

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Patent
aufrechterhalten nach
§ 12 Abs. 3 ErstrG

(12) **PATENTSCHRIFT**
(11) **DD 297 700 B5**

(51) Int. Cl.⁵: **G 01 B 21/02**
G 01 D 5/249

DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD G 01 B / 343 881 6	07.09.90	16.01.92	31.03.94

(30) Unionspriorität:

—

(72) Erfinder: Schuchardt, Gerd, Dr.-Ing., 07747 Jena, DE; Freitag, Hans-Joachim, Dr.-Ing., 07749 Jena, DE
(73) Patentinhaber: Carl Zeiss Jena GmbH, Tatzendpromenade 1 a, 07745 Jena, DE

(54) Verfahren zum Messen von Längen

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 3 144 334 A 1 DE 3 617 254 A 1 DE 3 742 135 A 1

Patentansprüche:

1. 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 Zählseinheiten der Zählspur ermittelt werden, wobei aus diesen Abstandssignalen Informationen in codierter Form über die Absolutwerte der Position der Referenzmarken gewonnen werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Code für den Absolutwert einer Referenzmarke (R_{Ak}) durch Abtastung von zwei weiteren Referenzmarken (R_{Ak-1} , R_{Ak-2}) gebildet wird, die in Fahrtrichtung (8) vor dieser Referenzmarke (R_{Ak}) liegen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei weitere Referenzmarken (R_{Ak-1} , R_{Ak-2}) abgetastet werden, die unmittelbar vor der ersten Referenzmarke (R_{Ak}) liegen.

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 Absolutwert-System und die andere Art unter dem Begriff Inkrementalzählsystem zu beschreiben sind. Absolutwertsysteme, z. B. CH374207, und Inkremental-Systeme, z. B. CH499091, 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 rechen-technischen Bestimmen der zwei Abstände zu dieser Referenzmarke und der Zuordnung der Absolutposition zu dieser 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 auf:

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 in einer Zählspur und Referenzmarken mit unterschiedlichen Abständen in mindestens einer anderen Spur aufweist, von einer Abtasteinrichtung 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 Zählseinheiten der Zählspur ermittelt werden, wobei aus diesen Abstandssignalen Informationen in codierter Form über die Absolutwerte der Position der Referenzmarken gewonnen werden, der Code für den Absolutwert einer Referenzmarke durch Abtastung von zwei weiteren Referenzmarken gebildet wird, die in Verfahrerrichtung vor dieser Referenzmarke liegen. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die den Code bildende Referenzmarke in Verfahrerrichtung unmittelbar vor der Referenzmarke liegt, der der Absolutwert zugeordnet wird. Die Referenzmarke ist damit selbst nicht Bestandteil der Codierung für ihren eigenen Absolutwert.

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 bis zum Erreichen der Referenzmarke, der der Absolutwert zugeordnet wird, benötigt wird. Von der Art der Codierung hängt es ab, ob jede Referenzmarke eine Referenzmarke mit zuordenbarem Absolutwert ist oder ob sie nur zu Codierzwecken verwendet wird und als solche Referenzmarke keinen zugeordneten Absolutwert hat. Das Verfahren ermöglicht es, daß bei einem quasi-absoluten inkrementalen Längenmeßsystem die den Referenzmarken zugeordneten Absolutwerte ohne Zeitverzögerung bereitgestellt werden und somit die bereitgestellten Absolutpositionen auch bei hohen Verfahrensgeschwindigkeiten 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,
 Fig. 2: einen Teilungsträger mit einer zweifach kodierten Referenzspur, und
 Fig. 3: die Anordnung der Abtastelemente in der Abtasteinrichtung.

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

In Fig. 1 ist eine einfach kodierte Referenzspur 3 dargestellt, für die alle Referenzmarken 7 der Referenzmarkenspur 3 Referenzmarken mit Absolutwertzuordnung R_A sind.

Die Information über den Absolutwert der Referenzmarke R_{AK} ist für den Fall der Vorwärtsbewegung der nicht dargestellten Abtasteinrichtung in Bewegungsrichtung 8 in den Referenzmarken R_{AK-2} und R_{AK-1} bzw. in deren Abstand d_{K-1} enthalten, welcher anhand der Rasterteilung 2 mittels der von ihr abgeleiteten Zählsignale ermittelt wird.

Für den Fall der Rückwärtsbewegung ist die Information in den Referenzmarken R_{AK+1} und R_{AK+2} bzw. in deren Abstand d_{K+2} enthalten. Dabei ist zu beachten, daß zur Information über die Absolutposition der Referenzmarken 7 neben den Abständen d auch das Vorzeichen entsprechend Vorwärts (+) oder Rückwärts (-) Bewegung gehört, d. h. die Information über den Absolutwert von R_{AK} steckt in $+(d_{K-1})$ und in $-(d_{K+2})$.

Andererseits beinhaltet $-(d_{K-1})$ die Information für R_{AK-3} und $+(d_{K+2})$ die Information für R_{AK+3} .

Vorteilhaft ist nun, daß z. B. bei einer Vorwärtsbewegung nach dem Passieren der Abtasteinrichtung über R_{AK-2} und R_{AK-1} und dem Erfassen des Abstandes $+(d_{K-1})$ anhand der Zählsignale der Rasterspur 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 R_{AK} zur Verfügung steht, bevor R_{AK} erreicht wird, und daß beim Erreichen von R_{AK} dieser Wert sofort für die Anzeigeeinrichtung zur Verfügung steht.

Im Falle einer Zweifach-Kodierung, wie in Fig. 2 dargestellt, sind auch Referenzmarken R_c enthalten, die nur zur Kodierung dienen und selbst keine Absolutinformation zugeordnet bekommen. Hierbei würde für eine Vorwärtsbewegung der Absolutwert von R_{AK} durch $+(d_{j-2})$ und $+(d_{j-1})$ codiert sein und bei Rückwärtsbewegung durch $-(d_{j+2})$ und $-(d_{j+3})$.

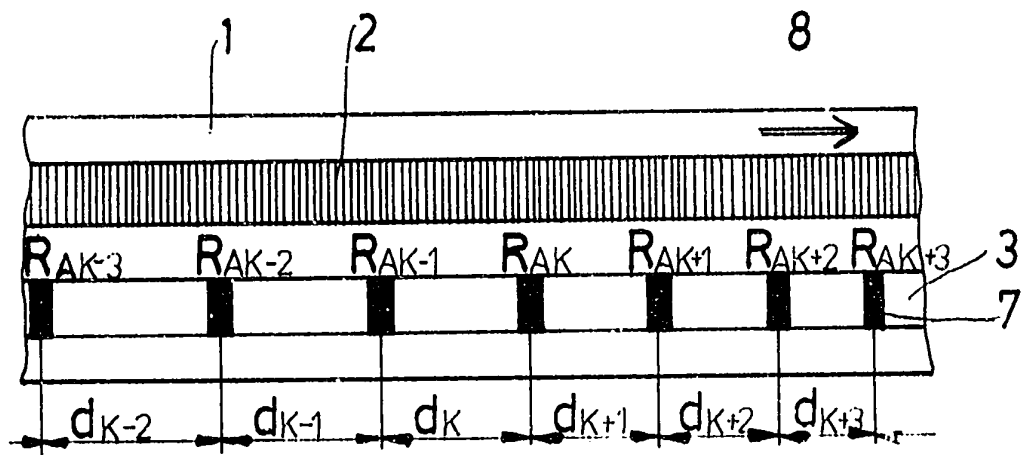


Fig. 1

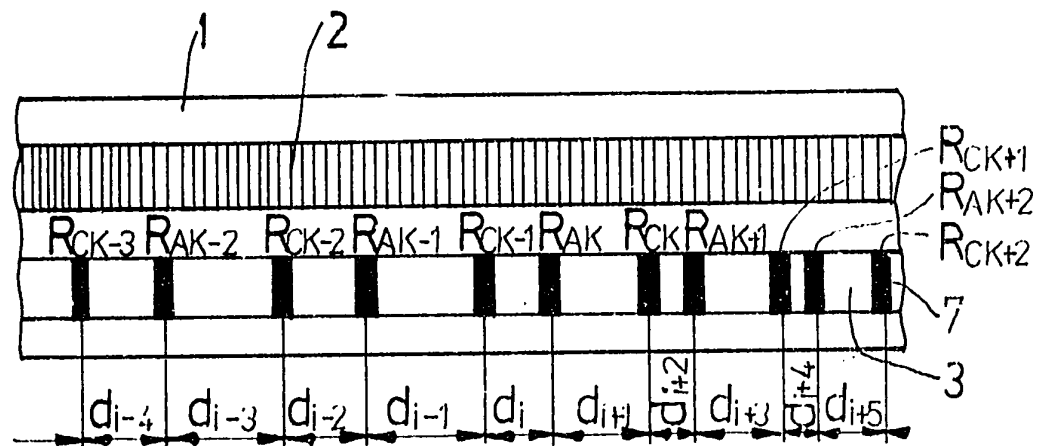


Fig. 2

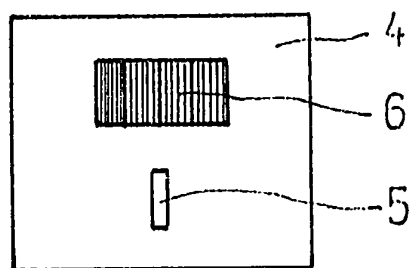


Fig. 3