

Modulprüfung zur Vorlesung „Funktionsmaterialien“

Teil: Eigenschaften und Anwendungen

Datum: 06. Februar 2018

Max. 50 Punkte

Name, Vorname:

Matrikel-Nummer:

Aufgabe 1)

(10 Punkte)

Kristalle und Defekte

Definieren Sie folgende Grundbegriffe! (je 1 Punkt)

- a) Idealkristall
- b) Isotroper Kristall
- c) Anisotroper Kristall
- d) Realkristall
- e) Substitutionsmischkristall
- f) Einlagerungsmischkristall
- g) Punktdefekt
- h) Liniendefekt
- i) Flächendefekt
- j) Volumendefekt

Aufgabe 2)

(10 Punkte)

Thermische Eigenschaften von Materialien

- a) Welche beiden Mechanismen tragen vorrangig zum Wärmetransport in Festkörpern bei? (2 Punkte)
- b) Skizzieren Sie einen Graphen, der die Zunahme der Defektdichte in einem Material mit steigender Temperatur darstellt! Wie hoch ist die Defektdichte am Schmelzpunkt bzw. am absoluten Nullpunkt (0 K)? (3 Punkte)
- c) Skizzieren Sie einen Graphen, der den Zusammenhang zwischen dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten und dem Schmelzpunkt von Metallen zeigt! (3 Punkte)
- d) Was versteht man unter einem negativen thermischen Ausdehnungskoeffizienten? Nennen Sie auch ein Material, das ein derartiges Verhalten zeigt! (2 Punkte)

Aufgabe 3)

(10 Punkte)

Elektrische Eigenschaften von Materialien

a) Definieren Sie folgende Begriffe! (Je 1 Punkt)

Eigenhalbleiter
Störstellenhalbleiter
Defekthalbleiter

b) Skizzieren Sie in einem Diagramm (Bandlücke über x) den von Ihnen erwarteten Verlauf der optischen Bandlücke der Mischkristallreihe $(Al_{1-x}Ga_x)N$, wobei die optischen Bandlücken der reinen Materialien 3,7 eV für GaN sowie 6,2 eV für AlN betragen! (2 Punkte)

c) Nennen Sie zwei bedeutende Elementhalbleiter und begründen Sie ihre Wahl! (2 Punkte)

d) Skizzieren Sie die Ladungsträgerkonzentration n eines dotierten Halbleiters, als Funktion der Temperatur in einer Arrhenius-Auftragung, d.h. $\ln(n)$ über $1/T$ und erläutern Sie den Kurvenverlauf an Hand der folgenden Beziehung! (3 Punkte)

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

Aufgabe 4)

(10 Punkte)

Magnetische Eigenschaften von Materialien

a) Erläutern Sie den Befund, dass nur die Metalle Fe, Co und Ni bei Raumtemperatur ferromagnetisch sind! Benutzen Sie zur Erläuterung sowohl die Begriffe Dipol-Dipol- als auch Austauschwechselwirkung (3 Punkte)

b) Skizzieren Sie den Verlauf der magnetischen Suszeptibilität als Funktion der Temperatur für Diamagnetika, Paramagnetika, Ferromagnetika und Antiferromagnetika! (4 Punkte)

c) Welche Art von Magnetismus erwarten Sie für die Festkörperverbindung MnO , die in der kubischen Kochsalzstruktur kristallisiert? Begründen Sie Ihre Wahl! (3 Punkte)

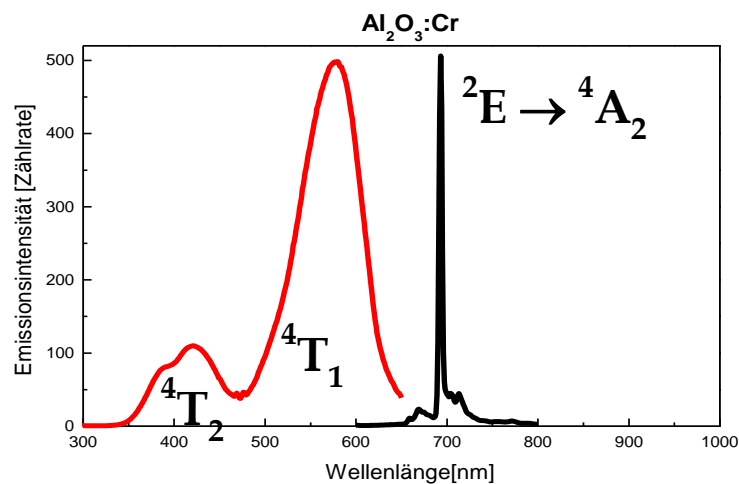
Aufgabe 5)

(10 Punkte)

Optische Eigenschaften von Materialien

a) Skizzieren Sie qualitativ das Reflexionsspektrum im Bereich zwischen 300 und 1500 nm für die Pigmente ZnS (weiß, 3,5 eV), BiVO₄ (gelb, 2,5 eV) sowie Si (schwarz, 1,1 eV), wenn keine Dotierungen oder Defekte vorhanden sind! Wie ändert sich der Verlauf des Reflexionsspektrums, z.B. von ZnS, mit steigender Defektdichte? (4 Punkte)

b) Stellen Sie ein einfaches Energiediagramm auf Basis des Anregungsspektrum und Emissionsspektrum von Rubin (Al₂O₃:Cr³⁺) auf! (2 Punkte)



c) Erläutern Sie das Arbeitsprinzip eines Dreiniveaulasers, wozu auch Rubin gehört! (2 Punkte)

d) Erläutern Sie zwei technische Möglichkeiten, wie man die Lichtauskopplung aus einem Einkristall wie z.B. (In,Ga)N verbessern kann! (2 Punkte)