

The chalcogenide glass family from SCHOTT delivers excellent transmission over wide ranges of the IR spectrum.

Die Chalkogenid-Glasfamilie von SCHOTT bietet exzellente Transmission über weite Bereiche des IR-Spektrums.

“Our research in close proximity to manufacturing enables us to continuously optimize the quality of the glasses – i. e. transmission and uniformity – while reducing the costs through improved melting efficiency and new manufacturing processes such as precision molding.”

„Unsere Forschung in unmittelbarer Nähe zur Fertigung dient dazu, die Qualität der Gläser – also Transmission und Homogenität – ständig zu optimieren und zugleich die Kosten durch eine verbesserte Schmelzeffizienz und neue Herstellungsprozesse wie etwa Präzisionsverformen zu reduzieren.“

Dr. Nathan Carlie, Research and Technology Development, SCHOTT North America

MAKING THE INVISIBLE VISIBLE

UNSICHTBARES SICHTBAR MACHEN

Through intensive R&D work and close contact with customers, the developers at SCHOTT constantly work on optimizing infrared glasses and tailoring these for use in industrial applications.

Durch intensive Forschung und direkten Kundenkontakt sorgen SCHOTT Entwickler dafür, dass Infrarotgläser ständig optimiert und so für technische Anwendungen maßgeschneidert werden können.

DR. BARBARA STUMPP

We cannot see infrared radiation, but we can certainly feel it as heat on the skin. Infrared (IR) or thermal radiation was scientifically proven for the first time around 1800 by the astronomer Friedrich Wilhelm Herschel. He divided sunlight into its spectral components by using a prism. Above the red, which is the longest wavelength range of visible light, he found invisible, yet warm radiation. While visible light has a wavelength of 400 nanometers (blue) to 780 nanometers (red), a distinction is made between near IR (780 nanometers to about 3 μm in wavelength), medium-wave IR (3.5 to 5 μm in wavelength) and thermal or long-wave IR (8 μm to about 14 μm in wavelength).

IR applications require high-quality optics

To make IR radiation visible, measurable and technically exploitable, whether it's in night vision devices, thermal imaging cameras, motion control systems, pyrometers or diagnostic equipment, the optical materials used in the systems must meet very special requirements. Common soda-lime glass as well as many special glasses are opaque in the middle and thermal IR regions and are therefore unsuitable. This is caused by the absorption of IR radiation by molecular vibrations of the glass matrix (silicon-oxygen bond, etc.). Special IR glasses are perfectly usable, such as those that for years have been developed and constantly optimized in SCHOTT's laboratories at its Duryea, Pennsylvania, site in the United States. "Disturbing" silicon is replaced with arsenic, germanium, antimony or gallium; oxygen is replaced with sulfur, selenium or tellurium. This produces what are called chalcogenide glasses. These glasses offer the necessary excellent transmission in the short-, medium- and long-wave IR ranges, low temperature dependence on the refractive indices and low dispersion. These high-quality chalcogenide glasses

Infrarotstrahlung können wir nicht sehen, wohl aber als Wärme auf der Haut spüren. Der wissenschaftliche Nachweis der Infrarot (IR)- bzw. Wärmestrahlung gelang dem Astronomen Friedrich Wilhelm Herschel erstmalig um das Jahr 1800: Er zerlegte das Sonnenlicht mit einem Prisma in seine spektralen Teile und fand dabei jenseits des roten, das heißt langwelligsten Bereichs des sichtbaren Lichts eine nicht sichtbare aber wärmende Strahlung. Während das sichtbare Licht eine Wellenlänge von 400 Nanometer (blau) bis 780 Nanometer (rot) hat, spricht man bei Wellenlängen von 780 Nanometer bis etwa 3 Mikrometer (μm) vom nahen IR, im Bereich 3,5 bis 5 μm vom mittleren IR und von 8 μm bis etwa 14 μm vom langwelligen bzw. thermischen IR.

IR-Anwendungen benötigen hochwertige Optiken

Um IR-Strahlung sichtbar, messbar und technisch nutzbar zu machen – sei es in Nachtsichtgeräten, Wärmebildkameras, Motion-Control-Systemen, Pyrometern oder Diagnosegeräten – müssen die in den Systemen eingesetzten optischen Materialien ganz besondere Anforderungen erfüllen. Gebräuchliches Kalk-Natron-Glas, aber auch viele Spezialgläser sind beispielsweise im mittleren und thermischen Infrarot opak und nicht geeignet. Ursache hierfür ist die Absorption der IR-Strahlung durch Molekülschwingungen der Glasmatrix (Silizium-Sauerstoff-Bindung und andere). Perfekt einsetzbar hingegen sind spezielle IR-Gläser, wie sie seit vielen Jahren in den Laboren von SCHOTT am Standort Duryea, Pennsylvania (USA) entwickelt und ständig optimiert werden. „Störendes“ Silizium wird hierbei durch Arsen, Germanium, Antimon oder Gallium und Sauerstoff durch Schwefel, Selen oder Tellur ersetzt. Als Ergebnis erhält man sogenannte Chalkogenidgläser. Sie verfügen über die notwendige hohe Transmission im kurz-, mittel- und



Photo Fotos : SCHOTT/J. Stevens

can also be combined with other glasses from the series or other IR materials. “We thus offer solutions and support optical designers in developing thermally resistant and powerful optical infrared systems,” explains Dr. Nathan Carlie, Research and Technology Development, SCHOTT North America. The optically excellent, yet sensitive glass must be separated from the operational environment by a protective window. The window must be made of a durable material that is transparent over the full operational range of the optic. For this purpose, SCHOTT scientist Dr. Keith Rozenburg has developed IRC-I, a ceramic process for producing polycrystalline zinc sulfide. IRC-I avoids the pitfalls of zinc sulfide produced through the expensive chemical vapor deposition process.

Concepts for the future

For several years, infrared image processing has been developing from classic into increasingly complex, compact and cost-effective multispectral applications. “Multispectral” means that the visible wavelength range is detected up to long-wave IR. The range of the wavelength is therefore more than 10 times greater than with optics in the visible range. Applications possibilities include, among others, multispectral surveillance of the climate by satellites. While still visionary, IR cameras in smartphones and other mobile devices that will not only simplify, but will also in the future quite considerably

langwelligem Infrarot, eine niedrige Temperaturabhängigkeit der Brechungsindizes sowie geringe Dispersion. Die hochwertigen Chalkogenidgläser können zudem mit anderen Gläsern der Serie oder anderen IR-Materialien kombiniert werden. „Damit bieten wir Lösungen und unterstützen Optikdesigner bei der Konstruktion thermisch unempfindlicher und leistungsfähiger optischer IR-Systeme“, erklärt Dr. Nathan Carlie, Research and Technology Development, SCHOTT North America. Das optisch exzellente, aber empfindliche Glas wird durch vorgesetzte Fenster vor der Einsatzumgebung geschützt. Das Schutzfenster besteht aus einem harten Material, das über die gesamte optische Bandbreite transparent ist. Für diesen Zweck entwickelte SCHOTT Wissenschaftler Dr. Keith Rozenburg mit IRC-I einen keramischen Prozess zur Herstellung von polykristallinem Zinksulfid. IRC-I vermeidet damit die Nachteile von Zinksulfid, das kostenintensiv über einen chemischen Gasabscheideprozess hergestellt wird.

Konzepte für die Zukunft

Die IR-Bildverarbeitung entwickelt sich seit einigen Jahren von klassischen Anwendungen hin zu zunehmend komplexen, kompakten und kostengünstigen Multispektral-Anwendungen. „Multispektral“ bedeutet, dass der sichtbare Wellenlängenbereich bis zum langwelligem IR erfasst wird – die Spanne der Wellenlängen ist damit



SCHOTT's laboratories in Duryea, Pennsylvania, have been developing and optimizing IR glasses for many years (left). IR products like this lens (above) are an economical alternative to costly manufactured multispectral IR materials, such as crystalline zinc sulfide or zinc selenide.

In den Laboren von SCHOTT in Duryea, Pennsylvania/USA werden IR-Gläser seit vielen Jahren entwickelt und optimiert (Bild links). IR-Produkte wie diese Linse (oben) sind eine kostengünstige Alternative zu aufwendig gefertigten multispektralen IR-Materialien wie etwa kristallines Zinksulfid oder Zinkselenid.

expand the application fields of infrared technology in health care, agriculture, housing and the automotive sector are already being discussed.

The multispectral IR materials available thus far, such as zinc sulfide and zinc selenide produced through chemical vapor deposition, are crystalline, difficult to produce and expensive to process. Dr. Carlie explains, "Glasses on the other hand can be melted in high volumes and molded into shape at a low cost." The real enabler for this new technology is the ability to tailor the optical properties of glasses to suit innovative applications. SCHOTT has already developed new, optimized glass compositions that provide the required targeted dispersion and precise control of the thermal effects for the next generation of optical IR systems. "We've just introduced multispectral chalcogenide IRG-X glasses to the market that are transparent from the visible range through the entire long-wave IR," Dr. Carlie says.

The IR technology should soon receive another boost: SCHOTT is working on materials for graded-index lenses to enable miniaturized infrared imaging solutions. With gradient-index optics, refraction in the glass is changed by a continuously changing material variation, whereby complete lens groups can be replaced. IR image recognition systems can therefore be produced more easily in more compact form and thus more cost-effectively in the future.

roland.langfeld@schott.com

mehr als 10-mal größer als bei der sichtbaren Optik. Eine Anwendungsmöglichkeit ist unter anderem die multispektrale Überwachung der Umwelt aus Satelliten heraus. In der Diskussion, aber noch visionär, sind auch IR-Kameras in Smartphones oder anderen mobilen Geräten, welche die Einsatzfelder der Infrarottechnologie – ob im Gesundheitswesen, der Landwirtschaft, dem Wohnungsbau oder im Automotive-Bereich – nicht nur vereinfachen, sondern in Zukunft auch beträchtlich erweitern können.

Bisher verfügbare multispektrale IR-Materialien wie durch chemische Gasphasenabscheidung hergestelltes Zinksulfid und Zinkselenid sind kristallin, aufwendig herzustellen und in der Bearbeitung sehr teuer. Dr. Carlie: „Gläser hingegen können in großen Mengen geschmolzen und kostengünstig in Form gebracht werden.“ Ein wirklicher Treiber der neuen Technologie ist die Möglichkeit, die optischen Eigenschaften der Gläser für innovative Anwendungen maßzuschneidern: Für die nächste Generation optischer IR-Systeme hat SCHOTT bereits neue, optimierte Glaszusammensetzungen entwickelt, welche die erforderliche gezielte Dispersion und präzise Kontrolle der thermischen Effekte ermöglichen. „Die multispektralen Chalkogenid IRG-X Gläser sind transparent vom sichtbaren Bereich durch das ganze langwellige IR. Und gerade auf den Markt gekommen!“, so Dr. Carlie.

Die IR-Technologie dürfte schon bald einen weiteren Impuls erhalten: SCHOTT arbeitet an Materialien für Gradientenindex-Linsen, die eine miniaturisierte IR-Bilderzeugung ermöglichen. Bei der Gradientenoptik wird die Brechung im Glas durch eine sich kontinuierlich ändernde Materialvariation modifiziert, wodurch ganze Linsengruppen ersetzt werden können. IR-Bildererkennungssysteme lassen sich dadurch künftig noch einfacher, kompakter und damit kostengünstiger herstellen.

roland.langfeld@schott.com

VISIBLE SPECTRUM SICHTSPEKTRUM DES LICHTS

Infrared radiation begins at a wavelength of 780 nanometers (near IR) in the light spectrum and extends beyond 14 micrometers (long-wave IR).

Im Lichtspektrum beginnt Infrarotstrahlung bei einer Wellenlänge von 780 Nanometer (nahes IR) und reicht bis über 14 Mikrometer (langwelliges IR) hinaus.

