



## VIERSTRAHL-INTERFERENZ-STRUKTURIERUNG VON METALLEN

### Aufgabenstellung

Die Nanotechnologie ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts, die durch die besonderen Eigenschaften nanoskaliger Strukturen eine Vielzahl neuer Produkte prägt. Mit Methoden der modernen Lasertechnologie lassen sich diese Funktionalitäten wirtschaftlich für unterschiedliche Branchen nutzen, um damit funktionale Oberflächenstrukturen zu generieren, um beispielsweise Benetzung, Adhäsion oder Lichtleitung zu beeinflussen.

### Vorgehensweise

Zur Erzeugung nanoskaliger Strukturen mit lasertechnischen Verfahren wurde eine Vierstrahlinterferenz-Anlage realisiert, bei der mit einer 1-D- bzw. 2-D-Phasenmaske der Laserstrahl in zwei bzw. vier kohärente Teilstrahlen aufgeteilt und mit einer Schwarzschildoptik unter einem vorgegebenen Winkel überlagert wird. Das so entstehende Interferenzmuster wird verwendet, um unterhalb der Beugungsgrenze Strukturen im Material zu generieren. Die Schwarzschildoptik besteht aus einem kleinen primären konvexen Spiegel und einem größeren sekundären konkaven Spiegel. Dieses Objektiv ist frei von chromatischer und sphärischer Aberration und selbst Koma und Astigmatismus können korrigiert werden. Aufgrund dieser Eigenschaften ist es möglich, Laserquellen, die nur eine kurze Kohärenzlänge besitzen, zur Interferenz-Strukturierung zu verwenden. Als Laserquelle wurde ein frequenzverdreifachter Nd:YAG-Laser mit einer Pulslänge von 10 Pikosekunden eingesetzt.

### Ergebnis

Mit dem System wurden Löcher mit einem Durchmesser von ca. 350 nm in einer quadratischen Anordnung generiert. Die Tiefe der Löcher beträgt ca. 300 nm. Über die Pulsenergie des Lasers und über die Pulsanzahl ist die Tiefe dabei regelbar. Die Periode der Struktur wird von der verwendeten Wellenlänge und von der numerischen Apertur des eingesetzten Schwarzschildobjektivs vorgegeben und beträgt hier ca. 700 nm. Mit entsprechender Strahlaufweitung und ausreichender Pulsenergie des Lasers können so mehr als 100 000 Löcher mit einem Laserpuls erzeugt werden. Diese Strukturen wurden in verschiedenen Metallen wie Stahl, Messing, Kupfer oder Aluminium bereits realisiert.

### Anwendungsfelder

Nanostrukturen finden immer mehr Anwendung im Bereich der Photovoltaik zur Oberflächenvergrößerung. In der Bio- und Medizintechnik dienen sie als ortsselektive, funktionelle Oberflächen. Auch zur Reibungsminimierung oder als Sicherheitskennzeichnung bzw. Plagiatenschutz, ähnlich dem Barcode, können sie eingesetzt werden. Derart strukturierte Stahl- oder Kupferbauteile dienen als Master in der Spritzguss- oder Prägetechnik.

### Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Stefan Beckemper  
Telefon +49 241 8906-325  
stefan.beckemper@ilt.fraunhofer.de

Dr. Jens Holtkamp  
Telefon +49 241 8906-273  
jens.holtkamp@ilt.fraunhofer.de

- 3 AFM-Scan einer Lochstruktur in Stahl.
- 4 AFM-Scan einer Linienstruktur in Messing.
- 5 Großflächige Nanostruktur in Stahl.

Änderungen bei Spezifikationen und anderen technischen Angaben bleiben vorbehalten. 03/2012.