



(10) **DE 11 2018 004 296 B4 2023.04.27**

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: 11 2018 004 296.0  
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP2018/034056  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2019/065282  
(86) PCT-Anmeldetag: 13.09.2018  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 04.04.2019  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 14.05.2020  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 27.04.2023

(51) Int Cl.: **G01S 15/10 (2006.01)**  
**G01S 7/524 (2006.01)**  
**G01S 7/526 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2017-188411** 28.09.2017 JP

(73) Patentinhaber:  
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

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

(72) Erfinder:  
**Suzuki, Yohei, Nisshin-city, Aichi-pref., JP;**  
**Harada, Taketo, Nisshin-city, Aichi-pref., JP;**  
**Matsuura, Mitsuyasu, Nisshin-city, Aichi-pref., JP;**  
**Aoyama, Tetsuya, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

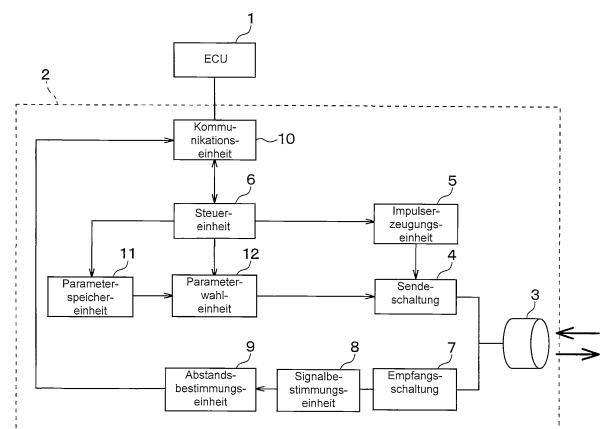
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>101 06 142</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2016 101 358</b>	<b>A1</b>
<b>JP</b>	<b>S61- 220 593</b>	<b>A</b>

### (54) Bezeichnung: **OBJEKTERFASSUNGSVORRICHTUNG**

(57) Hauptanspruch: Objekterfassungsvorrichtung, aufweisend:  
- eine Sendeeinheit (3, 4), die eine Ultraschallwelle als eine Suchwelle aussendet;  
- eine Empfangseinheit (3, 7), die eine Ultraschallwelle empfängt und ein Signal als ein Ausgangssignal ausgibt; und  
- eine Abstandserfassungseinheit (9), die einen Abstand zu einem Objekt auf der Grundlage des Ausgangssignals der Empfangseinheit erfasst, wenn sich eine Frequenz der von der Empfangseinheit empfangenen Ultraschallwelle in der gleichen Weise ändert wie eine Frequenz der Suchwelle, wobei  
- die Objekterfassungsvorrichtung ferner eine Sendeschalldruck-Anpassungseinheit (12) aufweist, die einen Schalldruck der Suchwelle derart anpasst, dass der Schalldruck der Suchwelle oder ein Schalldruck einer reflektierten Welle, die auf der Suchwelle basiert, innerhalb eines vorbestimmten Sendezielbereichs liegt,  
- die Sendeeinheit, als die Suchwelle, eine erste Suchwelle mit einer ersten Frequenz, die sich mit der Zeit mit einer ersten Rate ändert, und eine zweite Suchwelle mit einer zweiten Frequenz, die sich mit der Zeit mit einer zweiten Rate ändert, die sich von der ersten Rate der ersten Suchwelle unterscheidet, aussendet, und  
- die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit konfiguriert ist, um den Schalldruck von jeder der ersten und der zweiten

Suchwelle derart anzupassen, dass der Schalldruck der entsprechenden der ersten und der zweiten Suchwelle oder der Schalldruck der reflektierten Welle, die auf der entsprechenden der ersten und der zweiten Suchwelle basiert, innerhalb des Sendezielbereichs liegt, um so einen Unterschied in der Erfassungsleistung zwischen der ersten Suchwelle und der zweiten Suchwelle zu reduzieren, wobei der Unterschied in der Erfassungsleistung zwischen der ersten Suchwelle und der zweiten Suchwelle aus einer Frequenzcharakteristik der Sendeeinheit resultiert.



**Beschreibung**

[Technisches Gebiet]

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Objekterfassungsvorrichtung.

[Stand der Technik]

**[0002]** Bekannt ist eine Objekterfassungsvorrichtung, die Ultraschallwellen aussendet und reflektierte Wellen der gesendeten Ultraschallwellen empfängt, um ein Objekt zu erfassen, das die Ultraschallwellen reflektiert hat. Wenn eine solche Objekterfassungsvorrichtung an einem Fahrzeug oder dergleichen montiert wird, kann die Genauigkeit der Objekterfassung aufgrund von Interferenzen mit Ultraschallsignalen, die von anderen Fahrzeugen in der Umgebung ausgesendet werden, beeinträchtigt werden.

**[0003]** In diesem Zusammenhang schlägt beispielsweise die DE 101 06 142 A1 eine Objekterfassungsvorrichtung vor, die konfiguriert ist, um einen Sweep der Frequenz der Sendewelle vorzunehmen und zwischen reflektierten Wellen der von ihr selbst gesendeten Ultraschallwellen und von anderen Vorrichtungen erzeugten Ultraschallwellen zu unterscheiden, darauf basierend, ob die empfangene Welle ein Chirp-Signal enthält, dessen Frequenz sich auf die gleiche Weise wie die Sendewelle ändert.

**[0004]** Eine Objekterfassungsvorrichtung, die ein Chirp-Signal verwendet, kann beispielsweise mehrere Chirp-Signale verwenden, deren Frequenzen sich mit unterschiedlichen Raten ändern, um die Genauigkeit bei der Unterscheidung von Ultraschallwellen zu verbessern.

**[0005]** Ein Beispiel für den Ultraschall-Transceiver, der in einer solchen Vorrichtung verwendet wird, ist ein Resonanzmikrofon. Der Resonanzbereich eines Resonanzmikrofons ist jedoch schmal und variiert zudem von Vorrichtung zu Vorrichtung. Folglich kann der Schalldruck der Sendewelle für jedes Chirp-Signal unterschiedlich sein, und die Erfassungsleistung, wie beispielsweise die Erfassungstartdistanz, kann unterschiedlich sein.

**[0006]** Aus der JP S61- 220 593 A ist ferner ein Unterwasser-Schallwellensender bekannt, bei dem eine Erregerwicklung und eine Antriebswicklung zur Steuerung des Vormagnetisierungsfeldes auf einen Schwingungserzeuger gewickelt sind, der aus amorphem magnetostruktivem Material besteht. Gemäß der JP S61- 220 593 A wird ein bestimmtes Signal an die Erregerwicklung gegeben, eine Resonanzfrequenz variiert und eine in gleicher Weise variierende Frequenzmodulationswelle an die Antriebswicklung gegeben. Die DE 10 2016 101 358 A1 betrifft ein Verfahren zum Erfassen eines Objekts in einem Umge-

bungsbereich eines Kraftfahrzeugs, bei welchem ein Ultraschallsensor des Kraftfahrzeugs in einem ersten Betriebsmodus betrieben wird, wobei in dem ersten Betriebsmodus mittels des Ultraschallsensors ein erstes Ultraschallsignal ausgesendet wird und das Objekt anhand des von dem Objekt reflektierten ersten Ultraschallsignals erfasst wird, wobei zum Ausenden des ersten Ultraschallsignals eine Membran des Ultraschallsensors mit einer ersten Frequenz angeregt wird. Darüber hinaus betrifft die DE 10 2016 101 358 A1 ein Fahrerassistenzsystem für ein Kraftfahrzeug und ein Kraftfahrzeug mit einem derartigen Fahrerassistenzsystem.

**[0007]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Objekterfassungsvorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, die Variation in der Erfassungsleistung für jedes Chirp-Signal zu reduzieren.

**[0008]** Die Aufgabe wird durch eine Objekterfassungsvorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0009]** Um die obige Aufgabe zu lösen, weist eine Objekterfassungsvorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung auf: eine Sendeeinheit, die eine Ultraschallwelle als eine Suchwelle aussendet; eine Empfangseinheit, die eine Ultraschallwelle empfängt und ein Signal als ein Ausgangssignal ausgibt; und eine Abstandserfassungseinheit, die einen Abstand zu einem Objekt auf der Grundlage des Ausgangssignals der Empfangseinheit erfasst, wenn sich eine Frequenz der von der Empfangseinheit empfangenen Ultraschallwelle in der gleichen Weise wie eine Frequenz der Suchwelle ändert, wobei die Objekterfassungsvorrichtung ferner eine Sendeschalldruck-Anpassungseinheit aufweist, die einen Schalldruck der Suchwelle so anpasst, dass der Schalldruck der Suchwelle oder ein Schalldruck einer reflektierten Welle basierend auf der Suchwelle innerhalb eines vorbestimmten Sendezielbereichs liegt, wobei die Sendeeinheit, als die Suchwelle, eine erste Suchwelle mit einer ersten Frequenz, die sich mit der Zeit mit einer ersten Rate ändert, und eine zweite Suchwelle mit einer zweiten Frequenz, die sich mit der Zeit mit einer zweiten Rate ändert, die sich von der ersten Rate der ersten Suchwelle unterscheidet, sendet, und wobei die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit konfiguriert ist, um den Schalldruck von sowohl der ersten als auch der zweiten Suchwelle so anzupassen, dass der Schalldruck der entsprechenden der ersten und der zweiten Suchwelle oder der Schalldruck der reflektierten Welle basierend auf der entsprechenden der ersten und der zweiten Suchwelle innerhalb des Sendezielbereichs liegt, um so einen Unterschied in der Erfassungsleistung zwischen der ersten Suchwelle und der zweiten Suchwelle zu reduzieren, wobei der Unterschied in der Erfassungsleistung zwischen der

ersten Suchwelle und der zweiten Suchwelle aus einer Frequenzcharakteristik der Sendeeinheit resultiert.

**[0010]** Indem der Schalldruck von sowohl der ersten als auch der zweiten Suchwelle so angepasst wird, dass der Schalldruck der entsprechenden der ersten und der zweiten Suchwelle innerhalb des Sendezielbereichs liegt, kann die Schalldruckdifferenz zwischen der reflektierten Welle der ersten Suchwelle und der reflektierten Welle der zweiten Suchwelle reduziert werden. Daher kann der Unterschied in der Erfassungsleistung zwischen der Zeit, wenn die erste Suchwelle gesendet wird, und der Zeit, wenn die zweite Suchwelle gesendet wird, verringert werden.

**[0011]** Die Bezugszeichen in Klammern, die den Komponenten oder dergleichen angehängt sind, zeigen Beispiele für die Korrespondenz zwischen den Komponenten oder dergleichen und den spezifischen Komponenten, die in Bezug auf die nachfolgenden Ausführungsformen beschrieben sind.

#### Figurenliste

**Fig. 1** zeigt eine Abbildung einer Konfiguration einer Objekterfassungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform.

**Fig. 2** zeigt ein Diagramm zur Veranschaulichung der Eigenschaften eines Mikrofons.

**Fig. 3** zeigt ein Diagramm der Amplitude und Frequenz einer empfangenen Welle einschließlich eines Up-Chirp-Signals (positiver Chirp).

**Fig. 4** zeigt ein Diagramm der Amplitude und Frequenz einer empfangenen Welle einschließlich eines Down-Chirp-Signals (negativer Chirp).

**Fig. 5** zeigt eine Abbildung einer Konfiguration zur Veranschaulichung eines Zustands, in dem eine Anpassungsvorrichtung mit einem Ultraschallsensor verbunden ist.

**Fig. 6** zeigt ein Ablaufdiagramm des Prozesses zum Bestimmen eines Parameters zur Schalldruckanpassung.

**Fig. 7** zeigt eine Abbildung einer Konfiguration einer Objekterfassungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform.

**Fig. 8** zeigt ein Diagramm der Frequenz eines Impulssignals in der dritten Ausführungsform.

**Fig. 9** zeigt eine Abbildung einer Konfiguration einer Objekterfassungsvorrichtung und einer Anpassungsvorrichtung gemäß der vierten Ausführungsform.

**Fig. 10** zeigt ein Ablaufdiagramm des Prozesses zum Bestimmen des Empfindlichkeitskoeffizienten.

**Fig. 11** zeigt eine Abbildung einer Konfiguration eines modifizierten Beispiels der vierten Ausführungsform.

**Fig. 12** zeigt eine Abbildung einer Konfiguration einer Objekterfassungsvorrichtung gemäß der fünften Ausführungsform.

[Beschreibung der Ausführungsformen]

**[0012]** Nachstehend sind Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. In den folgenden Ausführungsformen sind gleiche oder äquivalente Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

(Erste Ausführungsform)

**[0013]** Nachstehend ist die erste Ausführungsform beschrieben. Die Objekterfassungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform ist eine sogenannte Ultraschall-Sonarvorrichtung, die konfiguriert ist, um beispielsweise das Vorhandensein von oder den Abstand zu einem Objekt in der Umgebung des Fahrzeugs zu erfassen. Wie in **Fig. 1** dargestellt, weist die Objekterfassungsvorrichtung eine ECU 1 und einen Ultraschallsensor 2 auf.

**[0014]** Der Ultraschallsensor 2 beinhaltet ein Mikrofon 3, eine Sendeschaltung 4, eine Impulserzeugungseinheit 5, eine Steuereinheit 6, eine Empfangsschaltung 7, eine Signalbestimmungseinheit 8, eine Abstandsbestimmungseinheit 9, eine Kommunikationseinheit 10, eine Parameterspeichereinheit 11 und eine Parameterwahleinheit 12. Die Parameterspeichereinheit 11 ist ein nichtflüchtiges, materielles Speichermedium.

**[0015]** Das Mikrofon 3 ist angeordnet, um der Außenoberfläche des Fahrzeugs zugewandt zu sein, und es sendet Ultraschallwellen als Suchwellen aus, um ein Objekt in Richtung Fahrzeugaußenseite zu erfassen. Insbesondere beinhaltet das Mikrofon 3 ein piezoelektrisches Element (nicht gezeigt) mit einer Konfiguration, in der ein piezoelektrischer Film zwischen zwei einander zugewandten Elektroden angeordnet ist. Die beiden Elektroden sind mit der Sendeschaltung 4 verbunden, und von der Sendeschaltung 4 wird eine Wechselspannung angelegt, so dass der piezoelektrische Film verformt und eine Ultraschallwelle vom Mikrofon 3 nach außen gesendet wird.

**[0016]** Die Sendeschaltung 4 ist konfiguriert, um eine D/A-Wandlung an dem Eingangssignal vorzunehmen und eine so erzeugte Spannung auszugeben. Die Sendeschaltung 4 ist mit der Impulserzeu-

gungseinheit 5 verbunden, die Impulssignale erzeugt. Die Sendeschaltung 4 nimmt eine D/A-Wandlung an dem von der Impulserzeugungseinheit 5 eingegebenen Impulssignal vor und legt die erzeugte Wechselspannung an das Mikrofon 3.

**[0017]** Das Mikrofon 3 und die Sendeschaltung 4 sind, wie vorstehend beschrieben, konfiguriert, um das von der Impulserzeugungseinheit 5 erzeugte Impulssignal in eine Ultraschallwelle zu wandeln und die gewandelte Ultraschallwelle auszusenden, wobei das Mikrofon 3 und die Sendeschaltung 4 einer Sendeeinheit entsprechen.

**[0018]** Die Amplitude der von der Sendeschaltung 4 ausgegebenen Wechselspannung ändert sich in Übereinstimmung mit einem von außen eingegebenen Signal, und je größer das Eingangssignal, desto größer ist die Amplitude der Wechselspannung. In der vorliegenden Ausführungsform ändert sich die Amplitude der Wechselspannung in Abhängigkeit des von der Parameterwahleinheit 12 an die Sendeschaltung 4 gegebenen Stromwertes.

**[0019]** Es ist zu beachten, dass das Mikrofon 3, die Sendeschaltung 4, die Impulserzeugungseinheit 5 und die Steuereinheit 6 so konfiguriert sind, dass eine Suchwelle mit einem Chirp-Signal, dessen Frequenz sich mit der Zeit ändert, vom Mikrofon 3 ausgesendet wird. Außerdem sind sie so konfiguriert, dass Suchwellen mit mehreren Mustern einschließlich verschiedener Arten von Chirp-Signalen vom Mikrofon 3 ausgesendet werden und die Muster der Suchwellen durch einen Sendebefehl bestimmt werden, der von der Steuereinheit 6 an die Impulserzeugungseinheit 5 gegeben wird. In der vorliegenden Ausführungsform sendet das Mikrofon 3 eine erste Suchwelle mit einer ersten Frequenz, die sich mit der Zeit mit einer ersten Rate ändert, und eine zweite Suchwelle mit einer zweiten Frequenz, die sich mit der Zeit mit einer zweiten Rate ändert, die sich von der ersten Rate der ersten Suchwelle unterscheidet.

**[0020]** Insbesondere wenn ein Sendebefehl ersten Musters von der Steuereinheit 6 an die Impulserzeugungseinheit 5 gegeben wird, erzeugt die Impulserzeugungseinheit 5 ein Impulssignal, dessen Frequenz mit der Zeit zunimmt. Dies führt dazu, dass eine erste Suchwelle mit einem Up-Chirp-Signal, dessen Frequenz mit der Zeit zunimmt, vom Mikrofon 3 ausgesendet wird.

**[0021]** Wenn ein Sendebefehl zweiten Musters von der Steuereinheit 6 an die Impulserzeugungseinheit 5 gegeben wird, erzeugt die Impulserzeugungseinheit 5 ein Impulssignal, dessen Frequenz mit der Zeit abnimmt. Dies führt dazu, dass eine zweite Suchwelle mit einem Down-Chirp-Signal, dessen Frequenz mit der Zeit abnimmt, vom Mikrofon 3 ausgesendet wird.

**[0022]** Das Mikrofon 3 ist konfiguriert, um Ultraschallwellen zu senden, Ultraschallwellen zu empfangen und eine Spannung entsprechend dem Schalldruck der empfangenen Ultraschallwelle auszugeben. Insbesondere sind die beiden Elektroden des piezoelektrischen Elements des Mikrofons 3 ebenso mit der Empfangsschaltung 7 verbunden, und die Spannung zwischen den beiden Elektroden, die erzeugt wird, wenn die Ultraschallwelle empfangen wird und sich der piezoelektrische Film verformt, wird an die Empfangsschaltung 7 gegeben.

**[0023]** Die Empfangsschaltung 7 nimmt eine A/D-Wandlung an der vom Mikrofon 3 eingegebenen Spannung vor. Die Empfangsschaltung 7 erfasst die Frequenz und Amplitude der empfangenen Welle per Quadratur-Demodulation unter Verwendung des durch die A/D-Wandlung erzeugten Signals und sendet die Frequenzinformation und Amplitudeninformation an die Signalbestimmungseinheit 8.

**[0024]** Das Mikrofon 3 und die Empfangsschaltung 7 sind, wie vorstehend beschrieben, konfiguriert, um eine Ultraschallwelle zu empfangen und ein Signal entsprechend der empfangenen Ultraschallwelle auszugeben, wobei sie einer Empfangseinheit entsprechen.

**[0025]** Die Signalbestimmungseinheit 8 bestimmt, ob oder nicht die vom Mikrofon 3 empfangene Ultraschallwelle eine reflektierte Welle der vom Mikrofon 3 gesendeten Suchwelle ist. Insbesondere erfasst die Signalbestimmungseinheit 8 ein Chirp-Signal, das in der vom Mikrofon 3 empfangenen Ultraschallwelle enthalten ist, auf der Grundlage der von der Empfangsschaltung 7 gesendeten Frequenzinformation. Wenn das Mikrofon 3 die erste Suchwelle sendet, bestimmt die Signalbestimmungseinheit 8, dass die empfangene Welle eine reflektierte Welle der vom Mikrofon 3 gesendeten Suchwelle ist, wenn das erfasste Chirp-Signal ein Up-Chirp-Signal ist. Wenn das Mikrofon 3 die zweite Suchwelle sendet, bestimmt die Signalbestimmungseinheit 8, dass die empfangene Welle eine reflektierte Welle der vom Mikrofon 3 gesendeten Suchwelle ist, wenn das erfasste Chirp-Signal ein Down-Chirp-Signal ist.

**[0026]** Folglich bestimmt die Signalbestimmungseinheit 8, dass die vom Mikrofon 3 empfangene Ultraschallwelle die reflektierte Welle der vom Mikrofon 3 gesendeten Suchwelle ist, wenn sich die Frequenz der empfangenen Welle in der gleichen Weise wie die Frequenz der Suchwelle ändert. Die Signalbestimmungseinheit 8 sendet das Bestimmungsergebnis sowie die Amplitudeninformation, die von der Empfangsschaltung 7 gesendet wird, an die Abstandsbestimmungseinheit 9.

**[0027]** Die Abstandsbestimmungseinheit 9 berechnet den Abstand zum Objekt außerhalb des Fahr-

zeugs auf der Grundlage der Zeit von dem Senden der Suchwelle bis zum Empfang der reflektierten Welle der Suchwelle durch das Mikrofon 3 und bestimmt anschließend, ob der berechnete Abstand kleiner oder gleich einem vorbestimmten Schwellenwert ist. Insbesondere berechnet die Abstandsbestimmungseinheit 9 den Abstand zum Objekt auf der Grundlage der Zeit von dem Senden der Suchwelle vom Mikrofon 3 bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Amplitude der von der Empfangsschaltung 7 erfassenen empfangenen Welle einen Wert von größer oder gleich einem vorbestimmten Wert annimmt. Die Abstandsbestimmungseinheit 9 entspricht der Abstandserfassungseinheit.

**[0028]** Es ist zu beachten, dass die Abstandsbestimmungseinheit 9 den Abstand zum Objekt berechnet und bestimmt, ob der berechnete Abstand kleiner oder gleich einem vorbestimmten Schwellenwert ist, nur wenn die Signalbestimmungseinheit 8 bestimmt, dass die vom Mikrofon 3 empfangene Ultraschallwelle eine reflektierte Welle der vom Mikrofon 3 gesendeten Suchwelle ist. Die Abstandsbestimmungseinheit 9 sendet das Bestimmungsergebnis an die Kommunikationseinheit 10.

**[0029]** Die Kommunikationseinheit 10 kommuniziert mit der ECU 1. Das Bestimmungsergebnis der Abstandsbestimmungseinheit 9 wird über die Kommunikationseinheit 10 an die ECU 1 gesendet. Wenn die Abstandsbestimmungseinheit 9 bestimmt hat, dass der Abstand zum Objekt kleiner oder gleich dem vorbestimmten Schwellenwert ist, benachrichtigt die mit der ECU 1 verbundene Benachrichtigungseinheit, die durch einen Monitor, einen Summer oder dergleichen (nicht gezeigt) konfiguriert ist, den Fahrer, dass ein Objekt in einem Abstand vorhanden ist, der geringer als ein vorbestimmter Abstand ist.

**[0030]** Die Steuereinheit 6, die Abstandsbestimmungseinheit 9 und dergleichen sind durch einen Mikrocomputer bekannter Bauart gebildet, der eine CPU, ein ROM, ein RAM, eine E/A und dergleichen aufweist, und führen eine Verarbeitung wie verschiedene Berechnungen gemäß im ROM oder dergleichen gespeicherten Programmen aus. Das ROM und das RAM sind nichtflüchtige materielle Speichermedien.

**[0031]** Nachstehend ist der Betrieb der Objekterfassungsvorrichtung beschrieben. Die Steuereinheit 6 der Objekterfassungsvorrichtung sendet einen Wellensendebefehl an die Impulserzeugungseinheit 5 in Übereinstimmung mit einem von der ECU 1 über die Kommunikationseinheit 10 gesendeten Befehl, und die Impulserzeugungseinheit 5 beginnt mit der Erzeugung eines Impulssignals. Wenn das von der Impulserzeugungseinheit 5 erzeugte Impulssignal durch die Sendeschaltung 4 D/A-gewandelt wird

und eine Wechselspannung von der Sendeschaltung 4 an das Mikrofon 3 gelegt wird, wird vom Mikrofon 3 eine Ultraschallwelle als Suchwelle ausgesendet. Zu dieser Zeit ändert die Impulserzeugungseinheit 5 die Frequenz des erzeugten Impulssignals in Abhängigkeit von der Zeit in Übereinstimmung mit dem Sendebefehl von der Steuereinheit 6. Die erste Suchwelle oder die zweite Suchwelle wird so vom Mikrofon 3 ausgesendet.

**[0032]** Wenn die Suchwelle von einem Objekt außerhalb des Fahrzeugs reflektiert wird und das Mikrofon 3 die reflektierte Welle der Suchwelle empfängt, ändert sich die Spannung zwischen den beiden Elektroden des piezoelektrischen Elements im Mikrofon 3. Diese Spannung wird an die Empfangsschaltung 7 gegeben. Die Empfangsschaltung 7 nimmt eine A/D-Wandlung an der Eingangsspannung vor, woraufhin eine orthogonale Demodulation unter Verwendung des durch die A/D-Wandlung erzeugten Signals vorgenommen wird, um die Frequenz und die Amplitude der empfangenen Welle zu erfassen.

**[0033]** Die Signalbestimmungseinheit 8 erfasst die Änderung in der Frequenz der empfangenen Welle aus der von der Empfangsschaltung 7 erfassten Frequenz und bestimmt, ob oder nicht sich die Frequenz der empfangenen Welle in der gleichen Weise ändert wie das von der Impulserzeugungseinheit 5 erzeugte Impulssignal. Das heißt, wenn das Mikrofon 3 die erste Suchwelle sendet, wird bestimmt, ob oder nicht die empfangene Welle ein Up-Chirp-Signal enthält, dessen Frequenz mit der Zeit zunimmt. Wenn das Mikrofon 3 die zweite Suchwelle sendet, wird bestimmt, ob oder nicht die empfangene Welle ein Down-Chirp-Signal enthält, dessen Frequenz mit der Zeit abnimmt.

**[0034]** Die vom Mikrofon 3 empfangene Ultraschallwelle kann beispielsweise eine von einem anderen Fahrzeug gesendete Ultraschallwelle umfassen, die nicht die reflektierte Welle der vom Mikrofon 3 gesendeten Suchwelle ist. Da die Frequenz der Suchwelle jedoch auf die oben beschriebenen Weise charakterisiert wird und die Änderung in der Frequenz der empfangenen Welle und die Änderung in der Frequenz der Suchwelle verglichen werden, um zu bestimmen, ob oder nicht die empfangene Welle eine reflektierte Welle der vom Mikrofon 3 gesendeten Suchwelle ist, können Interferenzen vermieden und die Genauigkeit der Objekterfassung verbessert werden.

**[0035]** Wenn von der Signalbestimmungseinheit 8 bestimmt wird, dass sich die Frequenz der empfangenen Welle in der gleichen Weise ändert wie das von der Impulserzeugungseinheit 5 erzeugte Impulssignal, berechnet die Abstandsbestimmungseinheit 9 den Abstand zu dem Objekt außerhalb des Fahr-

zeugs, das die Suchwelle reflektiert hat. Die Abstandsbestimmungseinheit 9 berechnet den Abstand zum Objekt auf der Grundlage der Zeit, die von dem Senden der Suchwelle vom Mikrofon 3 verstreicht, bis die Amplitude der empfangenen Welle größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ist, bestimmt anschließend, ob der berechnete Abstand kleiner oder gleich einem vorbestimmten Schwellenwert ist, und sendet das Bestimmungsergebnis an die Kommunikationseinheit 10.

**[0036]** Wenn die Abstandsbestimmungseinheit 9 bestimmt, dass der Abstand zum Objekt kleiner oder gleich dem vorbestimmten Schwellenwert ist, gibt die ECU 1 einen Befehl an die Benachrichtigungseinheit (nicht gezeigt), um den Fahrer zu benachrichtigen.

**[0037]** Wie in **Fig. 2** gezeigt, ändern sich der Schalldruck der Sendewelle des Mikrofons 3 und die Empfangsempfindlichkeit in Abhängigkeit von den Frequenzen der Sendewelle bzw. der empfangenen Welle. Sie weisen einen Peak- bzw. Spitzenwert bei der Resonanzfrequenz des Mikrofons 3 auf und nehmen mit zunehmender Differenz zur Resonanzfrequenz ab.

**[0038]** Solche Frequenzeigenschaften des Sendeschalldrucks und der Empfangsempfindlichkeit variieren aufgrund der individuellen Unterschiede der Mikrofone 3. Das heißt, in Bezug auf die entworfenen Frequenzeigenschaften, die durch die durchgezogene Linie gezeigt sind, können die Eigenschaften, wie durch die gestrichelte Linie gezeigt, zur Niedrfrequenzseite verschoben werden, oder, wie durch die Strichpunktlinie gezeigt, zur Hochfrequenzseite verschoben werden.

**[0039]** So wird beispielsweise im Ultraschallsensor 2 einschließlich des Mikrofons 3 mit den durch die Strichpunktlinie gezeigten Eigenschaften ein Chirp-Signal erzeugt, indem ein Sweep der Frequenz des Impulssignals in einem Frequenzband vorgenommen wird, dessen Zentrum auf der entworfenen Resonanzfrequenz liegt, wobei die Amplitude und die Frequenz der empfangenen Welle wie in den **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt wären.

**[0040]** Das heißt, in Bezug auf das Up-Chirp-Signal wird, da das Sweepen von einer Frequenz aus gestartet wird, die weit von der Resonanzfrequenz entfernt liegt, der Sendeschalldruck reduziert. Demgegenüber wird, in Bezug auf das Down-Chirp-Signal, da das Sweepen von einer Frequenz aus gestartet wird, die nahe der Resonanzfrequenz liegt, der Sendeschalldruck erhöht.

**[0041]** In dieser Ausführungsform wird, um solch eine Variation der Eigenschaften zu reduzieren, die Amplitude der von der Sendeschaltung 4 ausgege-

benen Wechselspannung für jedes Chirp-Signal so angepasst, dass der Schalldruck der vom Mikrofon 3 ausgesendeten Ultraschallwelle in einem vorbestimmten Bereich liegt.

**[0042]** Insbesondere speichert die Parameterspeichereinheit 11 einen Parameter zum Anpassen des Schalldrucks, so dass der Schalldruck der Suchwelle in einem vorbestimmten Bereich liegt, falls das Mikrofon 3 die erste Suchwelle als die Suchwelle aussendet. Dieser vorbestimmte Bereich ist als ein Sendezielbereich bezeichnet. Wenn die Steuereinheit 6 das Senden der ersten Suchwelle anweist, wählt die Parameterwahlseinheit 12 diesen Parameter aus und sendet ihn an die Sendeschaltung 4. Als Ergebnis wird die Amplitude der von der Sendeschaltung 4 erzeugten Wechselspannung so angepasst, dass die Amplitude der vom Mikrofon 3 gesendeten ersten Suchwelle im Sendezielbereich liegt.

**[0043]** Die Parameterspeichereinheit 11 speichert ferner einen Parameter zum Anpassen des Schalldrucks, so dass der Schalldruck der Suchwelle im Sendezielbereich liegt, falls das Mikrofon 3 die zweite Suchwelle als die Suchwelle aussendet. Wenn die Steuereinheit 6 das Senden der zweiten Suchwelle anweist, wählt die Parameterwahlseinheit 12 diesen Parameter aus und sendet ihn an die Sendeschaltung 4. Als Ergebnis wird die Amplitude der von der Sendeschaltung 4 erzeugten Wechselspannung so angepasst, dass die Amplitude der vom Mikrofon 3 gesendeten zweiten Suchwelle im Sendezielbereich liegt.

**[0044]** Die Parameterwahlseinheit 12 ist folglich konfiguriert, um den Schalldruck der ersten Suchwelle und den Schalldruck der zweiten Suchwelle jeweils so anzupassen, dass sie im Sendezielbereich liegen, und entspricht einer Sendeschalldruck-Anpassungseinheit. Die Parameterspeichereinheit 11 ist konfiguriert, um einen Parameter zum Anpassen des Schalldrucks der Suchwelle zu speichern, und entspricht einer Sendeparameterspeichereinheit.

**[0045]** In dieser Ausführungsform wird der Wert des Ansteuerstroms der Sendeschaltung 4 als der Parameter zum Anpassen des Schalldrucks der Suchwelle verwendet, und die Amplitude der von der Sendeschaltung 4 erzeugten Wechselspannung ändert sich in Abhängigkeit von dem von der Parameterwahlseinheit 12 eingegebenen Stromwert. Es ist jedoch ebenso möglich, den Wert der Ansteuerspannung des Sendeschaltung 4 als den Parameter zum Anpassen des Schalldrucks zu verwenden, und die Amplitude der vom Sendeschaltung 4 erzeugten Wechselspannung kann sich in Abhängigkeit von dem von der Parameterwahlseinheit 12 eingegebenen Spannungswert ändern.

**[0046]** Die Parameterspeichereinheit 11 kann sich außerhalb des Ultraschallsensors 2 befinden, z.B. in der ECU 1, oder die Parameterspeichereinheit 11 kann sich innerhalb des Ultraschallsensors 2 befinden, um die Parameteranpassung per Software auszuführen.

**[0047]** Beispielsweise werden die Parameter zur Schalldruckanpassung der ersten und der zweiten Suchwelle vor einer Auslieferung des Ultraschallsensors 2 bestimmt bzw. eingestellt und in der Parameterspeichereinheit 11 gespeichert. Nachstehend ist das Verfahren zum Bestimmen bzw. Einstellen der Parameter zur Schalldruckanpassung unter Bezugnahme auf die **Fig. 5** und **Fig. 6** beschrieben.

**[0048]** Wie in **Fig. 5** gezeigt, werden die Parameter zur Schalldruckanpassung durch Verbinden einer Anpassungsvorrichtung 13 mit dem Ultraschallsensor 2 bestimmt. In **Fig. 5** sind die Empfangsschaltung 7, die Signalbestimmungseinheit 8 und die Abstandsbestimmungseinheit 9 nicht gezeigt.

**[0049]** Die Anpassungsvorrichtung 13 beinhaltet eine Empfangsschaltung 14, eine Signalbestimmungseinheit 15, eine Amplitudenbestimmungseinheit 16, eine Steuereinheit 17 und eine Kommunikationseinheit 18. Ferner wird ein Messmikrofon 19 mit der gleichen Konfiguration wie das Mikrofon 3 mit der Anpassungsvorrichtung 13 verbunden. Das Messmikrofon 19 wird angeordnet, um die vom Mikrofon 3 gesendete Ultraschallwelle zu empfangen. Wenn das Messmikrofon 19 die Ultraschallwelle empfängt, wird vom Messmikrofon 19 eine dem Schalldruck der empfangenen Welle entsprechende Spannung an die Empfangsschaltung 14 gegeben.

**[0050]** Die Empfangsschaltung 14 weist die gleiche Konfiguration wie die Empfangsschaltung 7 des Ultraschallsensors 2 auf und erfasst die Frequenz und die Amplitude der vom Messmikrofon 19 empfangenen Ultraschallwelle. Die Signalbestimmungseinheit 15 erfasst die Änderung in der Frequenz der empfangenen Welle auf der Grundlage der von der Empfangsschaltung 14 erfassten Frequenz, um das in der empfangenen Welle enthaltene Chirp-Signal zu erfassen. Die Amplitudenbestimmungseinheit 16 bestimmt, ob die von der Empfangsschaltung 14 erfasste Amplitude in einem vorbestimmten Bereich liegt.

**[0051]** Die Steuereinheit 17 bestimmt den Korrekturwert für das an die Sendeschaltung 4 gegebene Signal für jedes Chirp-Signal auf der Grundlage der Bestimmungsergebnisse der Signalbestimmungseinheit 15 und der Amplitudenbestimmungseinheit 16 und sendet das Ergebnis über die Kommunikationseinheit 18 an den Ultraschallsensor 2. Die Steuereinheit 17 korrigiert den an die Sendeschal-

tung 4 gegebenen Stromwert für jedes Chirp-Signal in den Schritten S11 bis S17 gemäß **Fig. 6**.

**[0052]** In Schritt S11 sendet die Steuereinheit 17 einen Wellensendebefehl über die Kommunikationseinheit 18 und die Kommunikationseinheit 10 an die Steuereinheit 6 des Ultraschallsensors 2. Anschließend wird ein Wellensendebefehl von der Steuereinheit 6 an die Impulserzeugungseinheit 5 gegeben, und die Impulserzeugungseinheit 5 erzeugt ein Impulssignal mit einem von der Steuereinheit 6 bestimmten Muster. Hierauf folgend wird die erste Suchwelle oder die zweite Suchwelle vom Mikrofon 3 ausgesendet, und das Messmikrofon 19 empfängt die ausgesendete Suchwelle.

**[0053]** Die Verarbeitung schreitet von Schritt S11 zu Schritt S12 voran, und die Steuereinheit 17 bestimmt in den Schritten S12 und S13, ob die Differenz zwischen dem Messwert des Schalldrucks der empfangenen Welle und dem Sollwert 0 ist. Der Sollwert wird in Übereinstimmung mit dem gewünschten Schalldruck der vom Mikrofon 3 gesendeten Ultraschallwelle bestimmt.

**[0054]** In Schritt S12 erfasst die Steuereinheit 17 Information über das Chirp-Signal und den Schalldruck der vom Messmikrofon 19 empfangenen Ultraschallwelle. Insbesondere wird, wenn das Messmikrofon 19 eine Suchwelle vom Mikrofon 3 empfängt, eine Spannung vom Messmikrofon 19 an die Empfangsschaltung 14 gegeben. Die Empfangsschaltung 14 nimmt eine A/D-Wandlung an der Eingangsspannung vor und führt anschließend eine Quadratur-Demodulation aus und sendet die so gewonnene Frequenzinformation und Amplitudeninformation an die Signalbestimmungseinheit 15 bzw. die Amplitudenbestimmungseinheit 16. Die Signalbestimmungseinheit 15 bestimmt das Chirp-Signal der empfangenen Welle auf der Grundlage der von der Empfangsschaltung 14 gesendeten Frequenzinformation und sendet das Bestimmungsergebnis an die Steuereinheit 17. Die Amplitudenbestimmungseinheit 16 bestimmt auf der Grundlage der von der Empfangsschaltung 14 gesendeten Amplitudeninformation, ob der Messwert des Schalldrucks der empfangenen Welle gleich dem Sollwert, größer als der Sollwert oder kleiner als der Sollwert ist, und sendet das Bestimmungsergebnis an die Steuereinheit 17.

**[0055]** In Schritt S13 bestimmt die Steuereinheit 17 auf der Grundlage des von der Amplitudenbestimmungseinheit 16 gesendeten Bestimmungsergebnisses, ob oder nicht die Differenz zwischen dem Messwert des Schalldrucks der empfangenen Welle und dem Sollwert 0 ist.

**[0056]** Es ist zu beachten, dass der Sollwert in diesem Beispiel ein Bereich von Werten ist. Das heißt, in Schritt S12 bestimmt die Amplitudenbestimmungs-

einheit 16, ob oder nicht der Messwert im Sendezielbereich liegt. Wenn der Messwert (gemessene Wert) im Sendezielbereich liegt, wird bestimmt, dass „Messwert - Sollwert = 0“ ist. Es ist zu beachten, dass es wünschenswert ist, dass der Schalldruck der Suchwelle innerhalb des Bereichs von  $\pm 2$  dB vom gewünschten Schalldruck liegt. Das heißt, es ist wünschenswert, dass der Sendezielbereich ein Bereich ist, dessen Zentrum der gewünschte Schalldruck ist, und der Sendezielbereich einen Höchstwert und einen Tiefstwert mit einer Differenz dazwischen aufweist, wobei die Differenz kleiner oder gleich 4 dB eingestellt wird. Ferner ist es wünschenswert, dass der Schalldruck der Suchwelle im Bereich von  $\pm 0,5$  dB vom gewünschten Schalldruck liegt.

**[0057]** Der Messwert kann z.B. der Spitzenwert der Schalldruckamplitude sein. Durch Vergleichen des Spitzenwertes der Schalldruckamplitude mit dem Sollwert und Ausführen der Verarbeitung der Schritte S16 und S17 in Übereinstimmung mit dem Vergleichsergebnis würde der Spitzenwert des Schalldrucks der Suchwelle in den Sendezielbereich fallen. Es ist ferner möglich, den Betrag der Schalldruckamplitude der empfangenen Welle bei einer vorbestimmten Frequenz mit dem Sollwert zu vergleichen. Für den Fall, dass der Betrag der Schalldruckamplitude bei einer vorbestimmten Frequenz mit dem Sollwert verglichen wird, kann z.B. die Schalldruckamplitude der vom Messmikrofon 19 empfangenen Ultraschallwelle bei den Frequenzen vom Beginn bis zum Ende des Sweepens des vom Impulsgenerator 5 erzeugten Impulssignals im Sendezielbereich liegen.

**[0058]** Gemäß dem Verfahren zum Vergleichen des Spitzenwertes mit dem Sollwert kann die Anpassungsvorrichtung 13 eine einfache Konfiguration aufweisen. Demgegenüber kann der Schalldruck gemäß dem Verfahren zum Vergleichen des Betrags der Schalldruckamplitude bei einer vorbestimmten Frequenz mit dem Sollwert mit hoher Genauigkeit angepasst werden.

**[0059]** Wenn in Schritt S13 bestimmt wird, dass „Messwert - Sollwert = 0“ ist, schreitet die Verarbeitung zu Schritt S14 voran, und die Steuereinheit 17 zeichnet den von der Parameterwahleinheit 12 an die Sendeschaltung 4 in Schritt S11 gegebenen Schaldruckanpassungsparameter auf. Insbesondere wird ein Befehl zum Aufzeichnen des Wertes des Ansteuerstroms der Sendeschaltung 4 von der Steuereinheit 17 über die Kommunikationseinheit 18 und die Kommunikationseinheit 10 an die Steuereinheit 6 gegeben, so dass die Steuereinheit 6 den Ansteuerstromwert der Sendeschaltung 4 in der Parameterspeichereinheit 11 speichert.

**[0060]** Wenn in Schritt S13 bestimmt wird, dass „Messwert - Sollwert = 0“ nicht erfüllt ist, schreitet

die Verarbeitung zu Schritt S15 voran, und die Steuereinheit 17 bestimmt auf der Grundlage des von der Amplitudenbestimmungseinheit 16 in Schritt S12 gesendeten Bestimmungsergebnisses, ob „Messwert - Sollwert > 0“ erfüllt ist.

**[0061]** Wenn in Schritt S15 bestimmt wird, dass „Messwert - Sollwert > 0“ ist, schreitet die Steuereinheit 17 zu Schritt S16 voran. In Schritt S16 bestimmt die Steuereinheit 17 einen Korrekturwert derart, dass der an die Sendeschaltung 4 gegebene Ansteuerstromwert abnimmt, und sendet den Korrekturwert an den Ultraschallsensor 2. Wenn der Messwert des Schalldrucks demgegenüber kleiner als der Sollwert ist und in Schritt S15 bestimmt wird, dass „Messwert - Sollwert > 0“ nicht erfüllt ist, schreitet die Verarbeitung zu Schritt S17 voran, und die Steuereinheit 17 bestimmt den Korrekturwert derart, dass der an die Sendeschaltung 4 gegebene Ansteuerstromwert zunimmt.

**[0062]** Es ist zu beachten, dass die Steuereinheit 17 in Schritt S16 und Schritt S17 einen der Ansteuerstromwerte für die erste Suchwelle und die zweite Suchwelle in Übereinstimmung mit dem von der Signalbestimmungseinheit 15 in Schritt S12 gesendeten Bestimmungsergebnis wählt und den Korrekturwert einstellt bzw. bestimmt.

**[0063]** Der bestimmte Korrekturwert wird über die Kommunikationseinheit 18 und die Kommunikationseinheit 10 an die Steuereinheit 6 gesendet, und die Steuereinheit 6 korrigiert den Ansteuerstromwert in Übereinstimmung mit dem Korrekturwert. Die Steuereinheit 17 schreitet von Schritt S16 und Schritt S17 zu Schritt S11 voran. Nachdem der korrigierte Ansteuerstromwert von der Parameterwahleinheit 12 an die Sendeschaltung 4 gesendet wurde, wird eine Wechselspannung mit einer dem korrigierten Ansteuerstromwert entsprechenden Amplitude erzeugt und eine Ultraschallwelle mit einem korrigierten Schalldruck vom Mikrofon 3 ausgesendet.

**[0064]** Wenn die Korrektur des Ansteuerstromwertes der Sendeschaltung 4 auf diese Weise wiederholt wird, nähert sich „Messwert - Sollwert“ 0 an, und der Schalldruck der vom Mikrofon 3 gesendeten Ultraschallwelle wird in den Sendezielbereich fallen. Anschließend wird der Ansteuerstromwert der Sendeschaltung 4 zu dieser Zeit in der Parameterspeichereinheit 11 gespeichert (Schritt S14).

**[0065]** Die in **Fig. 6** gezeigte Verarbeitung erfolgt sowohl für die erste als auch die zweite Suchwelle, und die Parameterspeichereinheit 11 speichert den Schaldruckanpassungsparameter sowohl für die erste als auch die zweite Suchwelle. Die Parameterwahleinheit 12 wählt den Parameter in Übereinstimmung mit der Suchwelle aus den in der Parameterspeichereinheit 11 gespeicherten Parametern und

sendet den gewählten Parameter an die Sendeschaltung 4, so dass der Schalldruck der ersten und der zweiten Suchwelle jeweils innerhalb des Sendezielbereichs liegt.

**[0066]** Folglich kann, indem der Parameter sowohl für die erste als auch die zweite Suchwelle derart angepasst wird, dass der Schalldruck im vorbestimmten Bereich liegt, die Differenz zwischen den erfassbaren Abständen der ersten und der zweiten Suchwelle reduziert werden. Daher kann der Unterschied in der Erfassungsleistung zwischen der Zeit, wenn die erste Suchwelle gesendet wird, und der Zeit, wenn die zweite Suchwelle gesendet wird, verringert werden.

(Zweite Ausführungsform)

**[0067]** Nachstehend ist die zweite Ausführungsform beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Parameter zum Anpassen des Schalldrucks gegenüber der ersten Ausführungsform geändert, und die übrigen Merkmale sind die gleichen wie in der ersten Ausführungsform. Nachstehend sind lediglich die Unterschiede zur ersten Ausführungsform beschrieben.

**[0068]** Wie in **Fig. 7** gezeigt, ist in dieser Ausführungsform die Parameterwahleinheit 12 mit der Impulserzeugungseinheit 5 verbunden, und der Frequenzwert wird an die Impulserzeugungseinheit 5 angewiesen. Die Impulserzeugungseinheit 5 ändert den Frequenzsweepbereich des erzeugten Impulssignals in Übereinstimmung mit dem angewiesenen Frequenzwert.

**[0069]** Der Frequenzwert wird wie in der ersten Ausführungsform durch die Anpassungsvorrichtung 13 korrigiert, um einen Wert entsprechend dem individuellen Unterschied in den Eigenschaften des Mikrofons 3 aufzuweisen.

**[0070]** So nimmt beispielsweise im Falle des Ultraschallsensors 2 mit dem Mikrofon 3 mit den durch die Strichpunktlinie in **Fig. 2** gezeigten Eigenschaften, wenn der Frequenzsweepbereich des Chirp-Signals auf einen Bereich entsprechend dem Mikrofon 3 mit den durch die durchgezogene Linie gezeigten Eigenschaften eingestellt ist, die Schalldruckamplitude des Up-Chirp-Signals einen geringen Wert an. Wenn dann in Schritt S15 bestimmt wird, dass „Messwert - Sollwert > 0“ nicht erfüllt ist, wird der Frequenzsweepbereich in Schritt S17 zur Hochfrequenzseite verschoben.

**[0071]** Ferner nimmt beispielsweise im Falle des Ultraschallsensors 2 mit dem Mikrofon 3 mit den durch die gestrichelte Linie in **Fig. 2** gezeigten Eigenschaften, wenn der Frequenzsweepbereich des Chirp-Signals auf einen Bereich entsprechend dem Mikrofon 3

mit den durch die durchgezogene Linie gezeigten Eigenschaften eingestellt ist, die Schalldruckamplitude des Down-Chirp-Signals einen geringen Wert an. Wenn dann in Schritt S15 bestimmt wird, dass „Messwert - Sollwert > 0“ nicht erfüllt ist, wird der Frequenzsweepbereich in Schritt S17 zur Niederfrequenzseite verschoben.

**[0072]** Da der Frequenzsweepbereich unter Verwendung der Frequenz des Impulssignals als der Parameter zum Anpassen des Schalldrucks der Suchwelle geändert wird, kann die Schalldruckamplitude der Sendewelle so erhöht werden, dass sie innerhalb des Sendezielbereichs liegt.

(Dritte Ausführungsform)

**[0073]** Nachstehend ist die dritte Ausführungsform beschrieben. In dieser Ausführungsform sind der Betrieb der Impulserzeugungseinheit 5 und der Parameter zum Anpassen des Schalldrucks gegenüber der zweiten Ausführungsform geändert, und die übrigen Merkmale sind die gleichen wie in der zweiten Ausführungsform. Nachstehend sind lediglich die Unterschiede zur zweiten Ausführungsform beschrieben.

**[0074]** Wie in **Fig. 8** gezeigt, wird in der vorliegenden Ausführungsform ein Impulssignal mit konstanter Frequenz erzeugt, und nachdem eine Ultraschallwelle mit konstanter Frequenz ausgesendet wurde, wird ein Sweepen der Frequenz des Impulssignals gestartet. Es ist zu beachten, dass **Fig. 8** zwar den Fall veranschaulicht, dass die erste Suchwelle nach der Suchwelle mit konstanter Frequenz ausgesendet wird, aber ebenso in dem Fall, dass die zweite Suchwelle ausgesendet wird, die Suchwelle mit konstanter Frequenz vor der zweiten Suchwelle ausgesendet wird. Die Parameterwahleinheit 12 gibt der Impulserzeugungseinheit 5 die Anzahl von Impulssignalen mit konstanter Frequenz vor.

**[0075]** Durch Starten des Frequenzsweepens des Impulssignals nach Erzeugung eines Impulssignals mit konstanter Frequenz nimmt der Schalldruck der Suchwelle zu Beginn des Sweepens zu, und die Frequenzänderung der empfangenen Welle kann leicht erfasst werden. In der vorliegenden Ausführungsform kann bewirkt werden, dass der Schalldruck der Sendewelle innerhalb des Sendezielbereichs liegt, indem die Anzahl von Impulssignalen mit konstanter Frequenz in Schritt S16 reduziert und die Anzahl von Impulssignalen mit konstanter Frequenz in Schritt S17 erhöht wird.

**[0076]** Folglich kann der Parameter zum Anpassen des Schalldrucks der Suchwelle die Anzahl von Impulssignalen sein, die an die Sendeschaltung 4 gegeben wird, um die Suchwelle mit einer konstanten Frequenz auszusenden.

(Vierte Ausführungsform)

**[0077]** Nachstehend ist die vierte Ausführungsform beschrieben. Diese Ausführungsform unterscheidet sich dahingehend von der ersten Ausführungsform, dass eine Konfiguration zum Korrigieren des Ausgangssignals der Empfangsschaltung 7 hinzugefügt ist, und die übrigen Merkmale sind die gleichen wie in der ersten Ausführungsform. Nachstehend sind lediglich die Unterschiede zur ersten Ausführungsform beschrieben.

**[0078]** In der ersten Ausführungsform werden die Schalldrücke der ersten und der zweiten Suchwelle jeweils korrigiert, jedoch wird in der vorliegenden Ausführungsform ferner die Ultraschallempfängersensitivität für jedes in der empfangenen Welle enthaltene Chirp-Signal korrigiert.

**[0079]** Wie in **Fig. 9** gezeigt, weist der Ultraschallsensor 2 dieser Ausführungsform eine Parameterkorrekturseinheit 20 auf, und das Ausgangssignal der Signalbestimmungseinheit 8 wird über die Parameterkorrekturseinheit 20 an die Abstandsbestimmungseinheit 9 gegeben.

**[0080]** Die Parameterkorrekturseinheit 20 ist konfiguriert, um das über die Signalbestimmungseinheit 8 eingegebene Ausgangssignal der Empfangsschaltung 7 so zu korrigieren, dass es innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt, wobei die Parameterkorrekturseinheit einer Empfangsensitivitätsanpassseinheit entspricht. Dieser vorbestimmte Bereich ist als ein Empfangszielbereich bezeichnet.

**[0081]** Die Empfangsschaltung 7 gibt, als das Ausgangssignal, ein erstes Ausgangssignal im Ansprechen darauf aus, dass das Mikrofon 3 die reflektierte Welle der ersten Suchwelle empfängt; und gibt, als das Ausgangssignal, ein zweites Ausgangssignal im Ansprechen darauf aus, dass das Mikrofon 3 die reflektierte Welle der zweiten Suchwelle empfängt. Die Parameterkorrekturseinheit 20 korrigiert jeweils einen Wert des ersten und des zweiten Ausgangssignals derart, dass der Wert des entsprechenden des ersten und des zweiten Ausgangssignals innerhalb des Empfangszielbereichs liegt.

**[0082]** Insbesondere wird für die erste und die zweite Suchwelle jeweils ein Empfindlichkeitskoeffizient in der Parameterspeichereinheit 11 als ein Parameter zum Korrigieren des Ausgangssignals der Empfangsschaltung 7 gespeichert. Die Parameterwahleinheit 12 wählt einen Empfindlichkeitskoeffizienten in Übereinstimmung mit der Suchwelle und sendet ihn an die Parameterkorrekturseinheit 20. Die Parameterspeichereinheit 11 entspricht einer Empfangsparameterspeichereinheit.

**[0083]** Wenn das Mikrofon 3 die erste Suchwelle sendet und die Signalbestimmungseinheit 8 bestimmt, dass die empfangene Welle eine reflektierte Welle der vom Mikrofon 3 gesendeten Suchwelle ist, gibt die Parameterkorrekturseinheit 20 das Produkt aus der von der Empfangsschaltung 7 erfassten Amplitude multipliziert mit dem Empfindlichkeitskoeffizienten für die erste Suchwelle aus. In gleicher Weise gibt die Parameterkorrekturseinheit 20, wenn das Mikrofon 3 die zweite Suchwelle sendet und die Signalbestimmungseinheit 8 bestimmt, dass die empfangene Welle eine reflektierte Welle der vom Mikrofon 3 gesendeten Suchwelle ist, das Produkt aus der von der Empfangsschaltung 7 erfassten Amplitude multipliziert mit dem Empfindlichkeitskoeffizienten für die zweite Suchwelle aus.

**[0084]** Die Empfangsschaltung 7 gibt, als das Ausgangssignal, ein erstes Ausgangssignal im Ansprechen darauf aus, dass das Mikrofon 3 die reflektierte Welle der ersten Suchwelle empfängt; und gibt, als das Ausgangssignal, ein zweites Ausgangssignal im Ansprechen darauf aus, dass das Mikrofon 3 die reflektierte Welle der zweiten Suchwelle empfängt. Die Parameterkorrekturseinheit 20 korrigiert jeweils einen Wert des ersten und des zweiten Ausgangssignals derart, dass der Wert des entsprechenden des ersten und des zweiten Ausgangssignals innerhalb des Empfangszielbereichs liegt. Die Abstandsbestimmungseinheit 9 erfasst den Abstand zum Objekt auf der Grundlage des Ausgangssignals der Parameterkorrekturseinheit 20.

**[0085]** Nachstehend ist das Verfahren zum Einstellen der Empfindlichkeitskoeffizienten unter Bezugnahme auf die **Fig. 9** und **Fig. 10** beschrieben. Wie in **Fig. 9** gezeigt, erfolgt die Einstellung der Empfindlichkeitskoeffizienten durch Verbinden der Anpassungsvorrichtung 13 mit dem Ultraschallsensor 2 und durch Platzieren eines Objekts zum Anpassen (nachstehend als Anpassungsobjekt bezeichnet) 21 an einer Stelle, an der es die vom Mikrofon 3 ausgesendete Suchwelle reflektieren würde. Die Anpassungsvorrichtung 13 beinhaltet die Amplitudenbestimmungseinheit 16, die Steuereinheit 17 und die Kommunikationseinheit 18. In der vorliegenden Ausführungsform bestimmt die Amplitudenbestimmungseinheit 16 auf der Grundlage eines Signals von der Steuereinheit 17, ob oder nicht die Amplitude der empfangenen Welle in einem vorbestimmten Bereich liegt.

**[0086]** Die Steuereinheit 17 bestimmt den Korrekturwert für den Empfindlichkeitskoeffizienten für jedes Chirp-Signal auf der Grundlage des Bestimmungsergebnisses der Amplitudenbestimmungseinheit 16 und sendet das Ergebnis über die Kommunikationseinheit 18 an den Ultraschallsensor 2. Insbesondere korrigiert die Steuereinheit 17 den von der Parameterkorrekturseinheit 20 verwendeten Empfindlichkeits-

koeffizienten für jedes Chirp-Signal in den Schritten S21 bis S27 von **Fig. 10**.

**[0087]** In Schritt S21 sendet die Steuereinheit 17 einen Wellensendebefehl über die Kommunikationseinheit 18 und die Kommunikationseinheit 10 an die Steuereinheit 6 des Ultraschallsensors 2. Anschließend wird ein Wellensendebefehl von der Steuereinheit 6 an die Impulserzeugungseinheit 5 gegeben, und die Impulserzeugungseinheit 5 erzeugt ein Impulssignal mit einem von der Steuereinheit 6 bestimmten Muster. Anschließend wird die erste Suchwelle oder die zweite Suchwelle vom Mikrofon 3 ausgesendet, und das Mikrofon 3 empfängt eine vom Anpassungsobjekt 21 reflektierte Welle der Suchwelle.

**[0088]** Die Verarbeitung schreitet von Schritt S21 zu Schritt S22 voran, und die Steuereinheit 17 bestimmt in den Schritten S22 und S23, ob oder nicht die Differenz zwischen dem Messwert des Schalldrucks der empfangenen Welle und dem Sollwert 0 ist. Der Sollwert wird in Übereinstimmung mit dem gewünschten Schalldruck der vom Mikrofon 3 empfangenen Ultraschallwelle bestimmt. Darüber hinaus ist der Sollwert in dieser Ausführungsform wie in der ersten Ausführungsform ein Bereich von Werten.

**[0089]** In Schritt S22 misst die Steuereinheit 17 die Amplitude der empfangenen Welle, die von der Parameterkorrekturseinheit 20 erfasst wird. Insbesondere wird, wenn das Mikrofon 3 die reflektierte Welle empfängt, eine Spannung vom Mikrofon 3 an die Empfangsschaltung 7 gegeben, und die Empfangsschaltung 7 nimmt eine A/D-Wandlung an der Eingangsspannung vor und führt eine Quadratur-Demodulation aus, um die Frequenz und die Amplitude der empfangenen Welle zu erfassen. Die Parameterkorrekturseinheit 20 gibt das Ergebnis der von der Empfangsschaltung 7 erfassten Amplitude multipliziert mit dem Empfindlichkeitskoeffizienten aus, und das Ausgangssignal der Parameterkorrekturseinheit 20 wird über die Steuereinheit 6, die Kommunikationseinheit 10 und die Kommunikationseinheit 18 an die Steuereinheit 17 gesendet. Anschließend berechnet die Steuereinheit 17 den Schaldruck der vom Mikrofon 3 empfangenen Ultraschallwelle auf der Grundlage der von der Parameterkorrekturseinheit 20 gesendeten Amplitudeninformation und sendet den berechneten Schaldruck an die Amplitudenbestimmungseinheit 16.

**[0090]** Die Steuereinheit 17 erfasst Information über das Chirp-Signal der empfangenen Welle. Insbesondere sendet die Empfangsschaltung 7 die durch die Quadratur-Demodulation erfasste Frequenzinformation an die Signalbestimmungseinheit 8, und die Signalbestimmungseinheit 8 bestimmt das Chirp-Signal der Empfangswelle auf der Grundlage der von der Empfangsschaltung 7 gesendeten Frequenzinforma-

tion. Das Bestimmungsergebnis der Signalbestimmungseinheit 8 wird über die Parameterkorrekturseinheit 20, die Steuereinheit 6, die Kommunikationseinheit 10 und die Kommunikationseinheit 18 an die Steuereinheit 17 gesendet.

**[0091]** Die Amplitudenbestimmungseinheit 16 bestimmt, ob der Messwert des Schalldrucks der empfangenen Welle gleich dem Sollwert, größer als der Sollwert oder kleiner als der Sollwert ist, und sendet das Bestimmungsergebnis an die Steuereinheit 17.

**[0092]** In Schritt S23 bestimmt die Steuereinheit 17 auf der Grundlage des von der Amplitudenbestimmungseinheit 16 gesendeten Bestimmungsergebnisses, ob die Differenz zwischen dem Messwert des Schalldrucks der empfangenen Welle und dem Sollwert 0 ist.

**[0093]** Wie oben beschrieben, ist der Sollwert ein Bereich von Werten. Das heißt, in Schritt S22 bestimmt die Amplitudenbestimmungseinheit 16, ob der Messwert im Empfangszielbereich liegt. Wenn der Messwert im Empfangszielbereich liegt, wird bestimmt, dass „Messwert - Sollwert = 0“ ist.

**[0094]** Wenn in Schritt S23 bestimmt wird, dass „Messwert - Sollwert = 0“ ist, schreitet die Verarbeitung zu Schritt S24 voran, und die Steuereinheit 17 zeichnet den von der Parameterkorrekturseinheit 12 verwendeten Empfindlichkeitskoeffizienten in Schritt S21 auf. Insbesondere wird von der Steuereinheit 17 über die Kommunikationseinheit 18 und die Kommunikationseinheit 10 ein Befehl zum Aufzeichnen des Empfindlichkeitskoeffizienten an die Steuereinheit 6 ausgegeben, so dass die Steuereinheit 6 die Parameterspeichereinheit 11 veranlasst, den Empfindlichkeitskoeffizienten zu speichern.

**[0095]** Wenn in Schritt S23 bestimmt wird, dass „Messwert - Sollwert = 0“ nicht erfüllt ist, schreitet die Verarbeitung zu Schritt S25 voran, und die Steuereinheit 17 bestimmt auf der Grundlage des von der Amplitudenbestimmungseinheit 16 in Schritt S22 gesendeten Bestimmungsergebnisses, ob „Messwert - Sollwert > 0“ erfüllt ist.

**[0096]** Wenn in Schritt S25 bestimmt wird, dass „Messwert - Sollwert > 0“ ist, schreitet die Steuereinheit 17 zu Schritt S26 voran. In Schritt S26 bestimmt die Steuereinheit 17 einen Korrekturwert derart, dass der an die Parameterkorrekturseinheit 20 gegebene Empfindlichkeitskoeffizient abnimmt, und sendet den Korrekturwert an den Ultraschallsensor 2. Wenn der Messwert demgegenüber kleiner als der Sollwert ist und in Schritt S25 bestimmt wird, dass „Messwert - Sollwert > 0“ nicht erfüllt ist, schreitet die Steuereinheit 17 zu Schritt S27 voran und bestimmt den Korrekturwert derart, dass der an die

Parameterkorreureinheit 20 gegebene Empfindlichkeitskoeffizient zunimmt.

**[0097]** Es ist zu beachten, dass die Steuereinheit 17 in Schritt S26 und Schritt S27 einen der Empfindlichkeitskoeffizienten für die erste Suchwelle und die zweite Suchwelle in Übereinstimmung mit dem von der Signalbestimmungseinheit 8 in Schritt S22 erhaltenen Bestimmungsergebnis wählt und den Korrekturwert einstellt bzw. bestimmt.

**[0098]** Der bestimmte Korrekturwert wird über die Kommunikationseinheit 18 und die Kommunikationseinheit 10 an die Steuereinheit 6 gesendet, und die Steuereinheit 6 korrigiert den Empfindlichkeitskoeffizienten in Übereinstimmung mit dem Korrekturwert. Die Steuereinheit 17 schreitet von Schritt S26 und Schritt S27 zu Schritt S21 voran. Anschließend wird der korrigierte Empfindlichkeitskoeffizient über die Parameterwahleinheit 12 an die Parameterkorreureinheit 20 gesendet, und nach Multiplikation der Amplitude der empfangenen Welle, die von der Empfangsschaltung 7 erfasst wird, mit dem korrigierten Empfindlichkeitskoeffizienten wird das Ergebnis an die Steuereinheit 17 gesendet.

**[0099]** Wenn die Korrektur des Empfindlichkeitskoeffizienten auf diese Weise wiederholt wird, nähert sich „Messwert - Sollwert“ 0 an, und der Betrag des von der Empfangsschaltung 7 über die Signalbestimmungseinheit 8 und die Parameterkorreureinheit 20 an die Abstandsbestimmungseinheit 9 gesendeten Signals wird in den Empfangszielbereich fallen. Dann wird der Empfindlichkeitskoeffizient zu dieser Zeit in Schritt S24 in der Parameterspeichereinheit 11 gespeichert.

**[0100]** Die in **Fig. 10** gezeigte Verarbeitung erfolgt jeweils für die erste und die zweite Suchwelle, und die Parameterspeichereinheit 11 speichert den Empfindlichkeitskoeffizienten jeweils für die erste und die zweite Suchwelle. Um ein Objekt zu erfassen, wählt die Parameterwahleinheit 12 einen der Suchwelle entsprechenden Empfindlichkeitskoeffizienten aus den in der Parameterspeichereinheit 11 gespeicherten Empfindlichkeitskoeffizienten und sendet den gewählten Empfindlichkeitskoeffizienten an die Parameterkorreureinheit 20. Dies führt dazu, dass die Amplitude, die bei der Bestimmung durch die Abstandsbestimmungseinheit 9 verwendet wird, für die erste und zweite Suchwelle jeweils innerhalb des Empfangszielbereichs liegt.

**[0101]** Folglich kann, indem der Empfindlichkeitskoeffizient jeweils für die erste und die zweite Suchwelle derart angepasst wird, dass die Amplitude der empfangenen Welle, die bei der Bestimmung durch die Abstandsbestimmungseinheit 9 verwendet wird, in dem vorbestimmten Bereich liegt, der Unterschied zwischen den erfassbaren Abständen der ersten und

der zweiten Suchwelle reduziert werden. Dadurch wird der Unterschied in der Erfassungsleistung weiter verringert.

**[0102]** Ferner kann für den Fall, dass die Objekterfassungsvorrichtung mehrere Ultraschallsensoren 2 aufweist und die reflektierten Wellen einer Suchwelle, die von einem Ultraschallsensor 2 ausgesendet wird, von anderen Ultraschallsensoren 2 empfangen werden, die Erfassungsleistung der Ultraschallsensoren 2 einander angeglichen werden.

**[0103]** Wenn die Zeit für die Erfassung der empfangenen Welle durch das Mikrofon 3 kurz und die Anzahl von Abtastwerten des von der Empfangsschaltung 7 verwendeten Signals zur Erfassung der Frequenz und Amplitude gering ist, kann die Amplitude der empfangenen Welle, die von der Empfangsschaltung 7 erfasst wird, kleiner als die tatsächliche Amplitude sein. In Anbetracht dessen kann die Länge der Zeit als der Korrekturparameter verwendet werden. Das heißt, die Parameterkorreureinheit 20 ist konfiguriert, um der Empfangsschaltung 7 die Zeitdauer zum Erfassen der empfangenen Welle vorzugeben, und wenn die erfasste Amplitude gering ist, wird in Schritt S27 die Zeitdauer so erhöht, dass die Anzahl von Abtastwerten des Signals, das von der Empfangsschaltung 7 verwendet wird, die die Frequenz und die Amplitude erfasst, erhöht werden kann. Wenn die erfasste Amplitude groß ist, kann diese Zeit verkürzt werden.

**[0104]** Darüber hinaus kann, wie in **Fig. 11** gezeigt, der Empfindlichkeitskoeffizient durch die Bereitstellung eines Referenzmikrofons 22 als eine Anpassungssendeeinheit angepasst werden. Das heißt, eine Ultraschallwelle mit einem Chirp-Signal wird vom Referenzmikrofon 22 zum Mikrofon 3 gesendet, und die Ultraschallwelle wird vom Mikrofon 3 empfangen. Der Empfindlichkeitskoeffizient kann so korrigiert werden, dass das Ausgangssignal der Parameterkorreureinheit 20, das ausgegeben wird, wenn das Mikrofon 3 die Ultraschallwelle empfängt, innerhalb des Empfangszielbereichs liegt. In diesem Fall sendet das Referenzmikrofon 22 eine Ultraschallwelle mit der gleichen Frequenzänderung wie die erste Suchwelle zum Mikrofon 3, und das Mikrofon 3 empfängt die Ultraschallwelle. Der Empfindlichkeitskoeffizient wird so geändert, dass das Ausgangssignal der Parameterkorreureinheit 20, das ausgegeben wird, wenn das Mikrofon 3 die Ultraschallwelle empfängt, innerhalb des Empfangszielbereichs liegt. Ferner sendet das Referenzmikrofon 22 eine Ultraschallwelle mit der gleichen Frequenzänderung wie die zweite Suchwelle zum Mikrofon 3, und das Mikrofon 3 empfängt die Ultraschallwelle. Der Empfindlichkeitskoeffizient wird so geändert, dass das Ausgangssignal der Parameterkorreureinheit 20, das ausgegeben wird, wenn das Mikrofon

3 die Ultraschallwelle empfängt, innerhalb des Empfangszielbereichs liegt.

(Fünfte Ausführungsform)

**[0105]** Nachstehend ist die fünfte Ausführungsform beschrieben. Diese Ausführungsform unterscheidet sich dahingehend von der vierten Ausführungsform, dass eine Konfiguration zur Temperatur erfassung hinzugefügt ist, und die übrigen Teile sind gleich denjenigen der vierten Ausführungsform. Nachstehend sind lediglich die Unterschiede zur vierten Ausführungsform beschrieben.

**[0106]** Wie in **Fig. 12** gezeigt, weist der Ultraschallsensor 2 dieser Ausführungsform eine Temperatur erfassungseinheit 23 auf, die konfiguriert ist, um eine Umgebungstemperatur zu erfassen. Die Parameterspeichereinheit 11 korrigiert einen gespeicherten Parameter in Übereinstimmung mit der von der Temperatur erfassungseinheit 23 erfassten Temperatur und sendet den korrigierten Parameter an die Parameterwahleinheit 12.

**[0107]** Wenn beispielsweise das Mikrofon 3 eine solche Charakteristik aufweist, dass seine Empfindlichkeit mit zunehmender Temperatur abnimmt und mit abnehmender Temperatur zunimmt, erhöht die Parameterspeichereinheit 11 den Empfindlichkeitskoeffizienten mit zunehmender Temperatur und reduziert den Empfindlichkeitskoeffizienten mit abnehmender Temperatur.

**[0108]** Der Unterschied in der Erfassungsleistung kann weiter reduziert werden, indem der in der Parameterspeichereinheit 11 gespeicherte Empfindlichkeitskoeffizient auf diese Weise in Übereinstimmung mit der Temperatur geändert wird.

(Weitere Ausführungsformen)

**[0109]** Es ist zu beachten, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt ist und wie jeweils anwendbar modifiziert werden kann. Darüber hinaus sind die obigen Ausführungsformen nicht irrelevant für einander, und sie können angemessen kombiniert werden, es sei denn, die Kombination ist eindeutig unmöglich. Es erübrigts sich zu sagen, dass die Elemente, die die Ausführungsformen bilden, nicht unbedingt wesentlich sind, es sei denn, sie werden ausdrücklich als wesentlich angegeben oder offensichtlich als prinzipiell wesentlich angesehen.

**[0110]** In der ersten Ausführungsform ist es beispielsweise möglich, dass die Objekterfassungsvorrichtung mehrere Ultraschallsensoren 2 aufweist und die Parameterwahleinheit 12 jedes Ultraschallsensors 2 den Schalldruck von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle so anpasst, dass der Schalldruck

von jeder Suchwelle oder der Schalldruck der reflektierten Welle innerhalb des Sendezielbereichs liegt.

**[0111]** Als weiteres Beispiel kann in der ersten Ausführungsform zum Anpassen des Schalldrucks der Suchwelle die Anpassungsvorrichtung 13 der vierten Ausführungsform mit dem Ultraschallsensor 2 verbunden und das Anpassungsobjekt 21 vorgesehen werden. Das heißt, eine Suchwelle vom Mikrofon 3 kann vom Anpassungsobjekt 21 reflektiert werden, und die Schalldruckamplitude der reflektierten Welle kann erfasst werden. Die in der Parameterspeicher einheit 11 gespeicherten Parameter können so angepasst werden, dass die Amplitudenbestimmungseinheit 16 bestimmt, dass der Spitzenwert der erfassten Schalldruckamplitude innerhalb des Sendezielbereichs liegt. In diesem Fall werden die Parameter so angepasst, dass sowohl der Schalldruck der reflektierten Welle der ersten Suchwelle als auch der Schalldruck der reflektierten Welle der zweiten Suchwelle innerhalb des Sendezielbereichs liegen.

## Patentansprüche

1. Objekterfassungsvorrichtung, aufweisend:
  - eine Sendeeinheit (3, 4), die eine Ultraschallwelle als eine Suchwelle aussendet;
  - eine Empfangseinheit (3, 7), die eine Ultraschallwelle empfängt und ein Signal als ein Ausgangssignal ausgibt; und
  - eine Abstandserfassungseinheit (9), die einen Abstand zu einem Objekt auf der Grundlage des Ausgangssignals der Empfangseinheit erfasst, wenn sich eine Frequenz der von der Empfangseinheit empfangenen Ultraschallwelle in der gleichen Weise ändert wie eine Frequenz der Suchwelle, wobei
  - die Objekterfassungsvorrichtung ferner eine Sendeschalldruck-Anpassungseinheit (12) aufweist, die einen Schalldruck der Suchwelle derart anpasst, dass der Schalldruck der Suchwelle oder ein Schalldruck einer reflektierten Welle, die auf der Suchwelle basiert, innerhalb eines vorbestimmten Sendezielbereichs liegt,
  - die Sendeeinheit, als die Suchwelle, eine erste Suchwelle mit einer ersten Frequenz, die sich mit der Zeit mit einer ersten Rate ändert, und eine zweite Suchwelle mit einer zweiten Frequenz, die sich mit der Zeit mit einer zweiten Rate ändert, die sich von der ersten Rate der ersten Suchwelle unterscheidet, aussendet, und
  - die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit konfiguriert ist, um den Schalldruck von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle derart anzupassen, dass der Schalldruck der entsprechenden der ersten und der zweiten Suchwelle oder der Schalldruck der reflektierten Welle, die auf der entsprechenden der ersten und der zweiten Suchwelle basiert, innerhalb des Sendezielbereichs liegt, um so einen Unterschied in der Erfassungsleistung zwischen der ers-

ten Suchwelle und der zweiten Suchwelle zu reduzieren, wobei der Unterschied in der Erfassungsleistung zwischen der ersten Suchwelle und der zweiten Suchwelle aus einer Frequenzcharakteristik der Sendeeinheit resultiert.

2. Objekterfassungsvorrichtung nach Anspruch 1, ferner mehrere Ultraschallsensoren (2) aufweisend, die jeweils die Sendeeinheit, die Empfangseinheit und die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit aufweisen, wobei die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit von jedem der Ultraschallsensoren den Schalldruck der ersten Suchwelle und den Schalldruck der zweiten Suchwelle anpasst.

3. Objekterfassungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit den Schalldruck von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle derart anpasst, dass ein Spitzenwert des Schalldrucks der entsprechenden der ersten und der zweiten Suchwelle innerhalb des Sendezielbereichs liegt.

4. Objekterfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit den Schalldruck von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle derart anpasst, dass ein Wert des Schalldrucks eines Teils der entsprechenden der ersten und der zweiten Suchwelle innerhalb des Sendezielbereichs liegt, wobei eine Frequenz des Teils von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle in einem vorbestimmten Frequenzband liegt.

5. Objekterfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit den Schalldruck von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle derart anpasst, dass ein Spitzenwert des Schalldrucks der reflektierten Welle der entsprechenden der ersten und der zweiten Suchwelle innerhalb des Sendezielbereichs liegt.

6. Objekterfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit einen an die Sendeeinheit gegebenen elektrischen Stromwert als einen Parameter zum Anpassen des Schalldrucks von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle verwendet.

7. Objekterfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit einen an die Sendeeinheit gegebenen Spannungswert als einen Parameter zum Anpassen des Schalldrucks von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle verwendet.

8. Objekterfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei  
- die Sendeeinheit konfiguriert ist, um die Ultra-

schallwelle im Ansprechen auf den Empfang eines Impulssignals als jede der ersten und der zweiten Suchwelle auszusenden, und

- die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit eine Frequenz des an die Sendeeinheit gegebenen Impulssignals als einen Parameter zum Anpassen des Schalldrucks von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle verwendet.

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

- die Sendeeinheit eine vorläufige Ultraschallwelle mit einer konstanten Frequenz aussendet, bevor sie die erste Suchwelle oder die zweite Suchwelle aussendet, und

- die Sendeschalldruck-Anpassungseinheit, als einen Parameter zum Anpassen des Schalldrucks von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle, die Anzahl von Impulssignalen verwendet, die an die Sendeeinheit gegeben wird, um die vorläufige Ultraschallwelle auszusenden.

10. Objekterfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, ferner eine Sendeparameterspeicherinheit (11) aufweisend, die einen Parameter zum Anpassen des Schalldrucks von jeder der ersten und der zweiten Suchwelle speichert.

11. Objekterfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Sendezielbereich einen Höchstwert und einen Tiefstwert mit einer Differenz dazwischen aufweist und die Differenz kleiner oder gleich 4 dB eingestellt ist.

12. Objekterfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, ferner eine Empfangsempfindlichkeitsanpasseinheit (20) aufweisend, die das Ausgangssignal der Empfangseinheit derart korrigiert, dass ein Wert des Ausgangssignals innerhalb eines vorbestimmten Empfangszielbereichs liegt, wobei

- die Empfangseinheit konfiguriert ist, um:

- ein erstes Ausgangssignal im Ansprechen darauf, dass die Empfangseinheit die reflektierte Welle der ersten Suchwelle empfängt, als das Ausgangssignal auszugeben; und

- ein zweites Ausgangssignal im Ansprechen darauf, dass die Empfangseinheit die reflektierte Welle der zweiten Suchwelle empfängt, als das Ausgangssignal auszugeben; und

- die Empfangsempfindlichkeitsanpasseinheit jeweils einen Wert des ersten und des zweiten Ausgangssignals derart korrigiert, dass der Wert des entsprechenden des ersten und des zweiten Ausgangssignals innerhalb des Empfangszielbereichs liegt, um so den Unterschied in der Erfassungsleistung zwischen der ersten Suchwelle und der zweiten Suchwelle zu reduzieren, wobei der Unterschied in der Erfassungsleistung zwischen der ersten Such-

welle und der zweiten Suchwelle aus einer Frequenzcharakteristik der Empfangseinheit resultiert.

13. Objekterfassungsvorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Empfangsempfindlichkeitsanpassseinheit einen Empfindlichkeitskoeffizienten, der mit einem Wert des Ausgangssignals der Empfangseinheit zu multiplizieren ist, als einen Parameter zum Korrigieren des Ausgangssignals der Empfangseinheit verwendet.

14. Objekterfassungsvorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, wobei die Empfangsempfindlichkeitsanpassseinheit, als einen Parameter zum Korrigieren des Ausgangssignals der Empfangseinheit, eine Zeitspanne verwendet, für die die Empfangseinheit eine empfangene Welle erfasst.

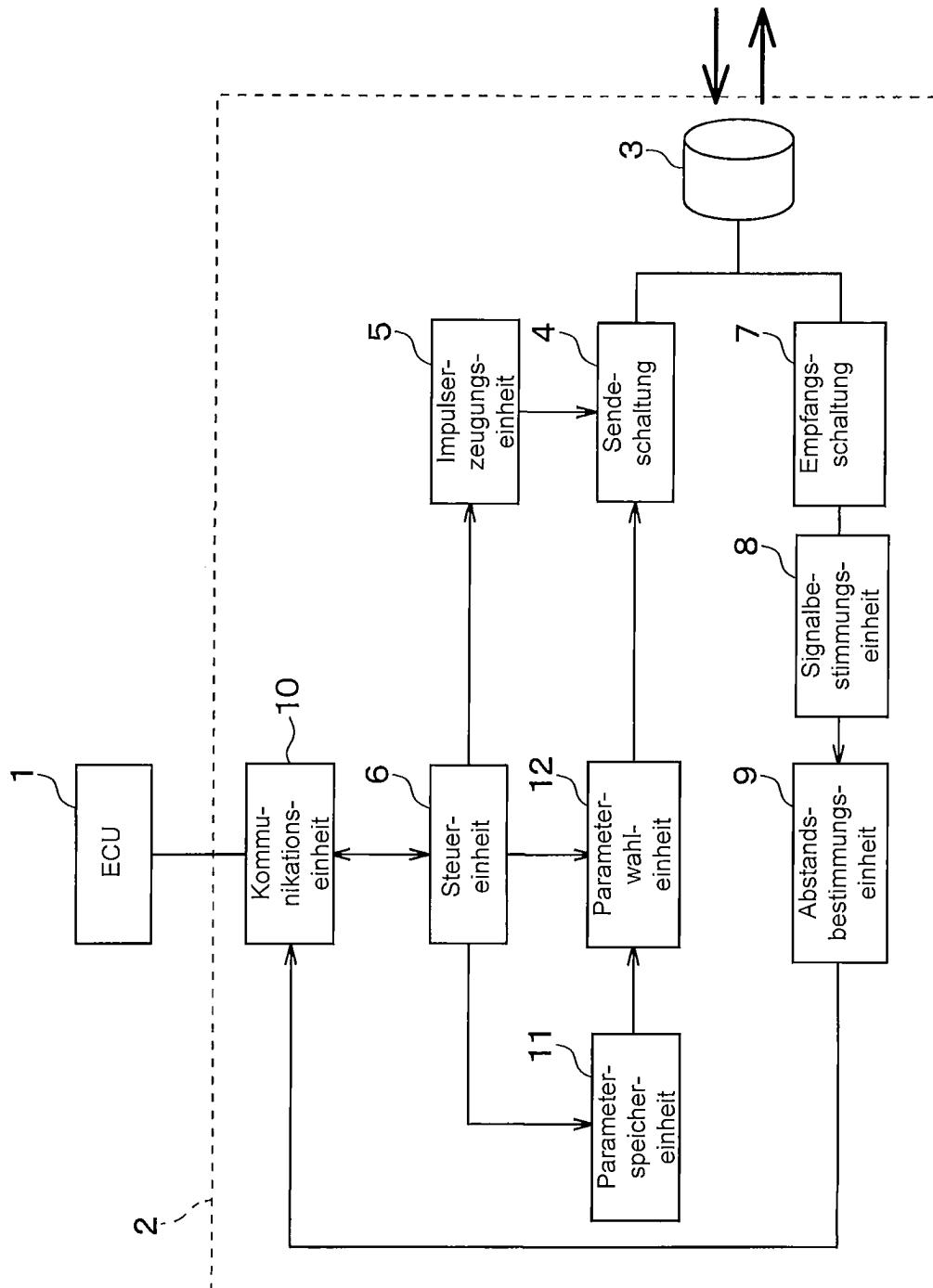
15. Objekterfassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, ferner eine Empfangsparameeterspeichereinheit (11) aufweisend, die einen Parameter zum Korrigieren des Ausgangssignals der Empfangseinheit speichert.

16. Objekterfassungsvorrichtung nach Anspruch 15, ferner eine Temperaturerfassungseinheit (23) aufweisend, die eine Umgebungstemperatur erfasst, wobei ein in der Empfangsparameeterspeichereinheit gespeicherter Parameter in Übereinstimmung mit der von der Temperaturerfassungseinheit erfassten Umgebungstemperatur korrigiert wird.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



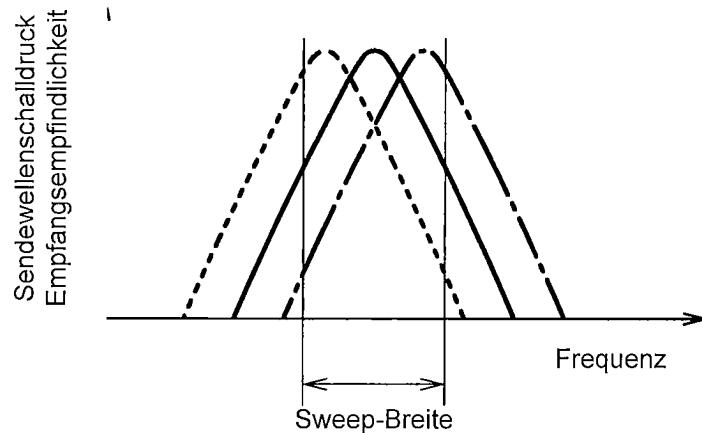
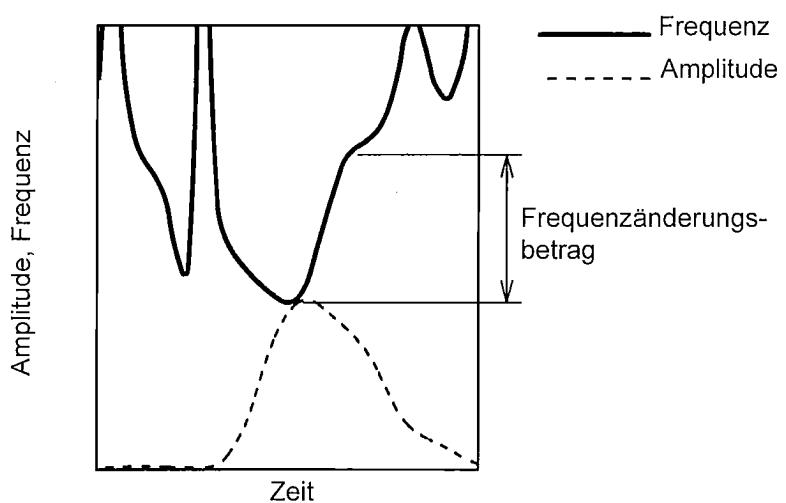
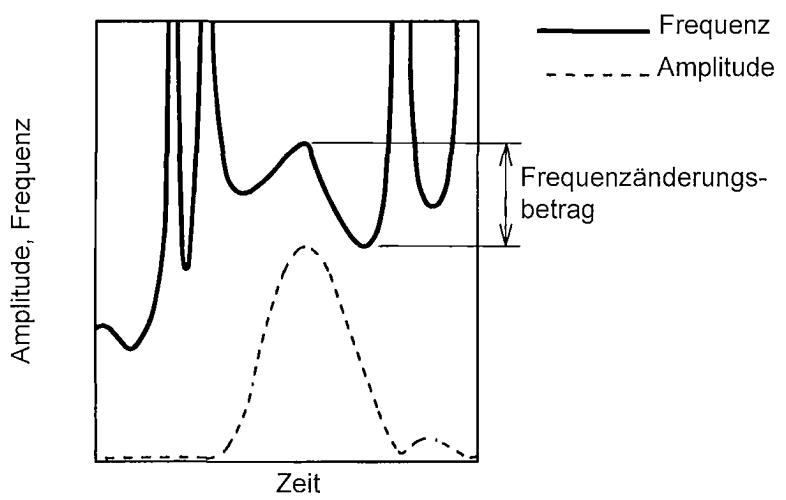
**FIG.2****FIG.3****FIG.4**

FIG. 5

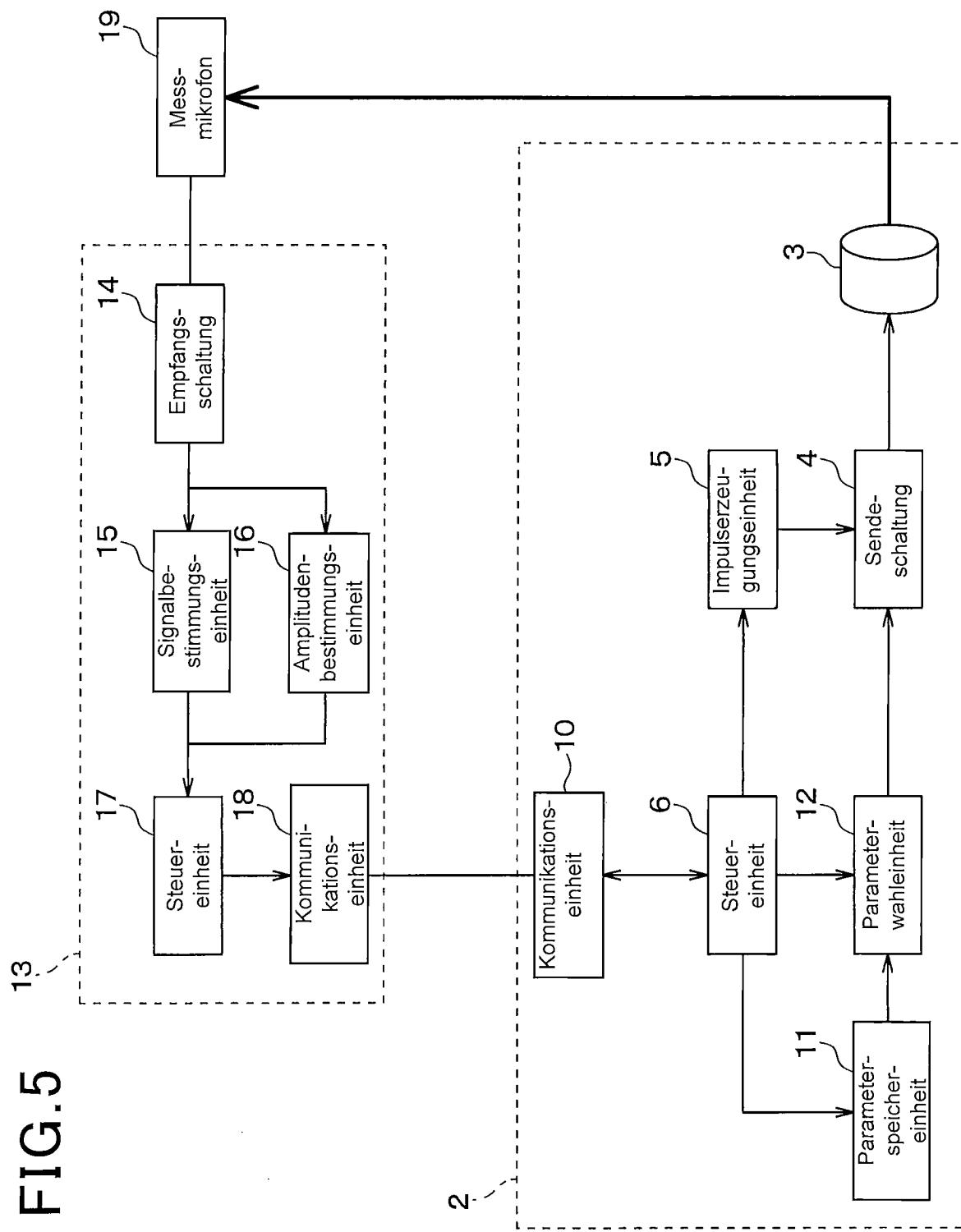


FIG.6

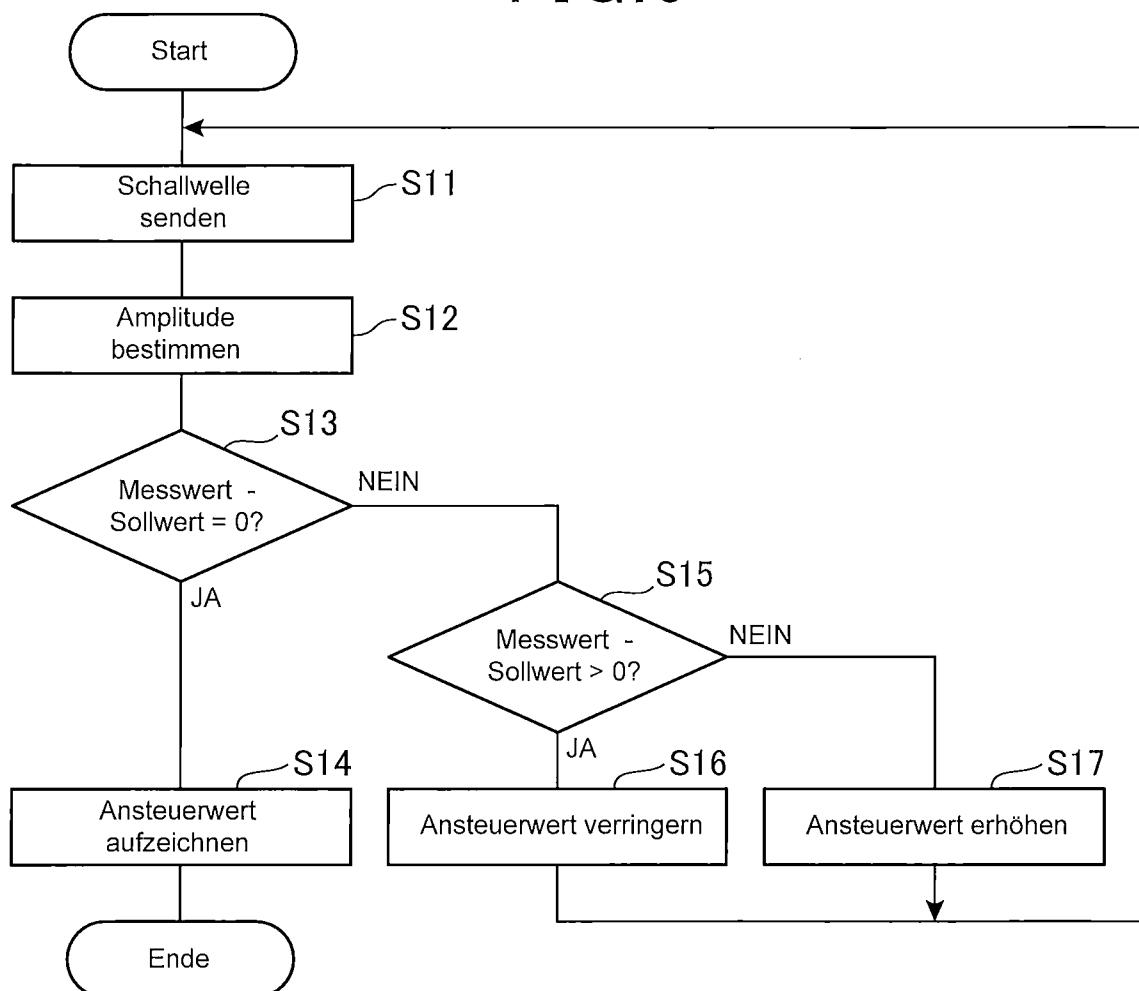


FIG. 7

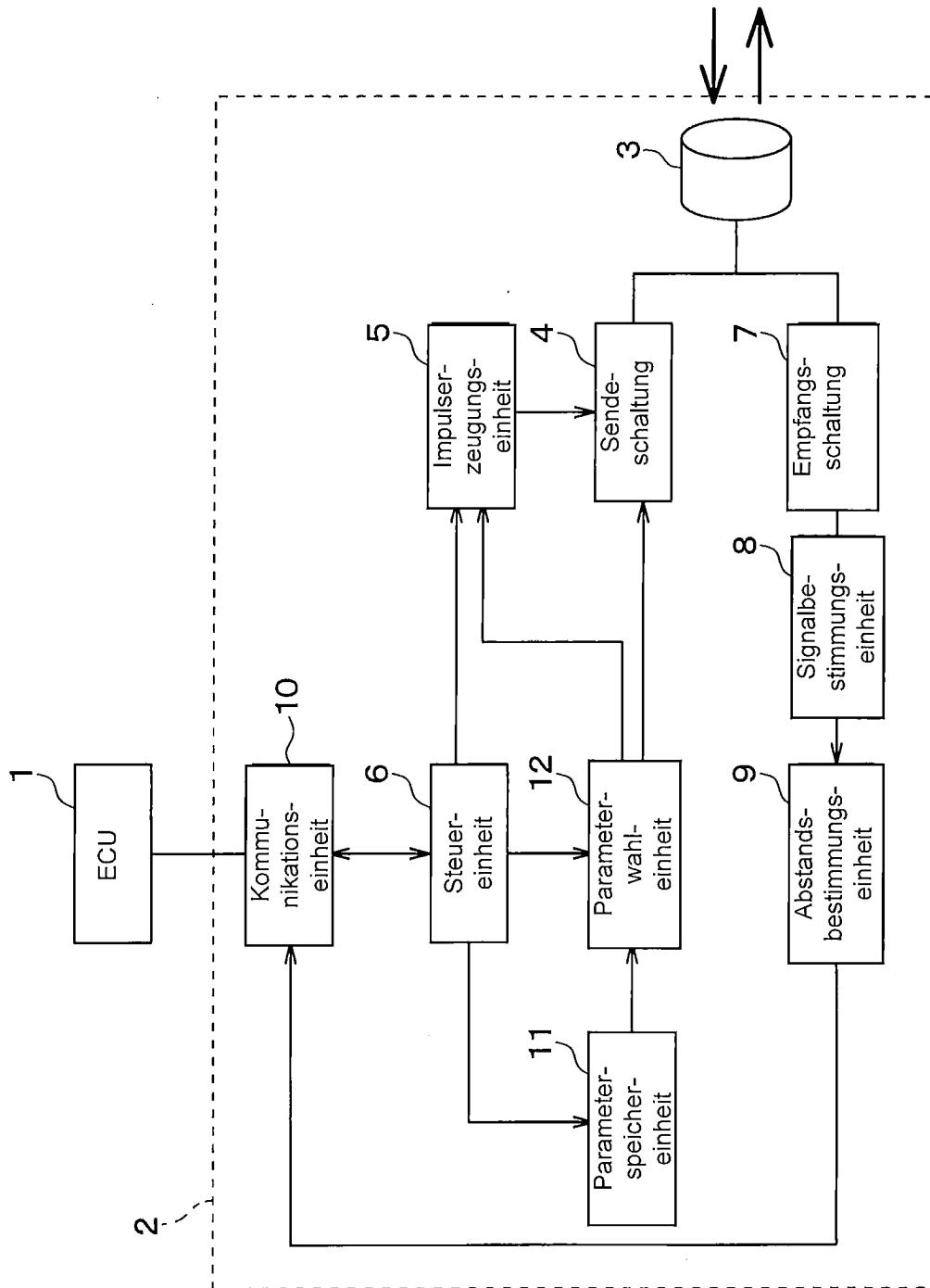


FIG.8

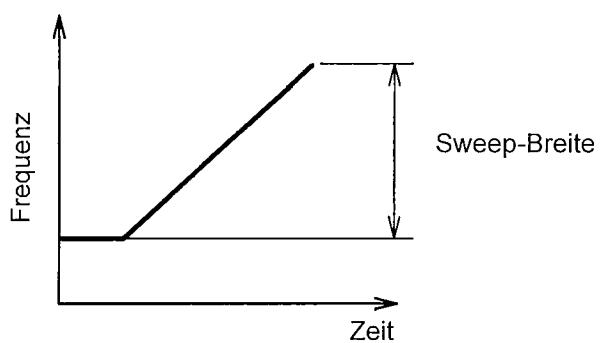


FIG.9

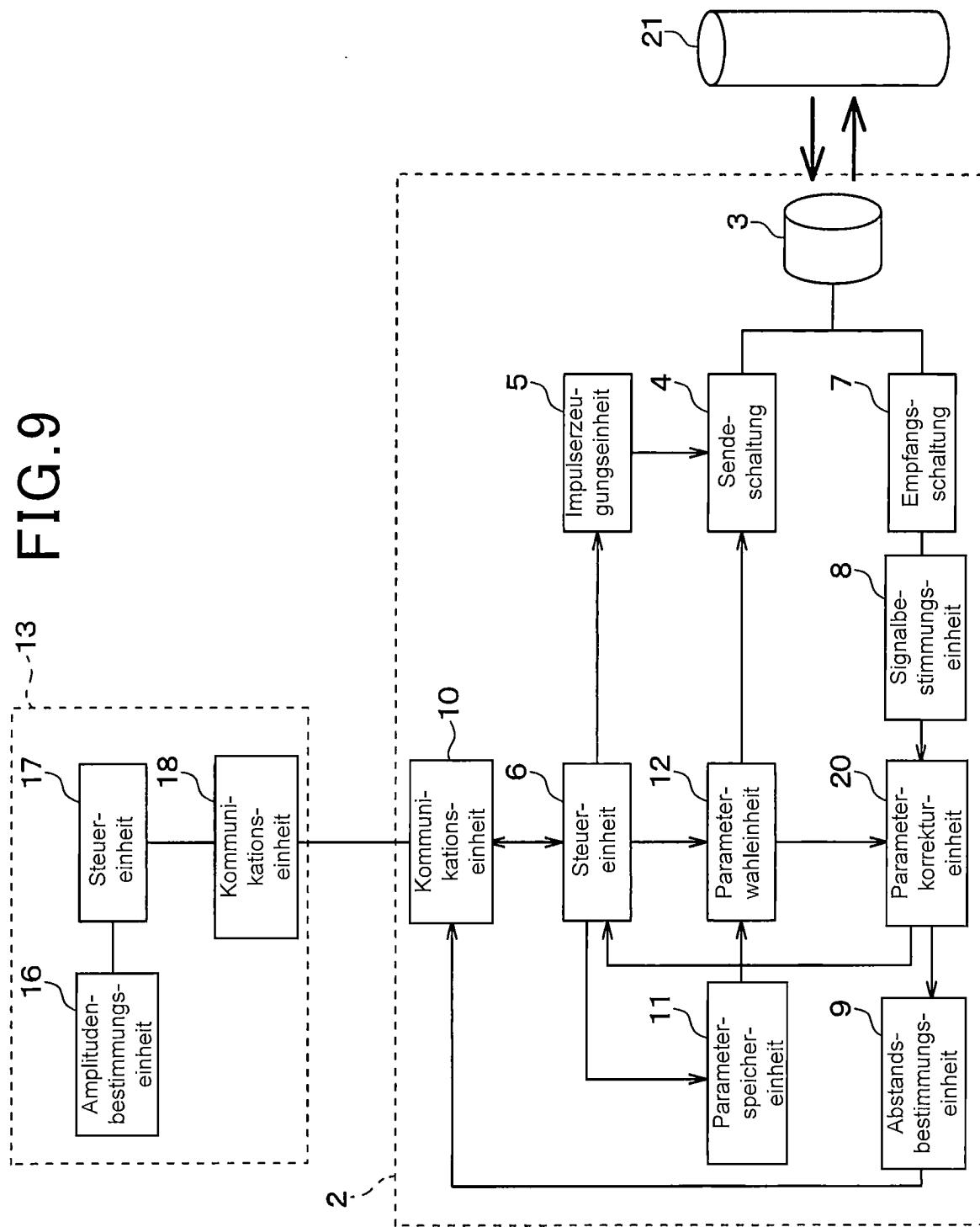
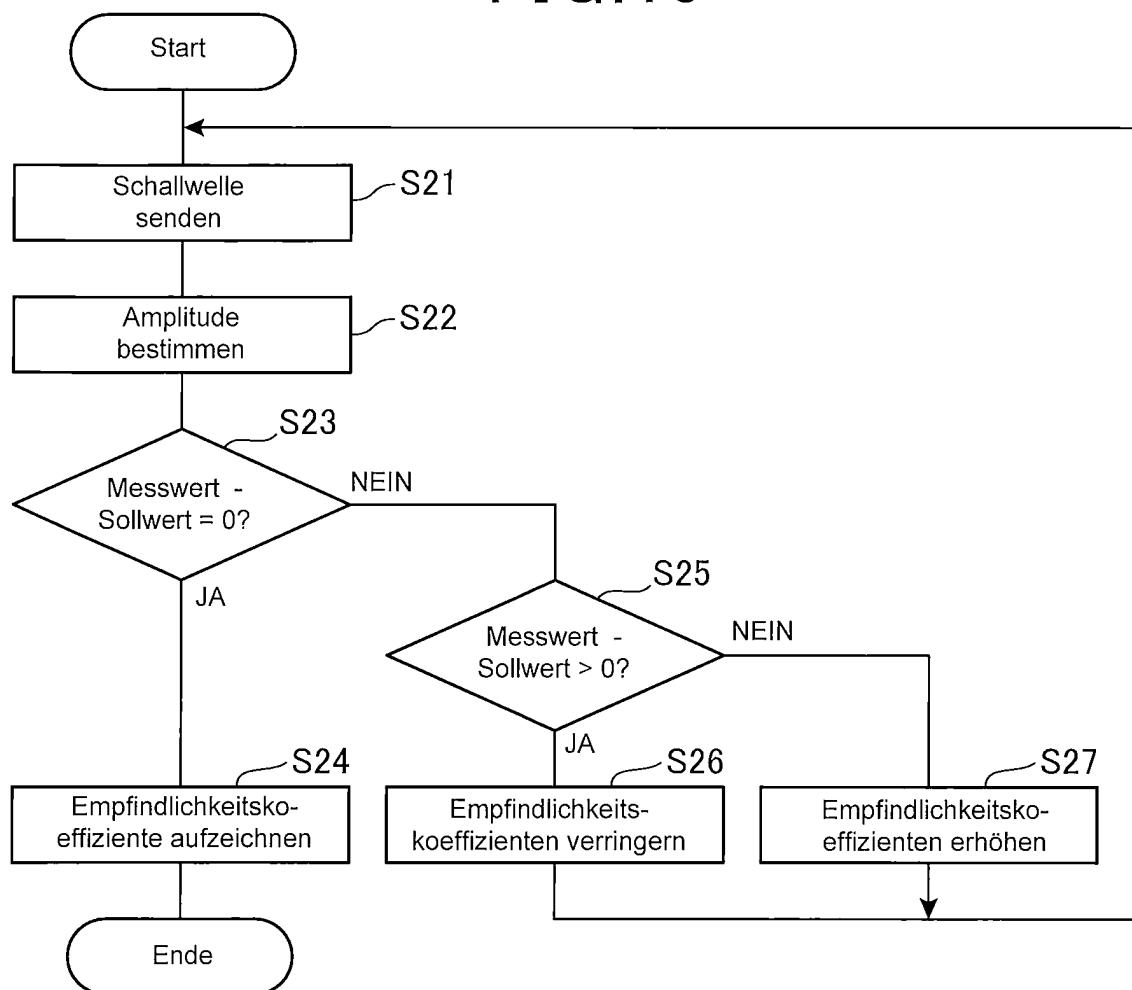


FIG.10



**FIG. 1**

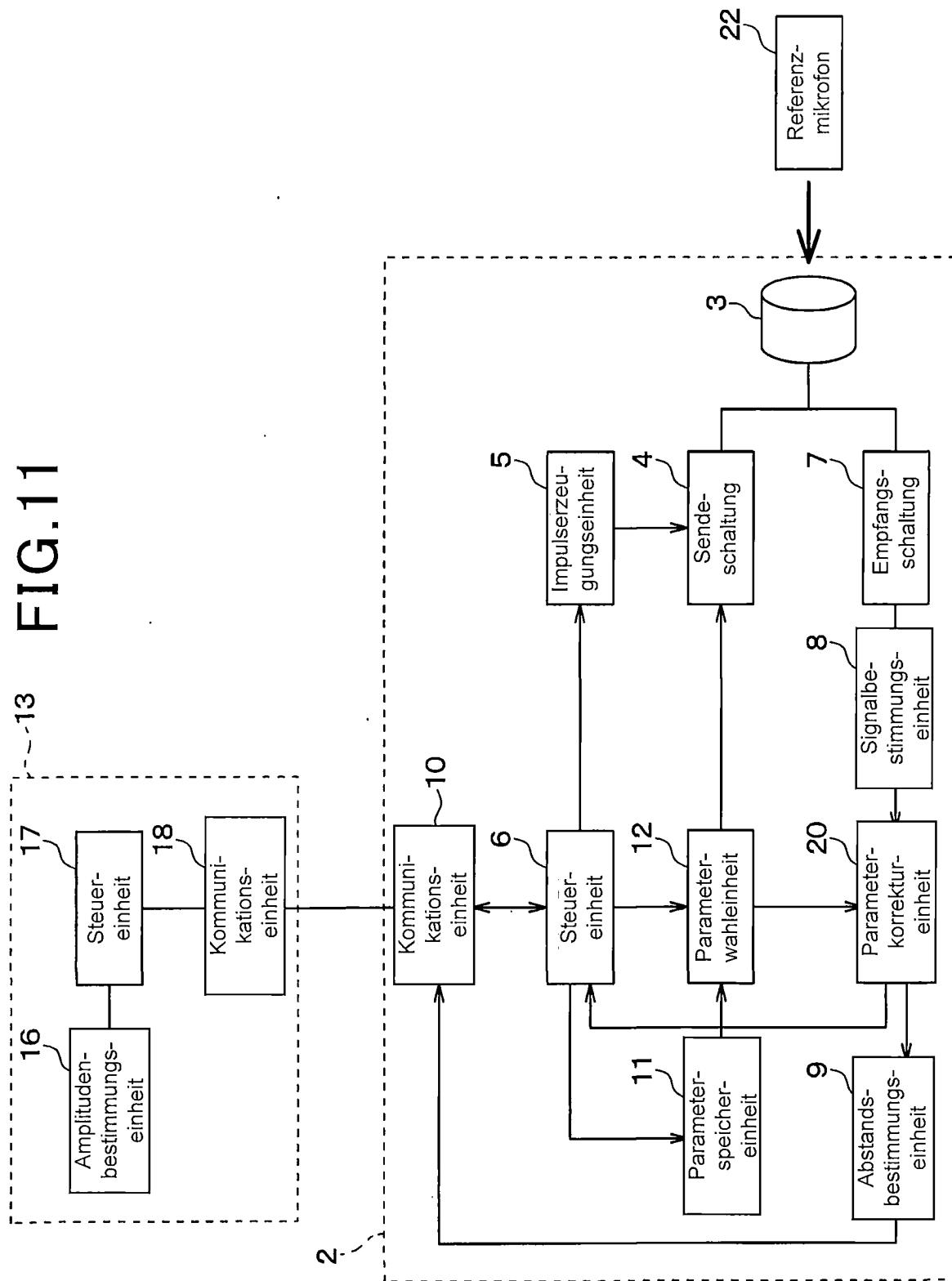


FIG. 12

