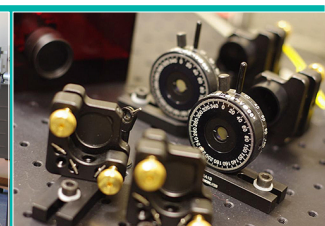
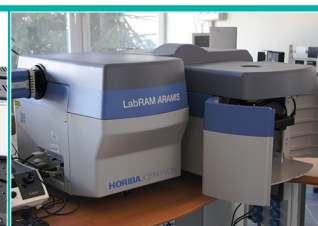
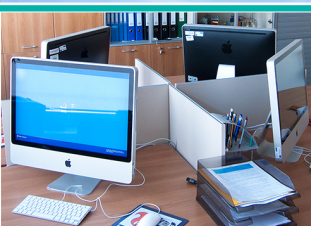


Ćwiczenie 25

Efekt Halla w domieszkowanym germanie typu p i typu n

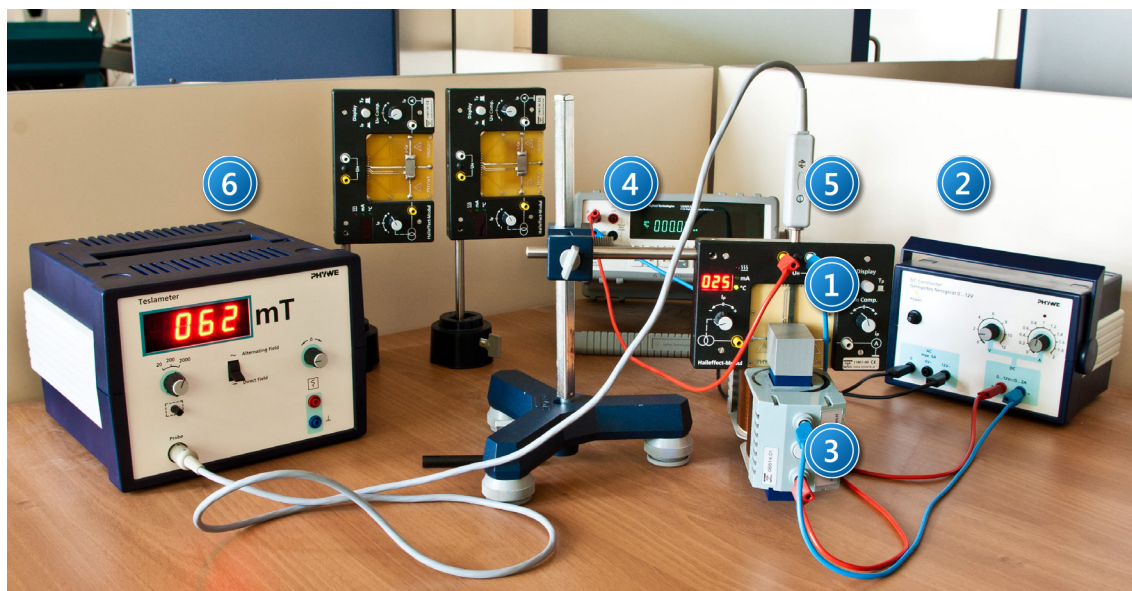


I. Zagadnienia do opracowania.

1. Podstawy teorii pasmowej.
2. Klasyfikacja ciał stałych w oparciu o teorię pasmową.
3. Półprzewodniki samoistne i domieszkowe.
4. Przewodnictwo elektryczne i przewodnictwo cieplne półprzewodników.
5. Efekt Halla i jego zastosowanie.
6. Stała Halla, przewodność materiału, koncentracja i ruchliwość nośników ładunku.
7. Budowa i zastosowanie hallotronów.

II. Zadania doświadczalne.

1. Zapoznać się z układem pomiarowym zamieszczonym na *Zdjęciu 1* oraz wskazówkami dotyczącymi jego obsługi w *Dodatku*.
Moduł pomiarowy (1) wskazany przez prowadzącego ćwiczenie umieścić pomiędzy nabiegunkami elektromagnesu (3).
2. Przed przystąpieniem do pomiaru należy wyzerować teslomierz przy użyciu pokrętła po prawej stronie płyty czołowej teslomierza (6) wyjmując sondę teslomierza (5) z uchwytu elektromagnesu (3) (*Zdjęcie 1*).



*Zdjęcie 1. Zestaw pomiarowy do badania efektu Halla:
1 – moduł pomiarowy z hallotronem; 2 – zasilacz elektromagnesu oraz modułów; 3 – elektromagnes;
4 – miernik uniwersalny; 5 – sonda teslomierza; 6 – teslomierz.*

3. Włożyć sondę teslomierza (5) do modułu pomiarowego (1) z badanym hallotronem.



UWAGA!

Sondę teslomierza (5) należy umieścić w module pomiarowym (1), zachowując szczególną ostrożność, aby nie uległa ona deformacji lub zniszczeniu!

4. Skompensować napięcia Halla U_H przy użyciu pokrętki znajdującego się po prawej stronie modułu pomiarowego (1) przy natężeniu prądu $I = 0$ A oraz indukcji pola magnetycznego $B = 0$ T. Tę czynność należy powtarzać przed rozpoczęciem kolejnej serii pomiarów.
5. Wykonać pomiary napięcia Halla U_H w funkcji prądu sterującego I .
Otrzymane wyniki przedstawić na wykresach $U_H = f(I)$ oraz $U = f(I)$.
Nanieść niepewności pomiarowe odpowiednich wielkości fizycznych.
6. Wykonać pomiary napięcia U_p na próbce w funkcji indukcji magnetycznej.
Wykonać wykres zależności względnej zmiany oporu elektrycznego $(R(B)-R_0)/R_0 = f(B)$, gdzie R_0 - opór próbki bez pola magnetycznego.
Obliczyć przewodność σ próbki korzystając z zależności $\sigma = I/(R_0 \cdot A)$, gdzie $l=20$ mm, $A=10$ mm².
7. Zmierzyć napięcie Halla U_H w funkcji indukcji magnetycznej B .
Wykonać wykres zależności $U_H = f(B)$.
Korzystając z metody regresji liniowej wyznaczyć wartość stałej Halla R_H wiedząc, że grubość próbki wynosi $d = 1$ mm.
Obliczyć koncentrację n oraz ruchliwość ładunków μ .
8. Wykonać pomiary napięcia Halla U_H w zależności od temperatury $U_H = f(T)$.
Wykonać wykres zależności $U_H = f(T)$.
Na wykresie nanieść niepewności pomiarowe odpowiednich wielkości fizycznych.
Zinterpretować otrzymane wyniki.

III. Zestaw przyrządów.

1. Trzy moduły z hallotronami.
2. Zasilacz elektromagnesu oraz modułów.
3. Elektromagnes.
4. Miernik uniwersalny.
5. Sonda teslomierza.
6. Teslomierz.

IV. Literatura.

1. Z. Kleszczewski – „Podstawy fizyczne elektroniki ciała stałego”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
2. Ch. Kittel – „Wstęp do fizyki ciała stałego”, PWN, Warszawa 1999.
3. A. Van der Ziel – „Podstawy fizyczne elektroniki ciała stałego”, WNT, Warszawa 1980.
4. W. Ashcroft – „Fizyka ciała stałego”, PWN, Warszawa 1986.
5. K. V. Szalimowa – „Fizyka półprzewodników”, PWN, Warszawa 1974.
6. J. Orear – „Fizyka”, T.2. Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1998.
7. A. Kobus, J. Tuszyński – „Hallotrony i ich zastosowanie”, WNT, Warszawa 1965.
8. W. Gariat – „Hallotrony: zastosowanie zjawiska Halla w technice”, PWN, Warszawa 1961.
9. Ch. Kittel – “Introduction to Solid State Physics”, John Wiley & Sons, 2004.
10. W. Ashcroft – “Solid State Physics”, Saunders College, Philadelphia 1976.
11. “Solid State Physics. Pt. B, Electrical, Magnetic, and Optical Properties” ed. by K. Lark-Horovitz and Vivian A. Johnson, London : Academic Press, New York 1959.
12. J. Orear – “Physics”, Vol. 2., Macmillan Publishing Co., Inc., 1979.
13. PHYWE – “Laboratory Experiments Physics”, 2010, www.phywe.com .
14. A.P. Arya – “Fundamentals of Atomic Physics”, Allyn & Bacon , Inc. Boston 1971.

Dodatek

Wskazówki dotyczące wykonywanych pomiarów

Ad. Zad. II. 5.

Dokonać pomiarów napięcia Halla przy użyciu uniwersalnego miernika cyfrowego (4) połączonego z modulem pomiarowym (1) w funkcji prądu sterującego próbką w zakresie od -30 mA do 30 mA w odstępach co 5 mA.

Do zmiany natężenia prądu sterującego I służy pokrętło po lewej stronie modułu pomiarowego (1).

Wartość natężenia prądu odczytywana jest z wyświetlacza znajdującego się na module pomiarowym.

Ad. Zad. II. 6.

Przy stałym prądzie sterującym $I = 30$ mA dokonać pomiarów napięcia na próbce U_p przy użyciu uniwersalnego miernika cyfrowego (4) połączonego z modulem pomiarowym (dolne wyjście w module pomiarowym (1 na *Zdjęciu 1*) w funkcji indukcji pola magnetycznego B w zakresie od 0 do 300 mT z krokiem 20 mT.

Wartość indukcji pola magnetycznego B , odczytywaną na wyświetlaczu teslomierza (6) należy ustalić poprzez odpowiedni dobór napięcia i natężenia na zasilaczu (2).

Ad. Zad. II. 7.

Przy stałej wartości natężenia prądu sterującego $I = 30$ mA dokonać pomiarów napięcia Halla U_H przy użyciu uniwersalnego miernika cyfrowego (4) połączonego z modulem pomiarowym (górne wyjście w module pomiarowym (1 na *Zdjęciu 1*) w funkcji indukcji pola magnetycznego B w zakresie od 0 do 300 mT z krokiem 20 mT.

Wartość indukcji pola magnetycznego B , odczytywaną na wyświetlaczu teslomierza (6) należy ustalić poprzez odpowiedni dobór napięcia i natężenia na zasilaczu (2).

Ad. Zad. II. 8.

Przy stałej wartości natężenia prądu sterującego $I = 30$ mA oraz indukcji pola magnetycznego $B = 300$ mT dokonać pomiarów napięcia Halla U_H przy użyciu uniwersalnego miernika cyfrowego (4) połączonego z modulem pomiarowym (1) w funkcji temperatury.

Zakres zmian temperatury od temperatury pokojowej czyli od około 20 °C do 140 °C co 10 °C.



UWAGA!

Po włączeniu cewki temperatura próbki szybko rośnie. Należy zwrócić szczególną uwagę, by nie przekraczać temperatury 150 °C.

Temperaturę należy odczytywać z wyświetlacza znajdującego się na module pomiarowym (1) po przełączeniu modułu pomiarowego na tryb pomiaru charakterystyki temperaturowej (przycisk „Display” wciśnięty).

Pomiar rozpoczyna się z chwilą włączenia cewki ogrzewającej próbkę, która wbudowana jest w moduł pomiarowy (1) za pomocą włącznika „On/Off” na tylnej ścianie modułu pomiarowego.

Po przekroczeniu temperatury 140 °C należy wyłączyć cewkę ogrzewającą próbkę.



UWAGA!

Przy pomiarach z użyciem cewki grzewczej oraz do 5 minut po wyłączeniu cewki, należy zachować szczególną ostrożność przy obsłudze modułu pomiarowego (1).

Dotknięcie płytki z hallotronem w tym czasie grozi poparzeniem.