



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

(19) DD (11) 220 714 B1

4(51) G 01 M 11/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP G 01 M / 257 502 1

(22) 05.12.83

(45) 03.02.88

(44) 03.04.85

(71) VEB PENTACON DRESDEN Kamera- und Kinowerke, Schandauer Straße 76, Dresden, 8021, DD

(72) Rockstroh, Günter; Schneider, Klaus; Lux, Boris, DD

(54) Vorrichtung zur Messung der MÜF

Patentanspruch:

Vorrichtung zur Messung der MÜF von beliebig optisch wirksamen Bauelementen in großen Objektfeldern mit einer Bestrahlungseinrichtung einstellbaren Kohärenzgrades und wählbarer spektraler Strahlstärke, mit der durch das jeweilige Bauelement eine Abbildung einer in der Objektebene angeordneten Teststruktur in die eine CCD-Matrix aufweisende Bildebene des Bauelementes erfolgt, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Teststruktur (2) vorzugsweise in meridionaler und sagittaler Richtung verlaufende Strukturlinien aufweist und die abgebildeten Strukturlinien orthogonal zu den Zeilen oder Spalten der CCD-Matrix (5) verlaufen.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung der Modulationsübertragungsfunktion (im folgenden MÜF genannt) von beliebig optisch wirksamen Bauelementen in großen Objektfeldern, wobei das jeweilige Bauelement eine Teststruktur abbildet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Sortierung von optischen Bauelementen entsprechend ihrer Abbildungsgüte ist es für viele Anwendungsfälle sinnvoll und notwendig, die MÜF dieser Bauelemente in einem großen Objektfeld zu messen, die erstellten Daten mit vorgegebenen Sollwerten zu vergleichen und Signale für eine Sortierung zu gewinnen.

Es sind verschiedene Ausführungsformen von Vorrichtungen und Meßgeräten zur Messung der MÜF bekannt. Beispielsweise gibt es MÜF-Meßgeräte, die für den Laborbetrieb konzipiert sind und einen komplizierten Aufbau besitzen. Ein erheblicher Justieraufwand, vor allem bei der Messung der MÜF in großen Objektfeldern, und große Auswertezeiten sind für diese Geräte charakteristisch.

Die bei anderen bekannten MÜF-Meßgeräten praktizierte feste Zuordnung von Teststruktur und Abtastspalt (DD-PS 108818) erfordert infolge optisch-mechanischer Toleranzen der Prüflinge und der damit verbundenen radialen und axialen Lageveränderung des Testbildes ein zeitaufwendiges Nachjustieren. Ein weiterer Nachteil dieser Lösungen liegt in der stöempfindlichen, nicht wartungsfreien mechanischen bzw. elektromechanischen Abtastung der Intensitätsverteilung. Auf Grund der Nachteile sind diese Geräte für Routinemessungen nicht geeignet.

Am weitesten ist das in der DE-OS 30 07 514 beschriebene Wirkprinzip zur Anwendung gekommen. Das nach diesem Prinzip aufgebaute Gerät ist für den Abgleich der Auffangebene mit der Bildebene eines reell abbildenden optischen Systems konzipiert. Dabei gestattet es das dort gewählte Autokollimationsprinzip aber nicht, die MÜF von beliebig optisch wirksamen Bauelementen zu messen. Das beschriebene Wirkprinzip erlaubt es auch nicht, die MÜF zu messen, sondern ist laut Patentschrift nur zur Kontrolle geeignet; es ist weder zur Kontrolle noch zur Messung der MÜF in großen Objektfeldern verwendbar.

Ein multivalenter Einsatz der bekannten Geräte für eine schnelle routinemäßige, großflächige Messung der MÜF beliebig optisch wirksamer Medien unterschiedlicher Abbildungsgeometrie ist nicht möglich.

Ziel der Erfindung

Mit der Erfindung soll die Messung der MÜF in großen Objektfeldern unter Vermeidung der aufgeführten Nachteile ermöglicht werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine für axiale und radiale Bildabwanderungen störunempfindliche Vorrichtung zur schnellen, routinemäßigen großflächigen Messung der MÜF toleranzbehafteter beliebig optisch wirksamer Bauelemente unterschiedlicher Abbildungsgeometrie zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Erfassung der Intensitätsverteilung einer von den optischen Übertragungseigenschaften des Prüflings beeinflussten Abbildung einer großflächigen Teststruktur eine große Anzahl von fotoelektrischen Elementen, vorzugsweise eine CCD-Matrix, Verwendung findet. Zur Erhöhung der Störunanfälligkeit und der Meßgenauigkeit wird die Intensitätsverteilung vorzugsweise über eine vorgebbare Kantenlänge zur MÜF-Berechnung bewertet. Gemäß einem weiteren Erfindungsgedanken werden nach der Erfassung der Intensitätsverteilung des großflächigen Teststrukturbildes die elektrischen Signale einem Mikrorechnersystem kompatibel zur Verfügung gestellt. Hier erfolgt für frei wählbare Objektkoordinaten über eine Korrektur mit einer Gerätefunktion und eine schnelle Fouriertransformation die

Berechnung der MÜF, vorzugsweise in sagittaler und meridionaler Richtung. Eine zweckmäßige Ausführungsform sieht zur Eliminierung des unerwünschten Einflusses von axialen Bildversetzungen infolge optisch-mechanischer Toleranzen bzw. zum Abgleich der Bildebene mit der Auffangebene eines abbildenden Systems vor, Regelkreise mit Leistungsendstufen und Stellgliedern einzusetzen. Weiterhin erfolgt im Mikrorechnersystem in vorgegebenen Objektfeldern ein Vergleich mit Soll- und Toleranzwerten, aus denen Steuersignale für eine Bauelementesortierung ableitbar sind. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist außerdem vorgesehen, daß der Kohärenzgrad der zur Messung benutzter Strahlung durch Änderung der Beleuchtungsapertur einstellbar ist. Zur spektralen Anpassung an die Prüfaufgabe ist zweckmäßigerweise ein Filter oder eine Filterkombination einsetzbar.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel und der dazugehörigen Zeichnung näher erläutert. Mit 1 ist eine Bestrahlungseinrichtung einstellbaren Kohärenzparameters und wählbarer spektraler Strahlstärke bezeichnet. Eine Teststruktur 2 befindet sich in der durch die Vektoren $\vec{e}_x \cdot x$ und $\vec{e}_y \cdot y$ aufgespannten Objektebene. Sie enthält über eine große Fläche verteilt die zur Messung notwendigen Strukturen, vorzugsweise in meridionaler und sagittaler Richtung. Das zu prüfende optische Bauelement 3 findet in der Halterung 4 eine definierte Lage. In der Nähe der durch die Vektoren $\vec{e}_x \cdot x'$ und $\vec{e}_y \cdot y'$ aufgespannten Gaußschen Bildebene oder in einer festgelegten Auffangebene befinden sich die lichtelektrisch wirksamen Strukturen einer vorzugsweise eingesetzten CCD-Matrix 5. Hinter der CCD-Matrix 5 sind folgende elektromechanische bzw. elektronische Baugruppen angeordnet; die Ansteuerelektronik 6 für die CCD-Matrix 5, das Mikrorechnersystem 7, die Bedienkonsole 8, das Display 9, die Ansteuerelektronik 10 für das Display 9, Leistungsendstufen 11 und Stellglieder 12.

Die Teststruktur 2 wird mit einer Strahlung definierten Kohärenzparameter und definierter spektraler Bestrahlungsstärke beaufschlagt. Der Kohärenzparameter ist durch Veränderung der Beleuchtungsapertur einstellbar. Zur spektralen Anpassung an die Prüfbedingungen kann bei vorgegebener spektraler Strahlstärke der Bestrahlungseinrichtung 1 und vorliegender spektraler Empfindlichkeit der Empfängerelemente der CCD-Matrix 5 ein Filter oder eine Filterkombination in den Strahlengang gebracht werden. Das zu prüfende optische Bauelement 3, im Ausführungsbeispiel reell abbildend, transformiert die Intensitätsverteilung in der Objektebene $I(x, y)$ entsprechend seiner MÜF in die Intensitätsverteilung $I'(x', y')$ in der Auffangebene. Hier wird das ortsabhängige Intensitätsspektrum $I'(x', y')$ mit Hilfe einer CCD-Matrix 5 in ein zeitabhängiges elektrisches Signalspektrum $I''(t)$ umgeformt, in der nachfolgenden Ansteuerelektronik 6 einer A/D-Wandlung unterzogen und einem Mikrorechnersystem 7 kompatibel zur Verfügung gestellt.

Im Mikrorechnersystem 7 laufen folgende programmierte Operationen ab:

- Korrektur des Signalspektrums mit einer Gerätefunktion, mit der z. B. die Empfindlichkeitsunterschiede der einzelnen Empfängerelemente und die MÜF-Verläufe der anderen Übertragungsglieder berücksichtigt werden
- Ermittlung der Intensitätsverteilungen für geforderte Objektkoordinaten und Richtungen
- Normierung dieser Verteilungen
- Prüfen und Verdrehung der Kantenbilder zu den Zeilen und Spalten der CCD-Matrix 5, ggf. rechnerische Eliminierung
- Differentiation der Intensitätsverteilungen
- Extremwertstellenbestimmung
- Berechnung der MÜF über schnelle Fouriertransformation
- ggf. Eliminierung des Einflusses von axialen Bildabwanderungen oder Abgleich der Bildebene mit der Auffangebene des optischen Bauelements 3

Dazu wird der MÜF-Wert bei festen, frei wählbaren Ortsfrequenzen in einem vorgebbaren axialen Verstellbereich der CCD-Matrix 5 bzw. des optischen Bauelements 3 in vorgebbaren Schritten, vorzugsweise realisiert mittels Schrittmotor, ermittelt, das Maximum bestimmt und die MÜF in dieser Ebene berechnet.

- Berechnung von Zentrierfehlern und Winkelfehlern über die Ermittlung von radialen Versetzungen des Bildes der Teststruktur 2
- Vergleich mit Sollwerten und zulässigen Toleranzen in vorgegebenen Objektfeldern
- Anzeige der Meßergebnisse entsprechend geforderter Darstellungsweise, vorzugsweise in räumlicher, toleranzbezogener farbiger grafischer Form
- Ausgabe von Prüfizertifikaten
- Bereitstellung von Steuersignalen für eine Prüflingssortierung.

Über die Bedienkonsole 8 können die Objektkoordinaten, die Auswerterichtung (sagittal, meridional), die Art und Weise der bildlichen Darstellung auf dem TV, die Sollwerte und die zulässigen Abweichungen für bestimmte Objektkoordinaten bzw. -felder, der Befehl zur Eliminierung von axialen Bildabweichungen, die Koordinaten, die Raumfrequenz, der axiale Verstellbereich und die Schrittweite, bei denen die Fokussierung durchgeführt werden soll, sowie optisch-geometrische Parameter für die Zentrier- und Winkelfehlerberechnung eingegeben werden.

Andere Ausführungsformen der Erfindung sind möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. So könnte anstelle der CCD-Matrix 5 z. B. eine andere großflächige geometrisch-optische Anordnung von Fotoempfängern Anwendung finden, die das geforderte Auflösungsvermögen gewährleistet. Ebenso ist der Einsatz einer anderen als im Ausführungsbeispiel dargestellten Teststruktur möglich. Diese Struktur muß jedoch eine großflächige, winkelabhängige Messung der MÜF, ggf. über weitere rechnerisch auszuführende Korrekturen, gewährleisten. Zur Eliminierung des Einflusses von axialen Bildabwanderungen können anstelle eines Schrittmotors andere ansteuerbare Stellglieder eingesetzt werden, die für eine axiale Relativbewegung zwischen Teststruktur, Prüfling und Fotoempfänger sorgen.

Mit Hilfe von Hilfsoptiken lassen sich, an einer geeigneten Stelle in den Strahlengang gebracht, auch nicht reell abbildende optische Medien vermessen bzw. ein gewünschter Abbildungsmaßstab realisieren.

Der Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß von beliebig optisch wirksamen Bauteilen, deren optisch-mechanische Toleranzen axiale und/oder radiale Bildabwanderungen hervorrufen, die MÜF schnell und routinemäßig auch in großen Objektfeldern gemessen und Signale für die Sortierung gewonnen werden können.

