

Øving 10

1

- a) Beskriv de ulike typene av atomiske punktdfelekter i et krystallinsk keramisk materiale. Hvilke av disse defektene trenger en endring i støkiometrien til materialet?
- Det kan skje vakanser og interstitielle defekter i keramer, men de opptrer parvis ettersom materialet skal opprettholde elektronøytralitet. Eksempler på defekter er Schottky defekt, hvor det mangler både ett kation og ett anion i strukturen, og Frenkel defekt hvor det ett kation har gått ut av gitterposisjonen sin til en interstitiell posisjon. Vakanser kan endre det støkiometriske forholdet i ett materiale. Dersom ett eller flere av ionene i materialet kan eksistere i flere tilstander, som Fe. For eksempel for FeO, kan det «fjernes» ett Fe^{2+} -ion, og ved dannelsen av to Fe^{3+} -ion. Da er det støkiometriske forholdet endret, men materialet er fortsatt elektronøytralt.
- b) Vil du forvente større mengder Frenkel-aniondefekter i ioniske keramer? Hvorfor/hvorfor ikke?
- Nei, i ioniske keramer er anionene som oftest mye større enn kationene, så de kan ikke eksistere i interstitielle posisjoner.

2

Keramer er vanligvis oksider, men kan også være karbider, nitrider. De krystalline oksidene har en krystallstruktur hvor oksygenioner, noen ganger sammen med store kation, tettpakkes og de mindre kationene plasseres i ulike hull. Du skal nå lage en oksygenpermeabel membran av en perovskitt kan sile ut oksygen fra luft.

Du har fremstilt en perovskitt ved spraypyrolyse og sitter igjen med et oksidpulver.

- a) Beskriv kort hvilke egenskaper dette pulveret må ha
- Små partikler med jevn sammensetning og størrelsesfordeling. Lite forurensning.

Du skal lage membraner av dette pulveret; diskformede med diameter 2 cm og tykkelse 4 mm, og de skal produseres tørt.

- b) Velg en egnet prosesseringsmåte og beskriv denne.
- Bruker ICP (Isostatisk pressing). Pulveret fylles over i en gummi-form, og trykk settes fra alle kanter ved bruke et fluid slik at pulveret komprimeres.

Videre skal disse brennes.

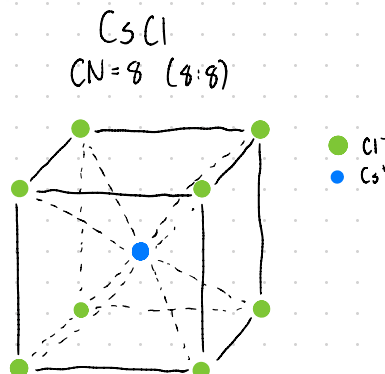
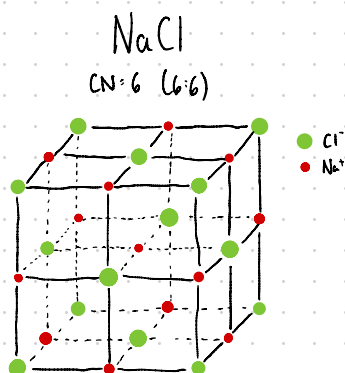
- c) Beskriv kort mekanismen for denne brennprosessen med hovedvekt på endringer i mikrostruktur. Hva er drivkraften for prosessen? Og tilslutt: Hva er viktig å passe på i forhold til geometriske dimensjoner i sluttproduktet?
- Prosessen heter sintring. Etter pressingen er mange av kornene i kontakt med hverandre, ved å varme opp materialet (til litt under smeltetemperatur, men ikke så det smelter), vil kornene i kontakt med hverandre vokse sammen ved at atomer diffunderer mellom kornene og over tid binder dem sammen, og fjerner korngrenser og porer. Drivkraften er at det totale overflatearealet minker. Det er viktig å ikke varme opp grønnkroppen så den smelter.

3

Egenskapene til keramiske materialer avhenger av deres krystallstruktur. To vanlige strukturer er steinsaltstrukturen (NaCl-strukturen) og cesiumkloridstrukturen.

- Skisser enhetscellene til disse og oppgi koordinasjonstallet til ionene.
- Beregn tettheten til FeO. Krystallen har steinsaltstruktur.

a)



b) FeO har samme struktur som NaCl

$$\rho = \frac{n' (M_O + M_{Fe})}{V_c N_A} = \frac{4 \text{ enheter} \cdot (16 + 55,85) \text{ g/mol}}{8 (0,140 \text{ nm} + 0,077 \text{ nm})^3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ enheter/mol}} = 5,84 \cdot 10^{-21} \text{ g/nm}^3 = \underline{\underline{5,84 \text{ g/cm}^3}}$$

$$a^3 = (2(r_O + r_{Fe}))^3$$

$$n': \left. \begin{array}{l} \# O^{2-} = 8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} = 1 + 3 = 4 \\ \# Fe^{2+} = 1 + 12 \cdot \frac{1}{4} = 1 + 3 = 4 \end{array} \right\} \Rightarrow n' = 4$$

4

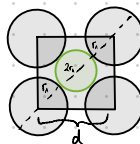
Vis at det minste kation-til-anion-forholdet for et system med koordinasjonstall 8 er 0,732.

*Tettest mulige "pakning" med koordinasjonstall 8: 8 anion i simpel kubisk, kation i oktaedrisk hull:
(Tilsvarende CsCl-strukturen)

Skisse:



Tverrsnitt diagonalt:



Ved pythagoras på bunnflate av strukturen, er:

$$d^2 = a^2 + a^2 = 2a^2 \Rightarrow d = \sqrt{2}a = \sqrt{2} \cdot 2r_A$$

Pythagoras på "diagonalflate":

$$(2r_A + 2r_A)^2 = d^2 = a^2 = 8r_A^2 + 4r_A^2 = 12r_A^2$$

$$\Rightarrow 2r_A + 2r_A - \sqrt{2}r_A \Rightarrow 2r_A = (\sqrt{2} - 2)r_A \Rightarrow r_R = \frac{\sqrt{2} - 2}{2} r_A = (\sqrt{2} - 1)r_A$$

$$\Rightarrow \frac{r_R}{r_A} = \sqrt{2} - 1 = \underline{\underline{0,732}} \quad \square$$

5

Beskriv kort prosessen slikkerstøping (slip casting) for framstilling av keramiske produkter.

- «Slip» er en blanding av leire og/eller andre ikke-plastiske materialer i vann. I slikkerstøpning heller «slip» i en porøs form, vannet absorberes ut av blandingen inn i den porøse formen, hvilket gjør at blandingen tørker fra veggene på formen og innover.

6

Hva er et glasskeram? Hvordan produseres glasskeramer?

- Glasskeramer er et finkornet krystallinsk materiale som lages av glass. De er som oftest ikke gjennomsiktige. De produseres ved å varmebehandle ferdig formet glass: Man produserer glasskeramer ved å lage glass og forme det til den ønskede formen. Deretter varmebehandles glasset, det varmes opp til typisk 800 grader slik at det dannes krystallkorn. Etter en stund varmes det opp ytterligere til ca. 1200 grader, hvor krystallkornene vokser. Ofte tilsettes titandioksid for å øke farten til dannelsen av krystallkorn.

7

Store keramiske prøver viser ofte lavere bruddstyrke enn små prøver. Hvorfor?

- Jo større volumet på prøven, jo større er sannsynligheten for at den inneholder en defekt, hvilket gjør at den oppnår brudd lettere. Derfor har store prøver ofte lavere bruddstyrke enn små.

8

Glass kan forsterkes ved varmebehandling, termisk temperering (thermal tempering). Beskriv hvordan dette gjøres og hvordan varmebehandlingen influerer på spenningsfordelingen i glasset.

- Glasset varmes til smeltepunktet, og overflaten bråkjøles. Det dannes kompresjonsspenninger i overflaten av glasset, som gjør at glasset blir sterkere ettersom spenningene hindrer eventuelle sprekker i å vokse.