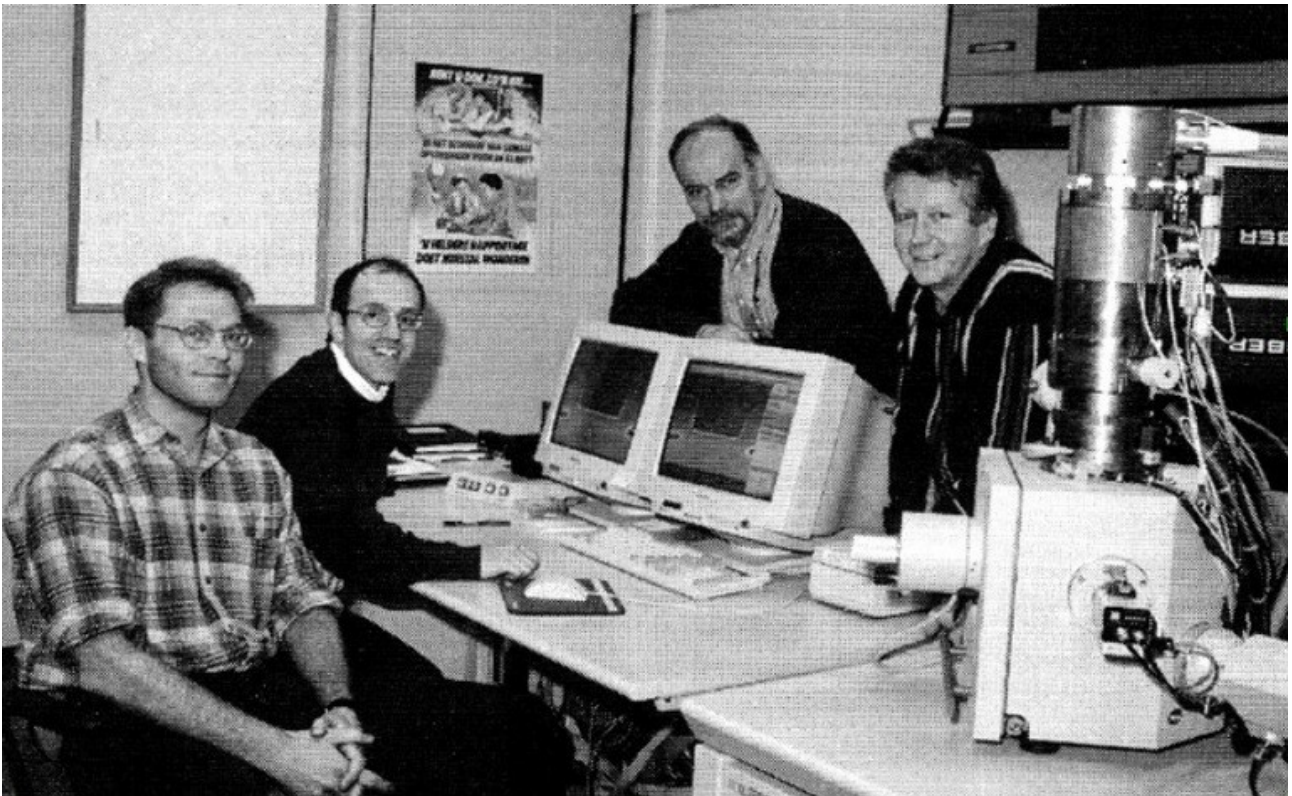


BRAVO! BRAVO! BRAVO!



V.l.n.r. Sander Henstra, Marcel Krijn, Riné Dona en Teun Heijmans

Hoge-resolutie-SEM

Marcel Krijn, (NLJ 11-04-1997)

Het bedrijfsonderdeel Electron Optics (EO) van IE maakt en verkoopt elektronenmicroscopen. Een voor EO belangrijke groeimarkt is die van de 'scanning'-elektronenmicroscopen (SEMs). In een SEM wordt een te onderzoeken preparaat afgetast met een fijn gefocusseerde elektronen bundel. De uit het preparaat vrijgemaakte secundaire elektronen worden vervolgens gebruikt om een sterk vergrote afbeelding van het preparaat te maken.

Achtergrond

Met name vanuit de IC-industrie is er een vraag naar SEMs met een hoog scheidend vermogen bij een lagere versnel-energie van de elektronen dan nu gebruikelijk is. Dit heeft een aantal voordelen:

- niet-geleidende structuren, zoals contactgaten in fotolakken, kunnen nu ook worden bekeken doordat ze minder opladen;
- het aantal waarneembare details neemt sterk toe doordat de indringdiepte van de elektronen kleiner is;
- de schade die de elektronen teweegbrengen, is kleiner.

Er is echter ook een groot nadeel: een hoog scheidend vermogen en een lage versnel-energie zijn in strijd met elkaar.

Om IC-structuren met voldoende detail te kunnen bekijken, is een scheidend vermogen gewenst dat minstens een factor 100 beter is dan de karakteristieke afmeting van de te bekijken structuren. Voor structuren van 0,35 micrometer betekent dit dus een benodigd scheidend vermogen van 3.5 nm of beter. De huidige generatie SEMs komt niet verder dan 6 nm bij een versnel-energie van 1 keV.

Om tegemoet te komen aan deze eisen, en alvast een voorschot te nemen op toekomstige wensen, is ruim 3 jaar geleden gestart met het project 'SEM Instrumentatie'. In het kader van dit project hebben de inspanningen van Sander Henstra, Kars Troost en Marcel Krijn uit de groep Van Loenen geleid tot de realisatie van een SEM met een scheidend vermogen van 2 nm bij een versnel-energie van 1 keV. Onontbeerlijk hierbij was de nauwe samenwerking met EO en de Nat.Lab.-diensten Mechanical Engineering' en 'Electronics & Instrumentation' (met name Riné Dona, Teun Heijmans, Walter Verberne en Kees Oostveen).

Uitdaging

Net als in een lichtmicroscop wordt het scheidend vermogen van een SEM beperkt door de golflengte van de deeltjes en de lensfouten van de objectieflens. Een voor de hand liggende remedie is derhalve het verkleinen van de golflengte door het verhogen van de versnel-energie. Dit is echter ongewenst vanwege de trend naar juist een lagere versnel-energie. Een andere mogelijkheid is het vergroten van de openingshoek van de elektronenbundel op het preparaat. Hierdoor neemt echter ook de invloed van lensfouten, zoals kleurfouten en sferische fouten, toe. De enige manier om deze lensfouten te verkleinen, is het verkleinen van de brandpuntsafstand van de objectieflens. Behalve dat dit sterkere lenzen vereist, is het in de huidige SEMs onpraktisch omdat het preparaat tegen de onderste poolschoen van de objectieflens zou botsen.

Wij hebben dit probleem ondervangen door de preparaatkamer in het magnetisch circuit van de objectieflens te betrekken. Het preparaat bevindt zich nu in het magneetveld van de lens, waardoor de afstand tussen lens en preparaat in principe willekeurig klein gemaakt kan worden. De in praktijk kleinste haalbare brandpuntsafstand, en daarmee het hoogste scheidend vermogen, van deze 'immersie'-lens of 'snorkel'-lens wordt nu bepaald door die lensstroom waarbij het magnetisch circuit verzadigt (ongeveer 2 Tesla) of waarbij de energiedissipatie in de watergekoelde lensspoel te groot wordt.

Met deze nieuwe 'snorkel' -lens is de standaardmanier van detecteren van de secundaire elektronen niet meer mogelijk omdat ze nu, al spiraliserend rond de magnetische veldlijnen, de lens in verdwijnen. Dit probleem hebben we kunnen ondervangen door de constructie van een 'doorde-lens' -detector. Zowel de nieuwe lens als de nieuwe detector zijn geoptimaliseerd. De SEM met 'snorkel' -lens is in het afgelopen jaar overgedragen aan EO en is in korte tijd, mede met grote inzet van Research, ontwikkeld tot een commercieel product. Door de succesvolle realisatie van de projectdoelstellingen en de vlotte overdracht staat niets een commercieel succes meer in de weg. Nu al is er veel vraag naar dit type SEM, waarvan er inmiddels enkele geleverd zijn aan klanten.

Hoewel ook concurrenten zoals Hitachi en JEOL een grote innovatiekracht tonen, kunnen zij de specificaties van ons ontwerp nog niet evenaren. Intussen werken wij al weer hard aan de volgende generatie SEMs.