

Halbleiter

Das Herz unserer
multimedialen Welt

Inhalt

- Bisherig Bekanntes
- Das Bändermodell
- Halbleiter und ihre Eigenschaften
- Dotierung
- Anwendungsbeispiel: Funktion der Diode

Bisher Bekanntes:

- Leiter
- Isolatoren

Leiter

- Metalle mit vielen frei beweglichen Ladungsträgern
- spezifischer Widerstand:
ca. $10^{-8} \Omega \times \text{Meter}$
- oft Edelmetalle, meistens Kupfer

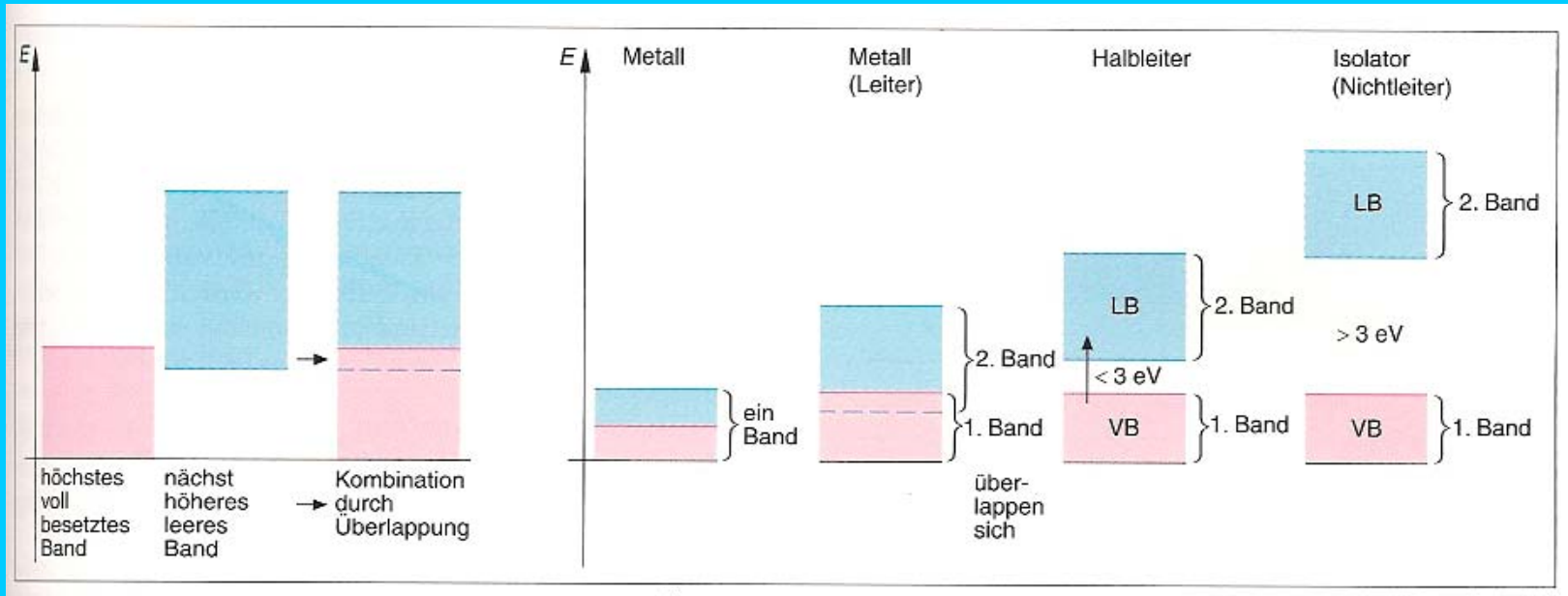
Isolatoren

- Stoffe mit sehr wenigen oder gar keinen beweglichen Ladungsträgern
- spezifischer Widerstand:
von ca. 10^{11} bis $10^{15} \Omega \times \text{Meter}$
- großes Spektrum an Materialien

Erklärung des Bändermodells

Nach dem Bändermodell gibt es in Materialien auf atomarer Ebene zwei „Bänder“:

- Das Valenzband, bestehend aus den Atomen und den atomkernnahen Elektronenschalen mit den darin fest gebundenen Elektronen
- Das Leitungsband, bestehend aus den atomkernfernen Elektronenschalen, auf denen sich Ladungsträger frei bewegen können



- **Bei Leitern befinden sich die beiden Bänder in direktem Kontakt. Die Elektronen können, ohne dass größere Energiemengen nötig sind, zwischen beiden hin und her springen**
- **Bei Isolatoren sind die beiden Bänder so weit voneinander entfernt, dass eine Energie von mehr als drei Elektronenvolt notwendig ist, um die Lücke zwischen den Bändern zu überwinden**
- **Halbleiter liegen, wie der Name schon sagt, dazwischen**

Halbleiter

- Hauptsächlich Silizium und Germanium
- spezifischer Widerstand:
von ca. 10^{-5} bis $10^3 \Omega \times \text{Meter}$
- Silizium existiert „wie Sand am Meer“,
wird deshalb am häufigsten verwendet

Eigenschaften von reinen Halbleitern

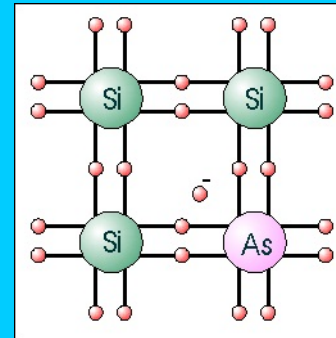
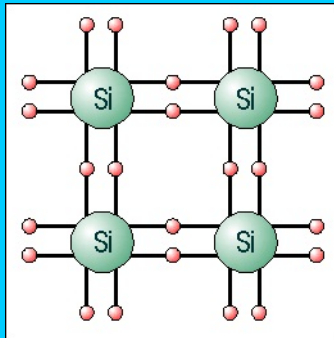
- Verhalten sich bei 0 Kelvin (-273°C) wie Isolatoren, alle Elektronen sind im Valenzband gebunden. Halbleiter sind Halbleiter
- bei höheren Temperaturen lösen sich mehr Elektronen aus dem Valenzband und springen auf das Leitungsband über und ermöglichen so einen Stromfluss
- zusätzlich entstehen durch die fehlenden Elektronen positiv geladene „Löcher“ im Valenzband, welche dort auch eine Elektronenbewegung ermöglichen. Die Löcher bewegen sich in Gegenrichtung zu den Elektronen.

Dotierung

Mithilfe von Kombination des Halbleitermaterials mit Fremdatomen kann einer der beiden Leitungseffekte verstärkt werden. Diesen Vorgang nennt man Dotierung. Es gibt zwei Arten der Dotierung:

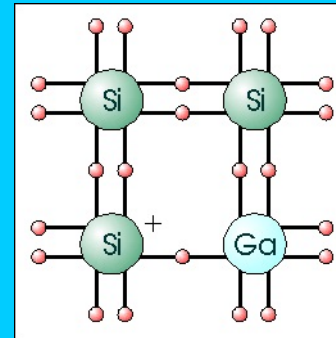
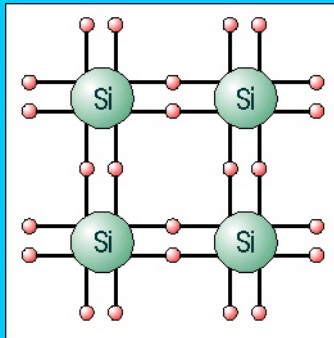
n-Dotierung

- Werden Atome eines Elementes aus der fünften Hauptgruppe wie Arsen oder Phosphor zu dem reinen Silizium hinzugefügt, so gibt es ein überschüssiges Elektron, welches nicht im Valenzband gebunden ist



p-Dotierung

- Werden Atome eines Elementes aus der dritten Hauptgruppe wie Aluminium oder Gallium zu dem reinen Silizium hinzugefügt, so ist das Valenzband positiv geladen, es entstehen zusätzliche „Löcher“



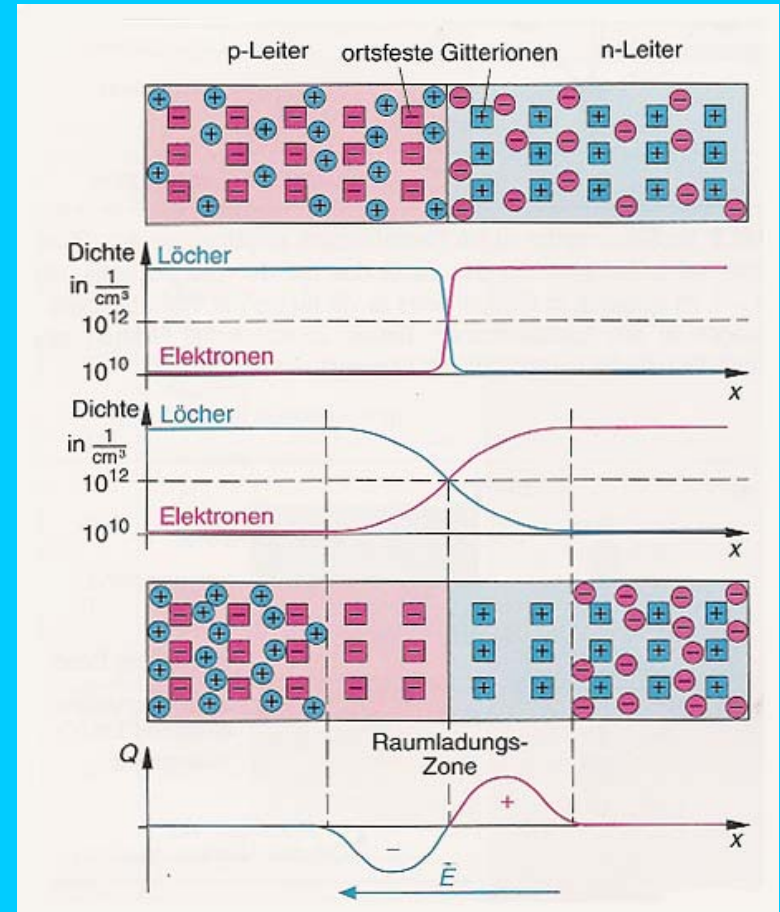
Vorteile der Dotierung

Die bekannteste Effekt, den die Dotierung von Halbleiten hervorbringt, ist der Effekt der Diode und erweitert der Transistor.

Bei einer Halbleiter-Diode werden ein p-dotierter und ein n-dotierter Halleiter direkt verbunden.

Die Diode

- Elektronen diffundieren vom n-Leiter in die Löcher des p-Leiters
- Dadurch ist der n-Leiter in der Grenzschicht positiv und der p-Leiter in der Grenzschicht negativ geladen, es entsteht ein elektrisches Feld.
- Dieses elektrische Feld bremst zum einen die Elektronen ab und verhindert so einen weiteren Fluss, zum anderen verhindert es auch das Wandern der Löcher über die Grenzschicht.
- Der Diffusionsstrom und der Feldstrom sind entgegengerichtet gleich, solange keine äußere Spannung anliegt.



Bei angelegter Spannung:

- Schließt man nun den p-Leiter an den Minuspol und den n-Leiter an der Pluspol einer Gleichspannungsquelle, so wird der Feldstrom weiter verstärkt. Daraus resultiert eine Verbreiterung der Sperrschicht ohne freie Ladungsträger – die Diode leitet so gut wie gar nicht. Es existiert nur ein sehr geringen Sperrstrom. Dieser ist auf thermische Paarbindungen zurückzuführen und ist temperatur- und materialabhängig.
- Bei umgekehrter Polung wird der Diffusionsstrom verstärkt. Das verursacht eine starke Zunahme der Leitfähigkeit der Diode – sie ist auf Durchlass geschaltet.

Anwendungsbereiche der Dioden:

- Als „Gleichrichter“ im Wechselstromkreis
- In „Kaskadenschaltungen“ in Verbindung mit Kondensatoren zur Erzeugung von Hochspannung

Ende Fragen?