



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

215 162

Int.Cl.³

3(51) G 01 D 5/38

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 D/ 2504 387

(22) 02.05.83

(44) 31.10.84

(71) VEB CARL ZEISS JENA;DD;

(72) WIEDUWILT, BERND, DR.-ING.;DD;

(54) FOTOELEKTRISCHES DURCHLICHT-WEG- UND WINKELMESSSYSTEM

(57) Die Erfindung betrifft ein fotoelektrisches Durchlicht-Weg- und Winkelmeßsystem mit dem Ziel, die Meßgenauigkeit bei möglichst geringem baulichen Aufwand zu erhöhen. Die Aufgabe ist es, durch Trennung der nullten von den höheren Beugungsordnungen der die Abtastplatte passieren- den Strahlenbündel an den Fotoempfängern Meßsignale zu erhalten, deren Phase oder Amplituden hinsichtlich des Abstandes zwischen Maßstab und Abtastplatte weitestgehend unabhängig sind. Das Meßsystem umfaßt einen beleuchteten Meßstab mit einer nachgeordneten Abtastplatte und einer Fotoempfänger aufweisenden Abtastanordnung. Die Abtastplatte besitzt Abtastfelder. Auf der den Fotoempfängern zugewandten Seite dieser Abtastfelder ist jeweils in abbildendes optisches Element angeordnet, welches nur die nullte Beugungsordnung der die Rasterfelder passierenden Strahlenbündel auf die Fotoempfänger abbildet.



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

215 162

Int.Cl.³

3(51)

G 01 D

5/38

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 D/ 2504 387

(22) 02.05.83

(44) 31.10.84

(71) VEB CARL ZEISS JENA;DD;
(72) WIEDUWILT, BERND,DR.-ING.;DD;

(54) FOTOELEKTRISCHES DURCHLICHT-WEG- UND WINKELMESSSYSTEM

(57) Die Erfindung betrifft ein fotoelektrisches Durchlicht-Weg- und Winkelmeßsystem mit dem Ziel, die Meßgenauigkeit bei möglichst geringem baulichen Aufwand zu erhöhen. Die Aufgabe ist es, durch Trennung der nullten von den höheren Beugungsordnungen der die Abtastplatte passieren- den Strahlenbündel an den Fotoempfängern Meßsignale zu erhalten, deren Phase oder Amplituden hinsichtlich des Abstandes zwischen Maßstab und Abtastplatte weitestgehend unabhängig sind. Das Meßsystem umfaßt einen beleuchteten Maßstab mit einer nachgeordneten Abtastplatte und einer Fotoempfänger aufweisenden Abtastanordnung. Die Abtastplatte besitzt Abtastfelder. Auf der den Fotoempfängern zugewandten Seite dieser Abtastfelder ist jeweils in abbildendes optisches Element angeordnet, welches nur die nullte Beugungsordnung der die Rasterfelder passierenden Strahlenbündel auf die Fotoempfänger abbildet.

Zur PS Nr. 215.162

ist eine Zeitschrift erschienen.

(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs. 1 d. Änd.Ges.z.Pat.Ges.)

1

Titel: Fotoelektrisches Durchlicht-Weg- und Winkelmeßsystem

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein fotoelektrisches Durchlicht-Weg- und Winkelmeßsystem, insbesondere mit kleiner Rasterkonstante und hoher Auflösung für Werkzeugmaschinen und Meßgeräte.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Moderne inkrementale fotoelektrische Durchlichtmeßsysteme umfassen eine Lichtquelle zur Beleuchtung eines mit einer feinen Teilung versehenen, als Maßverkörperung dienenden Glasmaßstabes oder Teilkreises und einen mit fotoelektrischen Empfängern oder Fotoelementen ausgerüsteten Abtastkopf, wobei die Fotoelemente oder Empfänger unmittelbar hinter einer, mit mehreren Strichgruppen versehenen Abtastplatte des Abtastkopfes angeordnet sind. Die einzelnen Strichgruppen sind dabei um $1/4$ der Rasterkonstante versetzt angeordnet, so daß die fotoelektrischen Empfänger bzw. Fotoelemente jeweils um $\pi/4$ versetzte elektrische Signale liefern. Ein derartiges Meßsystem für Längenmessungen ist in der Druckschrift Nr. 20831522.20.2/82 H "Incremental linear measuring system LID 310", Februar 82, der Firma Heidenhain GmbH, Transreut, DE, beschrieben.

Bei der Wahl der Gitter- oder Rasterkonstante des Maßstabes ist zu beachten, daß eine große Rasterkonstante eine hohe elektronische Interpolation und damit einen erhöhten elektronischen Aufwand bedingen, die eine hohe Realität der zu interpolierenden Signale voraussetzt. Bei kleiner Rasterkonstante steigen die Anforderungen an die Führungsbahnqualität der Meßgeräte, damit auftretende Amplituden- und Phasenschwankungen der vom Meßsystem gelieferten elektrischen Signale und damit Meßfehler möglichst gering bleiben.

Liegt die Rasterkonstante des Maßstabes und der Abtastplatte in der Größenordnung der Wellenlänge des verwendeten Lichtes, so entsteht hinter der Abtastplatte ein ausgeprägtes Beugungsbild, von dem bei Abstandsschwankungen zwischen Maßstab und Abtastplatte die nullte Ordnung eine hohe Phasenkonstanz in weitem Bereich um das Helligkeitsmaximum besitzt. Bei den höheren Beugungsordnungen ist dieses nicht vorhanden.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung insbesondere bei Meßsystemen mit feingerastertem Maßstab die Meßgenauigkeit bei möglichst geringem baulichen Aufwand zu steigern.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei fotoelektrischen Durchlichtweg- oder Winkelmeßsystemen auf einfache Weise durch Trennung der nullten von den höheren Beugungsordnungen des die Abtastplatte passierenden Strahlenbündels an den Fotoempfängern Meßsignale zu erhalten, deren Phase oder Amplitude im Arbeitsbereich hinsichtlich des Abstandes zwischen Maßstab und Abtast-

platte weitestgehend unabhängig von Abstandsänderungen ist, und dabei eine hohe Lichtausbeute an den Fotoempfängern zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Fotoelektrischen Durchlicht-Weg- und Winkelmeßsystem mit einem von einer Lichtquelle über einen Kondensor beleuchteten, mit einer feinen Rasterteilung versehenen Maßstab oder Teilkreis, einer Fotoempfänger oder -elemente aufweisenden Abtastanordnung und einer zwischen Maßstab und Abtastanordnung vorgesehenen, mit der Abtastanordnung relativ zum Maßstab bei der Abtastung bewegten Abtastplatte, wobei die Abtastplatte entsprechend der Anzahl der Fotoempfänger identische Rasterfelder besitzt, wobei die Rasterfelder auf der dem Maßstab zugewandten Fläche der Abtastplatte angeordnet sind, dadurch gelöst, daß direkt auf der den Fotoempfängern oder -elementen zugewandten Fläche der Abtastplatte ein das jeweilige Rasterfeld auf die Ebene der Fotoempfänger abbildendes optisches Element angeordnet ist.

Dabei ist es wichtig, daß der Abstand der optischen Elemente von den jeweiligen zugeordneten Fotoempfängern oder -elementen vorzugsweise gleich der Brennweite dieser Elemente ist.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Fotoempfänger oder -elemente an der Abtastanordnung so in bezug auf die optischen Elemente angeordnet sind, daß jeweils nur die nullte oder eine andere Beugungsordnung der die Abtastplatte passierenden Strahlenbündel auf die Fotoempfänger oder -elemente abgebildet wird.

Bei diesem Meßsystem werden der Maßstab und die Abtastplatte von weitestgehend parallelen Strahlenbündeln durchstrahlt. Die hinter der Abtastplatte entstehenden

unterschiedlichen Beugungsordnungen treten aus der Abtastplatte mit unterschiedlichen Winkeln zur optischen Achse aus, wobei die nullte Ordnung ungebeugt bleibt und durch die den Strichgruppen der Abtastplatte zugeordneten Sammellinsen direkt auf den zugeordneten Fotoempfängern oder -elementen abgebildet wird. Die anderen Beugungsordnungen treffen unter bestimmten Winkeln auf die Sammellinsen auf und werden somit in einem seitlichen Abstand zur optischen Achse in der Brennebene dieser Linsen außerhalb der Wirkungsfläche der Fotoempfänger oder -elemente abgebildet und somit von der nullten Beugungsordnung getrennt. Dabei muß ein jeder der in der Brennebene der Linsen angeordneten Fotoempfänger oder -elemente eine solche Breite besitzen, die kleiner als der doppelte Abstand des Leuchtdichtemaximums der + ersten oder - ersten Beugungsordnung von der optischen Achse in der Brennebene der Linsen und damit vom Maximum der nullten Ordnung ist.

Es kann aber auch mit beliebigen höheren Beugungsordnungen, bei denen die Amplitude weitestgehend unabhängig von Abstandsänderungen zwischen Maßstab und Abtastkopf ist, gearbeitet werden. Dazu ist es lediglich notwendig, die Fotoempfänger oder -elemente dort in der Brennebene der abbildenden optischen Elemente anzuordnen, wo diese Beugungsordnungen der Strahlenbündel abgebildet werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß der Einsatz sehr kleiner Fotoempfänger bei Beibehaltung einer guten Energiebilanz ermöglicht wird.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines in der Zeichnung perspektivisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Das als Beispiel dargestellte fotoelektrische Längenmeßsystem umfaßt eine Lichtquelle 1, einen Kondensor 2 sowie einen mit einer Teilung 3 geringer Rasterkonstante versehenen Durchlichtmaßstab 4, dem eine mit identischen Rasterfeldern 5 versehene Abtastplatte 6 in Lichtrichtung nachgeordnet ist. Jedem Rasterfeld 5 ist in einem Abtastkopf 7 (strichpunktiert dargestellt) ein Fotoempfänger 8 oder ein Fotoelement zugeordnet. Direkt auf der den Fotoempfängern 8 zugewandten Fläche der Abtastplatte 6 ist auf jedem der Rasterfelder 5, die ebenfalls wieder Maßstab 4 eine feine Teilung besitzen, ein abbildendes optisches Element 9, z. B. eine Linse, angeordnet, in deren Brennebene die fotoaktive Schicht der Fotoempfänger 8 gelegen ist. Diese Elemente 9 wirken praktisch wie ein optisches Filter und bilden lediglich die nullte Beugungsordnung der die Abtastplatte 6 passierenden Strahlenbündel auf die Fotoempfänger 8 ab, während die höheren Beugungsordnungen außerhalb der Fotoempfänger 8 abgebildet werden und somit nicht zur elektrischen Signalgewinnung beitragen können.

Diese Anordnung der abbildenden optischen Elemente hat unter anderem den Vorteil, daß das Licht, welches aus der wesentlich größeren Fläche der Rasterfelder 6 austritt, auf der wesentlich kleineren Fläche der Fotoempfänger 8 konzentriert wird und somit eine gute Energiebilanz des Meßsystems erreicht wird.

Im Ausführungsbeispiel wurde die Erfindung bei Längenmeßsystemen erläutert. Mit analogen Elementen ist die Erfindung auch bei Winkelmeßsystemen mit Rasterscheibe und Abtastplatte anwendbar.

Erfindungsanspruch

1. Fotoelektrisches Durchlicht-Weg- und Winkelmeßsystem mit einem von einer Lichtquelle über einen Kondensor beleuchteten, mit einer feinen Rasterteilung versehenen Maßstab oder Teilkreis, einer Fotoempfänger oder -elemente aufweisenden Abtastanordnung und einer zwischen Maßstab und Abtastanordnung vorgesehenen, mit der Abtastanordnung relativ zum Maßstab bei der Abtastung bewegten Abtastplatte, wobei die Abtastplatte entsprechend der Anzahl der Fotoempfänger identische Rasterfelder besitzt, wobei die Rasterfelder auf der dem Maßstab zugewandten Fläche der Abtastplatte angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß direkt auf der den Fotoempfängern oder -elementen zugewandten Fläche der Abtastplatte ein das jeweilige Rasterfeld auf die Ebene der Fotoempfänger abbildendes optisches Element angeordnet ist.
2. Fotoelektrisches Weg- und Winkelmaßsystem nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der optischen Elemente von den jeweiligen zugeordneten Fotoempfängern oder -elementen vorzugsweise gleich der Brennweite dieser Elemente ist.
3. Fotoelektrisches Weg- und Winkelmeßsystem nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fotoempfänger oder -elemente an der Abtastanordnung so in bezug auf die optischen Elemente angeordnet sind, daß jeweils nur die nullte oder eine andere Beugungsordnung der die Abtastplatte passierenden Strahlenbündel auf die Fotoempfänger oder -elemente abgebildet wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

