



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 10 232 T2 2007.01.04**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 316 813 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G01S 7/35 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 10 232.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 258 216.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **28.11.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.06.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **29.03.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.01.2007**

(30) Unionspriorität:

996652 28.11.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Tyco Electronics Corp., Middletown, Pa., US

(72) Erfinder:

Puglia, Kenneth, Westford, MA 01886, US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **Frontensensor mit Phasenkodierungsfähigkeit**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Näherungssensoren von verschiedenen Typen werden in einer Vielzahl von Anwendungen verwendet, bei denen der Abstand zu einem Objekt, und in manchen Fällen die Näherungsgeschwindigkeit von diesem Objekt, bestimmt werden soll. Diese Daten werden oft an einem Verarbeitungssystem zur Analyse bereitgestellt. Typischerweise bestimmt diese Analyse, ob der Abstand und/oder die Geschwindigkeit eine vorgegebene Sicherheitsschwelle übersteigt und ob ein Alarm gesetzt werden soll oder eine andere Aktion vorgenommen werden soll. Näherungssensoren werden z.B. in einer Vielzahl von Anwendungen verwendet, die Diebstahlalarmsysteme, eine Hinderniserfassung und Automobile einschließen. Näherungssensoren in Automobilen werden verwendet, um die relative Position und Näherungsgeschwindigkeit von anderen Automobilen oder Objekten in der Nähe des Automobils zu bestimmen. Diese Sensoren müssen physikalisch klein, leichtgewichtig, höchst zuverlässig und kostengünstig sein. Die Anforderungen der Systeme, die diese Sensoren verwenden, sind oft relativ streng sowohl im Hinblick auf das Betriebsverhalten als auch im Hinblick auf die physikalischen oder wirtschaftlichen Faktoren. Je komplexer der Sensor ist, desto mehr Teile umfasst er und desto höher sind demzufolge die Kosten, die Masse, das physikalische Volumen des Sensors und je niedriger die Zuverlässigkeit des Sensors.

[0002] Deshalb wird es wünschenswert sein, einen Sensor bereitzustellen, der weniger Komponenten verwendet, um die Kosten, die Größe und das Gewicht des Sensors zu verringern und die erforderliche Funktionalität und Zuverlässigkeit bereitzustellen.

[0003] Die EP-A-0 940 690, die so angesehen wird, dass sie den nächsten Stand der Technik darstellt, umfasst einen Mikrowellensensor zum Bestimmen der Geschwindigkeit und Richtung eines sich bewegenden Objekts. Der Sensor umfasst einen Mischer, einen Phasenschieber und eine Sende/Empfangs-Antenne, die in Serie angeordnet sind, wobei der Mischer einen einzelnen Zwischenfrequenzgang aufweist. Der Zwischenfrequenzgang wird synchron mit dem Phasenschieber geschaltet, der zwischen einer Phasenverschiebung von 0° und einer Phasenverschiebung von 45° umgeschaltet wird. Obwohl der Mischer nur einen einzelnen Zwischenfrequenzgang aufweist, stellt die Umschaltung zwei Ausgangskanalsignale mit einer Phasendifferenz von 90° dazwischen bereit, um eine Bestimmung der Richtung der Bewegung zu ermöglichen.

[0004] Die vorliegende Erfindung besteht in einem Frontend-Sensor für einen elektrischen Sensor, wie im Anspruch 1 hier aufgeführt. Sie erlaubt die Bereitstellung eines Frontend-Sensors, der weniger Teile aufweist, während er eine technische Funktionalität

durch Verwendung von mehrfach Modus-Teilen bereitstellt, d.h. Teilen, die sowohl zum Senden als auch zum Empfangen verwendet werden. Der Frontend-Sensor umfasst eine Dauerwellen-Signalquelle (continuous wave signal source), die als eine Signalquelle arbeitet, wenn das Frontend ein Signal sendet, und als ein lokaler Oszillator, wenn das Frontend ein Signal empfängt. Der Frontend-Sensor umfasst auch einen Dreimodus-Mischer, der in zweckdienlicher Weise als ein Phasenmodulator arbeitet, wenn das Frontend ein Signal sendet und als ein Mischer/Abwärtswandler, wenn das Frontend ein Signal empfängt. Der Frontend-Sensor umfasst ferner eine Antenne, die sowohl als eine Sendeantenne zum Senden eines Sensorssignals als auch zum Empfangen eines reflektierten Signals von einem Objekt dient. Ein Phasenschieber kann hinzugefügt werden, um eine vorgegebene Phasenverschiebung in dem gesendeten Sensorsignal, dem empfangenen reflektierten Signal oder beiden bereitzustellen, so dass gleichphasige und Quadratur-Signalkomponenten bereitgestellt werden. Ein Empfängermodul ist mit dem Dreifachmodus-Mischer derart gekoppelt, dass dann, wenn ein reflektiertes Signal empfangen wird, der Empfänger ein Basisband-Sensorausgangssignal bereitstellt, das verwendet werden kann, um die Position und Geschwindigkeit des Objektes zu bestimmen. Ein Abtastmodul kann hinzugefügt werden, so dass das Sensorausgangssignal abgetastet und als ein analoges Signal bereitgestellt wird, oder das abgetastete Sensorausgangssignal kann an einem Analog-Normal-zu-Digital-Wandler bereitgestellt werden, um das Sensorausgangssignal in ein digitales Format umzuwandeln, oder beides.

[0005] Insbesondere wird ein Frontend-Sensor offenbart, der eine Antenne mit einem Antennen-Tor und einer gemeinsamen Öffnung zum Senden eines Sensorsignals und Empfangen eines reflektierten Signals einschließt. Eine Dauerwellen-Signalquelle ist mit einem ersten Eingang eines Dreimodus-Mischers gekoppelt, der einen vorgegebenen Betrag eines Signals zwischen dem ersten Eingang und einem ersten Eingangs-/Ausgangs-Tor bereitstellt. Das von dem ersten Eingangstor an dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Tor bereitgestellte Signal wird Impuls- und Phasen-moduliert durch ein Phasenmodulationssignal, das an einem zweiten Eingangs-/Ausgangs-Tor des Dreimodus-Mischers durch einen Phasenmodulator bereitgestellt wird. Das Phasen-modulierte Signal verlässt den Dreimodus-Mischer an dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Tor und wird an dem Antennen-Tor zur Übertragung davon als das Sensorsignal bereitgestellt. Wenn ein Objekt innerhalb der Strahlbreite der Antenne ist, wird ein Teil des Sensorsignals zurück an die Antennenöffnung als das reflektierte Signal reflektiert und wird an das erste Eingangs-/Ausgangs-Tor des Dreimodus-Mischers gekoppelt. Die Dauerwellen-Signalquelle, die mit dem ersten Eingang gekoppelt ist.

wirkt als ein lokaler Oszillator und der Dreimodus-Mischer mischt den lokalen Oszillator und das empfangene reflektierte Signal und stellt ein Basisband-Videoausgangssignal von dem zweiten Eingangs-/Ausgangs-Tor bereit. Ein Sende-Empfangs-Schalter wird verwendet, um das zweite Eingangs-/Ausgangs-Tor zwischen dem Phasenmodulator und einem Empfänger-Prozessor umzuschalten. Der Empfänger-Prozessor umfasst ein Phasendemodulator, an der das Basisband-Videoausgangssignal demoduliert und das demodulierte Basisband-Videoausgangssignal als ein Sensorausgangssignal bereit stellt.

[0006] Die Erfindung lässt sich vollständiger durch Bezugnahme auf die folgende ausführliche Beschreibung in Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen verstehen. In den Zeichnungen zeigen:

[0007] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Frontend-Sensors gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0008] [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm des Senders und des Phasencode-Modulators des Frontend-Sensors, der in [Fig. 1](#) dargestellt ist;

[0009] [Fig. 3](#) ein Blockdiagramm des Empfängers und Phasencode-Demodulators des in [Fig. 1](#) dargestellten Frontend-Sensors;

[0010] [Fig. 4](#) eine Vielzahl von Graphen, die den Betrieb des in [Fig. 1](#) gestellten Frontend-Sensors darstellen;

[0011] [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) zwei Ausführungsformen eines Dreimodus-Mischers, geeignet zur Verwendung in dem in [Fig. 1](#) dargestellten Frontend-Sensor;

[0012] [Fig. 6A](#) eine Ausführungsform eines einpoligen Umschalters, geeignet zur Verwendung in dem Frontend-Sensor, der in [Fig. 1](#) dargestellt ist;

[0013] [Fig. 6B](#) einen Impulsgenerator zur Verwendung mit dem einpoligen Umschalter in [Fig. 6A](#), wobei die Kombination zur Verwendung in dem in [Fig. 1](#) gezeigten Frontend-Sensor geeignet ist;

[0014] [Fig. 7](#) eine Ausführungsform eines Phasenschiebers, der zur Verwendung in dem Frontend-Sensor geeignet ist, der in [Fig. 1](#) gezeigt ist;

[0015] [Fig. 8](#) ein Abtastmodul, das zur Verwendung mit dem Frontend-Sensor geeignet ist, der in [Fig. 1](#) gezeigt ist;

[0016] [Fig. 9](#) ein Blockdiagramm eines Exponential-Mittelungsmoduls, das zur Verwendung in dem Frontend-Sensor geeignet ist, der in [Fig. 1](#) gezeigt

ist; und

[0017] [Fig. 10](#) ein Blockdiagramm einer anderen Ausführungsform eines Frontend-Sensors gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0018] [Fig. 1](#) zeigt ein Blockdiagramm der Architektur eines Frontend-Sensors gemäß der vorliegenden Erfindung. [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zeigen die Senderfunktionen mit einem Phasenmodulator bzw. die Empfängerfunktionen mit einem Phasencode-Demodulator. Die [Fig. 4–Fig. 9](#) zeigen Schaltungen, die zur Verwendung in dem Frontend-Sensor geeignet sind, der in den [Fig. 1–Fig. 3](#) gezeigt ist und [Fig. 10](#) zeigt eine andere Ausführungsform des Frontend-Sensors. Obwohl die vorhergehenden Ausführungsformen in Bezug auf Mikrowellenfrequenzen und Komponenten beschrieben werden, kann die Vorrichtung und die Verfahren, die hier beschrieben werden, auf andere Frequenzen und Systeme angewendet werden.

[0019] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, stellt ein Controller **104** eine Vielzahl von Steuersignalen bereit, um das richtige Timing und den richtigen Betrieb der verschiedenen Komponenten in dem Frontend-Sensor **100** sicherzustellen. Der Frontend-Sensor **100** umfasst einen Sender/Empfänger **106**, der ein phasenmoduliertes Sensorsignal **121** von einer Antenne **102** senden und gleichzeitig kohärent ein reflektiertes Signal **123** empfangen und dieses Signal für eine weitere Verarbeitung als ein Basisband-Videoausgangssignal abwärts wandeln kann.

[0020] Insbesondere empfängt der Sender/Empfänger **106** zwei Steuersignale von dem Controller **104**. Ein erstes Steuersignal ist ein Sende-Empfangs-Steuersignal **101**, das die Verzweigung von Signalen innerhalb des Sender/Empfängers **106** bestimmt. Ein zweites Steuersignal wird an dem Sender/Empfänger **106** als ein I/Q Signal **115** bereitgestellt, welches bestimmt, ob das Sensorsignal ein „gleichphasiges“ oder „quadraturphasen“ Signal ist. Der Controller bestimmt, ob das Signal ein Quadratursignal sein soll und wenn dem so ist, wird der Controller das I/Q Signal **115** an einem Phasenschieber (in [Fig. 1](#) nicht gezeigt) bereitstellen, um das gesendete und/oder empfangene Signal in der Phase zu verschieben. Der Sender/Empfänger **106** empfängt auch ein Phasenmodulationssignal **103** von dem Phasenmodulator **108**. Der Phasenmodulator **108** empfängt ein Phasenmodulator-Steuersignal **113** von dem Controller **104** und reagiert auf das Phasenmodulator-Steuersignal **113** durch Wählen von einem einer Vielzahl von vorgegebenen Signalphasenzuständen. In der illustrativen Ausführungsform werden zwei Signalzustände verwendet. Der Phasenmodulator **108** stellt das Phasenmodulationssignal **103**, das dem Phasenmodulations-Steuersignal **113** entspricht, an dem Sender/Empfänger **106** bereit. Der Sender/Empfänger **106** moduliert das Sendersignal

unter Verwendung des Phasenmodulationssignals **103** in der Phase.

[0021] Das phasenmodulierte Sendersignal wird an dem Phasenschieber **206** bereitgestellt und wenn das Sendersignal ein Quadratursignal ist, wird das Sendersignal durch den Phasenschieber **206** in der Phase verschoben. Dieses phasenmodulierte und möglicherweise phasenverschobene Sendersignal wird an dem Antennenor bereitgestellt und von der gemeinsamen Öffnung der Antenne **102** als Sensorsignal **121** abgestrahlt. Wenn ein Objekt **122** innerhalb der Strahlbreite der Antenne **102** vorhanden ist, dann reflektiert das Objekt **122** das Sensorsignal **121** und die Antenne fängt einen Teil des reflektierten Signals **123** in der gemeinsamen Öffnung ein. Der eingefangene Teil des reflektierten Signals **123** wird an dem Sender/Empfänger **106** über die Leitung **119** für eine Abwärtswandlung und weitere Verarbeitung bereitgestellt.

[0022] Der Sender/Empfänger **106** empfängt den eingefangenen Teil des reflektierten Signals **123** über die Antenne **102** und die Leitung **119** und stellt als einen Ausgang ein Basisband-Videoausgangssignal **117** bereit. Das Basisband-Videoausgangssignal **117** ist das abwärtsgewandelte Videosignal und stellt die Amplitude und Phase des eingefangenen Teils des reflektierten Signals **123** dar. Das abwärts gewandelte Basisband-Videoausgangssignal **117** wird an einem Vorverstärker **110** bereitgestellt, der mit dem Sender/Empfänger **106** gekoppelt ist. Der Vorverstärker **110** stellt als einen Ausgang ein verstärktes Signal bereit, das eine Funktion des Breitband-Videoausgangssignals **117** ist, der von dem Sender/Empfänger **106** empfangen wird. Der Vorverstärker **110** wird in einer Ausführungsform auch mit dem Controller **104** gekoppelt und empfängt ein Empfindlichkeitszeitsteuerungs-(Sensitivity Time Control; STC)Signal davon. Das STC Signal ist ein Verstärkungssteuersignal, um eine Empfängerverstärkungseinstellung für nahegelegene Objekte zu verringern, um zu verhindern, dass der Empfänger von den reflektierten Signalen von einem nahegelegenen Objekt in Sättigung geht.

[0023] Der Ausgang des Vorverstärkers **110** wird an dem Eingang des Phasenmodulators **112** bereitgestellt. Der Phasendemodulator **112** empfängt ebenfalls ein Phasendemodulationssignal **107** von dem Controller **104** und reagiert auf das Phasendemodulatorsignal durch Anwenden eines Phasendemodulatorsignals auf das verstärkte Basisbandvideoausgangssignal, das das umgekehrte Verfahren des Phasenmodulationsverfahrens ist, das durch den Phasenmodulator **108** gewählt wird. Der Phasendemodulator **112** stellt als einen Ausgang ein phasendemoduliertes Signal bereit.

[0024] Ein Abtast- und Halte-Modul **114** ist mit dem Phasendemodulator **112** und mit dem Controller **104**

gekoppelt. Das Abtast- und Halte-Modul empfängt ein Abtast- und Halte-Signal **109** von dem Controller **104** und reagiert auf das Abtastsignal **109** durch Abtasten des phasendemodulierten Ausgangssignals. Das Abtast- und Halte-Modul **114** stellt dieses abgetastete Signal als ein analoges Sensorausgangssignal **118** bereit. Das abgetastete Signal kann auch mit einem Analog-Zu-Digital-Wandler **116** gekoppelt werden, der einen digitalisierten Ausgang **120** der Sensorausgänge **118** für eine digitale Speicherung und Analyse bereitstellt.

[0025] [Fig. 2](#) zeigt den Sender- und Phasenmodulator-Teil des in [Fig. 1](#) dargestellten Frontend-Sensors **100**. Insbesondere zeigt [Fig. 2](#) die Mikrowellenkomponenten **201** und die Sende- und Phasenmodulator-Komponenten **203**. Die Mikrowellenkomponenten **201** umfassen einen Dauerwellen-(CW; Continuous Wave)-Signal Oszillator **202**, der ein Sender/Empfänger-Signal mit einer ersten Frequenz, einer ersten Amplitude und einer ersten Phase bereitstellt. Wie voranstehend diskutiert, wird das Sender/Empfänger-Signal während der Übertragung verwendet, wenn es das Signal ist, das moduliert und von der Antenne **102** als das Sensorsignal **121** abgestrahlt werden wird. Zusätzlich wird das Sender/Empfänger-Signal auch verwendet, wenn ein eingefangener Teil des reflektierten Signals **123** als das lokale Oszillatorsignal in dem Dreimodus-Mischer empfangen wird, der verwendet wird, um den eingefangenen Teil des reflektierten Signals **123** abwärts zu wandeln. Der (CW) Signaloszillator **202** kann irgendein aktives Element sein, das konsistent mit der gewünschten Betriebsfrequenz ist. Typischerweise ist für eine gewünschte Betriebsfrequenz durch das X-Band ein bipolarer Übergangs-Transistor geeignet, und für gewünschte Frequenzen durch ein W-Band können Feldeffekttransistoren oder GUNN-Einrichtungen geeignet sein. Ein Resonator mit hohem Q (nicht gezeigt) kann hinzugefügt werden, um eine erhöhte Frequenzstabilität bereitzustellen.

[0026] Mischer werden im allgemeinen in Sendern als Aufwärtswandler und Phasenmodulatoren und in Empfängern als Abwärtswandler verwendet. Typischerweise wird ein Mischer zwei Eingänge aufweisen, einer, der das lokale Oszillatorsignal empfängt, und ein anderer, der das Signal empfängt, welches abwärts gewandelt werden soll. In dem hier offenbarten Frontend-Sensor dient der Dreimodus-Mischer **204** nicht nur als ein Mischer in dem Empfängermodus, sondern wird auch als ein Sendeimpuls-Modulator und Phasenmodulator in dem Sendemodus arbeiten. Dieser Dreimodus-Betrieb erlaubt dem Frontend-Sensor die Anzahl der Teile des Frontend-Sensors durch Verwendung von einigen der Komponenten beim Senden als auch beim Empfangen zu verringern.

[0027] Der Dreimodus-Mischer **204** empfängt das

Sender/Empfänger-Signal von dem CW Signaloszillator **202** an dem ersten Eingangstor **205**. Das erste Eingangs-/Ausgangs-Tor **207** des Dreimodus-Mischers **204** wird verwendet, um das phasenmodulierte Empfängersignal an einem Phasenschieber **206** während des Sendebetriebs bereitzustellen oder den eingefangenen Teil des reflektierten Signals **123** von dem Phasenschieber **206** während eines Empfängerbetriebs zu empfangen.

[0028] Das Signal, das von der Antenne **102** als das Sensorsignal **121** gesendet werden soll, wird an den Dreifachmodus-Mischer **204** bereitgestellt. Der Dreifachmodus-Mischer **204** übergibt einen Signalimpuls mit einer ausreichenden Amplitude zwischen dem ersten Eingangstor **205** und dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Tor **207** derart, dass der Teil des Sender/Empfänger-Signals, das dadurch bereitgestellt wird, als ein Ausgang von dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Tor **207** bereitgestellt wird. Der Betrag des Signals, welches bereitgestellt wird, muss ausreichend sein, so dass der Teil des Sender/Empfänger-Signals, das von dem Dreimodus-Mischer **204** an den Phasenschieber **206** umgeschaltet und von der Antenne **102** gesendet wird, ausreichend ist, um Objekte gemäß der gewünschten Systemspezifikationen zu erfassen. Der Betrag der Leistung, die benötigt wird, ist typischerweise eine Funktion des spezifizierten Erfassungsbereichs, des Radarquerschnitts des spezifizierten Objekts, der Verstärkung der Antenne, und der Empfindlichkeit des Empfängers. Zusätzlich arbeitet der Dreimodus-Mischer, beim Senden, als ein Phasenmodulator und wird den Phasenzustand des Sender/Empfänger-Signals im Ansprechen auf Phasenmodulationssignale **103** einstellen, die an einem zweiten Eingangs-/Ausgangs-Tor **209** von dem Phasenmodulator **203** empfangen werden.

[0029] In der in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsform verwendet der Phasenmodulator **203** ein mit zwei Phasen umgetastetes „BPSK“ (Bi-Phased Shift Keyed) Phasenmodulationsverfahren, wobei das BPSK Phasenmodulationsverfahren zwei Phasenzustände einschließt, die eine Null „0“ und eine Eins „1“ darstellen, die in der dargestellten Ausführungsform entweder gleichphasig, d.h. 0° zueinander phasenverschoben, oder gegenphasig, d.h. 180° jeweils zueinander phasenverschoben, sind. Der Phasenmodulator **203** stellt einen von diesen zwei Phasenzuständen an dem Eingang/Ausgang **204** des ausgeglichenen Mischers bereit. Die besondere Wahl der zwei Bi-Phasen-Komponenten wird über den Schalter **212** gewählt, der durch ein Signal **113** von dem Controller **104** gesteuert wird. In der dargestellten Ausführungsform werden die zwei Phasenzustände durch die umgekehrte Polarität der Spannungsquellen **214** und **216** und durch Anwenden von einer der zwei entgegengesetzten Polaritäten an das zweite Eingangs-/Ausgangs-Tor **209** des Dreimo-

us-Mischers **204** erzeugt.

[0030] Der Schalter **210** erlaubt die Umschaltung der Sender/Empfänger-Sende/Empfangs-Funktion unter der Steuerung des Sende-Empfangs-Signals **101**, das von dem Controller **104** empfangen wird. Wenn der Schalter **210** in der Sende, „T“, Position ist, stellt der Phasenmodulator **203** in Reaktion auf das Phasenmodulations-Steuersignal **113** des Phasenmodulationssignal **103** an dem zweiten Eingang/Ausgang **209** des Dreimodus-Mischen **204** bereit. Das Phasenmodulationssignal wird an das Sender/Empfänger-Signal angelegt und in der Phase des bereitgestellten Sender/Empfänger-Signals als ein Ausgang von dem ersten Eingangs/Ausgang **207** des Dreimodus-Mischers **204** reflektiert.

[0031] Wie voranstehend diskutiert, kann in einer bevorzugten Ausführungsform der Sender/Empfänger in einem gleichphasen-/quadraturphasen-Modus („I/Q Modus“) betrieben werden. In dieser Ausführungsform verschiebt Phasenschieber **206** im Ansprechen auf das I/Q Signal **115** die Phase des phasenmodulierten Sender/Empfänger-Signals um eine vorgegebene Anzahl von Grad vor der Übertragung von der Antenne **102**. In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Sender/Empfänger Signal um 45° vor der Aussendung durch die Antenne **102** verschoben. Der I/Q Modus ist besonders vorteilhaft zum Erfassen von stationären Objekten oder Objekten, die einen konstanten Abstand von der Antenne aufrechterhalten, und zwar durch Verwendung von zwei Signalen, die zueinander 90° phasenverschoben sind, d.h. die zwei Signale sind orthogonal zueinander. Jedes der zwei orthogonalen Signale stellt Positionsvektoren in einem orthogonalen Vektorraum dar und der Vektor, der sich aus der Addition von diesen zwei Signalvektoren ergibt, stellt einen Positionsvektor zu dem Objekt für die Zeitperiode der zwei Messungen dar.

[0032] [Fig. 3](#) zeigt einen Sender/Empfänger **106**, wenn der Schalter **210** in der Empfänger-, oder „R“, Position ist. Insbesondere zeigt [Fig. 3](#) die Mikrowelleneinrichtungen **201**, die die CW Signalquelle **202**, den Dreimodus-Mischer **204**, den Phasenschieber **206** und die Antenne **102**, die die reflektiert Energie **123** empfängt, einschließen. Ein Teil der reflektierten Signalenergie **123** wird durch die Antenne **102** eingefangen und an dem Phasenschieber **206** bereitgestellt. Wenn, wie voranstehend diskutiert, der Frontend-Sensor **100** in einem I/Q Modus betrieben werden soll, stellt der Phasenschieber **206** eine Phasenverschiebung von 45° vor der Aussendung von der Antenne **102** bereit. Wenn in dem I/Q Modus gearbeitet wird, verschiebt der Phasencontroller **206** den eingefangenen Teil des reflektierten Signals **123** um einen vorgegebenen Betrag, der typischerweise 45° ist. In dieser Weise sind die empfangenen Signale um 90° phasenverschoben, d.h. sie sind in Quadra-

tur. In einer Ausführungsform, bei der mehrere Impulse für jedes Signal verwendet werden, gibt es keine Überlappung zwischen den I & Q Impulsen, so dass eine vorgegebene Anzahl von Gleichphasen-Impulsen gesendet werden, gefolgt von einer vorgegebenen Anzahl von Quadraturimpulsen. Wenn der Frontend-Sensor nicht in dem I/Q Modus arbeitet, dann übergibt der Phasenschieber **206** das empfangene reflektierte Signal an das erste Eingangs-/Ausgangs-Tor **207** des Dreimodus-Mischers **204**.

[0033] Der eingefangene Teil des reflektierten Signals **123**, das an dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Tor **207** bereitgestellt wird, wird mit dem Sender/Empfänger-Signal von dem CW Signal-Oszillator, das an dem ersten Eingang **205** bereitgestellt wird, als das lokale Oszillatorsignal in dem Dreimodus-Mischer **204** kombiniert und auf ein Basisbandsignal abwärts gewandelt. Der Ausgang des Mischers **204**, d.h. das Basisband-Videosignal wird an dem zweiten Eingangs-/Ausgangs-Tor **209** bereitgestellt. In der dargestellten Ausführungsform wird das Basisband-Videosignal von einem BPSK phasenmodulierten Signal abgeleitet und die Mischung in dem Dreimodus-Mischer **204** ist der Art nach somit kohärent, das Basisband-Videosignal wird auch bipolar sein, d.h. das Basisband-Videosignal wird sowohl positive als auch negative Spannungen aufweisen. Das Basisband-Videosignal wird über den Sende-Empfangs-Schalter **210**, in der R Position an den Vorverstärker **110** verbunden.

[0034] Der Vorverstärker **110** empfängt das Basisband-Videosignal und kann auch das STC-Befehlssignal **105** empfangen. Wie voranstehend diskutiert, wird das STC-Befehlssignal verwendet, um die Verstärkung des Vorverstärkers **110** einzustellen, um eine Empfängersättigung zu vermeiden, die durch nahegelegene Objekte verursacht werden kann. Das vorverstärkte Basisband-Videosignal wird einem Phasenmodulator **112** bereitgestellt, der einen Kondensator **304** und **306** und einen Phasendemodulator-Schalter **308** einschließt. Der Phasendemodulator-Schalter **308** reagiert auf das Phasendemodulations-Steuersignal auf der Leitung **107**, das durch den Controller **104** bereitgestellt und verwendet wird, um die erforderliche Phasendemodulation an dem Basisband-Videosignal bereitzustellen. Der Schalter **308** schaltet im wesentlichen synchron mit dem Schalter **212** (**Fig. 2**), um ein Demodulationsverfahren bereitzustellen, welches im wesentlichen synchron zu dem modulierenden Signal ist. In der dargestellten Ausführungsform, bei der eine BPSK Phasenmodulation verwendet wird, ist ein Ausgang des Vorverstärkers (**10** ein invertierender Ausgang und der andere Ausgang ist ein nicht-invertierender Ausgang. Die richtige Phasendemodulation des vorverstärkten Basisband-Videosignals wird deshalb das bipolare Basisband-Videosignal in ein unipolares Signal umwandeln. Der Ausgang des Demodulators **112** wird an

dem Abtastmodul **114** bereitgestellt, das auf das Abtastsignal **109** reagiert, das durch den Controller **104** bereitgestellt wird, und zwar durch Abtasten des phasendemodulierten Signals. Das abgetastete Signal wird als ein Sensorausgang **118** oder als ein Eingang an einem Analog-Zu-Digital-Wandler **116** oder als beide bereitgestellt. Der Analog-Zu-Digital-Wandler **116** reagiert auf das A/D Umwandlungssignal **111** durch Bereitstellen einer digitalen Darstellung **120** des abgetasteten phasendemodulierten Signals als ein Ausgang.

[0035] **Fig. 4** zeigt eine Serie von Graphen, die den Betrieb des Frontend-Sensors, der in **Fig. 1** dargestellt ist, während aufeinander folgender Sende- und Empfangs-Zyklen **401** bzw. **403**, darstellen. Der Graph **402** zeigt das Sensor-Sendesignal **121**, der Graph **404** zeigt das empfangene reflektierte Signal **123**, der Graph **406** zeigt das Basisband-Videosignal, der Graph **408** zeigt das phasendemodulierte Videosignal und der Graph **410** zeigt das abgetastete Ausgangssignal. Insbesondere ist der erste gesendete Sensorsignalimpuls **416** beliebig definiert als „1“ Zustand und der zweite Sensorsignalimpuls **418**, der zu dem ersten Impuls **416** um 180° phasenverschoben ist, wird beliebig als eine „0“ definiert, wie im Graph **402** dargestellt. Die ersten und zweiten empfangenen reflektierten Signalimpulse **420** und **422** entsprechen den ersten und zweiten gesendeten Impulsen **416** bzw. **418** und sind gedämpfte und in der Zeit verzögerte Versionen davon, wie in dem Graph **404** dargestellt. Die abwärts gewandelten Basisband-Videosignale **424** und **426**, die dem ersten und zweiten Empfangsimpulsen entsprechen, sind der Art nach bipolar, wie voranstehend diskutiert und in dem Graph **406** dargestellt. Die abwärts gewandelten Basisband-Videosignale sind als Folge des Betriebs des Dreimodus-Mischers beim Mischen der empfangenen reflektierten Signale kohärent mit der CW Signalquelle zweiphasig (Bi-Phase). In der dargestellten Ausführungsform sind die Basisband-Videosignale proportional zu der relativen Phase der empfangenen Signale, im Vergleich zu den kohärenten Signalen, die durch die CW Signalquelle bereitgestellt werden, die in dem Dreimodus-Mischer verwendet wird, und zu der Stärke des eingefangenen Teils der reflektierten Signale. Die zweiphasigen (Bi-Phase) Basisband-Videosignale werden auf einphasige Signale (Uni-Phase) unter Verwendung des bekannten Phasencodes durch den Demodulator umgewandelt, wie in dem Graph **408** gezeigt. Schließlich wird der abgetastete Ausgang **432** bereitgestellt, wie in dem Graph **410** dargestellt.

[0036] Die **Fig. 5A** und **Fig. 5B** zeigen zwei Ausführungsformen des Dreimodus-Mischers, die geeignet sind zur Verwendung in dem Frontend-Sensor **100**, der in **Fig. 1** dargestellt ist. **Fig. 5A** ist ein doppelt ausgeglichener Mischer („DBM“) **500**, der in ersten und zweiten Baluns **504** bzw. **508** und einen Quaddi-

oden-Ring **506** einschließt. Insbesondere ist der erste Balun **504** mit dem ersten Eingang **205** gekoppelt, der der „L“ Eingang des lokalen Oszillators ist. Der Balun **504** teilt das Eingangssignal auf und stellt ein symmetrisches Signal an den Quaddioden-Ring **506** bereit. In dieser Ausführungsform des Dreimodus-Mischers können die Dioden **501**, **503**, **505** und **507** als Schalter gedacht werden und insbesondere als Paar von Schaltern, die verwendet werden, um die Polarität des Signals umzudrehen, das an den zweiten Balun **508** angelegt wird. Die Dioden **507** und **503** bilden ein erstes Diodenumschaltpaar und Dioden **501** und **505** bilden ein zweites Diodenumschaltpaar.

[0037] Wenn als ein Sender betrieben, werden die zwei Paare von Diodenschaltern durch Anwenden eines positiven oder negativen Stroms an das zweite Eingangs-/Ausgangs-Tor **209** ein- und ausgeschaltet. Ein positiver Strom, der an dem zweiten Eingangs-/Ausgangs-Tor **209** bereitgestellt wird, wird die Dioden **507** und **503** einschalten und die Dioden **501** und **505** ausschalten. In ähnlicher Weise wird ein negativer Strom, der an das zweite Eingangs-/Ausgangs-Tor angelegt wird, die Dioden **501** und **505** einschalten und die Dioden **503** und **507** ausschalten. In dieser Weise kann die Phase des Signals, das von dem L Eingang gesendet wird, d.h. dem ersten Eingang **205** an den R Eingang, oder das erste Eingangs-/Ausgangs-Tor **207**, beeinflusst werden.

[0038] Wenn ein Betrieb als ein Empfänger vorgenommen wird, werden die Paare von Diodenschaltern durch das Signal, das an dem ersten Eingang **205** bereitgestellt wird, d.h. dem L Eingang des Dreimodus-Mischers, ein- und ausgeschaltet. Für ein positiv gehendes Signal werden die Dioden **503** und **507** eingeschaltet und die Dioden **501** und **505** werden ausgeschaltet. Für ein negativ gehendes Signal an dem ersten Eingang **205** werden die Dioden **501** und **505** eingeschaltet und die Dioden **503** und **507** werden ausgeschaltet. Wie ersichtlich sein kann, wird dies den Effekt einer Umkehrung der Polarität des Ausgangsbaluns **508** haben, wobei effektiv der Signaleingang von dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Tor mit einer Serie von Impulsen bei der ersten Frequenz effektiv multipliziert wird, wobei die zwei Signale effektiv zusammen gemischt werden.

[0039] [Fig. 5B](#) zeigt eine andere Ausführungsform eines Dreimodus-Mischers, der zur Verwendung in dem Frontend-Sensor geeignet ist, der in [Fig. 1](#) gezeigt ist. Der Mischer **520** ist ein einzelner ausgeglichener Mischer. Der einzelne ausgeglichene Mischer **520** weist eine eigentümliche Isolation zwischen dem ersten Eingangstor **205** und dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Tor **207** durch die Null, die zu dem bipolaren Ansteuersignal gehört, von dem Balun **524** über die Dioden **521** und **523** auf. Der Induktor **530** ist vorgesehen, um zu verhindern, dass eine RF Energie

von dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Tor **207** in das zweite Eingangs-/Ausgangs-Tor **209** eintritt. Der Kondensator **528** wird hinzugefügt, um zu verhindern, dass das abwärts gewandelte Basisband-Videosignal durch das erste Eingangs-/Ausgangs-Tor **209** leckt.

[0040] Wenn ein Betrieb als Phasenmodulator vorgenommen wird, wenn das Sensorsignal gesendet wird, wird ein positiver und negativer Strom, der dem zweiten Eingangs-/Ausgangs-Tor **209** eingegeben wird, die Dioden **521** und **523** entsprechend ein- und ausschalten. Dies wird den Effekt einer Umkehrung der Phase des Signals haben, dass durch den Mischer von dem ersten Eingangstor **205** an das erste Eingangs-/Ausgangs-Tor **207** leckt.

[0041] Wenn ein Betrieb als ein Mischer vorgenommen wird, wenn das empfangene reflektierte Signal abwärts gewandelt wird, werden die Dioden **521** und **523** entsprechend ein- und ausgeschaltet werden, wenn sich das Signal von dem ersten Eingangstor **205** ändert. In dieser Weise wird das Signal von dem ersten Eingangstor **205** mit dem empfangenen Signaleingang von dem ersten Eingangs-/Ausgangs-Tor **207** in jeder Diode **521** oder **523** gemischt.

[0042] [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) zeigen eine Ausführungsform eines einpoligen Umschalters (SPST) unter Verwendung von FET Schaltern und einem geeigneten Impulsgenerator zum Steuern jeweils der FET Schalter. Insbesondere ist ein SPDT Schalter **602** und eine Ersatzschaltung unter Verwendung eines Paares von FET Schaltern **600** in [Fig. 6A](#) gezeigt. Ein erster FET **604** ist normalerweise mit einem Eingangsanschluss **605** unter Verwendung einer ersten Spannung, die an das Gate **608** angelegt wird, verbunden. Eine komplementäre Spannung wird an das Gate **610** des zweiten FET **606** angelegt, um den zweiten FET auszuschalten und einen normalerweise offenen Kontakt bereitzustellen. Wenn die Spannungen, die an die Gates **612** und **614** angelegt werden, umgeschaltet werden, wird der Mittenanschluss **605** von dem normalerweise geschlossenen Anschluss getrennt und mit dem normalerweise offenen Anschluss verbunden. Für gemäßigte Schaltgeschwindigkeiten, z.B. 10 nsec oder mehr, können geeignet konfigurierte TTL Logikschaltungen verwendet werden, um die Impulse bereitzustellen, die verwendet werden, um die FET Schalter umzuschalten.

[0043] Wenn schnellere Impulse benötigt werden, ist ein Impulsgenerator **620**, der zur Verwendung mit den FET Schaltern geeignet ist, in [Fig. 6B](#) gezeigt. Eine Stufenwiederherstellungsdiode (SRD) **642** wird verwendet, die eine schnelle Übergangszeit aufweist, d.h. sie wird schnell von einem leitenden auf einen nicht-leitenden Zustand umschalten, wenn eine umgekehrte Vorspannung angewendet wird. Wenn das Ansteuersignal von der Ansteuereinheit **624** abfällt,

wird die SRD abgeschaltet und der schnell negativ gehende Impuls wird an den Kondensatoren **644** und **652** bereitgestellt, die den negativ gehenden Impuls differenzieren werden und einen negativ gehenden Impuls **654** an dem ersten Ausgang **647** und einen komplementären Impuls an einem zweiten Ausgang **649** bereitstellen werden.

[0044] **Fig. 7** zeigt eine Ausführungsform eines Phasenschiebers **206**, der geeignet ist zur Verwendung mit dem Frontend-Sensor, der hier beschrieben wird. Der Phasenschieber **206** umfasst eine Quadrat-Hybrideinheit **706**, die vier Anschlüsse **702**, **704**, **705** und **707** aufweist. Der Anschluss **702** wird beliebig als der Eingangsanschluss eingestellt. Quadrat-Hybrideinheiten sind Einrichtungen, die ein Eingangssignal an einem Anschluss in zwei Signale aufteilen, die auf den Anschlüssen auf der gegenüberliegenden Seite der Hybrideinheit ausgegeben werden. Die zwei Ausgangssignale weisen typischerweise die Hälfte der Leistung des Eingangssignals auf und sind zueinander 90° phasenverschoben. In der dargestellten Ausführungsform wird ein Signaleingang an dem Anschluss **702** aufgeteilt und zwischen den Anschlüssen **705** und **707** in der Phase verschoben. Wenn ein Signal an dem Anschluss **702** eingegeben wird, werden irgend welche Reflektionen, die an den Anschlüssen **705** und **707** vorhanden sind, durch die Hybrideinheit ausgebreitet werden und werden an den Anschlüssen **702** und **704** ausgegeben werden. An sich können die Impedanz und die Reflektivität von irgendeiner Übertragungsleitung oder von Schaltungselementen, die mit dem Anschlüssen **705** und **707** gekoppelt sind, bewirken, dass Reflektionen zurück in die Quadrat-Hybrideinheit **706** geschehen und eine phasenverschobene Version des Eingangssignals an dem Anschluss **702** als ein Ausgang an dem Anschluss **704** bereitstellen. Übertragungsleitungen **708** und **710** sind bei der Frequenz von Interesse bei einer Viertel Wellenlänge und werden als Impedanztransformatoren für die Abschlussimpedanzen wirken. Das Phasenverschiebungs-Steuersignal wird dem Anschluss **722** eingegeben und wird dazu dienen, die PIN Dioden **712** und **714** ein- oder auszuschalten. Wenn sie an sind, werden die PIN Dioden das Anschlussende der Übertragungsleitungen **708** und **710** mit der Viertel Wellenlänge nach Masse kurzschließen, was zu einem Reflektionsvermögen von 1 und einer nahezu unendlichen Impedanz an dem Eingang der zwei Übertragungsleitungen führt. Für den Fall, dass die PIN Dioden **712** und **714** ausgeschaltet werden, wird die Impedanz der PIN Dioden **712** und **714** durch die Übertragungsleitungen **708** bzw. **710** mit der Viertel Wellenlänge transformiert werden.

[0045] **Fig. 8** zeigt ein Abtastmodul **800**, welches zur Verwendung in dem Frontend-Sensor geeignet ist, der in **Fig. 1** dargestellt ist. Insbesondere umfasst das Abtastmodul **800** ein Frontend **801**, das Impulse

mit kurzer Dauer bereitstellt. Frontend **801** wird unter Bezugnahme auf **Fig. 6B** beschrieben. Die differenzierten Impulse, die durch die SRD **642** erzeugt werden, werden an die Dioden **802** und **804** angelegt, um sie vorzuspannen. Eine Vorwärts-Vorspannung (forward biasing) der Diode **802** und **804** erlaubt wenigstens einem Teil des Signalstroms, der an dem Abtasteingang **806** vorhanden ist, an den Kondensatoren **644** und **652** bereitgestellt zu werden, um einen Abtastausgang **808** bereitzustellen.

[0046] Ähnliche Verarbeitungstechniken, die in dem technischen Gebiet bekannt sind, können hinzugefügt werden, um das Signal-Zu-Rauschverhältnis zu erhöhen, eine Objekterfassung zu verbessern, oder beides. Eine nicht-kohärente Signalintegration wird verwendet, um die Rauschschwankungen auf dem empfangenen Signal zu verringern. Dies ist analog zum Reduzieren der Varianz einer Zufallsvariablen um ihren Mittelwert herum. In einer Ausführungsform kann ein Abtastbefehl zu bestimmten Zeiten während des Empfangs des reflektierten Signals **123** abgegeben werden, so dass bestimmte Bereichsbehälter abgetastet und beobachtet werden. Für irgendeinen bestimmten Bereichsbehälter kann die Zeit zu dem Objekt folgendermaßen bestimmt werden:

$$\tau_d = \frac{2 * R_d}{c}$$

wobei c die Lichtgeschwindigkeit ist, R_d der Bereichsbehälter „d“ ist und τ_d die Zeitverzögerung ist. Wenn ein I/Q Modus verwendet wird, dann werden mehrere I Kanal und mehrere Q Kanal Abtastwerte während alternierenden Impulswiederholungsfrequenzzyklen aufgenommen und folgendermaßen verarbeitet:

$$I_{av} = \sum_{k=1}^n I_k$$

$$Q_{av} = \sum_{k=1}^n Q_k$$

und

$$E = \sum_{k=1}^n \sqrt{(I_{av}^2 + Q_{av}^2)}$$

wobei n die Gesamtanzahl von I und Q Abtastwerten ist. Wenn der sich ergebende Wert E einen vorgegebenen Schwellwert übersteigt, kann bestimmt werden, dass ein Objekt erfasst worden ist und in dem Bereichsbehälter „d“ vorhanden ist. Sowohl Gleichphasen- als auch Quadraturphasen-Signale sollten wenn möglich verwendet werden, um sicherzustellen, dass die stationären Objekte innerhalb des Bereichsbehälters erfasst werden. Es kann gezeigt werden, dass das Signal-Zu-Rausch-Verhältnis verbessert werden kann, wenn die Quadratwurzel der Anzahl von Abtastwerten genommen wird.

[0047] Andere Signalverarbeitungstechniken, die

Durchschnittsfachleuten in dem technischen Gebiet bekannt sind, können genau so verwendet werden. **Fig. 9** ist ein Blockdiagramm einer Ausführungsform einer Signalverarbeitungstechnik, die bei den abgetasteten Signalen verwendet werden kann. Insbesondere umfasst die Exponential-Mittelungseinheit **900** einen Eingang **902**, der mit einem ersten Multiplizierer **904** gekoppelt ist. Der erste Multiplizierer **904** multipliziert das auf der Eingangsleitung **902** vorhandene Signal und eine erste Konstante **906**. Das sich ergebende Produkt wird an dem Summationsmodul **908** bereitgestellt, das das Produkt von dem ersten Multiplizierer **904** mit dem Produkt eines zweiten Multiplizierers **914** addiert. Der zweite Multiplizierer **914** multipliziert eine zweite Konstante **916**, die vorzugsweise die Differenz von Eins minus der ersten Konstanten ist, und den sich ergebenden Ausgang **916**, der in dem Speicherregister **912** gespeichert worden ist. Es kann gezeigt werden, dass die Verringerung in der Rauschleistungs-Varianz, die sich aus der exponentiellen Mittelung ergibt, folgendermaßen ist:

$$\frac{\sigma_{out}}{\sigma_{in}} = \frac{\alpha}{2 - \alpha}$$

wobei α der Wert des ersten Koeffizienten ist und σ die Rauschleistungsvarianz des demodulierten Signals ist.

[0048] In vorteilhafter Weise wird nur ein einzelnes Speicherregister in der obigen Implementierung verwendet. Zwei getrennte Exponential-Mittelungseinheiten müssen verwendet werden, wenn sowohl I als auch Q Kanäle in einem I/Q System abgetastet werden. In dem Exponential-Mittelungssystem, das in **Fig. 9** dargestellt ist, können die Gewichtungen der ersten und zweiten Koeffizienten in Übereinstimmung nur den Systemanforderungen geändert werden. Ein kleinerer erster Koeffizient und ein begleitender größerer zweiter Koeffizient werden die Eingangsabtwerte dämpfen und die vergangenen gemittelten Ausgänge werden dann die dominanten Terme. Wenn ein größerer erster Koeffizient verwendet wird und begleitende kleinere zweite Koeffizienten verwendet werden, dann werden die Eingangsabtwerte die dominanten Terme in der Gleichung sein und somit ist das System in der Lage, schneller auf Änderungen in den Eingangsdaten zu reagieren. Die Auswahl der geeigneten Werte der ersten und zweiten Koeffizienten wird durch die bestimmten Systemanforderungen bestimmt.

[0049] Wie voranstehend diskutiert, können die Sensorsignale impulsphasencodiert sein. Wenn eine ausreichende Anzahl von Impulsen in der Phasen-Code-Sequenz eingebaut sind, ist der Empfänger in der Lage, eine Korrelation von störenden Signalen aufzuheben und die Signalerfassung und das Signal-Zu-Rauschverhältnis des Empfängers zu verbessern. Zusätzlich kann das Signal phasencodiert sein, um den degenerativen Einfluss einer Störung

von anderen Signalquellen zu verringern. Insbesondere, wie voranstehend diskutiert, wird das empfangene Signal mit dem ersten Signal derart gemischt, dass ein Ausgang nur bereitgestellt wird, wenn sowohl das empfangene Signal als auch das erste Signal vorhanden sind. Eine Phasencodierung des ersten Signals und eine Korrelation des Phasencodes des empfangenen Signals mit dem ersten Signal kann ermöglichen, dass der hier beschriebene Frontend-Sensor Störungssignale abweist und die Zuverlässigkeit und Sicherheit des Systems erhöht.

[0050] **Fig. 10** zeigt eine andere Ausführungsform eines Frontend-Sensors **1000**. Insbesondere umfasst das Frontend **1000** eine CW Signalquelle **1002**, die mit einem FET **1006** gekoppelt ist, der zusammen mit seinen zugehörigen Komponenten **1004** als ein Verstärker arbeitet, während gesendet wird, und als ein nicht vorgespannter Mischer während eines Empfangs. Diese Ausführungsform erlaubt, dass eine größere Senderleistung verwendet wird. Jedoch, wie in **Fig. 10** dargestellt, ist eine Phasencodierung nicht möglich, ohne eine zusätzliche Komponente, die speziell hinzugefügt ist, um ein Phasencodierungsverfahren zu implementieren. Abgesehen von der fehlenden Phasenmodulation und Phasendemodulation ist der Betrieb der anderen Komponenten des Frontend-Sensors **1000** identisch zu dem Frontend-Sensor **100** und den hier in den **Fig. 4–Fig. 9** beschriebenen Schaltungen.

Patentansprüche

1. Frontend-Sensor (**100**), umfassend: eine Antenne (**102**) zum Senden eines Sensorsignals und Empfangen eines reflektierten Signals, eine Dauerwellen-Signalquelle (**202**), einen Dreimodus-Mischer (**204**) mit einem Eingangstor (**205**), das mit der Dauerwellen-Signalquelle gekoppelt ist, einem ersten Eingang-/Ausgangstör (**209**), wobei ein Teil eines ersten Signals, das durch die Dauerwellen-Signalquelle zugeführt wird, zwischen dem Eingangstör (**205**) und dem ersten Eingang-/Ausgangstör (**207**) des Mixers gesendet wird und mit der Antenne zur Aussendung davon als ein gesendetes Sensorsignal gekoppelt ist, und der Dreimodus-Mischer ein reflektiertes Signal von der Antenne empfängt und das reflektierte Signal mit dem ersten Signal mischt und, als einen Ausgang von dem zweiten Eingang-/Ausgangstör (**209**), ein Basisbandsignal bereitstellt, und einen Empfänger, der mit dem zweiten Eingang-/Ausgangstör (**209**) des Mixers verbindbar und konfiguriert und angeordnet ist, um ein Sensorausgangssignal bereitzustellen, gekennzeichnet durch einen Phasenmodulator (**108**, **203**) für eine Phasenmodulation des gesendeten Sensorsignals, einen Phasendemodulator (**112**) des Empfängers, der konfiguriert und angeordnet ist, um eine Phasendemodulation zu erzeugen, die komplementär zu der

Phasenmodulation ist, die durch den Phasenmodulator erzeugt wird, und einen Sende-/Empfangs-Schalter (210) mit einem Signalanschluss, der mit dem zweiten Eingangs-/Ausgangs-Tor (209) des Mischers gekoppelt ist, einem Sendeanschluss, der mit dem Phasenmodulator gekoppelt ist, und einem Empfangsanschluss, der mit dem Phasendemodulator gekoppelt ist.

2. Frontend-Sensor nach Anspruch 1, wobei die Dauerwellen-Signalquelle (202) dafür ausgelegt ist, um ein Dauerwellensignal an den Dreimodus-Mischer (204) zu führen und, während eines Sendemodus, der Sende-/Empfangs-Schalter (210) betrieben wird, um den Phasenmodulator (203) mit dem Dreimodus-Mischer derart zu koppeln, dass das Dauerwellensignal in der Phase moduliert wird.

3. Frontend-Sensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Dauerwellen-Signalquelle (202) dafür ausgelegt ist, um ein Dauerwellen-Signal an den Dreimodus-Mischer (204) zuzuführen, und, während des Empfangsmodus, der Sende-/Empfangs-Schalter (210) betrieben wird, um den Phasendemodulator (112) mit dem Dreimodus-Mischer zu koppeln, so dass ein empfangenes reflektiertes Signal in der Phase demoduliert wird.

4. Frontend-Sensor nach Anspruch 1, 2 oder 3, mit einem Phasenschieber (206), der zwischen die Antenne (162) und den Dreimodus-Mischer (204) gekoppelt ist.

5. Frontend-Sensor nach irgendeinem voranstehenden Anspruch, mit einem Controller (104), der mit dem Sende-/Empfangs-Schalter (210), dem Phasenmodulator (203) und dem Phasendemodulator (112) gekoppelt ist, wobei der Controller konfiguriert ist, um den Sende-/Empfangs-Schalter zwischen den Sende- und Empfangsanschlüssen bei einer vorgegebenen Impulswiederholungsrate umzuschalten und ein Phasenmodulations-Verfahren und ein komplementäres Phasendemodulations-Verfahren an dem Phasenmodulator bzw. Phasendemodulator bereitzustellen,

6. Frontend-Sensor nach irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei der Dreimodus-Mischer ein Doppelgegentaktmischer (500) ist.

7. Frontend-Mischer nach irgendeinem vorangehenden Anspruch 1 bis 5, wobei der Frontend-Mischer ein Einfachgegentaktmischer (520) ist.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

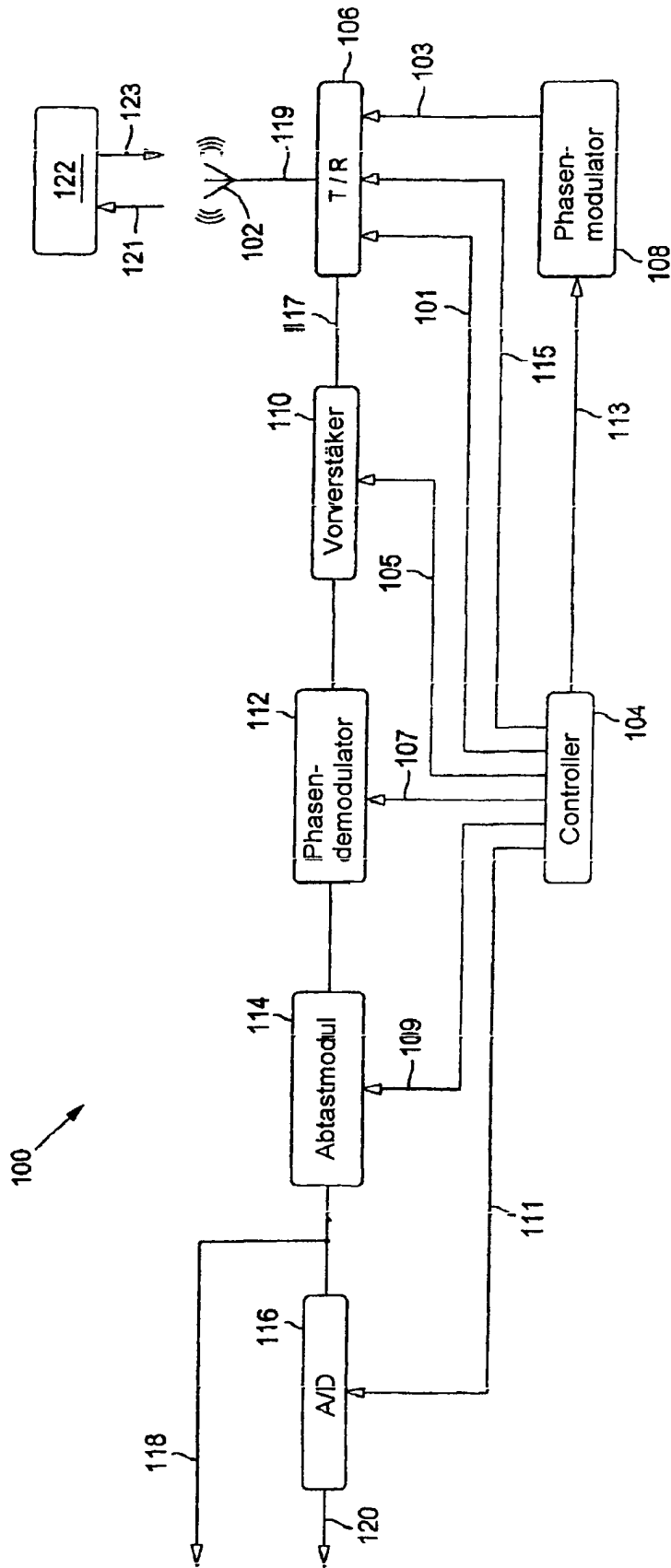


FIG. 1

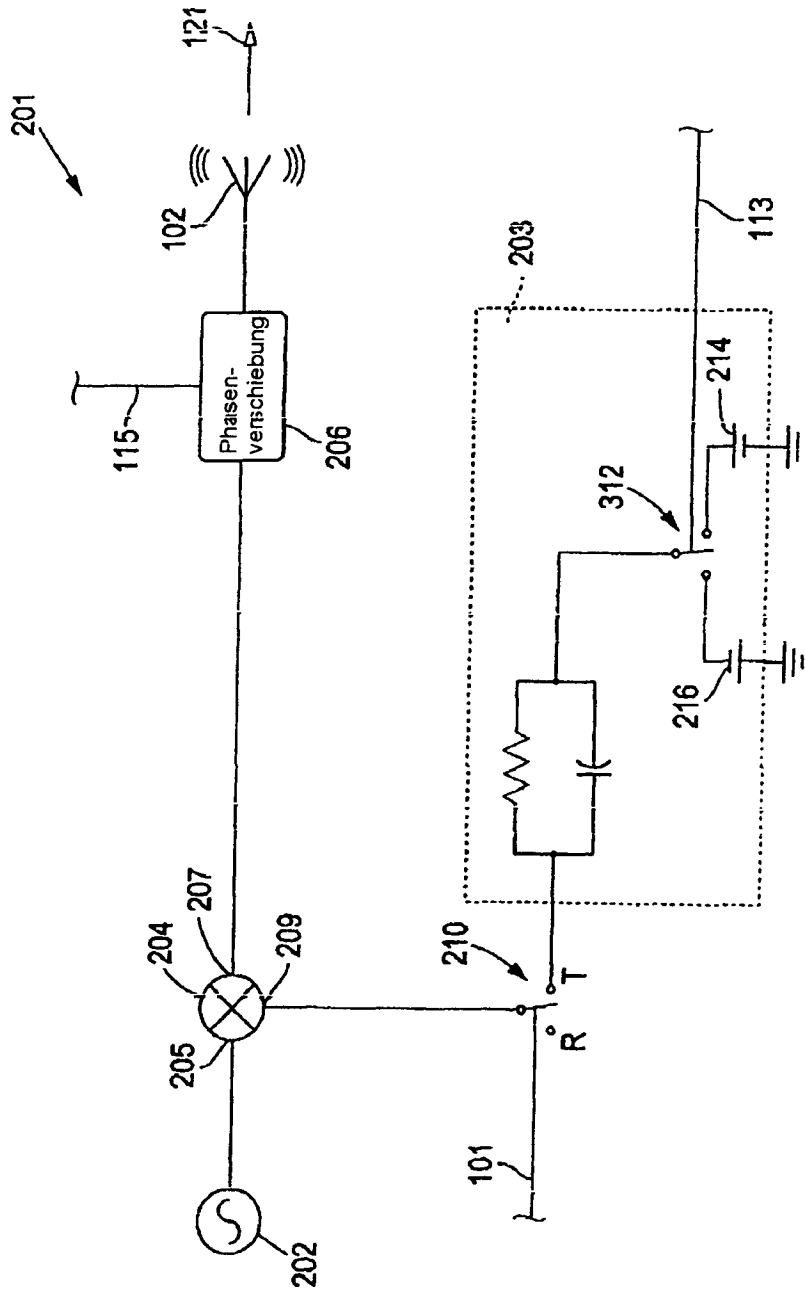


FIG. 2

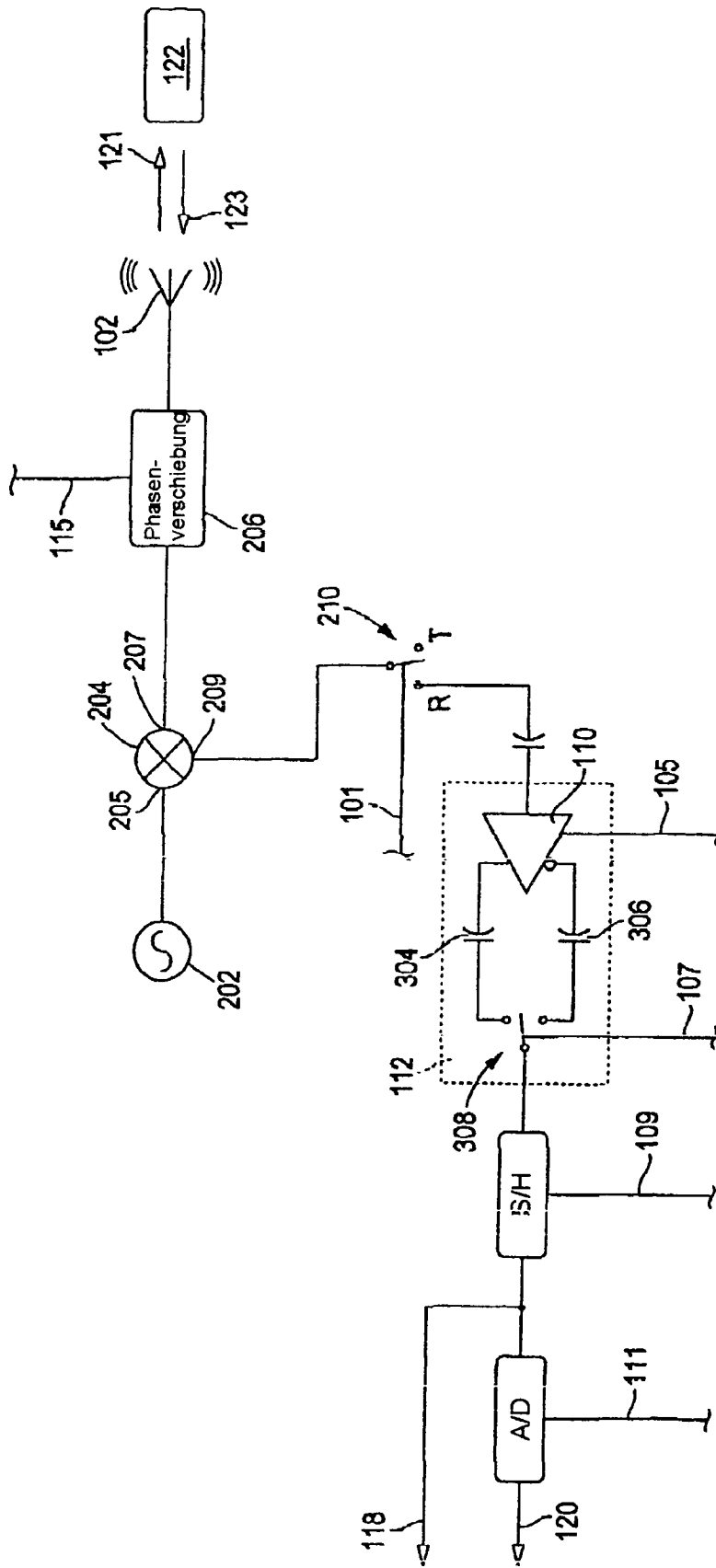


FIG. 3

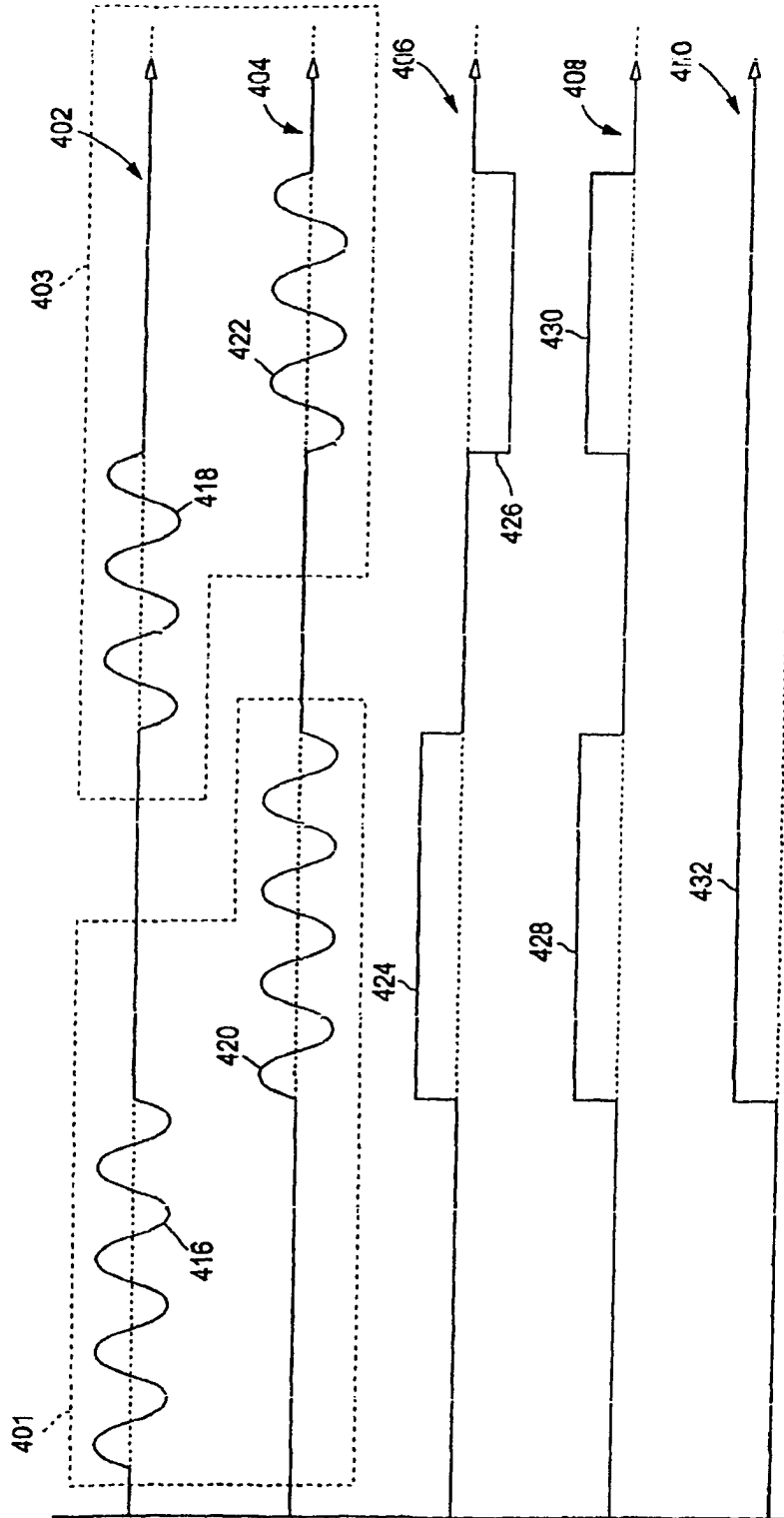


FIG. 4

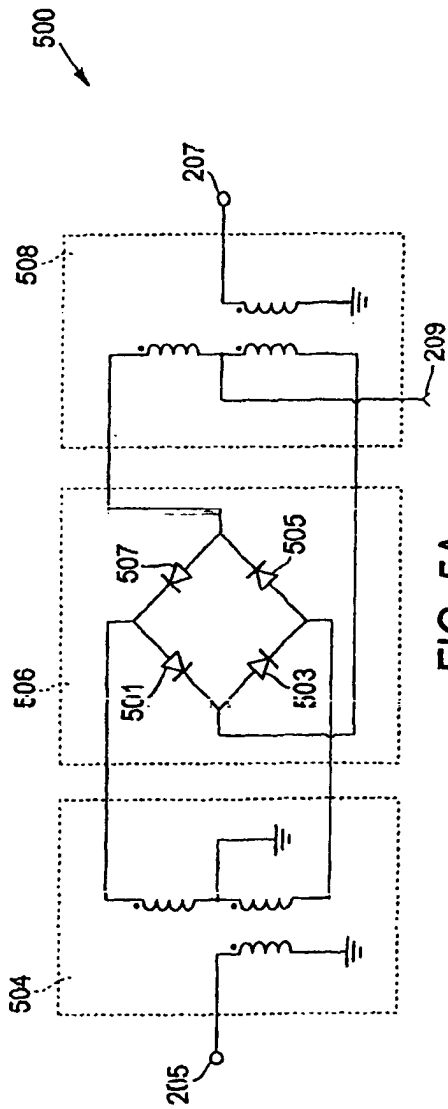


FIG. 5A

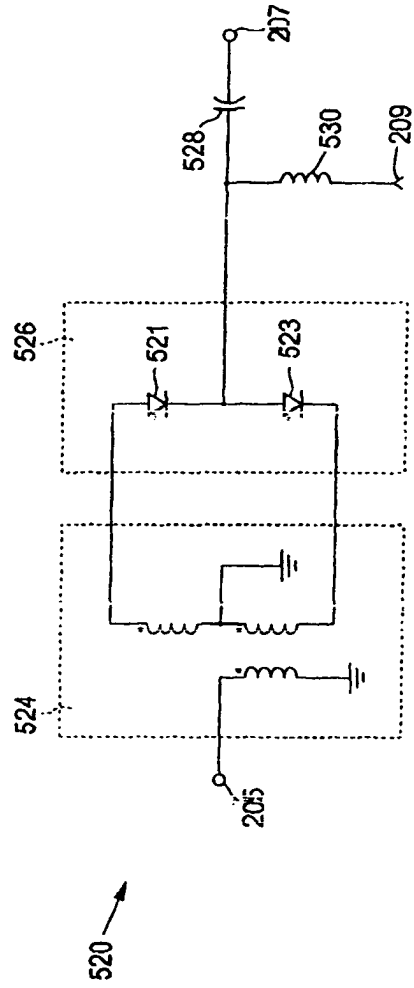


FIG. 5B

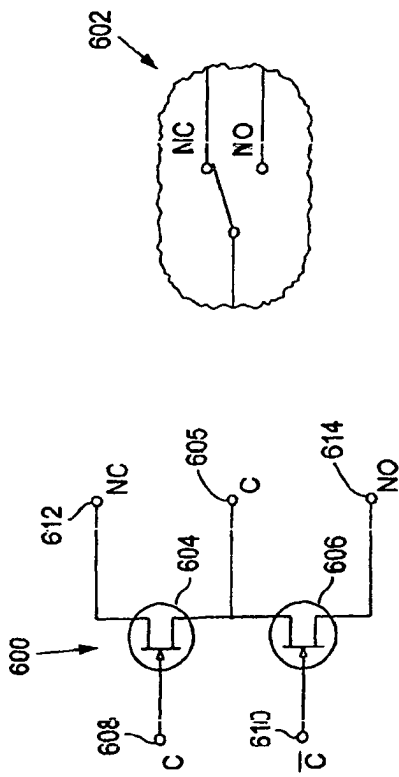


FIG. 6A

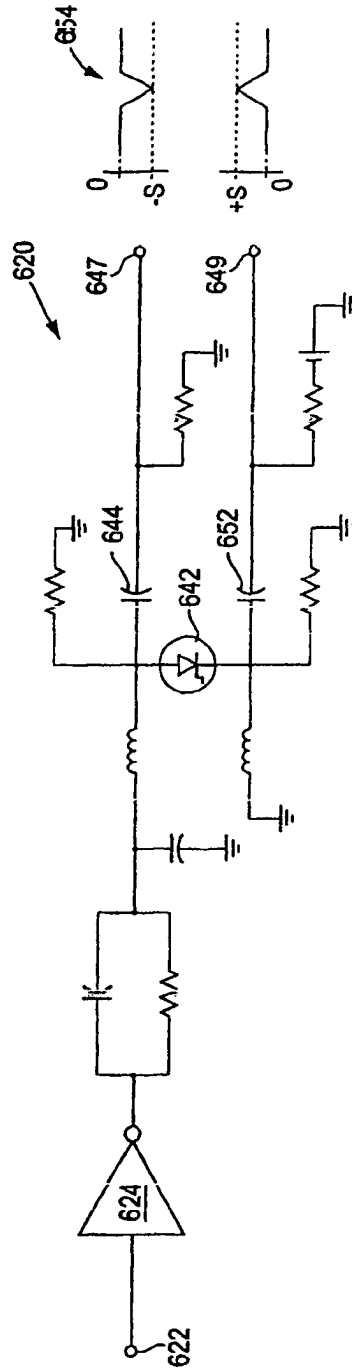


FIG. 6B

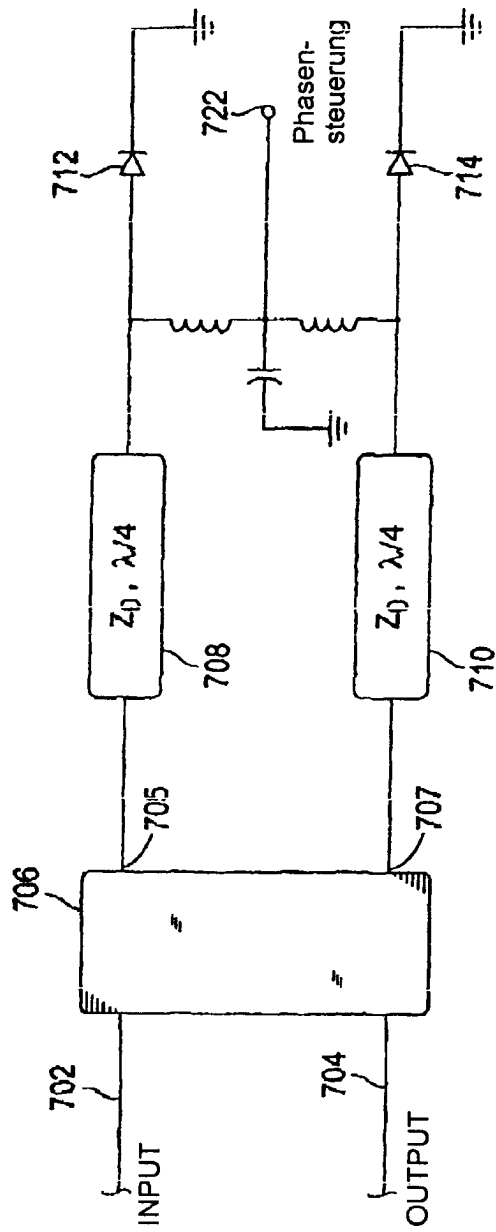


FIG. 7

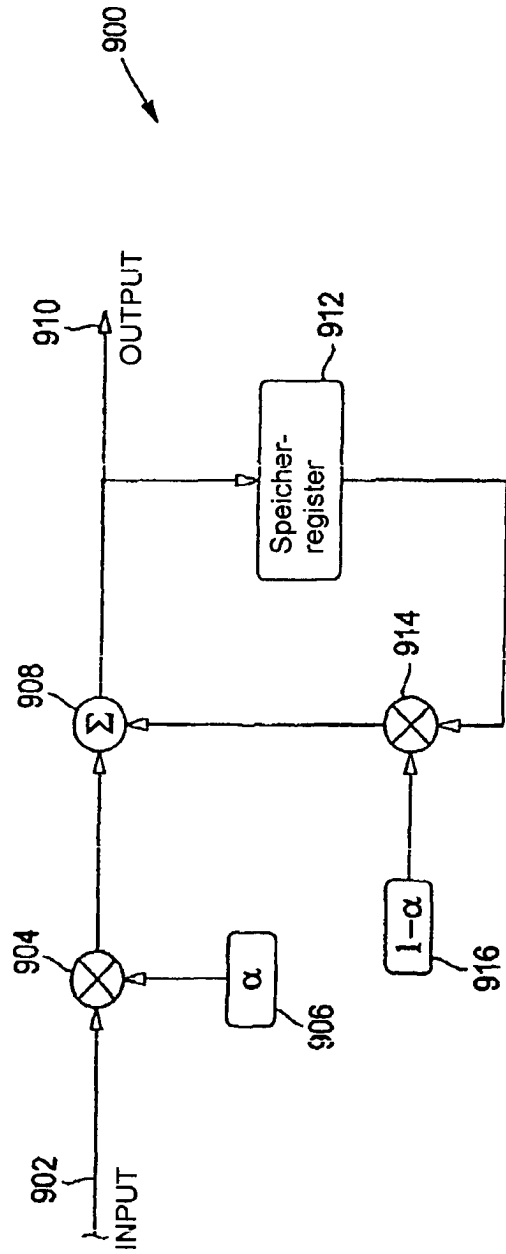


FIG. 9

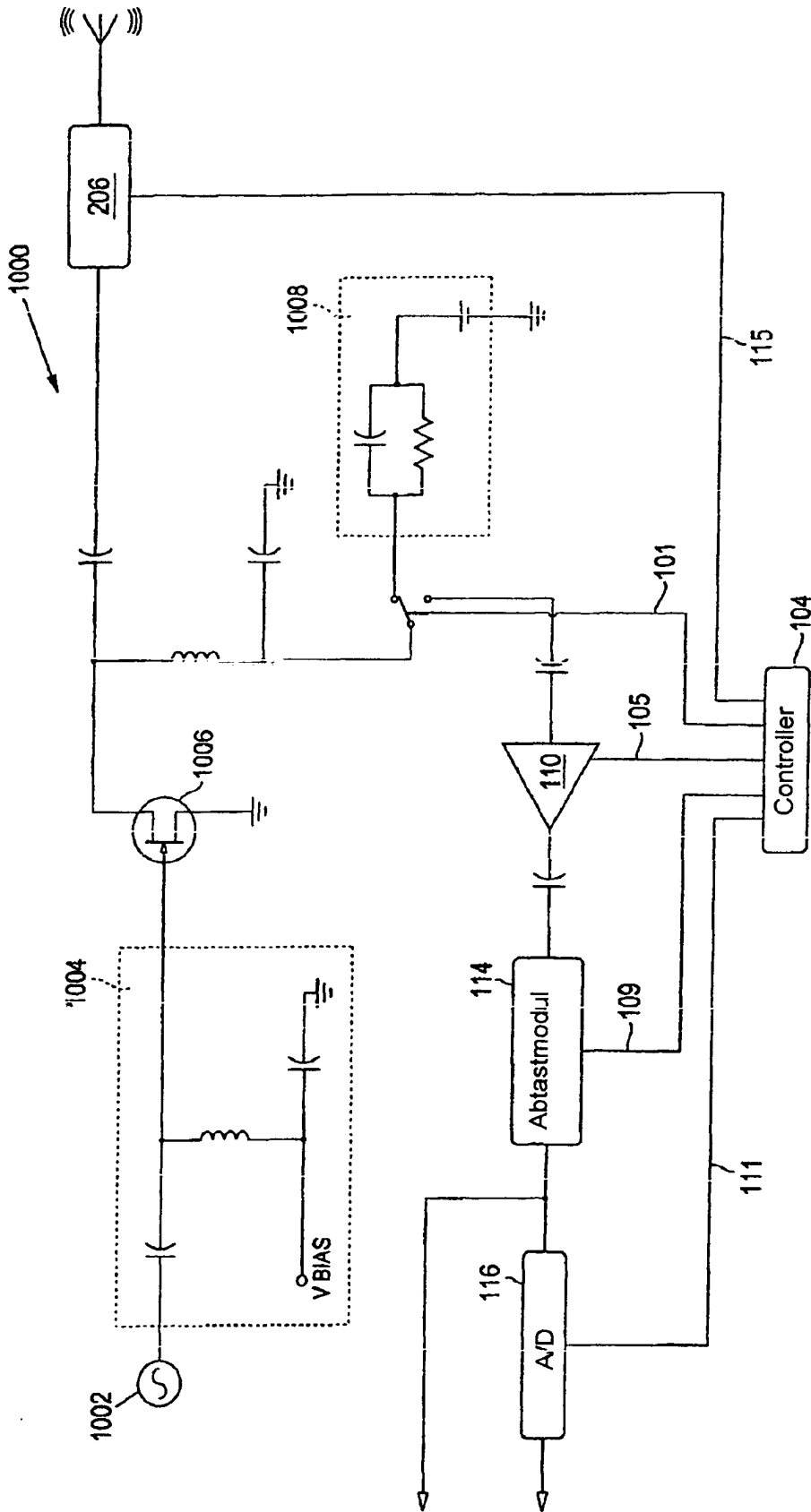


FIG. 10