

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 19 Absatz 2 Patentgesetz

(19) DD (11) 259 977 A3

4(51) G 01 B 11/02
G,01 D 5/26

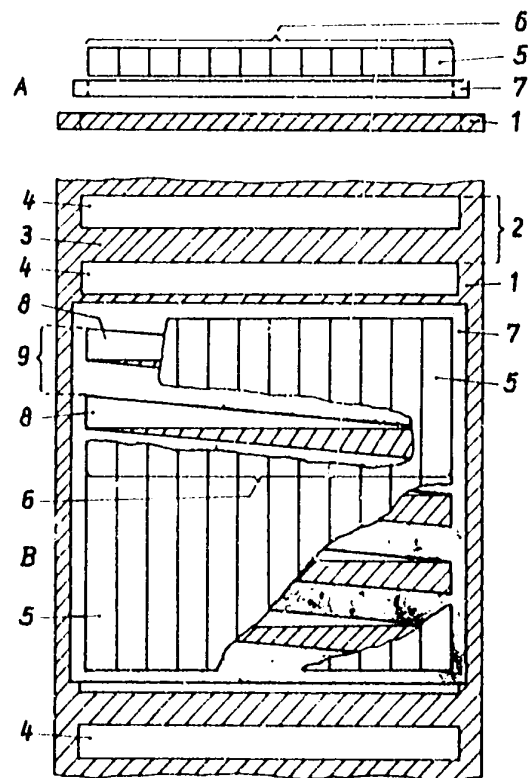
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WPG (11 P.) 259 977 (22) 27.06.86 (45) 14.09.88

(71) Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaues, Karl-Marx-Allee 4, Karl-Marx-Stadt, 9010, DD
(72) Schleicher, Siegfried, Dr.-Ing., DD

(54) Einrichtung zum Erfassen von Positionsmeßwerten an einem Rastermaßstab

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Erfassen von Positionsmeßwerten an einem Rastermaßstab mit senkrecht zur Rasterspur ausgerichteten Rasterstrichen. Eine Sensorzeile im Meßwertwandler enthält in einer Basiszeile n Sensorelemente, die innerhalb einer Teilungsperiode absolute Positionsmeßwerte erfassen und ein Phasenwertsignal ausgeben. Ziel der Erfindung ist, das Verhältnis von Meßgenauigkeit zu Aufwand und die Zuverlässigkeit zu verbessern. Gelöst wird die Aufgabe, mit einer einzigen Basiszeile für eine Mittelwertbildung auszukommen und dabei die Meßauflösung zu erhöhen. Wesentliche Erfindungsmerkmale sind, daß bei einer geeignet ausgewiesenen Abtastung die Basiszeile senkrecht zur Rasterspur angeordnet und eine der Sensorzeile vorgelagerte Blende mit einer Mehrzahl gleicher Spalte versehen ist, die so geneigt sind, daß jeder Spalt die Rasterspur im Bereich einer Teilungsperiode überdeckt. Der Teilungsabstand paralleler Spalte entspricht der Teilungsperiode des Rastermaßstabs. Die Sensorelemente überdecken die Blende in Spaltspurrichtung im Bereich aller Spalte. Die Erfindung ist für Positionsmessungen mit Rastermaßstab anwendbar. Figur



Erfindungsanspruch:

Einrichtung zum Erfassen von Positionsmeßwerten an einem Rastermaßstab, dessen Rasterstriche senkrecht zur Rasterspur ausgerichtet sind, mit einer Basiszeile mit n Sensorelementen in einem Meßwertwandler, der die in einer Teilungsperiode der Rasterspur in absoluter Größe erfaßten Positionsmeßwerte in wesentlich mehr als n verschiedene Phasenwertsignale wandelt, unter Verwendung einer Sensorzeilenrichtung, die die Rasterspur schneidet, sowie einer feststehenden Blende vor der Sensorzeile, **gekennzeichnet dadurch**, daß unter Anwendung einer periodisch umlaufenden Abtastung, bei der eine in der Basiszeile (6) umlaufende Gruppe einander benachbarter aktivierter Sensorelemente aus wenigstens einem Sensorelement (5) und höchstens $n/2$ Sensorelementen (5) zusammengesetzt ist, die Basiszeile (6) in weitestgehend übereinstimmender Richtung zur Rasterstrichrichtung innerhalb der Rasterspurbreite angeordnet ist, die Blende (7) mit einer Mehrzahl gleicher Spalte (8) in einer Rasterpurrichtung angeordneten Spaltespur versehen ist, die Spalte (8) gegenüber der Rasterspur derart geneigt angeordnet sind, daß dieselbe im Bereich einer vollen Teilungsperiode (2) von jeweils einem einzelnen Spalt (8) überdeckt ist, ein Teilungsabstand (9) paralleler Spalte (8) in der Spaltespur so groß wie wenigstens eine einfache Teilungsperiode (2) in der Rasterspur ausgeführt ist, die Spaltebreite in Spaltespurrichtung maximal in halber Größe einer Teilungsperiode (2) bemessen ist, die Blende (7) in Spaltespurrichtung im Bereich aller Spalte (8) von jedem Sensorelement (5) der Basiszeile (6) überdeckt und die Spaltespur so breit ausgeführt ist wie die Basiszeile (6) in Richtung senkrecht zur Spaltespur erstreckt ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Erfassen von Positionsmeßwerten an einem Rastermaßstab, dessen Rasterstriche senkrecht zur Rasterspur ausgerichtet sind. Zur Einrichtung gehört eine Basiszeile mit n Sensorelementen in einem Meßwertwandler, der die in einer Teilungsperiode der Rasterspur in absoluter Größe erfaßten Positionsmeßwerte in wesentlich mehr als n verschiedene Phasenwertsignale wandelt. Verwendung finden eine Sensorzeilenrichtung, die die Rasterspur schneidet sowie eine feststehende Blende vor der Sensorzeile.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Ein bekanntes fotoelektrisches Linear-Meßsystem erfaßt Positionsmeßwerte an einem Rastermaßstab, dessen Rasterstriche senkrecht zur Rasterspur verlaufen. Zum Meßsystem gehört ein dynamischer Meßwertwandler in Gestalt einer Sensorzeile. Er wandelt die in einer Teilungsperiode der Rasterspur in absoluter Größe erfaßten Positionsmeßwerte in Phasenwertsignale. Derjenige Teil einer Sensorzeile, der den Rastermaßstab im Bereich einer Teilungsperiode abtastet, soll als Basiszeile bezeichnet werden. Die Basiszeile enthält n Sensorelemente. Bei der Meßwertwandlung wird der dynamische Effekt durch eine Gruppe von $n/2$ einander benachbarter und nicht aktivierter Sensorelemente erzeugt, die eine in n Schritten umlaufende Bewegung in der Basiszeile ausführen. Dadurch tragen stets nur die restlichen $n/2$ einander benachbarten Sensorelemente in der Basiszeile dazu bei, das Abtastsignal zu bilden.

Um einzelne Teilungsfehler am Rastermaßstab abzuschwächen, bezieht man mehrere Teilungsperioden und damit mehrere aneinandergereihte Basiszeilen gleichzeitig in die Abtastung ein. Aus den Abtastsignalen dieser elektrisch parallel betriebenen Basiszeilen wird ein Mittelwert gebildet. Die erreichbare Meßgenauigkeit hängt von der Anzahl und von der Größe der einzelnen Teilungsfehler ab. Ein immer weniger verfälschter Positionsmeßwert läßt sich durch immer mehr aneinandergereihte und schaltungsmäßig parallel betriebene Basiszeilen erreichen. Die im Meßsystem beherrschbare Länge der Sensorzeile ist aber begrenzt. Außerdem steigt der Schaltungs- und der Steuerungsaufwand mit der Anzahl der Basiszeilen.

Aus EP 0042 178 ist es bekannt, die Rasterstriche an einem Rastermaßstab unter einem Winkel ungleich 90° zur Rasterspur in Verbindung mit einer als durchgehende Strichlinie ausgebildete zugehörige Referenzspur anzubringen. Dabei ist die Zeilenrichtung der abtastenden Sensorzeile senkrecht zur Rasterspur und ihrer Referenzspur vorgesehen. Die Sensorzeile beginnt und endet außerhalb der Rasterspur und ihrer zugehörigen Referenzspur. Bei gleicher Größe der Sensoren in der Zeile ermöglicht die Anordnung, bei der sich Rasterstriche und Sensorzeile schneiden, eine wesentliche höhere Meßauflösung als eine Anordnung, bei der sich beide kreuzen. Nachteilig ist aber, daß zusätzlich die Referenzspur benötigt wird und der Schaltungsaufwand für die Meßsignalauswertung dadurch stark ansteigt. Da sich mehrere Sensorzeilen nicht aneinanderreihen lassen, ist eine Mittelwertbildung zwecks Verminderung des Einflusses von Teilungsfehlern nicht möglich. Lokale Rasterstrichkantenfehler machen sich aber gerade deshalb bemerkbar, weil jeweils nur ein kleiner Wegabschnitt abgetastet wird. Schließlich ist es aus DD 208857 bereits bekannt, bei der Strukturweitenbestimmung an Mikroschaltkreisen eine feststehende V-förmige Blende zwischen den beiden strichförmig verlaufenden Kanten der Struktur und den beiden abtastenden V-förmig angeordneten Sensorzeilen anzubringen. Positionsmeßwerte lassen sich mit dieser Anordnung nicht erfassen.

Ziel der Erfindung

Als Ziel der Erfindung soll erreicht werden, das Verhältnis von Meßgenauigkeit zum Aufwand sowie die Zuverlässigkeit zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Ursache des in der Charakteristik der bekannten technischen Lösungen beschriebenen Mängel besteht in der Verwendung mehrerer anordnungsmäßig in Rasterpurrichtung aneinandergereihter und schaltungsmäßig parallel betriebener Basiszeilen beziehungsweise in einer sich schneidenden Anordnung von Rasterstrichen und Sensorzeile mit einer abzutastenden zugehörigen Referenzspur.

Um diese Ursache zu beseitigen, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum Erfassen von Positionsmeßwerten an einem Rastermaßstab gemäß dem Oberbegriff des Erfindungsanspruchs so auszubilden, daß sie bereits schon mit einer einzigen Basiszeile für eine Mittelwertbildung auskommt und dabei eine erhöhte Meßauflösung ohne zusätzliche Referenzspurabtastung erzielt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß unter Anwendung einer periodisch umlaufenden Abtastung, bei der eine in der Basiszeile umlaufende Gruppe einander benachbarter aktivierter Sensorelemente aus wenigstens einem Sensorelement und höchstens $\frac{1}{2}$ Sensorelementen zusammengesetzt ist, die Basiszeile in ganz oder nahezu ganz übereinstimmender Richtung zur Rastereinrichtung innerhalb der Rasterpurbreite angeordnet ist, die Blende mit einer Mehrzahl gleicher Spalte in einer in Rasterpurrichtung angeordneten Spaltespur versehen ist, die Spalte gegenüber der Rasterspur derart geneigt angeordnet sind, daß dieselbe im Bereich einer vollen Teilungsperiode von jeweils einem einzelnen Spalt überdeckt ist, ein Teilungsabstand paralleler Spalte in der Spaltespur so groß wie eine Teilungsperiode in der Rasterspur oder ein Vielfaches davon ausgeführt ist, die Spaltebreite in Spaltespurrichtung maximal in halber Größe einer Teilungsperiode bemessen ist, die Blende in Spaltespurrichtung im Bereich aller Spalte von jedem Sensorelement der Basiszeile überdeckt und die Spaltespur so breit ausgeführt ist wie die Basiszeile in Richtung senkrecht zur Spaltespur erstreckt ist.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung wird eine wesentlich erhöhte Meßauflösung bei gleicher Länge des einzelnen Sensorelements in der Sensorzeile sowie unter Beibehaltung des Phasenmodulationsprinzips erreicht, das eine wenig aufwendige Meßsignaldigitalisierung zuläßt. Eine zusätzliche Referenzspur ist nicht erforderlich. Durch die Abtastung der gesamten Kantenlänge der Rasterstriche werden die negativen Einflüsse lokaler Kantenfehler auf das Meßsignal stark unterdrückt. Lokale Teilungsfehler und Kantenfehler verlieren ihren Einfluß auch wegen der flächenhaft betriebenen Abtastung, insbesondere wenn die aktivierte Gruppe auf $\frac{1}{2}$ Sensorelemente ausgedehnt wird. Der gebildete Mittelwert erlaubt es, daß ein wesentlich erhöhter Interpolationsfaktor erzielt wird, der wiederum größere und einfach herstellbare Teilungen des Rastermaßstabs zuläßt. Mit diesen größeren Teilungen verringert sich die erforderliche Schaltungsgenauigkeit für den Referenzpunktgeber, so daß auch dessen Herstellung und Justage einfacher wird. Die Funktionsfähigkeit der Einrichtung ist auch bei einer relativ starken Verschmutzung noch gesichert, da einzelne Staubteilchen das Meßergebnis nicht beeinträchtigen. Die Einrichtung erlaubt sowohl eine direkte als auch eine indirekte Abtastung mit oder ohne optische Mittel.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die Figur zeigt einen Abschnitt eines Rastermaßstabs mit zugeordneten Sensorzeile und mit einer zwischen beiden angeordneten Blende in einer Vorderansicht A und einer an zwei Stellen aufgeschnittenen Draufsicht B.

Ein Rastermaßstab 1 ist mit Rasterstrichen versehen. Von Rasterstrich zu Rasterstrich erstreckt sich eine Teilungsperiode 2, in der ein lichtundurchlässiger Steg 3 und ein lichtdurchlässiger Schlitz 4 eine Durchlichtabtastung ermöglichen. Über mehrere Teilungsperioden 2 hinweg aneinandergereiht bilden die Rasterstriche eine Rasterspur. Die Rasterstriche sind senkrecht zur Rasterspur angeordnet.

Eine Sensorzeile nimmt die gleiche Richtung ein wie die Rasterstriche. Sie setzt sich beispielhaft aus zwölf Sensorelemente 5 zusammen. Diese zwölf Sensorelemente 5 bilden zugleich eine Basiszeile 6, die den Rastermaßstab 1 senkrecht zur Rasterspur in Verbindung mit einer Blende 7 und einem Spalt 8 derselben im Bereich einer Teilungsperiode 2 abtastet und dabei ein absolutes Positionssignal bildet.

Die einzelnen Sensorelemente 5 erstrecken sich in Richtung der Rasterspur über mehrere Teilungsperioden 2, um die Mittelwertbildung aus der gleichzeitigen Abtastung von hier beispielsweise fünf Teilungsperioden 2 wie beabsichtigt mit nur der einen Basiszeile 6 ausführen zu können.

Dieser Mittelwertbildung dient ebenfalls die feststehende Blende 7, die zwischen dem Rastermaßstab 1 und der Basiszeile 6 eingefügt ist. Sie dehnt sich in Richtung der Rasterspur über mehrere Teilungsperioden 2 aus und weist mehrere Durchbrüche in Gestalt fünf gleicher Spalte 8 auf.

Ein Teilungsabschnitt 9 von einem Spalt 8 zu einem benachbarten Spalt 8 ist so groß wie eine Teilungsperiode 2. Jeder Spalt 8 ist senkrecht zur Rasterspur so lang wie ein Schlitz 4, bezüglich desselben aber schräg angeordnet. Dabei ist die schräge Anordnung so vorgenommen, daß ein Spalt 8 in Richtung der Rasterspur eine volle Teilungsperiode 2 überdeckt.

Die Einrichtung bedarf einer periodisch umlaufenden Abtastung zum Erfassen der Positionsmeßwerte. Wesentlich ist bei dieser Abtastung, daß eine in der Basiszeile 6 umlaufende Gruppe einander benachbarter Sensorelemente aus wenigstens einem Sensorelement 5 und höchstens $\frac{1}{2}$ Sensorelemente 5 besteht, die zugleich aktiviert werden. Dabei muß die Basiszeile 6 länger sein als eine volle Teilungsperiode 2.

Die Blende 7 ist mit der Basiszeile 6 fest verbunden. Der hierzu relativ bewegliche Rastermaßstab 1 läßt im Fall der Durchlichtabtastung Licht durch den Schlitz 4 in der Teilungsperiode 2 sowie durch den positionsabhängig bestimmten Teil des sich anschließenden Spalts 8 zu den zwölf Sensorelementen 5 der Basiszeile 6 gelangen.

Aus den einzelnen Strahlungssignalen der fünf Spalte 8, die auf ein Sensorelement 5 der Basiszeile 6 fallen, entsteht bereits in diesem Sensorelement 5 ein gemitteltes Sensorsignal, das somit den mittleren Abtestwert aus dem Bereich von fünf

Teilungsabständen 9 und damit auch von fünf Teilungsperioden 2 darstellt. Dadurch gelingt es, einzelne Teilungsfehler im Rastermaßstab 1 weitgehend auszugleichen, ohne mehr als eine Basiszeile 6 einsetzen zu müssen. Die je Schritt von den aktivierten Sensorelementen 5 ausgegebenen Signale werden zwecks weiterer Mittelwertbildung additiv zusammengefaßt. Das einzelne Sensorsignal und mit höherer Genauigkeit das Summensignal sind ein Maß für den absoluten Positionsmeßwert der Blende 7 gegenüber dem Rastermaßstab 1 in einer Teilungsperiode 2.

