



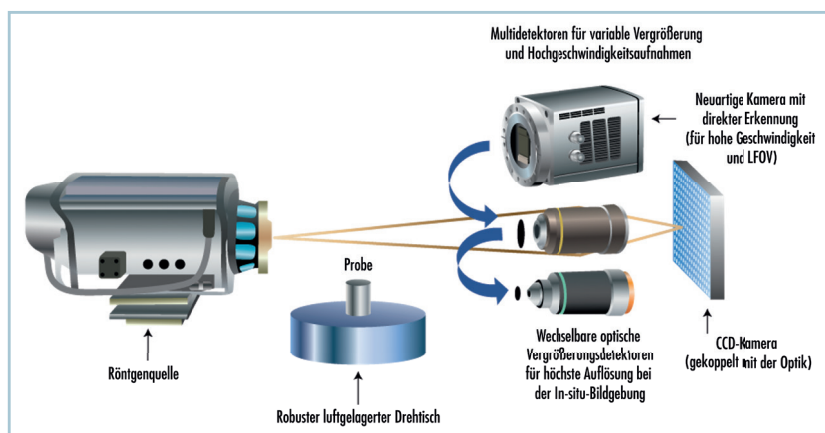
SPECTRUM

Fachinformation von Quantum Design Europe

Ausgabe 165 | Mai 2022

Das Prisma XRM – eine neue Geräteklasse in der 3D-Tomographie

Das Prisma XRM von Sigray stellt eine neue Klasse im Bereich der Computertomographie und Röntgenmikroskopie dar. Der Gründer von Sigray, Herr Wenbing Yun, konnte bereits mit seiner ersten Firma Xradia eine neue Klasse begründen, die sogenannten Röntgenmikroskope, oder abgekürzt im Englischen auch XRM genannt. Diese Röntgenmikroskope brachen mit dem traditionellen CT-Design, bestehend aus einer Röntgenquelle mit einem möglichst kleinen Austrittsfokus und einem Flat Panel-Detektor hinter der zu untersuchenden Probe. Die Auflösung dieser traditionellen CT-Systeme basiert einzig und allein auf der geometrischen Vergrößerung. Ausschlaggebende Parame-



ter sind die Größe der Röntgenquelle und der Abstand Quelle-Probe und Probe-Detektor. Vereinfacht ausgedrückt, erhält man die beste Auflösung mit einer möglichst kleinen

Quelle und einem möglichst kleinen Abstand von Quelle zu Probe. Je weiter die Probe von der Quelle entfernt wird, desto schlechter wird im Vergleich dazu die Auflösung.

» Seite 2

Das neue Headquarter der Quantum Design Europe

Quantum Design zieht nach Pfungstadt
Nach fast 50 Jahren am jetzigen Standort in Darmstadt wird es Zeit für Veränderung. In enger Abstimmung mit unserem Mutterhaus in San Diego haben wir uns entschie-

den, unsere Zelte 10 km weiter südlich in Pfungstadt aufzuschlagen.

Auf ca. 8.500 m² entsteht unser neues Hauptquartier mit 2.800 m² modernen, lichtdurchfluteten Büroflächen und 1.000 m² Lager. Besonders gespannt sind wir auf die großzügigen Demo- und Schulungsflächen als wesentliche Grundlage für die zukünftige Arbeit und Unterstützung unserer Kunden.

Der Bauantrag für die Bodenarbeiten auf dem Grundstück des neuen Headquartiers wurde bereits im

» Seite 3

Inhalt

Elektronenmikroskopie	6, 9
Imaging	2, 7, 8
Kryotechnologie	3, 12
Licht & Laser	9
Materialwissenschaften	4, 6
Optiken	7
Spektroskopie	10
Über uns	2, 8



Quantum Design
EUROPE



Das Prisma XRM – eine neue Geräteklasse in der 3D-Tomographie

» Wenbing Yun implementierte nun einen neuen Faktor in diesen Aufbau. Anstelle eines Flat Panel-Detektors verwendet er Vergrößerungsobjektive, auf die ein sehr dünner Szintillatorfilm aufgebracht wird. Ähnlich einem normalen optischen Mikroskop können nun mit unterschiedlichen Objektiven entsprechende Vergrößerungen erreicht werden. Dieser Aufbau, den Sie in Abbildung 1 sehen, hat signifikante Vorteile.

- Die Auflösung dieses CT-Systems wird nun nicht mehr allein durch die geometrische Auflösung bestimmt, sondern hat als zweiten Faktor die optische Vergrößerung durch die Objektive.
- Dies hat zur Folge, dass man mit größeren Arbeitsabständen (Abstand Quelle-Probe) arbeiten kann und somit die Möglichkeit bekommt, beispielsweise in-situ Stages einzubauen ohne gravierende Einbußen hinsichtlich der Auflösung zu erhalten.

Angelehnt an den Aufbau eines optischen Mikroskops hat sich für solche CT-Systeme der Terminus Röntgenmikroskop (engl. XRM) etabliert.

Diese Klasse hat nicht nur für neue Höchstaufösungen ($< 500 \text{ nm}$) gesorgt, sondern gerade dem Feld der in-situ Röntgenmikroskopie neue Wege eröffnet.

Das Prisma XRM kann zusätzlich mit der komplett neuartigen Chroma Röntgenröhre von Sigray ausgestattet werden. Während die Standard Nanofokus-Röntgenröhre hervorragend für Anforderungen an höchste Auflösung und Durchstrahltiefe geeignet ist, deckt die Chroma Röntgenquelle den Bereich der „weichen“ Proben ab. Hierunter versteht man Materialien mit geringer Ordnungszahl (low z materials), also z.B. Polymerproben oder Proben aus dem Bereich der Life Science. Diese Proben lassen sich nur schwer mit herkömmlichen CT-Systemen untersuchen, da normale Targetmaterialien wie das oft verbaute Wolframtarget zwar eine sehr hohe Leistung oder Energiedichte liefern, was bei dichteren Materialien (Steinproben, Metallproben ...) deutlich von Vorteil ist, aber dafür bei weicheeren Proben zu wenig Kontrast liefern. Als Beispiel finden Sie in Abbildung 2 eine Gegenüberstellung des Kontrastes

einer biologischen Probe, gemessen mit einem Wolframtarget und mit dem Chromtarget unserer Chroma Röntgenquelle. Die Chroma Röntgenröhre kann mit bis zu fünf verschiedenen Targetmaterialien bestückt werden und verwendet, wie schon die verbaute Nanofokusröhre den revolutionären Detektoraufbau unseres Röntgenmikroskops.

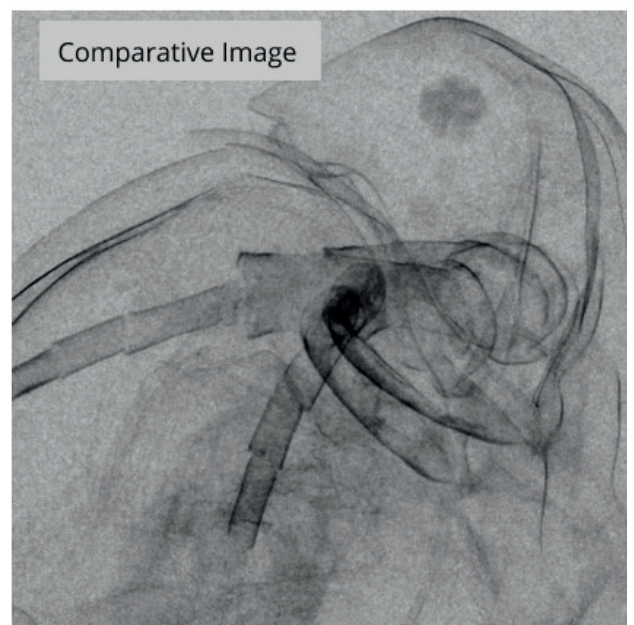
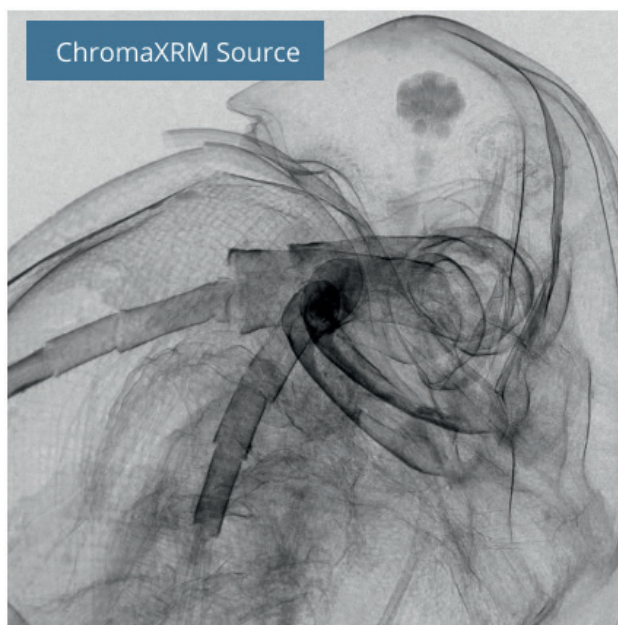
Damit vereint das Prisma XRM das Beste aus zwei Welten. Einmal die leistungsstarke Nanofokusröhre für alle dichteren, größeren Proben und Materialien und die Chroma Röntgenquelle für die normalerweise sehr schwer zu vermessenden weicheeren Materialien. All dies mit der bestmöglichen Höchstauflösung ($< 500 \text{ nm}$) und einem großem Arbeitsabstand mit der Möglichkeit der in-situ Röntgenmikroskopie.

Gerne stehen wir für erste Probestellungen zur Verfügung.

Dr. Andreas Bergner

06151 8806-12

bergner@qd-europe.com



Das neue Headquarter der Quantum Design Europe

» Februar genehmigt. Seit dem wird das vorhandene Gestrüpp abgefräst und gemulcht. Im Anschluss müssen fast 2.000 m³ Mutterboden abgetragen werden, bevor es mit den eigentlichen Bauarbeiten weitergehen kann.

Der symbolische erste Spatenstich für den Neubau im Breitwieserweg



in Pfungstadt fand ebenfalls im Februar statt. Auch das Wetter spielte mit: Bei schönstem Sonnenschein konnte über die Baupläne, die künftige Nachbarschaft und den Standort gefachsimpelt werden.

Mit einem Glas Sekt wurde gemeinsam mit Stadtrat Horst Knell, Christine Rühl von der Stadtentwicklungsgesellschaft Pfungstadt und dem verantwortlichen Architekten Jörk Zimmermann auf den Baubeginn angestoßen.

Wir hoffen, dass dieser gelungene Auftakt stellvertretend für die kommenden Bauabschnitte steht.



Informieren Sie sich gern auf unserer Website über jeden neuen Schritt. www.qd-europe.com/neubau

Dr. Jürgen Schlütter

06151 8806-496

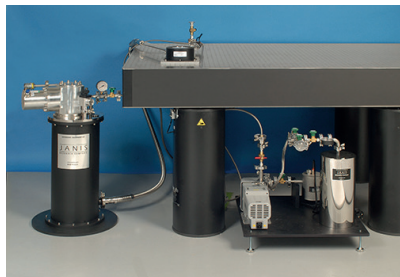
schluetter@qd-europe.com

Genug von steigenden Preisen für flüssiges Helium?

Die Recirculating Cryocooler von Janis befreien „nasse“ Kryostate von der Abhängigkeit von flüssigem Helium. Die RGC4-Serie vereint die Vorteile von Kryosystemen mit offenem und geschlossenem Kühlkreislauf.

Anstatt die Proben direkt mit dem Kaltkopf des Cryocoolers zu kühlen, wird ein sekundärer Kühlkreislauf aufgebaut und so der Kaltkopf eines klassischen nassen Kryostaten gekühlt. Daraus ergeben sich viele Vorteile:

- die ganze Flexibilität und der Komfort eines Kryostaten mit kontinuierlichem Fluss ohne



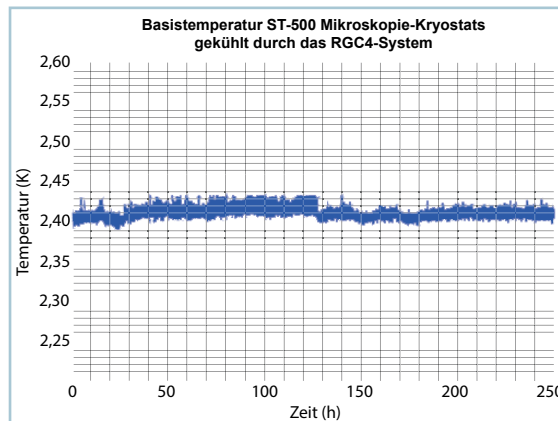
flüssiges Helium bleiben erhalten

- schneller Probenwechsel ohne Aufwärmen des RGC4-Kühlers,
- ausgezeichnete thermische Leistung
- geringe Vibration

Erhältlich sind sowohl Pulse Tube als auch GM-Kühler mit Kühlleistungen von 1 W bis 2 W bei 4,2 K. Das System enthält zudem ein Gashandling-System und eine trockene Scroll-Pumpe für die Gaszirkulation.

Kompatible Kryostate:

- der optische ST-100
- der nicht-optische ST-200
- die kompakte Einheit ST-300 zur Verwendung in einem Magneten
- die UHV-Konfiguration ST-400 und
- die Mikroskopkonfiguration ST-500 und die auf diesem Kryostaten basierende Probe Station ST-500.



Gerne beraten wir Sie, ob auch Ihr Kryostat von Janis oder einem anderen Anbieter kompatibel zum Recirculating Cryocooler ist.

Matthias Müller

06151 8806-554

mueller@qd-europe.com

Woollam-Newsletter – Ausgabe 21 ist erschienen



Der neue Newsletter von Woollam ist da. In Ausgabe 21 finden Sie wieder interessante Artikel zum Thema spektroskopische Ellipsometrie. Ein Artikel behandelt ausführlich die Möglichkeiten und Leistungsfähigkeit der Transmission Mueller-Matrix-Ellipsometrie.

Weitere Themen:

- Ein Interview mit Hans Arwin (sein Leben mit der Ellipsometrie und der Freude am Lesen)
- Portrait: Prof. Maurizio Canepa, Universität Genua

Im Artikel „**Ellipsometrie an flexiblen polarisierenden Substraten**“ stellen wir interessante Fallstudien vor, die die Leistungsfähigkeit der spektroskopischen Ellipsometrie für flexible Substrate und deren Geräte zeigen.

Einführung

Moderne Elektronik wird immer dünner, leichter, anpassungsfähiger, biegsamer oder rollbar. Sie können Ihr Smartphone jetzt so falten, dass es in kleine Taschen passt. Sie können Ihre elektronischen Geräte tragen, um Ihre E-Mails abzurufen oder Ihre tägliche körperliche Aktivität zu überwachen. Geräte für erweiterte, virtuelle und gemischte Realität (AR/VR/MR) ermöglichen es Ihnen, eine fesselnde virtuelle oder fiktive Realität zu erleben, z. B. über den Eiffelturm zu fliegen oder virtuelle Monster in Ihrem Hinterhof zu fangen. Die J.A. Woollam Company hat in letzter Zeit viele Anfragen zur Charakterisierung von fle-

xiblen Substraten, wie flexiblem Glas, Polymerplatten, Metallfolien und sogar flexibler Keramik erhalten, da diese Industrien wachsen.

Flexible polarisierende Elemente

Die Ellipsometrie misst die Änderung der Lichtpolarisation, die durch eine Probe unter einem Messwinkel hervorgerufen wird. Wenn die Probe so konstruiert ist, dass sie die Eingangspolarisation in einer bestimmten Weise verändert, können ellipsometrische Messungen den Polarisations-effekt oft ohne strenge Modellierung bewerten. Wir werden zunächst drei verschiedene flexible, polymere optische Elemente betrachten, die häufig in optischen Geräten verwendet werden, um Phasenverschiebungen zu erzeugen oder Strahlen zu filtern, um lineare oder zirkuläre Polarisationen zu erzeugen. Wir werden nützliche Softwarefunktionen vorstellen, um zu demonstrieren, wie die spektroskopische Ellipsometrie die polarisierenden Eigenschaften der Probe wie Retardanz, polarisationsabhängige Intensitäten, Azimut und Elliptizität bestimmt.

1. Linearer Retarder

Ein linearer Retarder verzögert eine Komponente eines elektrischen Feldes relativ zu einer anderen orthogonalen Komponente, wodurch eine Phasenverschiebung (δ) zwischen zwei orthogonalen, linearen Polarisationen entsteht. Die Phasenverschiebung wird durch den Indexunterschied des linearen Retarders zwischen den beiden orthogonalen Richtungen verursacht, wie in Abb. (a) dargestellt. Die Phasenverschiebung wird in Grad, Wellen, Bogenmaß oder Nanometern angegeben und oft als Retardance bezeichnet. Das gebräuchlichste optische Element, das die Retardance erzeugt, ist eine Wellenplatte. Eine Viertelwellenplatte ist beispielsweise so konstruiert, dass sie einen Retardancewert von 90° erzeugt, und eine Halbwellenplatte ist so konstruiert, dass sie einen Retardancewert von 180° erzeugt.

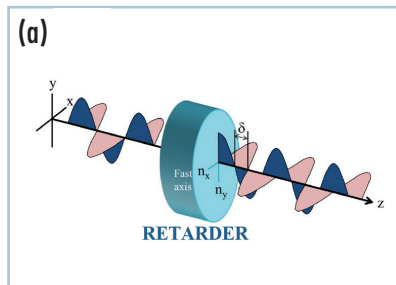
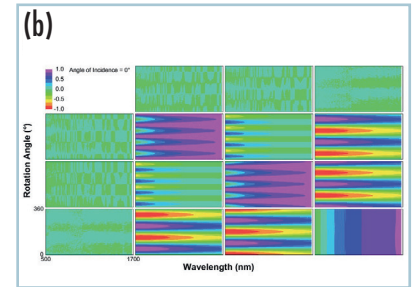
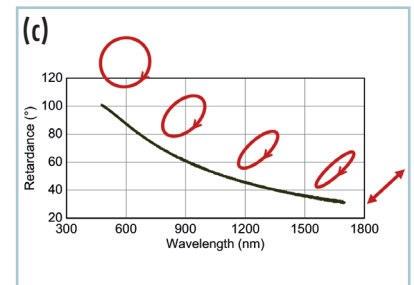


Abb. (b) zeigt die Daten der spektroskopischen Mueller-Matrix-Ellipsometrie für Licht, das senkrecht durch einen dünnen Polymerfilm ($\sim 75 \mu\text{m}$) hindurchgeht. Die x-Achse ist der Wellenlängenbereich und die y-Achse ist der Drehwinkel um die Probenormale. Der Polymerfilm ist optisch biaxial,



wodurch eine Phasenverschiebung zwischen der x- und der y-Richtung entsteht. Der Effekt der linearen Verzögerung füllt den unteren rechten 3×3 -Block der Mueller-Matrix aus.

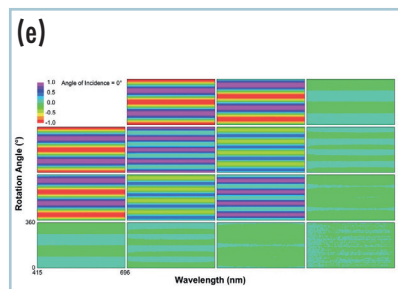
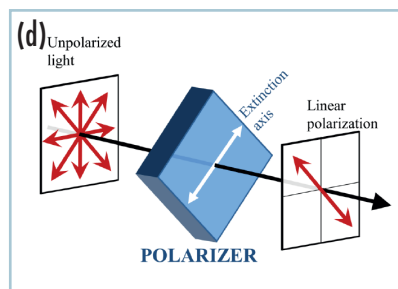
Das Retardancemodell in unseren Softwareprogrammen CompleteEASE und WVASE bietet eine einfache Lösung zur Charakterisierung linearer Retarder. Es verwendet Matrixdiagonalisierungsalgorithmen zur Extraktion der linearen Retardance aus verallgemeinerten spektroskopischen Ellipsometriedaten. Die wellenlängenabhängige Retardance des Polymerfilms wird aus dem Retardancemodell in Abb. (c) extrahiert. Die resultierende Polarisation ist in rot eingezeichnet, um die Wirkung des Retarders auf eine einfallende lineare 45° -Polarisation zu veranschaulichen. Das Ergebnis zeigt, dass die Retardance linear polarisiertes Licht in elliptisch polarisiertes Licht umwandelt. In der Nähe von 500 nm wirkt die Polymerfolie wie eine Viertelwellenplatte, und die lineare Polarisation wird in zirkul-



» lare Polarisation umgewandelt. Die Retardance wird durch den Indexunterschied multipliziert mit der Weglänge durch den Retarder bestimmt. Daher ist die Anpassung der Dicke der Polymerfolie eine bequeme Methode, um eine Viertel- (oder Halb-) Wellenplatte bei einer bestimmten Wellenlänge zu erzeugen.

2. Linearer Polarisator

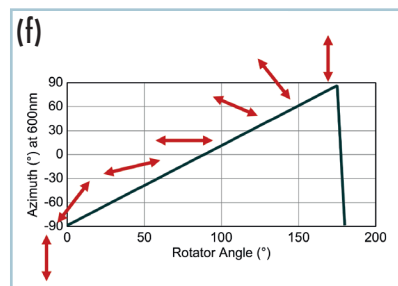
Lineare Polarisatoren werden häufig in Sonnenbrillen, Kamerafiltern, Fensterbeschichtungen oder Anzeigegegeräten verwendet. Sie übertragen das parallel zur Transmissionsachse schwingende elektrische Feld und absorbieren das orthogonale elektrische Feld, das parallel zur Extinktionsachse verläuft, wie in Abb. (d) dargestellt. Diese richtungsabhängige Intensitätsabschwächung wird als Dichroismus bezeichnet. Der lineare Dichroismus füllt den oberen linken 3×3 -Block der Mueller-Matrix aus (e).



Wie das Retardancemodell bietet auch der von der Mueller-Matrix abgeleitete Parameter in der CompleteEASE-Software eine bequeme Möglichkeit zur Extraktion nützlicher Parameter für optische Elemente, einschließlich linearer Polarisatoren. Diese Funktion berechnet die resultierenden Stokes-Parameter auf der Grundlage der benutzerdefinierten Eingangspolarisation. Als Ergebnis kann der Benutzer auf nützliche Polarisations- oder Depolarisationsparameter wie Azimut, Elliptizität,

Polarisationsgrad, % Depolarisation und polarisationsabhängige Intensitäten zugreifen.

Abb. (f) zeigt den abgeleiteten azimuthalen Winkel der transmittierten Polarisation durch einen $94 \mu\text{m}$ dicken Polymerpolarisator, während er sich um die Probenormale dreht. Die Messung

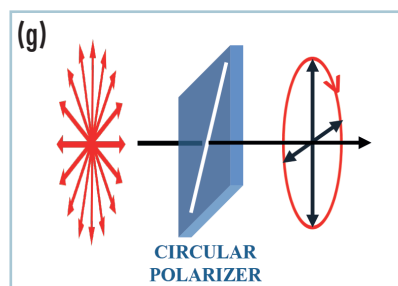


des Azimutwinkels und der Elliptizität ohne zusätzliche optische Elemente, wie z. B. einen weiteren Polarisator oder eine Viertelwellenplatte, ist von Vorteil, um die Leistung und Gleichmäßigkeit des Polarisators in einem Gerät zu überwachen.

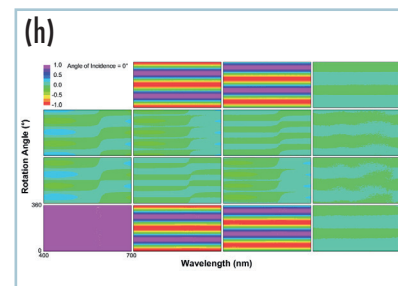
3. Zirkularer Polarisator

Das dritte optische Element ist ein zirkularer Polarisator, der aus zwei in Reihe geschalteten flexiblen Polymerfolien besteht: einer Viertelwellenplatte und einem linearen Polarisator. Ein solches Objekt zeigt je nach Lichtrichtung unterschiedliche optische Reaktionen und ellipsometrische Messdaten. Wir bezeichnen es als inhomogenes optisches Element, das nicht orthogonale Eigenpolarisationen erzeugt.

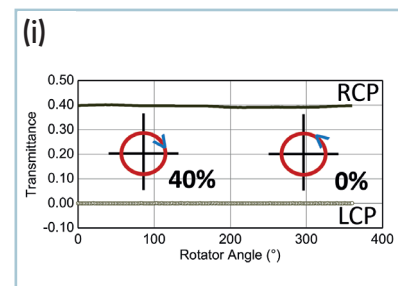
Abb. (g) zeigt die optische Antwort des Objekts in Vorwärtsrichtung, wenn der Strahl zuerst in den linearen Polarisator und dann in die Viertelwellenplatte eintritt. Die schnelle Achse der Viertelwellenplatte ist um 45° gegenüber der Transmissionsachse des linearen



Polarisators gedreht. Im Gegensatz zu homogenen optischen Elementen weist die resultierende Mueller-Matrix kein symmetrisches Verhalten auf. Diese Vorwärtsrichtung wandelt unpolarisiertes Licht in zirkular polarisiertes Licht um, das als Zirkularpolarisator verwendet wird. Das m_{41} Mueller-Matrix-Element ($=1$) in Abb. (h) zeigt den



zirkular polarisierenden Effekt. Abb. (i) zeigt den aus der Mueller-Matrix abgeleiteten Transmissionsgrad für jede zirkuläre Polarisation. Zwanzig Prozent des Lichts werden von der Oberfläche reflektiert. Von dem verbleibenden Licht geht die Hälfte (40 %) durch das Gerät und wird zu rechtszirkular polarisiertem Licht polarisiert, die andere Hälfte wird absorbiert. Zirkularpolarisatoren werden vor Kameraobjektiven eingesetzt, um bessere fotografische Bilder zu erhalten. Obwohl hier nicht gezeigt, filtert die umgekehrte



Richtung eingehendes zirkular polarisiertes Licht entsprechend seiner Händigkeit und ermöglicht so interessante optische Geräte wie stereoskopische 3D-Brillen.

Den kompletten Artikel finden Sie im Woollam Newsletter 21.

Dr. Thomas Wagner
06151 8806-68
wagner@qd-europe.com

Messtechnik – Quanteneffizienz in der Photovoltaik

Als Quanteneffizienz in der Photovoltaik bezeichnet man das Verhältnis von Elektronen eines Fotostroms zu der Anzahl der eingestrahnten Photonen, die zum Beispiel auf eine Solarzelle treffen. Da man weder Elektronen noch Photonen zählen möchte, ist es ein gängiges Messprinzip, das zu testende Bauelement mit einem kalibrierten Element zu vergleichen. Die unbekannte Quanteneffizienz QE ergibt sich dann wie folgt:

$$QE = QE_{\text{kal}} \cdot \frac{I_{\text{mess}}}{I_{\text{kal}}}$$

Wobei QE_{kal} die Quanteneffizienz des kalibrierten Bauteils ist und der

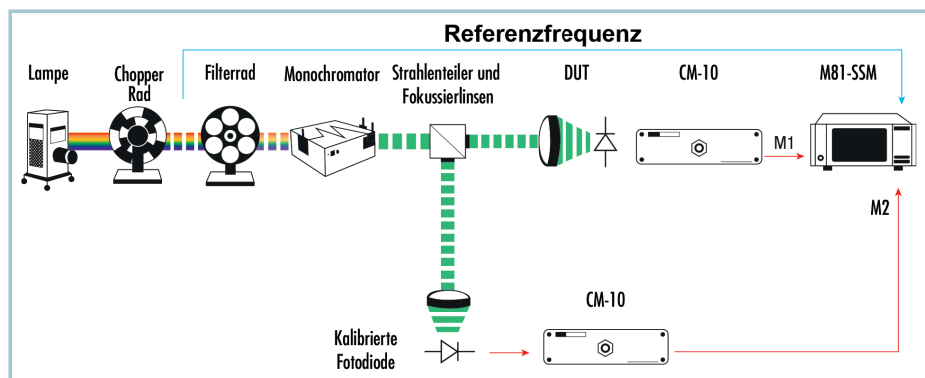
Quotient das Verhältnis der beiden erzeugten Ströme darstellt. Vorausgesetzt, beide Zellen werden mit der gleichen Lichtintensität bestrahlt. Die Abbildung zeigt einen typischen Aufbau zur Messung der Quanteneffizienz (hier an einer Fotodiode). Auf der linken Seite wird Strahlung einer bestimmten Wellenlänge - somit Energie - erzeugt. Durch den Chopper entstehen Beleuchtungspakete einer bestimmten Frequenz. Auf der Messtechnikseite rechts wird ein M81 mit zwei Strommess-Pods eingesetzt. Das Hauptgerät M81-SSM verknüpft und misst die beiden Ströme (I_{mess} und I_{kal}), die hier an den beiden Fotodioden entstehen, mit Referenz zur Chopper-Frequenz und Phase.

Im Vergleich zu einem klassischen Messaufbau aus zwei Vorverstärkern und zwei Lock-in-Kanälen spart man nicht nur apparative Hardware, sondern gewinnt noch auch messtechnische Flexibilität. So sind mit dem M81 außerdem DC-Messungen, wie Strom-Spannungskurven (IV) möglich oder auch das Anlegen eines Bias (ggfs. mit zusätzlichen Pods). In der Liste unten finden Sie einen Überblick zu den Spezifikationen der Kombination M81-SSM mit CM.

Quanteneffizienz oder auch Quantenausbeute kann im Prinzip auch an anderen „opto-elektronischen“ Bauteilen gemessen werden, wie etwa Fototransistoren, Fotomultipliern, Fotokathoden, Solarzellen und Bildverstärkern.

M81 CM-10 „current measure“:

- Frequenz DC: bis 100 kHz
- Beste Empfindlichkeit: 10 fA
- Max. Bereich 100 mA
- Vorspannung +/-10 V



Instrumentierung einer sEQE-Messung mit einem M81-SSM mit CM-10-Modul. Hier kann der M81 so konfiguriert werden, dass er sowohl DC-I-V-Sweeps als auch eine Lock-in-Detektion des im Bauelement auftretenden AC-Fotostroms durchführt.

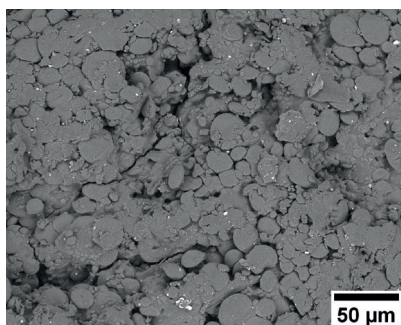
Dr. Marc Kunzmann

06151 8806-46

kunzmann@qd-europe.com

Was war das? – Auflösung

Im letzten Spectrum haben wir Sie gefragt, ob Sie diesen Gegenstand erkennen. Wie Sie hier in der Gegenüberstellung sehen, handelte es sich



um eine Nudel. Man kann schön die Hartweizengrießkörner erkennen. Logisch, dass Soße auf einer rauerer Nudeloberfläche besser haftet als



auf einer glatten - je rauer die Oberfläche, desto besser ist nachher das Soße-zu-Nudel-Verhältnis! Vielleicht sollten wir in Zukunft alle Nudeln vor dem Kochen genauer unter die Lupe nehmen, um durch die richtige Nudelwahl das Geschmackserlebnis zu optimieren.

Anne Kast

06151 8806-456

kast@qd-europe.com

Die Platinum-Klasse der High Speed-Kameras

AOS Technologies, Schweizer Hersteller von High Speed Kameras, hat sein Produktprogramm an robusten, crashfesten Kameras um die Platinum-Serie erweitert. L-VIT Platinum und M-VIT Platinum sind die Top-Kameras aus dieser Reihe und umfassen alle Top-Features und Neuerungen der g-festen Kameras in einem Modell.

Die L-VIT Platinum besticht durch die hohe Bildqualität eines Full HD-Sensors mit der Auflösung 1920 x 1080 Pixel. Bei vollem Bildfeld arbeitet die L-VIT Platinum mit der Bildrate von 2500 fps. Wenn das nicht reicht, kann im Windowing-Modus eine Bildrate bis 195.000 fps durch einfaches Reduzieren der Zahl der ausgelesenen Bildpunkte erreicht werden.

Bei der M-VIT Platinum nutzen wir einen besonders lichtstarken Detektor mit 1280 x 864 Pixeln, der in schwarz-weiß ISO 10000 und in Farbe ISO 6000 erreicht. Die maximale Bildrate ist bei der M-VIT Platinum 4000 Hz, aber wir können sogar mehr als 200.000 Bilder in der Sekunde erreichen, sofern der Windowing Modus eingesetzt wird.

Spektakulär ist der automatisierte Schutz vor Verlust wichtiger Bilddaten. Auch bei plötzlichem Span-

nungsverlust speichern die Platinum-Kameras automatisch die aktuelle Sequenz in den eingebauten nichtflüchtigen 16GB Flashspeicher ab. Wenn im wichtigsten Moment Bilder verloren zu sein scheinen, ist das automatische Back-up zur Stelle!

Der eingebaut g-Schock-Sensor ermöglicht eine sofortige Kameratriggerung, wenn ein plötzliches Schockereignis die Kamera trifft. Die Intensität der benötigten g-Kräfte können Sie einfach in der Kamerasoftware definieren. Und überhaupt sind die L-VIT und M-VIT universell zu triggern. Sie können Impulse manuell setzen, mit dem g-Schock-Sensor oder über ein TTL-Signal. Selbst aus dem Bild heraus können Sie die Aufnahme starten lassen. Zudem steht es Ihnen frei, die Bilder vor, nach oder während des Triggerereignisses im Speicher zu behalten, gerade, wie es Ihrem Experiment dient.

Die Kameraeinstellungen können Sie auch beliebig am Vortag erstellen, die M-VIT und L-VIT merken sich diese bis zum nächsten Einschalten der Kamera.

Zum schnellen Abspeichern der Sequenzen in der Kamera bieten die Platinum-Kameras neben dem eingebauten 8 oder 16 GB Speicher auch das Interface CFast Flash Disk. Das Livebild der Kamera kann über einen HDMI-

oder HD-SDI-Ausgang an der Kamera direkt abgegriffen werden.

Die L-VIT Platinum und M-VIT Platinum sind immer dann geeignet, wenn der Anwender eine kompakte, robuste, portable und hochauflösende Kamera sucht. Dank der lichtstarken Detektoren ist die Notwendigkeit intensiver Fremdbeleuchtung deutlich geringer. Die Platinum-Kameras werden übrigens immer mit einem umfassenden Softwarepaket ausgeliefert. Das beinhaltet nicht nur die Kamerasteuerung und Triggermöglichkeiten der Kamera, sondern viele Tools zur Steigerung der Bildqualität und eine automatische Bewegungsanalyse.

Wenn Ihre Kamera mit anderen Sensoren synchronisiert werden soll, können Sie das eingebaute IEEE 1588 PTP-Protokoll nutzen.

Mit der Platinum-Version der VIT-Serie liegen jetzt umfassend ausgestattete Kameras mit hervorragenden Bildeigenschaften bei hoher Aufnahme rate vor, die für Labor- aber auch unter Industriebedingungen einfach nutzbar ist.



Stefan Wittmer

06151 8806-63

wittmer@qd-europe.com

Performance comparison tool

Unser Partner MOXTEK überzeugt mit einem breiten Angebot an Polarisatoren und Strahlteilern für unterschiedlichste Anwendungen. Die Filter bieten große Akzeptanzwinkel von $\pm 20^\circ$, eine hohe thermische Festigkeit bis 200 °C (>5000 h), sie sind kontrast- oder transmissions-optimiert, sowie reflektierend oder absorbierend erhältlich. Um bei diesen vielen Möglichkeiten nicht den Überblick zu verlieren, hat Moxtek

jetzt ein Performance comparison tool entwickelt. Hier können Sie bequem die typischen Parameter wie T_p , T_s und R_p , R_s , Kontrast und Effizienz unter verschiedenen Einfallswinkeln vergleichen. Dabei sind für ausgewählte Typen nicht nur die Werte im spezifizierten Bereich ersichtlich, sondern auch darüber hinaus.

<https://compare.moxtek.com/>

Übrigens: Für die Produktion der wire grid Polarisatoren und Strahlteiler nutzt Moxtek 200 mm Wafer. Daher sind alle Filter bis 180 mm Durchmesser bzw. 130 mm x 130 mm erhältlich.

Michael Foos

06151 8806-34

foos@qd-europe.com

Darf ich mich vorstellen?

Mein Name ist Christian Iser. Seit März 2011 bin ich bei Quantum Design als Ihr Problemlöser für die Kameras und Spektrographen von Andor im Service zuständig. Bis jetzt, denn seit dem 1. April 2022 berate ich Sie bei der Auswahl eines neuen Andor-Systems. Ich trete damit in die Fußstapfen meines langjährigen Kollegen Olaf Koschützke.

Ich habe Optotechnik und Bildverarbeitung an der Hochschule Darmstadt studiert. Während des Studiums habe ich mich besonders im Bereich der Lasertechnik spezialisiert und das Studium mit meiner Diplomarbeit bei DILAS in Mainz mit dem Thema „Neuartige Konzepte zur Realisierung brillanter fasergekoppelter Hochleistungs-Diodenlasermodule“ abgeschlossen.

Als ich nach dem Studium bei Quantum Design begann, war die Arbeit im Service ganz anders als alles, was ich bis dahin kannte. Während der Praktika und der Diplomarbeit fand

der Großteil der Arbeit im Labor statt. Im Service hingegen steht die Kommunikation mit Kunden und Lieferanten an erster Stelle. Anfangs noch ungewohnt, habe ich diese abwechslungsreiche Aufgabe sehr zu schätzen gelernt. Hier gilt es, eine Vielzahl von Problemen zu lösen, Systeme beim Kunden vor Ort zu installieren und an das Experiment anzupassen. Meine Aufgabe war auch die Qualitätskontrolle, um sicherzustellen, dass unsere Kunden ein System mit optimaler Performance geliefert bekommen. Diese 11-jährige Erfahrung versetzt mich in die Lage, Sie technisch und wissenschaftlich zu beraten.

In meiner Freizeit findet man mich oft beim Radfahren oder Joggen durch Wiesen und Wälder. Auch privat fotografiere ich gerne und suche nach schönen Motiven. Außerdem spiele ich Quidditch, welches Elemente aus Rugby, Handball und Dodgeball in sich vereint.



Ich freue mich nun in meiner neuen Rolle gemeinsam mit Ihnen die passenden Kameras und Spektrographen für Ihre Messaufgaben auszuwählen. Melden Sie sich gerne bei mir.

Christian Iser

06151 8806-690

iser@qd-europe.com

Ceres T – neue Kamerafamilie von Xenics

Die langwelligen Mikrobolometerkameras messen Temperaturen in den Bereichen von -20 °C bis 120°C und 50°C - 400 °C. Dank des integrierten FPGA besitzt die Ceres T-Kamerafamilie die Fähigkeit, interne Tem-

peraturveränderungen blitzschnell auszugleichen. Damit gehört Drift des Messergebnisses bei längeren Messvorgängen der Vergangenheit an. Dazu erlaubt die eingebaute Elektronik exakte Temperaturmessungen auch bei sich schnell ändernden Temperaturverläufen.

Die Ceres T-Kameras können mit einem Computer über zwei Interfaces verbunden werden: GigE mit PoE oder CameraLink. Die Kameras sind GenI-Cam kompatibel.

Die Kameras sind zum Einbau in Prozess-

anlagen, aber auch für Laborexperimente bestens geeignet, profitieren sie doch von Abmessungen, die im Bereich 45 x 45 x 67 mm³ und Gewichten ab 220 g liegen.

Um ein optimales Temperaturmanagement zu ermöglichen, sind die Objektive bei der Ceres fest mit der Kamera verbunden. Der Anwender wählt daher zwischen 12°, 16°, 25° oder 48° HFOV.

Erhältlich sind die Kameras mit dem 640 x 480 Sensor oder dem neuen 1280 x 1024 Mikrobolometer.

Stefan Wittmer

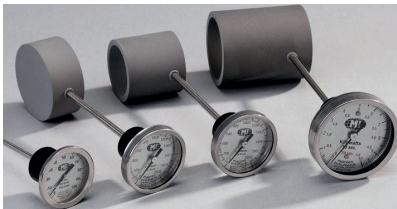
06151 8806-63

wittmer@qd-europe.com



Klassisch und bewährt – Lasermessgeräte von Macken

Seit über 30 Jahren sind die Firma Macken Inc. und wir ein Team im Bereich der Lasermessgeräte. Die klassischen Lasermessgeräte (auch „Knochen“ genannt) werden immer noch von vielen Laserkunden angefragt und eingesetzt, da die einfache Handhabung sehr schnell und sicher ein Messergebnis liefert.



Mittlerweile haben auch die neuen digitalen Lasermessgeräte das Portfolio erweitert und mit Hilfe der lizenzfreien Software können auch Messungen online durchgeführt und abgesichert werden.



NIST-rückführbare Kalibrierung und fortlaufende Neukalibrierungsdienste werden mit angeboten und auch empfohlen, um reproduzierbar Messungen bei allen Lasermessgeräten zu gewähren.

Im Programm haben wir auch die bewährten Bildplatten (mittlerweile auch wassergekühlt für hohe Leistungen) um z.B. die Strahlführungssysteme in den Laseranlagen optimal zu justieren. Auch hier liefert die einfache Handhabung sehr schnell und sicher ein Ergebnis.



Unverzichtbar, beispielsweise bei der Überprüfung von Laserresonatoren, sind die Laser Spektrum-Analyzer. Dieser einzigartige Gitterspektrograph visualisiert gleichzeitig alle Lasertransaktionen z.B. eines CO₂-Lasers. Der Analyzer ist sowohl hinsichtlich der Wellenlänge als auch der Rotationslinienbezeichnung kalibriert, um eine einfache Identifizierung von 140 möglichen Laserüber-



gängen zwischen 9,1 und 11,3µm zu ermöglichen. Diese Übergänge werden durch die Verwendung eines UV-angeregten, thermisch empfindlichen Schirms angezeigt, der sich in dem Bereich verdunkelt, auf den der IR-Laserstrahl trifft.

Laser Spektrum-Analyzer für CO-, HF- und DF-Laser sind Standard. Analysatoren für N₂O, CS₂, Isotopen-CO₂ und Breitband-Wellenlängenabdeckung sind auf Anfrage erhältlich. Der Spektralanalysebildschirm hat eine Reaktionszeit von 1/4 Sekunde und ermöglicht dem Instrument alle CO₂-Rotationslinien aufzulösen. Das Modell 16-A ist leicht, tragbar und kann problemlos in Laboraufbauten integriert werden.

Uwe Schmidt

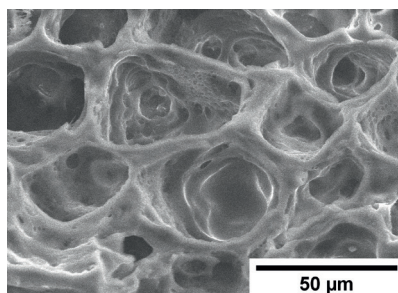
06151 8806-15

schmidt@qd-europe.com

Was ist das? – 2. Ausgabe

Wir haben auch dieses Mal einen Gegenstand aus unserem Alltag in unser Hitachi FlexSEM 1000 eingeschleust und mit Hilfe des UVD SE-Detektors dieses Bild aufgenommen. Können Sie erkennen um was es sich handelt? Ein kleiner Tipp: es ist durchaus im Arbeitsalltag beliebt – jedoch nicht in dieser festen Form und dann auch eher heiß. Wer aufmerksam unserem Elektronenmikroskopie LinkedIn-Kanal folgt (www.linkedin.com/show-

case/em-qde/), könnte es dort bereits gesehen haben. Eine leitfähige Be-



schichtung durch unseren Quorum Sputter Coater Q150R ES Plus wurde auch bei dieser Probe aufgebracht, um Aufladungen zu reduzieren.

Die Auflösung bekommen Sie in der nächsten Ausgabe des Spectrum.

Anne Kast

06151 8806-456

kast@qd-europe.com

FTIR-Spektroskopie - Die Wahl des richtigen ATR-Kristalls

Bei der Auswahl eines Kristalls ist es wichtig, die chemische Kompatibilität, den gewünschten Spektralbereich und den Brechungsindex des Kristalls (n_c) und der Probe (n_s) zu berücksichtigen. Interne Totalreflexion tritt nur auf, wenn der Brechungsindex des Kristalls deutlich größer ist als der des Mediums, mit dem er in Kontakt steht. Wenn n_s hoch ist, ist ein Kristallelement mit einem höheren Brechungsindex erforderlich. Viele organische Verbindungen haben einen Brechungsindex von $\approx 1,6$, so dass jeder Kristall mit einem Brechungsindex größer oder gleich 2,4 geeignet ist. Ein weiterer zu berücksichtigender Faktor ist die Eindringtiefe der evaneszenten Welle in Ihre Probe. Die Eindringtiefe nimmt mit zunehmendem Brechungsindex des Kristalls ab. Um die Signalintensität zu maximieren, sollte ein Kristall mit einem kleinen n_c -Wert gewählt werden (wobei sicherzustellen ist, dass $n_c \gg n_s$).

Obwohl dieser Artikel mit Blick auf die ATR Quest geschrieben wurde, gelten viele der hier gemachten Beobachtungen auch für ATR im Allgemeinen.

Diamant ($n_c=2,40$)

Diamant ist ein extrem haltbares Material mit ausgezeichneter mechanischer und chemischer Beständigkeit. Aus diesen Gründen ist er heute die häufigste Wahl für die routinemäßige FTIR-Analyse. Specac verwendet monolithischen Diamant anstelle von Diamantplättchen, die auf ein Substrat (z. B. ZnSe) aufgebracht werden, um Probleme mit der Delaminierung zu vermeiden und den gesamten Spektralbereich von Diamant zu nutzen.

Der Brechungsindex von Diamant ist für die meisten Proben geeignet und liefert ein gutes Signal. Proben mit einem höheren n_s -Wert führen zu starken anomalen Dispersionseffekten, die sich in asymmetrischen Peaks mit einer höheren Wellenzahl unterhalb der Basislinie äußern (im Absorptionsmodus – im Transmissionsmodus erscheint das Merkmal oberhalb der Basislinie).

Diamant hat eine starke Phononenbandenabsorption zwischen $2600-1900\text{ cm}^{-1}$, die das Rauschen in diesem Bereich erhöht und die Quantifizierungsgenauigkeit verringert. Dies wird teilweise durch die

Verwendung eines kleinen Diamanten ausgeglichen, um die Weglänge durch das Material zu minimieren.

Es stehen bei der Quest ATR zwei verschiedene Diamantoptionen zur Verfügung: Standarddiamant und Diamant mit erweitertem Spektralbereich. Die Antireflexions(AR)-Beschichtung verleiht dem Standarddiamantkristall ein grün-goldenes Aussehen, wenn er von unten betrachtet wird, während der unbeschichtete Diamant mit erweitertem Bereich in einem transparenten Grau erscheint. Dies kann im Zweifelsfall zur Identifizierung herangezogen werden. Alternativ kann auch der Fern-IR-Cut-Off verwendet werden.

Standard-Diamant-Puck

Unser Standard-Diamantpuck ist mit einer Antireflexionsbeschichtung versehen, die den Spektraldurchsatz zwischen $7800-400\text{ cm}^{-1}$ maximiert. Dies verleiht ihm ein hervorragendes Signal-Rausch-Verhältnis (SNR). Der Standarddiamant deckt den Bereich der meisten kommerziellen FTIR-Spektrometer ab (typischerweise $4000-400\text{ cm}^{-1}$ mit einem KBr-Strahlteiler).

Puck mit erweitertem Spektralbereich

Für Anwendungen, die den Zugang zum fernen IR erfordern, ist auch ein unbeschichteter Puck für den erweiterten Bereich erhältlich. Das Fehlen der AR-Beschichtung geht zu Lasten des spektralen Durchsatzes im mittleren IR-Bereich. Dieser Kristall ist für den Einsatz zwischen $10000-10\text{ cm}^{-1}$ geeignet.

Zinkselenid ($n_c=2,41$)

ZnSe hat einen ähnlichen Brechungsindex wie Diamant. Die größere Kristallgröße erhöht den Spektraldurchsatz im Vergleich zum Diamant-Puck, und als Ergebnis dieser beiden Faktoren hat ZnSe das höchste SNR aller Kristallmaterialien für die Quest. Darüber hinaus

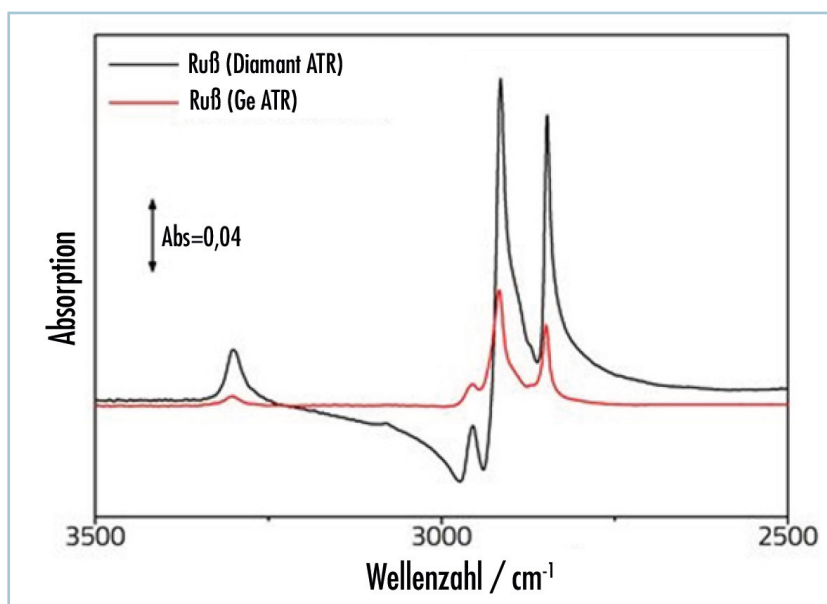


Abb. 1: Vergleich der Spektren einer Probe mit hohem n_s (Ruß), aufgenommen auf einem Diamant- und Ge-Puck. Die durch $n_c \approx n_s$ verursachte anomale Dispersion führt bei Verwendung von Diamant zu einer starken Bandenverzerrung (schwarz), während Ge (mit $n_c \gg n_s$) das erwartete Spektrum erzeugt (rot).

» hat ZnSe keine signifikanten Peaks im mittleren IR-Bereich, was zu bestmöglichen Daten im gesamten Spektrum mit einem nutzbaren Bereich von $7800\text{--}550\text{ cm}^{-1}$ führt. ZnSe ist empfindlich gegenüber Punktbelastungen und sollte daher nur mit weichen Probenmaterialien verwendet werden. Der pH-Wert der Probe sollte im Bereich von 5 bis 9 gehalten werden. Saure oder stark basische Umgebungen sind zu vermeiden, da ZnSe unter diesen Bedingungen unter Bildung giftiger Dämpfe reagiert.

Unsere ZnSe-Kristalle sind mit einer AR-Beschichtung versehen. Aufgrund des Cut-Off von ZnSe bei 550 cm^{-1} bringt diese Beschichtung keinen Nachteil im Transmissionsbereich. Bei der Option des beheizten Pucks ist diese Beschichtung jedoch bei erhöhten Temperaturen nicht stabil, weshalb stattdessen ein unbeschichteter ZnSe-Kristall verwendet wird.

Germanium ($n_c=4,00$)

Ge hat keine signifikanten Peaks im mittleren IR und hat ein Fenster von $5500\text{--}500\text{ cm}^{-1}$. Es hat den höchsten Brechungsindex aller üblicherweise verwendeten ATR-Kristalle und ist daher ideal für die Untersuchung von Materialien mit einem hohen n_s -Wert geeignet. Aus demselben Grund eignet er sich auch für Oberflächenuntersuchungen, da die effektive Eindringtiefe der evaneszenten Welle geringer ist. Der Preis dafür ist ein geringeres Signal (und damit ein schlechteres Signal-Rausch-Verhältnis), das teilweise durch eine größere Kristallgröße und eine Antireflexionsbeschichtung gemildert wird. Bei höheren Temperaturen wird es optisch undurchsichtig und ist daher für den Einsatz in beheizten Anwendungen ungeeignet. Alle Ge-Optionen der Quest-Serie sind entspiegelt.

Silizium ($n_c=3,41$)

Silizium bietet einen mittleren Brechungsindex zwischen Diamant/ZnSe und Ge. Dies ermöglicht dem Anwender eine Feinabstimmung

der Anforderungen, um $n_c \gg n_s$ zu erreichen und gleichzeitig die Verringerung des Signals durch eine geringere Eindringtiefe zu minimieren. Es hat zwei Spektralfenster von $8000\text{--}1350\text{ cm}^{-1}$ und $500\text{--}33\text{ cm}^{-1}$. Zwischen $1350\text{--}500\text{ cm}^{-1}$ gibt es starke Phononbanden, die den Fingerprint-Bereich verdecken.

Arrow (Einweg-ATR-Objektträger)

Arrow ist die erste ATR-Option der Welt mit Einwegprobenträgern. Der ATR-Kristall wird aus einem dünnen Si-Wafer hergestellt und hat ähnliche Eigenschaften wie der Si-Kristallpuck. Der dünne Wafer reduziert jedoch die Intensität der Phononenbanden, so dass Arrow für Fingerprint-Messungen verwendet werden kann. Der Preis dafür ist, dass der Kristall keiner Belastung standhalten kann, so dass er nur zur Untersuchung von Flüssigkeiten oder Feststoffen verwendet werden kann, die aus einer flüssigen Lösung oder Dispersion auf den Kristall getrocknet wurden. Arrow ist gut für Batch-Untersuchungen geeignet. Hunderte von Proben können außerhalb des Spektrometers präpariert und dann in rascher Folge vermessen werden. Arrow eignet sich auch hervorragend für die Untersuchung aggressiver Chemikalien, die den Kristall oder das Metall des Pucks beschädigen könnten.

Fallstudie: Ruß (Carbon Black)

Bei der Auswahl des ATR-Kristalls ist es wichtig, dass der Brechungsindex des Kristalls (n_c) größer ist als der Brechungsindex der Probe (n_s). Die meisten Materialien, die mit ATR untersucht werden, haben einen n_s von $\approx 1,6$, der für die Untersuchung



mit jedem Kristall geeignet ist. Zur Maximierung des SNR wählen Sie einen Diamant- oder ZnSe-Puck (niedriger n_c = größere Eindringtiefe). Für Materialien mit einem hohen n_s -Wert oder für Oberflächenstudien wählen Sie Ge oder Si.

Mit zunehmendem n_s nimmt auch die effektive Weglänge durch die Probe (und damit die Signalintensität) zu. In der Nähe einer Adsorptionsbande nimmt n_s zu, wobei die Wirkung bei intensiveren Banden größer ist. In den extremsten Fällen kann dies die interne Reflexion des Lichts ganz verhindern (anomale Dispersion), was zu schweren Bandenverzerrungen führt. Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 1 dargestellt, die das Spektrum im CH-Bereich von Ruß zeigt. Bei einem Diamant-Puck sind starke Verzerrungen zu beobachten, während bei Ge die Eindringtiefe verringert und die Verzerrung abgeschwächt wird.

Dr. Joachim Weiss
06151 8806-72
weiss@qd-europe.com

Laser-Schmelzzonenofen mit 1,5 kW Gesamtleistung

Quantum Design Japan, der Hersteller der IR- und Laser-Schmelzöfen, hat eine neue Variante dieses Kristallzucht-Systems herausgebracht. Neben der Ausführung mit insgesamt 2 kW

Laserleistung gibt es jetzt auch eine 1,5 kW-Variante. Diese verfügt über fünf Laserköpfe mit je 300 Watt für eine homogene Temperaturführung in der

Erwärmungszone. Der Rohling wird über einen Rotator gedreht und die Schmelzzone durch Bewegung des Rohlings verfahren, um einen Einkristall zu erzeugen. Hierbei können Temperaturen von bis zu 2750 °C erreicht werden. Das Profil der Laserstrahlen ist für eine rissfreie Einkristallzucht optimiert. Die Ausrichtung der Laser wird im Werk vorgenommen und muss vom Kunden nicht nachjustiert werden. Verglichen mit den IR-Öfen mit Halogen- oder Xenonlampen, besticht der Laserofen durch sein konzentriertes Energieprofil in der Schmelzzone, wodurch

er besonders für Materialien mit hoher Volatilität geeignet ist. Für weitere Informationen und aussagekräftige Bilder von bereits gewachsenen Einkristallen verweise ich hier auf unsere Homepage und freue mich schon auf Ihren direkten Kontakt.

<https://qd-europe.com/laser-ofen/>

Dr. Tobias Adler

06151 8806-479

adler@qd-europe.com



Elektrische Messungen bei tiefen Temperaturen – Multi Contact Wedges

Die gängigste Methode elektrische Bauteile bei tiefen Temperaturen zu charakterisieren sind Messungen über eine kryogene Probe Station. Die Systeme kombinieren bis zu sechs individuell bewegliche Messspitzen mit einem Kryostaten. Wenn mehr als sechs Kontakte benötigt werden, kann man ein Multi Contact Wedge (MCW) verwenden. Das ist eine keilförmige Anordnung von einem Duzend und mehr Messspitzen, welche anstelle eines Einzelkontakts eingesetzt wird. Eine Probe Station kann entsprechend bis zu sechs MCWs

aufnehmen. Damit stehen für jede gängige Anwendung mehr als ausreichend Kontakte zur Verfügung. Die Limitierung ist nun eher die Wärmelast, da die zahlreichen Durchführungen natürlich für erhöhten Wärmeeintrag führen. Hier kann man gegensteuern, in dem man eine Probe Station mit niedrigerer Basistemperatur wählt.

Lake Shore ist der Marktführer für kryogene Probe Stations. Multi Contact Wedges können in allen Systemen von Lake Shore eingesetzt

werden. Die MCWs können von GGB Industries, einem Spezialisten für Messspitzen, individuell nach Kundenwunsch angefertigt werden.

- Temperaturbereich: 2 K - 675 K
- Anzahl frei beweglicher Messarme: bis zu 6
- Magnetisches Feld: bis 2.5 T

David Appel

06151 8806-499

appel@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