

Antragstyp Schwerpunktprogramm - Einzelantrag - Neuantrag

Type of Proposal Priority Programme - Individual Proposal - New Proposal

Antragsdauer / Requested Duration 36 Monate / 36 months

Fach Strukturierung und Funktionalisierung

Subject Area Structuring and Functionalisation

Rahmenprojekt / Framework Project SPP 2171

Titel **Dynamische Benetzung laserinduzierter periodischer Oberflächenstrukturen**

Title **Dynamic wetting of laser-induced periodic surface structures**

Geschäftszeichen / Reference No. **MU 1803/21-1**

Antragsteller / Applicant **Professor Dr.-Ing. Frank. A. Müller**
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Otto-Schott-Institut für Materialforschung (OSIM)
Lehrstuhl für Oberflächen- und Grenzflächentechnologien
Jena

Beantragte Mittel / Budget Request:

	Beantragt / Requested		
Dauer [Monate] / Duration [Months]	36		
MU 1803/21-1			
Summe / Total [Euro]	194.550		
Professor Dr.-Ing. Frank. A. Müller			
	Anz. / No.	Dauer / Duration	Euro
Personalmittel / Funding for Staff			145.100
Doktorandin/Doktorand und Vergleichbare 75 % / Doctoral Researcher or Comparable 75 %	1	36	145.100
Sachmittel / Direct Project Costs			49.450
Geräte bis 10.000 Euro, Software und Verbrauchsmaterial / Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables			35.500
Publikationen / Publications			2.250
Reisen / Travel			9.200

Sonstiges / Other			2.500
-------------------	--	--	-------

Zusammenfassung

Unser Forschungsvorhaben konzentriert sich auf die dynamische Benetzung von flexiblen Polymersubstraten. Zu diesem Zweck werden wir spezifische Mikro- und Nanostrukturen auf der Oberfläche von dehnbaren Polymeren realisieren. Das Benetzungsverhalten wird durch die Oberflächenfunktionalisierung und verschiedene externe Auslöser gesteuert. Die Mikro- und Nanostrukturen werden auf einem metallischen Mastersubstrat in Form von sogenannten laserinduzierten periodischen Oberflächenstrukturen (LIPSS) mit Hilfe eines fs-Lasers hergestellt. Anschließend wird das LIPSS-Modell in einem Replika-Gießverfahren auf flexible und dehnbare Polymerproben übertragen. In einem ersten Ansatz werden hydrophile und hydrophobe Oberflächengruppen durch ein sequentielles Verfahren mittels Hydroxylierung und selektiver Silanisierung an die strukturierte Oberfläche gekoppelt. Im Kontakt mit Wasser zeigen die so vorbereiteten Proben superhydrophobes Verhalten aufgrund von rauigkeitsinduzierten Lufteinschlüssen. Das Strecken der Probe reduziert den Kontaktwinkel, da die Rauheit reduziert wird und eine zunehmende Anzahl hydrophiler Funktionsgruppen mit dem Wassertropfen in Kontakt kommt. Bei anhaltender Dehnung wird die Oberfläche durch die zunehmende spezifische Menge an polaren Gruppen hydrophil. Auf diese Weise kann die Benetzbarkeit des Polymers durch mechanische Verformung über einen weiten Bereich reversibel eingestellt werden. Unser zweiter Ansatz basiert auf der Elektrobenetzung von polarisierten ferroelektrischen Polymeren. Hier kann der Kontaktwinkel durch eine externe Spannung zwischen dem Wassertropfen und dem Substrat gesteuert werden. Basierend auf dem Pyro- bzw. Piezoeffekt des ausgewählten Polymers kann der Kontaktwinkel durch Temperatur oder mechanische Belastung als externer Auslöser eingestellt werden. Der Startpunkt des Kontaktwinkels und damit der maximale Arbeitsbereich wird durch das LIPSS-Modell festgelegt, das durch den Replika-Gießprozess auf die Polymere übertragen wird.

Summary

Our research proposal focuses on the dynamic wetting of flexible polymer substrates. For this purpose we will realize specific micro- and nanostructures on the surface of stretchable polymers. The wetting behavior is controlled by surface functionalization and various external triggers. The micro- and nanostructures are produced on a metallic master substrate in the form of so-called laser-induced periodic surface structures (LIPSS) using an fs-laser. The LIPSS model is then transferred to flexible and stretchable polymer samples in a replica casting process. In a first approach, hydrophilic and hydrophobic surface groups are coupled to the structured surface by a sequential process of hydroxylation and selective silanization. In contact with water the prepared samples show superhydrophobic behaviour due to roughness induced air inclusions. Stretching the specimen reduces the contact angle as roughness is reduced and an increasing number of hydrophilic functional groups come into contact with the water drop. With prolonged elongation, the surface becomes hydrophilic due to the increasing specific amount of polar groups. In this way, the wettability of the polymer can be reversibly adjusted over a wide range by mechanical deformation. Our second approach is based on the electro-wetting of polarized ferroelectric polymers. Here the contact angle can be controlled by an external voltage between the water drop and the substrate. Based on the pyro or piezoelectric effect of the selected polymer, the contact angle can be adjusted by temperature or mechanical stress as an external trigger. The starting point of the contact angle and thus the maximum working range is determined by the LIPSS model, which is transferred to the polymer by the replica casting process.

