

Modulprüfung zur Vorlesung „Funktionsmaterialien“

Teil: Eigenschaften und Anwendungen

Datum: 06. Februar 2012

Max. 50 Punkte

Name, Vorname:

Matrikel-Nummer:

Aufgabe 1)

(4 Punkte)

Defekte und Dotierungen

Unter den Elementhalbleitern besitzt Silicium ($\rho = 2.33 \text{ g/cm}^3$) die größte Bedeutung.

a) Welchen Einfluss üben folgende Störungen des idealen Si-Kristalls auf die physikalischen Eigenschaften dieses Materials aus?:

- Leerstellen
- Versetzungen
- Korngrenzen
- p-Dotierungen, z. B. Al

b) Eine Probe p-dotiertes Silicium, die für die Fabrikation von Halbleitern verwendet wird, enthält ca. 10^{21} Al-Atome pro m^3 . Welchen Massenanteil besitzt Aluminium in dieser Si-Probe?

Aufgabe 2)

(6 Punkte)

Thermische Eigenschaften von Materialien

- a) Welche drei physikalischen Prozesse sind vor allem für die Wärmeleitung in Festkörpern verantwortlich?
- b) Erläutern Sie, warum die Defektdichte in einem Material mit steigender Temperatur zunimmt!
- c) Erläutern Sie die Ursache für die thermische Ausdehnung von Funktionsmaterialien an Hand des Modells eines zweiatomigen anharmonischen Oszillators!

Aufgabe 3)

(10 Punkte)

Elektrische Eigenschaften von Materialien

- a) Nennen Sie typische Eigenschaften eines halbleitenden Materials
- b) Was versteht man unter II/VI- bzw. unter III/V-Halbleitern?
- c) Skizzieren Sie die Ladungsträgerkonzentration n folgender Materialien als Funktion der Temperatur in einer Arrhenius-Auftragung, d.h. verwenden Sie ein $\ln(n)$ über $1/T$ -Diagramm!
- Metall
 - Eigenhalbleiter
 - Dotierter Halbleiter
 - Isolator

$$n_{\text{total}} = n_{0,d} \cdot \exp(-E_d/kT) + n_{0,i} \cdot \exp(-E_G/2kT)$$

Aufgabe 4)

(10 Punkte)

Magnetische Eigenschaften von Materialien

- a) Erläutern Sie die Begriffe Dia- und Paramagnetismus an Hand eines selbst gewählten Beispiels!
- b) Erläutern Sie, wie ferro-, ferri- bzw. antiferromagnetisches Verhalten zustande kommt!
- c) ZnFe_2O_4 kristallisiert bei tiefen Temperaturen in der inversen Spinellstruktur. Welchen Typ von Magnetismus muss man in diesem Phasenzustand für diesen Ferrit erwarten?

Aufgabe 5)

(10 Punkte)

Optische Eigenschaften von Materialien

- a) Skizzieren Sie die Reflexionsspektren eines weißen, eines gelben und eines schwarzen Pigments! Welche Aussage lässt sich über die Bandlücke des Materials treffen?
- b) Skizzieren Sie die Abhängigkeit der Brechzahl n von der Wellenlänge für ein typisches optisches Material, z.B. von Diamant (Bandlücke = 5.4 eV)!
- c) Welche Maßnahmen kann man ergreifen, um die Lichtauskopplung aus einem lichterzeugenden Festkörper (LED, OLED, Lasereinkristall) zu erhöhen?
- d) Erläutern Sie die Funktionsweise eines 3-Niveau Festkörperlasers, z.B. die eines Lasers mit einem $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$ Einkristalls!

Aufgabe 6)

(10 Punkte)

Katalytische Eigenschaften von Materialien

- a) Skizzieren Sie den Aufbau einer Grätzelzelle und erläutern Sie die Funktion des TiO_2 , des Pigments, und des Redoxmediators!
- b) Beschreiben Sie mit Hilfe einer einfachen Zeichnung die Funktion des TiO_2 (Anatas) in der photokatalytischen Wasseraufbereitung! Geben Sie auch die Reaktionsgleichungen an, die zur Bildung der reaktiven Spezies führen.