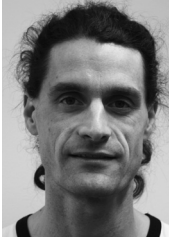


Hochreflektierende Beschichtungen auf Kunststoffoptiken



Peter Munzert



Ulrike Schulz



Norbert Kaiser

Die Metallisierung von spritzgegossenen und heißgeprägten Kunststoffoberflächen ist heute eine weit verbreitete Methode zur Erzeugung von Reflektoren. Für anspruchsvollere optische Systeme, wie z. B. für Projektionsanwendungen, ist es jedoch erforderlich die Lichtreflexion gegenüber dem Stand der Technik noch erheblich zu verbessern, was den Einsatz von Schichtdesigns und Beschichtungsverfahren aus der Präzisionsoptik notwendig macht. Bei der Beschichtung organischer Substratmaterialien treten aber nach wie vor vielfältige Probleme auf, deren Ursachen zumeist nicht bekannt sind /1/. Eines der Hauptprobleme ist dabei die unzureichende Haftfestigkeit der Schicht auf dem Kunststoffsubstrat /2/.

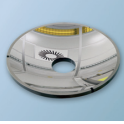
Die Entwicklung und Untersuchung von hochreflektierenden Metallschichten mit guter Haftung auf Kunststoffsubstraten war deshalb Gegenstand eines vom Land Thüringen geförderten Forschungsprojekts, an dem neben dem Fraunhofer IOF auch die Firmen JENOPTIK Polymer Systems GmbH in Triptis und Siegert TFT GmbH in Hermsdorf mitwirkten. Beispiele für dort während des Projekts beschichtete Kunststoffoptiken zeigt Abb. 1.

In Versuchen am Fraunhofer IOF Jena konnte gezeigt werden, dass Aluminium- und Silberschichten sowohl durch Vakuumbdampfung als auch durch Magnetronputtern auf vielen verschiedenen Kunststoffen durchaus haftfest abscheidbar sind, wenn bestimmte Prozessparameter eingehal-

ten werden. Die Höhe der erreichbaren Reflexion metallisierter Proben wurde bei den Kunststoffsubstraten durch die Rauigkeit der Oberfläche bestimmt. Wie in Abb. 2 dargestellt, ist die spektrale Reflexion einer aluminiumbeschichteten Zeonor®-Scheibe weitgehend mit dem beschichteten Glas identisch. Die rms-Rauigkeit dieser Scheibe betrug etwa 1,5 nm. Reflexionsverluste von bis zu 10 % zeigte dagegen eine beschichtete Tedur®-Scheibe, die aufgrund der schwierigen Verarbeitbarkeit im Spritzguss eine sehr raue Oberfläche (rms-Rauigkeit 11 nm) aufwies. Besonders hohe Reflexionswerte von über 97 % im sichtbaren Spektralbereich wurden sowohl mit geschützten Silberspiegeln als auch mit dielektrisch verstärktem Aluminium erzielt. Auch bei diesen Systemen wurde zwischen der Beschichtung auf Glas und Kunststoffproben mit guter Oberfläche kein Reflexionsunterschied festgestellt. Die dielektrischen Verstärkungsschichten erhöhen zudem die Klimastabilität der Aluminiumbeschichtung.

Literatur:

- /1/ Schulz, U.; Kaiser, N.: Vacuum coating of plastic optics, *Progress in Surface Science* 81 (2006) 387–401.
- /2/ Burkstrand, J. M.: Chemical interactions at polymer-metal interfaces and the correlation with adhesion, *J. Vac. Sci. Techn. B* 20 No. 3 (1982) 440–441.



Nowadays the metallization of injection molded and of hot embossed polymer surfaces is a widely-used method for the fabrication of reflectors.

Complicated optical systems, e.g. as used for projection applications, require much better light reflection than the current state of the art. Therefore special coating designs as well as vacuum coating processes typically used for precision optics are necessary. Coating organic substrate materials is still a task that is associated with multiple problems /1/. Insufficient adhesion of coatings on polymer substrates represents one of the main difficulties /2/.

A research and development project on highly reflective metal coatings with good adhesion on polymer substrates was carried out at the Fraunhofer IOF in collaboration with JENOPTIK Polymer

Systems (Triptis) and Siegert TFT GmbH (Hermisdorf), financially supported by the free state of Thuringia. Examples for coated optical parts are shown in Fig 1.

Test series that were coated at the Fraunhofer IOF demonstrated that aluminum and silver layers indicate good coating adhesion on many different polymers if they are deposited by vacuum evaporation as well as by magnetron sputtering, with consideration for certain process parameters. Maximum reflection values for metallized polymer samples were limited by the polymer's surface roughness. The spectral reflection of an aluminum coated Zeonor®-sample turned out to be equal to that of a coated glass substrate as shown in Fig. 2. The rms-roughness of this sample was about 1.5 nm. Reflection losses up to 10 % were measured for a Tedur®-sample that

was coated in the same run. Because of the unfavorable molding behavior of this high temperature polymer the surface roughness of this sample was up to rms 11 nm. Particularly high reflectance above 97 % was realized with a protected silver mirror as well as with dielectric enhanced aluminum. Applying these layer systems, excellent reflection properties have been obtained on several plastic substrates with smooth surfaces comparable to those on glass mirrors. Furthermore the dielectric layers used for reflection enhancement showed the ability to protect the aluminum coating against climatic influences.

References:

- /1/ Schulz, U.; Kaiser, N.: Vacuum coating of plastic optics, Progress in Surface Science 81 (2006) 387–401.
- /2/ Burkstrand, J.M.: Chemical interactions at polymer-metal interfaces and the correlation with adhesion, J. Vac. Sci. Techn. B20 No. 3 (1982) 440–441.



Abb. 1: Hochreflektierende optische Bauteile aus Kunststoff (©JENOPTIK Polymer Systems GmbH).

Fig. 1: High-reflective optical components of plastics (©JENOPTIK Polymer Systems GmbH).

Abb. 2: Vergleich der spektralen Reflexion gedampfter Aluminiumschichten auf Glas, Zeonor® und Tedur® mit der theoretisch erreichbaren Reflexionskurve.

Fig. 2: Comparison of the spectral reflection of evaporated aluminium coatings on glass, Zeonor® and Tedur® with the theoretical reflection curve.

