



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **255 991 A1**

4(51) G 01 M 11/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 M / 298 365 5

(22) 23.12.86

(44) 20.04.88

(71) VEB MLW Medizinische Geräte Berlin, Segelfliegerdamm 67, Berlin, 1197, DD

(72) Hein, Peter, DL

(54) **Anordnung zum Prüfen der Abbildungsgüte von optischen, insbesondere von endoskopoptischen Systemen**

(55) Endoskop, Abbildungsgüte, Sterntestmethode, Testscheibe, Kugelflächen, konvex, reflektierend

(57) Die erfindungsgemäße Anordnung dient hauptsächlich zur vergleichenden Beurteilung der Abbildungsgüte von Endoskopen im gesamten Objektraum bei einem Objektstand von etwa 5 bis 150 mm. Die erfinderische Aufgabe bestand darin, eine Anordnung nach der Sterntestmethode vorzuschlagen, wobei ein Objektraum mit großer Winkelausdehnung vollständig oder teilweise mit Objektpunkten besetzt ist, welche bei Beleuchtung eine sternähnliche Wirkung haben und die Eintrittspupille eines Prüflings von allen Sternpunkten gleich hell bestrahlt wird. Erfindungsgemäß besteht eine Testscheibe aus einer Grundplatte mit darauf angeordneten reflektierenden, konvexen Kugelflächen, wobei eine Punktlichtquelle vor der Testscheibe angeordnet ist und die Sehachse des zu prüfenden Endoskops rechtwinklig zur Testscheibenebene verläuft.

Patentanspruch:

Anordnung zum Prüfen der Abbildungsgüte von optischen, insbesondere von endoskopoptischen Systemen, wobei eine beleuchtete Testscheibe nach dem Sternstestverfahren Anwendung findet, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Testscheibe aus einer Grundplatte mit darauf angeordneten reflektierenden, konvexen Kugelflächen besteht, eine Punktlichtquelle vor der Testscheibe angeordnet ist und die Sehachse des zu prüfenden Endoskops vorzugsweise rechtwinklig zur Testscheibenebene verläuft.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Prüfen der Abbildungsgüte von optischen, insbesondere von endoskopoptischen Systemen.

Sie dient hauptsächlich zur vergleichenden Beurteilung der Abbildungsgüte im gesamten Objektraum bei einem Objektstand von etwa 5 bis 150 mm.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es sind eine Vielzahl verschiedener Prüfmethode bekannt, die vorzugsweise zur Darstellung und/oder Messung bestimmter Parameter einer optischen Abbildung dienen.

Eine der bekanntesten Methoden ist die Messung der Auflösung mittels Gittertestmarken, Schriftvorlagen oder spezieller Testfiguren.

Eine Testvorlage dieser Art beschreibt die DE-PS 1217104, wobei die Anordnung der Striche und Punkte zueinander einer speziellen Zweckbestimmung zugeordnet ist. Die Testfiguren beanspruchen stets eine gewisse Fläche innerhalb des Objektraumes und müssen in ihrer Größenabstufung dem jeweiligen Abbildungsmaßstab angepaßt sein, was beim Prüfen von Endoskopoptiken hinderlich ist.

Eine verbreitete Prüfmethode ist die Messung der optischen Übertragungsfunktion.

Dabei ist der Informationsgehalt relativ hoch, aber diese Prüfmethode ist mit einem hohen gerätetechnischen Aufwand verbunden und die Meßergebnisse müssen rechenstechnisch bearbeitet werden (Fourier-Analyse). Für vergleichende Beurteilung des gesamten Objektraumes von Endoskopen ist dies mit einem hohen Zeitaufwand verbunden.

Eine weitere bekannte Prüfmethode ist der sogenannte Sternstest.

Hierbei wird ein mittels Lochblenden oder feinen kreisförmigen Öffnungen in Metallfolien oder lichtundurchlässigen Schichten künstlich erzeugter Stern durch einen Kollimator in die gewünschte Objektentfernung abgebildet.

Diese Prüfmethode ist für vergleichende Prüfung optischer Systeme besonders vorteilhaft, weil am Punktbild die bekannten Abbildungsfehler, wie Koma, Astigmatismus, Öffnungsfehler und Farbfehler unmittelbar visuell erkennbar sind.

Bei Anwendung dieser Prüfmethode für Endoskopoptiken sind unhandliche Schwenkvorrichtungen für den Kollimator notwendig, weil der gesamte Blickbereich der unterschiedlichen Endoskope erfaßt werden muß. Will man den gesamten Objektraum in Form einer Testplatte mit Sternöffnungen besetzen, müßte man eine solche Testplatte mittels eines Kondensors derart durchleuchten, daß die Lichtstrahlen aus allen Sternöffnungen in der Eintrittspupille des Endoskops zusammentreffen, anderenfalls würden die Punktbilder abhängig vom Sehwinkel sehr unterschiedliche Helligkeit aufweisen, was eine genaue Beurteilung und fotografische Dokumentation in Frage stellt.

Eine derart erforderliche Ausleuchtung ist schwierig realisierbar, wenn Endoskope mit Weitwinkelobjektiven geprüft werden sollen bzw. die Objektentfernung variiert wird.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, eine Anordnung zum Prüfen und/oder vergleichendem Beurteilen der Abbildungsgüte optischer, insbesondere endoskopoptischer Systeme vorzuschlagen, welche mit erforderlicher Präzision aber geringem technischem Aufwand herstellbar sind.

Die Anordnung soll eine Auswertung nach dem Sternstestverfahren im gesamten Objektraum eines Endoskopes ermöglichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Anordnung zum Prüfen der Abbildungsgüte von optischen, insbesondere von endoskopoptischen Systemen nach der Sternstestmethode vorzuschlagen, wobei ein Objektraum mit großer Winkelausdehnung vollständig oder teilweise mit Objektpunkten besetzt ist, welche bei Beleuchtung eine sternähnliche Wirkung haben. Die Beleuchtung ist dabei so zu führen, daß die Eintrittspupille eines optischen Prüflings von allen Sternpunkten gleich hell bestrahlt wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß auf einer Grundplatte eine Vielzahl reflektierender, konvexer Kugelflächen in beliebiger, genau zueinander positionierter Anordnung befestigt sind, welche von einer punktförmigen Lichtquelle mit weitwinkliger Abstrahlcharakteristik beleuchtet werden.

Die punktförmige Lichtquelle wird in bekannter Weise durch stark verkleinerte Abbildung einer Lampe mit punktförmigem Wendelkörper oder einer Austrittsfläche eines Lichtleiters realisiert.

Dabei ist es vorteilhaft, ein kurzbrennweitiges, sammelndes Linsensystem wie z. B. ein Endoskopobjektiv, eine Kugellinse oder eine reflektierende konvexe Kugelfläche zu verwenden. Die Größe der in der Objektebene des Prüflings erscheinenden künstlichen Sterne läßt sich nach folgender Gleichung berechnen:

$$d_S = \beta'_{OE} \cdot \beta'_K \cdot d_L \approx \frac{f'_{OE}}{z} \cdot \frac{f'_K}{a_L} \cdot d_L = \frac{d_{OE}}{4z} \cdot \frac{f'_K}{a_L} \cdot d_L$$

darin bedeuten:

- d_S = Sternbild-Ø
- β'_{OE} = Abbildungsmaßstab der Kugelflächen in der Objektebene
- β'_K = Abbildungsmaßstab des Kondensors
- d_L = Durchmesser der Lichtquelle
- f'_{OE} = Brennweite der Kugelflächen in der Objektebene
- f'_K = Brennweite des Kondensors
- z = Abstand des Kondensors von der Objektebene
- a_L = Abstand der Lichtquelle vom Kondensor
- d_{OE} = Kugel-Ø in der Objektebene

Da man die Abbildungsmaßstäbe β'_{OE} und β'_K stets kleiner als 0,1 abs. wählt, sind die Differenzen zwischen Bildort und Brennweite vernachlässigt worden. Für eine konkrete Prüf-Aufgabe liegen meist die Größen a_L und d_L fest, mit den verbleibenden drei Variablen d_{OE} , f'_K und z stehen genügend Möglichkeiten zur Verfügung, um alle praktischen Fälle zu erfassen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand einer für die Prüfung von Endoskopen angelegten Ausführungsvariante erläutert. Der übliche Arbeitsbereich von Endoskopen bewegt sich im Bereich von 5 bis 150 mm Objektabstand. Innerhalb dieses Arbeitsbereiches ist die visuelle Vergrößerung sehr variabel. Für eine Prüfung der Abbildungsgüte ist das Nahfeld bei 5 mm Objektabstand besonders kritisch, weil die „Teststerne“ besonders klein sein müssen, um in der Bildebene des Prüflings die mögliche Auflösungsgrenze nicht zu überschreiten.

Für diesen Anwendungsfall liegt die Auflösungsgrenze des Auges zugrunde, bei einem Abbildungsmaß von $r' = 4$. Daraus folgt, daß der Teststerndurchmesser $d_S < 30 \mu\text{m}$ sein muß. Als Lichtquelle wurde ein Lichtleitkabel mit einer Austrittsfläche von $d_L = 3,5 \text{ mm}$ Durchmesser gewählt, als Kondensor dient eine Kugellinse mit $f_K = 1,6 \text{ mm}$ und zwischen Kondensor und Lichtquelle wurde ein Abstand $a_L = 40 \text{ mm}$ gewählt. Als reflektierende Kugelflächen in der Objektebene wurden nichtrostende Stahlkugeln mit $d_{OE} = 2 \text{ mm}$ gewählt. Diese Kugeln lassen sie beispielsweise auf einer ebenen Metallplatte, welche mit Zentrierbohrungen von ca. $0,7 \cdot d_{OE}$ für die Kugeln versehen ist, mittels Metallklebers befestigen. Eine günstige Anordnung der Kugeln zueinander ist dann gegeben, wenn beispielsweise die Kugeln in Eckpunkten und Seitenmitten von Quadraten derart befestigt werden, daß die Diagonale eines inneren Quadrates der Seitenlänge eines äußeren Quadrates entspricht; dann stehen Objektpunkte zur Verfügung, die sowohl auf Quadraten als auch auf Kreisen angeordnet sind. Die Abstrahlcharakteristik des Kugellinsen-Kondensors ist so groß, daß ein Kugelsegment von mindestens 120° ausgeleuchtet wird. Das vom Kugellinsen-Kondensor erzeugte Lichtquellenbild muß möglichst nahe der Eintrittspupille des Prüflings liegen, dann ist die gleichmäßige Ausleuchtung des gesamten mit Kugeln bestückten Objektfeldes gewährleistet, weil jede Kugel das Licht in Richtung zur Eintrittspupille reflektiert. Im Ausführungsbeispiel wurde mittels eines halbdurchlässigen Spiegels unmittelbar vor der Eintrittspupille des Prüflings das vom Kugellinsen-Kondensor kommende Licht entlang der Sehrichtung des Prüflings in die Objektebene eingespiegelt, dann ist die scheinbare Lage der Objektpunkte durch die Kugelmittelpunkte definiert, und man kann durch Messungen in der Bildebene neben der Beurteilung der Abbildungsfehler auch die Verzeichnung bestimmen.