

Praktikum Physik
Versuch 3.1: Spezifischer Widerstand und Halleffekt

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Theorie	3
2.1	Leitfähigkeit von Materialien	3
2.1.1	Driftgeschwindigkeit	3
2.1.2	Der Elektrische Widerstand	3
2.1.3	Leitungsbänder	3
2.2	Halbleiter	3
2.2.1	Dotierung	3
2.2.2	pn-Übergang	4
2.3	Messung Spezifischer Widerstand nach van der Pauw	4
2.4	Halleffekt	4
2.4.1	Lorentzkraft	4
2.4.2	Berechnung der Hall-Spannung	4
2.5	Was auch immer Versuch 2 ist	4
3	Versuch 3.1 Spezifischer Widerstand und Halleffekt	5
3.1	Häusliche Vorarbeit	5
3.2	Aufbau und Durchführung	6
3.3	Auswertung Versuch	7
3.4	Wertung/Fazit	8
4	Versuch 3.2 pn-Übergang... oder so... hab kein plan	9
4.1	Häusliche Vorarbeit	9
4.2	Aufbau und Durchführung	10
4.3	Auswertung Versuch	11
4.4	Wertung/Fazit	12
5	Brauchen wir einen Anhang für Tabellen?	13

1 Einleitung

Die Beiden Versuche, welche in dieser Ausarbeitung behandelt werden, beschäftigen sich mit den elektrischen Eigenschaften von Halbleitern. Im ersten Behandelten Versuch wird dazu das Verhalten von Halbleitern anhand des Hall-Effekts veranschaulicht, also wie Elektronen in dem Halbleiter sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit (Driftgeschwindigkeit) bewegen und somit auch durch die Lorenzkraft abgelenkt werden können. In der Theorie wird hierbei zusätzlich auch die Funktionsweise von elektrischen Leitern bis hin zu Halbleitern erklärt. Ebenso wird in diesem Zusammenhang die Messung des spezifischen Widerstandes beleuchtet.

Hier kommt die Einleitung für den Zweiten Versuch [3] [4] [1] [2]

2 Theorie

2.1 Leitfähigkeit von Materialien

Der elektrische Strom wird durch die Bewegung von Ladungsträgern durch einen Leiter definiert. Somit ergibt sich die Leitfähigkeit σ eines Materials aus der Menge der verfügbaren, freien Ladungsträger, deren Ladung und deren Beweglichkeit.

Formel

2.1.1 Driftgeschwindigkeit

Als Beweglichkeit ist die Geschwindigkeit des Ladungsträgers definiert. Wenn sich die Elektronen durch den Leiter bewegen, stoßen diese permanent mit den Atomrümpfen zusammen und werden so ausgebremst. Die mittlere Geschwindigkeit also die Driftgeschwindigkeit ist für den spezifischen Widerstand mit verantwortlich.

2.1.2 Der Elektrische Widerstand

Der Elektrische Widerstand ergibt sich aus dem Kehrwert der Leitfähigkeit also σ geteilt durch die Fläche. Wird die Querschnittsfläche des Leiters größer kann sich der Strom sich mehr verteilen und der Widerstand wird kleiner.

2.1.3 Leitungsbänder

Ein weiterer Faktor für die Leitfähigkeit ist die Anzahl der freien Ladungsträger, für Die Elektronen sind um Atome in Atomorbitalen angeordnet. Dabei beschreiben Atomorbitale, Orte um den Atomrumpf, in welchem sich Elektronen aufhalten dürfen. Durch das Überlappen einer großen Anzahl an Atomorbitalen in Bindungen entstehen Bänder. Bänder beschreiben kontinuierliche Zustände in welchen sich die Elektronen aufhalten können. Das Valenzband ist das höchste vollbesetzte Elektronen-Energieband. Das Leitungsband ist das nächst höher gelegene Band. Damit ein Elektron ein freier Ladungsträger wird, muss es in ein unbesetztes Leitungsband springen.

Bild

Bei Metallischen Leiter, ist das Leitungsband teilweise gefüllt oder grenzt direkt an das Valenzband, somit ist zur Bewegung der Elektronen eine geringe Energie nötig.

Bild

Bei Isolatoren dagegen ist eine große Energiedifferenz zu dem unbesetzten Leitungsband (Bandlücke), sodass diese keine freien Ladungsträger haben können.

Bild

2.2 Halbleiter

Halbleiter haben eine eher große Bandlücke, die das Valenzband von dem Leitungsband trennt. Die Elektronen benötigen also eine bestimmte Energie um die Bindung zu verlassen und als freie Ladungsträger zu agieren. Wird ein Elektron in das Leitungsband gehoben entsteht ein Loch. Sowohl die Bewegung des freien Elektrons sowie die Bewegung des Lochs tragen zur Leitfähigkeit bei.

2.2.1 Dotierung

Dotierung: einbringen von anderen Atomen mit mehr oder weniger Valenzelektronen als das Wirtsgitter. Die zusätzlichen Elektronen lassen sich leichter lösen als die Bindungselektronen. n-Dotierung: überzähliges Elektron: Donatorniveau liegt näher am Leitungsband \rightarrow weniger Energie p-Dotierung: fehlendes Valenzelektron: Akzeptorniveau liegt näher am Valenzband \rightarrow weniger Energie. Durch eine Dotierung verschiebt sich die Fermi-Energie zwischen das Donatorniveau und Leitungsband bzw. dem Akzeptorniveau und dem Valenzband.

2.2.2 pn-Übergang

hier kommt die Erklärung zum pn-Übergang und was sonst so noch allgemein für Halbleiter erklärt werden muss

2.3 Messung Spezifischer Widerstand nach van der Pauw

2.4 Halleffekt

Der Halleffekt basiert grundsätzlich auf der Lorentzkraft, welche auf die Elektronen in einem, im Magnetfeld befindlichen, Halbleiter wirkt.

2.4.1 Lorentzkraft

Ladungsträger, die sich mit einer Geschwindigkeit \vec{v} durch ein Magnetfeld \vec{B} bewegen, werden durch die Lorentzkraft abgelenkt. Die Richtung der Lorentzkraft ergibt sich aus dem Vorzeichen der Ladung q und dem Vektorprodukt
formel

Durch die Ablenkung der Elektronen im Magnetfeld entsteht auf der linken Seite des Halbleiters ein Überschuss an Elektronen; sie lädt sich negativ auf. Auf der Gegenseite verbleibt die positive Ladung der ortsfesten Donatoren.

2.4.2 Berechnung der Hall-Spannung

2.5 Was auch immer Versuch 2 ist

3 Versuch 3.1 Spezifischer Widerstand und Halleffekt

3.1 Häusliche Vorarbeit

3.2 Aufbau und Durchführung

3.3 Auswertung Versuch

3.4 Wertung/Fazit

4 Versuch 3.2 pn-Übergang... oder so... hab kein plan

4.1 Häusliche Vorarbeit

4.2 Aufbau und Durchführung

4.3 Auswertung Versuch

4.4 Wertung/Fazit

Literatur

- [1] Skript: Praktikum Physik Anleitungen. 2020.
- [2] Martin Stohrer Ekbert Hering, Rolf Martin. *Physik für Ingenieure 13. Auflage*. Springer-Verlag, 2019.
- [3] Gene Mosca Paul A. Tipler. *Physik für Ingenieure 7. Auflage*. Springer-Verlag, 2015.
- [4] Prof. Dr. Simon Pauly. Mitschrift Vorlesung: Werkstofftechnik. 2021.

5 Brauchen wir einen Anhang für Tabellen?