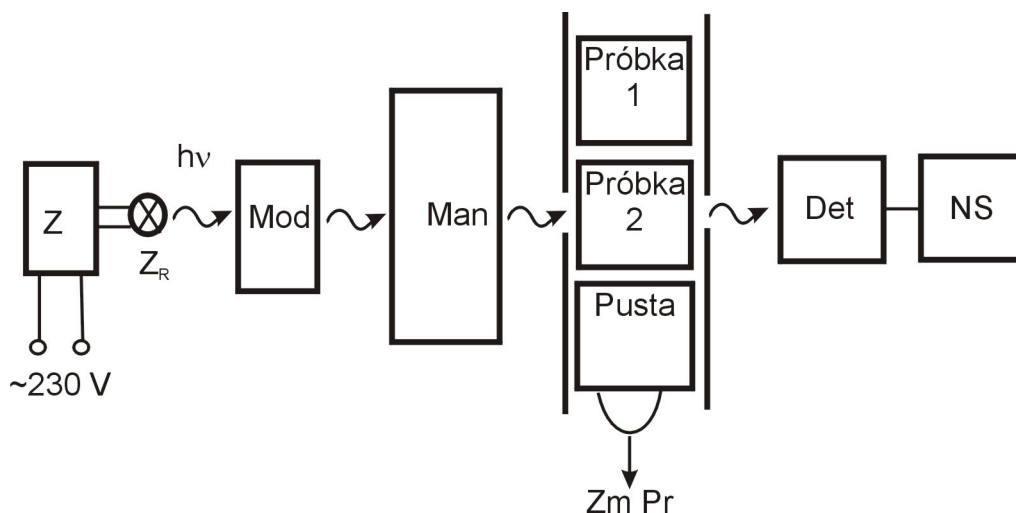


WYZNACZANIE SZEROKOŚCI PRZERWY ZABRONIONEJ PÓLPRZEWODNIKÓW METODĄ OPTYCZNĄ

Opis układu pomiarowego

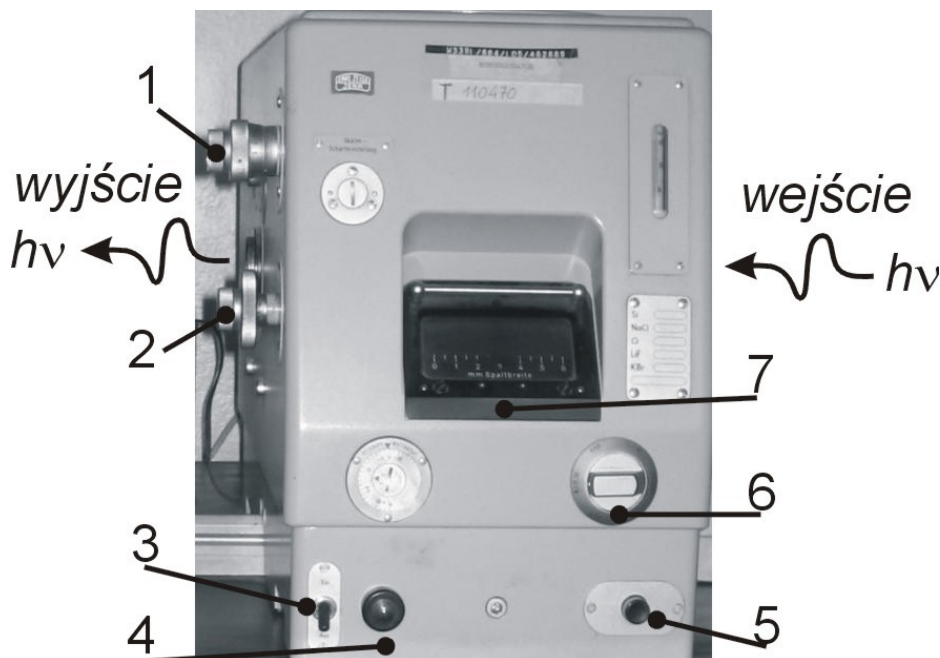
Schemat układu pomiarowego pokazany jest na rysunku. Źródłem promieniowania (Z_r) jest specjalna lampa (oświetlacz) zasilana z zasilacza (Z). Pomiary natężenia promieniowania po przejściu przez absorbent (próbka półprzewodnika) prowadzone są techniką zmiennoprądową. W tym celu strumień promieniowania jest przerywany przez modulator (Mod) z pewną stałą częstotliwością, do której musi być dostrojony nanowoltomierz selektywny (NS). Monochromator (Mon) służy do wyodrębnienia z widma promieniowania wąskiego przedziału długości fali. Wiązkę promieniowania wychodzącą z monochromatora uważamy za monochromatyczną i przypisujemy jej długość fali odczytaną ze skali przyrządu. Jako element rozszczepiający promieniowanie zastosowano pryzmat z NaCl. Obracając go można zmieniać długość fali promieniowania padającego na próbkę.



Badanymi próbkami są bardzo cienkie płytki półprzewodnikowe o następujących grubościach: próbka z krzemu $d = 210 \mu m$, próbka z germanu $d = 290 \mu m$. Płytki te są umieszczone w specjalnym zmieniającu próbek ($Zm Pr$), który umożliwia szybkie, wymienne wstawianie w wiązkę promieniowania okienek z próbkami lub pustego okienka, dla dokonania pomiaru natężenia wiązki padającej I_o . Detektorem promieniowania jest termoelement próżniowy (termopara) z okienkiem z NaCl. Jego czułość jest niezależna od długości fali w zakresie od $0,4 \mu m$ do $16 \mu m$.

Przeprowadzenie pomiarów

1. Zaznaczyć się z przeznaczeniem poszczególnych elementów układu, w tym z budową i obsługą monochromatora SPM2. Na jego płycie czołowej występują: 1 - pokrętko ustawiania szerokości szczeliny, 2 - pokrętko zmiany długości fali, 3 - wyłącznik sieci, 4 - lampka kontrolna, 5 - przycisk włączający oświetlenie skali, 6 - przełącznik pryzmatów, 7 - skala długości fali.



2. Ustawić pokrętkiem (2) monochromatora długości fali padającego promieniowania $\lambda = 1,2 \mu m$. Ponieważ prawo Bouguera - Lamberta stosuje się tylko do promieniowania monochromatycznego padającego prostopadłe na powierzchnię badanego kryształu nie doznającego odbicia, pokrętkiem (1) ustawić możliwie małą, w granicach 0,1 - 0,3 mm szerokość szczeliny monochromatora.

3. Ustawić w zmieniaju próbek puste okienko i dostroić częstotliwościowo nanowoltomierz selektywny na maksimum wychylenia.

4. Dla obu próbek oraz przy ustawieniu w zmieniaju próbek pustego okienka zmierzyć zależność sygnału detektora od długości fali w przedziale od 0,8 do 2,1 μm . Wstawienie pustego okienka umożliwia pomiar natężenia promieniowania padającego na próbki I_o . Pomiar należy przeprowadzać równolegle dla wyżej wymienionych trzech przypadków, tzn. w następującej kolejności:

- ustawić na monochromatorze żadaną długość fali,
- zmieniaчем ustawić w wiązkę promieniowania puste okienko,
- odczytać na monochromatorze wielkość sygnału detektora (w μV) która odpowiada wartości natężenia I_o ,
- zmieniaчем ustawić w wiązkę promieniowania pierwszą próbkę,
- dokonać odczytu wielkości sygnału jak w punkcie c (uzyskana wartość odpowiada natężeniu wiązki transmisyjnej I_p dla pierwszej próbki),

- f)zmieniaczem ustawić w wiązce promieniowania druga próbkę i powtórzyć dla niej operacje (d) i (e),
 g)ustawić na monochromatorze następną długość fali,
 h)powtarzać operacje od (b) do (f) dla wszystkich długości fali z całego badanego przedziału długości fal.

Uwaga: Punkty pomiarowe rozmieścić tak gęsto, na ile pozwala nieliniowa skala długości fali monochromatora (7).

5.Wyniki pomiarów wpisywać do tabeli:

	puste okno	krzem Si	german Ge
λ [μm]	I_o [μV]	I_p [μV]	I_p [μV]
0,8			
2,1			

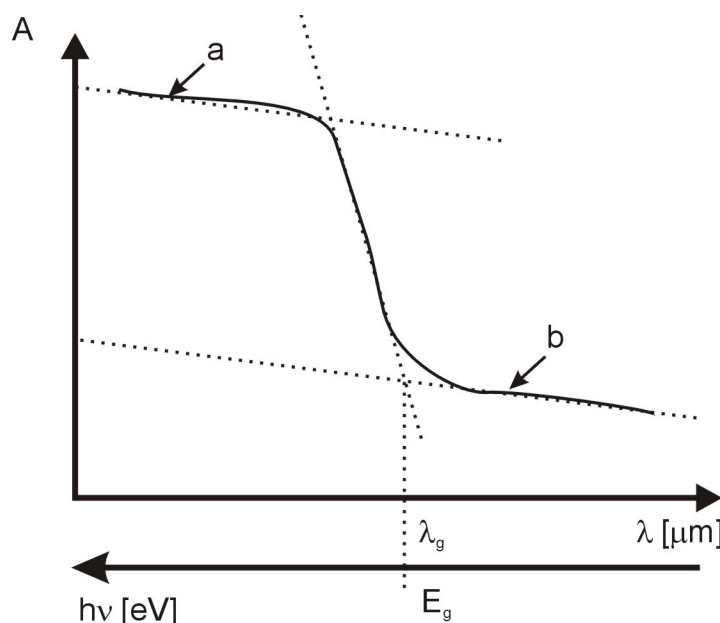
6.Oszacować niepewności pomiarów.

Opracowanie wyników pomiarów

1.Z danych pomiarowych dla obu próbek dla każdej zmierzonej długości fali wyznaczyć wartość współczynnika absorpcji $A = 1 - T = \frac{I_o - I_p}{I_o} \cdot 100\%$.

2.Z danych pomiarowych dla obu próbek dla każdej zmierzonej długości fali wyznaczyć współczynnik pochłaniania α z zależności $\ln \frac{I_p}{I_o} = -\alpha \cdot d$.

3.Wykreślić zależność $A(\lambda)$ dla obu badanych próbek. Z wykresów graficznie, jak pokazano



na rysunku wyznaczyć krawędzie absorpcji λ_g dla obu próbek. Widmo pochłaniania promieniowania elektromagnetycznego przez półprzewodnik:
 a) absorpcja międzypasmowa (zachodzi dla $\lambda < \lambda_g$),
 b) absorpcja na swobodnych nośnikach ładunków (tzw. ogon absorpcji).

4. Ze znajomości krawędzi absorpcji λ_g obliczyć szerokość przerwy zabronionej badanych półprzewodników $E_g = \frac{h \cdot c}{\lambda_g}$. Energie E_g wyrazić w jednostkach eV (elektronowolty).

5. Na podstawie utworzonego wykresu $A(\lambda)$ oszacować niepewność maksymalną wyznaczenia długości fali odpowiadającej krawędzi absorpcji, a następnie opierając się na

wzorze $u_{c,r}(y) = \frac{u_c(y)}{y} = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(n_i \cdot \frac{\Delta x_i}{x_i} \right)^2}$ obliczyć niepewność złożoną względną i

bezwzględną szerokości przerwy energetycznej E_g .

6. Wyznaczyć zgodnie z zależnością $U(x) = k \cdot u(x)$ niepewność rozszerzoną dla szerokości przerwy energetycznej przyjmując do obliczeń współczynnik rozszerzenia $k = 2$. Sprawdzić zgodność uzyskanych wartości z wartościami tabelarycznymi.

7. Wykreślić zależność $\alpha(\lambda)$ dla obu próbek półprzewodników.

Zestawić wyniki, przeanalizować uzyskane rezultaty (także wykresy), wyciągnąć wnioski.

Stwierdzić czy cele ćwiczenia:

- wyznaczenie szerokości przerwy zabronionej germanu,
- wyznaczenie szerokości przerwy zabronionej krzemu,

zostały osiągnięte.