

Projektseminar

„Ultrapräzisionsgefertigte hybride optische Bauteile“

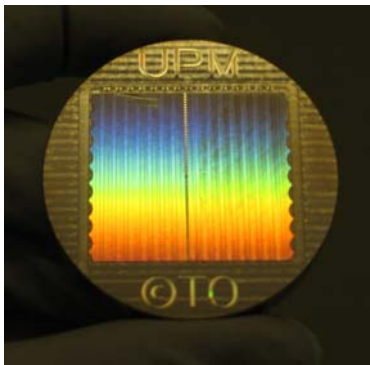


Abb. 1: Mittels Ultrapräzisionsfräsen hergestelltes Beugungsgitter

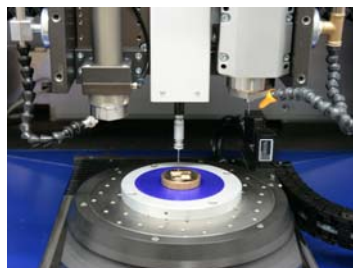


Abb. 2: Kugler Microgantry nano5x



Abb. 3: Mit ps-Laserpulsen erzeugte Struktur in Quarzglas (Periode = 14 μm .)

Motivation

Sowohl Highend-Anwendungen wie beispielsweise in der Luft- und Raumfahrttechnik als auch zukünftige Produktgenerationen im Consumerbereich stellen immer höhere Anforderungen an die Qualität optischer Systeme bei gleichzeitiger Reduktion von Baugröße und Gewicht. Neuartige Herstellungsverfahren ermöglichen die Kombination unterschiedlicher Prinzipien zur Manipulation von Licht (Beugung, Brechung, Reflexion) und somit die Integration mehrerer optischer Funktionen innerhalb eines hybriden optischen Elementes. Neben der daraus resultierenden Miniaturisierung ist ein weiterer Vorteil die Justage optisch funktionalisierte Oberflächen zueinander während des Herstellungsprozesses im Submikrometerbereich. Somit können mit hybriden optischen Elementen bestehende Systeme bezüglich Gesamtpomformance, Gewicht, Größe und Herstellungskosten optimiert sowie zusätzliche Anwendungsgebiete erschlossen werden.

Beschreibung der Tätigkeit

Ziel des Projektes ist, ein optisches System, bestehend aus einem diffraktiven optischen Element (DOE) und einem fokussierenden Spiegel, durch ein hybrides Bauteil, welches beide optischen Funktionen vereint, zu ersetzen. Für die Fertigung wird die Ultrapräzisionsbearbeitungsanlage der Firma Kugler (Abb. 2) im Zentrum für Mikro- und Nanotechnologien (ZMN) zum Einsatz kommen, welche speziell für die Herstellung feinsten Strukturen und Bauelemente mit optischer Oberflächenqualität ausgelegt ist (Abb. 1, Abb. 3). Die in das Bearbeitungszentrum integrierten Bearbeitungsmodi: Ultrapräzisionsfräsen, Flycutting und ps-Laserablation ermöglichen in Verbindung mit der 5-Achssimultanbearbeitung größtmögliche Flexibilität wie sie für die Fertigung hybrider optischer Bauteile erforderlich ist.

Die Vielzahl der möglichen Variationen innerhalb jedes Bearbeitungsmodus erfordert insbesondere für die ps-Laserablationsprozesse eine systematische Untersuchung des Parameterraumes. Hierfür wird vorab eine Versuchsplanung das Vorgehen definieren, mit dem alle bearbeitungsrelevanten Parameter und deren

Auswirkung mit einer möglichst geringen Anzahl an Versuchen erfasst werden können. Am Ende wird eine Datenbasis zur Verfügung stehen, die die Fertigung eines Prototypen mit der erforderlichen Qualität ermöglicht. Parallel zur Technologieentwicklung werden unterschiedliche Ansätze zur Lösung der Problemstellung theoretisch untersucht. Abschätzungen sollen dabei klären, welches Verfahren unter Berücksichtigung technologischer Randbedingungen favorisiert wird und welche optischen Spezifikationen inklusive typischer Fertigungstoleranzen erreicht werden können. In der anschließenden Designphase wird die Berechnung und Simulation des Elementes sowie die Erstellung der Fertigungsdaten erfolgen. Abschliessend wird das Bauteil einer Oberflächenvermessung unterzogen und optisch charakterisiert. Dies soll klären, ob die zuvor festgelegten Spezifikationen erfüllt werden können. Treten starke Abweichungen von den erwarteten und simulierten Ergebnissen auf, wird eine weitere Untersuchung des Bauteils erforderlich sein.

Neben fachlichen Schwerpunkten, wird dieses Projekt am Beispiel eines aktuellen Forschungsschwerpunktes einen Eindruck einer industriellen Produktentwicklung von der Entwicklung der Technologie über die Festlegung der Spezifikationen für ein Angebot bis hin zur Auslieferung eines Prototypen vermitteln.

Arbeitspakete

- Erstellung einer Versuchsplanung (Design of Experiment) zur systematischen Untersuchung der ps-Laserbearbeitungsparameter in enger Zusammenarbeit mit anderen Fachgebieten
- Berechnung, Simulation und Tolerancing optischer Bauteile
- Festlegung optischer Spezifikationen auf Basis technologischer Randbedingungen
- Herstellung des Bauteils mit zuvor erarbeiteten Bearbeitungsparametern
- Optische Charakterisierung und Vermessung der Oberfläche des Bauteils

Größe der Projektgruppe:

3-4 Masterstudenten

Ansprechpartner:

Dipl. Ing. Roman Kleindienst (69-2488; roman.kleindienst@tu-ilmenau.de; Haus M, 211)

Prof. Stefan Sinzinger (69-2490; stefan.sinzinger@tu-ilmenau.de; Haus M, 201)