|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM**  Ústav fyziky  FEKT VUT BRNO | | Jméno a příjmení  **David Kolečkář** | | | | ID  **170610** |
| Ročník  **1** | Předmět  **IFY** | Kroužek  **19** | | Lab. skup.  **A** |
| Spolupracoval  **Tomáš Kocman, Lucie Koláriková** | | Měřeno dne  **14.4.2015** | | Odevzdáno dne  **21.4.2015** | | |
| Příprava | Opravy | Učitel | | Hodnocení | | |
| Název úlohy  **Hallův jev** | | | | | Číslo úlohy  **27** | |

Úkol měření:

1. Určete velikost Hallovy konstanty vzorku.
2. Určete, o kolik koncentrace majoritních nosičů náboje převyšuje koncentraci nosičů minoritních.
3. Proměřte závislost velikosti Hallova napětí na velikosti indukce magnetického pole.

Teorie k úloze:

HALLŮV JEV

Hallův jev je vznik potenciálového rozdílu na elektrodách polovodičové destičky, kterou prochází elektrický proud a současné se nachází v magnetickém poli s magnetickou indukcí neparalelního (často kolmo působící) se směrem vektoru proudové hustoty, charakterizovaném tzv. Hallovým napětím.

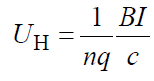
Hallův jev je proces generování Hallova elektrického pole v polovodiči (existuje i v kovech, ale vzhledem k vysoké koncentraci vodivostních elektronů se téměř neuplatňuje) za současného působení vnějšího elektrického a magnetického pole. Důsledkem toho se hromadí na jedné straně látky záporný náboj a na straně druhé náboj kladný. Díky tomu, že póly mají různý potenciál, vzniká Hallová napětí.

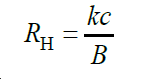


Existují tzv. polovodiče vlastní, kde vznik volného elektronu doprovází vznik volné díry. Pokud do těchto polovodičů vpravíme příměsi, ty umožní vznik volného elektronu nebo volné díře, mohou převážit pouze nosiče jednoho druhu. V polovodiči je tak více nosičů záporného náboje - polovodiče typu N, nebo převažují nosiče kladných nábojů - polovodiče typu P. Nosiče, kterých je více se nazývají majoritní, nosiče kterých je méně jsou minoritní. Také u Hallova napětí převáží jedna z polarit. Když nabíráme nenulové napětí, můžeme určit který typ převažuje, je možné spočítat i jejich koncentraci (počet nosičů v objemové jednotce). V izolantů volné nosiče téměř neexistují, je tedy nemožné naměřit Hallův jev.

Princip metody měření

V laboratorních cvičeních budeme měřit polovodičovou vzorek, který je komerčně vyráběným zákaznickým obvodem, v mechanické podobě zapouzdřené součástky určené pro povrchovou montáž na deskách plošných spojů.

Po krátkém jednoduchém odvozování, které vychází z rovnováhy sil elektrického a magnetického pole působících na nosiče nábojů, je možné u kovů vyjádřit následující vztah pro výpočet Hallova napětí:

kde n je koncentrace nosičů náboje, q je velikost náboje, které jednotlivé nosiče nesou B je velikost magnetické indukce, I je proud protékající vzorkem a c je tloušťka měřeného vzorku. Elektrony u kovů a elektrony a díry u polovodičů nesou náboje, které mají opačnou polaritu ale stejnou velikost (1,602 \* 10-19 C). Hallovu konstantu můžeme tedy vypočítat ze vzorce:

Kde k je směrnice kterou zjistíme z grafu závislostí proudu a napětí, c je již zmíněná tloušťka vzorku, B indukčnost.

Hallové napětí budeme měřit na zařízení, které je znázorněno na obrázku níže. Měřený polovodičový vzorek má tloušťku 0.1 mm, a je opatřena kontakty na měření Hallova napětí. Vzorek se zasune mezi póly permanentního magnetu tak že jeho rovina je kolmá na siločáry magnetického pole. Následně budeme vzorek otáčet a měřit napětí.

Naměřené hodnoty:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Kombinace | | | |
|  |  | Komb. 1  0° | Komb. 1 180° | Komb. 2 0° | Komb. 2 180° |
| č. | I[mA] | UH [mV] | UH [mV] | UH [mV] | UH [mV] |
| 1 | 2,2 | 127,1 | 182 | 181 | 121,4 |
| 2 | 2 | 122,7 | 177,5 | 180 | 119,3 |
| 3 | 1,8 | 117,8 | 170,6 | 176 | 114,7 |
| 4 | 1,6 | 109,3 | 161 | 169 | 104,7 |
| 5 | 1,4 | 98,9 | 148,3 | 160 | 91,3 |
| 6 | 1,2 | 85 | 137 | 146,3 | 78,1 |
| 7 | 1 | 64,8 | 118 | 130,8 | 59,4 |
| 8 | 0,8 | 41 | 97,7 | 110,7 | 38,5 |
| 9 | 0,6 | 20,6 | 75,3 | 93,3 | 14,1 |
| 10 | 0,4 | 0 | 55,5 | 71,3 | 0 |

GRAF:

Výpočet směrnice přímky:

Aritmetický průměr směrnic :

Výpočet Hallove konstanty:

Rozdíl majoritních a minoritních nosičů:

Závěr:

Při měření závislosti Hallového napětí od proudu jsme zjistili, že Hallova konstanta daného vzorku je . Tento údaj je asi nepřesný, přímky v grafu by se měli překrývat. To může být způsobeno nepřesným natáčením magnetů. Navíc jsme si museli upravit hodnoty proudu v tabulce, kvůli špatné specifikaci úlohy. Na závěr jsme vypočítali, že koncentrace majoritních nosičů byla o větší jak minoritních.