



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 B 21/02

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD G 01 B / 343 883 2

(22) 07 09 90

(44) 16 01 92

(71) siehe (73)

(72) Schuchardt, Gerd, Dr. Ing., Freitag, Hans-Joachim, Dr. Ing., DE

(73) Carl Zeiss JENA GmbH, Carl Zeiss-Straße 1, O 6900 Jena, DE

(54) Verfahren zum Messen von Längen

(55) Messen, Länge, Teilungsträger, Rasterteilung, Zahlspur,
Referenzmarken, Abtasteinrichtung, Auswerteinrichtung,
Anzeigeeinrichtung, Absolutwert, Code, Position

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Messen von Längen. Die Erfindung besteht darin, daß bei einem Verfahren zum Messen von Längen, bei dem ein Teilungsträger, der eine Rasterteilung mit einer Zahlspur und Referenzmarken mit unterschiedlichen Abständen in mindestens einer anderen Spur aufweist, von einer Abtasteinrichtung abgetastet wird, wobei die Abtastesignale in einer Auswerteinrichtung und einer Anzeigeeinrichtung weiterverarbeitet werden, und bei dem die unterschiedlichen Abstände der Referenzmarken zueinander durch Abtastung der Rasterteilung in Zehleinheiten der Zahlspur ermittelt werden, wobei aus diesen Abstandssignalen Informationen in codierter Form über die Absolutwerte der Position der Referenzmarken gewonnen werden, der aus einer Codierung decodierte Absolutwert einer Referenzmarke auf eine Position (P_n) der Zahlspur bezogen wird, die um einen ganzzahligen Zahlbetrag $z_0 \geq 1$ in Verfahrerrichtung gegenüber der Stelle der Zahlspur versetzt ist, bei der die letzte zum jeweiligen Code gehörende Referenzmarke ihren Codeimpuls abgibt, und daß dieser Absolutwert an dieser Position (P_n) der Anzeigeeinheit als aktuelle Position der Meßanordnung übergeben wird, und daß der Versatz der Position (P_n) zur Übergabe des in der Auswerteinrichtung decodierten Absolutwertes gegenüber dem letzten Codeimpuls anhand der Zahlsignale in der Zahlspur (3) ermittelt wird. Fig. 1

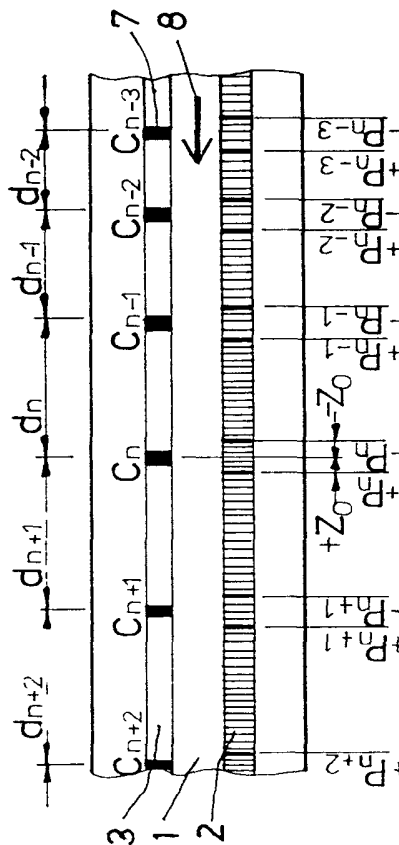


Fig. 1

Patentanspruch:

Verfahren zum Messen von Längen, bei dem ein Teilungsträger, der eine Rasterteilung mit einer Zählspur und Referenzmarken mit unterschiedlichen Abständen in mindestens einer anderen Spur aufweist, von einer Abtastrichtung abgetastet wird, wobei die Abtastsignale in einer Auswerteeinrichtung und einer Anzeigeeinrichtung weiterverarbeitet werden, und bei dem die unterschiedlichen Abstände der Referenzmarken zueinander durch Abtastung der Rasterteilung in Zähleinheiten der Zählspur ermittelt werden, wobei aus diesen Abstandssignalen Informationen in codierter Form über die Absolutwerte der Position der Referenzmarken gewonnen werden, **gekennzeichnet dadurch**, daß der aus einer Codierung decodierte Absolutwert einer Referenzmarke auf eine Position (P_n) der Zählspur bezogen wird, die um einen ganzzahligen Zählbetrag $z_0 \geq 1$ in Verfahrerrichtung gegenüber der Stelle der Zählspur versetzt ist, bei der die letzte zum jeweiligen Code gehörende Referenzmarke ihren Codeimpuls abgibt, und daß dieser Absolutwert an dieser Position (P_n) der Anzeigeeinheit als aktuelle Position der Meßanordnung übergeben wird, und daß der Versatz der Position (P_n) zur Übergabe des in der Auswerteeinrichtung decodierten Absolutwertes gegenüber dem letzten Codeimpuls anhand der Zählsignale in der Zählspur (3) ermittelt wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Das Verfahren ist bei translatorischen Meßsystemen anwendbar, insbesondere bei hochauflösenden Meßsystemen für große Längen an Werkzeugmaschinen und Längen- und Koordinatenmeßmaschinen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Im Werkzeugmaschinenbau und im allgemeinen Maschinenbau werden in großem Umfang Längenmeßsysteme eingesetzt. Grundsätzlich sind dabei zwei Arten bekannt, wobei die eine Art unter dem Begriff Absolutwertsystem und die andere Art unter dem Begriff Inkrementalzählsystem zu beschreiben sind. Absolutwertsysteme, z. B. CH 374207, und Inkrementalsysteme, z. B. CH 499091, haben jeweils eine Reihe spezifischer Vor- und Nachteile. Eine Reihe von Lösungen vereinigt mit spezifischen hybriden Lösungen die Vorteile von beiden bzw. vermeidet deren Nachteile, z. B. DT 2416212 B2 oder DE 3144334 C2. In der Längen- und Winkelmeßeinrichtung nach DE 2416212 B2 wird ein Teilungsträger mit einer zweiten zur Inkrementalskala parallelen Referenzspur und identischen Referenzmarken verwendet. Die Referenzmarken können auch aus einzelnen Marken zusammengesetzt sein. Der Absolutwert jeder Referenzmarke bestimmt sich aus dem jeweiligen spezifischen Abstand zu genau einer benachbarten Referenzmarke, wobei diese unterschiedlichen Abstände zwischen den benachbarten Referenzmarken durch die Abtastung der Inkrementalspur ermittelt werden. Zur Identifizierung der einzelnen identischen Referenzmarken muß diese und eine benachbarte Referenzmarke abgetastet und deren gegenseitiger spezifischer Abstand in Einheiten der Inkrementalspur ermittelt werden und zusammen mit der Meßrichtungsinformation ausgewertet werden. Bei vertretbaren maximalen Abständen der Referenzmarken ist der Informationsgehalt einer so kodierten Referenzspur begrenzt. Daraus folgt, daß diese Kodierung nicht für beliebig lange Meßsysteme geeignet ist. In DE 3617254 A1 wird ein Meßverfahren realisiert, bei dem zur Bestimmung des Absolutwertes einer Referenzmarke mindestens zwei Abstände zwischen dieser Referenzmarke und zwei weiteren Referenzmarken ermittelt werden. Diese Lösung hat den Vorteil, daß ein wesentlich höherer Informationsgehalt in vertretbar kleinen Abständen über die Referenzmarken kodiert werden kann. Die eindeutige Dekodierung der unterschiedlichen Abstände ist jedoch aufwendiger und die auftretende Zeitverzögerung zwischen dem rechentechnischen Bestimmen der zwei Abstände zu dieser Referenzmarke und der Zuordnung der Absolutposition zu dieser gleichen Referenzmarke ist größer und kann die zulässige Verfahrensgeschwindigkeit einschränken. In DE 3324004 A1 wird ein Meßverfahren beschrieben, bei dem analog zu DT 2416212 A1 die Bestimmung des Absolutwertes einer Referenzmarke mittels der Dekodierung des jeweiligen spezifischen Abstandes zu einer benachbarten Referenzmarke erfolgt. Zur Vergrößerung des Codierungsumfanges wird hier zusätzlich eine zweite parallele Referenzmarkenspur eingeführt, die parallel abgetastet und ausgewertet werden muß.

Allen angeführten Meßverfahren haften folgende Mängel an:

Die Ermittlung des Absolutwertes der jeweiligen Referenzmarke müßte zeitgleich mit dem Abtasten der Referenzmarke durch die Abtasteinheit beim Überfahren erfolgen. Es ist aber eine endliche Zeit für die Dekodierung der Abstände und die Bereitstellung der abgespeicherten Absolutwerte in der Auswerteeinrichtung notwendig, insbesondere dann, wenn zur Dekodierung Mikrorechner eingesetzt werden sollen. Bei hohen Verfahrensgeschwindigkeiten wäre die bereitgestellte Absolutposition nicht mehr identisch mit der tatsächlichen Position. Für Anwendungsfälle, bei denen die Absolutpositionen, die als metrologisches Raster gelten, mit variablen Fehlerkomponenten, wie z. B. Temperaturfehler oder belastungsabhängige Deformationsanteile mittels Mikrorechnern korrigiert werden sollen, steht keine ausreichende Zeit für diese Korrekturrechnung zur Verfügung.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, den Gebrauchswert eines Längenmeßsystems, das einen Mikrorechner enthält, durch Erhöhung der Meßsignalverarbeitungsgeschwindigkeit zu verbessern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Meßverfahren für ein quasi-absolutes inkrementales Längenmeßsystem anzugeben, bei welchem ein Teilungsträger mit abstandscodierten Referenzmarken einer Referenzspur abgetastet wird und welches eine ausreichende Zeit zwischen dem Erkennen des Abstandscodes der Referenzmarken und dem Bereitstellen der Absolutposition zu Dekodierung und für Korrekturrechnungen gewährleistet.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einem Verfahren zum Messen von Längen, bei dem ein Teilungsträger, der eine Rasterteilung mit einer Zahlspur und Referenzmarken mit unterschiedlichen Abständen in mindestens einer anderen Spur aufweist, von einer Abtastrichtung abgetastet wird, wobei die Abtastsignale in einer Auswerteeinrichtung und einer Anzeigeeinrichtung weiterverarbeitet werden, und bei dem die unterschiedlichen Abstände der Referenzmarken zueinander durch Abtastung der Rasterteilung in Zählheiten der Zahlspur ermittelt werden, wobei aus diesen Abstandssignalen Informationen in codierter Form über die Absolutwerte der Position der Referenzmarken gewonnen werden, der aus einer Codierung decodierte Absolutwert einer Referenzmarke auf eine Position der Zahlspur bezogen wird, die um einen ganzzahligen Zählbetrag $z_0 \geq 1$ in Verfahrrichtung gegenüber der Stelle der Zahlspur versetzt ist, bei der die letzte zum jeweiligen Code gehörende Referenzmarke ihren Codeimpuls abgibt, und daß dieser Absolutwert, an dieser Position der Anzeigeeinheit als aktuelle Position der Meßanordnung übergeben wird, und daß der Versatz der Position zur Übergabe des in der Auswerteeinrichtung decodierten Absolutwertes gegenüber dem letzten Codeimpuls anhand der Zählsignale in der Zahlspur ermittelt wird. Dabei kann der Absolutwert in der Auswerteeinrichtung mit einem Korrekturwert ergänzt an die Anzeigeeinheit übergeben werden.

Gemäß dem erfindungsgemäßen quasi-absoluten inkrementalen Längenmeßverfahren steht die Zeit für die Dekodierung, für Hilfsoperationen und für die Absolutwertbereitstellung zur Verfügung, die für die relative Verschiebung der Abtasteinrichtung vom Moment der Abtastung der letzten zum abstandscodierten Code gehörenden Referenzmarke von den z_0 Inkrementen der Zahlspur benötigt wird.

Je nach der Hard- und/oder Softwarelösung für die Auswerteeinrichtung kann der Zählbetrag z_0 bei vorgegebener maximaler Relativbewegung zwischen Teilungsträger und Abtasteinrichtung so gewählt werden, daß eine ausreichende Zeit für die Dekodierung, Hilfsoperationen und Absolutwertbereitstellung zur Verfügung steht.

Der technische Effekt des Verfahrens besteht vor allem darin, daß bei dem quasi-absoluten inkrementalen Längenmeßsystem die den Positionen P_n der Zahlspur zugeordneten Absolutwerte ohne Zeitverzögerung bereitgestellt werden und somit die bereitgestellten Absolutpositionen auch bei hohen Verfahrgeschwindigkeiten identisch mit den tatsächlichen Positionen sind. Weiterhin sind den absoluten Positionen aktuelle variable Fehlerkomponenten zuordenbar, ohne das dynamische Verhalten des Meßsystems zu beeinflussen.

Aufgrund der erfindungsgemäß geschaffenen Zeitspanne zwischen der Codeerkennung und der Bereitstellung der Absolutwerte sind vor allem auch für die Dekodierung von Doppelcodes und für zusätzliche Korrekturrechnungen ökonomisch vorteilhafte Mikrorechnerlösungen einsetzbar.

Ausführungsbeispiel

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

Fig. 1: einen Teilungsträger mit einer einfach kodierten Referenzspur, und

Fig. 2: die Anordnung der Abtastelemente in einer Abtasteinrichtung

Das quasi-absolutes inkrementale Längenmeßsystem, mit dem das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann, von dem im Fig. 1 nur ein Teilungsträger 1 dargestellt ist, umfaßt ferner eine Rasterteilung 2 und eine Referenzmarkenspur 3 abtastende Abtasteinrichtung, welche mit einer Auswerteeinrichtung verbunden ist, die elektrische Auswertesignale erzeugt. Eine in Fig. 2 dargestellte Abtastplatte 4 der Abtasteinrichtung umfaßt eine Marke 5 zur Abtastung der Referenzmarkenspur 3 und ein Gegengitter 6 mit vier um 90° phasenverschobenen Bereichen zur Abtastung der Rasterteilung 2.

In Fig. 1 ist eine einfach kodierte Referenzmarkenspur 3 dargestellt. Die Information über die Position $+P_n$ ist für den Fall der Vorwärtsbewegung in Teilungsrichtung 8 in den Codemarken 7 C_n und C_{n-1} bzw. in deren Abstand d_n enthalten, welcher anhand der Rasterteilung 2 mittels der von ihr abgeleiteten Zählsignale ermittelt wird.

Für das gewählte Beispiel sollen folgende Parameter vorgegeben sein.

- Inkrement der Zahlspur 1 μm
- maximale Relativgeschwindigkeit (Abtastgeschwindigkeit) zwischen Rasterteilung und Abtasteinrichtung 1 m/s
- maximal benötigte Zeit für die Dekodierung, für Hilfsoperationen, wie z. B. aktuelle Temperaturkorrekturen der Positionen P_n und für die Absolutwertbereitstellung in der Auswerteeinrichtung 0,5 ms

Aus dem Produkt von maximaler Abtastgeschwindigkeit und der benötigten Zeit für die Absolutwertbereitstellung ergibt sich ein Zählbetrag z_0 zu 500 μm .

Der aus der Codierung decodierte Absolutwert wird auf die Position $+P_n + 2$ der Zählspur bezogen, die um den Zählbetrag von 500 Inkrementen der Zählspur gegenüber der Stelle der Zählspur versetzt ist, bei der die Codemarke $C_n + 2$ ihren Codeimpuls abgibt. Für den Fall der Rückwärtsbewegung ist die Information über die Position $-P_n$ in den Codemarken C_n und $C_n + 1$ bzw. in deren Abstand $d_n + 1$ enthalten. Dabei ist zu beachten, daß zur Information des Codes auch das Vorzeichen entsprechend Vorwärtsbewegung (+) oder Rückwärtsbewegung (–) gehört.

Der aus der Codierung decodierte Absolutwert wird auf die Position $-P_n$ der Zählspur bezogen, die um den Zählbetrag von –500 Inkrementen der Zählspur gegenüber der Stelle der Zählspur versetzt ist, bei der die Codemarke C_n ihren Codeimpuls abgibt.

Vorteilhaft ist es, daß z. B. bei einer Vorwärtsbewegung nach Passieren der Abtasteinrichtung über $C_n + 1$ und $C_n + 2$ und dem Erfassen des Abstandes $d_n + 2$ anhand der Zählsignale der Rasterteilung 2 diese Information dekodiert werden kann, für diese Dekodierung und weitere Korrekturrechnungen in einem Prozessor Zeit zur Verfügung steht, und der berechnete und korrigierte Absolutwert für $+P_n + 2$ zur Verfügung steht, bevor diese Position $+P_n + 2$ erreicht wird, und daß beim Erreichen dieser Position der Absolutwert sofort für die Anzeigeeinrichtung zur Verfügung steht.

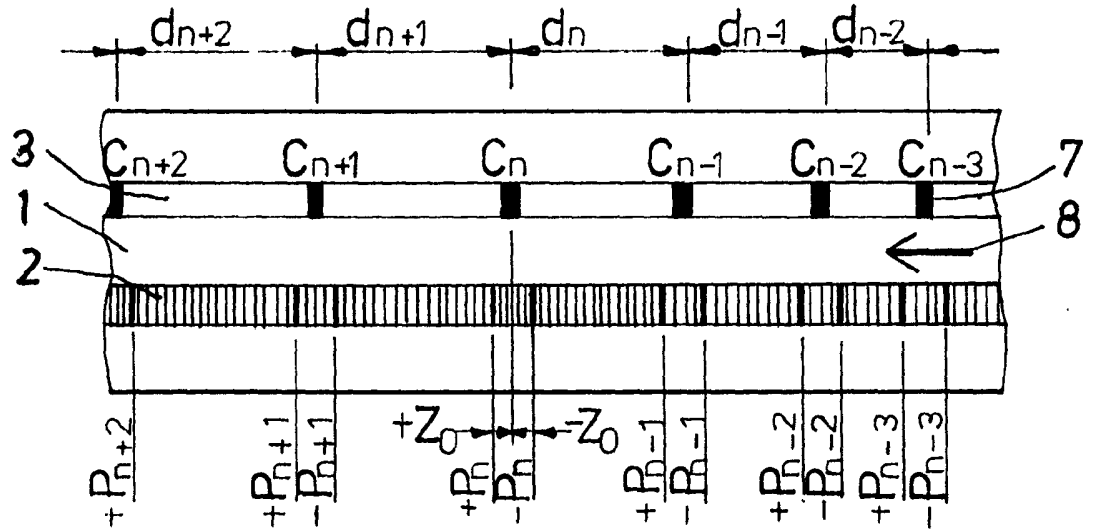


Fig. 1

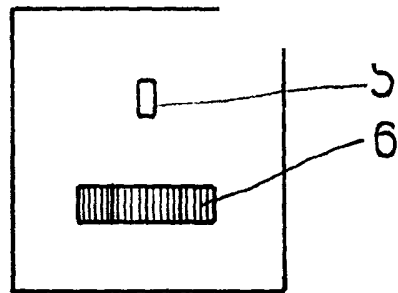


Fig. 2