

Reinigen tot op de

Door de toenemende miniaturisering, worden de eisen aan producten en materialen steeds hoger. De reinheid van materialen en componenten wordt hierdoor steeds belangrijker. Niet voldoende schoon betekent daarmee al snel: onbruikbaar. Reinigingstechnologie wordt dan ook steeds meer gezien als een essentiële industriële discipline. De inmiddels gangbare naam voor deze discipline is "precision cleaning". De medewerkers van TNO Reinigingstechnologie werken samen met bedrijven aan het voorkomen en verwijderen van contaminaties.



Aan de hand van enkele voorbeelden zal in dit artikel het belang van precision cleaning worden geïllustreerd. De NVPT heeft de intentie om op 29 mei van 15:00 uur tot 18:00 uur te Delft een bijeenkomst te organiseren, met precision cleaning als onderwerp. Tijdens deze bijeenkomst zal nader worden ingegaan op de reinigingsproblematiek zoals die bij de NVPT-leden speelt. Het is de bedoeling dat daarbij mogelijke oplossingsrichtingen worden aangegeven, die vervolgens bijvoorbeeld in onderzoeksprojecten kunnen worden uitgewerkt. Binnenkort zult u een uitnodiging voor deze bijeenkomst ontvangen. Om het programma zo goed mogelijk aan te laten sluiten op uw behoeftes, zouden wij het bijzonder op prijs stellen als u ons uw wensen of vragen van tevoren kenbaar maakt. U kunt daarvoor telefonisch contact opnemen met Ton Basten (015-2696987) of Pieter de Bock (015-2696976). U kunt ons ook e-mailen: p.debock@ind.tno.nl.

CO₂: de ultieme reinigingsvloeistof?

Vrijwel in elk productieproces vinden reinigingsstappen plaats. Door te reinigen worden contaminaties zoals koel-

vloeistoffen, smeermiddelen en deeltjes verwijderd. Traditioneel werden bij deze reiniging organische oplosmiddelen als tri en per ingezet. Onder druk van de milieueisen, wordt al jaren gewerkt aan de vervanging van deze middelen. Waterige systemen vormen daarbij een alternatief, dat echter zeker niet in alle gevallen kan worden toegepast door onder andere droog- en corrosieproblemen. In die gevallen zijn er mogelijkheden om vloeibaar of superkritisch CO₂ in te zetten.

CO₂ als reinigingsmiddel heeft een groot aantal voordelen ten opzichte van de bestaande organische oplosmiddelen:

- CO₂ is zeer milieuvriendelijk;

vierkante nanometer



- CO₂ verdampst vrijwel direct, waardoor geen droogstap meer nodig is;
- vloeibare CO₂ heeft een zeer lage viscositeit en kan dus makkelijk doordringen in moeilijk toegankelijke plaatsen (gaatjes en kanaaltjes);
- CO₂ geeft geen corrosieproblemen.

De microsysteemtechnologie is één van de huidige toepassingsgebieden van vloeibaar CO₂. Vooral de lage viscositeit maakt CO₂ zeer geschikt voor deze toepassing, waar kleine dimensies en hoge reinheidseisen een rol spelen. In diverse andere Nederlandse en Europese projecten is men tegen-

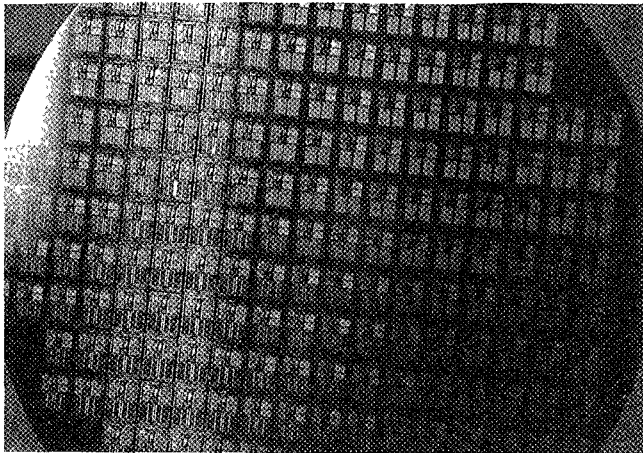
woordig bezig de toepassingsmogelijkheden verder te vergroten. Onderzoeksprojecten in de elektronica en de halfgeleiderindustrie zijn hier voorbeelden van.

Airborne Molecular Contamination: een nieuwe bedreiging!

De 'reinheid' van cleanrooms wordt uitgedrukt in het aantal stofdeeltjes per volume-eenheid. Steeds meer vinden in cleanrooms echter productieprocessen plaats, die gevoelig blijken te zijn voor moleculaire verontreinigingen die zich in de lucht bevinden. Deze zogenoemde Airborne Molecular Contaminants (AMC's) kunnen bijvoorbeeld afkomstig zijn van in de cleanroom gebruikte oplosmiddelen zoals toluen, IPA en aceton. Daarnaast kunnen ook veel andere materialen in de cleanroom door uitgassen AMC's veroorzaken. De industriële gebieden waarvan bekend is dat deze problematiek op dit moment speelt, zijn: optica, aerospace, lithografie, flat panel displays, harddisk drives en de semiconductorindustrie.

Op dit moment is TNO Reinigingstechnologie bezig met een AMC-onderzoek voor de waferstepper-producent ASML. De reden voor dit onderzoek is, dat bij de ontwikkeling van de nieuwe generatie wafersteppers, organische contaminaties afkomstig uit de omgevingslucht ineens een groot probleem blijken te vormen: ze absorberen de straling waarmee de chips moeten worden belicht. In het TNO-onderzoek wordt onder andere onderzocht hoe deze AMC's moeten worden verwijderd, welke moleculaire concentraties nog acceptabel zijn en op welke wijze de moleculen zich aan de waferstepper-onderdelen hechten (ad- en desorptiegedrag). Ook het ontwikkelen van meetmethoden om de reinheid van het oppervlak vast te stellen, maakt deel uit van het onderzoeksproject.

Een van de resultaten van het onderzoek is dat het bestralen van het oppervlak met DUV-licht in aanwezigheid van zuurstof (het zogenaamde UV/ozon-reinigen) een mogelijke oplossing kan bieden. Deze optie dient echter nog wel uitgebreid te worden getest



30nm-deeltjes: grenzen van de precisietechnologie

In de "Technology Roadmap for Semiconductors" wordt aangegeven dat het probleem van 'fatal defects' als gevolg van deeltjescontaminatie de komende jaren drastisch zal toenemen. Deeltjes van 30 nm zullen zowel desastreuze gevolgen hebben voor de wafer- als de diskdrive-industrie. Bij de diskdrive-industrie is dit bijvoorbeeld gekoppeld aan de steeds kleiner wordende fly height van de uitleeskop. Met de huidige technologie kunnen deze 30nm-deeltjes niet worden verwijderd. TNO onderzoekt dan ook de mogelijkheden van innovatieve niet-abrasieve spuittechnieken zoals CO₂-sneeuw en 'microcluster shower cleaning'. Bij deze laatste techniek wordt als gevolg van een hoge elektrische spanning vloeistof uit een capillair getrokken, die vervolgens opbreekt en als zeer klein druppeltjes met hoge snelheid op het te reinigen oppervlak afschiet. Met deze laatste techniek zouden in principe deeltjes tot zelfs 10 nm verwijderd kunnen worden, zonder dat er materiaalbeschadiging optreedt. Een unieke reinigingstechnologie dus, waarmee TNO nu reeds inspeelt op de toekomstige behoeften.

Nieuwe beoordelingstechnieken

Met het hoger worden van de reinheidseisen, wordt ook de beoordeling van het eindresultaat van de reiniging steeds belangrijker. Op dit moment is reeds een groot aantal zeer simpele technieken voorhanden zoals brekende waterfilm, tape-test en visuele beoordeling. Deze hebben als nadeel hun grote onnauwkeurigheid en niet-kwalitatieve resultaten. Ook zijn er zeer 'sophisticated' beoordelingsmethoden beschikbaar zoals Auger-spectroscopie, XPS en ToF-SIMS, die ech-

PRECISION CLEANING

De NVPT organiseert op 29 mei a.s. een bijeenkomst over precision cleaning. De bijeenkomst zal van 15.00 tot 18.00 uur te Delft plaatsvinden. De uitnodiging zult u binnenkort ontvangen. Voor vragen over en suggesties voor de bijeenkomst, kunt u contact opnemen met Ton Basteins (015-2696987) of Pieter de Bock (015-2696976). E-mailen kan ook. p.debock@ind.tno.nl

ter zeer duur zijn en veel tijd vergen. Er is dan ook een grote behoefte aan on-line meetmethoden, die zowel kwantitatieve als kwalitatieve informatie over de contaminatie geven. Twee voorbeelden van recente ontwikkelingen daarin zijn het nu commercieel beschikbare OSEE-apparaat en de draagbare 'grazing-angle-incidence' FTIR-apparaat. Bij de OSEE-techniek worden elektronen door krachtige UV-straling uit het te meten oppervlak aangeslagen, waarna een meetkop de energie van die elektronen meet. Ten opzichte van het signaal van een zuiver oppervlak, geeft de afname van het signaal een maat voor de hoeveelheid oppervlaktecontaminatie. Deze techniek is onlangs ook door de NASA toegepast als verificatietechniek, maar geeft slechts kwantitatieve informatie over de contaminatie. De mede door Sandia National Laboratory ontwikkelde FTIR-apparaat geeft daarnaast ook nog kwalitatieve informatie over de contaminatie, maar is ook dienovereenkomstig duurder. TNO is momenteel bezig deze technieken ook in Nederland te introduceren.

Bundeling van krachten

Bovenstaande toont aan dat er een groot aantal ontwikkelingen op reinigingstechnologisch gebied plaatsvindt, zowel op het gebied van het reinigen zelf als op het gebied van beoordelingstechnieken. Deze ontwikkelingen zullen met name een rol spelen bij bedrijven die precisietechnologie in hun productieproces toepassen. Het op een juiste wijze koppelen van de (toekomstige) behoeftes bij bedrijven en de expertise en ervaring van TNO Reinigingstechnologie, lijkt dan ook van grote betekenis voor het behouden van de innovatieve slagkracht van de high-tech industrie in Nederland. De genoemde bijeenkomst kan hier een belangrijke stap in zijn.

Dr. Ton Bastein, drs. ir. Pieter de Bock
TNO Reinigingstechnologie, 20 maart 2001