

Entwicklung von Laser-Prozess- und Systemtechnik zum Einbringen von funktionalisierenden Nanostrukturen in Spritzgusswerkzeuge

Development of laser-process- and system technique to produce functionalized nanostructures in injection-molding tools

Projektträger | Fördermittelgeber: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), Programm: ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Executing Organisation: German Federation of Industrial Research Associations (AiF), Program: ZIM – Central Innovation Program SEM | Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi)

Aufgabenstellung

Zur Reduzierung der sogenannten Fresnel-Verluste an spritzgegossenen optischen Komponenten soll in diesem Forschungsprojekt die Oberfläche des formenden Spritzgusswerkzeugs mit einem ultrakurzgepulsten Lasersystem (UKP-Lasersystem) bearbeitet werden. Für die Reduzierung der Verluste werden periodische Strukturen in der Größenordnung unterhalb der Wellenlänge des zu transmittierenden Lichts und somit von wenigen Nanometern im Durchmesser benötigt. Als Verfahren zur Erzeugung dieser Nanostrukturen wird der Ansatz der direkten Laserinterferenzstrukturierung (DLIP) angewendet.

Vorgehensweise

Aufgrund der genaueren Analyse- und Abgleichmöglichkeiten von periodischen Nanostrukturen mit Strukturperioden im Bereich von 1064 nm werden mit einem UKP-Lasersystem der Wellenlänge 1064 nm Felder mit unterschiedlicher Periodizität in verschiedene Werkzeuge eingebracht. Danach werden Abformversuche nach dem sogenannten Variotherm-Prinzip (VTP) durchgeführt.

Ergebnisse

Die mit der Wellenlänge 1064 nm erzeugten Strukturen im Spritzgusswerkzeug haben eine Periodizität zwischen 760 nm und 1070 nm. Außerdem wurde durch das VTP eine hervorragende Abformbarkeit erreicht. Um die geforderten Strukturgrößen < 400 nm zur Reduzierung der Fresnel-Reflexionen zu erzielen, wurden für die anschließenden Versuche kürzere Wellenlängen wie beispielsweise 532 nm herangezogen. Mit dieser Wellenlänge wurden Strukturperioden im Bereich 360 nm – 590 nm realisiert.

Task

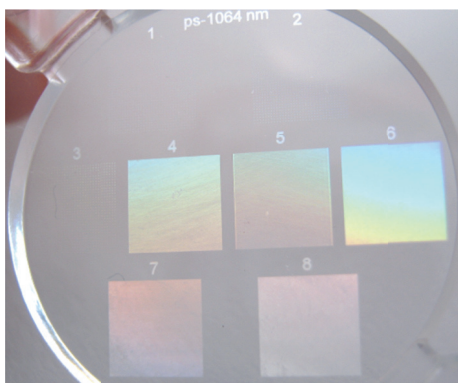
In this research project an ultrashort pulsed laser system (USP laser system) engraves structures in nanometer dimension in the surface of injection molding tools to reduce the so called Fresnel losses at the optical boundary layers of injection molded optical components. Periodic structures in the dimension below the wavelength of the transmitting light are needed for the reduction of these losses. The method to create these nanometer structures is the direct laser interference structuring method (DLIP).

Approach

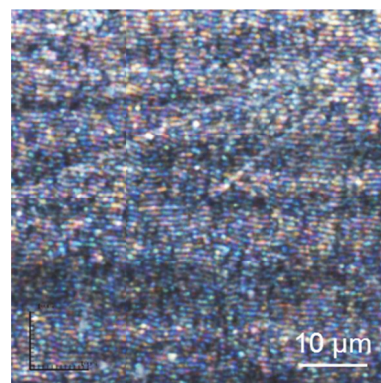
Because of the more accurate analyzing and comparing possibilities of periodic nanometer structures within the area of 1064 nm fields with different periodicity were created in tools with an USP laser system with 1064 nm wavelength. After that molding test were done with the so called variotherm principle (VTP).

Results

By using an USP laser system at 1064 nm wavelength the engraved structures in the injection molding tool have a periodicity of 760 nm to 1070 nm. Also the quality of molded structures was excellent by use of the VPT. To achieve the demanded structure dimensions of < 400 nm, next tests were done with shorter wavelengths like 532 nm to reduce the Fresnel reflection. Periodic nanostructures with periods in the range of 360 to 590 nm were realized by using 532 nm wavelength.



Spritzgussprobe (Polycarbonat) mit Nanostrukturen
Injection-molded sample (polycarbonate) with nanostructures



Vergrößerte Aufsicht eines abgeformten Feldes
Magnificated top view of a molded field