

# NEVAC **C**BLAD

jaargang 52 / nummer 1 – april 2014

**Luisteren naar  
nanodrums met  
atomaire dikte**

**ALD4PV Workshop - Eindhoven**



**NEDERLANDSE  
VACUÛMVERENIGING**

**NEVAC-dag  
woensdag 4 juni  
Academiegebouw Utrecht**

# Hidden Products for UHV and Surface Science

## Quadrupoles for UHV Science



The **3F/PIC** Series of triple filter mass spectrometers for precision analysis in UHV Science Applications.

- **PIC** for fast event UHV gas studies
- **EPIC** for radicals analysis and time resolved measurements
- **IDP** for electron/photon/laser stimulated desorption studies and mass analysis of low energy ions

## Affordable Research Grade SIMS



High performance SIMS with the **MAXIM** range of secondary ion mass spectrometers.

- High transmission sector field energy filter
- Raster control for enhanced depth profiling
- Positive and negative ion counting

Fully integrates into Hiden's **SIMS Workstations** and **Surface/Interface Analysis** packages.

## Residual Gas Analysis & Vacuum Diagnostics



The fast and precise **RC-RGA Series** with multimode program function for:

- Residual Gas Analysis
- Vacuum Diagnostics
- Vacuum Fingerprinting
- Vacuum Heat Treatment
- Leak Detection
- MBE
- Ion Implantation
- Bake-out Studies

for further details of Hiden Analytical products contact:



**HIDEN**  
ANALYTICAL

[info@hiden.co.uk](mailto:info@hiden.co.uk) | [www.HidenAnalytical.com](http://www.HidenAnalytical.com)

represented by

**BENELUX PROCESS**  
PROCESS & VACUUM TECHNOLOGY

[www.benelux-process.com](http://www.benelux-process.com)

## 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

### Verschijningsstijdstippen 2014

April  
 September  
 December

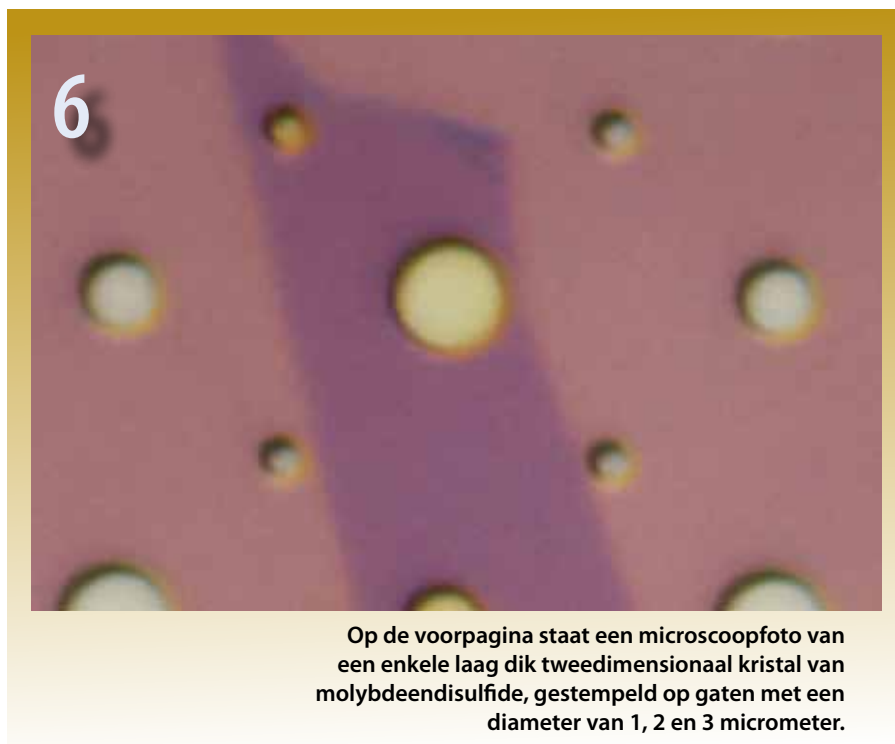
Kopij inzenden naar het redactiesecretariaat. Lidmaatschap opgeven bij de ledenadministratie. Abonnementen opgeven bij abonnementenadministratie.

### 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



- 5 Van de redactie: Niet niets *Claud Biemans*
- 6 Luisteren naar nanodrums met atomaire dikte *Ronald van Leeuwen en Warner J. Venstra*
- 11 Uitslag NEVAC-prijs 2014 *Hans van Eck*
- 11 Mededeling van de Commissie Opleidingen
- 12 ALD4PV Workshop - Eindhoven *Diana Garcia-Alonso, Adriana Creatore en Erwin Kessels*
- 15 NEVAC day 2014
- 16 Programme and abstracts NEVAC day 2014
- 22 Concept notulen NEVAC ALV 2013
- 23 Agenda ALV 2014
- 23 Oproep nieuwe bestuursleden NEVAC
- 24 Financieel jaarverslag 2013
- 27 Agenda
- 27 Richtlijnen voor auteurs

De sluitingsdatum van kopij voor het tweede nummer van het *NEVAC blad* 2014 is 15 juli 2014.

# TURBOVAC i

## Turbomolecular pumps

©BICOM\_11271.0.02 0.03.2014



### A giant leap in vacuum performance!

It has never been easier to improve your processes than today! Our new TURBOVAC (T) 350 i and 450 i with integrated electronic drive will allow you to optimize pump-down times and consistently hit your target regarding pressures and gas flows. Designed to offer the best performance: size ratio available in the ISO 100/160 size range, they feature a rotor and drag stage design to achieve maximum performance and unparalleled speed, especially for light gases. This new product line is supplemented by the most flexible multi-inlet turbomolecular pumps TURBOVAC 350-400 i MI. Intended for the requirements of analytical instruments, multi-inlet pumps are prepared for individual design customization to provide an optimum process adaptation.



The TURBOVAC i series 350 i, 450 i and 350-400 i MI at a glance

Oerlikon Leybold Vacuum Nederland B.V.  
Proostwetering 24 N  
3543 AE Utrecht  
T +31 30 24 26 330  
F +31 30 24 26 331  
sales.vacuum.ut@oerlikon.com  
[www.oerlikon.com/leyboldvacuum](http://www.oerlikon.com/leyboldvacuum)

**oerlikon**  
leybold vacuum



## 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  
Prof.dr.ir W.M.M. Kessels, 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

## Niet niets

**D**e meeste mensen kunnen zich helemaal niets voorstellen bij de “Nederlandse Vacuümvereniging”. Als ik vertel dat ik eindredacteur ben van het *NEVAC blad*, dan spreekt dat wel onmiddellijk bij iedereen tot de verbeelding. Filosoferen wij over het Grote Niets? Of gaan we samen stofzuigen? Een vereniging voor leeghoofden? En zo kan ik nog wel even doorgaan met grappige en platte fantasieën. Niet-specialisten hebben vaak geen idee of er binnen een onderzoeksgebied of bij een productiemethode gebruik gemaakt wordt van vacuüm, en dat dat ook zo'n essentiële rol speelt dat er interdisciplinaire verenigingen voor bestaan.

Als ik dan onder woorden wil brengen wat er precies samenvalt onder de naam ‘vacuüm’, dan heb ik aan een paar woorden niet genoeg. Op de website van de International Union for Vacuum Science, Technique and Applications, IUVSTA, staat het bonte rijtje vakgebieden dat onder die vereniging valt: Applied Surface Science, Electronic Materials & Processing, Plasma Science & Technique, Surface Science, Biointerfaces, Nanometer Structures, Surface Engineering, Thin Film, Vacuum Science & Technology. Maar liefst 15.000 natuurkundigen, scheikundigen, materiaalkundigen, ingenieurs en technologen lid zijn van de IUVSTA, waaronder ook u, lezer van dit blad en via NEVAC verbonden aan deze internationale vereniging. Dat aantal geeft het belang aan van de uitwisseling tussen al deze disciplines met veel nieuwe technologieën.

Als insider snapt u na het lezen van dit nummer wat de volgende onderwerpen met elkaar te maken hebben: elektron-tomografie, de vrije-elektronenlaser, het meten van hydrodynamische excitaties in Bose-Einsteincondensaten, elektron-quantuminterferentie-potentiometrie, nanolithografie, nieuwe synchrotron-technieken, het bestuderen van koolwaterstoffen in ons zonnestelsel, en het fabriceren van complexe magneten op atomaire schaal. Het zijn de onderwerpen die aan bod komen tijdens de komende NEVAC-dag. Ingmar Swart en Frank de Groot (Debye Institute for Nanomaterials Science, UU) hebben een prachtig programma samengesteld met sprekers uit binnen- en buitenland, posters van promovendi, de markt waarop bedrijven zich presenteren en veel gelegenheid tot netwerken. Wij nodigen u van harte uit om op woensdag 4 juni naar het Academiegebouw in Utrecht te komen. De algemene noemer is ‘vacuüm’, maar dat is bepaald niet niets.

Claud Biemans

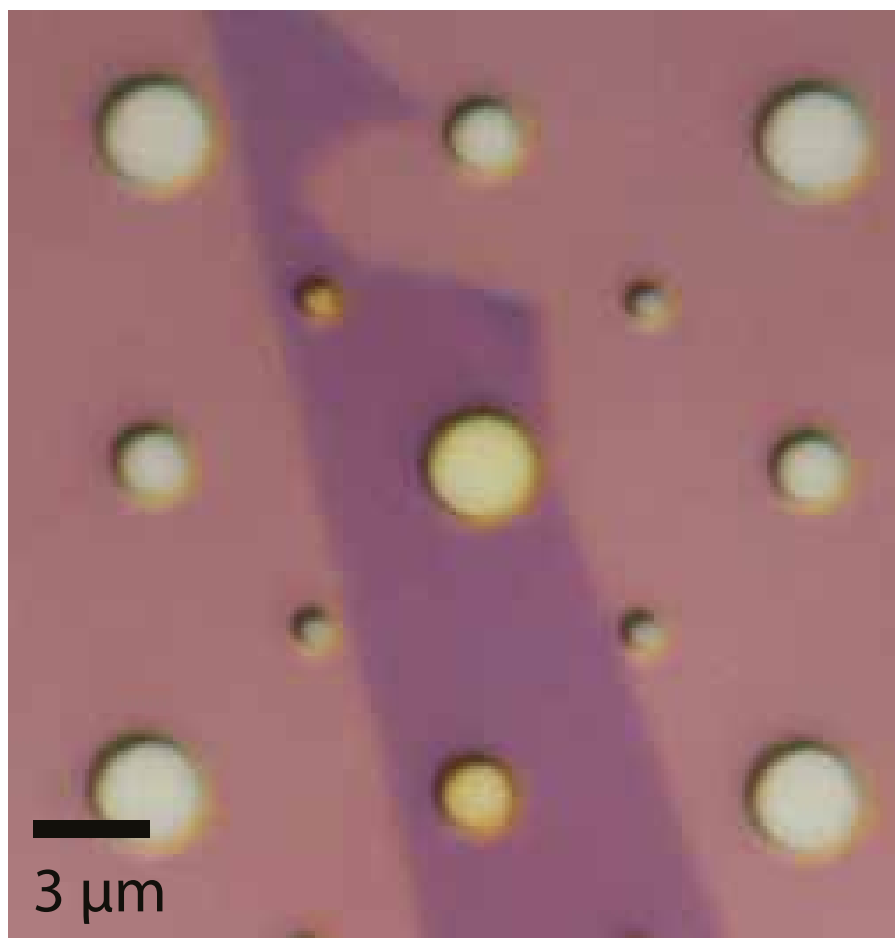


# Luisteren naar nanodrums met atomaire dikte

Tweedimensionale kristallen, zoals grafeen en molybdeendisulfide, hebben unieke elektronische en mechanische eigenschappen. Een laagje molybdeendisulfide dat wordt opgespannen over een gat kan vrij bewegen, zodat een nanodrum ontstaat. In dit artikel bespreken we het ontwerp van een opstelling waarmee deze nanodrums kunnen worden aangeslagen en hun beweging kan worden gedetecteerd. De drums hebben een diameter van een paar micrometer en een laagdikte van enkele nanometers tot een enkel atoom. Zij worden aangeslagen door middel van fothermische excitatie en de bewegingen worden interferometrisch gedetecteerd. Deze nanodrums vormen mogelijk de basis voor een nieuwe generatie uiterst gevoelige druksensoren.

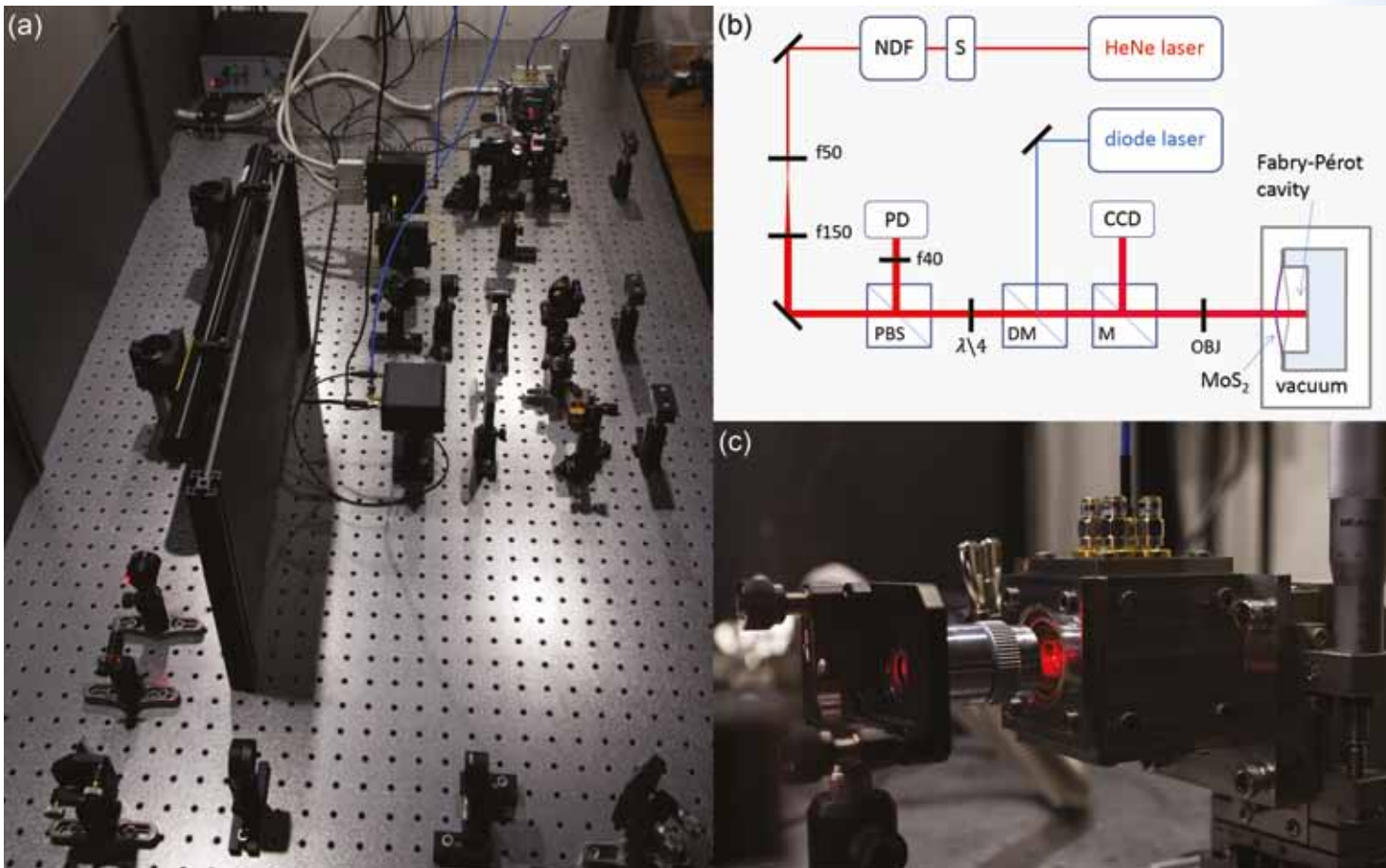
Ronald van Leeuwen en Warner J. Venstra

*Kavli Institute of Nanoscience, Technische Universiteit Delft, Lorentzweg 1, 2628 CJ Delft*



**Figuur 1** Microscopfoto van een enkele laag dikke MoS<sub>2</sub> flake, gestempeld op gaten met een diameter van 1, 2 en 3 micrometer. De MoS<sub>2</sub> flake (donkerpaars) is herkenbaar door het contrastverschil met het SiO<sub>2</sub> (lichtpaars).

Recentelijk wordt er wereldwijd veel onderzoek gedaan naar de elektronische en optische eigenschappen van tweedimensionale gelaagde materialen, zoals grafeen en molybdeendisulfide (MoS<sub>2</sub>). Ook vanuit mechanisch oogpunt zijn deze materialen zeer interessant; vanwege het ontbreken van defecten hebben veel tweedimensionale kristallen een elasticiteitsmodulus die hoger is dan die van diamant, zijn ze 10-100 maal sterker dan staal, en kunnen ze tientallen procenten uitgerekt worden zonder te scheuren. Dit maakt de materialen ideaal voor de constructie van mechanische systemen [1-5]. Micro- en nanoschaal elektromechanische systemen (MEMS en NEMS) vinden wijdverbreid toepassing als sensoren voor massa, kracht en druk, maar ook als schakelaars en geheugenelementen in energiezuinige circuits. In een eerdere editie van dit blad gaven we al een overzicht van deze toepassingen [1]. In dit artikel gaan we in op het gebruik van tweedimensionale materialen als resonantomateriaal en we beschrijven hoe de beweging van deze miniatuursystemen, die veel weg hebben van een drum, kan



**Figuur 2** (a) Overzichtsfoto van de interferometer. (b) Schematisch overzicht van de interferometer: (S) sluitser, (NDF) neutrale-dichtheidsfilter, (PBS) gepolariseerde deekubus, (PD) fotodetector, ( $\lambda/4$ ) kwart-golflengteplaat, (DM) dichroïsche spiegel, (M) deekubus, (OBJ) objectief. (c) Close-up van de vacuümkamer met sample gemonteerd op de xyz-tafel voor de objectieflens.

worden gemeten. Vanwege de geringe afmetingen is elektrische uitlezing lastig. Optische detectoren zijn geschikter, hetgeen verassend lijkt aangezien de devices slechts enkele atomen dik zijn en daardoor een zeer lage reflectiviteit hebben [2-4,8]. In dit werk gebruiken we een zelfgebouwde Fabry-Pérot-interferometer om de beweging van deze ultradunne resonatoren, met mechanische resonantiefrequenties van enkele megahertz, te detecteren.

Deze devices zijn niet alleen interessant vanuit het oogpunt van toepassingen; bewegelijke membranen met atomaire dikte zijn ook voor fundamentele studies in de thermodynamica en de niet-lineaire dynamica bijzonder interessant, zoals wanneer de mechanische en elektronische eigenschappen zijn gekoppeld [6,7].

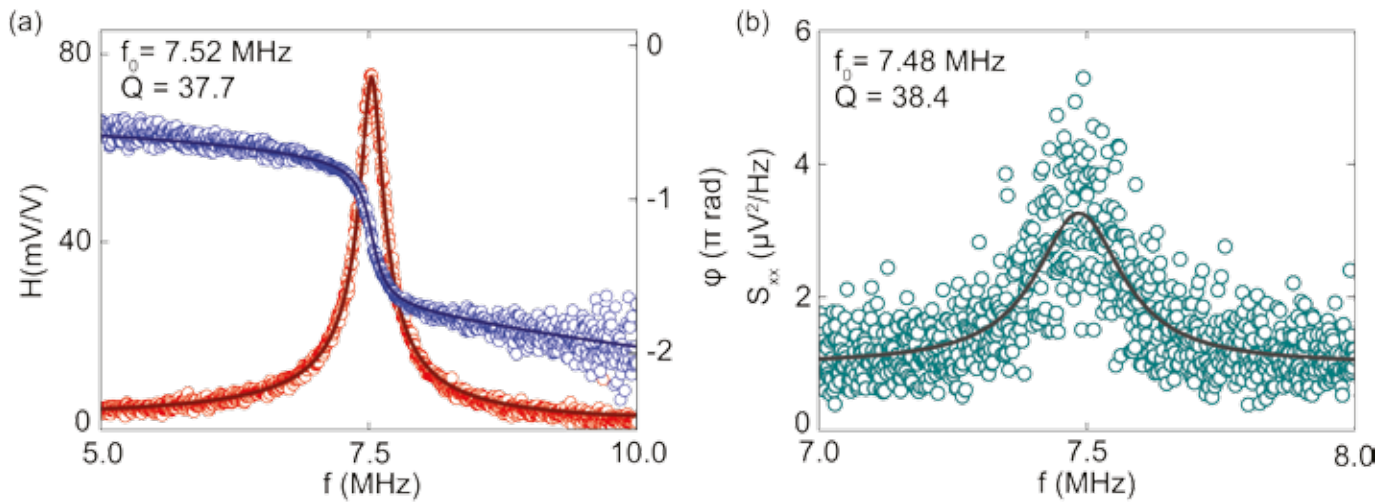
### Fabricage van de drums

Dunne lagen van  $\text{MoS}_2$  worden verkregen door het mechanisch afpellen van bulkkristallen. Dit gebeurt volgens een variant van de ‘Scotch tape-methode’ waarbij  $\text{MoS}_2$  kristallen door middel van een stukje plakband herhaaldelijk worden afgepeld, net zolang totdat er een zeer dun laagje overblijft. Een eerste indicatie van de dikte van de afgepelde laag wordt gegeven door de kleur, die telkens wordt geïnspecteerd onder een microscoop. Wanneer de laag dun genoeg is wordt deze eerst overgebracht op een transparante stempel, die is voorzien van een laag visco-elastisch rubber, en vervolgens gestempeld op een substraat. Dit is een siliciumplaatje met een 285 nm dikke laag van siliciumoxide ( $\text{SiO}_2$ ), waarin van tevoren met behulp van lithografie gaatjes zijn aangebracht. De af-

gepelde laag, de zogenaamde *flake*, wordt boven de gaatjes gepositioneerd met behulp van een microscoop en een micromanipulator. Hierna wordt de stempel in contact gebracht met het substraat [9] en langzaam weer afgepeld, waarbij de flake wordt overgebracht van de stempel op het substraat. De uiteindelijke dikte van de laag wordt bepaald met behulp van Ramanmicroscopie, meting van de fotoluminescentie, en de kleur van de optische reflectie. Figuur 1 toont een afbeelding van een  $\text{MoS}_2$  flake gefabriceerd volgens deze methode [4]. De flake is slechts een enkele laag dik en is opgespannen over gaten met een diameter van 1, 2 en 3 micrometer, zodat de nanodrums ontstaan.

### De meetopstelling

De interferometer is een absolute verplaatsingsdetector waarmee hoogfre-



**Figuur 3** (a) Amplitude ( $H$ ) en fasekarakteristiek ( $\varphi$ ) van een vijf lagen dikke  $\text{MoS}_2$  drumresonator met een diameter van  $3 \mu\text{m}$ . De lijnen laten de fit zien van een harmonische-oscillatormodel. (b) Brownse beweging van dezelfde resonator, de lijn is de fit van een Lorentz-verdeling.

quente beweging kan worden gemeten, met een resolutie die een fractie is van de golflengte van het gebruikte licht. In eerdere onderzoeken is het principe van de Fabry-Pérot-interferometer succesvol gebruikt voor het meten van de beweging van nanomechanische resonatoren [2-4,8]. De meetopstelling bij de TU Delft is ook gebaseerd op deze methode. Figuur 2 laat een overzichtsfoto (a) en een schema (b) van de interferometer zien. De vaste spiegel wordt gevormd door de bodem van het substraat (silicium), en de bewegende spiegel is de flake. De twee spiegels vormen een Fabry-Pérot-trilruimte, zij het met een ultralage versterkingsfactor als gevolg van de lage reflectiecoëfficiënt van de flake. De rest van het systeem bestaat uit twee delen: een optisch pad voor het aanslaan van de drum, en een voor het detecteren van de resulterende beweging. Voor het detecteren van de beweging wordt een lineair gepolariseerde helium-neonlaser gebruikt met een vermogen van 25 mW. De intensiteit wordt ingesteld op enkele mW met een neutrale-dichtheidsfilter (NDF), waarna de bundel door twee lenzen drie maal wordt verbreed. Hierna volgt een gepolariseerde dealkubus (PBS) en een kwart-golflengteplaat ( $\lambda/4$ ) waarna het licht door middel van een objectieflens (OBJ;  $50\times$ ,  $\text{NA} = 0,60$ ,  $\text{WD} = 9 \text{ mm}$ ) op

de flake wordt gefocust. De spotdiameter is ongeveer 1 micrometer. Het gereflecteerde licht volgt dezelfde weg terug en wordt door de gepolariseerde dealkubus afgebogen naar een snelle-fotodiode-detector (PD).

Voor het aanslaan van de drums wordt gebruikgemaakt van een blauwe diodelaser, die wordt ingekoppeld via de dichroïsche spiegel (DM). De lichtintensiteit wordt met een radiofrequentie-signaal gemoduleerd, waardoor de drum een wisselende hoeveelheid licht absorbeert, die in warmte wordt omgezet en de drum in beweging zet. Het vermogen dat daarvoor wordt gebruikt is ongeveer een milliwatt. Deze ‘fotothermische excitatie’ is tot hoge frequenties efficiënt dankzij de zeer kleine warmtecapaciteit van de flake. Het sample met de nanodrums wordt geplaatst in een zelfgebouwde vacuümkamer, waarin een glas is geplaatst ten behoeve van optische toegang. Figuur 2(c) laat een close-up zien. Elektrische doorvoeren worden gebruikt voor optionele elektrische aandrijving van het sample en voor het stemmen van de drum. Dit kan door de flake aan te trekken met een elektrostatische kracht, waardoor de materiaalspanning en daarmee de resonantiefrequentie varieert. De vacuümkamer is gemonteerd op een  $xyz$ -positioneertafel, zodat de focus en de

positie van de laserspot worden ingesteld met behulp van een CCD-camera en led-verlichting.

Figuur 3(a) laat de amplitude- en fase-response zien van een  $\text{MoS}_2$  drum, die middels fothermische excitatie wordt aangedreven rond de fundamentele resonantiefrequentie. De diameter van de drum is  $3 \mu\text{m}$ , en de dikte is ongeveer 3,2 nanometer, hetgeen overeenkomt met 5 monolagen. De lijnen representeren een kleinste-kwadratenfit met een harmonische-oscillatorfunctie, waarmee de resonantiefrequentie,  $f_0 = 7,5 \text{ MHz}$ , en  $Q$ -factor (een maat voor de demping),  $Q_0 = 38$ , worden bepaald. Het is opmerkelijk dat, ondanks het feit dat de experimenten bij een lage druk worden uitgevoerd ( $10^{-4} \text{ mbar}$ ), de demping groot is: voor de nanodrums worden bij kamertemperatuur steeds  $Q$ -factoren onder 100 gevonden. Deze waarde is vergelijkbaar met die van veel dikkere micromechanische systemen die resoneren bij atmosferische druk en door de viskeuze kracht gedempt worden. Voor deze micromechanische systemen is de  $Q$ -factor in vacuüm een factor 10 tot 100 hoger. Kennelijk spelen andere dempingsprocessen een grote rol in deze flinterdunne drumresonatoren. Deze zijn onderwerp van ons huidige onderzoek. De drum beweegt ook zonder dat zij wordt aangedreven: in evenwicht is er



thermische energie beschikbaar die leidt tot beweging. De gemiddelde amplitude van deze ondergedempte – dat wil zeggen niet binnen een periode uitgedempte – Brownse beweging,  $\sqrt{\langle x^2 \rangle}$ , wordt gevonden door de thermische energie gelijk te stellen aan de veerenergie:

$$\frac{1}{2}k_B T = \frac{1}{2}m(2\pi f_0)^2 \langle x^2 \rangle,$$

waarin  $k_B$  Boltzmanns constante is,  $T$  de absolute temperatuur,  $m$  de massa en  $f_0$  de resonantiefrequentie. Hieruit volgt dat de kwadratisch gemiddelde thermische beweging van het membraan 132 picometer is, hetgeen meetbaar is met de interferometer. Figuur 3(b) laat deze Brownse beweging zien. De energieverdeling van de verplaatsingsruis volgt een Lorentziaan, waaruit een resonantiefrequentie van  $f_0 = 7,5$  MHz en een Q-factor  $Q_0 = 38$  wordt bepaald, identiek aan de waarden gevonden bij de aangedreven meting. Met de berekende amplitude van de verplaatsing en de gemeten signaal-ruisverhouding, schatten we de gevoeligheid van de interferometer op  $1 \text{ pm}/\sqrt{\text{Hz}}$ .

### Conclusie en perspectief

In dit werk beschrijven we hoe met een zelfgebouwde interferometer de beweging van nanodrums wordt gemeten. Deze nanodrums zijn vervaardigd door gelaagde materialen te stempelen op een substraat waarin van tevoren gaten zijn aangebracht. Vanwege de kleine afmetingen van de drums is het mogelijk deze fothermisch aan te slaan; de resulterende response laat zien dat de drum zich gedraagt als een harmonische oscillator. Bij kamertemperatuur is de Brownse beweging van de drum detecteerbaar. Het is opmerkelijk dat de beweging van de membranen sterk gedempt is: veel meer dan men zou verwachten voor nanomechanische systemen in vacuüm. De oorzaak van de hoge demping in ultradunne resonatoren, alsook manieren om deze te manipuleren, worden op dit moment onderzocht.

Atomair dunne membranen van sommige materialen, zoals grafeen, zijn impermeabel voor gassen. Zij vormen dus de dunst mogelijke gasdichte scheiding. Omdat de membranen extreem sterk zijn (breeksterkte in de orde van TPa) en een hoge rekgrens hebben ( $> 10\%$ ), kunnen zij hoge drukverschillen weerstaan, waarbij zij worden opgeblazen tot ballonnen. Deze eigenschappen maken de membranen interessant als druksensoren, niet alleen voor vacuümtoepassingen, maar ook in consumentenelektronica. Men kan denken aan zeer gevoelige microfoons, of zelfs luidsprekers, waarin een groot bereik, een snelle response en een hoge gevoeligheid worden gecombineerd. Ook is het mogelijk om, bijvoorbeeld met een ionenbundel, atomen uit het kristalrooster te schieten, waardoor gaten (defecten) in het membraan ontstaan. Deze defecten vormen een doorgang voor kleinere gasmoleculen, terwijl de grotere moleculen niet kunnen passeren. Er ontstaat dan een moleculaire zeef, met toepassingen in scheidingstechnologie en in analytische instrumenten. De beschreven interferometer stelt ons in staat de buitengewone mechanische eigenschappen van tweedimensionale kristallen te onderzoeken, teneinde deze toekomstplannen te realiseren.

### Dankwoord

Wij bedanken Andres Castellanos-Gomes voor de hulp bij het fabriceren van de nanodrums. Dit werk wordt gefinancierd door NanoNextNL, een micro- en nanotechnologieconsortium van de Nederlandse overheid en 130 partners, en door het Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) van de Europese Unie, onder Grant Agreement n° 318287, project LANDAUER.

### Referenties

- 1 Warner Venstra, Samir Etaki, Khashayar Babaei Gavan, Menno Poot, Herre van der Zant, NanoElektroMechanische Systemen. *NEVAC blad* 47 2 (2009) 5-8.
- 2 J. S. Bunch, A. M. van der Zande, S. S. Verbridge, I. W. Frank, D. M. Tanenbaum, J. M. Parpia, H. G. Craighead, and P. L. McEuen, Electromechanical Resonators from Graphene Sheets. *Science*, 315 (2007) 490.
- 3 J. Lee, Z. Wang, K. He, J. Shan, P. X.-L. Feng, High frequency MoS<sub>2</sub> nanomechanical resonators, *ACS Nano* 7 (2013) 6086.
- 4 A. Castellanos-Gomez, R. van Leeuwen, M. Buscema, H.S.J. van der Zant, G.A. Steele, and W.J. Venstra, Single-layer MoS<sub>2</sub> mechanical resonators. *Adv Mater* 25 (2013) 6719.
- 5 Chen C, Lee S, Deshpande V.V., Lee G.H., Lekas M, Shepard K, Hone J., Graphene mechanical oscillators with tunable frequency. *Nature Nanotech* 8 (2013) 923.
- 6 M. López-Suárez, R. Rurali, L. Gamma-toni, G. Abadal, Nanostructured graphene for energy harvesting. *Phys Rev B* 84 (2011) 161401(R).
- 7 K-A. N. Duerloo and E. J. Reed, Flexural electromechanical coupling: A nanoscale emergent property of boron nitride bilayers. *Nano Lett* 13 (2013) 1681.
- 8 D. Karabacak, T. Kouh, and K. L. Ekinci, Analysis of optical interferometric displacement detection in nanoelectromechanical systems. *J Appl Phys* 98 (2005) 124309.
- 9 A. Castellanos-Gomez, M. Buscema, R. Molenaar, V. Singh, L. Janssen, H. S. J. van der Zant, G. A. Steele, Deterministic transfer of two-dimensional materials by all-dry viscoelastic stamping. *Cond-mat arXiv*: 1311.4829.

## 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 m<sup>2</sup> 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



Please contact for more details Evatec Process Systems BV +31 343 595 470 www.evatec.nl



## Roll-to-Roll Valve MONOVAT

Series 02.4 for Roll Coater Production Systems



Opening sizes up to  
50 x 1500 mm (2" x 59")  
Aluminum or stainless steel



- Roll-to-Roll valve increases system uptime
- Excellent vacuum sealing performance
- Double seal or quad seal with intermediate pumping
- No damage to the foil

**Swiss Headquarters**  
Tel +41 81 771 61 61  
CH@vatvalve.com

**VAT Benelux**  
Tel +31 30 6018251  
NL@vatvalve.com

**VAT France**  
Tel (01) 69 20 69 11  
FR@vatvalve.com

**VAT Germany**  
Tel (089) 46 50 15  
DE@vatvalve.com

**VAT U.K.**  
Tel 01926 452 753  
UK@vatvalve.com

**VAT USA**  
Tel (781) 935 1446  
US@vatvalve.com

**VAT Japan**  
Tel (045) 333 11 44  
JP@vatvalve.com

**VAT Korea**  
Tel (031) 662 68 56  
KR@vatvalve.com

**VAT Taiwan**  
Tel (03) 516 90 88  
TW@vatvalve.com

**VAT China**  
Tel (021) 5854 4300  
CN@vatvalve.com

**VAT Singapore**  
Tel 6252 5121  
SG@vatvalve.com

www.vatvalve.com



# Uitslag NEVAC-prijs 2014

Laat ik maar meteen met de deur in huis vallen: wat is het soms lastig om dit mooie blad te vullen met interessante artikelen van onze lezers! En dat ondanks de standaardvergoeding van 250 euro per artikel, en een reële kans op maar liefst 1000 euro voor het beste wetenschappelijke en technische artikel. Na het verstrijken van de deadline op 15 januari hadden we nog maar één artikel binnen. Ik raakte niet meteen in paniek, want vorig jaar hadden we op de deadline ook nog maar één artikel binnen. Uiteindelijk kwamen er toen nog zes mooie artikelen bij, na enig lobbywerk van redactie en bestuur. Ook konden we de deadline nog wat verschuiven omdat het eerste blad van dit jaar later uitkomt vanwege de latere datum van de NEVAC-dag, woensdag 4 juni.

Helaas is dit jaar ons gelobby, vooral tijdens de FOM-dagen in Veldhoven, minder effectief gebleken. We kwamen uiteindelijk op twee artikelen uit. Ook enigszins jammer is dat er deze keer geen technisch artikel bij zat. Het blijkt lastig om technici aan het schrijven te krijgen. Daarom krijgt de prijs voor het beste technische artikel in de toekomst misschien een andere bestemming. Zo denken we bijvoorbeeld aan een beloning voor de beste NEVAC-examenkandidaat. We zijn hier echter nog niet over uit. Het gebrek aan artikelen werd gelukkig gecompenseerd door de zeer hoge kwaliteit van beide inzendingen. De beoordelingscommissie voor dit jaar, wederom bestaande uit Pedro Zeijlmans van Emmichoven, Paul Koenraad, Bas Dielissen

en ondergetekende hebben dan ook met veel plezier de inzendingen gelezen. Het bleek niet makkelijk om een winnaar aan te wijzen. De uitslag was uiteindelijk 3-1 in het voordeel van Ronald van Leeuwen omdat zijn artikel net wat makkelijker leest, hij de experimentele opstelling goed beschrijft en het onderwerp iets meer aan vacuüm gerelateerd is. De commissie wil Ronald dan ook van harte feliciteren en hoopt de prijs persoonlijk te kunnen overhandigen op de komende NEVAC-dag op 4 juni in Utrecht. Zijn artikel over nanodrum met atomaire dikte is in dit nummer opgenomen. Het tweede artikel van Adil Acun over siliceen wordt in een volgende editie gepubliceerd.

Hans van Eck

Voorzitter beoordelingscommissie 2014

## Mededeling van de Commissie Opleidingen

### Nieuw:

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, Kwartzkristal 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.





## ALD4PV Workshop - Eindhoven

Op 20 maart j.l. werd er aan de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e) een workshop georganiseerd over atoomlaagdepositie (*atomic layer deposition, ALD*) voor toepassingen in zonnecelfabricage, kortweg ALD4PV. Deze workshop werd bezocht door ongeveer 80 personen die lezingen gepresenteerd kregen van enkele binnenlandse en buitenlandse gastsprekers die in hun lezingen bespraken wat ALD kan betekenen voor verschillende types zonnecellen. Onder de deelnemers waren onderzoekers van universiteiten en instituten maar ook het bedrijfsleven was ruim vertegenwoordigd.

**Diana Garcia-Alonso, Adriana Creatore en Erwin Kessels**

Groepsfoto van de deelnemers aan de ALD4PV-workshop. Op de voorgrond het TU/e-kunstwerk *State of Nature* met zonnecellen.



In de afgelopen jaren is er steeds meer interesse ontstaan voor atoomlaagdepositie voor de vervaardiging van zonnecellen. Deze interesse is onder meer gewekt door doorbraken op het gebied van de passivatie van zonnecellen van kristallijn silicium met ultradunne laagjes aluminiumoxide. Ongeveer tien jaar geleden werd bij IMEC en de TU/e aangetoond dat zulke ultradunne laagjes het oppervlak van silicium perfect kunnen passiveren en nadat de eerste zonnecelresultaten in 2008 gerapporteerd werden – met zonnecelrendementen die zelfs 1 absoluut procent hoger lagen dan voor-

**Dr. Alex Martinson van het Amerikaanse Argonne National Laboratory gaf een presentatie over ALD voor kleurstofzonnecellen.**



heen – was het hek van de dam. Zon-necelonderzoekers stortten zich massaal op ALD en op aluminiumoxide en het bedrijfsleven haastte zich om ALD-apparatuur te ontwikkelen die geschikt is voor industriële fabricage van zonnecellen. De Nederlandse ALD-bedrijven SolayTec en Levitech werden opgericht en ook ASM International, de onbetwiste wereldleider op het gebied van ALD, startte PV-activiteiten op.

Echter niet alleen zonnecellen van kristallijn silicium kunnen profiteren van de ALD-techniek. Ook voor allerlei andere types zonnecellen zijn de positieve en vaak zelfs unieke eigenschappen van ALD van belang. Dit was al duidelijk voordat ALD gebruikt werd voor siliciumzonnecellen. Maar de initiële onderzoeksactiviteiten op het gebied van ALD voor zonnecellen van koper-indium-gallium-selenide (zogenaamde CIGS-zonnecellen) en kleurstofzonnecellen (*dye-sensitized solar cells*, DSC-zonnecellen) speelden zich enkel af in een handjevol labs en wekten nauwelijks de aandacht van de zonnecelgemeenschap. Sinds de doorbraak van aluminiumoxide voor de passivatie van siliciumoppervlakken staat ALD echter ook bij deze zonneceltechnologieën ruimschoots in de belangstelling.

Tijdens de workshop werd er eerst stilgestaan bij de recente ontwikkelingen op het gebied van de passivatie van kristallijn-siliciumzonnecellen. Dr. Joachim John van het Belgische IMEC gaf een uitgebreid overzicht en maakte duidelijk dat het vaststaat dat aluminiumoxide gebruikt zal worden in de volgende generatie siliciumzonnecellen. De eerste bedrijven komen al met zonnecellen met aluminiumoxide op de markt. Maar ook andere zonneceltypen van kristallijn silicium, bijvoorbeeld heterojunctie-siliciumzonnecellen, kunnen profiteren van ALD. Dit werd onder de aandacht gebracht door Sjoerd Smit van de TU/e. De mogelijkheden om de productie van CIGS-zonnecellen te verbeteren met ALD werden in de volgende sessie breed uitgemeten, onder andere door dr. Tobias Törndahl en dr. Bart Vermang van de Universiteit van Uppsala, Zweden. Deze universiteit loopt al jaren voorop op het gebied van onderzoek aan nieuwe bufferlagen voor CIGS-zonnecellen.

Dr. Harm Knoops van de TU/e liet zien dat ALD ook andere toepassingen heeft aan de voorzijde van CIGS-zonnecellen, onder andere voor transparante geleiders. De plannen van het Nederlandse Smit Ovens op het gebied van ALD voor CIGS verklaarde de aanwezigheid van

**Dr. Bart Vermang van de Universiteit van Uppsala, Zweden, presenteerde zijn werk op het gebied van de passivatie van CIGS-zonnecellen.**

een grote delegatie medewerkers van dit bedrijf. Tijdens het middagprogramma werd er ingegaan op zonneceltechnologieën die nog iets verder van industriële toepassing staan. Dr. Alex Martinson van het Amerikaanse Argonne National Laboratory, dr. Valerio Zardetto van de TU/e en dr. Nicholas Tétreault van het Zwitserse EPFL presenteerden hun werk op het gebied van DSC-zonnecellen en andere, vooralsnog exotische technologieën. Hun bijdragen lieten duidelijk zien dat ALD heel veel opties biedt voor toekomstige zonnecellen, zeker als nanogestructureerde materialen nog meer hun weg gaan vinden in zonneceltechnologieën.

De middag werd afgesloten door dr. Ernst Granneman van Levitech. Hij sprak over de opschaalbaarheid van ALD. Hij rapporteerde over de activiteiten van de Nederlandse ALD-bedrijven (Levitech, SolayTec en ASM) en gebruikmakend van zijn jarenlange industriële ervaring maakte hij duidelijk wat belangrijk is voor acceptatie van de ALD-techniek in industriële zonnecelfabricage.



De workshop, gesponsord door de NEVAC, gaf de deelnemers ruim de kans om ideeën uit te wisselen en te netwerken.

Voor de afsluitende borrel, met veel gezelligheid en mogelijkheden om te netwerken, werden de conclusies van de dag opgesomd. De belangrijkste conclusie was ongetwijfeld: ALD gaat een zonnige toekomst tegemoet in de fabricage van zonnecellen!

De ALD4PV-workshop werd georganiseerd in het kader van Solliance en de afsluiting van het ALD4PV-project (EU FP7 Marie Curie). De organisatoren bedanken de NEVAC en Pfeiffer Vacuüm voor de sponsoring.



## HV Gate Valve

Series 11.0 for High Vacuum Applications



**NEW DESIGN**  
Stainless steel, bellows sealed valve  
at **LOW COST**, compare!



- 200 000 cycles between maintenance
- Very small flange-to-flange dimension
- Low shock during operation
- Sizes:  
DN 63–320 mm (2 1/2" – 12")

**Swiss Headquarters**  
Tel +41 81 771 61 61  
CH@vatvalve.com

**VAT Benelux**  
Tel +31 30 6018251  
NL@vatvalve.com

**VAT France**  
Tel (01) 69 20 69 11  
FR@vatvalve.com

**VAT Germany**  
Tel (089) 46 50 15  
DE@vatvalve.com

**VAT U.K.**  
Tel 01926 452 753  
UK@vatvalve.com

**VAT USA**  
Tel (781) 935 1446  
US@vatvalve.com

**VAT Japan**  
Tel (045) 333 11 44  
JP@vatvalve.com

**VAT Korea**  
Tel (031) 662 68 56  
KR@vatvalve.com

**VAT Taiwan**  
Tel (03) 516 90 88  
TW@vatvalve.com

**VAT China**  
Tel (021) 5854 4300  
CN@vatvalve.com

**VAT Singapore**  
Tel 6252 5121  
SG@vatvalve.com

www.vatvalve.com



# NEVAC DAY 2014

Vacuum related science and  
technology



Universiteit Utrecht



**Speakers: Sara Bals (EMAT, Antwerp) – Rafael Abela (PSI, SWISSFEL) – Peter van der Straten (UU) – Sense Jan van der Molen (UL) – Joost W.M. Frenken (Advanced Research Center for Nanolithography, Amsterdam) – Urs Wiesemann (Bruker, Germany) – Inge Loes ten Kate (UU) – Alexander Ako Khajetoorians (Hamburg University, Germany)**

**Student poster session – NEVAC prize winner – Industrial exhibition – NEVAC meeting – Lunch and drinks**

Registration: [www.nevac.nl](http://www.nevac.nl)

Student poster session registration: use the form at [www.nevac.nl](http://www.nevac.nl)

Industrial exhibition contact: [penningmeester@nevac.nl](mailto:penningmeester@nevac.nl)

Organisation: Frank de Groot, [f.m.f.degroot@uu.nl](mailto:f.m.f.degroot@uu.nl) and Ingmar Swart, [i.swart@uu.nl](mailto:i.swart@uu.nl)

**Wednesday June 4**  
**Academiegebouw, Domplein 29, Utrecht**



# Programme NEVAC day 2014

Academiegebouw Utrecht University Wednesday 4 June

9.00 Registration, coffee/tea

## Plenary session

9.30 Opening

9.35 Sara Bals

(EMAT, University of Antwerp, Belgium):

*Seeing Atoms in Three Dimensions by Atomic Resolution Electron Tomography*

10.10 Rafael Abela (PSI, SwissFEL, Switzerland)

*The SwissFEL X-Ray Laser Project*

10.45 NEVAC prize: Ronald van Leeuwen

11.15 General meeting NEVAC

11.30 Poster session, exhibition, lunch

## Afternoon session science

13.10 Peter van der Straten

(Department of Physics, Utrecht University):

*Hydrodynamic excitations in an ultra-cold Bose gas*

13.40 Sense Jan van der Molen (Kamerlingh Onnes

Laboratorium, Leiden University):

*Measuring local voltage drops in graphene using electron quantum interference*

## Afternoon session technology

13.10 Joost W.M. Frenken (Advanced Research Center for Nanolithography (ARCNL), Amsterdam):

*New light on lithography*

13.40 Urs Wiesemann (Bruker ASC, Germany):

*From the synchrotron to the lab: X-ray microscopy and metrology with standalone sources*

## Plenary session

14.15 Inge Loes ten Kate

(Faculty of Geosciences, Utrecht University):

*Organic matter in our Solar System and how to study this in the lab*

14.50 Alexander Ako Khajetoorians

(Hamburg University, Germany)

*Probing the magnetic nature of a single atom*

15.25 Conclusion

15.30-17.00 Reception, drinks

## Registration

Please register by filling out the form at [www.nevac.nl](http://www.nevac.nl)





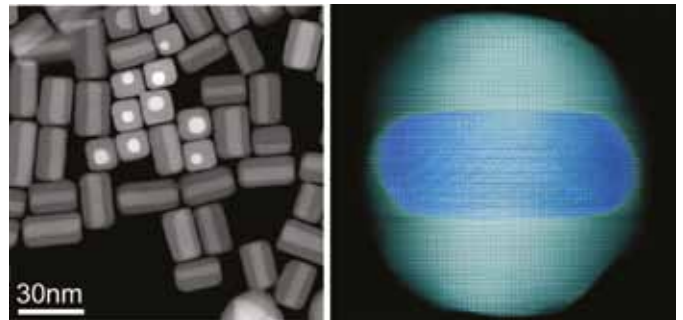
# NEVAC day lectures

## Seeing Atoms in Three Dimensions by Atomic Resolution Electron Tomography

Sara Bals, EMAT, University of Antwerp, Belgium

Nanosystems that are being investigated within the field of physics, biology and chemistry are becoming smaller and more complex. As a consequence, higher demands are being put to microscopic and nanoscopic characterization techniques as well. New developments within the field of transmission electron microscopy (TEM) allow investigating these systems at the atomic scale, not only structural, but also from chemical and electronic point of view. However, one should never forget that all these techniques only provide a two-dimensional (2D) projection of a three-dimensional (3D) object. To overcome this problem, electron tomography has been used in an increasing number of studies over the last decennium. Nevertheless, it is still not straightforward to push the resolution below the nanoscale in 3D. This relies on the combination of state-of-the-art electron microscopes and advanced computational procedures to transform the 2D images into a 3D reconstruction.

One of the possibilities to perform electron tomography with atomic resolution is by applying reconstruction algorithms based on compressive sensing. We hereby exploit the fact that nanomaterials at the atomic scale are sparse. The methodology was applied for Au nanorods and the crystal lattice of the nanorods could be reproduced without using prior knowledge on



the atomic structure! From these reconstructions, the boundary facets of different rods have been precisely determined and the reconstruction can serve as a starting point to investigate strain in 3D [1]. More recently the technique was applied to visualize crystal defects at the atomic scale and to distinguish between different types of atoms [2]. These investigations will yield more insight on the connection between properties and structure of a broad range of nanostructures.

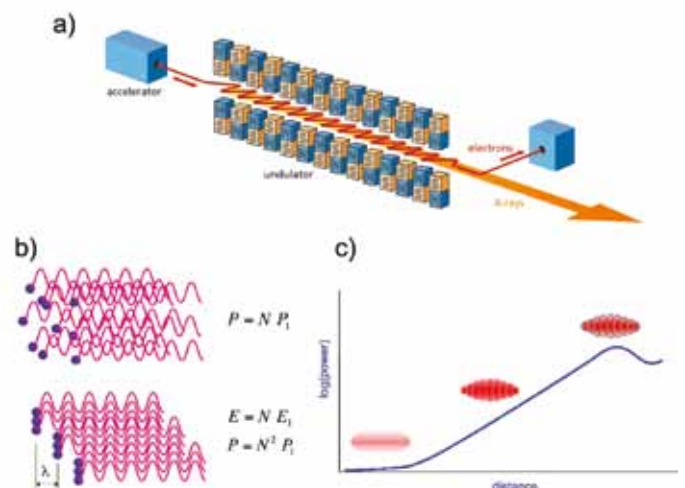
### References

- 1 B. Goris, S. Bals, W. Van den Broek, E. Carbo-Argibay, S. Gomez-Grana, L. M. Liz-Marzan, G. Van Tendeloo, *Nature Materials* **11** (2012) 930.
- 2 B. Goris, A. De Backer, S. Van Aert, S. Gómez-Graña, L. M. Liz-Marzán, G. Van Tendeloo, S. Bals, *Nano Lett.* **13** (2013) 4236.

## The SwissFEL X-Ray Laser Project

Rafael Abela, PSI, SwissFEL, Switzerland

X-ray free electron laser facilities producing femtosecond pulses of coherent x-rays in a wide wavelength range, with extremely high peak brightness are in operation and planning stage. The brightness, the coherence and the short pulses provide opportunities for performing novel science in chemistry, solid state physics, biochemistry and materials science. The presentation will focus in a first part on the characteristics of the SwissFEL facility as well as the goals and challenges in instrumentation and experimental techniques. In a second part a description of the proposed extension towards soft x-rays and collaboration possibilities with European research groups will be presented.





## TiTan™ Ion Pumps 0.2 - 1200 liters/second



## Digitel™ Ion Pump and TSP Controllers Small, Large, and Multiple Pump Controllers



## Titanium Sublimation & Non-Evaporable Getter Pumps

### Acclon Technologies BV

Nijverheidsweg 34  
3274 KJ Heinenoord - The Netherlands  
+31 (0) 85 273 7267 T  
+31 (0) 84 883 0382 F

[gammavacuum.com](http://gammavacuum.com) | [info@acclontechnologies.com](mailto:info@acclontechnologies.com)

## Vacuum Science Solutions

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



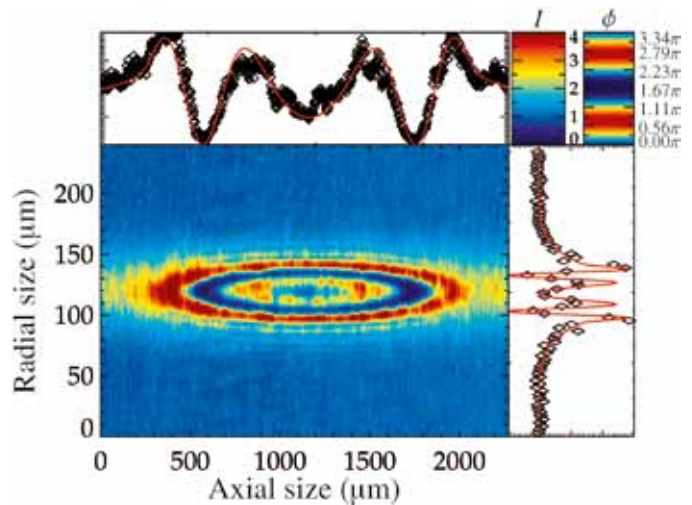
MDC vacuum products available from Evatec



## Hydrodynamic excitations in an ultracold Bose gas

Peter van der Straten, Department of Physics, Utrecht University

Clouds of bosonic atoms cooled to ultra-low temperatures (below 1 microK) make a transition to a new phase, which is called Bose-Einstein condensation. Despite the small size of the clouds (of the order of 1 mm), we can produce and observe hydrodynamic excitations in such clouds. Due to the presence of two coexisting fluids (the normal and superfluid), the excitations behave in an unusual way, as shown in thermal conductance, viscous damping and the existence of first and second sound. In my talk I will show the techniques to produce these ultra-cold clouds and the study of the hydrodynamic excitations.



## Measuring local voltage drops in graphene using electron quantum interference

Sense Jan van der Molen, Kamerlingh Onnes Laboratorium, Universiteit Leiden

The past few years have seen a growing interest in the electronic properties of (quasi) 2D systems. These range from topological insulators and graphene to heterostructures of various 2D materials. A large advantage of these systems is that their entire surface is directly accessible to analysis tools. Based on this property, we introduce a novel technique to study charge transport, coined '*Electron quantum interference potentiometry*' (EQIP). Applying it to graphene, we are able to map out the electrical potential at any point on the surface during a conductance measurement. Thus we add local information to global charge transport data.

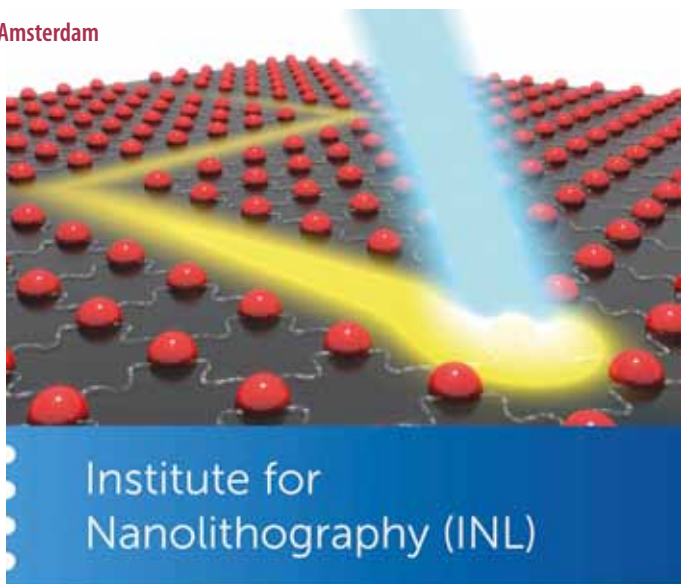
Our technique is based on electron quantum interference effects in low-energy electron microscopy (LEEM). In this type of microscopy, a sample is illuminated by an electron beam and an image is formed with the coherently reflected electrons. In this talk, I will introduce LEEM and will then present our very first EQIP results on lithographically defined graphene samples. The possibility to extend this technique to more general 2D-heterostructures will be commented on as well.

Apart from that, I will show that EQIP forms a very elegant demonstration of quantum physics, allowing one to project the wave properties of the electron onto a real-space sample surface.

## New light on lithography

Joost W.M. Frenken, Advanced Research Center for Nanolithography (ARCNL), Amsterdam

The finest details in today's memory and processor chips have dimensions in the order of only a few tens of nanometers. This length scale determines the maximum packing density of active components and is, in turn, dictated by the lithographic steps in the production process of these chips. New fundamental research is becoming increasingly important to enable further miniaturization. ARCNL is a new public-private partnership between the funding agency FOM/NWO, the universities UvA/VU and the company ASML, focusing on the fundamental physics behind current and future nanolithographic processes for application in the semiconductor industry. In this talk, the extreme ultraviolet (EUV) technology will be introduced that is at the heart of modern lithography and the contours will be sketched of ARCNL's research program.



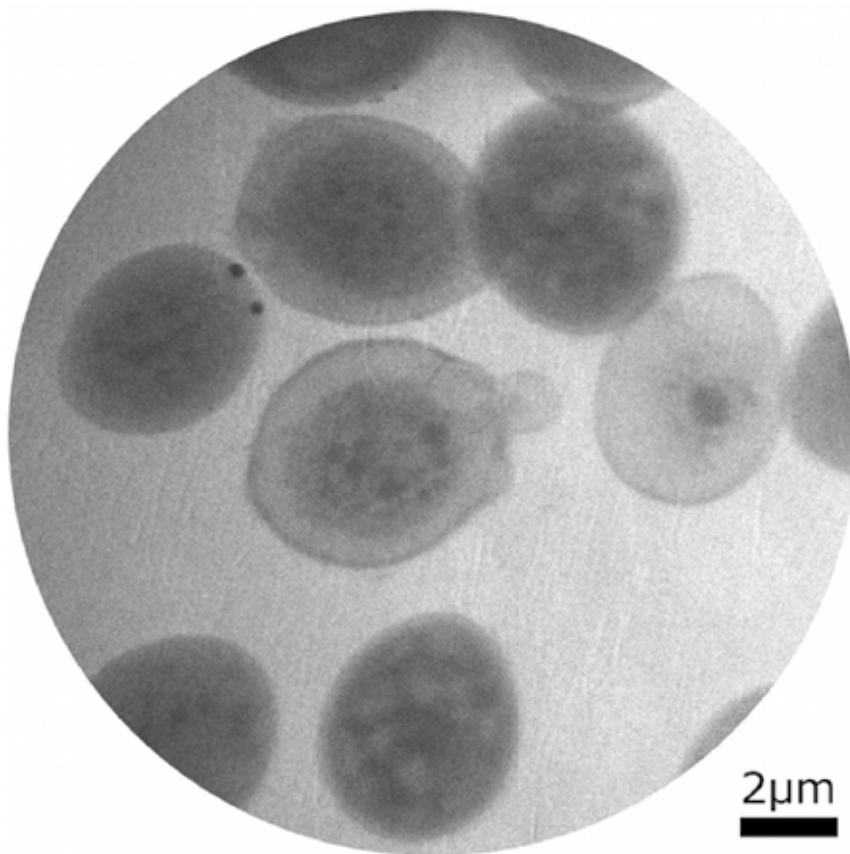
# From the synchrotron to the lab: X-ray microscopy and metrology with standalone sources

Urs Wiesemann, Bruker ASC, Germany

Methods exploiting the high spectral brilliance of synchrotron radiation are contributing significantly to basic and applied research in various fields like structural biology, materials science, polymer science, and semiconductors. However, the availability of synchrotron radiation methods to researchers is limited because users are competing worldwide for beam time at a small number of the respective instruments.

Over the last years, Bruker ASC, with a background in specialized synchrotron instrumentation, has set out to bring synchrotron techniques to the lab, aiming for acquisition times and data quality comparable to lower brightness (bending magnet) synchrotron sources. This talk will give an overview on the lab-based microscopy and metrology instrument developments at Bruker ASC and other Bruker divisions.

For short data acquisition times, optimized optical concepts and components are developed, both in-house and in collaboration with partners in research and industry. For example, a polychromatic optical layout is used for reflectometry to acquire a whole reflectivity spectrum in parallel. Robust plasma based or metal jet target sources deliver high spectral brilliance. Efficient optical elements like tailor made grazing incidence condenser mirrors for X-ray microscopy also contribute to an efficient overall system. Systems built using these concepts and components include a



Cryo-fixated budding yeast cells (*Saccharomyces cerevisiae*), acquired in laboratory source X-ray microscope (C. Seim et al., BLiX).

standalone X-ray microscope with 31 nm resolution and exposure times under a minute for unstained cryo fixated samples. An EUV mask blank reflectometer used in production shows reflectivity and wavelength reproducibilities comparable to national standards institutes. A soft X-ray grazing incidence small angle scattering (GISAXS) demonstration setup measures critical dimensions on wafers with sub-minute exposure times.

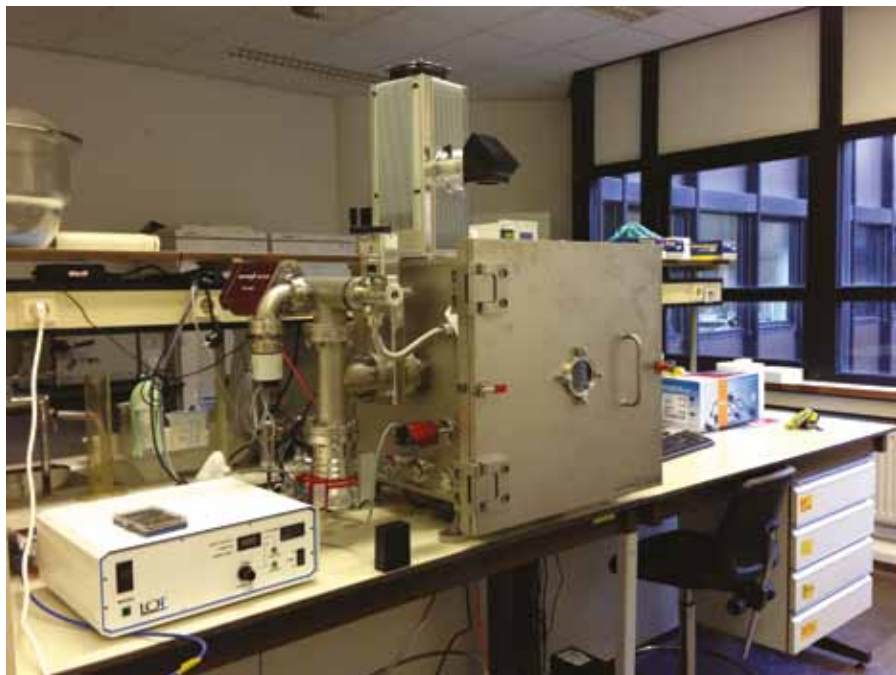
## Organic matter in our Solar System and how to study this in the lab

Inge Loes ten Kate, Faculty of Geosciences, Utrecht University

A wide range of non-biological organic compounds has been found all over our Solar System. This organic matter is found incorporated in (micro)meteorites and interplanetary dust particles. It has been detected in comets and in the plumes of Enceladus, and C-type (carbonaceous) asteroids got their name because of their carbonaceous content. Several hypotheses exist

on the history of this organic matter. It could be formed in situ, for example in these C-type asteroids, but it could also have formed in the interstellar medium and been incorporated during the formation of our Solar System. Organics are also heavily sought after at other planets, with as major example Mars. To understand the origin of this organic matter and its poten-

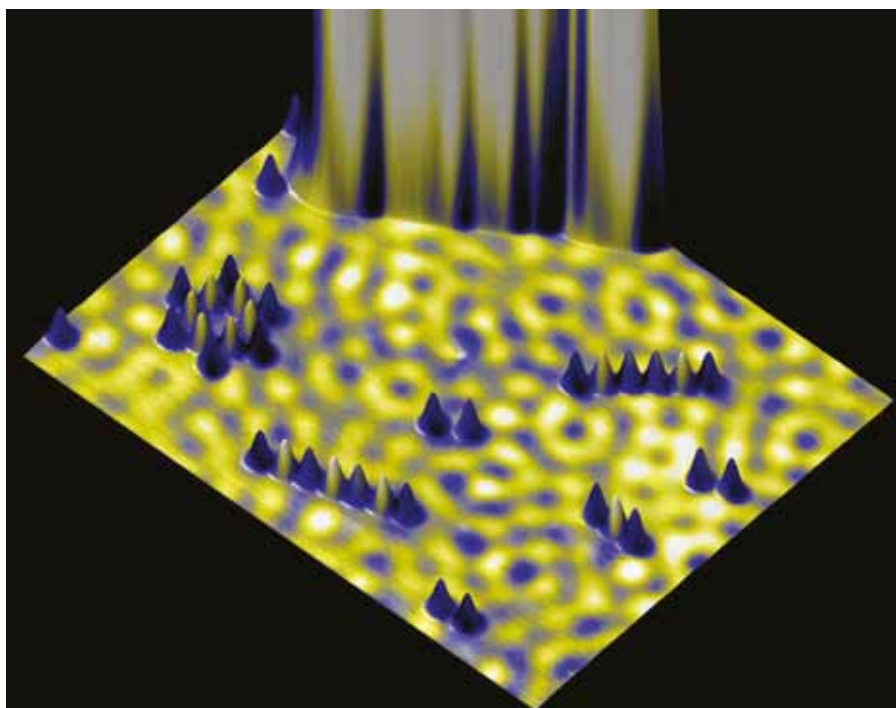
tial presence on other planet's surfaces, conditions in the Solar System need to be simulated. I will give a short introduction into organic matter in our Solar System, followed by an overview of different laboratory studies focusing on Solar System organics. Here I will highlight the different conditions that are simulated, but also the difficulties involved in these simulations. I will end my talk with detailing some of my own work and related studies that were carried out in preparation of Mars missions, such as Curiosity, and how these studies helped shape the mission.



## Probing the magnetic nature of a single atom

Alexander Ako Khajetoorians, Hamburg University, Germany

With the development of scanning tunneling microscopy at ultra-low temperatures and in magnetic fields, two complementary methods, namely spin-polarized scanning tunneling spectroscopy (SP-STs) [1] and inelastic STs (ISTS) [2-3], can address single spins at the atomic scale. While SP-STs reads out the projection of the impurity magnetization, ISTs detects the excitations of this magnetization as a function of an external magnetic field. They are thus the analogs of magnetometry and spin resonance measurements pushed to the single atom limit. We have recently demonstrated that it is possible to reliably combine single atom magnetometry with an atom-by-atom bottom-up fabrication to realize complex atomic-scale magnets with tailored properties [4-5]. In this talk, I will address recent developments in probing the spin excitations and magnetization curves of single and coupled atoms on a multitude of non-magnetic surfaces, and the effects of the electronic structure on the precessional dynamics of the atomic spin. Moreover, I will discuss investigations of the magnetization dynamics [6] of coupled spins as probed with spin-resolved STM techniques and how the relaxation is affected by processes like quantum tunneling and spin-transfer torque.



### References

- 1 A.A. Khajetoorians et al., *PRL* **106** (2011) 037205.
- 2 A.J. Heinrich et al., *Science* **306** (2004) 466.
- 3 A.A. Khajetoorians et al., *Nature* **467** (2010) 1084.
- 4 A.A. Khajetoorians et al., *Nature Physics* **8** (2012) 497.
- 5 A.A. Khajetoorians et al., *Science* **332** (2011) 1062.
- 6 A.A. Khajetoorians et al., *Science* **339** (2013) 55.

# Concept notulen NEVAC ALV 2013

## 23 april 2013 op het Science Park Amsterdam

Aanwezig ongeveer 30 leden.

### 1. Opening

De voorzitter (Erwin Kessels) opent de vergadering om 12:20 en heet iedereen welkom. Hij bedankt degenen die deze dag op het Science Park Amsterdam mogelijk hebben gemaakt.

### 2. Vaststellen van de agenda

Er worden geen wijzigingen voorgesteld, dus de gegeven agenda zal worden afgehandeld.

### 3. Mededelingen

Naar aanleiding van het 50-jarig jubileum is een nieuwe website geïntroduceerd en in het verlengde daarvan heeft het *NEVAC blad* ook een update gekregen met een nieuwe redactie; hierover later meer onder punt 5 van de agenda.

### 4. Concept notulen Algemene Leden Vergadering 2012

Er zijn geen wijzigingen noch tekstueel noch inhoudelijk en daarmee worden ze bij dezen vastgesteld. Ook naar aanleiding van de notulen zijn er geen op- of aanmerkingen.

### 5. Jaarverslagen van de werkgroepen en commissies

#### Constructies

Marc Driessen is helaas niet aanwezig, maar heeft vorig jaar zijn best gedaan om een binnenlandse excursie te organiseren in en rondom Eindhoven. Helaas hadden zich onvoldoende deelnemers gemeld. Dit jaar doet hij opnieuw een poging: er liggen flyers waarop meer informatie hierover beschikbaar is. 20 juni 2013 is de geplande datum.

#### Buitenlandse excursie

Er wordt door Rob Klöpping een buitenlandse excursie naar Parijs voorbereid rondom het 19e Internationale Vacuüm Congres IVC-19. Kosten ca. € 400,-. Aanmelden graag voor de zomervakantie.

#### Commissie Opleidingen

Dick van Langeveld meldt dat er geen vermelding meer zal worden gedaan van het aantal kandidaten per opleidingsplaats. Ook meldt hij dat er op dit moment in Groningen geen opleidingen onder auspiciën van de NEVAC worden aangeboden.

#### NEVAC blad/NEVAC-website

Er heeft zich een nieuwe redactie van het *NEVAC blad* gevormd. Hoofdredacteur is Hans van Eck en eindredacteur is Claud Biemans. Zij worden bijgestaan door: Bas Dielissen, Ad Ettema, Sander Otte en Fred Schenkel. Deze laatste is ook hoofdredacteur van de NEVAC-website. Het is de bedoeling dat het *NEVAC blad* voortaan drie maal per jaar wordt uitgebracht (april, juli en december).

Alle aanwezigen worden aangemoedigd om mensen in hun omgeving aan te zetten tot het schrijven van een artikel en daarmee tot deelname aan de prijsvraag. Studenten en promovendi krijgen sowieso een vergoeding van € 250,- per artikel. Ook kunnen er suggesties voor artikelen aan de redactie worden doorgegeven.

### 6. Financieel overzicht 2012 en begroting 2013

Het financieel overzicht en de begroting 2013 zijn opgenomen in het *NEVAC blad*. De penningmeester, Ad Ettema, geeft een toelichting op de gegevens. Hans van Eck

vraagt een toelichting op het verschil in inkomsten voor het *NEVAC blad* in 2012 resp. 2013: er is een verschil van € 7000,-. Ad Ettema geeft aan dat dit komt door het grotere aantal advertenties in 2012. Prof. Nieuwenhuys vraagt hoe het zit met het aantal leden. De penningmeester geeft aan dat dit vrijwel stabiel is ten opzichte van een aantal jaren geleden. (Ton Kuipers is indertijd ooit begonnen om het aantal leden actief bij te houden).

### 7. Verslag van de kascommissie

Ook het verslag van de kascommissie, bestaande uit Pedro Zeijlmans van Emmichoven en Herbert Wormeester, is afgedrukt in het *NEVAC blad*. De voorstellen van deze commissie worden ter harte genomen.

### 8. Decharge van het bestuur en benoeming van de nieuwe kascommissie

De kascommissie adviseert de leden om het bestuur decharge te verlenen over het boekjaar 2012; de aanwezige leden gaan hiermee akkoord. De nieuwe kascommissie zal wederom bestaan uit Pedro Zeijlmans van Emmichoven en Herbert Wormeester.

### 9. Bestuursmutaties

Het voorstel is dat Hans van Eck opgenomen wordt in het algemeen bestuur in zijn hoedanigheid als hoofdredacteur van het *NEVAC blad*.

Voorts is het plan om de post "Buitenlandse betrekking" te laten vervallen en dat deze aangelegenheden worden verzorgd door de voorzitter. De voorzitter bedankt Joost Frenken, wiens termijn als bestuurslid erop zit, voor zijn inzet gedurende de afgelopen jaren.

## Agenda ALV 2014

1. Opening.
2. Vaststellen van de agenda.
3. Mededelingen.
4. Concept notulen van de Algemene Ledenvergadering 2013.
5. Jaarverslagen van de Werkgroepen en Commissies.
  - Constructies
  - Excursies
  - Opleidingen
  - Redactie *NEVAC blad* / Website
6. Financieel overzicht 2013 en begroting 2014.
7. a. Verslag van de kascommissie.  
b. Benoeming van de nieuwe kascommissie.  
c. Decharge van het bestuur.
8. Bestuursmutaties.
9. Rondvraag.
10. Sluiting.

Er is nog steeds een vacature voor de vertegenwoordiging van studenten/promovendi door een “student” bestuurslid. Aanmeldingen of suggesties voor kandidaten zijn zeer welkom.

Erwin Kessels is aan het eind van zijn voorzittersperiode en wordt vice-voorzitter. Vice-voorzitter Sander Otte wordt de nieuwe voorzitter.

De mutaties worden ter stemming gebracht en de vergadering gaat ermee akkoord.

Erwin Kessels bedankt alle mensen die zich in de afgelopen jaren hebben ingespannen voor de NEVAC en met name zij die geholpen hebben om de NEVAC website en het *NEVAC blad* een nieuwe look te geven.

### 10. Rondvraag

Er zijn geen vragen, op- of aanmerkingen

### 11. Sluiting

Voorzitter Sander Otte sluit de vergadering om 12:45 uur.

## Jaarverslag 2013 Commissie Opleidingen NEVAC

### Commissieleden:

A.D. van Langeveld (voorzitter), C.W. Hagen (TUD), J.W.M. van Kessel, Th. Mulder, H.J.M. Oerbekke (UT), D. Schijve (Vactec), E.P.T.M. Suurmeijer, en J.B.A. van Zon (Philips Nat.Lab.).

### NEVAC-examens:

De schriftelijke examens 2013 werden op maandag 15 april op 2 niveaus afgenomen, t.w. Elementaire Vacuümtechniek (EVT) en Vacuümtechniek (VT). Voor het examen EVT verschenen 10 kandidaten; hiervan zijn er 8 geslaagd. Van de 21 kandidaten voor het examen VT zijn er 18 geslaagd.

De schriftelijke NEVAC-examens EVT en VT 2014 zijn gepland op maandag 14 april. Er worden in 2014 geen examens VTPlus afgenomen.

**A.D. van Langeveld**  
Voorzitter

## Excursiecommissie

Er is in 2013 geen buitenlandexcursie geweest. Wegens gebrek aan belangstelling kon de geplande reis naar Parijs waar we onder meer een Vacuümbeurs en een aantal bedrijven en wetenschappelijke laboratoria zouden bezoeken niet doorgaan.

**Rob Klöpping**

## Oproep nieuwe bestuursleden NEVAC

NEVAC-bestuursleden worden gekozen voor een termijn van drie jaar. Dit jaar is het de beurt aan Ad Ettema (penningmeester), Dick van Langeveld (opleidingen), Pieter Heidema (bedrijfsleden), Rop Klöpping (excursies) en Jan van Kessel (secretaris) om af te treden. Allen stellen zich opnieuw verkiesbaar. Wilt u zich verkiesbaar stellen voor een van deze posities dan kunt u zich aanmelden als kandidaat bij secretaris Jan van Kessel, [secretaris@nevac.nl](mailto:secretaris@nevac.nl). De deadline voor aanmelding is 1 juni 2014.

# Financieel jaarverslag 2013

## Resultaatrekening

Inkomsten			Uitgaven		
Contributies			Bestuurskosten	€	-
<i>studentleden</i>	7 €	35,00	Bank- en administratiekosten	€	765,19
<i>gewone leden</i>	203 €	4.058,15	IUVSTA	€	750,00
<i>bedrijfsleden</i>	58 €	8.725,00	NEVAC blad	€	14.460,25
BBVT	60 €	4.235,00	BBVT	€	862,50
Advertenties NEVAC blad	€	8.500,00	Website	€	1.641,18
NEVAC-dag	€	3.150,00	NEVAC-dag	€	3.081,88
Commissie opleidingen	€	73,24			
Diverse inkomsten	€	175,00	NEVAC-prijs	€	2.000,00
			Diverse uitgaven	€	1.349,98
Renten	€	1.727,44			
			Saldo	€	5.767,85
<b>Inkomsten totaal</b>	<b>€</b>	<b>30.678,83</b>	<b>Uitgaven totaal</b>	<b>€</b>	<b>30.678,83</b>

## Balans per 31 december 2013

Activa			Passiva		
Kas	€	-	Crediteuren	€	-
Betaalrekeningen					
<i>ING</i>	€	4.427,21			
<i>ABN AMRO</i>	€	440,29			
Spaartegoeden	€	90.000,00			
Kas Cie Opleidingen	€	3.342,44			
Debiteuren	€	4.355,00			
			Eigen vermogen	€	96.797,09
BBVT in voorraad	515		Saldo resultaat 2013	€	5.767,85
<b>Totaal Activa</b>	<b>€</b>	<b>102.564,94</b>	<b>Totaal passiva</b>	<b>€</b>	<b>102.564,94</b>



## Begroting 2013

Inkomsten			Uitgaven		
Contributies			Bestuurskosten	€	-
<i>studentleden</i>	10 €	50,00	Bank- en administratiekosten	€	1.250,00
<i>gewone leden</i>	225 €	4.500,00	IUVSTA	€	750,00
<i>bedrijfsleden</i>	60 €	9.000,00	BBVT	€	600,00
BBVT	50 €	3.250,00	NEVAC blad	€	12.000,00
NEVAC blad	€	12.000,00	NEVAC-dag	€	10.000,00
NEVAC-dag	€	2.500,00	Excursies	€	2.500,00
			NEVAC-prijs	€	2.000,00
Renten	€	2.000,00	Website	€	1.000,00
			Saldo	€	3.200,00
<b>Inkomsten totaal</b>	<b>€</b>	<b>33.300,00</b>	<b>Uitgaven totaal</b>	<b>€</b>	<b>33.300,00</b>

## Begroting 2014

Inkomsten			Uitgaven		
Contributies			Bestuurskosten	€	1.500,00
<i>studentleden</i>	10 €	50,00	Bank- en administratiekosten	€	750,00
<i>gewone leden</i>	225 €	4.500,00	IUVSTA	€	750,00
<i>bedrijfsleden</i>	60 €	9.000,00	BBVT	€	1.000,00
BBVT	60 €	4.200,00	NEVAC blad	€	15.000,00
NEVAC blad	€	8.500,00	NEVAC-dag	€	10.000,00
NEVAC-dag	€	3.500,00	Excursies	€	500,00
			NEVAC-prijs	€	2.000,00
Renten	€	1.750,00	Website	€	1.500,00
			Saldo	€	-1.500,00
<b>Inkomsten totaal</b>	<b>€</b>	<b>31.500,00</b>	<b>Uitgaven totaal</b>	<b>€</b>	<b>31.500,00</b>

Nieuwegein 27 januari 2014

## Aan de leden van de NEVAC

De kascommissie heeft de financiële administratie van de NEVAC in goede staat aangetroffen. Een deel van het financieel verslag betreft de commissie opleidingen. Onder verantwoordelijkheid van het bestuur wordt door hen een eigen financiële administratie gevoerd. De kascommissie constateert dat er een duidelijke weergave is van uitgaven. Zij heeft ook vastgesteld dat de belastingvrije vergoeding voor vrijwilligerswerk overschreden wordt.

Verder is het opvallend dat de NEVAC-dag aanzienlijk goedkoper is geweest dan op de begroting was voorzien. Vooral hierdoor is het saldo resultaat 2013 positief.

De kascommissie adviseert om de financiële afrekening vast te stellen en het bestuur decharge te verlenen van zijn verantwoordelijkheid over het boekjaar 2013.

*De Kascommissie*  
Herbert Wormeester  
Pedro Zeijlmans van Emmichoven

# DISCOVER VALUE IN VACUUM TECHNOLOGY

## The New Agilent IDP-15 Dry Scroll Pump

- 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
- Designed specifically for low noise (<50 dBA) and vibration



## Agilent TwisTorr 304 FS

- Proven best performance on the market, with new TwisTorr stages optimized for H<sub>2</sub> Compression Ratio
- Agilent Floating Suspension, the breakthrough bearing technology that reduces acoustical noise and vibration



Contact your local Agilent representative:

### A. DE JONG TH B.V.

Toermalijnring 1000, 3316 LC Dordrecht, Nederland  
T+31 (0)78 655 20 30, F+31 (0)78 655 20 10  
www.adejongth.nl info@adejongth.nl

The Measure of Confidence

© Agilent Technologies, Inc. 2014



## Wordt 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](http://www.nevac.nl)

# Become a member of NEVAC

register at

[www.nevac.nl](http://www.nevac.nl)

## Agenda

28 april -2 mei 2014  
ICMCTF 2014, San Diego, CA, VS

18 -23 mei 2014  
ICPM5, Nara, Japan

27 - 30 mei 2014  
EIPBN 2014, Washington DC, VS

4 juni 2014  
NEVAC-dag, Academiegebouw  
Utrecht

15 -18 juni 2014  
ALD 2014, Kyoto, Japan

15 -20 juni 2014  
JVC15, Wenen, Oostenrijk

6 -10 juli 2014  
IVNC 2014, Engelberg, Zwitser-  
land

20 -25 juli 2014  
International Conference on  
Nanoscience + Technology  
2014, Vail, Colorado, VS

8 - 12 september 2014  
EVC 13, Aveiro, Portugal

13-16 oktober 2014  
ICTF16, Dubrovnik, Kroatië

9 -14 november 2014  
AVS 61st International Sympo-  
sium and Exhibition, Baltimore,  
Maryland, VS

# Richtlijnen voor auteurs

## Kop

Kort en krachtig. Eventueel een onderkop gebruiken

## Auteurs

Voor- en achternamen van alle auteurs. Daaronder adres en e-mailadres.

## Inleiding

Maximaal 150 woorden, waarin in kort staat waarover het artikel gaat.

## Hoofdttekst

Inclusief inleiding maximaal 2000 woorden. Gebruik korte tussenkopjes ongeveer na elke 300 woorden. Eindig met een conclusie.

## Taalgebruik en symbolen

Gebruik zoveel mogelijk Nederlandse termen. Woorden in een vreemde taal cursief zetten.

Bij het gebruik van grootheden, uitleggen waar de gebruikte symbolen voor staan. Symbolen worden cursief gezet. Gebruik waar mogelijk SI-eenheden. Leg afwijkende eenheden uit.

Tip: <http://woordenlijst.org/zoek/> voor het controleren van de schrijfwijze van Nederlandse woorden.

## Gebruik van kaders

Bedenk bij het schrijven van een artikel dat het blad gelezen wordt door zowel onderzoekers, studenten als technici. Gebruik een kader voor gedeelten met specialistische wetenschappelijke of technische details en formules, zodat de minder gespecialiseerde lezer de algemene strekking van het verhaal kan blijven volgen.

## Bestandsformaat

Lever de tekst aan als .doc of .docx. Eventueel een pdf als voorbeeld meesturen.

## Afbeeldingen

Lever afbeeldingen los aan. Werkbare formaten: jpg, eps, ai, psd, tif.

Resolutie: 300 dpi bij het gewenste afdrukformaat of groter.

Engelse tekst in de figuren zo mogelijk vertalen naar Nederlands.

Bijschrift tot 50 woorden. Afbeeldingen met uitgebreide toelichting eventueel als kader plaatsen.

Kopij kunt u inzenden naar [redactie@nevac.nl](mailto:redactie@nevac.nl)

# NanoTech

## Forging Links with Nanoscience - For Decades



*Triton<sup>®</sup>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<sup>®</sup> ULT PVD  
GIS Nanotools Deposition iXPS  
Superconducting Magnets ALD ESCA  
3D-Magnet LEED EFM IoN Beam  
**Nanotechnology**  
FIB HE<sup>3</sup> 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 nc-AFM  
Vector Rotating Magnets  
Flow Crvostat

**OXFORD**  
INSTRUMENTS

*The Business of Science<sup>®</sup>*

For further information:  
[omicron.nanoscience@oxinst.com](mailto:omicron.nanoscience@oxinst.com)  
[www.oxford-instruments.com](http://www.oxford-instruments.com)

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

