



(19) Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: AT 397 431 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2220/84

(51) Int.Cl.⁵ : G01B 21/00

(22) Anmeldetag: 10. 7.1984

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 8.1993

(45) Ausgabetag: 25. 4.1994

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS3214794 EP-A-0050195 GB-PS2024416 GB-PS2067283

(73) Patentinhaber:

R.S.F. ELEKTRONIK OHG (RECHTSFORM GESELLSCHAFT
M.B.H. & CO.KG)
A-5121 TARSDORF, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

RIEDER HEINZ
ST.PANTALEON, OBERÖSTERREICH (AT).
SCHWAIGER MAX
OSTERMIETHING, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) MESSSYSTEM

AT 397 431 B

Die Erfindung betrifft ein Meßsystem mit entlang eines Meßweges mit Abständen voneinander angeordneten ablesbaren Marken und einer in jeder möglichen Stellung wenigstens zwei dieser Marken erfassenden Abtasteinheit mit einer Vielzahl von in Form eines wenigstens eine Abtastspur mit einer Meßteilung bestimmenden Arrays angeordneten Signalerzeugern oder mit Signalerzeugern verbundenen Abtastfühlern zur Erzeugung von die jeweilige Stellung und/oder eine Relativverstellung der Abtasteinheit gegenüber dem Meßweg charakterisierenden elektrischen Meßsignalen, die, gegebenenfalls über eine Umformungs- oder Verarbeitungsstufe einer Auswerteeinheit bzw. einer Anzeige- oder Steuereinheit zuführbar sind.

Ein derartiges Meßsystem ist aus der DE-OS 32 14 794 bekannt. Bei diesem Meßsystem, das als Längen- oder Winkelmeßeinrichtung ausgebildet werden kann, ist ein abwechselnd magnetisch leitende und magnetisch nicht leitende Bereiche, die die ablesbaren Marken bestimmen, aufweisender Maßstab vorgesehen und die Abtasteinheit besitzt einen über ihre Länge durchgehenden Permanentmagneten, an dem als Signalerzeuger Hallsonden angebracht sind, die aus der Änderung des durchtretenden magnetischen Flusses elektrische Signale erzeugen. Dabei können diese Hallsonden in Form eines Arrays angebracht werden, dessen durch die aufeinanderfolgenden Hallsonden bestimmte Teilung z. B. ein Viertel einer vorzugsweise gleichmäßigen Teilung des Maßstabes, also der gleichen Länge magnetisch leitender und nicht leitender Bereiche dieses Maßstabes beträgt. Durch Zusammenschaltung der aus den Hallsonden erhaltenen Signale und entsprechende Signalverarbeitung lassen sich bei der Relativverstellung der Abtasteinheit gegenüber dem Maßstab periodische, in Zählsignale verwandelbare Signale erzeugen, so daß dieses Meßsystem als Sonderfall eines Inkrementalmeßsystems eingesetzt werden kann. Die Maßstabsteilung wird hier in einfacher Weise dadurch erhalten, daß ein Körper aus magnetisch leitendem Material in der vorgesehenen Teilung Zähne und Zahnlücken, bei Linearmeßsystemen also die Form einer Zahnstange erhält, wobei die Zahnlücken mit Isoliermaterial ausgefüllt werden können, auf jeden Fall aber in den Hallsonden unterschiedliche Signale entstehen, wenn sich die Sonde über einem Zahn bzw. einer Zahnlücke befindet. Die durch die Zähne bzw. sonstigen magnetischen leitenden Bereiche erzielten Meßmarken sind über die gesamte Maßstablänge untereinander ident.

Bei den meisten anderen bekannten Meßsystemen wird entlang des Meßweges ein meist eine sehr feine Teilung aufweisender Maßstab vorgesehen, der über Abtasteinheiten nach verschiedenen Abtastprinzipien, z. B. nach optoelektronischen Abtastprinzipien abgetastet werden kann, wobei es bei Inkrementalmeßsystemen üblich ist, die Abtastung durch Abtastgitter vorzunehmen, die die gleiche Grundteilung wie der Maßstab aufweisen können, gegeneinander aber um Teilungsbruchteile versetzt sind, so daß an den zugeordneten Empfängern bei der Abtastung des Maßstabes phasenverschobene Signale entstehen, die zu inkrementalen Zählsignalen ausgewertet werden können, wobei wegen des Phasenversatzes eine Richtungserkennung möglich ist. Bei bekannten absoluten Meßsystemen besitzt ein vorgesehener Maßstab eine meist mehrspurige Absolutteilung, die nach verschiedenen Prinzipien codiert sein kann und die über den einzelnen Spuren zugeordnete Ableseeinrichtungen ablesbar ist. Schließlich gibt es auch Inkrementalmeßsysteme, bei denen ein oder mehrere Maßstabspunkte durch zugeordnete, in einer eigenen Maßstabspur angeordnete Referenzmarken zusätzlich identifizierbar sind. Bei Absolutmeßsystemen ist jede Stellung der Abtasteinheit durch eine bestimmte Signalverteilung an den Signalerzeugern identifizierbar. Wenn eine besonders feine Auflösung erwünscht ist, kann zusätzlich zu den Codespuren noch wenigstens eine weitere Spur mit Inkrementalteilung vorgesehen werden, die über einen eigenen Signalerzeuger abgetastet wird. Neben optoelektronischen Signalerzeugern sind bei den bekannten Meßsystemen auch Signalerzeuger einsetzbar, die nach induktiven, magnetischen oder kapazitiven Abtastprinzipien arbeiten und mit entsprechenden Maßstäben zusammenwirken. Bei inkrementalen Meßsystemen ist es bekannt, durch Mehrfachauswertung der Meßsignale oder Interpolationsberechnung eine elektronische Unterteilung des Maßstabes vorzunehmen, also das Auflösungsvermögen zu erhöhen.

Um bei einem mit Referenzmarken ausgestatteten Inkrementalmaßstab eine Auswahl jener Maßstabstellen, an denen ein Referenzsignal erzeugt werden soll, zu ermöglichen bzw. um eine Absolutposition der Abtasteinheit durch Anfahren nur einer von mehreren über die Maßstablänge verteilten Referenzmarken zu ermöglichen, ist es z. B. aus der EP-0 050 195 bekannt, den Referenzmarken zusätzliche Identifizierungsmerkmale zuzuordnen, die in einem einfachen Codemuster geteilt sind, über gesonderte Abtasteinheiten abgetastet werden und im einfachsten Fall durch ihre Codierung die ihrer Referenzmarke zugeordnete Nummer angeben. Von einem durch Anfahren einer Referenzmarke erzeugbaren Meß-Nullpunkt an erfolgt die weitere Messung ausschließlich als Inkrementalmessung. Es sind unterschiedliche Signalerzeuger und Abtasteinrichtungen für die Inkrementalspur, die Referenzmarkenspur und die Spur mit den den Referenzmarken zugeordneten Codemarken notwendig.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Meßsystems der eingangs genannten Art, das in jeder Lage der Abtasteinheit gegenüber dem Meßweg als Absolutmeßsystem arbeitet, dabei eine hohe Auflösung ermöglicht und mit einer einfachen Ausgestaltung des Meßweges das Auslangen findet.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die abtastbaren Marken, wie an sich bekannt, eine Codeteilung bzw. ein Codemuster aufweisen, daß die Grundteilung der Codeteilung bzw. des Codemusters jener Teilung entspricht, in der die Signalerzeuger in den in jeder Stellung wenigstens zwei dieser Marken erfassenden Arrays angeordnet sind, wobei die Auswerteeinheit zusätzlich zu einer das durch die jeweils abgetastete Marke bzw. die jeweils abgetasteten Marken gegebene codierte Signalmuster erfassenden und

auswertenden Lageerkennungsstufe für das Absolutmaß eine auf die jeweiligen Signalhöhen an den Signalerzeugern empfindliche Meß- oder Interpolationsstufe zur Bestimmung von die durch die Anordnung der Signalerzeuger gegebenen Grundmeßteilung unterteilenden Zwischenmeßwerten aufweist.

Auch bei der erfindungsgemäßen Ausführung werden gleichzeitig wenigstens je zwei Marken auf der Meßstrecke abgetastet, doch wird durch die Codierung dieser Marken und die besondere Ausbildung des Meßsystems ein absolutes Meßsystem erhalten, bei dem das mit dem Array erfaßte Signalverteilungsmuster aus den Meßmarken und die Relativlage der Meßmarken gegenüber dem Array die Absolutstellung der Abtasteinheit gegenüber dem Meßweg angeben. Dabei wird zusätzlich zu der möglichen Absolutmessung unter Einsatz der Codeteilung der Meßmarken eine Vergrößerung des Auflösungsvermögens durch Erfassung der Absoluthöhe der an den einzelnen Signalerzeugern des Arrays auftretenden Signalzwischenwerte ermöglicht. Signalzwischenwerte entstehen bei einem System mit optoelektronischer Abtastung als jene Werte, die zwischen den durch volle Beleuchtung bei absoluter Deckung eines Signalerzeugers mit einem lichtdurchlässigen Element gegebenen Signalstärken und jenen Signalstärken auftreten, die bei absoluter Abschattung eines Signalerzeugers vorhanden sind. Die Erfindung kann aber natürlich auch bei nach anderen Abtastprinzipien arbeitenden Abtasteinheiten verwirklicht werden. Aus der Reihenfolge der Aktivierung der einzelnen Elemente des Arrays beim Überfahren der ablesbaren Marken ergibt sich die Verstellrichtung. Bei hochgenauen Messungen kann man zur Berücksichtigung von Teilungsfehlern im Array, Teilungsfehlern im Abstand bzw. in den Codierungen der Marken und Abweichungen der Abtastrichtung von der gewünschten Meßrichtung Korrekturspeicher verwenden, wobei man z. B. jedem Signalerzeuger im Array und jeder Marke einen Korrekturspeicherwert zuordnet und diese Werte bei der Endauswertung des Meßergebnisses berücksichtigt. Zwischenkorrekturwerte können interpoliert werden.

In Weiterbildung sind, wie an sich bekannt, eine Codeteilung aufweisende, optisch abtastbare Marken vorgesehen und die Signalerzeuger sind als Array lichtempfindliche Elemente ausgebildet, die, abhängig vom Abdeckungsgrad durch helle bzw. dunkle Bereiche der Codeteilung, Signale unterschiedlicher Höhe erzeugen. Arrays lichtempfindlicher Elemente, wie sie beispielsweise für die zeilenweise Ablesung von Bildschirmen verwendet werden, können mit einer Teilung in der Größenordnung von Zehntelmillimeter angeordnet werden und sind trotzdem in der Lage, zehn oder mehr Grautonstufen zu erkennen, so daß bei jedem Einsatz beim erfindungsgemäßen Meßsystem aus den Signalen der Überdeckungsgrad des Signalerzeugers mit einem aktivierenden bzw. inaktivierenden Abtastmarkenbereich feststellbar ist und zur elektronischen oder rechnerischen Maßstabunterteilung herangezogen werden kann. Demgemäß weist dann die Auswerteeinheit des Meßsystems zusätzlich zu einer das durch die jeweils abgetastete Marke bzw. die jeweils abgetasteten Marken gegebene Signalmuster auscodierenden Lageerkennungsstufe eine auf die jeweiligen Signalhöhen empfindliche Meßstufe zur Bestimmung von den Maßstab unterteilenden Zwischenwerten auf.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes entnimmt man der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht. Es zeigt Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Meßsystem in seiner prinzipiellen Anordnung im Blockschema und Fig. 2 ein Schema zur Erläuterung des Abtastprinzips.

In Fig. 1 wurde der Einfachheit halber ein linearer Meßweg (1), der beispielsweise ein Maschinenbett sein kann oder der von einem Lineal gebildet wird, angenommen. Auf diesem Meßweg sind abtastbare Marken (2) bis (7) angeordnet, die beim Ausführungsbeispiel untereinander gleiche Längen aber verschiedene Codeteilungen aufweisen, also durch das in ihnen dargestellte Codewort den ihnen zugeordneten Abschnitt des Meßweges (1) identifizieren. Eine Abtasteinheit (8), die in bekannter Weise entlang des Meßweges (1) verstellbar geführt ist, besitzt eine Vielzahl von einer Abtastspur für die Marken (2) bis (7) bildenden Signalerzeugern (9), die in Form eines einen Inkrementalmaßstab bildenden Arrays angeordnet sind. Handelt es sich um lichtempfindliche Signalerzeuger, dann kann ein Glaslineal (1) verwendet werden, und das Array aus den Signalerzeugern (9) wird mit Hilfe einer gemeinsam mit der Abtasteinheit (8) verstellbaren Beleuchtungseinrichtung durch das Lineal (1) bzw. die Marken (2) bis (7) hindurch mit parallelem Licht (10) beleuchtet.

Alle beleuchteten Signalerzeuger werden aktiviert, geben also ein Signal ab. Entsprechend den codierten Marken (2) bis (7) (in Fig. 2 entsprechend den codierten Marken (2) und (3)) und dem jeweiligen Codemuster bleiben einige Signalerzeuger inaktiv. Durch das aufgenommene Signalverteilungsmuster wird die momentane Relativstellung der Abtasteinheit (8) gegenüber dem Lineal (1) festgelegt, d. h. definiert. Die von den Signalerzeugern (9) aufgenommenen Signale werden einer Lageerkennungsstufe in einer Auswerteeinheit (11) zugeführt. Die Auswerteeinheit erhält auch Informationen über die Absolutgröße der jeweiligen Signale, also die Signalhöhen. Wird die Abtasteinheit (8) verstellt, so wandern die Muster der jeweiligen codierten Marken über die Länge der Abtasteinheit. Es ist also auch die Verstellrichtung der Abtasteinheit (8) gegenüber dem Lineal (1) definiert. In Zwischenstellungen, wenn also einige Signalerzeuger (9) nur teilweise von den Dunkelfeldern der Codemarken (2) usw. abgedeckt sind, bleibt das Codemuster trotzdem erkennbar. Die sich ändernde Signalhöhe ist aber ein Maß für die Relativverstellung und kann in einer auf die Signalhöhe empfindliche Meßstufe der Auswerteeinheit im Sinne einer elektronischen Unterteilung des durch das Array gegebenen Maßstabes z. B. über einen Interpolationsrechner ausgewertet werden. Für einen bestimmten Punkt,

den Meßpunkt, der Abtasteinheit (8) kann aus der Richtungserkennung, der Lageerkennung und der Zwischenwertberechnung die exakte Absolutlage zum Meßweg (1) bestimmt werden. Diese Lageinformation enthaltenden Signale werden von der Auswerteeinheit (11) einer Anzeigeeinheit (12) zugeführt, können aber auch als Steuersignale bei einer Bahnsteuerung einer mit dem Meßsystem ausgestatteten Werkzeugmaschine oder bei einem Industrieroboter verwendet werden. Mit dem dargestellten Meßsystem ist ein absolutes Meßsystem vorhanden, obwohl nur eine Abtastspur benötigt wird. Man kann auch zwei oder mehrere Arrays nebeneinander anordnen und ihnen verschiedene Abtastmarken zuordnen, um die Codierungsmöglichkeiten zu vergrößern. Eine andere Möglichkeit besteht darin, entlang des Meßweges einen normalen Inkrementalmaßstab anzugeben, diesen mit einer üblichen Abtasteinheit abzutasten und das erfundungsgemäße Meßsystem dabei als 10 größer auflösendes Absolutsystem zu verwenden.

15

PATENTANSPRÜCHE

- 20 1. Meßsystem mit entlang eines Meßweges mit Abständen voneinander angeordneten ablesbaren Marken und einer in jeder möglichen Stellung wenigstens zwei dieser Marken erfassenden Abtasteinheit mit einer Vielzahl von in Form eines wenigstens eine Abtastspur mit einer Meßteilung bestimmenden Arrays angeordneten Signalerzeugern oder mit Signalerzeugern verbundenen Abtastfühlern zur Erzeugung von die jeweilige Stellung und/oder eine Relativverstellung der Abtasteinheit gegenüber dem Meßweg charakterisierenden 25 elektrischen Meßsignalen, die, gegebenenfalls über eine Umformungs- oder Verarbeitungsstufe, einer Auswerteeinheit bzw. einer Anzeige- oder Steuereinheit zuführbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die abtastbaren Marken (2 bis 7), wie an sich bekannt, eine Codeteilung bzw. ein Codemuster aufweisen; daß die Grundteilung der Codeteilung bzw. des Codemusters jener Teilung entspricht, in der die Signalerzeuger (9) in dem in jeder Stellung wenigstens zwei dieser Marken erfassenden Array angeordnet sind, wobei die 30 Auswerteeinheit (11) zusätzlich zu einer das durch die jeweils abgetastete Marke bzw. die jeweils abgetasteten Marken gegebene codierte Signalmuster erfassenden und auswertenden Lageerkennungsstufe für das Absolutmaß eine auf die jeweiligen Signalhöhen an den Signalerzeugern empfindliche Meß- oder Interpolationsstufe zur Bestimmung von die durch die Anordnung der Signalerzeuger (9) gegebene Grundmeßteilung unterteilenden Zwischenmeßwerten aufweist.
- 35 2. Meßsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß, wie an sich bekannt, eine Codeteilung aufweisende, optisch abtastbare Marken (2 bis 7) vorgesehen sind und daß die Signalerzeuger (9) als Array lichtempfindlicher Elemente ausgebildet sind, die abhängig vom Abdeckungsgrad durch helle bzw. dunkle Bereiche der Codeteilung Signale unterschiedlicher Höhe erzeugen.

40

45

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

Ausgegeben

25. 4.1994

Int. Cl. 5: G01B 21/00

Blatt 1

FIG.1

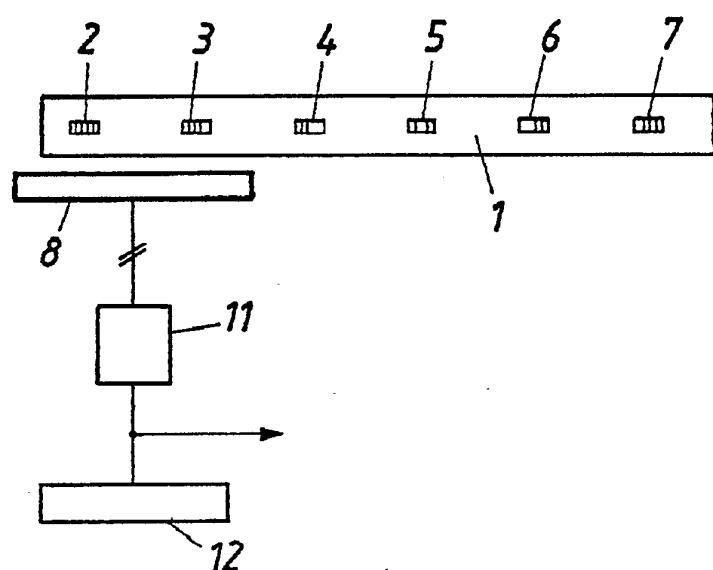


FIG.2

