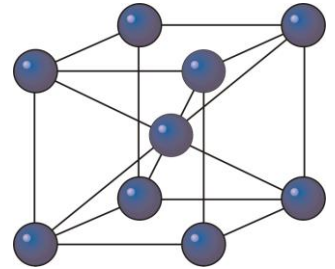


KATEDRA FIZYKI

***WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI
I TECHNOLOGII MATERIAŁÓW
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA***



***PRACOWNIA
FIZYKI CIAŁA STAŁEGO***



ĆWICZENIE NR FCS - 9

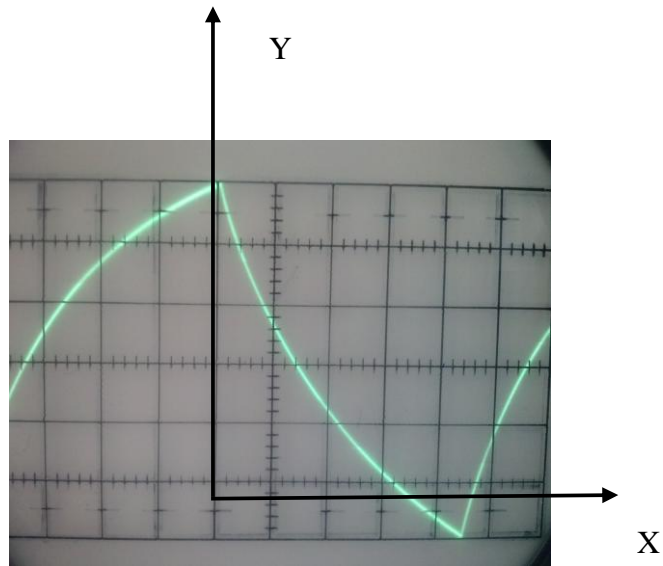
***POMIAR CZASU ŻYCIA NOŚNIKÓW
NADMIAROWYCH W PÓŁPRZEWODNIKACH***

I. Zagadnienia do opracowania

1. Model pasmowy półprzewodnika, półprzewodniki samoistne i domieszkowe, przerwa energetyczna, złącze np.
2. Generacja i rekombinacja nośników ładunku, rekombinacja bezpośrednia i pośrednia.
3. Nośniki ładunku mniejszościowe i większościowe (nadmiarowe), równowagowa koncentracja nośników ładunku, czas życia nośników nadmiarowych.
4. Fotoprzewodzące urządzenia półprzewodnikowe: fotorezystory, fotodiody, fototranzystory.

II. Przebieg ćwiczenia

1. Pomiar czasu życia nośników nadmiarowych w fotorezystorze 1
 - a. Na płycie czołowej oscyloskopu ustawić
 - środkowe pokrętło potencjometru w górnym rzędzie w pozycji A
 - przycisk wyzwalania w pozycji A
 - pokrętło wzm./kal w pozycji 0
 - polaryzacja „+”
 - przycisk w górnym prawym rogu w pozycji AC
 - pokrętło czas/cm płynnie w pozycji 0
 - wcisnąć przyciski wyzwalania w pozycji wewn. i auto
 - b. Włączyć oscyloskop do sieci
 - c. Włączyć zasilacz ZST-11
 - wcisnąć wszystkie przyciski U (napięcie 15 V)
 - przyciski I w pozycji 0,1 i 0,5
 - d. Ustawić pokrętło P w pozycji 1, przełącznik pojemności w pozycji C1, wzmocnienie Y ustawić na 0,2 V/cm (pokrętło A), pokrętło podstawy czasu na 5 ms/cm (pokrętło zakres)
 - e. przełącznik w pozycję Z
 - f. za pomocą pokrętła R tak dobrać częstotliwość drgań prostokątnych aby przebieg napięcia na fotoelemencie był jak na rys. 1 (pozycja R ~ 5,4)
 - g. odczytać współrzędne kilku punktów (>5) na krzywej spadku fotoprzewodnictwa i wpisać wyniki do tabeli 1 (układ współrzędnych obrać jak na rys. 1 - skorzystać z pokręteł przesuwu pionowego i poziomego)



Rys. 1.

2. Pomiar czasu życia w fotorezystorze 2

- a. Ustawić:
- przełącznik P w pozycji 2
 - wzmacnienie Y na 0,2 V/cm
 - podstawa czasu na 2 ms/cm
 - kondensator C1
 - $R \sim 7,5$

- b. Wpisać wyniki do tabeli

3. Pomiar czasu życia nośników nadmiarowych w fotodiodzie

- a. Ustawić:
- przełącznik P w pozycji 3
 - wzmacnienie Y 0,5 V/cm
 - podstawa czasu 10 $\mu\text{s}/\text{cm}$
 - kondensator C5
 - $R \sim 8$

- b. Wpisać wyniki do tabeli

4. Pomiar czasu życia nośników nadmiarowych w fototranzystorze

- a. Ustawić:
- przełącznik P w pozycję 4
 - wzmacnienie Y 0,2 V/cm
 - podstawa czasu 50 $\mu\text{s}/\text{cm}$

- kondensator C5
- $R \sim 7$

Tabele pomiarowe

Tabela 1

Fotoelement	wzmocn. x	wzmocn. y	x [cm]	y [cm]	t [s]	U [V]	lnU	$\tau \pm \Delta\tau$ [s]
Fotorezystor 1								
Fotorezystor 2								
Fotodioda								
Fototranzystor								

Tabela 2: Wyniki regresji liniowej

Fotoelement	a	b	σ_a	σ_b	r
Fotorezystor 1					
Fotorezystor 2					
Fotodioda					
Fototranzystor					

III. Opracowanie wyników pomiarów

1. Korzystając z programu Regresja obliczyć współczynnik kierunkowy „a” prostej $y = ax+b$ oraz jego odchylenie standardowe σ_a zaokrąglając wyniki zgodnie z normami.

Napięcie na fotoelemencie wyraża się wzorem

$$U = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Po obustronnym zlogarytmowaniu tej zależności otrzymujemy

$$\ln U = \ln U_0 - \frac{1}{\tau} t$$

Jest to zależność liniowa, w której $y = \ln U$, $x = t$, $a = -\frac{1}{\tau} \rightarrow \tau = -\frac{1}{a}$, $b = \ln U_0$

2. Obliczyć błąd czasu życia ze wzoru (metoda różniczki zupełnej):

$$\Delta\tau = \left| -\frac{1}{a^2} \right| \sigma_a$$

Wartość błędu zaokrąglić zgodnie z normami.

3. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników.

V. Literatura

1. Encyklopedia Fizyki Współczesnej PWN
2. B. N. Buszmanow, J. A. Chromow - Fizyka ciała stałego
3. R. Respondowski - Laboratorium z Fizyki
4. K. Booth, S. Hill - Optoelektronika

VI. Schemat pomiarowy

