



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingesehenen Fassung veröffentlicht

(21) WP G 02 B / 306 577 3

(22) 02.09.87

(44) 04.01.89

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

(72) Erben, Alois, Dipl.-Phys.; Priplata, Heinz, Dipl.-Ing.; Köhler, Joachim, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Einrichtung zum automatischen Fokussieren an Koordinatenmeßgeräten mit optoelektronischer Strukturorterkennung

(55) Verfahren, Einrichtung, automatisch, fokussieren, Abtastung, Struktur, optoelektronisch, Meßsensor, Fokussiersensor, Auswerteeinheit, Meßsignal, Meßdifferenzsignal, Fokussierdifferenzsignal, Koordinatenmeßgerät, Teilapertur, Meß-, Fokussierstrahlengang

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum automatischen Fokussieren an Koordinatenmeßgeräten mit optoelektronischer Strukturorterkennung, wobei eine beleuchtete Struktur 1 bei voller Apertur auf einen Meßsensor 4 abgebildet und beim Abtasten in einer elektronischen Auswerteeinheit ein Meßsignal erzeugt wird. Durch mindestens einen mit Teilapertur beleuchteten fotoelektrischen Fokussiersensor 5 wird bei Defokussierung des Strahlenganges ein gegenüber dem Signal des Meßsensors 4 verschobenes Fokussiersignal beim Abtasten der Struktur 1 durch den Fokussiersensor 5 erzeugt. Aus Meß- und Fokussiersignal wird ein Differenzsignal im Falle der Strukturorterkennung durch den Meßsensor 4 oder Fokussiersensor 5 gebildet, welches zur Ansteuerung eines fokussierenden Stellgliedes benutzt wird. Fig. 1

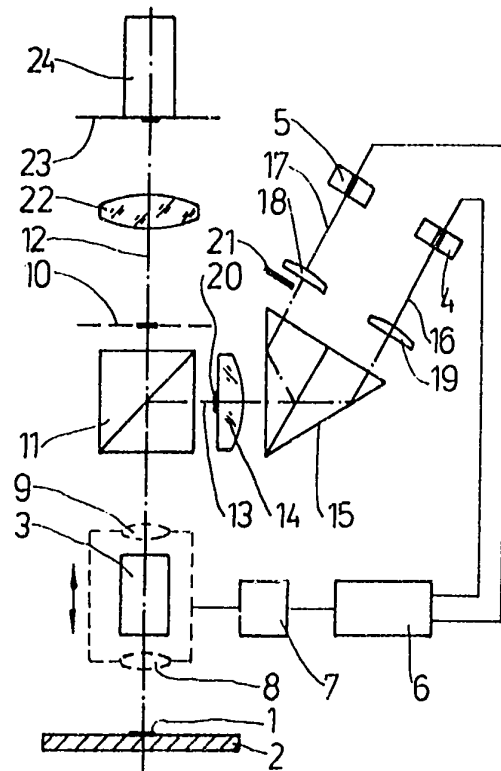


Fig.1

Patentansprüche:

1. Verfahren zum automatischen Fokussieren an Koordinatenmeßgeräten mit optoelektronischer Strukturorterkennung, wobei eine beleuchtete Struktur mit voller Apertur des Objektivs und dingseitig telezentrisch auf einen Meßsensor abgebildet wird und durch den Meßsensor beim Abtasten der Struktur ein Meßsignal erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch mindestens einen mit Teilapertur beleuchteten, fotoelektrischen Fokussiersensor (5) ein bei Defokussierung des Strahlenganges gegenüber dem Meßsignal des Meßsensors (4) verschobenes Fokussiersignal beim Abtasten der Struktur (1) durch den Fokussiersensor (5) erzeugt wird, und daß in einer Auswerteeinheit (6) aus Meß- und Fokussiersignal ein Differenzsignal im Fall der Strukturorterkennung durch den Meßsensor (4) oder Fokussiersensor (5) und einer Ansteuereinheit (7) zur Ansteuerung eines den Strahlengang fokussierenden Stellgliedes zugeführt wird.
2. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem, eine Struktur eines Meßobjektes in eine Zwischenbildebene abbildenden Objektiv und mit einem, dem Objektiv nachgeordneten, einen Beobachtungs- und einen weiteren Strahlengang erzeugenden Strahlenteiler, wobei im weiteren Strahlengang in einer, zur Zwischenbildebene konjugierten Ebene ein fotoelektrischer Meßsensor vorgesehen ist, der mit einer Auswerteeinheit verbunden ist, und daß im Beobachtungsstrahlengang die Zwischenbildebene in die Ebene eines Beobachtungssystems oder einer Bildaufnahmeanordnung abbildende optische Systeme vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß im, dem Strahlenteiler (11; 25) nachgeordneten weiteren Strahlengang ein weiterer, einen Meß- und mindestens einen Fokussierstrahlengang erzeugender Strahlenteiler (15; 32) vorgesehen ist, wobei im Meßstrahlengang (16) der Meßsensor (4; 28) und im Fokussierstrahlengang (17) ein fotoelektrischer Fokussiersensor (5; 36) sowie eine Teilaperturblende (21; 35), die vor einem Umkehrsystem 18 angeordnet ist, vorgesehen sind, und daß der Fokussiersensor (5; 36) mit der Auswerteeinheit (7) verbunden ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teilaperturblende (21; 35) entsprechend der Richtung der Strukturen (1) einstellbar ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Fokussierstrahlengang zwei Fokussiersensoren mit zugeordneten Teilaperturblenden vorgesehen sind, wobei die Kanten der Teilaperturblenden senkrecht zueinander gerichtet sind.
5. Einrichtung nach Anspruch 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß Meß- und Fokussiersensor gleichen Aufbau besitzen und lagemäßig einander fest zugeordnet sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 2 bis 5 unter Benutzung von Differenzfotoempfängern als Sensoren, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Falle der Strukturorterkennung durch den Fokussiersensor beim Nulldurchgang des Fokussierdifferenzsignales, gebildet in der Auswerteeinheit aus den Signalen der beiden Fotoempfänger des Fokussiersensors, das Meßdifferenzsignal des Meßsensors, gebildet aus den Signalen der beiden Fotoempfänger des Meßsensors, zur Ansteuerung eines fokussierenden Stellgliedes benutzt wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum automatischen Fokussieren an Koordinatenmeßgeräten mit optoelektronischer Strukturorterkennung, insbesondere für Messungen bei Durchlichtbeleuchtung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind eine Vielzahl von Verfahren und Vorrichtungen zur automatischen Fokussierung für die verschiedensten Geräte mit optischer Abbildung, wie z. B. Fotoapparate und Mikroskope, bekannt, die sich alle auf eine relativ kleine Anzahl physikalischer Wirkprinzipien zurückführen lassen. So ist für eine aktive Entfernungsmessung aus den „Leitz-Mitteilungen für Wissenschaft und Technik“, Bd. VIII, Nr. 8, Nov. 1985, Seiten 228 und 229 sowie aus der Zeitschrift „QZ-Qualität und Zuverlässigkeit“ 30 (1985), 7, Seiten 211 und 212 eine Anordnung zur Entfernungsmessung mit Pupillenteilung bekannt. Dabei wird in einer zur Pupillenebene eines Objektivs konjugierten Ebene eine Pupille durch ein Teilerprisma halbiert, so daß das Licht einer Laserdiode die eine Hälfte der konjugierten Ebene passiert und der Gegenstand halbseitig beleuchtet wird. Die von dem Lichtpunkt auf den Gegenstand ausgehende Strahlung gelangt über ein Objektiv, über Linsen und ein Teilerprisma auf eine Differenzdiode. Ist der Gegenstand im Fokus des Objektivs, so wird der Lichtpunkt genau auf dem Teilersteg der Diode abgebildet und das Differenzsignal ist Null. Bei Defokussierung wird ein Differenzsignal Null erzeugt, welches zur Nachfokussierung weiterverarbeitet wird.

Ferner sind aus der Zeitschrift „QZ“, Seiten 210 und 213, Methoden und Anordnungen bekannt, die zwecks automatischer Fokussierung aus vielen Sensoren bestehende Empfängeranordnungen (z. B. CCD-Anordnungen) benutzen. Die erforderliche Bildanalyse und Bildverarbeitung erfordert einen relativ hohen technischen Aufwand. Oft besteht er in der Realisierung gesonderter Strahlengänge einschließlich zugehöriger Lichtquellen. Bekannte Verfahren für Auflichtobjekte und optische Antastung von Oberflächen erfassen nicht die bei Koordinatenmeßgeräten dominierenden Durchlichtobjekte wie Strukturen (z. B. Kanten und Striche) im Schattenbild, die z. B. mittels Kreis-Kreisring-Detektoren angetastet werden (DE-PS 3143948). Nachteilig bei den bekannten Einrichtungen ist ferner, daß lediglich Nachfokussierungen oder Antastungen bzw. Entfernungsbestimmungen in einer zu ebenen Meßobjekten senkrechten Richtung ausgeführt werden können. Zur Strukturorterkennung in der Ebene des Meßobjektes sind gesonderte fotoelektrische Meßanordnungen erforderlich, die u. a. Differenzfotoempfänger umfassen und mit denen die Lage der anzutastenden Strukturen ermittelt wird.

Ziel der Erfindung

Es ist das Ziel der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und mit relativ geringem Aufwand an Koordinatenmeßgeräten mit optoelektronischer Strukturorterkennung eine automatische Fokussierung zu realisieren und damit den Gebrauchswert zu erhöhen.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zum automatischen Fokussieren an Koordinatenmeßgeräten mit optoelektronischer Strukturorterkennung, insbesondere von im Durchlicht beleuchteten Meßobjekten zu schaffen, welches es mit relativ geringem technischen Aufwand ermöglichen, unter Verwendung des für die Strukturorterkennung benutzten Sensors mit zugehöriger elektronischer Auswerteeinheit und des optischen Systems, unabhängig von wechselnder Objekthelligkeit eine automatische Fokussierung auf das Meßobjekt zu realisieren. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Verfahren zum automatischen Fokussieren an Koordinatenmeßgeräten mit optoelektronischer Strukturorterkennung, wobei eine beleuchtete Struktur mit voller Apertur des Objektivs und dinstseitig telezentrisch auf einen Meßsensor abgebildet wird und durch den Meßsensor beim Abtasten der Struktur ein Meßsignal erzeugt wird, dadurch gelöst, daß durch mindestens eine mit Teilapertur beleuchteten, fotoelektrischen Fokussiersensor ein bei Defokussierung des Strahlenganges gegenüber dem Meßsignal des Meßsensors verschobenes Fokussiersignal beim Abtasten der Struktur durch den Fokussiersensor erzeugt wird, und daß in einer Auswerteeinheit aus Meß- und Fokussiersignal ein Differenzsignal im Fall der Strukturorterkennung durch den Meßsensor oder Fokussiersensor gebildet und einer Ansteuereinheit zur Ansteuerung eines den Strahlengang fokussierenden, Stellgliedes zugeführt wird.

Eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens, nach einem, eine Struktur eines Meßobjektes in eine Zwischenbildebene abbildendem Objektiv und mit einem, dem Objektiv nachgeordneten, einen Beobachtungs- und einen weiteren Strahlengang erzeugenden Strahlenteiler, wobei im weiteren Strahlengang in einer, zur Zwischenbildebene konjugierten Ebene ein fotoelektrischer Meßsensor vorgesehen ist, der mit einer Auswerteeinheit verbunden ist, und daß im Beobachtungsstrahlengang die Zwischenbildebene in die Ebene eines Beobachtungssystems oder einer Bildaufnahmeanordnung abbildende optische Systeme vorgesehen sind, ist gekennzeichnet dadurch, daß im, dem Strahlenteiler nachgeordneten weiteren Strahlengang ein weiterer, einen Meß- und mindestens einen Fokussierstrahlengang erzeugender Strahlenteiler vorgesehen ist, wobei im Meßstrahlengang der Meßsensor und im Fokussierstrahlengang ein fotoelektrischer Fokussiersensor sowie eine Teilaperturblende, die vor einem Umkehrsystem angeordnet ist, vorgesehen sind, und daß der Fokussiersensor mit der Auswerteeinheit verbunden ist.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Teilaperturblende entsprechend der Richtung der Strukturen einstellbar ist.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn im Fokussierstrahlengang zwei Fokussiersensoren mit zugeordneten Teilaperturblenden vorgesehen sind, wobei die Kanten der Teilaperturblenden senkrecht zueinander gerichtet sind.

Vorteilhaft ist ferner, wenn Meß- und Fokussiersensor gleichen Aufbau besitzen und lagemäßig einander fest zugeordnet sind.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn im Falle der Strukturorterkennung durch den Fokussiersensor beim Nulldurchgang des Fokussierdifferenzsignals, gebildet in der Auswerteeinheit aus den Signalen der beiden Fotoempfänger des Fokussiersensors, das Meßdifferenzsignal des Meßsensors, gebildet aus den Signalen der beiden Fotoempfänger des Meßsensors, zur Ansteuerung eines fokussierenden Stellgliedes benutzt wird.

Vorteilhaft ist es auch, den Meß- und Fokussiersensor lagemäßig einander so zuzuordnen, daß bei scharfer Abbildung, d. h. ein fokussierter Zustand, beide Sensoren eine Struktur gleichzeitig erkennen, in der elektronischen Auswerteeinheit gleichzeitig einen Impuls zur Übernahme der Koordinaten des Koordinatenmeßgerätes auslösen und bei unscharfer Abbildung aus der Differenz der Koordinatenwerte, die zu den zeitlich nacheinander ausgelösten Übernahmeimpulsen beider Sensoren gehören, die erforderliche Nachstellgröße der Fokussierung nach Richtung und Betrag abgeleitet wird. Hieraus ergibt sich ein Vorteil der Erfindung, daß die Fokussierung unabhängig von wechselnder Objekthelligkeit, bedingt durch Meßobjekt, Objektivvergrößerung, Netzspannung, Beleuchtungsart und -apertur, ist. Die Unabhängigkeit von wechselnden Lichtverhältnissen wird ferner begünstigt durch die Verwendung von Differenzfotoempfängern als Sensoren, wie z. B. Kreis-Kreisring-Detektoren. Bei Benutzung von Differenzfotoempfängern wird in der elektronischen Auswerteeinheit von den beiden Empfängern des Meßsensors ein Meßdifferenzsignal und von denen des Fokussiersensors ein Fokussierdifferenzsignal erzeugt und es ist vorteilhaft, das Meßdifferenzsignal zum Zeitpunkt des Nulldurchganges des Fokussierdifferenzsignals zur Ansteuerung eines fokussierenden Stellgliedes zu benutzen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der entsprechenden Einrichtung ist es erstmalig sowohl bei dynamischen als auch bei statischen Messungen möglich, Strukturen anzutasten und gleichzeitig eine automatische Fokussierung des Strahlenganges mit geringem Aufwand und unter Beibehaltung des optischen Systems und des Meßsensors mit elektronischer Auswerteeinheit für die Strukturorterkennung vorzunehmen.

Ausführungsbeispiel

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

- Fig. 1: schematisch den optischen Aufbau einer erfindungsgemäßen Einrichtung,
 Fig. 2: schematisch den Aufbau einer Einrichtung mit schwenkbarem Reflektor und
 Fig. 3: Objektiv und Hauptstrahl des Fokussierstrahlenganges nach Fig. 2.

Bei dem Verfahren zum automatischen Fokussieren an Koordinatenmeßgeräten mit optoelektronischer Strukturorterkennung wird eine beleuchtete Struktur 1 eines Meßobjektes 2, z. B. eine Kante oder ein Strich mittels einer Abbildungsoptik in Form eines Objektives 3 bei voller Apertur und dingseitig telezentrisch auf einen fotoelektrischen Meßsensor 4, im Beispiel auf einen Differenzfotoempfänger, abgebildet. Durch mindestens einen mit Teilapertur beleuchteten Fokussiersensor 5, der ebenfalls ein Differenzfotoempfänger ist, wird bei Defokussierung des Strahlenganges die Struktur 1 phasenverschoben gegenüber dem Meßsensor 4 auf dem Fokussiersensor 5 abgebildet. Die Signale der beiden Fotoempfänger des Meßsensors 4 und die Signale der beiden Fotoempfänger des Fokussiersensors 5 werden der elektronischen Auswerteeinheit 6 zugeführt. Die Auswerteeinheit bildet aus den Signalen des Meßsensors 4 ein Meßdifferenzsignal im vorgegebenen Amplitudenbereich weitgehend unabhängig von der Helligkeit des Meßobjektes 2 und aus den Signalen des Fokussiersensors 5 ein Fokussierdifferenzsignal. Beim Antasten der Struktur 1 des Meßobjektes 2 bei defokussiertem Strahlengang ist der Nulldurchgang des Fokussierdifferenzsignals zeitlich versetzt gegenüber dem Nulldurchgang des Meßdifferenzsignals. Somit liegt zum Zeitpunkt des Nulldurchganges des Fokussierdifferenzsignals ein Meßdifferenzsignal vor, das nach Betrag und Vorzeichen verwendet und der Ansteuereinheit zugeführt wird zum Stellen von den Strahlengang fokussierenden Elementen 8; 9 (in Fig. 1 als Schiebelinsen zum Objektiv 3 dargestellt). Eine Fokussierung kann auch durch Verschiebung der gesamten Einrichtung in Richtung der optischen Achse relativ zum Meßobjekt 2 erfolgen. Im Hinblick auf ein schnelles Nachfokussieren bei minimaler Änderung der optischen Achse erweist sich die Anwendung von Schiebelinsen als vorteilhaft. Ferner wird bei Anwendung einer beidseitigen Schiebelinse 9 der freie Objektabstand nicht beeinträchtigt.

Eine erfindungsgemäße Einrichtung nach Fig. 1 zur Durchführung des Verfahrens umfaßt das Objektiv 3, welches die Struktur 1 des Meßobjektes 2 in eine Zwischenbildebene 10 abbildet und einen, dem Objektiv 3 nachgeordneten Strahlenteiler 11, welcher einen Beobachtungsstrahlengang 12 und einen weiteren Strahlengang 13 erzeugt, in dem in einer zur Zwischenbildebene 10 konjugierten Ebene an einer Feldlinse 14 ebenfalls ein Zwischenbild 20 der Struktur 1 entsteht. An einem, der Feldlinse 14 nachgeordneten, weiteren Strahlenteiler 15, z. B. einem Kösterprisma, wird ein Meßstrahlengang 16 und mindestens ein Fokussierstrahlengang 17 erzeugt, in welchen der Meßsensor 4 und der Fokussiersensor 5 angeordnet sind. In jedem dieser Strahlengänge 16 und 17 ist ein Umkehrsystem 18; 19 vorgesehen, durch welches das in der Feldlinse 14 liegende Zwischenbild 20 der Struktur 1 auf den Meßsensor 4 und den Fokussiersensor 5 abgebildet wird. Im Fokussierstrahlengang 17 befindet sich vor dem Umkehrsystem 18 eine teilaperturbegrenzende Blende 21, die die Hälfte des abbildenden Lichtbündels im Fokussierstrahlengang 17 abbildet, wodurch der zugehörige Bildort auf dem Fokussiersensor 5 abhängig von der Fokussierung des Strahlenganges wird. Der Meßsensor 4 und der Fokussiersensor 5 sind lagemäßig vorzugsweise in einem gemeinsamen Gehäuse so zueinander justiert, daß bei scharfer Abbildung die Bildmitten der Struktur 1 mit den Sensormitten zusammenfallen und somit beide Sensoren gleichzeitig eine Struktur erkennen. Vorteilhaft ist dabei, daß Meß- und Fokussiersensor einen gleichen Aufbau besitzen.

Im Beobachtungsstrahlengang 12 ist ferner ein optisches System 22 vorgesehen, welches die Zwischenbildebene 10 in die Ebene 23 eines Beobachtungs- oder Bildaufnahmesystems 24, z. B. einer Fernsehkamera abbildet.

In Fig. 2 ist das optische Schema eines Meßkopfes eines Koordinatenmeßgerätes für optoelektronische Strukturorterkennung, automatische Fokussierung und Fernsehbildwiedergabe dargestellt. Die Struktur 1 des Meßobjektes 2 wird durch das Objektiv 3 über den nachgeordneten Strahlenteiler 25 in eine Zwischenbildebene 26 und die dazu konjugierte Ebene 27, in welcher ein Meßsensor 28 zur optoelektronischen Strukturorterkennung liegt, abgebildet. Die Zwischenbildebene 26 wird durch Ein- und Ausschalten eines nachgeordneten Reflektors 29 in den Strahlengang wahlweise mit einem Zwischenabbildungssystem 30 (bei eingeschaltetem Reflektor 29) oder 31 (bei ausgeschaltetem Reflektor 29) über einen nachgeordneten weiteren Strahlenteiler (32) auf die Empfängerfläche 33 einer Fernsehkamera 34 abgebildet, wobei die Zwischenabbildungssysteme 30 und 31 u. a. auch zur Realisierung unterschiedlicher Vergrößerungen des Fernsehbildes dienen. Vor dem Zwischenabbildungssystem 31 ist eine Teilaperturblende 35 angeordnet, welche, wie bei der Einrichtung nach Fig. 1 die Hälfte des abbildenden Lichtbündels abbildet und den zugehörigen Bildort der Struktur 1 auf dem nachgeordneten Fokussiersensor 36 fokussierabhängig macht. Meßsensor 28 und Fokussiersensor 36 sind in fester Lage zueinander, wie oben zu Fig. 1 beschrieben, angeordnet und mit der elektronischen Auswerteeinheit 6 verbunden.

Bei den Sensoren 28 und 36 (Fig. 2), die wieder Differenzfotoempfänger sind, fallen ebenso wie bei den Sensoren 4 und 5 (Fig. 1) bei Abbildung mit fokussiertem Strahlengang die Bildmitten der Struktur 1 mit den Sensormitten gleichzeitig zusammen. Das in der Auswerteeinheit 6 gebildete Meßdifferenzsignal, abgeleitet aus den Signalen der beiden Fotoempfänger des Meßsensors 28 sowie das in der Auswerteeinheit 6 gebildete Fokussierdifferenzsignal, abgeleitet aus den Signalen der beiden Fotoempfänger des Fokussiersensors 36, sind zueinander nicht phasenverschoben. Bei Antastung (Bewegung) der Struktur 1 fallen Nulldurchgang des Meßdifferenzsignals und des Fokussierdifferenzsignals zeitlich zusammen. Bei Defokussierung des Strahlenganges, d. h. bei unscharfer Abbildung, ist der Signalverlauf des Fokussierdifferenzsignals phasenverschoben gegenüber dem Signalverlauf des Meßdifferenzsignals während des Antastvorganges (Bewegung) der Struktur 1. Im Nulldurchgang des Fokussierdifferenzsignals wird ein Impuls erzeugt und zeitlich versetzt wird im Nulldurchgang des Meßdifferenzsignals ein weiterer Impuls gebildet. Beide Impulse werden zur Bestimmung der zugeordneten Koordinaten eines Koordinatenmeßgerätes verwendet, auf dem sich das Meßobjekt 2 befindet. Aus der Koordinatendifferenz wird die erforderliche Nachstellgröße und -richtung für die Fokussierung ermittelt und über die Ansteuereinheit 7 ein Stellglied entsprechend angesteuert.

Die Signalverarbeitung läßt sich vereinfachen, wenn die Nachstellgröße der Fokussierung unmittelbar aus der Meßsignaldifferenz des Meßsensors zum Zeitpunkt des Nulldurchganges des Fokussierdifferenzsignals des Fokussiersensors abgeleitet wird, wofür das Meßdifferenzsignal aufgrund telezentrischer, beschnittfreier Strukturabbildung auf dem Meßsensor gut geeignet ist.

In Fig.3 sind das Objekt 3 und der Hauptstrahl 37 des Fokussierstrahlenganges bei halbseitiger Abblendung mittels der Teilaperturblende 35 (entspr. Fig.2) dargestellt. Dabei ist die Ebene 38 die Einstellebene, die scharf auf den Meßsensor 28 und den Fokussiersensor 36 abgebildet wird. In der gestrichelt dargestellten Ebene 39 befindet sich die scharfzustellende Struktur 1. Bewegt sich eine senkrecht zur Zeichenebene verlaufende Struktur, z.B. die Kante eines Meßobjektes, in Richtung der X-Koordinate, so wird sie vom Fokussiersensor 36 erkannt, wenn sie sich im Punkt P_F befindet. Vom Meßsensor 28 wird die Struktur erkannt, wenn sie sich im Punkt P_M befindet. Die Struktur wird dann von dem jeweiligen Sensor erkannt, wenn sie den Hauptstrahl des jeweiligen Strahlenganges durchläuft. Für den Meßstrahlengang ist die optische Achse 40 Hauptstrahl. Durch Impulse zur Übernahme der Koordinatenwerte beim Durchlaufen des Hauptstrahles 37 und der optischen Achse 40 werden die zugehörigen Koordinaten X_F und X_M der Punkte P_F und P_M festgehalten und aus der folgenden Beziehung die Nachstellgröße $\Delta z = k \cdot \Delta(X_M - X_F)$ berechnet, um welche der Meßkopf nachzustellen ist. Wobei die Apertur und k eine von der Größe der Teilapertur abhängige Konstante sind.

Im Fokussierstrahlengang (nicht dargestellt) können jedoch im Hinblick auf Fokussierung beliebig gerichteter Strukturen auch zwei Fokussiersensoren mit den zugehörigen Teilaperturblenden vorgesehen werden, wobei die Kanten dieser Blenden vorzugsweise senkrecht zueinander gerichtet sind. Auch ist es vorteilhaft, wenn bei Benutzung eines Fokussiersensors und einer Teilaperturblende die Teilaperturblende entsprechend der Richtung einstellbar ist.

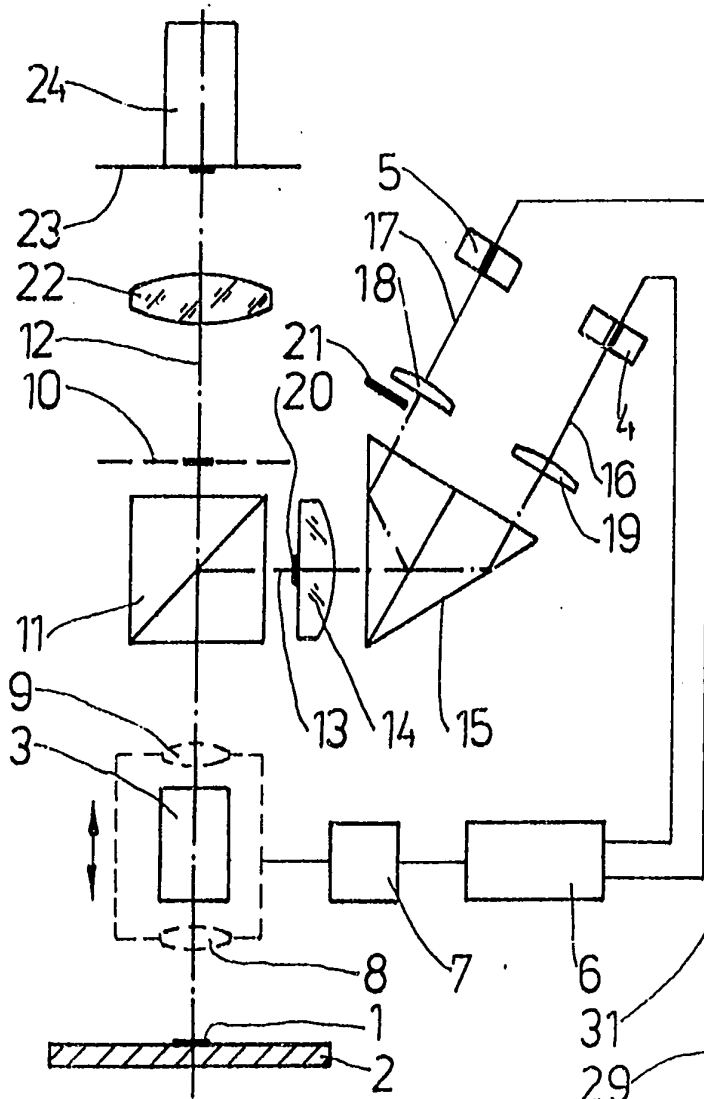


Fig. 1

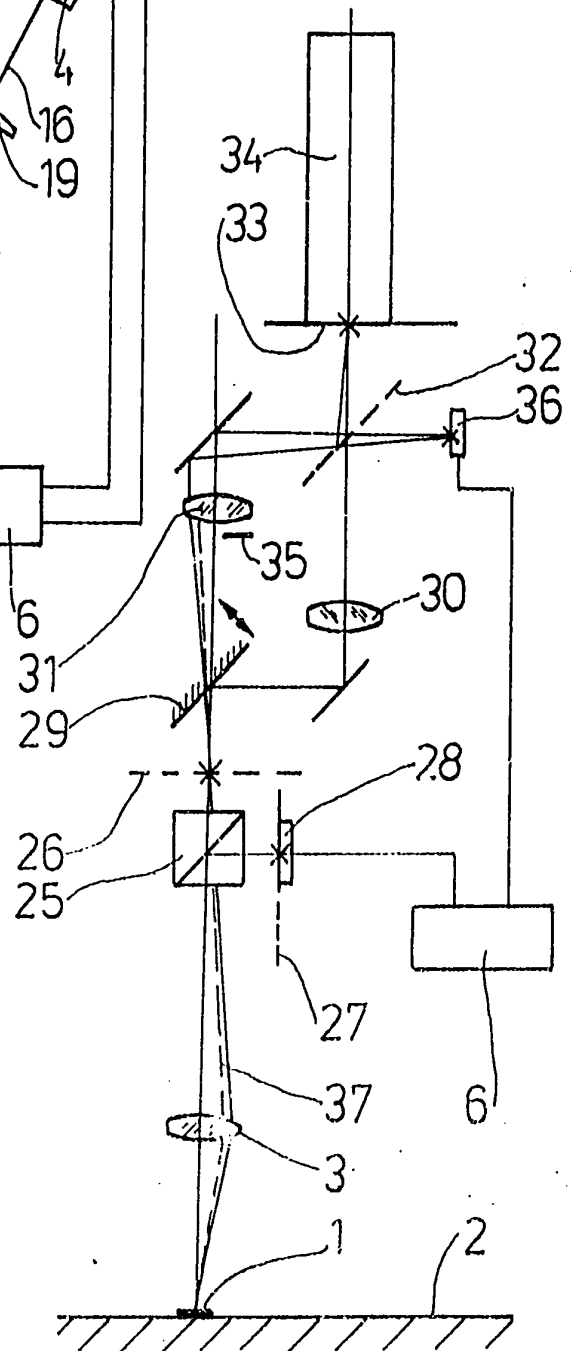


Fig. 2

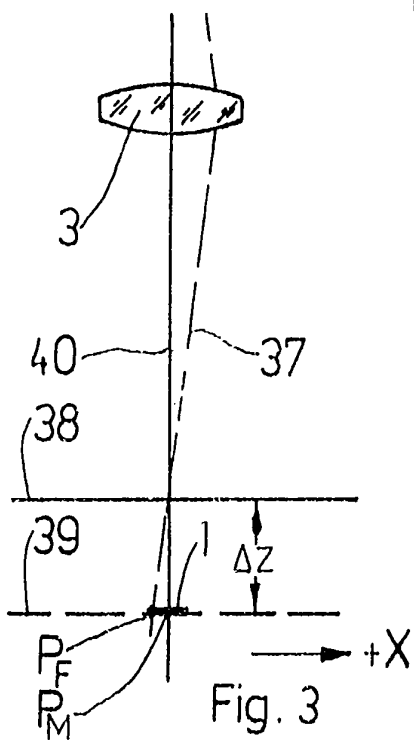


Fig. 3