

High Fidelity Replication of Nanostructures

Analyse des Abformverhaltens von Nanostrukturen

Institut für nanotechnische Kunststoff-Anwendungen, www.fhnw.ch/technik/inka

Prof. Dr. Jens Gobrecht, Betreuer, jens.gobrecht@fhnw.ch
 Christian Rytka, Betreuer, christian.rytka@fhnw.ch
 Urs Bruggisser, Student, urs.bruggisser@students.fhnw.ch

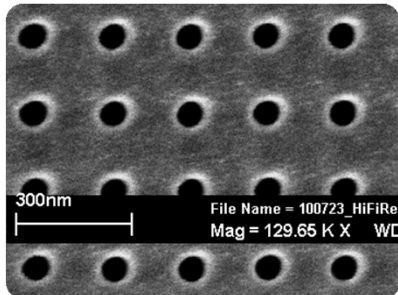


Abb. 1: 70nm Lochstruktur in Polycarbonat

Schwerpunkt

NANOTECHNOLOGIE, KUNSTSTOFF-TECHNIK, STRUKTURABFORMUNGEN

Schlüsselbegriffe

SPRITZGIESSEN, WAFER-KLEMMINSATZ, SEM-/AFM-ANALYSE, VARIOTHERMES SPRITZGIESSVERFAHREN

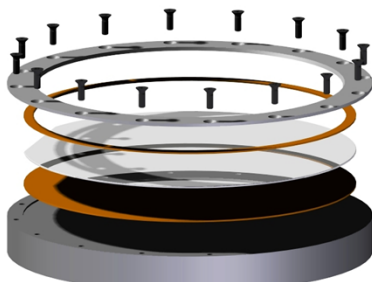


Abb. 2: Schematischer Aufbau der Klemmvorrichtung für 4"-Wafer



Abb. 3: Klemmvorrichtung für 4"-Wafer im Einsatz

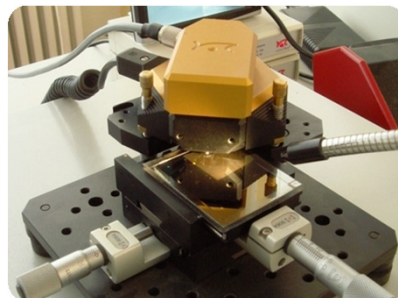


Abb. 4: Nanosurf-AFM (easyScan2)

Kontext

Im Rahmen eines Forschungsprojekts der Firma EULITHA AG und in Zusammenarbeit mit dem Institut für nanotechnische Kunststoff-Anwendungen der Fachhochschule für Technik in Windisch wurde das Abformverhalten von nanostrukturierten Silizium-Wafer im Spritzgiessprozess untersucht. Durch das Aufbringen von Nanostrukturen auf Oberflächen lassen sich deren Eigenschaften gezielt verändern. Anwendungsbeispiele sind: Benetzbarkeit von Oberflächen, Beeinflussung der Zellhaftung, Bioanalysegeräte, Optoelektronik etc.. Durch die hohe Reproduzierbarkeit und die kurzen Zykluszeiten stellt das Spritzgiessen eine interessante Verarbeitungsmethode für das Abformen von Nanostrukturen dar. Über die Qualität und Homogenität der abgeformten Strukturen war aber bislang nur wenig Wissen vorhanden. In praktischen Versuchen wurde eine Vielzahl von verschiedenen Nanostrukturen abgeformt und analysiert. Als Master wurden dafür nanolithographisch strukturierte 4"-Wafer aus Silizium verwendet. Es stellte sich heraus, dass sowohl die Materialwahl als auch die Prozessparameter einen signifikanten Einfluss auf die Abformqualität haben. Zudem konnte gezeigt werden, dass sich nicht alle Strukturformen gleich gut für den Spritzgiessprozess eignen und es unter bestimmten Umständen zu Schäden an den Silizium-Mastern kommt. Die Analyse der abgeformten Strukturen wurde mit einem Rasterelektronenmikroskop (SEM; Abb. 1, 6) sowie einem Rasterkraftmikroskop (AFM; Abb. 5) ausgeführt. Durch die teils sehr kleinen Abmessungen (<30nm) der abgeformten Strukturen wurde das Auflösungsvermögen der Analysegeräte sehr schnell ausgereizt.

Resultate

Zunächst mussten die Wafer auf eine verlässliche Weise in das bereits vorhandene Spritzgiesswerkzeug eingespannt werden. Nach mehreren Versuchen bewährte sich ein einfacher Klemmechanismus (Abb. 2, 3). Das Verkleben und Löten der 4"-Silizium-scheiben stellte sich als impraktikabel heraus. Für die Versuche wurde PS, COC und verschiedene PC-Typen verarbeitet. Für das Erreichen qualitativ guter Strukturabformungen sind hohe Einspritzgeschwindigkeit, hohe Massen- und Werkzeugtemperatur, sowie der Einsatz eines gut fließenden Polymers von Vorteil. Um eine defektfreie Abformqualität (sowohl Si-Master, als auch Replikat) zu erzielen wird ein variothermes Spritzgießverfahren empfohlen. Bei filigranen Säulen- und Linienstrukturen waren zudem Schädigungen an den Silizium-Wafern auszumachen (Abb. 6). Der Versuch, die Strukturen mit widerstandsfähigen Barrieren zu schützen, zeigte nur geringfügige Verbesserungen.

Valorisierung

Es konnte eine praxistaugliche Wafer-Fixierung mittels einer einfachen Klemmvorrichtung erarbeitet und getestet werden, welche in der Folgearbeit dieses Projekts nochmals verbessert wurde. Die Spritzgegossenen Nanostrukturen erschienen unter dem Rasterelektronenmikroskop sehr regelmässig - die AFM-Messungen zeigten allerdings, dass die Strukturiefen noch nicht zufriedenstellend abgeformt wurden. Die Langzeitfestigkeit der Si-Master ist noch nicht ausreichend.

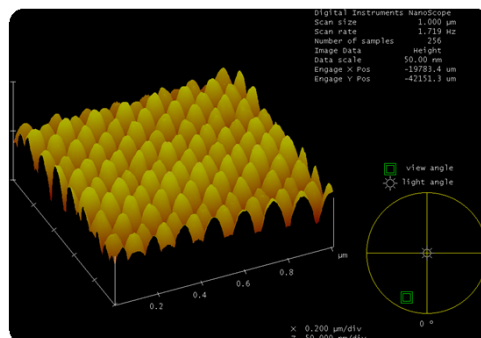


Abb. 5: Höhenprofil einer abgeformten Säulenstruktur

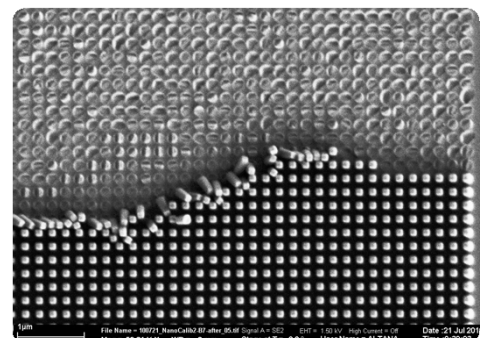


Abb. 6: Master-Schädigung, Si, 60nm Säulenstruktur