

Haftfeste Beschichtung von PMMA – von der Prozessentwicklung zur industriellen Nutzung



Ulrike Schulz



Peter Munzert



Norbert Kaiser

Aufgrund seiner hervorragenden optischen Eigenschaften wird der Kunststoff Polymethylmethacrylat (PMMA) bevorzugt für die Substitution von Glas eingesetzt. Für Anwendungen in der Präzisionsoptik und Sensorik ist die Vergütung der Teile mit optischen Interferenzschichten erforderlich (Abb. 1). In Vakuumprozessen aufgebraute Beschichtungen auf PMMA zeigen jedoch meist nur eine sehr geringe Haftfestigkeit. Unter dem Einfluss von Vakuum-UV-Strahlung und hochenergetischer Teilchen dominieren Seitenkettenabbau und Degradation. Die an vielen Kunststoffen zur Haftverbesserung erfolgreich angewendeten Plasmavorbehandlungen der Substratoberfläche haben deshalb keinen positiven Effekt.

Ein am Fraunhofer IOF in Jena entstandenes Patent beschreibt den Schutz des PMMA-Substrats vor Degradation während des Beschichtungsprozesses durch eine ohne Plasmaeinwirkung aufgebraute erste Schicht [1]. Weitere Schichten können dann auch mit Plasmaeinwirkung, also mittels Elektronenstrahlverdampfung abgeschieden und auch durch Ionenbeschuss aus einem Plasma verdichtet werden. Eine auf diesem Prinzip basierende Technologie zur Entspiegelung von PMMA wurde in den vergangenen Jahren mehrfach in die industrielle Anwendung überführt. Die erreichbaren optischen Eigenschaften sind in Abb. 2 dargestellt.

Aktuelle Beispiele aus dem Jahr 2006 sind die Transferleistungen zu den Firmen Jenoptik Polymer Systems GmbH in Triptis und Fuji Magnetics GmbH in Kleve (Abb. 3 und 4). Traditionell auf die Fertigung von Kunststoffoptik durch Spritzgießen spezialisiert, haben beide Firmen in den letzten Jahren auch in moderne Beschichtungstechnik investiert. Das IOF war von Anfang an Kooperations-

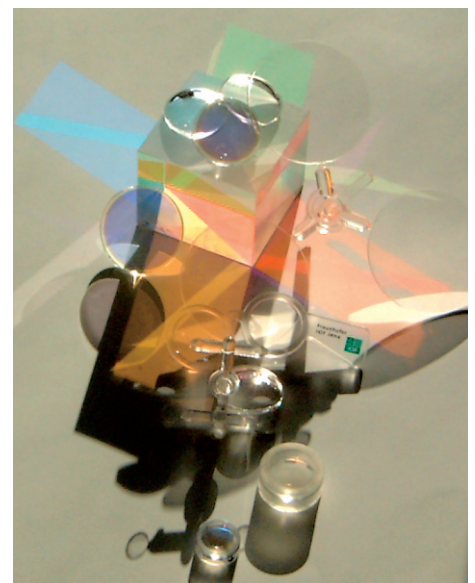
partner, so auch bei der Ausbildung des Fachpersonals für die Anlagenbedienung. Die Diplomingenieurinnen Yvonne Sölter und Tina Bräutigam fertigten in den Jahren 2003 und 2004 ihre Diplomarbeiten in der Gruppe Kunststoffbeschichtung des IOF an, bevor sie im Auftrag der Firmen speziell an der Beschichtungsanlage für die Kunststoffbeschichtung geschult wurden. Heute sind beide in ihren Firmen für die Beschichtung von Spritzgussoptik und die Einführung neuer innovativer Technologien verantwortlich. Für den PMMA-Prozess wurden mit den Industriepartnern zunächst Lizenzverträge geschlossen und anschließend wurde das spezielle Know-how in mehrtägigen Schulungen am IOF vermittelt.

Literatur:

- [1] Munzert, P.; Scheler, M.; Schulz, U.; Kaiser, N.: Fraunhofer-Gesellschaft, Optisches Schichtsystem und Verfahren zur haftfesten Beschichtung mit einem optischen Schichtsystem, DE10201492A1.

Abb. 1:
Beschichtete Kunststoffkomponenten.

Fig. 1:
Coated plastic lenses.



High-adherent coatings on PMMA – from process development to industrial application

Polymethylmethacrylat (PMMA) is preferred as a substitute for glass in optical components because of its excellent optical properties. The coating of the plastic parts with interference layers is required for precision optical and sensor applications (Fig. 1). However, coatings deposited on PMMA by vacuum processes typically show a bad adhesion to the substrate. Treatment with vacuum ultraviolet radiation or high energetic particles PMMA tends to result in side-chain decomposition and other types of degradation. Plasma treatments, successfully applied to improve the adhesion properties of many polymers, do therefore not show beneficial effects on PMMA.

A patent developed at IOF in Jena describes a coating process that provides good protection against degradation on PMMA solely by the absorption of damaging radiation in a first protective layer /1/. In a second step, further layers of interference systems can be deposited by applying electron beam

evaporation and plasma ion assistance. A broadband antireflection coating for PMMA that is based on this invention has been transferred to industrial applications several times in the last few years. Figure 2 shows the spectral performance obtainable.

Actual examples from 2006 are transfers to the companies Jenoptik Polymer Systems GmbH in Triptis and Fuji Magnetics GmbH in Kleve. Both companies specialize in injection molding for polymer optical systems and have invested in modern coating equipment and techniques in recent years (see Figs. 3 and 4). As co-operation partners, Fraunhofer IOF has not only delivered coating technologies but also trained the staff to run the coating machines. Yvonne Sölter und Tina Bräutigam completed their diploma theses in engineering in the polymer coatings working group at IOF in the years 2003 and 2004, respectively. Since then, both have qualified in the special field of vacuum coating on polymers at IOF, as contracted with the companies.

Abb. 2: Transmissionsspektren von PMMA mit und ohne Antireflexbeschichtung.

Fig. 2: Transmission spectra of PMMA before and after deposition of antireflective coating.

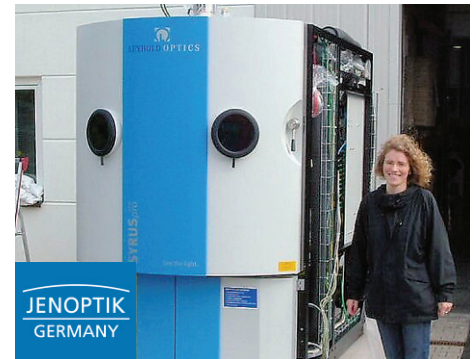
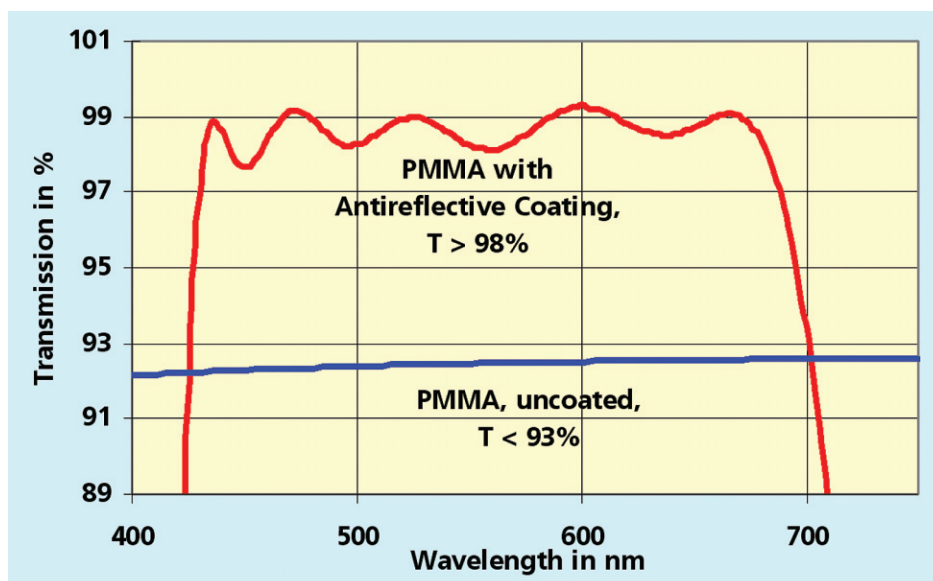


Abb. 3: Dipl.-Ing. Yvonne Sölter bei Anlieferung der Beschichtungsanlage zur Firma Jenoptik Polymer Systems in Triptis.

Fig. 3: Dipl.-Ing. Yvonne Sölter during delivery of the coating machine to Jenoptik Polymer Systems in Triptis.



Abb. 4: Dipl.-Ing. Tina Bräutigam vor der Beschichtungsanlage SyrusPro bei Fuji Magnetics in Kleve.

Fig. 4: Dipl.-Ing. Tina Bräutigam in front of her coating machine at the coating facility of Fuji Magnetics in Kleve.

Today, Yvonne and Tina are responsible for the coating of injection molding optics and the implementation of new innovative technologies in this field. In case of the PMMA process, license agreements were initially signed with partners in industry, and the special know-how has been taught at courses held at Fraunhofer IOF.

/1/ Munzert, P.; Scheler, M.; Schulz, U.; Kaiser, N.: Fraunhofer-Gesellschaft, Optisches Schichtsystem und Verfahren zur haftfesten Beschichtung mit einem optischen Schichtsystem, DE10201492A1.