



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

211 869

Int.Cl.³

3(51) G 01 M 11/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 M/ 2453 840

(22) 01.12.82

(44) 25.07.84

(71) VEB CARL ZEISS JENA;DD;

(72) RAMLOW, KARL, DIPL.-PHYS.; MENZEL, WERNER; DD;

(54) VERFAHREN ZUM PRÜFEN VON OBJEKTIVEN

(57) Ein Verfahren zum Ermitteln des Abbildungsmaßstabes oder der Verzeichnung ist zur Prüfung von Objektiven anwendbar. Die erfindungsgemäße Lösung soll gestatten, mit geringem Aufwand und hoher Arbeitsgeschwindigkeit die Prüfung des gesamten Bildfeldes des Objektives anhand beliebig vieler vorgegebener Meßpunkte durchzuführen und Objektive mit annähernd gleichem Abbildungsverhalten zu paaren. Erfindungsgemäß wird eine Struktur bekannter Abmessung durch das zu prüfende Objektiv in eine Bildebene abgebildet, dieses Bild gemessen und aus der Breite des Bildes und der wahren Breite der Struktur der Abbildungsmaßstab bzw. die Verzeichnung ermittelt. Figur

Titel der Erfindung:

Verfahren zum Prüfen von Objektiven

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln des Abbildungsmaßstabes oder der Verzeichnung von Objektiven, insbesondere Hochleistungsobjektiven. Sie ist zur Prüfung von Objektiven anwendbar, wobei die Änderungen des Abbildungsmaßstabes bzw. der Verzeichnung innerhalb des gesamten Bildfeldes feststellbar sind. Vorteilhaft ist die Anwendung der Erfindung, wenn die Paarung zweier Objektive mit annähernd gleichem Abbildungsverhalten erforderlich ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Bisher ist es bekannt, Maßstabsbestimmungen von Objektiven durch fotografische Probeaufnahmen zu ermitteln, die anschließend mit Ein- oder Zweikoordinatenmeßmaschinen vermessen werden.

Nachteilig ist daran, daß der fotografische Prozeß Fehlermöglichkeiten aufgrund der Belichtungs- und Entwicklungstechnologien enthält. Außerdem ist dieses Verfahren technisch sehr aufwendig, und es werden zum Vermessen Hochleistungsmaschinen benötigt.

Weiterhin sind Verfahren bekannt geworden, die auf fotoelektrischem Weg die Verzeichnungsprüfung optischer Systeme gestatten, z. B. durch Auswertung eines Testbildes, das mit dem zu prüfenden optischen System erzeugt wird. Dafür ist in der Nähe einer Testvorlage eine verschiebbare Lichtblende und in einer Bildebene des Prüflings eine Vollflächendiode angeordnet, mit deren Hilfe der Lichtschwerpunkt einer abgebildeten Teststruktur ermittelt wird. Nachteilig ist, daß die Genauigkeit durch die nicht beliebig klein herzustellenden Sensoren auf der Vollflächendiode und durch die Lage der Blende bezüglich abzubildender Teststruktur begrenzt wird.

Ziel der Erfindung:

Die Erfindung hat das Ziel, ein Verfahren zu entwickeln, das mit geringem Aufwand und hoher Arbeitsgeschwindigkeit die Prüfung von optischen Systemen hinsichtlich des Abbildungsmaßstabes und der Verzeichnung gestattet, wobei hohe Meßgenauigkeit zu gewährleisten ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der genannten Art so auszugestalten, daß die Ermittlung des Abbildungsmaßstabes und der Verzeichnung eines optischen Systems an beliebig vielen vorgegebenen Orten über das gesamte Bildfeld möglich ist und daß es mit wenig zusätzlichem Aufwand die Paarung von Objektiven gestattet, die nahezu gleiches Abbildungsverhalten aufweisen sollen.

Die Aufgabe wird durch Anwendung eines Verfahrens zum Ermitteln des Abbildungsmaßstabes oder der Verzeichnung von Objektiven, insbesondere Hochleistungsobjektiven, an ausgewählten Orten, die über das gesamte Bildfeld verteilt liegen, wobei Objektgröße und Bildgröße eines abzubildenden Objektes gemessen werden und daraus der Abbildungsmaßstab bzw. die Verzeichnung ermittelt wird, gemäß der Erfindung anhand folgender Verfahrensschritte gelöst:

- a) Ein Objekt bekannter Abmessung, insbesondere eine strichförmige Struktur, deren Länge größer und deren Breite geringer ist als der Durchmesser des Objektfeldes, wird durch ein zu prüfendes Objektiv in eine Bildebene $0'$ abgebildet.
- b) An verschiedenen Orten längs des Striches wird die Breite des in der Ebene $0'$ befindlichen Bildes des Striches gemessen.
- c) Durch Bilden des Quotienten aus der Breite des Bildes des Striches und der Breite des Striches jeweils an den ausgewählten Orten längs des Striches wird der Abbildungsmaßstab bzw. die Verzeichnung ermittelt.
- d) Durch relative Bewegung zwischen dem Objektiv und der Struktur, insbesondere durch Drehen des Objektives um die optische Achse, werden weitere Gebiete des Bildfeldes des Objektives von der strichförmigen Struktur erfaßt.
- e) Das Verfahren wird ab Schritt b) wiederholt, bis der Abbildungsmaßstab bzw. die Verzeichnung an allen vorgegebenen Orten im Bildfeld ermittelt wurde.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine optoelektronische Anordnung verwendet werden, die aus einer Beleuchtungseinrichtung, einem Objekt genau bekannter Abmessung, einem zu rskognoszierenden Objektiv sowie aus einer Meß- und Auswerteeinrichtung besteht.

Das Objekt, z. B. eine strichförmige Struktur, wird durch das Objektiv auf die Meßeinrichtung in eine Bildebene $0'$ abgebildet. Längs des Striches, der den Durchmesser des Bildfeldes des Objektives vollständig erfaßt und vorzugsweise die optische Achse schneidet, wird an vorgegebenen Orten des in der Bildebene $0'$ liegenden Bildes die Strichbreite gemessen. Dafür können an sich bekannte Verfahren, die zur Breitenmessung im Mikrometerbereich dienen, angewendet werden. Da eine solche Meßeinrichtung zur Breitenmessung nicht die gesamte Länge des im Bildfeld liegenden Striches erfaßt, ist die Meßeinrichtung längs des Striches verschiebbar angeordnet.

Die Messung der Breite des Objektiv vor Beginn des Verfahrens wird ebenfalls mit an sich bekannten Mitteln vorgenommen.

Ausführungsbeispiel:

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der dazugehörigen Zeichnung näher erläutert werden.

Die Figur zeigt eine optoelektronische Anordnung, mit deren Hilfe das erfindungsgemäße Verfahren realisierbar ist.

Ein in einer Ebene 0 liegendes Objekt 1 wird mittels einer Lichtquelle 2 im Durchlichtbetrieb beleuchtet. Das Objekt 1 ist eine strichförmige Chromstruktur auf einem Glassubstrat 3. Durch ein zu prüfendes Objektiv 4, das drehbar um die optische Achse angeordnet ist, wird das Objekt 1 in eine Bildebene $0'$ abgebildet. Bei unendlich korrigierten Objektiven ist im Strahlengang zwischen dem Objektiv und der Bildebene $0'$ eine Tubuslinse 5 erforderlich. In der Bildebene $0'$ befindet sich eine Strukturbreitenmeßeinrichtung 6, die aus lichtelektrischen Wandlern, z. B. CCD-Sensorelementen besteht. Sie bilden eine CCD-Zeile, die senkrecht zum Objekt liegt und längs des Striches entsprechend den vorgegebenen Meßpunkten verschiebbar ist. An diesen Meßpunkten wird die Breite des Bildes der Struktur gemessen.

Die wahre Breite der Struktur wurde vor Beginn des erfindungsgemäßen Prüfverfahrens gemessen. Aus dem Verhältnis zwischen Breite des Bildes der Struktur und Breite der Struktur läßt sich somit eine Aussage über das Abbildungsverhalten des Objektivs treffen. Eine elektronische Auswerteeinheit 7 ermöglicht diese Berechnung und stellt als Ergebnis einen dem Abbildungsmaßstab entsprechenden Wert jeweils für einen beliebigen Ort im Bildfeld zur Verfügung. Durch Drehen des Objektivs um die optische Achse kann die Struktur nacheinander das gesamte Bildfeld des Objektivs erfassen, und es stehen beliebig viele Orte innerhalb des Bildfeldes zur Auswertung zur Verfügung.

Erfindungsanspruch:

Verfahren zum Ermitteln des Abbildungsmaßstabes oder der Verzeichnung von Objektiven, insbesondere Hochleistungsobjektiven, an ausgewählten Orten, die über das gesamte Bildfeld verteilt liegen, wobei Objektgröße und Bildgröße eines abzubildenden Objektes gemessen werden und daraus der Abbildungsmaßstab bzw. die Verzeichnung ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) ein Objekt bekannter Abmessung, insbesondere eine strichförmige Struktur, deren Länge größer und deren Breite geringer ist als der Durchmesser des Objektfeldes, durch ein zu prüfendes Objektiv in eine Bildebene $0'$ abgebildet wird
- b) an verschiedenen Orten längs des Striches die Breite des in der Ebene $0'$ befindlichen Bildes des Striches gemessen wird,
- c) durch Bilden des Quotienten aus der Breite des Bildes des Striches und der Breite des Striches jeweils an den ausgewählten Orten längs des Striches der Abbildungsmaßstab bzw. die Verzeichnung ermittelt wird,
- d) durch relative Bewegung zwischen dem Objektiv und der Struktur, insbesondere durch Drehen des Objektives, weitere Gebiete des Bildfeldes des Objektives von der strichförmigen Struktur erfaßt werden,
- e) das Verfahren ab Schritt b) wiederholt wird, bis der Abbildungsmaßstab bzw. die Verzeichnung an allen vorgegebenen Orten im Bildfeld ermittelt wurde.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

