

NEVAC **BLAD**

jaargang 52 / nummer 3 – december 2014

Koude-naald-SPM

**Duizenden
topwetenschappers
bijein in
Baltimore**

**Het lectoraat Thin Films &
Functional Materials**



**NEDERLANDSE
VACUÛMVERENIGING**

High Vacuum High Performance

©BICOM_12710.02 1.11.2014



Vacuum solutions for research and development

Applications from analytics and physics laboratories require reliable vacuum components with outstanding product features. Oerlikon Leybold Vacuum components and system solutions have shown their benefits in major research centers worldwide. Vacuum systems equipped with our new maintenance-free TURBOVAC i/IX will consistently achieve your target pressure and gas throughput with its highest pumping speed and compression, particularly for light gases. Furthermore, the high performance enables optimized pump-down times.



www.oerlikon.com/leyboldvacuum/turbovac



Oerlikon
Leybold Vacuum Nederland BV
Floridadreef 102
NL-3565 AM Utrecht

T +31 (30) 242 63 30
F +31 (30) 242 63 31
sales.vacuum.ut@oerlikon.com

oerlikon
leybold vacuum

Colofon

Redactie

Claud Biemans, eindredacteur
 Bas Dielissen
 Hans van Eck, hoofdredacteur
 Ad Ettema
 Erwin Kessels
 Fred Schenkel

Web-adres

www.nevac.nl

Redactiesecretariaat

NEVAC
 Delftechpark 26
 2628 XH Delft
 redactie@nevac.nl

Abonnementenadministratie

NEVAC
 Delftechpark 26
 2628 XH Delft

Abonnementen

Binnenland € 25,- per jaar
 Buitenland € 100,- per jaar

Advertentie-exploitatie

NEVAC
 Delftechpark 26
 2628 XH Delft

Grafische vormgeving

Claud Biemans
 www.frontlinie.nl

Verschijningstijdstippen 2015

Maart
 Juli
 December

Kopij inzenden naar het redactiesecretariaat. Lidmaatschap opgeven bij de ledenadministratie. Abonnementen opgeven bij abonnementenadministratie.

Vergoeding kopij

Artikelen in het Nederlands over vacuümtechniek en haar toepassingen in de wetenschap en industrie worden door de redactie zeer op prijs gesteld. Voor studenten en promovendi is een vergoeding van € 250,- per gepubliceerd artikel beschikbaar.

ISSN 0169-9431

Bij de omslag

6



Studenten maken en doen metingen aan leds bij het lectoraat Thin Films & Functional Materials van de Fontys Hogeschool in Eindhoven

- 5 Van de redactie *Bas Dielissen*
- 6 Studenten worden onderzoeker bij het lectoraat Thin Films & Functional Materials *Bas Dielissen*
- 11 NEVAC-prijs 2015: Win 1000 euro!
- 12 AVS International Symposium & Exhibition: Duizenden topwetenschappers bijeen in Baltimore *Claud Biemans*
- 17 Oeuvreprijs AVS voor plasmaspecialist Richard van de Sanden *Gieljan de Vries*
- 17 NEVAC-excursiereis 2015 naar San José *Rob Klöpping, Norbert Koster, Erwin Kessels*
- 18 Koude-naald-SPM: Tweede generatie variabele temperatuur SPM voor spectroscopie *Ad Ettema, Carsten Troeppner, Mehmet Atabak, Jürgen Kooble, Bernd Uder*
- 26 Mededeling van de Commissie Opleidingen
- 27 Agenda

De sluitingsdatum van kopij voor het eerste nummer van het NEVAC blad 2015 is 15 februari 2015.



Turbopumps for the clearest image you ever had

**HiPace[®] with hybrid bearing system and
HiPace[®] M with magnetic bearing system**

- Low vibrations
- Low magnetic stray field
- Outstanding long-term stability and reliability

**Are you looking for a perfect vacuum solution?
Please contact us:**

Pfeiffer Vacuum Benelux B.V.
T +31 345 478 400 · F +31 345 531 076
office@pfeiffer-vacuum.nl

www.pfeiffer-vacuum.com





Verenigingsgegevens

Ereleden

L.G.J.M. Hassink, Stibbe 23,
2421 MR Nieuwkoop
G. Ikking, Artemisstraat 34,
2624 ZN Delft
† Prof.dr. J. Kistemaker
† Ir. J.H. Makkink
Th. Mulder, Ambachtsheerelaan 60,
3481 GM Harmelen
Dr.ir. E.P.Th.M. Suurmeijer, Elzenlaan 11,
9321 GL Peize
Prof.dr. J. v.d. Veen, Schubertlaan 8,
1411 HZ Naarden
Dr.ir. J. Verhoeven, Kon. Julianaweg 23,
3628 BN Kockengen

Bestuur

Dr. A.F. Otte, voorzitter
Dr. I. Swart, vice-voorzitter
J.W.M. van Kessel, secretaris
Dr. A.R.H.F. Ettema, penningmeester

Verenigingssecretariaat

Jan W.M. van Kessel
jwmvankessel@gmail.com of
secretaris@nevac.nl

Adres ledenadministratie

p/a Dr. A.R.H.F. Ettema
NEVAC, Delftechpark 26,
2628 XH Delft, The Netherlands
Telefoon: +31 15 2600406
Fax: +31 15 2600405
e-mail: penningmeester@nevac.nl

Inlichtingen over opleidingen en examens

Dr.ir. E.P.Th.M. Suurmeijer
Elzenlaan 11, 9321 GL Peize
Telefoon: 050-5032556
e-mail: eptm.suurmeijer@kpnplanet.nl

Penningmeester NEVAC

Postgiro 1851529, o.v.v.:
Penningmeester NEVAC,
t.a.v. Dr. A.R.H.F. Ettema,
Delftechpark 26,
2628 XH Delft

Contributies

Contributie € 20,- per jaar
Studenten/promovendi € 5,- per jaar
Bedrijfsleden € 150,- per jaar

Van de redactie

Dit is alweer het laatste *NEVAC blad* van 2014. Precies op tijd zodat iedereen in de kerstvakantie van het nodige leesvoer is voorzien. Deze editie is inhoudelijk net even anders dan jullie van ons gewend zijn. Omdat de hoeveelheid kopij dit jaar wat tegenviel hebben we ons als redactie extra ingezet om dit jaar toch nog een derde editie met voldoende interessante stukken te schrijven. Daarom nogmaals een oproep: “Heb je een leuk en interessant onderzoek of een oplossing voor een vacuüm gerelateerd probleem, schrijf een stuk voor dit blad!” Vooral studenten kunnen deze uitdaging niet laten lopen: er wordt weer een prijs uitgelooft van 1000 euro voor het beste artikel dat we uiterlijk 1 februari ontvangen



als inzending voor de NEVAC-prijsvraag. En, mocht je net de hoofdprijs missen: bij publicatie krijgen studenten altijd 250 euro. Wijs ook je niet-Nederlandstalige collega's op deze mogelijkheid, zij mogen publiceren in het Engels.

In dit blad beginnen we met een interview dat ik hield met lector Jan Bernards van de Fontys Hogeschool, afdeling Toegepaste Natuurwetenschappen in Eindhoven over het lectoraat Thin Films & Functional Materials. Hierin vertelt Jan over het onderzoek dat door de studenten wordt gedaan binnen het lectoraat in samenwerking met verschillende bedrijven. Hierin komt ook naar voren welke rol het lectoraat speelt in de opleiding van de nieuwe generatie technische onderzoekers, mensen waar het bedrijfsleven om staat te springen.

Het volgende stuk gaat over het symposium van de AVS (Amerikaanse vacuumvereniging) waar het *NEVAC blad* bij was in november. En niet zonder reden, want de komende buitenlandexcursie in oktober 2015 gaat onder andere naar het 62^e symposium van de AVS. Na het lezen van dit artikel weet u alvast waarom het interessant is mee te gaan naar San José in de Verenigde Staten. De Nederlandse bijdrage aan deze conferentie is zo groot dat Claud Biemans dagen kon vullen door alleen langs de Nederlandse contributies te gaan. Dit verhaal geeft een beeld van de lezingen door onderzoekers van TNO en Smit Ovens, het Holst Centre, Universiteit Leiden, Wageningen Universiteit, RU Groningen, Solliance, Universiteit Maastricht en de vele bijdragen door mensen van de TU Eindhoven. Al met al een geslaagde bijeenkomst voor Nederland.

Het derde en laatste stuk van deze editie beschrijft Ad Ettema de tweede generatie rastersondemicroscopen. Hierin wordt beschreven hoe een nog betere nauwkeurigheid kan worden bereikt bij het meten van extreem koude (tot wel 7 K) objecten, door niet alleen het substraat, maar ook de gehele scanner afzonderlijk te koelen. Hiermee kunnen bijvoorbeeld temperatuurafhankelijke katalytische reacties en ingevroren moleculaire structuren op oppervlakken worden onderzocht.

Namens de voltallige redactie, wens ik u veel lees- en kijkplezier met deze laatste editie van 2014 en daarna op naar het nieuwe jaar.

Bas Dielissen
redacteur *NEVAC blad*

Studenten worden onderzoeker bij het lectoraat Thin Films & Functional Materials

Studenten kunnen aan de Fontys Hogeschool Toegepaste Natuurwetenschappen (TNW) in Eindhoven een stage- of afstudeeropdracht uitvoeren op het gebied van dunne films en functionele materialen. Die mogelijkheid wordt geboden door het lectoraat Thin Films & Functional Materials. Het lectoraat richt zich op opbouw van kennis op dit gebied in samenwerking met het bedrijfsleven. Lector Jan Bernards vertelt over de mogelijkheden die het biedt.

Interview en foto's: Bas Dielissen



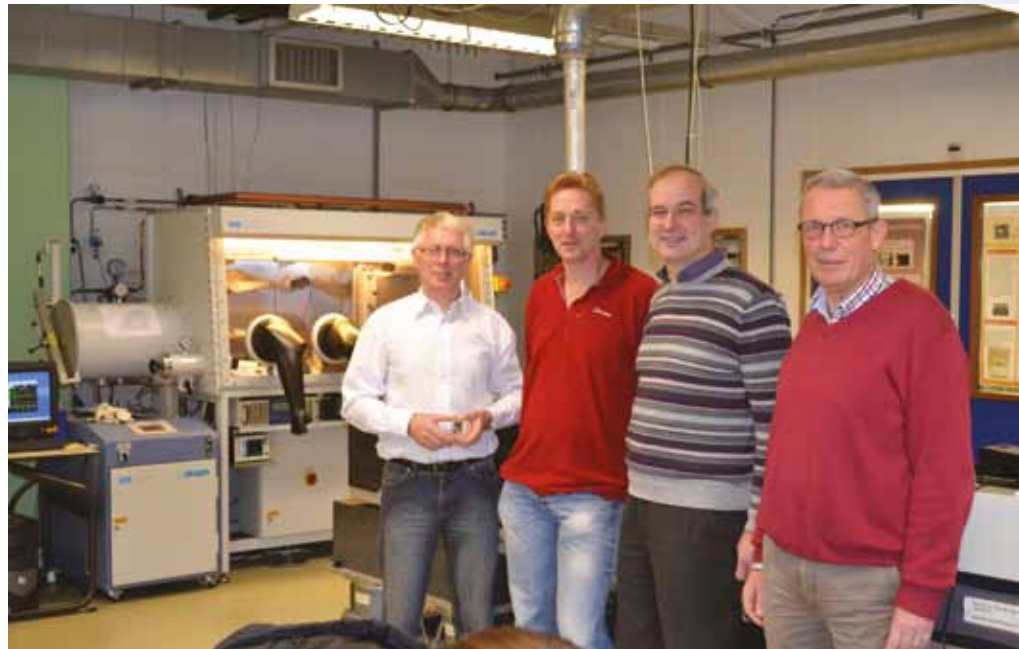
Voordat Jan Bernards begon met het lectoraat Thin Films & Functional Materials was hij al voor een dag in de week verbonden aan de Fontys Hogeschool als lector Kunststoftechnologie voor het instituut Toegepaste Natuurwetenschappen, in samenwerking met het lectoraat Mechatronica van het instituut Engineering. Toen in 2005 een nieuw laboratorium voor Thin Films & Functional Materials werd opgezet met verschillende dunne-filmtechnieken en meetapparatuur stapte hij fulltime over naar dit lectoraat. "Bij het onderzoek dat wij binnen dit lectoraat doen, komen mijn ervaringen op het gebied van dunne lagen en kunststoffen, opgedaan bij Philips Research, het Philips Optical Disc Technology Centre, en het bedrijf OTB, goed van pas", zegt hij.

Tijdens een practicum maken studenten leds met behulp van verschillende technieken. Eerst worden er vier vlakjes van de doorzichtige geleider indium-tinoxide (ITO) gedeponeerd. Deze laag moet de stroom richting de volgende laag geleiden en toch het gegenereerde licht doorlaten. Daaroverheen wordt een ruthenium-houdende laag gespincoat die uiteindelijk het licht moet genereren. Tijdens de laatste stap wordt een laag van 200 nm aluminium gedeponeerd met behulp van PVD (*physical vapor deposition*). Dit wordt gestart bij een druk van 10^{-4} mbar.

Bernards heeft een sturende rol wat betreft het onderzoek op het gebied van dunne lagen en functionele materialen. Hij neemt het voortouw bij het aanvragen van nieuwe projecten. Dat zijn projecten die meestal in samenwerking met het bedrijfsleven worden uitgevoerd, maar er is altijd een duidelijke link met het onderwijs. Bernards: “Wij zetten studenten in die hun stage- of afstudeeropdracht uitvoeren in het kader van deze projecten. Daarnaast worden ook regelmatig kleinere opdrachten, die vaak door studenten in groepsverband kunnen worden uitgevoerd, aan deze projecten gekoppeld. De opdrachten kunnen uitgevoerd worden bij de bedrijven waar wij mee samenwerken, bij ons op het lab, of gedeeltelijk bij ons en gedeeltelijk bij een bedrijf. De kennis die wij opdoen in de projecten wordt weer gebruikt in het onderwijs, zoals bij practica die de studenten bij ons op het lab kunnen uitvoeren. De docenten die bij het lectoraat betrokken zijn, geven een deel van hun tijd onderwijs en voor een dagdeel per week tot de helft van hun tijd doen zij zelf onderzoek en begeleiden ze de studenten bij het doen van onderzoek.”

Grensvlakken

Het lectoraat is onderdeel van het instituut Toegepaste Natuurwetenschappen. Dit instituut heeft twee opleidingen: Technische Natuurkunde en Applied Science. De laatstgenoemde is een brede opleiding die in plaats gekomen is van de opleidingen op het gebied van chemie, chemische technologie en life sciences. Bernards: “Tot nu toe heeft het onderzoek van het lectoraat zich vooral geconcentreerd op het grensvlak van natuurkunde en scheikunde. Recent is een lector Life Sciences, in de persoon van Stephan Peters, aan het lectoraat toegevoegd om de verbinding richting biologisch onderzoek beter te kunnen maken. Daarnaast voeren we af en toe projecten uit over de grens van ons instituut, bijvoorbeeld in samenwerking met Engineering. Dit heeft onlangs een nieuwe impuls gekregen met de op-



De docenten v.l.n.r.: Peter Ketelaars, Martijn van Dongen, Jan Bernards en Jan van Lierop.

richting van het Objexlab [1] als onderdeel van het expertisecentrum High Tech Systems & Materials. In het Objexlab zijn verschillende 3D-printtechnieken aanwezig die worden ingezet bij gezamenlijke projecten.”

Wat kunnen studenten verwachten van het lectoraat?

Bernards: “Het doen van onderzoek is een belangrijke competentie die onze studenten dienen te ontwikkelen tijdens hun studie. Het lectoraat en de samenwerking met het bedrijfsleven biedt de studenten hiervoor volop mogelijkheden. Dit begint al in het eerste jaar, als studenten via kennismakingsprojecten in aanraking komen met het doen van onderzoek. Daarna komen in het tweede jaar de hierboven genoemde projecten aan bod, die geënt zijn op vraagstellingen

vanuit het bedrijfsleven. Onze studenten van Technische Natuurkunde volgen in het tweede jaar een cursus vacuümtechniek. In het derde jaar en vierde jaar vinden de stage- en afstudeeropdrachten plaats, maar de studenten voeren ook op individuele basis kleinere onderzoeksprojecten uit.”

Hoe wordt de keuze voor de projecten bepaald? Is dit vooral georiënteerd op de industrie of komen jullie zelf met ideeën?

Bernards: “Veel projecten zijn gebaseerd op een vraagstelling vanuit het bedrijfsleven. Natuurlijk hebben wij daar zelf ook ideeën bij, die wij inbrengen. En ook voeren wij verkennende projecten uit om te bekijken of wij op bepaalde gebieden interessant onderzoek kunnen doen. In dat geval hebben wij gesignaleerd dat daar in het werkveld behoefte aan is. De basis blijft het doen van toepassingsgericht onderzoek.”

Kan een student zijn eigen project kiezen?

Bernards: “Wij hebben behoorlijk veel projecten, maar zijn ook altijd op zoek naar iets nieuws. Vaak proberen we via subsidietrajecten nieuwe projecten binnen te halen om ze op die manier te kunnen financieren. Als studenten met

Dr. Jan Bernards
Lector Thin Films & Functional Materials
 Rachelsmolen 1 (R1, 0.221)
 5612 MA Eindhoven
 postbus 347
 5600 AH Eindhoven
www.fontys.nl (onderzoek)
 0885074280/0651526272
j.bernards@fontys.nl

Depositie methoden

De volgende depositietechnieken zijn aanwezig in het laboratorium van het lectoraat Thin Films & Functional Materials:

- **Inkjetprinten.** Twee systemen van PixDro, onderdeel van Roth & Rau. Bij een van de inkjetprintsystemen kan de printkop vervangen worden door een plasmaprintkop van InnoPhysics (foto's hieronder).



- **Spincoaten.** Systeem van Karl Suss.
- **Zeefdrukken.** Apparaat van Atma (foto hieronder).



- **Vacuümsysteem in glovebox (MBraun) met bronnen voor opdammen en sputteren (foto hieronder).**



- **Opdammen in vacuüm (Balzers, foto pagina 9 rechts).**
- **Sputtersysteem (Emitech) voor het sputteren van een goudlaagje op samples voor de SEM.**
- **Slot die coater van de firma Coatema.**

goede ideeën komen, staan wij daar ook voor open.”

Vacuümsystemen

Kun je voorbeelden geven van hoe het vacuüm wordt gegenereerd en welke rol het speelt in de opstellingen?

Bernards: “In het vacuümsysteem van MBraun, dat wij hebben aangeschaft in 2006, wordt het vacuüm gegenereerd middels een rotary vane-voorvacuüm-pomp van Edwards en een turbopomp van Leybold. Hiermee kunnen we een vacuüm bereiken van ongeveer 2×10^{-6} millibar. Het systeem van Balzers (BAK 600) is ondertussen zo'n 25 jaar oud. We hebben het bijna tien jaar geleden gekregen van OTB (nu Roth & Rau). Het vacuüm wordt gegenereerd door twee in serie geschakelde voorvacuümpompen, een rotary vane-pomp en een rootspomp, plus een cryopomp. Als we ons best doen, halen we daarmee een vacuüm van ongeveer 5×10^{-7} millibar. Met uitstoken van het vacuümsysteem is in principe een nog beter vacuüm bereikbaar, maar voor onze onderzoeken tot nu toe is een vacuüm tussen 10^{-6} en 10^{-5} millibar goed genoeg. In deze systemen wordt vacuüm gebruikt om de vrije weglengte van het te deponeren materiaal groot genoeg te maken en om reactie van het materiaal met de aanwezige restgasmoleculen zo veel mogelijk te vermijden.”

“Het Emitech-systeem bevat alleen een voorvacuümpomp van Edwards en wordt gebruikt bij een vacuüm van 0,1 mbar, wat voor het deponeren van goud goed werkt.”

Kan je me wat vertellen over de analysemethoden die jullie tot je beschikking hebben en hoe jullie deze toepassen?

Bernards: “De volgende zes analysemethoden zijn in ons laboratorium aanwezig:

- **Profilometer van Ambios.** Hiermee kunnen we de ruwheid van een oppervlak en de laagdikte van aangebrachte lagen tot op enkele nanometers nauwkeurig bepalen;



Studenten krijgen uitleg over het vacuümsysteem in de glovebox waarin het aluminium wordt gedeponereerd.

- Contacthoekmeter van DataPhysics. Naast de contacthoek kan hiermee ook de oppervlaktespanning van een druppel en de oppervlakte-energie van een oppervlak worden gemeten. Wij gebruiken dit apparaat veel om te bepalen hoe hydrofiel of hydrofoob een oppervlak is, zowel voor als na het aanbrengen van een coating en/of het voorbehandelen van een oppervlak;
- Rheometer van Rheometric Scientific, voor het meten van de viscositeit van materialen als functie van de temperatuur. Omdat het apparaat ook lage viscositeiten kan meten en er voor de meting slechts weinig materiaal nodig is, kunnen we hiermee ook goed onze inktten voor het inkjetprinten karakteriseren;
- Dichtheidsmeter van Anton Paar voor het meten van de dichtheid van een vloeistof;
- Scannende elektronenmicroscop (SEM) van Phenom World. Hiermee kan een oppervlak tot een vergroting van $20.000 \times$ bekeken worden. Dit ap-

paraat is eenvoudig in gebruik en wordt door studenten regelmatig gebruikt binnen allerlei projecten, zoals het bekijken van microdeeltjes, aangebrachte lagen en structuren, biologische samples;

- Optisch meetapparaat van Eta Optik voor het meten van reflectie en transmissie van een sample.

Daarnaast hebben wij nog een analytisch laboratorium waar een reeks van de meest gangbare chemische meetmethoden aanwezig is.”

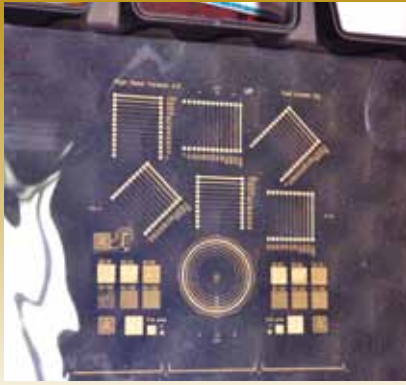
Onderzoeksresultaten

Kan je me enkele mooie onderzoeksresultaten noemen waar jullie trots op zijn?

Bernards: “De afgelopen jaren hebben wij behoorlijk wat onderzoek gedaan naar het inkjetprinten van verschillende materialen (nanodeeltjes, zilverzouten, polymeren) en microplasmabehandeling. Het inkjetprinten was gericht op het printen van elektrisch geleidende structuren en het onderzoeken van het samenvloeien van druppels en het menggedrag.



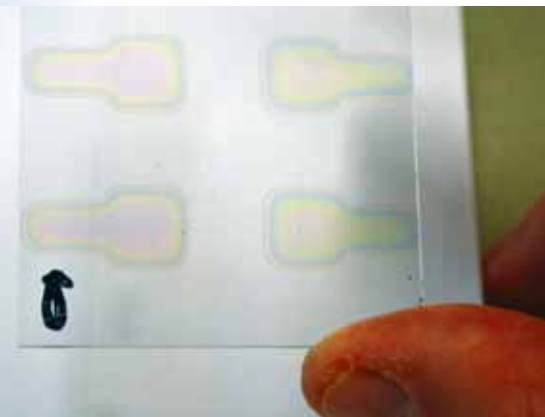
Het systeem van Balzers (BAK 600).



Gezeefdrukte testpatronen.

Zeefdrukken van RFID-chips

Tijdens het practicum is ook Daan de Vos bezig met zijn derdejaars stage-opdracht. Hij meet de viscositeit van een zilverhoudende pasta. Deze pasta wordt gebruikt om kleine geleidende kanalen te fabriceren, door middel van een zeefdruk (zie pagina 8, links). De viscositeit van de pasta moet precies goed zijn om een goed gedefinieerd patroon te kunnen maken. Als de viscositeit niet goed is zal de pasta teveel vloeien of niet goed door de zeef gedrukt worden bij de kleinste patronen. Met behulp van dit soort zeefdrukken worden antennes voor radiofrequentie-identificatie (RFID) gemaakt. Deze kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt om producten in een supermarkt automatisch te scannen als de koper door een poort loopt. Zo hoeven niet alle producten afzonderlijk gescand te worden.



Transparante contacten van indium-tinnoxide (ITO), door de studenten gemaakt met behulp van sputteren.

Het microplasma printen was gericht op de lokale modificatie van een oppervlak om, onder andere, het printresultaat van het inkjetprinten te beïnvloeden. Met de plasmaprintkop kan op kleine schaal een atmosferisch plasma worden gecreëerd. Tussen de kop en het te behandelen substraat wordt een gas gevoerd: stikstof, zuurstof, lucht of argon. Er wordt een hoogspanning aangebracht tussen de substraattafel en de metalen pennen van de plasmaprintkop, die een diameter hebben van 50 μm of 200 μm . Deze pennen worden op-en-neer bewogen en in de onderste positie ontstaat lokaal het plasma. Een plastic substraat kan zo lokaal veel hydrofieler worden gemaakt. Daarnaast is het ook mogelijk materiaal

aan het gas toe te voegen om lokaal depositie van het materiaal te bewerkstelligen. Zo kan bijvoorbeeld het oppervlak lokaal worden gesilaneerd en hydrofoob worden gemaakt. Halverwege dit jaar is collega Martijn van Dongen op dit onderzoek gepromoveerd [2].”

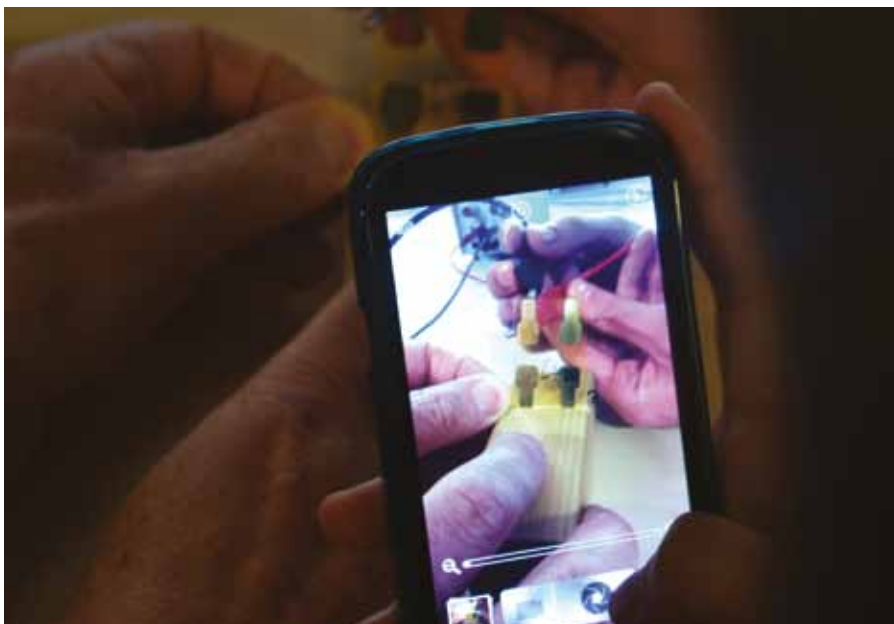
“Een ander onderzoek was naar het sputteren van transparante geleidende oxides, zoals IndiumTinOxide (ITO) en AluminiumZinkOxide (AZO). Met ITO is het gelukt om de geleidbaarheid van commercieel verkrijgbare (maar dure) lagen te benaderen. Deze kunnen gebruikt worden in een practicum voor studenten om OLEDs te maken. Met AZO is de geleiding nog behoorlijk slecht, hier is nog een verbeteringsslag nodig om bruikbare lagen te verkrijgen.”

Hoe proberen jullie de studenten te motiveren om de projecten met succes af te ronden?

Bernards: “Dat begint al met het formuleren van de opdracht. Deze moet voldoende uitdagend zijn, maar wel realistisch. Als het daarnaast ook duidelijk is dat er iets gaat gebeuren met de resultaten, dan geeft dat extra motivatie. Dat maakt de link van onze projecten met het bedrijfsleven ook zo belangrijk.”

Referenties

- 1 <http://www.objexlab.com>
- 2 Martijn van Dongen, *μ Plasma patterning and inkjet printing to enhance localized wetting and mixing behaviour*, Proefschrift Universiteit Twente (2014).



Studenten meten de eigenschappen van de leds.

Student of promovendus? Win 1000 euro!



FOTO MARIAN VERSLUJUS-HELDER

Wil jij een winnaar zijn, net als Ronald van Leeuwen in 2014, en presenteer jij je werk tijdens de NEVAC-dag op 17 april 2015 in Groningen? Win jij 1000 euro, de NEVAC-prijs voor het beste artikel gerelateerd aan vacuüm?

Deel je onderzoek en je kennis op het gebied van vacuümtechniek in een helder geschreven artikel van 2000 woorden. De lezers van het *NEVAC blad* hebben een technische, fysische of chemische achtergrond en aan jou de taak om voor dit brede publiek een begrijpelijk verhaal te schrijven. Stuur het uiterlijk **1 februari 2015** naar: redactie@nevac.nl

Geplaatste artikelen van studenten/promovendi worden **altijd beloond met 250 euro!**

Ken je iemand die het *NEVAC blad* niet leest en wel een toepasselijk artikel kan schrijven, wijs die persoon dan op de mogelijkheid om deel te nemen. Bijdragen in het Engels van in Nederland werkende niet-Nederlands-taligen zijn welkom.

Uitgebreide richtlijnen voor auteurs staan op:
www.nevac.nl/1019/richtlijnen-voor-auteurs

Do you want to be a winner, like Ronald van Leeuwen in 2014, and are you going to present your work during the next NEVAC day in Groningen, April 17, 2015? Will you receive 1000 Euro: the NEVAC prize for the best paper related to vacuum?


Share your research and knowledge on vacuum related science in a clearly written 2000 word paper. *NEVAC blad* readers have technical, physical or chemical backgrounds and all of them should be able to understand your article. The deadline is **February 1, 2015**. Email your paper to: redactie@nevac.nl

Notice that NEVAC always rewards published articles written by (PhD) students **with 250 Euro!**

If you know a student with a great vacuum research story to tell, whom might not receive this *NEVAC blad* please pass on this message. Non-Dutch speaking students working in the Netherlands are allowed to publish in English.

Extensive author guidelines are published at:
www.nevac.nl/1370/author-guidelines

Duizenden topwetenschappers bijeem in Baltimore



Een belangrijk onderdeel van de buitenlandexcursie die de NEVAC in oktober 2015 organiseert, is de deelname aan het 62^e symposium van de AVS. Dat was een goede reden om dit jaar in november af te reizen naar Baltimore, waar de 61^e aflevering plaatsvond. Drieduizend internationale deelnemers kwamen daar bij elkaar voor 143 wetenschappelijke parallelsessies met in totaal 1276 presentaties, plus een grote beurs met bijna 150 stands van bedrijven, uitgevers en wetenschappelijke organisaties. Een verslag van een zeer boeiende en gevarieerde week in de Verenigde Staten.

Claud Biemans

Het belangrijkste thema van het zesdaagse symposium was de kennis en technologie van materialen, oppervlakken en interfaces die van belang zijn voor het maken van nieuwe praktische toepassingen. Uiteenlopend van biointerfaces, elektronische, magnetische en fotonische materialen, toegepast op nanoschaal of groter. De bijeenkomst wordt gezien als de belangrijkste jaarlijkse bijeenkomst voor verschillende vakgebieden: dunne films, plasmatechnologie en -wetenschap, geavanceerde oppervlaktetechnologieën, actiniden en zeldzame aarden.

Deze onderwerpen hebben niet per se met vacuüm te maken. De naam AVS

wordt daarom tegenwoordig alleen nog als afkorting gebruikt en niet meer uitgeschreven als American Vacuum Society. Vanwege het goed gevulde programma beginnen de sessies om 8.00 uur 's ochtends en ze gaan op sommige dagen door tot 18.20 uur. Onderzoekers die verbonden zijn aan Nederlandse universiteiten en instituten leveren een grote bijdrage aan het programma. Dat is geen wonder, omdat er ook zeven Nederlanders in de programmacommissie blijken te zitten. Omdat ik zelf geen voorkeur heb voor een bepaald specialisme, besluit ik een programma samen te stellen van lezingen door mensen uit Nederland en daar kan ik de dagen goed mee vullen.

Spatial ALD

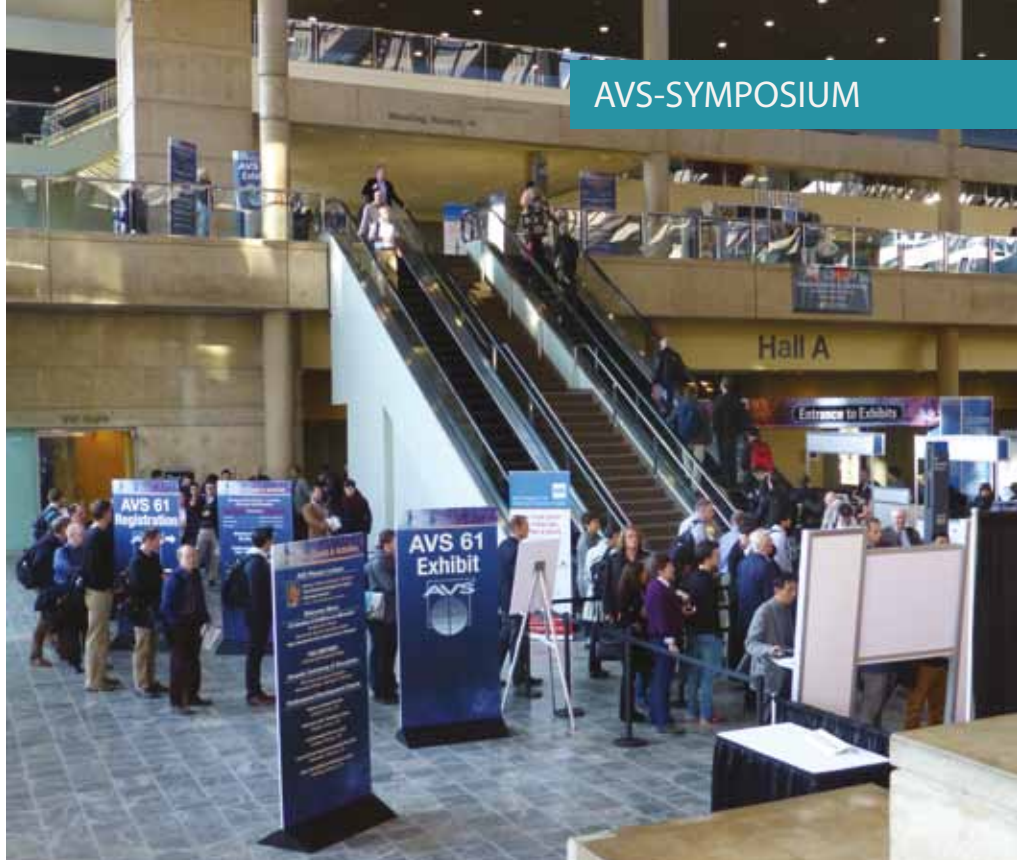
Het opschalen van atoomlaagdepositietechnieken (*spatial* ALD) komt tijdens de eerste dag als belangrijk thema naar voren. Een van de sprekers is Andrea Illiberi (TNO), dit jaar winnaar van de Paul H. Holloway Young Investigator Award van de AVS "voor zijn baanbrekende bijdragen aan de ontwikkeling van innovatieve depositietechnieken bij atmosferische druk". Hij vertelt over *spatial* ALD-technieken die bij TNO in ontwikkeling zijn. Op labschaal kan TNO binnen enkele minuten dunne films met een relatief groot oppervlak maken door middel van blootstelling van een substraat aan precursors en deposi-

tiegassen in verschillende processtapen achter elkaar. De aangroei snelheid van atomaire lagen is hoog: 1 nm/s. Op deze manier kunnen bijvoorbeeld op een minder kostbare manier CIGS (koper-indium-gallium-selenide) zonnecellen gemaakt worden en OLED-displays. Als bufferlaag wordt daarvoor momenteel cadmiumsulfide (CdS) gebruikt, maar dat materiaal absorbeert behoorlijk veel golflengtes van het zichtbare licht en dit proces is zeer verontreinigend. Daarom wordt er nu geprobeerd om de laag te vervangen door zinksulfide, ZnS.

Het verhaal van Karel Spee van Smit Ovens in dezelfde sessie sloot hier nauw op aan. Smit Ovens produceert thermische apparatuur voor de kostenefficiënte productie van zonnecellen met behulp van spatial ALD. Bij de productie van dunne-laagzonnecellen hebben de temperatuur en de verblijfsduur van het materiaal in een omgeving met hoge temperatuur een sterke invloed op de brekingsindex van het product, dus deze factoren moeten zeer nauwkeurig gecontroleerd worden. Op korte termijn neemt Smit Ovens hiervoor een nieuw systeem in gebruik waardoor het productieproces honderd keer sneller wordt.

Menselijk

Tijdens het hele symposium is er slechts één plenaire lezing en die werd dit jaar gegeven door Tobin J. Marks (Northwestern University, VS). Zijn verhaal ging over de opschaling van printbare flexibele elektronica en zonnecellen. Opnieuw een verhaal waaruit blijkt dat het bij de opschaling van dit soort technieken moeilijk is om in vacuüm te werken. Het is noodzakelijk om op zoek te gaan naar nieuwe methoden bij atmosferische druk. Daarbij komen nog allerlei onopgeloste problemen op het gebied van ladingstransport en interfaces om de hoek kijken. Marks is optimistisch over een combinatie van het gebruik van organische en anorganische materialen, volgens hem een logische combinatie als je ziet hoe functioneel het menselijk lichaam is.



Drukte bij de aanmeldingsbalie van het AVS-symposium.

Veelbelovend zijn volgens hem geprinte bismuth-thiofeen-imide-zonnecellen, die stabiel zijn dan andere op polymeeren gebaseerde zonnecellen.

Tijdens de eerste dag is er tijdens de pauzes geen koffie en geen lunch (uitgezonderd voor degenen die de zeer lange rij bij de Starbucks in het Baltimore Convention Centre overleven), maar wel een warm onthaal door de AVS voor iedereen die voor de eerste keer het symposium bezoekt. De AVS-staf en het bestuur, dat volledig uit vrijwilligers bestaat, nemen uitgebreid de tijd om zichzelf en de AVS voor te stellen en te vertellen welke activiteiten er zijn voor de leden. Ook is er aan het einde van de eerste middag een speciale welkomstborrel voor nieuwe leden, waarbij actieve AVS-leden spontaan op de mensen afstappen, zodat de organisatie snel een menselijk gezicht krijgt.

Daarnaast organiseert de AVS gedurende de week cursussen op het gebied van vacuümtechniek, korte workshops over onder andere ondernemerschap, de balans tussen werk en privéleven, en over de mogelijkheden voor financiering van onderzoek door de National Science Foundation in de VS.

Ultraschoon

Norbert Koster van TNO gaf maandagmiddag een verhaal over het belang en het bereiken van ultraschoon vacuüm. Zeker bij de ontwikkeling van de nieuwste extreem-ultraviolet-chipsmachines is het ultraschoon werken extreem belangrijk. Het is verbazingwekkend wat er allemaal voor nodig is om dat te bereiken en dat dat nog lukt ook. Geen van de gebruikte materialen mag in het vacuüm verontreinigende moleculen of atomen loslaten en daarom kan er nergens in de opstelling vet gebruikt worden. Op dit moment zijn de resist en de extreem-uv-lichtbron, die gebruikmaakt van tindruppeltjes, nog bronnen van vervuiling. Iedere stap in het productieproces moet worden vastgelegd en mag geen verontreinigingen opleveren, tot en met het transport van onderdelen van alle leveranciers. De belangrijkste factor hierbij is de discipline van al het personeel, waarbij de handelingen van soms wel duizend personen van belang zijn. Op dit moment bouwt TNO voor verder onderzoek een nieuw apparaat voor elektronenlithografie, dat eind 2015 in gebruik wordt genomen. De laatste spreker uit Nederland van de eerste dag was Han Zuilhof van Wage-



Impressie van de beurs.

den promovendi bij Kessels. De middag wordt afgesloten door Adriana Creatore (TU/e) over de rol die titaniumoxide kan spelen als blokkeringslaag tegen recombinatie van elektronen in zonnecellen. Hierdoor neemt het maximum voltage van de zonnecel toe, zeker bij lage lichtintensiteiten, en degradeert de zonnecel aanmerkelijk minder snel.

De dinsdag eindigt 's avonds met een postersessie, tegelijkertijd met de borrel die in de posterzaal plaatsvindt. Het is er zo druk dat sommige postergangen geheel gevuld zijn met hartstochtelijk discussiërende en netwerkende jongere en oudere onderzoekers. Het duurt daarom even voordat ik de poster vind van Waldo Bongers (DIFFER) over onderzoek naar de efficiënte manier om kooldioxide met behulp van een plasma om te zetten in waterstof en methaan, onderzoek waar ook AVS-fellow en directeur van DIFFER Richard van de Sanden bij betrokken is. Ik zie dat het ook niet alleen promovendi zijn die hier met een poster aandacht vragen voor hun werk. Er zijn ook vertegenwoordigers van instituten bij die graag willen vertellen over de mogelijkheden voor het gebruiken van allerlei onderzoeksfaciliteiten.

Snel terug

De woensdagochtend begint extra vroeg. Ik heb me opgegeven als vrijwilliger bij de hardloophwedstrijd van vijf kilometer die om 6.30 uur in de ochtend plaatsvindt rond de mooie, maar op dat moment mistige haven van Baltimore, vlakbij het Convention Centre. Als ik daar om half zes naartoe wandel, zie ik dat er al volop gejogd wordt in de stad. Maar dat er al zo vroeg op een woensdagochtend een wedstrijd is met 110 deelnemers, daar kijken de mensen toch van op.

Ik wijs de renners op een keerpunt de goede richting. Als een van de eersten komt Erwin Kessels voorbij. "Ja," zegt hij later, "Ik moest wel snel terug zijn, want

ningen Universiteit. Met behulp van lagen van een serie alkynen met daaraan verschillende aantallen fluor-atomen kan hij de oppervlaktespanning en adhesiekracht van materialen beïnvloeden. Door de bijzonder lage wrijving die dat oplevert, worden materialen slijtvast. Smeren met vet tussen bewegende onderdelen kan hierdoor overbodig worden.

Kleine wereld

Op dinsdag gaat de bedrijvenmarkt open. In een immense hal presenteren meer dan honderd bedrijven en instellingen hun producten en diensten. Volgens een van de standhouders is het een kleine wereld, iedereen kent elkaar. De beurs wordt goed bezocht. Koffie en lunch worden tussen de stands in geserveerd en de AVS heeft verschillende attracties tussen de standhouders georganiseerd waardoor je de beurs graag op verschillende momenten bezoekt. Zo is er een kampioenschap tafelvoetbal en een wedstrijd Black Jack, een dagelijkse tombola met mooie prijzen, je kunt een foto van jezelf met grappige hoedjes laten maken, je portret laten tekenen en elke dag stemmen voor de kunstcompetitie, bestaande uit achttien fraaie afbeeldingen gemaakt tijdens wetenschappelijk onderzoek. En er staan verschillende mensen klaar voor het geven van een verfrissende massage. Een mooi onderdeel van de beurs, dat goed bezocht wordt, zijn bedrijfspresentaties. Zo kunnen standhouders in twintig minuten uitleggen hoe nauwkeurig er gemeten kan worden met de nieuwste apparatuur die het bedrijf verkoopt en laten zien waar de ontwikkelde beeld-

vormingstechnieken toe in staat zijn. Ook zijn er presentaties van mensen die vertellen over hun loopbaan bij verschillende bedrijven. De AVS heeft tijdens de beurs een afdeling waar bedrijven en universiteiten vacatures kunnen ophangen en waar geïnteresseerden hun cv kunnen presenteren aan bedrijven. Er zijn zelfs ruimtes ingericht voor kennismakings- en sollicitatiegesprekken.

Grafeen en zonnecellen

Natuurlijk gaan de wetenschappelijke sessies ook gewoon door. Tijdens de tweede dag vertelt Petra Rudolf (RU Groningen) over de elektronenstructuur van grafeen op geleidende en niet-geleidende substraten en over het maken van grafeen met een groot oppervlak, voor gebruik in bijvoorbeeld beeldschermen. Jurjen Emmelkamp (Solliance) beschreef onderzoek naar wat er gebeurt na de seleniseringsstap tijdens de productie van CIGS (koper-indium-gallium-selenide) zonnecellen. Na verloop van tijd reageren koper en gallium tot Cu_9Ga_4 en koper en indium reageren tot $Cu_{16}In_9$. Dit heeft invloed op de eigenschappen en efficiëntie van de zonnecel.

Erwin Kessels (TU/e) is dinsdagmiddag moderator van de sessie ALD for Energy. Daarin komen eerst ALD-methoden voor het maken van lithium-ion- en andere soorten batterijen aan de orde, met sprekers van Amerikaanse universiteiten. Daarna volgt onderzoek aan chemische passivering van oppervlakken van silicium zonnecellen door Bas van de Loo, en over transparante geleidende oxidelagen voor zonnecellen door Bart Macco, bei-

al vroeg in de ochtend stond mijn lezing op het programma”. Zijn verhaal gaat over het maken van SiN_x materialen die de ruimte tussen gestapelde transistoren op nanoschaal vullen, iets dat lastig voor elkaar te krijgen is met behulp van ALD. De groep van Kessels krijgt het nu voor elkaar met behulp van een N_2 -plasma in verschillende cycli met een remote plasma-ALD-reactor.

In een andere zaal vertelt Hans Fredriksson (TU/e) over zijn onderzoek aan de oxidatietoestand en de reactiviteit van koperkatalysatoren. Die worden onder andere gebruikt voor methanolproductie uit kooldioxide en water. De katalysatoren worden onderzocht met behulp van een nieuw type sensoren die indirect resonanties van gelokaliseerde oppervlakteplasmonen van nanomaterialen kunnen meten (*Nanoplasmonic Sensing*, NPS).

Irene Groot (UL) laat in een andere sessie zien dat ze katalysatoren in werking live in beeld kan brengen met behulp van rastermicroscopie (*scanning probe microscopy*, SPM) onder industriële omstandigheden, dus relatief hoge temperatuur en atmosferische of hogere druk. Ze vertoonde onder andere beelden van stikstofmonoxide, op het oppervlak van een platinakatalysator, waar het gereduceerd wordt tot ammoniak. Er wordt ook gewerkt aan de bestudering van de Fisher-Tropsch-reactie, voor het omzetten van koolmonoxide met waterstofgas in vloeibare koolwaterstoffen.

Weer een heel ander onderwerp wordt aangesneden door Clemens van Blitterswijk (Universiteit Maastricht). Hij werkt aan de regeneratie van weefsels van levende organismen. Hiervoor bestudeert hij celtgroei van stamcellen op zogenaamde topochips, waarvan de vorm met zeer kleine stempels wordt aangepast. De vorm van het oppervlak heeft een groot effect op de ontwikkeling van de cellen. Hij vertelt over de ontwikkeling van slimme manieren waarop deze vormeffecten snel en op grote schaal onderzocht kunnen worden.



Woensdagochtend 6.30 uur: de AVS 5K run.

Plasma Prize

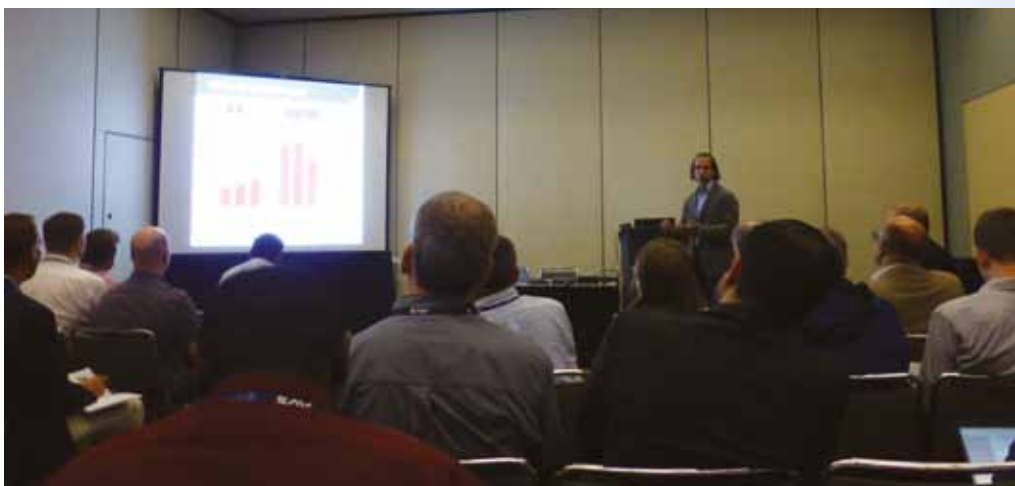
Ik krijg van Erwin Kessels een seintje dat ik ook even bij de Plasma Science en Technology sessie moet gaan kijken. Daar heeft Richard van de Sanden zojuist de Plasma Prize gekregen voor zijn bijdrage aan de wetenschap en technologie op het gebied van plasma's, een bijzondere erkenning voor het werk van Van de Sanden door deze sectie van de AVS.

De woensdagavond staat ook geheel in het kader van prijsuitreikingen, tijdens een gezamenlijk diner in een feestelijk aangeklede zaal. Er zijn verschillende prijzen voor veelbelovende studenten, vijf prijzen waarmee de AVS excellente onderzoekers bekroont, en nieuw benoemde AVS-fellows worden in de spotlights gezet. Een countrybandje luistert de feestelijke avond op, maar de zaal

stroomt al snel leeg na het diner. Ook mijn dag is al zo lang dat mijn voetjes niet meer van de dansvloer gaan.

Kunst en cultuur

Gedurende de laatste dagen van het symposium zijn er sessies georganiseerd over de conservering van kunst en historische voorwerpen als gebouwen en documenten. Ook daarvoor is kennis van oppervlaktefysica en -chemie van groot belang. Ik zie voorbeelden langskomen van het inlijsten van documenten als de eerste grondwet van de Verenigde Staten in speciale luchtdichte frames, vol sensoren, met daarin helium of argongas. En hoe restaureer je gietijzeren daken die in het verleden roestvast gemaakt zijn met een speciale verf met een Hongaars patent, maar die na honderd jaar toch zijn beschermende functie verliest? En moet



Veel belangstelling voor het verhaal van Erwin Kessels over het maken van SiN_x materialen die de ruimte tussen gestapelde transistoren op nanoschaal vullen.

«Easy close» all-metal angle valve

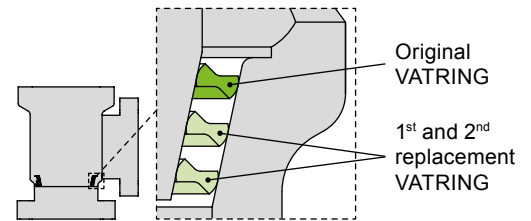
For vacuum processes with extreme UHV requirements

Series 54.1, DN 16–63 ($\frac{5}{8}$ "–2 $\frac{1}{2}$ ")



www.vatvalve.com

- Easy operation, no torque wrench required
- High conductance
- Maintenance-free



UHV system engineers are often challenged with particulates in the vacuum envelope and the damage that they can cause to all-metal valve seats. To reduce the problem, FLEX VATRINGS use new sealing surfaces on lower levels.

Replacement in the field is easy with no polishing or machining required. This extends the life of the valve by up to three times.

The Small Machine for Big Ideas

- Ideal for metals , dielectrics & TCOs
- Standard and "lift off" geometries
- Thermal and E-gun technologies
- Handles 2, 4 or 6 inch substrates
- Low running and material costs
- Footprint only 2 m² for small lab spaces
- Simple operation for multiple users

With enhanced capabilities

- Integration of additional sputter sources
- Integration of BB Optical Monitoring
- Heating, cooling and custom tooling



The new BAK Evaporation platform for R&D



je oude, uit elkaar vallende boeken wel of niet conserveren door het deponeren van een laag paryleen? Boeiende onderwerpen uit een verrassend toepassingsgebied.

De donderdag brengt weer interessante verhalen en veel daarvan komen opnieuw uit Eindhoven. Richard van de Sanden spreekt over het maken van silicium nanokristallen en meten van de afmetingen daarvan met behulp van de snelle, niet-destructieve methode van ramanverstrooiing. Adriana Creatore vertelt over het probleem van nanoporiën in de beschermende coating van organische leddisplays. Als daar water doorheen komt, ontstaan er zwarte vlekjes op het scherm, die niet te repareren zijn. Met behulp van elektrochemische impedantie spectroscopie en ellipsometrische porosimetrie probeert ze het probleem en mogelijke oplossingen in kaart te brengen. Het verhaal van Paul Poodt (Holst Centre/TNO) sluit daar mooi op aan. Uit zijn onderzoek blijkt dat de door het Holst Centre met behulp van ALD aangebrachte bovenlaag, die uit meerdere sublaagjes bestaat, de beste bescherming biedt tegen het doordringen van water. Het Holst Centre werkt nu aan de opschaling van het aanbrengen van deze multilagen voor flexibele displays.

NEVAC-excursiereis 2015 naar San José



Van zondag 18 oktober 2015 tot vrijdag 23 oktober 2015 vindt in het San José Convention Center, San José, California de AVS 62nd International Symposium & Exhibition van de American Vacuum Society plaats. De volgende buitenlandexcursie willen we rond deze gebeurtenis organiseren. Zet de datum vast in je agenda.

Op de volgende NEVAC-dag zullen we onze gedetailleerde plannen presenteren. Maar zodra er nieuws is zetten we het op de website www.nevac.nl, houd die dus in de gaten.

Gebruik alvast het formulier op de website om aan te geven dat u interesse heeft in de excursie

De buitenland-excursiecommissie: Rob Klöpping, Norbert Koster, Erwin Kessels

Buitenlandexcursie

Het is niet mogelijk om een volledige beschrijving te geven van alle Nederlandse bijdragen aan de AVS-bijeenkomst in Baltimore, laat staan om volledig te zijn over het complete programma. Duidelijk mag zijn dat er in de volle breedte veel

nieuws valt te horen en zien vanuit de frontlines van wetenschap en technologie. Mocht u het volgend jaar zelf willen meemaken, meld u dan aan als geïnteresseerde voor de buitenlandexcursie die de NEVAC in oktober 2015 organiseert, via het formulier op www.nevac.nl

Oeuvreprijs AVS voor plasmaspecialist Richard van de Sanden

DIFFER-directeur Richard van de Sanden kreeg op 11 november 2014 in Baltimore de Plasmaprijs van de Plasma Science and Technology Division van de AVS. Deze oeuvreprijs wordt elk jaar uitgereikt voor topbijdragen in plasmaonderzoek en -technologie. Richard van de Sanden krijgt de prijs voor zijn bijdragen op het gebied van plasmadepositie van materialen en voor fundamenteel onderzoek naar de fundamentele mechanismes van plasmadepositie.

“Een enorme eer om deze prijs van mijn collega’s te krijgen”, reageert Van de Sanden. Hij geeft als directeur van DIFFER leiding aan het onderzoeksthema solar fuels, dat werkt aan efficiënte opslag en transport van duurzame energie in de vorm van CO₂-neutrale brandstof. Richard van de Sanden is hoogleraar aan de Technische Universiteit Eindhoven, waar hij tot zijn aanstelling bij DIFFER in 2011 hoofd was van de groep Plasma and Materials Processing.

Gieljan de Vries



Tweede generatie variabele temperatuur SPM voor spectroscopie

In dit artikel presenteren we het ontwerp en de eerste resultaten van een tweede generatie variabele temperatuur rastersondemicroscop (scanning probe-microscop, SPM). Deze is ontwikkeld voor het verbeteren van de prestaties van tunnelspectroscopie bij lage en variabele temperaturen. De nieuwe microscoop voor ultrahoog vacuüm is gebaseerd op een nieuw ontwerp van de objecttafel (stage) die met behulp van een flowcryostaat gekoeld kan worden met vloeibaar stikstof of helium. In tegenstelling tot eerdere variabele temperatuur SPM's, waarin alleen de temperatuur van het object werd verlaagd, wordt in deze nieuwe SPM tevens de scanner met naald (tip) gekoeld.

Ad Ettema, Carsten Troepner, Mehmet Atabak, Jürgen Koebler, Bernd Uder

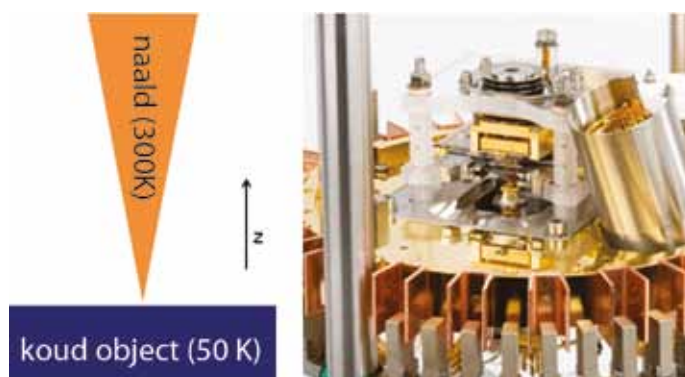
Oxford Instruments Omicron Nano Technology, 65232 Taunusstein, Duitsland
ad.ettema@oxinst.com

Al sinds het eind van de jaren 1980 zijn er commerciële rastersondemicroscopen verkrijgbaar voor metingen bij kamertemperatuur in ultrahoog vacuüm. Door de toenemende belangstelling voor deze techniek ontstond de vraag naar het gebruik ervan bij verschillende temperaturen, bijvoorbeeld voor het bestuderen van temperatuur-afhankelijke effecten als katalytische reacties, het immobiliseren van moleculaire structuren op een oppervlak, of het vergroten van de resolutie van spectroscopie bij lagere temperaturen. Commerciële variabele temperatuur

rastersondemicroscopen (VT SPM) zijn beschikbaar sinds 1994. Deze apparaten zijn zo ontworpen dat het object kan worden gekoeld of verwarmd, terwijl de rest van het instrument op kamertemperatuur gehouden wordt (figuur 1). Koeling van het object vindt plaats met behulp van een flexibele aansluiting op een flowcryostaat. Met dit ontwerp kunnen in het algemeen objecttemperaturen van 25 K worden bereikt.

Met dit eerste VT SPM-concept zijn moleculaire structuren met succes afgebeeld bij lage temperaturen [1,2]. Het was te-

vens geschikt voor de studie van groei-processen bij lage temperaturen [3,4,5], en voor spectroscopische metingen aan organische films bij kamertemperatuur en lage stroomsterktes [6]. Maar voor speciale spectroscopische metingen bij lage temperatuur is dit ontwerp met een koud object en een warme naald niet ideaal. Deze combinatie resulteert in thermische drift en de resolutie is beperkt. Daarom zijn de meeste spectroscopische experimenten bij lage temperatuur [7,8,9] uitgevoerd met LT-SPM's die gebaseerd zijn op een badcryostaat met een afgeschermd objectomgeving die in zijn geheel gekoeld wordt. Vergelijken met eerdere variabele-temperatuursystemen zijn deze apparaten complexer en hierdoor significant duurder. Het is daarom interessant een nieuw ontwerp voor variabele temperaturen te ontwikkelen, met verbeterde thermische drift, lagere temperatuur, verbeterde eigenschappen voor tunnelspectroscopie, dat tevens geschikt is voor het upgraden van bestaande VT-SPM systemen tegen redelijke kosten.



Figuur 1 De Omicron VT SPM, een variabele temperatuur SPM met een 'warme naald'. Alleen het object wordt gekoeld, terwijl de omgeving van het object op kamertemperatuur wordt gehouden.

Ontwerp van de objecttafel

Bij het ontwerp dat hier gepresenteerd wordt, lag het focus op de belangrijkste functionaliteiten en een kleine en compacte objecttafel (figuur 3). Voor een grote stabiliteit is de nieuwe compacte scanner, waarin naalden in situ gewisseld kunnen worden, direct gemonteerd op de STM-objecttafel. Het object is gemonteerd op een r, Φ regeling voor grove beweging in z- en x-richting. Het object wordt vastgeklemd door klemveren die worden geactiveerd met behulp van een *wobble stick* na het plaatsen van het object op de objecttafel (figuur 4). Zo wordt verhinderd dat het klemmechanisme belast wordt tijdens plaatsing en wegnemen van het object, waardoor de klemveren na verloop van tijd hun klemkracht verliezen. De objecttafel heeft twee poorten met openingen voor de optiek en één voor in situ opdamperexperimenten. De totale diameter van de objecttafel is slechts 60 mm.

Technische gegevens:

Scanbereik (en offset) (x,y,z):

2,9 μm x 2,9 μm x 0,9 μm (300 K)

1,5 μm x 1,5 μm x 0,5 μm (vloeibare stikstof: object \approx 85 K, naald \approx 110 K)

0,8 μm x 0,8 μm x 0,3 μm (vloeibaar helium: object \approx 10 K, naald \approx 28 K)

Maximale grootte van het object: 11 mm x 11 mm

2D grove positionering (r, Φ): Bereik van de naald: 6 mm

Bereik van grove laterale instelling: 6 mm

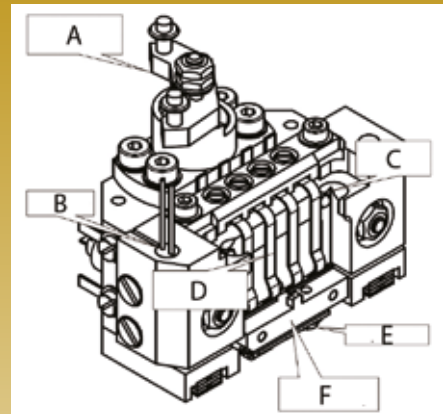
Snelle in situ verwisseling van naald, object blijft gekoeld tijdens wisseling

Tunnelstroom: < 1 pA - 330 nA

Maximale temperatuur voor uitgasen: 150 °C

UHV: 10^{-11} mbar

Trillingsisolatie: Interne demping van wervelstromen

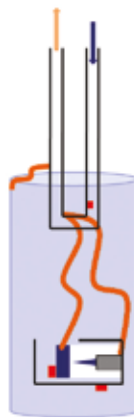


Figuur 4 Plaatsing van een object in het klemmechanisme. A: hefboom waarmee het object wordt vastgezet. B: verwarmingselement. C: zwaluwstaartverbinding voor ontvangst van het object. D: vier extra contacten voor het object. E: temperatordiode. F: mechanische stop voor het vastzetten van het object.

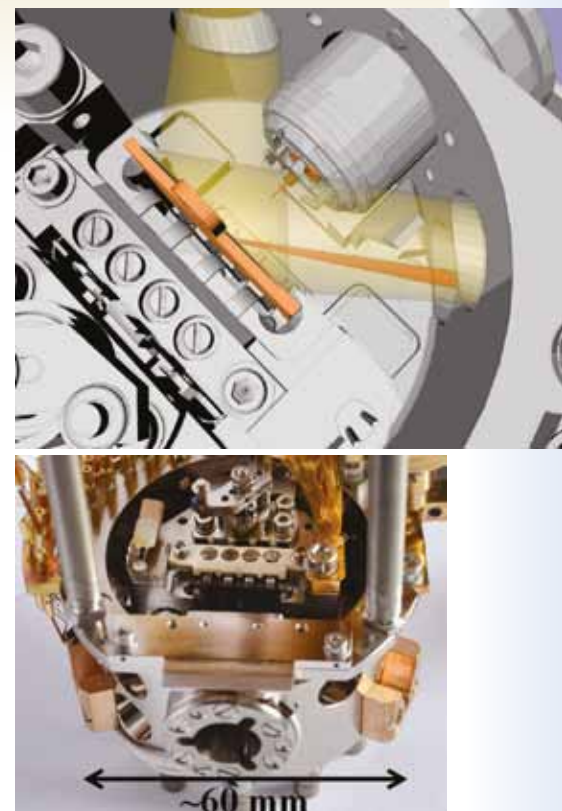
Koelconcept

Een nieuw concept voor de koeling is gerealiseerd (figuur 2) gebaseerd op een thermisch geïsoleerde STM-objecttafel, waarbij zowel het object als de scanner worden afgekoeld. Hierbij is een geoptimaliseerd warmte-managementsysteem ontwikkeld waardoor de consumptie van cryovloeistoffen minimaal is. De flowcryostaat die hierbij gebruikt wordt is vergelijkbaar met eerdere variabele-temperatuur-ontwerpen. De flowcryostaat werkt met zowel helium als stikstof en omschakelen tussen beide koelvloeistoffen is eenvoudig. De microscoop heeft een scannaald. De compacte scanner is direct gemonteerd op de STM-objecttafel (figuur 3). Object en STM-objecttafel zijn afzonderlijk aangesloten op de koude vinger van de flowcryostaat. De temperatuur wordt geregeld met behulp

van verwarmingselementen en temperatuursensoren. De buitenste thermische isolatie wordt voorgekoeld door de uit de cryostaat stromende cryogassen. Alle verwarmingselementen met temperatuursensoren zijn afzonderlijk regelbaar.



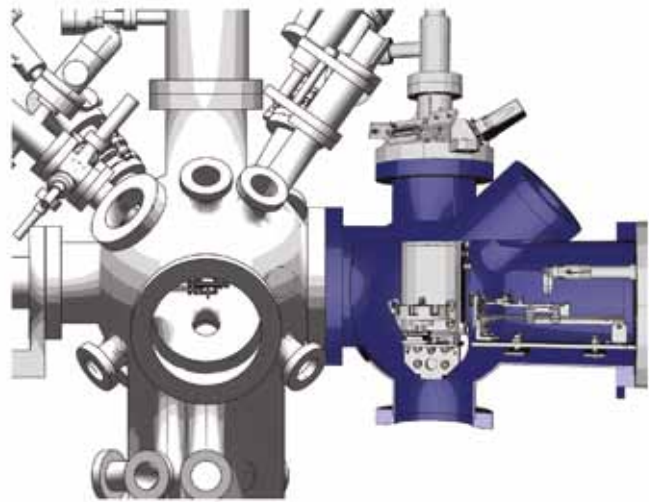
Figuur 2 Koelconcept met afzonderlijke koeling van object en scanner. Rood: verwarmingselementen en temperatuursensoren.



Figuur 3 Details van de optiek en de objecttafel. Geel: optische poorten. Oranje: in situ verdamping op object.



Figuur 5 Het instrument (Fermi SPM) gemonteerd op een CF150-108 flens, buisdiameter 156 mm.



Figuur 6 Integratie met een UHV-systeem. Blauw: de SPM-kamer.

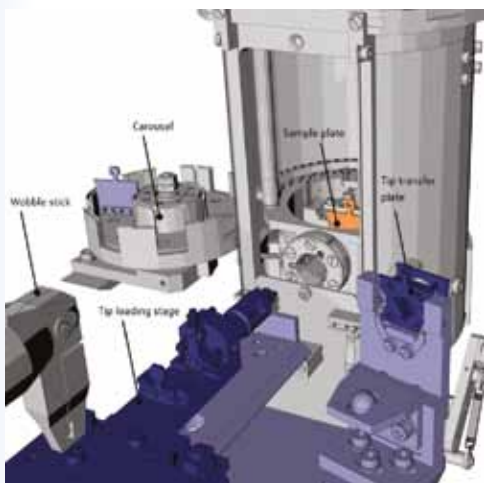
Systemintegratie

Integratie met een bestaand UHV-systeem is eenvoudig met de “bolt on” oplossing (figuur 5). De microscoop wordt gemonteerd op een CF150-108 flens (poortdiameter 108 mm) en vastgezet op een compacte SPM-kamer. De kamer (met de microscoop) is gemonteerd op een flens (CF200-156) in het UHV-systeem (figuur 6). De kamer is uitgerust met de microscoop, een carrousel voor naalden en objecten, een mechanisme om naalden te plaatsen en een draaibare *wobble stick* om de objecten en naalden te laden. De SPM-kamer wordt in het algemeen gepompt via de UHV-hoofdkamer. Het is ook mogelijk om een aparte ionenpomp te gebruiken voor de SPM-kamer in situaties waarbij de kamer ge-

scheiden kan worden van de hoofdkamer middels een afsluitklep. De microscoop maakt gebruik van een interne veerophanging en wervelstroomdemping voor trillingsisolatie.

In situ wisseling van naalden

In situ wisseling van naald is van essentieel belang om efficiënt in UHV te kunnen werken en snel te kunnen wisselen tussen rastertunnelmicroscopie (STM) en atoomkrachtmicroscopie (AFM) zonder het systeem te hoeven beluchten. Een nieuw ontwikkeld mechanisme voor de verwisseling van naalden, waarbij een naald via de achterkant van de scannerbuis gemonteerd wordt, heeft als voordeel dat het object op de objecttafel kan blijven terwijl de naald verwisseld wordt.



Figuur 7 In situ wisseling van naald. Een mechanisme dat de naald plaatst wordt bediend door een *wobble stick*. Het pakt naalden uit een houder en monteert ze in de scanner.



Figuur 8 Links: verplaatsingsmechanisme voor naalden en rechts: naaldhouders voor STM (boven) en QPlus AFM (beneden).



Figuur 9 Koeling, de flowcryostaat is verbonden via een flexibele hevel met een dewarvat. Een beetje overdruk in het dewarvat wordt gebruikt om het vloeibaar helium of stikstof door de cryostaat te laten stromen. Een overdrukventiel begrenst de druk in het dewarvat tot circa 69 mbar voor helium- en 138 mbar voor stikstofkoeling.

Het wisselen van naalden wordt uitgevoerd met behulp van een draaibare *wobble stick* (figuur 7, 8). De stick pakt een naald van een houder en deze wordt door de scanner met een bajonetting vastgezet. De *wobble stick* wordt ook gebruikt om objecten en naaldhouders tussen de carousel en de microscoop te verplaatsen en voor het openen en sluiten van de deur die de microscoop afschermt van warmtestraling.

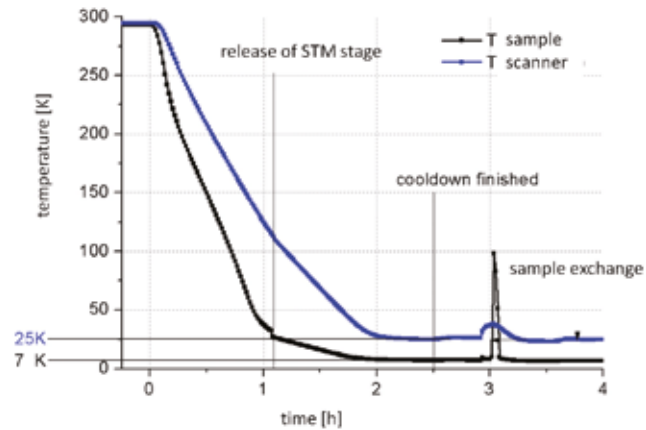
Afkoelen en temperatuurstabiliteit

Vloeibaar stikstof of helium stroomt van een dewarvat via een hevel naar de flowcryostaat (figuur 9). Met een beetje overdruk in het dewarvat is het mogelijk om te werken zonder mechanische pompen, en zo wordt voorkomen dat er storende mechanische trillingen ontstaan. De hoeveelheid vloeibaar helium of stikstof die naar de cryostaat vloeit, wordt geregeld met een naaldklep. Om thermische drift

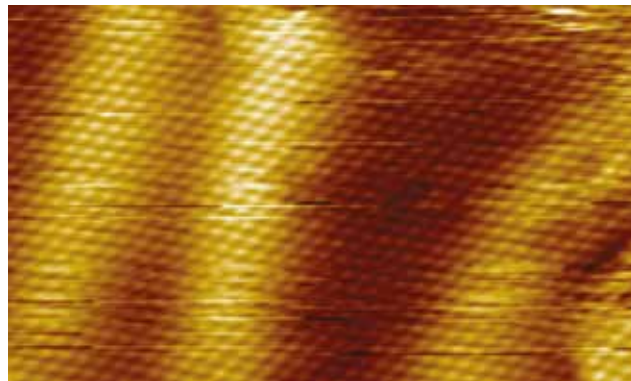
tijdens STM-metingen te minimaliseren wordt de scanner gestabiliseerd op een iets hogere temperatuur dan het object. De scannertemperatuur wordt hiertoe geregeld via een verwarmingselement en een temperatuursensor bij de SPM-kop waar de scanner gemonteerd is. De temperatuurgradiënt tussen de scanner en de naald is ongeveer 15 K. De objecttemperatuur wordt gemeten vlakbij het object op de objecttafel. Afkoelcurves

Temperatuur @ objecttafel	afkoelen	9,5 K	10 K	15 K	30 K
Heliumverbruik bij benadering	2,5 l/uur	1,5 l/uur	1 l/uur	0,5 l/uur	0,3 l/uur

Tabel 1 Heliumverbruik.



Figuur 10 Afkoelen met helium vanaf kamertemperatuur. De STM-objecttafel werd na 1 uur van de 'locked' positie ontgrendeld en opgehangen aan de veerophanging met de wervelstroomdemping-trillingsisolatie. Na circa 2,5 uur afkoelen is de STM klaar voor STM-experimenten onder 10 K. De typische werkteperatuur van het object ligt tussen de 8 en 10 K, de laagste temperatuur die bereikt werd is 7 K. De temperatuur van de scanner is gestabiliseerd op 25 K. Na 3 uur werd het object verwisseld.

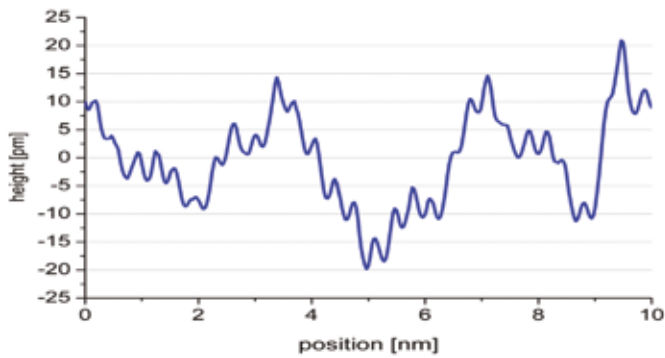


Figuur 11 STM-beeld van ongefilterde ruwe data van Au(111), 10 nm x 6 nm, $U_{\text{gap}} = -0,5 \text{ V}$, $I_{\text{tunnel}} = 2 \text{ nA}$, objecttafeltemperatuur: 10 K, scanner: 25 K.

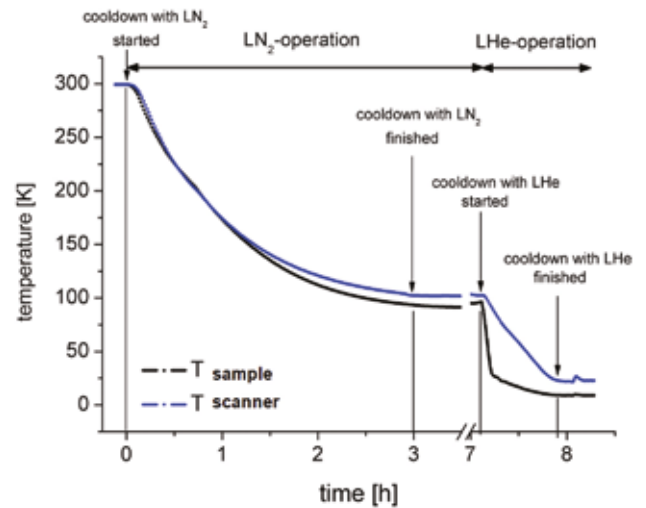
voor object en scanner na een initiële afkoeling zijn weergegeven in figuur 10. Het gebruik van helium als functie van temperatuur van het object is weergegeven in tabel 1.

STM-metingen aan Au(111) bij 10 K

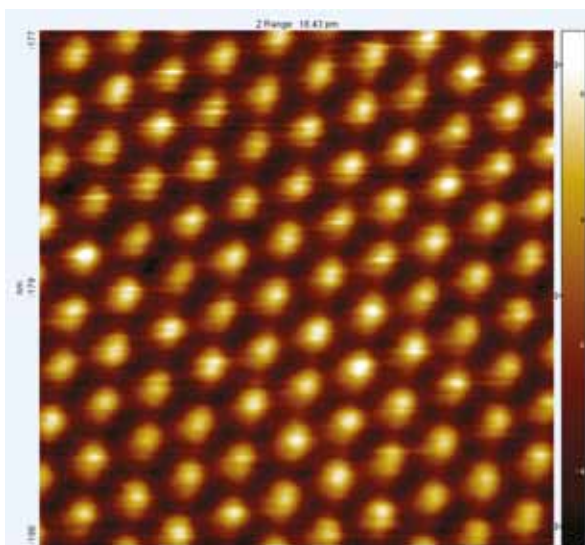
De resolutie werd getest op een Au(111) oppervlak bij heliumtemperaturen. Het Au(111) oppervlak met het gereconstrueerde visgraatoppervlak is een ideaal testobject. Het is een veel bestudeerd oppervlak met duidelijke kenmerken. De welving van goudatomen met een hoogtemodulatie van 10 pm wordt gesuperponeerd met de visgraatreconstructie in het bereik van enkele tientallen pm [10]. Figuur 11 geeft een beeld van de topo-



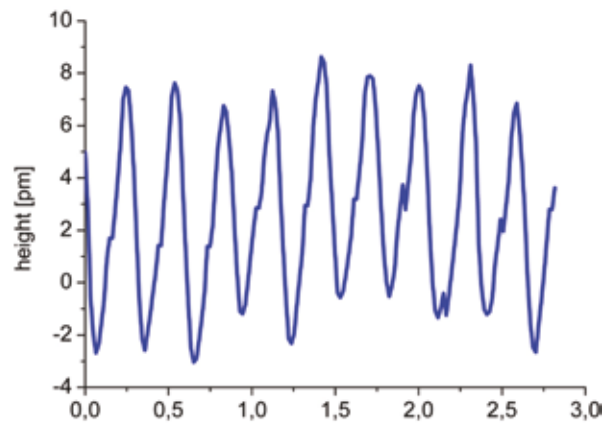
Figuur 12 Lijnprofiel van Au(111), objecttemperatuur 10 K, scanner 25 K.



Figuur 13 Eerst koelen met stikstof en daarna verder koelen met helium.



Figuur 14 STM-topografie en lijnprofiel van Au(111), 3 nm x 3 nm, $U_{\text{gap}} = -10$ mV, $I = 4$ nA, object 95 K, scanner 105 K.



grafie op basis van de ruwe data bij een objecttemperatuur van 10 K. Atomaire resolutie en de visgraatreconstructie zijn duidelijk zichtbaar. Het lijnprofiel in figuur 12 toont een typische z-stabiliteit in het bereik van een paar pm.

De stabiliteit van het tunnelcontact werd getest in *point mode* (hierbij blijft de naald boven het oppervlak stilstaan en scant niet) op een Si(111) oppervlak met dezelfde parameters als tijdens scannen. Het object was afgekoeld tot een temperatuur van 7 K. De topografische data werden gemeten met de naald in tunnelcontact. De piek-tot-piek-ruis van het z-sigitaal is in de orde van 2 pm.

Thermische stabiliteit van het gehele systeem (scanner met naald en object) is van belang voor metingen bij lage of variabele temperaturen. De gemiddelde

thermische drift gemeten tussen naald en object was 0,4 pm/s of 0,24 Å/min.

Koelen met stikstof

Naast koelen met vloeibaar helium is het mogelijk om de cryostaat met stikstof te koelen. Dit is interessant voor experimenten bij hogere temperaturen (> 85 K) of om het heliumverbruik te beperken als lagere temperaturen niet nodig zijn. Stikstof kan worden gebruikt voor het initiële afkoelen (van kamertemperatuur naar 85 K) of voor experimenten met nieuwe objecten voor het optimaliseren van de instellingen en het conditioneren van de naald. Stikstofkoeling kan ook worden gebruikt om het object en de naald voor langere periodes op lage temperatuur te houden (bijv. 's nachts of in het weekend). Koelen met stikstof tot een

objecttemperatuur van 85 K duurt gemiddeld ongeveer drie uur. De scanner-temperatuur wordt geregeld op 95 K. Het koelconcept maakt het makkelijk om van stikstof naar helium te switchen en vice versa. Figuur 13 toont het koelen met stikstof en helium. Het afkoelen werd gestart met stikstof. Na zeven uur koelen werd overgeschakeld op koelen met helium. Metingen worden gestart bij lage drift, circa 90 minuten na het switchen van stikstof- naar heliumkoeling.

STM bij Au(111) met stikstofkoeling

Wij testen de stabiliteit van de microscoop met behulp van stikstof met dezelfde koelinstellingen ten opzichte van koeling met helium. Het object werd afgekoeld tot 95 K. Figuur 14 toont de topografie van het Au(111) oppervlak als

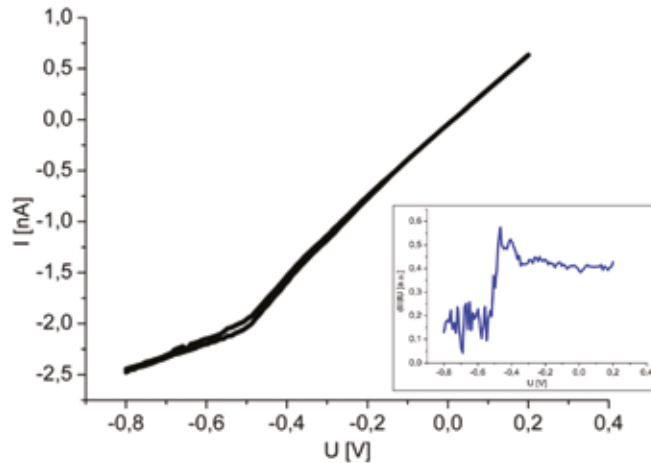
beeld en lijnprofiel. Atomaire resolutie is duidelijk zichtbaar en het lijnprofiel toont een welving van ongeveer 10 pm.

Spectroscopie aan Au(111)

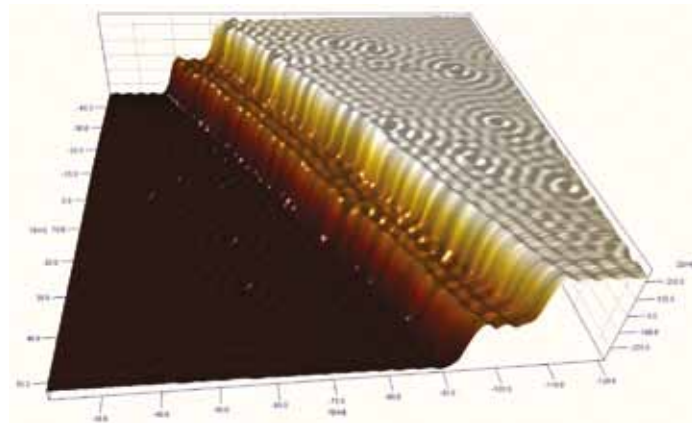
Het belangrijkste doel van het nieuwe instrument was verbetering van de thermische drift bij variabele temperaturen voor betere spectroscopische prestaties. Dit werd getest met tunnelsectroscopische experimenten in *point mode*: de data werden verkregen op een punt boven het Au(111) oppervlak, zonder de naald te verplaatsen. Experimenten werden uitgevoerd met heliumkoeling en een objecttafeltemperatuur van 10 K. Na het plaatsen van de naald boven het oppervlak werd de *feedback loop* (voor een constante afstand tussen naald en oppervlak) uitgeschakeld en de biasspanning tussen naald en object werd gevarieerd van $-0,8$ V tot $0,2$ V en terug naar $-0,8$ V. De totale tijd voor een enkele meting (met feedback uit) is 10 s. $I(V)$ en dI/dV -curven zijn gelijktijdig gemeten. De $I(V)$ curve (figuur 15) voor het voltage omhoog en weer omlaag geeft alleen een kleine verschuiving in de tunnelstroom, wat wijst op een geringe drift van de naald in de z -richting. Het gelijktijdig opgenomen dI/dV signaal (inzet in figuur 15) toont het begin van oppervlaktoestanden van Au(111) bij -505 mV [11].

Staande elektronengolven op Ag(111) bij 10 K

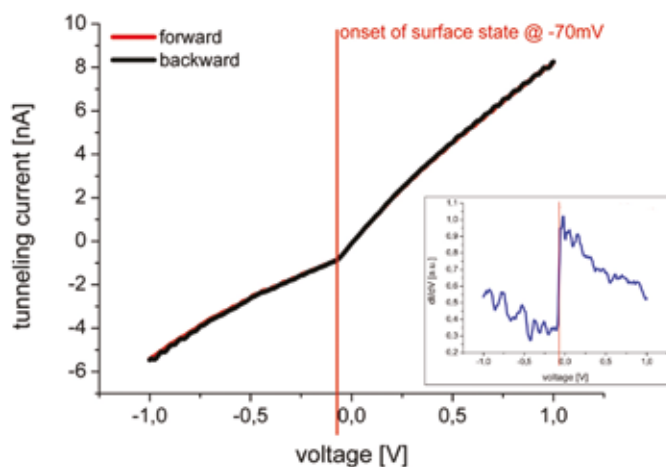
Oppervlaktetoestanden van dicht gestapelde oppervlakken van edelmetalen vormen een tweedimensionaal vrijelektronengas. Deze kunnen rechtstreeks worden gemeten met rastertunnelmicroscopie [12]. Het Ag(111) oppervlak heeft een oppervlaktetoestand bij -65 mV [11]. Deze oppervlaktetoestand van Ag (111) werd rechtstreeks gemeten met dI/dV spectroscopie. Oppervlaktetoestanden verstrooien aan defecten en stapranden op Ag(111) en genereren interferentiepatronen die bekend zijn als staande elektronengolven. De staande



Figuur 15 Punt-spectroscopie bij Au(111), objecttemperatuur van 10 K, scanner 25 K, spanning van $-0,8$ V tot $0,2$ V en terug naar $-0,8$ V. Feedback uitgeschakeld gedurende 10 s. Inzet: Gelijktijdig geregistreerde dI/dV curve.



Figuur 16 Staande elektronengolven op Ag(111), 100 nm x 100 nm, $U_{\text{gap}} = 5$ mV, $I = 2$ nA, object @ 10 K, scanner @ 25 K.



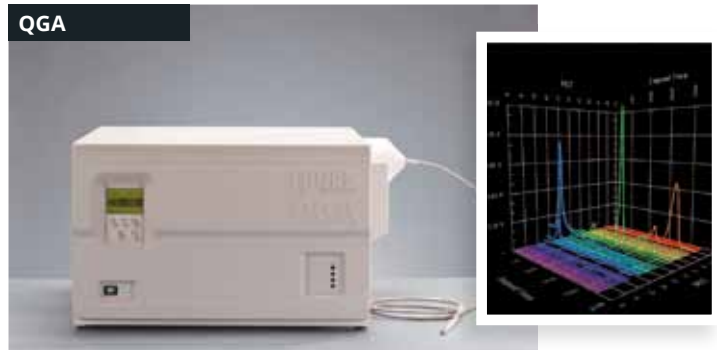
Figuur 17 $I(V)$, $U_{\text{gap}} = 100$ mV, $I = 1$ nA, spanning gevarieerd van -1 V naar 1 V en weer terug naar -1 V, 10 s per curve, 250 punten / curve, De curve toont een gemiddelde van 10 metingen; dI/dV curve (inzet) gemeten gelijktijdig met $I(V)$, parameters voor dI/dV meting: $V_{\text{mod}} = 6$ mV, $f = 5816$ Hz, gemeten begin van de oppervlaktetoestand ~ -70 mV.



Instruments for Advanced Science

Precision Gas Analysis

- ▶ Instruments for residual gas analysis (RGA)
- ▶ Evolved gas analysis
- ▶ TPD/TPR
- ▶ Vacuum process monitoring



New Affordable Compact SIMS Instrument

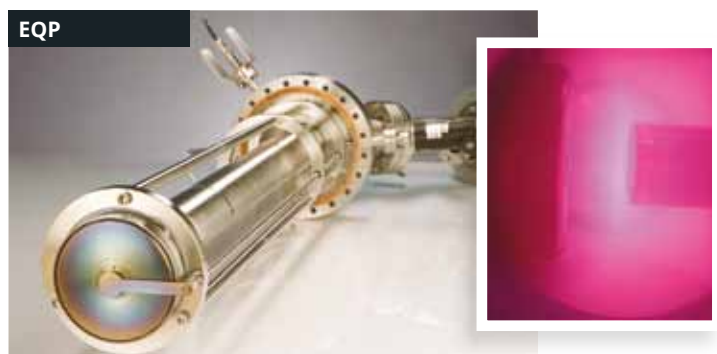
for depth profile & interface analysis.

- ▶ Small footprint
- ▶ Positive SIMS and SNMS
- ▶ Depth Profiling
- ▶ 3D characterisation and imaging
- ▶ Isotopic analysis
- ▶ Analysis on the nanometre scale



Plasma Characterisation

- ▶ EQP ion mass and energy analyser
- ▶ RF, DC, ECR and pulsed plasma
- ▶ Neutrals and neutral radicals
- ▶ Time resolved analysis
- ▶ HPR-60 extends analyses to atmospheric pressure processes



represented by



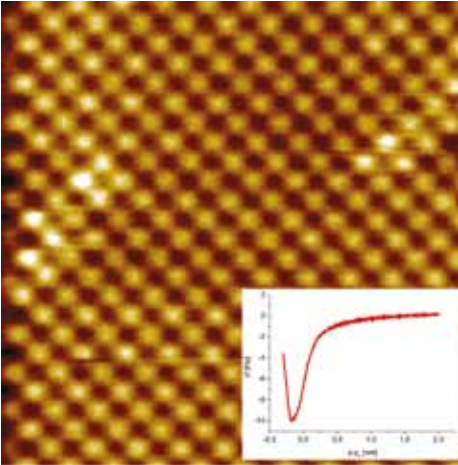
www.benelux-process.com

for further details of Hiden Analytical products contact:

www.HidenAnalytical.com

E info@hiden.co.uk **T** +44 (0) 1925 445 225





Figuur 18 QPlus van NaCl(100).
 Sensorfrequentie $f=24,4$ kHz,
 frequentieverschuiving: $df=-23$
 Hz, oscillatie-amplitude: $A=0,70$
 nm, Q-factor: 2000, object @ 10 K,
 scanner @ 25 K, inzet: krachtspec-
 troscopiecurve $df(z)$.

elektronengolven kunnen zelfs bij normale STM-beelden worden verkregen bij lagere biasspanningen nabij het Fermi-niveau van Ag(111). STM- en spectroscopiemetingen werden uitgevoerd bij een objecttemperatuur van 10 K. Figuur 16 toont de STM-topografiemeting en toont de interferentiepatronen bij een staprand op het oppervlak. Spectroscopische puntmetingen (afbeelding 17) geven de oppervlaktetoestanden van Ag(111) weer.

AFM-functionaliteit met behulp van een niet-optische AFM-sensor

De sensor QPLUS® [13] is een nieuwe aanpak voor de contactloze AFM [14,15]. De Qplus-sensor (zie figuur 8) gebruikt een gemodificeerde kwartsstenvork. Een uitsteeksel van de stenvork is vastgezet terwijl de SPM-sonde aan het (vrij oscillerende) tweede uitsteeksel is gemonteerd. Dit fungeert als een kwarts hefboom en zet de oscillatie om in een elektrisch signaal als gevolg van het piezo-elektrisch effect. Door de stijfheid van de Qplus-sensor (veerconstante ~ 1800 N/m), werkt het met kleinere oscillatie-amplitudes in vergelijking met conventionele vergelijkbare sensoren. De punt van de Qplus-sensor kan gemaakt

zijn van wolfram, of elk ander geschikt materiaal. De sensor is ook nuttig voor AFM-navigatie van de STM-naald en voor STM-beeldvorming en -spectroscopie. Door de stijfheid en het gebruik van metalen naalden is de Qplus-sensor bijzonder geschikt voor STM-beeldvorming met hoge stabiliteit.

Qplus AFM van NaCl(100) bij 10 K

Experimenten met een Qplus AFM-sensor en een objecttemperatuur van 10 K tonen atomaire resolutie van NaCl(100) (figuur 18). De typische gemeten welving is ongeveer 7 pm.

Samenvatting

Een nieuwe variabele temperatuur SPM met een koude naald en met verbeterde driftprestaties ten opzichte van bestaande ontwerpen is gerealiseerd. De “koude-naald-SPM” maakt gebruik van een flowcryostaat waarin gewerkt kan worden met helium en stikstof. Object en scanner zijn afzonderlijk aangesloten op de cryostaat met behulp van flexibele verbindingen ten behoeve van de warmtegeleiding voor de koeling. Overgang van stikstof- naar heliumkoeling en vice versa wordt bewerkstelligd door eenvoudig te switchen tussen het helium- en stikstofdewarvat. De laagst bereikte objecttemperaturen zijn 7 K met helium en 85 K met stikstof. De bereikte z -stabiliteit tijdens de koeling is beter dan 2 pm. Thermische drift tussen naald en object was minder dan 0,3 Ångstrom/min voor stabiele omstandigheden. De temperatuurstabiliteit is beter dan 1 mK/min. Deze nieuwe SPM is geconfigureerd voor het vastleggen van beelden met zowel STM als AFM met een niet-optische sensor (Qplus) in een temperatuurbereik tussen 10 - 400 K. Schakelen tussen STM- en AFM-modus kan worden uitgevoerd zonder het vacuüm te verbreken. Het nieuwe instrumentconcept met “bolt on” kamer biedt een oplossing om bestaande UHV-systemen met een VT STM geschikt te maken voor lage-temperatuurspectroscopie.

Referenties

- 1 Cai et al, *Nature* **466**, 2010.
- 2 R. Fasel, M. Parschau, and K. H. Ernst, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **42**, p. 5178, 2003.
- 3 M. Hupalo and M. C. Tringides, *Phys. Rev. B* **65**, p. 205406, 2002.
- 4 K. Thürmer and N. C. Bartelt, *Phys. Rev. B* **77**, p. 195425, 2008.
- 5 K. Thürmer and S. Nie, *PNAS* **110**, no. 29, pp. 11759-11762, 2013.
- 6 B. Grevin, *Nano Letters* **6**, pp. 1771-1781, 2006.
- 7 Katano et al, *Journal of Physics* **235**, p. 012003, 2010.
- 8 Blumenstein et al, *Nature Physics* **7**, pp. 776-780, 2011.
- 9 Ernst et al, *Nature* **474**, p. 362, 2011.
- 10 J. V. Barth, *Physical Review B* **42**, no. 15, 1990.
- 11 J. Kliewer et al, *Science* **288**, 26 May 2000.
- 12 M. Crommie, *Nature* **363**, pp. 524-527, 1993.
- 13 “QPLUS® is a registered trademark of Professor Franz J. Giessibl, Regensburg, Germany”.
- 14 F. Giessibl, *APL* **73**, no. 26, 1998.
- 15 F. J. Giessibl, *Appl. Surf. Sci.* **140**, p. 345, 1999.



Word nu NEVAC-lid

en ontvang drie maal per jaar het
 NEVAC blad

Andere voordelen

Contact met vakgenoten

Vakexcursies

Symposia

Voor bedrijfsleden: vermelding op de
 NEVAC-website

Kosten per jaar

Gewone leden € 20,-

Studenten en promovendi € 5,-

Bedrijfsleden € 150,-

U kunt zich aanmelden als lid met het
 formulier op

www.nevac.nl

Become a member of

NEVAC

register at

www.nevac.nl

DISCOVER VALUE IN VACUUM TECHNOLOGY

Agilent IDP-15 Dry Scroll Pump

- Designed specifically for low noise (<50 dBA) and vibration
- Hermetic pump with motor and bearings completely isolated from the vacuum path
- Provides rapid pump-down
- Single-sided scroll design allows simple, fifteen minute service



Agilent TwisTorr 304 FS

- Proven best performance on the market, with new TwisTorr stages optimized for H₂ Compression Ratio
- Agilent Floating Suspension, the breakthrough bearing technology that reduces acoustical noise and vibration



Toll-Free: 00 800 234 234 00
email: vpt-customer@agilent.com



Download the
2015 Catalog
available on our
new website

www.vacuum-choice.com

Mededeling van de Commissie Opleidingen



Maak kennis met het *Supplement bij het Basisboek Vacuümtechniek*. Negentig pagina's preprints van de belangrijkste wijzigingen en aanvullingen, op te nemen in een toekomstige derde editie van dit boek.

Overzicht inhoud:

Compressie, Zijkanaalverdichter, Rootspomp, Klauwpomp, Schroefpomp, MDP/zijkanaalpomp, Getterionenpomp, Bourdonmanometer (elektronische uitvoering), Capsuleveermanometer, Mechanische membraanmanometer, Kwarts kristal frictiemanometer, Ionenbronnen, Spectrumanalyse, Lekdetectiemethoden, Atmosfeermethode versus 'Bombing', Snuffelsystemen, Ontgassing van oppervlakken, Verontreinigingen aan oppervlakken.

Een uitgave van de Commissie Opleidingen der Nederlandse Vacuümvereniging.

Ringbanduitvoering, A4 formaat in zwart/wit met full colour omslag in de kleur van het BBVT. Prijs € 20 (België € 24) inclusief verzendkosten.

U kunt het *Supplement* bestellen, door € 20 (België € 27) over te maken naar: IBAN: NL39 INGB 000 3362114, BIC: INGBNL2A

t.n.v. Nevac Commissie Opleidingen, Peize.

o.v.v. 'Supplement BBVT' én het verzendadres.

Na ontvangst van uw betaling wordt het *Supplement* naar u opgestuurd.

Agenda

20 - 21 januari 2015
Physics@FOM, Veldhoven

10 april 2015
Fysica 2015, TU Eindhoven
www.fysica.nl

17 april 2015
NEVAC-dag 2015, Het Kasteel,
Groningen

25 - 30 april 2015
Society of Vacuum Coaters 58th
Annual Technical Conference
Santa Clara, California, VS

17 - 21 mei 2015
The 13th IUVESTA School on
Vacuum Gas Dynamics: Theory,
Experiments and Applications,
Hotel Philippion - Thessaloniki,
Greece

16 - 19 juni 2015
Physical Electronics Conference
(PEC 2015), Rutgers University,
New Brunswick, NJ , VS

31 augustus - 4 september 2015
European Conference on
Surface Science, Barcelona,
Spanje

18 - 23 oktober 2015
NEVAC-excursiereis naar o.a.
AVS 62nd International Sym-
posium & Exhibition, San Jose,
California, VS

22-26 augustus 2016
IVC20, Busan, Korea

NEVAC-dag 2015



Noteer de datum
in uw agenda!

17 april 2015

Het Kasteel, Groningen
www.hetkasteel.com

Organisatie: Meike Stöhr
Zernike Institute for Advanced
Materials, Groningen

Vacuum Science Solutions

- Flanges and Fittings
- Valves: Gate, Angle, Inline and Leak
- Roughing Components
- Pressure Measurement
- Viewports, Glass and Ceramic Components
- Feed throughs: Electrical and Optical
- Motion and Manipulation
- Thin Film and Sputtering Deposition
- Chambers
- Custom Fabrications

MDC



MDC vacuum products available from Evatec



NanoTech

Forging Links with Nanoscience - For Decades



*Triton[®]DR -
Dry Dilution
Refrigerator*



*SpectromagPT Cryofree
optical split pair magnet system*



Combined SPM, PVD, ALD & Sputtering System



*R&D 100 winner
LT NANOPROBE*



Ultimate iXPS & μARUPS with NanoESCA

PLD CVD **SPM** Plasma
Cryofree[®] **ULT** PVD
GIS Nanotools Deposition iXPS
Superconducting Magnets ALD **ESCA**
3D-Magnet LEED EFM IoN Beam
Nanotechnology
FIB HE³ SAM Nanoprobng EBSD
UPS XPS Thin Film Dilution Cryostat
Graphene High Field & Custom Magnets
AES Process Techniques PEEM Etch
Combined Environments
AFM MFM Nanomechanics μK
Optical Cryostat SEM
MBE STM EDS
Vector Rotating Magnets nc-AFM
Flow Crvostat

OXFORD
INSTRUMENTS

The Business of Science[®]

For further information:
omicron.nanoscience@oxinst.com
www.oxford-instruments.com

Your contact in NL:
Dr. Ad Ettema
Tel.: +31 (0) 15 2600 406
Mail: ad.ettema@oxinst.com

