



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 B / 290 814 7

(22) 02.06.86

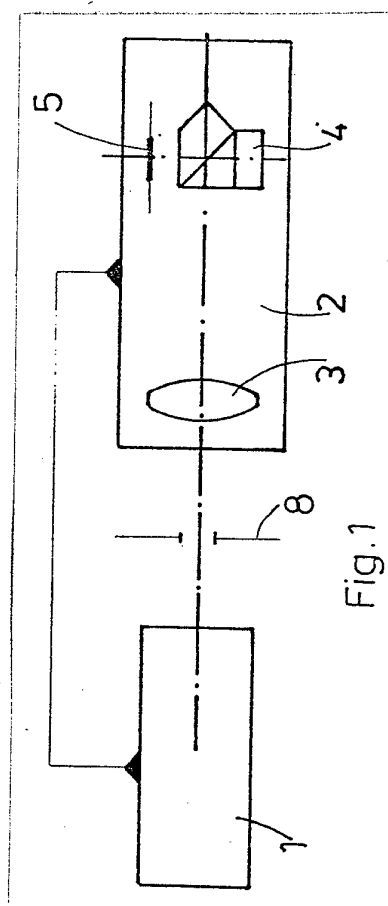
(44) 09.09.87

(71) VEB Carl Zeiss JENA, 6900 Jena, Carl-Zeiss-Straße 1, DD

(72) Erben, Alois, Dipl.-Phys., DD

(54) Anordnung zum fotoelektrischen Erkennen des Zusammenfallens zweier Objektbilder

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum fotoelektrischen Erkennen des Zusammenfallens zweier Objektbilder für fotoelektrisch arbeitende Feinmeßgeräte mit dem Ziel, bei hoher Meßgenauigkeit und -geschwindigkeit den Realisierungsaufwand zu senken. Aufgabe ist es vor allem, unter Verwendung eines Kreis-Kreisring-Detektors das Zusammenfallen der Bildmittelpunkte zweier Objektbilder genau zu bestimmen. In der Bildebene eines Meß- oder Visiermikroskopes ist ein KKR-Detektor derart vorgesehen, daß im Zustand des Zusammenfallens der Mittelpunkte zweier Objektbilder oder bei deren definiertem Versatz auf die Kreis- und die Kreisringfläche des Detektors genau definierte Lichtanteile auftreten. Fig. 1



Patentansprüche:

1. Anordnung zum fotoelektrischen Erkennen des Zusammenfallens zweier Objektbilder, die Abbildungselemente zur Abbildung und zur optischen Erzeugung zweier Bilder eines beleuchteten Meßobjektes oder einer Projektionsmarke oder Zielfigur umfaßt, wobei diese Mittel ein an sich bekanntes Doppelbildprisma oder eine das Licht reflektierende Fläche eines Meßobjektes sind, **gekennzeichnet dadurch**, daß in der Bildebene der Abbildungselemente ein Kreis-Kreisring-Detektor derart vorgesehen ist, daß im Zustand des Zusammenfallens der Mittelpunkte beider Bilder oder bei deren definiertem Versatz auf die Kreis- und die Kreisringfläche des Detektors genau definierte Lichtanteile auftreten.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß auf die Kreis- und Kreisringfläche gleiche Lichtanteile auftreten.
3. Anordnung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß beim Zusammenfallen der Bildmittelpunkte das Licht entweder überwiegend auf die Kreisfläche oder auf die Kreisringfläche des Detektors trifft und bei definiertem Versatz beider Bilder Kreis- und Kreisringfläche gleiche Anteile erhalten.
4. Anordnung nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Symmetriezentrum des verwendeten Doppelbildprismas vorzugsweise bildseitig annähernd in der Mitte des Kreis-Kreisring-Detektors liegt.
5. Anordnung nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Mitte der Projektionsmarke der Perflektometeranordnung bildseitig annähernd in der Mitte des KKR-Detektors liegt.
6. Anordnung nach Anspruch 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Abbildungselemente eine Variooptik vorgesehen ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum fotoelektrischen Erkennen des Zusammenfallens zweier Objektbilder, insbesondere bei der optischen Antastung von Meßobjekten mittels fotoelektrisch arbeitender Feinmeßgeräte.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Aus der „Jenaer Rundschau“ (1975), 4, Seiten 179–182 sind Doppelbildeinrichtungen bekannt, bei welchen mittels eines zentral- oder axialsymmetrischen Doppelbildprismas von einem Objekt zwei Bilder erzeugbar sind, welche sich in definierter Weise überlagern oder aneinanderlegen, wenn das Meßobjekt anvisiert ist. Diese Überlagerung wird visuell beobachtet.

In Leinweber „Taschenbuch der Längenmeßtechnik“, Springer-Verlag Berlin–Göttingen–Heidelberg 1954, Seiten 348 und 349 und Zill „Messen und Lehren im Maschinen- und Feingerätebau“ Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig 1956, Seiten 138 bis 139, ist das Perflektometer beschrieben, welches in festem Abstand angeordnet und eine gemeinsame optische Achse besitzend, ein Projektions- und Beobachtungsmikroskop umfaßt. Eine in der Okularebene des Projektionsmikroskopes liegende Marke wird in einer Objektebene abgebildet und durch das Beobachtungsmikroskop beobachtet. Zwischen die Mikroskope wird etwa in Höhe der Objektebene die optisch anzutastende Meßfläche parallel zur optischen Achse herangeschoben. Dabei erscheint im Gesichtsfeld des Beobachtungsmikroskopes das an der Meßfläche gespiegelte Bild der Marke. Es fällt dann mit dem ohne Spiegelung gesehenen Projektionsbild zusammen, wenn die Meßfläche in der optischen Achse beider Mikroskope liegt. Auch hier wird das Zusammenfallen der Bilder visuell beobachtet.

Diese bekannten Einrichtungen und die mit ihnen durchgeführten Antastverfahren besitzen Nachteile, die allen visuellen Verfahren innewohnen. Vor allem subjektive Einflüsse des Beobachtenden beeinflussen stark die Meßgenauigkeit.

Zur fotoelektrischen Antastung von Körperkanten oder Schattenbilder von Meßobjekten sowie von strichförmigen Meßstrukturen ist aus der DD-PS 156 290 eine Empfängeranordnung bekannt, die mindestens eine zentral angeordnete Empfängerfläche und mindestens eine die Zentralfläche umgebende periphere Empfängerfläche umfaßt, wobei die Summe der peripheren Empfängerflächen vorzugsweise gleich der zentralen Empfängerfläche ist. Mit dieser Empfängeranordnung ist es möglich, die Lage von Strukturen zweidimensional und richtungsunabhängig zu erfassen.

Das visuelle Doppelbildverfahren besitzt die bekannten grundsätzlichen Mängel visueller Antastung, wie Vorhandensein subjektiver Fehlereinflüsse, zusätzliche Meßunsicherheit bei längeren Messungen durch Ermüdung des Messenden, statische Meßwerterfassung ohne one-line-Meßwertverarbeitung und damit große Meßzeiten. Eine Automatisierung der Messungen ist nicht möglich.

Objektivierte Verfahren und die dazugehörigen Einrichtungen, wie sie z. B. in der „Jenaer Rundschau“ 30 (1985), 2, Seiten 68–70 beschrieben sind, arbeiten zur Strukturorterkennung bzw. berührungslosen Messung mit nur einem Objektbild. Die Vorteile, die Doppelbildmeßmethoden und das Perflektometerverfahren zur Erzielung einer hohen Meßgenauigkeit besitzen, können nicht voll genutzt werden.

So sind auch das aus dem FE-Bericht T 81-191, Hege, G. „Berührungslose optische Antastsysteme“, Bonn 1981 bekannte Verfahren und die Anordnung zur Objektivierung des Perflektometerverfahrens im Realisierungsaufwand zu hoch, da Kreisgitter, Fotodiodenmatrix und Bildverarbeitungssystem für Moiremuster, Bildspeicher und Mikroprozessor Anwendung finden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und den Realisierungsaufwand bei hoher Antast- und Meßgenauigkeit zu verringern.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zum fotoelektrischen Erkennen des Zusammenfallens zweier Objektbilder zu schaffen, bei welcher bei geringem technischem Aufwand unter Verwendung eines Kreis-Kreisring-Detektors das Zusammenfallen der Bildmittelpunkte zweier Objektbilder genau und schnell bestimmt werden kann und somit eine hochgenaue Antastung von Meßobjektflächen bei hoher Meßgeschwindigkeit erzielt wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Anordnung zum fotoelektrischen Erkennen des Zusammenfallens zweier Objektbilder, die Abbildungselemente zur Abbildung und zur optischen Erzeugung zweier Bilder eines beleuchteten Meßobjektes oder einer Projektionsmarke oder Zielfigur umfaßt, wobei diese Mittel ein an sich bekanntes Doppelbildprisma oder eine das Licht reflektierende Fläche eines Meßobjektes sind, dadurch gelöst, daß in der Bildebene der Abbildungselemente ein Kreis-Kreisring-Detektor derart vorgesehen ist, daß im Zustand des Zusammenfallens der Mittelpunkte beider Bilder oder bei deren definiertem Versatz auf die Kreis- und die Kreisringfläche des Detektors genau definierte Lichtanteile auftreten. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist es vorteilhaft, wenn auf die Kreis- und Kreisringfläche gleiche Lichtanteile auftreten.

Ferner ist es vorteilhaft, daß beim Zusammenfallen der Bildmittelpunkte das Licht entweder überwiegend auf die Kreisfläche oder auf die Kreisringfläche des Detektors trifft und bei definiertem Versatz beider Bilder Kreis- und Kreisringfläche gleiche Anteile erhalten.

Im Hinblick auf die durch den Detektor erzeugten Signalverlauf ist es ferner vorteilhaft, wenn das Symmetriezentrum des verwendeten Doppelbildprismas vorzugsweise bildseitig annähernd in der Mitte des Kreis-Kreisring-Detektors liegt.

Bei Verwendung einer Perflektometeranordnung ist es vorteilhaft, wenn die Mitte der Projektionsmarke der

Perflektometeranordnung bildseitig annähernd in der Mitte des KKR-Detektors liegt.

Zur Anpassung der Bildgröße des Meßobjektes, der Projektionsmarke oder Zielfigur an die Detektorgröße ist es vorteilhaft, wenn als Abbildungselemente eine Variooptik vorgesehen ist.

Die Anordnung ist in Verbindung mit verschiedenen Objekten vorteilhaft anwendbar. Sie gestattet erstmalig, mit geringem Realisierungsaufwand Messungen im Doppelbild- oder Perflektometerverfahren objektiv, d. h. ohne Beeinflussung durch den Messenden, mit hoher Genauigkeit unter Ausnutzung der Vorteile dieser Verfahren durchzuführen und derartige Messungen zu automatisieren.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

- Fig. 1: schematisch eine Anordnung mit Doppelbildprisma,
- Fig. 2: schematisch eine Perflektometeranordnung,
- Fig. 3: die Fläche eines Kreis-Kreisring-Detektors (KKR-Detektor),
- Fig. 4: homogen leuchtende Kreisfläche als Objekt,
- Fig. 5: die Lage von versetzten Objektbildern in der KKR-Detektorebene,
- Fig. 6: einen KKR-Detektor mit zusammenfallenden Bildern und
- Fig. 7: einen KKR-Detektor, bei dem sich die Bilder nicht überdecken.

Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung umfaßt eine Beleuchtungseinrichtung 1 und ein Meßmikroskop 2, welches Abbildungselemente in Form eines Objektives 3, ein an sich bekanntes Doppelbildprisma 4 und einen fotoelektrischen Kreis-Kreisring-Detektor 5 (KKR-Detektor) besitzt, wobei dieser in der Bildebene des Objektives 3 angeordnet ist. Die fotoempfindlichen Teile, Kreiselement 6 und davon isoliertes Kreisringelement 7 (Fig. 3), sind elektrisch in an sich bekannter Weise in Differenz geschaltet. Ihre Signale werden einer nicht dargestellten Verarbeitungseinheit zugeführt. Beleuchtungseinrichtung 1 und Meßmikroskop 2 sind in festem Abstand zueinander am Meßgerät angeordnet. Zwischen ihnen befindet sich das Meßobjekt 8.

Die Perflektometeranordnung nach Fig. 2 umfaßt ein Projektionsmikroskop 9, welches eine Lichtquelle 10, eine vorzugsweise kreisförmige Projektionsmarke 11 und ein Projektionsobjektiv 12 besitzt. Das Projektionsmikroskop 9 ist mit einem Visiermikroskop 13 fest verbunden, welches ein Objektiv 14 und in dessen Bildebene einen KKR-Detektor 5 enthält. Die Projektionsmarke 11 ist so angeordnet, daß ihr optisches Bild zentrisch zur Mitte des KKR-Detektors 5 liegt. Zwischen Projektionsmikroskop 9 und Visiermikroskop 13 ist das Meßobjekt 15 angeordnet, an dessen reflektierender Fläche 16 die Projektionsmarke 11 optisch verdoppelt wird.

Der prinzipielle Aufbau eines KKR-Detektors ist in Fig. 3 dargestellt. Er besteht aus einem lichtempfindlichen Kreiselement 6, einer inaktiven Zone 17 und einem lichtempfindlichen Kreisringelement 7. Fig. 4 zeigt eine homogen leuchtende Kreisfläche 18 als Objekt, dessen Bilddurchmesser d am KKR-Detektor gleich dessen Außendurchmesser ist. Beim Zusammenfallen der Mittelpunkte der Bilder der Kreisfläche 18, in der Ebene des KKR-Detektors 5 in dessen Mitte, welche durch das Doppelbildprisma 4, dessen Symmetriezentrum bildseitig annähernd in der Mitte des KKR-Detektors liegt, erzeugt werden, erhalten das Kreis- und das Kreisringelement gleichviel Licht und das gewonnene Differenzsignal ist gleich Null. Bei dem geringsten Versatz a beider Bilder 18.1; 18.2, wie in Fig. 5 gezeigt, erhält das Kreiselement 6 noch das volle Licht, während das Kreisringelement 7 bereits weniger Licht erhält. Das Differenzsignal ist ungleich Null.

Fig. 6 zeigt einen KKR-Detektor mit einem Doppelbild 19 der Projektionsmarke 11 im Zustand der Überdeckung. Das Licht fällt dabei ausschließlich auf das Kreiselement 6. Es ergibt sich ein maximales Differenzsignal. Bei einem bestimmten, definierten Versatz b der Bilder, in Fig. 7 gekennzeichnet durch 19.1 und 19.2 belichten diese Bilder das Kreiselement 6 und das Kreisingelement 7 gleichstark (Differenzsignal 8). Diese Bildorte mit dem Differenzsignal Null werden dann rechnerisch zur Ermittlung des Ortes des Zusammenfallens der Bildmittelpunkte genutzt, da sie dazu symmetrisch liegen.

Für die Anpassung der Bildgröße an die Größe des KKR-Detektors ist es vorteilhaft, das Objektiv 3 als Varioobjektiv auszubilden.

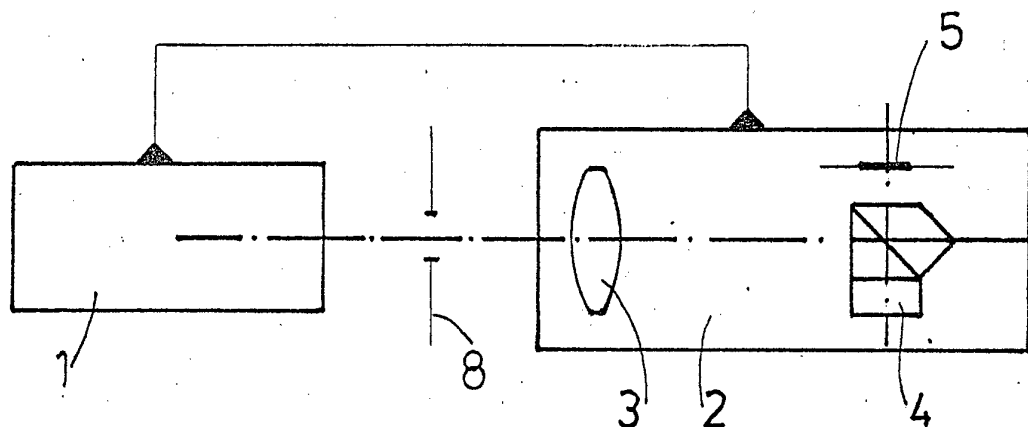


Fig. 1

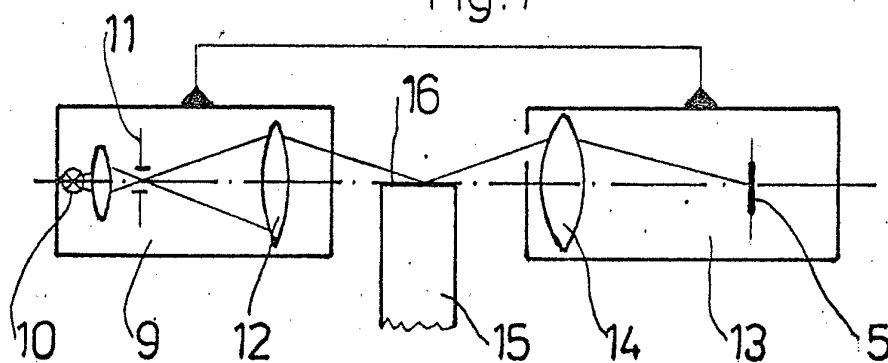


Fig. 2

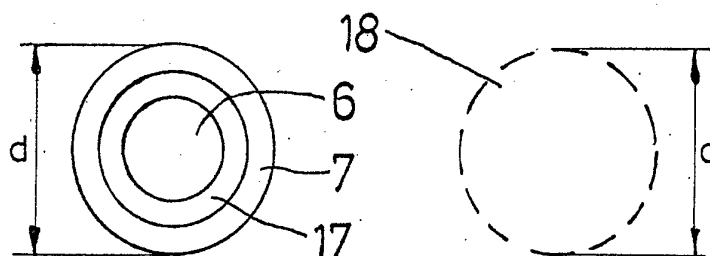


Fig. 3

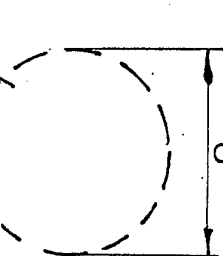


Fig. 4

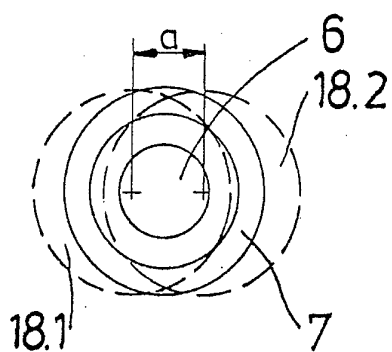


Fig. 5

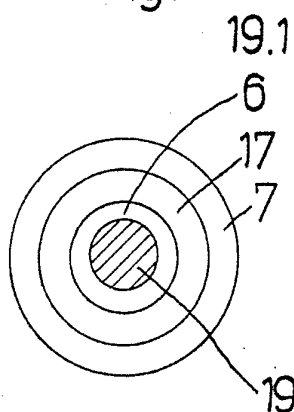


Fig. 6

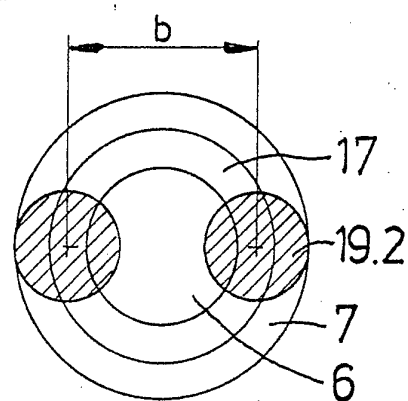


Fig. 7