

Stitching von großen ebenen und sphärischen Flächen unter Produktionsbedingungen

Thomas Blümel, Ricarda Kafka, Ralf Neubert

TRIOPTICS Berlin GmbH, Schwarzschildstraße 12, 12489 Berlin

<mailto:t.bluemel@trioptics-berlin.com>

Es wird die Umrüstung eines Produktions-Interferometers zu einem Stitching-Interferometer beschrieben, was dessen Messbereich deutlich erweitert. So können bereits unter Produktionsbedingungen Prüflinge mit Aperturen gemessen werden, die größer sind als die bislang zur Verfügung stehende Messtechnik bietet

1 Motivation

Viele Hersteller optischer Flächen nutzen mittlerweile Interferometer auch in der Fertigung um die Qualität ihrer Flächen schnell, berührungslos und genau messen zu können. Bei sehr großen Flächen kann jedoch häufig nicht die gesamte Fläche erfasst werden. Optiken mit entsprechenden Aperturen sind wegen der geringen Auslastung meist zu teuer und spezielle Stitching-Interferometer aufgrund ihres hohen technischen Aufwandes oder der großen Gerätekosten bislang kaum in der Fertigung anzutreffen.

Mit Hilfe einiger Änderungen an der Prüflingshalterung und zusätzlicher Software lässt sich aber praktisch jedes flächenmessende Produktions-Interferometer kostengünstig zu einem einfachen Stitching-Interferometer erweitern, so dass mit der vorhandenen Interferometer-Hardware auch größere plane oder sphärische Prüflinge gemessen werden können. Die Umgebungsanforderungen ändern sich dabei nicht und ermöglichen so schon in der Fertigung die Prüfung der ganzen Fläche.

2 Das Interferometer

Abb. 1 zeigt das vorhandene Produktions-Interferometer der Firma dopa diamond tools.

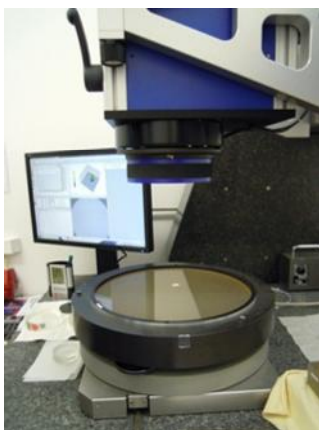


Abb. 1 6" LT Ultra Interferometer

Um es als Stitching-Interferometer nutzen zu können, musste ein Linear-Encoder zur Messung der radialen Verschiebung ergänzt sowie der vorhandene Drehtisch gegen einen Drehtisch mit Winkel-Encoder ausgetauscht werden. Beide Encoder wurden an einem Heidenhain-Controller angeschlossen, wodurch die Relativposition der Prüfapertur zum Prüfling gemessen werden konnte. Softwareseitig wurde eine zusätzliche Stitch-Software installiert, die die benötigten Einzelmessungen inklusive Positionen (Stitch-Regime) berechnet und die eigentliche Stitch-Auswertung durchführt. Die Stitch-Software steuert dabei die Messdatenaufnahme durch die vorhandene Interferometer-Software μ Shape™.

3 Der Stitch-Algorithmus

Bei klassischen Herstellverfahren kann die Topografie eines Prüflings anhand weniger Parameter, z.B. mit Hilfe einer Zernike-Analyse ausreichend gut bewertet werden. Hierdurch erhält man eine globale Beschreibung der Fläche, kleine lokale oder hochfrequente Fehler werden jedoch nicht erfasst.

Das hier verwendete Stitchverfahren führt diesen Ansatz konsequent fort. Anstelle der Verrechnung mehrerer Megapixel großer Datenfelder werden die Einzelmessungen auf 36 Zernike-Koeffizienten reduziert. Zusammen mit dem bekannten Stitch-Regime lässt sich daraus die Gesamtapertur des Prüflings durch Lösen eines linearen Gleichungssystems als Zernike-Beschreibung bestimmen. Das Stitchergebnis kann dann in beliebiger Rasterauflösung berechnet werden und entspricht einer einzelnen Gesamtapertur-Messung mit anschließend durchgeführter Zernike-Analyse.

4 Stitch-Software

Abb. 2 zeigt die Oberfläche der Stitch-Software. Nach Eingabe der Prüflings- und Interferometerparameter (Aperturdurchmesser) sowie Auswahl der zur Verfügung stehenden Positioniermöglichkeit (kartesische Translationen, bzw. Rotation mit radi-

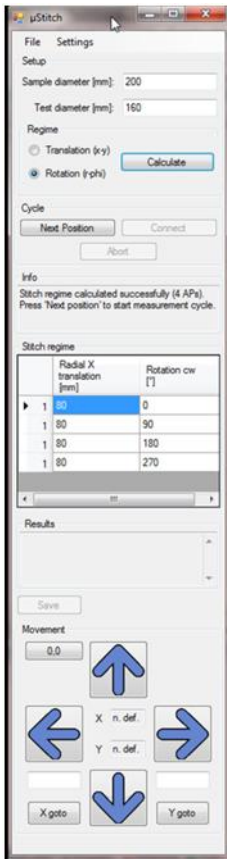


Abb. 2 Stitch-SW

aler Verschiebung) berechnet die Software ein Stitch-Regime und gibt dieses aus. Durch Einstellen der einzelnen Positionen und ggfls. Korrektur der Positionsparameter können die Subaperturen nacheinander gemessen werden. Aus den von der Messsoftware übergebenen Messdaten berechnet die Stitch-Software jeweils einen Zernike-Koeffizientensatz und speichert diesen bis die Koeffizientensätze für alle Subaperturen vorliegen. Dann kann die eigentliche Stitch-Auswertung erfolgen. Aus den Zernike-Koeffizienten der Teilaperturmessungen und unter Berücksichtigung der zugehörigen Positionsparameter wird ein Satz Zernike-Koeffizienten berechnet, der die Gesamtapertur des Prüflings beschreibt. Aus diesem Koeffizientensatz kann wiederum ein 2-dimensionales Datenfeld beliebiger Ortsauflösung berechnet und zurück ins Messprogramm transferiert werden. Dort kann das Stichergebnis mit den üblichen Darstellungen und Analysen (z.B. Slope) ggfls. weiter analysiert werden.

Bei Verwendung von geeigneten motorisierten Positionierelementen kann die Positionierung der Einzelmessung auch direkt aus der Software heraus automatisiert erfolgen, sodass Fehler durch Fehlpositionierungen verringert werden.

5 Messbeispiel

Das Messbeispiel zeigt das Stitchen einer 120mm Planfläche mit einer 4" Prüfapertur. Aufgrund der Verwendung eines kleineren Setups zur Demonstration kann das Stichergebnis direkt mit 6"-Messungen der Gesamtapertur verglichen werden. Hierdurch ist gleichzeitig sichergestellt, dass sowohl Stichmessung als auch Referenzmessung unter gleichen Bedingungen durchgeführt werden.

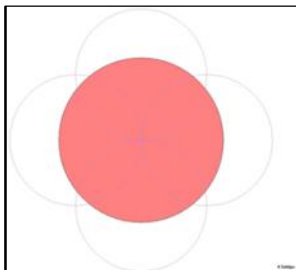


Abb. 3 Stitchregime mit 4 Aperturen

Für die Stitch-Messung werden 4 Messungen benötigt. Das Regime

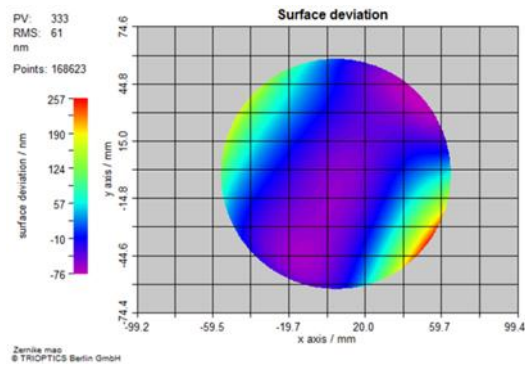


Abb. 4 Zernikefläche der Referenzmessung PV=333nm, RMS=61nm

ist in Abb. 3 dargestellt. Abb.5 zeigt zwei der vier Messungen. Aufgrund des verwendeten Drehregimes ist die Messapertur in allen vier Subaperturmessungen stets identisch im linken Kamerabeck positioniert. Das Stichergebnis ist in Abb. 6

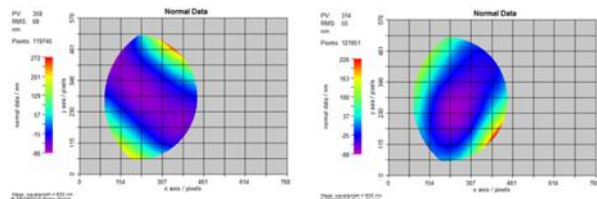


Abb 5 Zwei Subaperturmessungen (links obere Apertur, rechts rechte Apertur)

zu sehen und stimmt gut mit der Zernikedarstellung der Referenzmessung in Abb. 4 überein. Beim Vergleich der beiden Abbildungen ist die unterschiedliche laterale Skalierung zu berücksichtigen.

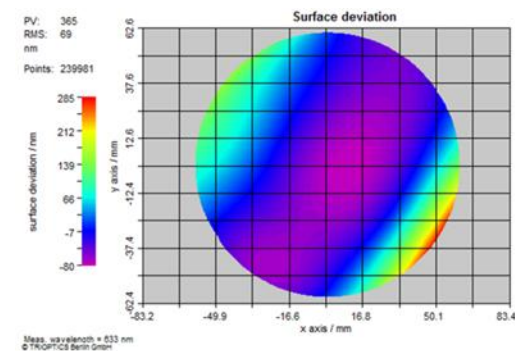


Abb. 6 Stichergebnis (Zernikefläche), PV=365nm, RMS=69nm

6 Danksagung

Für die Bereitstellung ihres Produktions-Interferometers sowie die Unterstützung bei der Umrüstung und Bereitstellung von Messzeit danken wir den Firmen dopa diamond tools (<http://www.dopa-diatools.com>) und LT Ultra (<http://www.lt-ultra.de>).