(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2023 003 230 T5** 2025.05.28

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/024477**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2023 003 230.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2023/025441**
(86) PCT-Anmeldetag: **10.07.2023**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **01.02.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **28.05.2025**

(51) Int Cl.: ***G01S 15/10*** (2006.01)
G01S 15/58 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2022-118988 26.07.2022 JP

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

(74) Vertreter:
Winter, Brandl - Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354 Freising, DE

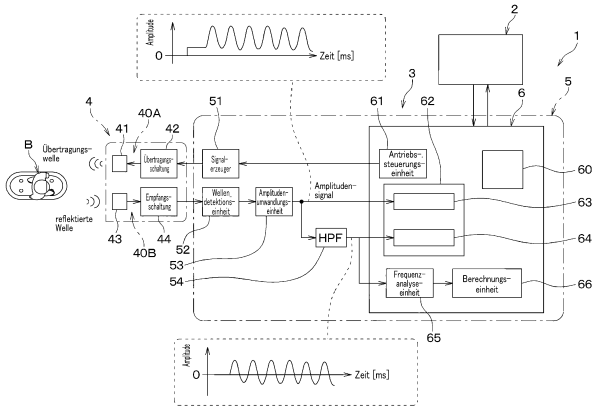
(72) Erfinder:
Nakamura, Shogo, Nisshin-city, Aichi-pref., JP; Koyama, Yu, Nisshin-city, Aichi-pref., JP; Aoyama, Tetsuya, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Objektdetektionsvorrichtung und Objektdetektionsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Eine Objektdetektionsvorrichtung hat einen Sender (40A), der ein langes Pulssignal, in dem eine Pulsbreite länger als eine vorbestimmte Zeit ist, als eine Übertragungswelle sendet, wobei die Übertragungswelle eine Ultraschallwelle ist; einen Empfänger (40B), der ein empfangenes Signal erhält, das einer von einem Objekt (B) reflektierten Welle der Übertragungswelle entspricht; einen Signalprozessor (5), der ein Fluktuationssignal basierend auf dem empfangenen Signal erhält und das Objekt basierend auf dem Fluktuationssignal detektiert, wobei das Fluktuationssignal ein Signal ist, das einer zusammengesetzten Welle entspricht, die erzeugt wird, wenn die reflektierte Welle und eine Welle, deren Frequenz sich von der reflektierten Welle unterscheidet, empfangen werden, oder ein Signal, das durch eine Phasenänderung der reflektierten Welle erzeugt wird, wenn sich der Abstand zu dem Objekt ändert.



Beschreibung

Querverweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der japanischen Anmeldung Nr. 2022-118988, die am 26. Juli 2022 eingereicht wurde. Der Inhalt dieser Anmeldung wird hierin durch Bezugnahme in seiner Gesamtheit aufgenommen.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Objektdetektionsvorrichtung und ein Objektdetektionsverfahren.

Stand der Technik

[0003] Herkömmlicherweise ist ein thermisch angeregtes Sonar bekannt (siehe beispielsweise Patentdokument 1). Dieses Sonar überträgt eine frequenzmodulierte Übertragungswelle in einem 10 kHz bis 50 kHz Band und bestimmt basierend auf den Frequenzcharakteristiken der reflektierten Welle, die von dem Objekt reflektiert wird, ob das Objekt eine Person ist.

Literatur aus dem Stand der Technik

Patentdokument

[0004] [Patentdokument 1] JP4826392B2

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Das Reflexionsvermögen von Menschen gegenüber Ultraschallwellen ist gering, und eine Interferenz zwischen reflektierten Wellen aufgrund von Mehrpunktreflexionen kann leicht auftreten, wenn ein Teil des Körpers mit Kleidung oder dergleichen bedeckt ist. Eine Interferenz zwischen reflektierten Wellen aufgrund von Mehrpunktreflexionen ist nicht auf diejenige beschränkt, die aufgrund von Kleidung auftritt, sondern wird auch leicht durch Objekte mit komplexen Formen, flexible Objekte und dergleichen verursacht. Aus diesen Gründen hat das herkömmliche Objektdetektionsverfahren, das auf den reinen Frequenzcharakteristiken der reflektierten Wellen basiert, Schwierigkeiten, Objekte stabil bzw. gleich bleibend zu detektieren. Der Zweck dieser Offenbarung ist es, eine Objektdetektionsvorrichtung und ein Objektdetektionsverfahren bereitzustellen, die Objekte stabil bzw. gleich bleibend detektieren können.

[0006] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung enthält eine Objektdetektionsvorrichtung: einen Sender, der ein langes Pulssignal, in dem eine Pulsbreite länger als eine vorbestimmte Zeit ist, als eine Übertragungswelle sendet, wobei die Übertragungswelle eine Ultraschallwelle ist, einen Empfänger, der ein empfangenes Signal erhält, das einer von einem Objekt reflektierten Welle der Übertragungswelle entspricht, einen Signalprozessor, der ein Fluktuationssignal basierend auf dem empfangenen Signal erhält und das Objekt basierend auf dem Fluktuationssignal detektiert. Das Fluktuationssignal ist ein Signal, das einer zusammengesetzten Welle entspricht, die erzeugt wird, wenn die reflektierte Welle und eine Welle, deren Frequenz sich von der reflektierten Welle unterscheidet, empfangen werden, oder ein Signal, das durch eine Phasenänderung der reflektierten Welle erzeugt wird, wenn sich der Abstand zu dem Objekt ändert.

[0007] Folglich kann durch Senden des langen Pulssignals mit der langen Pulsbreite als die Übertragungswelle der Schalldruckpegel der Übertragungswelle erhöht werden und kann das Signal-Rauschen-Verhältnis des empfangenen Signals verbessert werden. Dies ermöglicht es, Objekte mit niedrigem Ultraschallreflexionsvermögen oder Objekte, die anfällig für eine Interferenz zwischen reflektierten Wellen aufgrund von Mehrpunktreflexionen sind, stabil bzw. gleich bleibend zu detektieren. Außerdem ist es wahrscheinlicher, dass, wenn die Übertragungswelle das lange Pulssignal ist, der Spitzenabschnitt der Fluktuation in dem Fluktuationssignal erscheint, als wenn die Übertragungswelle ein kurzes Pulssignal ist. Dies trägt stark zu einer stabilen Objektdetektion bei.

[0008] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung enthält ein Objektdetektionsverfahren: ein Senden eines langen Pulssignals, in dem eine Pulsbreite länger als eine vorbestimmte Zeit ist, als eine Übertragungswelle, wobei die Übertragungswelle eine Ultraschallwelle ist, ein Erlangen eines empfangenen Signals, das einer von einem Objekt reflektierten Welle der Übertragungswelle entspricht, ein Erhalten eines Fluktuationssignals basierend auf dem empfangenen Signal und ein Detektieren des Objekts basierend auf dem Fluktuationssignal. Das Fluktuationssignal ist ein Signal, das einer zusammengesetzten Welle entspricht, die erzeugt wird, wenn die reflektierte Welle und eine Welle, deren Frequenz sich von der reflektierten Welle unterscheidet, empfangen werden, oder ein Signal, das durch eine Phasenänderung der reflektierten Welle erzeugt wird, wenn sich der Abstand zu dem Objekt ändert.

[0009] Dies ermöglicht eine stabile Detektion von Objekten mit niedrigem Ultraschallwellenreflexionsvermögen und Objekten, die anfällig für eine Interferenz zwischen reflektierten Wellen aufgrund von Mehrpunktreflexionen sind.

[0010] Die mit Klammern versehenen Bezugszeichen, mit der jede Komponente usw. versehen ist, kennzeichnen ein Beispiel für die Entsprechung zwischen der Komponente usw. und spezifischen Komponenten usw., die in später zu beschreibenden Ausführungsformen beschrieben werden.

Kurzbeschreibung der Figuren

Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm eines Fahrzeugs, das mit einem fahrzeuginternen System ausgestattet ist, das eine Objektdetektionsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform enthält.

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das die schematische funktionale Konfiguration des fahrzeuginternen Systems der ersten Ausführungsform zeigt.

Fig. 3 stellt die empfangene Welle dar.

Fig. 4 stellt die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle dar.

Fig. 5 stellt die Änderungen der Amplitude der zusammengesetzten Welle aufgrund von Vibration und Mikroerschütterungen des Objekts dar.

Fig. 6 stellt die Amplitudenänderung der zusammengesetzten Welle dar, die durch die Bewegung eines Objekts verursacht wird.

Fig. 7 stellt das Signal dar, das von dem Sender übertragen wird.

Fig. 8 stellt das empfangene Signal dar, das von dem Empfänger empfangen wird.

Fig. 9 stellt das empfangene Signal an dem Empfänger dar, wenn ein kurzes Pulssignal als eine Übertragungswelle übertragen wird.

Fig. 10 stellt das empfangene Signal an dem Empfänger dar, wenn ein langes Pulssignal als eine Übertragungswelle übertragen wird.

Fig. 11 stellt die Pulsbreite des langen Pulssignals dar.

Fig. 12 stellt die Ergebnisse eines Schätzens der Pulsbreite und der Geschwindigkeit eines Objekts dar, in dem das Objekt detektiert wird.

Fig. 13 stellt die Amplitudenwellenformen der Signalkomponenten in dem Fluktuationssignal dar, wenn das lange Pulssignal als eine Übertragungswelle verwendet wird.

Fig. 14 stellt die Amplitudenwellenform des Mittelwerts der Quadrate der Signalkomponenten in dem Fluktuationssignal dar, wenn das lange Pulssignal als eine Übertragungswelle verwendet wird.

Fig. 15 stellt dar, wie die Geschwindigkeit eines Objekts basierend auf der Dopplerverschiebungsfrequenz zu berechnen ist.

Fig. 16 ist ein Blockdiagramm, das die schematische funktionale Konfiguration des fahrzeuginternen Systems der zweiten Ausführungsform zeigt.

Fig. 17 stellt die Wirkung von direkt empfangenen Übertragungswellen auf empfangene Wellen dar.

Fig. 18 stellt die Wirkung von direkt empfangenen Übertragungswellen auf die Fluktuationssignale dar.

Fig. 19 ist ein Blockdiagramm, das die schematische funktionale Konfiguration des fahrzeuginternen Systems der dritten Ausführungsform zeigt.

Fig. 20 stellt die Übertragungswelle des fahrzeuginternen Systems der vierten Ausführungsform dar.

Fig. 21 stellt das Verstärkungsverhältnis des langen Pulssignals und des kurzen Pulssignals in dem fahrzeuginternen System der vierten Ausführungsform dar.

Fig. 22 stellt die Übertragungswelle des fahrzeuginternen Systems gemäß der fünften Ausführungsform dar.

Fig. 23 ist ein Blockdiagramm, das die schematische funktionale Konfiguration des fahrzeuginternen Systems gemäß der sechsten Ausführungsform zeigt.

Fig. 24 ist ein Flussdiagramm, das den Ablauf des Steuerungsprozesses zeigt, der durch die Antriebssteuerungseinheit durchgeführt wird.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0011] Die Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. In den folgenden Ausführungsformen können Teile, die gleich oder äquivalent zu den in den vorhergehenden Ausführungsformen beschriebenen Gegenständen sind, mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet sein und ihre Beschreibung kann weggelassen werden. Außerdem können, wenn nur ein Teil der Komponenten in den Ausführungsformen beschrieben ist, die in den vorhergehenden Ausführungsformen beschriebenen Komponenten auf die anderen Teile der Komponenten angewendet werden. Die folgenden Ausführungsformen können teilweise miteinander kombiniert werden, selbst wenn dies nicht spezifisch angegeben ist, solange die Kombination kein bestimmtes Hindernis verursacht.

Erste Ausführungsform

[0012] Diese Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf die **Fig.** 1 bis 15 beschrieben. Diese Ausführungsform beschreibt ein Beispiel, in dem die Objektdetektionsvorrichtung der vorliegenden Offenbarung auf ein fahrzeuginternes System 1 angewendet wird. Das fahrzeuginterne System 1 ist an einem Fahrzeug C montiert, das ein mobiles Fahrzeug ist, wie es in **Fig.** 1 zu sehen ist. Das Fahrzeug C ist ein sogenanntes vierrädriges Fahrzeug. Das Fahrzeug C enthält einen kastenartigen Körper C1, der in einer Draufsicht in einer im Wesentlichen rechteckigen Form ausgebildet ist. Die Form jedes Teils des Fahrzeugs C in der Draufsicht ist die Form, wenn jeder Teil des Fahrzeugs C mit einer Sichtlinie in derselben Richtung wie die Richtung der Schwerkraftwirkung betrachtet wird, wobei das Fahrzeug C stabil auf einer horizontalen Fläche platziert ist, so dass es gefahren werden kann. Das Fahrzeug C, das mit dem fahrzeuginternen System 1 ausgestattet ist, wird im Folgenden als das „eigene Fahrzeug“ bezeichnet.

[0013] Im Folgenden wird die virtuelle gerade Linie, die durch die Mitte des eigenen Fahrzeugs in der Fahrzeugbreitenrichtung hindurchgeht und parallel zu der Fahrzeuglängsrichtung in dem „eigenen Fahrzeug“ ist, in der Draufsicht als die Fahrzeugmittellinie LC bezeichnet. Die Fahrzeuglängsrichtung ist senkrecht zu der Fahrzeugbreitenrichtung und senkrecht zu der Fahrzeughöhenrichtung. Die Höhenrichtung ist die Richtung, die die Höhe des eigenen Fahrzeugs definiert. Die Höhenrichtung ist parallel zu der Richtung der Schwerkraftwirkung, wenn das eigene Fahrzeug stabil auf einer horizontalen Fläche platziert ist, so dass es gefahren werden kann. Außerdem ist jedes der Angaben, „vorne“, „hinten“, „links“, „rechts“ und „oben“, wie durch die Pfeile in **Fig.** 1 gekennzeichnet definiert. Mit anderen Worten ist die Gesamtfahrzeuglängsrichtung synonym mit der Vorne-Hinten-Richtung. Die Fahrzeugquerrichtung ist synonym mit der Links-Rechts-Richtung.

[0014] Das fahrzeuginterne System 1 enthält eine elektronische Steuerungsvorrichtung 2 und einen Ultraschallsensor 3. Die elektronische Steuerungsvorrichtung 2 kann als ECU bezeichnet werden, der ein fahrzeuginterner Mikrocomputer ist. Die elektronische Steuerungsvorrichtung 2 kann eine CPU, einen ROM, einen RAM, einen nichtflüchtigen wiederbeschreibbaren Speicher usw. enthalten, die nicht gezeigt sind. ECU steht für die elektronische Steuerungseinheit (Electronic Control Unit). Der nichtflüchtige wiederbeschreibbare Speicher ist ein Speicher, der überschrieben bzw. umgeschrieben werden kann, während der Strom eingeschaltet ist, und der Informationen auf nicht überschreibbare bzw. umschreibbare Weise hält, während der Strom ausgeschaltet ist. Der nichtflüchtige wiederbeschreibbare Speicher ist beispielsweise ein Flash-ROM usw. Das ROM, das RAM und der nichtflüchtige wiederbeschreibbare Speicher sind nichtflüchtige materielle Speichermedien. Die elektronische Steuerungsvorrichtung 2 ist innerhalb des Fahrzeugkörpers C1 montiert.

[0015] Die elektronische Steuerungsvorrichtung 2 kommuniziert mit dem Ultraschallsensor 3 über eine fahrzeuginterne Kommunikationsverbindung. Die elektronische Steuerungsvorrichtung 2 liest und führt ein Steuerungsprogramm, das in dem ROM oder dem nichtflüchtigen wiederbeschreibbaren Speicher gespeichert ist, aus, um einen Gesamtbetrieb des fahrzeuginternen Systems 1 zu steuern. Das Steuern des Gesamtbetriebs des fahrzeuginternen Systems 1 enthält ein Steuern der Timings der Übertragung und des Empfangs von Ultraschallwellen an jedem der mehreren Ultraschallsensoren 3. Das fahrzeuginterne System 1, das die Objektdetektionsvorrichtung dieser Ausführungsform enthält, detektiert ein Objekt B um das eigene Fahrzeug basierend auf den Ergebnissen einer Übertragung und eines Empfangs von Ultraschallwellen durch die Ultraschallsensoren 3 in einem fahrzeuginternen Zustand, der an dem eigenen Fahrzeug montiert ist.

[0016] Die vordere Stoßstange, d. h. die Stoßstange C2 an der Vorderseite in dem Fahrzeugkörper C1, in dem eigenen Fahrzeug ist mit einem ersten vorderen Sensor 3A, einem zweiten vorderen Sensor 3B, einem dritten vorderen Sensor 3C und einem vierten vorderen Sensor 3D ausgestattet, von denen jeder ein Ultraschallsensor 3 ist. Dasselbe gilt für die hintere Stoßstange des eigenen Fahrzeugs. In ähnlicher Weise ist die hintere Stoßstange des eigenen Fahrzeugs, d. h. die hintere Stoßstange C2 an der Rückseite des Fahrzeugkörpers C1, mit einem ersten hinteren Sensor 3E, einem zweiten hinteren Sensor 3F, einem dritten hinteren Sensor 3G und einem vierten hinteren Sensor 3H ausgestattet, von denen jeder ein Ultraschallsensor 3 ist.

[0017] Der erste vordere Sensor 3A befindet sich an dem rechten Ende in der vorderen Stoßstange. Der erste vordere Sensor 3A überträgt eine Übertragungswelle zu der rechten Vorderseite des eigenen Fahrzeugs. Der zweite vordere Sensor 3B ist zwischen dem ersten vorderen Sensor 3A und der Fahrzeugmittellinie LC in der Fahrzeugbreitenrichtung positioniert. Der zweite vordere Sensor 3B überträgt eine Übertragungswelle für eine kurze Strecke vor dem eigenen Fahrzeug. Der dritte vordere Sensor 3C ist symmetrisch zu dem zweiten vorderen Sensor 3B über die Fahrzeugmittellinie LC positioniert. Der dritte vordere Sensor 3C ist zwischen der Fahrzeugmittellinie LC und dem vierten vorderen Sensor 3D in der Fahrzeugbreitenrichtung positioniert. Der dritte vordere Sensor 3C überträgt eine Übertragungswelle zu der Vorderseite des Fahrzeugs. Der vierte vordere

Sensor 3D ist symmetrisch zu dem ersten vorderen Sensor 3A über die Fahrzeugmittellinie LC positioniert. Der vierte vordere Sensor 3D befindet sich an dem linken Ende der vorderen Stoßstange. Der vierte vordere Sensor 3D überträgt eine Übertragungswelle zu der linken Vorderseite des eigenen Fahrzeugs.

[0018] Der erste hintere Sensor 3E befindet sich an dem rechten Ende in der hinteren Stoßstange. Der erste hintere Sensor 3E überträgt eine Übertragungswelle zu der rechten Rückseite des eigenen Fahrzeugs. Der zweite hintere Sensor 3F ist zwischen dem ersten hinteren Sensor 3E und der Fahrzeugmittellinie LC in der Fahrzeugbreitenrichtung positioniert. Der zweite hintere Sensor 3F überträgt eine Übertragungswelle zu der Rückseite des eigenen Fahrzeugs. Der dritte hintere Sensor 3G ist symmetrisch zu dem zweiten hinteren Sensor 3F über die Fahrzeugmittellinie LC positioniert. Der dritte hintere Sensor 3G ist zwischen der Fahrzeugmittellinie LC und dem vierten hinteren Sensor 3H in der Fahrzeugbreitenrichtung positioniert. Der dritte hintere Sensor 3G überträgt eine Übertragungswelle zu der Rückseite des eigenen Fahrzeugs. Der vierte hintere Sensor 3H ist symmetrisch zu dem ersten hinteren Sensor 3E über die Fahrzeugmittellinie LC positioniert. Der vierte hintere Sensor 3H befindet sich an dem linken Ende der hinteren Stoßstange. Der vierte hintere Sensor 3H überträgt eine Übertragungswelle zu der linken Rückseite des eigenen Fahrzeugs.

[0019] Die schematische Konfiguration des Ultraschallsensors 3 wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 2 beschrieben. Der Einfachheit halber ist nur einer der mehreren Ultraschallsensoren 3, die mit der elektronischen Steuerungsvorrichtung 2 verbunden sind, in **Fig.** 2 zu sehen und die anderen sind weggelassen.

[0020] Der Ultraschallsensor 3 ist dazu konfiguriert, Übertragungswellen, die Ultraschallwellen sind, zu der Außenseite des eigenen Fahrzeugs zu übertragen. Der Ultraschallsensor 3 detektiert das Objekt B, das in der Umgebung vorhanden ist, basierend auf dem empfangenen Signal, das der empfangenen Welle entspricht, die die reflektierte Welle enthält, die durch das Objekt B reflektiert wird, und erhält den Abstand zu dem Objekt B usw.

[0021] Insbesondere enthält der Ultraschallsensor 3 einen Sendeempfänger 4 und einen Signalprozessor 5. In dieser Ausführungsform werden der Sendeempfänger 4 und der Signalprozessor 5 durch ein einziges Sensorgehäuse gehalten, das aus Kunstharz oder dergleichen gefertigt ist.

[0022] In dieser Ausführungsform hat der Ultraschallsensor 3 nur einen Sendeempfänger 4 und realisiert der Sendeempfänger 4 die Funktion eines Übertragens und Empfangens. Der Sendeempfänger 4 fungiert als ein Sender 40A, der Übertragungswellen nach außen überträgt, und als ein Signalempfänger 40B, der Empfangswellen empfängt. Ein Sendeempfänger 4 enthält einen Sender 40A und einen Empfänger 40B. Der Sender 40A und der Empfänger 40B können durch einen gemeinsamen Wandler integral ausgebildet sein oder können separat ausgebildet sein.

[0023] Der Sender 40A hat einen Lautsprecher 41 und eine Übertragungsschaltung 42. Der Lautsprecher 41 überträgt Übertragungswellen, die Ultraschallwellen sind. Die Übertragungsschaltung 42 bewirkt, dass der Lautsprecher 41 Übertragungswellen in dem Ultraschallband überträgt, indem der Lautsprecher 41 basierend auf einem Eingabeantriebssignal bzw. Eingabeansteuersignal wird. Die Übertragungsschaltung 42 hat eine Digital/Analog-Wandlerschaltung usw. Die Übertragungsschaltung 42 führt eine Digital/Analog-Wandlung und andere Verarbeitungen an dem Antriebs- bzw. Ansteuersignal aus, das durch den Signalprozessor 5 ausgegeben wird. Die Übertragungsschaltung 42 legt die Wechselspannung, die durch diese Verarbeitung erzeugt wird, an den Lautsprecher 41 an.

[0024] Der Empfänger 40B hat ein Mikrofon 43 und eine Empfangsschaltung 44. Das Mikrofon 43 empfängt Ultraschallwellen, die die Wellen enthalten, die durch das Objekt B der Übertragungswelle reflektiert werden. Die Empfangsschaltung 44 erzeugt ein empfangenes Signal, das dem Ergebnis eines Empfangs von Ultraschallwellen durch das Mikrofon 43 entspricht. Die Empfangsschaltung 44 hat eine Verstärkungsschaltung und eine Analog/Digital-Wandlerschaltung usw. Die Empfangsschaltung 44 verstärkt das Spannungssignal, das von dem Mikrofon 43 eingegeben bzw. zugeführt wird, und wandelt es in ein digitales Signal um. Durch diesen Betrieb bzw. Vorgang erzeugt die Empfangsschaltung 44 das empfangene Signal gemäß der Frequenz, Phase und Amplitude der empfangenen Ultraschallwelle und gibt diese dieses aus.

[0025] Der Empfänger 40B befindet sich in dieser Ausführungsform, wie es in **Fig.** 3 zu sehen ist, an einer Position, an der er die Übertragungswelle, die durch den Sender 40A übertragen wird, direkt empfangen kann. Beispielsweise kann das Mikrofon 43 des Empfängers 40B benachbart zu dem Lautsprecher 41 des Senders 40A positioniert sein. Auf diese Weise empfängt der Empfänger 40B die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle als die Empfangswelle.

[0026] Der Signalprozessor 5 detektiert das Objekt B basierend auf dem empfangenen Signal, das durch den Empfänger 40B erhalten wird. Der Signalprozessor 5 enthält einen Signalgenerator 51, eine Wellen-

detektionseinheit 52, eine Amplitudenumwandlungseinheit 53, einen Filter 54 und eine Sensorsteuerungseinheit 6.

[0027] Der Signalgenerator 51 erzeugt ein Antriebssignal bzw. Ansteuersignal für den Sender 40A. Das Antriebssignal bzw. Ansteuersignal ist ein Signal, um den Sender 40A anzutreiben bzw. anzusteuern, um eine Übertragungswelle an den Lautsprecher 41 zu übertragen.

[0028] Die Wellendetektionseinheit 52 führt verschiedene Signalverarbeitungen aus, wie etwa eine orthogonale Detektionsverarbeitung an dem empfangenen Signal, das durch die Empfangsschaltung 44 ausgegeben wird. Die Wellendetektionseinheit 52 gibt das verarbeitete Signal, das das Ergebnis verschiedener Signalverarbeitungen ist, an die Amplitudenumwandlungseinheit 53 usw. aus.

[0029] Wie oben erwähnt, befindet sich der Empfänger 40B in dieser Ausführungsform an einer Position, an der er die Übertragungswelle, die durch den Sender 40A übertragen wird, direkt empfangen kann. Daher empfängt der Empfänger 40B die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle. Diese zusammengesetzte Welle enthält die fluktuierende „Fluktuationskomponente“, die in **Fig.** 4 zu sehen ist, aufgrund der Frequenzdifferenz der reflektierten Welle und der anderen Welle (zum Beispiel der Übertragungswelle), deren Frequenz sich von der Frequenz der reflektierten Welle unterscheidet. Andererseits erfährt die reflektierte Welle eine Phasenänderung, wenn sich der Abstand zu dem Objekt B ändert. Dies verursacht eine „Fluktuationskomponente“ mit Fluktuation in der reflektierten Welle. Diese „Fluktuationskomponente“ ändert sich zum Beispiel gemäß der Bewegung des Objekts B. Zum Beispiel ändert sich, wie es in **Fig.** 5 zu sehen ist, wenn sich das Objekt B aufgrund von Vibration oder Wackeln bewegt, der Abstand zwischen dem Objekt B und dem Sendeempfänger 4 von L1 zu L2 oder von L2 zu L1. Dies verursacht, dass sich die Amplitude der „Fluktuationskomponente“ erhöht oder verringert. Wie es in **Fig.** 6 zu sehen ist, ändert sich, wenn sich das Objekt B bewegt, der Abstand zwischen dem Objekt B und dem Sendeempfänger 4 von L3 zu L4 oder von L4 zu L3. Dies verursacht, dass sich die Amplitude der „Fluktuationskomponente“ erhöht oder verringert.

[0030] Folglich gibt es eine Korrelation zwischen dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein oder der Bewegung des Objekts B und der „Fluktuationskomponente“. Der Signalprozessor 5 erhält das „Fluktuationssignal“, das die „Fluktuationskomponente“ enthält, basierend auf dem empfangenen Signal und detektiert das Objekt B basierend auf dem „Fluktuationssignal“. Der Signalprozessor 5 erhält in dieser Ausführungsform die zusammengesetzte Welle, die auftritt, wenn die reflektierte Welle und die andere Welle, deren Frequenz sich von der Frequenz der reflektierten Welle unterscheidet, empfangen werden oder wenn sich der Abstand zu dem Objekt B ändert. Mit anderen Worten ist das „Fluktuationssignal“ nicht nur das Signal, das der Fluktuation entspricht, die erzeugt wird, wenn Wellen unterschiedlicher Frequenzen kombiniert werden (sogenannte „Fluktuation“), sondern das Signal, das Fluktuationen in der reflektierten Welle entspricht, die durch die Phasenänderung der reflektierten Welle verursacht werden, wenn sich der Abstand zu dem Objekt B ändert.

[0031] Die Amplitudenumwandlungseinheit 53 führt eine Hüllkurvenverarbeitung basierend auf dem Signal aus, das durch Verarbeitung in der Wellendetektionseinheit 52 erhalten wird. Die Amplitudenumwandlungseinheit 53 kann die Hüllkurve der Amplitudenwellenform als die „Fluktuationskomponente“ identifizieren, wie es beispielsweise in dem oberen Teil von **Fig.** 2 und **Fig.** 4 zu sehen ist. Die Amplitudenumwandlungseinheit 53 gibt das „Fluktuationssignal“, das die „Fluktuationskomponente“ enthält, an die Sensorsteuerungseinheit 6 usw. aus.

[0032] Ein Filter 54 entfernt Niederfrequenzkomponenten aus einem Amplitudensignal mit einem Hochpassfilter. Der Filter 54 kann einen Bandpassfilter anstelle eines Hochpassfilters haben, solange es das Band passieren kann, das der „Fluktuationskomponente“ entspricht.

[0033] Die Sensorsteuerungseinheit 6 kommuniziert mit der elektronischen Steuerungsvorrichtung 2. Die Sensorsteuerungseinheit 6 steuert den Betrieb des Ultraschallsensors 3 in Kooperation mit der elektronischen Steuerungsvorrichtung 2. Die Sensorsteuerungseinheit 6 steuert die Ausgabe des Antriebssignals bzw. Ansteuersignals von dem Signalgenerator 51 an den Sender 40A und steuert ebenfalls das „Fluktuationssignal“, das durch die Amplitudenumwandlungseinheit 53 ausgegeben wird, und anderes. Die Sensorsteuerungseinheit 6 detektiert ein Objekt B basierend auf dem „Fluktuationssignal“, das durch die Amplitudenumwandlungseinheit 53 ausgegeben wird, usw.

[0034] Die Sensorsteuerungseinheit 6 hat eine Konfiguration als ein fahrzeuginterner Mikrocomputer, der mit einer CPU, einem ROM, einem RAM, einem nichtflüchtigen wiederbeschreibbaren Speicher usw. ausgestattet ist, die in der Figur nicht gezeigt sind. Die Sensorsteuerungseinheit 6 ist konfiguriert, um ein Steuerungsprogramm, das in dem ROM oder dem nichtflüchtigen wiederbeschreibbaren Speicher 60 gespeichert ist, zu lesen und auszuführen, um den Betrieb des Ultraschallsensors 3 zu steuern. Der Speicher 60 ist ein nichtflüchtiges materielles Speichermedium. Insbesondere hat die Sensors-

teuerungseinheit 6 eine Antriebssteuerungseinheit 61, eine Detektionseinheit 62, eine Frequenzanalyseeinheit 65 und eine Berechnungseinheit 66.

[0035] Die Antriebssteuerungseinheit 61 steuert einen Übertragungszustand der Übertragungswelle von dem Sender 40A durch Ausgeben des Steuerungssignals an den Signalgenerator 51. Das Steuerungssignal ist ein Signal zum Steuern der Ausgabecharakteristiken des Antriebssignals bzw. Ansteuersignals, das von dem Signalgenerator 51 an den Sendeempfänger 4 ausgegeben wird. Insbesondere können die Ausgabecharakteristiken ein Ausgabetiming und eine Ausgabefrequenz usw. enthalten. Die Antriebssteuerungseinheit 61 steuert das Ausgabetiming und die Ausgabefrequenz der Antriebssignale bzw. Ansteuersignale, die durch den Signalgenerator 51 erzeugt und ausgegeben werden.

[0036] Im Allgemeinen wird, wenn die Entfernung zu dem Objekt B unter Verwendung von Ultraschallwellen gemessen wird, oft ein kurzes Pulssignal mit einer Pulsbreite von weniger als einer vorbestimmten Zeit als die Übertragungswelle übertragen. Wie es jedoch auf der linken Seite von **Fig.** 7 zu sehen ist, ist es schwierig, den Schalldruckpegel SL1 des kurzen Pulssignals zu erhöhen, da die Pulsbreite Pw1 klein ist. Der niedrige Schalldruckpegel SL1 ist ein Faktor, der eine Verringerung in dem Signal-Rauschen-Verhältnis des Signals, das durch den Empfänger 40B empfangen wird, verursacht, wie es in dem oberen linken Teil von **Fig.** 8 zu sehen ist.

[0037] Wenn das kurze Pulssignal als die Übertragungswelle übertragen wird, ist es möglich, die reflektierte Welle der Übertragungswelle zu dem Objekt B zu detektieren, wenn die Wellenform stabil bzw. gleich bleibend ist und die Amplitude groß ist, wie es in **Fig.** 9 zu sehen ist. Wenn jedoch die Wellenform aufgrund von Mehrfachreflexionen usw. fehlerhaft ist und die Amplitude klein ist, ist es schwierig, das Objekt B zu detektieren.

[0038] Wenn außerdem das kurze Pulssignal als die Übertragungswelle übertragen wird, wie es in dem unteren linken Teil von **Fig.** 8 zu sehen ist, wird die Amplitudenwellenform der zusammengesetzten Welle durch die „Fluktuationskomponente“ fehlerhaft und wird die Amplitude klein. In diesem Fall ist es schwierig, das Objekt B zu detektieren.

[0039] Im Gegensatz dazu hat das lange Pulssignal, das eine Pulsbreite hat, die länger als die vorbestimmte Zeit ist, eine längere Pulsbreite Pw2 als die Pulsbreite Pw1 des kurzen Pulssignals, was es einfacher macht, den Schalldruckpegel SL2 zu erhöhen, wie es in dem rechten Teil von **Fig.** 7 zu sehen ist. In diesem Fall kann das Signal-Rauschen-Verhältnis des Signals, das durch den Empfänger 40B empfangen wird, verbessert werden, wie es in dem oberen rechten Teil von **Fig.** 8 zu sehen ist.

[0040] Außerdem hat, wenn das lange Pulssignal als die Übertragungswelle übertragen wird, die reflektierte Welle der Übertragungswelle zu dem Objekt B aufgrund des verbesserten Signal-Rauschen-Verhältnisses eine größere Amplitude. Wenn außerdem das lange Pulssignal als die Übertragungswelle übertragen wird, ist die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle selbst unter dem Einfluss der „Fluktuationskomponente“ in der Amplitude größer, wie es in dem unteren rechten Teil von **Fig.** 8 zu sehen ist.

[0041] Wie es in **Fig.** 10 zu sehen ist, wurde es, wenn das lange Pulssignal als die Übertragungswelle übertragen wird, unter Verwendung der zusammengesetzten Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle, und des ersten Schwellenwerts herausgefunden, dass man in der Lage ist, das Objekt B zu detektieren. Das Objekt B ist etwa eine stationäre Person, ein Fußgänger, ein sich bewegender Stoff usw.

[0042] Die Antriebssteuerungseinheit 61 gibt das Steuerungssignal an den Signalgenerator 51 aus, so dass das lange Pulssignal mit einer Pulsbreite, die länger als die vorbestimmte Zeit ist, als die Übertragungswelle übertragen wird. Das Übertragungsintervall des langen Pulssignals ist nicht auf ein festes Intervall beschränkt, sondern kann ein indefinites bzw. unbeschränktes bzw. unbestimmtes Intervall sein.

[0043] Die Pulsbreite des langen Pulssignals ist so festgelegt, dass die Spitzen der Amplitudenwellenform der zusammengesetzten Welle empfangen werden können. Insbesondere ist die Pulsbreite des langen Pulssignals auf eine Zeit festgelegt, die länger als der minimale Zyklus ist, der im Voraus als der Zyklus des „Fluktuationssignals“ angenommen wird, wie es in Formel F1 in **Fig.** 11 zu sehen ist. Die Periode des „Fluktuationssignals“ ist der Kehrwert der minimalen Frequenz f'min der Frequenz des „Fluktuationssignals“. Die minimale Frequenz f'min der Frequenz des „Fluktuationssignals“ wird basierend auf der Frequenz f der Übertragungswelle und der Dopplerverschiebungsfrequenz fdopp, die durch die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen dem Fahrzeug C und dem Objekt B erzeugt wird, berechnet.

[0044] Gemäß der Versuchsberechnung der Erfinder dieser Anmeldung, wie sie in **Fig.** 12 zu sehen ist, wurde es herausgefunden, dass ein Fahrrad, das mit etwa 8 km/h fährt, detektiert werden kann, wenn die Pulsbreite des langen Pulssignals 10 ms ist, und ein Fußgänger, der mit etwa 4 km/h geht, detektiert werden kann, wenn die Pulsbreite des lan-

gen Pulssignals 15 ms ist. Außerdem wurde es, wenn die Pulsbreite des langen Pulssignals auf 20 ms festgelegt ist, herausgefunden, dass man das Wackeln von einem sich bewegenden Stoff einer stationären Person detektieren kann.

[0045] Unter Berücksichtigung der Sicherheit von Personen in der Nähe des Fahrzeugs C ist es wünschenswert, in der Lage zu sein, das Wackeln von einem sich bewegenden Stoff einer stationären Person zu detektieren. Daher sollte die Pulsbreite des langen Pulssignals auf 20 ms oder länger festgelegt sein.

[0046] Die Detektionseinheit 62 bestimmt das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Objekts B und die Bewegung des Objekts B basierend auf dem „Fluktuationssignal“, das durch die Amplitudenumwandlungseinheit 53 erhalten wird. Die Bewegung des Objekts B enthält eine Bewegung und eine geringe bzw. leichte Bewegung des Objekts B. Die Detektionseinheit 62 hat eine erste Bestimmungseinheit 63 und eine zweite Bestimmungseinheit 64.

[0047] Die erste Bestimmungseinheit 63 bestimmt das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Objekts B basierend auf dem „Fluktuationssignal“. Wie es beispielsweise in **Fig.** 10 zu sehen ist, bestimmt die erste Bestimmungseinheit 63, dass das Objekt B vorhanden ist, wenn die Amplitudenwellenform des „Fluktuationssignals“ einen Abschnitt hat, der den ersten Schwellenwert übersteigt, und bestimmt, diese dass das Objekt B nicht vorhanden ist, wenn es keinen Abschnitt gibt, der den ersten Schwellenwert übersteigt. Der erste Schwellenwert wird basierend auf Experimenten oder Simulationen auf einen geeigneten Wert festgelegt.

[0048] Die zweite Bestimmungseinheit 64 bestimmt die Bewegung des Objekts B, einschließlich Vibration, geringer Bewegung, Bewegung usw., basierend auf dem Signal, für das die Bandbreite des „Fluktuationssignals“ durch den Filter 54 begrenzt wird. Die Bestimmungseinheit 64 erhält die Signalkomponente, die der Bewegung des Objekts B entspricht, wie es in **Fig.** 13 zu sehen ist, die durch Begrenzen der Bandbreite des „Fluktuationssignals“ durch den Filter 54 extrahiert wird. Als Nächstes erhält die zweite Bestimmungseinheit 64 die Signalkomponente, die der Mittelwert der quadrierten Amplituden der Signalkomponenten ist, die durch den Filter 54 hindurchgegangen sind. Als Nächstes bestimmt die zweite Bestimmungseinheit 64, wie es in **Fig.** 14 zu sehen ist, dass das Objekt B eine Bewegung hat, wenn es einen Abschnitt der Signalamplitudenwellenform gibt, der den zweiten Schwellenwert übersteigt, und bestimmt diese, dass das Objekt B keine Bewegung hat, wenn es keinen Abschnitt gibt, der den zweiten Schwellenwert übersteigt. Da die Amplitude des Signals aufgrund der Bewegung des Objekts B in die negative Richtung fluktuieren kann, wird das Signal, das durch Mitteln der quadrierten Amplitude der Signalkomponenten erhalten wird, die durch den Filter 54 hindurchgegangen sind, verwendet, um die Bewegung des Objekts B zu bestimmen.

[0049] Die Frequenzanalyseeinheit 65 erhält die Dopplerverschiebungsfrequenz basierend auf dem „Fluktuationssignal“. Die Dopplerverschiebungsfrequenz tritt aufgrund der Relativgeschwindigkeit des Empfängers 40B und des Objekts B auf. Beispielsweise kann die Frequenzanalyseeinheit 65 die Frequenz des Signals, für das die Bandbreite des „Fluktuationssignals“ durch den Filter 54 begrenzt wird, als „Fluktuationsfrequenz f'“ erhalten und die „Fluktuationsfrequenz f'“ und die Frequenz f der Übertragungswelle in die Formel F3 in **Fig.** 15 eingeben, um die Dopplerverschiebungsfrequenz fdopp zu berechnen.

[0050] Die Berechnungseinheit 66 berechnet die Geschwindigkeit vs des Objekts B basierend auf der Dopplerverschiebungsfrequenz fdopp. Wie es in den Formeln F4 und F5 in **Fig.** 15 zu sehen ist, gibt es eine Korrelation zwischen der Geschwindigkeit vs des Objekts B und der Dopplerverschiebungsfrequenz fdopp. Die Berechnungseinheit 66 erhält in dieser Ausführungsform die Geschwindigkeit vs des Objekts B aus der Dopplerverschiebungsfrequenz fdopp unter Verwendung eines gelernten Modells, wie etwa eines neuronalen Netzwerks. Alternativ kann die Berechnungseinheit 66 die Geschwindigkeit vs des Objekts B durch Eingeben der Schallgeschwindigkeit V, der Geschwindigkeit v0 des Fahrzeugs C, der Frequenz f der Übertragungswelle und der Dopplerverschiebungsfrequenz fdopp in die Formeln F4, F5 usw. erhalten.

[0051] Als Nächstes werden Erläuterungen des Objektdetektionsprozesses und des Objektdetektionsverfahrens durch das fahrzeuginterne System 1 gegeben. Wenn eine vorbestimmte Objektdetektionsbedingung erfüllt ist, veranlasst die elektronische Steuerungsvorrichtung 2 den Ultraschallsensor 3, den Detektionsprozess des Objekts B in einem vorbestimmten Zyklus wiederholt auszuführen.

[0052] Wenn ein Befehlssignal von der elektronischen Steuerungsvorrichtung 2 empfangen wird, führt der Ultraschallsensor 3 den Detektionsprozess des Objekts B in dem vorbestimmten Zyklus wiederholt aus.

[0053] Insbesondere gibt die Sensorsteuerungseinheit 6 das Steuerungssignal an den Signalgenerator 51 aus, wobei das Steuerungssignal ein Signal ist, das anweist, das lange Pulssignal zu übertragen. Der Signalgenerator 51 erzeugt das Antriebssignal bzw. Ansteuersignal basierend auf dem Steuerungs-

signal und gibt das erzeugte Antriebssignal bzw. Ansteuersignal an den Sender 40A aus. Infolgedessen wird der Sender 40A angetrieben bzw. angesteuert und wird die Übertragungswelle von dem eigenen Fahrzeug extern übertragen.

[0054] Wenn die reflektierte Welle, die durch die Übertragungswelle erzeugt wird, die durch das Objekt B reflektiert wird, und die Übertragungswelle, die von dem Sender 40A übertragen wird, den Empfänger 40B erreichen, empfängt der Empfänger 40B die zusammengesetzte Welle aus der reflektierten Welle und der Übertragungswelle. Der Empfänger 40 führt eine Signalverarbeitung aus, wie etwa die Verstärkung und die Analog/Digital-Wandlung an dem Spannungssignal, das der zusammengesetzten Welle entspricht, und erzeugt das empfangene Signal. Der Empfänger 40B gibt das empfangene Signal an die Wellendetektionseinheit 52 aus.

[0055] Die Wellendetektionseinheit 52 führt verschiedene Signalverarbeitungen an dem empfangenen Signal aus, um ein Verarbeitungssignal zu erzeugen, das das Amplitudensignal enthält, und gibt dieses an die Amplitudenumwandlungseinheit 53 aus. Die Wellendetektionseinheit 52 erzeugt beispielsweise ein Phasensignal und das Amplitudensignal durch eine orthogonale Wellenverarbeitung und gibt die erzeugten Signale an die Amplitudenumwandlungseinheit 53 aus. Die Amplitudenumwandlungseinheit 53 erhält das „Fluktuationssignal“, das der Amplitudenänderung des empfangenen Signals entspricht, basierend auf den Signalen, die durch die Wellendetektionseinheit 52 erhalten werden, und gibt das „Fluktuationssignal“ an die Sensorsteuerungseinheit 6 usw. aus.

[0056] Die Sensorsteuerungseinheit 6 detektiert das Objekt B basierend auf dem „Fluktuationssignal“, das durch die Amplitudenumwandlungseinheit 53 ausgegeben wird, usw. Die Sensorsteuerungseinheit 6 kann nicht nur das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Objekts B, sondern auch die Bewegung des Objekts B und die Geschwindigkeit des Objekts B basierend auf dem „Fluktuationssignal“ detektieren.

[0057] Das oben beschriebene fahrzeuginterne System 1 hat den Sender 40A, der das lange Pulssignal als die Übertragungswelle überträgt, den Empfänger 40B, der das empfangene Signal erhält, das der reflektierten Welle entspricht, und den Signalprozessor 5, der das Objekt B basierend auf dem „Fluktuationssignal“ detektiert, das der Amplitudenänderung der zusammengesetzten Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle oder der Phasenänderung der reflektierten Welle, wenn sich der Abstand zu dem Objekt B ändert, entspricht. Durch ein Senden des langen Pulssignals mit der langen Pulsbreite als die Übertragungswelle kann der Schalldruckpegel der Übertragungswelle erhöht werden und kann das Signal-Rauschen-Verhältnis des empfangenen Signals verbessert werden. Daher kann das fahrzeuginterne System 1 das Objekt B stabil detektieren, sogar eines, das ein niedriges Ultraschallwellenreflexionsvermögen hat und anfällig für eine Interferenz zwischen reflektierten Wellen aufgrund von Mehrpunktreflexionen ist. Außerdem erscheint durch ein Senden des langen Pulssignals mit der langen Pulsbreite als die Übertragungswelle der Spitzenabschnitt der „Fluktuation“ in dem „Fluktuationssignal“ im Vergleich dazu, wenn die Übertragungswelle das kurze Pulssignal ist. Dies trägt stark zu der stabilen Detektion des Objekts B bei.

[0058] Das fahrzeuginterne System 1 in dieser Ausführungsform hat die folgenden Merkmale.

(1) Die Pulsbreite des langen Pulssignals ist auf eine Zeit festgelegt, die länger als der minimale Zyklus ist, der im Voraus als der Zyklus des „Fluktuationssignals“ angenommen wird. Wenn das lange Pulssignal mit dieser Pulsbreite als die Übertragungswelle verwendet wird, erscheint der Spitzenabschnitt des „Fluktuationssignals“ leicht in dem „Fluktuationssignal“. Als ein Ergebnis kann die Detektion des Objekts B durch das fahrzeuginterne System 1 stabilisiert werden.

(2) Der Empfänger 40B ist positioniert, um die Übertragungswelle, die von dem Sender 40A übertragen wird, direkt zu empfangen. Dementsprechend kann die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle ohne Verwendung des nachfolgend beschriebenen Addierers 55 oder Mischers 56 erhalten werden. Infolgedessen kann das „Fluktuationssignal“ mit einer einfachen Konfiguration erhalten werden.

(3) Der Signalprozessor 5 berechnet die Dopplerverschiebungsfrequenz fdopp, die durch die Relativgeschwindigkeit mit dem Objekt B erzeugt wird, basierend auf dem „Fluktuationssignal“. Die Dopplerverschiebungsfrequenz fdopp hat eine Korrelation mit der Relativgeschwindigkeit zwischen Empfänger 40B und dem Objekt B. Daher ist es durch Berechnen der Dopplerverschiebungsfrequenz fdopp möglich, die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Empfänger 40B und dem Objekt B zu erhalten. Insbesondere wenn die Geschwindigkeit des Objekts B wie in dieser Ausführungsform erhalten werden kann, wird es leichter zu identifizieren, ob das detektierte Objekt B einer stationären Person, einem Fußgänger oder einem Fahrrad usw. entspricht.

(4) Der Signalprozessor 5 bestimmt die Bewegung vom Objekt B, wie zum Beispiel die Vibra-

tion, die geringe Bewegung oder die Bewegung, basierend auf dem „Fluktuationssignal“. Durch ein Detektieren von nicht nur dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Objekts B, sondern auch seiner Bewegung wird es leichter zu identifizieren, ob das detektierte Objekt B der Person, einem Tier oder einem anderen Lebewesen, oder einer Installation, wie etwa einer Wand, entspricht.

Variation der ersten Ausführungsform

[0059] Die Pulsbreite des langen Pulssignals sollte auf eine Zeit festgelegt sein, die länger als der minimale Zyklus ist, der im Voraus als der Zyklus des „Fluktuationssignals“ angenommen wird, ist jedoch nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel kann die Pulsbreite des langen Pulssignals so festgelegt sein, dass sie länger als die Periode der Dopplerverschiebungsfrequenz fdopp, die im Voraus angenommen wird, oder gleich dieser ist.

[0060] Es ist wünschenswert, dass der Signalprozessor 5 in der Lage ist, die Bewegung des Objekts B und die Geschwindigkeit des Objekts B zu detektieren sowie das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Objekts B zu bestimmen. Er ist jedoch nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel kann der Signalprozessor 5 das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Objekts B bestimmen und kann bzw. muss die Bewegung des Objekts B oder die Geschwindigkeit des Objekts B nicht detektieren.

Zweite Ausführungsform

[0061] Als Nächstes wird eine zweite Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig.** 16 bis 18 beschrieben. In dieser Ausführungsform werden in erster Linie die Teile erläutert, die sich von der ersten Ausführungsform unterscheiden.

[0062] Der Signalprozessor 5 dieser Ausführungsform ist dazu konfiguriert, die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle, die reflektiert wird, indem ein Basissignal basierend auf der Frequenz der Übertragungswelle zu dem empfangenen Signal addiert wird, zu erhalten. Insbesondere ist der Signalprozessor 5 wie in **Fig.** 16 gezeigt konfiguriert. Insbesondere hat, wie es in **Fig.** 16 zu sehen ist, der Signalprozessor 5 einen Addierer 55 zwischen der Empfangsschaltung 44 und der Wellendetektionseinheit 52. Der Addierer 55 addiert das Basissignal, das durch die Sensorsteuerungseinheit 6 erzeugt wird, zu dem empfangenen Signal, das durch die Empfangsschaltung 44 erzeugt wird, um die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle zu erzeugen. Der Addierer 55 gibt die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle über einen Bandpassfilter oder dergleichen an die Amplitudenumwandlungseinheit 53 aus. Das Basissignal ist ein digitales Signal mit derselben Frequenz wie die Frequenz der Übertragungswelle.

[0063] In dem Signalprozessor 5 kann der Addierer 55 zwischen dem Mikrofon 43 und der Empfangsschaltung 44 vorgesehen sein und kann das Basissignal durch den Addierer 55 zu dem analogen Signal, das durch das Mikrofon 43 empfangen wird, addiert werden, um die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle zu erzeugen. In diesem Fall kann das Basissignal ein analoges Signal derselben Frequenz wie die Frequenz der Übertragungswelle sein.

[0064] Der Signalprozessor 5 ist mit einer Entfernungsmesseinheit 67 bereitgestellt, die die Entfernung zu dem Objekt B basierend auf dem „Fluktuationssignal“, das durch die Amplitudenumwandlungseinheit 53 ausgegeben wird, und anderen misst. Beispielsweise kann die Entfernungsmesseinheit 67 die Entfernung zu dem Objekt B basierend auf der Empfangszeit berechnen, wenn ein „Fluktuationssignal“, das einen vorbestimmten Schwellenwert übersteigt, detektiert wird.

[0065] Übertragungswellen können direkt durch den Empfänger 40B empfangen werden, bevor die reflektierte Welle den Empfänger 40B erreicht. In diesem Fall enthält das empfangene Signal an dem Empfänger 40B eine Signalkomponente, die der direkt empfangenen Übertragungswelle entspricht, wie es in **Fig.** 17 zu sehen ist. Wenn eine solche Signalkomponente enthalten ist, wie es in dem oberen Teil von **Fig.** 18 zu sehen ist, zeigt das „Fluktuationssignal“, das durch die Amplitudenumwandlungseinheit 53 ausgegeben wird, eine Amplitudenänderung, die der direkt empfangenen Übertragungswelle entspricht. Solche Amplitudenänderungen beeinflussen die Berechnung der Entfernung zu dem Objekt B in der Entfernungsmesseinheit 67 nachteilig.

[0066] In dem Signalprozessor 5 ist das konstante Signal, das in dem Speicher 60 als ein konstantes Signal gespeichert ist, ein Signal, das dem empfangenen Signal entspricht, das durch den Empfänger 40B erhalten wird, wenn das Objekt B nicht detektiert wird. Der Signalprozessor 5 detektiert das Objekt B basierend auf dem Signal, das durch Entfernen des konstanten Signals aus dem „Fluktuationssignal“ erhalten wird. Das konstante Signal ist das Signal, das der Amplitudenänderung entspricht, die der Übertragungswelle entspricht, die direkt in dem „Fluktuationssignal“, das durch die Einheit 53 ausgegeben wird, empfangen wird. Das konstante Signal kann durch Verarbeiten des empfangenen Signals, das durch den Empfänger 40B erhalten wird, erhalten werden, wenn das Objekt B nicht durch die Amplitudenumwandlungseinheit 53 detektiert wird.

[0067] In dem Signalprozessor 5 ist zwischen Amplitudenumwandlungseinheit 53 und Filter 54 eine Signalentfernungseinheit 57 bereitgestellt, die das konstante Signal aus dem „Fluktuationssignal“ entfernt. Das Signal, das durch die Signalentfernungseinheit 57 ausgegeben wird, entfernt die Signalkomponente, die der Übertragungswelle entspricht, die direkt empfangen wird, wie es in dem unteren Teil von **Fig.** 18 zu sehen ist.

[0068] Andere Details sind dieselben wie in der ersten Ausführungsform. Das fahrzeuginterne System 1 dieser Ausführungsform kann dieselben Effekte wie die erste Ausführungsform erhalten, die von einer gemeinsamen oder gleichen Konfiguration zu der ersten Ausführungsform erzielt werden können.

[0069] Das fahrzeuginterne System 1 dieser Ausführungsform hat die folgenden Merkmale.

(1) Der Signalprozessor 5 ist dazu konfiguriert, die zusammengesetzte Welle durch Addieren des Basissignals basierend auf der Frequenz der Übertragungswelle zu dem empfangenen Signal zu erhalten. Dementsprechend kann das „Fluktuationssignal“ durch einen einfachen Betrieb bzw. Vorgang unter Verwendung des Addierers 55 erhalten werden. Außerdem ist es, da der Sender 40A und der Empfänger 40B nicht nebeneinander platziert werden müssen, einfacher, einen Freiheitsgrad einer Anordnung innerhalb des Ultraschallsensors 3 sicherzustellen.

(2) Der Signalprozessor 5 speichert das Signal, das dem empfangenen Signal entspricht, das durch den Empfänger 40B erhalten wird, während das Objekt B nicht detektiert wird, als das konstante Signal in den Speicher 60. Das Objekt B wird basierend auf dem Signal detektiert, das durch Entfernen des konstanten Signals aus dem „Fluktuationssignal“ erhalten wird. Gemäß diesem Verfahren kann der Einfluss der Übertragungswelle, die direkt durch den Empfänger 40B empfangen wird, auf die Detektion des Objekts B gehemmt bzw. unterdrückt werden.

[0070] Insbesondere misst der Signalprozessor 5 dieser Ausführungsform die Entfernung zu dem Objekt B. Der Signalprozessor 5 ist mit der Signalentfernungseinheit 57 ausgestattet, um den Einfluss auf die Messung der Entfernung zu dem Objekt B durch die Übertragungswelle, die direkt durch den Empfänger 40B empfangen wird, zu hemmen bzw. zu unterdrücken.

Dritte Ausführungsform

[0071] Als Nächstes wird eine dritte Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig.** 19 beschrieben. Die dritte Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 19 beschrieben. In dieser Ausführungsform werden in erster Linie die Teile erläutert, die sich von der zweiten Ausführungsform unterscheiden.

[0072] Der Signalprozessor 5 dieser Ausführungsform ist dazu konfiguriert, die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle, die durch Heterodyne-Detektion unter Verwendung des Basissignals basierend auf den Frequenzen des empfangenen Signals und der Übertragungswelle reflektiert wird, zu erhalten. Wie es in **Fig.** 19 zu sehen ist, ist in dem Signalprozessor 5 ein Mischer 56 zwischen der Referenzschaltung 44 und der Wellendetektionseinheit 52 bereitgestellt. Der Mischer 56 erzeugt die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle, die durch Integrieren des Basissignals, das durch die Sensorsteuerungseinheit 6 erzeugt wird, mit dem empfangenen Signal, das durch die Empfangsschaltung 44 erzeugt wird, reflektiert wird. Der Mischer 56 gibt die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle über einen Tiefpassfilter und dergleichen an die Amplitudenumwandlungseinheit 53 aus.

[0073] Andere Details sind dieselben wie in der zweiten Ausführungsform. Das fahrzeuginterne System 1 dieser Ausführungsform kann dieselben Effekte wie die zweite Ausführungsform erhalten, die von einer gemeinsamen oder gleichen Konfiguration zu der zweiten Ausführungsform erzielt werden können.

[0074] Das fahrzeuginterne System 1 dieser Ausführungsform hat die folgenden Merkmale.

(1) Der Signalprozessor 5 ist dazu konfiguriert, die zusammengesetzte Welle aus der Übertragungswelle und der reflektierten Welle, die durch Heterodyne-Detektion unter Verwendung des Basissignals basierend auf den Frequenzen des empfangenen Signals und der Übertragungswelle reflektiert wird, zu erhalten. Gemäß dieser Konfiguration kann das „Fluktuationssignal“ durch einen einfachen Betrieb bzw. Vorgang unter Verwendung des Mischers 56 erhalten werden.

Vierte Ausführungsform

[0075] Als Nächstes wird eine vierte Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig.** 20 und 21 beschrieben. In dieser Ausführungsform werden in erster Linie die Teile erläutert, die sich von der ersten Ausführungsform unterscheiden.

[0076] Wenn ein langes Pulssignal als die Übertragungswelle übertragen wird, wenn die Entfernung zu dem Objekt B kurz ist, ist es für den Empfänger 40B schwierig, zwischen der Übertragungswelle, die direkt durch den Empfänger 40B empfangen wird,

und der reflektierten Welle zu unterscheiden, und es gibt eine Tendenz, dass die Messgenauigkeit der Entfernung zu dem Objekt B verringert wird.

[0077] Daher überträgt die Antriebssteuerungseinheit 61 des Signalprozessors 5 ein langes Pulssignal und ein kurzes Pulssignal, wobei eine Pulsbreite des kurzen Pulssignals kleiner als die vorbestimmte Zeit ist, als eine Übertragungswelle. Die Antriebssteuerungseinheit 61 dieser Ausführungsform schaltet das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal zeitlich bzw. taktmäßig um und überträgt diese als die Übertragungswelle von dem Sender 40A. Wie es in **Fig.** 20 zu sehen ist, können das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal alternierend von dem Sender 40A als die Übertragungswelle übertragen werden.

[0078] In dem fahrzeuginternen System 1 dieser Ausführungsform ist zum Beispiel, wie es in **Fig.** 21 zu sehen ist, das Verstärkungsverhältnis des langen Pulssignals in dem Empfänger 40B kleiner als das des kurzen Pulssignals. Insbesondere macht in dem Empfänger 40B die Verstärkungsschaltung der Empfangsschaltung 44 das Verstärkungsverhältnis des Signals, wenn das lange Pulssignal als das Übertragungssignal übertragen wird und die reflektierte Welle, die durch das Objekt B reflektiert wird, empfangen wird, kleiner als das Verstärkungsverhältnis des Signals, wenn das kurze Pulssignal als das Übertragungssignal übertragen wird und die reflektierte Welle, die durch das Objekt B reflektiert wird, empfangen wird.

[0079] Andere Details sind dieselben wie in der ersten Ausführungsform. Das fahrzeuginterne System 1 dieser Ausführungsform kann dieselben Effekte wie die erste Ausführungsform erhalten, die von einer gemeinsamen oder gleichen Konfiguration zu der ersten Ausführungsform erzielt werden können.

[0080] Das fahrzeuginterne System 1 dieser Ausführungsform hat die folgenden Merkmale.

(1) Der Signalprozessor 5 enthält die Antriebssteuerungseinheit 61, die den Sender 40A steuert. Die Antriebssteuerungseinheit 61 überträgt die langen Pulssignale und die kurzen Pulssignale als die Übertragungswellen. Wenn das kurze Pulssignal als die Übertragungswelle übertragen wird, ist es einfacher, die Messgenauigkeit der Entfernung zu dem Objekt B sicherzustellen, als wenn das lange Pulssignal als die Übertragungswelle übertragen wird. Aus diesem Grund kann die Antriebssteuerungseinheit 61 nicht nur das lange Pulssignal, sondern auch das kurze Pulssignal als die Übertragungswelle von dem Sender 40A übertragen.

(2) Die Antriebssteuerungseinheit 61 schaltet das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal zeitlich bzw. taktmäßig um und überträgt diese als die Übertragungswelle von dem Sender 40A. Folglich kann, wenn das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal zeitlich bzw. taktmäßig umgeschaltet werden, die Detektion des Objekts B stabilisiert werden, während die Genauigkeit der Entfernungsmessung zu dem Objekt B sichergestellt wird.

(3) In dem fahrzeuginternen System 1 ist das Verstärkungsverhältnis des langen Pulssignals in dem Empfänger 40B kleiner als das des kurzen Pulssignals. Dies macht es möglich, die Detektion des Objekts B zu stabilisieren und einen Stromverbrauch, der der Erhöhung in der Pulsbreite der Übertragungswelle zugeordnet ist, zu verringern.

Fünfte Ausführungsform

[0081] Als Nächstes wird eine fünfte Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig.** 22 erläutert. In dieser Ausführungsform werden in erster Linie die Teile erläutert, die sich von der vierten Ausführungsform unterscheiden.

[0082] Wenn das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal zeitlich bzw. taktmäßig umgeschaltet werden, wie in der vierten Ausführungsform, werden die Detektion des Objekts B und die Messung der Entfernung zu dem Objekt B zu unterschiedlichen Zeiten ausgeführt, und die Zeit, die für den Objektdetektionsprozess erforderlich ist, wird länger.

[0083] Die Antriebssteuerungseinheit 61 dieser Ausführungsform macht Frequenzen des langen Pulssignals und des kurzen Pulssignals unterschiedlich und überträgt das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal simultan bzw. zeitgleich als die Übertragungswelle von dem Sender 40A. Zum Beispiel überträgt, wie es in **Fig.** 22 zu sehen ist, die Antriebssteuerungseinheit 61 das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal mit unterschiedlichen Frequenzen simultan bzw. zeitgleich als die Übertragungswelle von dem Sender 40A. Die Frequenzen des langen Pulssignals und des kurzen Pulssignals sind so festgelegt, dass die Differenz in ihren jeweiligen Frequenzen größer als die Bandbreite des Bandpassfilters ist, so dass sie durch den Bandpassfilter getrennt werden können.

[0084] Andere Details sind dieselben wie in der vierten Ausführungsform. Das fahrzeuginterne System 1 dieser Ausführungsform kann dieselben Effekte wie die vierte Ausführungsform erhalten, die von einer gemeinsamen oder gleichen Konfiguration zu der vierten Ausführungsform erzielt werden können.

[0085] Das fahrzeuginterne System 1 dieser Ausführungsform hat die folgenden Merkmale.

(1) Die Antriebssteuerungseinheit 61 überträgt das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal mit unterschiedlichen Frequenzen von dem Sender 40A. Dies ermöglicht es, dass eine Detektion des Objekts B und eine Messung der Entfernung zu dem Objekt B zu derselben Zeit durchgeführt werden, wobei es folglich möglich ist, die Zeit zu verkürzen, die für den Objektdetektionsprozess erforderlich wird.

Sechste Ausführungsform

[0086] Als Nächstes wird eine sechste Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig.** 23 und 24 erläutert. In dieser Ausführungsform werden in erster Linie die Teile erläutert, die sich von der ersten Ausführungsform unterscheiden.

[0087] Wie es in **Fig.** 23 zu sehen ist, kommuniziert die elektronische Steuerungsvorrichtung 2 des fahrzeuginternen Systems 1 mit einer Kameravorrichtung CD, einer der Überwachungsvorrichtungen, die die Umgebung des Fahrzeugs C überwachen, über die fahrzeuginterne Kommunikationsverbindung und erhält diese das Detektionsergebnis des Objekts B durch die Kameravorrichtung CD als Objektdetektionsinformationen von der Kameravorrichtung CD. In dieser Ausführungsform entspricht die Kameravorrichtung CD den „anderen Vorrichtungen“.

[0088] Der Signalprozessor 5 des Ultraschallsensors 3 erhält die Objektdetektionsinformationen von der Kameravorrichtung CD über die elektronische Steuerungsvorrichtung 2. Die Antriebssteuerungseinheit 61 in dem Signalprozessor 5 überträgt das lange Pulssignal als die Übertragungswelle, wenn das Objekt B durch die Kameravorrichtung CD detektiert wird.

[0089] Wie es in **Fig.** 24 zu sehen ist, bestimmt die Antriebssteuerungseinheit 61 in Schritt S10, ob das Objekt B durch die Kameravorrichtung CD detektiert wird. Der Bestimmungsprozess in Schritt S10 wird zum Beispiel basierend auf den Objektdetektionsinformationen durchgeführt, die von der Kameravorrichtung CD erhalten werden.

[0090] Wenn das Objekt B durch die Kameravorrichtung CD detektiert wird, überträgt die Antriebssteuerungseinheit 61 in Schritt S20 das lange Pulssignal als die Übertragungswelle von dem Sender 40A. Dann führt die Sensorsteuerungseinheit 6 verschiedene Prozesse aus, einschließlich eines Bestimmens des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins des Objekts B und seiner Bewegung.

[0091] Andererseits überspringt, wenn das Objekt B nicht durch die Kameravorrichtung CD detektiert wird, die Antriebssteuerungseinheit 61 die Verarbeitung in Schritt S20. Wenn das Objekt B nicht durch die Kameravorrichtung CD detektiert wird, kann die Antriebssteuerungseinheit 61 das kurze Pulssignal als die Übertragungswelle von dem Sender 40A übertragen.

[0092] Andere Details sind dieselben wie in der ersten Ausführungsform. Das fahrzeuginterne System 1 dieser Ausführungsform kann dieselben Effekte wie die erste Ausführungsform erhalten, die von einer gemeinsamen oder gleichen Konfiguration zu der ersten Ausführungsform erzielt werden können.

[0093] Das fahrzeuginterne System 1 dieser Ausführungsform hat die folgenden Merkmale.

(1) Die Antriebssteuerungseinheit 61 überträgt das lange Pulssignal als die Übertragungswelle, wenn das Objekt B durch die Kameravorrichtung CD detektiert wird. Eine häufige Übertragung der langen Pulssignale verursacht eine Erhöhung eines Stromverbrauchs und eine verringerte Haltbarkeit von fahrzeuginternen Systemen 1. Daher ist es wünschenswert, das lange Pulssignal als die Übertragungswelle zu übertragen, wenn das Objekt B durch die Kameravorrichtung CD detektiert wird.

Variation der sechsten Ausführungsform

[0094] Das fahrzeuginterne System 1 der sechsten Ausführungsform kann das lange Pulssignal als die Übertragungswelle übertragen, wenn das Objekt B durch eine Vorrichtung abgesehen von der Kameravorrichtung CD detektiert wird. Außerdem kann das fahrzeuginterne System 1 zumindest eines der Pulssignale, langes Pulssignal und kurzes Pulssignal, als die Übertragungswelle übertragen, wenn das Objekt B durch andere Vorrichtungen detektiert wird.

Andere Ausführungsformen

[0095] Das Obige ist eine Beschreibung von repräsentativen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung.

[0096] In den oben beschriebenen Ausführungsformen wurde die spezifische Konfiguration der Objektdetektionsvorrichtung der vorliegenden Offenbarung gezeigt. Die Objektdetektionsvorrichtung der vorliegenden Offenbarung ist jedoch nicht auf die oben beschriebene Konfiguration beschränkt und kann sich in einigen Teilen unterscheiden.

[0097] In der oben beschriebenen Ausführungsform führt der Signalprozessor 5 des Ultraschallsensors 3 den Objektdetektionsprozess aus. Stattdessen kann auch beispielsweise die elektronische Steuerungsvorrichtung 2 den Objektdetektionsprozess ausführen. Außerdem können der Ultraschallsensor 3 und die elektronische Steuerungsvorrichtung 2 den Objektdetektionsprozess kooperativ durchführen.

[0098] Jeder der funktionalen Konfigurationsblöcke, die in **Fig.** 2 zu sehen sind, usw., ist ein funktionaler Konfigurationsblock, der zur Vereinfachung festgelegt ist, um zu einem Verständnis des Inhalts der Objektdetektionsvorrichtung der vorliegenden Offenbarung beizutragen, und kann bzw. muss nicht tatsächlich als Software oder Hardware unterscheidbar sein.

[0099] In den oben beschriebenen Ausführungsformen wird die Objektdetektionsvorrichtung der vorliegenden Offenbarung auf das fahrzeuginterne System 1 angewendet, jedoch kann die Objektdetektionsvorrichtung auch auf Systeme abgesehen von dem fahrzeuginternen System 1 angewendet werden.

[0100] Es versteht sich, dass in den oben beschriebenen Ausführungsformen die Elemente, die die Ausführungsformen bilden, nicht notwendigerweise wesentlich sind, außer in Fällen, in denen es ausdrücklich angegeben ist, dass sie besonders wesentlich sind, oder in denen sie prinzipiell als eindeutig wesentlich angesehen werden, usw.

[0101] In den oben erwähnten Ausführungsformen sind, wenn numerische Werte der Anzahl, ein numerischer Wert, eine Menge, ein Bereich usw. der Komponenten einer Ausführungsform erwähnt werden, diese nicht notwendigerweise auf diese spezifische Anzahl beschränkt, außer in Fällen, in denen sie ausdrücklich als besonders wesentlich angegeben sind, und in Fällen, in denen sie prinzipiell eindeutig auf eine spezifische Anzahl beschränkt sind, usw.

[0102] In den obigen Ausführungsformen ist, wenn auf die Form, ein Positionsverhältnis usw. der Komponenten usw. Bezug genommen wird, die Form, das Positionsverhältnis usw. nicht auf ein/e solche/s Form, Positionsverhältnis usw. beschränkt, außer wenn ausdrücklich etwas anderes angegeben ist oder wenn diese/s prinzipiell auf eine spezifische/s Form, Positionsverhältnis usw. beschränkt ist.

[0103] Der Steuerungsabschnitt der vorliegenden Offenbarung und dessen Verfahren können in einem dedizierten Computer realisiert werden, der durch Konfigurieren eines Prozessors und eines Speichers bereitgestellt wird, die programmiert sind, um eine oder mehrere Funktionen auszuführen, die durch ein Computerprogramm verkörpert werden. Der Steuerungsabschnitt der vorliegenden Offenbarung und dessen Verfahren können in einem dedizierten Computer realisiert werden, der durch Konfigurieren des Prozessors mit einer oder mehreren dedizierten Hardwarelogikschaltungen bereitgestellt wird. Der Steuerungsabschnitt der vorliegenden Offenbarung und dessen Verfahren können in einem oder mehreren dedizierten Computern realisiert werden, die durch eine Kombination aus einem Prozessor und einem Speicher, die programmiert sind, um eine oder mehrere Funktionen auszuführen, und einem Prozessor, der durch eine oder mehrere dedizierte Hardwarelogikschaltungen konfiguriert ist, bereitgestellt werden. Das Computerprogramm kann auch in einem computerlesbaren nichtflüchtigen Aufzeichnungsmedium als Anweisungen, die durch den Computer auszuführen sind, gespeichert werden.

Aspekte der vorliegenden Offenbarung

[0104] Die vorliegende Offenbarung stellt die folgenden Aspekte bereit.

Erster Aspekt

[0105] Objektdetektionsvorrichtung, die aufweist:

einen Sender (40A), der ein langes Pulssignal, in dem eine Pulsbreite länger als eine vorbestimmte Zeit ist, als eine Übertragungswelle überträgt, wobei die Übertragungswelle eine Ultraschallwelle ist;

einen Empfänger (40B), der ein empfangenes Signal erhält, das einer durch ein Objekt (B) reflektierten Welle der Übertragungswelle entspricht;

einen Signalprozessor (5), der ein Fluktuationssignal basierend auf dem empfangenen Signal erhält und das Objekt basierend auf dem Fluktuationssignal detektiert, wobei

das Fluktuationssignal ein Signal ist, das einer zusammengesetzten Welle entspricht, die erzeugt wird, wenn die reflektierte Welle und eine Welle, deren Frequenz sich von der reflektierten Welle unterscheidet, empfangen werden, oder ein Signal, das durch eine Phasenänderung der reflektierten Welle erzeugt wird, wenn sich der Abstand zu dem Objekt ändert.

Zweiter Aspekt

[0106] Objektdetektionsvorrichtung nach dem ersten Aspekt, wobei
die Pulsbreite des langen Pulssignals auf eine Zeit festgelegt ist, die länger als der minimale Zyklus ist, der im Voraus als der Zyklus des Fluktuationssignals angenommen wird.

Dritter Aspekt

[0107] Objektdetektionsvorrichtung nach dem ersten Aspekt oder dem zweiten Aspekt, wobei
der Signalprozessor dazu konfiguriert ist, um die zusammengesetzte Welle durch Addieren eines Basissignals basierend auf einer Frequenz der Übertragungswelle zu dem empfangenen Signal zu erhalten.

Vierter Aspekt

[0108] Objektdetektionsvorrichtung nach dem ersten Aspekt oder dem zweiten Aspekt, wobei
der Signalprozessor dazu konfiguriert ist, um die zusammengesetzte Welle durch eine Heterodyne-Detektion unter Verwendung eines Basissignals basierend auf dem empfangenen Signal und einer Frequenz der Übertragungswelle zu erhalten.

Fünfter Aspekt

[0109] Objektdetektionsvorrichtung nach dem ersten Aspekt oder dem zweiten Aspekt, wobei
der Empfänger positioniert ist, um die Übertragungswelle, die von dem Sender übertragen wird, direkt zu empfangen.

Sechster Aspekt

[0110] Objektdetektionsvorrichtung nach dem ersten Aspekt, wobei
der Signalprozessor eine Dopplerverschiebungsfrequenz erhält, die durch die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Objekt und der Objektdetektionsvorrichtung basierend auf dem Fluktuationssignal erzeugt wird.

Siebter Aspekt

[0111] Objektdetektionsvorrichtung nach dem dritten Aspekt oder dem vierten Aspekt, wobei
der Signalprozessor ein Signal, das dem empfangenen Signal entspricht, das durch den Empfänger in einem Zustand erhalten wird, in dem das Objekt nicht detektiert wird, als ein konstantes Signal in den Speicher (60) speichert und das Objekt basierend auf einem Signal detektiert, das durch Entfernen des konstanten Signals aus dem Fluktuationssignal erhalten wird.

Achter Aspekt

[0112] Objektdetektionsvorrichtung nach einem von dem ersten Aspekt bis zu dem siebten Aspekt, wobei der Signalprozessor eine Antriebssteuerungseinheit (61) enthält, die den Sender steuert,
die Antriebssteuerungseinheit als die Übertragungswelle ein langes Pulssignal und ein kurzes Pulssignal, in dem eine Pulsbreite kleiner als die vorbestimmte Zeit ist, überträgt.

Neunter Aspekt

[0113] Objektdetektionsvorrichtung nach dem achten Aspekt, wobei
die Antriebssteuerungseinheit den Sender veranlasst, das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal alternierend als die Übertragungswelle zu übertragen.

Zehnter Aspekt

[0114] Objektdetektionsvorrichtung nach dem achten Aspekt oder dem neunten Aspekt, wobei
die Antriebssteuerungseinheit den Sender veranlasst, das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal mit unterschiedlichen Frequenzen simultan bzw. zeitgleich zu übertragen.

Elfter Aspekt

[0115] Objektdetektionsvorrichtung nach einem von dem achten Aspekt bis zu dem zehnten Aspekt, wobei
ein Verstärkungsverhältnis des langen Pulssignals an dem Empfänger kleiner als das Verstärkungsverhältnis des kurzen Pulssignals an dem Empfänger ist.

Zwölfter Aspekt

[0116] Objektdetektionsvorrichtung nach einem von dem ersten Aspekt bis zu dem elften Aspekt, wobei
der Signalprozessor eine Antriebssteuerungseinheit (61) enthält, die den Sender steuert,
die Antriebssteuerungseinheit den Sender veranlasst, das lange Pulssignal als die Übertragungswelle zu übertragen, wenn das Objekt durch eine andere Ausrüstung detektiert wird.

Dreizehnter Aspekt

[0117] Objektdetektionsverfahren, das aufweist:

Übertragen eines langen Pulssignals, in dem eine Pulsbreite länger als eine vorbestimmte Zeit ist, als eine Übertragungswelle, wobei die Übertragungswelle eine Ultraschallwelle ist;

Erlangen eines empfangenen Signals, das einer durch ein Objekt (B) reflektierten Welle der Übertragungswelle entspricht;

Erhalten eines Fluktuationssignals basierend auf dem empfangenen Signal; und

Detektieren des Objekts basierend auf dem Fluktuationssignal, wobei

das Fluktuationssignal ein Signal ist, das einer zusammengesetzten Welle entspricht, die erzeugt wird, wenn die reflektierte Welle und eine Welle, deren Frequenz sich von der reflektierten Welle unterscheidet, empfangen werden, oder ein Signal, das durch eine Phasenänderung der reflektierten Welle erzeugt wird, wenn sich der Abstand zu dem Objekt ändert.

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 2022-118988 [0001]
- JP 4826392B2 [0004]

Patentansprüche

1. Objektdetektionsvorrichtung, die aufweist:
einen Sender (40A), der ein langes Pulssignal, in dem eine Pulsbreite länger als eine vorbestimmte Zeit ist, als eine Übertragungswelle überträgt, wobei die Übertragungswelle eine Ultraschallwelle ist;
einen Empfänger (40B), der ein empfangenes Signal erhält, das einer durch ein Objekt (B) reflektierten Welle der Übertragungswelle entspricht;
einen Signalprozessor (5), der ein Fluktuationssignal basierend auf dem empfangenen Signal erhält und das Objekt basierend auf dem Fluktuationssignal detektiert, wobei
das Fluktuationssignal ein Signal ist, das einer zusammengesetzten Welle entspricht, die erzeugt wird, wenn die reflektierte Welle und eine Welle, deren Frequenz sich von der reflektierten Welle unterscheidet, empfangen werden, oder ein Signal, das durch eine Phasenänderung der reflektierten Welle erzeugt wird, wenn sich der Abstand zu dem Objekt ändert.

2. Objektdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Pulsbreite des langen Pulssignals auf eine Zeit festgelegt ist, die länger als der minimale Zyklus ist, der im Voraus als der Zyklus des Fluktuationssignals angenommen wird.

3. Objektdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Signalprozessor dazu konfiguriert ist, um die zusammengesetzte Welle durch Addieren eines Basissignals basierend auf einer Frequenz der Übertragungswelle zu dem empfangenen Signal zu erhalten.

4. Objektdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Signalprozessor dazu konfiguriert ist, um die zusammengesetzte Welle durch eine Heterodyne-Detektion unter Verwendung eines Basissignals basierend auf dem empfangenen Signal und einer Frequenz der Übertragungswelle zu erhalten.

5. Objektdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Empfänger positioniert ist, um die Übertragungswelle, die von dem Sender übertragen wird, direkt zu empfangen.

6. Objektdetektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Signalprozessor eine Dopplerverschiebungsfrequenz erhält, die durch die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Objekt und der Objektdetektionsvorrichtung basierend auf dem Fluktuationssignal erzeugt wird.

7. Objektdetektionsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Signalprozessor ein Signal, das dem empfangenen Signal entspricht, das durch den Empfänger in einem Zustand erhalten wird, in dem das Objekt nicht detektiert wird, als ein konstantes Signal in den Speicher (60) speichert und das Objekt basierend auf einem Signal detektiert, das durch Entfernen des konstanten Signals aus dem Fluktuationssignal erhalten wird.

8. Objektdetektionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
der Signalprozessor eine Antriebssteuerungseinheit (61) enthält, die den Sender steuert,
die Antriebssteuerungseinheit als die Übertragungswelle ein langes Pulssignal und ein kurzes Pulssignal, in dem eine Pulsbreite kleiner als die vorbestimmte Zeit ist, überträgt.

9. Objektdetektionsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Antriebssteuerungseinheit den Sender veranlasst, das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal alternierend als die Übertragungswelle zu übertragen.

10. Objektdetektionsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Antriebssteuerungseinheit den Sender veranlasst, das lange Pulssignal und das kurze Pulssignal mit unterschiedlichen Frequenzen simultan zu übertragen.

11. Objektdetektionsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei ein Verstärkungsverhältnis des langen Pulssignals an dem Empfänger kleiner als das Verstärkungsverhältnis des kurzen Pulssignals an dem Empfänger ist.

12. Objektdetektionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei
der Signalprozessor eine Antriebssteuerungseinheit (61) enthält, die den Sender steuert,
die Antriebssteuerungseinheit den Sender veranlasst, das lange Pulssignal als die Übertragungswelle zu übertragen, wenn das Objekt durch eine andere Ausrüstung detektiert wird.

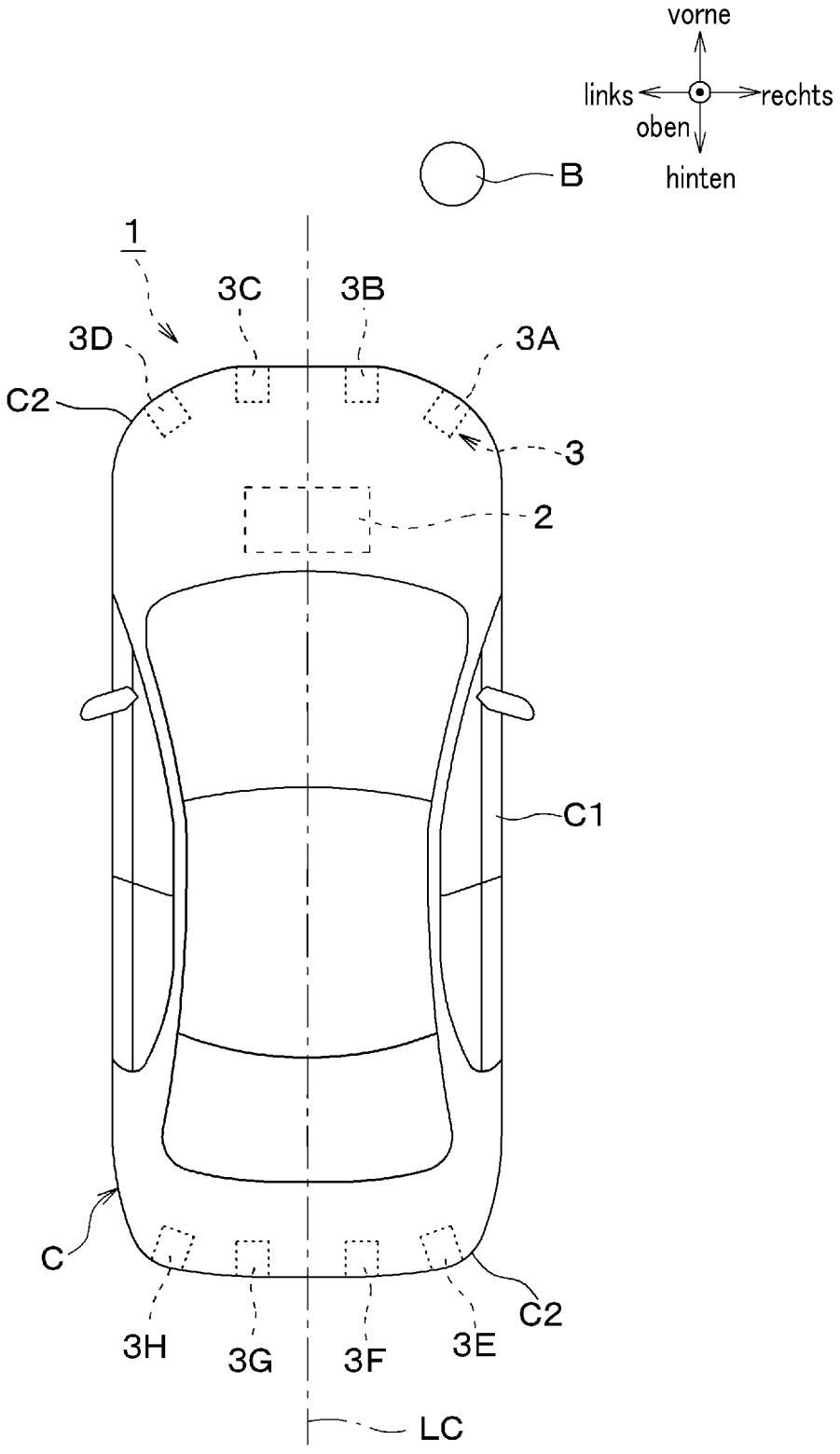
13. Objektdetektionsverfahren, das aufweist:
Übertragen eines langen Pulssignals, in dem eine Pulsbreite länger als eine vorbestimmte Zeit ist, als eine Übertragungswelle, wobei die Übertragungswelle eine Ultraschallwelle ist;
Erlangen eines empfangenen Signals, das einer durch ein Objekt (B) reflektierten Welle der Übertragungswelle entspricht;
Erhalten eines Fluktuationssignals basierend auf dem empfangenen Signal; und
Detektieren des Objekts basierend auf dem Fluktuationssignal, wobei
das Fluktuationssignal ein Signal ist, das einer zusammengesetzten Welle entspricht, die erzeugt wird, wenn die reflektierte Welle und eine Welle, deren Frequenz sich von der reflektierten Welle unterscheidet, empfangen werden, oder ein Signal, das durch eine Phasenänderung der reflektierten

Welle erzeugt wird, wenn sich der Abstand zu dem Objekt ändert.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1



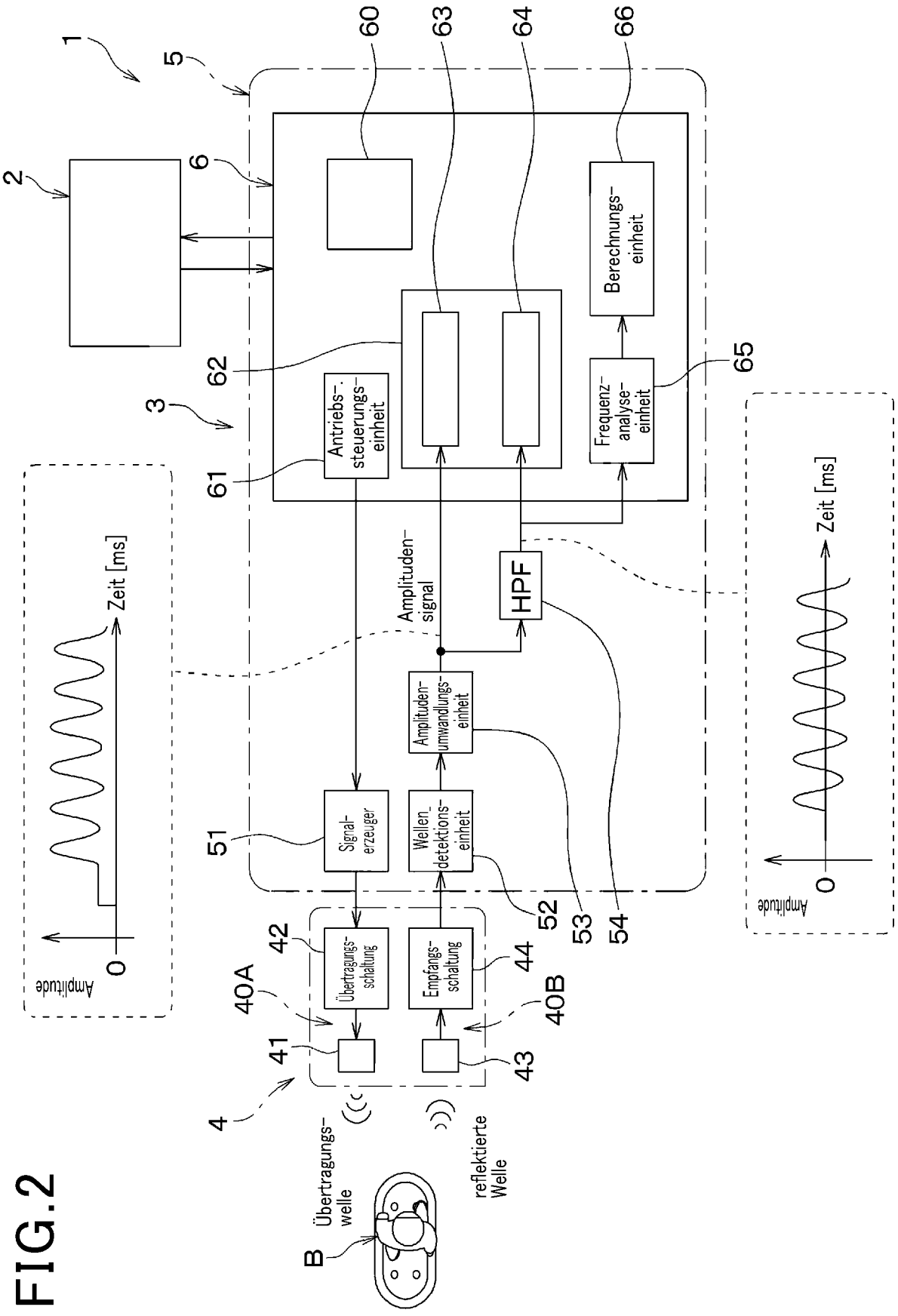

1
2
3
4
5
6
40A
40B
41
42
43
44
51
52
53
54
60
61
62
63
64
65
66
Antriebs-steuerungs-einheit
Berechnungs-einheit
Frequenz-analyse-einheit
Amplituden-signal
HPF
Amplituden-umwandlungs-einheit
Signal-erzeuger
Wellen-detektions-einheit
Übertragungs-schaltung
Empfangs-schaltung
Übertragungs-welle
reflektierte Welle
B
Zeit [ms]
Amplitude
0

FIG.2

FIG.3

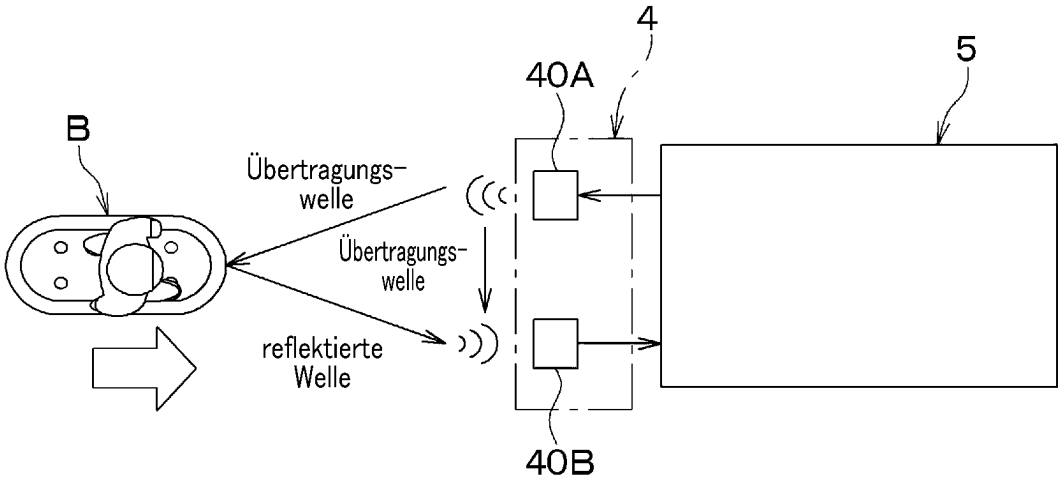

4
5
40A
B
Übertragungs-
welle
Übertragungs-
welle
reflektierte
Welle
40B

FIG.4

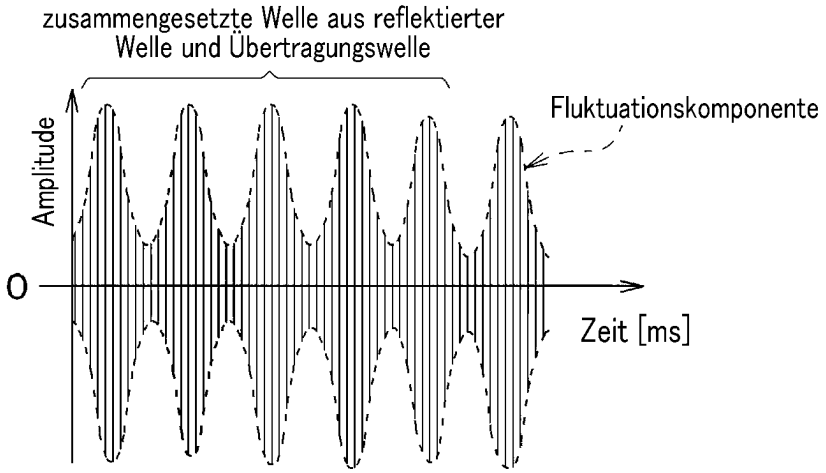
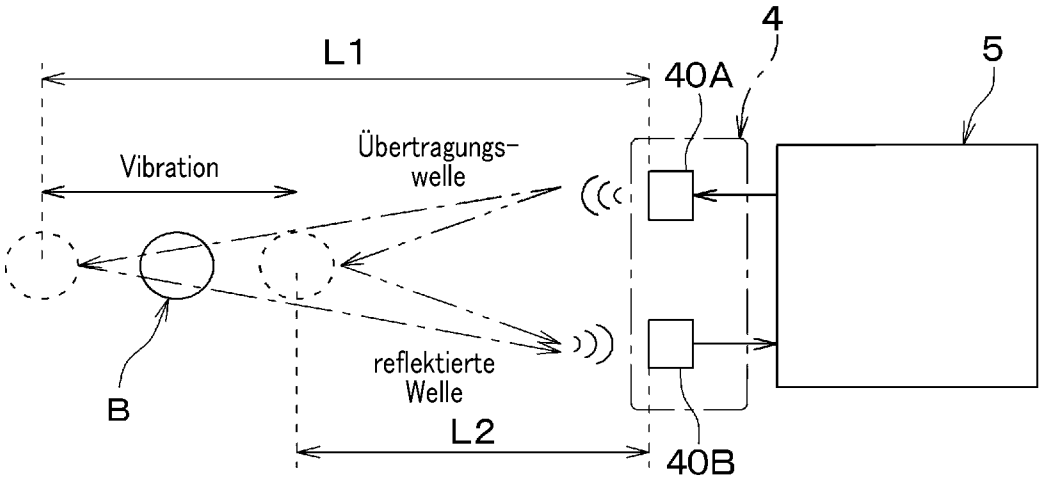

zusammengesetzte Welle aus reflektierter
Welle und Übertragungswelle
Fluktuationskomponente
Amplitude
0
Zeit [ms]

FIG.5



$2 (L1 - L2) / \lambda = N + b$

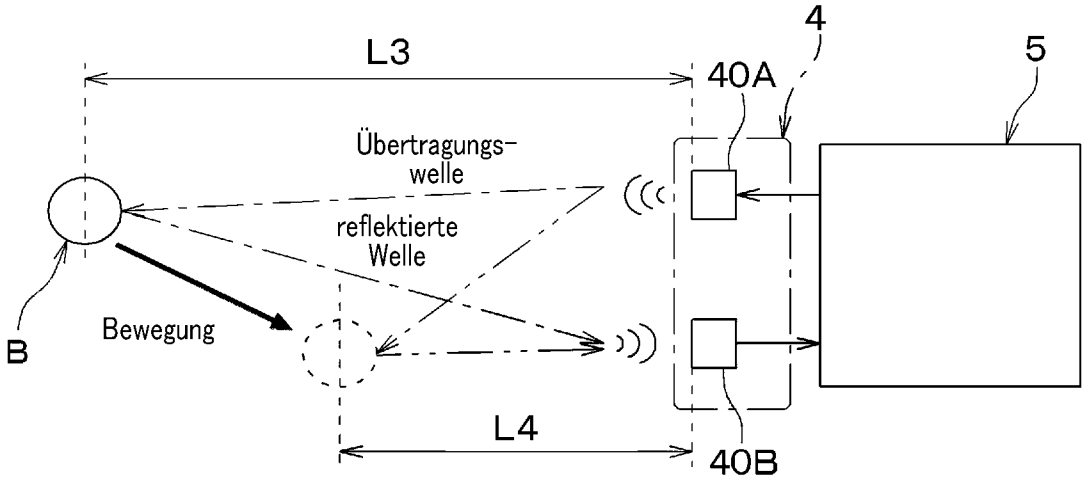
Quotient N (Ganzzahl)

Wellenlänge λ = Schallgeschw./f

b=0 : Amplitude groß

b= λ /2 : Amplitude klein

FIG.6



$2 (L3 - L4) / \lambda = N + b$

Quotient N (Ganzzahl)

Wellenlänge λ = Schallgeschw./f

b=0 : Amplitude groß

b= λ /2 : Amplitude klein

FIG.7

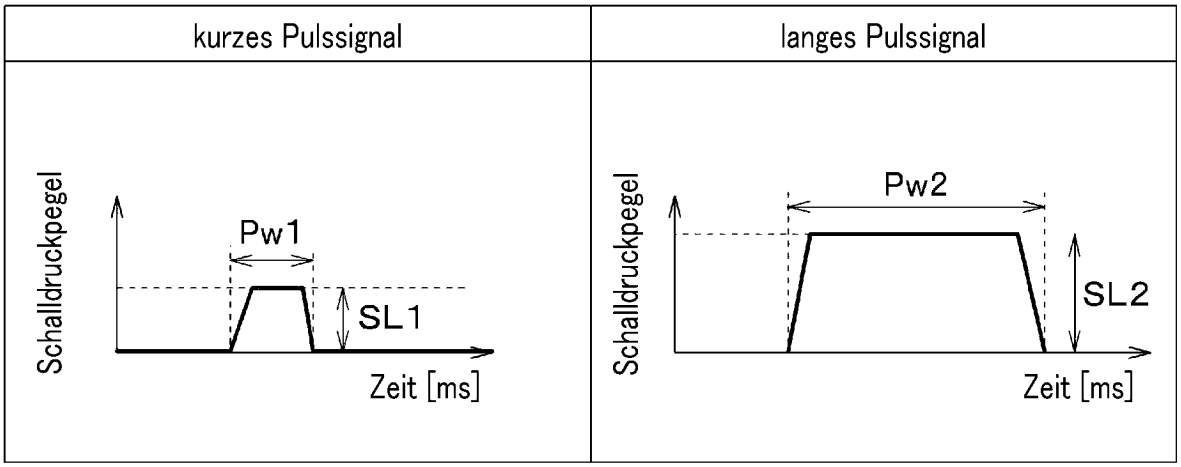

kurzes Pulssignal
langes Pulssignal
Schalldruckpegel
Pw1
SL1
Zeit [ms]
Schalldruckpegel
Pw2
SL2
Zeit [ms]

FIG.8

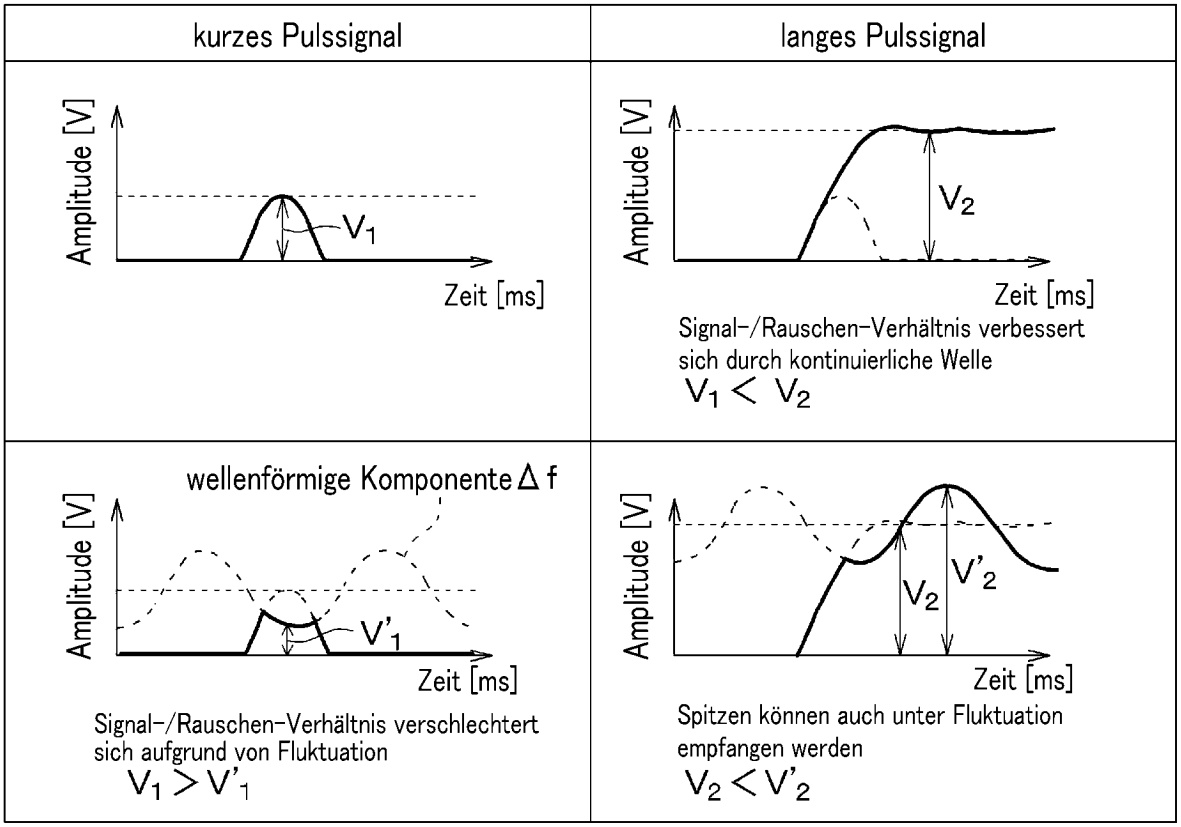

kurzes Pulssignal
langes Pulssignal
Amplitude [V]
V1
Zeit [ms]
Amplitude [V]
V2
Zeit [ms]
Signal-/Rauschen-Verhältnis verbessert sich durch kontinuierliche Welle
V1 < V2
wellenförmige Komponente Δ f
Amplitude [V]
V'1
Zeit [ms]
Signal-/Rauschen-Verhältnis verschlechtert sich aufgrund von Fluktuation
V1 > V'1
Amplitude [V]
V2
V'2
Zeit [ms]
Spitzen können auch unter Fluktuation empfangen werden
V2 < V'2

FIG.9

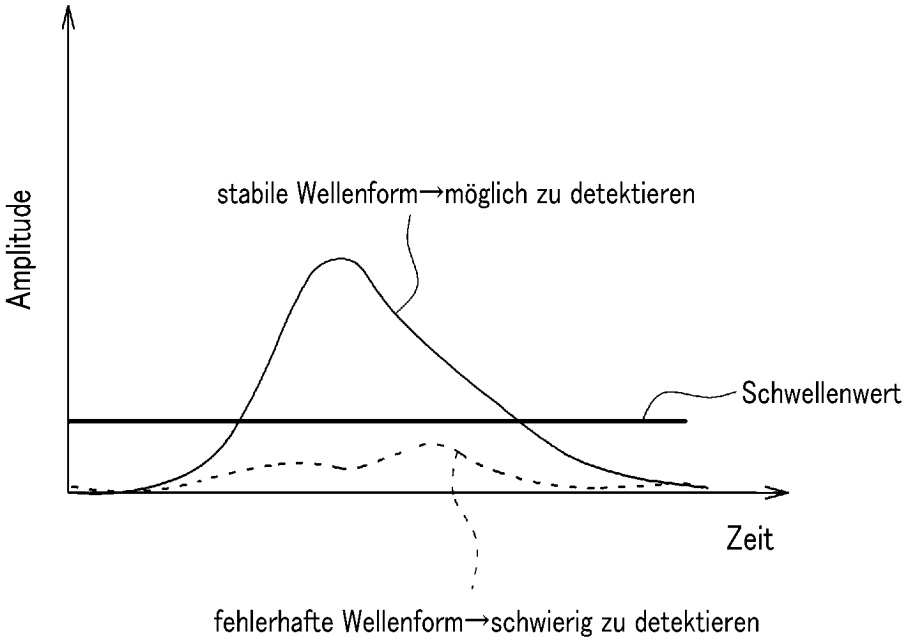

Amplitude
stabile Wellenform→möglich zu detektieren
Schwellenwert
Zeit
fehlerhafte Wellenform→schwierig zu detektieren

FIG.10

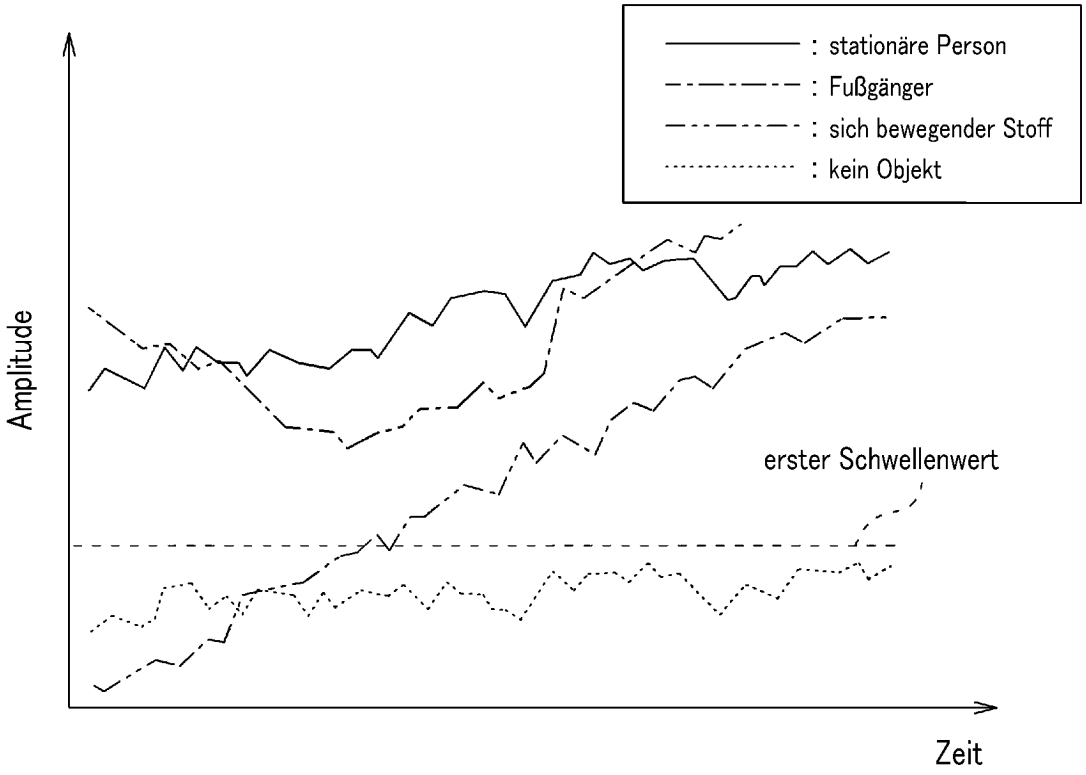

: stationäre Person
: Fußgänger
: sich bewegender Stoff
: kein Objekt
Amplitude
erster Schwellenwert
Zeit

FIG.11

$$\text{Pulsbreite} \geqq \frac{1}{f'_{min}} \quad \cdots \ (F1)$$

$$f'_{min} = | f - f_{dopp} | \quad \cdots \ (F2)$$

f'_{min} : Minimalfrequenz vom Fluktuationssignal

f : Frequenz f von Übertragungswelle

f_{dopp} : Dopplerverschiebungsfrequenz

FIG.12

Pulsbreite [ms]	Minimalfrequenz zur Detektion f_{min} [Hz]	Minimalgeschwindigkeit zur Detektion [km/h]	Detektionsziele in dem erwarteten Markt
20	50	0.936	Wackeln von Stoff einer stationären Person
15	66.7	4.536	Fußgänger
10	100	8.136	Fahrrad

FIG.13

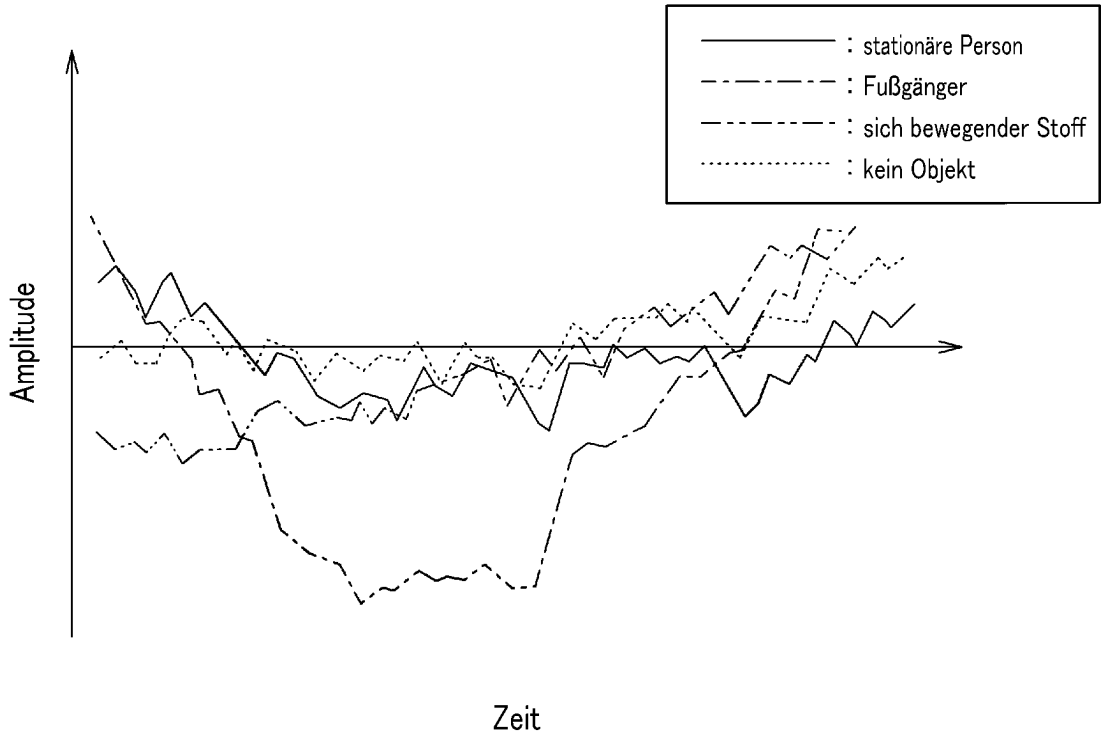

: stationäre Person
: Fußgänger
: sich bewegender Stoff
: kein Objekt
Amplitude
Zeit

FIG.14

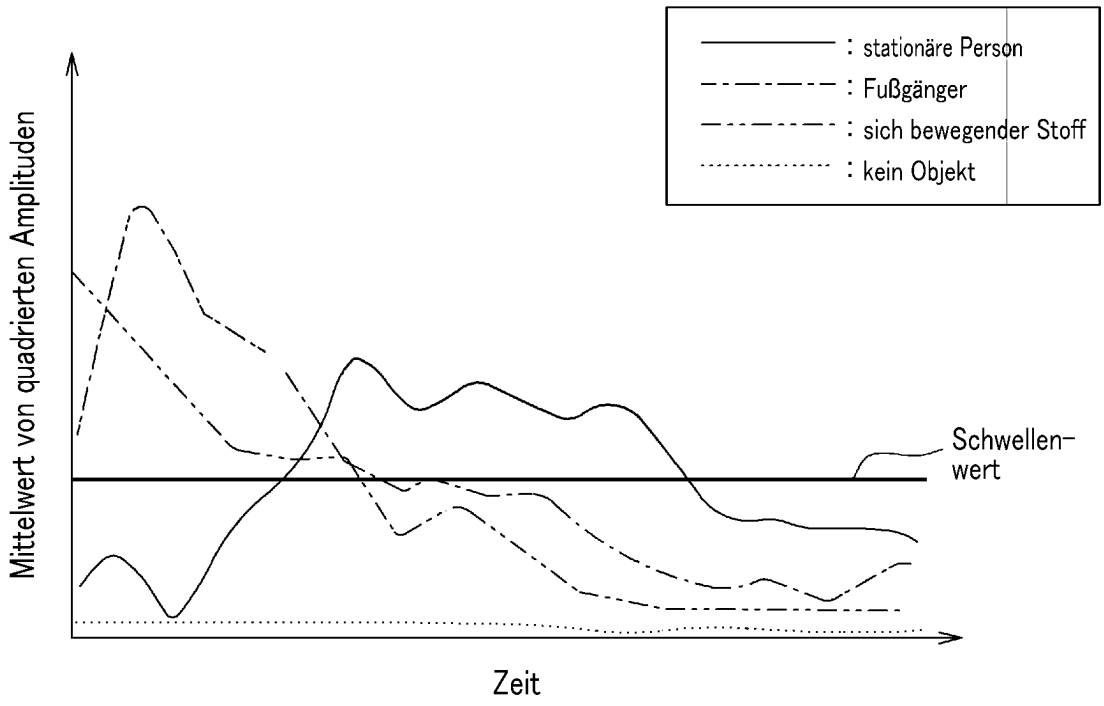

: stationäre Person
: Fußgänger
: sich bewegender Stoff
: kein Objekt
Mittelwert von quadrierten Amplituden
Schwellen-
wert
Zeit

FIG.15

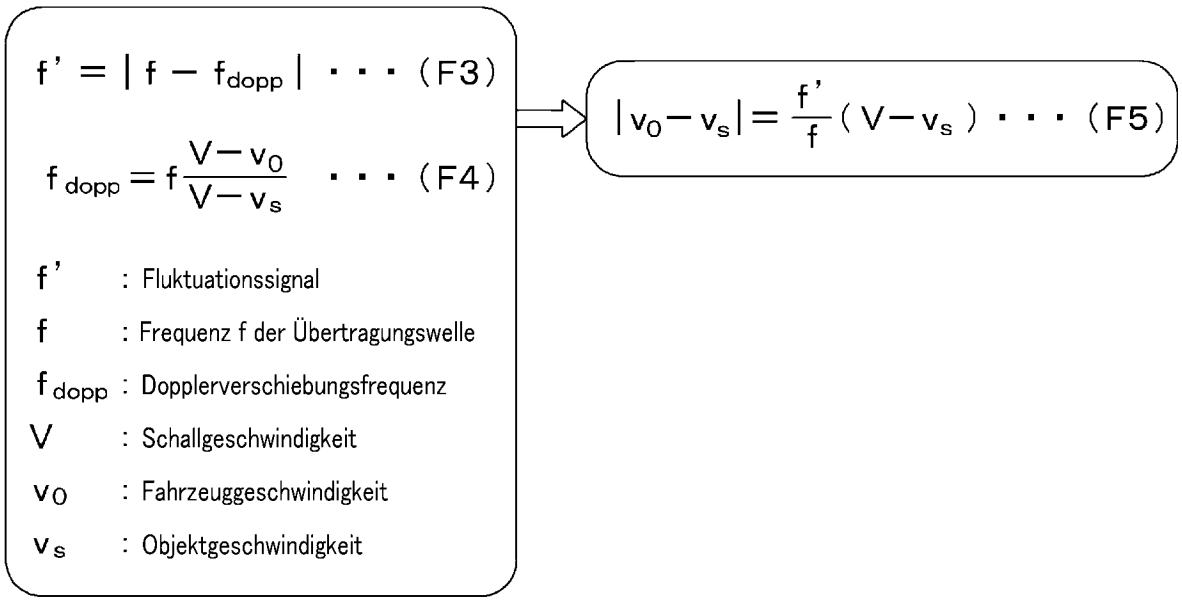

$f' = |f - f_{dopp}|$ ・・・（F3）
$f_{dopp} = f\frac{V - v_0}{V - v_s}$ ・・・（F4）
f' : Fluktuationssignal
f : Frequenz f der Übertragungswelle
f_{dopp} : Dopplerverschiebungsfrequenz
V : Schallgeschwindigkeit
v_0 : Fahrzeuggeschwindigkeit
v_s : Objektgeschwindigkeit
$|v_0 - v_s| = \frac{f'}{f}(V - v_s)$ ・・・（F5）

FIG.16

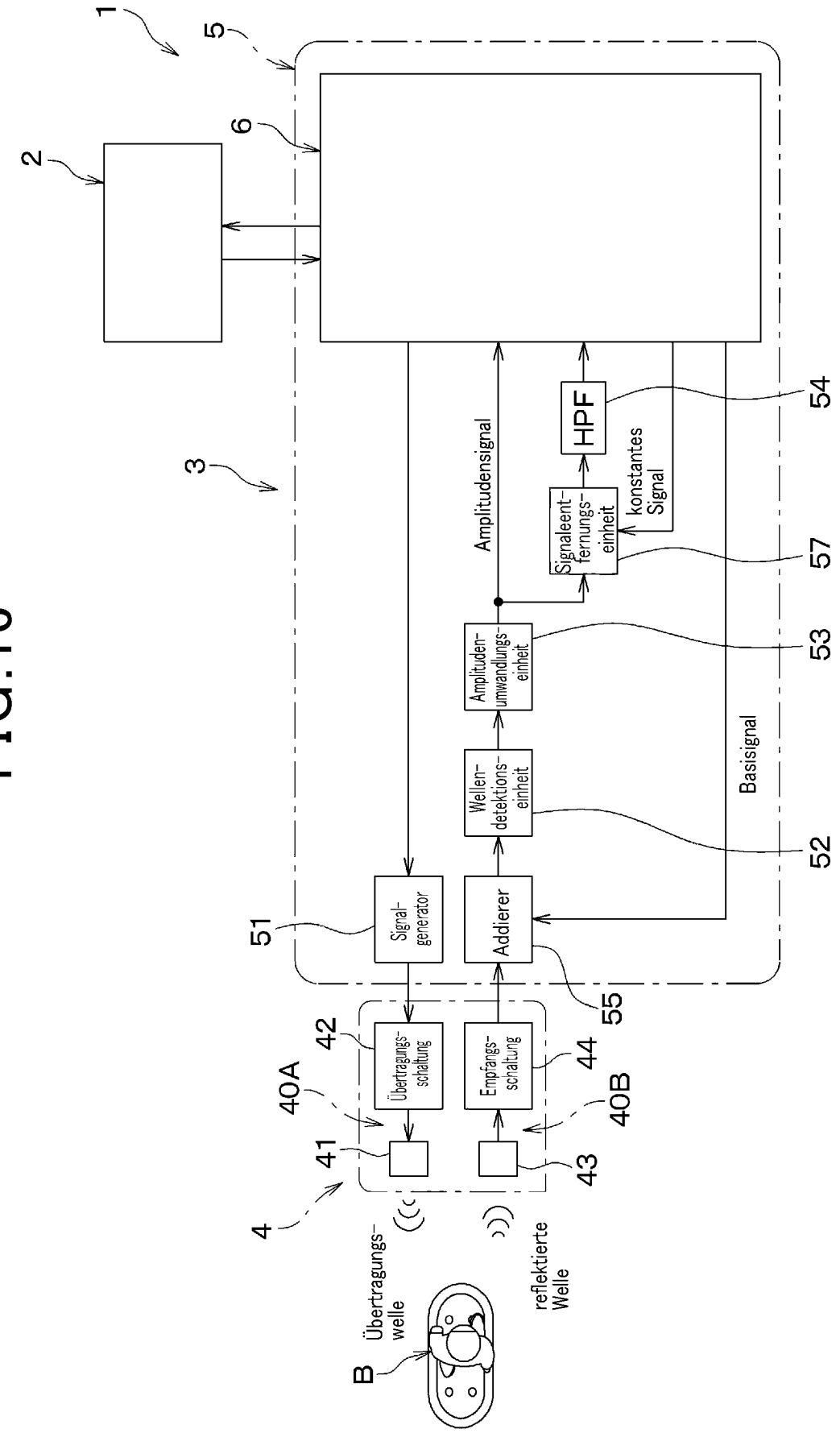

1
2
3
4
5
6
40A
40B
41
42
43
44
51
52
53
54
55
57
Übertragungs-schaltung
Empfangs-schaltung
Signal-generator
Addierer
Wellen-detektions-einheit
Amplituden-umwandlungs-einheit
Signaleent-fernungs-einheit
HPF
konstantes Signal
Amplitudensignal
Basisignal
Übertragungs-welle
reflektierte Welle
B

FIG.17

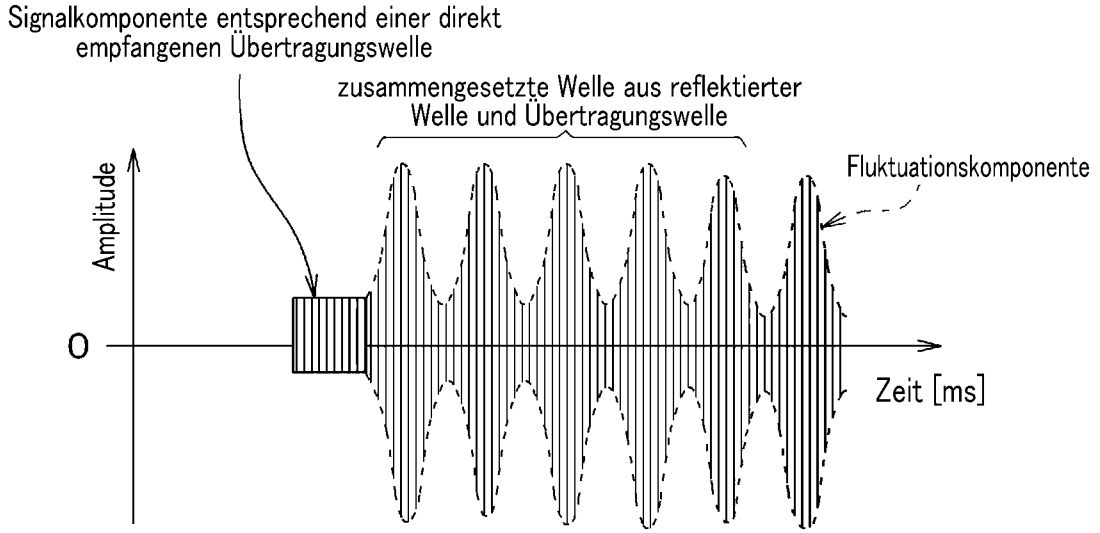

Signalkomponente entsprechend einer direkt empfangenen Übertragungswelle
zusammengesetzte Welle aus reflektierter Welle und Übertragungswelle
Fluktuationskomponente
Amplitude
0
Zeit [ms]

FIG.18

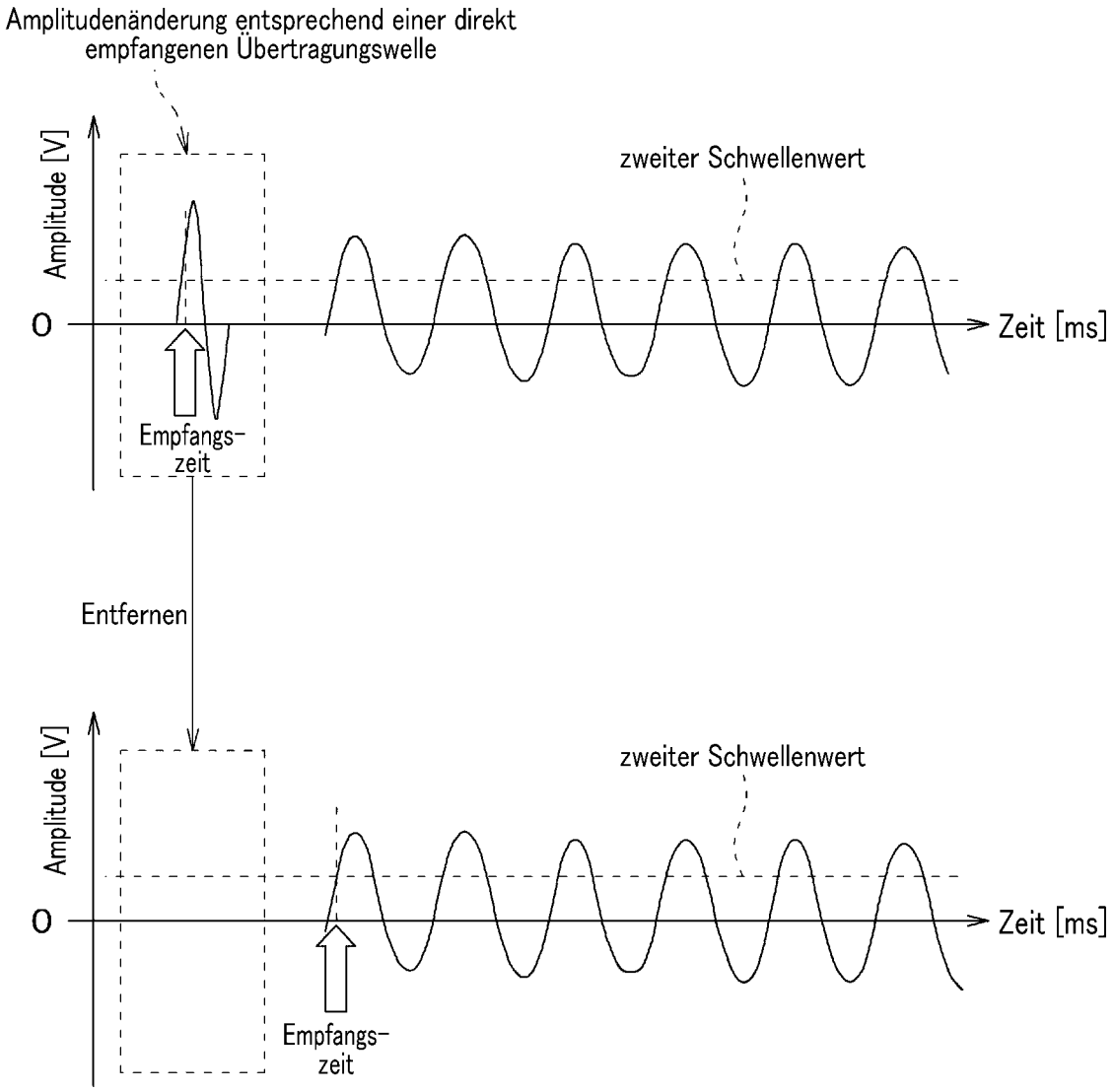

Amplitudenänderung entsprechend einer direkt empfangenen Übertragungswelle
Amplitude [V]
zweiter Schwellenwert
0
Zeit [ms]
Empfangs-zeit
Entfernen
Amplitude [V]
zweiter Schwellenwert
0
Zeit [ms]
Empfangs-zeit

FIG.19

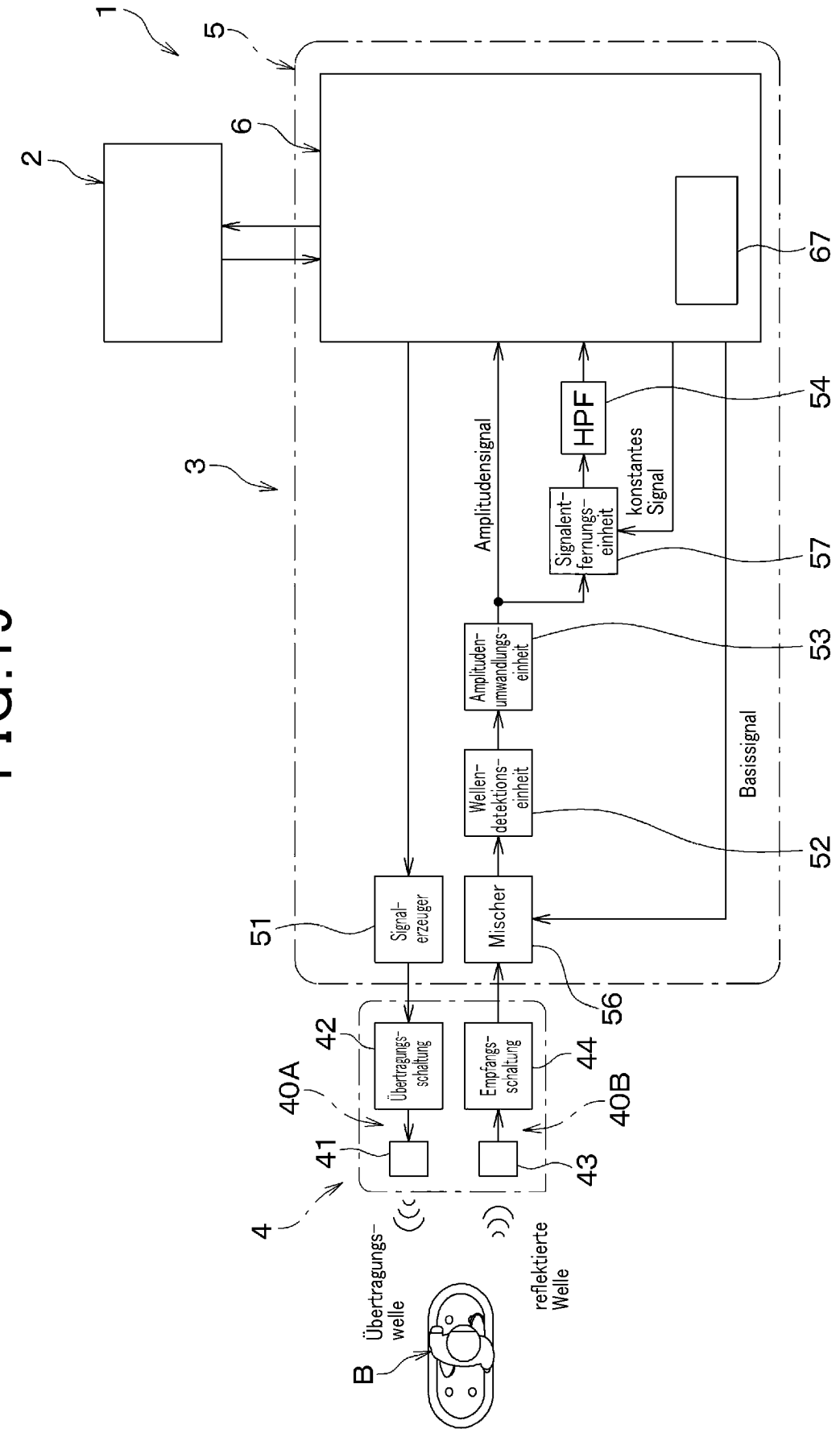

1
2
3
4
5
6
67
54
HPF
konstantes Signal
Signalent-fernungs-einheit
57
Amplitudensignal
53
Amplituden-umwandlungs-einheit
Wellen-detektions-einheit
52
Basissignal
51
Signal-erzeuger
Mischer
56
42
Übertragungs-schaltung
40A
41
44
Empfangs-schaltung
40B
43
Übertragungs-welle
reflektierte Welle
B

FIG.20

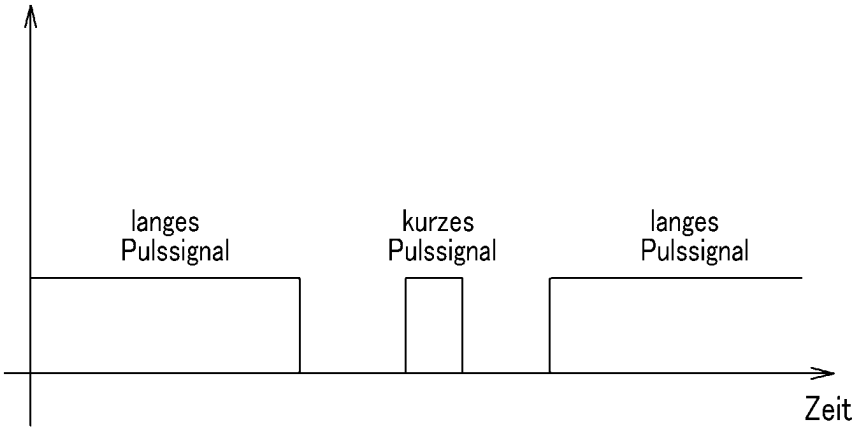


FIG.21

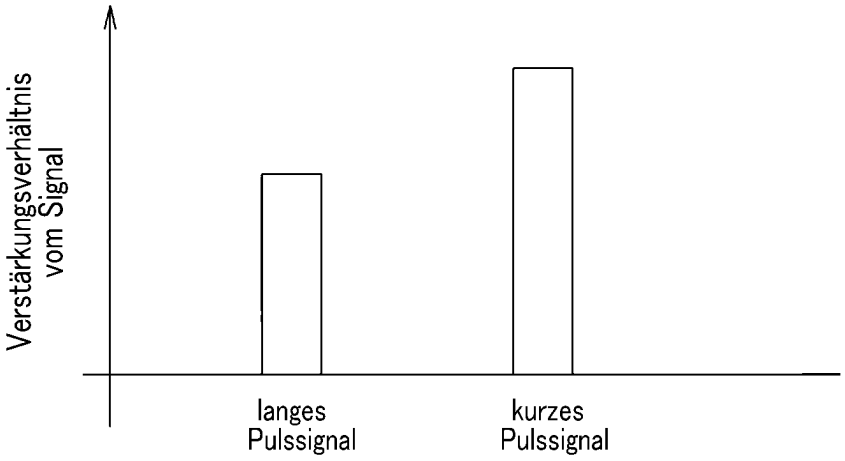


FIG.22

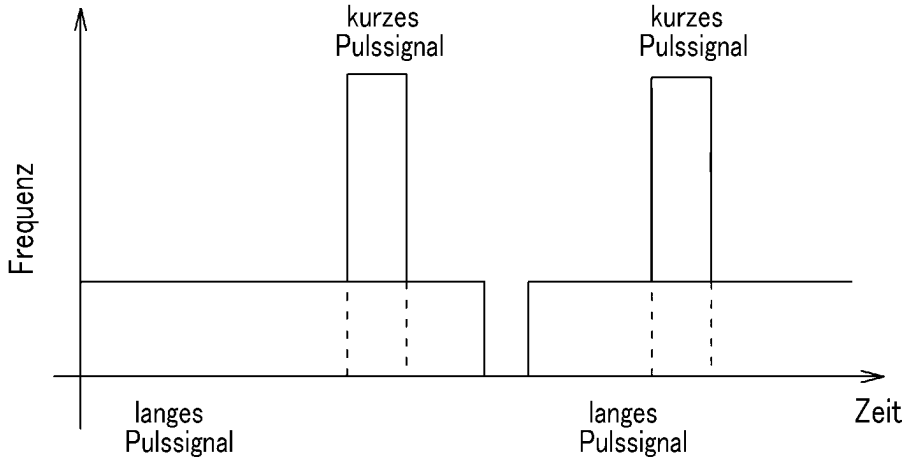


FIG.23

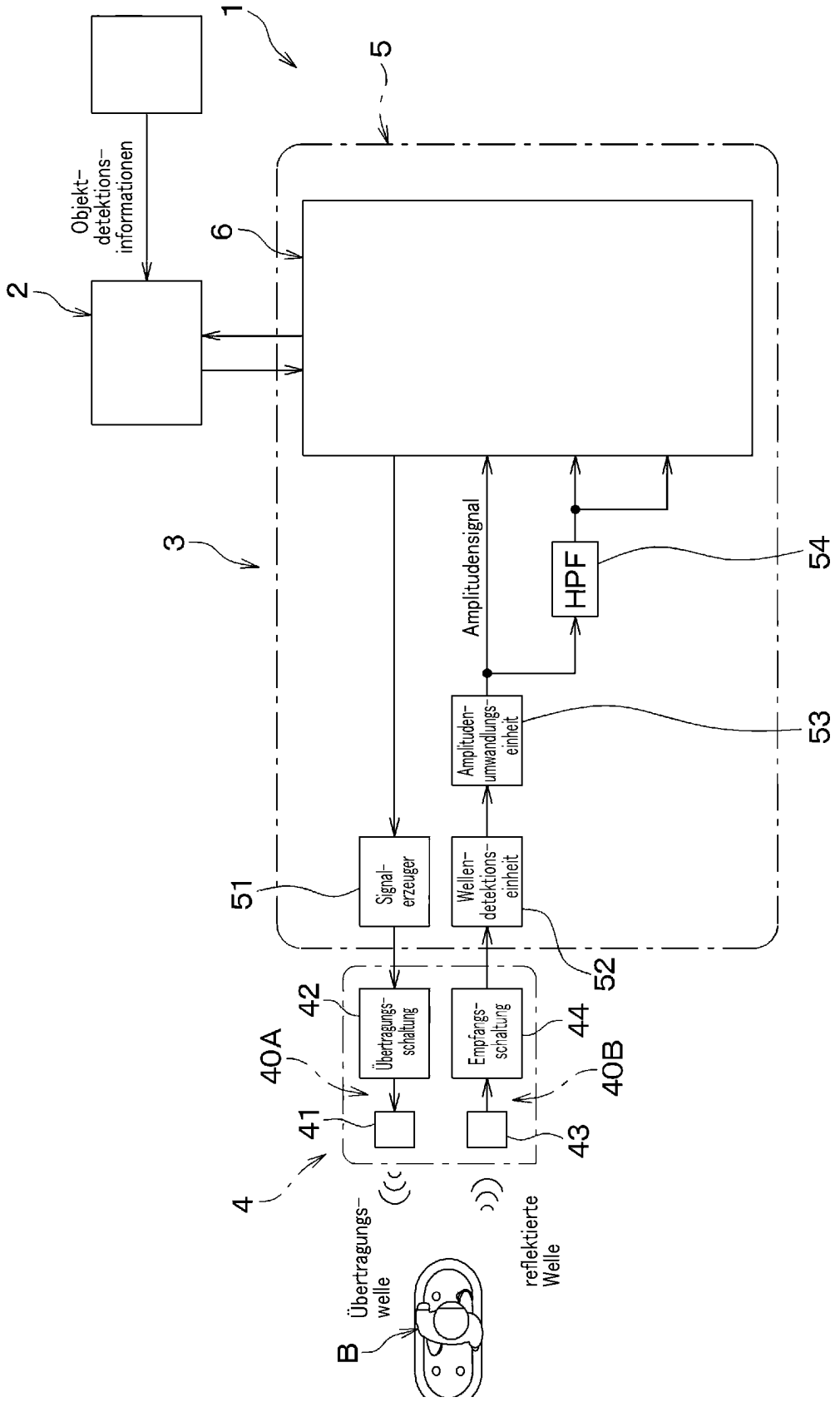
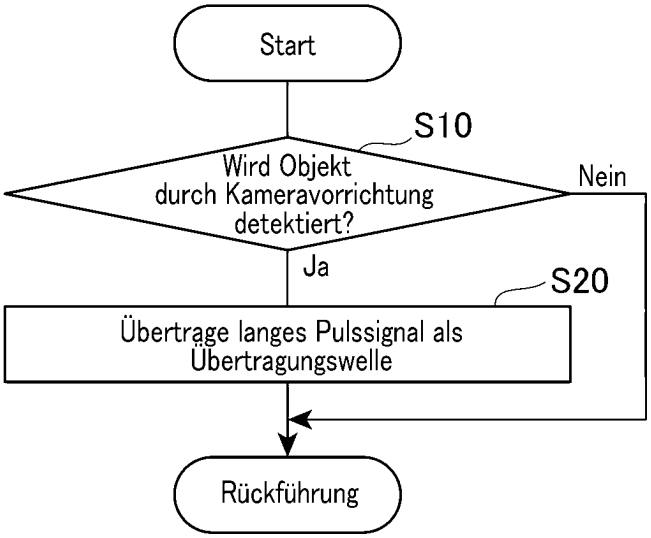

1
2
3
4
5
6
Objekt-detektions-informationen
Amplitudensignal
HPF
54
53
Amplituden-umwandlungs-einheit
51
Signal-erzeuger
Wellen-detektions-einheit
52
42
Übertragungs-schaltung
44
Empfangs-schaltung
40A
40B
41
43
Übertragungs-welle
reflektierte Welle
B

FIG.24



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.