

## Fortgeschrittenenpraktikum

### Versuch 9: Hall-Effekt

Ort: F-Praktikum, P 008

Dauer: 2 Tage

Dieser transversale galvanomagnetische Effekt wurde 1879 von E. W. Hall entdeckt und nach ihm benannt. Mittels Hall-Effekt-Messungen können Ladungsträger-Konzentrationen und ihre Beweglichkeit getrennt gemessen werden. Das Vorzeichen der Hall-Konstanten informiert darüber, ob vorwiegend positive oder negative Ladungsträger den Leitungsmechanismus bewirken. Der Hall-Effekt hat auch viele technische Anwendungen gefunden, wie z.B. Magnetometer, Gleichstrommesser, Signalgeber u. a.

#### Mess-/Arbeitsprogramm:

1. Führen Sie mit dem angegebenen Versuchsaufbau folgende Messungen für p- und n- Germanium durch:
  - a) Messen Sie die magnetische Flussdichte  $B$  in Abhängigkeit vom Spulenstrom  $I_M$ ;  $I_M$  maximal 5,0 A!
  - b) Messen Sie die Hall-Spannung  $U_H$  in Abhängigkeit von  $B$ ; der Steuerstrom  $I_{St}$  beträgt dabei 30 mA. Messen Sie gleichzeitig den Spannungsabfall  $U_{Pr}$  über der Hall-Probe.
  - c) Messen Sie  $U_H$  in Abhängigkeit von  $I_{St}$  ( $I_{St}$  maximal 30mA) bei konstantem mittlerem Magnetfeld.
  - d) Messen Sie für p- Germanium  $U_H$  in Abhängigkeit von der Temperatur  $\vartheta$  ( $\vartheta$  von Raumtemperatur bis 140 °C) bei konstantem mittlerem Magnetfeld und  $I_{St} = 30$  mA. Messen Sie gleichzeitig den Spannungsabfall  $U_{Pr}$  über der Hall-Probe.
2. Stellen Sie die Messergebnisse graphisch dar und interpretieren Sie die Kurvenverläufe.
3. Berechnen Sie mit den Werten aus Aufgabe 1b oder 1c die Hall-Konstante  $R_H$  für p- und n-Germanium.
4. Bestimmen Sie mit Hilfe von  $R_H$  die Ladungsträgerkonzentration  $n$  (bzw.  $p$ ) und die Ladungsträgerbeweglichkeit  $\mu_H$  für p- und n- Germanium.
5. Bestimmen Sie aus dem Anstieg der Kurve  $U_{Pr}^{-1} = f\left(\frac{I}{T}\right)$  die Bandlücke  $E_g$  für Germanium.  
Gehen Sie dabei von der für Eigenleitung gültigen Beziehung zwischen der Leitfähigkeit  $\Phi$  und der absoluten Temperatur  $T$  aus. Bei konstantem Steuerstrom ist  $\sigma \sim U_{Pr}^{-1}$ .

6. Weisen Sie die beiden unterschiedlichen Leitungsmechanismen in dotierten Halbleitern (Eigenleitung, Störstellenleitung) an Hand Ihrer Messkurven nach.
7. Führen Sie analoge Messungen zu 1a), 1b), 1c) für Metalle aus und berechnen Sie  $R_H$ ,  $n$ ,  $\mu_H$ . Überlegen Sie sich dafür ein entsprechendes Messregime, da bei Metallen wesentlich kleinere Hallspannungen zu erwarten sind;  $I_{St}$  maximal 20 A!
8. Machen Sie an Hand Ihrer Messergebnisse Aussagen zum normalen und anormalen Hall-Effekt.
9. Stellen Sie die Gesamtheit der Versuchsergebnisse in übersichtlicher Form zusammen. Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse – soweit möglich – mit Tabellenwerten.

### Stichwortverzeichnis:

Leitungsmechanismen in Metallen und Halbleitern, dotierte Halbleiter, galvanomagnetische und thermomagnetische Effekte,  
 Hall-Effekt: Prinzip, normaler und anormaler Effekt, physikalische Aussagen, technische Anwendungen; Quanten-Hall-Effekt.

### Literaturangaben:

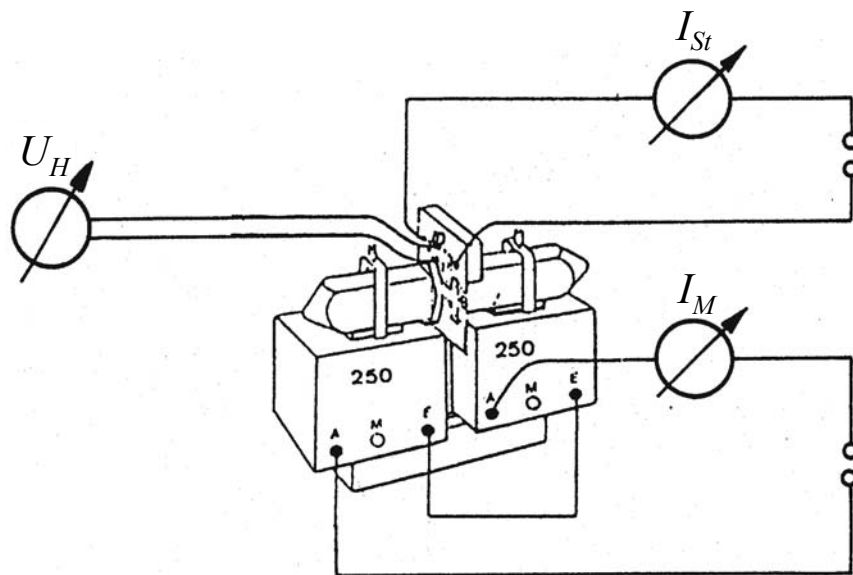
- Weißmantel, C., Hamann C.: Grundlagen der Festkörperphysik, J. A. Barth-Verlag, Leipzig 1995 \*
- Gerthsen, Ch., Vogel, H.: Physik, Springer Verlag, Berlin 1995 \*
- Grimsehl: Lehrbuch der Physik, Bd. II, Teubner Verlag, Leipzig 1988 \*
- Hänsel, H., Neumann, W.: Physik, Bd. Elektrizität, Optik, Raum und Zeit, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 1993 \*
- Kuhn, W.: Physik, Bd. II/Tl.2, Westermann Verlag, Braunschweig 1993 \*
- Schulze, G. E. R.: Metallphysik, Akademie-Verlag, Berlin 1974 \*
- Metschl, E. C.: Hall-Generatoren – Anwendungen, in: Steuerungstechnik 2. Jg., Nr. 11 \*
- Siemens AG: Halbleiter \*
- Ibach, H., Lüth, H.: Festkörperphysik, Springer Verlag Berlin 1988 \*
- Rötger, A.: Phys. Bl. 51 (1995) Nr. 6 \*

\* In der Literaturmappe enthalten.

### Liste der Geräte:

1. Elektromagnet mit 2 Polschuhen, Stromversorgung
2. Trägerplatten mit Anschlussbuchsen für Hall-Effekt-Messungen
3. Steuerstromversorgung für Halbleiter und Metalle
4. Stromversorgung zum Aufheizen des Ge-Kristalls
5. Teslameter mit Hall-Sonde
6. Mikrovoltmeter für Hallspannung und Thermospannung, div. Handmultimeter, Thermometer

### Versuchsaufbau:



### Wichtige Hinweise:

- Am Versuchsplatz befinden sich weiterführende Hinweise zur Versuchsdurchführung, die vor Versuchsbeginn unbedingt zu lesen sind.
- Die Schaltung ist vom Betreuer des Versuchs überprüfen zu lassen.