(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 044 188 A1** 2007.04.05

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 044 188.2**
(22) Anmeldetag: **15.09.2005**
(43) Offenlegungstag: **05.04.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***G01F 23/28*** (2006.01)
G01F 23/26 (2006.01)

(71) Anmelder:
Universität Bremen, 28359 Bremen, DE

(74) Vertreter:
von Ahsen, Nachtwey & Kollegen Anwaltskanzlei, 28359 Bremen

(72) Erfinder:
Benecke, Wolfgang, Prof. Dr.-Ing., 27412 Vorwerk, DE; Lang, Walter, Prof. Dr.-Ing., 28357 Bremen, DE; Meiners, Mirco, Dipl.-Ing., 28201 Bremen, DE; Jedermann, Reiner, Dipl.-Ing., 28205 Bremen, DE

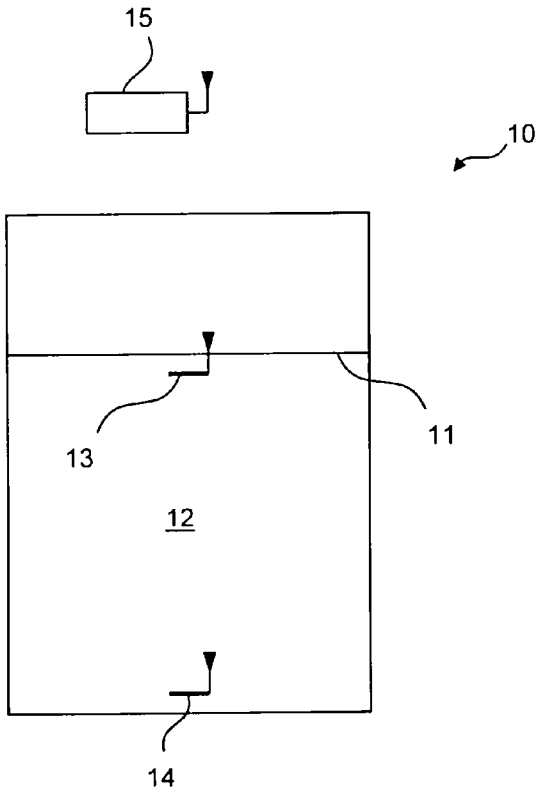
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE10 2004 061445 A1
WO 2004/0 59 259 A2
WO 00/79 497 A1
JP 11-3 04 566 A
JP 2001-1 24 613 A
JP 2000-2 98 055 A
KR 1 001 56 964 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstandes eines Reservoirs**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstandes eines Reservoirs, insbesondere des Flüssigkeitsstandes in einem Behälter 10, bei dem mittels eines Senders 15 ein elektromagnetisches Signal in das Reservoir 10 gesendet wird, bei dem ein Empfänger 13 das Signal empfängt und bei dem eine Auswerteeinheit das empfangene Signal zum Bestimmen des Füllstandes auswertet, wird auf einfache Weise und mit geringer Störanfälligkeit eine Bestimmung des Füllstandes ermöglicht, wenn die Auswerteeinheit aus der Signalstärke des empfangenen Signals den Füllstand ermittelt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen des Füllstandes eines Reservoirs, insbesondere des Flüssigkeitsstandes in einem Behälter, bei dem mittels eines Senders ein elektromagnetisches Signal in das Reservoir gesendet wird, bei dem ein Empfänger das Signal empfängt und bei dem eine Auswerteeinheit das empfangene Signal zum Bestimmen des Füllstandes auswertet. Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstandes eines Reservoirs, insbesondere des Flüssigkeitsstandes in einem Behälter, mit einem dem Reservoir benachbart angeordneten Sender zum Senden eines elektromagnetischen Signals in das Reservoir, mit einem dem Reservoir zugeordneten Empfänger für das Signal und mit einer Auswerteeinheit für das empfangene Signal zum Bestimmen des Füllstandes.

Stand der Technik

[0002] Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung sind aus der DE 199 01 814 A1 bekannt. Bei dem bekannten Verfahren ist eine Vielzahl von Transponder-Niveauschaltern in einem Kraftstofftank angeordnet, wobei die Transponder-Niveauschalter kapazitiv zwischen dem freien Zustand und dem in den Kraftstoff eingetauchten Zustand aufgrund der geänderten Dielektrizitätskonstante unterscheiden. Das so erzeugte Schaltergebnis wird an einen dem Kraftstofftank zugeordneten Empfänger übertragen. Auf diese Weise werden mechanische Bauteile vermieden und eine Beschädigung einer eventuellen Elektronik durch Eindringen von Kraftstoff verhindert. Nachteilig bei der bekannten Vorrichtung und dem bekannten Verfahren ist, dass mit einem solchen Transponder-Niveauschalter jeweils nur diskrete Flüssigkeitsstände abgefragt werden können. Für eine genaue Bestimmung des jeweiligen Füllstandes ist somit eine Vielzahl von Transponder-Niveauschaltern erforderlich. Der Aufbau der bekannten Vorrichtung wird dadurch zum Erzielen eines guten Messergebnisses unerwünscht kompliziert.

[0003] Zur Bestimmung des Füllstandes in einem Reservoir ist es außerdem allgemein bekannt, einen mechanisch gedämpften Schwimmer zu verwenden, der beispielsweise an einem Hebelarm befestigt ist, wobei im Schwenklager dann eine Kopplung mit einem Potentiometer erfolgt. Nachteilig bei derartigen Messanordnungen ist, dass in Folge der Vielzahl der mechanisch beweglichen Elemente eine erhebliche Störanfälligkeit in Folge Verschleiß oder Verschmutzen auftritt.

Aufgabenstellung

[0004] Das der Erfindung zugrundeliegende Problem ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstandes anzugeben, mit denen sich einfach und störungsunanfällig genaue Bestimmungen des Füllstandes durchführen lassen.

[0005] Das Problem wird dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art die Auswerteeinheit aus der Signalstärke des empfangenen Signals den Füllstand ermittelt. Das Problem wird außerdem dadurch gelöst, dass bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art die Auswerteeinheit zum Ermitteln des Füllstandes aus der Signalstärke des empfangenen Signals geeignet ist.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zur Bestimmung des Füllstandes die Tatsache genutzt, dass sich die Signalstärke mit zunehmenden Abstand zwischen Sender und Empfänger reduziert. Hierbei wird das physikalische Prinzip der induktiven Energieübertragung genutzt, wobei über das Gesetz von Biot-Savart und den Durchflutungssatz das magnetische Feld mit dem Abstand zweier Spulen, eigentlich Leiterschleifen, verknüpft wird. Dabei ergibt sich im sogenannten Nahfeld ein Abfall der Signalstärke reziprok zum Abstandsquadrat mit einer Dämpfung von 40 Dezibel je Dekade und im Fernfeld ein Abfall der Signalstärke reziprok zum Abstand mit einer Dämpfung von 20 Dezibel je Dekade.

[0007] Eine Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Auswerteeinheit die Signalstärke des empfangenen Signals mittels einer Lastmessung am Sender ermittelt. Diese Weiterbildung ermöglicht einen besonders einfachen Aufbau des Empfängers, da hier prinzipiell lediglich die Last am Sender gemessen werden muss.

[0008] Bei einer anderen Weiterbildung der Erfindung ermittelt die Auswerteeinheit die Signalstärke des empfangenen Signals mittels eines Tags. Derartige Tags basieren auf der RFID-(Radio Frequenz Identifikation) Technologie, die ursprünglich zur Identifizierung von Sachgegenständen gedacht war. Vorzugsweise wird mittels des Tags das empfangene Signal zurückgestreut. Auf diese Weise können Sender- und Auswerteeinheit außerhalb des Reservoirs angeordnet werden. Der Tag selber ist dabei verhältnismäßig störungsunanfällig, da er in geschlossener Bauweise ausgeführt werden kann. Es ist außerdem von Vorteil, wenn ein Signal einer anderen Frequenz zurückgestreut wird, damit eine Unterscheidung zwischen der ausgesendeten Signalstärke und der zurückgestreuten Signalstärke möglich ist.

[0009] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung wird das empfangene Signal mittels Erfassungsmitteln erfasst. Der Wert der Signalstärke kann digital codiert übertragen werden. Auf diese Weise lassen sich Störungen bei der Übertragung des Wertes minimieren. Außerdem ist es von Vorteil, wenn ein RF-Signal ver-

wendet wird. Derartige RF-(Radio Frequenz) Signale ermöglichen auch eine Messung an eher unzugänglichen Stellen, an denen beispielsweise geeignete Transponder angeordnet werden können, ohne dass zusätzliche störende Quellen mit in die Messumgebung eingebracht werden müssen.

[0010] Es kann außerdem vorteilhaft sein, einen weiteren Tag als Referenz zu verwenden. Dies ermöglicht eine Kompensation betreffend der Alterung der elektrischen Komponenten, oder einem Verschmutzen des Reservoirs.

[0011] Eine andere Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass zur Rauschunterdrückung eine Modulation des Signals mit einem niederfrequenten Takt erfolgt. Es ist dabei weiter von Vorteil, wenn eine Störunterdrückung mittels eines Bandpasses durchgeführt wird. Diese Schaltung ist gegen Störquellen mit einem Rauschspektrum oder einer festen Frequenz, die ungleich der Trägerfrequenz ist, verhältnismäßig unempfindlich.

[0012] Das Ergebnis lässt sich noch verbessern, wenn zur Rauschunterdrückung eine Modulation des Signals mit einer Pseudorandomsequenz durchgeführt wird. In diesem Fall könnten lediglich Störquellen das Ergebnis nachteilig beeinflussen, die ebenfalls dieser statistischen Verteilung genügen würden. Dies ist bei Störquellen im Allgemeinen aber nicht der Fall. Eine bessere Abschirmung gegen andere Sender in einem ähnlichen Frequenzbereich ergibt sich außerdem durch die Verwendung eines Bandspreizverfahrens. Ein neuerer Standard eines solchen Bandspreizverfahrens ist beispielsweise das DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).

[0013] Das Messergebnis lässt sich dadurch verbessern, dass die Auswerteeinheit Informationen aus dem Betrag und der Phase des zurückgestreuten Signals ermittelt.

[0014] Besonders einfach wird bei einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens das Bestimmen des Füllstandes, wenn es mittels Vergleich mit einer Kalibrierkurve erfolgt. Zu diesem Zweck können Kalibrierkurven bei bekannten Parametern aufgenommen und in einem Speicher abgespeichert werden. Der im Betrieb bestimmte Wert der Signalstärke ist dann lediglich mit den abgespeicherten Werten der Kalibrierkurve zu vergleichen, um daraus den jeweiligen Füllstand zu ermitteln.

[0015] Eine Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass der Sender ein RF-Sender und der Empfänger ein RF-Empfänger ist. Durch die Verwendung des Radio-Frequenz-Signales lässt sich eine Messung durch die Verwendung eines RF-Identifikationschips, insbesondere eines sogenannten Tags, auch an unzugänglichen Stellen einfach und präzise durchführen. Vorzugsweise ist der Tag ortsfest in dem Reservoir angeordnet. Ein solcher ortsfester Tag kann beispielsweise am Boden des Reservoirs angeordnet sein und die stärkere Dämpfung des RF-Signals in der Flüssigkeit nutzen. Es ist aber auch möglich, den Tag verschiebbar mit dem Füllstand nach Art eines Schwimmers anzuordnen. Hierbei bewegt sich der Tag mit dem Füllstand, so dass sich der Abstand zwischen Sender und Tag mit dem Füllstand ändert. Der Vorteil gegenüber üblichen schwimmerbasierten Messvorrichtungen ist, dass kein verschleißanfälliges Potentiometer verwendet werden muss.

[0016] Eine andere Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Tag zum Rückstreuen des Signals ausgebildet ist. In diesem Fall ist im Bereich des Tags keine nennenswerte Auswerteelektronik erforderlich, da das zurückgestreute Signal empfangen und ausgewertet werden kann. Vorzugsweise ist der Tag dabei zum Rückstreuen des Signals auf einer anderen Frequenz ausgebildet. Dies ermöglicht eine senderseitige Unterscheidung zwischen ausgesendetem und empfangenen Signal.

[0017] Im einfachsten Fall ist der Tag als passives Bauteil ausgebildet. Dies reduziert den Schaltungsaufwand im Bereich des Tags. Es ist aber auch möglich, den Tag als aktives Bauteil auszubilden. In diesem Fall kann der Tag Erfassungsmittel zum Erfassen des empfangenen Signals aufweisen. Bei der Ausführungsform mit dem als aktives Bauteil ausgebildeten Tag kann dieser außerdem Mittel zur digital codierten Rückübertragung des Wertes der Signalstärke aufweisen. In diesem Fall lassen sich Störungen durch andere Quellen effizient unterdrücken.

[0018] Eine andere Weiterbildung zeichnet sich dadurch aus, dass ein weiterer Tag zur Kompensation vorgesehen ist. Dieser Tag kann beispielsweise in definierter Umgebung angeordnet sein, und auf diese Weise ein Referenzsignal bekannter Qualität zurückstreuen. Änderungen der Umgebung wirken sich dann auf die Signale sowohl des Tags, als auch des weiteren Tags aus, so dass mittels der Signale des weiteren Tags eine Kompensation des Messergebnisses möglich ist.

[0019] Bei einer anderen Ausführungsform sind Mittel zur Lasterfassung vorgesehen. Diese Mittel zur Lasterfassung können beispielsweise dazu dienen, die RFID-Komponenten vom Lesegerät aus zu betrachten und die Änderung der Dämpfung des Trägerfeldes durch den Tag in Abhängigkeit seines Abstandes zu messen. Der Tag kann hierbei als einfache Lastimpedanz zum Beispiel als ein auf das Trägerfeld abgestimmter Schwingkreis ausgelegt werden.

[0020] Es ist weiter von Vorteil, wenn Modulations-

mittel für das Signal vorgesehen sind. Die Modulation kann beispielsweise mit einem niederfrequenten Takt oder mit einer Pseudorandomsequenz erfolgen. Wenn dann ein geeignetes Filter für das empfangene Signal verwendet wird, lassen sich Störquellen wirkungsvoll unterdrücken. Als Filter bei der Verwendung eines niederfrequenten Taktes eignet sich insbesondere ein Bandpass. Bei der Verwendung einer Pseudorandomsequenz ist ein entsprechender elektronischer Pseudorandom-Filter sinnvoll.

Ausführungsbeispiel

[0021] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0022] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung mit den Erfindungsmerkmalen,

[0023] Fig. 2 eine graphische Darstellung des Abfalls der Signalstärke mit dem Abstand,

[0024] Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Schaltungsanordnung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung, und

[0025] Fig. 4 eine schematische Darstellung der Schaltungsanordnung eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0026] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstandes eines Reservoirs **10** mit den Erfindungsmerkmalen. Bei dem Reservoir **10** handelt es sich um den Kraftstofftank eines Kraftfahrzeuges. Es kann allerdings auch ein anderes Reservoir, wie beispielsweise ein Wischwassertank, ein Kühlwassertank oder ein Ölbehälter sein.

[0027] Das Reservoir **10** ist bis zu einer Oberfläche **11** mit einer Flüssigkeit **12** befüllt. Im Bereich der Flüssigkeitsoberfläche **11** ist ein erster Empfänger **13**, im Bereich des Bodens des Reservoirs **10** ein zweiter Empfänger **14** und in der Fig. 1 an der Oberseite des Reservoirs **10** ein Sender **15** angeordnet. Der erste Empfänger **13** und der zweite Empfänger **14** sind als sogenannte RFID (Radio Frequenz Identification) Tags ausgebildet und der Sender **15** ist ein RF-Sender **15** zum Aussenden eines elektromagnetischen RF-Feldes.

[0028] Fig. 2 zeigt schematisch eine Darstellung der Dämpfung der Signalstärke mit zunehmendem Abstand. Auf der Abszisse ist der Abstand von dem Sender **15** und auf der Ordinate die Signalstärke des Signals aufgetragen. Ein mit gestrichelten Linien dargestellter Graph A gibt den Verlauf der Signalstärke am Ort des ersten Tags **13** und ein ebenfalls mit gestrichelten Linien dargestellter Graph B den Verlauf der Signalstärke am Ort des zweiten Tags **14** wieder. Wie sich der Figur entnehmen lässt, ist der Verlauf der Graphen prinzipiell zu unterscheiden in einen Bereich des Nahfeldes, in dem die Signalstärke reziprok zum Abstandsquadrat 0 mit 40 Dezibel je Dekade abfällt und einen Bereich des Fernfeldes, in dem die Signalstärke reziprok zum Abstand mit 20 Dezibel je Dekade abfällt. Der Übergang zwischen Nahfeld und Fernfeld wird bestimmt durch die Gleichung

$$d = \frac{\lambda}{2\pi} = \frac{c}{2\pi \cdot f}$$

[0029] Zur Bestimmung des Abstandes der Flüssigkeitsoberfläche **11** von dem Sender **15** und somit des Füllstandes in dem Reservoir **10** wird zunächst unter definierten Bedingungen die Kurve A ermittelt und beispielsweise in dem Sender **15** abgespeichert. Zu diesem Zweck wird bei einer Vielzahl von Abständen des Tags **13** von dem Sender **15** von diesem ein Signal ausgesendet und die am Tag **13** empfangene Signalstärke ermittelt. Dies kann beispielsweise erfolgen, indem die Last des Senders **15** bei Aussenden des RF-Signals bestimmt wird, da die Last abhängig von dem Anteil des RF-Signales ist, das am Ort des Tags **13** entnommen wird. Es ist aber auch möglich, am Ort des Tags **13** direkt die Signalstärke zu bestimmen, oder mittels des dann als aktives Bauteil ausgebildeten Tags **13** ein Signal an den Sender **15** zurück zu übertragen, und dort auszuwerten. Nach Bestimmen der Kurve A ergibt sich für jeden Wert der Signalstärke am Ort des Tags **13** ein Abstand zum Sender **15**, der wiederum direkt dem Füllstand im Reservoir **10** zugeordnet werden kann.

[0030] Es wird auf ähnliche Weise die Kurve B für den zweiten Tag **14** ermittelt, so lässt sich mittels des Tags **14** eine Referenzsignalstärke an einem bekannten Ort ermitteln, da der Tag **14** fest an dem Reservoir **10** angeordnet ist. Eventuelle Änderungen durch Verschmutzung, oder durch Alterung der elektronischen Bauteile wirkt sich somit direkt auf die Referenzsignalstärke des Tags **14** und auf die Signalstärke des Tags **13** aus, so dass entsprechend kompensiert werden kann.

[0031] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Schaltungsanordnung einer bevorzugten Ausführungsform eines Senders **16** und eines Tags **17**. Der Sender **16** hat einen Frequenzgenerator **18** zum Erzeugen einer Trägerfrequenz von 13 Megahertz. Der Frequenzgenerator **18** ist mit einem Sendeverstärker **19** verbunden, der eine Antenne **20** mit dem verstärkten Frequenzsignal beaufschlagt. Die Antenne **20** ist außerdem mit einem Filter **21** verbunden, das bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Bandpass bei der Frequenz von 850 Kilohertz ist. Der Bandpass **21** leitet das gefilterte Signal wiederum an einen Demodulator **22** weiter, dessen Ausgang mit einer Anzeige **23** verbunden ist. Der Antenne **20** zugeordnet hat der Tag **17** eine Antenne **24**, der ein

Gleichrichter **25**, ein Teiler **26** und ein Modulator **27** parallel geschaltet sind. Außerdem ist der Ausgang des Teilers **26** mit dem Modulator **27** verbunden.

[0032] Der Frequenzgenerator **18** erzeugt ein Frequenzsignal mit einer Frequenz von 14 Megahertz, das von dem Senderverstärker **19** verstärkt an die Antenne **20** weitergeleitet wird. Die Antenne **20** sendet das so erzeugte RF-Signal mit einer Frequenz von 13 Megahertz aus. Die Antenne **24** empfängt das von der Antenne **20** ausgesendete Signal. Dieses Signal wird von dem Gleichrichter **25** zur Energieversorgung des Tags **17** gleichgerichtet und von dem Teiler **26** geteilt. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel teilt der Teiler **26** das Signal um einen Faktor **16** und liefert die so erzeugte Frequenz dem Lastmodulator **27**. Der Lastmodulator **27** wiederum erzeugt eine mit der Frequenz des Teilers **26** modulierten Last. Das von der Antenne **24** reflektierte Signal wird von der Antenne **20** wiederum empfangen und an den Bandpass **21** weitergeleitet, der im wesentlichen nur das mit der Frequenz des Teilers **26** erzeugte Lastmodulationssignal durchlässt und an den Demodulator **22** weiterleitet. Das dort empfangene Signal wird demoduliert und der Intensität nach auf der Anzeige **23** angezeigt. Diese Intensität ist ein Maß für den Abstand zwischen den Spulen **20** und **24**. Bei geeigneter Kalibrierung oder im Vergleich mit einem Referenzdatensatz wird auf der Anzeige **23** der gewünschte Füllstand in dem Reservoir **10** angezeigt.

[0033] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung des Schaltungsaufbaus eines Senders **28** und eines Tags **29** als ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung. Gleiche Elemente tragen die gleichen Bezugsziffern. Im Gegensatz zu dem Sender **16** weist der Sender **28** einen Prozessor **30** auf, in dem beispielsweise Modulation, Demodulation und Sendeverstärkung durchgeführt werden. Ein Eingang des Prozessors **30** ist mit einem Taktgenerator **31** für einen niederfrequenten Takt verbunden. Der niederfrequente Takt beträgt im gezeigten Ausführungsbeispiel 10 Kilohertz. Außerdem ist ein weiterer Eingang des Prozessors **30** mit dem Frequenzgenerator **18** verbunden. Ein Ausgang des Prozessors **30**, nämlich von dessen Sendeverstärker ist mit der Antenne **20** verbunden. Ein weiterer Ausgang des Prozessors ist mit einem Filter **32**, nämlich einem Bandpass der Frequenz 10 Kilohertz verbunden, dessen Ausgang wiederum mit einer Anzeige **33** verbunden ist.

[0034] Die Antenne **24** ist wie bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3 mit einem Gleichrichter **25** verbunden, der seinerseits einen Frequenzteiler **34** zum Teilen der empfangenen Frequenz um den Faktor **32** anspricht. Ein Modulator **35** wird mit der so erzeugten Hilfsträgerfrequenz von 423,75 Kilohertz beaufschlagt und leitet ein damit moduliertes Signal an die Antenne **24** weiter, die wiederum dieses Signal aussendet.

[0035] Zum Bestimmen des Füllstandes in dem Reservoir **10** wird von dem Prozessor **30** die Trägerfrequenz des Frequenzgenerators **18** mit dem niederfrequenten Takt des Taktgenerators **31** moduliert, und verstärkt an die Antenne **20** weitergeleitet. Von dort wird ein Signal der Frequenz 13,56 Megahertz an die Antenne **24** übertragen. Das von der Antenne **24** empfangene Signal wird vom dem Gleichrichter **25** gleichgerichtet und an den Frequenzteiler **34** weitergeleitet, der mittels Teilen der empfangenen Frequenz durch den Faktor **32** die Hilfsträgerfrequenz 423,75 Kilohertz erzeugt. Mittels dieser Hilfsträgerfrequenz wird ein Signal von dem Modulator **35** moduliert und an die Antenne **24** weitergeleitet. Die Antenne **24** sendet das so erzeugte Signal aus, welches wiederum von der Antenne **20** empfangen und von dem Prozessor **30** an den Bandpass **32** weitergeleitet wird. Der Bandpass **32** lässt die Anteile des Signals, deren Frequenz 10 Kilohertz beträgt, durch und zeigt den so gefilterten Anteil auf der Anzeige **33** als Maß für den Füllstand in dem Reservoir **10** an.

[0036] Zusammenfassend kann das Zusammenspiel der Antennen **20**, **24** ähnlich dem Kopplungsfaktor eines galvanisch entkoppelten Spulenpaares aufgefasst werden. Der Kopplungsfaktor ist das Verhältnis der Gegeninduktivität zur Eigen- bzw. Selbstinduktivität der beiden Spulen. Beim Transformator bestimmt der Kopplungsfaktor das Spannungsverhältnis der primärseitig eingespeisten Spannung zur sekundärseitig übertragenen Spannung. Bei einer Änderung des Abstandes der Spulen zueinander, ändert sich auch die auf der Sekundärseite eingekoppelte Spannung, die sich letztlich messen lässt. Diese Messwerterfassung kann sowohl am Sender, als auch am Tag erfolgen. Dabei wird entweder direkt die Last gemessen, oder es wird für die Messung am Tag eine Lastmodulation mit Hilfsträgerfrequenz verwendet.

[0037] Die folgenden verschiedenen Messverfahren sind möglich:

– direkte Lastmessung am Sender

[0038] Bei der direkten Lastmessung betrachtet man die RFID-Komponenten vom Sender aus und misst die Änderung der Dämpfung des Trägerfeldes durch den Tag in Abhängigkeit seines Abstandes. Der Tag kann hierbei als einfache Lastimpedanz, z.B. ein auf das Trägerfeld abgestimmter Schwingkreis, ausgelegt werden.

– Messung der am Transponder empfangenen Leistung am Tag

[0039] Der Tag misst die an seiner Spule eingekoppelte Spannung über einen AD-Wandler. Dieser Wert wird digital codiert über den Hilfsträger an den Sender überfragen.

– Messung der reflektierten Leistung am Lesegerät

[0040] Auf der Transponderseite steht bei passiven Systemen nur begrenzt Leistung für optionale Messtechniken zur Verfügung, so dass es günstiger sein kann, die eigentliche Messung im Sender durchzuführen. Bei diesem Lösungsansatz wird die vom Transponder an den Sender reflektierte Leistung gemessen. Um eine Unterscheidung auf der Senderseite zu ermöglichen, sendet der Transponder nicht mit der gleichen Trägerfrequenz, sondern mit einer niedrigeren Hilfsträgerfrequenz, die am Sender über einen Bandpass demoderiert wird. Eine prinzipielle Schaltungsanordnung ist in Fig. 4 gegeben. Durch den Einsatz erweiterter Modulationsverfahren lässt sich die Störfestigkeit des gesendeten Signals verbessern.

– zusätzliche Modulation mit einem niederfrequenten Takt

[0041] Das Senden des Hilfsträgers wird im Transponder durch ein niederfrequentes Taktsignal gesteuert. Am Empfänger wird ein zusätzlicher Bandpass mit gleicher Frequenz nachgeschaltet. Diese Schaltung ist gegen Störquellen mit einem Rauschspektrum oder einer festen Frequenz, die ungleich der Trägerfrequenz zu wählen ist, unempfindlicher. Es besteht jedoch die Gefahr, dass eine Störquelle möglicherweise auf einer Frequenz abstrahlt, die dem Taktsignal sehr nahe ist.

– Anlegen eines niederfrequenten Taktsignales über die gesamte Strecke

[0042] Das Feld des Senders wird mit einem niederfrequenten Taktsignal moduliert. Im Transponder wird das niederfrequente Taktsignal demoduliert und wieder genutzt, um den Hilfsträger zu modulieren. Im Sender kann das empfangene Signal mit dem gesendeten Signal in Betrag und Phase verglichen werden, was die Störfestigkeit erhöht.

– Modulation mit einer Pseudorandom-Sequenz

[0043] Der Frequenzbereich bei 2,4 Gigahertz wird von mehreren Funknetzen gleichwertig benutzt, wie beispielsweise Wlan, Bluetooth, ZigBee und weitere ISM-Netze. Um die Netze gegeneinander abzuschirmen, werden verschiedene Bandspreizverfahren verwendet. Die neueren Standards arbeiten nach dem Direct Sequence Spread Spectrum-Verfahren, kurz DSSS.

Bezugszeichenliste

10	Reservoir
11	Oberfläche
12	Flüssigkeit
13	Tag
14	Tag
15	Sender
16	Sender
17	Transponder
18	Frequenzgenerator
19	Sendeverstärker
20	Antenne
21	Filter
22	Demodulator
23	Anzeige
24	Antenne
25	Gleichrichter
26	Teiler
27	Modulator
28	Sender
29	Tag
30	Prozessor
31	Taktgenerator
32	Filter
33	Anzeige
34	Teiler
35	Modulator

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmten des Füllstandes eines Reservoirs (**10**), insbesondere des Flüssigkeitsstandes in einem Behälter, bei dem mittels eines Senders (**15**, **16**, **28**) ein elektromagnetisches Signal in das Reservoir (**10**) gesendet wird, bei dem ein Empfänger (**13**, **14**, **17**, **29**) das Signal empfängt, und bei dem eine Auswerteinheit das empfangene Signal zum Bestimmen des Füllstandes auswertet, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteinheit aus der Signalstärke des empfangenen Signals den Füllstand ermittelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteinheit die Signalstärke des empfangenen Signals mittels einer Lastmessung am Sender (**15**, **16**) ermittelt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteinheit die Signalstärke des empfangenen Signals mittels eines Tags (**13**, **14**, **17**, **29**) ermittelt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Tags (**13**, **14**, **17**, **29**) das empfangene Signal zurückgestreut wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Signal einer anderen Frequenz zurückgestreut wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das empfangene Signal mittels Erfassungsmitteln erfasst wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert der Signalstärke digital codiert übertragen wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein RF-Signal verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiterer Tag (**14**) als Referenz verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Rauschunterdrückung eine Modulation des Signals mit einem niederfrequenten Takt erfolgt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Störunterdrückung mittels eines Bandpasses (**21**, **32**) durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Rauschunterdrückung eine Modulation des Signals mit einer Pseudorandomsequenz durchgeführt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteinheit Informationen aus dem Betrag und der Phase des zurückgestreuten Signals ermittelt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bandspreizverfahren durchgeführt wird zur Abschirmung gegen Störungen.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Füllstandes mittels Vergleich mit einer Kalibrierkurve erfolgt.

16. Vorrichtung zum Bestimmen des Füllstandes eines Reservoirs (**10**), insbesondere des Flüssigkeitsstandes in einem Behälter, mit einem dem Reservoir (**10**) benachbart angeordneten Sender (**15**, **16**, **28**) zum Senden eines elektromagnetischen Signals in das Reservoir (**10**), mit einem dem Reservoir (**10**) zugeordneten Empfänger (**13**, **14**, **17**, **29**) für das Signal, und mit einer Auswerteinheit für das empfangene Signal zum Bestimmen des Füllstandes, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteinheit zum Ermitteln des Füllstandes aus der Signalstärke des empfangenen Signals geeignet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender ein RF-Sender (**15**, **16**, **28**) und der Empfänger ein RF-Empfänger (**13**, **14**, **17**, **29**) ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, gekennzeichnet durch einen RF-Identifikationschip, insbesondere einem Tag (**13**, **14**, **17**, **29**).

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Tag (**14**) ortsfest an dem Reservoir (**10**) angeordnet ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Tag (**13**, **17**, **29**) verschiebbar mit dem Füllstand ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Tag (**13**, **14**, **17**, **29**) zum Rückstreuen des Signals ausgebildet ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Tag (**29**) zum Rückstreuen des Signals auf einer anderen Frequenz ausgebildet ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Tag als passives Bauteil ausgebildet ist.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Tag als aktives Bauteil ausgebildet ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Tag Erfassungsmittel zum Erfassen des empfangenen Signals aufweist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Tag Mittel zur digital codierten Rückübertragung des Wertes der Signalstärke aufweist.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiterer Tag (**14**) zur Kompensation vorgesehen ist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 27, gekennzeichnet durch Mittel zur Lasterfassung.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 28, gekennzeichnet durch Modulationsmittel (**22**, **27**, **35**) für das Signal.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 29, gekennzeichnet durch einen Filter (**21**, **32**) für das empfangene Signal, insbesondere einem Bandpass.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

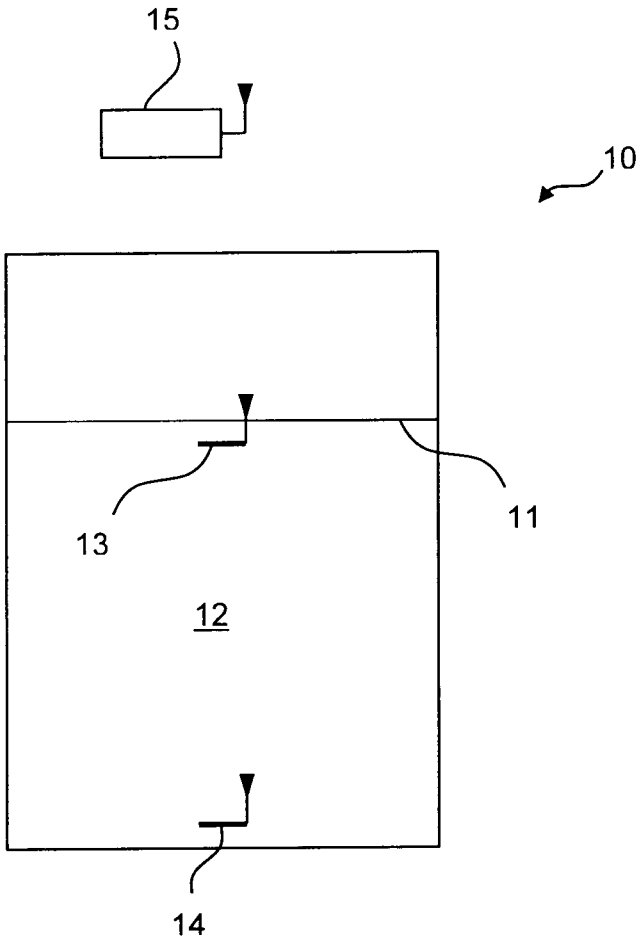


Fig. 1

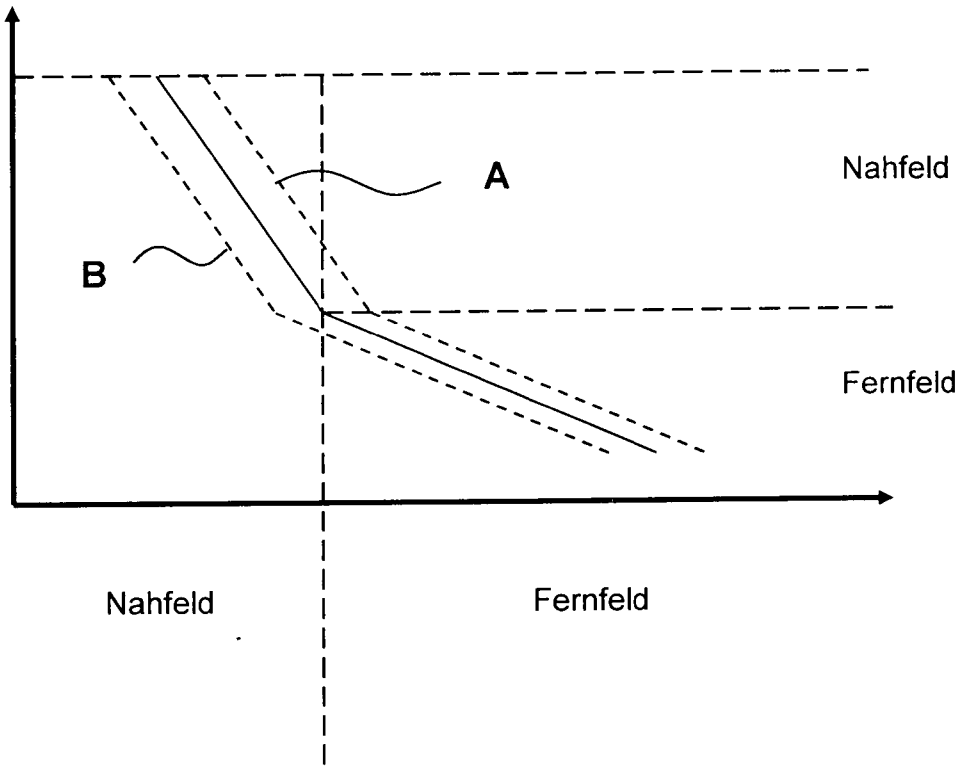


Fig. 2

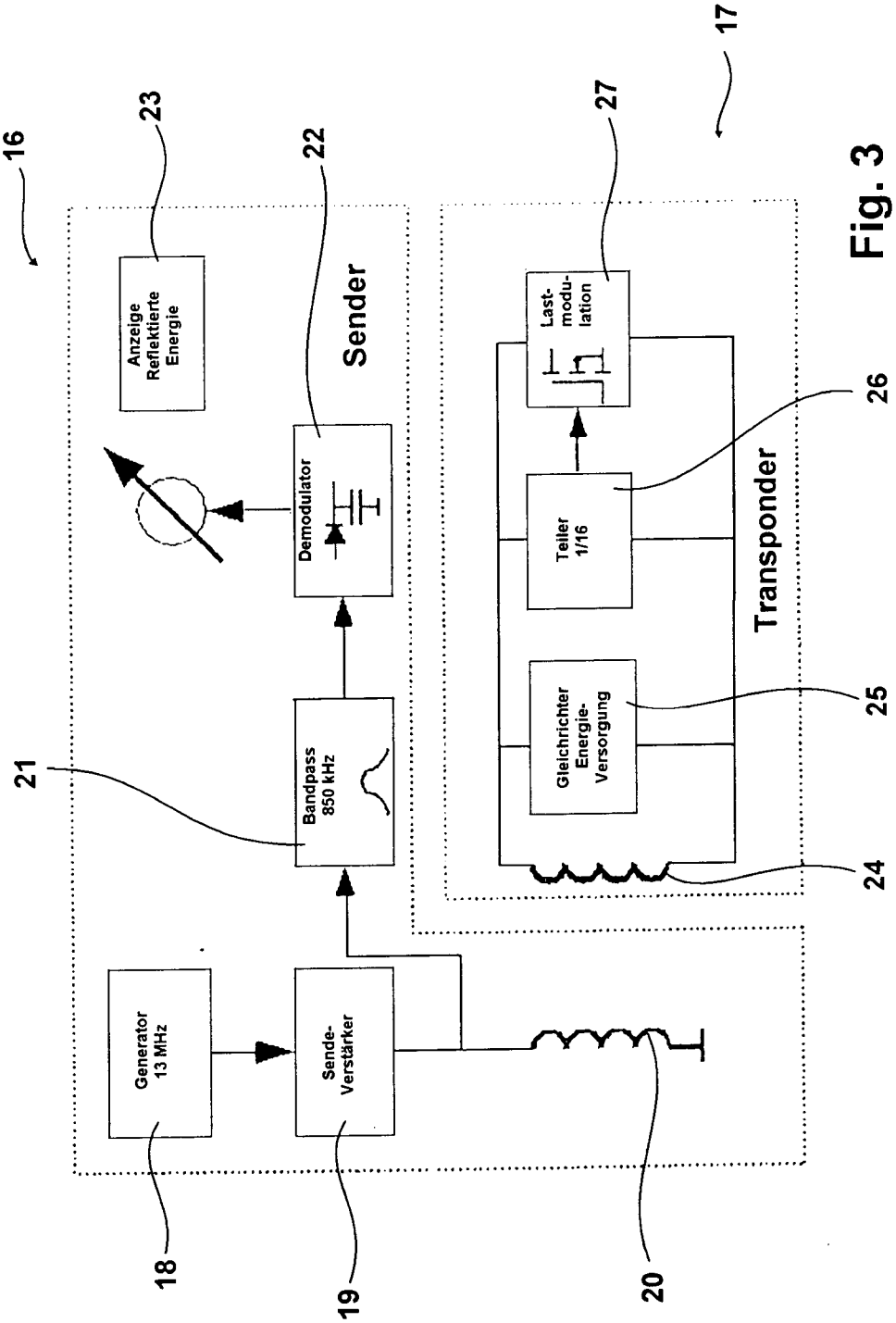

16
17
23
22
27
Anzeige Reflektierte Energie
Sender
Demodulator
Last-modu-lation
Teiler 1/16
Transponder
Bandpass 850 kHz
Gleichrichter Energie-Versorgung
Generator 13 MHz
Sende-Verstärker
21
26
25
24
18
19
20

Fig. 3

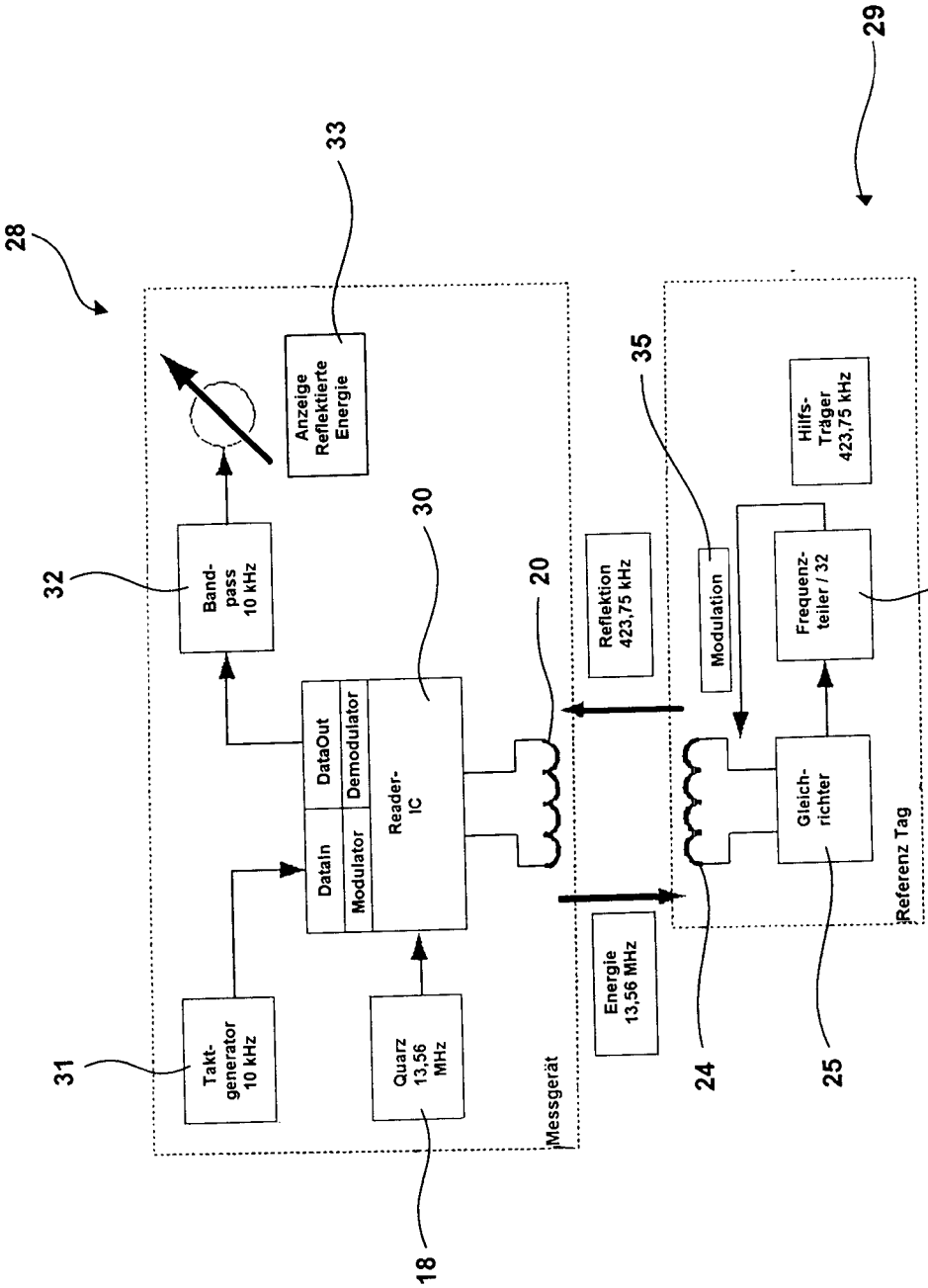

28
29
33
Anzeige Reflektierte Energie
32
Band-pass 10 kHz
30
20
Reflektion 423,75 kHz
35
Modulation
Hilfs-Träger 423,75 kHz
Frequenz-teiler / 32
34
DataOut
Demodulator
DataIn
Modulator
Reader-IC
Gleich-richter
Energie 13,56 MHz
31
Takt-generator 10 kHz
Quarz 13,56 MHz
Messgerät
Referenz Tag
18
24
25

Fig. 4