



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 198 56 876 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 04 B 11/00**

21 Aktenzeichen: 198 56 876.2  
22 Anmeldetag: 10. 12. 98  
43 Offenlegungstag: 24. 6. 99

DE 198 56 876 A 1

66 Innere Priorität:  
197 54 711. 7 10. 12. 97

71 Anmelder:  
f + g megamos Sicherheitselektronik GmbH, 51674  
Wiehl, DE

74 Vertreter:  
Cohausz & Florack, 40472 Düsseldorf

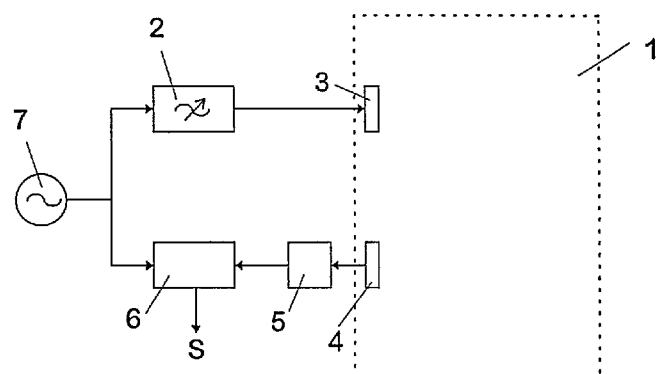
72 Erfinder:  
Lindenberg, Uwe, 58239 Schwerte, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 **Ultraschallsensoreinrichtung sowie Verfahren für eine berührungslose Erfassung von Objekten**

57 Die Erfindung betrifft eine Ultraschallsensoreinrichtung, die für ein Erfassen eines Objektes auch in größeren Entfernungen und mit großem Signal-zu-Rausch-Abstand vorsieht: einen Ultraschallfrequenzgenerator (2) zum Erzeugen einer kontinuierlichen Ultraschallschwingung einer vorgegebenen Ultraschallfrequenz, einen Modulationsfrequenzgenerator (7) zum Erzeugen einer niederfrequenten Modulationsschwingung einer vorgegebenen Frequenz, einen Ultraschallsender (3) zum Aussenden der mit der Modulationsschwingung frequenzmodulierten Ultraschallschwingung, einen Ultraschallempfänger (4) zum Empfangen der reflektierten Schwingung, Mittel (5; 8-11) zur Rückgewinnung der Modulationsschwingung aus der empfangenen Ultraschallschwingung, einen Phasenkomparator (6) zum Vergleichen der Phasenlage der von dem Modulationsfrequenzgenerator (7) erzeugten Modulationsschwingung und der aus dem von dem Ultraschallempfänger (4) empfangenen Signal rückgewonnenen Modulationsschwingung und Ausgabemittel zur Ausgabe eines Signals in Abhängigkeit von dem Unterschied der Phasenlagen. Alternativ zur Modulation der Ultraschallschwingung mit einer niederfrequenten Schwingung kann auch eine FSK-Modulation erfolgen. Die Erfindung betrifft ebenso ein Verfahren zur berührungslosen Erfassung eines Objekts.



DE 198 56 876 A 1

Die Erfindung betrifft eine Ultraschallsensoreinrichtung sowie ein Verfahren zur berührungslosen Erfassung eines Gegenstandes oder einer Person.

Aus der Praxis sind Vorrichtungen bekannt, die es ermöglichen, die Präsenz eines Gegenstandes oder einer Person in einem Raum bzw. den Abstandes eines Gegenstandes oder einer Person durch den Einsatz von Ultraschallschwingungen zu erfassen. Die Funktionsweise solcher Vorrichtungen basiert darauf, daß ausgesandte Ultraschallschwingungen an einem eventuell vorhandenen Gegenstand oder an einer eventuell vorhandenen Person reflektiert werden und die reflektierten Schwingungen wieder erfaßt und ausgewertet werden können.

Üblicherweise werden hierzu Ultraschall-Bursts über einen Ultraschallsender in einen zu überwachenden Raum gesandt und über einen Ultraschallempfänger eventuelle Reflexionen wieder eingefangen. Die Laufzeit, die die ausgestrahlten Ultraschall-Bursts benötigen, um von dem Sender über den reflektierenden Gegenstand wieder bis zum Empfänger zu gelangen, ist ein Maß für die Entfernung der Vorrichtung zu dem Gegenstand, an dem sich die erfaßten Bursts reflektiert haben. Ein Nachteil einer solchen Vorrichtung besteht darin, daß der Signal-zu-Rausch-Abstand gering ist und Geräusche beliebiger Form Störungen in der Meßwerterfassung verursachen können.

Alternativ kann auch eine kontinuierliche (CW: continuous wave) Ultraschallschwingung ausgesendet werden. In diesem Fall wird die wiederum über einen Ultraschallempfänger eingeleitete reflektierte Schwingung mit der ursprünglich ausgesandten Ultraschallschwingung bezüglich ihrer Phasenlage verglichen. Aufgrund der kurzen Wellenlängen von Ultraschallschwingungen lassen sich hiermit allerdings nur geringe Abstände messen oder überwachen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Ultraschallsensoreinrichtung zur Verfügung zu stellen, die die Erfassung von Gegenständen in großen Abständen mit einem hohen Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß zum einen gelöst durch eine Ultraschallsensoreinrichtung, die einen Ultraschallfrequenzgenerator umfaßt zum Erzeugen einer kontinuierlichen Ultraschallschwingung einer vorgegebenen Ultraschallfrequenz, einen Modulationsfrequenzgenerator zum Erzeugen einer niederfrequenten Modulationsschwingung einer vorgegebenen Frequenz, einen Ultraschallsender zum Aus senden der mit der Modulationsschwingung frequenzmodulierten Ultraschallschwingung, einen Ultraschallempfänger zum Empfangen der reflektierten Schwingung, Mittel zur Rückgewinnung der Modulationsschwingung aus der empfangenen Ultraschallschwingung, einen Phasenkomparator zum Vergleichen der Phasenlage der von dem Modulationsfrequenzgenerator erzeugten Modulationsschwingung und der aus dem von dem Ultraschallempfänger empfangenen Signal rückgewonnenen Modulationsschwingung und Ausgabemittel zur Ausgabe eines Signal in Abhängigkeit von dem Unterschied der Phasenlagen.

Zum anderen kann zur Lösung der Aufgabe erfindungsgemäß eine Ultraschallsensoreinrichtung eingesetzt werden, die Mittel zum Erzeugen einer FSK-modulierten Ultraschallschwingung umfaßt, sowie einen Ultraschallsender zum Aussenden der FSK-modulierten Ultraschallschwingung einen Ultraschallempfänger zum Empfangen der reflektierten Schwingung, einen Frequenzvergleich zum Demodulieren der empfangenen Schwingung, Mittel zum Auswerten des rückgewonnenen FSK-Modulationssignals in Bezug zu dem für die Modulation zugrundegelegten Modulationssignal, und Ausgabemittel zur Ausgabe eines Signals

in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Auswertung.

Schließlich wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur berührungslosen Erfassung eines Gegenstandes oder einer Person, das die folgenden Schritte umfaßt:

- Generieren einer kontinuierlichen Ultraschallschwingung sowie einer niederfrequenten Schwingung;
- Frequenzmodulation der Ultraschallschwingung mit der niederfrequenten Schwingung;
- Aussenden der modulierten Ultraschallschwingung in den interessierenden Bereich;
- Erfassen der reflektierten modulierten Ultraschallschwingung;
- Rückgewinnen der Modulationsschwingung aus der erfaßten, reflektierten Ultraschallschwingung;
- Vergleichen der Phasenlage der rückgewonnenen Modulationsschwingung mit der Phasenlage der generierten Modulationsschwingung und
- Ausgeben eines Signals in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs der Phasenlagen.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Ultraschallsensoreinrichtungen und des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß sich mit ihnen Gegenstände oder Personen in größeren Abständen von der Ultraschallsensoreinrichtung erfassen lassen und gleichzeitig die Störung der erfaßten Schwingungen gering gehalten wird. Diese vorteilhafte Kombination wird dadurch erreicht, daß einerseits die Verwendung einer kontinuierlichen Ultraschallschwingung eingesetzt wird, durch die Frequenzmodulation aber andererseits die Auswertung bezüglich der wesentlich niederfrequenten Modulationsschwingung bzw. der FSK-Modulation erfolgen kann. Durch die Verwendung einer kontinuierlichen Ultraschallschwingung kann lediglich ein kontinuierlicher Fremdschall im schmalbandigen Sendebereich der Anlage zu Störungen führen, so daß ein großer Signal-Störabstand gewährleistet ist. Die Auswertung im Niederfrequenzbereich bzw. die Auswertung der FSK-Modulation erlaubt dagegen die Erfassung von Gegenständen oder Personen in großen Abständen von der Ultraschallsensoreinrichtung. Bei Modulation mit einer niederfrequenten Schwingung ist der erfaßbare Bereich desto größer, je niederfrequenter die Modulationsschwingung ist. Das gleiche gilt für die Frequenz der Änderung der FSK-Modulationssignale.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Ultraschallsensoreinrichtungen und des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß der Einsatz mehrerer Schallsender und mehrerer Schallempfänger mit einer Send/Empfangs-Auswertelektronik ermöglicht wird. Ebenso können mehrerer unabhängiger Systeme mit versetzten Arbeitsbandbreiten parallel eingesetzt werden.

Die Mittel zum Rückgewinnen der Modulationsschwingung aus der empfangenen Ultraschallschwingung bestehen bei der ersten erfindungsgemäßen Alternative einer Ultraschallsensoreinrichtung nach einer bevorzugten Ausgestaltung aus einem Mischer, dem einerseits die reflektierte und von dem Ultraschallempfänger empfangene Ultraschallschwingung bandpaßgefiltert zugeführt wird und andererseits die Schwingung eines dritten Frequenzgenerators. Dieser dritte Frequenzgenerator stellt eine Frequenz zur Verfügung, die der Differenz der Frequenz des ersten Frequenzgenerators und der Frequenz des zweiten Frequenzgenerators entspricht. Das Ausgangssignal des Mixers wird dann über einen Tiefpaß dem Phasenkomparator zugeführt, dem somit die entsprechend des zurückgelegten Weges phasenverschobene Modulationsschwingung zur Verfügung

steht.

Mit den beschriebenen Komponenten ist es also möglich, auf einfache Weise die Modulationsfrequenz aus der reflektierten Ultraschallschwingung zurückzugewinnen.

Ebenso ist ein CWFM (Continuous Wave Frequency Modulation) Ultraschallverfahren möglich, in dem die Sendefrequenz als Frequency Shift Keying FSK ausgeführt ist. Demoduliert wird über einen Frequenzvergleich. Im einfachsten Fall kann hierzu ein PLL-System genutzt werden. Die Regelstrecke wird durch den Ultraschallübertragungsweg gebildet. Die Auswertung erfolgt

1. über die Dauer einer Frequenzantwort bzw. Frequenzlaufzeit einer eingepprägten FSK-Modulation.
2. über die sich einstellende FSK-Oszillationsfrequenz, wenn der FSK-Modulator als freilaufender Schwingkreis entworfen wird. Dazu wird die Frequenzantwort zur Steuerung der FSK-Modulation genutzt.

Der Einsatz der erfindungsgemäßen Ultraschallsensoreinrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vor allem in der Erfassung von Objekten, wie für eine räumliche Überwachung, zu sehen. So kann beispielsweise ein unbefugtes Eindringen in einen überwachten Raum detektiert werden. Durch eine intelligente Elektronik können auch eingrenzbar und räumlich selektierbare Auswertzonen für eine Überwachung gebildet werden, was beispielsweise für den Innenraumschutz von Cabrios oder für das Erkennung einer Beifahrersitzbelegung vorteilhaft sein kann.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit besteht darin, Abstandsmessungen durchzuführen. Zu diesem Zweck wird die funktionale Abhängigkeit der bestimmbar Differenz der Phasenlagen zwischen der generierten Modulationsschwingung und der rückgewonnenen Modulationsschwingung von dem Abstand eines Gegenstandes von der Ultraschallsensoreinrichtung ausgewertet, während bei der Überwachungsfunktion bereits ein Überprüfen auf eine Änderung in der Phasendifferenz ausreicht.

Weiterhin ist das CWFM-Verfahren vorteilhaft nutzbar, wenn man räumliche Änderungen eines Reflektors erfassen will (Stichwort: Beifahrersitzerkennung). Hierzu wird ein PLL-Regelkreis mit dem Ultraschallübertragungsweg aufgebaut. Änderungen der Regelstrecke werden zuverlässig und einfach an der Stellgröße des Regelkreises (hier: Control Voltage der PLL) auswertbar.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Ultraschallsensoreinrichtungen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die erste Alternative der erfindungsgemäßen Ultraschallsensoreinrichtungen und das erfindungsgemäße Verfahren werden im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt

**Fig. 1** das Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Ultraschallsensoreinrichtung und

**Fig. 2** das Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Ultraschallsensoreinrichtung.

In **Fig. 1** ist eine erfindungsgemäße Ultraschallsensoreinrichtung dargestellt, die zur Überwachung eines Raumes **1** eingesetzt wird. Bei aktivierter Einrichtung soll sich im Normalfall niemand in dem Raum **1** aufhalten. Wird dennoch eine Person in dem Raum **1** erfaßt, so ist dies als Störfall zu interpretieren.

Die Ultraschallsensoreinrichtung weist einen ersten Frequenzgenerator **2** auf, dessen Ausgang mit einem Ultra-

schallsender **3** verbunden ist. Ein ebenfalls in der Ultraschallsensoreinrichtung enthaltener Ultraschallempfänger **4** ist über einen Diskriminator **5** mit einem Phasenkomparator **6** verbunden. Schließlich ist ein zweiter Frequenzgenerator **7** vorgesehen, der über seinen Ausgang Zugang sowohl zu dem ersten Frequenzgenerators **2** als auch zu dem Phasenkomparator **6** hat.

Die Funktionsweise des Ausführungsbeispiels aus **Fig. 1** ist die folgende:

Der erste Frequenzgenerator **2** generiert eine Ultraschallschwingung mit einer Frequenz von 40 kHz. Der zweite Frequenzgenerator **2** generiert eine Modulationsschwingung mit einer Frequenz von 200 Hz. Die Ultraschallschwingung wird mit der Modulationsschwingung frequenzmoduliert und dem Ultraschallsender **3** zur Verfügung gestellt. Der Ultraschallsender **3** sendet den modulierten Ultraschall als kontinuierliche Welle CW in den zu überwachenden Raum **1**.

Die Ultraschallschwingung wird im Normalfall an einer Wand des Raumes **1** oder an einem stationären Gegenstand in dem Raum **1** zu der Ultraschallsensoreinrichtung zurückreflektiert und dort von dem Ultraschallempfänger **4** empfangen. Befindet sich jedoch eine Person in dem Sendebereich des Ultraschallsenders **3** zwischen der Ultraschallsensoreinrichtung und dem eigentlichen Reflexionsort in dem Raum, so wird die Schwingung bereits an dieser Person reflektiert und zur Ultraschallsensoreinrichtung zurückgestrahlt, wodurch sich die Weglänge der Schwingung vom Ultraschallsender **3** über den Reflexionsort zum Ultraschallempfänger **4** verkürzt.

Der Diskriminator **5**, der von dem Ultraschallempfänger **4** die erfaßte Ultraschallschwingung erhält, ermöglicht die Rückgewinnung der Modulationsschwingung mit 200 Hz aus dem reflektierten Ultraschallschwingung.

Dem Phasenkomparator **6** wird nun einerseits von dem Diskriminator **5** die aus der reflektierten Ultraschallschwingung rückgewonnene Modulationsschwingung und andererseits von dem zweiten Frequenzgenerator **7** die generierte Modulationsschwingung zugeführt.

In dem Phasenkomparator **6** erfolgt ein Vergleich der Phasenlagen der beiden Schwingungen. Die im störungsfreien Fall zu erwartende Phasendifferenz ist im Phasenkomparator **6** aufgrund von vorangegangenen Messungen bekannt.

Entspricht die ermittelte Phasendifferenz der erwarteten Phasendifferenz, so wird kein Signal vom Phasenkomparator **6** ausgegeben, oder aber ein Signal S, das besagt, daß keine Störung vorliegt. Wird dagegen eine Phasendifferenz festgestellt, die von der erwarteten Phasendifferenz abweicht, so wird ein Signal S ausgegeben, die eine Störung in dem zu überwachenden Raum **1** signalisiert. Dieses Signal S kann dann beispielsweise zur Auslösung eines Alarms eingesetzt werden.

Durch die Auswertung der Phasenlagen der Modulationsschwingungen, die eine Frequenz von 200 Hz aufweisen, ist die Überwachung von 20-fach größeren Distanzen möglich, als dies bei der Auswertung der Phasenlage der Ultraschallschwingung mit 40 kHz selber wäre.

**Fig. 2** stellt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Ultraschallsensoreinrichtung zur Überwachung eines Raumes **1** dar, in dem eine konkrete Möglichkeit zur Rückgewinnung der Modulationsschwingung aus der reflektierten und erfaßten Ultraschallschwingung aufgezeigt wird.

Die Ultraschallsensoreinrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels weist wiederum einen ersten Frequenzgenerator **2** zur Erzeugung einer Ultraschallschwingung mit 40 kHz, einen Ultraschallsender **3**, einen Ultraschallempfänger **4**, einen Phasenkomparator **6** und einen zweiten Fre-

quenzgenerator **7** zur Erzeugung einer Modulationsschwingung mit 200 Hz auf.

Die Verbindung dieser Komponenten untereinander ist die gleiche wie die in der Ultraschallsensoreinrichtung aus **Fig. 1**. Anstelle eines Diskriminators **5** ist hier jedoch dem Ultraschallempfänger **4** ein Bandpaß **8** nachgeschaltet, dessen Ausgang über einen Mischer **9** und einen Tiefpaß **10** an dem Phasenkomparator **6** anliegt. Ein zweiter Eingang des Mixers **9** ist mit einem zusätzlich vorhandenen dritten Frequenzgenerator **11** verbunden, der eine Schwingung mit einer Frequenz von 39,8 kHz zur Verfügung stellt. Die einstellbare Frequenz von 39,8 kHz bildet dabei die Differenz der Frequenz der von dem ersten Frequenzgenerator **2** generierten Schwingung mit 40 kHz und der Frequenz der von dem zweiten Frequenzgenerator **7** generierten Schwingung mit 200 Hz.

Die prinzipielle Funktionsweise der Ultraschallsensoreinrichtung aus **Fig. 2** bezüglich der Erzeugung, Aussendung und Wiedererfassung einer frequenzmodulierten Ultraschallschwingung entspricht der Funktionsweise der Ultraschallsensoreinrichtung aus **Fig. 1**, so daß hier nur die den Diskriminator **6** ersetzenden Komponenten beschrieben werden brauchen.

Die empfangene modulierte und reflektierte Ultraschallschwingung wird in diesem Ausführungsbeispiel nach einer Bandpaßfilterung auf den Mischer **9** gegeben. Die von dem dritten Funktionsgenerator **11** generierte Ultraschallschwingung von 39,8 kHz wird ebenfalls dem Mischer **9** zugeführt. Die Mischung der zwei Signale in dem Mischer **9** liefert eine Schwingung, die sich zusammensetzt aus einer Schwingung mit einer Frequenz von 200 Hz (= 40 kHz - 39,8 kHz) und einer Schwingung mit einer Frequenz von 79,8 kHz (= 40 kHz + 39,8 kHz). Nach einer Tiefpaßfilterung mit dem Tiefpaß **10** verbleibt somit eine Schwingung mit einer Frequenz von 200 Hz, die die Phasenlage der Modulation der reflektierten Ultraschallschwingung aufweist.

Der Vergleich der Phasenlage dieser aus dem Mischer **9** erhaltenen Schwingung mit der von dem zweiten Frequenzgenerator **7** direkt zur Verfügung gestellten Schwingung und eine davon abhängige Signalausgabe erfolgt wieder analog zu dem ersten Ausführungsbeispiel.

#### Patentansprüche

1. Ultraschallsensoreinrichtung umfassend
  - einen Ultraschallfrequenzgenerator (**2**) zum Erzeugen einer kontinuierlichen Ultraschallschwingung einer vorgegebenen Ultraschallfrequenz,
  - einen Modulationsfrequenzgenerator (**7**) zum Erzeugen einer niederfrequenten Modulationsschwingung einer vorgegebenen Frequenz,
  - einen Ultraschallsender (**3**) zum Aussenden der mit der Modulationsschwingung frequenzmodulierten Ultraschallschwingung,
  - einen Ultraschallempfänger (**4**) zum Empfangen der reflektierten Schwingung,
  - Mittel (**5; 8-11**) zur Rückgewinnung der Modulationsschwingung aus der empfangenen Ultraschallschwingung,
  - einen Phasenkomparator (**6**) zum Vergleichen der Phasenlage der von dem Modulationsfrequenzgenerator (**7**) erzeugten Modulationsschwingung und der aus dem von dem Ultraschallempfänger (**4**) empfangenen Signal rückgewonnenen Modulationsschwingung und
  - Ausgabemittel zur Ausgabe eines Signals in Abhängigkeit von dem Unterschied der Phasenlagen.

2. Ultraschallsensoreinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Mittel zur Rückgewinnung der Modulationsfrequenz zusammensetzen aus einem sich an den Ultraschallempfänger (**4**) anschließenden Bandpaß (**8**), einem dritten Frequenzgenerator (**11**) zum Generieren einer Frequenz, die auf die Differenz zwischen der von dem ersten Frequenzgenerator (**2**) generierten Frequenz und der von dem zweiten Frequenzgenerator (**7**) generierten Frequenz eingestellt ist, einem Mischer (**9**) zum Mischen der bandpaßgefilterten empfangenen Schwingung mit der von dem dritten Frequenzgenerator (**11**) generierten Schwingung und einem dem Mischer (**9**) nachgeordneten Tiefpaßfilter (**10**), dessen Ausgangssignal als rückgewonnene Modulationsschwingung dem Phasenkomparator (**6**) zugeführt wird.

3. Ultraschallsensoreinrichtung umfassend
  - Mittel zum Erzeugen einer FSK-modulierten Ultraschallschwingung,
  - einen Ultraschallsender zum Aussenden der FSK-modulierten Ultraschallschwingung,
  - einen Ultraschallempfänger zum Empfangen der reflektierten Schwingung,
  - einen Frequenzvergleicher zum Demodulieren der empfangenen Schwingung,
  - Mittel zum Auswerten des rückgewonnenen FSK-Modulationssignals in Bezug zu dem für die Modulation zugrundegelegten Modulationssignal, und
  - Ausgabemittel zur Ausgabe eines Signals in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Auswertung.

4. Ultraschallsensoreinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Frequenzvergleicher ein Phasenregelkreis (PLL: Phase-Locked-Loop) System eingesetzt wird, bei dem die Regelstrecke durch den Ultraschallübertragungsweg gebildet wird.

5. Ultraschallsensoreinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum Auswerten des rückgewonnenen FSK-Modulationssignals geeignet sind, die Dauer einer Frequenzantwort bzw. die Frequenzlaufzeit der eingepprägten FSK-Modulation zu bestimmen.

6. Ultraschallsensoreinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Mittel zum Erzeugen einer FSK-modulierten Ultraschallschwingung einen als freilaufenden Schwingkreis ausgebildeten FSK-Modulator umfassen, wobei die FSK-Modulation steuerbar ist durch die Frequenzantwort, und daß die Mittel zum Auswerten des rückgewonnenen FSK-Modulationssignals geeignet sind, die sich einstellende FSK-Oszillationsfrequenz zu erfassen.

7. Ultraschallsensoreinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Ultraschallsender und mehrerer Ultraschallempfänger mit der Sende/Empfangs-Auswertelektronik verbunden sind.

8. Ultraschallsensoreinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüchen, gekennzeichnet durch den Einsatz intelligenter Elektronik zur räumlichen Eingrenzung und/oder Selektion von Auswertzonen, wie für einen Innenraumschutz eines Cabrios oder eine Beifahrersitzerkennung.

9. Ultraschallsensoreinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfangsamplitude ausgewertet wird.

10. Phasenregelkreis (PLL: Phase-Locked-Loop), in dem als Regelstrecke ein Ultraschallübertragungsweg eines Ultraschallsensors nach einem der vorangehen-

den Ansprüche enthalten ist, zum Erfassen räumlicher Änderungen eines Reflektors, wobei Änderungen der Regelstrecke an der Stellgröße des Regelkreises auswertbar sind.

11. Verwendung einer Mehrzahl von voneinander unabhängigen Ultraschallsensoreinrichtungen nach einem der voranstehenden Ansprüche 1–9 in räumlicher Nähe zueinander, wobei für die einzelnen Ultraschallsensoreinrichtungen versetzte Arbeitsbandbreiten vorgesehen sind. 5  
10

12. Verfahren zur berührungslosen Erfassung eines Gegenstandes oder einer Person, das die folgenden Schritte umfaßt:

- Generieren einer kontinuierlichen Ultraschallschwingung sowie einer niederfrequenten Schwingung, 15
- Frequenzmodulation der Ultraschallschwingung mit der niederfrequenten Schwingung,
- Aussenden der modulierten Ultraschallschwingung in den interessierenden Bereich, 20
- Erfassen der reflektierten modulierten Ultraschallschwingung,
- Rückgewinnen der Modulationsschwingung aus der erfaßten, reflektierten Ultraschallschwingung; 25
- Vergleichen der Phasenlage der rückgewonnenen Modulationsschwingung mit der Phasenlage der generierten Modulationsschwingung und
- Ausgeben eines Signals in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs der Phasenlagen. 30

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

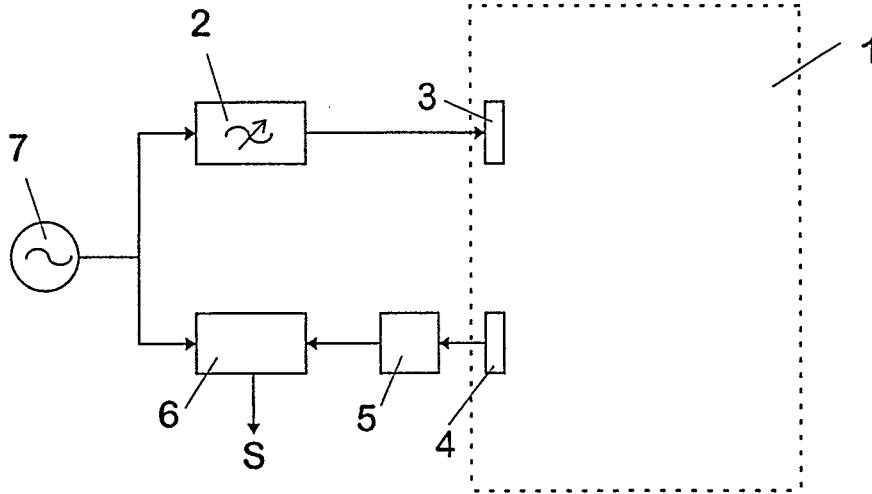


FIG. 1

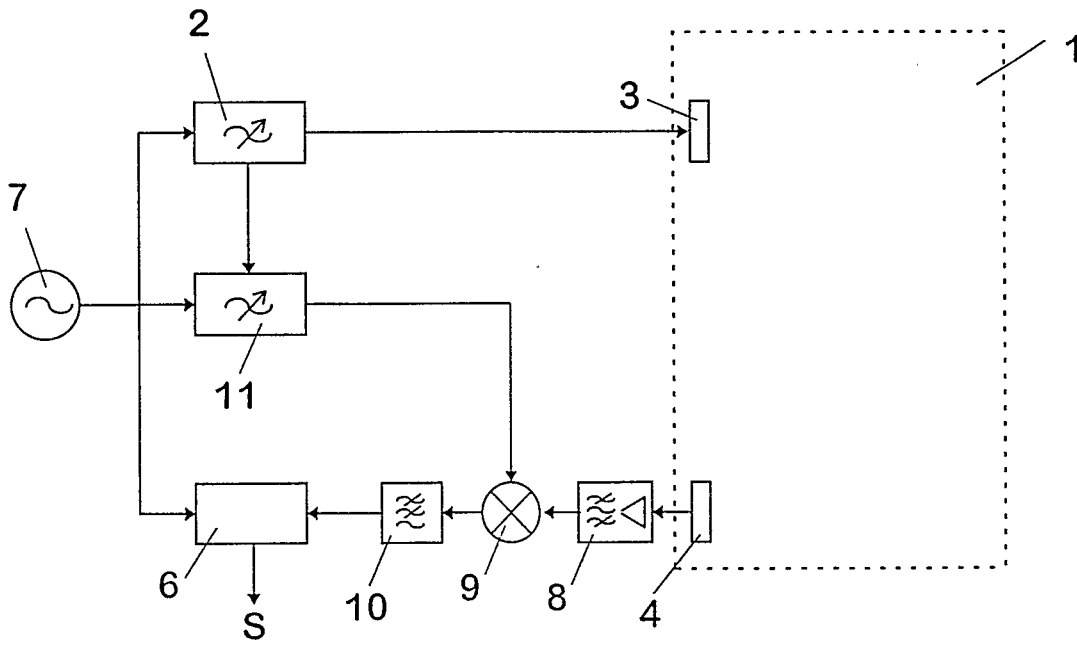


FIG. 2