



SPECTRUM

Fachinformation von Quantum Design Europe

Ausgabe 164 | März 2022

Neue energieauflösende Detektoren für weiche und harte Röntgenstrahlung

Detektoren auf der Basis von CCD- oder CMOS-Sensoren sind Messinstrumente für die einfallende Strahlungsleistung. Diese Bildsensoren aus Silizium oder Cadmiumtellurid sind hervorragend geeignet für die hochempfindliche Detektion sichtbaren Lichts und



Teilen des unsichtbaren Spektrums. Sie bieten dem Anwender eine Vielzahl von Eigenschaften wie hohe Ortsauflösung und hohe Dynamik. Strahlungssensoren dieser Art können Photonen jedoch nicht als Einzelereignisse nachweisen. Dies ist jedoch besonders im Röntgenspektrum interessant und technisch möglich, weil die Energie eines Photons groß genug ist, um mehrere Hundert Excitonen zu erzeugen.

Unser Neuzugang ADVACAM aus Prag (Tschechien) bzw. Espoo (Finnland) schließt diese Lücke im Röntgenspektrum für den weichen bis zum harten Energiebereich. ADVACAM hat 2013 als Ausgründung des

Instituts für Experimentelle und Angewandte Physik der Universität Prag begonnen. ADVACAM OY ist eine Ausgründung des VTT Technical Research Centre of Finland. Die Unternehmen sind nach ISO 9001 zertifiziert. Wir freuen uns, ihre Produkte mit an Bord nehmen zu dürfen.

Die Detektoren basieren auf der am CERN entwickelten Timepix- bzw. Medipix-Technologie. Die Sensoren bestehen aus Silizium oder CdTe. Sie decken unterschiedliche Energiebereiche ab: Silizium wird ab 3 keV verwendet, CdTe ab 5 keV. Es gibt Betriebsmodi zum Photonen zählen, zur Messung der Zeit oberhalb eines

» Seite 2

Neuartige, sehr schnelle 3D-Röntgeninspektion in der Schadensanalyse von Halbleiterbauteilen

Die 3D-Röntgenanalyse (auch μ CT oder 3D-Röntgenmikroskopie genannt, engl. XRM) stellt eines der wichtigsten Verfahren im Bereich

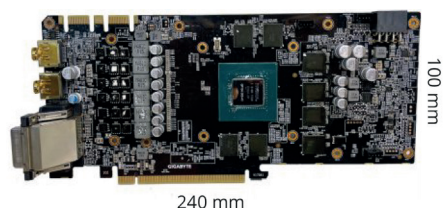


Abb. 1: Grafikprozessorchip (GPU) auf einer gedruckten Schaltung (Gigabyte GeForce GTX 1070 Ti Grafikkarte). Die Abmessungen der Platine sind 240 x 100 cm.

der Schadensanalyse von Halbleiterbauteilen dar. Mit Ihrer Hilfe ist es möglich, beispielsweise ganze Platinen oder Wafer nach verborgenen Schäden zu untersuchen, ohne das Bauteil zu zerstören. Auflösungen unterhalb 1 μ m sind in allen drei Raumdimensionen möglich, weswegen die μ CT bereits seit den frühen 2000er Jahren verwendet wird.

Ein gravierender Nachteil war bisher immer die sehr lange Messdauer für große Proben, wie z.B. eine gesamte

» Seite 3

Inhalt

Elektronenmikroskopie	4 - 7, 9
Imaging	3
Kryotechnologie	8, 9, 12
Licht & Laser	3
Life Science	11
Magnetismus	4
Materialwissenschaften	8 - 11
Optiken	2
Spektroskopie	2
Über uns	12



Quantum Design
EUROPE

Neue energieauflösende Detektoren für weiche und harte Röntgenstrahlung

- » Schwellenwert und zur Messung der Ankunftszeit eines Photons.

Die ADVACAM Detektoren ermöglichen neben Orts- und Zeitauflösung auch die Energiediskriminierung einzelner hochenergetischer Photonen. Die erreichbare Energieauflösung ist durch Materialeigenschaften gegeben. Die Detektoren arbeiten im list mode, in dem aus den Detektorereignissen eine fortlaufende Liste mit diesen Informationen generiert wird. Das Prinzip ist aus der Teilchenphysik bekannt. Die aktuellen Timepix3 Sensoren ermöglichen eine Zeitauflösung von 1,6 ns ohne Totzeit bei einer Zählraten von bis zu 40 Mio Ereignissen pro Sekunde.



Eine umfassende Pixel Pro Software unterstützt den Anwender bei der Datenaufnahme und der Analyse. Ihren Einsatz finden die Detektoren von Advacam im Bereich der zerstörungsfreien Durchleuchtung,

der Röntgenbildgebung von Gewebe und Tieren, Gesteinsproben aus der Geologie und der Kristallstrukturanalyse mittels Röntgenbeugung. Methoden, die energieauflösende Detektoren für Ionen oder sogar Neutronen benötigen, können die Advapix Modelle einsetzen.

Weitere Informationen zu diesem Produkt erhalten Sie von Ihrem Ansprechpartner:

Dr. Thorsten Pieper

06151 8806-754

pieper@qd-europe.com

Optische Filter für Fernerkundung und Umweltüberwachung

Viele Moleküle haben eine einzigartige Reihe von spektralen Emissionslinien, die zu ihrer Identifizierung verwendet werden können. Diese Spektrallinien decken den sichtbaren (VIS), den nahen (NIR), den mittelwelligen (MWIR) und den langwelligen (LWIR) Wellenlängenbereich ab. Analyseinstrumen-

te können so konzipiert werden, dass sie diese Emissionslinien für unterschiedliche Anwendungen aufspüren, wie beispielsweise bei der Erdfernerkundung, der Gasdetektion und bei chemischen Prozessen. Eine Anwendung im Umweltbereich ist der Nachweis von H_2O , CO_2 , CH_4 und CO in nied-

rigen Konzentrationen. In der Regel werden für diese Anwendung Bandpassfilter verwendet, die die gewünschte(n) Spektrallinie(n) durchlassen und alle anderen Wellenlängen im Spektralbereich des Detektors blockieren.

Andover hat zahlreiche spektrale Emissionslinienfilter vom UV (340 nm) bis zum mittleren IR (10 μm) im Programm und kann Prototypen bis zu 15 μm herstellen. Spektrale Emissionslinienfilter für den UV-Bereich haben je nach Anwendung eine Bandbreite von 1-20 nm, während Emissionsfilter für das mittlere IR eine Bandbreite bis zu mehreren hundert Nanometern aufweisen.



Jörg Tobisch

06151 8806-50

tobisch@qd-europe.com

Neuartige, sehr schnelle 3D-Röntgeninspektion in der Schadensanalyse von Halbleiterbauteilen

» Grafikkarte (siehe Abb. 1). Solche Proben sind eine echte Herausforderung, da nicht nur die langen Messzeiten problematisch sind, sondern auch Artefakte, hervorgerufen durch

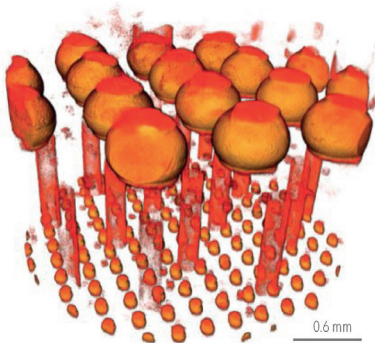


Abb. 2: 3D-Rendering einer Region von Interesse (ROI) innerhalb der GPU mit 1,0 µm Voxel. Aufgenommen mit Apex XCT bei 140 kVp und 50 Minuten.

Strahl-Aufhärtung (beam hardening) oder Streifenbildung (streaking).

Unser Partner Sigray stellt mit dem Apex XCT ein komplett neues, patentiertes Verfahren für CT-Messungen vor, welches viele der genannten Probleme beseitigt. So gelingt es dem Apex XCT, selbst große Proben sehr schnell mit einer Auflösung von 0,5 µm zu vermessen und die Beeinträchtigung durch Artefakte zu minimieren.

Abb. 2 zeigt das Innere des Grafikkchips, aufgenommen mit einer Voxelauflösung von 1 µm und einer Messzeit von nur 50 Minuten. Würde man dieselbe Probe mit einem marktüb-

lichen CT-System mit derselben Auflösung untersuchen, so wäre eine Messzeit von knapp 16 Stunden für vergleichbare Ergebnisse zu veranschlagen.

Das Apex XCT stellt auf Grund seines neuen Messverfahrens die bisherige µCT auf den Kopf und richtet sich gezielt an Kunden aus der Halbleiterindustrie. Bei Interesse führen wir gerne erste Probemessungen durch.

Dr. Andreas Bergner

06151 8806-12

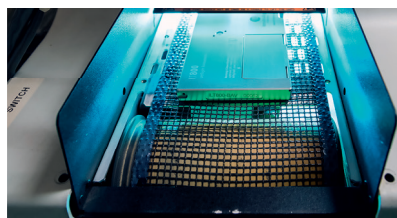
bergner@qd-europe.com

UV-Radiometer zur Dosisbestimmung für Durchlaufsysteme

Neu! Wahlweise mit max. Peak- oder Mittelwertanzeige

Die Einsatzbereiche sind überall dort, wo der Produktionsprozess höchste Ansprüche an die Beschichtung, Veredlung und Desinfektion von Oberflächen stellt.

Mit der neuen Gerätesoftware der ILT800-Serie können bis zu 1000 Messungen intern gespeichert und die Messdaten über die USB-Schnittstelle auf einen Computer übertragen werden. Alle Funktionen werden über die vier Bedientasten gesteuert. Das Profil, die Bestrahlungsdosis (J/cm²) und



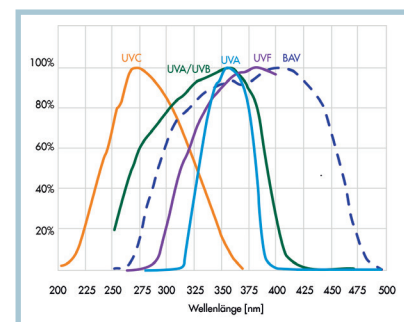
ILT800 (LxBxH: 102x152x12,7 mm)

die Bestrahlungsstärke (W/cm²) werden direkt nach der Messung grafisch auf dem OLED-Display angezeigt.

Vorteile des UV Radiometers:

- Es ist das einzige Radiometer mit Geräte-ID, d.h. es können bis zu 20 eindeutige System- bzw. Durchlaufstationen intern programmiert werden. Für den Anwender ist es somit möglich, UV-Messungen und historische Daten von allen einzelnen UV-Stationen im Messgerät zu speichern und später zu exportieren.
- Die Messungen können mit den Funktionen Auto, Manuell und Live an den jeweiligen Arbeitsprozess angepasst werden.

Für unterschiedliche Einsatzbereiche stehen mehrere Typen zur Verfügung — beispielsweise für die Industrie beim UV-Inerthärten von Laminaten, Kunststofffolien und Kleber, oder auch für medizinische



Anwendungen zum Überprüfen der Dosis von UV-Lampen bei der UVC-Entkeimung (Oberflächendesinfektion) und bei der Lichttherapie.

Uwe Schmidt

06151 8806-15

schmidt@qd-europe.com

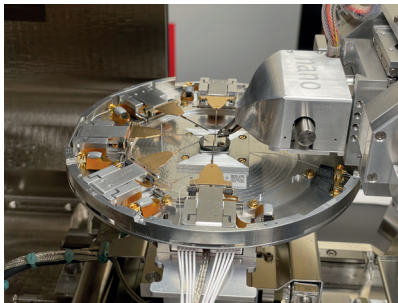


ILT800 (LxBxH: 102x152x12,7 mm)

AFSEM nano – Korrelierte AFM- & SEM-Analyse jetzt auch in Stanford

Unser AFSEM nano-System wurde als vorgezogenes Weihnachtsgeschenk Anfang Dezember an der Universität Stanford installiert.

Unter der Leitung von Prof. Dr. Fritz Prinz befasst sich die Arbeitsgruppe für Nanoscale Prototyping mit grundlegenden Fragestellungen zur Energieumwandlung und -speicherung im Nanobereich. Durch die Integration des AFSEM nano in das bereits vorhandene Thermo Fisher Scientific Teneo-SEM werden die Möglichkeiten der Materialcharakterisierung signifikant erweitert. Dabei steht die gezielte Analyse neuartiger Halbleiter-Bauelemente durch korrelierte AFM- und SEM- Messungen im Fokus der geplanten Forschungsaktivitäten. Das AFSEM nano liefert Infor-



mationen über die 3D-Topographie, sowie über mechanische, elektrische und magnetische Eigenschaften der Nanostrukturen – und das alles innerhalb des SEM.

Zusätzlich kann das AFSEM nano auch mit der bereits vorhandenen Kleindie Nanoprobe-Plattform kombiniert werden, wodurch die Bauelemente bestromt und damit auch im laufenden Betrieb untersucht werden können. Durch diese neuen Möglichkeiten erhoffen sich die Wissenschaftler der Uni Stanford neue Erkenntnisse für die Weiterentwicklung von Energiespeichern.

Über das AFSEM nano

Quantum Designs AFSEM nano ist die logische Weiterentwicklung des

innovativen AFSEM-Konzepts. Der kompakte Messkopf erlaubt die einfache Integration in bestehende SEM- und FIB-Systeme und kombiniert die komplementären Stärken beider Mikroskopiemethoden.

Dadurch ergeben sich völlig neue Einblicke in die Mikro- und Nanowelt und ermöglichen dem Benutzer in-situ Charakterisierungen von mechanischen, elektrischen oder magnetischen Eigenschaften mit Nanometer-Genauigkeit.

Gerne sprechen wir auch mit Ihnen über die Möglichkeiten und Vorteile, die die korrelierte SEM/AFM-Analyse für Ihre Anwendungen bietet.

<https://www.qd-microscopy.com>

LinkedIn: <https://bit.ly/3Dkg1l0>

Chris Schwalb

06151 8806-661

schwalb@qd-microscopy.com

MPMS3-Workshop – Save the date

Auch in diesem Jahr bieten wir wieder einen Workshop für Quan-



tum Design-Anwender an. Diesmal liegt der Fokus auf dem SQUID-Magnetometer MPMS3. Der Inhalt richtet sowohl an neue wie auch an bestehende Anwender und überspannt einen weiten Themenbereich - von den Grundlagen über die richtige Wahl der Einstellungen bis hin zum Einbinden von Drittgeräten.

Der Workshop wird als reine Online-Veranstaltung abgehalten und findet an folgenden Tagen statt (jeweils etwa einen halben Tag):

- 4. - 5. Mai und 10. - 11. Mai 2022

Das aktuelle Programm finden Sie auf unserer Website und der Rubrik Termine.

Für Fragen stehe ich gerne zur Verfügung.

www.qd-europe.com

Dr. Marc Kunzmann

06151 8806-46

kunzmann@qd-europe.com

Die Quantum Design Microscopy in Darmstadt – Das neue Entwicklungsteam für korrelierte Mikroskopie in der Nanowelt

Hallo, wir sind die Neuen! Die Quantum Design Microscopy ist eine neu gegründete Forschungs- und Entwicklungsabteilung am Standort Darmstadt, die sich intensiv mit der Weiterentwicklung korrelativer Mikroskopiemethoden beschäftigt.

Angefangen hat alles im Jahr 2011 im schönen Wien mit der GETec Microscopy. Dieses Start-up-Unternehmen hat ein in-situ Rasterkraftmikroskop (AFSEM) für den einfachen Einbau in die Hochvakuum-Umgebung eines Rasterelektronenmikroskops (SEM) entwickelt, mit dem es möglich ist, gleichzeitig die komplementären Informationen von zwei der leistungsstärksten Mikroskopiemethoden zu kombinieren und dadurch völlig neuartige Einblicke in die Mikro- und Nanowelt zu gewinnen.

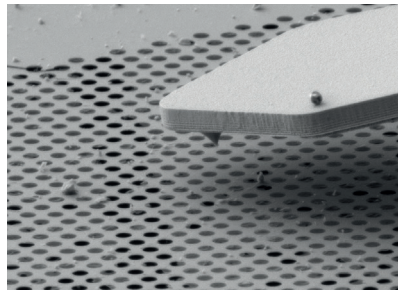
In 2018 wurde die GETec von Quantum Design übernommen und 2020 die Quantum Design Microscopy (QD-M) in Darmstadt gegründet.

Die QD-M ist damit der erste Forschungs- und Entwicklungsstandort von Quantum Design außerhalb des Mutterkonzerns in San Diego und verfügt über ein voll ausgestattetes Mechanik- und Elektronik-Labor inklusive moderner Demo-Räumlichkeiten.

Unter der Leitung von Chris Schwalb arbeitet unser QD-M-Team hier an

spannenden Fragestellungen auf dem Gebiet der korrelierten Mikroskopie.

Unser Fokus liegt auf der Realisierung von neuen Anwendungen für die in-situ Rasterkraftmikroskopie und der Weiterentwicklung von elektrischen, magnetischen und thermischen Messmethoden. Hier stehen wir in engem Kontakt mit unseren Kunden und Partnern aus Industrie und Wissenschaft, um gezielt aktuelle Trends und Anforderungen umsetzen zu können.



Zusätzlich wird in enger Zusammenarbeit mit dem Entwicklungsteam in San Diego an neuen Produkten gearbeitet, die unseren Kunden innovative und leistungsstarke Lösungen liefern können.

Die Anwendungen sind vielfältig und reichen von einfachen korrelierten Topographiemessungen (z.B. des Klingenradius von Rasierklingen) bis hin zur Charakterisierung elektrischer Eigenschaften von Halbleiterbauelementen.



Das QD-Microscopy Team in Darmstadt:



Chris Schwalb ist als Team-Leiter verantwortlich für das operative Geschäft.



Marion Wolff arbeitet als Expertin für M&S mit den weltweiten QD-Verkaufsorganisationen zusammen.



Hajo Frerichs ist verantwortlich für neue Applikationen und Kundenaufträge.



Lukas Stühn arbeitet als R&D-Spezialist an der Weiterentwicklung der AFSEM-Technologie.



Sebastian Seibert beschäftigt sich als R&D-Spezialist mit neuen korrelierten Messmethoden.



Katharina Seehöfer betreut bei uns die Administration und Auftragsabwicklung.



Miriam Wendel ist unsere Expertin für Buchhaltungs- und Rechnungsfragen.

Weitere Informationen zu uns und unseren Tätigkeitsfeldern auf dem Gebiet der korrelierten Mikroskopie finden Sie auf unserer Webseite oder auf unserem LinkedIn-Account. Wir freuen uns auf Ihren Besuch.

<https://www.qd-microscopy.com>

LinkedIn: <https://bit.ly/3Dkg1l0>

Chris Schwalb

06151 8806-661

schwalb@qd-microscopy.com

Es ist nicht alles Gold was glänzt

Wann ist eine Kohlebeschichtung sinnvoller als eine Goldbeschichtung und welche Methoden der Kohleverdampfung gibt es?

Bei der Untersuchung von Proben mittels Rasterelektronenmikroskopie kann es eine große Rolle spielen, ob die Probe leitfähig ist. Leitfähigkeit können wir zum Beispiel durch Aufspütern einer Metallschicht (z.B. Gold oder Platin) erreichen. Das hat unter anderem den Vorteil, dass man bei organischen Proben (also Proben die größtenteils Kohlenstoff enthalten) hohe Sekundärelektronenausbeuten bekommen und somit eine bessere Auflösung erzielen kann, weil metallische Schichten stärker streuen. Schematisch ist das in Abbildung 1 anhand der Anregungsbirne dargestellt. In (a) sehen wir die Anregungsbirne in einem schwach streuenden Material – sie ist recht groß und dringt tief ein, d.h. wir haben einen großen Bereich aus dem die Sekundärelektronen (SE) kommen, die unser Bild liefern sollen. Wird die Probe aber mit Gold (b) beschichtet, kann die Anregungsbirne viel kleiner sein. Somit kommen die Sekundärelektronen aus einem kleineren Bereich und man erhält eine bessere Auflösung und ein schönes Bild der Probenoberfläche.

Soll die Probe aber mittels energiedispersiver Röntgenspektroskopie

(EDX) untersucht werden, ist das nicht unbedingt die richtige Wahl. Hier wollen wir die Information aus der Probe bekommen und nicht aus der Oberfläche. Zum einen muss der Elektronenstrahl durch die leitfähige Schicht dringen können, um die Röntgenstrahlen im eigentlichen Probenmaterial zu erzeugen, zum anderen sollte die leitfähige Schicht die Röntgenstrahlen nicht am Austreten hindern – sie sollen ja vom Detektor registriert werden. Dichte, stark streuende Materialien, wie Gold oder Metalle allgemein, könnten also das Röntgensignal verringern oder im schlimmsten Fall komplett schlucken. Stattdessen könnten wir eine dünnere Metallschicht aufbringen Abb. 1(c), so dass noch einige Röntgenstrahlen (in blau dargestellt) hindurch kommen. Ein Nachteil ist, dass Röntgensignale an sich oft schon sehr schwach sind und man eine hohe Zählrate benötigt, um eine sinnvolle Messung durchführen zu können. Man möchte also möglichst wenig Signal verlieren. Außerdem ist der Goldpeak im Röntgenspektrum oft störend, je nachdem welches Material man in seiner Probe zu finden erhofft – denn wir werden natürlich auch ein Röntgensignal der Goldschicht bekommen.

Eine Alternative zur leitfähigen Goldschicht ist die leitfähige Kohleschicht. Kohle (Ordnungszahl 6) ist

ein sehr schwach streuendes Material, somit können mehr Röntgenstrahlen detektiert werden als mit einer stark streuenden Goldschicht (Ordnungszahl 79). Kohleschichten werden mittels thermischer Verdampfung im Vakuum (idealerweise Hochvakuum) hergestellt. Es werden dabei möglichst amorphe, leitfähige Schichten angestrebt.

Es gibt verschiedene Methoden, um Kohle thermisch zu verdampfen. In den Desktopbeschichtern Q150 Plus von Quorum Technologies können sowohl Kohlefäden als auch Kohlestäbe verdampft werden. Abb. 2 zeigt die beiden Einsätze hierfür.

Bei beiden Verfahren ist es wichtig, die Kohlequelle zuerst auszugasen – also leicht zum Glühen zu bringen, damit Verunreinigungen zuerst abdampfen. Dies geschieht bei niedrigeren Strömen als die eigentliche Verdampfung und bei geschlossenem Shutter. Bei beiden Methoden gibt es eine sogenannte „Flash“-Verdampfung. Hierbei wird die Quelle mit einem langen, starken Strompuls möglichst komplett verdampft. Die Wahrscheinlichkeit, dass Faden oder Stab dabei unkontrolliert und „sprazzelnd“ verdampfen ist sehr hoch. Man stelle sich das wie eine Wunderkerze vor, alle „Sternchen“ geben aber winzige Trümmer ab, die auf die Probe fallen können. Natürlich kann man das durch optimales Ausgasen verhindern. Besser ist es aber, den Faden langsam und kontrolliert mit kurzen Pulsen, deren Strom ansteigt, zu verdampfen. Hierdurch kann man gezielt, über den Schichtdickenmonitor kontrolliert, vorgegebene Schichtdicken erreichen. Das Gerät beendet den Prozess, falls der Faden durchbrennt. Bei der Kohlestabverdampfung kann man über einen sogenannten Rampenprozess (nach Bradley [1]), eine sehr saubere Schicht erzielen. Hierbei wird der Stab nach dem Ausgasen erst über eine steile Rampe, gefolgt von einer flacheren, bis zum eigent-

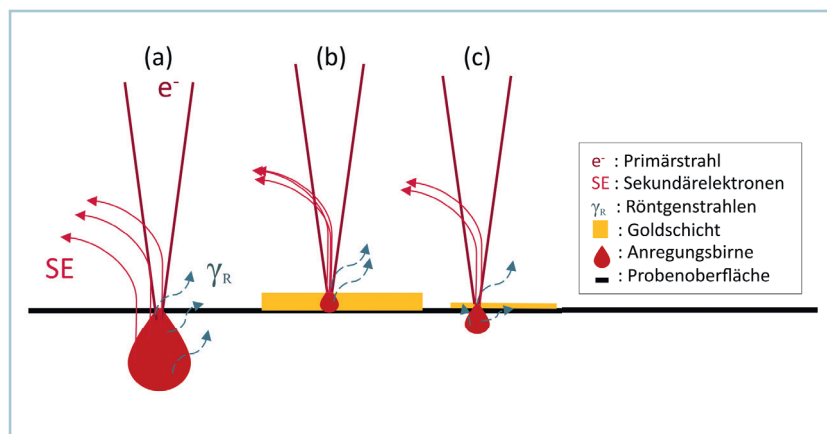


Abb. 1 Schematische Darstellung: (a) unbeschichtet, schwach streuendes Probenmaterial, breite Anregungsbirne. (b) Goldbeschichtete Probe, Anregungsbirne klein in Goldschicht, gute Auflösung im SE-Bild, Röntgensignal nur aus Goldschicht. (c) dünne Goldschicht, Röntgensignal aus Probe wird von Goldschicht geschluckt.

» lichen Verdampfungsstrom hochgeheizt. Erst wenn dieser erreicht ist, wird der Shutter geöffnet und die Probe bedampft. Dadurch verhindert man, dass Partikel auf die Probe fallen und man kann sehr saubere und stabile Kohlefilme herstellen.

Der Kohlefaden hat den Vorteil, dass er schnell eingebaut ist. Er wird lediglich auf die richtige Länge zugeschnitten und zwischen die Backen im Verdampfereinsatz geklemmt. Für die Kohlestabverdampfung werden zwei Stäbe benötigt, von denen einer angespitzt und (für die Bradley-Methode) zu einem Keil geschliffen werden muss (s. Abb. 2(b)). Die Stäbe werden dann so eingebaut,

dass der angespitzte Stab mit Hilfe der Federn leicht auf das Gegenstück gedrückt wird.

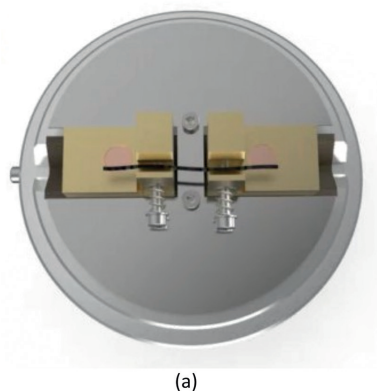
Während es im Vorvakuum keinen qualitativen Unterschied zwischen Kohlestab und Kohlefaden gibt, so sind diese im Hochvakuum doch deutlich. Man muss bedenken, dass der Kohlefaden aus vielen kleinen Fäden besteht (verzwirnt oder gewoben). Dadurch hat er insgesamt eine sehr große Oberfläche, auf der Verunreinigungen sitzen können. Der Kohlestab (aus möglichst reinem Graphit) hat nur eine Oberfläche, die man beim Ausgasen sehr gut von Verunreinigungen befreien kann. Die hohe Reinheit und Stabilität der

amorphen Kohleschichten, die per Stabverdampfung im Hochvakuum hergestellt werden, eignet sich hervorragend für Trägerfilme in der Kryotransmissionselektronenmikroskopie (Kryo-TEM). Bei der Elektronenrückstreubeugung (EBSD) ist es auch sehr wichtig, dass die leitfähige Schicht möglichst amorph ist. Man möchte ja die Kristallstruktur der Probe bestimmen, da sollte die leitfähige Schicht darüber nicht auch kristallin sein.

Wenden Sie sich gerne an uns, wenn Sie mehr über die Vorteile der Kohleverdampfung erfahren möchten. Sehen Sie sich außerdem zum Thema Qualität von Kohlefilmen auch unsere Application Note an:

https://qd-europe.com/EM_sample_preparation

[1] D E Bradley 1954 Br. J. Appl. Phys. 5 65



(a)



(b)

Abb. 2 (a) Einsatz für die Kohlefadenverdampfung. (b) Einsatz für die Kohlestabverdampfung. Stäbe gespitzt für Rampenverfahren.

Anne Kast

06151 8806-456

kast@qd-europe.com

Quest-ATR – Neuer beheizbarer Puck als Zubehör

Mit den beheizbaren Pucks für die Quest-ATR können sowohl flüssige als auch feste Proben bei bis zu 110 °C analysiert werden. Der Puck verwendet monolithische Diamant-ATR-Kristalle, optional auch ZnSe. Diamant ist für die meisten Anwendungen am besten geeignet, da er eine ausgezeichnete physikalische und chemische Beständigkeit aufweist, während ZnSe

in jenen Spektralbereichen nützlich sein kann, in denen Diamant Phonon-Absorptionen aufweist.

Die Stabilität und Genauigkeit der Temperaturregelung wird durch die Verwendung eines hochpräzisen RTD-Sensors verbessert, während die Verwendung von monolithischen Diamant-ATR-Kristallen das Zubehör genauso robust und chemisch beständig macht wie die Standard-Quest-ATR.

Die Temperatur des Zubehörs wird über eine PC-App gesteuert, die die

aktuelle Temperatur des Zubehörs in Abhängigkeit von der Experimentierzeit aufzeichnet, zusammen mit der Zieltemperatur. Im Programm-Editor der App können mehrere Temperatur-Rampen und -Verweilzeiten programmiert werden.

Der beheizbare Puck kann für alle bestehenden Quest-Einheiten nachgerüstet werden.

Dr. Joachim Weiss

06151 8806-72

weiss@qd-europe.com



Hochfrequenz im DynaCool

Die Systeme PPMS, DynaCool und VersaLab bieten auch die Möglichkeit zur Einbindung von eigener Elektronik bzw. für den Aufbau eigener Messungen. Die Multifunction Probe (MFP) ist ein „Blanko-Probenhalter“ für Messungen beispielsweise mit dem eigenen Kabel oder Lichtleiter, die einfach in den Kryostaten eingebracht und mit einer Probe verbunden werden können. Kürzlich nutzten wir im QD-Applikationslabor die MFP für Hochfrequenzmessung. Hierfür wurde die MFP mit gängigen RF-Kabeln ausgerüstet. Als erster Test wurde die Frequenz eines 4 MHz-Quarzes in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen. Zum Einsatz kam ein nanoVNA. Ausgehend von 300 K (etwa 3,9992 MHz) nimmt

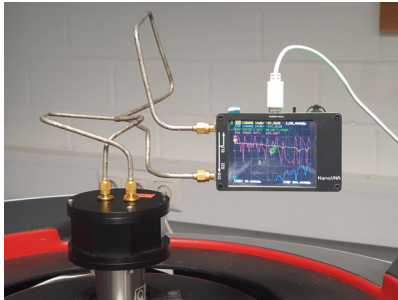


Abb. 1

die Quarzfrequenz auf etwa 3,9946 MHz ab (bei einer Temperatur von 10 K). Die zweite Abbildung zeigt die Messdatenpunkte S11 und das Stehwellenverhältnis (VSWR, Vertical Standing Wave Ratio) bei 300 K. Gut zu sehen ist der Dip durch die Quarzschwingung.

Die MFP erlaubt die einfache Einbindung seitens der Hardware, aber auch die Software bietet mit Scripting die Möglichkeit, Messdaten eines Drittgerätes einzubinden und in der Systemsoftware MultiVu darzustellen und zu speichern. Scripts können zum Beispiel in die Sequenz eingebunden werden.

Bei den Systemen PPMS, DynaCool und VersaLab handelt es sich um Plattformen für tiefe Temperaturen und hohe Magnetfelder, die eine Vielzahl an automatisierten Mess-

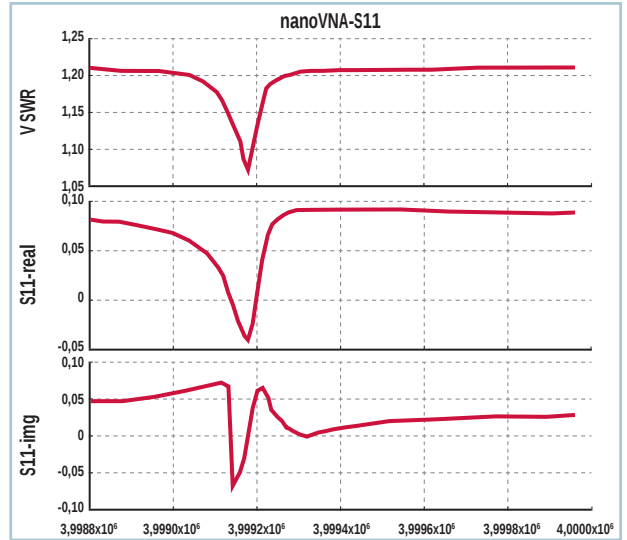


Abb. 2

optionen anbieten, unter anderem zu magnetischen, thermischen und elektrischen Probeneigenschaften.

Dr. Marc Kunzmann

06151 8806-46

kunzmann@qd-europe.com

Heliumrückgewinnung mit eigener Verflüssigung

Die Preise für flüssiges Helium sind auf einem gleichbleibend hohen Niveau. Aufgrund der immer weiteren Verknappung dieses nicht nachwachsenden Rohstoffes wird sich die Verfügbarkeit kurz- und mittelfristig vermutlich nicht verbessern.



Deshalb macht es frühzeitig Sinn, über eine Heliumgasrückgewinnung und -verflüssigung nachzudenken. Hierzu haben wir eine gute Übersicht [1] auf unserer Homepage und

können die Planung einer Rückgewinnung gerne mit Ihnen angehen.

Wir bieten alle Komponenten aus einer Hand an. Unter anderem Laborverflüssiger mit unterschiedlichen Leistungen, die NexGen-Heliumverflüssiger [2] und einen Kaltkopf-basierten Heliumgasreiniger, den ATP-30 [3]. Bei den aktuellen Heliumpreisen rechnet sich ein eigener Verflüssiger bereits nach wenigen Jahren.

Für eine erste Abschätzung der Wirtschaftlichkeit und der besten Konfiguration reicht uns oft bereits die Angabe Ihres jährlichen Heliumver-

brauchs aus. Gerne beantworten wir Ihre Fragen.

[1] <https://qd-europe.com/helium-einfuehrung/>

[2] <https://qd-europe.com/helium-verfluessiger/>

[3] <https://qd-europe.com/helium-gas-reiniger/>

Dr. Marc Kunzmann

06151 8806-46

kunzmann@qd-europe.com

Kryogene Spitzenmessplätze als Turnkey-Messsysteme

Lake Shore ist der größte Anbieter von kryogenen Spitzenmessplätzen weltweit. Spitzenmessplätze bieten eine effiziente Möglichkeit, Messungen an elektronischen Bauteilen unter kontrollierten Bedingungen vorzunehmen. Temperatur und Magnetfeld lassen sich präzise einstellen. Über bewegliche Messspitzen können eine oder auch mehrere Proben mit wenig Aufwand in unterschiedlicher Weise kontaktiert werden. Sonden sind für DC-, HF- und optische Messungen verfügbar.



CRX-4K

Üblicherweise stellt der Anwender die Messtechnik wie Stromquellen und Voltmeter. Wenn eine zentrale Steuerung für das Experiment benötigt wird, muss ein entsprechendes Script geschrieben werden, um die einzelnen Geräte anzusteuern. Dies ist insbesondere für temperaturabhängige Messungen der Fall, wenn



M81 – Synchronous Source Measure System

man sie automatisch durchführen will.

Lake Shore bietet nun erstmals fertige Messmodule als Option für die Messplätze an. Die Steuerung von beidem erfolgt zentral über die hauseigene MeasureLINK-Software. Bisher sind zwei Module verfügbar.

M81 – Synchronous Source Measure System

Das M81 ist ein System für elektrische Messungen. Es bietet AC- und DC-Messungen für die elektrische Charakterisierung. Es ist modular aufgebaut und kann je nach Anforderungen mit verschiedenen Quellen und Messeinheiten ausgestattet werden. Alle Module sind intrinsisch synchronisiert.

- Elektrische Messungen mittels DC, AC bis 100 kHz und Lock-In
- Für besondere Anforderungen an die Empfindlichkeit (nV, fA)
- Bis zu drei Quell- und drei Messmodule intrinsisch synchronisiert

M91 – FastHall™

Das M91 ist für schnelle und präzise Hall-Messungen ausgelegt. Das Gerät gibt eine vollständige Hallanalyse aus, inkl. Ladungsträger-Mobilität und Konzentration, Hall-Koeffizient/-Spannung und Magnetowiderstand. Da die Feldpolarität während der Messung nicht geändert werden muss, können auch Materialien mit geringer Mobilität in kürzester Zeit gemessen werden.

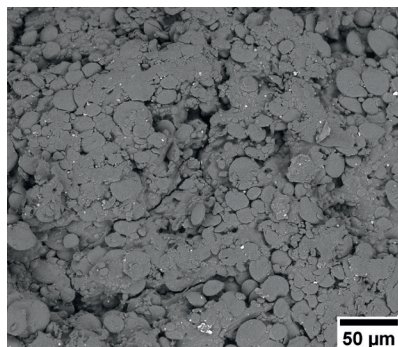
- Automatische Hall-Analyse inkl. van der Pauw- und Hall Bar-Geometrie
- Weiter Mobilitätsbereich bis $0.001 \text{ cm}^2/\text{Vs}$
- Automatische Optimierung von Anregung und Messbereich
- Option für hohe Widerstände bis $200 \text{ G}\Omega$

David Appel

06151 8806-499
appel@qd-europe.com

Was ist das?

Wir haben einen Gegenstand aus unserem Alltag in unser Hitachi Flex-SEM 1000 gesteckt und mit Hilfe des Rückstreudetektors dieses Bild aufgenommen. Können Sie erraten um was es sich hier handelt? Ein kleiner Tipp: wer aufmerksam unserem Elektronenmikroskopie LinkedIn-Kanal folgt (www.linkedin.com/showcase/em-qde/), könnte es dort bereits gesehen haben. Eine leitfähige Beschich-



tung durch unseren Quorum Sputter Coater Q150R ES Plus hat diese Probe übrigens auch noch benötigt.

Die Auflösung bekommen Sie in der nächsten Ausgabe des Spectrum.

Anne Kast

06151 8806-456
kast@qd-europe.com

IR-VASE am Institut für Physikalische Chemie der Rumänischen Akademie in Bukarest

Kurze Übersicht der Aufgabenstellungen mit Infrarot-Spektrelellipsometrie

Von Dr. Mariuca Gartner, Laborleiterin



Seit August 2008 verfügt das Institut für Physikalische Chemie über ein Infrarotspektroskopie-Ellipsometer IR - VASE von J. A. Woollam (jetzt in aktualisierter Konfiguration). Dieses in Rumänien noch immer einzigartige System wird hauptsächlich zur Untersuchung der optischen, chemischen und Schwingungseigenschaften dünner Schichten eingesetzt, welche mit chemischen (Sol-Gel) und physikalischen (Sputtern, PLD) Methoden hergestellt werden. Diese Eigenschaften werden in Abhängigkeit von den technologischen Parametern der Abscheidung (Substrat, Glühen, Dotierstoffkonzentrationen und anderen) untersucht.

Die auf das IR-VASE basierenden Studien, durchgeführt im Wellenlängenbereich von 1,7-33 μm , bieten eine höhere Empfindlichkeit als die FTIR-Spektroskopie und liefern quantitative Werte für die optischen Kon-



IR-VASE, Mark II

stanten n und k . Diese Technik ist sehr empfindlich bezüglich der Dicke der Schicht und der Dotierungskonzentration, was bei UV-VIS-Wellenlängen nicht der Fall ist.

Im Vergleich zu FTIR oder Raman kann die Infrarot-Spektrelellipsometrie (IRSE) mit einer einzigen Messung mehr Informationen wie optische Konstanten und die chemische Zusammensetzung liefern.

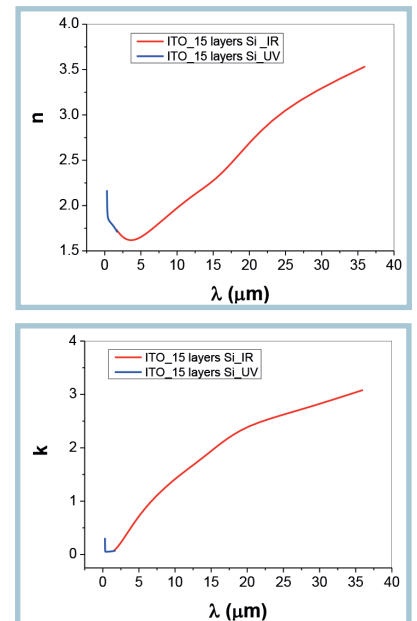
In unserem Institut werden folgende Studien durchgeführt:

1. Die Zuordnung der Schwingungsbanden kann sehr schnell und ohne Berechnungen direkt aus den experimentellen IR-Spektren (aus den Knickpunkten der Ψ - und Δ -Spektren) vorgenommen werden [1]. Die Raman-Zuordnungen bestätigen die mit dem IR-VASE erhaltenen Zuordnungen.

2. Die Analyse der aus den IR-VASE-Spektren ausgewerteten dielektrischen Funktionen zeigte die Bildung dünner Schichten in mit Stickstoff-plasma implantiertem Si, das als Oxynitrid mit niedriger N-Konzentration identifiziert wird. Der Einbau von N-Atomen in das Si-O-Netzwerk in verschiedenen Konfigurationen wurde mittels IRSE analysiert und die Ergebnisse durch XPS- und VISSE-Spektroskopie bestätigt [2].

3. Die Schwingungsspektren der Phononenmoden $E_1(\text{TO})$ und $A_1(\text{LO})$ verschiedener Schichten, die auf anderen Substraten und mit unterschiedlichen Präparationsverfahren abgeschieden wurden, wurden analysiert [3-5].

4. Wenn wir die Daten aus dem UV-VIS-NIR-Bereich (0,193 - 1,7 μm) mit denen aus dem IR-Bereich (1,7-33 μm) zusammenführen, erhalten wir ein umfassendes Bild der optischen Konstanten und der Transmission



Optische Konstanten von ITO, aufgebracht mit Sol-Gel-Verfahren auf Silizium

auf einer sehr großen Skala von UV bis IR (0,193 bis 33 μm) [6, 7]

Referenzen

1. M. Nicolescu, M. Anastasescu, J.M. Calderon-Moreno, A.V. Maraloiu, V.S. Teodorescu, S. Preda, L. Predoana, M. Zaharescu, M. Gartner, "Optical, microstructural and vibrational properties of sol-gel ITO films", Optical Materials 114 (2021) 110999
2. M. Gartner, A. Szekeres, S. Alexandrova, P. Osiceanu, M. Anastasescu, M. Stoica, A. Marin, E. Vlaikova, E. Halova, "Infrared ellipsometry as an investigation tool of thin layers grown into plasma immersion N+ implanted silicon", Appl.Surf.Sci., 258, 7195–7201(2012)]
3. Nitrogen Amount on the Microstructural and Optical Properties of Thin r.f.-Sputtered ZnO Films Treated by Rapid Thermal Annealing", Appl. Surf.Sci., 261, 815– 823 (2012)
4. S. Bakalova, A. Szekeres, M. Anastasescu, M. Gartner, L. Duta, G. Socol, C. Ristoscu, I.N Mihailescu, „VIS/IR spectroscopy of thin AlN films grown by

» pulsed laser deposition at 400°C and 800°C and various N₂ pressures“, Journal of Physics: Conference Series 514, 012001(2014)

5. N. Dulgheru, M. Stoica, J.M. Calderon-Moreno, M. Anastasescu, M. Nicolescu, H. Stroescu, A. Szekeres, M. Gartner, „Influence of compositional variation on the optical and morphological properties of Ge-Sb-Se films for optoelectronics application“, Infrared Physics and Technology 93 (2018) 260–270

6. M. Nicolescu, M. Anastasescu, S. Preda, J.M. Calderon-Moreno, H. Stroescu, M. Gartner, V.S. Teodorescu, A.V. Maraloiu, V. Kampylafka, E. Aperathitis, M. Modreanu, „Surface topography and optical properties of nitrogen-doped ZnO thin films formed by radio frequency magnetron sputtering on fused silica substrates“, J. Optoelectron. Adv. Mater, 12 (6), 1343-1349 (2010)

7. H. Stroescu, M. Anastasescu, S. Preda, M. Nicolescu, M. Stoica, N. Stefan, E. Aperathitis, M. Modreanu, M. Zahare-

scu, M. Gartner, „Influence of thermal treatment in N₂ atmosphere on chemical, microstructural and optical properties of ITO and ITO: N sputtered thin films“, Thin Solid Films, 541,121-126 (2013)

Dr. Thomas Wagner

06151 8806-68

wagner@qd-europe.com

Neue Generation von NPS-Systemen mit automatischem Liquid-Handling

Insplorion stellt mit dem S2 ein neues NPS-System (NanoPlasmonic Sensing) vor. Insplorions firmeneigene Technologie, das NanoPlasmonic Sensing (NPS), ist extrem robust, nicht-invasiv, empfindlich und bietet eine hohe zeitliche Auflösung. Der nanostrukturierte NPS-Sensor ist eine Schlüsselkomponente des Insplorion S2-Instruments. Die Technologie basiert auf dem optischen Phänomen der lokalisierten Oberflächenplasmonenresonanz (LSPR), das in Edelmetall-Nanopartikeln beobachtet wird. Ein lokalisiertes Oberflächenplasmon (LSP) ist eine kohärente, kollektive räumliche Schwingung der freien Elektronen in einem metallischen Nanopartikel. LSPs können durch das elektromagnetische Feld von sichtbarem und NIR-Licht angeregt werden. Wenn solches Licht auf einen plasmonischen Sensor trifft, absorbieren und streuen die Nanopartikel einen Teil des Lichts, was zum Auftreten eines Peaks im Extinktionsspektrum führt. Die Position des LSPR-Peaks wird durch die Größe, die Form und das Material des Nanopartikels bestimmt, und, was noch wichtiger ist, sie hängt auch vom Brechungsindex der chemischen Umgebung in der Nähe des Nanopartikels ab. Durch die Überwachung von Veränderungen des LSPR-Peaks ist es also möglich,

Prozesse, die die Molekülzusammensetzung in der unmittelbaren Nähe des Nanopartikels beeinflussen, zu erkennen und zu überwachen. Dies ist das Detektionsprinzip, das in den Sensoren von Insplorion verwendet wird. Der Resonanzpeak reagiert äußerst empfindlich auf Veränderungen der Konzentration, Zusammensetzung oder Struktur in der direkten Umgebung (<30 nm) des plasmonischen Partikels. In der Praxis wirken die einzelnen plasmonischen Partikel wie optische Antennen im Nanobereich. Durch die Betrachtung von Verschiebungen der Resonanzwellenlänge in Echtzeit ist es möglich, beispielsweise die Wechselwirkung von Peptiden oder Proteinen mit einer Lipid-Doppelschicht zu verfolgen. Die Technologie stellt eine sehr vielseitige Sensorplattform dar, die den Nachweis und die Überwachung einer Vielzahl von Material- und Grenzflächenprozessen unter in-situ Bedingungen ermöglicht.

Das Insplorion S2

Mit dem neuen Insplorion S2 wurde jetzt die dritte Generation von NPS-Systemen vorgestellt. Es beinhaltet eine integrierte und automatisierte Mikrofluidik, die einen automatisierten Betrieb per Software mit einem 6-Wege-Injektionsventil und Spritzen-



pumpe mit ununterbrochenem Fluss, integriertem Pufferwechsel und Spülvorgang ermöglicht.

Präzise Temperaturkontrolle

Die schnelle und stabile Temperaturregelung mit einem Bereich zwischen 15°C und 45°C und Schwankungen unter 0,1°C ermöglicht eine präzise Kontrolle der Bedingungen auf dem Sensor.

Zweikanal-System

Das S2 bietet zwei parallele Messkanäle, mit denen die Wiederholbarkeit der Messungen deutlich vereinfacht und beschleunigt wird. Die abnehmbare Ein-Griff-Durchflusszelle mit einem separaten Sensorträger macht die tägliche Reinigung und Wartung einfach.

Dr. Raimund Sauter

06151 8806-24

sauter@qd-europe.com

Darf ich mich vorstellen?

Mein Name ist Merle Gerhardt. Im August 2019 durfte ich meine Ausbildung zur Kauffrau im Groß- und Außenhandel hier bei Quantum Design beginnen und seit Juni 2021 bin ich Ihre Ansprechpartnerin für den kaufmännischen Bereich der Kryotechnologie und des Magnetismus.



Vor meiner Ausbildung bei Quantum Design habe ich mein Fachabitur gemacht und anschließend ein Soziales Jahr im Jugendamt absolviert.

Neben der Arbeit findet man mich meist im Grünen. Ich beschäftige mich viel mit Pflanzen und gehe gerne wandern oder Rad fahren. Seit sechs Jahren engagiere ich mich außerdem ehrenamtlich in der Jugendarbeit und gestalte aktiv die Freizeiten mit.

Die Arbeit im Büro gibt mir eine Struktur und interessante, spannende Aufgaben, die es jeden Tag aufs Neue zu lösen gilt. Ich freue mich, nun Teil des Quantum Design-Teams sein zu dürfen und bin gespannt, was die Zukunft bringt.

Merle Gerhardt

06151 8806-0

gerhardt@qd-europe.com

Anfrageportal für Lakeshore Tieftemperatur-Komponenten

Lake Shore bietet eine große Auswahl an Temperatur-Sensoren, -Monitoren und -Controllern. Um Ihnen die Auswahl des richtigen Typs zu er-

leichtern, haben wir ein Web-Portal eingerichtet. Hier können Anforderungen angegeben werden, welche die Auswahl automatisch eingrenzen.

Das Portal kann über folgenden Link erreicht werden:

<https://lakeshore.qd-europe.com>

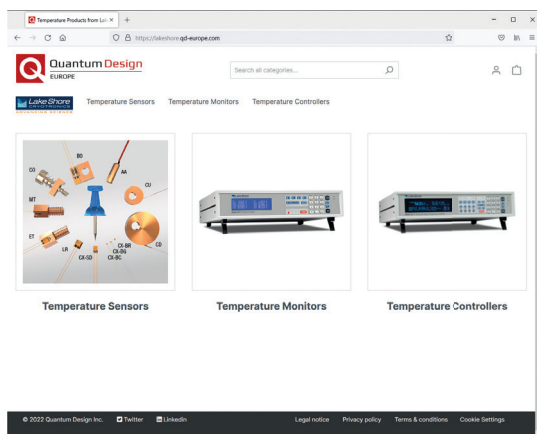
Es zeigt alle Sensoren, Monitore und Controller von Lakeshore in einer übersichtlichen Darstellung. Hier können zum Beispiel die Sensoren nach Typ (Capacitance, Cernox, Interchangeable Rox, Platinum, Silicon, Thermocouples und Ultra-low

temperature Rox) gefiltert werden. Somit haben Sie mit wenigen Klicks die richtige Konfiguration gefunden und unser automatisches Anfragesystem leitet Ihre Auswahl sofort an den zuständigen Mitarbeiter weiter. Dieser meldet sich dann bei Ihnen mit einem entsprechenden Angebot.

Dr. Tobias Adler

06151 8806-479

adler@qd-europe.com



Folgen Sie uns auf LinkedIn:
<https://www.linkedin.com/company/quantum-design-europe>

Quantum Design –
Ihr Partner in Europa



Quantum Design GmbH
Im Tiefen See 58
D-64293 Darmstadt
Telefon 06151 8806-0
E-Mail spectrum@qd-europe.com

Quantum Design AG Suisse
Telefon 021 8699033
Fax 021 869908
E-Mail dumouchel@qd-europe.com

Quantum Design Benelux
Tel. +32 23084324
Mobil +32 495 797175
E-Mail struyve@qd-europe.com