



Lösungsblatt

Thema: Halbleitertechnik - Seite 1

1. Halbleiterwerkstoffe

- Benennen Sie die Halbleiterwerkstoffe.

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Ge = <u>Germanium</u> | GaAs = <u>Galliumarsenid</u> |
| Si = <u>Silizium</u> | In = <u>Indium</u> |
| Se = <u>Selen</u> | |

2. Eigenschaften von Halbleiterkristallen

Halbleiter bestehen aus festen Stoffen, deren Atome oder Moleküle regelmäßig angeordnet sind. Sie haben einen kristallinen Aufbau.

- a) Unter welcher Bedingung werden reine Halbleiter zu elektrischen Isolatoren?

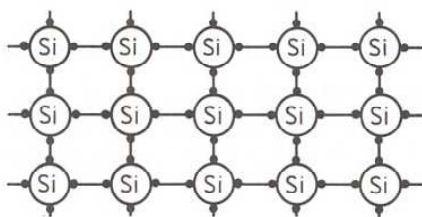
Halbleiter werden in der Nähe des absoluten Nullpunktes (= -273°C) zu elektrischen Isolatoren.

Bei Zimmertemperatur besitzen Halbleiter eine geringe elektrische Leitfähigkeit.

- b) Welchen Einfluß haben eine erhöhte Erwärmung oder eine verstärkte Lichtwirkung auf ihre Leitfähigkeit?

Je höher die Erwärmung oder je höher die Lichtwirkung ist, desto höher wird die elektrische Leitfähigkeit des Halbleiterwerkstoffes.

3. Aufbau eines Si-Kristalles

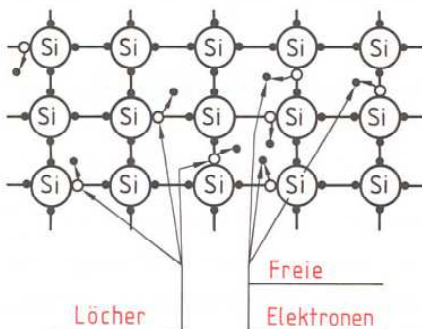


- a) Weshalb sind Si-Kristalle bei -273°C elektrisch nicht leitend?

Bei -273°C sind alle Atome des Si-Kristalls in Ruhelage und alle vier Valenzelektronen sind in einer festen Bindung.

- b) Was passiert im Si-Kristall, wenn er erwärmt wird?

Die Si-Atome sind bei Erwärmung nicht mehr in Ruhelage, sondern führen Schwingbewegungen in allen Richtungen aus. Die festen Bindungen reißen auf. Es entstehen freie Elektronen (= Valenzelektronen) und Elektronenlücken (= Löcher).



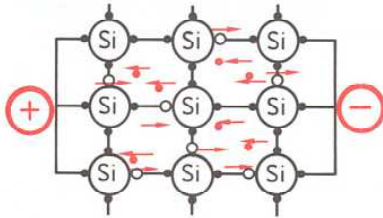
- c) Benennen Sie in der Zeichnung „Löcher“ und „Freie Elektronen.“



Lösungsblatt

Thema: Halbleitertechnik - Seite 2

4. Der Si-Kristall im Stromkreis



- a) Wie verhalten sich „Löcher“ und „freie Elektronen“, wenn an dem Si-Kristall eine Spannung angelegt wird?

Wenn eine Spannung angelegt wird, dann wandern die freien Elektronen in Richtung „positiver Pol“, die Löcher wandern in Richtung „negativer Pol“.

- b) Geben Sie die Wanderrichtung der „Löcher“ mit kleinen roten Pfeilen und die Wanderrichtung der „freien Elektronen“ mit kleinen grünen Pfeilen an.

5. Dotieren

Was bei einem Si-Kristall eher zufällig passiert, kann durch „**gewünschtes Einbauen**“ von bestimmten **Fremdatomen** ganz gezielt gesteuert werden.

- Nennen Sie den Fachbegriff für das „gewünschte Einbauen“, und erklären Sie die Folge.

Das gewünschte Einbauen nennt man Dotieren.

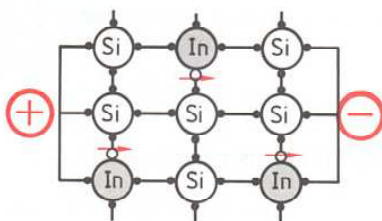
Dadurch wird der regelmäßige Kristallaufbau gestört.

Es entstehen Störstellen.

6. P-Leiter: Silizium (Si) mit Indium (In) dotiert

Indium-Atome (aber auch Gallium-, Aluminium- und Boratome) besitzen **3 Valenzelektronen**.

Im Si-Kristall entstehen so **überschüssige Löcher**.



- a) Wie werden Halbleiter mit überschüssigen positiven Löchern bezeichnet?

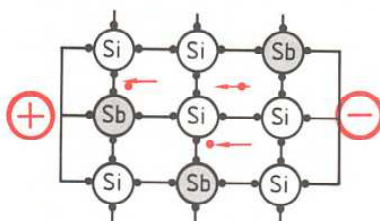
Halbleiter mit überschüssigen positiven Löchern bezeichnet man als P-Leiter

(P = positiv)

- b) Kennzeichnen Sie die Pole, und geben Sie die Wanderrichtung der Löcher mit kleinen Pfeilen an.

7. N-Leiter: Silizium (Si) mit Antimon (Sb) dotiert

Antimon-Atome besitzen **5 Valenzelektronen**. Im Si-Kristall entstehen so überschüssige **freie Elektronen**.



- a) Wie werden Halbleiter mit überschüssigen negativen Elektronen bezeichnet?

Halbleiter mit überschüssigen negativen Elektronen nennt man N-Leiter

(N = negativ)

- b) Kennzeichnen Sie die Pole, und geben Sie die Wanderrichtung der freien Elektronen mit kleinen Pfeilen an.



Lösungsblatt

Thema: Halbleitertechnik - Seite 3

- 1 Ergänzen Sie in dem Diagramm (Bild 1) für den spezifischen Widerstand bei Zimmertemperatur die Stoffarten und die Einheit der Achse.

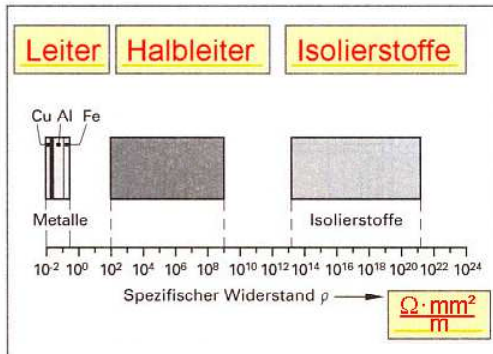


Bild 1: Spezifischer Widerstand von Stoffen

- 2 Ergänzen Sie folgende Tabelle 1.

| Tabelle 1: Halbleiter-Werkstoffe und ihre Verwendung | | |
|--|---------------------------------|---|
| Werkstoff-Benennung | Chem. Zeichen bzw. chem. Formel | Verwendung |
| Germanium | Ge | Hochfrequenz-Transistoren |
| Silizium | Si | Dioden, Transistoren, Thyristoren, Fotoelemente |
| Selen | Se | Gleichrichter, Fotoelemente |
| Galliumarsenid | GaAs | Leuchtdioden, Fotodioden |
| Cadmiumsulfid | CdS | Fotowiderstände, Fotoelemente |

- 5 Tragen Sie in Bild 5 die Richtungen des Elektronenstroms und des Löcherstromes sowie die technische Stromrichtung ein.

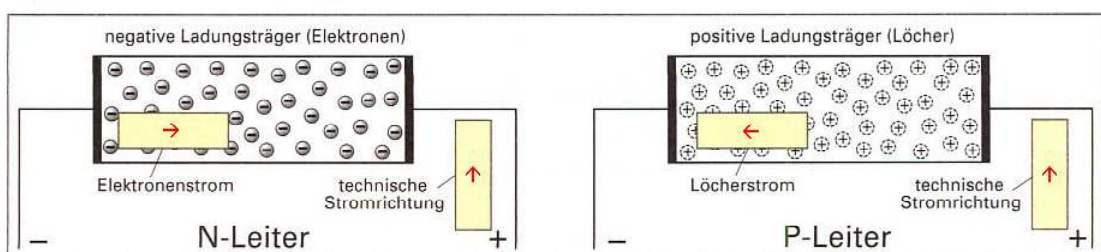


Bild 5: Stromfluss durch einen N- und durch einen P-Leiter

- 3 Ergänzen Sie in Bild 2 bis 4 die Worte „P-Leiter“ und „N-Leiter“ sowie die Ziffern 1 bis 5 für 1 Leitungselektron, 2 positives Ion, 3 Valenzelektron, 4 negatives Ion, 5 Loch (Defektelektron).

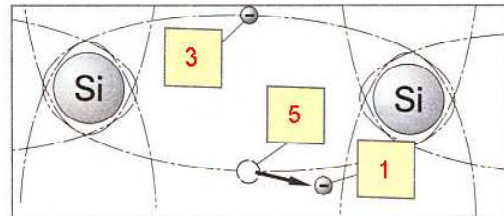


Bild 2: Chemische Bindung bei Si-Atomen

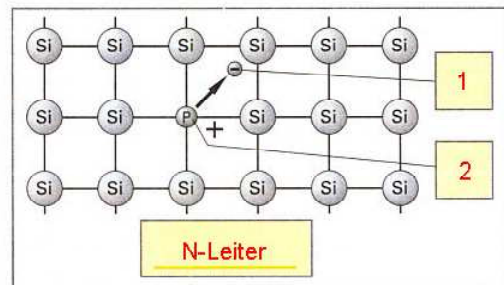


Bild 3: Mit Phosphor dotierter Halbleiter

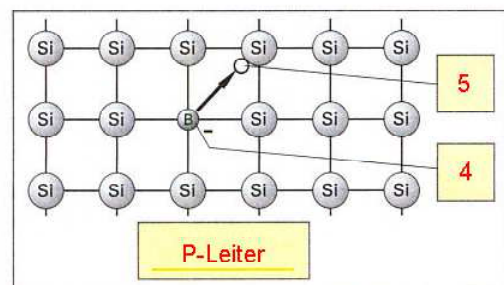


Bild 4: Mit Bor dotierter Halbleiter

- 4 In welche Richtung bewegen sich in einem Halbleiterkristall a) die Leitungselektronen und b) die Löcher beim Anlegen einer Gleichspannung?

a) Leitungselektronen bewegen sich vom negativen zum positiven Pol.

b) Löcher werden vom positiven zum negativen Pol transportiert.