

Elektronik

Halbleiterwerkstoffe

- Verwendung als Halbleiterwerkstoffe finden hauptsächlich:
 - Silizium
 - Germanium
 - Chemische Verbindungen
- Tabelle: Halbleiterwerkstoffe Beispiele

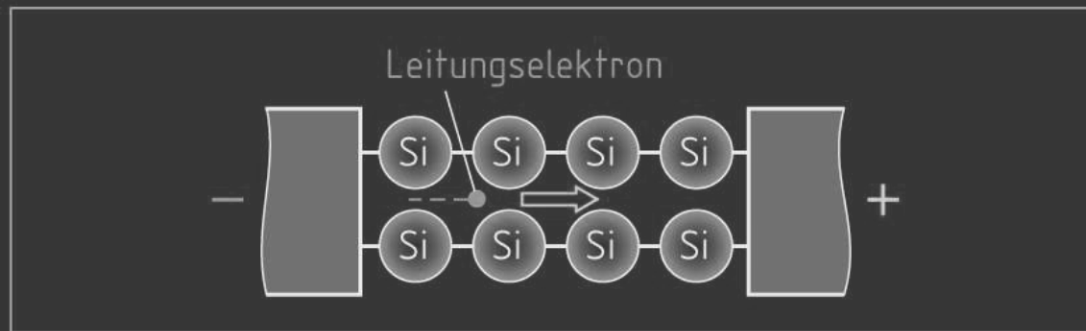
Werkstoff	Anwendung
Silizium (Si)	Dioden, Transistoren, Solarzellen
Germanium (Ge)	Hochfrequenz-Transistoren, Detektoren radioaktiver Strahlung
Galliumarsenid (GaAs)	Leuchtdioden, Laser

Halbleiterwerkstoffe

- Sie müssen außerordentlich rein sein.
- Bei sehr tiefen Temperaturen sind Halbleiterwerkstoffe Nichtleiter.
- Ihre Leitfähigkeit lässt sich durch das Zusetzen von Fremdstoffen, oder durch äußere Einflüsse wie
 - Lichteinfluss
 - Elektrische Felder
 - Magnetische Felderstark verändern.
- Der spezifische Widerstand ρ liegt zwischen dem von elektrischen Leitern und Nichtleitern

Atomarer Aufbau

- Halbleiteratome bilden ein Kristallgitter.
- Silicium ist vierwertig (4 Valenzelektronen).
- **Eigenleitung:** durch die Schwingung der Atome brechen einige Atombindungen auf. Einzelne Außenelektronen entfernen sich von den Kernen und sind innerhalb des Kristalls frei beweglich (Leitungselektronen). Eine angelegte elektrische Spannung bewirkt hier ein elektrisches Feld welches diese Elektronen von Plus nach Minuspol treibt. (Bild)



Störstellenleitung

- Fügt man einem reinen Halbleiterwerkstoff einen geringen Fremdstoffanteil hinzu (**dotieren**) z.B: ein Bor-Atom auf 10^5 Si-Atome, steigt die Leitfähigkeit um das 1000-fache.
- Dotieren: Bei Si werden Fremdatome mit niedriger (z.B. 3-wertig) oder höherer Wertigkeit (z.B. 5-wertig) zugefügt

N-Leiter, P-Leiter

- Silicium, das mit 5-wertigen Fremdatomen dotiert wird führt zu einem N-Leiter.
(Leitung durch freie Elektronen)
- Silicium, das mit 3-wertigen Fremdatomen dotiert wird führt zu einem P-Leiter.
(Leitung durch bewegliche Löcher)

N-Leiter, P-Leiter

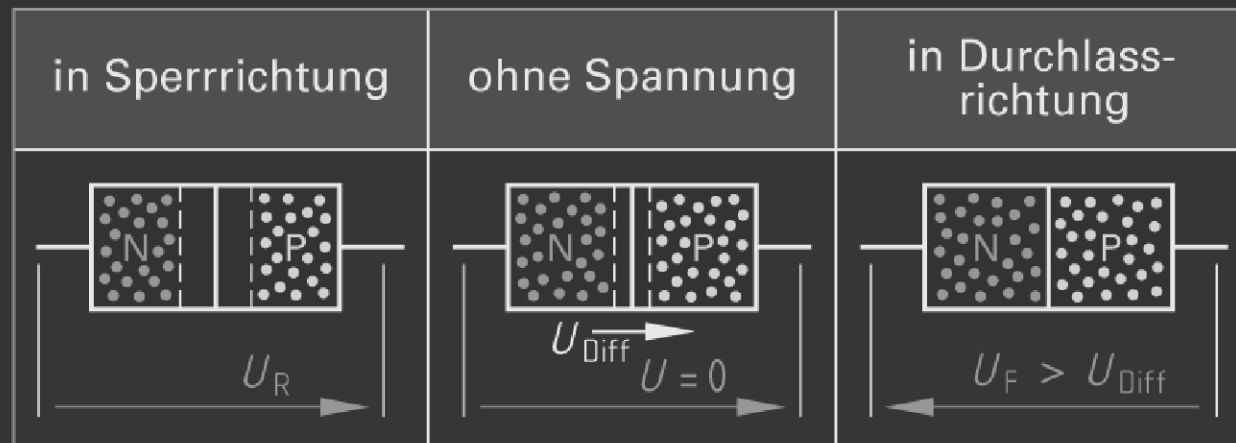
- Die durch dotieren entstandenen Halbleiter bleiben elektrisch neutral.
- Die Leitfähigkeit im dotierten Halbleiter nimmt nur solange zu, bis im N-Leiter alle Fremdleiter ihr überzähliges Elektron abgegeben haben, und im P-Leiter von ihrem Nachbaratom je ein Elektron aufgenommen haben
- **Die elektrische Leitfähigkeit der Störstellenleitung ist nur wenig temperaturabhängig.**

PN-Übergang

- Bringt man P- und N-Leiter zusammen entsteht an den Berührungsstellen ein PN-Übergang.
- Ohne angelegte Spannung *rekombinieren* hier Elektronen vom N-Leiter mit Löchern vom P-Leiter und umgekehrt *diffundieren* Löcher vom P-Leiter in den N-Leiter und verbinden sich dort mit Elektronen.
- Beiderseits der Grenze verarmt der Halbleiterkristall und bildet so eine Sperschicht, die wie ein Isolator wirkt.

PN-Übergang Sperrschicht

- Fehlen jedoch in der Grenzschicht Elektronen und Löcher, üben die ortsgebundenen Ionen ihren Einfluss aus. Das N-Grenzgebiet ist positiv, das P-Grenzgebiet negativ geladen. Diese Raumladungszonen beenden die weitere Diffusion.
- Die P-Grenzschicht zieht die diffundierten Löcher und die N-Grenzschicht die eingedrungenen Elektronen zurück. Die Ladungen in der etwa $1\mu\text{m}$ dicken Grenzschicht verursachen eine Diffusionsspannung (z.B.: 0,7 V bei Silicium am PN-Übergang)
- Beiderseits der Grenze verarmt der Halbleiterkristall und bildet so eine Sperrschicht, die wie ein Isolator wirkt.
- Durch Anlegen einer äußeren Spannung kann der PN-Übergang in Durchlass- oder Sperrrichtung betrieben werden.



Begriffe Halbleitertechnik

- **P-Leiter:** 3-wertig dotiert, Löcher sind Ladungsträger
- **N-Leiter:** 5-wertig dotiert, Elektronen sind Ladungsträger
- **Diffundieren:** Elektronen des N-Leiters dringen in P-Leiter ein, Löcher des P-Leiters dringen in N-Leiter ein
- **Rekombinieren:** Vereinigung von Ladungsträgern (z.B.: Elektron mit Loch)
- **Diffusionsspannung:** Spannungsabfall an der Raumladungszone eines PN-Übergangs, an dem keine äußere Spannung anliegt. (bei Si 0,7V; bei Ge 0,3V)