

CERAMIC INSPIRATIONS FOR OPTICS AND LIGHTING

KERAMISCHE INSPIRATIONEN FÜR OPTIK UND BELEUCHTUNG

Transparent and translucent ceramics are on the verge of being used industrially as new optical materials that offer great potential. SCHOTT developers have set important foundations on manufacturing them in a reproducible manner.

Transparente und transluzente Keramiken stehen an der Schwelle zum industriellen Einsatz als neue optische Materialien mit hohem Potenzial. SCHOTT Entwickler legten maßgebliche Grundlagen zu ihrer reproduzierbaren Fertigung.

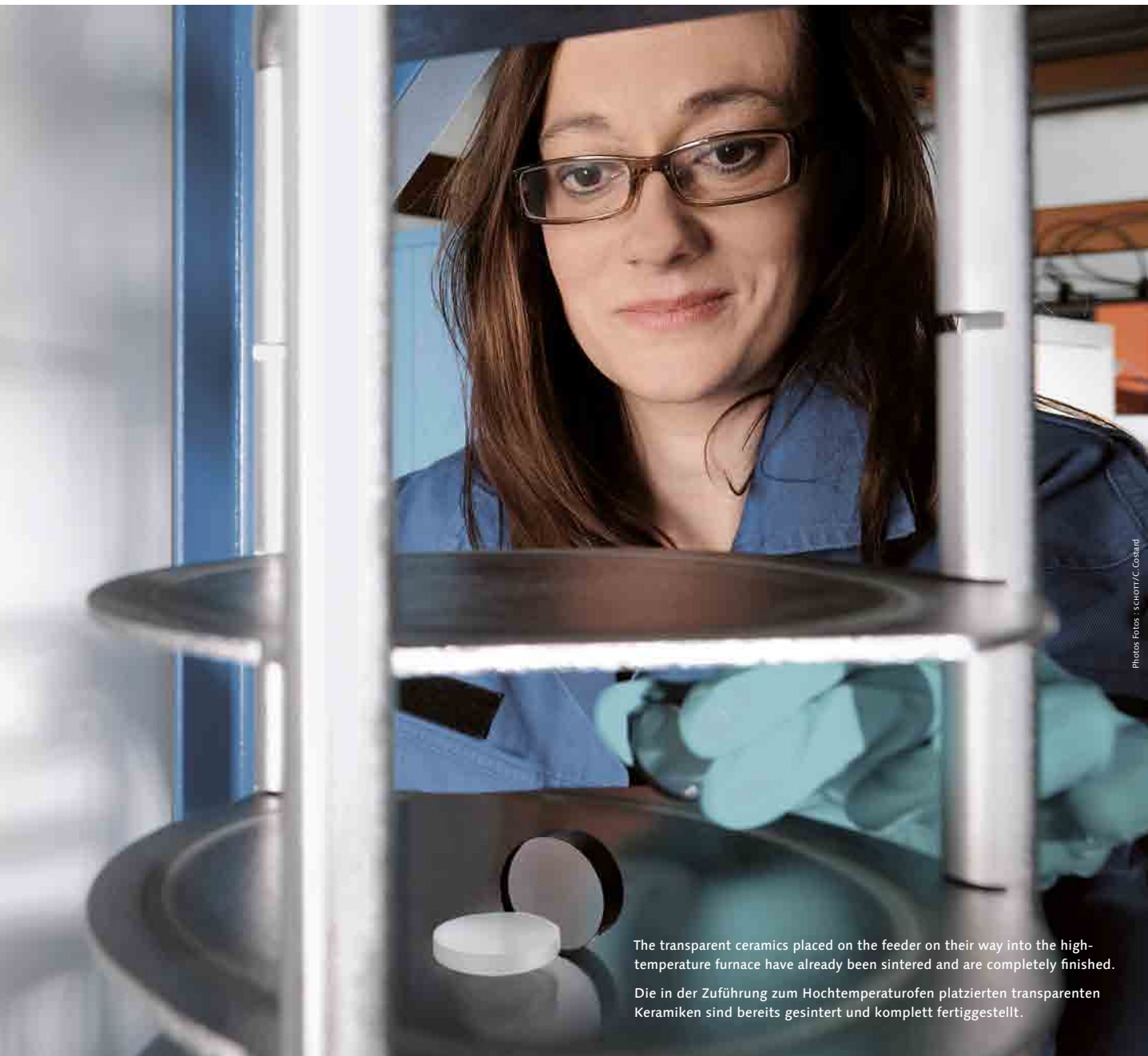
THILO HORVATITSCH

At first glance, they remind us of glass lenses or color filters. And yet, immense potential lies in these transparent or milky-yellowish platelets made of ceramic. “We have now succeeded in meeting long-standing requests from the optical industry for a new transparent material that can be used in photography and other imaging devices. And we are paving the way for highly-efficient LED systems,” Dr. Yvonne Menke says in describing two of the main fields of application.

The Materials Development Manager in the Research and Development Department of SCHOTT AG learned how to prepare this promising material class in the laboratory of Dr. Akio Ikesue. The Japanese scientist and winner of the Otto Schott Research Award achieved a breakthrough in the 1990s on the development

Auf den ersten Blick erinnern sie an gläserne Linsen oder Farbfilter. In den transparenten oder milchig-gelben Plättchen aus Keramik schlummern jedoch große neue Potenziale: „Damit könnten wir lang gehegte Wünsche der optischen Industrie nach einem neuen transparenten Material für fotografische und andere Abbildungssysteme erfüllen. Und wir ebnen den Weg zu hoch-effizienten LED-Systemen“, beschreibt Dr. Yvonne Menke zwei zentrale Einsatzfelder.

Die Managerin Materialentwicklung in der SCHOTT Forschung und Entwicklung lernte die Herstellung und Eigenschaften des zukunfts-trächtigen Werkstoffs im Labor von Dr. Akio Ikesue genau kennen. Der japanische Wissenschaftler und Träger des Otto-Schott-Forschungspreises erzielte in den 1990er-Jahren



Photos Fotos : schott/C. Cozard

The transparent ceramics placed on the feeder on their way into the high-temperature furnace have already been sintered and are completely finished.

Die in der Zuführung zum Hochtemperaturofen platzierten transparenten Keramiken sind bereits gesintert und komplett fertiggestellt.

of transparent ceramics that actually produce laser light. Passive transparent ceramics not only offer superior thermal and mechanical qualities, they also provide high optical refractive indexes of 2 and more, as well as exceptional dispersion values. This, in turn, has opened up new areas in the Abbe diagram, which systematically depicts the properties of optical materials, that glass had previously not been able to address. This development has expanded the toolbox for optic designers. Thus, they are able to realize more compact camera lenses and minimize color defects and aberrations.

The advantages that this unique material offers are particularly important in the infrared spectral range because the toolbox is not nearly as full here as it is with glasses for the visible spectral range. Unlike various types of glass, some transparent ceramics have an

einen Durchbruch in der Entwicklung von transparenten Keramiken zur Erzeugung von Laserlicht. Passive transparente Keramiken bringen nicht nur überlegene thermische und mechanische Qualitäten mit. Sie liefern auch hohe optische Brechzahlen von 2 und mehr sowie außergewöhnliche Dispersionswerte. So werden im Abbe-Diagramm, das die Eigenschaften optischer Materialien systematisch abbildet, neue Bereiche erschlossen, die sich mit Glas bisher nicht abdecken ließen. Damit wird also der Werkzeugkasten der Optik-Designer erweitert. Diese können so kompaktere Kameraobjektive realisieren oder Farb- und Abbildungsfehler minimieren.

Die Vorteile des neuartigen Materials sind insbesondere im infraroten Spektralbereich wichtig, denn dort ist der besagte

extremely broad light transmission window that ranges from the ultraviolet (UV) all the way to the infrared (IR) wavelength range of 6 micrometers. In view of this, the new material that is extremely insensitive to environmental influences is also of interest in technical measurement applications or geo-observations of raw material deposits using special cameras.

These ceramics are also of great benefit as translucent or semi-transparent materials for color conversion. Color conversion is the foundation of all white LED light sources, which are actually blue LEDs coated by a luminescent material. This material is usually

Werkzeugkasten nicht so gut gefüllt wie bei Gläsern für den sichtbaren Spektralbereich. Manche transparenten Keramiken besitzen im Gegensatz zu Gläsern ein sehr breites Lichttransmissionsfenster vom ultravioletten (UV) bis in den infraroten (IR) Wellenlängenbereich von 6 Mikrometern. Vor diesem Hintergrund wird das neue Material, das äußerst unempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen ist, auch interessant für messtechnische Anwendungen oder etwa für die Geo-Observation von Rohstoff-Lagerstätten mittels Spezialkameras. Auch als transluzentes, also lichtteildurchlässiges Material zur Farbkonversion spielen Keramiken ihre Vorteile aus.

FROM A NANOPOWDER TO A CERAMIC

Manufacturing of transparent or translucent ceramics in the SCHOTT laboratories takes place based on a sophisticated process chain. Depending on the application, highly reactive oxide nanopowders of various compositions are mixed, doped, homogenized in liquid media and then dried again. Then, they are pressed into shapes like optical lenses, for example, and sintered into ceramics inside a special high-temperature furnace (see photo below) at up to 2,000°C inside a vacuum or 1,800°C in the open air. Finally, the sintered parts are cut and polished for further processing. <

VOM NANOPULVER ZUR KERAMIK

Die Herstellung transparenter oder transluzenter Keramiken im SCHOTT Labor folgt einer ausgeklügelten Prozesskette. Je nach Anwendung werden dazu hochreaktive oxidische Nanopulver unterschiedlicher Zusammensetzung gemischt, dotiert, in flüssigen Medien homogenisiert und wieder getrocknet. Nach dem Pressen zu Formen wie etwa optischen Linsen erfolgt die Sinterung zu Keramiken in speziellen Hochtemperaturöfen (siehe Foto unten) bei bis zu 2.000 Grad Celsius im Vakuum oder bis zu 1.800 Grad Celsius an der Luft. Schließlich werden die Sinterlinge zugeschnitten und poliert zur Weiterverarbeitung. <



Photos: Fotos: SCHOTT/©. Conrad



A special device is used to place the translucent ceramic in the measurement station for optical measurement at the SCHOTT laser laboratory.

Zur optischen Vermessung wird eine transluzente Keramik mit einem speziellen Gerät in die Messstation im SCHOTT Laserlabor gelegt.

bound inside silicone, and therefore not nearly as heat resistant as a fluorescent ceramic manufactured at temperatures in excess of 1600°C. “In combination with high-intensity LEDs or laser diodes, the outstanding temperature stability and thermal conductivity of these ceramic converters allow for new light sources to be developed,” explains Dr. Volker Hagemann, Senior Scientist at SCHOTT. Their luminance is two to three times higher than that of a typical xenon burner. Areas of application include LCD projectors, next-generation digital projectors or headlights.

The versatile properties and color coordinates of the ceramics can be custom designed or optimized using a multistep manufacturing process that has been implemented in the SCHOTT laboratories (see p. 14).

Partly due to funding from the joint research project OptoKeramat supported by Germany’s Federal Ministry of Research (BMBF), efforts aimed at manufacturing preformed ceramic sintered parts quite easily in a reproducible manner for optical and fluorescent applications have proven to be successful. “Our expertise lies mainly in the area of materials design as well as in special powder and sintering technology,” Dr. Menke notes. This has made it possible to manufacture transparent ceramics nearly 30 millimeters in diameter. “We are even able to manufacture translucent ceramics close to 50 millimeters in diameter,” Dr. Volker Hagemann emphasizes. Initial sampling is already underway.

yvonne.menke@schott.com
volker.hagemann@schott.com

Farbkonversion ist die Grundlage aller weißen LED-Lichtquellen, die eigentlich blaue LEDs sind, die mit einem lumineszierenden Material überzogen werden. Dieses Material ist typischerweise in Silikon gebunden und damit längst nicht so hitzebeständig wie eine fluoreszierende Keramik, die bei über 1.600 Grad Celsius gefertigt wird. „Die ausgezeichnete Temperaturstabilität und Wärmeleitfähigkeit der keramischen Konverter ermöglichen in Kombination mit leistungsstarken LEDs oder Laserdioden die Entwicklung neuartiger Lichtquellen“, erläutert SCHOTT Senior Scientist Dr. Volker Hagemann. Deren Leuchtdichte ist 2- bis 3-mal stärker als die eines typischen Xenon-Brenners. Anwendungsfelder sind beispielsweise Beamer bzw. digitale Projektoren der nächsten Generation oder Scheinwerfer.

Die vielfältigen Eigenschaften oder Farbkoordinaten der Keramiken lassen sich gezielt zuschneiden bzw. optimieren in einem mehrstufigen Fertigungsprozess, der im SCHOTT Labor implementiert wurde (siehe S. 14). Teils unterstützt durch das vom deutschen Forschungsministerium (BMBF) geförderte Verbundprojekt OptoKeramat, gelang dabei die einfache, reproduzierbare Herstellung von vorgeformten keramischen Sinterlingen für optische und Fluoreszenz-Anwendungen. „Unsere Kompetenzen liegen hier vor allem im Materialdesign sowie in der speziellen Pulver- und Sintertechnologie“, so Dr. Menke. Auf dieser Basis gelang die Herstellung transparenter Keramiken mit einem Durchmesser von nahezu 30 Millimetern. „Transluzente Keramiken können wir sogar mit knapp 50 Millimetern Durchmesser herstellen“, versichert Dr. Volker Hagemann. Erste Bemusterungen laufen bereits.

yvonne.menke@schott.com
volker.hagemann@schott.com