



Sven Schröder



Tobias Herfurth



Tobias Berlin¹



Thomas Brückner



Angela Duparré

Während neue Technologien zur Oberflächenbearbeitung wie Diamant-Drehen oder Subapertur-Polishing die Herstellung immer komplexerer Komponenten (große Durchmesser, Freiformflächen) ermöglichen, sieht sich die Messtechnik mit immer größeren Herausforderungen konfrontiert, um mit diesen Entwicklungen Schritt zu halten. Es besteht dringender Bedarf an geeigneten Werkzeugen zur sensitiven und schnellen Bewertung der Rauheit von großen und gekrümmten Oberflächen.

Streulicht-basierte Techniken sind bestens dafür geeignet, diese Anforderungen zu erfüllen. Sie sind schnell, robust und berührungslos. Überraschend einfache Beziehungen zwischen Rauheit und Streulicht ermöglichen die direkte Messung der Oberflächenrauheit durch Analyse des gestreuten Lichts /1/.

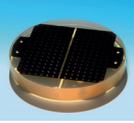
In den letzten Jahren wurden Streulichtmesssysteme am Fraunhofer IOF entwickelt, die hinsichtlich Einsatzmöglichkeiten und Leistungsfähigkeit den internationalen Stand der Technik bestimmen /2/. Diese Systeme sind nun zwar äußerst sensitiv und flexibel, aufgrund ihrer Komplexität aber auf den Einsatz im Labor beschränkt. Um den speziellen Anforderungen an produktionsnahe Messtechnik zu begegnen, wird auf Basis bestehender Technologien und Kompetenzen ein neuartiges System entwickelt. Für die marktorientierte Umsetzung von FuE-Ergebnissen bietet das BMBF-geförderte Applikationszentrum amos hervorragende Voraussetzungen (FKZ 16SV3596).

Das Messsystem ist in Abb. 1 dargestellt. Als Lichtquellen werden Leuchtdioden eingesetzt. Die Detektion basiert auf einem hochsensitiven CMOS-Sensor. Das modulare System lässt sich an verschiedenste Messaufgaben anpassen. Zusammen mit den Auswerteprozeduren stellt es einen kompakten Sensor zur Rauheitsmessung dar. Der Anwendungsbereich umfasst die Untersuchung glatter Präzisionsoberflächen und Schichten bis hin zu technischen Oberflächen.

Zwei Beispiele sollen die Fähigkeit des Sensors zur Messung von Oberflächenrauheiten im Nanometer-Bereich durch hochsensitive Streulichtdetektion und -analyse demonstrieren. Aus der Streulichtverteilung des titanbeschichteten Glassubstrats in Abb. 2 kann auf eine stark anisotrope Rauheit von 0,7 nm rms im entsprechenden Ortsfrequenzbereich geschlossen werden. Die auffälligen Beugungspeaks im Streulicht der diamantgedrehten Oberfläche in Abb. 3 werden durch Drehrillen verursacht. Darüber hinaus wird aber auch isotropes Streulicht beobachtet, das im Zusammenhang mit Rattermarken und der Oberflächenmikrostruktur steht. Beide Faktoren tragen zur Rauheit bei, deren Mittelwert zu 7 nm bestimmt wurde.

Literatur:

- /1/ Schröder, S.; Duparré, A.: Finish assessment of complex surfaces by advanced light scattering techniques, SPIE Optical Fabrication, Testing, and Metrology, 2–5 Sept. 2008, Glasgow, Proc. SPIE 7102 (in print, 2008).
- /2/ Duparré, A.; Glicch, S.; Schröder, S.: Fraunhofer IOF Annual Report 2007.



While new manufacturing methods such as advanced diamond turning or subaperture polishing enable the processing of increasingly complex surfaces (larger diameter, freeform surfaces), metrology faces increasingly challenging demands to keep up with these developments. There is an urgent need for tools which enable surface finish to be assessed sensitively, rapidly, and even on large and curved surfaces.

Light scattering based techniques are best suited to meet these requirements. They are fast, robust, and non-contact. Surprisingly simple relationships between the roughness and scattering make it possible to directly measure surface roughness by analyzing scattered light /1/.

In recent years, light scattering measurement systems were developed at the Fraunhofer IOF which define the international state-of-the-art concerning both scope and parameters of performance /2/. These instruments are highly sensitive and flexible but are restricted to laboratory use. To meet the specific requirements for production-oriented characterization tools, a new instrument is currently being developed based on existing technologies and knowledge. For the purpose of such market-oriented R&D-exploitation, the BMBF-funded application center amos provides excellent conditions (FKZ 16SV3596).

The instrument shown in Fig. 1 is the result of downsizing existing tools for light scattering measurements. Laser diodes are used as light sources and the detection is based on a high-sensitive CMOS sensor. The instrument is designed as a modular tool which can be adapted to solve various measurement tasks. Together with integrated data evaluation procedures, it represents a compact sensor which can be brought

to or traced along a sample to measure its surface roughness. The application range comprises the measurement of smooth ultra-precision optical surfaces and coatings up to engineering surfaces.

Two examples illustrate the capabilities of the instrument to measure surface roughness in the nanometer range through high-sensitive light scattering detection and analysis. The scattering distribution of the titanium-coated glass substrate shown in Fig. 2 reveals a strong anisotropic roughness of 0.7 nm rms in the corresponding spatial frequency range. The scattering of the diamond-turned surface, shown in Fig. 3, reveals strong peaks caused by turning marks. In addition, isotropic scattering can be observed which is related to tool jitter and the granular microstructure of the surface. Both factors contribute to the average roughness of 7 nm.

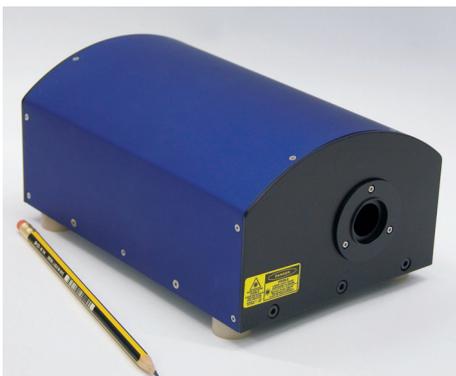


Abb. 1:
Kompakter Rauheitssensor.

Fig. 1:
Compact roughness sensor.

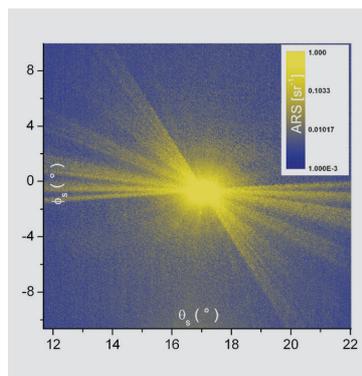


Abb. 2:
ARS eines Ti-beschichteten
Glassubstrats. Rms-Rauheit 0,7 nm.

Fig. 2:
ARS of Ti coated glass substrate.
Rms roughness 0.7 nm.

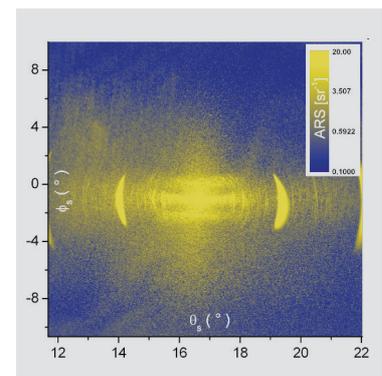


Abb. 3:
ARS einer diamantgedrehten
Oberfläche. Rms-Rauheit 7 nm.

Fig. 3:
ARS of diamond-turned surface.
Rms roughness 7 nm.