

## Efekt Halla

Michał Urbański

### Celem ćwiczenia jest zbadanie:

- 1) efektu Halla i wyznaczenie koncentracji nośników prądu,
- 2) zjawiska magnetooporu.

### Wykonanie ćwiczenia składa się z trzech części:

- (H1) Pomiar zależności napięcia Halla (napięcia poprzecznego) w funkcji prądu elektromagnesu dla ustalonej wartości prądu sterownia. Należy zmierzyć napięcie Halla dla dwóch polaryzacji prądu sterownia i dwóch polaryzacjach prądu elektromagnesu (czyli dla czterech kombinacji polaryzacji).
- (H2) Pomiar zależności napięcia Halla od prądu sterownia dla stałego prądu elektromagnesu dla czterech możliwych kombinacji polaryzacji.
- (H3) Pomiar napięcia podłużnego w funkcji prądu elektromagnesu dla stałej wartości prądu sterownia. Celem tego pomiaru jest zbadanie magnetooporu.

Pomiar magnetorezystancji (H3) przebiega równocześnie z pomiarem napięcia Halla w punkcie (H1). Wobec tego wykonać należy dwie serie pomiarów:

- (S1) Pomiar zależności napięcia Halla (napięcia poprzecznego) i napięcia podłużnego w funkcji prądu elektromagnesu dla ustalonej wartości prądu sterownia. Należy zmierzyć napięcie Halla dla dwóch polaryzacji prądu sterownia i napięcia podłużnego dwóch polaryzacjach prądu elektromagnesu (czyli dla czterech kombinacji polaryzacji).
- (S2) Pomiar zależności napięcia Halla i od prądu sterownia dla stałego prądu elektromagnesu dla czterech możliwych kombinacji polaryzacji.

Zjawiska powodujące błędy wyznaczenia stałej Halla:

- 1) Asymetria hallotronu obserwowana jest jako różnica w obserwowanych krzywych dla różnych polaryzacji. Metoda eliminacji asymetrii jest pomiar napięcia Halla dla różnych polaryzacji.
- 2) Histereza rdzenia elektromagnesu powoduje, że faktyczne pole magnetyczne w rdzeniu nie jest proporcjonalne do natężenia prądu magnesowania. W celu obserwacji tego zjawiska należy zmierzyć zależność napięcia Halla od prądu elektromagnesu dla rosnącego o malejącego pola. Należy porównać nachylenia dla tych dwóch krzywych (w przybliżeniu prostych) empirycznych.
- 3) Błąd skalowania pola magnetycznego. Z wykresu zależności indukcji magnetycznej w funkcji prądu magnesującego należy wyznaczyć współczynnik nachylenia i jego niepewność.

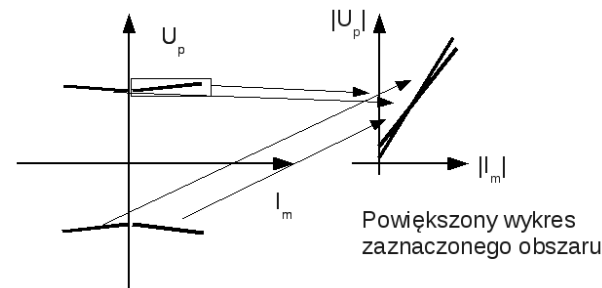
### Opracowanie wyników:

1. Wyniki pomiarów napięcia Halla w funkcji natężenia prądu (S1) należy wykreślić dla każdej polaryzacji osobno i otrzymamy cztery wykresy. Na podstawie krzywej skalowania elektromagnesu (zależności indukcji magnetycznej od natężenia prądu) należy wykreślić zależność napięcia halla od indukcji magnetycznej dla czterech polaryzacji. Dla każdego wykresu należy metodą najmniejszych kwadratów wyznaczyć współczynniki nachylenia i współczynnik stały. Należy udowodnić, że średnia

z czterech nachyleń jest dobrą aproksymacją współczynnika nachylenia uwzględniającą asymetrię hallotronu. Na podstawie średniego nachylenia wyliczyć koncentrację nośników prądu.

2. Wyniki pomiarów (w serii S1) napięcia podłużnego w funkcji natężenia prądu elektromagnesu należy przedstawić na dwóch wykresach:

a) napięcie podłużne w funkcji natężenia prądu na wykresie z uwzględnieniem znaków zarówno napięcia jak i prądu. Wykres taki ma wygląd jak na rysunku, obserwowane zmiany napięcia podłużnego są małe i nie widać charakteru tych zmian.



Wykres zależności napięcia podłużnego  $I_m$  w funkcji natężenia prądu elektromagnesu  $I_m$ . Prawy wykres pokazuje cztery fragmenty wykresu lewego wykonane dla modułów zmierzonych wielkości w odpowiedniej skali.

Metodą najmniejszych kwadratów należy dopasować parametry wielomianu kwadratowego i sprawdzić czy funkcja liniowa może być użyta do opisu zależności rezystancji od indukcji pola magnetycznego.

b) moduł napięcia podłużnego w funkcji modułu indukcji pola magnetycznego, wykres mieści się w jednej ćwiartce, skale na osiach należy tak dobrać aby widać było zachodzące zmiany.

indukcji pola magnetycznego należy przedstawić na wykresie

3. Wyniki pomiarów (seria S2) napięcia Halla w funkcji natężenia prądu sterującego należy wykreślić (z uwzględnieniem znaków) i wyznaczyć współczynniki nachylenia, na tej podstawie wyznaczyć stałą Halla i porównać z wynikami uzyskanymi z serii S1.

3. Wyniki pomiarów (seria S2) napięcia podłużnego w funkcji natężenia prądu sterującego należy wykreślić (z uwzględnieniem znaków) i wyznaczyć współczynniki nachylenia, na tej podstawie wyznaczyć rezystancję podłużną. tak wyznaczoną rezystancję wykorzystać do obliczenia ruchliwości nośników prądu.

### Wnioski

Opisać źródła błędów wyznaczenia koncentracji nośników prądu. Sprawdzić w literaturze jakemu materiałowi (półprzewodnikowi) odpowiada wyznaczona koncentracja nośników prądu.

### Pytania

1. Wyprowadź wzór opisujący napięcie Halla w funkcji koncentracji nośników i indukcji. Wyjaśnij istotę zjawiska Halla.
2. Na czym polega zjawisko magnetooporu.