



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 394 111 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2127/89

(51) Int.Cl.⁵ : **G01B 11/00**

(22) Anmeldetag: 12. 9.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1991

(45) Ausgabetag: 10. 2.1992

(56) Entgegenhaltungen:

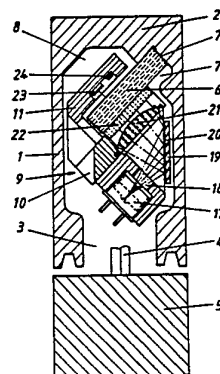
DE-OS2349944

(73) Patentinhaber:

RIEDER HEINZ
A-5120 ST. PANTALEON, OBERÖSTERREICH (AT).
SCHWAIGER MAX
A-5121 ÖSTERMIETHING, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) INKREMENTALES MESSSYSTEM

(57) Das inkrementale Längenmeßsystem besitzt einen Maßstabkörper (6) mit Meßteilung, der an dem einen Längsrand gehalten in einem rohrförmigen Schutzgehäuse (1) untergebracht ist. Eine parallel am Maßstab (6) geführte Abtasteinheit (10, 11) besitzt eine Lichtquelle (17), die über eine Kondensoreinrichtung (21) durch Abtastgitter, Meßteilung und Maßstabkörper hindurch fotoelektrische Empfänger (23, 24) beleuchtet. Zur Erzielung einer gedrängten Bauweise ist der Maßstabkörper im Hohlraum (8) des Trägergehäuses (1) unter 45° geneigt angeordnet. Die fotoelektrischen Empfänger (23, 24) sind an der von einem Gehäuseschlitz (3) abweisenden Seite des Maßstabkörpers (6) angebracht und der Lichtkegel der Lichtquelle (17) wird zwischen Lichtquelle und Kondensor (21) durch einen Reflektor (20) gefaltet.



AT 394 111 B

Die Erfindung betrifft ein inkrementales Meßsystem, insbesondere ein Längenmeßsystem, mit einem in wenigstens einer Spur eine Meßteilung tragenden Maßstabskörper, der an dem einen Längsrand getragen in einem Durchführungsschlitz für einen Mitnehmer aufweisenden, rohrförmigen Schutz- und Trägergehäuse untergebracht ist, und einer parallel zum Maßstab geführten Abtasteinheit mit einer gemeinsamen Lichtquelle, die über eine Kondensoreinrichtungen aufweisende optische Leiteinrichtungen durch den Maßstabskörper und die Meßteilung fotoelektrische Empfänger der Abtasteinheit über ihnen zugeordnete Abtastgitter für die Meßteilung mit zumindest im wesentlichen parallelgerichteten Licht beleuchtet.

Entsprechende Meßsysteme können bei Verwendung eines kreisförmigen Maßstabes und eines entsprechend kreisförmig ausgebildeten Schutzgehäuses auch als Drehmelder gebaut sein.

Bei derartigen Meßsystemen wird die Meßteilung des Maßstabes über die Abtastgitter im Durchlichtverfahren abgetastet. Die Verwendung einer einzigen Lichtquelle hat den Vorteil eines geringen Leistungsbedarfes und einer einigermaßen gleichmäßigen Ausleuchtung des Meßfeldes, doch ergibt sich durch die der Lichtquelle nachzuordnende Projektionsstrecke bis zum Kondensor ein beträchtlicher Platzbedarf und damit eine große Lichtweite des rohrförmigen Schutz- und Trägergehäuses. Es ist zwar bekannt, das Licht über optische Lichtleitfasern zuzuführen, doch wird dadurch die Gesamtanordnung aufwendig und es treten beträchtliche Lichtverluste auf. Bei einer Abtastung im Auflichtverfahren unter Verwendung eines Maßstabbandes, wobei die Abtasteinheit an der Decke des Schutzgehäuses, die in ihrer Mitte das Maßstabband abstützt, ist es an sich bekannt, die Lichtquelle der Beleuchtungseinrichtung im Längsabstand von der Abtaststelle auf der Abtasteinheit anzuordnen und den Lichtkegel der Lichtquelle über einen Spiegel zu falten. Dabei ergibt sich eine große Baulänge für die Abtasteinheit mit entsprechenden Führungs- und Ankoppelungsproblemen an einen Mitnehmer für die Abtasteinheit. Die Anordnung ist, wie erwähnt, nur bei an der Decke des Rohrgehäuses horizontal angeordnetem Maßstabband mit reflektierender Meßteilung möglich. Bei Verwendung einer einzigen Lichtquelle stößt bisher der Abgleich der fotoelektrischen Empfänger auf Schwierigkeiten. Fotoelektrische Empfänger haben oft beträchtlich voneinander abweichende Empfangscharakteristika, die bei gleicher Beleuchtung zu Signalunterschieden bis zu 15 % führen können. Es ist bisher üblich, zum Ausgleich solcher Signalunterschiede den einzelnen Empfängern nachgeschaltete Anordnungen mit einstellbaren Potentiometern zu verwenden, um z. B. bei einer üblichen paarweisen Antiparallelschaltung der Empfänger den sonst auftretenden Gleichstromanteil im Signal zu unterdrücken. Neben Unterschieden in der Signalthöhe tritt als weiterer Fehler der sogenannte Phasenfehler auf, was bedeutet, daß die Phasenabstände der über die gegeneinander um Teilungsbruchteile versetzten Abtastgitter an den Empfängern erzeugten Signale nicht den Sollwerten von üblicherweise 90 bzw. 180 ° entsprechenden, sondern von diesen Sollwerten abweichen. Auch für den Abgleich dieses Phasenfehlers werden den Empfängern nachgeordnete Ausgleichschaltungen verwendet, die aufwendig sind und überdies, ebenso wie Potentiometer, alterungsbedingten Änderungen unterliegen, wobei in Betracht zu ziehen ist, daß sich auch die Gesamtbeleuchtungsstärke durch Änderung der Leistungsfähigkeit der Lichtquelle oder der optischen Durchlässigkeit der vom Licht durchsetzten Medien ändert. Die Signalform der erzeugten Signale kann bei einfacheren Meßanordnungen kaum, bei aufwendigen Anordnungen, insbesondere unter Verwendung eines Mikroprozessors, auf eine gewünschte Sollform, z. B. reine Sinusform oder Dreieckform, gebracht werden, wobei auch hier ein großer Schaltungs- bzw. Einstellaufwand erforderlich wird.

Z. B. aus der DE-OS 23 49 944 ist es an sich bekannt, den Maßstabskörper so anzuordnen, daß er schräg, insbesondere unter 45° geneigt von der vom Schlitz abweisenden Seite her in den Hohlraum des Trägergehäuses einragt. Dabei kann die gesamte Abtasteinheit oder auch nur die die Abtastgitter enthaltende Abtastplatte unmittelbar auf dem frei in den Hohlraum einragenden Maßstabskörper geführt werden, wobei vorzugsweise eine spielfreie Kupplung der Abtasteinheit mit dem zum Meßwertaufnehmer an der Werkzeugmaschine od. dgl. führenden Mitnehmer angestrebt wird. Bei dieser bekannten Anordnung werden die Abtastplatte und die fotoelektrischen Empfänger an der Unterseite des Maßstabskörpers geführt und für jeden Empfänger ist eine eigene Beleuchtungseinrichtung in Form einer Fotodiode vorgesehen, die an einem eigenen Träger an der anderen Seite des Maßstabes gehalten wird. Hier kann man einzelne Fotodioden für sich in ihrem Abstand vom Maßstab einstellen und damit die Beleuchtungsstärke des zugeordneten Fotoempfängers individuell ändern, doch ist diese Anordnung nur dann möglich, wenn große Abstände der einzelnen Abtastgitter, Empfänger und Beleuchtungseinrichtungen voneinander eingehalten werden, so daß sich insgesamt gesehen ein großer Platzbedarf, eine große benötigte Lichtleistung und ein aufwendiger Aufbau ergeben. Bei der Beleuchtung von Fotoempfängern durch individuell zugeordnete Lichtquellen ist es auch bekannt, die z. B. aus Fotodioden bestehenden Lichtquellen in Lochplatten anzuordnen, wobei die tatsächliche Lichtabgabe durch in die Blendenlöcher einragende Schrauben od. dgl. eingestellt werden kann. Der Abgleich ist aber hier ungenau und mit großem Justieraufwand verbunden. Voraussetzung ist selbstverständlich eine entsprechend großvolumige Bauweise.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Meßsystems der eingangs genannten Art, das die Möglichkeiten der Beleuchtung über eine einzige Lichtquelle bei entsprechend kleiner Bauweise und gedrängter Anordnung der Empfänger mit den Vorteilen einer möglichen Führung der Abtasteinheit am Maßstabskörper vereinigt, wobei eine kleinvolumige Bauweise, insbesondere geringe Breitenabmessungen, des Trägergehäuses möglich sind.

Die Hauptaufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß der im Querschnitt rechteckige Maßstabskörper, wie an sich bekannt, schräg, insbesondere unter 45°, geneigt an der vom Schlitz abweisenden Seite in den Hohlraum des Trägergehäuses einragt, daß der die fotoelektrischen Empfänger tragende Teil der Abtasteinheit an der vom

Gehäuseschlitz abweisenden Seite des Maßstabskörpers angeordnet ist und daß der Lichtkegel der an der anderen Maßstabseite zwischen Gehäuseschlitz und Maßstab angeordneten Lichtquelle zwischen Lichtquelle und Kondensor durch wenigstens einen Reflektor, insbesondere einen Spiegel, gefaltet ist.

Der Lichtkegel wird durch wenigstens einen seitlichen Reflektor gefaltet. Es verringert sich dadurch der für die Unterbringung des Projektionskegels erforderliche Platzbedarf und die Innenbreite des Schutzgehäuses braucht nur unwesentlich um die Trägerbreite für die an der Maßstabrückseite wirkenden Elemente der Abtasteinheit größer zu sein als die Projektionsbreite des Maßstabskörpers.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Meßsystems besteht darin, daß die Hauptabstrahlachse der Lichtquelle parallel zur Hauptebene des Maßstabskörpers gerichtet ist und die Lichtquelle und der eine vertikale Reflexionsfläche aufweisende Reflektor innerhalb des von der Vertikalprojektion durch die Außenränder des um 45° geneigt angeordneten Maßstabskörpers bestimmten Raumes untergebracht sind. Es wird hier möglich, die Abtasteinheit so zu bauen, daß ihr Querschnitt mit notwendigen Elementen einschließlich dem Projektionsweg des Lichtkegels den Großteil des zur Verfügung stehenden Hohlraumes des Trägergehäuses ausfüllt, wobei sich unterhalb der untersten Kante der für die Führung am Maßstab erforderlichen Bauteile der Abtasteinheit nur mehr ein geringer Raumbedarf ergibt.

Bevorzugt wird eine Ausführung, die dadurch gekennzeichnet ist, daß bei, wie an sich bekannt, mit Gleitern oder Rollen unmittelbar am Maßstabskörper geführter Abtasteinheit die Abtastgitter in einer Abtastplatte an der zum Kondensor weisenden Maßstabseite vorgesehen und mit Lichtquelle, Reflektor und Kondensor in einem relativ zu dem die Fotoelemente tragenden Teil der Abtasteinheit einstellbaren Bauteil angebracht sind. Durch die Relativverstellung wird es beispielsweise bei Verwendung einer "schielenden" Fotodiode als Lichtquelle möglich, die relativ günstigste Beleuchtung der Fotoelemente einzustellen. Es können auch mögliche Abweichungen der Sollagen der Abtastgitter der Abtastplatte gegenüber der Meßteilung ausgeglichen werden.

Bevorzugt ist vorgesehen, daß der die Abtastplatte tragende Bauteil sich mit eigenen Gleitern oder Rollen am Maßstab abstützt und zumindest parallel zu der zur Abtastplatte weisenden Seite des Maßstabes durch Verstellung in Maßstablängs- und bzw. oder -querrichtung, vorzugsweise auch durch Verdrehung um eine normal zum Maßstabskörper gerichtete Achse einstellbar ist. Hier bleibt die Abstützung des Bauteiles mit eigenen Gleitern oder Rollen die meist erwünschte Parallellage der Hauptfläche der Abtastplatte zur Hauptfläche des Maßstabes erhalten.

Nach einer Weiterbildung ist vorgesehen, daß der die Fotoelemente tragende Teil der Abtasteinheit sich ebenfalls mit eigenen Gleitern oder Rollen am Maßstabskörper abstützt, wobei vorzugsweise die Rollen als Miniaturkugellager ausgebildet sind. Nach den notwendigen Einstellungen werden die beiden Elemente der Abtasteinheit bleibend gegeneinander fixiert.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes entnimmt man der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht. Es zeigen Fig. 1 einen Querschnitt durch ein lineares Inkrementalmeßsystem, Fig. 2 einen parallel zum Schnitt der Fig. 1 geführten Schnitt durch das Meßsystem, Fig. 3 eine Teildraufsicht auf die Abtasteinheit und Fig. 4 eine Ansicht der Anordnung der fotoelektrischen Empfänger.

Für das Meßsystem ist ein rohrförmiges Schutzgehäuse (1) vorgesehen, dessen Decke (2) zu einem Träger verstärkt ist. Unten besitzt das Gehäuse (1) eine schlitzförmige Öffnung (3), die üblicherweise durch nicht dargestellte, gegeneinander drückende Dichtlippen verschlossen ist, durch einen schwertförmigen Mitnehmer (4) eines verstellbaren Teiles (5) hindurchgreift, der mit jenem Teil gekuppelt ist, dessen Länge bzw. Längsverschiebung gegenüber dem feststehenden Maßstab zu messen ist.

Ein im Querschnitt flach rechteckiger Maßstabskörper (6) aus transparentem Material, insbesondere Glas, ist am Übergang der einen Seitenwand zur Decke (2) des rohrförmigen Schutzgehäuses (1) mit dem einen Längsrand in eine Nut (7) eingesetzt und dort durch eine elastische Halterung, z. B. einen Kleber, eine Dichtmasse oder eine in den freibleibenden Teil (7a) der Nut (7) eingedrückte Gummischnur gehalten. Der Großteil des Maßstabskörpers (6) ragt unter einem Winkel von 45° in den Hohlraum (8) des Schutz- und Trägergehäuses (1) ein. Der Maßstabskörper (6) trägt beim Ausführungsbeispiel in einer Spur eine aus feinen Teilstrichen bestehende inkrementale Meßteilung, wobei in einer zweiten Spur Referenzmarken vorgesehen sein können. Inkrementale Meßteilungen werden derzeit mit Teilungsschritten bis in den Mikrometerbereich hergestellt.

Für die Ablesung des Maßstabes und für die Erzeugung von analogen Meßsignalen aus dieser Abtastung dient eine Abtasteinheit (9). Diese Abtasteinheit besteht beim Ausführungsbeispiel aus zwei Hauptkörpern (10, 11), von denen der eine (10) mit zwei Laufrollen bildenden Kugellagern (12) an der unteren Flachseite und der andere (11) mit zwei weiteren Kugellagern (14) an der unteren Schmalseite des Trägerkörpers abgestützt ist. Der Hauptkörper (10) kann gegenüber dem Hauptkörper (11) mit Hilfe von Stellschrauben (13, 15) eingestellt und mit weiteren Schrauben nach der Einstellung festgestellt werden. Sinn dieser Einstellung ist es, eine am Teil (10) vorgesehene optische Beleuchtungseinrichtung gegenüber am Teil (11) angebrachten Empfängern einzustellen.

Die Kugellager (12, 14) werden durch eine oder mehrere sich am Mitnehmer (4) abstützende Druckfedern (16) mit den von der unteren Frontseite und der unteren Schmalseite gebildeten Führungsflächen des Maßstabskörpers (6) in Eingriff gehalten. Die Längsmitnahme der Abtasteinheit (9) vom Mitnehmer erfolgt vorzugsweise über bleibend miteinander in Eingriff stehende Dauermagnete oder Magnet-Ankerkombinationen, deren

zueinander weisende Seiten einander kreuzen und gewölbt sind, so daß punktförmige Berührungsstellen entstehen.

Beim Ausführungsbeispiel besteht die Beleuchtungseinrichtung aus einer Leuchtdiode (17), die durch eine Lochblende (18) hindurch einen Lichtkegel abstrahlt. Ein ebenfalls am Teil (10) befestigter Spiegel (19) mit aus aufgedampftem Edelmetall, insbesondere Gold, bestehender Reflexionsfläche faltet den von der Lichtquelle (17) abgegebenen Lichtkegel und strahlt ihn zu einer Kondensoranordnung (21) ab, aus der dann im wesentlichen parallelgerichtetes Licht austritt. Eine mit Abtastgittern ausgestattete Abtastplatte (22), die gegeneinander um Teilungsbruchteile versetzte Abtastgitter und ein weiteres Abtastgitter für Referenzmarken in der Referenzspur enthält, wird von der Abtasteinheit (9) am Maßstabskörper (6) geführt. Die Beleuchtungseinrichtung (17 - 22) beleuchtet durch die Abtastgitter die Meßteilung, wobei das durch Abtastgitter und Meßteilung hindurchtretende Licht durch den Maßstabskörper (6) auf im Teil (11) angebrachte fotoelektrische Empfänger (23, 24, 25) fällt. Die Empfänger (23) (siehe Fig. 4) sind für die Erzeugung von gegeneinander phasenversetzten Meßsignalen bestimmt, die im Idealfall die relativen Phasenlagen 0° , 90° , 180° und 270° aufweisen. Durch paarweise Antiparallelschaltung von Empfängerpaaren werden im Normalfall zwei um 90° phasenverschobene Ausgangssignale erzeugt und der weiteren Verarbeitung zugeführt.

Der Empfänger (24) ist der Referenzspur des Maßstabskörpers (6) zugeordnet und für die Erzeugung eines Referenzimpulses beim Überfahren einer Referenzmarke bestimmt. Der fotoelektrische Empfänger (25) dient dazu, die mittlere Helligkeit zu erfassen, aus der auf die momentane Leistungsfähigkeit der Lichtquelle geschlossen werden kann und durch die auch ein Abfall der Beleuchtungsstärke der Empfänger infolge von Alterung oder Verschmutzung festgestellt werden kann, wobei auch ein Bezugspegel für den Referenzimpuls festgelegt werden kann.

Für den Abgleich des Meßsystems werden vorzugsweise zunächst solange Einstellungen des Teiles (10) gegenüber dem Teil (11) vorgenommen, bis an den Empfängern (23 - 25) der maximale Signalpegel auftritt. Anschließend werden Signalthöhe, Phasenlage und Signalform durch Abtragen von Bereichen der Reflexionsschicht (20) insbesondere mit Hilfe eines Laserstrahles eingestellt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Inkrementales Meßsystem, insbesondere Längenmeßsystem, mit einem in wenigstens einer Spur eine Meßteilung tragenden Maßstabskörper, der an dem einen Längsrand getragen in einem einen Durchführungsschlitz für einen Mitnehmer aufweisenden, rohrförmigen Schutz- und Trägergehäuse untergebracht ist, und einer parallel zum Maßstab geführten Abtasteinheit mit einer gemeinsamen Lichtquelle, die über eine Kondensoranordnung aufweisende optische Leiteinrichtungen durch den Maßstabskörper und die Meßteilung fotoelektrische Empfänger der Abtasteinheit über ihnen zugeordnete Abtastgitter für die Meßteilung mit zumindest im wesentlichen parallelgerichtetem Licht beleuchtet, **dadurch gekennzeichnet**, daß der im Querschnitt rechteckige Maßstabskörper (6), wie an sich bekannt, schräg, insbesondere unter 45° , geneigt an der vom Schlitz (3) abweisenden Seite in den Hohlraum (8) des Trägergehäuses (1) einragt, daß der die fotoelektrischen Empfänger (23, 24, 25) tragende Teil (11) der Abtasteinheit (9) an der vom Gehäuseschlitz (3) abweisenden Seite des Maßstabskörpers (6) angeordnet ist und daß der Lichtkegel der an der anderen Maßstabseite zwischen Gehäuseschlitz und Maßstab angeordneten Lichtquelle (17) zwischen Lichtquelle und Kondensor (21) durch wenigstens einen Reflektor, insbesondere einen Spiegel (19, 20), gefaltet ist.

2. Meßsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hauptabstrahlachse der Lichtquelle (17) parallel zur Hauptebene des Maßstabskörpers (6) gerichtet ist und die Lichtquelle und der eine vertikale Reflexionsfläche (20) aufweisende Reflektor (19) innerhalb des von der Vertikalprojektion durch die Außenränder des um 45° geneigt angeordneten Maßstabskörpers (6) bestimmten Raumes untergebracht sind.

3. Meßsystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei, wie an sich bekannt, mit Gleitern oder Rollen (12, 14) unmittelbar am Maßstabskörper (6) geführter Abtasteinheit (9) die Abtastgitter in einer Abtastplatte (22) an der zum Kondensor (21) weisenden Maßstabseite vorgesehen und mit Lichtquelle (17), Reflektor (19) und Kondensor (21) in einem relativ zu dem die Fotoelemente (23, 24, 25) tragenden Teil (11) der Abtasteinheit (9) einstellbaren Bauteil (10) angebracht sind.

4. Meßsystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der die Abtastplatte (22) tragende Bauteil (10) sich mit eigenen Gleitern oder Rollen (12) am Maßstab (6) abstützt und zumindest parallel zu der zur Abtastplatte weisenden Seite des Maßstabes durch Verstellung in Maßstablängs- und bzw. oder -querrichtung, vorzugsweise auch durch Verdrehung um eine normal zum Maßstabskörper gerichtete Achse einstellbar ist.

AT 394 111 B

5. Meßsystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der die Fotoelemente (23, 24, 25) tragende Teil (11) der Abtasteinheit (9) sich ebenfalls mit eigenen Gleitern oder Rollen (14) am Maßstabskörper abstützt, wobei vorzugsweise die Rollen als Miniaturkugellager ausgebildet sind.

5

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

