

NEVAC

BLAD

jaargang 51 / nummer 1

**UHV-opstelling voor het bestuderen van
de contaminatie van EUV-spiegels**

**Depositie van polykristallijn
silicium voor dunne-film
zonnecellen**



**NEDERLANDSE
VACUÛMVERENIGING**

**Programma NEVAC-dag
23 april, Amsterdam**

*How to save energy
and production costs
without giving up the
maximum performance?*

FBICOM_12153.02 0.03.2013

Efficient dry compressing vacuum pumps

Energy-saving vacuum solutions for industrial processes. Oil free and robust.

Vacuum pumps are essential for modern industrial production processes. Dry-compressing vacuum pumps are especially important today offering improvements in energy savings and reduced maintenance. Dry pumps from Oerlikon Leybold Vacuum excel with highest robustness, extreme compactness, full process control, lowest power consumption and quiet operation. The wide range of oil-free pumps provides the matching product for almost any application. Take advantage of our qualified and application-oriented consultation when planning your optimum vacuum solution!



Dry compressing vacuum generators:
SCREWLINE, RUVAC, LEYVAC, DRYVAC

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

innovation
has a name
oerlikon
leybold vacuum

Colofon

Redactie

Claud Biemans, eindredacteur
Bas Dielissen
Hans van Eck, hoofdredacteur
Ad Ettema
Sander Otte
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 2013

April
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



Foto van de binnenkant van de vacuümkamer van de UHV-opstelling voor het bestuderen van de verontreiniging van EUV-spiegels.

- 5 NEVAC nieuwe stijl *Erwin Kessels*
- 6 Depositie van polykristallijn silicium voor dunne-film zonnecellen
Bart Macco, Kashish Sharma, Erwin Kessels, Adriana Creatore
- 11 Uitslag NEVAC-prijs 2013 *Hans van Eck*
- 12 UHV-opstelling voor het bestuderen van de contaminatie van EUV-spiegels
J.M. Sturm, F. Liu, M.L. Grecea, M.A. Gleeson, C.J. Lee, F. Bijkerk
- 16 Programme NEVAC day 2013 and abstracts lectures
- 21 Agenda ALV 2013, jaarverslagen Commissie Opleidingen en Excursiecommissie
- 23 Concept-notulen NEVAC ALV 2012 *Jan W.M. van Kessel*
- 24 Financieel jaarverslag
- 26 Excursie Parijs en Mededeling Commissie Opleidingen
- 27 Bedrijfsprofiel: Mat-tech BV
- 29 In memoriam: Jarig Politiek *Yde Tamminga*
- 31 Agenda en Richtlijnen voor auteurs

De sluitingsdatum van kopij voor het
tweede nummer van het NEVAC-blad 2013
is 15 mei 2013

SPECIAL FASTENERS FOR VACUUM AND HIGH VACUUM APPLICATIONS

A large range of fasteners for vacuum environments are available. Co-engineered for the semiconductor industry by Jeveka, these fasteners can be used in a very wide range of applications.

Available products:

- Socket head capscrew
- Vented socket head capscrew
- Captive
- Vented captive

Available surface treatments:

- Electro polishing, for reducing friction and particles
- Kolsterising, for preventing galling
- Cleaning, for minimizing particles

Available materials:

- AISI 316 and A4 Stainless Steel
- Titanium TiAl6v4 (grade 5) rolled thread, pressed head

Jeveka. Since 1937 a leading specialist in the field of fasteners and tools.

A4 stainless steel cap screw



without treatment



after kolsterising and polishing

Keienbergweg 8
NL-1101 GB Amsterdam
P.O. Box 22966
NL-1100 DL Amsterdam

T +31 (0)20 - 342 0 342
F +31 (0)20 - 342 0 302
E info@jeveka.com
I www.jeveka.com

 **Jeveka**



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

Prof.dr.ir. W.M.M. Kessels, voorzitter
Dr. A.F. Otte, vice-voorzitter
J.W.M. van Kessel, secretaris
Dr. A.R.H.F. Ettema, penningmeester

Verenigingssecretariaat

Jan W.M. van Kessel
jwmvankessel@gmail.com
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

NEVAC nieuwe stijl

Voor u ligt het nieuwe nummer van het *NEVAC blad*, uitgave 1 van jaargang 51. In navolging van de NEVAC-website die vorig jaar geheel vernieuwd is, is nu ook het *NEVAC blad* in nieuwe stijl gebracht. Het NEVAC-bestuur heeft zich voorgenomen om stap voor stap een aantal vernieuwingen door te voeren binnen de vereniging, zeker nu we vorig jaar ons 50-jarige bestaan hebben gevierd en we ons volop op de toekomst richten. Immers ook de NEVAC moet met haar tijd blijven meegaan. Belangrijk is dat er nu ook een nieuwe, voltallige redactie bestaat. Deze redactie draagt zorg voor zowel het *NEVAC blad* als de NEVAC-website en ik heb de eer om deze redactie aan u voor te stellen. De redactie wordt geleid door de hoofdredacteur, Hans van Eck. Andere redactieleden zijn Bas Die-



lissen, Ad Ettema, Sander Otte en Fred Schenkel. Claud Biemans, u wellicht bekend van het *Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde*, is eindredacteur en speelt in die hoedanigheid een zeer belangrijke rol bij het redigeren van de artikelen en bij het samenstellen en het opmaken van het blad. Met deze redactie zullen we in staat zijn drie keer per jaar – in de lente, zomer en winter – een interessant, aangenaam leesbaar en mooi vormgegeven blad uit te geven zodat u op de hoogte blijft van wat er binnen en buiten de vereniging speelt op vacuümgebied. Belangrijk is wel dat u als NEVAC-leden voldoende kopij blijft aanbieden, want het *NEVAC blad* is er natuurlijk vóór en dóór de leden.

In deze uitgave van het *NEVAC blad* is er veel aandacht voor de jaarlijkse NEVAC-dag die dit jaar zal plaatsvinden op dinsdag 23 april op het Science Park in Amsterdam. De organisatie wordt geleid door Mark Golden van de Universiteit van Amsterdam. In dit blad vindt u de agenda en korte samenvattingen van de presentaties. Daarnaast vindt u jaarverslagen van de commissies evenals het verslag en de agenda van de algemene ledenvergadering. Deze algemene ledenvergadering zal tijdens de NEVAC-dag plaatsvinden. We denken dat we een zeer interessant dagprogramma aanbieden en als bestuur hopen we daarom weer vele NEVAC-leden te kunnen verwelkomen. Voor de laatste stand van zaken met betrekking tot het programma verwijs ik naar de website, www.nevac.nl. Op de NEVAC-dag zullen dit jaar ook weer de NEVAC-prijzen worden uitgereikt. De NEVAC belooft de inzenders van het beste wetenschappelijke artikel en het beste technische artikel met een prijs van maar liefst € 1000,-. Bij de selectie van de winnaars hebben studenten en promovendi een streepje voor bij het beste wetenschappelijke artikel en technici bij het beste technische artikel. De reden hiervoor is dat we vooral deze groepen leden willen stimuleren om artikelen in te zenden. In deze uitgave van het *NEVAC blad* vindt u de winnende artikelen. Op de NEVAC-dag zullen de prijswinnaars hun werk ook presenteren.

Nu wil ik u niet langer ophouden en ik wens u veel leesplezier!

Erwin Kessels
Voorzitter NEVAC

Depositie van polykristallijn silicium voor dunne-film zonnecellen

In dit artikel beschrijven we de succesvolle depositie door middel van een expanderend thermisch plasma (ETP) van polykristallijn silicium (poly-Si), een aantrekkelijk materiaal voor dunne-film zonnecellen. Door de optische emissie van het plasma te bestuderen hebben we een verband gelegd tussen de groeiradicalen in het plasma en de aangroei van de film. Daarnaast zijn er nieuwe inzichten verkregen in de kristalgroei met behulp van ellipsometrie en röntgendiffractie. Aangezien de kwaliteit van de kristallen in poly-Si de limiterende factor is voor de efficiëntie van de zonnecellen, is begrip van de kristalgroei uiterst belangrijk voor het verbeteren van poly-Si lagen. Dankzij het verkregen inzicht zijn we in staat om poly-Si lagen met aantrekkelijke eigenschappen op een zeer hoge snelheid te laten aangroeien, wat de toepasbaarheid van de ETP-techniek voor poly-Si depositie demonstreert.

Bart Macco, Kashish Sharma, Erwin Kessels, Adriana Creatore

b.macco@tue.nl, Faculteit Technische Natuurkunde, Technische Universiteit Eindhoven, postbus 513, 5600 MB Eindhoven

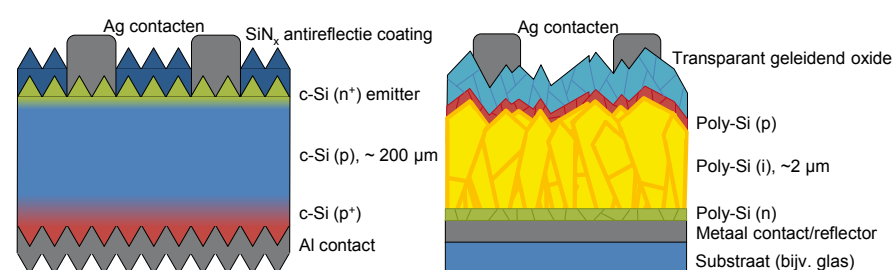
Het lichtabsorberende materiaal in de meeste zonnepanelen bestaat uit silicium, in de vorm van silicium plakken of zogeheten "wafers". Deze wafers hebben uitstekende elektronische eigenschappen. Wafer-gebaseerde commerciële zonnecellen, schematisch weergegeven in figuur 1 (links), hebben typisch een efficiëntie van 18%. De uitstekende eigenschappen van silicium wafers gaan echter gepaard met hoge productiekosten: De productie van wafers is een energie-intensief proces en de minimum waferdikte is 100-200 μm , terwijl slechts 2 μm nodig is voor voldoende lichtabsorptie [1]. Een plasma-gedeponeerde dunne film

van ongeveer 2 μm polykristallijn silicium (poly-Si) is een potentieel goedkoper alternatief voor de dure silicium wafer, onder andere omdat er minder materiaal voor wordt gebruikt. De structuur van een typische poly-Si zonnecel is weergegeven in figuur 1 (rechts). Poly-Si heeft echter inferieure elektrische eigenschappen door een kleinere kristalgrootte ($\sim 1 \mu\text{m}$) en een hogere concentratie aan kristaldefecten dan wafer-gebaseerd silicium. Dit vertaalt zich in een lagere efficiëntie, rond de 11% voor de beste poly-Si zonnecellen [2]. Daarom is voor het verbeteren van poly-Si zonnecellen een goed begrip van de kristalgroei ver-

eist. Een andere beperking is de lage depositiesnelheid van minder dan 2 nm/s zoals verkregen met conventionele depositiesystemen, zoals parallelle-plaat plasmareactoren. Deze twee uitdagingen worden in dit artikel besproken aan de hand van poly-Si depositie door een expanderend thermisch plasma (ETP).

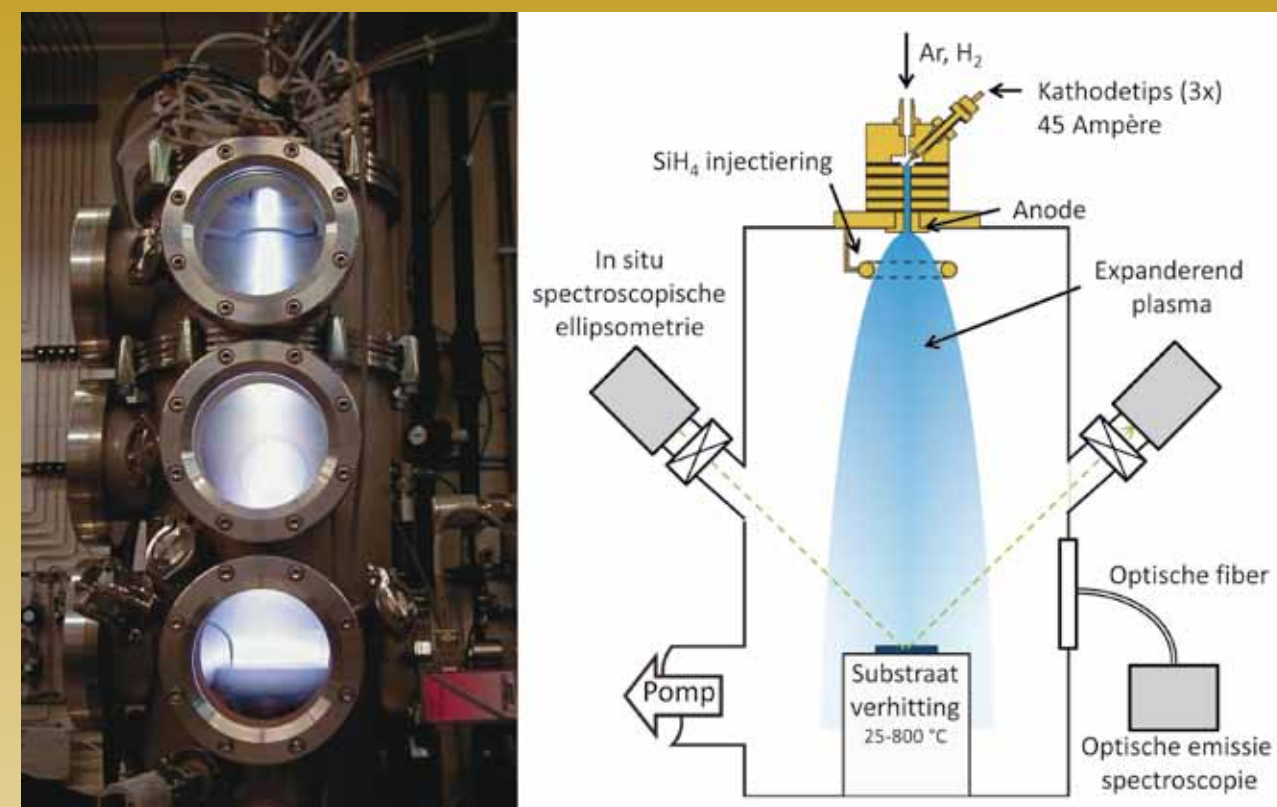
Depositie van polykristallijn silicium met een expanderend thermisch plasma

Het expanderend thermisch plasma is een depositiemethode, ontwikkeld aan de Technische Universiteit Eindhoven, die reeds succesvol is ingezet voor de depositie van verscheidene dunne lagen, waaronder amorf silicium [3], siliciumoxide [4], microkristallijn silicium [5], siliciumnitride [6] en aluminium-gedoteerd zinkoxide [7]. In het kader staat een technische beschrijving van de depositietechniek en de belangrijkste reacties in het plasma. Omdat ETP voor dit doeleinde niet eerder was ingezet, moesten er eerst experimentele condities gevonden worden die leiden tot depositie van polykristallijn silicium. Dit is, zoals



Figuur 1 Schematische weergaven van een standaard kristallijn silicium zonnecel (links) en een poly-Si zonnecel (rechts). De afbeeldingen zijn niet op schaal.

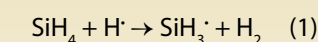
Experimentele details: Het expanderend thermisch plasma



Figuur 2 Foto (links) en schematische weergave van de ETP-opstelling (rechts). Het plasma wordt bij hoge druk gecreëerd in een cascadeboog, van waaruit het plasma expandeert in een lage-drukdepositiekamer. Vensters in de opstelling maken het mogelijk om de plasma-emissie te bestuderen en de filmgroei in situ te monitoren met spectroscopische ellipsometrie.

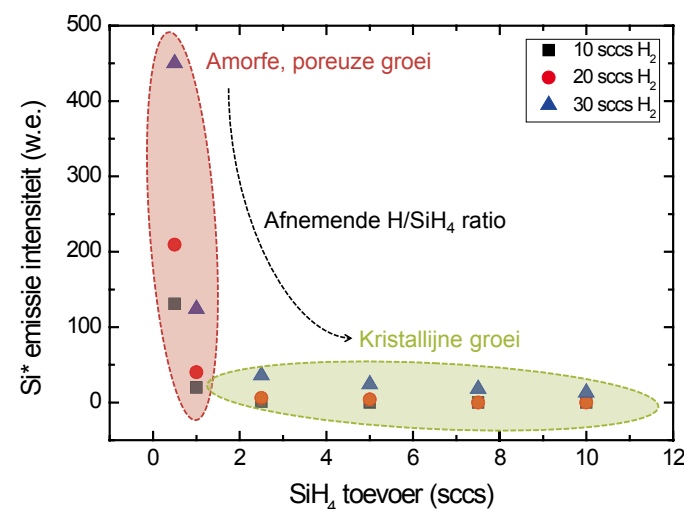
De depositie van poly-Si is uitgevoerd in een zogeheten ETP-opstelling, hierboven weergegeven. De opstelling bestaat uit een plasmabron en een depositiekamer. Een cascadeboog dient als plasmabron, waarin een ontlading wordt gecreëerd tussen drie kathodetips en een anode met een gelijkstroom van typisch 45 A. Door de cascadeboog stromen argon en waterstofgas, wat leidt tot een relatief hoge druk in de cascadeboog van ongeveer 0,3 bar. De depositiekamer wordt door een Rootscompressor op een veel lagere druk gehouden van circa 0,15 mbar, wat leidt tot een supersonische expansie van het plasma naar de depositiekamer. Voor het creëren van groeiradicalen wordt via een injectie silaangas (SiH₄) toegevoegd aan het expanderende plasma. Dit silaangas wordt gedissocieerd door reac-

tieve deeltjes, zoals argonionen en waterstofradicalen. In onze experimenten is atomair waterstof het belangrijkste reactieve deeltje, dat het silaan afbreekt via een waterstof-abstracteractie [8]:

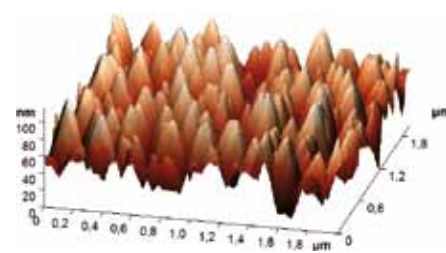


Wanneer er veel atomair waterstof per silaanmolecuul beschikbaar is, zal deze reactie herhaaldelijk plaatsvinden, wat leidt tot de vorming van de reactievere SiH₂·, SiH· en Si· radicalen.

De groeiradicalen in het plasma bereiken het substraat met hoge snelheid, waar depositie plaatsvindt. Door middel van Ohmse verwarming is de temperatuur van het substraat tijdens onze experimenten opgevoerd tot 800 °C.



Figuur 3 De emissie-intensiteit (willekeurige eenheden) van aangeslagen Si* radicalen behorende bij de elektronische overgang $4s^1 3p^0 - 3p^2 1S$ als functie van silaan- en waterstoftoevoer (standaard kubieke centimeter per seconde).



Figuur 4 Scan van het oppervlak van een poly-Si laag, verkregen met atoomkrachtmicroscopie. De hoge ruwheid van het oppervlak is duidelijk zichtbaar.

hieronder beschreven, bereikt door middel van het bestuderen van de reacties in het plasma en aan het groeioppervlak. Belangrijk om te weten is dat silaangas (SiH_4) in het reactieve plasma wordt afgebroken tot radicalen zoals SiH_3^* , SiH_2^* , etc. Deze radicalen leiden tot groei van de laag op het substraat door te reageren met het oppervlak. Welke vorm van silicium (amorf, microkristallijn of polykristallijn) op het substraat aangroeit is sterk afhankelijk van de oppervlaktereacties. Wanneer groeiradicalen zich bij het neerstrijken op het oppervlak meten binden is de groei zeer wanordelijk

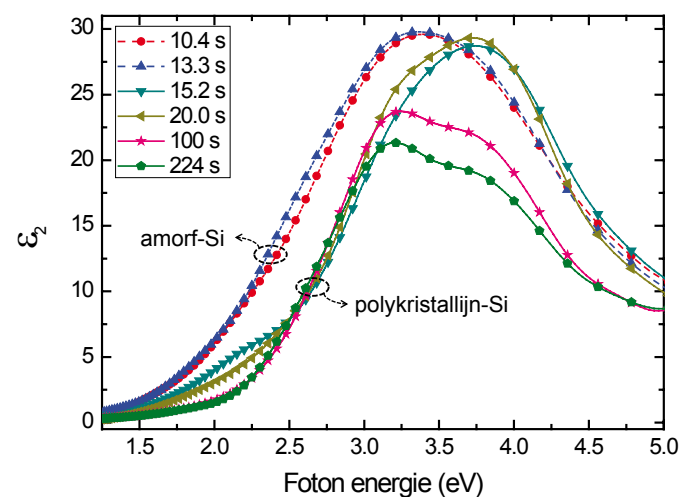
(dat wil zeggen amorf). Als de groeiradicalen eerst diffunderen over het oppervlak kunnen ze energetisch gunstigere bindingslocaties vinden, hetgeen kristalgroei bevordert. De diffusie van radicalen op het oppervlak wordt bevordert door een hoge oppervlaktetemperatuur en door een relatief lage plakkans van de radicalen op het oppervlak.

We probeerden experimentele condities te vinden waarbij silaan vooral afgebroken wordt tot SiH_3^* , het radicaal met de laagste plakkans. Optische emissie spectroscopie (OES), waarbij het plasma bestudeerd wordt aan de hand van licht-

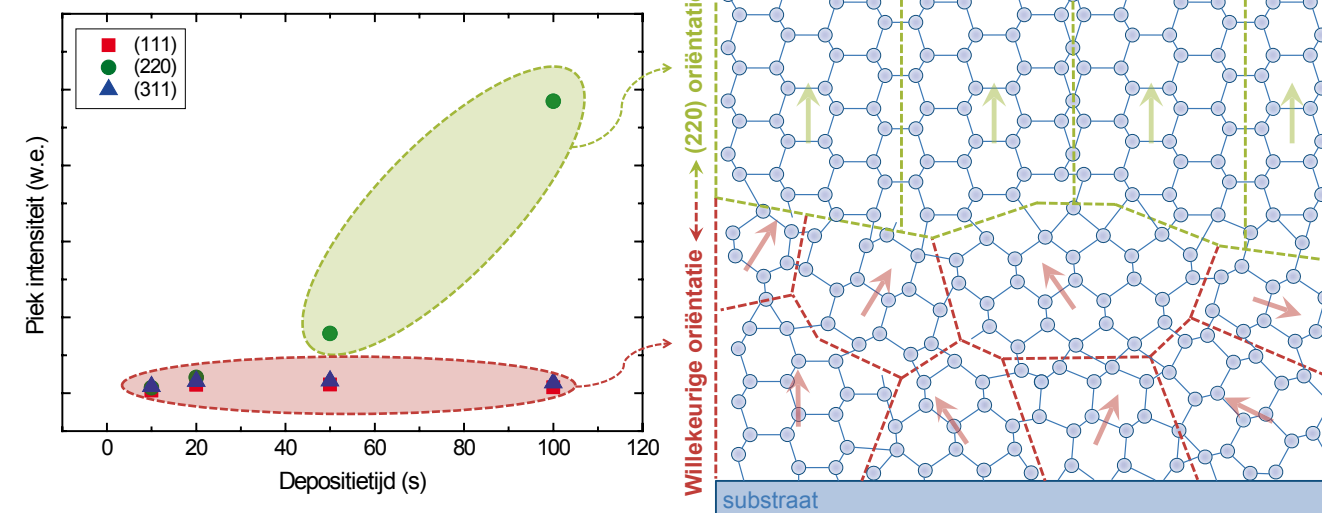
emissie vanuit het plasma, is gebruikt om de radicalen in het plasma te bestuderen. In figuur 3 is bijvoorbeeld de emissie-intensiteit van het zeer reactieve Si* radicaal geplot voor variërende gastoevoer van waterstof en silaan.

Er is duidelijk te zien dat voor een SiH_4 toevoer kleiner dan 2 sccs (de eenheid sccs staat voor standaard kubieke centimeter per seconde) de emissie van de reactieve radicalen sterk toeneemt. Dit wordt verklaard doordat er bij lage silaantoevoer veel waterstofradicalen per silaanmolecuul aanwezig zijn, wat leidt tot repeterende waterstof-abstractiereacties (reactie 1 in het kader). Deze condities, waarbij veel reactieve radicalen aanwezig zijn, leiden tot een amorf en/of poreuze groei. Voor een hogere silaantoevoer, waarbij reactieve radicalen minder aanwezig zijn, vindt er wél depositie van polykristallijn silicium plaats. Dit onderstreept het belang van de aard van de radicalen voor de filmgroei.

De poly-Si lagen worden gedeponerd bij een depositietemperatuur van 800°C met een zeer hoge depositiesnelheid, tot wel 20 nm/s , een orde van grootte hoger dan met conventionele depositietechnieken. Bovendien laat atoomkrachtmicroscopie zien dat de lagen een hoge oppervlakteruwheid hebben, zoals weergegeven in figuur 4. Deze ruwheid zorgt voor ver-



Figuur 5 Verandering van de diëlektrische functie tijdens de depositie, welke een overgang van amorf (stippellijn) naar kristallijne (doorgetrokken lijn) groei laat zien. De depositie begint bij 0 s.



Figuur 6 (Links) Intensiteiten van de diffractiepieken voor toenemende depositietijd/laagdikte na correctie voor poederdiffractie. Het rode gebied correspondeert met willekeurig georiënteerde kristallen, het groene gebied met (220) kristallen. (Rechts) Schematische weergave van de kristalstructuur. De stippellijnen geven de kristalgrenzen aan en de pijlen de (220) richting van het betreffende kristal.

strooiing van licht aan het oppervlak, wat de optische padlengte van het licht verhoogt en dus bijdraagt aan een hoger rendement van de zonnecel.

Onderzoek naar de kristalgroei

Naast het succesvol groeien van poly-Si, is er ook fundamenteel inzicht verkregen in de groei van de kristallen door middel van röntgendiffractie en spectroscopische ellipsometrie. Spectroscopische ellipsometrie (SE) is een volledig optische techniek om, onder andere, de laagdikte en diëlektrische functie van de gedeponerde laag te bepalen. De diëlektrische functie bevat informatie over de brekingsindex en de extinctiecoëfficiënt van het materiaal als functie van de golflengte van het licht.

In figuur 5 is de evolutie van het imaginaire deel van de diëlektrische functie tijdens het deponeren van de laag weergegeven als functie van de tijd. Tot ongeveer vijftien seconden na aanvang van de depositie heeft de diëlektrische functie een brede piek rond een energie van $3,4\text{ eV}$, wat typisch is voor amorf silicium. Daarna verandert de diëlektri-

sche functie door de opkomst van twee pieken, corresponderend met de zogeheten E1 en E2 overgangen in (poly) kristallijn silicium [9]. De initiële groei is dus amorf met daarna een overgang naar polykristallijne groei. Merk op dat de indringdiepte van licht in het energiebereik van figuur 5 in de orde van enkele nanometers is, wat dus alleen informatie oplevert over het gebied dichtbij het groeioppervlak.

Met röntgendiffractie kan de oriëntatie van kristallen in de film bepaald worden, waarbij de oriëntatie wordt uitgedrukt in de Miller-indices (hkl). Röntgendiffractiemetingen zijn ex situ uitgevoerd op een serie poly-Si lagen met een toenemende depositietijd (en dus olopende laagdikte). In figuur 6 (links) zijn de intensiteiten van de (111), (220) en (311) oriëntatie als functie van de depositietijd weergegeven.

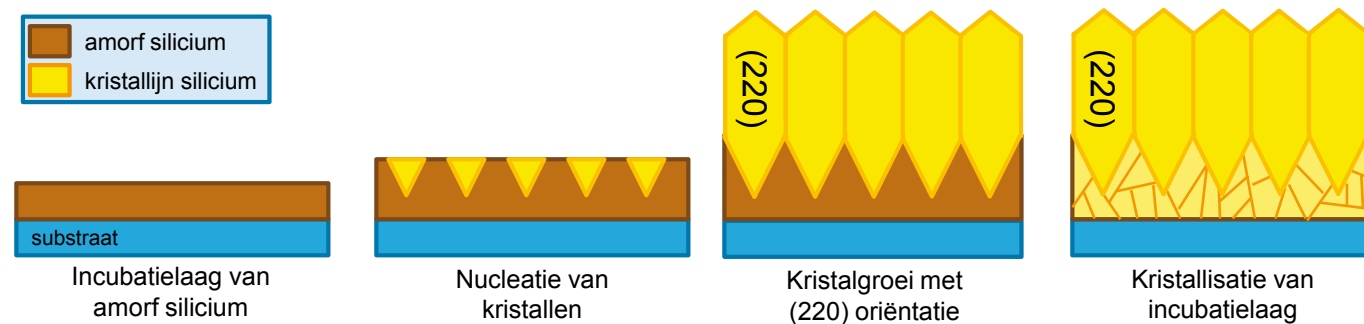
Voor depositietijden tot twintig seconden zijn de intensiteiten gelijk, wat aangeeft dat de kristaloriëntatie tot dan willekeurig is. Voor hogere depositietijden neemt de (220) intensiteit toe terwijl de intensiteiten van de andere oriëntaties

gelijk blijven, hetgeen suggereert dat er na 20 seconden alleen nog kristallen met de (220) oriëntatie groeien. In figuur 56(rechts) is de kristalgroei schematisch weergegeven. De initiële kristallen hebben een willekeurige oriëntatie, aangegeven in het rood. Vervolgens groeien er kristallen met een sterk preferentiële (220) oriëntatie (groen) in een kolomstructuur [10].

Een paradox verklaard

Zoals de oplettende lezer misschien al heeft opgemerkt, lijken de data van de spectroscopische ellipsometrie en van de röntgendiffractie elkaar tegen te spreken. Volgens de SE-data is de filmgroei voor ongeveer de eerste 15 seconden amorf, terwijl röntgendiffractie laat zien dat de films al na 10 s kristallijn zijn, hetzij aanvankelijk met een willekeurige kristaloriëntatie.

Om deze paradox te verklaren hebben we een groeimodel voor ons poly-Si opgesteld, dat schematisch is weergegeven in figuur 7. Zoals gemeten met SE begint de groei amorf. Dit is de zogeheten incubatielaag. Na ongeveer 15 seconden groei



Figuur 7 Schematische weergave van de verschillende stappen in het voorgestelde groeimodel. Na een aanvankelijk amorphe groei vindt er nucleatie plaats van kristallen, die groeien met een preferentiële (220) oriëntatie. Ook kristalliseert de initiële amorphe laag door de hoge depositietemperatuur.

vindt er nucleatie van kristallen aan het groeioppervlak plaats, zoals we zien in de verandering van de diëlektrische functie. Deze kristallen groeien epitaxiaal met een preferentiële (220) oriëntatie. Het is echter aannemelijk dat het amorf silicium aan het grensvlak tijdens de depositie kristalliseert door de hoge depositietemperatuur van 800 °C. De amorphe toestand is namelijk een metastabiele toestand, die door middel van thermische energie kan overgaan in de kristallijne toestand. Dit proces staat in het Engels bekend als *Solid Phase Crystallization*, kortweg SPC. Tijdens SPC ontstaan in het amorf silicium op willekeurige posities kristallen die vervolgens groeien totdat al het materiaal kristallijn is. Bovendien hebben deze kristallen een willekeurige kristaloriëntatie, wat strookt met de observatie van röntgendiffractie dat dunne films (ofwel het deel van de films dichtbij het grensvlak) een willekeurige kristaloriëntatie hebben.

Om dit groeimodel te verifiëren is een doorsnede van het sample bekeken met transmissie-elektronenmicroscopie (TEM), weergegeven in figuur 8. Links zijn de silicium wafer, de siliciumoxide-laag (aanwezig op de silicium wafer) en het gegroeide poly-Si duidelijk te zien. In de middelste scan is ingezoomd op het siliciumoxide/poly-Si grensvlak. Er is rond 120 nm dikte een overgang te zien (stippelijjn), die overeenkomt met de overgang van amorf naar kristallijn materiaal na 15 seconden (depositiesnel-

heid is 8 nm/s). Verder inzoomend op het siliciumoxide/poly-Si grensvlak zijn er verscheidene kleine (< 30 nm) kristallen met variabele oriëntatie te onderscheiden, precies zoals verwacht na SPC van de incubatielaag. Deze TEM-resultaten bevestigen dus ons groeimodel. De kolomvormige (220) kristallen zijn erg gunstig voor het transport van ladingdragers in een poly-Si zonnecel, aangezien de kristallen in de richting van het ladingtransport in de zonnecel groeien [10]. De kleine kristallen in de incubatielaag zullen daarentegen een negatieve invloed hebben door verhoogde recombinatie van ladingdragers aan de kristalgrenzen. Initiële experimenten hebben echter aangetoond dat de dikte van de incubatielaag te beïnvloeden is door de depositietemperatuur en de waterstof-flux, wat een mogelijke route biedt om dit probleem in te perken.

Conclusies

In dit werk is aangetoond dat het mogelijk is om met een expanderend thermisch plasma poly-Si te deponeren. Door het combineren van het begrip van reacties in het plasma en processen tijdens filmgroei was het mogelijk om experimentele condities te vinden die leiden tot polykristallijn silicium. Bovendien biedt de ETP-techniek een zeer hoge depositiesnelheid van maximaal 20 nm/s en hebben de films een hoge oppervlakterutheid.

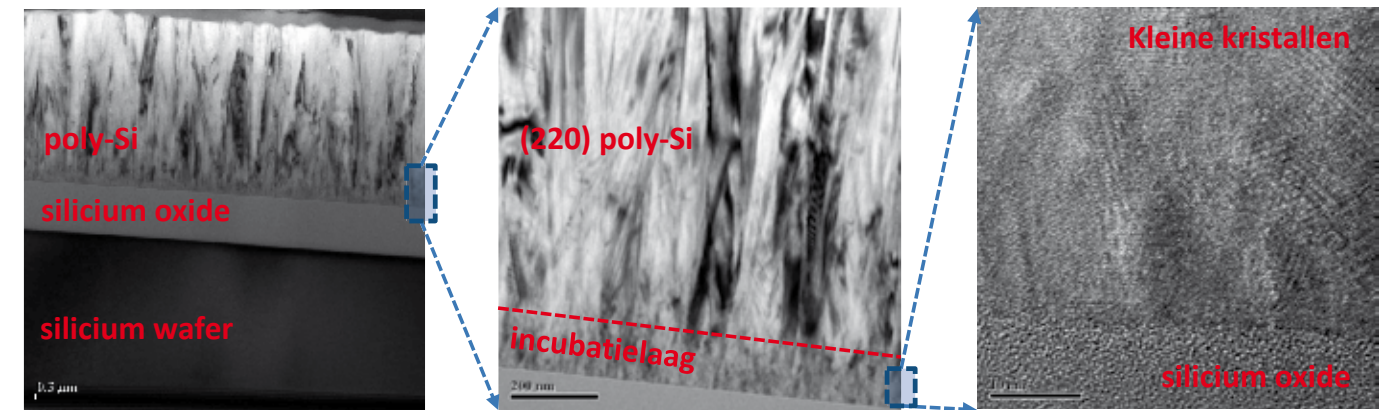
Naast de succesvolle depositie van poly-

Si is er ook fundamenteel inzicht verkregen in de manier waarop kristallen in onze lagen groeien. Een combinatie van in situ SE-metingen en ex situ röntgendiffractiemetingen liet zien dat er na een amorphe incubatielaag nucleatie optreedt van kristallen die bij voorkeur groeien met een (220) oriëntatie. Vervolgens kristalliseert de amorphe incubatielaag door de hoge depositietemperatuur.

Door de hoge depositiesnelheid, oppervlakterutheid en kolomvormige kristalgroei die de ETP-techniek biedt, is ETP een veelbelovende kandidaat voor opschaling van poly-Si depositie. Een randvoorwaarde voor de succesvolle toepassing van ETP-gedeponeerde poly-Si zonnecellen is een goede beheersing van de dikte van de incubatielaag. Experimenten hebben aangetoond dat er manieren zijn om deze dikte te minimaliseren.

Referenties

- Green, M. A. Limiting efficiency of bulk and thin-film silicon solar cells in the presence of surface recombination. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications* 7, 327–330 (1999).
- Yamamoto, K. Very thin film crystalline silicon solar cells on glass substrate fabricated at low temperature. *IEEE Transactions on Electron Devices* 46, 2041–2047 (1999).
- Kessels, W. M. M. *et al.* Hydrogenated amorphous silicon deposited at very high growth rates by an expanding Ar–H₂–SiH₄ plasma. *Journal of Applied Physics* 89, 2404 (2001).



Figuur 8 Serie van TEM-opnames van een doorsnede van de poly-Si laag. De vergroting van de opnames neemt toe van links naar rechts.

- Creatore, M., Cigal, J.-C., Kroesen, G. M. W. & Van de Sanden, M. C. M. Optical and chemical characterization of expanding thermal plasma deposited silicon dioxide-like films. *Thin Solid Films* 484, 104–112 (2005).
- Smit, C. *et al.* High-rate deposition of microcrystalline silicon with an expanding thermal plasma. *Thin Solid Films* 491, 280–293 (2005).
- Hoex, B. *et al.* Industrial high-rate (5 m/s) deposited silicon nitride yielding high-quality bulk and surface passivation under

optimum anti-reflection coating conditions. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications* 13, 705–712 (2005).

- Groenen, R., Löffler, J., Linden, J. L., Schropp, R. E. I. & Van de Sanden, M. C. M. Property control of expanding thermal plasma deposited textured zinc oxide with focus on thin film solar cell applications. *Thin Solid Films* 492, 298–306 (2005).
- Kessels, W. M. M., Van de Sanden, M. C. M. & Schram, D. C. Film growth precursors in a remote SiH₄ plasma used for high-rate deposition of hydrogenated

amorphous silicon. *Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films* 18, 2153 (2000).

- Fujiwara, H. *Spectroscopic Ellipsometry: Principles and Applications*. (Wiley: 2007)
- Matsui, T., Tsukiji, M., Saika, H., Toyama, T. & Okamoto, H. Correlation between Microstructure and Photovoltaic Performance of Polycrystalline Silicon Thin Film Solar Cells. *Japanese Journal of Applied Physics* 41, 20–27 (2002).

Uitslag NEVAC-prijs 2013

De NEVAC-prijs is in het leven geroepen om lezers te stimuleren mooie bijdragen te schrijven voor het *NEVAC blad*. Vanaf de introductie in 2011 was de gedachte aan deze geldprijs voor veel auteurs voldoende reden om de dagelijkse werkzaamheden tijdelijk stil te leggen en de inhoud van zijn of haar onderzoek op te schrijven voor een breed publiek. Vreemd om dan in tijden van crisis te moeten constateren dat geld niet langer als motivator lijkt te werken. Dat was althans mijn gedachte toen er vlak voor de deadline van 15 januari nog maar één artikel bij de redactie was binnengekomen. Tijdens redactioneel spoedoverleg op FOM@Veldhoven hebben we besloten de deadline te verschuiven naar 1 maart en wat actiever reclame te gaan maken. Dit heeft uiteindelijk geresulteerd in een totaal van zeven artikelen van uitstekende kwaliteit. Een prachtig resultaat! De beoordelingscommissie voor dit jaar, bestaande uit Pedro Zeijlmans van Emmichoven, Paul Koenraad, Bas Die-lissen en ondergetekende hebben dan ook met veel plezier de inzendingen gelezen. Twee artikelen verdienen een extra complimentje omdat ze, geheel volgens de nieuwe richtlij-

nen van het *NEVAC blad*, gebruik hebben gemaakt van kaders om de technische details wat beter uit te leggen. Wat verder opviel was dat drie auteurs de kans op de eindzege nipt verspeeld hebben door geen overzichtsfiguur van de opstelling op te nemen. Een dergelijk figuur helpt zeker voor de duidelijkheid van het artikel en de redactie zal contact opnemen met deze auteurs om dit voor publicatie recht te zetten.

Na weging van de afzonderlijke uitslagen is het artikel van Bart Macco over de depositie van polykristallijn silicium als beste wetenschappelijke contributie uit de bus gekomen. Van de technische verhalen heeft Marko Sturm met zijn UHV-opstelling voor EUV-spiegels gewonnen. De commissie wil deze twee prijswinnaars van harte feliciteren en hoopt de prijs persoonlijk te kunnen overhandigen op de komende NEVAC-dag van 23 april. Beide artikelen zijn in dit nummer opgenomen. De overige inzendingen worden in een volgende editie gepubliceerd.

Hans van Eck
Voorzitter beoordelingscommissie 2013

UHV-opstelling voor het bestuderen van de contaminatie van EUV-spiegels

Het begrijpen en controleren van verontreiniging van extreem ultraviolet (EUV) -spiegels door EUV-geïnduceerde fotochemische reacties is belangrijk voor een goede werking en levensduur van lithografiemachines. Om deze processen op fundamenteel niveau te bestuderen, is een UHV-opstelling ontwikkeld die gekoppeld is aan een EUV-bron en geschikt is voor het bestuderen van oppervlaktereacties met behulp van een thermische-desorptietechniek en infraroodspectroscopie. Deze technieken zijn gevoelig voor submonolagen – moleculen die een oppervlak gedeeltelijk bedekken – zodat de moleculaire mechanismen van adsorptie en chemische reacties bestudeerd kunnen worden. Als voorbeeld wordt de adsorptie van water op Ru(0001) getoond.

J.M. Sturm^{a,b}, F. Liu^b, M.L. Grecea^{b,a}, M.A. Gleeson^b, C.J. Lee^b, F. Bijkerk^{b,c}

^aMaterials innovation institute M2i, Mekelweg 2, 2628 CD Delft

^bFOM-Instituut DIFFER, Edisonbaan 14, 3439 MN Nieuwegein

^cMESA+ Instituut voor nanotechnologie, Universiteit Twente, Postbus 217, 7500 AE Enschede

De rekenkracht en geheugencapaciteit van computerchips blijft toenemen door miniaturisatie van micro-elektronica. Om deze schaalverkleining van de structuren door te zetten, maakt de halfgeleiderindustrie de sprong van lithografie met diep ultraviolet (golflengte 193 nm) naar extreem ultraviolet, EUV (13,5 nm). Omdat alle materie (zelfs lucht) EUV absorbeert, werkt EUV-lithografie alleen in vacuüm en moeten er spiegels in plaats van lenzen gebruikt worden. Bulkmaterialen reflecteren hoogstens een paar procent EUV-licht, vandaar dat in dit golflengtegebied multilaagspiegels gebruikt worden. Deze spiegels bestaan typisch uit 50 bilagen van molybdeen en silicium, samen circa 7 nm dik [1]. Op deze manier interfereren de reflecties van alle grensvlakken in fase, zodat een reflectie van 70% gehaald kan worden. Door de hoge energie van EUV-fotonen kunnen restgassen in het vacuüm – zoals water en koolwaterstoffen – dissociëren. Dat kan leiden tot oxidatie van, of koolstofgroei

op het oppervlak van de spiegel, met als resultaat een lagere reflectie. Omdat de optische kolom van een lithografie-machine al snel uit tien spiegels bestaat, leidt een klein reflectieverlies per spiegel tot een ontoelaatbaar verlies in transmissie van het optische systeem. Om betere processen te ontwikkelen voor preventie van en schoonmaken van contaminatie, hebben we een UHV-opstelling ontwikkeld om de moleculaire processen van contaminatie onder invloed van EUV-licht te bestuderen.

De opstelling

Om de adsorptie en chemische reacties van moleculen op oppervlakken met hoge gevoeligheid te kunnen meten, is gekozen voor de technieken thermische desorptie (*temperature-programmed desorption*, TPD) en reflectie-absorptie infraroodspectroscopie (RAIRS). In figuur 1 is het systeem schematisch weergegeven. Aan de bovenkant van de kamer is de manipulator met preparaathouder gemon-

teerd. Deze houder is oorspronkelijk ontwikkeld om eenkristallen van metalen te monteren, maar kan tevens gebruikt worden voor siliciumpreparaten. Door middel van koeling met vloeibare stikstof en elektronenstraalverhitting, kan de temperatuur gevarieerd worden van minder dan 90 K tot 1500 K, waarbij de bovengrens beperkt is door het gebruik van een K-type thermokoppel. Verder beschikt het systeem over een ionenkanon voor het schoonmaken van preparaten door middel van sputteren met edelgasionen. Voor infraroodspectroscopie wordt een commerciële Bruker Vertex 70v fouriertransformatie infraroodspectrometer (FTIR) gebruikt. De infraroodbundel wordt onder scherende hoek gereflecteerd aan het kristaloppervlak. De vacuümkamers van de infraroodinterferometer en detector zijn gescheiden van de UHV-kamer door differentieel gepompte kaliumbromidevensters.

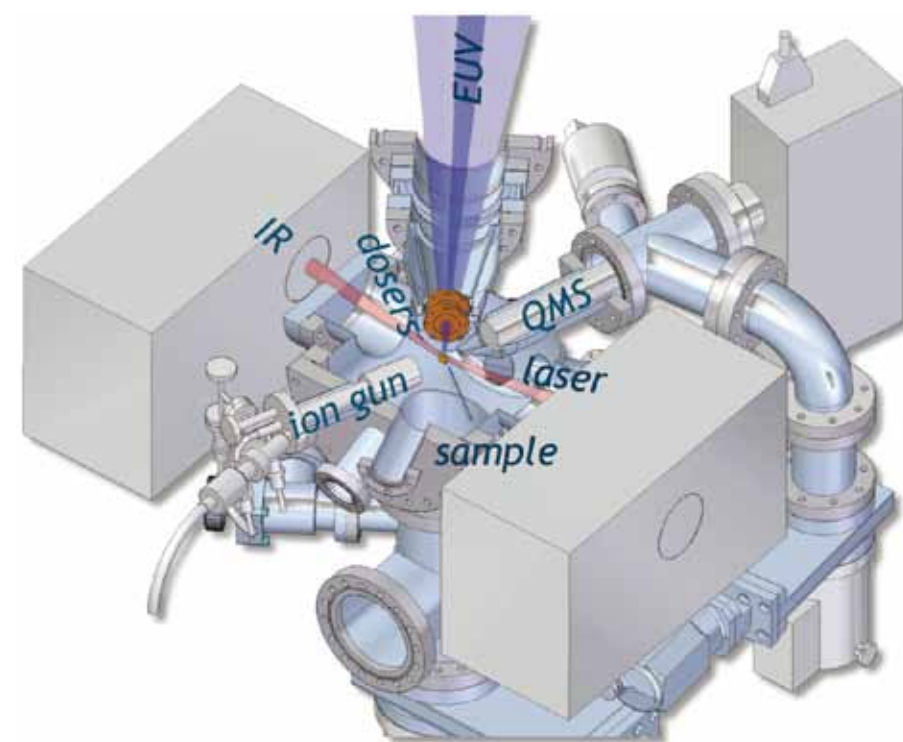
De analysekamer wordt afgepompt met een 210 l/s turbomoleculaire pomp, ge-

koppeld aan een scrollpomp, zodat een einddruk van beter dan 1×10^{-9} mbar bereikt kan worden. We beschrijven nu in meer detail de vacuümtechnische constructie van de aansluiting op de EUV-bron en de voorzieningen voor TPD-metingen.

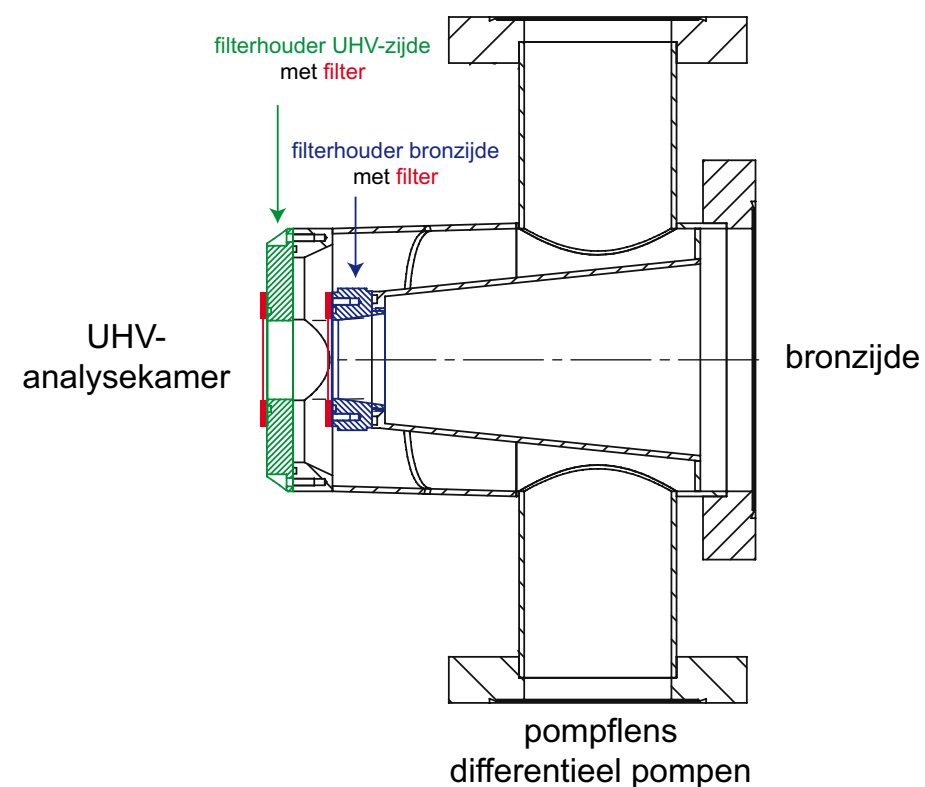
Differentieel gepompte spectraal-filters

De opstelling is aangesloten op een EUV-lichtbron in het laboratorium van ASML Research te Veldhoven. Deze bron genereert EUV door een plasma te ontsteken in een gasmengsel dat xenon bevat. De emissie van deze bron is zeer breedbandig, zodat een spectraalfilter, een dun membraan op basis van zirkonium en silicium, nodig is om monochromatisch EUV-licht te verkrijgen. Daarnaast werkt de EUV-bron bij een druk van 10^{-3} tot 10^{-2} mbar, zodat deze niet direct in verbinding kan staan met een UHV-kamer voor oppervlakteanalyse. Om gevoelige en gecontroleerde metingen van oppervlaktereacties onder invloed van EUV te kunnen verrichten, hebben we een opstelling gebouwd waarin het analysegedeelte gescheiden is van de EUV-bron door twee spectraalfilters, waarbij de ruimte tussen de twee filters differentieel gepompt wordt.

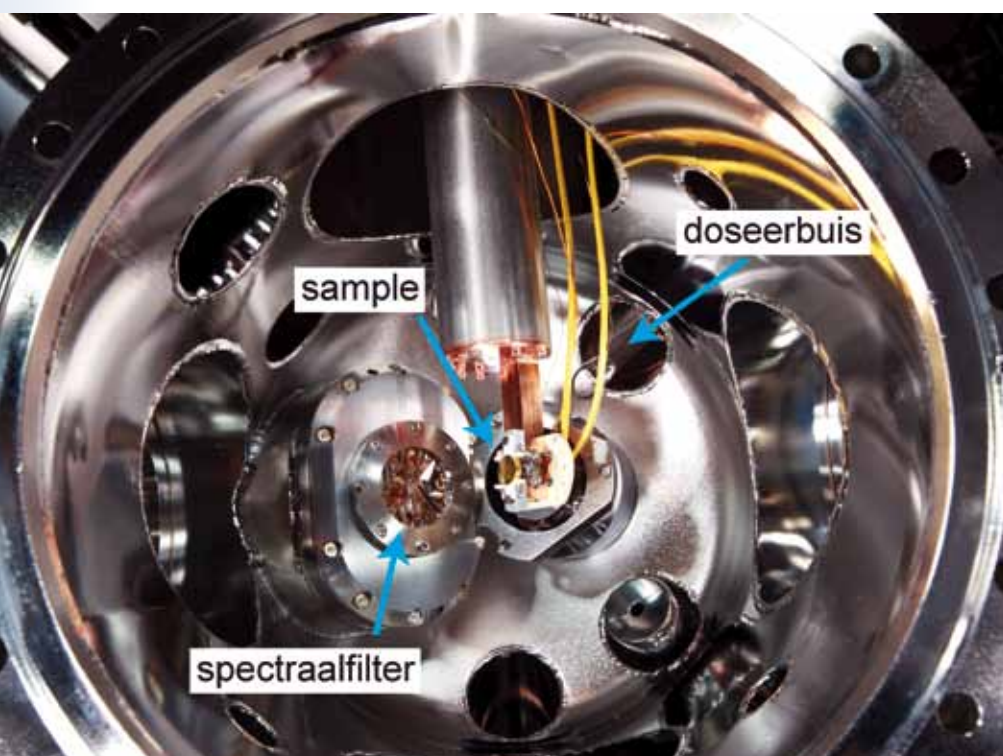
Figuur 2 toont de constructie van de differentieel gepompte spectraalfilters. Het filter aan de bronzijde (getekend in rood) wordt gemonteerd op een filterhouder (getekend in blauw) die met schroefdraad in de daarvoor bestemde opening van de vacuümkamer geschroefd kan worden. Voor deze constructie is gekozen omdat het in de ontwerpfase niet zeker was of de positie van dit filter voldoende toegankelijk zou zijn om het filter direct in de vacuümkamer te monteren. Het spectraalfilter aan de zijde van de analysekamer wordt gemonteerd op een grotere filterhouder (getekend in groen), zodat er, als deze filterhouder gedemonteerd is, voldoende ruimte is om de binnenste filterhouder te bereiken. Als afdichting tussen de filters en de



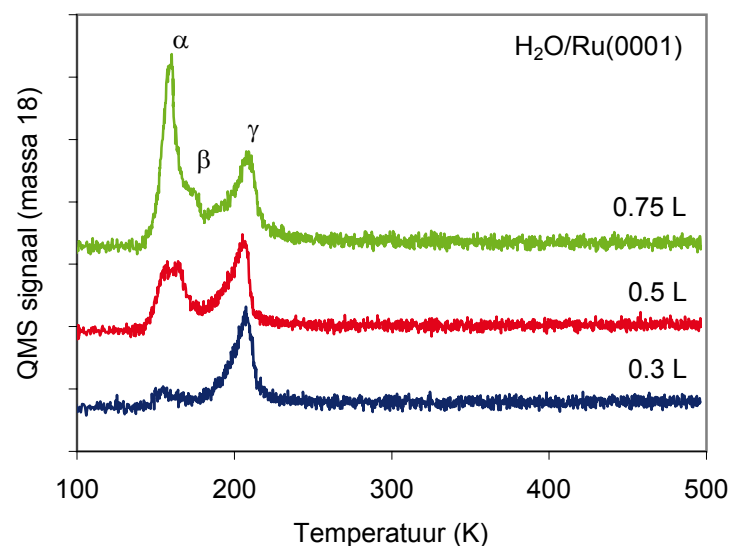
Figuur 1 Schematische weergave van de EUV-fotochemieopstelling. QMS is de quadrupool massaspectrometer.



Figuur 2 Constructie van de differentieel gepompte spectraalfilters. De binnendiameter van de filterhouders is circa 30 mm.



Figuur 3 Foto van de binnenkant van de vacuümkamer. Het sample is gemonteerd op een draaibare manipulator (de buis die van bovenaf in de kamer steekt), zodat het richting de EUV-bundel of de massaspectrometer (achter het sample) gericht kan worden.



Figuur 4 Thermische desorptie van water (massa 18 amu) vanaf een Ru(0001) kristal, gemeten met de quadropool massaspectrometer (QMS).

filterhouders, alsook tussen de filterhouders en de vacuümkamer, worden Kalrez of Viton O-ringen gebruikt. Als er geen belichtingen met EUV plaatsvinden, kan aan de bronzijde een klep gesloten worden. Op deze manier kunnen de bron en de analysekamer onafhankelijk van

elkaar belucht worden. Bij het beluchten of afpompen van de analysekamer moeten bypassleidingen naar de ruimtes achter de filters geopend worden, zodat de druk aan beide kanten van de filters gelijkmatig stijgt of daalt. De ruimte tussen de filters wordt afgepompt met een

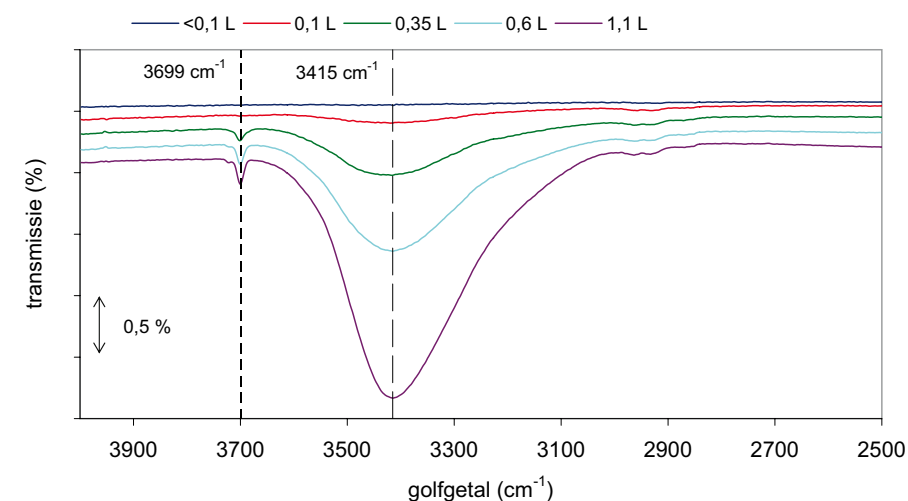
67 l/s turbomoleculaire pomp. Op deze wijze blijft de druk in de analysekamer in het 10^{-9} mbar bereik, wanneer de druk in de bron in het bereik van 10^{-3} mbar ligt. Hierbij moet opgemerkt worden dat de differentieel gepompte constructie niet optimaal werkt. Door een fabricagefout in de kamer kan er namelijk geen goede afdichting tussen de filterhouder aan de bronzijde en de kamer worden gevormd. Aangezien het conische gedeelte met de schroefdraad voor montage van de filterhouder één geheel vormt met de vacuümkamer, is het niet mogelijk dit probleem goed te verhelpen.

Thermische desorptie

Voor het verkrijgen van goede TPD-spectra, is het belangrijk om selectief de moleculen te detecteren die van het preparaatoppervlak desorberen en de mogelijke invloed van desorptie van de houder en het verwarmingsfilament en dergelijke zo goed mogelijk te onderdrukken. De quadropool massaspectrometer is daarom in een differentieel gepompt gedeelte van de vacuümkamer geplaatst (zie figuur 1), dat via een conus met een opening van 5 mm diameter in verbinding staat met de analysekamer. Het oppervlak van het kristal kan binnen een paar millimeter van de opening van de conus gebracht worden, zodat selectief de desorptie van het preparaat gemeten wordt [2].

De moleculen die zich lastig laten afpompen, zoals water, alcoholen en langere koolwaterstoffen, zijn relevant voor EUV-geïnduceerde verontreiniging. We stellen het preparaat daarom bloot aan deze moleculen via doseerbuizen van kwarts (zie figuur 3), waarvan de opening met een translatie dicht bij het preparaatoppervlak gebracht kan worden. Omdat de moleculen zo direct op het preparaatoppervlak gedoseerd worden, is de blootstelling van de overige oppervlakken in de vacuümkamer minimaal, zodat de verslechtering van de achtergronddruk beperkt blijft.

Moleculen als water of alcohol worden vanuit een vloeistofreservoir met een



Figuur 5 Reflectie-absorptie infraroodspectra van water op Ru(0001).

naaldventiel in een ballastvolume ingelaten. Dit ballastvolume is via een gasleiding met klep verbonden met de doseerbuis. Aan het begin van de doseerbuis zit een diafragma van 10 μm . Op deze manier kan met een relatief hoge druk, in de orde van 10^{-1} mbar, in de gasleiding gewerkt worden, terwijl de doseersnelheid toch beperkt blijft tot circa 1 monolaag per minuut. De hoge druk heeft als voordeel dat verontreinigingen in de leidingen en het ballastvolume (basisdruk 10^{-7} mbar) nauwelijks invloed hebben op de zuiverheid, terwijl de lage doseersnelheid het mogelijk maakt om reproduceerbaar te doseren. Het ballastvolume garandeert dat de doseersnelheid constant blijft tijdens het doseren. De druk in het ballastvolume wordt gemeten met een capacitatieve drukmeter, zodat de meting onafhankelijk is van welk gas er gedoseerd wordt.

Resultaten

Ruthenium is een belangrijk referentiemateriaal als bescherm laag (*cap*) voor EUV-spiegels. Daarnaast is ruthenium ook belangrijk als werkzame stof in diverse soorten katalysatoren. Als test voor de opstelling hebben we thermische desorptie van water op een Ru(0001) kristal gemeten. Voor deze metingen werd water gedoseerd nadat het oppervlak gekoeld was tot beneden 100 K en de waterdesorptie werd gemeten terwijl

het kristal met 0,5 K/s verwarmd werd. Figuur 4 toont de TPD-spectra voor drie verschillende waterdoses, aangegeven in Langmuir ($1 \text{ L} = 1,33 \times 10^{-6}$ mbar·s). Op het Ru(0001) oppervlak dissocieert water in OH + H. Bij lage doses dissocieert vrijwel al het water, zodat piek γ domineert, corresponderend met desorptie van water door de recombinatiereactie $\text{OH} + \text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$. Bij hogere doses wordt niet al het water gedissocieerd, zodat ook de desorptie van moleculair geadsorbeerd water (piek α met schouder β) waargenomen wordt [3]. De piektemperaturen zijn een maat voor de desorptie-energie, zodat TPD gebruikt kan worden om de binding van moleculen met oppervlakken en de chemische reacties van moleculen op oppervlakken te bestuderen.

In een EUV-lithografiemachine is de temperatuur van de spiegels ongeveer gelijk aan kamertemperatuur, zodat de bedekking van water bepaald wordt door het evenwicht tussen adsorptie van het restgas en thermische desorptie. Op basis van de TPD-meting kan worden uitgerekend dat de desorptie-energie voor piek γ gelijk is aan circa 0,59 eV per molecuul. Bij een achtergronddruk van 1×10^{-6} mbar water geeft dit een gedeeltelijke waterbedekking van 3×10^{-4} monolaag bij kamertemperatuur. De TPD-resultaten laten zien dat water bij deze zeer kleine bedekking partieel gedissocieerd is in

OH + H. Oxidatie van een ruthenium bescherm laag op een EUV-spiegel zal dus vooral plaatsvinden door EUV-geïnduceerde reacties van OH-groepen op het oppervlak.

Figuur 5 toont de RAIRS-spectra voor verschillende doses water op Ru(0001). De brede piek bij 3415 cm^{-1} correspondeert met de strekvibraties van OH-bindingen in een ijsachtige waterfilm. De kleine piek bij 3699 cm^{-1} wordt veroorzaakt door de vibratie van OH-groepen die uit het wateroppervlak steken en dus minder beïnvloed worden door watermoleculen in de omgeving.

Conclusie

In dit artikel hebben we een UHV-opstelling beschreven waarmee EUV-geïnduceerde fotochemische reacties op oppervlakken bestudeerd kunnen worden. De technieken TPD en RAIRS hebben een gevoeligheid voor submonolagen van moleculaire bedekkingen van veel soorten moleculen, wat deze opstelling geschikt maakt om fotochemische reacties tot op moleculair niveau te bestuderen.

Dankwoord

Dit onderzoek wordt uitgevoerd onder projectnummer M61.3.11430 in het kader van het onderzoeksprogramma van Materials innovation institute M2i. Daarnaast wordt dit werk ondersteund door het onderzoeksprogramma *Controlling photon and plasma induced processes at EUV optical surfaces (CP3E)* van de stichting FOM met ondersteuning van NWO. Het CP3E-programma wordt mede gefinancierd door Carl Zeiss SMT en ASML, alsook door AgentschapNL via het EXEPT-programma.

Referenties

- 1 E. Louis, A.E. Yakshin, T. Tsarfati, F. Bijkerk, *Progress in Surface Science* **86** (2011) 255-294.
- 2 P. Feulner, D. Menzel, *Journal of Vacuum Science and Technology* **17** (1980) 662-663.
- 3 T.E. Madey, N.S. Faradzhev, B.V. Yakshinskiy, N.V. Edwards, *Applied Surface Science* **253** (2006) 1691.

Programme NEVAC-day 2013

Science Park Amsterdam, 23 April

9.30 **Registration, coffee/tea**
[Foyer building C, Sciencepark 904]

10.00 **Welcome and opening** [C1.110]

Morning session [C1.110]

10.05 **Jan de Boer** (Institute for Theoretical Physics, UvA):
What is vacuum?

10.40 **Gertjan Koster** (IMS, MESA+, University of Twente):
In situ study of crystal symmetry and properties of epitaxial perovskites

11.10 **Albert Polman** (AMOLF):
Angle-Resolved Cathodoluminescence Imaging Spectroscopy (ARCIS)

11.45 **NEVAC prize talk 1**

12.00 **NEVAC prize talk 2**

Lunch, poster session, exhibition

[Foyer, building D & experimental hall Van der Waals-Zeeman Institute]

12.15 **General meeting NEVAC** [D1.114]

Afternoon session science [C1.110]

14.00 **Tjerk Oosterkamp** (Kamerlingh Onnes Laboratory, University of Leiden):

De blinde microscoop: MRI op de nanoschaal

14.30 **Robert Spreeuw** (Van der-Waals-Zeeman Institute, UvA):

Atom chips in vacuum for quantum information science

15.00 **Sander Otte** (Kavli Institute of Nanoscience, TU Delft):

Exploring superexchange coupling through atomic assembly

Afternoon session technology [D1.114]

14.00 **Gaetan Piret** (ESTEC/ESA):

Thermal vacuum chambers for satellite testing at ESA

14.30 **Andrea Cadoppi** (SAES Getters, Italy):

NEXTorr®: A novel route to compact, high performance pumping in UHV-XHV vacuum systems

15.00 **Eric Louis** (Differ):

Developing reflective multilayer coatings, an enabling component of lithography in the Extreme Ultraviolet band and beyond

15.30 **Coffee/tea break** [Foyer, building C]

Final session [C1.110]

16.00 **Hermann Dürr** (Stanford Institute for Materials and Energy Sciences, SLAC National Accelerator Laboratory and Van der Waals-Zeeman Institute, University of Amsterdam)

The First Picosecond: Exploring the Speed Limits in Information Technology

16.40 **Conclusion** [C1.110]

16.45 **Reception, drinks** [Foyer, building C]

What is vacuum?

Jan de Boer

Institute for Theoretical Physics, UvA

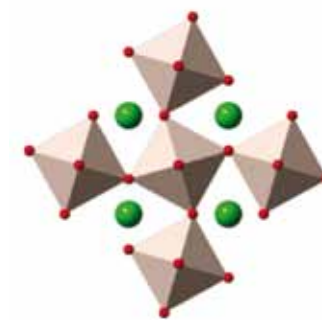
Though superficially trivial and boring, the vacuum, or rather empty space-time, is one of the least well understood concepts in contemporary physics. In this talk – aimed at a broad audience – some historical and modern views on the nature of the vacuum will be described. I will also mention some unresolved problems such as the magnitude of the energy of the vacuum and the possibility of negative energy and time travel.



In situ study of crystal symmetry and properties of epitaxial perovskites

Gertjan Koster

IMS, MESA+, University of Twente

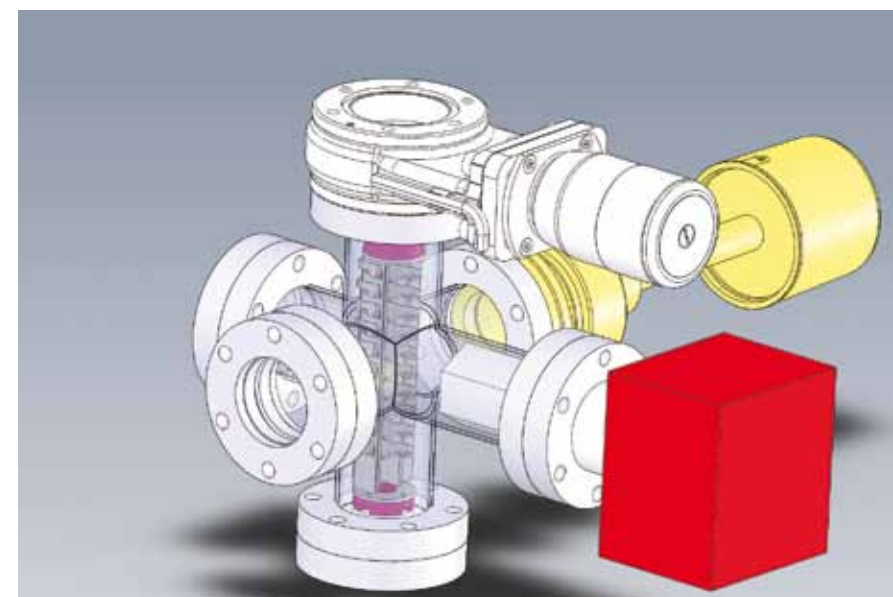


Oxygen octahedra rotations in perovskites.

In complex oxide materials the occurrence of ferroelectric, ferromagnetic or other properties are for the most part determined by the detailed oxygen coordination of metal cations. More specifically, in the case of perovskite-type materials ABO_3 , where A and B are metal cations, the occurrence of the properties is determined by the BO_6 octahedral orientations and rotations. At interfaces in epitaxial oxide heterostructures, for example magnetic junctions or capacitive structures, this oxygen sub-lattice is found to be different from its bulk counterpart.

Here we will present recent experiments revealing a relationship between precise oxygen ordering, electronic structure and properties using a system allowing for in situ characterization. Such a system is now available at the MESA+ laboratory in Twente (Koster, Hilgenkamp, Rijnders) also in collaboration with the University of Amsterdam (Golden), with the capability to transport samples under UHV to and from synthesis chambers as well as to various vacuum spectroscopy systems by means of a UHV vacuum suitcase.

Photoemission spectra, both core-level as well as valence-band spectra of in particular the 3d and 4d elements are very sensitive to their anionic surroundings, for example the Ru 3d peaks in $SrRuO_3$ or Mn 2p peaks in $LaSrMnO_3$, both important ferromagnetic metals. A technique related to photoemission is x-ray photoelectron diffraction, which is subsequently used to reveal the crystal structure near the model-interfaces. Examples of oxygen sub-lattice engineering in oxide heterostructures with disrupted perovskite-type BO_6 sub-lattices will be given. Besides improving the functionality of heterostructure devices one might expect to find surprising properties not found in the bulk, for example a new ferromagnetic insulating state, which has potential applications in spintronics.

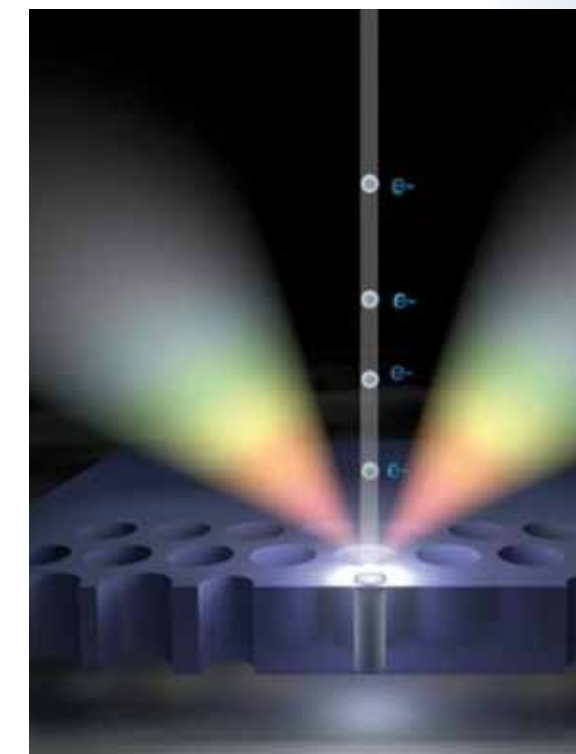


UHV vacuum suitcase.

Angle-Resolved Cathodoluminescence Imaging Spectroscopy (ARCIS)

Albert Polman

Center for Nanophotonics, FOM Institute AMOLF, Amsterdam

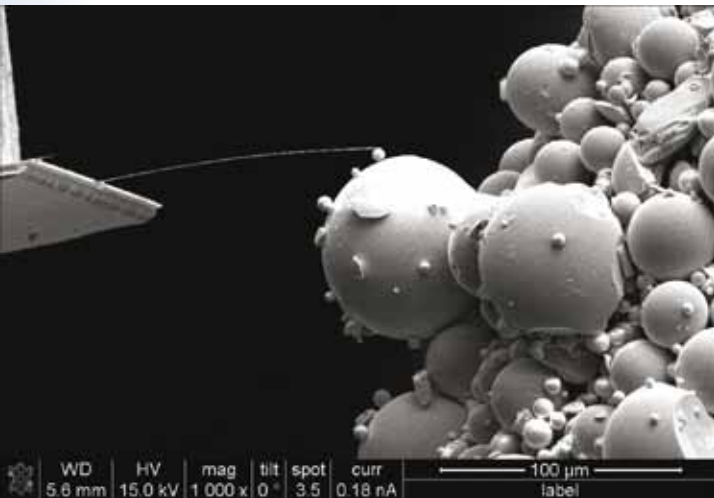


We introduce Angle-Resolved Cathodoluminescence Imaging Spectroscopy (ARCIS), a new technique that enables measurements of both the local optical density of states (LDOS) and the angular radiation profile of nanophotonic structures at deep subwavelength resolution. ARCIS employs a 30 keV electron beam in a scanning electron microscope (SEM) to excite nanophotonic structures with 10 nm spatial resolution. The optical radiation from these structures is collected in the SEM and analyzed using both a spectrometer and a position-sensitive CCD detector. Using the angle resolved spectroscopy this technique also enables deep-subwavelength momentum spectroscopy, enabling reconstruction of the full band diagram and LDOS of two-dimensional plasmonic and photonic crystals over the entire visible to near-infrared spectral range.

De blinde microscoop: MRI op de nanoschaal

Tjerk Oosterkamp

Kamerlingh Onnes Laboratory, University of Leiden

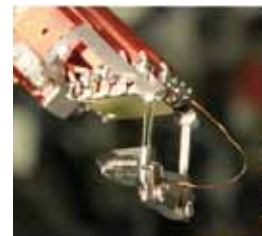


De biomedische wetenschap heeft een steeds grotere behoefte aan beeldmateriaal op het niveau van cellen en eiwitten. Daar zijn verschillende technieken voor, zoals elektronenmicroscopie of röntgenkristallografie. Het specialisme van Oosterkamp is het ontwikkelen en gebruiken van zogenoemde tastmicroscopen om biologisch materiaal te bestuderen. Deze microscopen werken niet optisch, maar tasten met een minuscuul naaldje een oppervlak af op atomaire schaal, waarbij de krachten die de naald ondervindt worden gemeten door naar de verbuiging van het naaldje te kijken. Om ook informatie te verkrijgen over de structuren die zich onder het oppervlak bevinden, wordt gebruikgemaakt van MRI-technieken. De krachten die opgewekt worden door de magnetische spins onder het oppervlak zijn zo extreem klein ($\sim 10^{-18}$ newton), dat ze vooralsnog alleen bij temperaturen dicht bij het absolute nulpunt meetbaar zijn.

Arrays of ultracold trapped atoms on magnetic film atom chips for quantum information science

R.J.C. Spreeuw

Institute of Physics, Van der Waals-Zeeman Institute, University of Amsterdam



We present two strategies for developing a quantum information science platform, based on our experimental results with microtrap arrays on a magnetic-film atom chip. The first strategy aims for mesoscopic ensemble qubits in a lattice of $\sim 5 \mu\text{m}$ period, so that qubits can be individually addressed and interactions can be mediated by Rydberg excitations. The second strategy aims for direct quantum simulators using sub-optical lattices of $\sim 100 \text{ nm}$ period. These allow the realization of condensed matter inspired quantum many-body systems, such as Hubbard models in new parameter regimes.

Exploring superexchange coupling through atomic assembly

Anna Spinelli, Benjamin Bryant, Marjolein Gerrits, Sander Otte

Delft University of Technology, Kavli Institute of Nanoscience, Department of Quantum Nanoscience



Superexchange is the dominant magnetic coupling between transition metal atoms that are linked through an intermediary non-magnetic anion. This interaction can be either antiferromagnetic or ferromagnetic, due to a combination of electron hopping (kinetic exchange) and Coulomb exchange, as stated by the Goodenough-Kanamori rules. Although widely used for over 50 years, these ad hoc rules have not previously been verified locally at the atomic scale. By using the tip of a low-temperature scanning tunneling microscope, we positioned individual magnetic atoms on a Cu_2N network, in order to test these rules at the atomic scale through inelastic tunneling spectroscopy.

In order to do this, we built pairs of Fe atoms, where in each pair the atoms are separated by an equally long exchange path, but with a different number of corners. We found that the main coupling component changes from ferromagnetic to antiferromagnetic in agreement with the predictions. Also, we found secondary spin coupling components, in some cases of opposite sign to the primary, showing a strongly anisotropic nature of superexchange coupling.

Developing reflective multilayer coatings, an enabling component of lithography in the extreme ultraviolet band and beyond

E. Louis

FOMDIFFER, and MESA+ Institute for Nanotechnology, University of Twente



EUV lithography requires, because of the wavelength of 13.5 nm, all reflective optics which can be realized by using multilayer Bragg reflectors for normal incidence. The research required to develop this class of optics is ongoing for several decades already but experienced an enormous boost from the extremely stringent requirements of EUV lithography.

In this presentation we will discuss the path from fundamental research on the deposition of layers of a few nm thickness only towards a fully developed process, matured to deposit optics for prototype lithography machines. Topics like multilayer deposition, smoothing of interfaces, thermal stability, interface engineering, multilayer induced stress, and lateral uniformity will be discussed and examples of multilayer coated optics that fulfil the extremely tight specifications of EUV lithography machines will be discussed.

Yet, while EUV litho tools are already being shipped to semiconductor manufacturers, research on multilayers for an even shorter wavelength of 6.x nm has started. This includes new designs, other multilayer materials and, because of its increasing importance, even more focus on issues like smooth layer growth and prevention of intermixing.

The research is in the process of relocation to MESA+ where it will form the new Industrial Focus Group XUV Optics, with substantial support from industrial partners ASML, Zeiss SMT, PANalytical, DEMCOM, SolMateS, as well as FOM, MESA+, TNO and the Province of Overijssel.

The first picosecond: Exploring the speed limits in information technology

Hermann A. Dürr

SLAC National Accelerator Laboratory, Menlo Park, USA



Our society is based on immediate access to information. Moore's law predicting an exponential increase in data storage density and processing speed requires that bits of magnetic hard drives and power-efficient transistors in our mobile phones and computers approach dimensions of only tens of nanometers. In order to continue along this path and achieve ultimate Tbit densities at THz speeds fundamental scientific and technological limits have to be overcome.

In this talk I will address two fundamental questions: How long does it take to turn an insulator into a metal? and How fast can we switch spins? Their answers are relevant for developing novel transistor designs and finding new magnetic data storage materials. The main challenge is to visualize ultrafast nanoscale motion of electrons and spins in materials. I will show how the ultrashort intense x-ray flashes from x-ray free electron lasers such as the Linac Coherent Light Source in Stanford uniquely allow us to do that.

NEXTorr®: A novel route to compact, high performance pumping in UHV-XHV vacuum systems

Andrea Cadotti, Paolo Manini, Enrico Maccallini

SAES Getter S.p.A.

Nowadays, due to the complexity of UHV systems used in a variety of applications (i.e. surface science, thin film deposition, portable systems, cold atomic traps, electron microscopes, particle accelerators) the space available for mounting UHV pumps is getting smaller: the presence of design constraints, service equipments, conductance, magnets and various instrumentation poses challenges to traditional UHV pump designs, which are called to deliver more pumping performances in a smaller space.

A radically new approach is here presented, which can mitigate this issue. In this approach Non-Evaporable Getter (NEG) and ion pumping technologies are properly combined and integrated in one single pumping device, called NEXTorr®. In this pump, the getter cartridge acts as the main UHV pumping element, leaving to a small sputter ion pump the ancillary task of removing noble gases and methane, not pumped by the NEG. This design allows achieving large pumping speed in a very small package, up to several tens of times smaller and lighter than conventional ion pumps nominally equivalent.

The presentation will cover first some theoretical and practical aspects of Non-Evaporable Getter (NEG) pumps technology, particularly efficient in pumping hydrogen, the main residual gas species at UHV levels. Then the NEXTorr pump concept will be introduced, and examples of applications will be shown and discussed.





All-metal variable leak valve

Gas inlet valve for precise and stable pressure control
Series 59, DN 16 (5/8")



- High reproducibility of small gas flows for constant system pressure
- Reliable and repeatable leaktight closing to a mechanical stop
- User-friendly and maintenance-free
- Bakeable to 300 °C in open and closed position

Hoofdkantoor in Zwitserland
VAT Vakuumventile AG
CH-9469 Haag
Tel +41 81 771 61 61
Fax +41 81 771 48 30
Email CH@vatvalve.com

Contactadres in Nederland
Zuiderstraat 30
NL-3434 BH Nieuwegein
Tel 030 601 8251
Fax 030 601 8252
Email NL@vatvalve.com

WAT
www.vatvalve.com

Agenda ALV 2013

1. Opening.
2. Vaststellen van de agenda.
3. Mededelingen.
4. Notulen van de Algemene Ledenvergadering 2012.
5. Jaarverslagen van de Werkgroepen en Commissies.
 - Constructies
 - Excursies
 - Opleidingen
 - NEVAC blad / Website
6. Financieel overzicht 2012 en begroting 2013.
7. Verslag van de kascommissie.
8. Decharge van het bestuur en benoeming van de nieuwe kascommissie.
9. Bestuursmutaties.
10. Rondvraag.
11. Sluiting.

Jaarverslag 2012 Commissie Opleidingen NEVAC

Commissieleden:

A.D. van Langeveld (voorzitter), C.W. Hagen (TUD), J. Holstein (RUG), J.W.M. van Kessel, Th. Mulder, H.J.M. Oerbekke (UT), D. Schijve (Vactec; aspirantlid vanaf 14-11-2012), E.P.T.M. Suurmeijer, H.J.W. Zandvliet (UT; tot 14-11-2012) en J.B.A. van Zon (Philips NatLab).

NEVAC-examens:

De schriftelijke examens 2012 werden op maandag 16 april op twee niveaus afgenomen, namelijk Elementaire Vacuümtechniek (EVT) en Vacuümtechniek (VT). Voor het examen EVT verschenen 6 kandidaten; hiervan zijn er 4 geslaagd. Van de 32 kandidaten voor het examen VT zijn er 27 geslaagd.

De schriftelijke NEVAC-examens EVT en VT 2013 zijn gepland op maandag 15 april. Er worden in 2013 geen examens VTPlus afgenomen.

A.D. van Langeveld,
Voorzitter

Jaarverslag Excursiecommissie

Korea

Vorig jaar zijn we met een grote groep naar Zuid-Korea geweest voor de verre buitenland-excursie. De laatste editie van dit evenement was in 2007, toen we naar China zijn geweest, dus het was weer de hoogste tijd voor een nieuwe onderneming.

De Excursiecommissie had een afwisselend programma van een week op touw gezet waarbij diverse bedrijven en instituten werden bezocht. Hoogtepunten waren het bezoek aan de Edwards pompenfabriek en de rondleiding in het synchrotron bij het Pohang versnellerinstituut PAL. De tweede week die een puur toeristisch karakter zou hebben, kon niet doorgaan wegens onvoldoende belangstelling. Maar toch bood het programma van de eerste week wel tijd voor sightseeing, zoals een bezoek aan de grens met Noord-Korea en een stadswandeling



door Seoul onder leiding van onze gids. Ook was er nog een door de NEVAC gesponsord galadiner in een nota bene Italiaans restaurant. Al met al kon van een

geslaagde buitenlandexcursie worden gesproken. Voor een uitgebreid verslag zie de Nevac website: <http://nevac.nl/969/verslag-lustrumexcursie-zuid-korea.html>

ACHIEVE HIGHEST VACUUM PERFORMANCE

Agilent TwisTorr 304 FS

The new generation Agilent 300 l/s turbo pump with Agilent Floating Suspension

- **HIGH PERFORMANCE:** Proven best performance on the market, with New TwisTorr stages optimized for H₂ Compression Ratio
- **INNOVATION:** Agilent Floating Suspension, the breakthrough bearing technology that reduces acoustical noise and vibration
- **RELIABILITY:** Ideal for demanding instrumentation, academic and research applications

Learn more: www.agilent.com/chem/TwisTorr304FS

Agilent Technologies Netherlands BV
Groenelaan 5, 1186 AA Amstelveen, The Netherlands
Tel: +31 20 547 2000 - Fax: +31 20 547 2093
Toll free: 00 800 234 234 00
www.agilent.com/chem/vacuum

The Measure of Confidence



Scan the QR code
with your smartphone
for more information

© Agilent Technologies, Inc. 2013

Concept-notulen NEVAC ALV 2012

13 april 2012 in Museum Boerhaave te Leiden

Aanwezig ongeveer 50 leden.

1. Opening

De voorzitter (Erwin Kessels) opent de vergadering om 12:35 uur.

2. Agenda

De nummering van de agendapunten is gewijzigd t.o.v. de versie in het *NEVAC blad* (punt 6 was niet genummerd). Er worden geen wijzigingsvoorstellen gedaan en de leden gaan akkoord met de agenda.

3. Mededelingen

De nieuwe website is online gegaan.

4. Notulen van de ALV van 2011 te Enschede.

Er staan twee spelfouten in: Gerrard Beukema, moet zijn Gerrard Beukema en Dick van Langenveld moet zijn Dick van Langeveld.

5. Jaarverslagen van de commissies Constructie, Marc Driessen:

Excursie 100 jaar vacuüm in Eindhoven, maximum aantal deelnemers 25, aanmelding nog mogelijk. Laatste verslag staat in het *NEVAC blad*.

Excursies:

Rob Klöpping meldt dat er al ruim 30 deelnemers zijn voor de excursie naar Zuid-Korea. Het programma ligt nog niet helemaal vast. Voor de tweede week zijn er nog mogelijkheden. Rondreis wordt via reisbureau geregeld. Door de wat late verschijning van het *NEVAC blad* werd de geplande termijn niet helemaal gehaald, waardoor er een kans was dat de vluchten duurder zouden worden. Nu wordt gekeken wat de mogelijkheden zijn met Korea Air. Het programma wordt aan de deelnemers toegestuurd als dit helemaal vastligt.

Opleidingen:

Jaarverslag in het *NEVAC blad* is com-

pleet, geen verder commentaar.

NEVAC blad:

De redacteuren zijn niet aanwezig.

6. Verklaring kascommissie n.a.v. financieel overzicht 2010 en decharge van het toenmalig bestuur

De kascommissie bij monde van Herbert Wormeester bericht over de situatie die is ontstaan op de ALV van 2011 betreffende de boekhouding van 2010 en geeft aan dat de boekhouding correct is en de gepresenteerde cijfers representatief zijn voor de financiële positie van de vereniging. Er wordt daarom decharge van het bestuur over 2010 voorgesteld. De ALV dechargeert het toenmalige bestuur.

7. Financiële overzicht 2011 en begroting 2012

De penningmeester geeft toelichting op de inkomsten en uitgaven, de balans per 31-12-2011, de begroting van 2011 en de begroting van 2012. Hans Niemandsvdriet vindt dat de reserve wel heel veel is ten opzichte van de inkomsten en uitgaven. De penningmeester beaamt dit en geeft aan dat het beleid is om te streven naar een reserve van 1 maal de jaarlijkse inkomsten en uitgaven. Daarom zullen er meer activiteiten worden ontplooid, maar zal het bestuur ook waken voor doelmatige besteding van de middelen. Een voorstel om geen contributie te heffen wordt als onwenselijk beschouwd omdat de contributie al laag is en een actieve bijdrage van leden als belangrijk wordt gezien.

7. Verslag Kascommissie

De kascommissie bij monde van Herbert Wormeester bericht over de boekhouding van 2011 en geeft aan dat de boekhouding correct is en de gepresenteerde cijfers representatief zijn voor de financiële positie van de vereniging.

Wel wordt aandacht en waakzaamheid

gevraagd voor de verenigingscommissies, zoals de opleidingscommissie, die over een eigen bankrekening beschikken maar waarvan de inkomsten en uitgaven niet onder directe controle van de penningmeester vallen.

8. Decharge van het bestuur over het jaar 2011

De kascommissie adviseert de leden decharge te verlenen aan het bestuur over het afgelopen boekjaar. De leden gaan hier onder applaus mee akkoord.

De nieuwe kascommissie bestaande uit Herbert Wormeester en Pedro Zeijlmans van Emmichoven wordt geïnstalleerd.

9. Bestuursmutaties

Het dagelijks bestuur is niet gewijzigd. Voor het algemeen bestuur zijn er vacatures voor de redactie van het *NEVAC blad* en voor de positie student-bestuurslid. Naar aanleiding van het *NEVAC blad* wordt door de voorzitter opgemerkt dat er is voldoende kopij beschikbaar is dankzij de NEVAC-prijzen.

Ter vergadering melden zich geen vrijwilligers om de redactie te versterken maar er wordt er bij de leden op aangedrongen om mogelijke kandidaten bij het bestuur door te geven.

10. Rondvraag

De heer Beukema vraagt of er NEVAC-docenten zijn gezien de zinsnede "docent NEVAC" in het *NEVAC blad* vermeld staat. De voorzitter geeft aan dat de zinsnede abusievelijk in het *NEVAC blad* is terechtgekomen.

11. Sluiting

De voorzitter sluit de vergadering om 13:05 uur onder dankzegging aan de aanwezigen.

Jan W.M. van Kessel
secretaris NEVAC

Financieel jaarverslag 2012

Resultaatrekening

Inkomsten		Uitgaven	
Contributies		Bestuurskosten	€ -
<i>studentleden</i>	10 € 50,00	Bank- en administratiekosten	€ 1.180,85
<i>gewone leden</i>	220 € 4.398,15	IUVSTA	€ 750,00
<i>bedrijfsleden</i>	57 € 8.550,00	NEVAC blad	€ 15.896,40
BBVT	59 € 3.930,00	BBVT	€ 574,38
Advertenties NEVAC blad	€ 12.000,00	Website	€ 4.676,69
NEVAC-dag	€ 2.125,00	NEVAC-dag	€ 17.940,02
		Vrienden Boerhaave	€ 2.075,00
Diverse inkomsten	€ -	Nevacprijs	€ 2.000,00
		Diverse uitgaven	€ 677,14
		Conferentie EWEG2013	€ 500,00
Renten	€ 1.508,47	Korea-excursie	€ 9.000,00
		Commissie opleidingen	€ 394,83
Tekort	€ 23.103,69		
Inkomsten totaal	€ 55.665,31	Uitgaven totaal	€ 55.665,31

Balans per 31 december 2012

Activa		Passiva	
Kas	€ -	Crediteuren	€ -
Betaalrekeningen			
<i>Postbank</i>	€ 2.185,05		
<i>ABN AMRO</i>	€ 1.517,84		
Spaartegoeden	€ 85.000,00		
Kas Cie Opleidingen	€ 3.269,20		
Debiteuren	€ 4.825,00		
		Eigen vermogen	€ 119.900,77
BBVT in voorraad	575		
		Saldo resultaat 2012	€ -23.103,69
Totaal Activa	€ 96.797,09	Totaal passiva	€ 96.797,09

Begroting 2012

Inkomsten		Uitgaven	
Contributies		Bestuurskosten	€ 250,00
<i>studentleden</i>	10 € 50,00	Bank- en administratiekosten	€ 1.250,00
<i>gewone leden</i>	250 € 5.000,00	IUVSTA	€ 850,00
<i>bedrijfsleden</i>	60 € 9.000,00	BBVT	€ 950,00
BBVT	50 € 3.250,00	NEVAC blad	€ 12.000,00
NEVAC blad	€ 5.000,00	NEVAC-dag	€ 10.000,00
NEVAC-dag	€ 2.500,00	NEVAC-jubileum	€ 10.000,00
		NEVAC-prijs	€ 2.000,00
Renten	€ 1.500,00	website	€ 1.000,00
		Saldo	€ -12.000,00
Inkomsten totaal	€ 26.300,00	Uitgaven totaal	€ 26.300,00

Begroting 2013

Inkomsten		Uitgaven	
Contributies		Bestuurskosten	€ 250,00
<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	€ 16.000,00
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	€ 1.500,00	website	€ 1.000,00
		Saldo	€ 3.200,00
Inkomsten totaal	€ 37.300,00	Uitgaven totaal	€ 37.300,00

Nieuwegein 11 januari 2013

Aan de leden van de NEVAC

De kascommissie heeft de financiële administratie in goede staat aangetroffen. Dat geldt tevens voor de administratie van de commissie opleidingen die plaatsvindt buiten het gezichtsveld van de penningmeester, die daar wel bestuurlijk voor verantwoordelijk is. Na enig aandringen hebben penningmeester en kascommissie deze administratie kunnen inzien en in orde bevonden. De vernieuwing van de website is een duidelijk grotere uitgavenpost geweest dan begroot. De kascommissie heeft vastgesteld dat de subsidie van de Korea-excursie niet vermeld is als wijziging tijdens de algemene ledenvergadering, terwijl deze wel op dit moment als bestuursbesluit genomen was.

De Kascommissie adviseert om de financiële afrekening vast te stellen en het bestuur decharge te verlenen van zijn verantwoordelijkheid over het boekjaar 2012.

Pedro Zeijlmans van Emmichoven
Herbert Wormeester

De Kascommissie

Excursie Parijs, 9-13 september

De Europese buitenlandexcursie gaat dit jaar naar Frankrijk. Rond het 19e Internationale Vacuüm Congres IVC-19 dat van 9 tot 13 september wordt gehouden, organiseert de excursiecommissie van de NEVAC een bezoek aan Parijs.

Naast het beursbezoek zullen er ook uitstapjes naar bedrijven in de nabijheid worden georganiseerd en gaan we naar de Universiteit. We hopen op een uitnodiging van het Franse Kernfysica Instituut CEA in Saclay.

Verder zullen we de culturele kant van de Franse hoofdstad niet links laten liggen en onder meer een bezoek organiseren aan het techniekwalhalla Le Palais de la découverte, en wellicht een schouwburgbezoek of een kunstmuseum. Ook zal voldoende vrije tijd worden ingeruimd om langs Les Halles te gaan of om te shoppen op de Champs Élysées of bij Lafayette. Misschien zelfs



een beklimming van de Tour Montparnasse of helemaal heuvelop naar Montmartre met zijn Sacré Coeur!

We gaan met de bus. Houd die week dus

vrij en het weekend ervoor en erna ook en schrijf je vast in op de NEVAC-website: www.nevac.nl. Meer nieuws in april op de NEVAC-dag.

Mededeling van de Commissie Opleidingen

Nieuw:

Maak kennis met het *Supplement* bij het *Basisboek Vacuümtechniek*. 90 pagina's preprints van de belangrijkste wijzigingen en aanvullingen, op te nemen in een toekomstige tweede editie van dit boek.

Overzicht inhoud:

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

Een uitgave van de Commissie Opleidingen der Nederlandse Vacuümvereniging.

Thermisch ingebonden budgetuitvoering in zwart-wit.

Prijs € 20 inclusief verzendkosten.

U kunt het *Supplement* bestellen door € 20 (België € 24) over te maken naar:

Bankrekeningnummer 3362114,
IBAN: NL39 INGB 0003 3621 14,
BIC: INGBNL2A (voor betalingen vanuit het buitenland),

t.n.v. Nevac Commissie Opleidingen Peize,
o.v.v. 'Supplement BBVT' en het verzendadres.

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

Mat-tech BV

Mat-tech BV is een materiaalkundige onderneming die zich heeft gespecialiseerd op het gebied van soldeertechnologie in de breedste zin van het woord. Mat-tech heeft de mogelijkheid haar klanten te volledig te ondersteunen bij het optimaal gebruikmaken van soldeertechnieken in elke fase van de levenscyclus van een product. Om dit optimaal te kunnen doen is Mat-tech BV opgesplitst in twee onderdelen die elkaar waar nodig aanvullen.



Mat-tech Development & Testing

Dit onderdeel van Mat-tech ondersteunt klanten onder meer in de ontwikkelingsfase van een product of applicatie. Er wordt gewerkt volgens de IC3P-methode waarbij het werk wordt ingedeeld in de fasen *Idea*, *Concept*, *Prototyping*, *Pre-production* en *Production*. Verbindingstechnologie speelt vaak een cruciale rol in de eigenschappen van een product en de klanten van Mat-tech Development & Testing onderkennen dit. Zij bezitten echter niet zelf over alle noodzakelijke knowhow om de mogelijkheden op het gebied van soldeertechnologie maximaal te benutten en de bijbehorende processen te optimaliseren. De knowhow van Mat-tech geeft invulling aan deze lacune en helpt klanten de gewenste functies optimaal in het product te brengen. Uitgebreide kennis van materialen en processen, gecombineerd met uiteenlopende onderzoeksmogelijkheden in eigen huis zorgen ervoor dat Mat-tech Develop-

ment & Testing een gewaardeerde sparingpartner is van de ontwikkelafdelingen van haar klanten.

Naast ondersteuning in de ontwikkelingsfase, staat Mat-tech Development & Testing haar klanten ook bij in de productiefase van een product. Onderzoek wordt ingezet om *yield*-problemen aan te pakken maar ook om te komen tot product- of procesverbeteringen naar aanleiding van analyse van in het veld uitgevallen producten. Mat-tech beschikt zowel over de noodzakelijke kennis (bijvoorbeeld materiaalkundigen, werktuigbouwkundigen, procestecnologen en chemici) maar ook over uitgebreide onderzoeksfaciliteiten (bijvoorbeeld SEM/EDX, optische microscopie, klimaattesten, *meniscograph*, mechanische testen). Voor Mat-tech Development & Testing is het bij het bovenstaande niet van belang of een klant de soldeerproductie zelf verzorgt, of dat zij deze (wil) uitbesteden aan derden.

Mat-tech Production

Behalve kennisoverdracht biedt Mat-tech haar klanten ook hoogwaardige productiecapaciteit aan op het gebied van solderen. In het verleden hebben we veelvuldig ervaren dat klanten Mat-tech benaderd hebben om (ook) de productie te verzorgen. Men zocht naar een bekwame partij met kennis van zaken om de vaak complexe producten te laten solderen. Productie vraagt echter een andere aanpak (meer nadruk op kwaliteitsborging, efficiency, logistiek, korstprijs) en daarom hebben we een separaat onderdeel opgezet met een eigen locatie.



We bieden diverse soldeerprocessen aan waaronder vacuümsolderen, inductief solderen, beschermgas-solderen, manueel solderen, aluminium solderen, fluxloos solderen etc. De productieaantallen zijn hoofdzakelijk kleine tot middelgrote series.

Belangrijke toepassingen voor Mat-tech Development & Testing en Mat-tech Production zijn: druk- en onderdruktoepassingen, toepassingen waarbij warmte of elektrische geleiding een rol speelt, toepassingen in de halfgeleiderindustrie, hightech *equipment*, *solar* industrie, *food* industrie, *electronic manufacturing*, *analytical equipment*, *heating and cooling* industrie, chemische industrie, *consumer products*, *automotive*, *tooling* industrie etc.

Vernooy

Met ingang van 1 januari 2013 is Raph Alink (1961) benoemd tot *general manager* van Vernooy Vacuüm Engineering. Samen met operations manager Fred Verkerk vormt hij het managementteam van Vernooy.

Alink: "Het is mijn taak om hetgeen in gang is gezet te optimaliseren. Alles met het doel Vernooy nog beter op de kaart te zetten door de dienstverlening verder uit te breiden en toe te treden tot nieuwe strategische marktgebieden, in samenwerking met de zusterbedrijven Masévon Technology en Machinefabriek Tuin."

Jarig Politiek 1937 - 2012

Ik heb de eer gehad Jarig als collega in 1972 te leren kennen op het Philips Natuurkundig Laboratorium in Amsterdam. Jarig was bouwer van fysische apparatuur bij uitstek. Het doorrekenen van ionenoptiek en het ontwerpen en realiseren van ionenimplantatiemachines was zijn lust en zijn leven. Samen met Anton van der Steege, het constructiebureau en de instrumentmakerij van het IKO (Instituut voor Kernfysisch Onderzoek, voorloper van het NIKHEF) bouwde hij een hoge-energie (500 KeV) ionenimplantatiemachine. Die hoge energie was toen redelijk uniek. Vanuit alle halfgeleiderfabrieken van Philips (Nijmegen, Hamburg, Caen, Zürich en Sunnyvale) kwamen technici om het vak ionenimplantatie van Jarig te leren. Na zo'n bezoek gingen deze technici meestal met proefsamples naar de diverse ontwikkelcentra om de resultaten van het implanteren te testen.

Gezien het belang van ionenimplantatie en Rutherfordverstrooiing (RBS) werd het Philips NatLab Amsterdam in 1981-82 verplaatst naar Eindhoven. Jarig heeft in Eindhoven een complete RBS-installatie en een nieuwe hoge-energie (750 keV) ionenimplantatiemachine ontworpen en gerealiseerd.

Jarig mag gerust *the godfather of ion implantation* binnen Philips genoemd worden. Dat zou hij zelf nooit zeggen, want daar was hij te bescheiden voor. Hij vond het voldoende om de successen met collega's te delen en dat was het dan, zonder woorden.

Hij was en bleef een echte Fries geboren in Tzum (*Tsjom*) ten zuiden van Franeker. Het dorp met de hoogste kerktoren van Friesland en daar was hij trots op. Hij vertelde dan de anekdote van de buurgemeente Oldeboorn, die van plan was een hogere toren te bouwen, maar de *lyntjessniders* (inwoners van *Tsjom*) verhinderden dat door een stuk van het meetlint van de Oldeboorners af te knippen.

Hij hield privé en werk strikt gescheiden. Slechts een enkele maal liet hij iets los over zijn familie in Friesland.

Op het werk sprong hij altijd voor de zwakkeren in de bres, ook al ging het ten koste van hemzelf. Een betere collega kon je je niet wensen. Hij bepaalde welke informatie naar zijn bazen ging en dat was genoeg maar nooit te veel. Door dit te doen hield hij genoeg speelruimte over voor zijn projecten.

Jarig is gedurende zes jaar (1986-1991) penningmeester van de NEVAC en de stichting NEVAC Symposium geweest. Hij was een goede en nauwkeurige beheerder van de kas. Zijn tabellarisch kasboek was zeer overzichtelijk opgezet, zodat het opzoeken van financiële informatie een fluitje van een cent was. Een kasboek is sneller opengeslagen dan een computer opgestart, was zijn devies.



Jarig Politiek:
handen uit de mouwen.

Vacuümtechnisch werkte hij op de rand van techniek en wetenschap, wat mede te danken was aan zijn gedegen opleiding aan het FOM instituut (AMOLF) in Amsterdam.

Met het overlijden van Jarig op 29 december 2012 is een onderzoeker/machinebouwer van de klassieke generatie heengegaan. Jarig, ik wil je ook namens alle andere collega's bedanken voor de inspiratie en support die je ons gegeven hebt.

Rust in vrede.

Yde Tamminga



Vacuum Solutions from a single Source

Pfeiffer Vacuum stands for innovative and custom vacuum solutions worldwide, technological perfection, competent advice and reliable service. We are the only supplier of vacuum technology that provides a complete product portfolio:

- Pumps for vacuum generation up to 10^{-13} mbar
- Vacuum measurement and analysis equipment
- Leak detectors and leak testing systems
- System technology and contamination management solutions
- Chambers and components

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



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 | ■ Leak Detection |
| ■ Vacuum Diagnostics | ■ MBE |
| ■ Vacuum Fingerprinting | ■ Ion Implantation |
| ■ Vacuum Heat Treatment | ■ Bake-out Studies |

for further details of Hiden Analytical products contact:



HIDEN
ANALYTICAL

info@hiden.co.uk | www.HidenAnalytical.com

represented by



www.benelux-process.com

Agenda

5-7 april 2013
ECM115
Krakau, Polen
www.iuvsta-ecm115.pl

19 april 2013
Fysica 2013
Delft
www.fysica.nl

23 april 2013
NEVAC-dag
Science Park Amsterdam
www.nevac.nl

26 april 2013
SPM dag 2013
Eindhoven

1 juli 2013
verschijning *NEVAC blad*
vol 51 nr 2

9-13 september 2013
NEVAC-excursie Parijs
www.nevac.nl

9-13 september 2013
IVC-19/ICSS-15
Parijs, Frankrijk
www.ivc19.com

23-26 september 2013
ICON 2013
Annecy, Frankrijk
www.icon2013.fr

13-16 oktober 2013
ICTF16
Dubrovnik, Kroatië
www.ictf16.com

1 december 2013
verschijning *NEVAC blad*
vol 51 nr 3

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

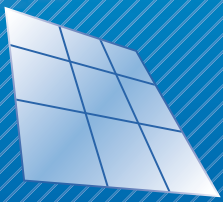
Lever afbeeldingen los aan. Werkbare formaten: jpg, eps, ai, psd, tif.

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



DELFT NANOTECHNOLOGY

New Technology for New Science



Low Temperature STM/AFM Systems

Benefits

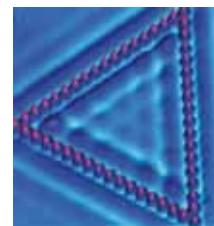
- AFM and STM
- Proven Concept
- Most stable microscope
- Flexibility in sample handling

Options

- Q-Plus sensor
- 1D or 2D
Magnetic Fields
- Pan-style slider or
Besocke scanner

Applications

- Atom manipulation
- Molecule spectroscopy
- Atom & Orbital imaging
- Solid State k-vector analyses
- Spectroscopy of superconductors



Delft Nanotechnology • Delftechpark 26 • Delft • The Netherlands

Tel: +31 (0)15 2600 406 • info@delft-nanotechnology.com

www.delft-nanotechnology.com