



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 057 053 A1** 2007.05.31

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 057 053.4**

(22) Anmeldetag: **30.11.2005**

(43) Offenlegungstag: **31.05.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G01F 23/284** (2006.01)

(71) Anmelder:

VEGA Grieshaber KG, 77709 Wolfach, DE

(74) Vertreter:

Maiwald Patentanwalts GmbH, 80335 München

(72) Erfinder:

**Fehrenbach, Josef, 77716 Haslach, DE;
Schultheiss, Daniel, 78132 Hornberg, DE; Müller,
Christoph, 77728 Oppenau, DE; Griessbaum, Karl,
77796 Mühlenbach, DE**

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

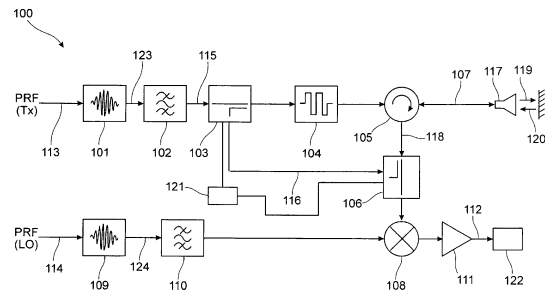
EP 08 87 658 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Referenzpulserzeugung**

(57) Zusammenfassung: Die Form oder Amplitude von Referenzpulsen bei einem Füllstandradar hängen typischerweise von der Bauteilqualität des verwendeten Zirkulators, eines Sende-/Empfangskopplers oder auch von der Temperatur der Schaltung ab. Im Falle großer Echos im Nahbereich kann die Qualität der Messung leiden. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein Radarmodul zur Auskopplung eines Referenzsignals für ein Füllstandradar angegeben, welches eine Abzapfung zur Auskopplung des Referenzsignals und eine Verzögerungsleitung zum Verzögern des Sendesignals umfasst. Die Verzögerung des Sendesignals auf seinem Weg zur Antenne findet nach der Auskopplung des Leckpulses statt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Füllstandmessung. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Hochfrequenzmodul zum Auskoppeln eines Referenzsignals für ein Füllstandmessgerät, ein Füllstandmessgerät zur Bestimmung eines Füllstands in einem Tank, die Verwendung eines derartigen Hochfrequenzmoduls zur Füllstandmessung, sowie ein Verfahren zum Auskoppeln eines Referenzsignals für ein Füllstandmessgerät.

[0002] Bekannte Füllstandmessgeräte weisen eine Antenne auf, welche Radar- oder Mikrowellen ausstrahlt bzw. empfängt, um den Füllstand eines Mediums in einem Füllgutbehälter zu ermitteln. Die Antenne eines solchen Füllstandmessgeräts ist dabei beispielsweise innerhalb eines Behälters angeordnet.

[0003] Die Hochfrequenzmodule derartiger Füllstandmessgeräte dienen der Erzeugung von Sendesignalen, welche über die Antenne in Richtung Füllgut ausgesendet werden. Die empfangenen Messsignale werden über die Antenne aufgenommen und mit Hilfe eines Referenzsignals ausgewertet. Dieses Referenzsignal kann als Referenzpuls (Leckpuls) ausgeführt sein, dessen Form und Amplitude von der Bauteilqualität eines Zirkulators, eines Sende-/Empfangskopplers oder auch von der Temperatur der Messvorrichtung abhängt. Weiterhin kann eine Reflexion der Antenne selbst oder der Antenneneinkopplung den Leckpuls negativ beeinflussen, wenn die Antenne beispielsweise nahe am Koppler (Zirkulator) angeordnet ist oder im Falle großer Echos im Nahbereich.

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Referenzpuls erzeugung für die Füllstandmessung bereitzustellen.

[0005] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein Hochfrequenzmodul zum Auskoppeln eines Referenzsignals für ein Füllstandmessgerät angegeben, das Hochfrequenzmodul umfassend eine erste Übertragungsstrecke zum Übertragen eines elektromagnetischen Sendesignals von einer Quelle zu einer Antenne oder zu einer Sonde, eine Abzapfung zum Auskoppeln eines Referenzsignals aus der Übertragungsstrecke und eine Verzögerung zum Verzögern des Sendesignals auf seinem Weg zu der Antenne oder Sonde, wobei die Verzögerung nach der Abzapfung angeordnet ist.

[0006] Somit wird also das Sendesignal auf seinem Weg zur Antenne (im Falle eines Füllstandradars) oder zu einer Sonde (im Falle eines TDR-Füllstandmessers) angezapft. Das dadurch ausgekoppelte Referenzsignal kann zur Auswertung eines Messsignals von der Antenne verwendet werden. Nach der Auskopplung des Referenzsignals wird das Sendesignal

gegenüber dem Referenzsignal zeitlich verzögert, so dass beispielsweise große Echos im Nahbereich, Reflexionen der Antenne oder mangelnde Isolation des Sende-/Empfangskopplers die Auswertung des Referenzsignals nicht stören.

[0007] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst die Abzapfung einen ersten Richtkoppler.

[0008] Der Richtkoppler ist beispielsweise als symmetrischer oder unsymmetrischer Hybridkoppler ausgeführt.

[0009] Ein solcher Hybridkoppler lässt sich kostengünstig in eine Schaltung des Hochfrequenzmoduls integrieren.

[0010] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst die Verzögerung eine Laufzeitleitung.

[0011] Beispielsweise ist die Laufzeitleitung als Stripline ausgeführt, welche in einer Multilayerleiterplatte integriert ist. Eine solche Stripline hat auf beiden Seiten Masseflächen, ist also beispielsweise in einer anderen Ebene angeordnet als die Übertragungsstrecke. Je nach gewünschter Verzögerung kann die Stripline eine entsprechende Länge aufweisen.

[0012] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die Laufzeitleitung als Microstrip ausgeführt.

[0013] Ebenso kann die Laufzeitleitung eine sog. „Low Temperature Cofired Ceramic“ (ein sog. LTCC-Bauteil) aufweisen. Diese Keramik weist eine hohe Dielektrizitätskonstante auf und ist beispielsweise SMD-bestückbar.

[0014] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die Laufzeitleitung als aufgewickeltes Koaxialkabel ausgeführt.

[0015] Der Richtkoppler zum Auskoppeln des Referenzsignals kann einen einstellbaren Koppelfaktor aufweisen.

[0016] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist eine Steuerung vorgesehen, welche zum Einstellen des Koppelfaktors des Richtkopplers ausgeführt ist.

[0017] Diese Steuerung kann dann je nach Umgebungsbedingungen und Anforderungen entsprechende Einstellungen am Koppelfaktor des Richtkopplers vornehmen. Somit kann die Amplitude des Referenzpulses entsprechend geändert werden.

[0018] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel

der vorliegenden Erfindung umfasst das Hochfrequenzmodul weiterhin eine zweite Übertragungsstrecke zum Übertragen eines Messsignals von der Antenne zu einer Auswerteschaltung und eine Einkopplung zum Einkoppeln eines Referenzsignals in die zweite Übertragungsstrecke.

[0019] Auf diese Weise wird gewährleistet, dass das ausgekoppelte Referenzsignal zur Auswertung des Messsignals verwendet werden kann, wobei das Messsignal gegenüber dem Referenzsignal verzögert worden ist.

[0020] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die Einkopplung als Richtkoppler ausgeführt, bei dem es sich beispielsweise um einen Hybridkoppler handeln kann.

[0021] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst das Hochfrequenzmodul weiterhin einen Pulsgenerator zum Erzeugen eines gepulsten Sendesignals, wobei das Referenzsignal ein Referenzpuls ist.

[0022] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein Füllstandmessgerät zur Bestimmung eines Füllstands in einem Tank angegeben, das Füllstandmessgerät umfassend ein Hochfrequenzmodul, wie oben beschrieben.

[0023] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst das Füllstandmessgerät eine Antenne zum Aussenden und/oder Empfangen von elektromagnetischen Wellen.

[0024] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst das Füllstandmessgerät eine Sonde zum Übertragen der elektromagnetischen Wellen zum Füllgut.

[0025] Weiterhin ist die Verwendung eines erfindungsgemäßen Hochfrequenzmoduls zur Füllstandmessung angegeben.

[0026] Weiterhin ist ein Verfahren zum Auskoppeln eines Referenzsignals für ein Füllstandradar angegeben, bei dem ein elektromagnetisches Sendesignal über eine Übertragungsstrecke von einer Quelle zu einer Antenne übertragen wird, ein Referenzsignal von der Übertragungsstrecke ausgekoppelt wird, das Sendesignal auf seinem Weg zur Antenne verzögert wird, wobei die Verzögerung des Sendesignals nach dem Auskoppeln des Referenzsignals erfolgt.

[0027] Hierdurch wird ein Verfahren bereitgestellt, durch das ein Leckpuls abgenommen werden kann, welcher durch den Antennenpuls nicht beeinflusst wird, selbst wenn die Antenne nahe am Koppler angeordnet ist, oder im Falle großer Echos im Nahbereich. Hierdurch kann die Qualität bzw. Genauigkeit

der Messung wesentlich erhöht werden.

[0028] Weitere Ausführungsbeispiele, Aufgaben und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0029] Im Folgenden werden mit Verweis auf die Figuren bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0030] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Hochfrequenzmoduls.

[0031] [Fig. 2a](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Hochfrequenzmoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0032] [Fig. 2b](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Hochfrequenzmoduls gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0033] [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Füllstandmessgerätes gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0034] Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch und nicht maßstäblich.

[0035] In der folgenden Figurenbeschreibung werden für die gleichen oder ähnlichen Elemente die gleichen Bezugsziffern verwendet.

[0036] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Radarmoduls. Das Radarmodul weist einen Pulsgenerator **101** auf, welcher der Erzeugung eines Sendepulses dient. Dieser Sendepuls wird dann über den Bandpass **102** gefiltert und über die Übertragungsstrecke **115** einem Zirkulator **105** zugeführt.

[0037] Der Puls durchläuft den Zirkulator mit einer Dämpfung von $a_1 = 1$ dB und wird über die Leitung **107** an die Antenne **117** übertragen. Die Antenne **117** sendet den Puls dann in Richtung Füllgut aus und empfängt daraufhin einen entsprechenden Messpuls. Der Messpuls wird über die Leitung **107** an den Zirkulator **105** übertragen und dann, ebenfalls mit einer Dämpfung von $a_2 = 1$ dB, an die Leitung **118** abgegeben.

[0038] Weiterhin leitet der Zirkulator **105** während der Übertragung des Sendesignals von Leitung **115** auf Leitung **107** hin zur Antenne einen Referenzpuls von der Leitung **115** zur Leitung **118** bei einer Dämpfung von $a_3 = 20$ dB ab. Referenzpuls und Messsignal werden in den Sampling-Mixer **108** eingespeist.

[0039] Es ist ein zweiter Pulsgenerator **109** vorgesehen, welcher ein gepulstes Signal erzeugt, welches einen Bandpass **110** durchläuft und dann ebenfalls in den Sampling-Mixer **108** eingegeben wird.

[0040] Der Sampling-Mixer **108** erzeugt dann ein zeitgedehntes Signal, welches durch den Verstärker **111** verstärkt wird und dann als Zwischenfrequenz **112** an eine Auswerteschaltung **122** weitergeleitet wird.

[0041] [Fig. 2a](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Radarmoduls gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Wie in [Fig. 2a](#) zu erkennen, weist das Radarmodul **100** im Wesentlichen eine Übertragungsstrecke **115** zum Übertragen eines elektromagnetischen Sendesignals von einem Pulsgenerator **101** zu einer Antenne **117**, eine Abzapfung **103** zum Auskoppeln eines Referenzsignals aus der Übertragungsstrecke **115** und eine Verzögerung **104** zum Verzögern des Sendesignals auf seinem Weg zur Antenne **117** auf. Die Verzögerung **104** ist hierbei nach der Abzapfung **103** angeordnet.

[0042] Statt einer Antenne **117** kann auch eine Leitung zum Leiten des Sendesignals zum Füllgut vorgesehen sein, um eine nicht-berührungsfreie Messung vorzunehmen.

[0043] Der Pulsgenerator **101** wird durch ein PRF(Tx) Signal **113** mit der Pulswiederholfrequenz (pulse repetition frequency, PRF) für den Sendezweig (transmit path, Tx) gespeist.

[0044] Das vom Pulsgenerator **101** erzeugte Ausgangssignal **123** wird nachfolgend in einem Bandpass **102** gefiltert und durchläuft dann die Übertragungsstrecke **115** zum Richtkoppler **103** (Abzapfung).

[0045] Der Richtkoppler **103** ist beispielsweise als unsymmetrischer Hybrid ausgeführt, dessen Koppelfaktor einstellbar ist. Von dem Sendesignal wird nun über den Richtkoppler ein Referenzpuls **116** abgezweigt bzw. ausgekoppelt und einem zweiten Richtkoppler **106** zugeführt.

[0046] Das Sendesignal durchläuft nach der Abzapfung des Referenzpulses eine Laufzeitleitung **104**, um zeitlich verzögert zu werden. Diese Laufzeitleitung **104** ist beispielsweise als Stripline in einer Multilayerleiterplatte, als aufgewickeltes Koaxialkabel oder als LTCC-Bauteil ausgeführt. Nach der zeitlichen Verzögerung des Sendesignals durchläuft das Sendesignal einen Zirkulator **105**, welcher das Sendesignal mit geringer Dämpfung über die Übertragungsstrecke **107** an die Antenne **117** weiterleitet.

[0047] Von der Antenne **117** wird dann das Sendesignal ausgesendet und als Signal **119** in Richtung Füllgut übertragen. Von dort wird es dann als Empfangssignal **120** reflektiert und von der Antenne **117** aufgenommen und dem Zirkulator **105** zugeführt. Hier wird das Empfangssignal dann mit geringer Dämpfung an die Leitung **118** und sodann an den

Richtkoppler **106** geleitet, wo es mit dem Referenzpuls zusammenläuft.

[0048] Referenzpuls und Empfangssignal (Messsignal) werden an den Sampling-Mixer **108** weitergeleitet. Der Sampling-Mixer **108** wird von dem zweiten Pulsgenerator **109** aufgesteuert.

[0049] Der zweite Pulsgenerator **109** (welcher im übrigen entweder ein eigenes Gerät darstellen kann oder identisch zum ersten Pulsgenerator **101** sein kann) wird mit einem PRF (LO) Signal **114** mit der Pulswiederholfrequenz (PRF) des Abtastoszillators (local oscillator, LO) versorgt und erzeugt ein gepulstes Ausgangssignal **124**, welches nachfolgend den Bandpass **110** durchläuft, bevor es dem Sampling-Mixer **108** zugeführt wird.

[0050] Nachdem der Sampling-Mixer **108** eine Zeitdehnung des Messsignals vorgenommen hat, findet eine Verstärkung des Ausgangssignals durch Verstärker **111** statt. Das resultierende Signal **112** wird dann als Zwischenfrequenz der Auswerteschaltung **122** zugeführt.

[0051] Die Amplitude des Referenzpulses ist über den Koppelfaktor der Richtkoppler **103**, **106** einstellbar. Die Richtkoppler **103**, **106** können ggf. über eine Steuerung **121** angesteuert und somit deren Koppelfaktoren (einzeln oder gemeinsam) eingestellt werden.

[0052] Durch die verbesserte Pulsform des Referenzpulses wird eine höhere Genauigkeit der Messung bereitgestellt. Durch die Abzapfung des Referenzpulses in Kombination mit der Laufzeitleitung kann eine Beeinflussung des Referenzpulses durch die Antenne oder die Einkopplung oder durch Echos im Nahbereich vermieden werden.

[0053] [Fig. 2b](#) zeigt eine ähnliche Anordnung wie [Fig. 2a](#) jedoch ist hier ein Dämpfungsglied **125** zwischen die Richtkoppler **103** und **106** eingefügt, mit dem sich die Größe des Referenzsignals **116** einstellen lässt. Dieses Dämpfungsglied **125** kann als Festdämpfungsglied ausgeführt sein oder als variables Dämpfungsglied, das sich dann über eine Steuervorrichtung **126** individuell einstellen lässt.

[0054] [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Füllstandradars gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Wie in [Fig. 3](#) zu erkennen, weist das Füllstandradar **300** ein Radarmodul **100**, eine Auswerteschaltung **122** und eine Antenne **117** auf. Die Antenne **117** dient hierbei dem Senden bzw. Empfangen von elektromagnetischen Signalen **119**, **120**, welche von einer Füllgutoberfläche **302** reflektiert werden.

[0055] Das Füllstandmessgerät **300** kann als Füll-

standradar oder auch zum nicht-berührungsfreien Messen von Füllständen, z.B. in Form eines TDR-Geräts, ausgeführt sein.

[0056] Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass „umfassend“ keine andere Elemente oder Schritte ausschließt und „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

Patentansprüche

1. Hochfrequenzmodul zum Auskoppeln eines Referenzsignals für ein Füllstandmessgerät, das Hochfrequenzmodul **(100)** umfassend: eine erste Übertragungsstrecke **(115)** zum Übertragen eines elektromagnetischen Sendesignals von einer Quelle **(101)** zu einer Antenne oder Sonde; eine Abzapfung **(103)** zum Auskoppeln eines Referenzsignals aus der Übertragungsstrecke **(115)**; eine Verzögerung **(104)** zum Verzögern des Sendesignals auf seinem Weg zu der Antenne oder Sonde; wobei die Verzögerung **(104)** nach der Abzapfung **(103)** angeordnet ist.
2. Hochfrequenzmodul nach Anspruch 1, wobei die Abzapfung **(103)** einen ersten Richtkoppler umfasst.
3. Hochfrequenzmodul nach Anspruch 2, wobei der Richtkoppler **(103)** als Hybridkoppler ausgeführt ist.
4. Hochfrequenzmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verzögerung **(104)** eine Laufzeitleitung umfasst.
5. Hochfrequenzmodul nach Anspruch 4, wobei die Laufzeitleitung als Stripline in einer Multilayerplatte ausgeführt ist.
6. Hochfrequenzmodul nach Anspruch 4, wobei die Laufzeitleitung als Microstrip ausgeführt ist.
7. Hochfrequenzmodul nach Anspruch 4, wobei die Laufzeitleitung als LTCC-Bauteil ausgeführt ist.
8. Hochfrequenzmodul nach Anspruch 4, wobei die Laufzeitleitung als aufgewickeltes Koaxialkabel ausgeführt ist.
9. Hochfrequenzmodul nach einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei der Richtkoppler **(103)** einen einstellbaren Koppelfaktor aufweist.
10. Hochfrequenzmodul nach Anspruch 9, weiterhin umfassend: eine Steuerung **(121)** zum Einstellen des Koppelfaktors.
11. Hochfrequenzmodul nach einem der Ansprüche 2 bis 9, weiterhin umfassend: ein Dämpfungsglied **(125)** zur Anpassung der Größe des Referenzsignals.
12. Hochfrequenzmodul nach Anspruch 10, weiterhin umfassend: eine Steuerung **(126)** zum Einstellen der Dämpfung.
13. Hochfrequenzmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend: eine zweite Übertragungsstrecke **(118)** zum Übertragen eines Messsignals von der Antenne oder Sonde zu einer Auswerteschaltung; eine Einkopplung **(106)** zum Einkoppeln des Referenzsignals in die zweite Übertragungsstrecke **(118)**.
14. Hochfrequenzmodul nach Anspruch 13, wobei die Einkopplung **(106)** ein Richtkoppler ist.
15. Hochfrequenzmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend: einen Pulsgenerator **(101)** zum Erzeugen eines gepulsten Sendesignals; wobei das Referenzsignal ein Referenzpuls ist.
16. Füllstandmessgerät zur Bestimmung eines Füllstands in einem Tank, das Füllstandmessgerät **(300)** umfassend: ein Hochfrequenzmodul **(100)** nach einem der Ansprüche 1 bis 15.
17. Füllstandmessgerät nach Anspruch 16, weiterhin umfassend: eine Antenne **(117)** zum Aussenden und/oder Empfangen von elektromagnetischen Wellen **(119; 120)**.
18. Füllstandmessgerät nach Anspruch 16, weiterhin umfassend: eine Sonde zum Übertragen der elektromagnetischen Wellen zum Füllgut.
19. Verwendung eines Hochfrequenzmoduls **(100)** nach einem der Ansprüche 1 bis 15 zur Füllstandmessung.
20. Verfahren zum Auskoppeln eines Referenzsignals für ein Füllstandmessgerät, das Verfahren umfassend die Schritte: Übertragen eines elektromagnetischen Sendesignals über eine Übertragungsstrecke **(115)** von einer Quelle **(101)** einer Sonde oder zu einer Antenne; Auskoppeln eines Referenzsignals von der Übertragungsstrecke **(115)**; Verzögern des Sendesignals auf seinem Weg zu der

Sonde oder zu der Antenne;
wobei die Verzögerung des Sendesignals nach dem
Auskoppeln des Referenzsignals erfolgt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

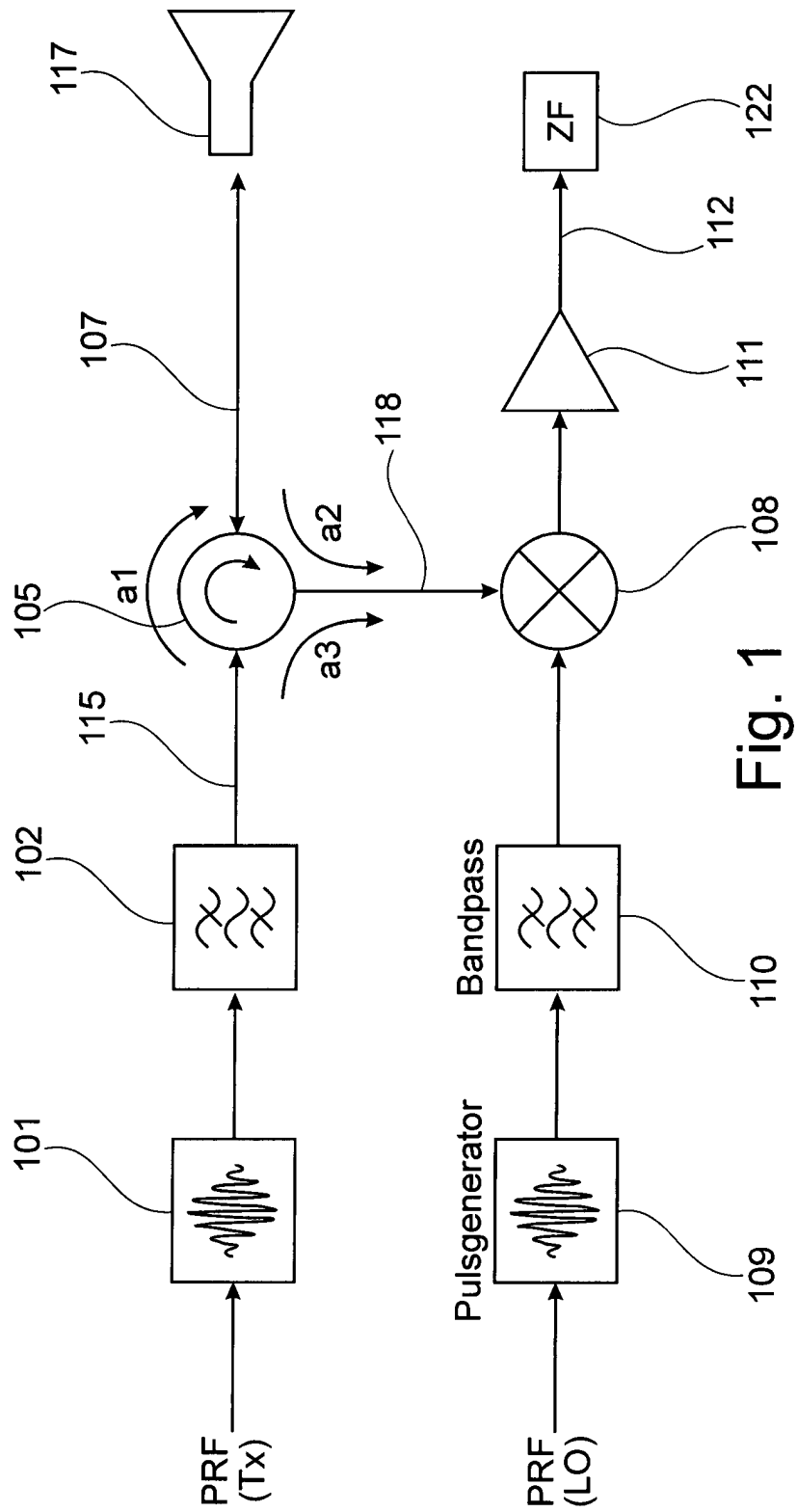


Fig. 1

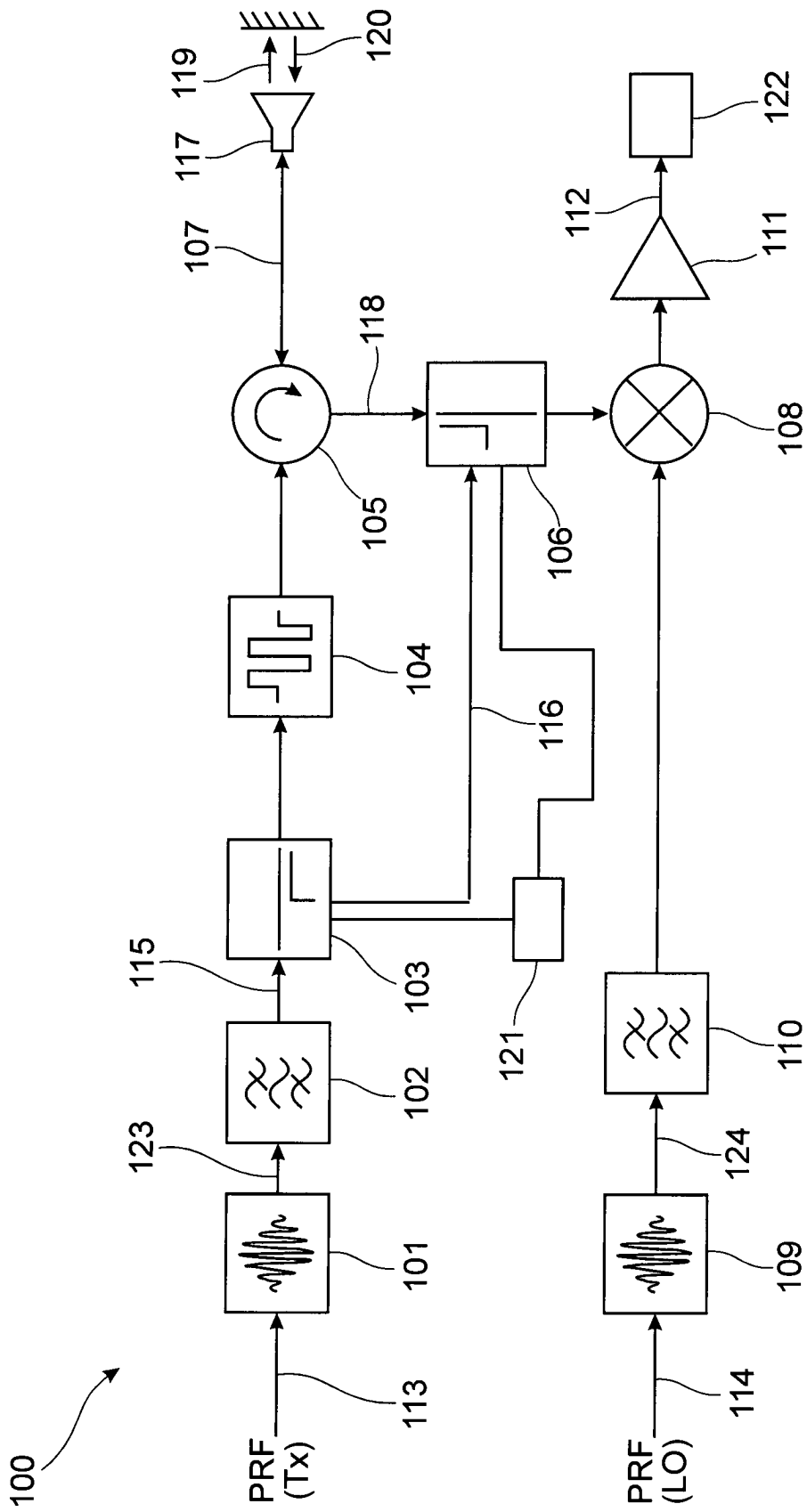


Fig. 2a

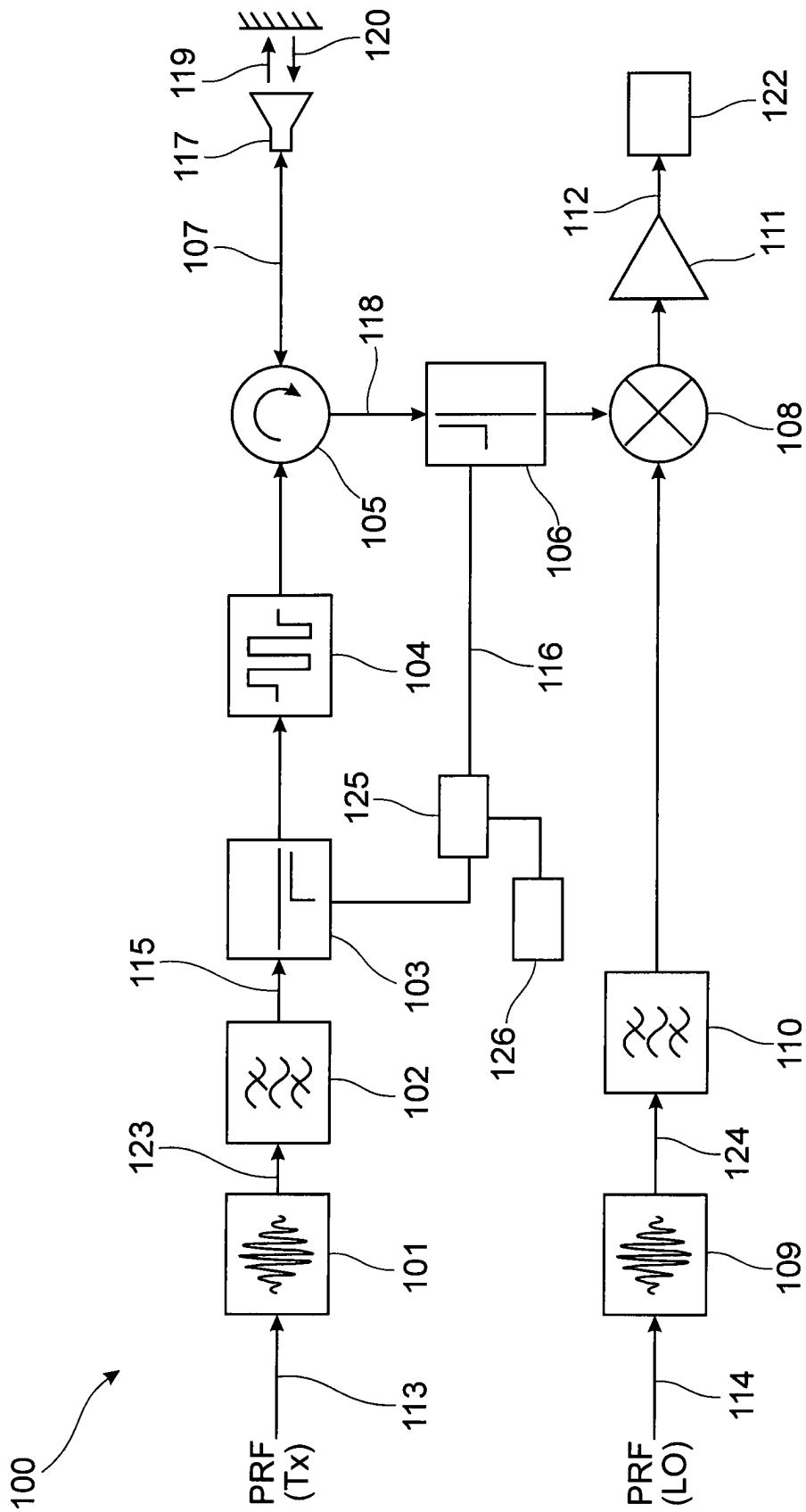


Fig. 2b

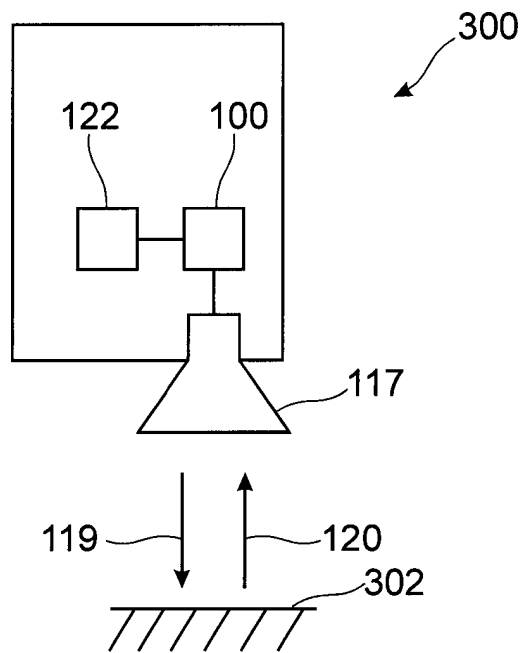


Fig. 3