



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 44 547.8**

(22) Anmelddetag: **25.09.2002**

(43) Offenlegungstag: **08.04.2004**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.11.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01B 21/00 (2006.01)**
G01B 11/02 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Dr. Johannes Heidenhain GmbH, 83301 Traunreut,
DE**

(72) Erfinder:

**Mittmann, Rudolf, Dipl.-Ing. (FH), 83342
Tacherting, DE**

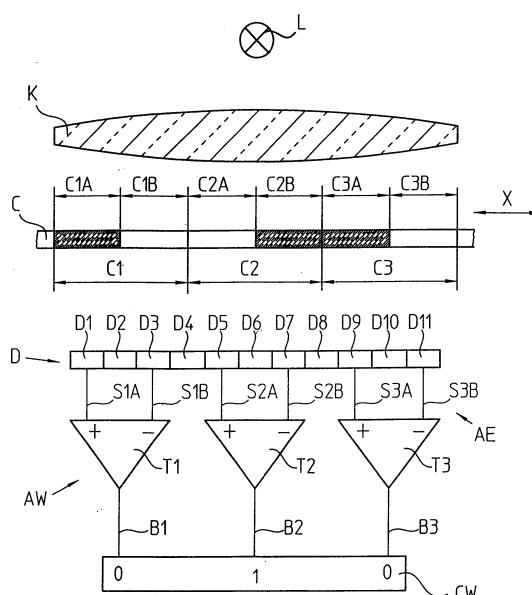
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 195 06 019 C2
DE 102 44 235 A1
EP 07 89 226 B1

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Positionsmesseinrichtung zur Bestimmung einer absoluten Position**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Bestimmung einer absoluten Position mit folgenden Verfahrensschritten:

- Abtasten eines Codemusters aus einer Reihe von Codemustern, von denen jedes eine absolute Position eindeutig definiert sowie Abtasten eines weiteren Musters;
- Bilden eines Codewortes (CW) mit N Bits durch das Abtasten des Codemusters;
- Bilden zusätzlicher Bits durch das Abtasten des weiteren Musters;
- Prüfen der N Bits sowie der zusätzlichen Bits auf Zuverlässigkeit und bei Unterschreiten vorgegebener Kriterien eines der Bits wird diesem eine Fehlerkennung (F) zugeordnet;
- Vorgabe einer Reihe von Bitfolgen, wobei jeweils einer dieser Bitfolgen eine absolute Position eindeutig zugeordnet ist;
- Vergleich der N Bits des Codewortes (CW) mit der vorgegebenen Reihe von Bitfolgen und Vergleich der zusätzlichen Bits mit korrespondierenden Bits aus den vorgegebenen Bitfolgen und bei Auftreten einer Übereinstimmung aller Bits Zuordnen dieser entsprechenden absoluten Position zu dem Codewort (CW), wobei beim Vergleich auf Übereinstimmung...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer absoluten Position gemäß dem Anspruch 1 sowie eine Positionsmesseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Auf vielen Gebieten werden zur Bestimmung der Position zweier zueinander bewegter Körper vermehrt absolute Positionsmesseinrichtungen eingesetzt. Absolute Positionsmesseinrichtungen haben gegenüber rein inkremental messenden Systemen den Vorteil, dass in jeder Relativlage auch nach Unterbrechung der Versorgungsenergie sofort eine korrekte Positionsinformation ausgegeben werden kann.

[0003] Die absolute Position wird dabei von einem Code verkörpert, der in mehreren parallel zueinander verlaufenden Spuren beispielsweise als Gray-Code angeordnet ist.

[0004] Besonders platzsparend ist die Anordnung der Positionsinformation in einer einzigen Codespur mit in Messrichtung hintereinander angeordneten Codeelementen. Die Codeelemente sind dabei in pseudozufälliger Verteilung hintereinander angeordnet, so dass eine bestimmte Anzahl von aufeinanderfolgenden Codeelementen jeweils ein Codemuster bzw. Bitmuster bildet, das die absolute Position als Codewort eindeutig definiert. Bei der Verschiebung der Abtasteinrichtung um ein einziges Codeelement wird bereits ein neues Codemuster gebildet und über den gesamten absolut zu erfassenden Messbereich steht eine Folge von unterschiedlichen Codewörtern zur Verfügung. Ein derartiger sequentieller Code wird als Kettencode oder als Pseudo-Random-Code bezeichnet.

[0005] Bei Positionsmesseinrichtungen können beispielsweise durch partielle Verschmutzung des Maßstabs Fehler in der das Codewort bildenden Bitfolge auftreten, die eine fehlerhafte Bestimmung der absoluten Position verursachen.

[0006] Es wurden bereits Verfahren zur Erkennung eines derartigen Fehlers vorgeschlagen. In der EP 0 789 226 B1 wird hierzu vorgeschlagen mit einer Abtasteinrichtung gleichzeitig mindestens drei komplett unterschiedliche Codemuster vom Maßstab abzutasten und daraus Codewörter zu bilden. Die Ist-Abstände der Codewörter werden mit den Soll-Abständen verglichen, wodurch aus den gleichzeitig erfassenen Codewörtern ein als korrekt erkanntes Codewort zur Bestimmung der momentanen Absolutposition verwendet wird und als fehlerhaft erkannte Codewörter von der weiteren Verarbeitung ausgeschlossen werden.

[0007] Durch dieses Verfahren wird die Zuverlässigkeit

bzw. Betriebssicherheit einer Positionsmesseinrichtung erhöht. Nachteilig ist aber, dass ein Codewort bereits als fehlerhaft ausgesondert wird, wenn nur ein einziges Bit der Bitfolge fehlerhaft ist. Um eine hohe Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit der Positionsmesseinrichtung zu erreichen, müssen viele Codewörter gleichzeitig abgetastet werden.

[0008] In der DE 195 06 019 C2 ist ein Verfahren zur Fehlererkennung beschrieben. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei einer Positionsänderung das neue Codewort mit einem Codewort des vorhergehenden Messschritts oder des nachfolgenden Messschritts übereinstimmen muss. Nur bei Übereinstimmung des neuen Codewortes mit einem Nachbarcodewort wird dem neuen Codewort eine absolute Position zugeordnet. Offenbart ist auch eine Fehlerroutine zum Bestimmen eines Fehlers. Dabei werden Bits des neuen Codeworts sukzessive invertiert und auf Übereinstimmung mit dem korrespondierenden Bit der Nachbarcodewörter verglichen. Diese Routine wird durchgeführt, bis eine Übereinstimmung des neuen Codeworts mit einem Nachbarcodewort festgestellt wird. Die Bits, welche bis zur Übereinstimmung invertiert werden müssen, werden als fehlerhaft erkannt, wodurch auch fehlerhaft arbeitende Detektorelemente erkannt werden können.

[0009] Durch dieses Verfahren ist nur eine Fehlerprüfung möglich.

[0010] Aus der vorangemeldeten, aber nicht vorveröffentlichten DE 102 44 235 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung einer absoluten Position sowie eine Positionsmesseinrichtung bekannt, wobei durch Vergleich der Abtastsignale zweier Teilbereiche eines Codeelementes eines sequentiellen pseudozufälligen Codes die korrekte Betriebsweise überprüfbar ist.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem eine fehlertolerante und trotzdem zuverlässige Bestimmung einer absoluten Position gewährleistet ist.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

[0013] Eine Positionsmesseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist im Anspruch 8 angegeben.

[0014] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen darin, dass nicht gesamte fehlerhafte Codewörter ausgeschieden werden müssen. Mit dem Verfahren werden einzelne fehlerhafte Bits in einem Codewort toleriert. Die Wahrscheinlichkeit, dass durch Abtastung eines relativ kleinen Codebereiches eine korrekte Absolutposition detektiert werden kann, ist sehr groß, weshalb gemäß der Erfindung die Be-

triebssicherheit und Funktionsfähigkeit der Positionsmeseinrichtung erhöht wird.

[0015] Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0016] Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert, dabei zeigen:

[0017] [Fig. 1](#) eine Positionsmesseinrichtung in schematischer Darstellung;

[0018] [Fig. 2](#) das Prinzip einer Fehlerprüfung;

[0019] [Fig. 3](#) die Signale zur Fehlerprüfung gemäß [Fig. 2](#);

[0020] [Fig. 4](#) mögliche Codeworte mit redundanter Abtastung und zugeordnete absolute Positionen;

[0021] [Fig. 5a](#) eine Vergleichsroutine ohne fehlerhaft abgetastetem Bit;

[0022] [Fig. 5b](#) eine Vergleichsroutine mit einem als fehlerhaft erkannten Bit;

[0023] [Fig. 5c](#) eine Vergleichsroutine mit zwei als fehlerhaft erkannten Bits;

[0024] [Fig. 5d](#) eine Vergleichsroutine mit einer ersten Anordnung von drei als fehlerhaft erkannten Bits;

[0025] [Fig. 5e](#) eine Vergleichsroutine mit einer zweiten Anordnung von drei als fehlerhaft erkannten Bits und

[0026] [Fig. 5f](#) eine Vergleichsroutine mit fehlerhaften Bits, die aber nicht als fehlerhaft erkannt wurden.

[0027] In [Fig. 1](#) ist eine Längenmesseinrichtung schematisch dargestellt. Diese Längenmesseinrichtung arbeitet nach dem optischen Abtastprinzip, bei dem ein Code C im Durchlichtverfahren abgetastet wird. Zur Abtastung des Codes C dient eine Abtasteinrichtung AE, die in Messrichtung X relativ zum Code C bewegbar angeordnet ist.

[0028] Der Code C besteht aus einer in Messrichtung X hintereinander angeordneten Folge von gleich langen Codeelementen C1, C2, C3. Jedes Codeelement C1, C2, C3 besteht wiederum aus zwei gleich langen in Messrichtung X nebeneinander unmittelbar aufeinanderfolgend angeordneten Teilbereichen A und B, die zueinander komplementär ausgebildet sind. Komplementär bedeutet dabei, dass sie inverse Eigenschaften besitzen, also beim optischen Abtastprinzip transparent und nicht transparent bzw. bei Auflicht-Abtastung reflektierend bzw. nicht reflektierend sind. Ein derartiger Code wird auch als Manchestercode bezeichnet.

[0029] Der sequentielle Code C wird von der Abtasteinrichtung AE abgetastet, die eine Lichtquelle L enthält, deren Licht über eine Kollimatorlinse K mehrere aufeinanderfolgende Codeelemente C1, C2, C3 beleuchtet. Das Licht wird von dem Code C positionsabhängig moduliert, so dass hinter dem Code C eine positionsabhängige Lichtverteilung entsteht, die von einer Detektoreinheit D der Abtasteinrichtung AE erfasst wird.

[0030] Die Detektoreinheit D ist ein Zeilensensor mit einer in Messrichtung X angeordneten Folge von Detektorelementen D1 bis D11. Jedem Teilbereich A, B der Codeelemente C1, C2, C3 ist in jeder Relativlage zumindest ein Detektorelement D1 bis D11 eindeutig zugeordnet, so dass in jeder Relativlage der Detektoreinheit D gegenüber dem Code C ein Abtastsignal S1A bis S3B aus jedem Teilbereich A, B gewonnen wird. Diese Abtastsignale S1A bis S3B werden einer Auswerteeinrichtung AW zugeführt, welche die beiden Abtastsignale S1A, S1B; S2A, S2B; S3A, S3B der beiden Teilbereiche C1A, C1B; C2A, C2B; C3A, C3B eines Codeelementes C1, C2, C3 jeweils miteinander vergleicht und durch diesen Vergleich für jedes Codeelement C1, C2, C3 einen digitalen Wert bzw. ein Bit B1, B2, B3 erzeugt. Beim Manchestercode C ist der digitale Wert B1 von der Abfolge der Teilbereiche C1A und C1B abhängig. Eine Folge mehrerer digitaler Werte B1, B2, B3 ergibt ein Codewort CW welches die absolute Position definiert. Bei einer Verschiebung der Detektoreinheit D gegenüber dem Code C um die Breite bzw. Länge eines Codeelementes C1, C2, C3 wird ein neues Codewort CW erzeugt und über den absolut zu vermessenden Messbereich wird eine Vielzahl von unterschiedlichen Codewörtern CW gebildet.

[0031] [Fig. 1](#) zeigt eine Momentanstellung des Codes C relativ zur Abtasteinrichtung AE. Die Detektorelemente D1 bis D11 sind aufeinanderfolgend in einem Abstand mit der halben Breite eines Teilbereiches C1A bis C3B des Codes C angeordnet. Dadurch ist sichergestellt, dass in jeder Position zumindest ein Detektorelement D1 bis D11 einem Teilbereich C1A bis C3B eindeutig zugeordnet ist und nicht einen Übergang zwischen zwei Teilbereichen C1A bis C3B abtastet. In der dargestellten Position wird der Teilbereich C1A vom Detektorelement D1 und der Teilbereich C1B vom Detektorelement D3 abgetastet. Die Detektorelemente D1, D3 erfassen die Lichtverteilung und erzeugen in Abhängigkeit der Lichtintensität ein analoges Abtastsignal S1A, S1B proportional zur Lichtintensität. Da die beiden Teilbereiche C1A und C1B komplementär zueinander ausgebildet sind, ist auch die Intensität der Abtastsignale S1A und S1B invers zueinander, die Signalpegel sind also weit voneinander beabstandet.

[0032] Dieser Signalabstand wird nun zur Erzeugung der binären Information B1 ausgenutzt, indem

geprüft wird, welches der beiden Abtastsignale S1A, S1B des Codeelementes C1 größer ist. Diese Prüfung kann durch Quotientenbildung oder durch Differenzbildung erfolgen. Am Beispiel wird die Differenzbildung eingesetzt, wozu gemäß [Fig. 1](#) als Vergleichseinrichtung ein Triggerbaustein T1 dient. Der Triggerbaustein T1 erzeugt $B1 = 0$, wenn S1A kleiner S1B und $B1 = 1$, wenn S1A größer S1B ist. In gleicher Weise werden binäre Informationen B2 und B3 durch Abtastung der Codeelemente C2, C3 und Vergleich der analogen Abtastsignale S2A, S2B; S3A, S3B der Teilbereiche C2A, C2B; C3A, C3B jeweils eines Codeelementes C2, C3 durch Triggerbausteine T2, T3 gewonnen.

[0033] Einer ersten Abfolge der komplementär zueinander ausgebildeten Teilbereichen A, B wird also ein erster digitaler Wert und einer zweiten Abfolge der komplementär zueinander ausgebildeten Teilbereichen A, B wird ein zweiter digitaler Wert zugeordnet. Im Beispiel wird der Abfolge opak → transparent der Wert 0 und der Abfolge transparent → opak der Wert 1 zugeordnet.

[0034] Da die beiden Teilbereiche A und B jedes Codeelementes C1, C2, C3 zueinander komplementär sind, ist der Störabstand der Abtastsignale S sehr groß. Eine Veränderung der Lichtintensität der Lichtquelle L beeinflusst die Abtastsignale S beider Teilbereiche A und B gleichermaßen.

[0035] Aufgrund der komplementären Ausgestaltung jeweils zweier Teilbereiche A, B eines Codeelementes C1, C2, C3 müssen bei korrekter Betriebsweise der Positionsmesseinrichtung durch Abtastung dieser Teilbereich A, B jeweils analoge Abtastsignale S erzeugt werden, deren Differenz einen vorgegebenen Wert übersteigt. Durch Beobachtung dieses Differenzwertes ist eine gute Fehlerprüfung möglich. Die Grundlage dieser Fehlerprüfung ist, dass davon ausgegangen werden kann, dass bei Unterschreiten des Differenzwertes um einen vorgegebenen Betrag die binäre Information B1 unsicher ist und daher zu dieser binären Information B1 ein Fehlersignal F erzeugt wird.

[0036] Das Prinzip der Erzeugung des Fehlersignals F ist in [Fig. 2](#) anhand des Codeelementes C1 dargestellt. Die analogen Abtastsignale S1A und S1B des Codeelementes C1 werden einer Fehlerprüfeinrichtung P zugeführt. Die Fehlerprüfeinrichtung P vergleicht S1A und S1B durch Differenzbildung ($S1A - S1B$) und prüft, ob der Differenzbetrag einen vorgegebenen Vergleichswert V übersteigt oder nicht übersteigt. Wenn der Differenzbetrag ($S1A - S1B$) den vorgegebenen Vergleichswert V nicht übersteigt, wird ein Fehlersignal F ausgegeben. In [Fig. 3](#) sind diese Signalverhältnisse dargestellt. Diese Fehlerprüfung wird für die Abtastsignale zur Erzeugung aller Bits B1, B2, B3 eines Codewortes CW durchgeführt.

[0037] Durch diese Fehlerprüfung der analogen Abtastsignale S wird die Zuverlässigkeit der erzeugten Bits B1, B2, B3 geprüft. Bei Unterschreiten vorgegebener Kriterien – am Beispiel die Signalamplituden zweier zur Bildung eines Bits B1, B2, B3 verwendeten analogen Abtastsignale S – wird diesem als unzuverlässig erkannten Bit eine Fehlerkennung F zugeordnet. Die Anordnung der beiden Teilbereiche A und B jedes Codeelementes C1, C2, C3 aufeinanderfolgend direkt nebeneinander in Messrichtung X hat den Vorteil, dass die Detektorelemente D1 bis D11 in einem geringen Abstand in Messrichtung X nebeneinander angeordnet werden können und somit die Positionsmesseinrichtung gegen Verdrehung der Detektoreinheit D gegenüber dem Code C, also gegen Moiré-Schwankungen unempfindlich ist. Weiterhin ist die Störfindlichkeit gegen Verschmutzungen gering, da davon ausgegangen werden kann, dass beide Teilbereiche A und B eines Codeelementes C1, C2, C3 gleichermaßen beeinflusst werden.

[0038] Die Fehlerprüfung kann auch anhand digitaler Abtastsignale jeweils zweier Teilbereiche A, B durchgeführt werden. Ein Fehlersignal wird dann abgegeben, wenn erkannt wird, dass die digitalen Abtastsignale der Teilbereiche A, B eines Codeelementes nicht invers ($0 \rightarrow 1$ bzw. $1 \rightarrow 0$) zueinander sind.

[0039] Zur Bestimmung der absoluten Position (Decodierung) aus dem abgetasteten Codewort CW sind mehrere Verfahren bekannt. All diesen Verfahren ist gemeinsam, dass eine Reihe von Bitfolgen mit jeweils N Bits vorgegeben wird und jeder dieser Bitfolgen eine absolute Position eindeutig zugeordnet ist. Die vorgegebene Reihe von Bitfolgen entspricht dabei der durch Abtastung des Codes C bei korrekter Betriebsweise erzeugbaren Reihe von Codewörtern CW. Durch Vergleich der N Bits eines abgetasteten Codewortes CW mit jeweils N Bits der vorgegebenen Reihe von Bitfolgen kann somit jedem Codewort CW eine absolute Position eindeutig zugeordnet werden.

[0040] Eine Möglichkeit zur Vorgabe der Bitfolgen ist das Vorsehen eines Speichers mit einer Zuordnungstabelle in Form eines ROM. In dem Speicher ist die Zuordnung Bitfolge zu Position abgelegt. Zur Zuordnung der absoluten Position zu einem abgetasteten Codewort CW, also zur Decodierung, bildet das Codewort CW die Adresse für die Zuordnungstabelle, so dass am Ausgang die dieser Adresse zugeordnete Position ansteht (vgl. [Fig. 4](#)). Diese Decodierung ist erforderlich, um die Codeworte CW zu standardisieren. Die gebräuchlichste Decodierung ist die Umwandlung in eine Binärcodierung, im Beispiel ist dann CW = 111 → Position 1 = 000; CW = 110 → Position 2 = 001; CW = 101 → Position 3 = 010 usw..

[0041] Eine weitere Möglichkeit zur Vorgabe der Bitfolge ist die Generierung nach einer vorgegebenen Bildungsvorschrift, wobei der Generierungsschritt die

absolute Position eindeutig bestimmt. Dabei wird ausgehend von einer Bitfolge rechnerisch oder mittels logischer Elemente (meist exclusiv – oder – Gatter) die Reihe der Bitfolgen gebildet. Bildungsvorschriften und Schaltungen dazu sind beispielsweise in der Literaturstelle: Digital displacement transducer using pseudo-random binary sequences and a microprocessor, by B. E. Jones und K. Zia in Trans Inst M C Vol 3, No 1, Jan-Mar 1981, Seiten 13 bis 20 offenbart, auf die ausdrücklich Bezug genommen wird.

[0042] Gemäß der Erfindung wird nun zusätzlich zu einem ein Codewort CW bildendes Codemuster ein weiteres Muster, insbesondere zumindest ein Teil eines weiteren Codemusters, abgetastet. Durch das Abtasten dieses weiteren Musters, insbesondere zumindest eines Teils eines weiteren Codemusters, werden zusätzliche Bits gebildet. Die Bits des Codemusters sowie die zusätzlichen Bits werden auf Zuverlässigkeit geprüft, indem beispielsweise die oben erläuterte Überprüfung der Amplituden der analogen Abtastsignale S durchgeführt wird. Verglichen werden nun zusätzlich zu den N Bits des Codewortes CW auch die zusätzlichen Bits mit den korrespondierenden Bits der vorgegebenen Reihe von Bitfolgen. Bei diesem Vergleich werden die als unzuverlässig gekennzeichneten Bits nicht berücksichtigt. Wird bei diesem Vergleich der N Bits sowie der redundanten zusätzlichen Bits mit der gesamten vorgegebenen Reihe von Bitfolgen eine einzige Übereinstimmung der zuverlässigen Bits gefunden, wird dem Vergleichscodewort CW die zu der aufgefundenen Bitfolge abgespeicherte absolute Position zugeordnet. Diese Position ist eindeutig. Werden bei dem Vergleich mehrere Übereinstimmungen aufgefunden, dann sind zu viele Bits unzuverlässig und es sind weitere Fehlerroutinen erforderlich oder es wird eine Fehlermeldung ausgegeben, da an dieser Position keine eindeutige absolute Position bestimmt werden kann.

[0043] Eine weitere Fehlerroutine besteht beispielsweise darin, dass davon ausgegangen wird, dass die Änderung zwischen der aktuellen Position und der letzten Position nur einen vorgegebenen Wert betragen kann. Werden nun beim Vergleich mehrere Übereinstimmungen gefunden, wird die Position von den mehreren Positionen als gültig erklärt, dessen Abstand von der letzten Position den vorgegebenen Betrag nicht übersteigt oder der am nächsten an der zuletzt bestimmten Position liegt.

[0044] Es ist auch möglich, dass bereits der Vergleich auf einen Nachbarbereich der zuletzt bestimmten Position beschränkt wird.

[0045] Anhand eines konkreten Beispiels wird mit Hilfe der [Fig. 4](#) und [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5f](#) die Erfindung noch näher erläutert.

[0046] In [Fig. 4](#) ist ersichtlich, dass mit einem 3-stelligen Wort maximal 8 verschiedene Codeworte und somit auch acht verschiedene Positionen eindeutig unterscheidbar sind. In der ersten Zeile ist die Bitfolge des seriellen einspurigen und einschrittigen Pseudo-Random-Codes (PRC) aufgetragen. Da alle Möglichkeiten aufgetragen sind, wird diese Reihe auch Maximallängensequenz bezeichnet.

[0047] Unter dieser ersten Zeile sind in [Fig. 4](#) die an jeder der 8 verschiedenen Positionen abgetasteten Codewörter dargestellt. Diese Codewörter werden jeweils von den ersten drei Bits gebildet. Als redundante Information wird in diesem Beispiel jeweils das nächste Codewort abgetastet. Diese zusätzlichen Bits sind kursiv dargestellt. Die Maximallängensequenz wird vorteilhafterweise zur Winkelmessung eingesetzt, dabei wird die Maximallängensequenz geschlossen verwendet.

[0048] Anhand der [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5f](#) wird nun am Beispiel der 2. Position die Vergleicheroutine erläutert, dabei ist ein als unzuverlässig gekennzeichnetes Bit mit F markiert. Diese Bits geben als Vergleichsergebnis immer eine Übereinstimmung. Eine Übereinstimmung von Bits beim Vergleich ist in den [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5e](#) mit X markiert.

[0049] In [Fig. 5a](#) ist dargestellt, dass in der Abtastung kein fehlerhaftes Bit enthalten ist, so dass bei einem einzigen Vergleich der 8 Vergleichspositionen eine Übereinstimmung aller Bits auftritt. Diese Position ist somit eindeutig bestimmbar und wird als gültig bewertet.

[0050] In [Fig. 5b](#) ist eines der abgetasteten Bits mit einer Fehlerkennung F markiert. Dieses Bit wird beim Vergleich nicht berücksichtigt, trotzdem ist diese Position eindeutig bestimmbar.

[0051] In [Fig. 5c](#) sind zwei durch Abtastung gewonne Bits mit einer Fehlerkennung F markiert und auch hier ist eine Position eindeutig bestimmbar.

[0052] In [Fig. 5d](#) sind bereits drei Bits als unzuverlässig markiert und trotzdem ist die Position eindeutig bestimmbar.

[0053] In [Fig. 5e](#) sind ebenfalls drei Bits als unzuverlässig markiert, aber an anderer Stelle. In diesem Fall werden beim Vergleich zwei Übereinstimmungen gefunden, so dass die Position nicht eindeutig bestimmbar ist.

[0054] In [Fig. 5f](#) ist ersichtlich, dass kein Bit als unzuverlässig erkannt wurde und dass trotzdem beim Vergleich keine Übereinstimmung gefunden wurde. Das bedeutet, dass zumindest ein fehlerhaftes Bit in der Abtastung enthalten ist, dieses aber von der Fehlerprüfeinrichtung P nicht erkannt wurde. Daraus ist

eine unsichere Betriebsweise der Fehlerprüfeinrichtung feststellbar.

[0055] Die redundant abgetasteten und zum Vergleich verwendeten Bits sind vorteilhafterweise zum Codewort CW unmittelbar benachbarte Bits, dies ist aber kein Erfordernis. Wichtig ist nur, dass die redundant abgetasteten Bitsstellenrichtig mit Bits aus der vorgegebenen Reihe verglichen werden.

[0056] Die Erfindung ist besonders vorteilhaft bei einem sequentiellen einschrittigen Manchestercode anwendbar. Die Erfindung ist aber nicht auf diesen Code beschränkt, sie ist auch bei mehrspuriger Codierung einsetzbar. Dabei kann jedes Codeelement auch nur aus einem einzigen Bereich bestehen, so dass jedes Bit nur aus einem analogen Abtastsignal gewonnen wird. Zur Überprüfung der Zuverlässigkeit dieser Bits wird dann dieses Abtastsignal in bekannter Weise mit einer Sollamplitude verglichen.

[0057] Die Erfindung ist beim optischen Abtastprinzip besonders vorteilhaft einsetzbar. Die Erfindung ist aber nicht auf dieses Abtastprinzip beschränkt, sondern auch bei magnetischen, induktiven sowie kapazitiven Abtastprinzipien einsetzbar.

[0058] Die Positionsmesseinrichtung kann zur Messung von linearen oder rotatorischen Bewegungen eingesetzt werden. Die zu messenden Objekte können dabei der Tisch und der Schlitten einer Werkzeugmaschine, einer Koordinatenmessmaschine oder der Rotor und der Stator eines Elektromotors sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung einer absoluten Position mit folgenden Verfahrensschritten:

- Abtasten eines Codemusters aus einer Reihe von Codemustern, von denen jedes eine absolute Position eindeutig definiert sowie Abtasten eines weiteren Musters;
- Bilden eines Codewortes (CW) mit N Bits durch das Abtasten des Codemusters;
- Bilden zusätzlicher Bits durch das Abtasten des weiteren Musters;
- Prüfen der N Bits sowie der zusätzlichen Bits auf Zuverlässigkeit und bei Unterschreiten vorgegebener Kriterien eines der Bits wird diesem eine Fehlererkennung (F) zugeordnet;
- Vorgabe einer Reihe von Bitfolgen, wobei jeweils einer dieser Bitfolgen eine absolute Position eindeutig zugeordnet ist;
- Vergleich der N Bits des Codewortes (CW) mit der vorgegebenen Reihe von Bitfolgen und Vergleich der zusätzlichen Bits mit korrespondierenden Bits aus den vorgegebenen Bitfolgen und bei Auftreten einer Übereinstimmung aller Bits Zuordnen dieser entsprechenden absoluten Position zu dem Codewort (CW),

wobei beim Vergleich auf Übereinstimmung die mit einer Fehlererkennung (F) versehenen Bits unberücksichtigt bleiben.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das weitere Muster zumindest ein Teil eines weiteren Codemusters aus der Reihe von Codemustern ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei durch das Abtasten der Codemuster mehrere analoge Abtastsignale (S) erzeugt werden und zur Bildung eines Bits zumindest eines dieser Abtastsignale (S) verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei beim Prüfen eines Bits auf Zuverlässigkeit die Signalamplitude des zur Bildung dieses Bits verwendeten Abtastsignals mit einer Sollamplitude verglichen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei zur Bildung eines Bits zwei Abtastsignale (S1A, S1B) verwendet werden, und beim Prüfen auf Zuverlässigkeit dieses Bits die Differenz der beiden Abtastsignale (S1A, S1B) mit einer Solldifferenz (V) verglichen wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorgabe der Reihe von Bitfolgen und die Zuordnung einer absoluten Position jeder dieser Bitfolgen durch eine abgespeicherte Zuordnungstabelle erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, wobei die Vorgabe der Reihe von Bitfolgen und die Zuordnung einer absoluten Position jeder dieser Bitfolgen nach einer Bildungsvorschrift erfolgt.

8. Positionsmesseinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

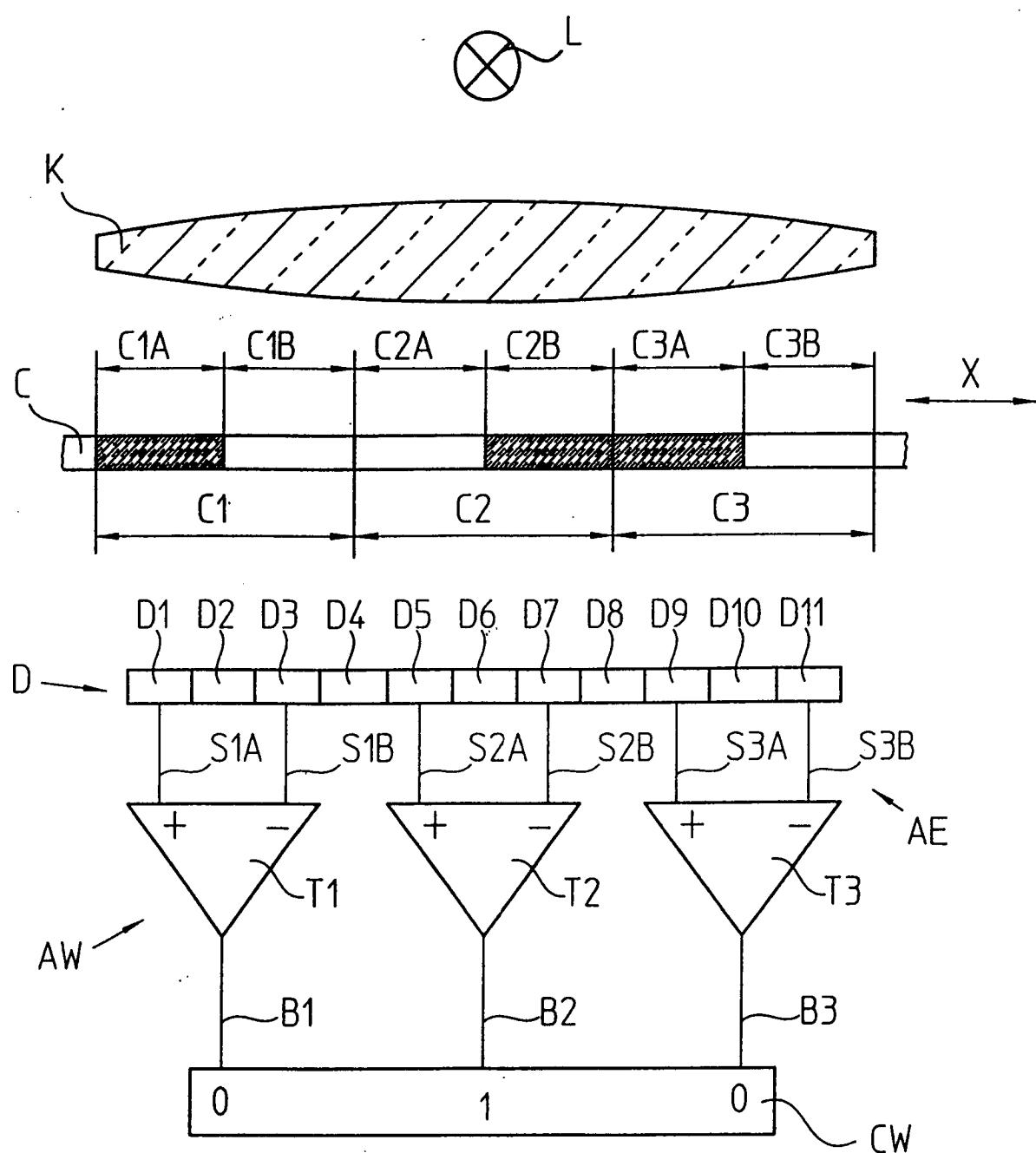


FIG. 2

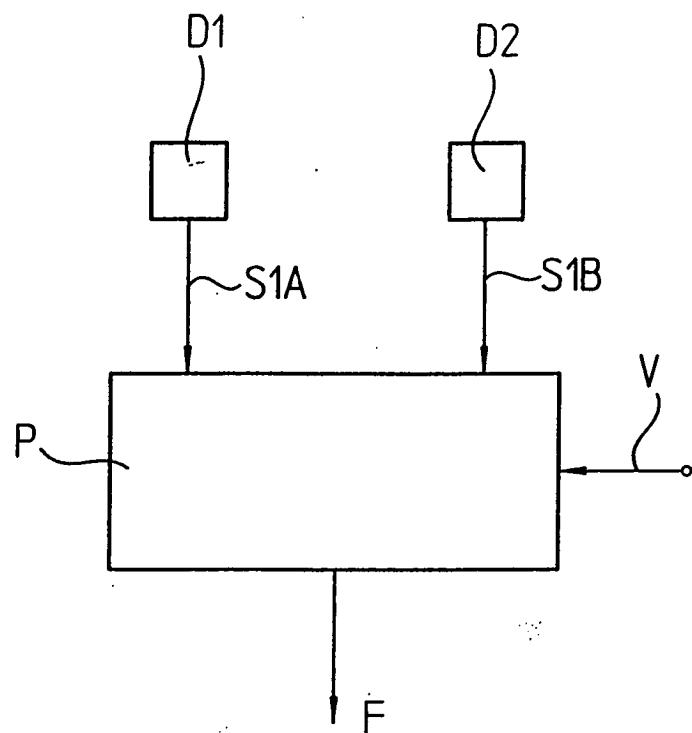


FIG. 3

$S_{1A}-S_{1B}$

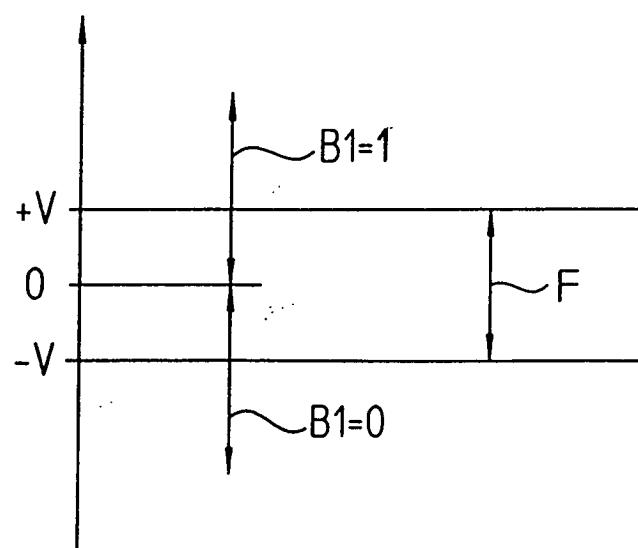


FIG. 4

3-Bit PRC -> 1110100011101
 zyklische Erweiterung

Zuordnungstabelle:

| Position | Adresse |
|-------------|---------------|
| 1.Position: | 111010 |
| 2.Position: | 110100 |
| 3.Position: | 101000 |
| 4.Position: | 010001 |
| 5.Position: | 100011 |
| 6.Position: | 000111 |
| 7.Position: | 001110 |
| 8.Position: | 011101 |

FIG. 5a

Position: 111010 110100 101000 010001 100011 000111 001110 011101
 Abastung: 110100 110100 110100 110100 110100 110100 110100 110100
 Vergleich: xx__x **xxxxxx** x__xx _xx_x_ x_x__ __xx__ __x_x_ _x_xx_

Ergebnis: eine Übereinstimmung bei vorgegebener 2.Position -> Position
 gültig

FIG. 5b

Position: 111010 110100 101000 010001 100011 000111 001110 011101
 Abastung: F10100 F10100 F10100 F10100 F10100 F10100 F10100 F10100
 Vergleich: xx__x **xxxxxx** x__xx **xxx_x_** x_x__ x_xx__ x_x_x_ xx_xx_

Ergebnis: eine Übereinstimmung bei vorgegebener 2.Position -> Position
 gültig

FIG. 5c

Position: 111010 110100 101000 010001 100011 000111 001110 011101
 Abastung: F10F00 F10F00 F10F00 F10F00 F10F00 F10F00 F10F00 F10F00
 Vergleich: xx_x_x xxxx_x x_xxx xxxx_x x_xx_x x_xx_x x_x_x xx_xx_x

Ergebnis: eine Übereinstimmung bei vorgegebener 2.Position -> Position gültig

FIG. 5d

Position: 111010 110100 101000 010001 100011 000111 001110 011101
 Abastung: F10FF0 F10FF0 F10FF0 F10FF0 F10FF0 F10FF0 F10FF0 F10FF0
 Vergleich: xx_xxx xxxx_x x_xxx xxxx_x x_xxx_x x_xxx_x x_x_x xx_xx_x

Ergebnis: eine Übereinstimmung bei vorgegebener 2.Position -> Position gültig

FIG. 5e

Position: 111010 110100 101000 010001 100011 000111 001110 011101
 Abastung: F10F0F F10F0F F10F0F F10F0F F10F0F F10F0F F10F0F F10F0F
 Vergleich: xx_x_x xxxx_x x_xxx xxxx_x x_xx_x x_xx_x x_x_x xx_xxx

Ergebnis: zwei Übereinstimmungen bei vorgegebener 2.Position und 4.Position -> Abtastung ungültig, Position nicht bestimmbar

FIG. 5f

Position: 111010 110100 101000 010001 100011 000111 001110 011101
 Abastung: 110000 110000 110000 110000 110000 110000 110000 110000
 Vergleich: xx_x_x xxx_xx x_xxx _xxxx_x x_xx_x _x_x_x _x_x_x

Ergebnis: keine Übereinstimmungen -> Es sind fehlerhafte Bit enthalten, die nicht markiert wurden