



(10) **DE 196 14 466 B4** 2012.02.02

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **196 14 466.3**  
 (22) Anmeldetag: **12.04.1996**  
 (43) Offenlegungstag: **16.10.1997**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **02.02.2012**

(51) Int Cl.: **G01B 11/02 (2006.01)**  
**G01D 5/245 (2006.01)**  
**G01B 11/26 (2006.01)**  
**G01D 5/38 (2006.01)**  
**H03M 1/22 (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**

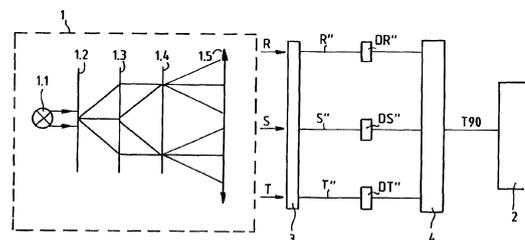
(72) Erfinder:  
**Spies, Alfons, Dipl.-Ing., 83358, Seebruck, DE**

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

<b>US</b>	<b>4 983 828</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>0 271 549</b>	<b>B1</b>
<b>EP</b>	<b>0 548 848</b>	<b>B1</b>
<b>WO</b>	<b>89/ 05 440</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Signalverarbeitungsanordnung für eine Positionsmeßeinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Signalverarbeitungsanordnung für eine Positionsmeßeinrichtung weist Signalerzeugungsmittel auf, die mindestens zwei periodische optische Signale liefern sowie Wandlermittel, um aus den periodischen Signalen mindestens ein Paar abgeleiteter periodischer Ausgangssignale zu erzeugen, die jeweils einen definierten Phasenversatz zueinander aufweisen. Die Wandlermittel umfassen hierbei parallel und/oder antiparallel geschaltete optoelektronische Detektorelemente, denen ein oder mehrere Strahlteilungselemente vorgeordnet sind, die eine Aufteilung zumindest eines Teiles der periodischen optischen Signale in Teilsignale bewirken.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Positionsmesseinrichtung.

**[0002]** Eine Signalverarbeitungsanordnung für eine Positionsmesseinrichtung ist beispielsweise aus der EP 0 271 549 bekannt. Darin wird vorgeschlagen, bei einer Positionsmesseinrichtung die auszuwertenden drei oder mehr periodischen Funktionen jeweils in ein Paar von ebenfalls periodischen, abgeleiteten Funktionen umzuformen, welche eine Phasendifferenz von  $90^\circ$  zueinander aufweisen. Die ausgangsseitig resultierenden Signale können dann in bekannter Art und Weise zur Positionsbestimmung ausgewertet werden, beispielsweise innerhalb eines inkrementalen Positionsmesssystems. Das Umformen der eingangsseitig anliegenden drei oder mehr periodischen Signale erfolgt mit Hilfe von Wandlermitteln, die durch Multiplizieren von mindestens drei anliegenden Eingangssignalen mit Nicht-Null-Koeffizienten und anschließende additive bzw. subtraktive Kombinationen derselben die gewünschten Ausgangssignale mit einem Phasenversatz von  $90^\circ$  erzeugen. Die eigentliche Signal-Wandlung erfolgt bei der vorgeschlagenen Lösung mittels bekannter elektronischer Bausteine wie Differenzverstärkern und geeignet damit verschalteten elektrischen Widerständen. Bei dieser Art der Umwandlung der anliegenden Eingangssignale resultiert demzufolge ein gewisser schaltungstechnischer Aufwand aufgrund der erforderlichen Wandler-Elektronik.

**[0003]** Eine grundsätzlich ähnliche Problematik liegt vor, wenn beispielsweise lediglich zwei periodische optische Signale innerhalb eines inkrementalen Positionsmesssystems geliefert werden, die einen Phasenversatz zueinander aufweisen, der von den gewünschten  $90^\circ$  abweicht. Dies kann durch verschiedenste Einflüsse bei der Signalerzeugung, z. B. ungenau gefertigte Maßstabsteilungen etc., verursacht werden. Auch in einem derartigen Fall ist es erforderlich, die definierte Phasenbeziehung zwischen den vorliegenden Signalen herzustellen, um eine zuverlässige Signal-Weiterverarbeitung sicherzustellen.

**[0004]** Aus der EP 0 548 848 B1 ist eine interferentielle optische Positionsmesseinrichtung mit drei durchlaufenen Gittern bekannt, die ausgangsseitig vier Inkrementalsignale liefert, die bereits den gewünschten Phasenversatz zueinander aufweisen. Eine nochmalige Umformung dieser Signale ist nicht erforderlich.

**[0005]** Die WO 89/05440 als auch die US 4,983,828 offenbaren jeweils weitere interferentielle optische Positionsmesseinrichtungen mit mehreren durchlaufenen Gittern. Die ausgangsseitig resultierenden drei, um  $120^\circ$  phasenverschobenen Signale werden jeweils wiederum mittels einer Wandler-Elektronik in

ein Paar von Ausgangssignalen transformiert, das den gewünschten Phasenversatz von  $90^\circ$  besitzt.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Positionsmesseinrichtung zu schaffen, in der der schaltungstechnische Aufwand zur Umwandlung von mindestens zwei periodischen Signalen in mindestens ein Paar von definiert phasenversetzten Signalen reduziert werden kann.

**[0007]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Positionsmesseinrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 1

**[0008]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, die üblicherweise erforderliche Wandler-Elektronik zur Verarbeitung der zwei oder mehr auszuwertenden periodischen, optischen Signale durch eine Anordnung von geeignet verschalteten optoelektronischen Detektorelementen zu ersetzen. Die Wandlermittel umfassen hierzu u. a. die entsprechend verschalteten optoelektronischen Detektorelemente. Demzufolge kann auch der schaltungstechnische Aufwand dahingehend reduziert werden, daß die bislang hierfür eingesetzte, zusätzlich erforderliche Wandler-Elektronik vollkommen überflüssig wird. Ausgangsseitig liegen bei der Signalverarbeitungsanordnung der erfindungsgemäßen Positionsmesseinrichtung bereits die beiden interessierenden periodischen, definiert phasenversetzten Signale an, wobei der übliche Phasenversatz dieser Signale  $90^\circ$  beträgt. Die derart aufbereiteten Signale können anschließend in Interpolations- und Auswerteelektroniken zur Positionsbestimmung in bekannter Art und Weise weiterverarbeitet werden.

**[0009]** Neben der Reduzierung des schaltungstechnischen Aufwandes ist aufgrund der nunmehr entfallenden Wandler-Elektronik anzuführen, daß die erfindungsgemäße Lösung ferner eine äußerst kompakte Auslegung einer damit ausgestatteten Positionsmesseinrichtung ermöglicht.

**[0010]** Darüber hinaus erlaubt die erfindungsgemäße Positionsmesseinrichtung eine Reihe von vielfältigen Ausgestaltungs-Varianten, je nachdem worauf seitens des Anwenders Wert gelegt wird. So lassen sich in Abhängigkeit von der gewählten Verschaltung der optoelektronischen Detektorelemente etwa möglichst offsetfreie Ausgangssignale oder aber ein möglichst präziser Phasenversatz einstellen.

**[0011]** In einer vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ferner das vorgesehene Strahlteilungselement so dimensioniert werden, daß die auf die optoelektronischen Detektorelemente auftreffenden Signalintensitäten definiert-vorgegebenen Werten entsprechen; eine ggf. separat erforderliche Signalmultiplikation entfällt in diesem Fall.

**[0012]** Weitere Vorteile sowie Einzelheiten der erfindungsgemäßen Positionsmeßeinrichtung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Figuren.

**[0013]** Dabei zeigt

**[0014]** [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) jeweils eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Signalverarbeitungsanordnung der erfindungsgemäßen Positionsmeßeinrichtung in einer verschiedenen Ansicht;

**[0015]** [Fig. 2A](#) ein Vektordiagramm einer Möglichkeit der Kombination von drei periodischen optischen Signalen;

**[0016]** [Fig. 2B](#) zwei Schaltungsanordnungen mit optoelektronischen Detektorelementen, die eine Signalverarbeitung auf Grundlage des Vektordiagramms aus [Fig. 2A](#) gewährleisten;

**[0017]** Anhand der schematischen Darstellungen der [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) soll zunächst der prinzipielle Aufbau der Signalverarbeitungsanordnung innerhalb einer erfindungsgemäßen Positionsmeßeinrichtung erläutert werden. Hierbei zeigt [Fig. 1A](#) eine Seitenansicht und [Fig. 1B](#) eine Draufsicht der Positionsmeßeinrichtung mit der Signalverarbeitungsanordnung. Eine derart ausgeführte Positionsmeßeinrichtung kann beispielsweise in einer Werkzeugmaschine eingesetzt werden, um die Relativposition eines Werkzeuges und eines Werkstückes hochgenau zu ermitteln.

**[0018]** Die Positionsmeßeinrichtung umfaßt Signalzeugungsmittel (1), die in der dargestellten Ausführungsform mindestens drei periodische optische Signale (R, S, T) liefern, die zur Bestimmung des Relativ-Versatzes von zwei zueinander beweglichen Teilen auswertbar sind. Hierbei weisen die gelieferten Signale (R, S, T) einen gegenseitigen Phasenversatz von vorzugsweise 120° zueinander auf. Die Signalzeugungsmittel (1) sind als sogenannter Dreigittergeber bzw. interferentielles Meßsystem ausgeführt, wie es beispielsweise aus der EP 163 362 bekannt ist; ferner sei zu derartigen Meßsystemen etwa auf die Veröffentlichung „Längen in der Ultrapräzisionstechnik messen“ von A. Spies in *Feinwerktechnik & Meßtechnik* 98 (1990) 10, S. 406–410 verwiesen. Auf die Art und Weise der Signalerzeugung innerhalb eines solchermaßen ausgeführten Signalzeugungsmittels (1) sei deshalb auf die erwähnten Publikationen verwiesen; an dieser Stelle wird lediglich kurz darauf eingegangen.

**[0019]** Es sei zudem an dieser Stelle betont, daß das der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Prinzip wie bereits erwähnt auch in analoger Weise bei ledig-

lich zwei periodischen optischen Eingangssignalen realisierbar ist. So kann es erforderlich sein, zwei vorhandene Eingangssignale derart aufzubereiten, daß diese einen definierten Phasenversatz von 90° zueinander aufweisen. Die Signalerzeugungsmittel liefern in diesem Fall demnach nicht die Signale mit der nötigen Phasenbeziehung.

**[0020]** In den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) ist ein Dreigittergeber, basierend auf einem interferentiellen Meßprinzip, mit dem schematisch skizzierten Strahlverlauf in einer gestreckten Darstellung gezeigt. Das von einer Lichtquelle (1.1), z. B. von einer LED, emittierte Lichtbündel gelangt über eine nicht dargestellte Kondensor-Optik als ebene Welle auf eine erste Abtastteilung (1.2) und wird hiervon in hauptsächlich drei unterschiedliche Raumrichtungen gebeugt. An einer relativ zur ersten Abtastteilung (1.2) verschiebbaren Maßstabsteilung (1.3) erfolgt eine weitere Beugung der auftreffenden Wellenzüge, bevor die Teilstrahlenbündel an einer weiteren, zweiten Abtastteilung (1.4) noch einmal gebeugt werden. Nach Passieren der zweiten Abtastteilung (1.4) interferieren die Wellenzüge gleicher Raumrichtung, wobei die Intensitäten der drei interferierenden Strahlenbündel von der Phasenverschiebung abhängen, die aus der Relativ-Verschiebung von Maßstabs- (1.3) und Abtastteilung (1.2, 1.4) resultiert. Im Fall der Verschiebung von Maßstabs- (1.3) und Abtastteilung (1.2, 1.4) ergeben sich demzufolge drei periodische, intensitätsmodulierte Signale

**[0021]** Grundsätzlich sind auch bei der Ausbildung der Signalerzeugungsmittel (1) als Dreigittergeber verschiedenste Ausführungsvarianten realisierbar, das heißt neben der dargestellten Transmissions-Anordnung mit zwei vorgesehenen Abtastteilungen (1.2, 1.4) kann selbstverständlich auch eine Reflexions-Anordnung realisiert werden. Hierbei wäre dann eine reflektierende Maßstabsteilung einzusetzen, während lediglich eine einzige Abtastteilung erforderlich ist, von der die auftreffenden Lichtbündel zweimal gebeugt werden

**[0022]** Nach der erneuten Beugung an der zweiten Abtastteilung (1.4) wird über eine nachgeordnete Linse (1.5) ein Bild der interferierenden drei Teilstrahlenbündel in der Brennebene der Linse (1.5) erzeugt. In der Brennebene sind bei den bislang bekannten Dreigittergebern üblicherweise drei Photoelemente als optoelektronische Detektorelemente angeordnet, die die intensitätsmodulierten, periodischen optischen Signale (R, S, T), die einen gegenseitigen Phasenversatz von 120° zueinander aufweisen, in weiterverarbeitbare Signalströme umsetzen. Zur Signal-Auswertung mittels üblicher Interpolationseinheiten, Folgeelektroniken etc. sind jedoch zwei zueinander um 90° phasenverschobene Signale erforderlich.

**[0023]** Anstelle einer sogenannten Anpaß- oder Wandlerelektronik, die bislang zwischen die Signal-erzeugungsmittel (1) und die nachgeordnete Auswerte-Einheit (2) geschaltet wird, wird nunmehr die Signalverarbeitungsanordnung gemäß der erfindungsgemäßen Positionsmeßeinrichtung eingesetzt.

**[0024]** Hierzu umfaßt diese ein schematisch dargestelltes Strahlteilungselement (3), auf das die von den Signalerzeugungsmitteln (1) gelieferten optischen Signale (R, S, T) in Form von drei Teilstrahlenbündeln auftreffen. Als mögliche Ausführungsformen geeigneter Strahlteilungselemente (3) kommen beispielsweise Phasengitter oder aber Teilerspiegel-Anordnungen in Betracht, die eine Aufteilung zumindest eines Teiles der eintreffenden optischen Signale in jeweils mindestens zwei Teilsignale bewirken. Im Fall von eingesetzten Phasengittern sind diese bei einer gewünschten Aufteilung der einfallenden Lichtbündel in je zwei Teilstrahlenbündel optisch beispielsweise so auszulegen, daß eine Beugung hauptsächlich in zwei Raumrichtungen erfolgt.

**[0025]** Selbstverständlich ist es dabei auch möglich, anstelle eines einzigen Strahlteilungselementes (3) auch mehrere Strahlteilungselemente zu diesem Zweck innerhalb der Signalverarbeitungsanordnung vorzusehen.

**[0026]** In der dargestellten Ausführungsform der [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) ist die Aufteilung der gelieferten drei periodischen optischen Signale (R, S, T) in je zwei Teilsignale (R', R'', S', S'', T', T'') vorgesehen, d. h. es liegen anschließend sechs Teilsignale (R', R'', S', S'', T', T'') vor. Grundsätzlich kann je nach Ausführung der nachfolgenden Schaltungsanordnung auch eine Aufteilung in mehr als zwei Teilsignale (R', R'', S', S'', T', T'') erfolgen. Ebenso kann es durchaus ausreichen, lediglich einen Teil der einfallenden optischen Signale in mindestens zwei Teilsignale aufzuteilen, beispielsweise eine Aufteilung zweier optischer Signale vorzunehmen und das dritte unverändert zu belassen usw.. Entsprechend sind hierzu das oder die Strahlteilungselemente (3) optisch auszuführen bzw. zu dimensionieren.

**[0027]** Die derart erzeugten Teilsignale (R', R'', S', S'', T', T'') beaufschlagen nachgeordnete optoelektronische Detektorelemente (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT''), wobei für jedes erzeugte Teilsignal (R', R'', S', S'', T', T'') ein separates optoelektronisches Detektorelement (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') erforderlich ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind aufgrund der erfolgten Aufteilung in sechs Teilsignale (R', R'', S', S'', T', T'') demzufolge sechs optoelektronische Detektorelemente (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') innerhalb der erfindungsgemäßen Positionsmeßeinrichtung vorgesehen.

**[0028]** Die Anordnung der optoelektronischen Detektorelemente (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') erfolgt hierbei vorzugsweise in der Brennebene der Linse (1.5). Als optoelektronische Detektorelemente (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') eignen sich etwa bekannte Photodioden oder Photoelemente.

**[0029]** Die für die weitere Signalverarbeitung erforderliche Umwandlung der ursprünglich anliegenden drei, um 120° phasenversetzten periodischen optischen Signale in ein Paar von um 90° phasenversetzten Ausgangssignalen erfolgt erfindungsgemäß durch die geeignete Verschaltung der optoelektronischen Detektorelemente (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT''), d. h. die entsprechend gewählte Detektorelement-Anordnung fungiert nunmehr als Wandlerrmittel für die Eingangssignale. Die hierfür erforderliche parallele und/oder antiparallele Verschaltung der optoelektronischen Detektorelemente (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') ist in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) lediglich schematisiert über eine entsprechende Verschaltungsanordnung (4) angedeutet. Ein konkretes Ausführungsbeispiel einer geeigneten Verschaltungsanordnung (4) wird im nachfolgenden Verlauf der Beschreibung noch näher erläutert. Für die Verschaltung und Kombination der Eingangssignale existieren hierbei eine Reihe von Möglichkeiten.

**[0030]** Ausgangsseitig resultieren bei der Signalverarbeitungsanordnung der erfindungsgemäßen Positionsmeßeinrichtung schließlich die beiden um 90° phasenversetzten Teilsignale T0 und T90, die in der nachgeordneten Auswerte-Einheit (2) in bekannter Art und Weise zur Positionsbestimmung verarbeitbar sind.

**[0031]** Die Aufteilung zumindest eines Teiles der von den Signalerzeugungsmitteln (1) gelieferten periodischen Signale (R, S, T) in jeweils mindestens zwei Teilsignale (R', R'', S', S'', T', T'') kann wie bereits angedeutet in vielfältigster Art und Weise erfolgen. Darüber hinaus kann über die Wahl und optische Dimensionierung der Strahlteilungselemente (3) auch eine definierte Aufteilung der erforderlichen Signalintensitäten in den einzelnen Teilsignalen (R', R'', S', S'', T', T'') erfolgen. Alternativ hierzu ist es möglich, die Einstellung der gewünschten Signalintensitäten für die einzelnen Teilsignale (R', R'', S', S'', T', T'') vorzunehmen, indem vor den optoelektronischen Detektorelementen (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') Filter mit bestimmten Durchlaß-Charakteristiken angeordnet werden. Ferner können zur definierten Einstellung der Teilsignal-Intensitäten auch die Empfindlichkeiten der Detektorelemente (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') geeignet gewählt werden. Die Aufteilung der Signalintensitäten ist hierbei jeweils abhängig von der gewünschten Verschaltung der optoelektronischen Detektorelemente (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT''), wie nachfolgend noch detailliert ausgeführt wird.

**[0032]** Eine Möglichkeit zur geeigneten Verschaltung der optoelektronischen Detektorelemente innerhalb der in [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) lediglich schematisiert angedeuteten Verschaltungs-Anordnung (4) und zur Erzeugung der um  $90^\circ$  phasenversetzten Signale T0 und T90 sei nunmehr anhand der [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) erläutert. Unabhängig von der im folgenden beschriebenen Signalkombination bzw. Verschaltung der optoelektronischen Detektorelemente existieren selbstverständlich weitere Möglichkeiten, die sich analog zum beschriebenen Beispiel auf Grundlage der Lehre der vorliegenden Erfindung realisieren lassen.

**[0033]** [Fig. 2A](#) zeigt ein Vektordiagramm eines Ausführungsbeispiels mit den drei zu verarbeitenden, um  $120^\circ$  phasenversetzten, periodischen optischen Signalen R, S und T, die von den Signalerzeugungsmitteln geliefert werden. Für die Signalauswertung in den nachgeordneten, üblichen Auswerte-Einheiten ist jedoch ein Paar möglichst offsetfreier Signale T0, T90 erforderlich, die einen Phasenversatz von  $90^\circ$  zueinander aufweisen. Um eine derartige Umwandlung vorzunehmen sind bestimmte Umformoperationen mit den drei Signalen R, S und T erforderlich. Hierbei existieren eine Reihe von Möglichkeiten, wie derartige Umformoperationen innerhalb der Signalverarbeitungsanordnung der erfindungsgemäßen Positionsmeßeinrichtung erfolgen können. Die jeweils vorgesehenen Umformoperationen werden schaltungstechnisch über die entsprechende Parallel- und/oder Antiparallel-Schaltung der optoelektronischen Detektorelemente vorgenommen.

**[0034]** Im Ausführungsbeispiel der [Fig. 2A](#) ergibt sich eines der beiden Ausgangssignale, nachfolgend als Signal T90 bezeichnet, aus der subtraktiven Kombination der beiden Signale T' und S', das heißt  $T90 = T' - S'$ . Aufgrund der durchgeführten Signalsubtraktion liegt mit T90 auch bereits ein offsetfreies Signal vor, da die beiden Teilsignale T' und S' mit dem gleichen Offset behaftet waren. Die Amplitude A des Signales T90 beträgt im Fall dieser Kombination bei identischen, auf 1 normierten Amplituden  $A_0$  der Signale R, S und T dann  $0,866 A_0$ , d. h.  $A(T90) = 0,866 A_0$ .

**[0035]** Ein hierzu um  $90^\circ$  phasenversetztes Signal T0 erhält man durch die Subtraktion der beiden Signalkombinations-Terme  $(R' + R'')$  und  $(T'' + S'')$ , das heißt  $T0 = (R' + R'') - (T'' + S'') = R - (T'' + S'')$ . Wie aus diesem Beispiel hervorgeht, muß demnach nicht jedes optische Signal (R, S, T) in mindestens zwei Teilsignale aufgeteilt werden; das Signal R kann vielmehr unverändert in der erläuterten Signalkombinations-Variante verwendet werden. Es ist demzufolge für dieses Signal auch lediglich ein einziges optoelektronisches Detektorelement DR erforderlich.

**[0036]** Auch das zweite Ausgangssignal T0 ist aufgrund der durchgeführten Subtraktions-Operation off-

setfrei. Die Amplitude A des Signales T0 ergibt sich bei der dargestellten Signalkombination und identischen, normierten Amplituden  $A_0$  der Signale R, S und T als  $A(T0) = 1,5 A_0$ .

**[0037]** Die beiden Ausgangssignale T0 und T90 sind demnach bei einer derartigen Verarbeitung offsetfrei, weisen jedoch unterschiedliche Amplituden auf. Werden auswerteseitig identische Amplituden der Signale T0 und T90 gewünscht, so ist es zum Amplitudenabgleich möglich, bei der Erzeugung des größeren der beiden Signale, d. h. im vorliegenden Beispiel für T0, bei den einzelnen hierfür herangezogenen Teilsignalen eine entsprechende Abschwächung der Amplituden vorzunehmen, so daß ausgangsseitig identische Amplituden für T0 und T90 resultieren. Dies kann bereits bei der Aufteilung in die optischen Teilsignale erfolgen, wozu dann die optischen Strahlteilelemente entsprechend dimensioniert werden. Alternativ können jedoch auch Filterelemente vor den optoelektronischen Detektorelementen angeordnet sein, die diese Abschwächung selektiv bewirken bzw. die Empfindlichkeiten der Detektorelemente entsprechend gewählt werden. Es resultiert jeweils eine definiert-vorgegebene Signalintensität für die verschiedenen Teilsignale derart, daß sich bei der jeweils gewählten Signalkombination amplitudengleiche Signale T0 und T90 ergeben.

**[0038]** Um eine derartige Kombination der ursprünglich drei Signale R, S und T zu ermöglichen, ist demnach eine Aufteilung zumindest eines Teiles dieser Signale (R, S, T) in mehrere Teilsignale (S', S'', T', T'') erforderlich, wie dies im vorab beschriebenen Ausführungsbeispiel der [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) über ein oder mehrere Strahlteilelemente (3) erfolgt, die den optoelektronischen Detektorelementen (DS', DS'', DT', DT'') vorgeordnet sind. Wie bereits oben angedeutet kann für diese Signalkombinationsvariante eine Aufteilung des Signales R unterbleiben, d. h. es ist lediglich ein einziges optoelektronisches Detektorelement DR hierfür nötig.

**[0039]** Die zur Erzeugung der beiden Signale T0 und T90 geeigneten Schaltungsanordnungen der optoelektronischen Detektorelemente (DR, DS', DS'', DT', DT'') für eine Variante gemäß [Fig. 2A](#) sind in [Fig. 2B](#) dargestellt.

**[0040]** Das Signal T90 ergibt sich hierbei aus der Antiparallelschaltung der beiden optoelektronischen Detektorelemente DT' und DS' für die Teilsignale T' und S'. Um das zweite Ausgangssignal T0 zu erzeugen, ist die untere Schaltungsanordnung aus [Fig. 2B](#) geeignet, d. h. eine Parallelschaltung der Detektorelemente DT'' und DS'' sowie einem hierzu antiparallel verschalteten Detektorelement DR.

**[0041]** Neben dem dargestellten Ausführungsbeispiel bzw. den hierfür geeigneten Schaltungsanord-

nungen existieren selbstverständlich eine Vielzahl weiterer Varianten der erfindungsgemäßen Positionsmesseinrichtung zur Kombination der anliegenden periodischen optischen Signale, um die erforderlichen Ausgangssignale (T0, T90) mit 90° Phasenversatz zu erzeugen. Beispielsweise können auch mehr als drei periodische optische Signale anliegen, welche durch entsprechend dimensionierte Strahlteilungselemente auf eine erforderliche Anzahl von Detektorelementen aufgeteilt werden. Mindestens zwei der anliegenden optischen Signale liegen hierbei jeweils in periodischer Form vor.

**[0042]** Ferner ist es denkbar, eine Aufteilung über die Strahlteilungselemente nicht nur in zwei resultierende Teilsignale vorzunehmen, sondern beispielsweise drei oder auch mehr Teilsignale zu erzeugen. Es ist demzufolge eine flexible Anpassung der erfindungsgemäßen Positionsmesseinrichtung an unterschiedlichste Anforderungen möglich.

### Patentansprüche

1. Positionsmesseinrichtung mit einer Maßstabsteilung (1.3) und mindestens einer relativ hierzu verschiebbaren Abtastteilung (1.2, 1.4),  
 – wobei das von einer Lichtquelle (1.1) emittierte Lichtbündel über eine Kondensor-Optik als ebene Welle auf eine erste Abtastteilung (1.2) gelangt und hiervon in hauptsächlich drei unterschiedliche Raumrichtungen gebeugt wird und  
 – an der relativ zur ersten Abtastteilung (1.2) verschiebbaren Maßstabsteilung (1.3) eine weitere Beugung der auftreffenden Wellenzüge erfolgt,  
 – bevor die Teilstrahlenbündel an einer weiteren, zweiten Abtastteilung (1.4) noch einmal gebeugt werden und  
 – nach dem Passieren der zweiten Abtastteilung (1.4) die Wellenzüge gleicher Raumrichtung interferieren, so dass die Intensitäten der drei interferierenden Teilstrahlenbündel von der Phasenverschiebung abhängen, die aus der Relativ-Verschiebung von Maßstabs- (1.3) und Abtastteilung (1.2, 1.4) resultiert und sich im Fall der Verschiebung von Maßstabs- (1.3) und Abtastteilung (1.2, 1.4) drei periodische, intensitätsmodulierte Signale ergeben, die einen gegenseitigen Phasenversatz von 120° zueinander aufweisen und  
 – wobei die drei interferierenden Teilstrahlenbündel Strahlteilungselementen (3) zugeführt werden, die jeweils eine Aufteilung der einzelnen Teilstrahlenbündel in zwei Teilstrahlenbündel mit Teilsignalen (R', R'', S', S'', T', T'') bewirken und die einzelnen, aufgeteilten Teilstrahlenbündel mehrere nachgeordnete, optoelektronische Detektorelemente (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') beaufschlagen, wobei für jedes erzeugte Teilsignal (R', R'', S', S'', T', T'') ein separates optoelektronisches Detektorelement (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') erforderlich ist und die Detektorelemente (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') derart par-

allel und/oder antiparallel geschaltet sind, dass ausgangsseitig ein Paar von um 90° phasenversetzten Ausgangssignalen (T0, T90) resultiert.

2. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1, wobei als Strahlteilungselement (3) mindestens ein Phasengitter vor den optoelektronischen Detektorelementen (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') angeordnet ist.

3. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1, wobei als Strahlteilungselement (3) mindestens ein Teilerspiegel vor den optoelektronischen Detektorelementen (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') angeordnet ist.

4. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1, wobei die vorgesehenen Strahlteilungselemente (3) optisch derart dimensioniert sind, daß die resultierenden optischen Teilsignale (R', R'', S', S'', T', T'') eine definiert-vorgegebene Signalintensität aufweisen.

5. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 4, wobei vor den optoelektronischen Detektorelementen (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') mindestens ein Phasengitter als Strahlteilungselement (3) angeordnet ist, das die auftreffenden Lichtbündel in verschiedene, gebeugte Teil-Strahlenbündel (R', R'', S', S'', T', T'') unterschiedlicher und definiert-vorgegebener Intensität aufteilt.

6. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 4, wobei vor mindestens einem optoelektronischen Detektorelement (DR', DR'', DS', DS'', DT', DT'') ein Filterelement angeordnet ist, das eine definiert-vorgegebene Reduzierung der Signalintensität der optischen Teilsignale (R', R'', S', S'', T', T'') bewirkt.

7. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1, wobei durch die Parallel- und/oder Antiparallel-Schaltung der optoelektronischen Detektorelemente (DR', DS', DS'', DT', DT'') aus drei gelieferten periodischen optischen Signalen R, S und T, von denen zwei Signale S, T in Paare von Teilsignalen S', S'', T', T'' aufgespalten wurden, das Ausgangssignal-Paar

$$T0 = R - (T'' + S''),$$

$$T90 = T' - S'.$$

resultiert.

8. Positionsmesseinrichtung nach Anspruch 1, wobei die Maßstabsteilung als reflektierende Maßstabsteilung ausgebildet ist und die erste und zweite Abtastteilung als einzige Abtastteilung ausgebildet ist, von der die auftreffenden Lichtbündel zweimal gebeugt werden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

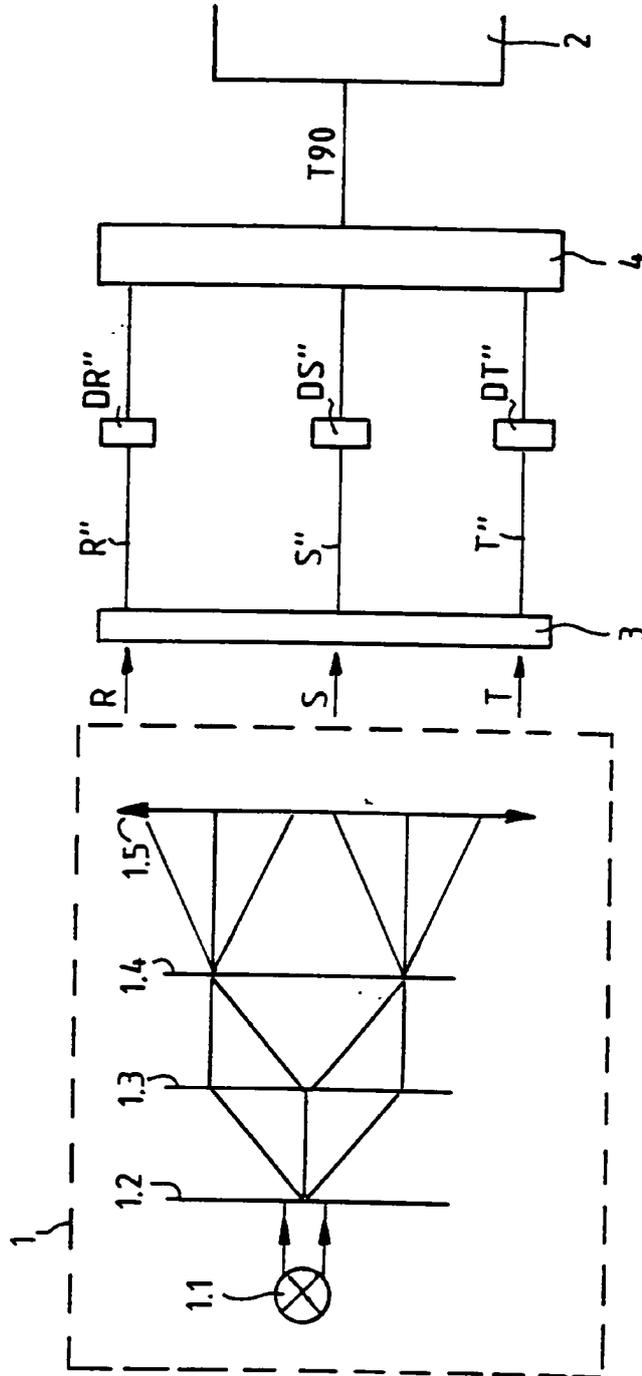


FIG. 1B

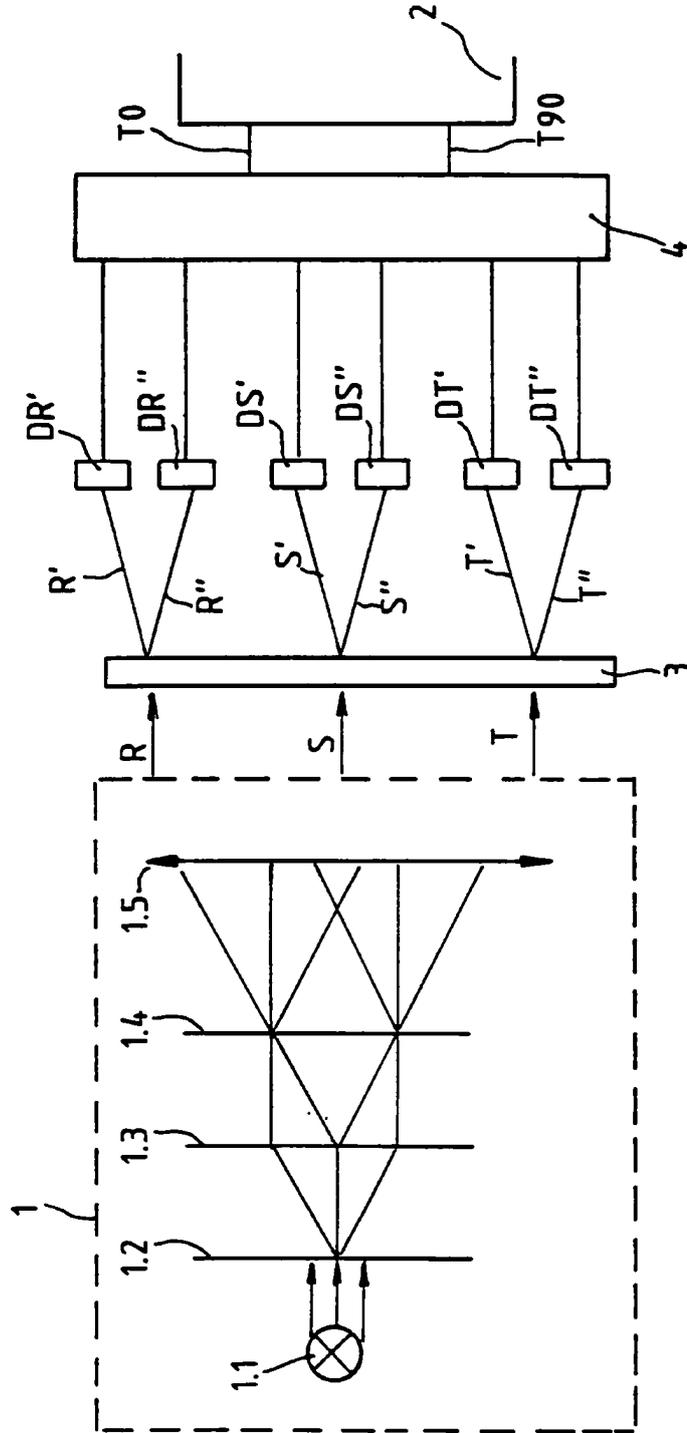


FIG. 2A

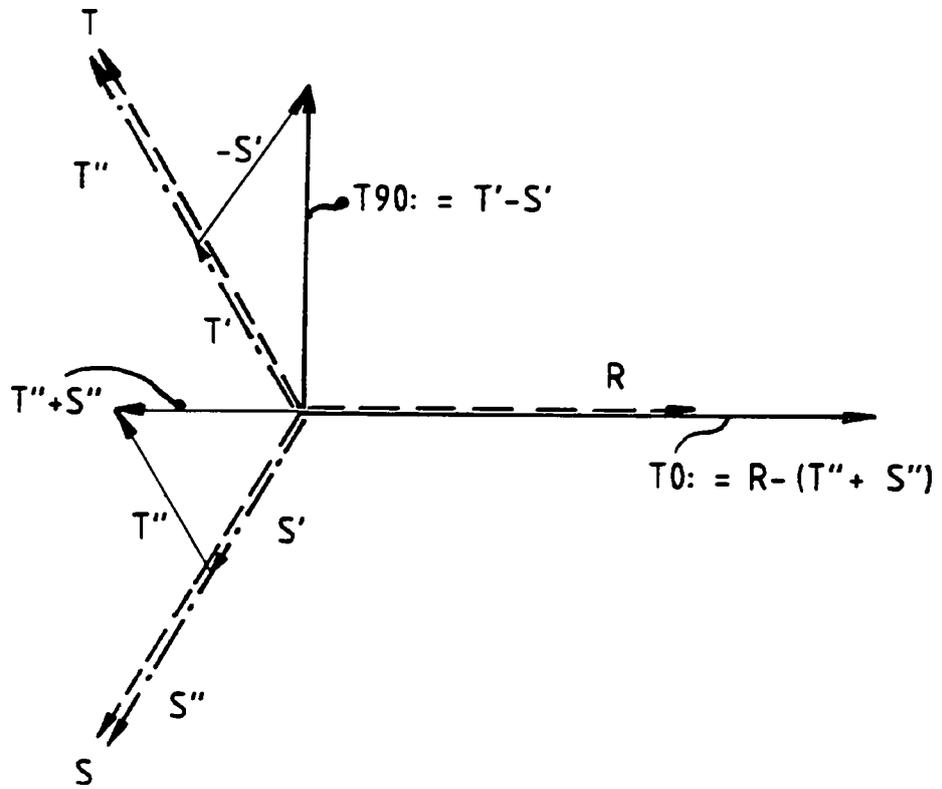


FIG. 2B

