



ENTSPIEGELUNG VON SAPHIRGLAS

ANTIREFLECTIVE COATINGS ON SAPPHIRE

Saphir weist eine hohe Härte auf und ist transparent in einem Spektralbereich von 250–5000 nm. Daher eignet er sich gut für medizinische Geräte und als Deckglas hochwertiger Uhren. Aufgrund des hohen Brechungsindex (1,77 @ 500 nm) reflektiert Saphir jedoch stärker als einfaches Mineralglas. Entspiegelungsschichtsysteme können die Reflexion verringern, müssen jedoch an die Umgebungsbedingungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden.

Die Sterilität medizinischer Geräte wird durch Autoklavieren gewährleistet. Dieser Prozess führt bei Mineralglas bereits nach kurzer Zeit zu Glaskorrosion. Daher wird bei bildgebenden Geräten wie Endoskopen auf Saphir als Fenstermaterial zurückgegriffen. Zusammen mit der Firma Olympus Winter & Ibe GmbH wurde eine Entspiegelung für Saphir entwickelt und erfolgreich auf ihre Langlebigkeit beim Autoklavieren getestet. Im Rahmen des von der AiF geförderten Forschungsprojekts »Material- und Designoptimierungen für hochstabile AR-Schichten auf Saphirglas« [1] wurde in Zusammenarbeit mit mehreren Industriepartnern untersucht, wie sich die Kratz- und Abriebfestigkeit von Entspiegelungen auf Saphirsubstraten erhöhen lässt. Bereits die Abscheidungsparameter der einzelnen Schichtmaterialien beeinflussen das Systemverhalten. Eine Abscheidung bei starker Plasmastützung und niedrigen Abscheideraten brachte die besten Ergebnisse.

Sapphire is of high hardness and transparent in a spectral region from 250–5000 nm. This makes it well suited for medical equipment and high-grade watch glasses. Due to its high refractive index (1.77 @ 500 nm), sapphire has a higher reflection than ordinary mineral glass. Antireflective coatings can reduce the reflection, but they have to be modified to the ambient conditions of the specific application.

Autoclave treatment ensures the sterility of medical equipment. This process rapidly leads to glass corrosion in mineral glasses. Sapphire is therefore used as window material for imaging devices like endoscopes. In collaboration with Olympus Winter & Ibe GmbH, an antireflective coating on sapphire was developed and successfully tested for its longevity with regard to autoclave treatment. In collaboration with multiple industrial partners, research was conducted on how the scratch and abrasion resistance of antireflective coatings on sapphire can be improved. This research was done in the context of the project "Material- und Designoptimierungen für hochstabile AR-Schichten auf Saphirglas" [1] funded by the AiF. The deposition parameters for the different layer materials alone influence the behavior of the system. A deposition with strong plasma assistance and slow deposition rates yielded the best results.

1 Glashütte Original Senator Chronometer.
© Glashütter Uhrenbetrieb GmbH.

1 Glashütte Original Senator Chronometer.
© Glashütter Uhrenbetrieb GmbH.

Es konnte gezeigt werden, dass verschiedene hochbrechende Materialien trotz ähnlicher Werte für Härte und E-Modul deutlich unterschiedliche Kratzfestigkeiten im AR-System hervorrufen. Auch die Gesamtsystemdicke beeinflusst die Kratzfestigkeit erheblich. Für Systemdicken von rund 500 nm wurden hier die besten Werte erzielt. Bei bestimmten Materialkombinationen lässt sich die Kratzfestigkeit durch eine thermische Nachbehandlung weiter steigern. Für die Glashütter Uhrenbetriebe GmbH wurden im Rahmen des Projekts Demonstratoren beschichtet, deren Kratzfestigkeit die der bisher verwendeten AR-Systeme um 25 % übersteigt.

It could be shown that different materials, despite similar values regarding their hardness and elastic modulus, cause significantly different scratch resistances in the AR system. The total coating thickness also influences the scratch resistance considerably. The best results were obtained for thicknesses of about 500 nm. For specific material combinations, the scratch resistance could be increased by thermal annealing. In the course of the project, demonstrators were produced for Glashütte Uhrenbetriebe GmbH. These demonstrators surpassed the scratch resistance of the previously used AR coatings by 25 %.

Literatur/References

[1] Projekt MARS im Programm zur Förderung der »Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die AiF finanziert, AiF-FV-Nr. 15693 BR.

Partner: ASMEC GmbH, Cotec GmbH, Frank Optic Products GmbH, Fraunhofer IOF, Glashütte Uhrenbetriebe GmbH, Innowep GmbH, Layertec GmbH, Leybold Optics GmbH, Optics Balzers Jena GmbH, Sentronic GmbH.

AUTHORS

Christoph Gödeker

Ulrike Schulz

Norbert Kaiser

CONTACT

Christoph Gödeker

Phone +49 3641 807-374

christoph.goedeker@iof.fraunhofer.de