

(19)



(11)

EP 2 017 678 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
29.05.2019 Patentblatt 2019/22

(51) Int Cl.:
G03G 15/00 (2006.01) G06F 3/041 (2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
30.09.2009 Patentblatt 2009/40

(21) Anmeldenummer: **08007259.8**

(22) Anmeldetag: **12.04.2008**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Übertragung von Signalen von einer Positionsmesseinrichtung zu einer Auswerteeinheit**

Method and device for transferring signals from a positioning device to an evaluation unit

Procédé et dispositif de transmission de signaux d'un dispositif de mesure de position vers une unité d'évaluation

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **12.07.2007 DE 102007033009**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.01.2009 Patentblatt 2009/04

(73) Patentinhaber: **Dr. Johannes Heidenhain GmbH
83301 Traunreut (DE)**

(72) Erfinder:
• **Wagner, Johannes**
83373 Taching/Tengling (DE)
• **Mayer, Elmar**
83365 Nußdorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 271 107 EP-A1- 1 271 107
DE-A1- 19 639 316 DE-A1- 19 639 316
DE-C2- 3 323 281 DE-U1-202005 018 989
JP-A- S6 450 785

EP 2 017 678 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Übertragung von Positionssignalen und Referenzimpulsen sowie einen Fehlerzustand angegebenden Warnsignalen von einer Positionsmesseinrichtung zu einer Auswerteeinheit gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 7.

[0002] Eine Positionsmesseinrichtung dient zur Bestimmung der Relativposition zweier zueinander beweglicher Objekte, beispielsweise zweier zueinander beweglicher Maschinenteile einer Werkzeugmaschine. Hierzu wird eine Maßverkörperung, beispielsweise in Form einer Maßstabteilung, mit dem einen und eine Abtasteinheit mit dem anderen der beiden Objekte verbunden, so dass sich durch Abtasten der Maßstabteilung das Ausmaß der Bewegung der beiden Objekte zueinander entlang der Maßstabteilung bestimmen lässt. Die Generierung von Positionssignalen mittels der Positionsmesseinrichtung erfolgt dabei durch Abtastung, beispielsweise durch optische Abtastung, der Maßstabteilung mittels eines Messwertaufnehmers der Positionsmesseinrichtung während der Relativbewegung der Abtasteinheit und der Maßstabteilung. Indem die Abtasteinheit einerseits und die Maßstabteilung andererseits an das eine der beiden zueinander beweglichen Objekte angeordnet werden, lässt sich die jeweilige Position des einen Objektes bezüglich des anderen Objektes entweder in Form einer Absolutposition bei Verwendung einer durch eine Codespur gebildeten Maßstabteilung oder in Form relativer Positionsänderungen bei Verwendung einer inkrementellen, periodischen Maßstabteilung erfassen. Die Erzeugung der unterschiedlichen Arten von Positionssignalen kann dabei durch Einsatz von optischen, magnetischen, induktiven oder kapazitiven Abtasteinheiten erfolgen.

[0003] Bei Verwendung einer inkrementellen Positionsmesseinrichtung zur Positionsmessung entstehen durch Abtastung einer periodischen Maßstabteilung mittels der Abtasteinheit ausgangsseitig mindestens zwei zueinander phasenverschobene, periodische, analoge Positionssignale, die zur Bestimmung der Relativposition der Maßstabteilung und der Abtasteinheit in einer Auswerteeinheit ausgewertet werden, die beispielsweise aus einer numerischen Steuerung einer Werkzeugmaschine besteht.

[0004] Die von der Positionsmesseinrichtung generierten inkrementalen Positionssignale werden je nach Art der Übertragung über zwei oder vier Signalübertragungsleitungen in paralleler Form an die nachgeordnete Auswerteeinheit übertragen. Die Positionsmesseinrichtung liefert im Falle der inkrementalen Positionssignale bei der Relativbewegung von Maßstabteilung und Abtasteinheit bei einer Eintaktübertragung zwei um 90° phasenversetzte Positionssignale. Bei einer differentiellen Übertragung wird zu jedem der beiden um 90° phasenversetzten Positionssignale zusätzlich ein invertiertes Positionssignal von der Positionsmesseinrichtung zur Auswerteeinheit übertragen.

[0005] Zusätzlich zu den Positionssignalen und gegebenenfalls invertierten Positionssignalen werden Referenzimpulse von der Positionsmesseinrichtung zur Auswerteeinheit übertragen, die durch Verknüpfung von aus Referenzmarken auf der Maßstabteilung abgeleiteten Referenzimpulssignalen mit den Positionssignalen erzeugt werden. Bei einer Eintaktübertragung wird ein Referenzimpuls über eine weitere Signalübertragungsleitung zur Auswerteeinheit übertragen und dort weiterverarbeitet, während bei einer differentiellen Übertragung zwei weitere Signalübertragungsleitungen vorgesehen sind, über die ein Referenzimpuls und ein invertierter Referenzimpuls übertragen werden.

[0006] Neben den inkrementalen Positionssignalen und den Referenzimpulsen kann von der Positionsmesseinrichtung ein Warnsignal an die Auswerteeinheit abgegeben werden, wenn beispielsweise die zulässigen Signalamplituden unterschritten werden oder andere, eine sichere Betriebsweise gefährdende Ereignisse auftreten, die von einer mit der Positionsmesseinrichtung verbundenen oder in die Positionsmesseinrichtung integrierten, das Warnsignal abgebenden Überwachungseinheit erfasst werden. Zur Übertragung des Warnsignals von der Positionsmesseinrichtung zur Auswerteeinheit wird über einen zusätzlichen Ausgang der Positionsmesseinrichtung sowie über eine zusätzliche Warnsignalübertragungsleitung ein Eintaktsignal zur Auswerteeinheit übertragen, das bei der Übertragung rechteckförmiger Warnsignale mit logischen High- und Low-Pegeln beispielsweise im Normalzustand einen High-Pegel einnimmt, während der Warnzustand einem Low-Pegel entspricht.

[0007] Nachteil dieser Art der Übertragung eines Warnsignals ist, dass eine eigene Warnsignalübertragungsleitung benötigt wird, die der Forderung entgegensteht, die Anzahl erforderlicher Signalübertragungsleitungen zwischen der Positionsmesseinrichtung und der nachgeordneten Auswerteeinheit möglichst gering zu halten. Neben einer Vermeidung unnötigen Verkabelungsaufwandes soll bei der Übertragung gegebenenfalls gewünschter zusätzlicher Signale möglichst die Kompatibilität mit der bisher üblichen Anzahl an Signalübertragungsleitungen gewährleistet sein.

[0008] Die JP 64-50785 A schlägt vor, mehrere Positionssignale in einem Multiplexbetrieb über eine Signalleitung zu übertragen. Auf diese Weise werden Signalübertragungsleitungen eingespart.

[0009] Alternativ können zur Warnsignalabgabe alle Ausgänge der Positionsmesseinrichtung hochohmig geschaltet werden, so dass im Warnzustand statt der Differenzsignale nur Signale mit gleichem Pegel anliegen, die die Folgeelektronik der Auswerteeinheit als Fehlerzustand erkennt. Diese Art der Übertragung eines Warnsignals hat den Vorteil, dass das Warnsignal keine eigene Warnsignalübertragungsleitung benötigt und dass zusätzlich auch ein Leitungsbruch der Warnsignalübertragungsleitung erkannt werden kann, da in diesem Fall an der Folgeelektronik der Auswerteeinheit ein Low-Pegel ansteht, der einem Warnzustand entspricht. Ein wesentlicher Nachteil dieser Art der Übertragung eines Warnsignals besteht darin, dass im Warnzustand die Übertragung aller Signale unterbrochen ist und die mit der Posi-

tionsmesseinrichtung versehene Maschine sofort gestoppt werden muss.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, das bzw. die zur Übertragung eines Warnsignals keine zusätzliche Signalübertragungsleitung benötigt und auch im Warnzustand eine Übertragung der Positionssignale und der Referenzimpulse ermöglicht.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst.

[0012] Die erfindungsgemäßen Lösungen benötigen keine zusätzliche Signalübertragungsleitung zur Übertragung eines Warnsignals von der Positionsmesseinrichtung zur Auswerteeinheit und entsprechen damit der Forderung, den Aufwand für erforderliche Signalverbindungen möglichst gering zu halten und die Kompatibilität mit der üblichen Anzahl an Signalübertragungsleitungen zu gewährleisten. Darüber hinaus stellen das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung sicher, dass im Warnzustand die inkrementellen Positionssignale und Referenzimpulse weiterhin übertragen werden können, so dass die mit der Positionsmesseinrichtung ausgerüstete Maschine beim Auftreten eines Warnzustandes nicht sofort gestoppt werden muss.

[0013] Da es bei einem langsamen Vorschub und im Stillstand der Maschine, beispielsweise beim Halten einer Achse einer Werkzeugmaschine auf einer bestimmten Position, vorkommen kann, dass über einen längeren Zeitraum keine Möglichkeit besteht, ein Warnsignal von der Positionsmesseinrichtung zur Auswerteeinheit zu übertragen, weil die für die Übertragung des Warnsignals im Normalbetrieb für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültige Zustandskombination der Positionssignale $P1=0$ UND $P2=0$ nicht auftritt, wird bei langsamem Vorschub oder im Stillstand der Maschine die Zeit ermittelt, die seit dem letzten Auftreten der für die Übertragung des Referenzimpulses (RI) ungültigen Zustandskombination vergangen ist, und beim Überschreiten einer vorgegebenen Zeitspanne und Auftreten eines einen Fehlerzustand anzeigenden Warnsignals ein Alarmsignal zur Auswerteeinheit übertragen. Dabei wird zur Übertragung des Alarmsignals die für die Übertragung des Referenzimpulses ungültige Zustandskombination forciert und das Alarmsignal wie ein Warnsignal übertragen.

[0014] Da die Auswerteeinheit den Langsamlauf bzw. den Stillstand der Maschine durch die Übertragung der Positionssignale und Referenzimpulse erfasst, wertet sie bei entsprechender Programmierung die Übertragung von Warnsignalen bei langsamem Vorschub oder im Stillstand der Maschine als Alarmsignal, das zum Stillsetzen der Maschine führt und/oder eine entsprechende Quittierung des Alarmsignals erfordert. Nach einer manuellen Quittierung und/oder Behebung des mit der gesonderten Alarmmeldung verbundenen Fehlerzustandes kehrt die Steuerung wieder in den Normalzustand zurück.

[0015] Die erfindungsgemäßen Lösungen gehen von der Überlegung aus, das Warnsignal unter Verwendung der bestehenden Signalübertragungsleitungen für die Übertragung der Positionssignale und Referenzimpulse, vorzugsweise die Signalübertragungsleitungen der Referenzimpulse, bei einer Eintaktübertragung oder bei einer differentiellen Übertragung zu verwenden, indem für die Unterscheidung zwischen einem Referenzimpuls und einem einen Warnzustand signalisierenden Warnsignal eine im Normalbetrieb für die Ausgabe des Referenzimpulses ungültige Zustandskombination der Positionssignale und Referenzimpulse verwendet wird.

[0016] Vorzugsweise werden aus Abtastsignalen einer Inkrementalteilung einer Maßstabteilung der Positionsmesseinrichtung mindestens zwei im Wesentlichen rechteckförmige, phasenversetzte, inkrementale Positionssignale $P1$, $P2$ erzeugt, aus Referenzmarken der Maßstabteilung analoge Referenzimpuls signale abgeleitet und rechteckförmige Basis-Referenzimpulse RI' gebildet, die mit den Positionssignalen $P1$ und $P2$ für eine gültige Zustandskombination zu Referenzimpulsen RI entsprechend der Bedingung

$$[RI' = High] \text{ UND } [(P1 \text{ ODER } P2) = High]$$

verknüpft werden. Bei Erfassung eines Fehlerzustandes wird ein Basis-Warnsignal WRN' erzeugt, das mit den Positionssignalen $P1$ und $P2$ verknüpft und als Warnsignal WRN entsprechend der eine ungültige Zustandskombination darstellenden Bedingung

$$[WRN' = High] \text{ UND } [P1 = P2 = Low]$$

abgegeben wird.

[0017] Die Ausgabe des Warnsignals ist sowohl bei einer Eintaktübertragung als auch bei einer differentiellen Übertragung möglich, wobei bei einer Eintaktübertragung zwei phasenversetzte Positionssignale und ein mit den phasenversetzten Positionssignalen im fehlerfreien Normalbetrieb zu periodisch auftretenden gültigen Zustandskombinationen verknüpfter Referenzimpuls von der Positionsmesseinrichtung zur Auswerteeinheit übertragen wird, während bei einer differentiellen Übertragung mindestens vier inkrementale Positionssignale mit jeweils zwei um 90° phasenversetzten

ersten Positionssignalen und zwei zu den ersten Positionssignalen invertierten zweiten Positionssignalen und jeweils ein im fehlerfreien Normalbetrieb zu periodisch auftretenden gültigen Zustandskombinationen mit den ersten Positionssignalen verknüpfter erster Referenzimpuls und jeweils ein im fehlerfreien Normalbetrieb zu periodisch auftretenden gültigen Zustandskombinationen mit den zweiten Positionssignalen verknüpfter zweiter Referenzimpuls übertragen werden.

[0018] Eine Vorrichtung zur Übertragung von im Wesentlichen rechteckförmigen Positionssignalen und Referenzimpulsen sowie einen Fehlerzustand angegebenden Warnsignalen von einer Positionsmesseinrichtung zur Bestimmung der Position zweier relativ zueinander beweglicher Teile einer Maschine über Signalübertragungsleitungen zu einer Auswerteeinheit, wobei die Positionsmesseinrichtung eine Logikeinheit aufweist, die aus Abtastsignalen einer Inkrementalteilung einer Maßstabteilung phasenversetzte, inkrementale Positionssignale und einen aus Referenzmarken der Maßstabteilung und den Positionssignalen generierten Referenzimpuls abgibt, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Logikeinheit den Referenzimpuls RI aus den phasenversetzten, inkrementalen Positionssignalen P1, P2 und aus den Referenzmarken der Maßstabteilung derart generiert, dass im fehlerfreien Zustand in jeder Periode gültige und für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültige Zustandskombinationen auftreten, und ein einen Fehlerzustand anzeigendes Warnsignal WRN während einer im fehlerfreien Zustand für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültigen Zustandskombination der Positionssignale P1, P2 und des Referenzimpulses RI in die Signalübertragung von der Positionsmesseinrichtung zur Auswerteeinheit einfügt, und dass die Auswerteeinheit eine Fehlererkennungseinheit aufweist, die das während einer im fehlerfreien Zustand für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültigen Zustandskombination der Positionssignale P1, P2 und des Referenzimpulses RI übertragene Warnsignal WRN aus der Signalübertragung herausfiltert.

[0019] Um auch bei einem langsamen Vorschub und im Stillstand der Maschine ein Warnsignal übertragen zu können, obwohl die für die Übertragung des Warnsignals im Normalbetrieb für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültige Zustandskombination der Positionssignale P1=0 UND P2=0 nicht auftritt, enthält die Logikeinheit eine Zeitstufe, die mit dem Auftreten der für die Übertragung des Referenzimpulses RI ungültigen Zustandskombination initiiert wird und nach einer vorgegebenen Zeitspanne ein Signal an einen ersten Eingang eines UND-Gliedes abgibt, dessen zweiter Eingang mit einem Warnsignal beaufschlagbar ist und das ein Alarmsignal an die Auswerteeinheit abgibt, wenn an beiden Eingängen ein Signal ansteht. Zur Übertragung des Alarmsignals wird die für die Übertragung des Referenzimpulses RI ungültige Zustandskombination forciert und das Alarmsignal wie ein Warnsignal übertragen. Durch eine Quittierung des als Warnsignal übertragenen Alarmsignals auf der Seite der Auswerteeinheit kehrt, gegebenenfalls nach Behebung eines Fehlerzustandes, die Steuerung wieder in den Normalzustand zurück.

[0020] Vorzugsweise gilt als ungültige Zustandskombination der Positionssignale P1 und P2 und des Referenzimpulses RI die Bedingung [RI = High] UND [P1 = P2 = Low]. Alternativ kann aber auch jede andere Zustandskombinationen der Positionssignale P1 und P2 und des Referenzimpulses RI als ungültige Zustandskombination für die Übertragung eines Warnsignals gewählt werden, beispielsweise die Kombination [[P1=Low] ODER [P2=Low]], wenn der Referenzimpuls RI im Normalbetrieb bei [P1=P2=High] übertragen wird.

[0021] In bevorzugter Ausführungsform ist die Logikeinheit eingangsseitig

- mit einer Positionssignal-Erzeugungseinheit, die die aus den Abtastsignalen der Inkrementalteilung der Maßstabteilung phasenversetzten inkrementalen Positionssignale P1, P2 erzeugt und an die Logikeinheit abgibt,
- mit einer Referenzimpuls-Erzeugungseinheit, die die Referenzmarken der Maßstabteilung erfasst und aus dem resultierenden analogen Referenzimpulssignal einen rechteckförmigen Basis-Referenzimpuls RI' bildet und an die Logikeinheit abgibt, und
- mit einer Überwachungseinheit, die bei der Erfassung eines Fehlerzustandes ein Basis-Warnsignal WRN' erzeugt und an die Logikeinheit abgibt,

verbunden, verknüpft die Positionssignale P1 und P2 mit dem Basis-Referenzimpuls RI' und gibt einen Referenzimpuls RI ab, wenn die Bedingung

$$[RI' = High] \text{ UND } [(P1 \text{ ODER } P2) = High]$$

erfüllt ist, verknüpft die Positionssignale P1, P2 mit dem Basis-Warnsignal WRN' verknüpft und gibt ein Warnsignal WRN ab, wenn die Bedingung

[WRN' = High] UND [P1 = P2 = Low]

erfüllt ist.

[0022] Da die Logikeinheit die gültigen Zustandskombinationen aus der Verknüpfung der Positionssignale mit den Basis-Referenzimpulsen zu den Referenzimpulsen bestimmt und diese Verknüpfung dem Programm der Auswerteeinheit bekannt ist, erkennt die Auswerteeinheit beim Auftreten eines Signals während einer ungültigen Zustandskombination einen Fehlerzustand und kann eine vorprogrammierte Reaktion, beispielsweise ein sofortiges Stillsetzen der Maschine, auslösen.

[0023] Diese Form der Informationsübertragung von der Positionsmesseinrichtung zur Auswerteeinheit kann noch dadurch verfeinert werden, dass bei einer Übertragung eines Warnsignals, das eine vorgegebene Signallänge überschreitet, die Maschine unverzüglich stillgesetzt wird, während bei einem Warnsignal mit einer Signallänge, die geringer ist als die vorgegebene Signallänge, lediglich ein optisches und/oder akustisches Signal, gegebenenfalls gekoppelt mit einer die Fehlerursache angegebenden Anzeige, die der jeweiligen Signallänge entspricht, ausgelöst wird.

[0024] Ausgangsseitig ist die Logikeinheit mit einem Eingang eines Referenzimpuls-Treiberbausteins oder eines Differenztreibers verbunden.

[0025] Die Fehlererkennungseinheit ist eingangsseitig mit Ausgängen von Signalempfängern bzw. Differenzsignalempfängern der Auswerteeinheit für die phasenversetzten inkrementalen Positionssignalen und Referenzimpulse und ausgangsseitig mit einer Signalausgabeeinheit verbunden.

[0026] Je nachdem, ob eine Eintaktübertragung oder eine differentielle Übertragung der Positionssignale und Referenzimpulse zwischen der Positionsmesseinrichtung und der Auswerteeinheit vorgesehen ist, sind zwischen der Positionsmesseinrichtung und der Auswerteeinheit mindestens drei Signalübertragungsleitungen angeordnet, auf denen zwei phasenversetzte inkrementale Positionssignale und ein mit den inkrementalen Positionssignalen verknüpfter Referenzimpuls von der Positionsmesseinrichtung zur Auswerteeinheit übertragbar sind oder mindestens sechs Signalübertragungsleitungen angeordnet, auf denen zwei phasenversetzte inkrementale Positionssignale sowie zwei hierzu invertierte inkrementale Positionssignale und jeweils ein mit den phasenversetzten inkrementalen Positionssignalen und den hierzu invertierten inkrementalen Positionssignalen verknüpfter Referenzimpuls von der Positionsmesseinrichtung zur Auswerteeinheit übertragbar sind.

[0027] Anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen sollen der der Erfindung zugrunde liegende Gedanke und weitere Merkmale und Varianten der Erfindung erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Positionsmesseinrichtung, die für eine Eintaktübertragung über drei Signalübertragungsleitungen mit einer Auswerteeinheit verbunden ist;

Fig. 2 Impulsdigramme eines Basis-Referenzimpulses, eines BasisWarnsignals, zweier zueinander um 90° phasenversetzter inkrementaler Positionssignale und eines aus einer Verknüpfung des Basis-Referenzimpulses mit den inkrementalen Positionssignalen gebildeten Referenzimpulses sowie eines während einer im Normalbetrieb für die Ausgabe des Referenzimpulses ungültigen Zustandskombination abgegebenen Warnsignals und

Fig. 3 ein schematisches Blockschaltbild einer Positionsmesseinrichtung, die für eine differentielle Signalübertragung über sechs Signalübertragungsleitungen mit einer Auswerteeinheit verbunden ist.

[0028] Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Positionsmesssystems mit einer Positionsmesseinrichtung 1, die eine Maßstabteilung 2 und eine relativ dazu bewegliche Abtasteinheit 3 umfasst. Von der Positionsmesseinrichtung 1 werden Positionssignale P1, P2 und ein mit den Positionssignalen P1, P2 verknüpfter Referenzimpuls RI erzeugt, die über Signalübertragungsleitungen 51, 53, 55 zu einer Auswerteeinheit 4 übertragen werden. Die Maßstabteilung 2 und die Abtasteinheit 3 sind beispielsweise mit zueinander beweglichen Teilen einer Werkzeugmaschine verbunden, deren Relativposition zueinander bestimmt werden soll, während die Auswerteeinheit 4 beispielsweise aus einer numerischen Werkzeugmaschinensteuerung besteht oder in diese integriert ist.

[0029] Alternativ zu dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel einer linearen Bewegung der zueinander beweglichen Teile kann die erfindungsgemäße Lösung auch in Positionsmesssystemen mit rotatorischen Bewegungen der zueinander beweglichen Teile eingesetzt werden.

[0030] Die Maßstabteilung 2, beispielsweise in Form eines Glasmaßstabes, enthält eine Inkrementalteilung 21 mit vorgegebener Teilungsperiode sowie Referenzmarken 22. Die Erzeugung der Positionssignale P1, P2 und Referenzimpulse RI kann unter Einsatz von optischen oder fotoelektrischen, magnetischen, induktiven oder kapazitiven Abtastprinzipien mit entsprechender Ausbildung der Maßstabteilung 2 und der Abtasteinheit 3 erfolgen. Beispielsweise kann bei Anwendung eines fotoelektrischen Messprinzips im Durchlichtverfahren die Maßstabteilung aus einem Glasmaßstab

mit einer Strichteilung als Inkrementalteilung und Referenzmarke bestehen, der eine Abtastplatte in geringem Abstand zum Glasmaßstab zugeordnet ist. Ein paralleles Lichtbündel, das von einer Halbleiterlichtquelle erzeugt wird, projiziert mehrere Abtastfelder der Abtastplatte auf den Glasmaßstab, hinter dem den Abtastfeldern zugeordnete Fotodioden angeordnet sind. Da die Teilung der Abtastfelder die gleiche ist wie die auf dem Glasmaßstab und parallel dazu ausgerichtet ist, wird bei einer Relativbewegung des Glasmaßstabes und der Abtastplatte der durchfallende Lichtstrom moduliert, der in den Fotodioden mit der in Folge der lichtundurchlässigen Striche auf dem Glasmaßstab variierenden Lichtintensität in einen entsprechenden elektrischen Strom umgewandelt wird. Durch einen gegenseitigen Versatz der Abtastfelder können die Signale der Fotodioden phasenversetzt werden. Diese Signale können mit an sich bekannten Schaltungsmitteln in Rechtecksignale umgesetzt werden.

[0031] Alternativ kann bei Anwendung des fotoelektrischen Messprinzips ein Reflektions- oder Auflichtverfahren eingesetzt werden, bei dem der Maßstab aus einem nichttransparenten Werkstoff besteht, auf den die Teilung aus einem hoch reflektierenden Material aufgebracht wird.

[0032] Die Abtasteinheit 3 enthält eine Positionssignal-Erzeugungseinheit 5, die zwei um 90° phasenversetzte Inkrementalsignale als Positionssignale P1, P2 abgibt, und eine Referenzimpuls-Erzeugungseinheit 6, die aus einer von der Abtasteinheit 3 erfassten Referenzmarke 22 und dem daraus resultierenden analogen Referenzimpulssignal einen rechteckförmigen Basis-Referenzimpuls RI' bildet.

[0033] Die Positionssignal-Erzeugungseinheit 5 und die Referenzimpuls-Erzeugungseinheit 6 umfassen bei Anwendung des fotoelektrischen Messprinzips mehrere Lichtquellen, Abtaststrukturen auf der Maßstabteilung 2 sowie optoelektronische Detektorelemente.

[0034] Bei einer Relativbewegung von Maßstabteilung 2 und Abtasteinheit 3 werden von der Positionssignal-Erzeugungseinheit 5 die beiden um 90° phasenversetzten Positionssignale P1, P2 bei der in Fig. 1 dargestellten Eintaktübertragung in paralleler Form an zwei nachgeordnete erste und zweite Treiberbausteine 31, 32 abgegeben, deren Ausgänge über zwei Signalübertragungsleitungen 51, 53 mit den Eingängen jeweils eines Signalempfängers 41, 42 der Auswerteeinheit 4 verbunden sind.

[0035] Der Referenzimpuls RI wird in der Logikeinheit 7 durch eine Verknüpfung des von der Referenzimpuls-Erzeugungseinheit 6 abgegebenen Basis-Referenzimpulses RI' mit den beiden um 90° phasenversetzten, als Rechteckimpulse ausgebildeten Positionssignalen P1 und P2 gebildet, wenn sich diese auf hohem Potential befinden bzw. logisch High sind, d.h. wenn die Bedingung

$$RI' = \text{High UND } [P1 \text{ ODER } P2 = \text{High}]$$

erfüllt ist. Der so erzeugte Referenzimpuls RI wird von der Logikeinheit 7 über einen Treiberbaustein 33 und eine Signalübertragungsleitung 55 zu einem Signalempfänger 43 der Auswerteeinheit 4 übertragen. Gleichzeitig legt die Logikeinheit 7 damit die gültige Zustandskombination bei der Übertragung des Referenzimpulses RI fest.

[0036] Fig. 2 zeigt von oben nach unten Impulsdiagramme des Basis-Referenzimpulses RI', des Basis-Warnsignals WRN', der beiden um 90° phasenversetzten und als Rechteckimpulse ausgebildeten Positionssignale P1 und P2 sowie des aus der vorstehend beschriebenen Verknüpfung des Basis-Referenzimpulses RI' mit den Positionssignalen P1 und P2 gebildeten Referenzimpulses RI über dem Phasenwinkel φ .

[0037] Aus der Verknüpfung des Basis-Referenzimpulses RI' mit den phasenversetzten, inkrementalen Positionssignalen P1, P2 ergibt sich als gültige Zustandskombination auf der Signalübertragungsleitung 55 zur Übertragung des Referenzimpulses RI die Bedingung:

$$[RI = \text{High}] \text{ UND } [P1 \text{ ODER } P2 = \text{High}]$$

[0038] Eine im Normalbetrieb bzw. im fehlerfreien Zustand der Signalerzeugung für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültige Zustandskombination ergibt sich somit bei einer Abweichung von der vorstehenden Bedingung. Diese für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültige Zustandskombination der Positionssignale P1, P2 und des Referenzimpulses RI wird erfindungsgemäß für die Übertragung eines Warnsignals WRN ausgenutzt, so dass von der Auswerteeinheit 4 ein Warnzustand erkannt wird, wenn während der für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültigen Zustandskombination

$$[RI = \text{High}] \text{ UND } [P1 = P2 = \text{Low}]$$

ein Signal übertragen wird.

[0039] Eine in der Abtasteinheit 3 angeordnete oder mit dieser verbundene Überwachungseinheit 8 gibt bei Erfassung eines Fehlerzustandes, beispielsweise beim Unterschreiten zulässiger Signalamplituden, ein Basis-Warnsignal WRN' an die eingangsseitig sowohl mit den Ausgängen der Positionssignal-Erzeugungseinheit 5 als auch mit dem Ausgang der Referenzimpuls-Erzeugungseinheit 6 verbundene Logikeinheit 7 ab. Durch die Verknüpfung der Positionssignale P1, P2 mit dem Basis-Referenzimpuls RI' bestimmt die Logikeinheit 7 die für die Ausgabe des Referenzimpulses RI gültigen und ungültigen Zustandskombinationen der Positionssignale P1, P2 und des Referenzimpulses RI, so dass die Logikeinheit 7 beim Vorliegen einer im Normalbetrieb für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültigen Zustandskombination und einem an Ihrer Verbindung mit der Überwachungseinheit 8 anstehenden Basis-Warnsignal WRN' ein rechteckförmiges Warnsignal WRN gemäß Fig. 2 dann ausgibt, wenn die Bedingung

$$[\text{WRN}' = \text{High}] \text{ UND } [P1 = P2 = \text{Low}]$$

erfüllt ist. Das rechteckförmige Warnsignal WRN wird über den weiteren Treiberbaustein 33 und die Signalübertragungsleitung 55 für den Referenzimpuls RI an die Auswerteeinheit 4 abgegeben.

[0040] Die Auswerteeinheit 4 umfasst zusätzlich zu den Signalempfängern 41, 42, 43 eine eingangsseitig mit den Ausgängen der Signalempfänger 41, 42, 43 verbundene Fehlererkennungseinheit 10, die ausgangsseitig mit einer Signalausgabeeinheit 9 verbunden ist. Die Signalausgabeeinheit 9 ist beispielsweise mit einer numerischen Werkzeugmaschinensteuerung verbunden oder in diese integriert und weist einen Monitor auf bzw. ist mit optischen und/oder akustischen Signalgebern verbunden.

[0041] Die Fehlererkennungseinheit 10 dient zur Erfassung gültiger und für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültiger Zustandskombinationen der Positionssignale P1, P2 und des Referenzimpulses RI und gibt bei einem im Bereich einer für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültigen Zustandskombination auftretenden Basis-Warnsignal WRN' ein Warnsignal WRN an die Signalausgabeeinheit 9 der Auswerteeinheit 4 ab, die ein geeignetes optisches und/oder akustisches Signal ausgibt bzw. in die numerische Werkzeugmaschinensteuerung eingreift.

[0042] Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Blockschaltbild dient im Wesentlichen der Erläuterung des funktionellen Zusammenhangs bei der Erfassung, Erzeugung und Übertragung der Positionssignale P1 und P2, des Basis-Referenzimpulses RI', des Referenzimpulses RI, des Basis-Warnsignal WRN' und des Warnsignals WRN. Die einzelnen Bauelemente der Positionsmesseinrichtung 1 und Auswerteeinheit 4 können jedoch abweichend von dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel konfiguriert und miteinander verknüpft werden. So kann beispielsweise die Referenzimpuls-Erzeugungseinheit 6 in die Logikeinheit 7 integriert werden, die zusätzlich die Signalamplituden der Abtastsignale und Referenzmarken überwacht, um beispielsweise das Unterschreiten vorgegebener Signalamplituden für eine Fehlermeldung zu erfassen. In gleicher Weise kann die Fehlererkennungseinheit 10 in die Signalausgabeeinheit 9 mit entsprechenden Logikbausteinen integriert werden.

[0043] Die erfindungsgemäße Lösung kann selbstverständlich auch in einem Positionsmesssystem mit differentieller Signalübertragung eingesetzt werden. Ein Ausführungsbeispiel hierfür ist in Fig. 3 in Form eines schematischen Blockschaltbildes dargestellt, das im Wesentlichen mit dem Blockschaltbild eines Positionsmesssystems mit einer Eintaktübertragung gemäß Fig. 1. übereinstimmt, so dass insoweit auf die vorstehende Beschreibung Bezug genommen wird.

[0044] In diesem Ausführungsbeispiel werden die von der Positionssignal-Erzeugungseinheit 5 generierten, um 90° phasenversetzten Inkrementalsignale als Positionssignale P1, P2 an nachgeschaltete erste und zweite Differenztreiber 34, 35 abgegeben, die aus den beiden Positionssignalen P1 und P2 sowohl Positionssignale P1+, P2+ als auch hierzu invertierte Positionssignale P1-, P2- erzeugen und über insgesamt vier Signalübertragungsleitungen 51 bis 54 in paralleler Form an erste und zweite Differenzempfänger 44, 45 der Auswerteeinheit 4 übertragen. Die Positionsmesseinrichtung 1 liefert somit bei einer Relativbewegung von Maßstabteilung 2 und Abtasteinheit 3 zwei um 90° phasenversetzte Inkrementalsignale sowie zu jedem der beiden phasenversetzten Inkrementalsignale ein invertiertes Inkrementalsignal, das ebenfalls zur Weiterverarbeitung über die Signalübertragungsleitungen 51 bis 54 an die Auswerteeinheit 4 übertragen wird.

[0045] In gleicher Weise erfolgt mittels der Referenzimpuls-Erzeugungseinheit 6 die Erzeugung eines Basis-Referenzimpulses RI' in bekannter Art und Weise bei einer oder mehreren bekannten Relativpositionen von Maßstabteilung 2 und Abtasteinheit 3. Der Basis-Referenzimpuls RI' wird in der nachgeschalteten Logikeinheit 7 mit den Positionssignalen P1, P2 zum Referenzimpuls RI wie vorstehend im Zusammenhang mit der Beschreibung der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 verknüpft und an einen nachgeschalteten dritten Differenztreiber 36 der Abtasteinheit 3 abgegeben, der aus dem Referenzimpuls RI einen Referenzimpuls RI+ sowie einen hierzu invertierten Referenzimpuls RI- erzeugt. Beide Referenzimpulse RI+ und RI- werden über Signalübertragungsleitungen 55, 56 zu den Eingängen eines dritten Differenzempfängers 46 der Auswerteeinheit 4 übertragen, der an seinem Ausgang einen aus dem Referenzimpuls RI+ und dem invertierten Referenzimpuls RI- gebildeten Referenzimpuls RI an die Signalausgabeeinheit 9 bzw. Fehlererkennungseinheit 10 der Auswerteeinheit 4 abgibt.

[0046] Die Überwachungseinheit 8 ist mit der Positionssignal-Erzeugungseinheit 5 und der Referenzimpuls-Erzeugungseinheit 6 zur Erfassung der Signalamplituden und/oder einer einen Fehlerzustand ausgebenden Einheit verbunden und gibt beispielsweise beim Unterschreiten zulässiger Signalamplituden an ihrem Ausgang ein Basis-Warnsignal WRN' an die Logikeinheit 7 ab, die bei einer im Normalbetrieb für die Ausgabe des Referenzimpulses RI ungültigen Zustandskombination

{ RI = High } UND { P1 = P2 = Low }

der Positionssignale P1+, P1-, P2+, P2- und Referenzimpulse RI+, RI- ein Warnsignal WRN+, WRN- auf den Signalübertragungsleitungen 55, 56 der Referenzimpulse RI+, RI- an die Auswerteeinheit 4 abgibt.

[0047] Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht somit sowohl bei einer Eintaktübertragung als auch bei einer differentiellen Signalübertragung die Übertragung eines Warnsignals WRN bzw. WRN+ und WRN- von der Positionsmesseinrichtung 1 zur nachgeordneten Auswerteeinheit 4 unter ausschließlicher Nutzung der vorhandenen Signalübertragungsleitungen 51 bis 53 bzw. 51 bis 56, so dass kein zusätzlicher Verkabelungsaufwand erforderlich ist. Zudem wird die Kompatibilität mit der Anzahl bisheriger Verbindungen zwischen der Positionsmesseinrichtung 1 und der Auswerteeinheit 4 gewährleistet und das Warnsignal WRN bzw. die Warnsignale WRN+ und WRN- können im Warnzustand bei fortlaufender Übertragung der Positionssignale P1, P2; P1+, P1-, P2+, P2- und des Referenzimpulses RI; RI+, RI- übertragen werden, so dass die durch das Positionsmesssystem gesteuerte Maschine beim Auftreten eines Warnzustandes nicht sofort gestoppt werden muss.

[0048] Bei einem langsamen Vorschub und im Stillstand der relativ zueinander beweglichen Teile der Maschine, beispielsweise beim Anhalten einer Achse einer Werkzeugmaschine auf einer bestimmten Position, kann es vorkommen, dass über einen längeren Zeitraum keine Möglichkeit besteht, ein Warnsignal abzusetzen, weil der Zustand P1 = 0 UND P2 = 0 nicht auftritt.

[0049] Um auch in diesem Zustand eine Warnung an die Auswerteeinheit 4 abgeben zu können, insbesondere wenn ein Fehlerzustand vorliegt, der ein sofortiges Stillsetzen der Maschine erforderlich macht, ist in der Logikeinheit 7 eine Zeitstufe vorgesehen, die mit dem Ereignis P1 = P2 = Low initiiert wird und nach einer vorgegebenen Zeitspanne ein Signal an einen ersten Eingang eines UND-Gliedes abgibt, dessen zweiter Eingang mit dem von der Überwachungseinheit 8 ausgegebenen Warnsignal beaufschlagbar ist und das ein Alarmsignal an die Auswerteeinheit 4 abgibt, wenn an beiden Eingängen ein Signal ansteht.

[0050] Nach einem RESET der Auswerteeinheit 4 nach Behebung des Fehlerzustandes und Quittieren der Alarmmeldung kann die normale, vorstehend beschriebene Steuerung mit gegebenenfalls einer Übertragung von Warnsignalen fortgesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Positionssignalen und Referenzimpulsen sowie einen Fehlerzustand angegebenden Warnsignalen von einer Positionsmesseinrichtung zur Bestimmung der Position zweier relativ zueinander beweglicher Teile einer Maschine zu einer Auswerteeinheit,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Referenzimpulse (RI; RI+, RI-) derart mit den Positionssignalen (P1, P2; P1+, P1-, P2+, P2-) verknüpft werden, dass im fehlerfreien Zustand in jeder Periode gültige und für die Ausgabe des Referenzimpulses (RI; RI+, RI-) ungültige Zustandskombinationen auftreten und dass die einen Fehlerzustand angegebenden Warnsignale (WRN) während einer im fehlerfreien Zustand für die Ausgabe des Referenzimpulses (RI; RI+, RI-) ungültigen Zustandskombination der Positionssignale (P1, P2; P1+, P1-, P2+, P2-) und Referenzimpulse (RI; RI+, RI-) übertragen werden und dass bei langsamem Vorschub oder im Stillstand der Maschine die Zeit ermittelt wird, die seit dem Auftreten der für die Übertragung des Referenzimpulses (RI) ungültigen Zustandskombination vergangen ist, und beim Überschreiten einer vorgegebenen Zeitspanne und Auftreten eines einen Fehlerzustand anzeigenden Warnsignals (WRN) ein Alarmsignal forciert zur Auswerteeinheit (4) übertragen wird und dass zur Übertragung des Alarmsignals die für die Übertragung des Referenzimpulses (RI) ungültige Zustandskombination forciert wird und das Alarmsignal wie ein Warnsignal übertragen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Warnsignale (WRN) auf Signalübertragungsleitungen (55, 56) des Referenzimpulses (RI) bzw. der Referenzimpulse (RI; RI+, RI-) übertragen werden.

3. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus Abtastsi-

gnalen einer Inkrementalteilung (21) einer Maßstabteilung (2) der Positionsmesseinrichtung (1) mindestens zwei im Wesentlichen rechteckförmige, phasenversetzte, inkrementale Positionssignale (P1, P2) erzeugt werden, dass aus Referenzmarken (22) der Maßstabteilung (2) analoge Referenzimpulssignale abgeleitet und rechteckförmige Basis-Referenzimpulse (RI') gebildet werden, dass bei der Erfassung eines Fehlerzustandes ein Basis-Warnsignal (WRN') erzeugt wird, dass die Positionssignale (P1, P2) und Basis-Referenzimpulse (RI') für eine gültige Zustandskombination zu Referenzimpulsen (RI) entsprechend der Bedingung

$$[RI' = \text{High}] \text{ UND } [(P1 \text{ ODER } P2) = \text{High}]$$

verknüpft werden, und dass die Positionssignale (P1, P2) mit dem Basis-Warnsignal (WRN') verknüpft und ein Warnsignal (WRN) abgegeben wird, wenn die Bedingung

$$[WRN' = \text{High}] \text{ UND } [P1 = P2 = \text{Low}]$$

erfüllt ist.

4. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Eintaktübertragung von zwei phasenversetzten Positionssignalen (P1, P2) und einem mit den phasenversetzten Positionssignalen (P1, P2) im fehlerfreien Normalbetrieb zu periodisch auftretenden gültigen Zustandskombinationen verknüpften Referenzimpuls (RI).
5. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** eine differentielle Übertragung von mindestens vier inkrementellen Positionssignalen (P1+, P1-, P2+, P2-) mit jeweils zwei um 90° phasenversetzten ersten Positionssignalen (P1+, P2+) und zwei zu den ersten Positionssignalen (P1+, P2+) invertierten zweiten Positionssignalen (P1-, P2-) und jeweils einem im fehlerfreien Normalbetrieb zu periodisch auftretenden gültigen Zustandskombinationen mit den ersten Positionssignalen (P1+, P2+) verknüpften ersten Referenzimpulssignal (RI+) und jeweils einem im fehlerfreien Normalbetrieb zu periodisch auftretenden gültigen Zustandskombinationen mit den zweiten Positionssignalen (P1-, P2-) verknüpften zweiten Referenzimpulssignal (RI-).
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (4) beim Empfang eines Warnsignals eine Quittierung anfordert, bevor sie in den normalen Steuerungsbetrieb zurückkehrt.
7. Vorrichtung zur Übertragung von im Wesentlichen rechteckförmigen Positionssignalen und Referenzimpulsen sowie einen Fehlerzustand angegebenden Warnsignalen von einer Positionsmesseinrichtung zur Bestimmung der Position zweier relativ zueinander beweglicher Teile einer Maschine über Signalübertragungsleitungen zu einer Auswerteeinheit, wobei die Positionsmesseinrichtung eine Logikeinheit aufweist, die aus Abtastsignalen einer Inkrementalteilung einer Maßstabteilung phasenversetzte, inkrementale Positionssignale und einen aus Referenzmarken der Maßstabteilung und den Positionssignalen generierten Referenzimpuls abgibt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Logikeinheit (7) den Referenzimpuls (RI) aus den phasenversetzten, inkrementalen Positionssignalen (P1, P2) und aus den Referenzmarken der Maßstabteilung derart generiert, dass im fehlerfreien Zustand in jeder Periode gültige und für die Ausgabe des Referenzimpulses (RI) ungültige Zustandskombinationen auftreten, und ein einen Fehlerzustand anzeigendes Warnsignal (WRN) während einer im fehlerfreien Zustand für die Ausgabe des Referenzimpulses (RI) ungültigen Zustandskombination der Positionssignale (P1, P2) und des Referenzimpulses (RI) in die Signalübertragung von der Positionsmesseinrichtung (1) zur Auswerteeinheit (4) einfügt, und dass die Auswerteeinheit (4) eine Fehlererkennungseinheit (10) aufweist, die das während einer im fehlerfreien Zustand für die Ausgabe des Referenzimpulses (RI) ungültigen Zustandskombination der Positionssignale (P1, P2) und des Referenzimpulses (RI) übertragene Warnsignal (WRN) aus der Signalübertragung herausfiltert und dass die Logikeinheit (7) eine Zeitstufe enthält, die mit dem Auftreten der für die Übertragung des Referenzimpulses ungültigen Zustandskombination initiiert wird und nach einer vorgegebenen Zeitspanne ein Signal an einen ersten Eingang eines UND-Gliedes abgibt, dessen zweiter Eingang mit einem Warnsignal (WRN) beaufschlagbar ist und das ein Alarmsignal abgibt, wenn an beiden Eingängen ein Signal ansteht und dass zur Übertragung des Alarmsignals die für die Übertragung des Referenzimpulses (RI) ungültige Zustandskombination forciert wird und das Alarmsignal wie ein

Warnsignal übertragen wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als ungültige Zustandskombination der Positionssignale (P1, P2) und des Referenzimpulses (RI) die Bedingung

$$[RI = \text{High}] \text{ UND } [P1 = P2 = \text{Low}]$$

gilt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Logikeinheit (7) eingangsseitig

- mit einer Positionssignal-Erzeugungseinheit (5), die die aus den Abtastsignalen der Inkrementalteilung (21) der Maßstabteilung (2) phasenversetzten inkrementalen Positionssignale (P1, P2) erzeugt und an die Logikeinheit (7) abgibt,
- mit einer Referenzimpuls-Erzeugungseinheit (6), die die Referenzmarken (22) der Maßstabteilung (2) erfasst und aus dem resultierenden analogen Referenzimpulssignal einen rechteckförmigen Basis-Referenzimpuls (RI') bildet und an die Logikeinheit (7) abgibt, und
- mit einer Überwachungseinheit (8), die bei der Erfassung eines Fehlerzustandes ein Basis-Warnsignal (WRN') erzeugt und an die Logikeinheit (7) abgibt.

verbunden ist, dass die Logikeinheit (7) die Positionssignale (P1, P2) mit dem Basis-Referenzimpuls (RI') verknüpft und einen Referenzimpuls (RI) abgibt, wenn die Bedingung

$$[RI' = \text{High}] \text{ UND } [(P1 \text{ ODER } P2) = \text{High}]$$

erfüllt ist,

und dass die Logikeinheit (7) die Positionssignale (P1, P2) mit dem Basis-Warnsignal (WRN') verknüpft und ein Warnsignal (WRN) abgibt, wenn die Bedingung

$$[WRN' = \text{High}] \text{ UND } [P1 = P2 = \text{Low}]$$

erfüllt ist.

10. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Logikeinheit (7) ausgangsseitig mit einem Eingang eines Referenzimpuls-Treiberbausteins (33) oder eines Differenztreibers (36) verbunden ist.

11. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fehlererkennungseinheit (10) eingangsseitig mit Ausgängen von Signalempfängern (41 - 43) bzw. Differenzsignalempfängern (44 - 46) der Auswerteeinheit (4) für die phasenversetzten inkrementalen Positionssignale (P1, P2; P1+, P1-, P2+, P2-) und Referenzimpulse (RI; RI+, RI-) und ausgangsseitig mit einer Signalausgabeeinheit (9) verbunden ist.

12. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Positionsmesseinrichtung (1) und der Auswerteeinheit (4) mindestens drei Signalübertragungsleitungen (51 - 53) angeordnet sind, auf denen die Positionssignale (P1, P2) und der Referenzimpuls (RI) bzw. während der im fehlerfreien Zustand für die Ausgabe des Referenzimpulses (RI) ungültigen Zustandskombination das einen Fehlerzustand anzeigende Warnsignal (WRN) von der Positionsmesseinrichtung (1) zur Auswerteeinheit (4) übertragbar sind.

13. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Positionsmesseinrichtung (1) und der Auswerteeinheit (4) mindestens sechs Signalübertragungsleitungen (51 - 56) angeordnet sind, auf denen zwei phasenversetzte inkrementale Positionssignale (P1+, P2+) sowie

zwei hierzu invertierte phasenversetzte inkrementale Positionssignale (P1-, P2-), ein Referenzimpuls (RI+) und ein hierzu invertierter Referenzimpuls (RI-) bzw. während der im fehlerfreien Zustand für die Ausgabe der Referenzimpulse (RI+; RI-) ungültigen Zustandskombination die einen Fehlerzustand anzeigenden Warnsignale und hierzu invertierten Warnsignale (WRN+; WRN-) von der Positionsmesseinrichtung (1) zur Auswerteeinheit (4) übertragbar sind.

Claims

1. Method for the transmission of position signals and reference pulses together with warning signals specifying a fault state from a position measuring device for purposes of determining the position of two parts of a machine moving relative to one another to an analysis unit,
characterized in that the reference pulses (RI; RI+, RI-) are combined with the position signals (P1, P2; P1+, P1-, P2+, P2-) such that in the fault-free state in each period valid state combinations and invalid state combinations for the output of the reference pulse (RI; RI+, RI-) occur, and **in that** the warning signals (WRN) specifying a fault state are transmitted during a state combination of the position signals (P1, P2; P1+, P1-, P2+, P2-) and reference pulses (RI; RI+, RI-) which is invalid in the fault-free state for the output of the reference pulse (RI; RI+, RI-) and **in that** with a slow feed or in the stationary state of the machine the time is determined that has elapsed since the occurrence of the state combination which is invalid for the transmission of the reference pulse (RI), and in the event of exceedance of a prescribed timespan and the occurrence of a warning signal (WRN) indicating a fault state an alarm signal is transmitted in a forced manner to the analysis unit (4) and **in that** for the transmission of the alarm signal the state combination which is invalid for the transmission of the reference pulse (RI) is forced, and the alarm signal is transmitted in the same manner as a warning signal.
2. Method according to Claim 1,
characterized in that the warning signals (WRN) are transmitted on signal transmission lines (55, 56) of the reference pulse (RI) or the reference pulses (RI; RI+, RI-) .
3. Method according to at least one of the preceding claims
characterized in that from sampling signals of an incremental scale (21) of a scale division (2) of the position measuring device (1) at least two essentially rectangular-shaped, phase-displaced, incremental position signals (P1, P2) are generated, **in that** analogue reference pulse signals are derived from reference marks (22) of the scale division (2) and rectangular-shaped base reference pulses (RI') are formed, **in that** a base warning signal (WRN') is generated in the registering of a fault state, **in that** the position signals (P1, P2) and base reference pulses (RI') for a valid state combination are combined into reference pulses (RI) corresponding to the condition:

$$[RI' = High] \text{ AND } [(P1 \text{ OR } P2) = High]$$

and **in that** the position signals (P1, P2) are combined with the base warning signal (WRN'), and a warning signal (WRN) is delivered if the condition:

$$[WRN' = High] \text{ AND } [P1 = P2 = Low]$$

is met.

4. Method according to at least one of the preceding claims,
characterized by a single transmission of two phase-displaced position signals (P1, P2) and a reference pulse (RI) combined with the phase-displaced position signals (P1, P2) in fault-free normal operation into periodically occurring valid state combinations.
5. Method according to at least one of the preceding Claims 1 to 4,
characterized by a differential transmission of at least four incremental position signals (P1+, P1-, P2+, P2-) with, in each case, two first position signals (P1+, P2+), phase-displaced by 90°, and two second position signals (P1-, P2-) inverted relative to the first position signals (P1+, P2+), and in each case a first reference pulse signal (RI+) combined with the first position signals (P1+, P2+) in fault-free normal operation into periodically occurring valid

state combinations, and in each case a second reference pulse signal (RI-) combined with the second position signals (P1-, P2-) in fault-free normal operation into periodically occurring valid state combinations.

6. Method according to one of the preceding claims,

characterized in that on receipt of a warning signal the analysis unit (4) requests an acknowledgement before it returns to the normal control operation.

7. Device for the transmission of essentially rectangular-shaped position signals and reference pulses together with warning signals specifying a fault state from a position measuring device via signal transmission lines to an analysis unit for purposes of determining the position of two parts of a machine moving relative to one another, wherein the position measuring device has a logic unit, which from sampling signals of an incremental scale of a scale division delivers phase-displaced, incremental position signals and a reference pulse generated from reference marks of the scale division and the position signals,

characterized in that the logic unit (7) generates the reference pulse (RI) from the phase-displaced, incremental position signals (P1, P2) and from the reference marks of the scale division such that in the fault-free state in each period valid and invalid state combinations for the output of the reference pulse (RI) occur, and inserts a warning signal (WRN) indicating a fault state, during a state combination of the position signals (P1, P2) and the reference pulse (RI), which is invalid in the fault-free state for the output of the reference pulse (RI), into the signal transmission from the position measuring device (1) to the analysis unit (4), and **in that** the analysis unit (4) has a fault detection unit (10) that filters out from the signal transmission the warning signal (WRN) that is transmitted during a state combination of the position signals (P1, P2) and the reference pulse (RI) which is invalid in the fault-free state for the output of the reference pulse (RI) and **in that** the logic unit (7) contains a time stage, which is initiated with the occurrence of the state combination which is invalid for the transmission of the reference pulse, and after a prescribed timespan delivers a signal to a first input of an AND circuit, to whose second input can be applied a warning signal (WRN), and that delivers an alarm signal, if a signal is present at both inputs and **in that** for the transmission of the alarm signal the state combination which is invalid for the transmission of the reference pulse (RI) is forced, and the alarm signal is transmitted in the same manner as a warning signal.

8. Device according to Claim 7,

characterized in that as an invalid state combination of the position signals (P1, P2) and the reference pulse (RI) the condition:

$$[RI = \text{High}] \text{ AND } [P1 = P2 \neq \text{Low}]$$

applies.

9. Device according to Claim 7 or 8,

characterized in that the logic unit (7) on the input side is connected

- to a position signal generation unit (5), which generates phase-displaced, incremental position signals (P1, P2) from the sampling signals of the incremental scale (21) of the scale division (2) and delivers these to the logic unit (7),
- to a reference pulse generation unit (6) which registers the reference marks (22) of the scale division (2) and from the resulting analogue reference pulse signal forms a rectangular-shaped base reference pulse (RI') and delivers this to the logic unit (7), and
- to a monitoring unit (8), which in the event of registering a failure state generates a base warning signal (WRN') and delivers this to the logic unit (7), **in that** the logic unit (7) combines the position signals (P1, P2) with the base reference pulse (RI'), and delivers a reference pulse (RI), if the condition:

$$[RI' = \text{High}] \text{ AND } [[P1 \text{ OR } P2] = \text{High}]$$

is met,

and **in that** the logic unit (7) combines the position signals (P1, P2) with the base warning signal (WRN') and delivers a warning signal (WRN) if the condition:

[WRN' = High] AND [P1 = P2 = Low]

is met.

10. Device according to at least one of the preceding Claims 7 to 9,
characterized in that on the output side the logic unit (7) is connected to an input of a reference pulse driver module (33) or a difference driver (36).
11. Device according to at least one of the preceding Claims 7 to 10,
characterized in that the fault detection unit (10) is connected on the input side to outputs from signal receivers (41 - 43) or difference signal receivers (44 - 46) of the analysis unit (4) for the phase-displaced, incremental position signals (P1, P2; P1+, P1-, P2+, P2-) and reference pulses (RI; RI+, RI-), and on the output side to a signal output unit (9).
12. Device according to at least one of the preceding Claims 7 to 11,
characterized in that between the position measuring device (1) and the analysis unit (4) at least three signal transmission lines (51 - 53) are arranged, on which the position signals (P1, P2) and the reference pulse (RI), or the warning signal (WRN) indicating a fault state during the state combination which is invalid for the output of the reference pulse (RI) in the fault-free state, can be transmitted from the position measuring device (1) to the analysis unit (4).
13. Device according to at least one of the preceding Claims 7 to 11,
characterized in that between the position measuring device (1) and the analysis unit (4) at least six signal transmission lines (51 - 56) are arranged, on which two phase-displaced, incremental position signals (P1+, P2+), together with two phase-displaced, incremental position signals (P1-, P2-) inverted relative to the former, a reference pulse (RI+) and a reference pulse (RI-) inverted relative to the former, or the warning signals (and the warning signals inverted relative to the former (WRN+; WRN-)) indicating a fault state during the state combination which is invalid for the output of the reference pulses (RI+; RI-) in the fault-free state, can be transmitted from the position measuring device (1) to the analysis unit (4).

Revendications

1. Procédé pour la transmission de signaux de position et d'impulsions de référence ainsi que de signaux d'avertissement indiquant un état d'erreur par un appareil de mesure de position pour déterminer la position de deux parties, mobiles l'une par rapport à l'autre, d'une machine à une unité d'analyse,
caractérisé en ce que
les impulsions de référence (RI ; RI+, RI-) sont associées avec les signaux de position (P1, P2 ; P1+, P1-, P2+, P2-) de telle sorte que des combinaisons d'état valables dans l'état sans erreur dans chaque période et non valables pour la sortie de l'impulsion de référence (RI ; RI+, RI-) apparaissent et que les signaux d'avertissement (WRN) indiquant un état d'erreur sont transmis pendant une combinaison d'état, non valable dans l'état sans erreur pour la sortie de l'impulsion de référence (RI ; RI+, RI-), des signaux de position (P1, P2 ; P1+, P1-, P2+, P2-) et impulsions de référence (RI ; RI+, RI-) et **en ce que**, en cas d'avancement lent ou à l'arrêt de la machine, on détermine le temps qui s'est écoulé depuis l'apparition de la combinaison d'état non valable pour la transmission de l'impulsion de référence (RI), et, lors du dépassement d'un laps de temps prédéfini et de l'apparition d'un signal d'avertissement (WRN) indiquant un état d'erreur, un signal d'alarme est transmis de façon forcée à l'unité d'analyse (4) et **en ce que**, pour la transmission du signal d'alarme, la combinaison d'état non valable pour la transmission de l'impulsion de référence (RI) est forcée et le signal d'alarme est transmis comme un signal d'avertissement.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les signaux d'avertissement (WRN) sont transmis à des lignes de transmission de signaux (55, 56) de l'impulsion de référence (RI) ou des impulsions de référence (RI ; RI+, RI-).
3. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins deux signaux de position (P1, P2) sensiblement rectangulaires, décalés en phase et incrémentiels sont générés à partir de signaux de balayage d'une division incrémentielle (21) d'une division d'échelle (2) de l'appareil de mesure de

position (1), **en ce que** des signaux d'impulsion de référence analogiques sont déduits de repères de référence (22) de la division d'échelle (2) et des impulsions de référence de base (RI') rectangulaires sont formées, **en ce qu'un** signal d'avertissement de base (WRN') est généré lors de la détection d'un état d'erreur, **en ce que** les signaux de position (P1, P2) et impulsions de référence de base (RI') sont associés pour une combinaison d'état valable en impulsions de référence (RI) selon la condition suivante :

$$[RI' = \text{High}] \text{ ET } [[P1 \text{ ou } P2] = \text{High}]$$

et **en ce que** les signaux de position (P1, P2) sont associés avec le signal d'avertissement de base (WRN') et un signal d'avertissement (WRN) est émis si la condition suivante :

$$[WRN' = \text{High}] \text{ ET } [P1 \neq P2 = \text{Low}]$$

est satisfaite.

4. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** une transmission monophasée de deux signaux de position (P1, P2) décalés en phase et d'une impulsion de référence (RI) associée avec les signaux de position (P1, P2) décalés en phase dans le mode normal sans erreur pour former des combinaisons d'état valables et apparaissant de façon périodique.

5. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 4, **caractérisé par** une transmission différentielle d'au moins quatre signaux de position (P1+, P1-, P2+, P2-) incrémentiels avec à chaque fois deux premiers signaux de position (P1+, P2+) décalés en phase de 90° et deux seconds signaux de position (P1-, P2-) inversés par rapport aux premiers signaux de position (P1+, P2+) et à chaque fois un premier signal d'impulsion de référence (RI+) associé avec les premiers signaux de position (P1+, P2+) dans le mode normal sans erreur pour former des combinaisons d'état valables et apparaissant périodiquement et à chaque fois un second signal d'impulsion de référence (RI-) associé avec les seconds signaux de position (P1-, P2-) dans le mode normal sans erreur pour former des combinaisons d'état valables et apparaissant périodiquement.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité d'analyse (4) demande un acquittement lors de la réception d'un signal d'avertissement avant qu'elle revienne dans le mode de commande normal.

7. Dispositif pour la transmission de signaux de position et d'impulsions de référence sensiblement rectangulaires et de signaux d'avertissement indiquant un état d'erreur par un appareil de mesure de position pour la détermination de la position de deux parties, mobiles l'une par rapport à l'autre, d'une machine par des lignes de transmission de signaux à une unité d'analyse, l'appareil de mesure de position présentant une unité de logique qui, à partir de signaux de balayage d'une division incrémentielle d'une division d'échelle, émet des signaux de position décalés en phase et incrémentiels et une impulsion de référence générée à partir de repères de référence de la division d'échelle et des signaux de position, **caractérisé en ce que**

l'unité de logique (7) génère l'impulsion de référence (RI) à partir des signaux de position (P1, P2) décalés en phase et incrémentiels et à partir des repères de référence de la division d'échelle de telle sorte qu'il apparaît des combinaisons d'état valables dans l'état sans erreur dans chaque période et non valables pour la sortie de l'impulsion de référence (RI) et insère un signal d'avertissement (WRN) indiquant un état d'erreur pendant une combinaison d'état, non valable dans l'état sans erreur pour la sortie de l'impulsion de référence (RI), des signaux de position (P1, P2) et de l'impulsion de référence (RI) dans la transmission de signal de l'appareil de mesure de position (1) à l'unité d'analyse (4), et **en ce que** l'unité d'analyse (4) présente une unité de reconnaissance d'erreur (10) qui élimine par filtrage le signal d'avertissement (WRN) transmis pendant une combinaison d'état, non valable dans l'état sans erreur pour la sortie de l'impulsion de référence (RI), des signaux de position (P1, P2) et de l'impulsion de référence (RI) à la sortie de la transmission du signal et **en ce que** l'unité de logique (7) contient un étage temporel qui est amorcé avec l'apparition de la combinaison d'état non valable pour la transmission de l'impulsion de référence et envoie après un laps de temps prédéfini un signal à une première entrée d'un élément ET, dont la seconde entrée peut être alimentée avec un signal d'avertissement (WRN) et qui envoie un signal d'alarme lorsqu'un signal s'applique sur les deux entrées, et **en ce que**, pour la transmission du signal d'alarme, la combinaison d'état non valable pour

la transmission de l'impulsion de référence (RI) est forcée et le signal d'alarme est transmis comme un signal d'avertissement.

8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que**, comme combinaison d'état non valable des signaux de position (P1, P2) et de l'impulsion de référence (RI), on applique la condition suivante :

$$[RI = High] \text{ ET } [P1 = P2 = Low].$$

9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** l'unité de logique (7) est reliée côté entrée

- à une unité de génération de signal de position (5), qui génère les signaux de position (P1, P2) incrémentiels et décalés en phase à partir des signaux de balayage de la division incrémentielle (21) de la division d'échelle (2) et les envoie à l'unité de logique (7),
- à une unité de génération d'impulsion de référence (6), qui détecte les repères de référence (22) de la division d'échelle (2) et forme une impulsion de référence de base (RI') rectangulaire à partir du signal d'impulsion de référence analogique résultant et l'envoie à l'unité de logique (7), et
- à une unité de contrôle (8), qui génère un signal d'avertissement de base (WRN') lors de la détection d'un état d'erreur et l'envoie à l'unité de logique (7),

en ce que l'unité de logique (7) associe les signaux de position (P1, P2) à l'impulsion de référence de base (RI') et envoie une impulsion de référence (RI), lorsque la condition suivante

$$[RI' = High] \text{ ET } [(P1 \text{ ou } P2 = High)]$$

est satisfaite,

et en ce que l'unité de logique (7) associe les signaux de position (P1, P2) au signal d'avertissement de base (WRN') et envoie un signal d'avertissement (WRN) lorsque la condition suivante :

$$[WRN' = High] \text{ ET } [P1 = P2 = Low]$$

est satisfaite.

10. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications 7 à 9 précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité de logique (7) est reliée côté sortie à une entrée d'un composant driver d'impulsion de référence (33) ou d'un driver de différence (36).

11. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications 7 à 10 précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité de reconnaissance d'erreur (10) est reliée côté entrée à des sorties de récepteurs de signaux (41 - 43) ou des récepteurs de signal de différence (44 - 46) de l'unité d'analyse (4) pour les signaux de position (P1, P2 ; P1+, P1-, P2+, P2-) incrémentiels et décalés en phase et impulsions de référence (RI ; RI+, RI-) et côté sortie à une unité de sortie de signal (9).

12. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications 7 à 11 précédentes, **caractérisé en ce qu'**entre l'appareil de mesure de position (1) et l'unité d'analyse (4) sont disposées au moins trois lignes de transmission de signal (51 - 53), sur lesquelles les signaux de position (P1, P2) et l'impulsion de référence (RI) et, pendant la combinaison d'état non valable dans l'état sans erreur pour la sortie de l'impulsion de référence (RI), le signal d'avertissement (WRN) indiquant un état d'erreur peuvent être transmis de l'appareil de mesure de position (1) à l'unité d'analyse (4).

13. Dispositif selon au moins l'une quelconque des revendications 7 à 11 précédentes, **caractérisé en ce qu'**entre l'appareil de mesure de position (1) et l'unité d'analyse (4) sont disposées au moins six lignes de transmission de signal (51 - 56), sur lesquelles deux signaux de position (P1+, P2+) incrémentiels et décalés en phase ainsi que deux signaux de position (P1-, P2-) incrémentiels, décalés en phase et inversés par rapport aux premiers signaux, une impulsion de référence (RI+) et une impulsion de référence (RI-) inversée par rapport à la première et, pendant

EP 2 017 678 B2

la combinaison d'état non valable dans l'état sans erreur pour la sortie des impulsions de référence (R1+, RI-), les signaux d'avertissement indiquant un état d'erreur et les signaux d'avertissement (WRN+ ; WRN-), inversés par rapport aux premiers signaux, peuvent être transmis de l'appareil de mesure de position (1) à l'unité d'analyse (4).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

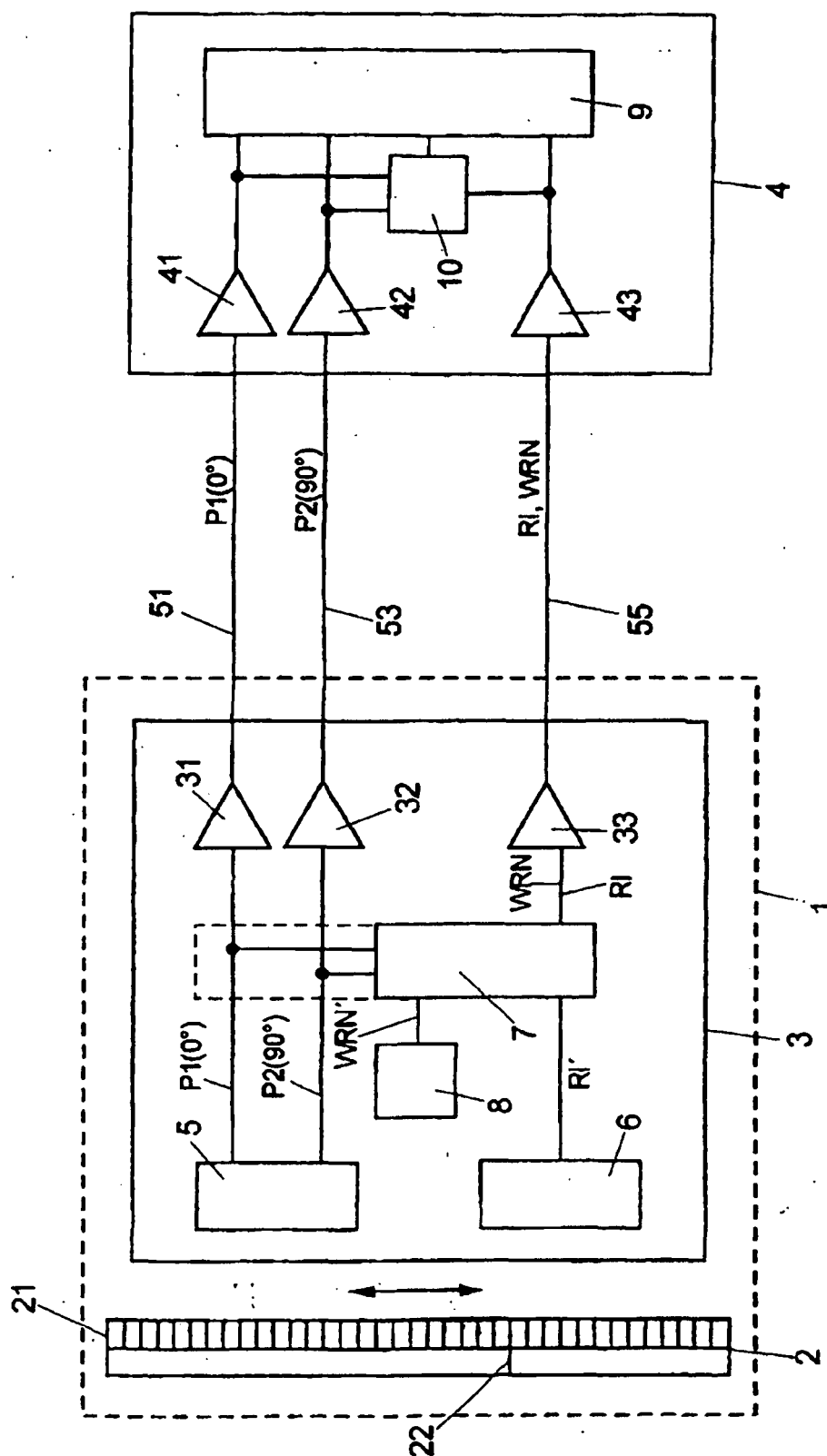


FIG 2

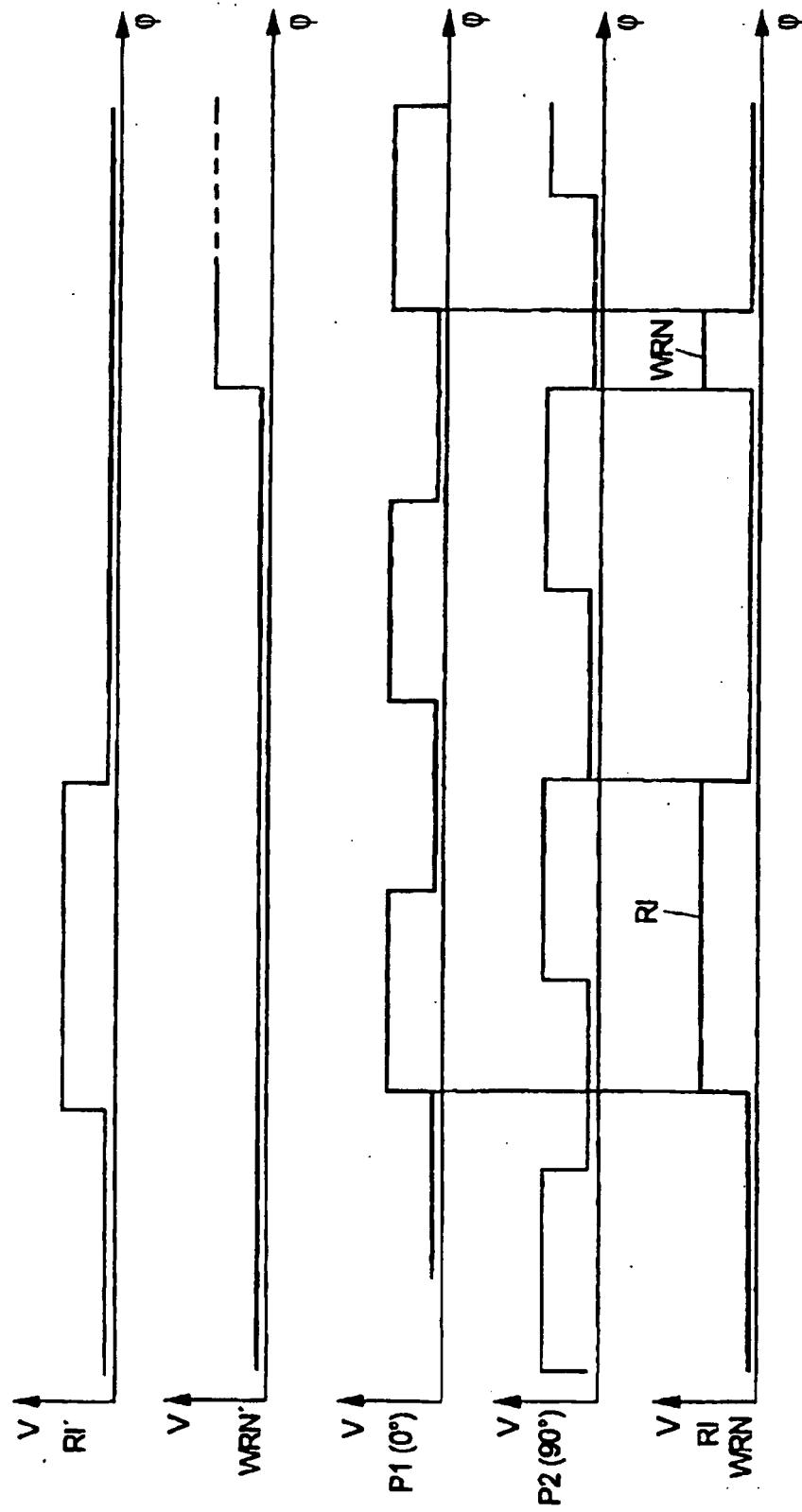
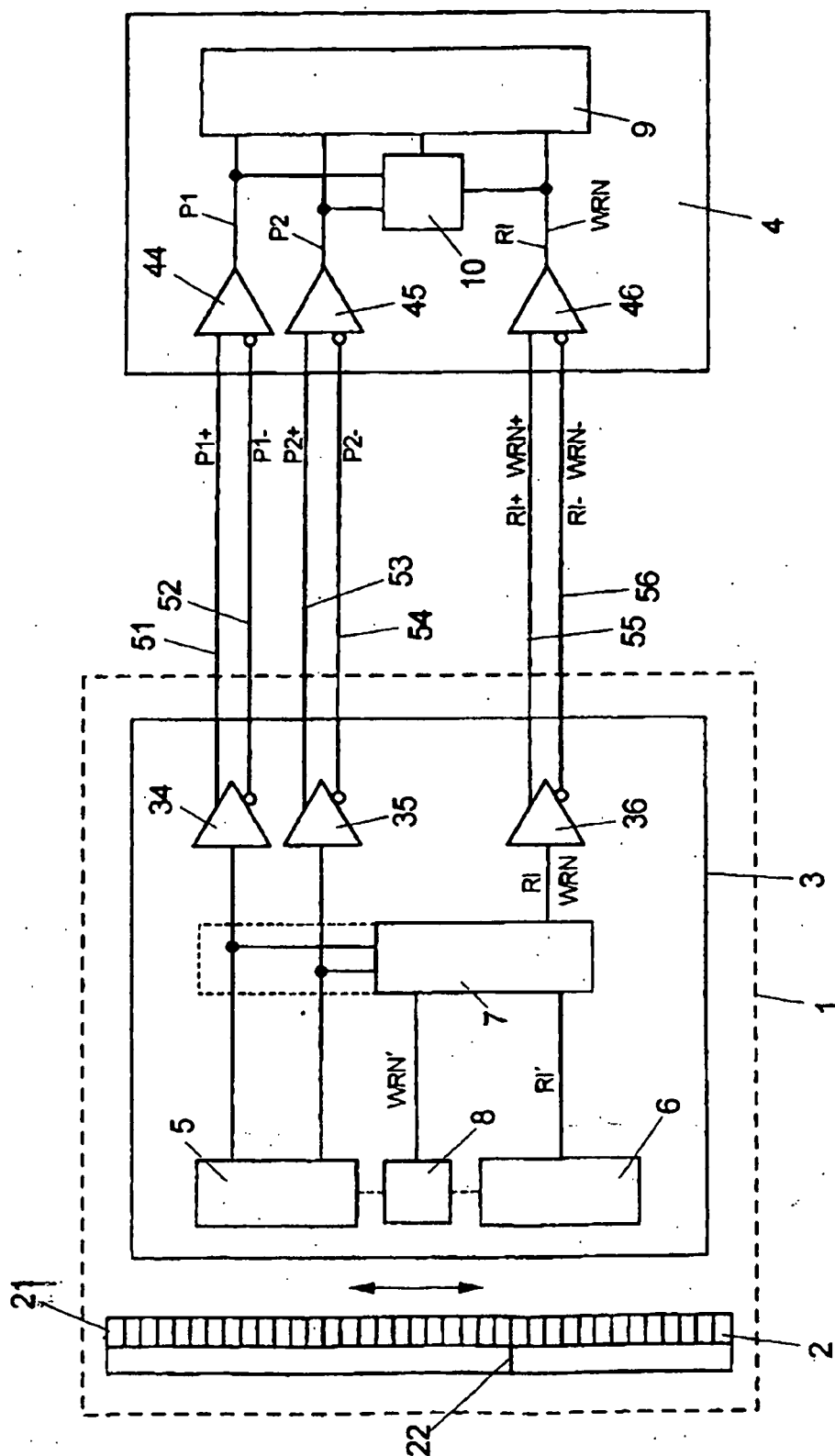


FIG 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 6450785 A [0008]