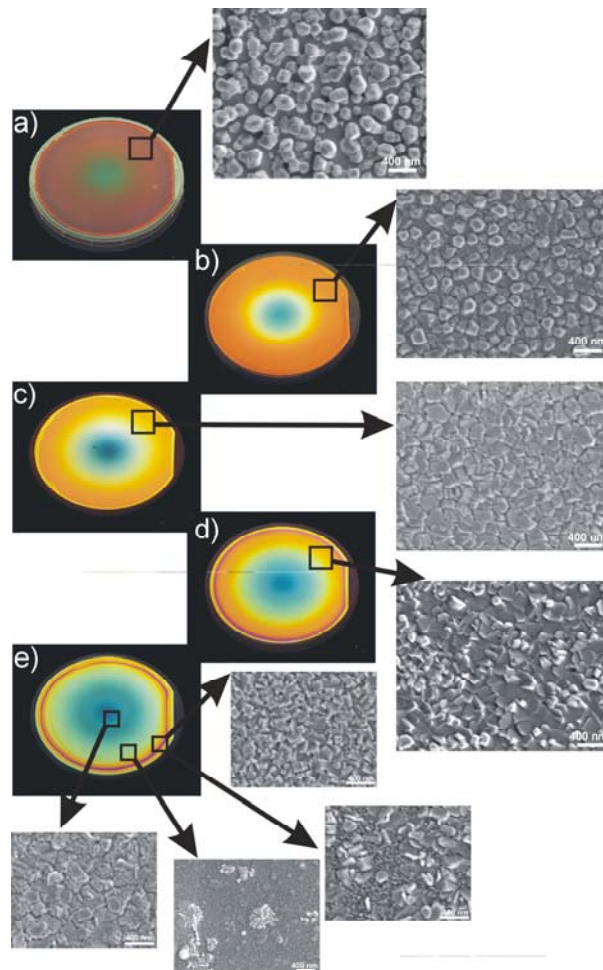


## Een andere toepassing van de FESEM Morfologie van films

Voor het maken van o.a. chips (micro-electronica) worden verschillende materialen gebruikt in de vorm van zeer dunne lagen, vaak ook films genoemd. Afhankelijk van de toepassingen en de materiaaleigenschappen die benut worden, hebben de lagen verschillende dikte (van een paar nanometer ( $10^{-9}$  m) tot een paar micrometer ( $10^{-6}$  m).

Een chip bestaat uit meerdere type films in een bepaalde architectuur. Voordat de materialen echter geschikt zijn om geïntegreerd te worden in productie, moeten ze eerst bestudeerd zijn en de groei van de verschillende materialen moet men goed onder de knie hebben. Het is het werk van de "grower".

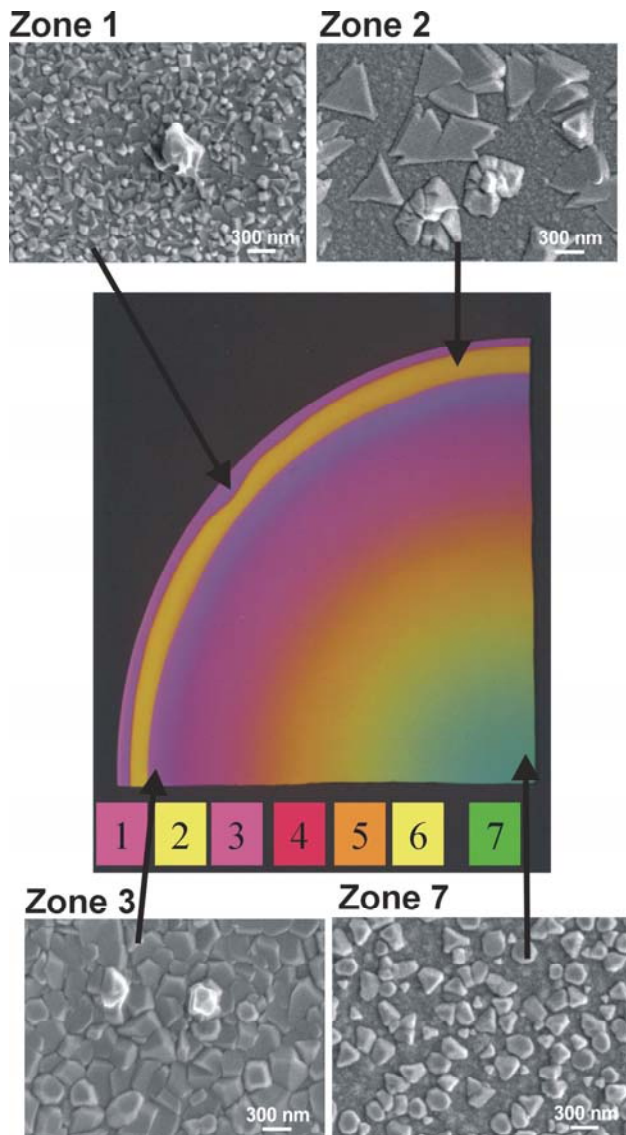
Meerdere aspecten van de films moeten bekeken worden, zoals de morfologie van de films (vormen aan het oppervlakte van de film). De vormen zijn soms zichtbaar onder een gewone optische microscoop, maar soms zijn ze alleen maar zichtbaar met een elektronen microscoop



**Figuur 1** Overzicht van de morfologie verandering als functie van de samenstelling. a)  $\text{PbTiO}_3$ , b)  $\text{PbZr}_{0.40}\text{Ti}_{0.60}\text{O}_3$ , c)  $\text{PbZr}_{0.60}\text{Ti}_{0.40}\text{O}_3$ , d)  $\text{PbZr}_{0.70}\text{Ti}_{0.30}\text{O}_3$ , en e)  $\text{PbZrO}_3$ . De kleur foto's geven een overzicht van de 6-inch substraat met de film. De FESEM beelden van de morfologie zijn genomen op 3.8 cm afstand van de centrum. Voor de  $\text{PbZrO}_3$  (e) samenstelling is de morfologie niet uniform daarom zijn meerdere beelden zichtbaar.

(zoals een SEM). Als de films polikristallijn zijn, bestaan ze in feite uit heel veel kristalletjes die allerlei vormen en oriëntaties kunnen hebben. Als het materiaal dat je met een SEM wilt bestuderen zelf niet geleidend is (het is bijvoorbeeld diëlektrisch) moet het worden bedekt met een geleidend materiaal om goede beelden te krijgen. Bij de FESEM die is gebruikt in onze studie was het niet nodig doordat een vrij lage energie kon worden gebruikt. Vormen (kristallen) van ongeveer 100 nanometer konden bestudeerd worden met 3kV, WD 8 cm, vergroting 50,000.

Het doel van het project was om het groeiproces van PZT-lagen over een 6-inch (15 cm) substraat beter te beheersen. PZT is de afkorting voor het materiaal  $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$ . De ratio tussen de elementen Ti en Zr (de samenstelling dus) kan veranderd worden om de eigenschappen van het materiaal "te tunen". Figuur 1 laat zien dat de vorm van de kristallen



Figuur 2: Overzicht van een kwart 6-inch film. Het oppervlak van rand tot centrum is ingedeeld in verschillende zones (verschillende kleuren), van zone 1 tot en met 7. FESEM beelden van de morfologie zijn gegeven voor zones 1,2,3 en 7.

te zetten wordt de grondstof eerst in gasvorm gebracht. Het gas slaat neer op het substraat om te groeien. Meer informatie over de groei van materialen kan worden gevonden op de webpagina van de afdeling, <http://www.evsf3.science.ru.nl/>

ook veranderen met de samenstelling. Het is duidelijk dat niet alleen maar de eigenschappen van het materiaal anders zijn voor verschillende samenstellingen, maar ook de manier waarop de kristallen groeien. Zo resulteert een film met de samenstelling  $\text{PbZr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48}\text{O}_3$  in een aaneengesloten laag terwijl dit bij  $\text{PbTiO}_3$  niet zo is, en bij  $\text{PbZrO}_3$  bestaat de laag uit meerdere soorten kristallen die een andere kristalfase hebben (dit is gemeten met een andere techniek). De verschillende kleuren die als ringen, met het blote oog, zichtbaar zijn (kleurenfoto's) corresponderen met verschillende diktes van de lagen. Maar het kan tevens een inhomogeniteit in samenstelling zijn zoals te zien is in Figuur 2.

Uitgebreidere informatie over dit project, met meer FESEM morfologie studies, kan gevonden worden op de website:

[http://webdoc.uhn.kun.nl/mono/m/moret\\_m/prepanpro.pdf](http://webdoc.uhn.kun.nl/mono/m/moret_m/prepanpro.pdf)

(Proefschrift van Mona P. Moret)

Dit onderzoek is gedaan bij de afdeling Vaste Stof Fysica 3 (van Prof. Larsen), waar verschillende materialen gegroeid zijn met dezelfde techniek, Chemical Vapor Deposition (CVD). De films worden 'gegroeid' in een reactor. Om het proces in de gang