

Optikproduktion – Qualitätsüberwachung mit dem optischen 3D-Multi-Sensorsystem »kolibri MULTI lens«



Peter Kühmstedt



Matthias Heinze



Ingo Schmidt



Christian Bräuer-Burchardt



Gunther Notni

Wolfram Wintzer¹

¹ DOCTER OPTICS GmbH

Im Blickpunkt einer sich stetig verändernden und modernisierenden Optikproduktion, z. B. durch Blankpressen und Spritzgießen, kommt der Fertigung von Freiformoptiken eine immer umfassendere Bedeutung zu. Diese Optikkomponenten weisen komplexe Oberflächenformen auf und können daher in der Regel nicht mit interferometrischen Methoden vermessen werden. Die Genauigkeitsanforderungen liegen im Bereich von einem bis wenigen μm . Dies erfordert sowohl sehr variable Messfelder als auch unterschiedliche Messgenauigkeiten sowie eine weitgehende Rundumerfassung.

Zur Lösung dieser Aufgabe wurde ein Messsystemkonzept entwickelt, welches in einer Systemanordnung mehrere Sensorlösungen mit verschiedenen großen Messfeldern vereint. Das Messprinzip beruht auf der Stereoauswertung von Streifenprojektionsbildern mittels Phasenkorrelation. Die Multi-Sensormesszelle »kolibri multi« kann simultan bis zu vier unterschiedliche Streifenprojektionsmessköpfe mit Messfeldern von 20 mm, 40 mm, 90 mm und 180 mm Durchmesser enthalten.

Ein wesentliches Merkmal des Systems ist, dass die Auswahl des der Objektgröße angepassten Sensors ausschließlich mittels Software erfolgt und ohne

dass ein Umbau des Systems (z. B. Tausch der Abbildungsoptiken und eine damit verbundene Neukalibrierung) notwendig ist. Abbildung 1 zeigt die Grundanordnung, welche ein 40 mm und ein 180 mm Messfeld beinhaltet.

Durch Bewegung der Sensoren auf einer Kreisbahn und Änderung der Messrichtung mit einem Kippspiegelsystem wird eine Multi-view-Rundummessung ermöglicht. Das Messobjekt liegt dabei auf einem Tisch. Damit können sowohl die Oberseite und ihre Strukturen als auch die Seitenbereiche mit einer sehr guten Vollständigkeit erfasst werden. Die Messabläufe sind komplett automatisiert.

Im Folgenden werden als Beispiele für die hochgenaue Vermessung optischer Freiformen Messergebnisse eines mittels Blankpressen hergestellten Linsenarrays (Abb. 2) und einer Miniaturlinse für LED-Beleuchtungssysteme (Abb. 3) gezeigt.

Im Beispiel des Linsenarrays illustriert eine Darstellung als STL-Fläche und die Abweichung zur Sollform als Farbdifferenzbild das Messergebnis. Im Beispiel der LED-Linse wird ein Bild des Messobjekts, die Abweichung zur Sollform als Farbdifferenzbild und eine Schnittdarstellung der Überlagerung von Messdaten und Sollform gezeigt. Gut zu erkennen sind systematische ringförmige Formabweichungen im Sockelbereich und in einer mittleren Zone. Die Messzeit für solche Messungen liegt bei ca. 2 min und die Messgenauigkeit je nach Messfeld bei 1 μm bis 10 μm .

Weitere Anwendungen sind die Vermessung von Werkzeugen und Formeinsätzen.

Seit Anfang 2008 nutzt die Firma DOCTER OPTICS GmbH in Neustadt/Orla dieses System bei der Qualitätsprüfung optischer Komponenten.

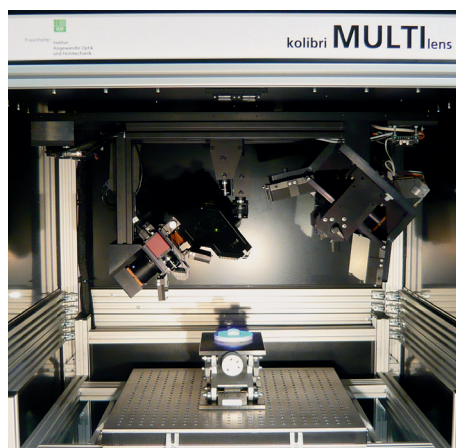
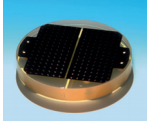


Abb. 1: Grundanordnung des Multi-Sensorsystems »kolibri MULTI lens«.

Fig. 1: Basic arrangement of the multi sensor system "kolibri MULTI lens".

Optic production – quality control by the optical 3D multi sensor system “kolibri MULTI lens”



The production of free forms is becoming more and more importance in the focus of an optical industry which is permanently changing and developing. Such free forms usually have complex surface shapes and can usually not be measured by interferometric methods. The demands to the measuring accuracy range between one and a few μm . This requires variable fields of measurement as well as different measuring accuracies and an almost complete whole body measurement.

In order to solve this task a concept of a measuring system was developed which brings together several sensor heads with measuring fields of different size. The measuring principle is based on stereo processing of fringe projection images by means of phase correlation. The measuring cell “kolibri multi lens” can contain four different fringe projection sensor heads, realizing measuring fields of 20 mm, 40 mm, 90 mm, and 180 mm in diameter.

An essential property of the system is that the selection of the sensor according to the object size will be performed exclusively by software means without the need for rebuilding (e.g. change of the lenses with a necessary new calibration) the system. Figure 1 shows the basic arrangement of the system with two measuring fields of 40 mm and 180 mm.

By movement of the sensors on an orbit and change of the measuring direction using a tilting mirror system, a multi-view whole-body measurement will be achieved. The measuring object here is fixed on a table. So both the upper surface as well as the side bands can be captured with sufficient completeness. The measuring process works totally automatically.

In the following, some examples for high precision measurement of optical free forms are given. The first one is the measurement of a lens array (Fig. 2) produced by a blank molding press and the next one a miniature lens for LED illumination systems (Fig. 3).

An STL-surface representation and a color coded difference plot of the target/actual comparison illustrates the measuring result in the case of the lens array. In the second example of the miniature lens, a photograph of the measuring object, a color coded difference image of the target/actual comparison and a cut line representation of the measuring values and CAD data are shown. Systematic deviations in the middle and the base region are obvious. The measuring time for such measurements is about two minutes and the measuring accuracy between $1 \mu\text{m}$ and $10 \mu\text{m}$ depending on the size of the measuring field.

Further application fields are the measurement of tools and mold inserts.

Since 2008, DOCTER OPTICS GmbH in Neustadt/Orla has been using this system for the quality control of optical components.

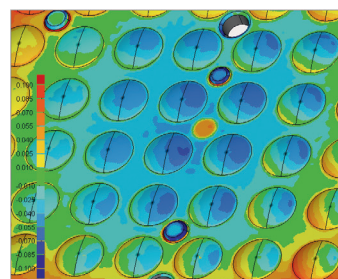
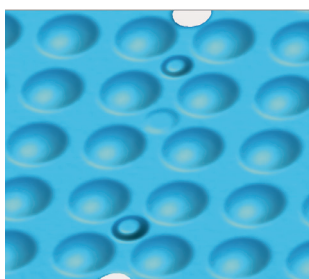


Abb. 2: Vermessung eines Linsenarrays (links: STL-Darstellung; rechts: farbcodierter SOLL-IST-Vergleich).

Fig. 2: Measurement of a lens array (left: STL-representation; right: color coded target/actual comparison).

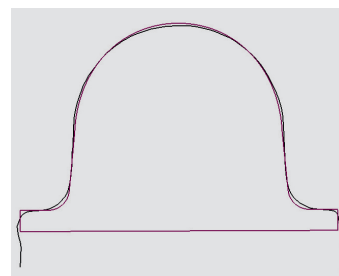
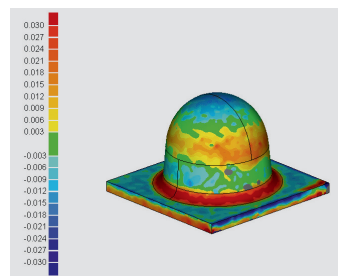
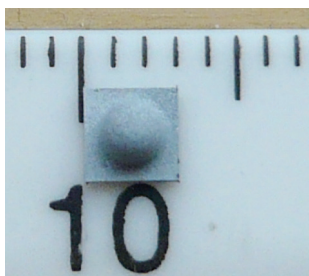


Abb. 3: Vermessung einer LED-Linse (links: Foto der Linse; Mitte: farbcodierter SOLL-IST-Vergleich; rechts: Schnittliniendarstellung).

Fig. 3: Measurement of a LED lens (left: photograph; middle: color coded target/actual comparison; right: cut line comparison).