



(10) **DE 11 2018 002 734 T5** 2020.02.20

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/221392**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 002 734.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/020077**
(86) PCT-Anmeldetag: **24.05.2018**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.12.2018**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **20.02.2020**

(51) Int Cl.: **G01S 15/93 (2020.01)**
B60R 21/00 (2006.01)
G01S 7/524 (2006.01)
G08G 1/16 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2017-105943 **29.05.2017** **JP**

(71) Anmelder:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(74) Vertreter:
Winter, Brandl, Fűrnis, Hübner, Röss, Kaiser, Polte Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354 Freising, DE

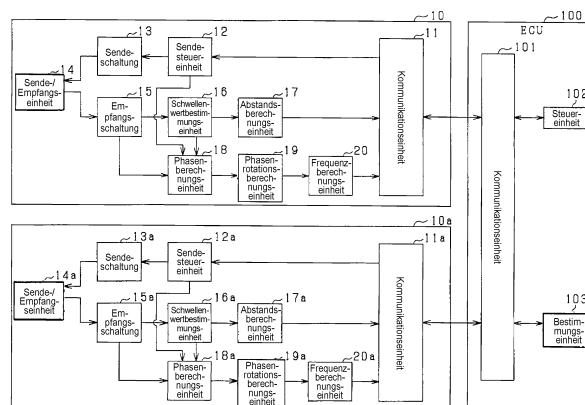
(72) Erfinder:
Matsuura, Mitsuyasu, Nisshin-city, Aichi-pref., JP; Harada, Taketo, Nisshin-city, Aichi-pref., JP; Koyama, Yu, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Nomura, Takuya, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Takeichi, Masakazu, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **OBJEKTERFASSUNGSSYSTEM**

(57) Zusammenfassung: Ein Objekterfassungssystem weist mehrere Objekterfassungsvorrichtungen (10, 10a) auf, die jeweils Prüfwellen von einer Sende-/Empfangseinheit (14, 14a) senden und es der Sende-/Empfangseinheit ermöglichen, Empfangswellen zu erfassen, die reflektierte Wellen von einem Objekt in der Umgebung beinhalten. Die mehreren Objekterfassungsvorrichtungen weisen jeweilige Frequenzen für Prüfwellen auf, wobei die Frequenzen einen gemeinsamen Bereich aufweisen, in dem jede Sende-/Empfangseinheit Prüfwellen senden kann. Das System beinhaltet eine Sendesteuereinheit (12, 12a), die es der Sende-/Empfangseinheit ermöglicht, eine beliebige aus mehreren Arten von Prüfwellen mit unterschiedlichen Sendeeigenschaften zu senden, basierend auf den Prüfwellen mit einer Frequenz in dem gemeinsamen Bereich, eine Eigenschaftserfassungseinheit (18 bis 20), die Empfangseigenschaften von Empfangswellen erfasst, und eine Bestimmungseinheit (103), die basierend auf den erfassten Empfangseigenschaften bestimmt, welchen der Sendeeigenschaften die als die Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen der Prüfwellen entsprechen.



Beschreibung

[Querverweis auf in Beziehung
stehende Anmeldung]

[0001] Die vorliegende Anmeldung basiert auf der am 29. Mai 2017 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2017-105943, auf deren Offenbarung hiermit vollinhaltlich Bezug genommen ist.

[Technisches Gebiet]

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein Objekterfassungssystem mit mehreren Objekterfassungsvorrichtungen, von denen jede Prüfwellen aussendet und Empfangswellen erfasst, die reflektierte Wellen von einem Objekt in der Umgebung beinhalten.

[Stand der Technik]

[0003] Auf konventioneller Technik basierende Objekterfassungsvorrichtungen senden Ultraschallwellen als Prüfwellen und empfangen reflektierte Wellen, die von einem Objekt reflektiert wurden, um einen Abstand zum Objekt oder eine Geschwindigkeit relativ zum Objekt zu erfassen. Solche Objekterfassungsvorrichtungen können unter Störungen leiden. Insbesondere, wenn sich eine zweite Objekterfassungsvorrichtung in der Nähe einer ersten Objekterfassungsvorrichtung befindet, kann die erste Objekterfassungsvorrichtung unter Störungen leiden, indem sie von der zweiten Objekterfassungsvorrichtung gesendete Prüfwellen empfängt oder reflektierte Wellen dieser Prüfwellen empfängt. Im Falle von Störungen kann die erste Objekterfassungsvorrichtung die Position eines Objekts gemäß den von der zweiten Objekterfassungsvorrichtung gesendeten Prüfwellen oder den reflektierten Wellen dieser Prüfwellen erfassen. Mit anderen Worten, die erste Objekterfassungsvorrichtung kann das Vorhandensein eines Objekts erfassen, das eigentlich nicht vorhanden ist.

[0004] Um solche Störungen zu minimieren, sind die herkömmlichen Objekterfassungssysteme, die solche mehreren Erfassungsvorrichtungen aufweisen, so konzipiert, dass sie eine Steuerung zum zufälligen Ändern des Sendetimings von Prüfwellen ausführen.

[0005] Patentedokument (PD) 1, das nachstehend aufgeführt ist, offenbart eine Minimierung von Störungen durch Bereitstellen einer Infrarot-Sende-/Empfangsvorrichtung für jede Objekterfassungsvorrichtung und, wenn Prüfwellen von der Objekterfassungsvorrichtung gesendet werden, durch Anwenden von Infrarotstrahlung auf andere Objekterfassungsvorrichtungen.

[0006] Darüber hinaus werden die mehreren Objekterfassungsvorrichtungen jeweils mit voneinan-

der verschiedenen Resonanzfrequenzen versehen, und jede Objekterfassungsvorrichtung ist mit einem Mittel zum Senden von Prüfwellen bei der Resonanzfrequenz der eigenen Objekterfassungsvorrichtung versehen. Da die Frequenz der empfangenen Empfangswellen stärker von der eigenen Resonanzfrequenz abweicht, wird die Empfindlichkeit dieser Objekterfassungsvorrichtung entsprechend reduziert. Auf diese Weise können reflektierte Wellen der eigenen Prüfwellen mit hoher Genauigkeit erfasst werden.

[Literaturliste]

[Patentedokument]

[0007] [PD 1] JP 2007- 114 081 A

[Kurzdarstellung der Erfindung]

[0008] Im Allgemeinen ist eine Sende-/Empfangsabtastperiode konstant. Daher wird, wenn das Sendetiming zufällig geändert wird, die Länge von einer Abtastperiode derart bestimmt, dass auch bei dem letzten (neuesten) Sendetiming eine ausreichende Wartezeit gewährleistet ist. Folglich muss eine Abtastperiode verlängert werden. Dementsprechend nimmt die Anzahl von Malen einer Abtastung pro vorbestimmter Zeit ab, was zu einer Verringerung der Genauigkeit der Steuerung basierend auf einem Abstand zum Objekt oder dergleichen führt. Darüber hinaus ist es notwendig, mehrere Parameter zu verwenden, um das Sendetiming zufällig zu ändern, was die Konfiguration kompliziert machen kann.

[0009] Die in PD 1 beschriebenen Objekterfassungsvorrichtungen weisen jeweils eine Konfiguration auf, die den Einsatz einer Infrarot-Sende-/Empfangsvorrichtung erfordert, um sicherzustellen, dass Störungen durch Anwenden von Infrarotstrahlung auf andere Objekterfassungsvorrichtungen minimiert werden. Folglich wird, da die Steuerung zum Minimieren von Störungen nicht von nur einer Objekterfassungsvorrichtung erreicht werden kann, die Konfiguration des Systems als Ganzes unvermeidlich kompliziert.

[0010] Darüber hinaus kann die Verwendung der Mittel zum jeweiligen Verleihen unterschiedlicher Resonanzfrequenzen an die mehreren Objekterfassungsvorrichtungen die Typen von Objekterfassungsvorrichtungen erhöhen. Dies kann die Kosten für das Gesamtsystem erhöhen.

[0011] Die vorliegende Offenbarung ist geschaffen worden, um die oben genannten Probleme zu lösen, und zielt hauptsächlich darauf ab, ein Objekterfassungssystem bereitzustellen, das Störungen minimieren und gleichzeitig die Kosten des Systems als Ganzes senken kann.

[0012] Die vorliegende Offenbarung stellt ein Objekterfassungssystem bereit, das an einem Fahrzeug montiert ist und mehrere Objekterfassungsvorrichtungen aufweist, die jeweils eine Art von Prüfwellen von einer Sende-/Empfangseinheit senden und es der Sende-/Empfangseinheit ermöglichen, Empfangswellen zu erfassen, die reflektierte Wellen von einem Objekt in der Nähe beinhalten, um das Objekt zu erfassen. In dem System weisen die mehreren Objekterfassungsvorrichtungen jeweilige Frequenzen für Prüfwellen auf, wobei die Frequenzen einen gemeinsamen Bereich aufweisen, in dem jede Sende-/Empfangseinheit Prüfwellen senden kann. Ferner weist das Objekterfassungssystem auf: eine Sendesteuereinheit, die es der Sende-/Empfangseinheit ermöglicht, eine beliebige aus mehreren Arten von Prüfwellen mit unterschiedlichen Sendeeigenschaften zu senden, basierend auf den Prüfwellen mit einer Frequenz in dem gemeinsamen Bereich; eine Eigenschaftserfassungseinheit, die Empfangseigenschaften der Empfangswellen erfasst; und eine Bestimmungseinheit, die bestimmt, ob die von jeder der Objekterfassungsvorrichtungen empfangenen Empfangswellen reflektierte Wellen der Prüfwellen mit Sendeeigenschaften der eigenen Objekterfassungsvorrichtung sind. Das Objekterfassungssystem beinhaltet Objekterfassungsvorrichtungen, die am Fahrzeug vorgesehen sind, um nebeneinander zu liegen, und unterschiedliche Sendeeigenschaften aufweisen.

[0013] Gemäß der obigen Konfiguration des Objekterfassungssystems, das mehrere Objekterfassungsvorrichtungen beinhaltet, weisen die mehreren Objekterfassungsvorrichtungen jeweilige Frequenzen für Prüfwellen auf, wobei die Frequenzen einen gemeinsamen Bereich aufweisen, in dem jede Sende-/Empfangseinheit Prüfwellen senden kann. Dadurch können die Kosten für das Gesamtsystem reduziert werden. Wenn Prüfwellen von einer Objekterfassungsvorrichtung in einem solchen Objekterfassungssystem gesendet werden, sendet die Vorrichtung im Allgemeinen nur die Prüfwellen mit Sendeeigenschaften, die einer Frequenz in einem gemeinsamen Bereich entsprechen. Wenn jedoch die Sendeeigenschaften vereinheitlicht werden und die Empfangseigenschaften der Empfangswellen in einer Konfiguration erfasst werden, in der sich die Objekterfassungsvorrichtungen nebeneinander befinden, ist es schwierig zu bestimmen, welche der Objekterfassungsvorrichtungen die Prüfwellen für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat. In diesem Zusammenhang sind in der obigen Konfiguration die Objekterfassungsvorrichtungen jeweils so ausgelegt, dass sie eine beliebige aus mehreren Arten von Prüfwellen mit unterschiedlichen Sendeeigenschaften senden, basierend auf den Prüfwellen einer Frequenz in einem gemeinsamen Bereich. So kann durch Erfassen der Empfangseigenschaften der Empfangswellen be-

stimmt werden, welche der Objekterfassungsvorrichtungen die Prüfwellen für die resultierenden reflektierten Wellen, die als Empfangswellen empfangen werden, gesendet hat. Folglich kann, während die Kosten aufgrund der gemeinsamen Struktur der Objekterfassungsvorrichtungen reduziert werden, eine geeignete Bestimmung dahingehend getroffen werden, welche der Objekterfassungsvorrichtungen die Prüfwellen für die resultierenden reflektierten Wellen gesendet hat. Ferner kann, wenn benachbarte Objekterfassungsvorrichtungen gleichzeitig Prüfwellen gesendet haben, bestimmt werden, welche der Objekterfassungsvorrichtungen die Prüfwellen für die resultierenden reflektierten Wellen gesendet hat.

Figurenliste

[0014] Das vorstehend dargelegte Ziel und weitere Ziele, Merkmale und vorteilhafte Effekte der vorliegenden Offenbarung sind aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher ersichtlich. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 eine Abbildung zur Veranschaulichung einer Konfiguration eines Objekterfassungssystems;

Fig. 2 eine Querschnittsansicht zur Veranschaulichung einer Objekterfassungsvorrichtung;

Fig. 3 ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Resonanzfrequenz und einer Sendefrequenz;

Fig. 4 eine Abbildung zur Veranschaulichung einer Konfiguration einer Phasenberechnungseinheit;

Fig. 5 ein Diagramm zur Veranschaulichung eines Verhältnisses zwischen Phasenrotation und Frequenz;

Fig. 6 ein Ablaufdiagramm zur Veranschaulichung einer Reihe von Prozessen eines Objekterfassungssystems;

Fig. 7 eine Abbildung zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems gemäß einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 8 eine Abbildung zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems gemäß einer dritten Ausführungsform;

Fig. 9 eine Abbildung zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems gemäß einer vierten Ausführungsform;

Fig. 10 einen Satz von Abbildungen jeweils zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems gemäß einer fünften Ausführungsform;

Fig. 11 eine Abbildung zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems;

systems gemäß einer sechsten Ausführungsform;

Fig. 12 eine Abbildung zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems gemäß einer siebten Ausführungsform;

Fig. 13 eine Abbildung zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems gemäß einer achten Ausführungsform;

Fig. 14 eine Abbildung zur Veranschaulichung einer Modifikation des Objekterfassungssystems gemäß der achten Ausführungsform;

Fig. 15 einen Satz von Abbildungen jeweils zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems gemäß einer neunten Ausführungsform;

Fig. 16 einen Satz von Abbildungen jeweils zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems gemäß einer zehnten Ausführungsform;

Fig. 17 einen Satz von Abbildungen jeweils zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems gemäß einer elften Ausführungsform; und

Fig. 18 einen Satz von Abbildungen jeweils zur Veranschaulichung von Sendefrequenzen eines Objekterfassungssystems gemäß einer zwölften Ausführungsform.

[Beschreibung der Ausführungsformen]

<Erste Ausführungsform>

[0015] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform ist an einem Fahrzeug montiert. Objekterfassungssysteme senden Prüfwellen, d.h. Ultraschallwellen, und empfangen reflektierte Wellen als Empfangswellen, die von einem Objekt in der Nähe des Fahrzeugs reflektiert wurden, zu jedem vorbestimmten Sende-/Empfangstiming, um die Zeit vom Senden der Prüfwellen bis zum Empfangen der Empfangswellen zu messen, um dadurch einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt zu berechnen. Wenn der Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt kleiner als ein vorbestimmter Abstand ist, benachrichtigt das Objekterfassungssystem den Fahrer des Fahrzeugs über das Annähern an das Objekt oder aktiviert das Bremssystem des Fahrzeugs.

[0016] **Fig. 1** zeigt eine Abbildung zur Veranschaulichung einer Konfiguration eines Objekterfassungssystems der vorliegenden Ausführungsform. Das Objekterfassungssystem beinhaltet Ultraschallsensoren **10**, **10a**, die als Objekterfassungsvorrichtungen dienen, und eine ECU **100**, die mit den Ultraschallsensoren **10**, **10a** verbunden ist, um eine Kommunikation zwischen ihnen zu ermöglichen. Die Ultraschall-

sensoren **10**, **10a** weisen gemeinsame Strukturen auf. Insbesondere weisen die Ultraschallsensoren **10**, **10a** eine gemeinsame Resonanzfrequenz (Resonanzperiode) auf. Diese Resonanzfrequenz kann als Resonanzeigenschaften bezeichnet werden. Der Ausdruck „weisen eine gemeinsame Resonanzfrequenz auf“ kann nicht nur dadurch definiert sein, dass die Resonanzfrequenzen völlig gleich sind, sondern ebenso dadurch, dass die Objekterfassungsvorrichtungen mit einem Design zum Ausgleich von Resonanzfrequenzen untereinander gefertigt sind. Insbesondere können auch bei einem Fehler zwischen den Resonanzfrequenzen während des Herstellungsprozesses der Ultraschallsensoren **10**, **10a** die Resonanzfrequenzen als zueinander gleich angesehen werden.

[0017] Die Ultraschallsensoren **10**, **10a** sind im Abstand voneinander angeordnet. Wenn der Ultraschallsensor **10** Prüfwellen sendet und die Prüfwellen von einem Objekt in der Nähe reflektiert werden, können die reflektierten Wellen von beiden der Ultraschallsensoren **10**, **10a** empfangen werden. Insbesondere ist jeder der Ultraschallsensoren **10**, **10a** in der Lage, direkte Wellen, die die reflektierten Wellen der von ihm selbst gesendeten Prüfwellen sind, und indirekte Wellen, die die reflektierten Wellen der von dem anderen von ihnen gesendeten Prüfwellen sind, zu empfangen. Die folgende Beschreibung konzentriert sich auf einen dieser Ultraschallsensoren, d.h. den Ultraschallsensor **10**. Die Komponenten des anderen Ultraschallsensors **10a** sind mit einem Zusatz „a“ zu den Bezugszeichen der Komponenten des Ultraschallsensors **10** gekennzeichnet.

[0018] Der Ultraschallsensor **10** beinhaltet eine Kommunikationseinheit **11**, eine Sendesteuereinheit **12** und eine Sendeschaltung **13**. Die Kommunikationseinheit **11** kommuniziert mit der ECU **100**. Die Sendesteuereinheit **12** empfängt ein Startsignal, das den Beginn der Sendesteuerung von Prüfwellen anzeigt, von der Kommunikationseinheit **11** und führt die Sendesteuerung von Prüfwellen aus. Die Sendeschaltung **13** wird von der Sendesteuereinheit **12** angesteuert. Die Sendeschaltung **13** wird durch ein Ansteuersignal der Sendesteuereinheit **12** angesteuert, so dass einer Sende-/Empfangseinheit **14** eine Ansteuerenergie mit einer vorbestimmten Frequenz zugeführt wird.

[0019] Die Sende-/Empfangseinheit **14** ist mit einem zylindrischen Gehäuse mit Boden mit einem innen befestigten piezoelektrischen Element versehen. Nachstehend ist eine spezifische Struktur der Sende-/Empfangseinheit **14** unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben.

[0020] Die Sende-/Empfangseinheit **14** beinhaltet ein Gehäuse **141**, ein piezoelektrisches Element **142**,

einen Abstandshalter **143**, eine Basis **144** und Anschlussstifte **145**.

[0021] Das Gehäuse **141** ist aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebaut und ist zu einer zylindrischen Form mit Boden geformt, die einen Innenraum **146** auf der Innenseite des Gehäuses **141** definiert. Das Gehäuse **141** beinhaltet einen Boden **141a**, der eine Innenfläche, an die das piezoelektrische Element **142** gebondet ist, und eine Außenfläche als Sende-/Empfangsfläche aufweist. In der vorliegenden Ausführungsform wird Aluminium als elektrisch leitfähiges Material verwendet, und die Sende-/Empfangsfläche ist kreisförmig ausgebildet.

[0022] Das piezoelektrische Element **142** ist aus piezoelektrischer Keramik, wie beispielsweise Bleititanat- oder Bleizirkonatkeramik, aufgebaut und auf der Vorder- bzw. Rückseite mit Elektroden versehen. Eine Elektrode des piezoelektrischen Elements **142** ist über eine Leitung **147a** mit einem der beiden Anschlussstifte **145** elektrisch verbunden. Die andere Elektrode des piezoelektrischen Elements **142** ist beispielsweise mit einem elektrisch leitfähigen Klebstoff an den Boden **141a** des Gehäuses **141a** gebondet und über das Gehäuse **141** aus einem elektrisch leitfähigen Material mit einer Leitung **147b** verbunden und ferner mit dem anderen des Paares von Anschlussstiften **145** elektrisch verbunden.

[0023] Der Abstandshalter **143** ist zwischen einer Öffnung des Gehäuses **141** und der Basis (Sockel) **144** angeordnet. Der Abstandshalter **143** ist ein elastisches Element, das eine Übertragung von unerwünschten Vibrationen, die im Gehäuse **141** durch Vibrationen des Bodens **141a** des Gehäuses **141** erzeugt werden, auf die Basis **144** minimiert. Der Abstandshalter **143** ist beispielsweise aus Silikonkautschuk aufgebaut.

[0024] Die Basis **144** wird über den Abstandshalter **143** an der öffnungsseitigen Außenumfangsfläche des Gehäuses **141** befestigt, um am Gehäuse **141** befestigt zu werden. Die Basis **144** ist aus einem Isoliermaterial, wie beispielsweise einem Kunstharz wie ABS-Harz, aufgebaut. Die Basis **144** ist mit einem Schutzteil **148** zum Abdecken der Anschlussstifte **145** versehen, so dass er zu einer Leiterplatte **162** vorsteht. Die Anschlussstifte **145** sind durch den Schutzteil **148** hindurch angeordnet.

[0025] Das Gehäuse **141**, der Abstandshalter **143** und die Basis **144** sind miteinander verklebt, um eine integrierte Struktur der Sende-/Empfangseinheit **14** zu schaffen. Die so konfigurierte Sende-/Empfangseinheit **14** weist eine Seitenfläche und eine Bodenfläche auf, die teilweise mit einem zylindrischen elastischen Element **150** bedeckt sind, und ist zu einem Hohlkörper **160** aus Kunstharz zusammengesetzt.

[0026] Der Körper **160** weist eine hohle und im Wesentlichen quaderförmige Konfiguration (Paralleliped) auf. Der Körper **160** weist eine Oberfläche auf, an der eine zylindrische Seitenwand **161** mit einem offenen oberen Ende vorgesehen ist. Die Sende-/Empfangseinheit **14** und das elastische Element **150** werden auf der Innenseite der Seitenwand **161** gehalten. Die Sende-/Empfangseinheit **14** ist in den Körper **160** eingebaut, wobei sich die äußere Empfangsfläche von ersterem in Kontakt mit dem elastischen Element **150** und mit einem schaumelastischen Element **164** zur Minimierung von Vibrationen, das unter ersterem angeordnet ist, befindet.

[0027] Der Körper **160** ist mit einer Führung **163** zum Positionieren der Anschlussstifte **145** in Bezug auf die Verbindungspositionen der Leiterplatte **162** versehen. Die Führung **163** ist aus einem plattenförmigen Element gebildet, das den Innenraum des Körpers **160** in einen Raum zum Anordnen der Sende-/Empfangseinheit **14** und einen Raum zum Anordnen der Leiterplatte **162** unterteilt.

[0028] In einem Zustand, in dem die Sende-/Empfangseinheit **14** in den Körper **160** eingebaut ist, sind die Enden der Anschlussstifte **145** in die Leiterplatte **162** eingefügt. Elektronische Teile und dergleichen, die den Funktionen der Komponenten, die in **Fig. 1** gezeigt sind, entsprechen, mit Ausnahme der Sende-/Empfangseinheit **14**, sind an der Leiterplatte **162** montiert.

[0029] In den Raum zum Anordnen der Leiterplatte **162**, der durch die Führung **163** im Körper **160** definiert ist, ist ein feuchtigkeitsbeständiges Element **165** gefüllt. Die Leiterplatte **162** ist mit einem externen Ausgangsanschluss **167** für die externe Ausgabe versehen. Ein Ende des externen Ausgangsanschlusses **167** ist konfiguriert, um auf der Innenseite eines Verbinders **166**, der auf einer Oberfläche des Körpers **160** gebildet ist, freiliegend zu sein. Der Ultraschallsensor **10** wird über den externen Ausgangsanschluss **167** mit der ECU **100** verbunden.

[0030] Eine Ansteuerenergie mit einer vorbestimmten Frequenz wird, wie in **Fig. 1** gezeigt, auf die erneut Bezug genommen wird, dem piezoelektrischen Element von der Sendeschaltung **13** zugeführt. Das piezoelektrische Element wird durch die Ansteuerenergie in Schwingungen versetzt, um Ultraschallwellen als Prüfwellen zu senden. Nachstehend ist die Sendefrequenz, d.h. die Frequenz der Prüfwellen, unter Bezugnahme auf **Fig. 3** erläutert. Die Sendefrequenz, die den Eigenschaften der Sendewellen entspricht, kann als Sendeeigenschaften bezeichnet werden. Als die Sendefrequenz wird entweder eine erste Frequenz **f1**, die niedriger als eine Resonanzfrequenz **f0** ist, oder eine zweite Frequenz **f2**, die höher als die Resonanzfrequenz **f0** ist, von der Sendesteuereinheit **12** gewählt. Insbesondere ist die Reso-

nanzfrequenz **f0** 66,7 kHz, die erste Frequenz **f1** 64,7 kHz, d.h. um 2 kHz (zweiter vorbestimmter Wert) geringer als die Resonanzfrequenz **f0**, und die zweite Frequenz **f2** 68,7 kHz, d.h. um 2 kHz (erster vorbestimmter Wert) höher als die Resonanzfrequenz **f0**. Mit anderen Worten, die erste Frequenz **f1** ist um 3% der Resonanzfrequenz **f0** niedriger als die Resonanzfrequenz **f0**, während die zweite Frequenz **f2** um 3% der Resonanzfrequenz **f0** höher als die Resonanzfrequenz **f0** ist. Es ist zu beachten, dass die erste Frequenz **f1** die ersten Eigenschaften sein kann, während die zweite Frequenz **f2** die zweiten Eigenschaften sein kann.

[0031] Nach dem Senden von Prüfwellen treffen, wenn die Prüfwellen von einem Objekt in der Nähe reflektiert werden, die reflektierten Wellen, d.h. die reflektierten Ultraschallwellen, auf die Sende-/Empfangseinheit **14**. Wie vorstehend erwähnt, treffen, wenn Prüfwellen von der Sende-/Empfangseinheit **14a** des anderen Ultraschallsensors **10a** gesendet und von einem Objekt reflektiert werden, die reflektierten Wellen ebenso auf die Sende-/Empfangseinheit **14**.

[0032] Das piezoelektrische Element der Sende-/Empfangseinheit **14** wird von den Empfangswellen in Schwingung versetzt und erzeugt ein elektrisches Signal mit einer Frequenz gleich der der Empfangswellen und einer Spannung proportional zur Amplitude der Empfangswellen. Das vom piezoelektrischen Element erzeugte elektrische Signal wird an eine Empfangsschaltung **15** gegeben. Die Empfangsschaltung **15** beinhaltet eine bekannte Bandpassfilterschaltung zum Entfernen von Empfangswellen mit einer von der Frequenz der Prüfwellen abweichenden Frequenz.

[0033] Das von der Empfangsschaltung **15** ausgegebene elektrische Signal wird in eine Schwellenbestimmungseinheit **16** gegeben. Die Schwellenbestimmungseinheit **16** bestimmt, ob die der Amplitude der Empfangswellen entsprechende Spannung einen vorbestimmten Schwellenwert überschritten hat. Mit anderen Worten, es wird bestimmt, ob die Empfangswellen eine ausreichend große Amplitude aufweisen und reflektierte Wellen sein können. Die Schwellenbestimmungseinheit **16** sendet eine Empfangszeit an eine Abstandsberechnungseinheit **17**. Die Empfangszeit ist in diesem Fall eine Zeit, bei der die Spannung des elektrischen Signals den Schwellenwert überschreitet.

[0034] Die Abstandsberechnungseinheit **17** berechnet einen Abstand zum Objekt basierend auf der von der Sendesteuereinheit **12** erfassten Sendezeit der Prüfwellen und der über den Schwellenwert erfassten Empfangszeit der Empfangswellen. Insbesondere wird die Sendezeit von der Empfangszeit abgezogen und der resultierende Wert mit der Schallgeschwindigkeit multipliziert. Eine Hälfte des resultie-

renden Wertes wird als Abstand zum Objekt angenommen.

[0035] Der Ultraschallsensor **10** beinhaltet weiterhin eine Phasenberechnungseinheit **18**, die eine Phase von Empfangswellen berechnet. Die Phasenberechnungseinheit **18** berechnet eine Phase von Empfangswellen gemäß einer Quadraturerfassung. Die Phasenberechnungseinheit **18** erfasst die Sendefrequenz der Prüfwellen von der Sendesteuereinheit **12** und erfasst das elektrische Signal mit einer Frequenz gleich derjenigen der Empfangswellen von der Empfangsschaltung **15**. Nachstehend ist eine von der Phasenberechnungseinheit **18** ausgeführt spezifische Verarbeitung unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben.

[0036] Eine Sinuswellenerzeugungseinheit **181** erfasst die Resonanzfrequenz **f0** von der Sendesteuereinheit **12** und erzeugt Sinuswellen mit einer Frequenz gleich dem Vierfachen der Resonanzfrequenz **f0**. Die Sinuswellen werden an einen ersten Multiplizierer **182** gegeben. Der erste Multiplizierer **182** multipliziert das Empfangssignal mit den Sinuswellen. Die von der Sinuswellenerzeugungseinheit **181** erzeugten Sinuswellen werden ebenso an eine Cosinuswellenumwandlungseinheit **183** gegeben. Die Cosinuswellenumwandlungseinheit **183** erzeugt Cosinuswellen mit einer Periode, die um $-\pi/2$ gegenüber der der Sinuswellen verzögert ist. Die Cosinuswellen werden an einen zweiten Multiplizierer **184** gegeben. Der zweite Multiplizierer **184** multipliziert das Empfangssignal mit den Cosinuswellen.

[0037] Die Ausgangswerte des ersten und des zweiten Multiplizierers **182** und **184** werden als phasengleiche Komponenten **I** und Quadraturphasenkomponenten **Q** der Empfangswellen über jeweilige Tiefpassfilter **185** und **186** an eine Recheneinheit **187** gegeben. Die Recheneinheit **187** berechnet eine Phase der Empfangswellen basierend auf den phasengleichen Komponenten **I** und den Quadraturphasenkomponenten **Q**.

[0038] Die von der Recheneinheit **187** der Phasenberechnungseinheit **187** berechnete Phase der Empfangswellen wird an eine Phasenrotationsberechnungseinheit **19** gegeben. Wie bereits erwähnt, wird die Resonanzfrequenz **f0** zur Berechnung einer Phase der Empfangswellen gemäß einer Quadraturerfassung verwendet. Dementsprechend nimmt die Phasenrotationsberechnungseinheit **19** die Phase der Empfangswellen als eine Phasenrotation an und gibt diese Phasenrotation an eine Frequenzberechnungseinheit **20**.

[0039] Die Frequenzberechnungseinheit **20** berechnet eine Empfangsfrequenz, die eine Frequenz der Empfangswellen ist, basierend auf der erfassten Phasenrotation. Insbesondere wird eine Empfangsfre-

quenz aus der Phasenrotation basierend auf einer in einem Speicher (nicht gezeigt) gespeicherten Tabelle oder Funktionen, die ein Verhältnis zwischen Phasenrotation und Frequenz von Empfangswellen anzeigen, bestimmt. Nachstehend ist das Verhältnis zwischen Phasenrotation und Empfangsfrequenz unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben. Da das Verhältnis zwischen Phasenrotation und Empfangsfrequenz rechnerisch ermittelt werden kann und bekannt ist, entfällt die spezifische Beschreibung. Die Empfangsfrequenz kann als die Empfangseigenschaften bezeichnet werden.

[0040] Wie gezeigt, weisen Phasenrotation und Empfangsfrequenz eine lineare und negative Korrelation auf. Insbesondere, wenn die Rotation zunimmt, nimmt die Frequenz ab, und wenn die Rotation abnimmt, nimmt die Frequenz zu. Da die Verarbeitung unter Verwendung der Resonanzfrequenz **f₀** gemäß der oben genannten Quadraturerfassung erfolgt, ist die Empfangsfrequenz bei einer Phasenrotation von Null die Resonanzfrequenz **f₀**.

[0041] Die erste Frequenz **f₁** ist niedriger als die Resonanzfrequenz **f₀**, während die zweite Frequenz **f₂** höher als die Resonanzfrequenz **f₀** ist. Ferner ist der Absolutwert der Differenz zwischen der ersten Frequenz **f₁** und der Resonanzfrequenz **f₀** gleich dem Absolutwert der Differenz zwischen der zweiten Frequenz **f₂** und der Resonanzfrequenz **f₀**. Frequenz entspricht, wenn die Phasenrotation, die ein positiver Wert **d** ist, der ersten Frequenz **f₁** entspricht, die Phasenrotation, die ein negativer Wert **-d** ist, der zweiten Frequenz **f₂**.

[0042] Auf diese Weise werden der von der Abstandsberechnungseinheit **17** berechnete Abstand und die von der Frequenzberechnungseinheit **20** berechnete Empfangsfrequenz über die Kommunikationseinheit **11** an die ECU **100** übertragen.

[0043] Die ECU **100** weist eine Kommunikationseinheit **101**, eine Steuereinheit **102** und eine Bestimmungseinheit **103** auf. Die Kommunikationseinheit **101** ist mit den Kommunikationseinheiten **11**, **11a** der Ultraschallsensoren **10**, **10a** verbunden, so dass ein Informationsaustausch (Senden und Empfangen) zwischen der ECU **100** und den Ultraschallsensoren **10**, **10a** über die Kommunikationseinheit **101** erfolgen kann. Die Steuereinheit **102** erfasst einen Abstand zum Objekt über die Kommunikationseinheit **101**. Die Bestimmungseinheit **103** erfasst eine Empfangsfrequenz über die Kommunikationseinheit **101**.

[0044] Die Bestimmungseinheit **103** bestimmt, welcher der Ultraschallsensoren **10**, **10a** Prüfwellen für die resultierenden reflektierten Wellen gesendet hat, die als Empfangswellen empfangen werden. Insbesondere wird die erste Frequenz **f₁** auf einen ersten Frequenzbereich eingestellt. Die obere Grenze

des ersten Bereichs ist geringer als die Resonanzfrequenz **f₀** und höher als die erste Frequenz **f₁**, während die untere Grenze des ersten Bereichs geringer als die erste Frequenz **f₁** ist. In gleicher Weise wird die zweite Frequenz **f₂** auf einen zweiten Frequenzbereich eingestellt. Die untere Grenze des zweiten Bereichs ist höher als die Resonanzfrequenz **f₀** und geringer als die zweite Frequenz **f₂**, während die obere Grenze des zweiten Bereichs höher als die zweite Frequenz **f₂** ist. Mit anderen Worten, die obere Grenze des ersten Bereichs wird auf einen geringeren Wert als die untere Grenze des zweiten Bereichs gesetzt.

[0045] Wenn die Empfangsfrequenz im ersten Bereich liegt, wird bestimmt, dass die Empfangswellen reflektierte Wellen der mit der ersten Frequenz **f₁** gesendeten Prüfwellen sind. In gleicher Weise wird, wenn die Empfangsfrequenz im zweiten Bereich liegt, bestimmt, dass die Empfangswellen reflektierte Wellen der mit der zweiten Frequenz **f₂** gesendeten Prüfwellen sind. Liegt die Empfangsfrequenz weder im ersten noch im zweiten Bereich, werden die Empfangswellen als Störwellen bestimmt. Insbesondere werden, wenn die Empfangsfrequenz höher als die obere Grenze des ersten Bereichs und niedriger als die untere Grenze des zweiten Bereichs ist, die Empfangswellen ebenso als Störwellen bestimmt. Wenn die Empfangsfrequenz höher als die obere Grenze des ersten Bereichs und niedriger als die untere Grenze des zweiten Bereichs ist, weist die Empfangsfrequenz einen Wert auf, der der Resonanzfrequenz **f₀** näher kommt. In diesem Fall können, anstelle des Bestimmens der Empfangswellen als Störwellen nur basierend auf einer Bestimmung der Bestimmungseinheit **103**, Bestimmungen als Störwellen mehrmals erhalten werden, um die Empfangswellen schließlich als Störwellen zu bestimmen. Mit anderen Worten, wenn die Empfangsfrequenz höher als die obere Grenze des ersten Bereichs und niedriger als die untere Grenze des zweiten Bereichs ist, kann die Bestimmung eingeschränkt werden.

[0046] Die Bestimmung wird an die Steuereinheit **102** gegeben. Beim Empfangen einer Bestimmung, dass einer der Ultraschallsensoren **10**, **10a** Prüfwellen für die reflektierten Wellen gesendet hat, die als Empfangswellen empfangen werden, führt die Steuereinheit **102** verschiedene Prozesse unter Verwendung des den Empfangswellen entsprechenden Abstands aus, d.h. führt eine Steuerung zum Vermeiden einer Kollision mit dem Objekt oder andere Steuerungen aus. Da diese Prozesse bekannt sind, entfällt eine spezifische Beschreibung. Wenn die Empfangswellen als Störwellen bestimmt werden, wird der auf den Empfangswellen basierende Abstand verworfen.

[0047] Nachstehend ist eine Reihe von Prozessen, die von dem wie oben beschrieben konfigurierten Ob-

jekterfassungssystem ausgeführt werden, unter Bezugnahme auf **Fig. 6** beschrieben.

[0048] Zunächst wird in Schritt **S101** eine Sendefrequenz bestimmt. Insbesondere wird bestimmt, ob Prüfwellen der ersten Frequenz **f1** gesendet werden sollen oder ob Prüfwellen der zweiten Frequenz **f2** gesendet werden sollen. Nach dem Bestimmen einer Sendefrequenz in Schritt **S101** schreitet die Steuerung zu Schritt **S102** voran, in dem Prüfwellen der bestimmten Sendefrequenz gesendet werden.

[0049] Nach dem Senden von Prüfwellen schreitet die Steuerung zu Schritt **S103** voran, in dem bestimmt wird, ob Empfangswellen erfasst wurden. Insbesondere wird bestimmt, ob die Spannung, die die Amplitude von Empfangswellen anzeigt, einen Schwellenwert überschreitet. Wird in Schritt **S103** eine negative Bestimmung vorgenommen, d.h. wenn die Spannung, die die Amplitude von Empfangswellen anzeigt, den Schwellenwert nicht überschreitet, wird Schritt **S103** wiederholt. Wenn in Schritt **S103** eine positive Bestimmung vorgenommen wird, schreitet die Steuerung zu Schritt **S104** voran, in dem eine Phasenrotation der Empfangswellen berechnet wird. Nach dem Berechnen einer Phasenrotation schreitet die Steuerung zu Schritt **S105** voran, in dem eine Empfangsfrequenz aus der Phasenrotation berechnet wird.

[0050] Im nachfolgenden Schritt **S106** wird bestimmt, ob die Empfangsfrequenz in einem vorbestimmten Bereich liegt, der die Sendefrequenz beinhaltet. Insbesondere wird für den Fall, dass der Ultraschallsensor **10** bestimmt, ob die Empfangswellen reflektierte Wellen der eigenen Prüfwellen sind, wenn die Sendefrequenz die erste Frequenz **f1** ist, bestimmt, ob die Empfangsfrequenz in dem ersten Bereich liegt, der die erste Frequenz beinhaltet, und wenn die Sendefrequenz die zweite Frequenz **f2** ist, bestimmt, ob die Empfangsfrequenz in dem zweiten Bereich liegt, der die zweite Frequenz **f2** beinhaltet. Der Ultraschallsensor **10** bestimmt in gleicher Weise, ob die Empfangswellen reflektierte Wellen der von dem anderen Ultraschallsensor **10a** gesendeten Prüfwellen sind.

[0051] Wenn in Schritt **S106** eine positive Bestimmung vorgenommen wird, d.h. wenn die Empfangsfrequenz in dem vorbestimmten Bereich liegt, der die Sendefrequenz beinhaltet, schreitet die Steuerung zu Schritt **S107** voran, in dem die Empfangswellen als die reflektierten Wellen bestimmt werden. Nach der in Schritt **S107** vorgenommenen Bestimmung werden verschiedene Steuerung unter Verwendung des auf den Empfangswellen basierenden Abstands vorgenommen.

[0052] Wenn in Schritt **S106** eine negative Bestimmung vorgenommen wird, d.h. wenn die Empfangs-

frequenz außerhalb des vorbestimmten Bereichs liegt, der die Sendefrequenz beinhaltet, schreitet die Steuerung zu Schritt **S108** voran, in dem die Empfangswellen als Störwellen bestimmt werden. In diesem Fall wird die Information in Bezug auf den Abstand basierend auf den Empfangswellen verworfen und die Reihe von Prozessen beendet.

[0053] Mit der oben beschriebenen Konfiguration bringt das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform die nachfolgend beschriebenen vorteilhaften Effekte hervor.

[0054] In dem mit den mehreren Ultraschallsensoren **10**, **10a** ausgestatteten Objekterfassungssystem wird sichergestellt, dass diese Ultraschallsensoren gemeinsame Resonanzeigenschaften aufweisen. Dadurch können die Kosten für das Gesamtsystem reduziert werden. Wenn Prüfwellen von den Ultraschallsensoren **10**, **10a** eines solchen Objekterfassungssystems gesendet werden, werden im Allgemeinen nur die Prüfwellen der Sendefrequenz entsprechend (übereinstimmend mit) der Resonanzfrequenz **f0** gesendet. Wenn jedoch eine Empfangsfrequenz unter Bedingungen erfasst wird, bei denen sichergestellt ist, dass die Resonanzeigenschaften zwischen den Sensoren gleich sind, ist es schwierig zu bestimmen, welcher der Ultraschallsensoren **10**, **10a** Prüfwellen für die reflektierten Wellen, die als Empfangswellen empfangen werden, gesendet hat. In diesem Zusammenhang sind die Ultraschallsensoren in der vorliegenden Ausführungsform konfiguriert, um eine beliebige aus mehreren Arten von Prüfwellen mit gegenseitig unterschiedlichen Sendefrequenzen zu senden. So kann durch Erfassen einer Empfangsfrequenz bestimmt werden, welcher der Ultraschallsensoren **10**, **10a** Prüfwellen für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat. Folglich kann, während die Kosten aufgrund der gemeinsamen Struktur der Ultraschallsensoren **10**, **10a** reduziert werden, eine geeignete Bestimmung dahingehend getroffen werden, welcher der Ultraschallsensoren **10**, **10a** Prüfwellen für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat.

[0055] Wenn von den Ultraschallsensoren **10**, **10a** Prüfwellen mit einer Sendefrequenz gleich der Resonanzfrequenz **f0** gesendet werden, ist es notwendig zu bestimmen, welcher der Ultraschallsensoren **10**, **10a** Prüfwellen für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat. Zu diesem Zweck werden zunächst Prüfwellen von einem der Ultraschallsensoren **10**, **10a** und anschließend nach Ablauf einer vorbestimmten Empfangswartezeit Prüfwellen von dem anderen der Ultraschallsensoren **10**, **10a** gesendet. In diesem Fall wird die Send-/Empfangsdauer länger und die Erfassungsgenauigkeit eines Objekts verringert. In diesem Zusammenhang sind die Ultraschallsensoren in der vorliegen-

den Ausführungsform konfiguriert, um Prüfwellen mit gegenseitig unterschiedlichen Sendefrequenzen zu senden. Folglich können, wenn Prüfwellen gleichzeitig von den mehreren Sende-/Empfangseinheiten **14**, **14a** gesendet werden, die Prüfwellen für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen durch Erfassen der Frequenz der Empfangswellen bestimmt werden. Dadurch kann die Sende-/Empfangsdauer verkürzt und die Erfassungsgenauigkeit eines Objekts verbessert werden.

[0056] Da die erste und die zweite Frequenz **f1** und **f2** näher an die Resonanzfrequenz **f0** herankommen, wird die Empfindlichkeit bei der Erfassung von Empfangswellen weiter verbessert. Wenn sich das die Prüfwellen reflektierende Objekt jedoch beispielsweise bewegt, wird die Frequenz der reflektierten Wellen aufgrund des Doppler-Effekts von der der Prüfwellen verschieden. Folglich wird es, da sich die erste und die zweite Frequenz **f1** und **f2** der Resonanzfrequenz **f0** annähern, schwieriger zu bestimmen, welcher der Frequenzen die reflektierten Wellen der Prüfwellen entsprechen, wenn eine Frequenz von Empfangswellen erfasst wurde. In diesem Zusammenhang wird in der vorliegenden Ausführungsform die erste Frequenz **f1** niedriger als die Resonanzfrequenz **f0** eingestellt, während die zweite Frequenz **f2** höher als die Resonanzfrequenz **f0** eingestellt wird. Daher kann das Verringern der Differenz der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** von der Resonanzfrequenz **f0** ausbalanciert werden mit dem Vergrößern der Differenz zwischen der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2**. Folglich kann, während die Erfassungsempfindlichkeit von Empfangswellen verbessert wird, genauer bestimmt werden, welcher der Frequenzen die reflektierten Wellen der Prüfwellen entsprechen.

[0057] Da sich die erste und die zweite Frequenz **f1** und **f2** der Resonanzfrequenz **f0** annähern, wird die Empfindlichkeit bei der Erfassung von Empfangswellen weiter verbessert. Wenn sich das die Prüfwellen reflektierende Objekt jedoch beispielsweise bewegt, wird die Frequenz der reflektierten Wellen aufgrund des Doppler-Effekts von der der Prüfwellen verschieden. Folglich wird es, da die erste und die zweite Frequenz **f1** und **f2** näher an die Resonanzfrequenz **f0** heran rücken, schwieriger zu bestimmen, welcher der Frequenzen die reflektierten Wellen der Prüfwellen entsprechen, wenn eine Frequenz von Empfangswellen erfasst wurde. In der vorliegenden Ausführungsform betragen die Differenz zwischen der ersten Frequenz **f1** und der Resonanzfrequenz **f0** und die Differenz zwischen der zweiten Frequenz **f2** und der Resonanzfrequenz **f0** jeweils 3%. Somit kann, während die Erfassungsempfindlichkeit der Empfangswellen gesichert wird, eine geeignete Bestimmung getroffen werden, welcher der Frequenzen die reflektierten Wellen der Prüfwellen entsprechen.

[0058] Da die Differenzen von beiden der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** von der Resonanzfrequenz etwa 3% betragen, muss die Frequenz zur Unterscheidung zwischen der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** genauer erfasst werden. Dementsprechend muss die Abtastperiode sowohl im Falle der Gewinnung einer Frequenz durch Messen der Zeit zwischen Nulldurchgängen der Empfangswellen als auch im Falle der Gewinnung einer Frequenz anhand einer schnellen Fouriertransformation (FFT) weiter verkürzt werden. Insbesondere ist es erforderlich, dass die Abtastung mit einer Frequenz erfolgt, die das Zehnfache oder mehr der Frequenz beträgt. Mit anderen Worten, jede Vorrichtung muss in Größe und Kosten erhöht werden, wenn die Frequenz-erfassungsgenauigkeit durch Verkürzung der Abtastperiode verbessert wird. In diesem Zusammenhang muss bei der Gewinnung einer Frequenz aus der Phasenrotation der Empfangswellen die Abtastfrequenz nur etwa das 2- bis 4-fache der erwarteten Frequenz der Empfangswellen betragen. Folglich kann, da eine Frequenz in der vorliegenden Ausführungsform aus der Phasenrotation der Empfangswellen erhalten wird, die Frequenzerfassungsgenauigkeit verbessert werden, während die Zunahme in Größe und Kosten der Vorrichtung minimiert werden kann.

[0059] Durch den Doppler-Effekt kann die Frequenz der Empfangswellen von der Frequenz der Prüfwellen abweichen. Insbesondere kann, wenn die Sendefrequenz der Prüfwellen die erste Frequenz **f1** ist, die Frequenz der reflektierten Wellen die erste Frequenz **f1** überschreiten. In gleicher Weise kann, wenn die Sendefrequenz der Prüfwellen die zweite Frequenz **f2** ist, die Frequenz der reflektierten Wellen die zweite Frequenz **f2** unterschreiten. Das bedeutet, wenn die Frequenz der Empfangswellen in einem vorbestimmten Bereich zwischen der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** liegt, ist es schwierig zu bestimmen, welcher der Frequenzen die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen der Prüfwellen entsprechen. In der vorliegenden Ausführungsform wird die frequenzabhängige Bestimmung für den Fall, dass die Frequenz der Empfangswellen in einem vorbestimmten Bereich liegt, der größer als die erste Frequenz **f1** und kleiner als die zweite Frequenz **f2** ist, begrenzt. Dadurch wird eine fehlerhafte Positionserfassung eines Objekts aufgrund einer fehlerhaften Bestimmung der Empfangswellen minimiert.

<Zweite Ausführungsform>

[0060] Die vorliegende Ausführungsform verkörpert eine Anordnung der im Objekterfassungssystem enthaltenen Ultraschallsensoren. Nachstehend ist eine Anordnung der im Objekterfassungssystem enthaltenen Ultraschallsensoren unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben.

[0061] Wie in **Fig. 7** gezeigt, ist der vordere Teil des Fahrzeugs mit einem ersten bis vierten Frontsensor **31** bis **34**, die als Objekterfassungsvorrichtungen dienen, in Abständen nacheinander von links (um nebeneinander zu sein) versehen. Der hintere Teil des Fahrzeugs ist mit einem ersten bis vierten Hecksensor **41** bis **44**, die als Objekterfassungsvorrichtungen dienen, in Abständen nacheinander von links (um nebeneinander zu sein) versehen. Der linke Teil des Fahrzeugs ist mit einem ersten und einem zweiten linken Sensor **51** und **52**, die als Objekterfassungsvorrichtungen dienen, nacheinander von vorne mit einem Abstand dazwischen (um nebeneinander zu sein) versehen. Der rechte Teil des Fahrzeugs ist mit einem ersten und einem zweiten rechten Sensor **61** und **62**, die als Objekterfassungsvorrichtungen dienen, nacheinander von vorne mit einem Abstand dazwischen (um nebeneinander zu sein) versehen. Der erste Frontsensor **31** und der erste linke Sensor **51** befinden sich nebeneinander. Der vierte Frontsensor **34** und der erste rechte Sensor **61** befinden sich nebeneinander. Der erste Hecksensor **41** und der zweite linke Sensor **52** befinden sich nebeneinander. Der vierte Hecksensor **44** und der zweite rechte Sensor **62** befinden sich nebeneinander.

[0062] Der erste bis vierte Frontsensor **31** bis **34**, der erste linke Sensor **51** und der erste rechte Sensor **61** sind an der vorderen Stoßstange des Fahrzeugs montiert. Der erste bis vierte Hecksensor **41** bis **44**, der zweite linke Sensor **52** und der zweite rechte Sensor **62** sind an der hinteren Stoßstange des Fahrzeugs montiert. Der erste bis vierte Frontsensor **31** bis **34**, der erste bis vierte Hecksensor **41** bis **44**, der erste und der zweite linke Sensor **51** und **52** und der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62** weisen jeweils eine spezifische Konfiguration auf, die mit der des Ultraschallsensors **10** oder **10a** der ersten Ausführungsform identisch ist. Mit anderen Worten, die Sensoren **31** bis **34**, **41** bis **44**, **51**, **52**, **61** und **62** weisen eine gemeinsame Konfiguration auf.

[0063] In **Fig. 7** sind die Sensoren, die Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, durch Dreiecke gezeigt, und diejenigen, die Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden, durch Kreise gezeigt. Insbesondere sind der erste bis vierte Frontsensor **31** bis **34** und der erste bis vierte Hecksensor **41** bis **44** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, und der erste und der zweite linke Sensor **51** und **52** und der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62** sind so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden.

[0064] In dem wie vorstehend beschrieben konfigurierten Objekterfassungssystem können die Sensoren, die sich mit einem Abstand dazwischen nebeneinander befinden, jeweils die reflektierten Wellen der Prüfwellen empfangen, die nicht nur von sich selbst,

sondern ebenso von dem anderen Sensor gesendet werden.

[0065] Nachstehend ist die Sensorgruppe beschrieben, die am vorderen linken Teil des Fahrzeugs vorgesehen ist, d.h. der erste und der zweite Frontsensor **31** und **32** und der erste linke Sensor **51**. Da die Sensorgruppen, die am vorderen rechten, hinteren linken und hinteren rechten Teil des Fahrzeugs vorgesehen sind, jeweils Funktionen aufweisen, die denen der am vorderen linken Teil des Fahrzeugs vorgesehenen Sensorgruppe entsprechen, entfällt eine spezifische Erklärung.

[0066] In der am vorderen linken Teil des Fahrzeugs vorgesehenen Sensorgruppe ist der erste Frontsensor **31** in der Lage, die reflektierten Wellen der Prüfwellen zu empfangen, die nicht nur von ihm selbst, sondern ebenso von dem zweiten Frontsensor **32** und dem ersten linken Sensor **51** gesendet werden. Der erste linke Sensor **51** ist in der Lage, die reflektierten Wellen der Prüfwellen zu empfangen, die nicht nur von ihm selbst, sondern ebenso vom ersten Frontsensor **31** gesendet werden.

[0067] Wie vorstehend erwähnt, sind der erste und der zweite Frontsensor **31** und **32** zum Senden von Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** ausgelegt, während der erste linke Sensor **51** zum Senden von Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** ausgelegt ist. Insbesondere senden der erste Frontsensor **31** und der erste linke Sensor **51**, die im Fahrzeug benachbart angeordnet sind, Prüfwellen mit unterschiedlichen Frequenzen (Sendeeigenschaften).

[0068] Da den Prüfwellen auf diese Weise Sendefrequenzen verliehen werden, können, wenn der zweite Frontsensor **32** und der erste linke Sensor **51** jeweils Prüfwellen gesendet haben, die auf den ersten Frontsensor **31** einfallenden reflektierten Wellen dahingehend bestimmt werden, welcher der Sensoren die Prüfwellen für die empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat.

[0069] Wenn der erste Frontsensor **31** und der erste linke Sensor **51** beide Prüfwellen gesendet haben, können die auf den ersten Frontsensor **31** einfallenden reflektierten Wellen dahingehend bestimmt werden, welcher der Sensoren die Prüfwellen für die empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat. Darüber hinaus können die auf den ersten linken Sensor **51** einfallenden reflektierten Wellen dahingehend bestimmt werden, welcher der Sensoren die Prüfwellen für die empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat.

[0070] Mit der oben beschriebenen Konfiguration bringt das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform vorteilhafte Effekte ähnlich denjenigen der ersten Ausführungsform hervor.

<Dritte Ausführungsform>

[0071] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform weist die gleiche Konfiguration wie das der zweiten Ausführungsform auf, beinhaltet jedoch Sensoren, deren Sendefrequenzen sich teilweise von denen der zweiten Ausführungsform unterscheiden. Nachstehend ist ein Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 8** beschrieben.

[0072] In **Fig. 8** sind, wie in der zweiten Ausführungsform, die Sensoren, die Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, durch Dreiecke gezeigt, und diejenigen, die Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden, durch Kreise gezeigt. Insbesondere sind der erste bis vierte Frontsensor **31** bis **34**, der zweite linke Sensor **52** und der zweite rechte Sensor **62** dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** zu senden, und der erste bis vierte Hecksensor **41** bis **44**, der erste linke Sensor **51** und der erste rechte Sensor **61** sind dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** zu senden.

[0073] In dem wie vorstehend beschrieben konfigurierten Objekterfassungssystem ist der erste linke Sensor **51** in der Lage, die reflektierten Wellen der vom benachbarten zweiten linken Sensor **52** gesendeten Prüfwellen zu empfangen, und der zweite linke Sensor **52** ist in der Lage, die reflektierten Wellen der vom benachbarten ersten linken Sensor **51** gesendeten Prüfwellen zu empfangen. Der erste rechte Sensor **61** ist in der Lage, die reflektierten Wellen der vom benachbarten zweiten rechten Sensor **62** gesendeten Prüfwellen zu empfangen, und der zweite rechte Sensor **62** ist in der Lage, die reflektierten Wellen der vom benachbarten ersten rechten Sensor **61** gesendeten Prüfwellen zu empfangen. In diesem Zusammenhang können der erste und der zweite linke Sensor **51** und **52**, die dazu ausgelegt sind, unterschiedliche Sendefrequenzen aufzuweisen, jeweils bestimmen, welcher der Sensoren die Prüfwellen für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat. In gleicher Weise können der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62**, die dazu ausgelegt sind, unterschiedliche Sendefrequenzen aufzuweisen, jeweils bestimmen, welcher der Sensoren die Prüfwellen für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat.

[0074] Da die Sensorgruppen, die an den Teilen vorne links, vorne rechts, hinten links und hinten rechts des Fahrzeugs vorgesehen sind, jeweils Funktionen gleichbedeutend mit denen der zweiten Ausführungsform aufweisen, entfällt eine spezifische Erklärung.

[0075] Mit der oben beschriebenen Konfiguration bringt das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform vorteilhafte Effekte ähnlich denjenigen der ersten Ausführungsform hervor.

[0076] Die Anzahl der linken Sensoren kann drei oder mehr betragen, und die Sendefrequenzen (Sendeeigenschaften) der Prüfwellen der benachbarten Sensoren können in diesem Fall so ausgelegt sein, dass sie voneinander verschieden sind. Mit anderen Worten, mindestens zwei Sensoren (Objekterfassungsvorrichtungen) können für den linken Teil des Fahrzeugs so vorgesehen sein, dass sie benachbart sind, und die Sendeeigenschaften der benachbart angeordneten Sensoren unter den mindestens zwei Sensoren können voneinander verschieden ausgelegt sein. Gleiches gilt für die Sensoren, die am rechten Teil des Fahrzeugs vorgesehen sind.

<Vierte Ausführungsform>

[0077] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform weist die gleiche Konfiguration wie das der zweiten Ausführungsform auf, beinhaltet jedoch Sensoren, deren Sendefrequenzen sich teilweise von denen der zweiten Ausführungsform unterscheiden. Nachstehend ist ein Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 9** beschrieben.

[0078] In **Fig. 9** sind, wie in der zweiten Ausführungsform, die Sensoren, die Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, durch Dreiecke gezeigt, und diejenigen, die Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden, durch Kreise gezeigt. Insbesondere sind der erste und der zweite Frontsensor **31** und **32**, der dritte und der vierte Hecksensor **43** und **44**, der zweite linke Sensor **52** und der erste rechte Sensor **61** dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** zu senden, und der dritte und der vierte Frontsensor **33** und **34**, der erste und der zweite Hecksensor **41** und **42**, der erste linke Sensor **51** und der zweite rechte Sensor **62** sind dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** zu senden.

[0079] Nachstehend ist die am vorderen Teil des Fahrzeugs vorgesehene Sensorgruppe, d.h. der erste bis vierte Frontsensor **31** bis **34**, beschrieben. Da die am hinteren Teil des Fahrzeugs vorgesehene Sensorgruppe, d.h. die Sensorgruppe des ersten bis vierten Hecksenors **41** bis **44**, Funktionen aufweist, die denen der Sensorgruppe entsprechen, die am vorderen Teil des Fahrzeugs vorgesehen ist, entfällt eine spezifische Erklärung.

[0080] In dem wie vorstehend beschrieben konfigurierten Objekterfassungssystem ist der zweite Frontsensor **32** in der Lage, reflektierte Wellen der Prüfwellen zu empfangen, die nicht nur von ihm selbst gesendet wurden, sondern ebenso von dem benachbarten ersten Frontsensor **31** und dem benachbarten dritten Frontsensor **33**. Ferner ist der dritte Frontsensor **33** in der Lage, reflektierte Wellen der Prüfwellen zu empfangen, die nicht nur von ihm selbst gesendet wurden, sondern ebenso von dem benachbarten

zweiten Frontsensor **32** und dem benachbarten vierten Frontsensor **34**.

[0081] Wie vorstehend erwähnt, sind der erste und der zweite Frontsensor **31** und **32** dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** zu senden, während der dritte und der vierte Frontsensor **33** und **34** dazu ausgelegt sind, Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** zu senden.

[0082] Da den Prüfwellen auf diese Weise Sendefrequenzen verliehen werden, können, wenn der erste und der dritte Frontsensor **31** und **33** beide Prüfwellen gesendet haben, die auf den zweiten Frontsensor **32** einfallenden reflektierten Wellen dahingehend bestimmt werden, welcher der Sensoren die Prüfwellen für die empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat. In gleicher Weise können, wenn der zweite und der vierte Frontsensor **32** und **34** beide Prüfwellen gesendet haben, die auf den dritten Frontsensor **33** einfallenden reflektierten Wellen dahingehend bestimmt werden, welcher der Sensoren die Prüfwellen für die empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat.

[0083] In gleicher Weise können, wenn der zweite und der dritte Frontsensor **32** und **33** beide Prüfwellen gesendet haben, die auf jeden dieser Sensoren einfallenden reflektierten Wellen dahingehend bestimmt werden, welcher der Sensoren die Prüfwellen für die empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat.

[0084] Da die Sensorgruppen, die an den Teilen vorne links, vorne rechts, hinten links und hinten rechts des Fahrzeugs vorgesehen sind, jeweils Funktionen gleichbedeutend mit denen der zweiten Ausführungsform aufweisen, entfällt eine spezifische Erklärung.

[0085] Mit der oben beschriebenen Konfiguration bringt das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform vorteilhafte Effekte ähnlich denjenigen der ersten Ausführungsform hervor.

[0086] Bei jedem des ersten bis vierten Frontsensors **31** bis **34** können benachbarte Sensoren Prüfwellen mit voneinander verschiedenen Frequenzen (Sendeeigenschaften) senden. Mit anderen Worten, mindestens zwei Sensoren (Objekterfassungsvorrichtungen) können für den vorderen Teil des Fahrzeugs so vorgesehen sein, dass sie benachbart sind, und die Sendeeigenschaften der benachbarten Sensoren unter den mindestens zwei Sensoren können voneinander verschieden ausgelegt sein. Gleiches gilt für die Sensoren, die am hinteren Teil des Fahrzeugs vorgesehen sind.

<Fünfte Ausführungsform>

[0087] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform weist die gleiche Konfiguration

wie das der zweiten Ausführungsform auf, führt jedoch eine Verarbeitung aus, die sich teilweise von der der zweiten Ausführungsform unterscheidet. Nachstehend ist eine Verarbeitung der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 10** beschrieben.

[0088] In der vorliegenden Ausführungsform werden die Modi zwischen einem ersten Modus, in dem die Sendefrequenzen so ausgelegt sind, dass sie denen der zweiten Ausführungsform ähnlich sind (siehe **Fig. 10(a)**), und einem zweiten Modus, in dem die Sendefrequenzen so ausgelegt sind, dass sie sich von denen der zweiten Ausführungsform unterscheiden (siehe **Fig. 10(b)**).

[0089] Wie in **Fig. 10(b)** gezeigt, wird im zweiten Modus sichergestellt, dass die Sensoren, die im ersten Modus Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden, und die Sensoren, die im ersten Modus Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden, Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden. Insbesondere sind der erste bis vierte Frontsensor **31** bis **34** und der erste bis vierte Hecksensor **41** bis **44** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden, und der erste und der zweite linke Sensor **51** und **52** und der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62** sind so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden.

[0090] Der erste und der zweite Modus werden zu jeder vorbestimmten Periode zwischen diesen Modi umgeschaltet. In diesem Fall kann die vorbestimmte Periode definiert sein als eine Periode, in der jeder der Sensoren einmal eine Sendesteuerung ausführt, oder als eine Periode, in der jeder der Sensoren mehrmals eine Sendesteuerung ausführt.

[0091] Mit der oben beschriebenen Konfiguration bringt das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform die nachfolgend beschriebenen vorteilhaften Effekte hervor.

[0092] Befindet sich ein zweiter Ultraschallsensor in der Nähe eines Objekterfassungssystems und sendet der zweite Ultraschallsensor Prüfwellen mit der gleichen Sendefrequenz wie dieses System, so können die vom zweiten Ultraschallsensor gesendeten Prüfwellen von diesem System empfangen und fälschlicherweise als die reflektierten Wellen der systemeigenen Prüfwellen erkannt werden. In diesem Zusammenhang werden in der vorliegenden Ausführungsform die Sendefrequenzen durch Umschalten von Modi jede vorbestimmte Periode geändert. Dementsprechend kann die Sendefrequenz der Prüfwellen von der Sendefrequenz der Prüfwellen des zweiten Ultraschallsensors verschieden eingestellt werden, um so Störungen zu minimieren.

[0093] Wenn das eigene Fahrzeug und ein zweites Fahrzeug beide Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, kann das Auftreten von Störungen (Interferenz) bestätigt werden, indem die Sendefrequenz des eigenen Fahrzeugs auf die zweite Frequenz **f2** umgeschaltet wird. In diesem Fall muss die Sendefrequenz nach der Umschaltung nicht auf die Sendefrequenz vor der Umschaltung zurückgesetzt werden, sondern kann kontinuierlich zur Objekterfassung verwendet werden. Gemäß diesem Betrieb kann eine Objekterfassung erfolgen, wobei die vom zweiten Fahrzeug gesendeten Prüfwellen und die reflektierten Wellen als Störwellen ausgeschlossen werden.

<Sechste Ausführungsform>

[0094] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform weist die gleiche Konfiguration wie das der zweiten Ausführungsform auf, beinhaltet jedoch Sensoren, deren Sendefrequenzen sich teilweise von denen der zweiten Ausführungsform unterscheiden. Nachstehend ist ein Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 11** beschrieben.

[0095] In der vorliegenden Ausführungsform werden die erste und die zweite Frequenz **f1** und **f2** wie in der ersten bis fünften Ausführungsform verwendet. Darüber hinaus wird ebenso eine dritte Frequenz **f3** verwendet. Die dritte Frequenz **f3** kann niedriger als die erste Frequenz **f1** oder höher als die zweite Frequenz **f2** sein. Alternativ kann die dritte Frequenz **f3** höher als die erste Frequenz **f1** und niedriger als die zweite Frequenz **f2** sein. In diesem Fall kann die dritte Frequenz **f3** gleich der Resonanzfrequenz **f0** sein.

[0096] In **Fig. 11** sind die Sensoren, die Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, durch Dreiecke gekennzeichnet, diejenigen, die Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden, durch Kreise gekennzeichnet, und diejenigen, die Prüfwellen mit der dritten Frequenz senden, durch Kästchen gekennzeichnet. Insbesondere sind der erste bis vierte Frontsensor **31** bis **34** und der erste bis vierte Hecksensor **41** bis **44** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, der erste und der zweite linke Sensor **51** und **52** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der dritten Frequenz **f3** senden, und der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden.

[0097] Durch Einstellen der Frequenzen auf die oben beschriebene Weise kann das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform die nachfolgend dargelegten vorteilhaften Effekte zusätzlich zu den vom Objekterfassungssystem der zweiten Ausführungsform hervorgebrachten Effekten hervorbringen.

[0098] Wenn Fahrzeuge, die jeweils mit einem Objekterfassungssystem mit einer Konfiguration entsprechend der vorliegenden Ausführungsform ausgestattet sind, nebeneinander fahren, kann sich der linke Teil eines Fahrzeugs dem rechten Teil eines anderen Fahrzeugs annähern. In diesem Fall, wenn der Abstand zwischen diesen Fahrzeugen kleiner wird, neigt jedes der Fahrzeuge dazu, von den Sensoren des anderen der Fahrzeuge gesendete Prüfwellen zu empfangen. In der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich die Sendefrequenz des ersten und des zweiten linken Sensors **51** und **52** von derjenigen des ersten und des zweiten rechten Sensors **61** und **62**. Dementsprechend, wenn Fahrzeuge nebeneinander fahren und ein Fahrzeug Prüfwellen vom Objekterfassungssystem eines anderen Fahrzeugs empfangen hat, bestimmt die Bestimmungseinheit **103**, dass die Empfangswellen aus den Prüfwellen oder dergleichen eines anderen Objekterfassungssystems resultieren, und verwendet diese Wellen nicht zur Abstandsmessung für das eigene Fahrzeug. Somit können Störungen minimiert werden, wenn Fahrzeuge, die jeweils mit einem Objekterfassungssystem mit einer Konfiguration entsprechend der vorliegenden Ausführungsform ausgestattet sind, nebeneinander fahren.

[0099] Der erste bis vierte Frontsensor **31** bis **34** können weggelassen werden, oder der erste bis vierte Hecksensor **41** bis **44** können weggelassen werden, oder der erste bis vierte Frontsensor **31** bis **34** und der erste bis vierte Hecksensor **41** bis **44** können beide weggelassen werden.

<Siebte Ausführungsform>

[0100] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform weist die gleiche Konfiguration wie das der zweiten Ausführungsform auf, beinhaltet jedoch Sensoren, deren Sendefrequenzen sich teilweise von denen der zweiten Ausführungsform unterscheiden. Nachstehend ist ein Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 12** beschrieben.

[0101] In der vorliegenden Ausführungsform werden die erste, die zweite und die dritte Frequenz **f1**, **f2** und **f3** wie in der sechsten Ausführungsform verwendet.

[0102] In **Fig. 12** sind die Sensoren, die Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, durch Dreiecke gekennzeichnet, diejenigen, die Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden, durch Kreise gekennzeichnet, und diejenigen, die Prüfwellen mit der dritten Frequenz senden, durch Kästchen gekennzeichnet. Insbesondere sind der erste bis vierte Frontsensor **31** bis **34** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden, der erste bis vierte Hecksensor **41** bis **44** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der dritten Frequenz **f3** senden, und der erste

und der zweite linke Sensor **51** und **52** und der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden.

[0103] Durch Einstellen der Frequenzen auf die oben beschriebene Weise kann das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform die nachfolgend dargelegten vorteilhaften Effekte zusätzlich zu den vom Objekterfassungssystem der zweiten Ausführungsform hervorgebrachten Effekten hervorbringen.

[0104] Wenn Fahrzeuge, die jeweils mit einem Objekterfassungssystem mit einer Konfiguration entsprechend der vorliegenden Ausführungsform ausgestattet sind, hintereinander fahren, wie beispielsweise dann, wenn Fahrzeuge in dichtem Verkehr fahren, kann sich der Frontenteil eines Fahrzeugs dem Heckenteil eines anderen Fahrzeugs nähern. In diesem Fall, wenn der Abstand zwischen diesen Fahrzeugen kleiner wird, neigt jedes der Fahrzeuge dazu, vom Objekterfassungssystem des anderen der Fahrzeuge gesendete Prüfwellen zu empfangen. In der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich die Sendefrequenz der Frontsensoren **31** bis **34** von der der Hecksensoren **41** bis **44**. Dementsprechend, wenn Fahrzeuge hintereinander fahren und ein Fahrzeug Prüfwellen vom Objekterfassungssystem eines anderen Fahrzeugs empfangen hat, bestimmt die Bestimmungseinheit **103**, dass die Empfangswellen aus den Prüfwellen oder dergleichen eines anderen Objekterfassungssystems resultieren, und verwendet diese Wellen nicht zur Abstandsmessung für das eigene Fahrzeug. Somit können Störungen minimiert werden, wenn Fahrzeuge, die jeweils mit einem Objekterfassungssystem mit einer Konfiguration entsprechend der vorliegenden Ausführungsform ausgestattet sind, hintereinander fahren.

<Achte Ausführungsform>

[0105] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform weist die gleiche Konfiguration wie das der zweiten Ausführungsform auf, beinhaltet jedoch Sensoren, deren Sendefrequenzen sich teilweise von denen der zweiten Ausführungsform unterscheiden. Nachstehend ist ein Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 13** beschrieben.

[0106] In der vorliegenden Ausführungsform werden die erste, die zweite und die dritte Frequenz **f1**, **f2** und **f3** wie in der sechsten und siebten Ausführungsform verwendet.

[0107] In **Fig. 13** sind die Sensoren, die Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, durch Dreiecke gekennzeichnet, diejenigen, die Prüfwellen mit der

zweiten Frequenz **f2** senden, durch Kreise gekennzeichnet, und diejenigen, die Prüfwellen mit der dritten Frequenz senden, durch Kästchen gekennzeichnet. Insbesondere sind der erste und der vierte Frontsensor **31** und **34** und der erste und der vierte Hecksensoren **41** und **44** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden, der dritte Frontsensor **33**, der zweite Hecksensor **42**, der erste linke Sensor **51** und der zweite rechte Sensor **62** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden, und der zweite Frontsensor **32**, der dritte Hecksensor **43**, der zweite linke Sensor **52** und der erste rechte Sensor **61** so ausgelegt, dass sie Prüfwellen mit der dritten Frequenz **f3** senden.

[0108] Durch Einstellen der Sendefrequenzen auf die obige Weise wird sichergestellt, dass jeder Sensor eine Sendefrequenz aufweist, die sich von den Sendefrequenzen der beiden benachbarten Sensoren unterscheidet. Dementsprechend kann, wenn einer der Sensoren und die benachbarten Sensoren Prüfwellen senden, bestimmt werden, welcher der Sensoren die Prüfwellen für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat. Das bedeutet, dass, wenn alle Sensoren im Wesentlichen gleichzeitig Prüfwellen senden, die Empfangswellen jedes Sensors dahingehend bestimmt werden können, welcher der Sensoren die Prüfwellen für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat.

[0109] Wie in **Fig. 14** gezeigt, können der erste und der dritte Frontsensor **31** und **33**, der erste rechte Sensor **61**, der zweite und der vierte Hecksensor **42** und **44** und der zweite linke Sensor **52** so ausgelegt sein, dass sie Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** (Sendeeigenschaften) senden, und der zweite und der vierte Frontsensor **32** und **34**, der erste und der dritte Hecksensor **41** und **43**, der erste linke Sensor **51** und der zweite rechte Sensor **62** können so ausgelegt sein, dass sie Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** (Sendeeigenschaften) senden. In dieser Konfiguration können der zweite Frontsensor **32**, der dritte Frontsensor **33**, der zweite Hecksensor **42** oder der dritte Hecksensor **43** weggelassen werden, oder der erste linke Sensor **51**, der zweite linke Sensor **52**, der erste rechte Sensor **61** oder der zweite rechte Sensor **62** können weggelassen werden. Mit anderen Worten, mindestens acht Sensoren (Objekterfassungsvorrichtungen) können so an einem Außenumfangsrandabschnitt des Fahrzeugs vorgesehen sein, dass sie nebeneinander liegen. In diesem Fall können die nebeneinander angeordneten Sensoren unter den mindestens acht Sensoren jeweils so ausgelegt sein, dass sie Sendeeigenschaften aufweisen, die sich von denen der anderen unterscheiden.

<Neunte Ausführungsform>

[0110] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform weist die gleiche Konfiguration wie das der zweiten Ausführungsform auf, führt jedoch eine Verarbeitung aus, die sich teilweise von der der zweiten Ausführungsform unterscheidet. Nachstehend ist eine Verarbeitung der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 15** beschrieben.

[0111] In der vorliegenden Ausführungsform werden Modi zwischen einem ersten Modus (siehe **Fig. 15(a)**) und einem zweiten Modus (siehe **Fig. 15(b)**) umgeschaltet.

[0112] Im ersten Modus sind, wie in **Fig. 15(a)** gezeigt, der zweite Frontsensor **32**, der dritte Hecksensor **43**, der zweite linke Sensor **52** und der erste rechte Sensor **61** dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** zu senden, und der dritte Frontsensor **33**, der zweite Hecksensor **42**, der erste linke Sensor **51** und der zweite rechte Sensor **62** sind dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** zu senden. Der erste und der vierte Frontsensor **31** und **34** sowie der erste und der vierte Hecksensor **41** und **44**, die durch die gestrichelten Linien gezeigt sind, senden keine Prüfwellen.

[0113] Im zweiten Modus wird, wie in **Fig. 15(b)** gezeigt, sichergestellt, dass die Sensoren, die im ersten Modus Prüfwellen senden, keine Prüfwellen senden, und sichergestellt, dass die Sensoren, die im ersten Modus keine Prüfwellen senden, Prüfwellen senden. Insbesondere sind der vierte Frontsensor **34** und der erste Hecksensor **41** dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** zu senden, während der erste Frontsensor **31** und der vierte Hecksensor **44** dazu ausgelegt sind, Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** zu senden. Der zweite und der dritte Frontsensor **32** und **33**, der zweite und der dritte Hecksensor **42** und **43**, der erste und der zweite linke Sensor **51** und **52** und der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62**, die durch die gestrichelten Linien gezeigt sind, senden keine Prüfwellen.

[0114] Der erste und der zweite Modus werden zu jeder vorbestimmten Periode zwischen diesen Modi umgeschaltet. In diesem Fall kann die vorbestimmte Periode definiert sein als eine Periode, in der jeder der Sensoren einmal eine Sendesteuerung ausführt, oder als eine Periode, in der jeder der Sensoren mehrmals eine Sendesteuerung ausführt.

[0115] Mit der oben beschriebenen Konfiguration bringt das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform die nachfolgend beschriebenen vorteilhaften Effekte hervor.

[0116] So sind beispielsweise in der am vorderen linken Teil des Fahrzeugs montierten Sensorgruppe der zweite Frontsensor **32** und der erste linke Sensor **51** mit voneinander verschiedenen Sendeeigenschaften im Abstand voneinander vorgesehen. Somit können basierend auf den vom ersten Frontsensor **31** erfassten Empfangseigenschaften die Empfangswellen dahingehend bestimmt werden, welcher von dem zweiten Frontsensor **32** und dem ersten linken Sensor **51** die Prüfwellen mit den Sendeeigenschaften für die reflektierten Wellen gesendet hat. Gleiches gilt für die Sensorgruppen, die an den Teilen vorne rechts, hinten links und hinten rechts des Fahrzeugs montiert sind.

[0117] Die Sendefrequenzen der Ultraschallsensoren werden durch Umschalten der Modi zu jeder vorbestimmten Periode geändert. Dementsprechend kann die Sendefrequenz der Prüfwellen eines Ultraschallsensors von der Sendefrequenz der Prüfwellen eines anderen Ultraschallsensors abweichen, d.h. verschieden eingestellt werden, so dass Störungen minimiert werden können.

[0118] Es können vorteilhafte Effekte ähnlich denen der ersten Ausführungsform erzielt werden.

<Zehnte Ausführungsform>

[0119] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform weist die gleiche Konfiguration wie das der zweiten Ausführungsform auf, führt jedoch eine Verarbeitung aus, die sich teilweise von der der zweiten Ausführungsform unterscheidet. Nachstehend ist eine Verarbeitung der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 16** beschrieben.

[0120] In der vorliegenden Ausführungsform werden Modi zwischen einem ersten Modus (siehe **Fig. 16(a)**) und einem zweiten Modus (siehe **Fig. 16(b)**) umgeschaltet

[0121] Wie in **Fig. 16(a)** gezeigt, ist der erste Modus ähnlich dem in **Fig. 15(a)** der neunten Ausführungsform gezeigten Modus.

[0122] Wie in **Fig. 16(b)** gezeigt, ist zusätzlich zu dem Design ähnlich demjenigen in **Fig. 15(b)** der neunten Ausführungsform der zweite Modus so ausgelegt, dass der erste rechte Sensor **61** Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** sendet und der zweite rechte Sensor **62** Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** sendet. Mit anderen Worten, der erste und der zweite linke Sensor **51** und **52** und der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62** senden ständig Prüfwellen.

[0123] Mit der oben beschriebenen Konfiguration bringt das Objekterfassungssystem der vorliegenden

Ausführungsform vorteilhafte Effekte ähnlich denjenigen der neunten Ausführungsform hervor. Da der erste und der zweite linke Sensor **51** und **52** sowie der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62** ständig Prüfwellen senden, können Objekte auf beiden Seiten des Fahrzeugs fortwährend erfasst werden.

<Elfte Ausführungsform>

[0124] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform weist die gleiche Konfiguration wie das der zweiten Ausführungsform auf, führt jedoch eine Verarbeitung aus, die sich teilweise von der der zweiten Ausführungsform unterscheidet. Nachstehend ist eine Verarbeitung der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 17** beschrieben.

[0125] In der vorliegenden Ausführungsform werden Modi zwischen einem ersten Modus (siehe **Fig. 17(a)**) und einem zweiten Modus (siehe **Fig. 17(b)**) umgeschaltet.

[0126] Im ersten Modus sind, wie in **Fig. 17(a)** gezeigt, der erste Frontsensor **31**, der vierte Hecksensor **44**, der zweite linke Sensor **52** und der erste rechte Sensor **61** dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** zu senden, und dritte Frontsensor **33** und der zweite Hecksensor **42** sind dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** zu senden. Der zweite und der vierte Frontsensor **32** und **34**, der erste und der dritte Hecksensor **41** und **43**, der erste linke Sensor **51** und der zweite rechte Sensor **62**, die durch die gestrichelten Linien gezeigt sind, senden keine Prüfwellen.

[0127] Im zweiten Modus wird, wie in **Fig. 17(b)** gezeigt, sichergestellt, dass die Sensoren, die im ersten Modus Prüfwellen senden, keine Prüfwellen senden, und sichergestellt, dass die Sensoren, die im ersten Modus keine Prüfwellen senden, Prüfwellen senden. Insbesondere sind der zweite Frontsensor **32** und der zweite rechte Sensor **62** dazu ausgelegt, Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** zu senden, während der vierte Frontsensor **34** und der erste linke Sensor **51** dazu ausgelegt sind, Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** zu senden. Der erste und der dritte Frontsensor **31** und **33**, der zweite und der vierte Hecksensor **42** und **44**, der zweite linke Sensor **52** und der erste rechte Sensor **61**, die durch die gestrichelten Linien gezeigt sind, senden keine Prüfwellen.

[0128] Der erste und der zweite Modus werden zu jeder vorbestimmten Periode zwischen diesen Modi umgeschaltet. In diesem Fall kann die vorbestimmte Periode definiert sein als eine Periode, in der jeder der Sensoren einmal eine Sendesteuerung ausführt, oder als eine Periode, in der jeder der Sensoren mehrmals eine Sendesteuerung ausführt.

[0129] Mit der oben beschriebenen Konfiguration bringt das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform die nachfolgend beschriebenen vorteilhaften Effekte hervor.

[0130] So sind beispielsweise in der am vorderen Teil des Fahrzeugs montierten Sensorgruppe der zweite Frontsensor **32** und der erste linke Sensor **51** mit voneinander verschiedenen Sendeeigenschaften im Abstand voneinander vorgesehen. Somit kann basierend auf den vom ersten Frontsensor **31** erfassten Empfangseigenschaften bestimmt werden, welcher von dem zweiten Frontsensor **32** und dem ersten linken Sensor **51** die Prüfwellen mit Sendeeigenschaften für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat. Basierend auf den vom dritten Frontsensor **33** erfassten Empfangseigenschaften kann bestimmt werden, welcher von dem zweiten und dem vierten Frontsensor **32** und **34** die Prüfwellen mit Sendeeigenschaften für die als Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen gesendet hat. Gleiches gilt für die am hinteren Teil des Fahrzeugs montierte Sensorgruppe.

[0131] Die Sendefrequenzen der Ultraschallsensoren werden durch Umschalten der Modi zu jeder vorbestimmten Periode geändert. Dementsprechend kann die Sendefrequenz der Prüfwellen eines Ultraschallsensors von der Sendefrequenz der Prüfwellen eines anderen Ultraschallsensors abweichen, d.h. verschieden eingestellt werden, so dass Störungen minimiert werden können.

[0132] Es können vorteilhafte Effekte ähnlich denen der ersten Ausführungsform erzielt werden.

<Zwölfte Ausführungsform>

[0133] Das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform weist die gleiche Konfiguration wie das der zweiten Ausführungsform auf, führt jedoch eine Verarbeitung aus, die sich teilweise von der der zweiten Ausführungsform unterscheidet. Nachstehend ist eine Verarbeitung der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 18** beschrieben.

[0134] In der vorliegenden Ausführungsform werden Modi zwischen einem ersten Modus (siehe **Fig. 18(a)**) und einem zweiten Modus (siehe **Fig. 18(b)**) umgeschaltet.

[0135] Wie in **Fig. 18(a)** gezeigt, ist zusätzlich zu dem Design ähnlich dem in **Fig. 17(a)** der elften Ausführungsform der erste Modus so ausgelegt, dass der erste linke Sensor **51** und der zweite rechte Sensor **62** Prüfwellen mit der zweiten Frequenz **f2** senden.

[0136] Wie in **Fig. 18(b)** gezeigt, ist zusätzlich zu dem Design ähnlich dem in **Fig. 17(b)** der elften Aus-

führungsform der zweite Modus so ausgelegt, dass der zweite linke Sensor **52** und der erste rechte Sensor **61** Prüfwellen mit der ersten Frequenz **f1** senden. Mit anderen Worten, der erste und der zweite linke Sensor **51** und **52** und der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62** senden ständig Prüfwellen.

[0137] Mit der oben beschriebenen Konfiguration bringt das Objekterfassungssystem der vorliegenden Ausführungsform vorteilhafte Effekte ähnlich denjenigen der elften Ausführungsform hervor. Da der erste und der zweite linke Sensor **51** und **52** sowie der erste und der zweite rechte Sensor **61** und **62** ständig Prüfwellen senden, können Objekte auf beiden Seiten des Fahrzeugs fortwährend erfasst werden.

<Modifikationen>

[0138] Obwohl in den Ausführungsformen der Begriff Phasenrotation verwendet wird, da eine Phase in Abhängigkeit von der Frequenz der Empfangswellen um 360° oder mehr gedreht wird, kann stattdessen der Begriff Phasendifferenz verwendet werden.

[0139] In den Ausführungsformen erfolgt bei der Berechnung einer Phasenrotation die Quadraturerfassung unter Verwendung der Resonanzfrequenz **f0**. Die Quadraturerfassung kann jedoch unter Verwendung der ersten oder der zweiten Frequenz **f1** oder **f2** erfolgen. Alternativ können eine Quadraturerfassung unter Verwendung der ersten Frequenz **f1** und eine Quadraturerfassung unter Verwendung der zweiten Frequenz **f2** beide ausgeführt werden.

[0140] In der ersten Ausführungsform beträgt die Differenz der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** von der Resonanzfrequenz **f0** 3% der Resonanzfrequenz **f0**. Die Differenz der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** von der Resonanzfrequenz **f0** kann jedoch größer oder kleiner als diese sein. Wenn sich die erste und die zweite Frequenz **f1** und **f2** jedoch der Resonanzfrequenz **f0** annähern, wird die Differenz zwischen der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** geringer. Folglich ist es, wenn die Frequenz der reflektierten Wellen aufgrund des Doppler-Effekts variiert, schwierig zu bestimmen, welcher der Frequenzen die reflektierten Wellen der gesendeten Prüfwellen entsprechen. Ferner wird, wenn die erste und die zweite Frequenz **f1** und **f2** stärker von der Resonanzfrequenz **f0** abweichen, eine Erfassung der reflektierten Wellen schwierig. Dementsprechend kann die Differenz der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** von der Resonanzfrequenz **f0** vorzugsweise im Bereich von 2% bis 5% der Resonanzfrequenz **f0** liegen.

[0141] Die Differenz zwischen der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** muss nicht gleich der Differenz der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** von der Resonanzfrequenz **f0** sein.

[0142] Die erste und die zweite Frequenz **f1** und **f2** können beide höher als die Resonanzfrequenz **f0** sein. Die erste und die zweite Frequenz **f1** und **f2** können beide niedriger als die Resonanzfrequenz **f0** sein.

[0143] Eine von der ersten und der zweiten Frequenz **f1** und **f2** kann gleich der Resonanzfrequenz **f0** sein.

[0144] Die Ausführungsformen zeigen die Systeme, die die erste und die zweite Frequenz **f1** und **f2** als Sendefrequenzen verwenden, und die Systeme, die die erste bis dritte Frequenz **f1** bis **f3** als Sendefrequenzen verwenden, auf. Es können jedoch vier oder mehr Frequenzen in den Systemen als Sendefrequenzen verwendet werden.

[0145] In den Ausführungsformen ist die Bestimmungseinheit **103** in der ECU **100** vorgesehen. Die Bestimmungseinheit **103** kann jedoch in jedem der Ultraschallsensoren **10**, **10a** vorgesehen sein. Ein Teil der Funktionen der Ultraschallsensoren **10**, **10a** kann in der ECU **100** vorgesehen sein.

[0146] Die Sende-/Empfangseinheit **14** ist nicht darauf beschränkt, die in **Fig. 2** gezeigte spezifische Struktur und Form aufzuweisen, sondern kann andere Strukturen und Formen aufweisen.

[0147] In den Ausführungsformen wird die Resonanzfrequenz **f0** als Resonanzeigenschaften verwendet, die erste Frequenz **f1** als erste Eigenschaften verwendet und die zweite Frequenz **f2** als zweite Eigenschaften verwendet. Es können jedoch anstelle der Frequenzen ebenso Perioden als inverse Zahlen der Frequenzen verwendet werden. In gleicher Weise kann, anstatt eine Sendefrequenz als Sendeeigenschaften zu verwenden, eine Periode verwendet werden, oder anstatt eine Empfangsfrequenz als Empfangseigenschaften zu verwenden, kann eine Periode verwendet werden.

[0148] Die Sendeeigenschaften von Prüfwellen sind nicht auf Frequenzen oder Perioden beschränkt, sondern es können Phasen oder Amplituden verwendet werden, die sich voneinander unterscheiden. So kann beispielsweise eine Modulationseinheit eine aus mehreren Impulsen gebildete Impulsfolge von einer Signalerzeugungseinheit erfassen, und die Phase kann für jede Impulsfolge eines Impulssignals geändert werden, gemäß der durch Kombinationen von mehreren Codes gebildeten Codefolge. Die Phasenberechnungseinheit kann ein Signal von einer Demodulationseinheit zur Verwendung beim Demodulieren der Empfangswellen erfassen und nach dem Demodulieren der Empfangswellen eine Phase der Empfangswellen berechnen. Anschließend kann die Bestimmungseinheit die erfasste Phase mit der Phase der Prüfwellen vergleichen. Wenn die Differenz zwi-

schen der erfassten Phase und der Phase der Prüfwellen nicht größer als ein vorbestimmter Wert ist, können die Empfangswellen als die reflektierten Wellen der Prüfwellen bestimmt werden. Anstatt Phasen von Prüfwellen umzuschalten, kann eine Aus-Periode vorgesehen werden. In diesem Fall führt die Bereitstellung der Aus-Periode zur Erzeugung von mehreren Peaks in der Amplitudenhüllkurve. Das Erzeugen von mehreren Peaks in der Amplitudenhüllkurve führt zur Erzeugung von mehreren Peaks in der Amplitudenhüllkurve der reflektierten Wellen. Somit kann bestimmt werden, ob es sich bei den Empfangswellen um die reflektierten Wellen der Prüfwellen handelt. Kurz gesagt, die mehreren Sensoren (Objekterfassungsvorrichtungen) können einen gemeinsamen Bereich in den Frequenzen von den mehreren Arten von Prüfwellen aufweisen, die von den Sende-/Empfangseinheiten **14**, **14a** gesendet werden können. Die Sensoren können in diesem Fall mit entsprechenden Sendesteuereinheiten **12**, **12a** versehen sein, die jeweils eine der mehreren Arten von Prüfwellen mit unterschiedlichen Sendeeigenschaften in Frequenz, Periode, Phase, Amplitude oder dergleichen senden.

[0149] Wenn die Sendefrequenzmodi in der fünften Ausführungsform umgeschaltet werden, sind die Frequenzen vor und nach dem Umschalten nicht auf die in der fünften Ausführungsform gezeigten beschränkt.

[0150] In den Ausführungsformen wird davon ausgegangen, dass das Objekterfassungssystem in einem Fahrzeug installiert ist. Das Ziel der Installation ist jedoch nicht auf Fahrzeug beschränkt.

[0151] Die vorliegende Offenbarung ist vorstehend anhand von Ausführungsformen beschrieben, sollte jedoch nicht derart verstanden werden, dass sie auf diese Ausführungsformen und Konfigurationen beschränkt ist. Der Umfang der vorliegenden Offenbarung schließt verschiedene Modifikationen oder Äquivalente mit ein. Darüber hinaus sind verschiedene Kombinationen oder Modi oder andere Kombinationen oder Modi, die aus einem oder mehreren Elementen der verschiedenen Kombinationen oder Modi bestehen, in die Kategorie oder Idee der vorliegenden Offenbarung einbezogen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2007 [0007]
- JP 114081 A [0007]

Patentansprüche

1. Objekterfassungssystem, das an einem Fahrzeug montiert ist und mehrere Objekterfassungsvorrichtungen (10, 10a, 31 bis 34, 41 bis 44, 51, 52, 61, 62) aufweist, die jeweils eine Art von Prüfwellen von einer Sende-/Empfangseinheit (14, 14a) senden und es der Sende-/Empfangseinheit ermöglichen, Empfangswellen einschließlich reflektierter Wellen von einem Objekt in der Nähe zu erfassen, um das Objekt zu erfassen, wobei

- die mehreren Objekterfassungsvorrichtungen jeweilige Frequenzen für Prüfwellen aufweisen, wobei die Frequenzen einen gemeinsamen Bereich aufweisen, in dem jede Sende-/Empfangseinheit Prüfwellen senden kann;
- das Objekterfassungssystem aufweist:
- eine Sendesteuereinheit (12, 12a), die es der Sende-/Empfangseinheit ermöglicht, eine beliebige aus mehreren Arten von Prüfwellen mit unterschiedlichen Sendeeigenschaften zu senden, basierend auf den Prüfwellen mit einer Frequenz in dem gemeinsamen Bereich,
- eine Eigenschaftserfassungseinheit (18 bis 20, 18a bis 20a), die Empfangseigenschaften der Empfangswellen erfasst, und
- eine Bestimmungseinheit (103), die bestimmt, ob die von jeder der Objekterfassungsvorrichtungen empfangenen Empfangswellen reflektierte Wellen der Prüfwellen mit Sendeeigenschaften der eigenen Objekterfassungsvorrichtung sind; und
- das Objekterfassungssystem Objekterfassungsvorrichtungen (31 bis 34, 51, 61, 41 bis 44, 52, 62) aufweist, die am Fahrzeug vorgesehen sind, um nebeneinander zu liegen, und unterschiedliche Sendeeigenschaften aufweisen.

2. Objekterfassungssystem nach Anspruch 1, wobei

- die benachbart angeordneten Objekterfassungsvorrichtungen so angeordnet sind, dass jede der Objekterfassungsvorrichtungen in der Lage ist, direkte Wellen, die reflektierte Wellen der von der eigenen Objekterfassungsvorrichtung gesendeten Prüfwellen sind, und indirekte Wellen, die reflektierte Wellen der von einer anderen Objekterfassungsvorrichtung gesendeten Prüfwellen sind, zu empfangen; und
- die Bestimmungseinheit basierend auf den Empfangseigenschaften bestimmt, ob von jeder der Objekterfassungsvorrichtungen empfangene Empfangswellen die direkten Wellen oder die indirekten Wellen sind.

3. Objekterfassungssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei

- die benachbart angeordneten Objekterfassungsvorrichtungen so angeordnet sind, dass jede der Objekterfassungsvorrichtungen in der Lage ist, indirekte Wellen zu empfangen, die reflektierte Wellen der von den mehreren anderen Objekterfassungsvorrichtungen

gen mit gegenseitig unterschiedlichen Sendeeigenschaften gesendeten Prüfwellen sind; und

- die Bestimmungseinheit bestimmt, welche der Objekterfassungsvorrichtungen Prüfwellen für die indirekten Wellen gesendet hat, die von jeder der Objekterfassungsvorrichtungen als Empfangswellen empfangen werden.

4. Objekterfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei

- mindestens zwei Objekterfassungsvorrichtungen (31 bis 34) benachbart in einem Frontenteil des Fahrzeugs angeordnet sind und benachbart angeordnete Objekterfassungsvorrichtungen unter den mindestens zwei Objekterfassungsvorrichtungen gegenseitig unterschiedliche Sendeeigenschaften aufweisen; und
- mindestens zwei Objekterfassungsvorrichtungen (41 bis 44) benachbart in einem Heckenteil des Fahrzeugs angeordnet sind und benachbart angeordnete Objekterfassungsvorrichtungen unter den mindestens zwei Objekterfassungsvorrichtungen gegenseitig unterschiedliche Sendeeigenschaften aufweisen.

5. Objekterfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei

- mindestens zwei Objekterfassungsvorrichtungen (51, 52) benachbart in einem linken Teil des Fahrzeugs angeordnet sind und benachbart Objekterfassungsvorrichtungen unter den mindestens zwei Objekterfassungsvorrichtungen gegenseitig unterschiedliche Sendeeigenschaften aufweisen; und
- mindestens zwei Objekterfassungsvorrichtungen (61, 62) benachbart in einem rechten Teil des Fahrzeugs angeordnet sind und benachbart angeordnete Objekterfassungsvorrichtungen unter den mindestens zwei Objekterfassungsvorrichtungen gegenseitig unterschiedliche Sendeeigenschaften aufweisen.

6. Objekterfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei mindestens acht Objekterfassungsvorrichtungen (31 bis 34, 41 bis 44, 51, 52, 61, 62) benachbart in einem Außenumfangsabschnitt des Fahrzeugs angeordnet sind und benachbart angeordnete Objekterfassungsvorrichtungen unter den mindestens acht Objekterfassungsvorrichtungen gegenseitig unterschiedliche Sendeeigenschaften aufweisen.

7. Objekterfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei sich die Sendeeigenschaften der am rechten Teil des Fahrzeugs vorgesehenen Objekterfassungsvorrichtungen (51, 52) von den Sendeeigenschaften der am linken Teil des Fahrzeugs vorgesehenen Objekterfassungsvorrichtungen (61, 62) unterscheiden.

8. Objekterfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei sich die Sendeeigenschaften

ten der am Frontenteil des Fahrzeugs vorgesehenen Objekterfassungsvorrichtungen (31 bis 34) von den Sendeeigenschaften der am Heckenteil des Fahrzeugs vorgesehenen Objekterfassungsvorrichtungen (41 bis 44) unterscheiden.

9. Objekterfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei

- die mehreren Objekterfassungsvorrichtungen gemeinsame Resonanzeigenschaften aufweisen, die mindestens eine Resonanzfrequenz oder eine Resonanzperiode von jeder Sende-/Empfangseinheit anzeigen;
- jede Sende-/Empfangseinheit in der Lage ist, die Prüfwellen eines vorbestimmten Bereichs zu senden, in dem die Sendeeigenschaften, die mindestens eine Frequenz oder eine Periode anzeigen, die Resonanzeigenschaften beinhalten, und in der Lage ist, die Empfangswellen eines vorbestimmten Bereichs zu empfangen, in dem die Empfangseigenschaften, die mindestens eine Frequenz oder eine Periode anzeigen, die Resonanzeigenschaften beinhalten; und
- jede Sendesteuereinheit es der Sende-/Empfangseinheit ermöglicht, eine beliebige aus mehreren Arten von Prüfwellen mit gegenseitig unterschiedlichen Sendeeigenschaften in dem vorbestimmten Bereich zu senden.

10. Objekterfassungssystem, das mehrere Objekterfassungsvorrichtungen (10, 10a, 31 bis 34, 41 bis 44, 51, 52, 61, 62) aufweist, die jeweils eine Art von Prüfwellen von einer Sende-/Empfangseinheit (14, 14a) senden und es der Sende-/Empfangseinheit ermöglichen, Empfangswellen einschließlich reflektierter Wellen von einem Objekt in der Nähe zu erfassen, um das Objekt zu erfassen, wobei

- die mehreren Objekterfassungsvorrichtungen jeweilige Sende-/Empfangseinheiten mit gemeinsamen Resonanzeigenschaften entweder in Resonanzfrequenzen oder Resonanzperioden aufweist;
- jede Sende-/Empfangseinheit in der Lage ist, die Prüfwellen mit Sendeeigenschaften zu senden, die mindestens eine Frequenz oder eine Periode anzeigen, wobei die Sendeeigenschaften in einem vorbestimmten Bereich liegen, der die Resonanzeigenschaften beinhaltet, und in der Lage ist, die Empfangswellen mit Empfangseigenschaften zu empfangen, die mindestens eine Frequenz oder eine Periode anzeigen, wobei die Empfangseigenschaften in einem vorbestimmten Bereich liegen, der die Resonanzeigenschaften beinhaltet;
- das Objekterfassungssystem aufweist:
 - eine Sendesteuereinheit (12, 12a), die es der Sende-/Empfangseinheit ermöglicht, eine beliebige aus mehreren Arten von Prüfwellen mit gegenseitig unterschiedlichen Sendeeigenschaften in dem vorbestimmten Bereich zu senden,
 - eine Eigenschaftserfassungseinheit (18 bis 20, 18a bis 20a), die die Empfangseigenschaften der Empfangswellen erfasst, und

- eine Bestimmungseinheit (103), die basierend auf den erfassten Empfangseigenschaften bestimmt, welchen der Sendeeigenschaften die als die Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen der Prüfwellen entsprechen.

11. Objekterfassungssystem, das an einem Fahrzeug montiert ist und mehrere Objekterfassungsvorrichtungen (10, 10a, 31 bis 34, 41 bis 44, 51, 52, 61, 62) aufweist, die jeweils eine Art von Prüfwellen von einer Sende-/Empfangseinheit (14, 14a) senden und es der Sende-/Empfangseinheit ermöglichen, Empfangswellen einschließlich reflektierter Wellen von einem Objekt in der Nähe zu erfassen, um das Objekt zu erfassen, wobei

- die mehreren Objekterfassungsvorrichtungen jeweilige Frequenzen für Prüfwellen aufweisen, wobei die Frequenzen einen gemeinsamen Bereich aufweisen, in dem jede Sende-/Empfangseinheit Prüfwellen senden kann;
- das Objekterfassungssystem aufweist:
 - eine Sendesteuereinheit (12, 12a), die es der Sende-/Empfangseinheit ermöglicht, eine beliebige aus mehreren Arten von Prüfwellen mit unterschiedlichen Sendeeigenschaften zu senden, basierend auf den Prüfwellen mit einer Frequenz in dem gemeinsamen Bereich,
 - eine Eigenschaftserfassungseinheit (18 bis 20, 18a bis 20a), die Empfangseigenschaften der Empfangswellen erfasst, und
 - eine Bestimmungseinheit (103), die basierend auf den erfassten Empfangseigenschaften bestimmt, welchen der Sendeeigenschaften die als die Empfangswellen empfangenen reflektierten Wellen der Prüfwellen entsprechen; und
- das Objekterfassungssystem mehrere Objekterfassungsvorrichtungen (31 bis 34, 51, 61, 41 bis 44, 52, 62) aufweist, die in Intervallen am Fahrzeug vorgesehen sind und gegenseitig unterschiedliche Sendeeigenschaften aufweisen.

12. Objekterfassungssystem nach Anspruch 9 oder 10, wobei

- eine der Arten von Prüfwellen Sendeeigenschaften aufweist, die um einen ersten vorbestimmten Wert größer als die Resonanzeigenschaften sind; und
- eine der Arten von Prüfwellen Sendeeigenschaften aufweist, die um einen zweiten vorbestimmten Wert kleiner als die Resonanzeigenschaften sind.

13. Objekterfassungssystem nach Anspruch 12, wobei der erste vorbestimmte Wert und der zweite vorbestimmte Wert jeweils in einem Bereich von 2% bis 5% der Resonanzeigenschaften liegen.

14. Objekterfassungssystem nach Anspruch 12 oder 13, wobei der erste vorbestimmte Wert gleich dem zweiten vorbestimmten Wert ist.

15. Objekterfassungssystem nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei jede Eigenschaftserfassungseinheit die Empfangseigenschaften basierend auf einer Phasenrotation der Empfangswellen berechnet.

16. Objekterfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei

- jede Sendesteuereinheit es der Sende-/Empfangseinheit ermöglicht, als Sendeeigenschaften entweder erste Eigenschaften oder zweite Eigenschaften, die größer als die ersten Eigenschaften sind, zu senden; und
- die Bestimmungseinheit die Empfangseigenschaften als reflektierte Wellen der Prüfwellen mit den ersten Eigenschaften bestimmt, wenn die Empfangseigenschaften in einem ersten Bereich liegen, der die ersten Eigenschaften beinhaltet, und als reflektierte Wellen der Prüfwellen mit den zweiten Eigenschaften bestimmt, wenn die Empfangseigenschaften in einem zweiten Bereich liegen.

17. Objekterfassungssystem nach Anspruch 16, wobei

- sich der erste Bereich vom zweiten Bereich unterscheidet; und
- die Bestimmungseinheit die Bestimmung begrenzt, wenn die Empfangseigenschaften in einem vorbestimmten Bereich zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich liegen.

18. Objekterfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei jede Sende-/Empfangseinheit ein zylindrisches Gehäuse (141) mit Boden und ein piezoelektrisches Element (142), das innerhalb des Gehäuses montiert ist, aufweist.

19. Objekterfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei die Objekterfassungsvorrichtungen jeweils Modi von Sendeeigenschaften zu jeder vorbestimmten Periode umschalten.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

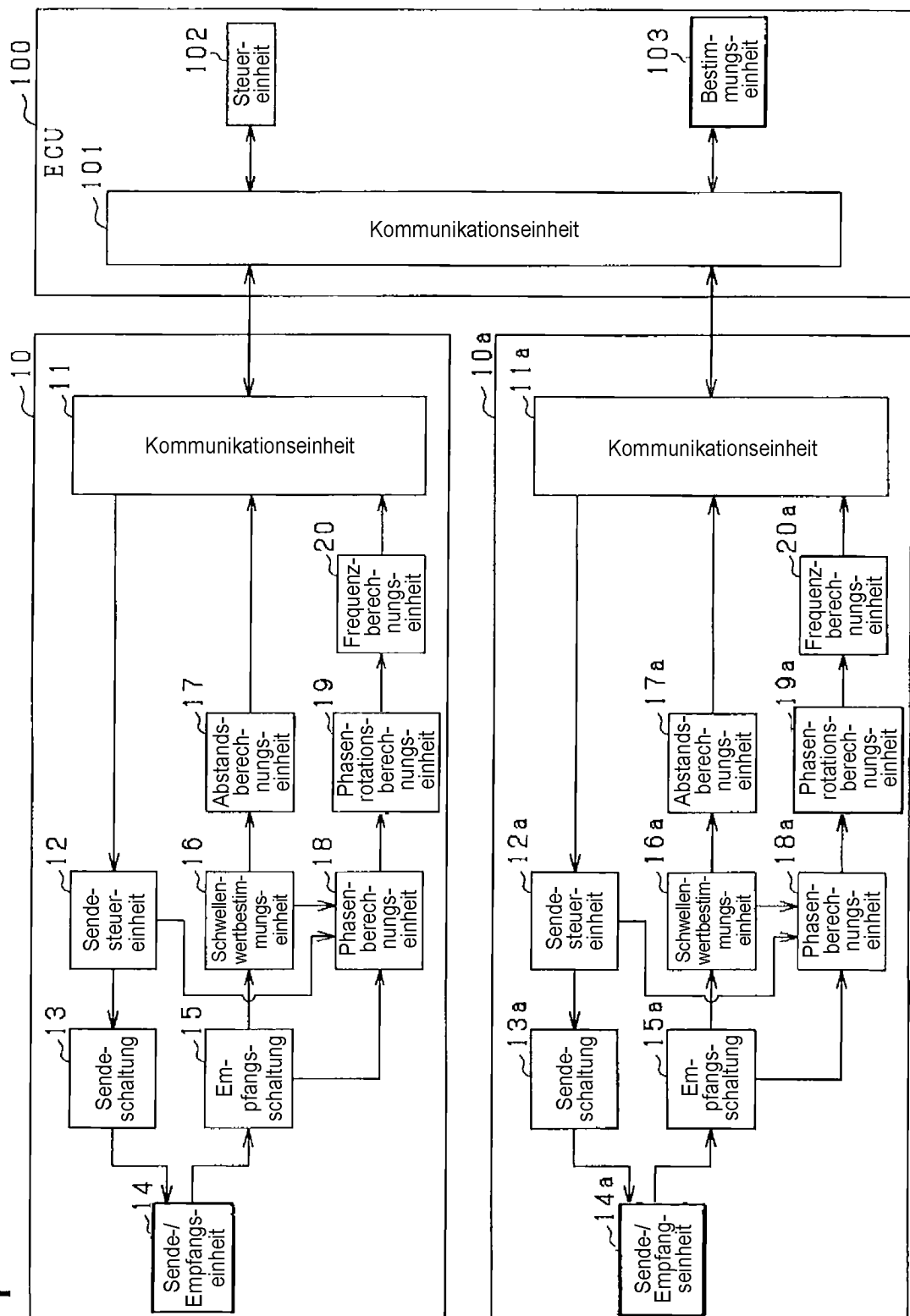


FIG.2

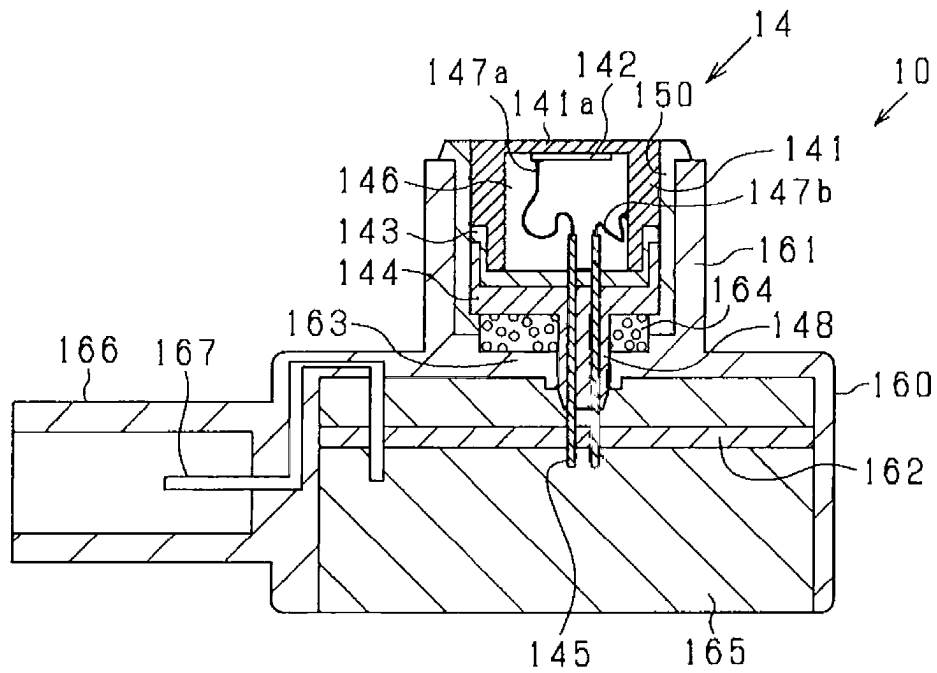


FIG.3

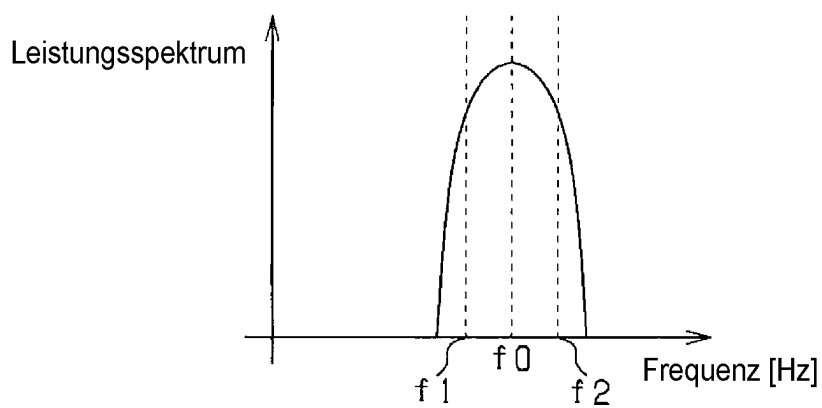


FIG.4

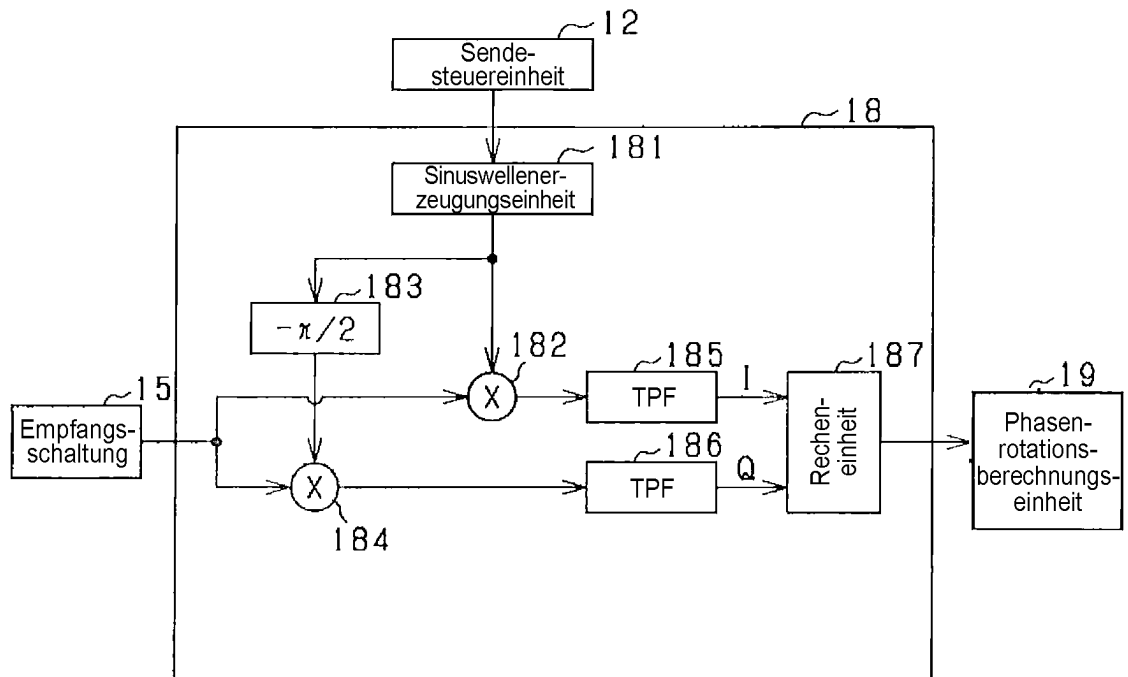


FIG.5

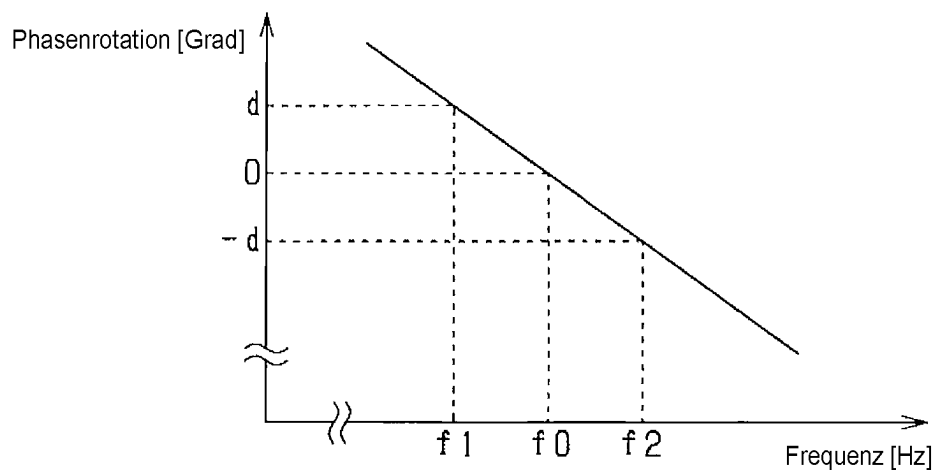


FIG.6

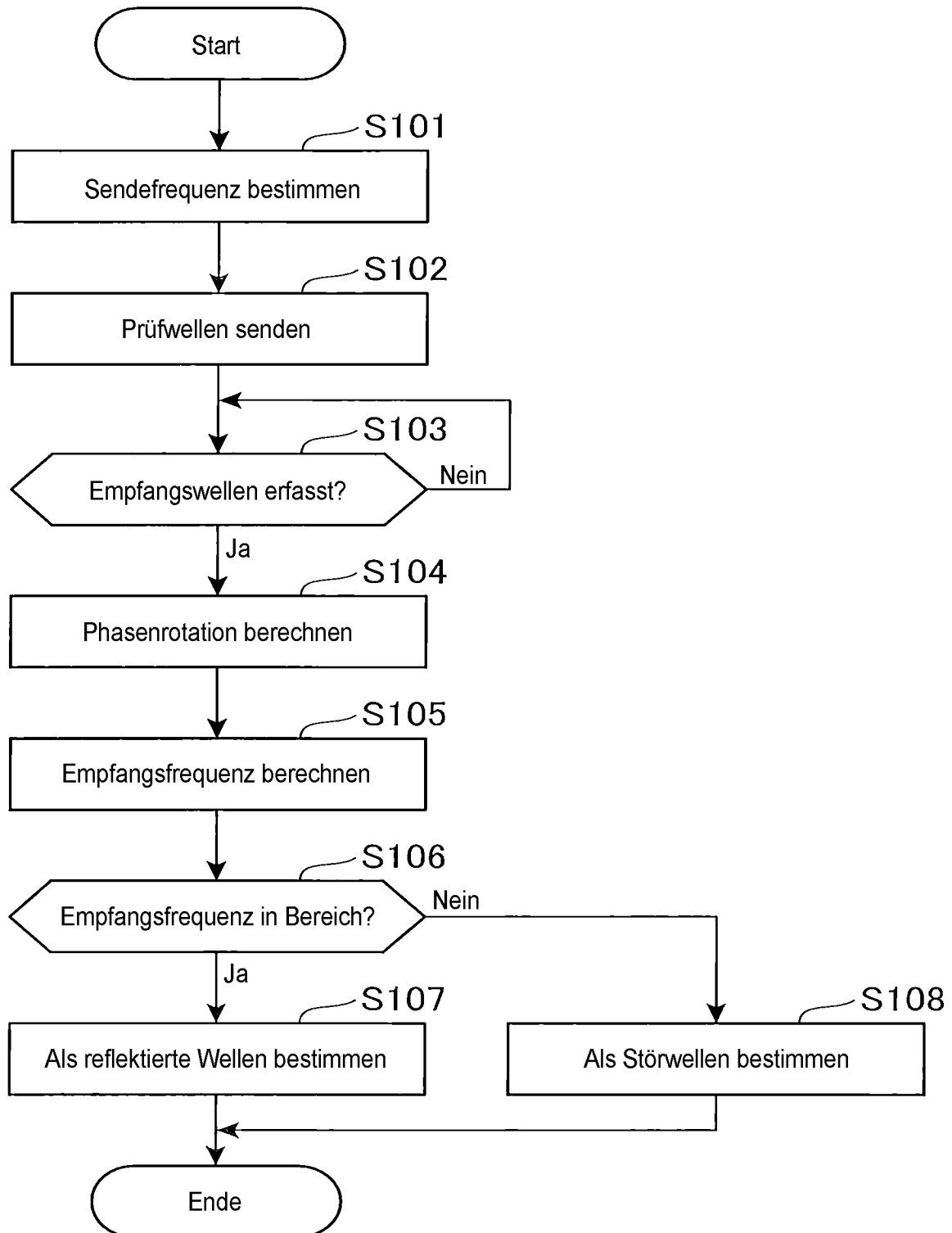


FIG.7

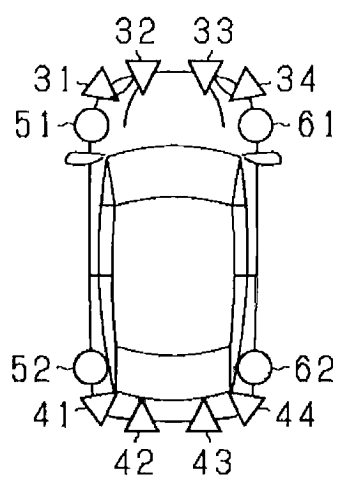


FIG.8

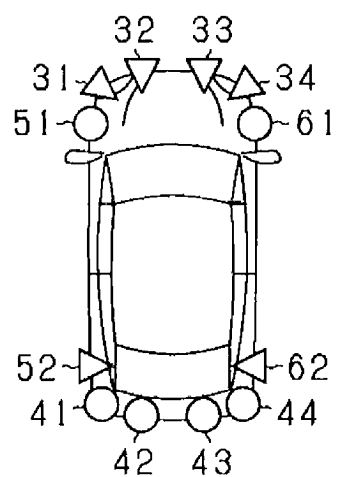


FIG.9

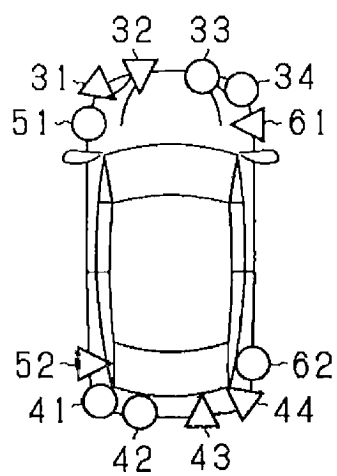


FIG.10

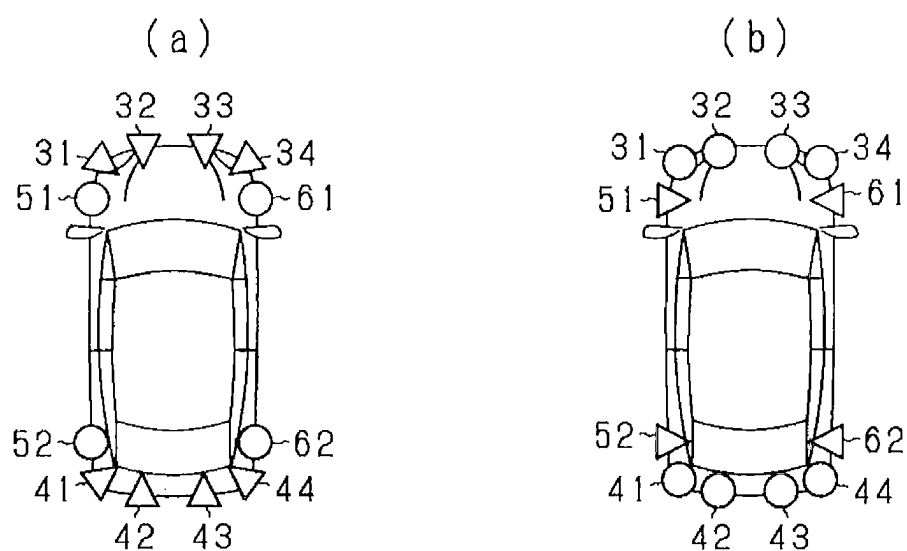


FIG.11

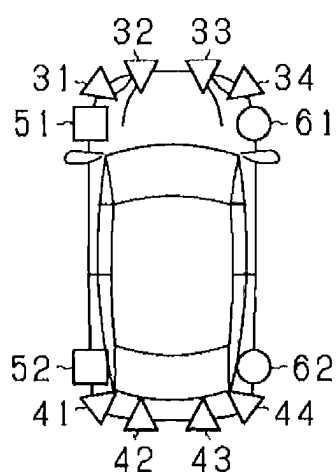


FIG.12

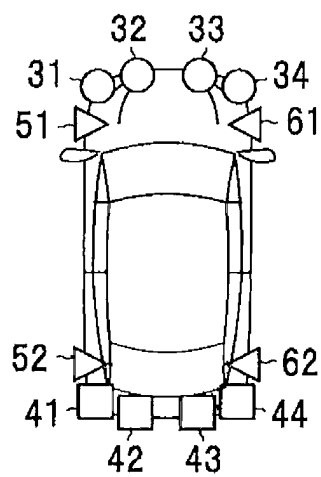


FIG.13

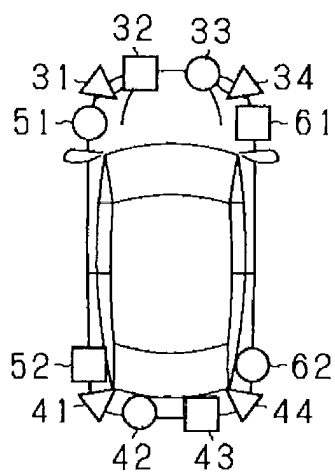


FIG.14

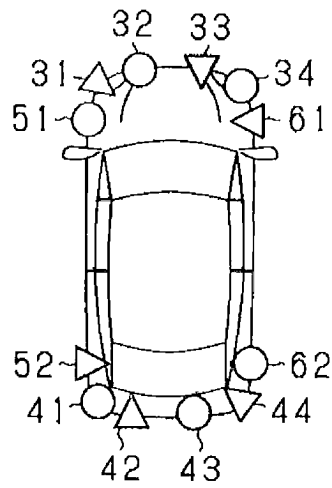


FIG.15

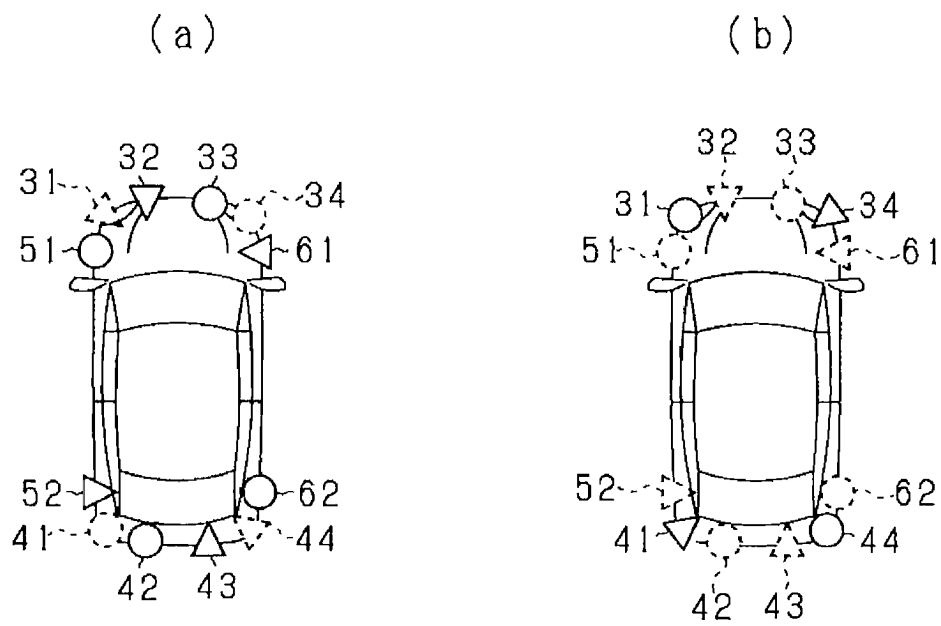


FIG.16

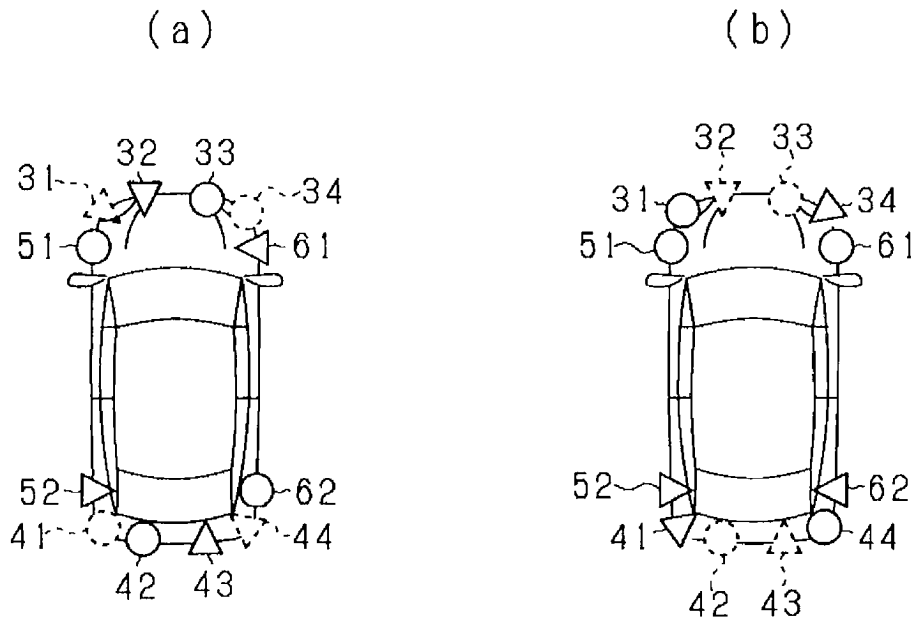


FIG.17

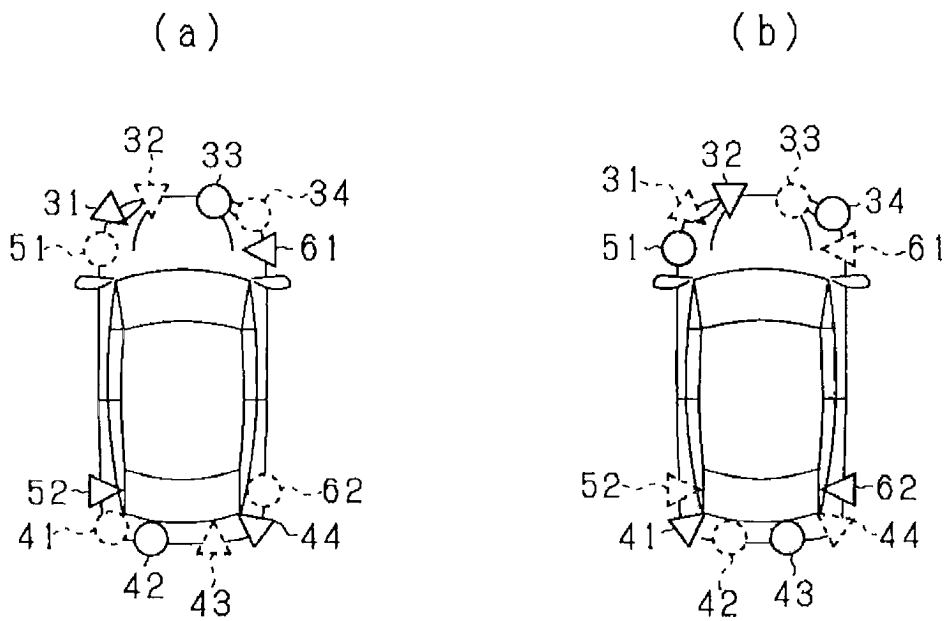


FIG.18

