



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 052 518 A1** 2006.05.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 052 518.8**

(22) Anmeldetag: **29.10.2004**

(43) Offenlegungstag: **04.05.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G01S 13/42 (2006.01)**

G01S 13/93 (2006.01)

G01S 7/35 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

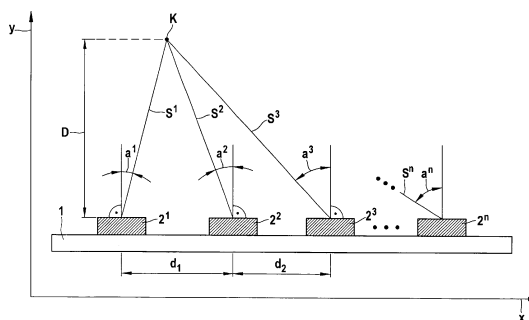
(72) Erfinder:

Voigtlaender, Klaus, 73117 Wangen, DE; Irion, Hans, 71364 Winnenden, DE; Steinhauer, Matthias, 71729 Erdmannhausen, DE; Menzel, Wolfgang, 89081 Ulm, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur winkelaufgelösten Entfernung- und Geschwindigkeitsbestimmung eines Objekts**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einer Mehrzahl an Sensormodulen $2, 2^1, 2^2, 2^3, 2^n$, welche in Abständen d_1, d_2 zueinander angeordnet sind, wobei jedes Sensormodul $2, 2^1, 2^2, 2^3, 2^n$ eine lokale Oszillatoreinrichtung aufweist. Die Oszillatoreinrichtung generiert ein Oszillatorsignal, welches an eine Sende-/Empfangeinrichtung weitergeleitet wird, und das Oszillatorsignal abgestrahlt wird. Die Sende-/Empfangeinrichtung ist derart eingerichtet, dass sie von dem Objekt reflektierte Signale empfangen kann. Eine Phasendetektionseinrichtung ist mit einem Eingang mit der Oszillatoreinrichtung und mit einem zweiten Eingang mit der Sende-/Empfangeinrichtung verkoppelt. Basierend auf dem Oszillatorsignal und den empfangenen reflektierten Signalen bestimmt die Phasendetektionseinrichtung ein Phasensignal. Eine Steuer- und Signalverarbeitungseinrichtung bestimmt, basierend auf den Abständen der Sensormodule zueinander und den Phasensignalen, eine Richtung a^1, a^2, a^3, a^n des Objekts zu dem Sensormodul.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung für eine winkelaufgelöste Entfernung- und Geschwindigkeitsbestimmung eines Objekts und ein Verfahren zur winkelaufgelösten Entfernung- und Geschwindigkeitsbestimmung und der Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0002] Obwohl die vorliegende Erfindung mit Bezug auf Radarsysteme in Fahrzeugen beschrieben wird, ist die Erfindung darauf nicht beschränkt.

[0003] Die Sicherheit und den Komfort von Fahrzeugen zu steigern ist eines der vorrangigen Ziele der Automobilindustrie. Eine Möglichkeit die Sicherheit eines Fahrzeuges zu erhöhen, besteht darin Hindernisse im Straßenverkehr automatisch zu erkennen. Hierzu ist eine Entfernungsbestimmung des Fahrzeuges zu einem möglichen Hindernis erforderlich, wie auch eine Bestimmung der Richtung, in welcher sich das Hindernis befindet. Hierbei muss unter anderem die Richtung zum dem Hindernis bestimmt werden, um zwischen Hindernissen zu unterscheiden, welche sich auf der Fahrbahn oder am Rand der Fahrbahn befinden.

[0004] Eine Möglichkeit den Komfort des Fahrzeuges zu erhöhen besteht darin, in dichtem Verkehr die Geschwindigkeit eines vorausfahrenden Fahrzeuges zu bestimmen und die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeuges automatisch anzupassen. Dazu muss der Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug bestimmbar sein, dessen Geschwindigkeit und ob sich dieses Fahrzeug auf der selben Fahrspur oder versetzt zu dem eigenen Fahrzeug auf einer zweiten Fahrspur befindet. Dies sind zwei mögliche Verwendungen für ein Radarsystem im Fahrzeugbereich, ein weiteres wäre unter anderem eine Einparkhilfe. All diese Verfahren benötigen eine Vorrichtung, welcher ermöglicht, den Abstand und Richtung eines Objekts bezogen auf das Fahrzeug zu bestimmen.

[0005] In einem herkömmlichen Verfahren wird eine Primärquelle für Mikrowellen bereitgestellt, deren Emission mit Hilfe einer geeigneten Optik auf einen Strahl mit einer Halbwertsbreite von 3–4° gebündelt wird und dann mittels einer Umlenkoptik daraus 3–4 Strahlen bildet, welche zusammen einen relativ schmalen Winkelbereich von 8–16° abdecken. Für jeden einzelnen dieser Strahlen wird getrennt die von einem Objekt reflektierten Anteile mit einer Erfassungseinrichtung erfasst. Ein Amplitudenvergleich der reflektierten Anteile für die einzelnen Strahlen ermöglicht einer Bestimmung der Richtung, in welcher das Objekt sich befindet. Die erreichbare Winkelauflösung, sowie der abgedeckte Winkelbereich sind nachteiligerweise durch den mechanischen Aufbau

festgelegt und beschränken somit den Einsatzbereich des Sensors.

[0006] Ein weiteres Verfahren sieht vor aus der Phase der reflektierten Strahlen die geometrische Anordnung des Objekts zu einer Sensoranordnung zu bestimmen. Eine Sensoranordnung sieht vor, dass eine geeignete Sendeeinrichtung den gesamten gewünschten Beobachtungsbereich ausleuchtet und eine Mehrzahl von Empfangseinrichtungen die vom Objekt reflektierten Signale erfassen. Die Empfangseinrichtungen bestimmen die Phase der einzelnen reflektierten Signale und eine Signalverarbeitungseinrichtung berechnet basierend auf diesen Phasensignalen die unterschiedlichen Weglängen, welche die reflektierten Signale zurückgelegt haben und damit die geometrische Anordnung des Objekts zu dem Fahrzeug. Ein Nachteil dieser Anordnung besteht darin, dass eine hohe Ausgangsleistung der Sendeeinrichtung benötigt wird, da für alle Empfangseinrichtungen ein Teil des Sendesignals für einen Empfangsmischer bereitgestellt werden muss und sich aufgrund der starken Dämpfung der verwendeten Frequenzen im Bereich von 76–81, 122–123 oder 126–150 GHz (oder höher) hohe Verluste in den erforderlichen Verteilernetzwerken ergeben.

[0007] Eine weitere Sensoranordnung sieht vor, nur eine Empfängereinrichtung zu verwenden und diese zeitlich sequenziell mit einer Mehrzahl von Antenneneinrichtungen zu verbinden. Der Nachteil dieser Vorrichtung ist, dass die Dauer für eine Messung mit allen Antenneneinrichtungen aufgrund des Multiplexverfahrens zu lange ist, als dass diese Vorrichtung für dynamische Situationen im Straßenverkehr verwendet werden kann.

[0008] Eine weitere Sensoranordnung sieht vor, die Empfangseinrichtung mit der Sendeeinrichtung zu kombinieren und diese zeitlich aufeinanderfolgend mit einer Mehrzahl von Antenneneinrichtungen zu verbinden. Diese Vorrichtung weist ebenfalls den Nachteil einer zu langen Messdauer auf.

Aufgabenstellung

[0009] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, welche kurze Messdauern ermöglichen und geringe Leistungsverluste aufweisen und die ohne eine der Sende- und Empfangseinrichtungen auf Hochfrequenzebene (77/122/140 GHz siehe oben) auskommt.

VORTEILE DER ERFINDUNG

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zur winkelaufgelösten Entfernungsbestimmung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und einem Verfahren zur winkelaufgelösten

ten Bestimmung unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 15 gelöst.

[0011] Die der vorliegenden Erfindung zu Grunde liegende Idee besteht darin, eine Mehrzahl an Sensormodulen in Abständen zueinander anzuordnen, wobei jedes Sensormodul eine lokale Oszillatoreinrichtung aufweist. Die Oszillatoreinrichtung generiert ein Oszillatorsignal, welches an eine Sendeempfangseinrichtung weitergeleitet wird, und das Oszillatorsignal abgestrahlt wird. Die Sende-/Empfangseinrichtung ist derart eingerichtet, dass sie von dem Objekt reflektierte Signale empfangen kann. Eine Phasendetektionseinrichtung ist mit einem Eingang mit der Oszillatoreinrichtung und mit einem zweiten Eingang mit der Sende-/Empfangseinrichtung verknüpft. Basierend auf dem Oszillatorsignal und den empfangenen reflektierten Signalen bestimmt die Phasendetektionseinrichtung ein Phasensignal. Eine Steuer- und Signalverarbeitungseinrichtung bestimmt basierend auf den Abständen der Sensormodule zueinander und den Phasensignalen eine Richtung des Objekts zu dem Sensormodul.

[0012] Die vorliegende Erfindung weist gegenüber dem bekannten Lösungsansatz den Vorteil auf, dass jedes Sensormodul eine eigene lokale Oszillatoreinrichtung aufweist. Eine Verteilungseinrichtung zum Verteilen des Mikrowellensignals von einer zentralen Oszillatoreinrichtung zu den einzelnen Sensormodulen wird daher nicht benötigt und damit werden die Verluste der Vorrichtung gering gehalten.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren für ein winkelaufgelöste Entfernungsbestimmung für ein Objekt unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass mindestens eine der Sende-/Empfangseinrichtungen der Sensormodule das Oszillatorsignal sendet. Die von dem Objekt reflektierten Strahlen werden mittels der Sende-/Empfangseinrichtung aus einer Richtung des Objekts empfangen. Basierend auf den empfangenen reflektierten Signalen und dem Oszillatorsignal wird ein Phasensignal bestimmt, welches wiederum die Grundlage für die Bestimmung der Richtung des Objekts zu einem Sensormodul mittels der Steuer- und Signalverarbeitungseinrichtung ist.

[0014] In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Patentanspruch 1 angegebenen Vorrichtung, sowie des im Patentanspruch 15 angegebenen Verfahrens.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung sind die Abstände der Sensormodule zueinander äquidistant oder in einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die Abstände unterschiedlich groß. Äquidistante Abstände weisen den Vorteil auf, dass ein hohes Signal zu Rausch Verhältnis erreichbar ist.

Hingegen weist eine Anordnung mit unterschiedlich großen Abständen den Vorteil auf, dass dadurch die Zahl der Mehrdeutigkeiten für die Richtungsbestimmung reduzierbar ist.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist in Abstrahlrichtung eines der Sensormodule eine Kolimationseinrichtung aus einer Linse und/oder einem dielektrischen Polyrod angeordnet. Diese Kolimationseinrichtungen ermöglichen eine Signalerhöhung der gesendeten Oszillatorsignale, sowie der empfangenen reflektierten Signale in oder aus gewünschten Richtungen.

[0017] Gemäß einer weiteren Weiterbildung ist in Abstrahlrichtung eines der Sensormodule ein quasi optischer Filter angeordnet, womit sich eine Unterdrückung von Mehrdeutigkeiten aus bestimmten Richtungen erreichen lässt.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist mindestens eine der Phasendetektionseinrichtung eine steuerbaren Filtereinrichtung mit einer einstellbaren Filtercharakteristik auf. Eine weitere bevorzugte Weiterbildung sieht vor, dass mindestens eines der Sensormodule eine steuerbaren Oszillatoreinrichtung mit einstellbarer Oszillatorfrequenz aufweist. Eine besonders bevorzugte Weiterbildung sieht vor, dass die Steuer- und Verarbeitungseinrichtung mit mindestens einem der Sensormodule verbunden ist, um mit Steuersignalen die Filtereinrichtung und/oder die Oszillatorfrequenz des Sensormoduls einzustellen. Dies ermöglicht die Oszillatorfrequenzen der einzelnen Sensormodule auf getrennte Frequenzen einzustellen und über die Filtercharakteristiken nur die Phasensignale zu bestimmen, deren zugeordneten reflektierten Signale von einem bestimmten Sensormodul emittiert wurden. Hierbei ist es von besonderem Interesse, dass die einzelnen Sensormodulen mit verschiedenen Frequenzen senden und nur die reflektierten Signale in den Phasensignalen berücksichtigen, welche die gleiche Frequenz wie das Oszillatorsignale des jeweiligen Sensormoduls aufweist. Auf diese Weise kann ein Multiplex-Verfahren im Frequenzbereich realisiert werden.

[0019] Gemäß einer weiteren Weiterbildung weist die Phasendetektionseinrichtung einen Mischer zum Entmischen des empfangenen reflektierten Signals auf.

[0020] Gemäß einer weiteren Weiterbildung ist die Phasendetektionseinrichtung derart eingerichtet, dass das Phasensignal mittels direkter Abtastung des empfangenen reflektierten Signals bestimmbar ist.

[0021] Gemäß einer weiteren Weiterbildung sind mindestens zwei Oszillatoreinrichtungen nicht zueinander synchronisiert.

[0022] Gemäß einer weiteren Weiterbildung ist eine Synchronisationseinrichtung vorgesehen, mit welcher mindestens zwei Oszillatoreinrichtungen synchronisierbar sind. Zusätzlich können die Oszillatoreinrichtungen eine Phasenregelschleife aufweisen. Dies ermöglicht die Oszillatoreinrichtung mit Hilfe eines niederfrequenten Signals zueinander zu synchronisieren.

[0023] Gemäß einer weiteren Weiterbildung sind die Sensormodule entlang einer Linie oder flächig angeordnet.

[0024] Gemäß einer weiteren Weiterbildung werden die Oszillatorsignale zweier Sensormodule derart mittels der Steuer- und Signalverarbeitungseinrichtung eingestellt, dass sie unterschiedliche Oszillatorfrequenzen aufweisen.

[0025] Gemäß einer weiteren Weiterbildung ändert die Steuer- und Signalverarbeitungseinrichtung die Oszillatorfrequenz des Oszillatormoduls gemäß einer Frequenzrampe über die Zeit.

[0026] Gemäß einer weiteren Weiterbildung wird die Oszillatorfrequenz der Oszillatormodule gemäß der selben Frequenzrampe nach einem Zeitversatz geändert, wobei der Zeitversatz für die einzelnen Sensormodule verschieden ist. Auf diese Weise sind die einzelnen Oszillatorfrequenzen der Sensormodule zu jedem Zeitpunkt verschieden. Zugleich lässt sich durch die Frequenzrampe ein FMCW-Verfahren (Frequenzmoduliertes Dauerstrichverfahren) zur Bestimmung der Entfernung des Objekts zu den Sensoren ermöglichen.

[0027] Gemäß einer weiteren Weiterbildung wird eine Filtercharakteristik einer Filtereinrichtung der Phasendetektionseinrichtung von mindestens einem der Sensormodule derart eingestellt, dass die Phasendetektionseinrichtung nur Phasensignale bestimmt, welche auf den von diesem Sensormodul abgestrahlten Signale basieren. Dies ermöglicht einen parallelen Betrieb der Sensormodule mit hoher Winkelauflösung.

[0028] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung erfasst die Phasendetektiveinrichtung nur Phasensignale, welche auf von einem zweiten Sensormodul abgestrahlten Signalen basieren. Dabei ergibt sich zwar eine geringere Winkelauflösung ab in der zuvor genannten Weiterbildung, dafür aber geringere Probleme mit Mehrdeutigkeiten von verschiedenen Richtungen.

ZEICHNUNGEN

[0029] Ausführungsbeispiele der Erfindung, sowie vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Figuren der Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden

Beschreibung näher erläutert.

[0030] In den Figuren zeigen:

[0031] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0032] [Fig. 2](#) eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0033] [Fig. 3](#) eine zweite schematische Seitenansicht des Ausführungsbeispiels aus einer zweiten orthogonalen Richtung;

[0034] [Fig. 4a–Fig. 4d](#) schematische Darstellungen von vier Ausführungsformen eines Sensormoduls;

[0035] [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung einer Verschaltung einer Ausführungsform;

[0036] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung einer Synchronisation zweier Oszillatoreinrichtungen;

[0037] [Fig. 7](#) eine schematische Darstellung eines Frequenzverlaufs; und

[0038] [Fig. 8](#) eine schematischen Darstellung eines Frequenzverlaufs einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Ausführungsbeispiel

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0039] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten, soweit nichts gegenteiliges angegeben ist.

[0040] In [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer vorliegenden Erfindung in einer Seitenansicht dargestellt. Auf einem Träger **1** sind eine Mehrzahl von Sensormodulen **2¹, 2², 2³, 2ⁿ** angeordnet. Dieser Träger **1** kann z. B. an einer Oberfläche an einer Frontseite eines Fahrzeuges angebracht sein. In der dargestellten Ausführungsform sind die Sensormodule **2¹, 2², 2³, 2ⁿ** entlang einer Raumrichtung *x* mit den Abständen *d₁, d₂* angeordnet. Die Abstände *d₁, d₂* können im Bereich von 1 mm bis 4 cm liegen.

[0041] In einer zur Richtung *x* orthogonalen Raumrichtung *y* z. B. in Fahrtrichtung des Fahrzeuges, befindet sich ein Objekt *K* mit dem Objektabstand *D* zu den Sensormodulen **2¹, 2², 2³, 2ⁿ**. Die Wegstrecken **2¹, 2², 2³, 2ⁿ** zwischen den Sendemodulen **2¹, 2², 2³, 2ⁿ** und dem Objekt *K* sind im Allgemeinen unterschiedlich lang. Die Wegstrecken *S¹, S², S³, Sⁿ* nehmen zu der Richtung *y* einen Winkel *a¹, a², a³, aⁿ* ein, welche sich ebenfalls unterscheiden. Aus geometri-

schen Überlegungen ergibt sich, dass die Winkel a^1 , a^2 , a^3 , a^n aus den Längen der Wegstrecken S^1 , S^2 , S^3 , S^n und den Abständen d_1 , d_2 eindeutig bestimmbar sind. Nachfolgend werden die Winkel a^1 , a^2 , a^3 , a^n auch als Richtung des Objekts K zu den Sensormodulen S^1 , S^2 , S^3 , S^n bezeichnet.

[0042] In der beschriebenen Ausführungsform sendet jedes Sensormodul 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n ein Oszillatorsignal mit einer Oszillatorfrequenz. Diese Oszillatorsignale werden von dem Objekt K zum Teil wieder zu den Sensormodulen 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n reflektiert. Die Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n sind derart eingerichtet, dass sie die Phasendifferenz des reflektierten Signals zu dem Oszillatorsignal bestimmen können. Dabei berücksichtigt jedes Sendemodul 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n nur jeweils das reflektierte Signal, welches aus einem von diesen Sendemodulen 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n gesendeten Oszillatorsignal hervorgeht. Die durch die Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n bestimmten Phasendifferenzen sind abhängig von den Längen der Wegstrecken S^1 , S^2 , S^3 , S^n zwischen den Sensormodulen 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n und dem Objekt K. Die Phasendifferenzen werden als Phasensignale einer Signalverarbeitung zugeführt, welche basierend auf den Differenzen der Phasensignale die Längenunterschiede der Wegstrecken S^1 , S^2 , S^3 , S^n und die Winkel a^1 , a^2 , a^3 , a^n bestimmen kann. Eine relative Phaseninformation der einzelnen Oszillatorsignale der verschiedenen Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n zueinander wird nicht benötigt, einzig die Phasendifferenz des jeweiligen Oszillatorsignals zu dem reflektierten Signal muss von den jeweiligen Sensormodulen bestimmt werden. Die Winkel können mit Hilfe einer Fouriertransformation und/oder adaptiven Verfahren wie z. B. dem sog. „Minimum Variance Beamforming“ bestimmt werden. Entsprechende Verfahren werden für Radar- und Sonarsysteme verwendet.

[0043] Bei der Bestimmung des Objekts K und der Richtung a^1 , a^2 , a^3 , a^n des Objekts K ergeben sich Mehrdeutigkeiten, welche u.a. von den Abständen d_1 , d_2 abhängen. Bei einer äquidistanten Anordnung der Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n mit einem Abstand d_1 , d_2 von einer Wellenlänge des Oszillatorsignals ergibt sich eine Mehrdeutigkeit für einen Winkel a^1 , a^2 , a^3 , a^n und die Winkel, welche um 30° bzw. kleiner als der Winkel a^1 , a^2 , a^3 , a^n sind. Mit zunehmendem Abstand d_1 , d_2 der Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n wird der Winkelbereich, in dem sich eine Mehrdeutigkeit ergibt kleiner und dementsprechend ergeben sich mehr Mehrdeutigkeiten innerhalb des beobachteten Winkelbereichs. Die Abstände d_1 , d_2 liegen im Bereich von $\frac{1}{2}$ bis 5 λ , wobei λ die Wellenlänge des Oszillatorsignals angibt.

[0044] Bei einer Anordnung der Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n mit verschiedenen großen Abständen reduzieren sich die Mehrdeutigkeiten. Allerdings ergibt sich bei dieser Anordnung eine stärkere Überlagerung der

reflektierten Signale von Objekten, die gleiche Entfernung und Geschwindigkeit aufweisen und sich nur im Winkel unterscheiden. Dadurch können schwächere Objekte durch stärkere Objekte maskiert.

[0045] Die Oszillatorfrequenzen der einzelnen Sensormodulen 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n können verschieden sein. Zumindest werden sie in einer Ausführungsform für jeden Zeitpunkt verschieden gewählt. Auf diese Weise ist eine Zuordnung der reflektierten Signale zu den einzelnen Sensormodulen 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n möglich. Alternativ kann auch ein Zeit-Multiplexverfahren verwendet werden, bei welchem die Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n zeitlich versetzt zueinander ein Oszillatorsignal senden und die reflektierten Signale empfangen. Ebenso ist eine Kombination der beiden Multiplexverfahren denkbar, um einerseits den Vorteil des parallelen Senden und Empfangens mithilfe des Frequenz-Multiplex-Verfahrens zu nützen und andererseits nur eine begrenzte Anzahl an Sendefrequenzen zu benötigen.

[0046] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass nicht alle Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n ein Oszillatorsignal senden. Beispielsweise sendet nur das Sensormodul 2^1 ein Oszillatorsignal, und die reflektierten Anteile des Oszillatorsignals werden von den Sensormodulen 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n empfangen. Die Phasendifferenz des reflektierten Signals, welches das Sensormodul 2^2 empfängt, zu einem Oszillatorsignal des Sensormoduls 2^2 wird dadurch festgelegt, dass das Oszillatorsignal des Sensormoduls 2^2 zu dem Oszillatorsignal des Sensormoduls 2^1 synchronisiert wird. Die so bestimmten Phasendifferenzen werden von Sensormodulen 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n als Phasensignale an eine Signalverarbeitungseinrichtung übermittelt und basierend auf den Unterschieden der Phasensignale die Längen der Wegstrecken S^1 , S^2 , S^3 , S^n und die Winkel a^1 , a^2 , a^3 , a^n bestimmt werden. Der Vorteil eines einzelnen Senders liegt darin, dass weder ein Frequenz- noch ein Zeitmultiplexverfahren benötigt wird. Bei zwei oder mehr sendenden Sensormodulen 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n sind entsprechende Multiplexverfahren zu verwenden.

[0047] In der zuvor beschriebenen Ausführungsform werden die Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n so eingerichtet, dass sie nicht alle ein Oszillatorsignal senden. Eine zweite Möglichkeit, nur einen einzelnen quasiaktiven zu erreichen, ist, die Oszillatorfrequenz des Sendemoduls 2^1 auf eine erste Oszillatorfrequenz einzustellen und Oszillatorfrequenzen der anderen Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n auf eine andere oder mehrere andere Oszillatorfrequenzen einzustellen. In den Sensormodulen 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n ist eine Filtereinrichtung vorzusehen, welche nur Phasensignale mit der ersten Oszillationsfrequenz des Sensormoduls 2^1 basieren lässt. Auf diese Weise werden die Phasensignale, welche auf den Oszillatorsignalen der zweiten Sensormodule 2^1 , 2^2 , 2^3 , 2^n basieren, un-

terdrückt.

[0048] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Auf einem Träger **1**, welcher an einem Fahrzeug angebracht sein kann, sind eine Mehrzahl an Sensormodulen **2¹, 2², 2³, 2ⁿ** beabstandet mit den Abständen d_1, d_2 angeordnet. Optional können oberhalb der Sensormodule **2¹, 2², 2³, 2ⁿ** dielektrische Polyrods **3** angeordnet sein. Die Polyrod **3** sind kegelförmige dielektrische Stäbe, welche als Kolimationseinrichtung verwendet werden können. Durch ein Polyrod **3** mit einer Länge von 3λ wird der Sende- und Empfangswinkel des Sensormoduls auf etwa $\pm 20^\circ$ eingeschränkt. Vorteilhafterweise lassen sich so Mehrdeutigkeiten der Winkelbestimmung verringern, wenn Mehrdeutigkeiten erst bei Winkeln auftreten, welche größer als $\pm 20^\circ$ sind. Dazu sind der Signalverarbeitungseinrichtung entsprechende Berechnungsroutinen bereitzustellen, welche nur Winkel innerhalb des Sende- und Empfangswinkels berücksichtigen. Durch eine optische Linse **5**, z.B. einer zylindrischen Linse, wird die Signalintensität in einem erwünschten Winkelbereich erhöht und somit einer Verbesserung des Signal-zu-Rausch Verhältnisses ermöglicht. Eine weitere Unterdrückung der Mehrdeutigkeiten kann durch ein sog. quasioptisches Filter **6** erreicht werden. Dieser quasioptische Filter **6** besteht aus mehreren dielektrischen Schichten, welche in Richtung y aufeinander angeordnet sind. Der quasioptische Filter **6** weist eine Transmissionscharakteristik auf, welche von der Frequenz des Signals und dem Einfallswinkel des Signals zu dem quasioptischen Filter **6** abhängt. Dies wird genutzt, um Signale mit einer Oszillationsfrequenz aus einer Richtung transmittieren zu lassen und aus anderen Richtungen zu unterdrücken. Die Information über die Filtercharakteristik wird der Signalverarbeitung zur Unterdrückung der Mehrdeutigkeiten zugeführt.

[0049] In [Fig. 3](#) ist eine Seitenansicht der vorhergehenden Ausführungsform aus einer zweiten Raumrichtung dargestellt. Eine Anordnung der Sensormodule **2¹, 2², 2³, 2ⁿ** kann in einer oder mehreren Reihen erfolgen. Die Sensormodule können **2¹, 2², 2³, 2ⁿ** einzelne integrierte Bauelemente sein, oder zusammen auf dem Träger **1** integriert hergestellt werden.

[0050] In den [Fig. 4a-d](#) sind vier Ausführungsformen eines Sensormoduls **2** dargestellt. Die [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) zeigen jeweils eine Heterodyn- und [Fig. 4c](#) und [Fig. 4d](#) jeweils eine Homodyn-Detektion. In [Fig. 4a](#) ist ein lokaler Oszillator **21a** dargestellt, welcher mit einer Sendeeinrichtung **20** verbunden ist. Der lokale Oszillator **21a** erzeugt ein Oszillatorsignal mit einer Frequenz im Bereich von 76-81 GHz, 122-123 GHz (siehe oben) oder 126-145 GHz. Der lokale Oszillator **21** kann so eingerichtet sein, dass seine Oszillationsfrequenz einstellbar ist. Außerdem kann der lokale Oszillator **21a** eine Phasenregel-

schleife aufweisen, welche eine Synchronisation des Oszillatorsignals mit einem niederfrequenten zugeführten Signal ermöglicht. Die Oszillatoreinrichtung ist über einen Pfad mit einer Sende-/Empfangseinrichtung **20** verbunden. Die Sende-/Empfangseinrichtung **20** weist eine Antenneneinrichtung auf. Die Sende-/Empfangseinrichtung kann freigeschaltet werden und sendet dann das Oszillatorsignal **110** über die Antenneneinrichtung. Über die Sende-/Empfangseinrichtung kann ein reflektiertes Signal **111** empfangen werden. Über eine Kopplungseinrichtung **23a** an dem lokalen Oszillator **21a** und einer Kopplungseinrichtung **23b**, welche in der Nähe der Sende-/Empfangseinrichtung angeordnet ist, werden das Oszillatorsignal **110** und das reflektierte Signal **111** einer Phasendetektionseinrichtung **30** zugeführt. In [Fig. 4a](#) weist die Phasendetektionseinrichtung **30** einen zweiten lokalen Oszillator **21b** auf, dessen Oszillatorsignal dem Oszillatorsignal **110** des lokalen Oszillators **21a** und dem reflektierten Signal **111** mithilfe zweier Mischer **25a** und **25b** zugemischt wird. Die beiden auf diese Weise gemischten Signale werden einem dritten Mischer **24** zugeführt, und so das reflektierte Signal **111** mit dem Oszillatorsignal entmischt. Der Mischer **24** kann ein Gegentaktmischer sein. Das entmischte Signal **112** beinhaltet ein Phasensignal **100**, welches von der Phasendifferenz des Oszillatorsignals **110** und des reflektierten Signals abhängt. Eine Filtereinrichtung **27** ist dem Mischer **24** nachgeschaltet, um höherfrequente Anteile des entmischten Signals **112** auszufiltern. Die Filtereinrichtung **27** kann eine einstellbare Filtercharakteristik aufweisen. Die Filtercharakteristik des Filters **27** wird derart eingestellt, dass nur reflektierte Signale **111** im Phasensignal **100** berücksichtigt werden, welche nahezu dieselbe Frequenz wie das Oszillatorsignal aufweisen. Bei einem Frequenzmultiplex-Verfahren bestimmt somit das Sensormodul **2** nur Phasensignale **100**, welche mit dem von ihm gesendeten Oszillatorsignal **110** korrespondieren. Damit reflektierte Signale **111** in dem Phasensignal **100** berücksichtigt werden, welche aufgrund einer Dopplerverschiebung eine geänderte Frequenz bezüglich des Oszillatorsignals **110** aufweisen, kann die Filtercharakteristik des Filters **27** ein entsprechend breites Filterband aufweisen. In einem anderen Verfahren wird die Filtercharakteristik so eingestellt, dass nur reflektierte Signale **111** im Phasensignal berücksichtigt werden, welche dieselbe Frequenz wie das Oszillatorsignal eines primären oder zentralen Sensormoduls **2¹** aufweisen.

[0051] In [Fig. 4b](#) ist die Kopplungseinrichtung **24b** durch eine Zirkulatoreinrichtung **26** ersetzt.

[0052] Die [Fig. 4c](#) und [Fig. 4d](#) zeigen eine Homodyndetektionseinrichtung. Die Phasendetektionseinrichtung **30** weist in beiden Fällen nur noch eine Mischeinrichtung **24** auf. Der Mischeinrichtung **24** werden Anteile des Oszillatorsignals **110** und des re-

flektierten Signals **111** über zwei Kopplungseinrichtungen **23a** und **23b** zugeführt. Das durch die Mischeinrichtung **24** entmischte Signal **112** wird wie zuvor einer Filtereinrichtung **27** zugeführt, um das Phasensignal **100** zu bestimmen. In [Fig. 4d](#) ist die Kopplungseinrichtung **23b** durch eine Zirkulatoreinrichtung **26** ersetzt.

[0053] In [Fig. 5](#) ist eine schematische Darstellung der Signalführung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die Sensormodule **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ** geben jeweils ihre Phasensignale **100¹**, **100²**, **100³**, **100ⁿ** aus. Die Phasensignale **100¹**, **100²**, **100³**, **100ⁿ** werden entsprechend parallel bei dem beschriebenen Frequenz-Multiplex-Verfahren bzw. aufeinanderfolgend bei einem Zeit-Multiplex-Verfahren bestimmt und ausgegeben. Die Phasensignale **100¹**, **100²**, **100³**, **100ⁿ** werden einer Wandlungseinrichtung **8** zugeführt. Die Wandlungseinrichtung **8** weist einen Analog-Digital-Wandler auf. Die digitalisierten Phasensignale **100¹**, **100²**, **100³**, **100ⁿ** werden einer Signalverarbeitungs- und Steuerungseinrichtung **10** zugeführt. Diese Signalverarbeitungs- und Steuerungseinrichtung **10** bestimmt basierend auf den digitalisierten Phasensignalen **100¹**, **100²**, **100³**, **100ⁿ** die Längen der Wegstrecken **S¹**, **S²**, **S³**, **Sⁿ** und die Winkel **a¹**, **a²**, **a³**, **aⁿ**. Zudem kann die Signalverarbeitungs- und Steuereinrichtung über Steuersignale **102¹**, **102²**, **102³**, **102ⁿ** die Oszillatorfrequenzen der einzelnen Sensormodule **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ** und die Filtercharakteristiken der Sensormodule verändern. Außerdem können Steuersignale vorgesehen sein, welche die Sende-Empfangsmodule **20** freischalten, so dass die Sende-/Empfangseinrichtungen **20** das Oszillatorsignal **110** senden.

[0054] In [Fig. 6](#) ist eine schematische Darstellung einer Synchronisation zweier Oszillatoreinrichtungen dargestellt. Eine Oszillatoreinrichtung **21** eines ersten Sensormoduls **2¹** ist mit einer ersten Phasenregelschleife **29¹** verbunden. Analog ist eine Oszillatoreinrichtung **21²** mit einer zweiten Phasenregelschleife **29²** verbunden. Die Phasenregelschleifen **29¹** und **29²** sind mit einer niederfrequenten Oszillatoreinrichtung **50** verbunden. Diese generiert ein Oszillatorsignal, welches sich mit geringen Verlusten verteilen lässt. Mittels der beiden Phasenregelschleifen **29¹** und **29²** wird eine phasenstarre Anbindung der Oszillatorsignale der beiden Oszillatoreinrichtungen **21¹** und **21²** an die niederfrequente Oszillatoreinrichtung **50** erreicht. Der Vorteil gegenüber einer Verteilung des hochfrequenten Oszillatorsignals mit der Oszillatorfrequenz **w** durch eine zentrale Oszillatoreinrichtung, liegt in den geringeren Verlusten.

[0055] In den beschriebenen Ausführungsbeispielen wurde darauf hingewiesen, dass eine Entkopplung der Sensormodule **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ** bei mehreren freigeschalteten Sende-/Empfangseinrichtungen **2** verwendet wird und dies mit einem Frequenz-Multiplex-

Verfahren erreicht werden kann. Der Vorteil des Frequenz-Multiplex-Verfahrens ist, dass die Sende-/Empfangseinrichtungen **2** gleichzeitig betreiben werden können. Jedoch ergeben sich bei einer Frequenzdifferenz zwischen den Oszillatorfrequenzen zweier Oszillatorsignale **110** bei gleicher Signalstrecke **S¹**, **S²**, **S³**, **Sⁿ** unterschiedliche Phasendifferenzen. Die Signalverarbeitungseinrichtung interpretiert dies fehlerhafterweise als Winkel zwischen den Signalstrecken **S¹**, **S²**, **S³**, **Sⁿ**. Da die Phasendifferenz proportional dem Produkt der Oszillatorfrequenz und der Länge der Signalstrecke **S¹**, **S²**, **S³**, **Sⁿ** ist, wachsen die Fehler in der Winkelbestimmung mit zunehmender Oszillatorfrequenz und zunehmender Entfernung des Objekts **K**. Eine Korrektur der fehlerhaft bestimmten Winkel ist bei Kenntnis der Oszillatorfrequenzen möglich, wenn die Entfernungen mit erhöhter Genauigkeit bestimmbar sind. Jedoch ist der dafür notwendige Aufwand erheblich.

[0056] In [Fig. 7](#) wird eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, welche vorsieht die Oszillatorfrequenz **w** gemäß der dargestellten Frequenzkurve über die Zeit **t** zu ändern. Dabei wird die Frequenz gemäß einer oder mehrerer Frequenzrampen **201**, **202**, **203**, **204** mit verschiedener Steigung verändert. Die Dauer einer Rampe sei **T**. Ein Modulationsverfahren, welches den in [Fig. 7](#) dargestellten Frequenzverlauf verwendet ist das Dauerstrichfrequenzmodulationsverfahren (FMCW). Dieses Frequenzmodulationsverfahren ist aufgrund seiner einfachen Umsetzbarkeit für einen Einsatz in Fahrzeugen geeignet. Die verschiedenen Steigungen der Rampen **201**, **202**, **203**, **204** ermöglichen eine Unterscheidung des Beitrags der Länge des Signalstrecke **S¹**, **S²**, **S³**, **Sⁿ** und einer Dopplerverschiebung durch ein bewegtes Objekt **K** zu der bestimmten Phasendifferenz.

[0057] [Fig. 8](#) zeigt den Verlauf des Oszillatorfrequenz für die Oszillatorsignale der einzelnen Sensormodule **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**. Diese ändern ihre Oszillationsfrequenz **w** gemäß dem Frequenzverlauf der [Fig. 7](#), jedoch werden die Frequenzverläufe mit einem geringen Zeitversatz **dt** zueinander ausgeführt. Somit sind zu einem Zeitpunkt alle Frequenzen der Sensormodule **2** verschieden und weisen im Minimum die Frequenzdifferenz **dw** auf. Jedoch können zur Auswertung der Phasensignale die jeweils um **dt** zeitversetzt bestimmten Phasensignale verwendet werden. Auf diese Weise werden Fehler in der Winkelbestimmung durch unterschiedliche Oszillatorfrequenzen **w** vermieden. Ein Fehler ergibt sich in der Winkelbestimmung dadurch, dass das Fahrzeug und/oder das Objekt **K** sich innerhalb der Zeitspanne **dt** bewegt und somit innerhalb dieser Zeitspanne sich entsprechend die Winkel **a¹**, **a²**, **a³**, **aⁿ** und die Signalstrecken **S¹**, **S²**, **S³**, **Sⁿ** ändern. Die Zeitdifferenz **dt** ist deutlich geringer als die Dauer **T** einer Rampe zu wählen. Des weiteren ist die Modulationsgeschwindigkeit gemäß dem

Frequenzverlauf nach [Fig. 7](#) so schnell, dass sich innerhalb einer Periode das Fahrzeug nur geringfügig bewegt und damit die Fehler in der Winkelbestimmung sehr gering bleiben.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur winkelaufgelösten Entfernung- und Geschwindigkeitsbestimmung eines Objekts (K), mit einer Mehrzahl an Sensormodulen (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) welche in Abständen (d_1 , d_2) zueinander angeordnet sind, wobei ein Sensormodul (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) eine lokale Oszillatoreinrichtung (**21**, **21a**) zum Generieren eines Oszillatorsignals (**110**) aufweist, welches an eine Sende-/Empfangseinrichtung (**20**) weitergeleitet wird, wobei die Sende-/Empfangseinrichtung (**20**) das Oszillatorsignal (**110**) senden kann und wobei die Sende-/Empfangseinrichtung (**20**) derart eingerichtet ist, dass sie von dem Objekt (K) reflektierte Signale (**111**) empfangen kann, und eine Phasendetektionseinrichtung (**30**) aufweist, welche mit einem Eingang an die Oszillatoreinrichtung (**21**, **21a**) und mit einem zweiten Eingang an die Sende-/Empfangseinrichtung (**20**) gekoppelt ist und basierend auf dem Oszillatorsignal (**110**) und den empfangenen reflektierten Signalen (**111**) ein Phasensignal (**100**) bestimmt; und wobei ein Ausgang der Phasendetektionseinrichtung (**30**) der Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) mit einer Steuer-/und Signalverarbeitungseinrichtung (**10**) verbunden ist, welche basierend auf den Abständen (d) und den Phasensignalen (**100**) eine Richtung (a^1 , a^2 , a^3 , a^n) des Objekts (K) zu den Sensormodulen (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) bestimmt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Abstände (d_1 , d_2) äquidistant sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Abstände (d_1 , d_2) verschieden groß sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens in Abstrahlrichtung eines der Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) eine Kollimationseinrichtung (**3**, **5**) aus einer Linse (**5**) und/oder einem dielektrischem Polyrod (**3**) angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens in Abstrahlrichtung eines der Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) ein quasiop-tischer Filter (**6**) angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eine der Phasendetektionseinrichtung (**30**) eine steuerbare Filtereinrichtung (**27**) mit einer einstellbaren Filtercharakteristik aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, wobei mindestens eines der Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) eine steuerbare Oszillatoreinrichtung (**21**, **21a**) mit einstellbarer Oszillatorfrequenz (w) aufweist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei die Steuer- und Verarbeitungseinrichtung (**10**) mit mindestens einem der Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) verbunden ist, um mit Steuersignalen (**100¹**, **100²**, **100³**, **100ⁿ**) die Filtereinrichtung (**27**) und/oder die Oszillatorfrequenz (w) des Sensormoduls (**2**) einzustellen.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Phasendetektionseinrichtung (**30**) einen Mischer (**24**) zum Entmischen des empfangenen reflektierten Signals (**111**) aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Phasendetektionseinrichtung (**30**) derart eingerichtet ist, dass das Phasensignal (**100**) mittels direkter Abtastung des empfangenen reflektierten Signals (**111**) bestimmbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Oszillatoreinrichtungen (**21**, **21a**) mindestens zweier Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) nicht zueinander synchronisiert sind.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Synchronisationseinrichtung (**50**) vorgesehen ist, mit welcher die Oszillatoreinrichtungen (**21¹**, **21²**) mindestens zweier Oszillatoreinrichtungen (**21¹**, **21²**) synchronisierbar sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Oszillatoreinrichtungen (**21¹**, **21²**) eine Phasenregelschleife (**29¹**, **29²**) aufweisen.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) entlang einer Linie oder flächig angeordnet sind.

15. Verfahren für eine winkelaufgelöste Entfernung- und Geschwindigkeitsbestimmung eines Objekts (K) unter Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 1, mit den Schritten:

Senden des Oszillatorsignals (**110**) von mindestens einem der Sende-/Empfangsmodule (**20**) der Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**).

Empfangen von an dem Objekt (K) reflektierter Signale (**111**) mittels der Sende-/Empfangseinrichtung (**20**) aus einer Richtung (a^1 , a^2 , a^3 , a^n);

Bestimmen eines Phasensignals (**100**) basierend auf dem Oszillatorsignal (**110**) und den empfangenen reflektierten Signalen (**111**);

Bestimmen der Richtung (a^1 , a^2 , a^3 , a^n) mittels der Steuer- und Verarbeitungseinrichtung (**10**) basierend auf den Abständen (d) der Sensormodule zueinander und den bestimmten Phasensignalen (**100**).

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Steuer- und Signalverarbeitungseinrichtung die Oszillatormodule (**21**, **21a**) derart einstellt, dass die Oszillatorsignale (**110**) je zweier Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) unterschiedliche Oszillatorfrequenzen (ω) aufweisen.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 16, wobei die Steuer- und Verarbeitungseinrichtung die Oszillatorfrequenz (ω) der Oszillatormodule (**21**, **21a**) gemäß einer Frequenzrampe (**201¹**, **201²**, **201³**, **201⁴**) über die Zeit ändert.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die Oszillatorfrequenz (ω) der Oszillatormodule (**21**, **21a**) gemäß der selben Frequenzrampe (**201¹**, **201²**, **201³**, **201⁴**) nach einem Zeitversatz (dt) geändert wird, wobei der Zeitversatz (dt) für die einzelnen Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) verschieden ist, sodass zu jedem Zeitpunkt die Oszillatorsignale (**110**) je zweier Sensormodule (**2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) unterschiedliche Oszillatorfrequenzen aufweisen.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, wobei eine Filtercharakteristik einer Filtereinrichtung (**27**) der Phasendetektionseinrichtung (**30**) von mindestens einem der Sensormodule (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) derart eingestellt wird, dass die Phasendetektionseinrichtung (**30**) nur Phasensignale (**100**) bestimmt, welche auf den von diesem Sensormodul (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) gesendeten Signalen (**110**) basieren.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16–18, wobei die Filtercharakteristik einer Filtereinrichtung (**27**) der Phasendetektionseinrichtung eines zweiten Sensormoduls (**2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) derart eingestellt wird, dass die Phasendetektionseinrichtung (**30**) nur Phasensignale (**100**) bestimmt, welche auf von einem ersten zweiten Sensormodul (**2**, **2¹**, **2²**, **2³**, **2ⁿ**) gesendeten Signalen (**110**) basieren.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

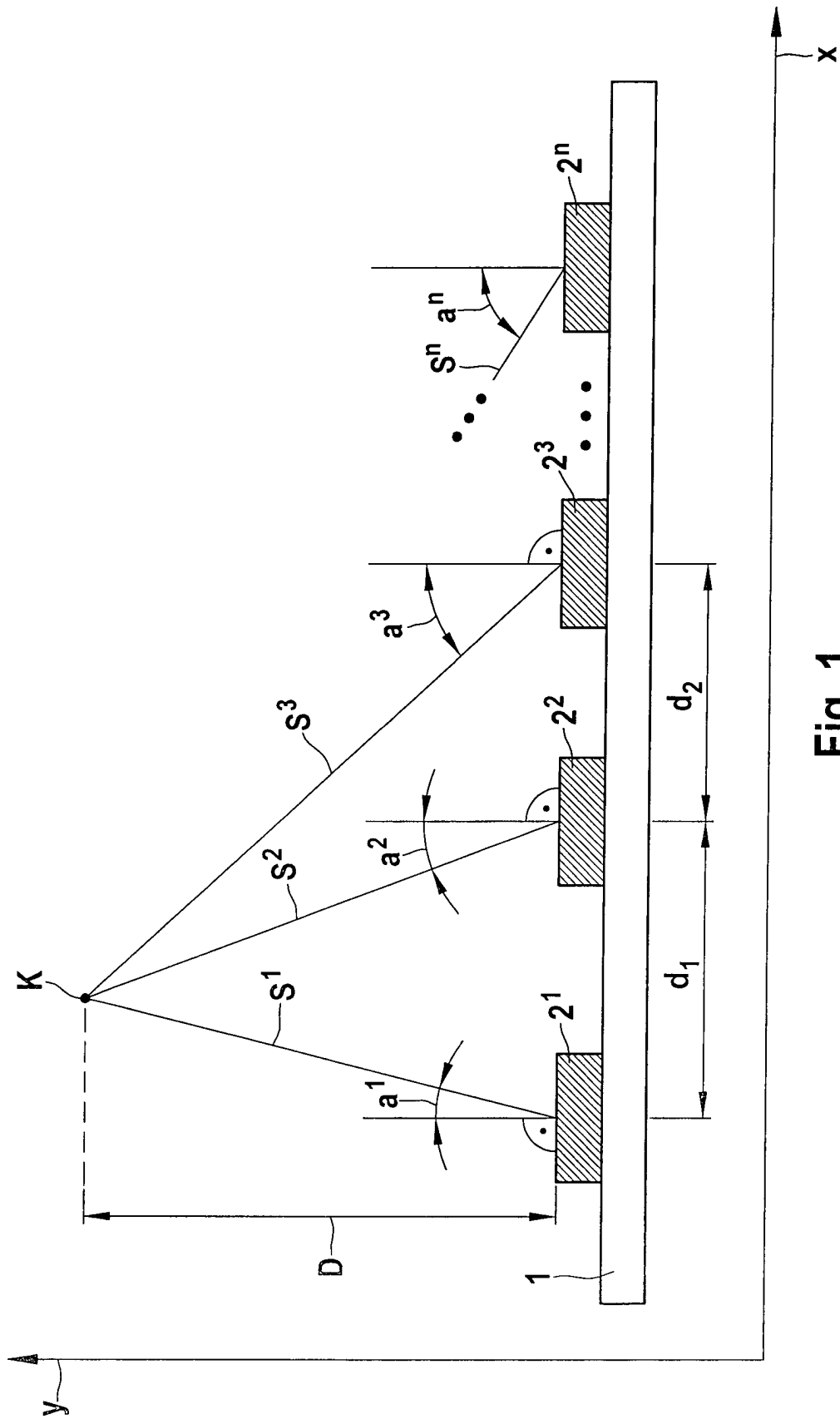


Fig. 1

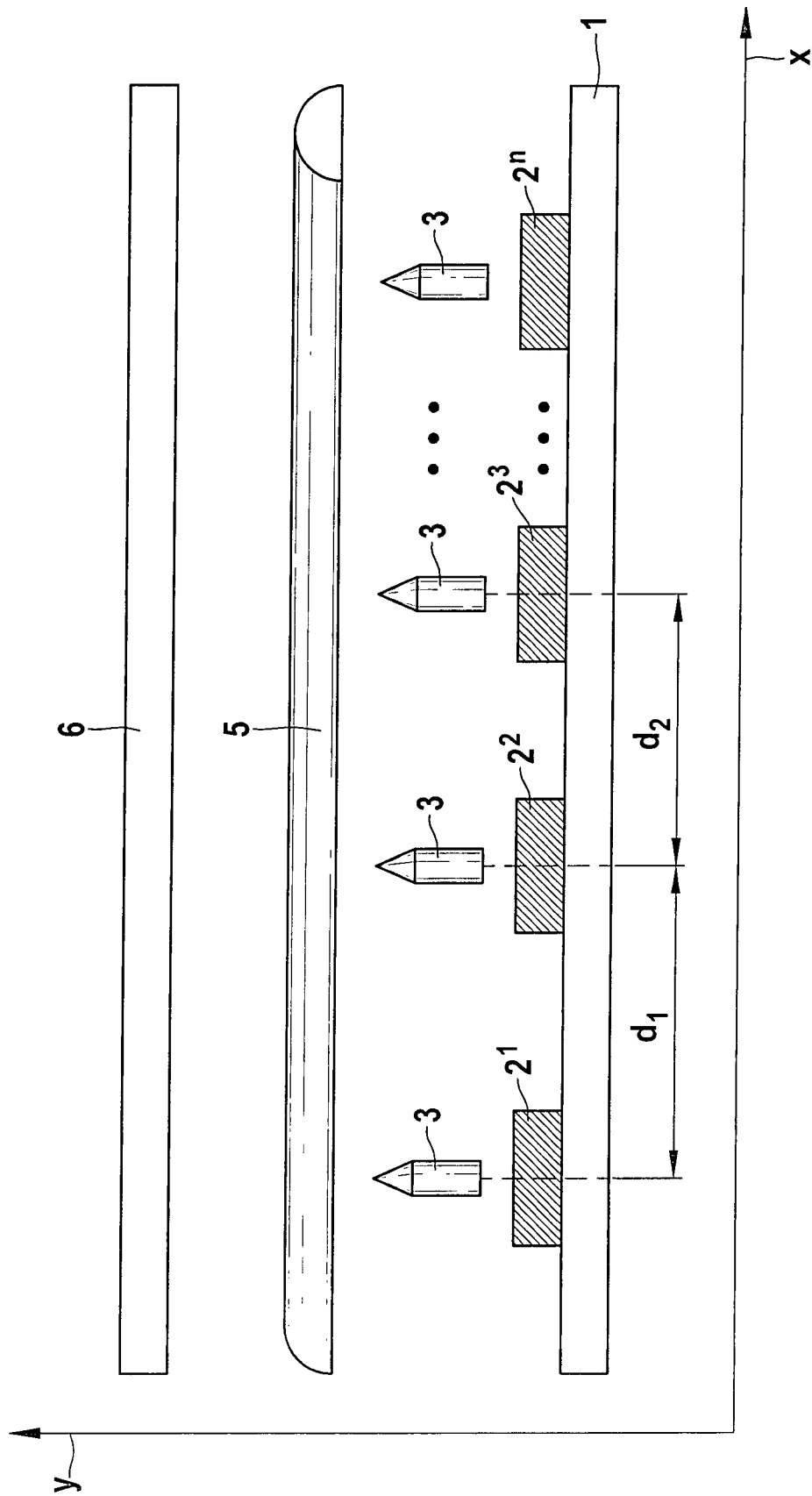


Fig. 2

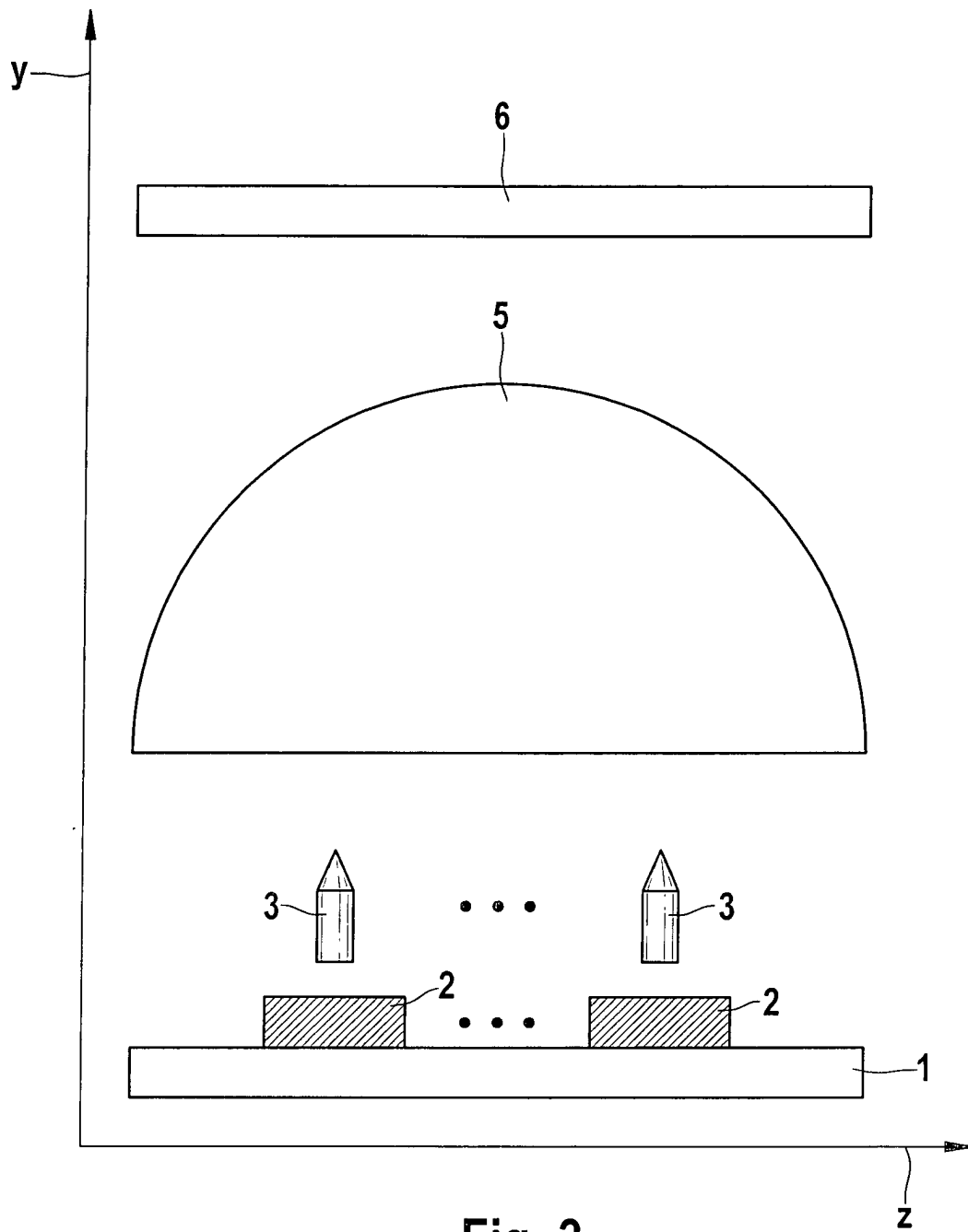
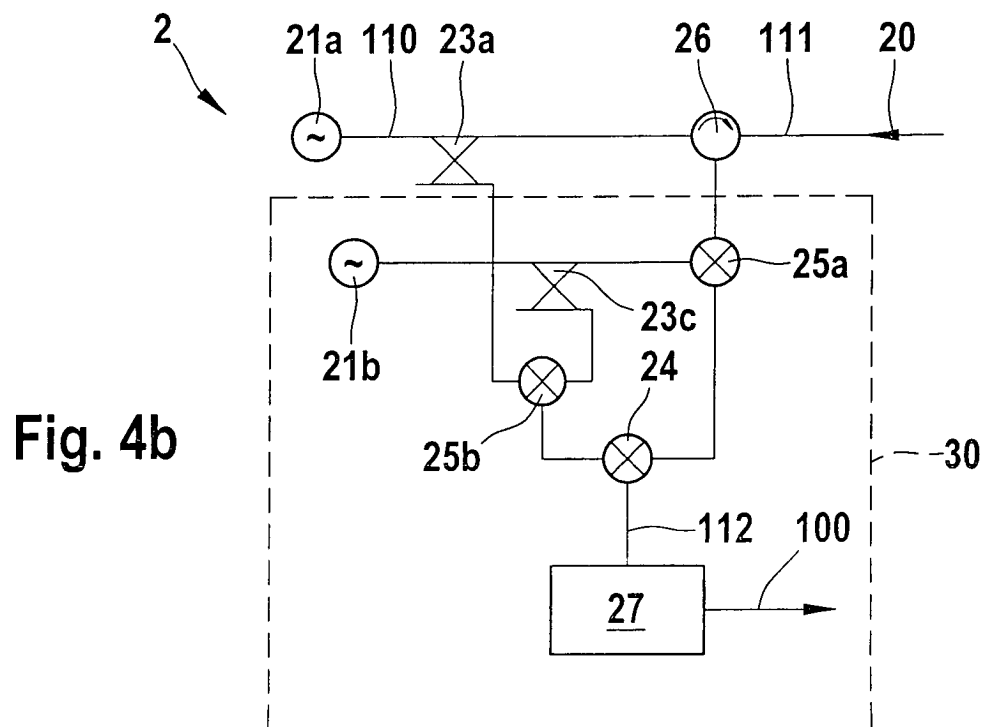
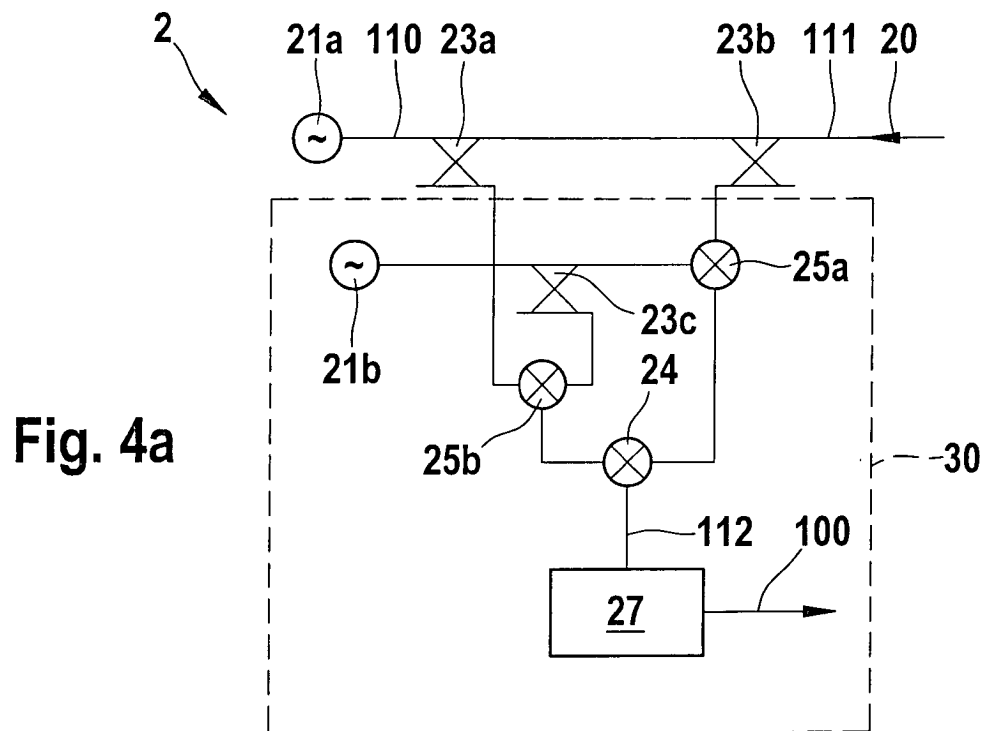


Fig. 3



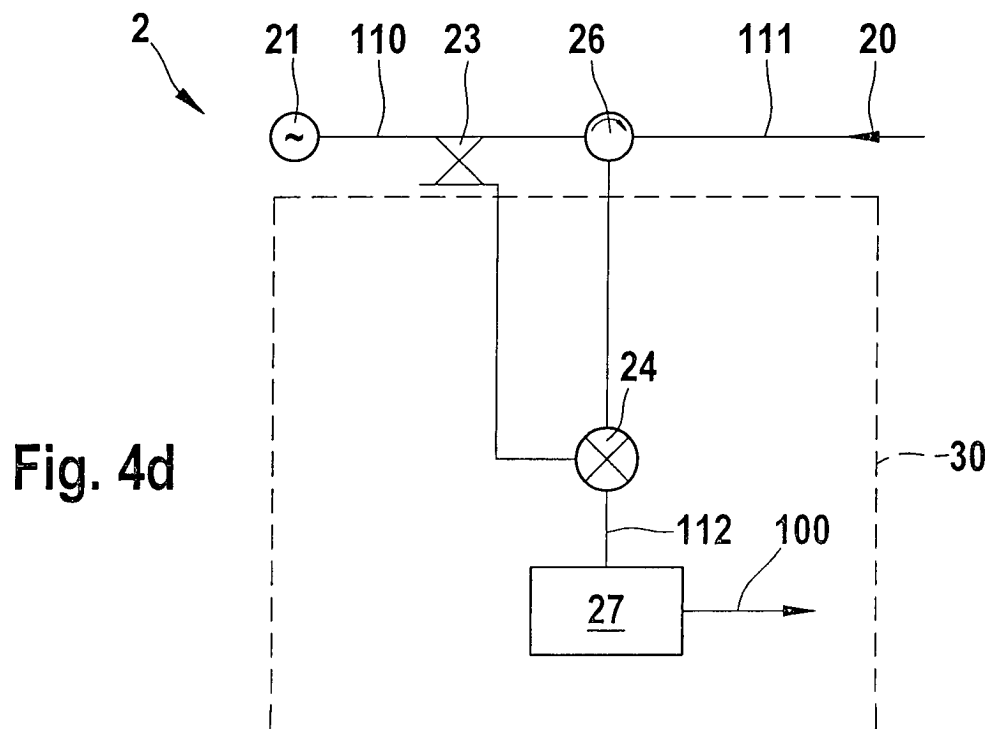
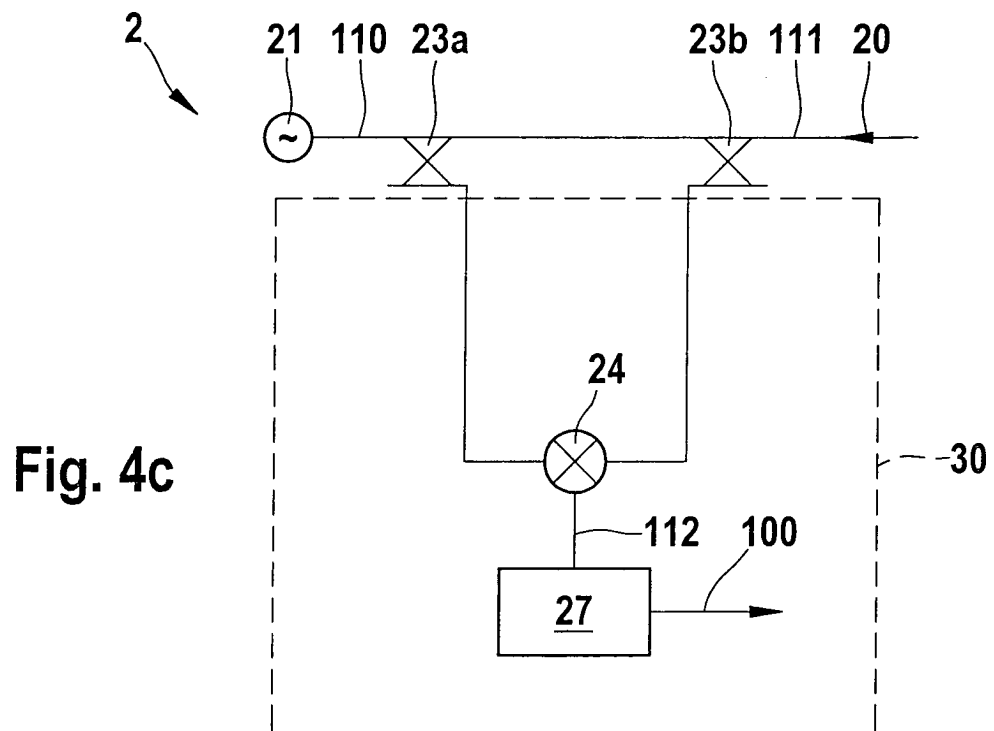


Fig. 5

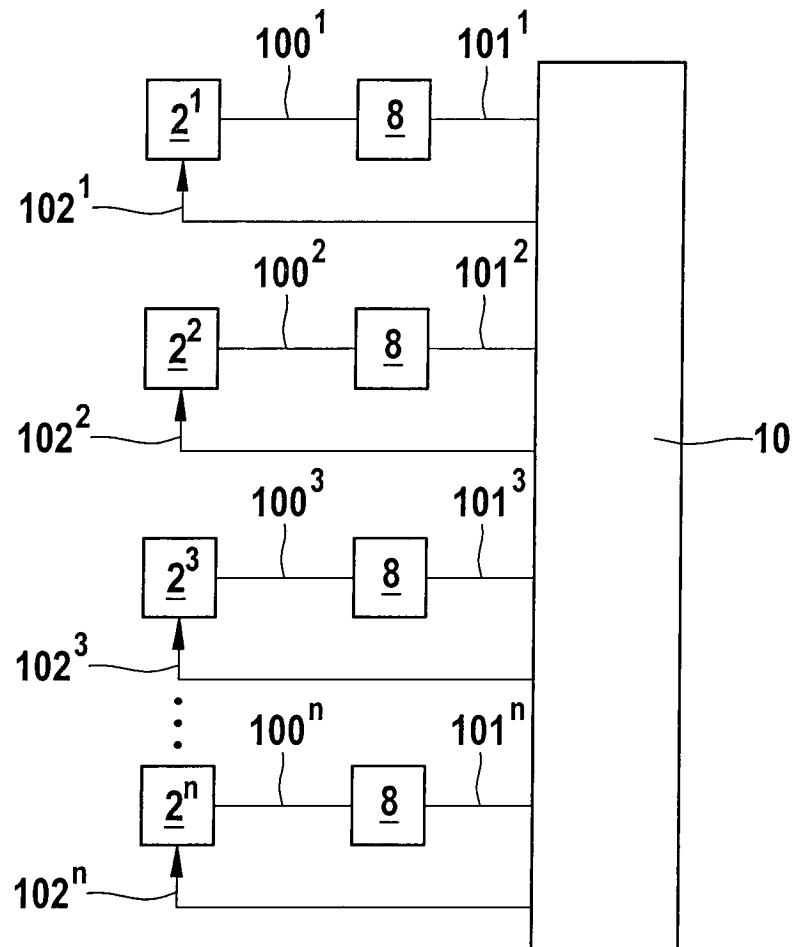
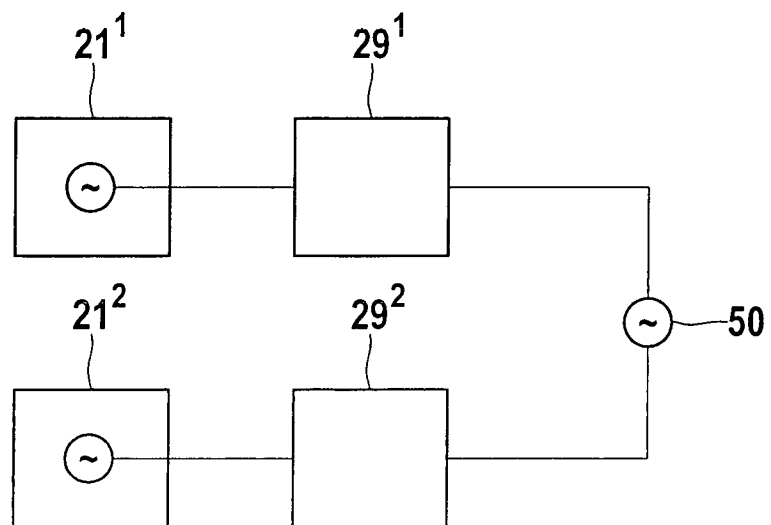


Fig. 6



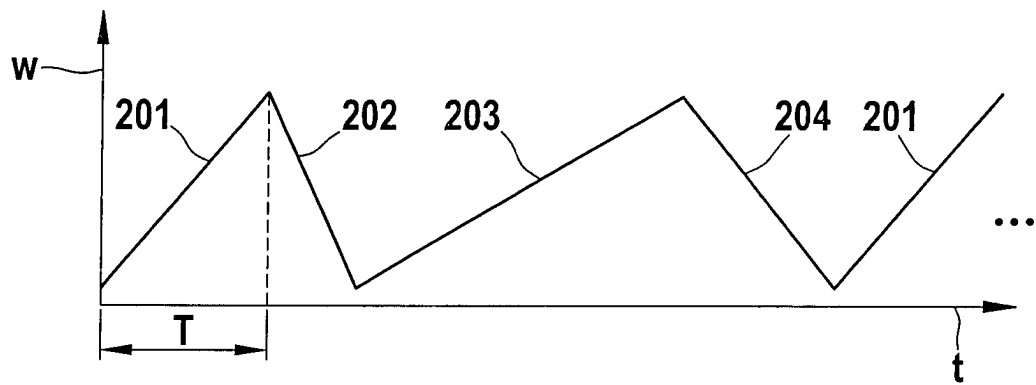


Fig. 7

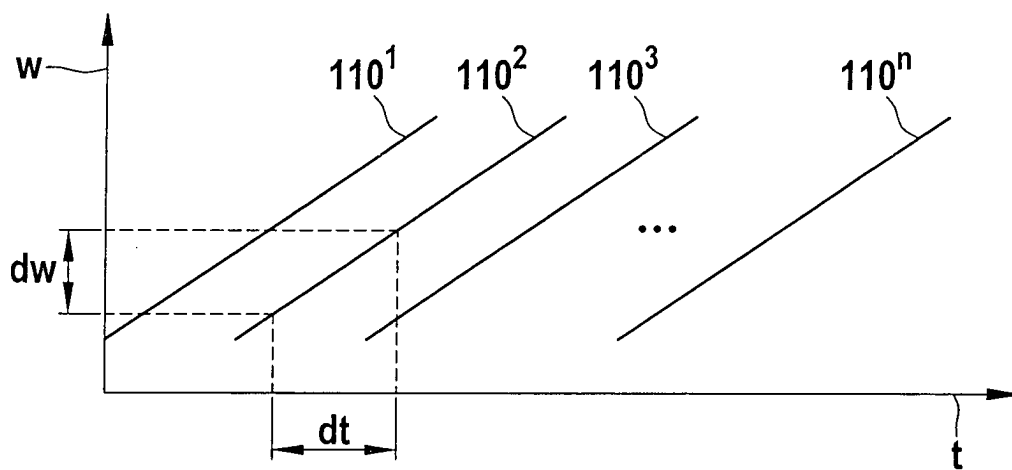


Fig. 8