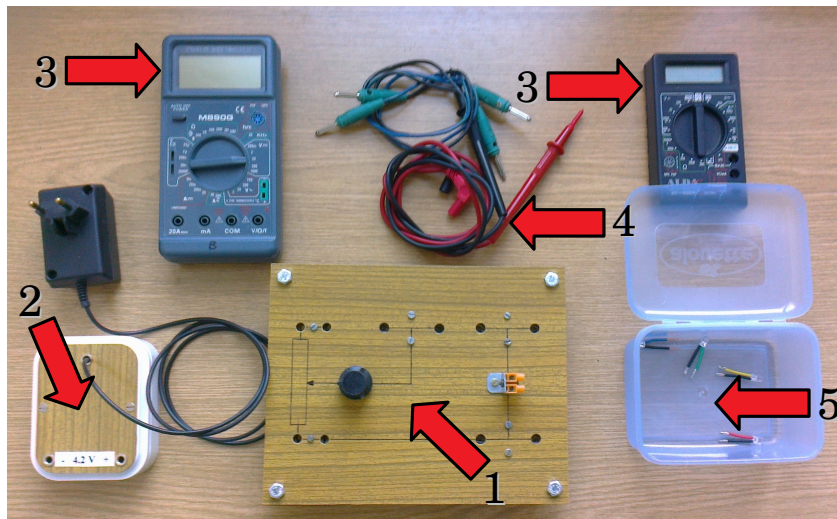
W Tabeli 1 zebrane są wartości oporów wewnętrznych wybranych cyfrowych mierników uniwersalnych na niektórych zakresach pomiarowych DC :

Tablica 1: Opory wewnętrzne wybranych mierników [Ω]

Zakres $\rightarrow$ Multimetr $\downarrow$	200 mA DC	20 mA DC	2 mA DC	V DC – wszystkie zakresy
Master 838 BUZ	2 Ω	15 Ω	100 Ω	1 000 000 Ω
Mastech MAS 838	2 Ω	15 Ω	100 Ω	1 000 000 Ω
DT 830	2 Ω	15 Ω	100 Ω	1 000 000 Ω
M 890	2 Ω	15 Ω	100 Ω	10 000 000 Ω

Dla multimetrów analogowych odstępstwo od założenia idealnego przyrządu pomiarowego ($R_A = 0$, $R_V = \infty$) jest jeszcze większe – dla najczulszych zakresów pomiarowych $R_A = R_V$!

Biorąc powyższe pod uwagę, układem odpowiednim dla pomiaru charakterystyki $I = f(U)$ w kierunku przepustowym jest układ przedstawiony na Rys. 1(a). Dla kierunku zaporowego należy tak zmienić połączenia, aby amperomierz mierzył wyłącznie prąd płynący przez diodę a woltomierz – sumę napięć na diodzie i mikroamperomierzu – Rys. 1(b).



Rysunek 2: Zestaw pomiarowy: stolik łączeniowy z potencjometrycznym dzielnikiem napięcia (1), zasilacz stabilizowany 4,2 V (2), multimetr (3), przewody (4), badane diody LED (5)

4. Przebieg ćwiczenia (pomiarów)

Zadanie polega na znalezieniu charakterystyk prądowo-napięciowych załączonych diod LED. **Pomiary należy wykonać dla kierunku przepustowego diody. Podczas pomiarów nie wolno przekroczyć natężenia prądu $I = 20$ mA!** Grozi zniszczeniem badanych elementów!

Zmontować układ pomiarowy zgodnie z uwagami zawartymi w punkcie 3. Rolę regulowanego zasilacza prądu stałego pełni zasilacz stabilizowany 4,2 V z potencjometrycznym dzielnikiem napięcia. Potencjometr ustawić w lewym skrajnym położeniu.

Przedstawić układ do sprawdzenia opiekunowi dydaktycznemu.

Włączyć zasilacz i zwiększając stopniowo napięcie zmierzyć charakterystyki prądowo-napięciowe diod. Wyniki pomiarów wpisać do przygotowanych tabel.

5. Tabele pomiarowe i opracowanie wyników

InAs, GaP, InSb zachodzi rekombinacji promienista: podczas rekombinacji energia jest wydzielana w postaci kwantów promieniowania – fotonów. Obserwowane są wówczas fotony o długościach fal

$$\lambda = \frac{hc}{E}, \quad (1)$$

gdzie: c – prędkość światła w próżni, h – stała Plancka, E zaś oznacza energię rekombinującego fotonu. Maksimum zdolności emisyjnej diody elektroluminescencyjnej przypada na długość fali odpowiadającej wartości energii wzbronionej półprzewodnika:

gdzie: c – prędkość światła w próżni, h – stała Plancka, E zaś oznacza energię rekombinującego fotonu. Maksimum zdolności emisyjnej diody elektroluminescencyjnej przypada na długość fali odpowiadającej wartości energii wzbronionej półprzewodnika:

$$eU_b \approx E_{\text{gg}} \quad (3)$$

Z powyższego wzoru wynika, że aby wyznaczyć stałą Plancka wystarczy wyznaczyć wysokość bariery U_b oraz długość fali elektromagnetycznej λ odpowiadającą maksimum zdolności emisyjnej diody elektroluminescencyjnej. Wysokość bariery U_b wyznacza się z charakterystyk prądowo-napięciowych diody. Długość fali λ można wyznaczyć np. za pomocą monochromatora.



Zebrać wyniki pomiarów w postaci:

[illegible]

6. Ocena wyników pomiarów

Ocenę błędów pomiarowych przeprowadzić zgodnie z instrukcją producenta. W przypadku braku instrukcji fabrycznej multimetru cyfrowego przyjmujemy:

$$\pm (1,5\% \text{ odczytu} + 5 \cdot [\text{dokładność odczytu}])$$

np. przy odczycie $U = 1,474 \text{ V}$ (zakres 2 V) otrzymujemy

$$1,5\% \cdot 1,474 \text{ V} = 0,02211 \text{ V},$$

$$5 \cdot 0,001 \text{ V} = 0,005 \text{ V},$$

$$\text{skąd: } I = 1,474 \pm 0,02211 \text{ V},$$

(wszystkie przyczynki bez zaokrąglania)

$$\text{poprawny zapis: } I = 1,474 \pm 0,028 \text{ [V]},$$

(błędy zaokrąglamy zawsze w górę!) Zaokrąglenie do jednej cyfry powoduje zwiększenie niepewności o więcej niż 10%.

Zapis wyników z błędem wraz z jednostkami w układzie SI.

Porównanie otrzymanych wielkości fizycznych z tablicowymi.

Dyskusja popełnionych błędów systematycznych i przypadkowych.

Propozycje poprawy dokładności pomiarów.

7. Literatura

- *Podstawy fizyki*, Halliday D., Resnick R., Walker J., dowolne wydanie.
- *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki, cz. III Elektryczność i magnetyzm*, Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999.



LED Lamp Products

Explanation of Part Number:

$\frac{H}{1} \frac{B}{2} \frac{5}{3} \frac{d}{4} - \frac{4}{5} \frac{3}{6} \frac{6}{7} \frac{A}{8} \frac{R}{9} - \frac{C}{10} / \frac{F}{11} \frac{3}{12}$

① Title:

H: huey-jann co., ltd.

② Shape distinguish:

B: bell (round) type.

C: cylindrical type.

R: rectangular type.

S: step type.

T: triangular type.

③ Identification No:

④ Lens appearance:

1: colored diffusion.

2: colored clear.

3: white diffusion.

4: water clear

⑤ Lead frame type:

1: no reflector cup, stopper lead, 2.54mm pitch.

2: no reflector cup, short lead, 2.29mm pitch.

3: big reflector cup, long lead, 2.54mm pitch.

4: small reflector cup, long lead, 2.54mm pitch.

8: side look use, 2.54mm pitch.

9: small reflector cup, 3 lead, 2.54mm pitch.

0: big reflector cup, 3 lead, 2.54mm pitch.

⑥ Dice kinds:

according to chip characteristic distinguish.
see below table1.

⑦ View angle:

A, B, C... (C>B>A).

⑧ Forming type:

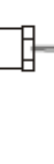
T	P	F1	F2	F3	F4	F5	F6
tapping see page54,55							

table 1.

Ta=25°C

Type	Material	Absolute Maximum Rating				Electro-Optical Characteristics								
		Po	If	Ifm	VR	wavelength				forward voltage			reverse current	
						λp	λd	Δλ	If	typ	Max	If	Max	VR
2	GaP/GaP	90	20	50	5	700	658	100	20	2.20	2.80	20	10	5
3 ,DG,CG	GaP/GaP	84	25	50	5	570	567	30	20	2.15	2.80	20	10	5
3BG	AlInGaP/GaAs	100	25	50	5	575	572	20	20	2.20	2.40	20	10	5
3BGA	GaInN/SiC	135	30	100	5	502	505	30	20	3.50	4.00	20	10	5
3AG	GaInN/GaN	120	30	100	5	523	525	45	20	3.50	4.00	20	10	5
4	GaAsP/GaP	90	25	50	5	589	585	35	20	2.10	2.80	20	10	5
4 CY,AY,FY	AlInGaP/GaAs	100	25	50	5	592	590	25	20	2.00	2.40	20	10	5
5	GaAsP/GaP	90	30	50	5	625	618	45	20	2.05	2.80	20	10	5
5 CO,AO,FO	AlInGaP/GaAs	100	25	50	5	620	615	20	20	2.00	2.60	20	10	5
5AOR	AlInGaP/GaAs	100	25	50	5	635	626	25	20	2.00	2.50	20	10	5
6 DR,CR	GaAlAs/GaAs	110	30	50	5	660	643	30	20	1.80	2.40	20	10	5
6BR	AlInGaP/GaAs	100	25	50	5	655	638	25	20	2.10	2.60	20	10	5
6 AR,ARA	GaAlAs/GaAlAs	110	25	50	5	660	645	20	20	1.88	2.50	20	10	5
7	GaAsP/GaP	90	30	50	5	610	606	35	20	2.05	2.60	20	10	5
7 CA,AA,FA	AlInGaP/GaAs	100	25	50	5	607	605	20	20	2.00	2.40	20	10	5
8CB	GaInN/SiC	135	30	100	5	468	470	28	20	3.80	4.20	20	10	5
8AB,BB	GaInN/GaN	120	30	100	5	465	470	35	20	3.50	4.00	20	60	4
9CW	GaInN/SiC	135	30	100	5	---	---	---	---	3.80	4.20	20	10	5
9AW,BW	GaInN/GaN	120	30	100	5	---	---	---	---	3.60	4.00	20	60	4
unit		mW	mA	mA	V	nm	nm	nm	mA	V	V	mA	uA	V

Ifm condition: 1/10 duty cycle, pulse width =0.1ms.



Device No		Color		Wavelength (nm)		VF Typical (V)	Brightness (mcd)		View Angle 2θ/°	Drawing Figure
		Emitter	Lens	λp	λd		Minimum	Typical		
φ 5	HB5b-433DG	yellow green	water clear	570	567	2.15	550	850	12	4-2
	HB5b-433CG	yellow green	water clear	570	567	2.15	800	1200	12	
	HB5b-433BG	yellow green	water clear	575	572	2.20	2000	2800	10	
	HB5b-433BGA	bluish green	water clear	502	505	3.50	3500	7000	10	
	HB5b-434CY	yellow	water clear	592	590	2.00	1500	2000	9	
	HB5b-434AY	yellow	water clear	592	590	2.00	2800	3500	9	
	HB5b-434FY	yellow	water clear	592	590	2.00	5000	6000	7	
	HB5b-435CO	orange	water clear	620	615	2.00	1500	2000	9	
	HB5b-435AO	orange	water clear	620	615	2.00	2800	3500	9	
	HB5b-435FO	orange	water clear	620	615	2.00	5000	6000	7	
	HB5b-435AOR	fresh red	water clear	635	626	2.00	3000	4500	7	
	HB5b-436DR	deep red	water clear	660	643	1.80	500	800	6	
	HB5b-436CR	deep red	water clear	660	643	1.80	1000	1400	6	
	HB5b-436BR	soft red	water clear	655	638	2.10	1200	1500	7	
	HB5b-436AR	deep red	water clear	660	643	1.86	2400	3000	7	
	HB5b-436ARA	deep red	water clear	660	645	1.86	3000	4000	7	
	HB5b-437CA	amber	water clear	607	605	2.00	1500	2000	9	
	HB5b-437AA	amber	water clear	607	605	2.00	2800	3500	9	
	HB5b-437FA	amber	water clear	607	605	2.00	5000	6000	7	
	HB5b-438CB	blue	water clear	468	470	3.80	500	1000	10	
HB5b-438BB	blue	water clear	465	470	3.50	600	1350	10		

Technical drawing of a cathode assembly. The side view shows a cylindrical component with a hemispherical top. Dimensions include a total height of 8.7 ± 0.3 , a top diameter of 5.0 ± 0.2 , a base diameter of 5.6 ± 0.3 , and a base thickness of 2.54 (nominal). A central hole has a diameter of 0.5 ± 0.1 . A feature on the side is labeled "0.7 max". A dimension of 1.0 min is shown for a specific section. The top view shows a circular cross-section with a central hole and two small square features. A note indicates "not soldered" for a specific area. A dimension of 25.4 Min is shown for the overall length of the assembly.