

Charakterisierung von Laserstrahlfoki mittels SNOM- Faserspitzen und Anwendungen einer 405nm Optical Pickup Unit

H.Buse, T. Sobczak, F.Buchmüller, S.Ernst, R.Parkin*, H.Kreitlow

Fachhochschule Oldenburg / Ostfriesland / Wilhelmshaven Constantiaplatz 4 26723 Emden

* Mechanical and Manufacturing Engineering / Loughborough University Leicestershire LE11 3TU UK

<mailto:hauke.buse@fho-emden.de>

Die etablierten Verfahren zur Strahlprofilvermessung sind nur bei kleinen Aperturen anwendbar. Durch das vorgestellte System kann hierfür eine höhere Auflösung erreicht werden. Dieses System wurde zur Strahlvermessung u.a. an einer 405nm Optical Pickup Unit erprobt, die zur Oberflächen- Charakterisierung und zur Strukturierung von Photolackschichten modifiziert wurde.

1 Grundlagen

Das ideale Profil eines TEM₀₀ Laserstrahls hat eine gausförmige Intensitätsverteilung (Abb.1).

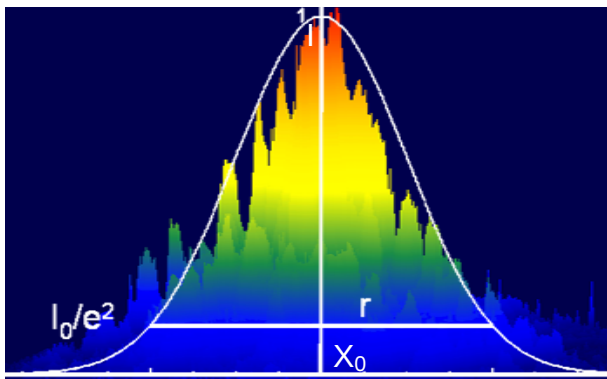


Abb. 1 Messdatendarstellung im Vergleich mit einem Gaussprofil

Die Intensitätsverteilung $I(x,y)$ eines solchen Strahls wird von Chapple [1] wie folgt beschrieben:

$$I(x, y) = I_0 \exp \left[- \frac{((x - x_0)^2 + (y - y_0)^2)}{r^2} \right]$$

Wobei I_0 die Maximalintensität am Punkt x_0 darstellt und r den Radius an der Stellen I_0/e^2 .

2 Vermessungsverfahren

Die klassischen Strahlvermessungsverfahren wie z.B. das Schneidenverfahren oder die Charakterisierung mittels CCD Kameras sind in der Literatur hinreichend beschrieben und werden hier nicht weiter behandelt. Ihnen gemein ist die Limitierung seitens der Ortsauflösung bzw. die Integrale Messmethodik beim Schneidenverfahren, die eine Auflösung von lokalen Maxima (sog. "Hot-Spots") nicht erlaubt.

3 Fokusvermessung mit Glasfaserpitzen

Der grundsätzliche Aufbau des Messsystems mit Glasfaserpitzen ist in Abb.2 dargestellt. Hierbei dient die Spitze (Apertur ~100nm) einer Mono-mode Glasfaser (vgl. [3]) als Messwertaufnehmer, welche hochauflösend dreidimensional durch den zu vermessenden Laserstrahl geführt wird.

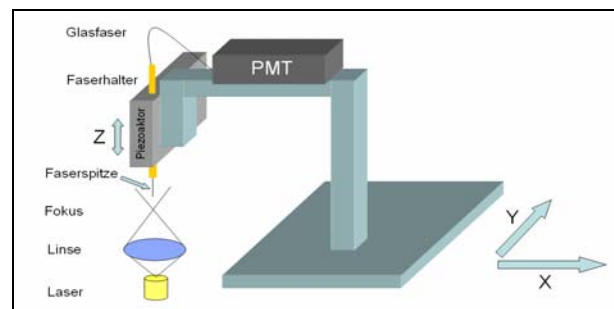


Abb. 2 Schematischer Aufbau des Systems

Ergebnisse von Messungen mit diesem System sind in Abb.3 beispielhaft für den Strahlaustritt einer Blu-Ray[®] Optical Pickup Unit (OPU; 405nm) zu sehen.

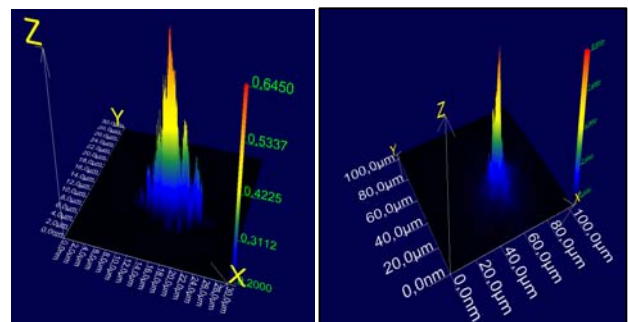


Abb. 3 Strahlprofil einer Blu-Ray Optical Pickup Unit (Auflösung 150nm/div + 1µm/div)

4 Oberflächencharakterisierung via 405nm OPU

Die in Abschnitt 3 charakterisierte Optical Pickup Unit (OPU), deren schematischer Aufbau in Abb.4 (rechts) dargestellt ist, wird verwendet um Topografien technischer Oberflächen zu ermitteln.

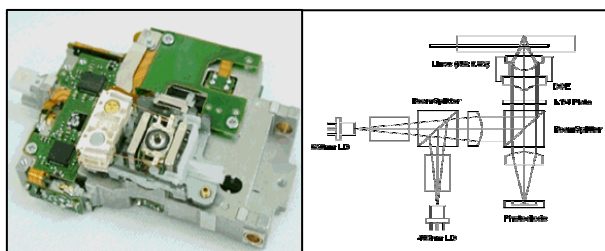


Abb. 4 Optical Pickup Unit (OPU)

Als Beispiel dient hier eine Teststruktur für Rasterelektronenmikroskope (REM) der Firma Plano (S1930). Abb. 5 (links) zeigt eine REM Aufnahme dieser Struktur, im rechten Bild ist die 2D Darstellung der mit der 405nm OPU erhaltenen Messergebnisse zu sehen

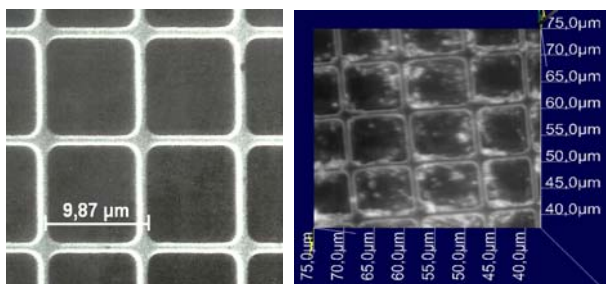


Abb. 5 Teststruktur S1930

Einen dreidimensionalen Eindruck vermittelt Abb.5: Im linken Bereich ist die rasterkraftmikroskopische Aufnahme (AFM) der Struktur dargestellt, rechts das 3D Bild der mit dem hier entwickelten System gewonnenen Messdaten.

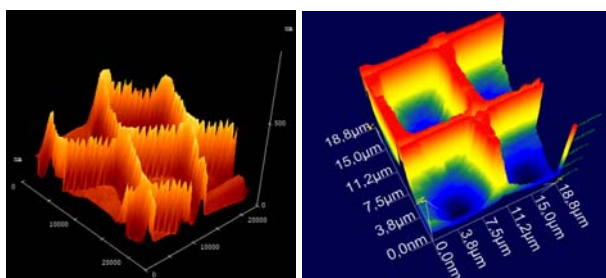


Abb. 6 Dreidimensionale Ansichten der Test Struktur S1930

5 Oberflächenstrukturierung via 405nm OPU

Über die Verwendung zur Oberflächencharakterisierung hinaus wurde der Einsatz der OPU zur Mikro- und Nanostrukturierung von Photolackoberflächen evaluiert. Beispiele zur Strukturierung sind im Folgenden (a) die Nachbildung einer Haifisch-

haut, (b) ein Graustufen-Punktraster und (c) ein Dammgitter (Fan-Out Element) zur Strahlteilung.

a.) Haifischhaut ähnliche Struktur (vgl.[4]) , die zum Einen die Anhaftung von Seepocken minimieren sowie zum Verzicht auf umweltschädliche Antifoulings beitragen kann, und zum Anderen strömungsgünstige Eigenschaften besitzt.

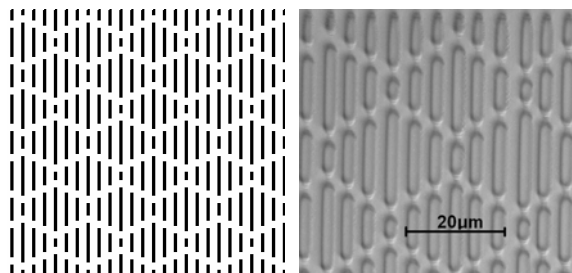


Abb. 7 Haifischhautstruktur, links: Computermmodell, rechts :Mikroskopische Aufnahme der Fotolackstruktur

b.) Graustufen-Punktraster

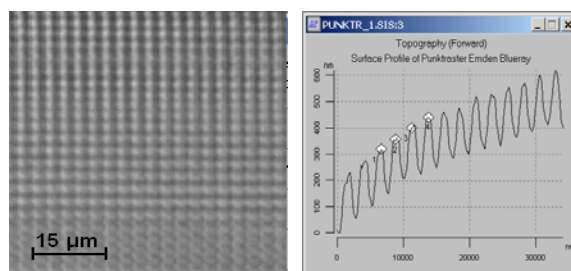


Abb. 8 Graustufenstruktur, links: Mikroskopische Aufnahme, rechts: AFM Höhenverlauf

c.) Damman Gitter zur Strahlteilung

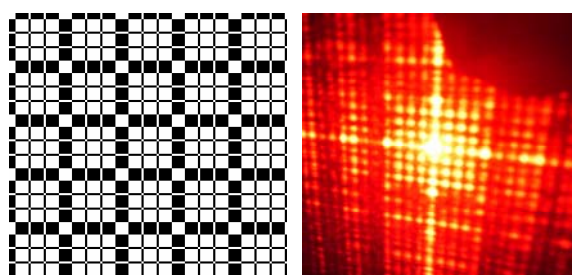


Abb. 9 Dammanngitter, links Computermmodell, rechts: Beugungsbild der Struktur

Literatur

- [1] P.B.Chapple, Opt. Eng. 33, 2461 (1994)
- [2] R.L.McCally, Appl. Opt. 23, 2227 (1984)
- [3] H.Buse,F.Ahnepohl,F.Buchmüller,R.Parkin,
H.Kreitlow DGAO Proceedings 107 (2006)
- [4] Anthony B. Brennan et al. , Biofouling, 22(1), 11-21
(2006)