

# **Tentamen Materiaalkunde**

**Vakcode: 1228 17**

**10 januari 2001**

**13.30- 17.00**

**BB5**

**NB: achter elke opgave staat vermeld hoeveel eenheden men bij goede beantwoording van de opgave kan verwerven.  
100 eenheden correspondeert met een eindcijfer 10.**

### Opgave 1 (20 eenheden)

Een lineair-elektro-optische materiaal wordt gekarakteriseerd door een brekingsindex verandering  $\Delta n$ , die lineair is met een aangelegd elektrisch veld  $E$ :  $\Delta n = c E$ , waarbij  $c$  een constante is waarvan de waarde afhankelijk is van het specifieke materiaal en, bij een elektro-optisch kristal van de oriëntatie van het elektrisch veld t.o.v. de kristalassen.

a) Een éénkristal van bariumtitanaat is gegeven met zijvlakken loodrecht op de kristalassen. Het kristal bevindt zich op kamertemperatuur en verkeert dus in de tetragonale ferro-elektrische fase. Op twee tegenover elkaar liggende zijvlakken zijn metaalelektrodes aangebracht, waarna het kristal tot een één-domein- kristal configuratie is gepoold. Dit betekent dat tussen de elektrodes zo een hoge spanning is aangebracht dat alle permanente dipoolmomenten zich volgens het veld gericht hebben.

- Op de elektrodes van dit een kristal wordt vervolgens een lage *elektrische* spanning aangelegd, zo laag dat de domeinstructuur hierdoor niet verandert. Beredeneer, dat dit kristal lineair elektro-optische eigenschappen zal vertonen. Geef uw redentie zo zorgvuldig mogelijk, omdat uw redentie ook een rol speelt bij het antwoord op de volgende vragen.
- De elektrische spanning wordt weer tot nul terug gebracht en het kristal wordt van de spanningsbron losgemaakt. Nu wordt een *mechanische* spanning aangelegd in de richting van de polaire as. Zal hierdoor de brekingsindex veranderen? Licht uw antwoord toe.
- De metaalelektrodes worden nu kortgesloten en opnieuw wordt dezelfde mechanische spanning als bij b) aangelegd. Zal hierdoor de brekingsindex veranderen en zo ja, zal deze verandering verschillend zijn van de mogelijke verandering, die bij b) optreedt? Licht uw antwoord weer toe.
- Het kristal wordt nu op  $200^\circ \text{C}$  gebracht. Is het kristal nog steeds lineair-elektro-optisch? Licht uw antwoord weer toe.
- Ook bij deze temperatuur wordt weer bij kortgesloten elektrodes dezelfde mechanische spanning als bij b) aangelegd. Verandert de brekingsindex? Licht uw antwoord weer toe.

### Opgave 2 (12 eenheden)

Waarom wordt voor het optische versterkende materiaal  $\text{Er}^{3+}$  gedoteerd Aluminiumoxide een amorfe structuur geprefereerd boven een polykristallijne?

### Opgave 3 (8 eenheden)

Stabilisatie van de domeinstructuur van met  $\text{Mn}^{2+}$ -ionen gedoteerd  $\text{BaTiO}_3$  blijkt op een geleidelijke heroriëntatie van  $\text{Mn}_{\text{Ti}^{4+}}^{2+} - \text{V}_{\text{O}}^{2+}$ -defectparen te berusten. De aanwezigheid van zulke defectparen kan in principe ook op een andere manier aangetoond worden. Welke manier is dat.?

**Opgave 4 (10 eenheden)**

Bij het sputteren van een  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -laag is de zuurstofdruk tijdens het sputteren een belangrijke parameter. Op welke verschijnselen/effecten heeft de zuurstofdruk invloed?

**Opgave 5 (15 eenheden)**

Het omkeren van de magnetisatie {van de ene naar de andere ( $M$  is  $180^\circ$  gedraaid) verzadigingstoestand} in een ferromagnetisch materiaal is van groot belang voor de toepassing.

Gevraagd:

- Op welke manieren kan de magnetisatie omkeren?
- Welke magnetische parameters spelen daarbij een rol?
- Welk magnetisatie rotatiemechanisme treedt op bij een 'single domain particle'?
- Wat gebeurt er als het magnetische deeltje heel erg klein ( $< 2$  nm) wordt?
- Dunne films met een unie-axiale anisotropie hebben de voorkeur voor toepassing als magnetisch recording medium. Waarom?

**Opgave 6 (10 eenheden)**

Voor het optimale ontwerp van een dunne film media voor een magnetische harddisk zal men altijd legeringen van materialen gebruiken.

Gevraagd:

Wat zijn de achterliggende gedachten bij dit uitgangspunt t.a.v.:

- De meest relevante microstructurele eigenschappen?
- De meest belangrijkste magnetische parameters?

**Opgave 7 (15 eenheden)**

Een commercieel harddisk medium een diameter van 3 inch. Het medium bestaande uit een gesputterde metaal legering met een hcp-structuur en een laagdikte van 20 nm. De dunne magnetische laag heeft een  $M_s = 500$  kA/m.

Gevraagd:

- De zg. 'easy axis' ligt in het vlak van de disk. Hoe groot is de 'squareness' van de hysteresis loop als de remanent magnetisatie 400 kA/m bedraagt?
- Hoe groot zal, in het meest ideale geval (theoretische),  $S$  in de 'hard axis' zijn?
- Bereken de magnetische inductie bij een aangelegd verzadigingsveld van 600 kA/m loodrecht op het oppervlak?
- Op basis van de literatuur kan men concluderen dat men op zoek is naar nieuwe legeringen die de huidige dunne film media gaan vervangen. Wat zijn de achterliggende ideeën hiervoor?
- Waarom is een zg. "patterned medium" een belangrijke ontwikkeling?

**Opgave 8 (10 eenheden)**

Men is van mening dat de zogenaamde super-paramagnetische limiet de meest belangrijke parameter is die de groei van de bitdichtheid kan afremmen en zelfs tot stilstand kan brengen.

Gevraagd:

- af
- a) Welke energieën spelen een cruciale rol bij de bepaling van deze limiet?
  - b) Waarom kan, bij dezelfde relaxatietijd, het volume van een Co deeltje veel kleiner zijn dan een Ni deeltje?
  - c) In de praktijk is er altijd een zekere dispersie in deeltjes grootte ('particles' or 'crystals'). Welke invloed heeft de dispersie op de "thermal decay" ?
  - d) De SNR wordt bepaald door de zg materiaal ruis van het bit. Op welke manier begrenst dit de groei in de bitdichtheid?