



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 001 746 A1** 2008.12.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 001 746.9**

(22) Anmeldetag: **14.05.2008**

(43) Offenlegungstag: **24.12.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G01S 7/52** (2006.01)

G01S 15/93 (2006.01)

H04R 17/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2007-155027 12.06.2007 JP

(71) Anmelder:

Denso Corp., Kariya-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:

**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

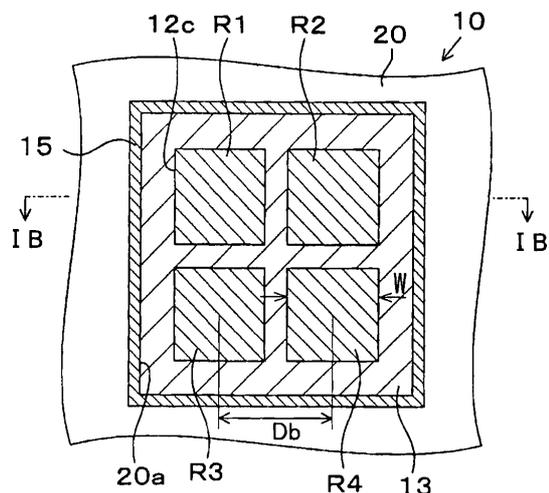
(72) Erfinder:

**Okuda, Yasuyuki, Kariya, Aichi, JP; Sugiura,
Makiko, Kariya, Aichi, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ultraschallsensor und Selbstdiagnoseverfahren von diesem**

(57) Zusammenfassung: In einem Ultraschallsensor ist eine erste Empfangsvorrichtung dazu ausgelegt, eine Ultraschallwelle senden und empfangen zu können. Die Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung gesendet wird, wird durch ein Vibrations-Verringerungselement gesendet, das zwischen der ersten Empfangsvorrichtung und einer zweiten Empfangsvorrichtung angeordnet ist, und die zweite Empfangsvorrichtung erfasst die Ultraschallwelle. Der Ultraschallsensor führt auf der Grundlage eines Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung eine Selbstdiagnose durch, ob die zweite Empfangsvorrichtung ohne Fehlverhalten betrieben wird.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Ultraschallsensor und ein Selbstdiagnoseverfahren des Ultraschallsensors.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Herkömmlicherweise beinhaltet ein Ultraschallsensor ein Ultraschallwellen-Erfassungselement, das an einem Sendeelement an gebracht ist, das eine Ultraschallwelle sendet. Zum Beispiel besteht das Sendeelement aus Metall oder Harz. Der Ultraschallsensor sendet eine Ultraschallwelle von einer Sendevorrichtung und empfängt die Ultraschallwelle, die von einem externen Objekt reflektiert wird, unter Verwendung einer Empfangsvorrichtung. Dadurch erfasst die Ultraschallwelle eine Stelle des Objekts, einen Abstand zu dem Objekt, eine zweidimensionale Form des Objekts oder eine dreidimensionale Form des Objekts. Der Ultraschallsensor kann geeignet für ein Überwachungssystem eines Fahrzeugs verwendet werden. Jedoch kann der Ultraschallsensor, der an das Fahrzeug angebracht ist, durch einen externen Faktor, wie zum Beispiel einen Stoß, beschädigt werden. Wenn der Ultraschallsensor beschädigt wird, kann das Überwachungssystem ein Fehlverhalten aufweisen und es kann schwierig sein, eine Person oder ein Hindernis mit einem hohen Genauigkeitsgrad zu erfassen.

[0003] Die US2006/0196272 A, die der JP-2006-242650A entspricht, offenbart ein Selbstdiagnoseverfahren eines Ultraschallsensors, der eine Mehrzahl von Empfangsvorrichtungen beinhaltet. Der Ultraschallsensor führt Selbstdiagnosen auf der Grundlage einer Intensitätsdifferenz von Empfangssignalen der Empfangsvorrichtungen zu einer Zeit, zu der die Empfangsvorrichtungen eine Ultraschallwelle erfassen, die von einem externen Objekt reflektiert wird, durch. Da das vorliegende Selbstdiagnoseverfahren die Ultraschallwelle verwendet, die von dem externen Objekt reflektiert wird, kann der Ultraschallsensor kein Fehlverhalten erfassen, wenn es kein Objekt in einem Erfassungsbereich gibt. Zum Beispiel kann der Ultraschallsensor, wenn das Fahrzeug in einer Garage oder auf einem Parkplatz geparkt ist, an welchem es kein Objekt vor ihm gibt, kein Fehlverhalten erfassen.

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Im Hinblick auf die vorhergehenden Probleme ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, sowohl ein Selbstdiagnoseverfahren eines Ultraschallsensors ohne Verwendung einer Ultraschall-

welle, die von einem externen Objekt reflektiert wird, als auch einen Ultraschallsensor zu schaffen, der eine Selbstdiagnose ohne Verwendung einer Ultraschallwelle durchführen kann, die von einem externen Objekt reflektiert wird.

[0005] Diese Aufgabe wird mit den in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Maßnahmen gelöst.

[0006] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0007] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Selbstdiagnoseverfahren eines Ultraschallsensors: Senden einer Ultraschallwelle von einer ersten Empfangsvorrichtung, die dazu ausgelegt ist, senden und empfangen zu können; Senden der Ultraschallwelle durch ein Vibrations-Verringerungselement; Erfassen der Ultraschallwelle durch eine zweite Empfangsvorrichtung; und Bestimmen, ob die zweite Empfangsvorrichtung ohne Fehlverhalten arbeitet, auf der Grundlage eines Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung. Jede der Empfangsvorrichtungen beinhaltet ein Erfassungselement und ein akustisches bzw. Schall-Anpassungsteil. Jedes der Erfassungselemente weist eine erste akustische Impedanz bzw. Schallimpedanz auf und ist dazu ausgelegt, eine Ultraschallwelle zu senden, die von einer Sendevorrichtung gesendet wird und die von einem externen Objekt reflektiert wird. Jedes der akustischen Anpassungsteile weist eine zweite akustische Impedanz auf und weist eine Empfangsoberfläche und eine Anbringungsoberfläche auf. Jede der Empfangsoberflächen liegt zum Erfassen der Ultraschallwelle, die von dem externen Objekt reflektiert wird, nach außen frei. Jede der Anbringungsoberflächen liegt der Empfangsoberfläche gegenüber und ist zum Senden der Ultraschallwelle, die von der Empfangsoberfläche empfangen wird, zu dem Erfassungselement an dem Erfassungselement angebracht. Die zweite akustische Impedanz ist größer als eine akustische Impedanz von Luft und ist kleiner als die erste akustische Impedanz. Das akustische Anpassungsteil der ersten Empfangsvorrichtung und das akustische Anpassungsteil der zweiten Empfangsvorrichtung sind durch das Vibrations-Verringerungselement zum Verringern eines Übertragens einer Vibration zwischen den akustischen Anpassungsteilen angeordnet.

[0008] In dem vorliegenden Selbstdiagnoseverfahren kann der Ultraschallsensor ein Fehlverhalten der zweiten Empfangsvorrichtung ohne Senden einer Ultraschallwelle zu dem externen Objekt und Erfassen der Ultraschallwelle erfassen, die von dem externen Objekt reflektiert wird.

[0009] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegen-

den Erfindung beinhaltet ein Selbstdiagnoseverfahren eines Ultraschallsensors: Senden einer Ultraschallwelle von einer ersten Empfangsvorrichtung, die dazu ausgelegt ist, senden und empfangen zu können; Senden der Ultraschallwelle durch ein Verkapselungselement; Erfassen der Ultraschallwelle durch eine zweite Empfangsvorrichtung; und Bestimmen, ob die zweite Empfangsvorrichtung ein Fehlverhalten aufweist, auf der Grundlage eines Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung. Jeder der Empfangsvorrichtungen beinhaltet ein Erfassungselement und ein akustisches Anpassungsteil. Jedes der Erfassungselemente weist eine erste akustische Impedanz auf und ist dazu ausgelegt, eine Ultraschallwelle zu erfassen, die von einer Sendevorrichtung gesendet wird und die von einem externen Objekt reflektiert ist. Jedes der akustischen Anpassungsteile weist eine zweite akustische Impedanz auf und weist eine Empfangsoberfläche und eine Anbringungsoberfläche auf. Jeder der Empfangsoberflächen liegt zum Erfassen der Ultraschallwelle, die von dem externen Objekt reflektiert wird, nach außen frei. Jede der Anbringungsoberflächen liegt der Empfangsoberfläche gegenüber und ist zum Senden der Ultraschallwelle, die von der Empfangsoberfläche empfangen wird, zu dem Erfassungselement angeordnet. Jede der zweiten akustischen Impedanzen ist größer als eine akustische Impedanz von Luft und kleiner als die erste akustische Impedanz. Die erste Sendevorrichtung ist auf einer Seite der Erfassungselemente bezüglich der Empfangsoberflächen angeordnet.

[0010] In dem vorliegenden Selbstdiagnoseverfahren kann der Ultraschallsensor ein Fehlverhalten der zweiten Empfangsvorrichtung ohne Senden einer Ultraschallwelle zu dem externen Objekt und Erfassen der Ultraschallwelle erfassen, die von dem externen Objekt reflektiert wird.

[0011] Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Selbstdiagnoseverfahren eines Ultraschallsensors: Senden einer Ultraschallwelle von einer ersten Sendevorrichtung; Erfassen der Ultraschallwelle durch eine Mehrzahl von Empfangsvorrichtungen; und Bestimmen, ob jede der Empfangsvorrichtungen ohne Fehlverhalten arbeitet, auf der Grundlage eines Erfassungssignals von jeder der Empfangsvorrichtungen. Jeder der Empfangsvorrichtungen beinhaltet ein Erfassungselement und ein akustisches Anpassungsteil. Jedes der Erfassungselemente weist eine erste akustische Impedanz auf und ist dazu ausgelegt, eine Ultra-

schallwelle zu erfassen, die von einer zweiten Sendevorrichtung gesendet wird und die von einem externen Objekt reflektiert wird. Jedes der akustischen Anpassungsteile weist eine zweite akustische Impedanz auf und weist eine Empfangsoberfläche und eine Anbringungsoberfläche auf. Jede der Empfangsoberflächen liegt zum Erfassen der Ultraschallwelle, die von dem Objekt reflektiert wird, nach außen frei. Jeder der Anbringungsoberflächen liegt der Empfangsoberfläche gegenüber und ist zum Senden der Ultraschallwelle, die von der Empfangsoberfläche empfangen wird, zu dem Erfassungselement angeordnet. Jede der zweiten akustischen Impedanzen ist größer als eine akustische Impedanz von Luft und kleiner als die erste akustische Impedanz. Die erste Sendevorrichtung ist auf einer Seite der Erfassungselemente bezüglich der Empfangsoberflächen angeordnet.

[0012] In dem vorliegenden Selbstdiagnoseverfahren kann der Ultraschallsensor ein Fehlverhalten der Empfangsvorrichtungen ohne Senden einer Ultraschallwelle zu dem externen Objekt und Erfassen der Ultraschallwelle erfassen, die von dem externen Objekt reflektiert wird.

[0013] Gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Ultraschallsensor eine Sendevorrichtung, eine erste Empfangsvorrichtung, eine zweite Empfangsvorrichtung, ein Vibrations-Verringerungselement und eine elektronische Steuereinheit. Die Sendevorrichtung ist dazu ausgelegt, eine Ultraschallwelle zu einem externen Objekt zu senden. Die erste Empfangsvorrichtung ist dazu ausgelegt, eine Ultraschallwelle senden zu können. Jede der ersten Empfangsvorrichtung und der zweiten Empfangsvorrichtung beinhaltet ein Erfassungselement und ein akustisches Anpassungsteil. Jedes der Erfassungselemente weist eine erste akustische Impedanz auf und ist dazu ausgelegt, die Ultraschallwelle zu erfassen, die von der Sendevorrichtung gesendet wird und die von dem externen Objekt empfangen wird. Jedes der akustischen Anpassungsteile weist eine erste akustische Impedanz auf und weist eine Empfangsoberfläche und eine Anbringungsoberfläche auf. Jede der Empfangsoberflächen liegt zum Erfassen der Ultraschallwelle, die von dem externen Objekt reflektiert wird, nach außen frei. Jede der Anbringungsoberflächen liegt der Empfangsoberfläche gegenüber und ist zum Senden der Ultraschallwelle, die von der Empfangsoberfläche empfangen wird, zu dem Erfassungselement an dem Erfassungselement angebracht. Die zweite akustische Impedanz ist größer als eine akustische Impedanz von Luft und kleiner als die erste akustische Impedanz. Das Vibrations-Verringerungselement ist zwischen dem akustischen Anpassungsteil der ersten Empfangsvorrichtung und dem akustischen Anpassungsteil der zweiten Empfangsvorrichtung zum Verringern eines Übertragens einer Vibration zwischen

den akustischen Anpassungsteilen angeordnet. Eine Bestimmungseinheit bestimmt auf der Grundlage eines Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung, wenn die zweite Empfangsvorrichtung die Ultraschallwelle erfasst, die von der ersten Empfangsvorrichtung durch das Vibrations-Verringerungselement gesendet wird, ob die zweite Empfangsvorrichtung ohne Fehlverhalten arbeitet.

[0014] Der vorliegende Ultraschallsensor kann ein Fehlverhalten der zweiten Empfangsvorrichtung ohne Senden einer Ultraschallwelle zu dem externen Objekt und Erfassen der Ultraschallwelle erfassen, die von dem externen Objekt reflektiert wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0015] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

[0016] Es zeigt:

[0017] [Fig. 1A](#) eine Draufsicht eines Ultraschallsensors gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0018] [Fig. 1B](#) eine Querschnittsansicht des Ultraschallsensors, die entlang einer Linie IB-IB in [Fig. 1A](#) genommen ist;

[0019] [Fig. 2A](#) eine schematische Darstellung eines Zustands, in dem eine Ultraschallwelle, die von einem externen Objekt reflektiert wird, von Empfangsvorrichtungen erfasst wird;

[0020] [Fig. 2B](#) ein Zeitablaufdiagramm von Erfassungssignalen der Empfangsvorrichtungen;

[0021] [Fig. 3A](#) ein Zeitablaufdiagramm der Erfassungssignale in einem Fall, in dem die Empfangsvorrichtungen ohne Fehlverhalten arbeiten;

[0022] [Fig. 3B](#) und [Fig. 3C](#) Zeitablaufdiagramme der Erfassungssignale in einem Fall, in dem mindestens eine der Empfangsvorrichtungen ein Fehlverhalten aufweist;

[0023] [Fig. 4](#) ein Zeitablaufdiagramm einer Temperaturabhängigkeit der Erfassungssignale;

[0024] [Fig. 5](#) einen Graph einer Temperaturabhängigkeit einer Resonanzfrequenz von akustischen Anpassungsteilen;

[0025] [Fig. 6](#) eine Querschnittsansicht eines Ultraschallsensors gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0026] [Fig. 7](#) einen Graph von Resonanzsignalen

der akustischen Anpassungsteile und des Verkapselungselements;

[0027] [Fig. 8](#) eine Querschnittsansicht eines Ultraschallsensors gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

[0028] [Fig. 9](#) eine schematische Darstellung von beispielhaften Abschnitten eines Fahrzeugs, an welchem der Ultraschallsensor angebracht ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Erstes Ausführungsbeispiel

[0029] Ein Ultraschallsensor **10** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 1A](#) bis [Fig. 5](#) und [Fig. 9](#) beschrieben. Zum Beispiel kann der Ultraschallsensor **10** geeignet als ein Hindernissensor verwendet werden, der an einem Fahrzeug **60** angebracht ist, das in [Fig. 9](#) gezeigt ist. In dem vorliegenden Fall entspricht eine Vorderseite in [Fig. 1A](#) und eine Oberseite in [Fig. 1B](#) einem Äußeren des Fahrzeugs **60**. Weiterhin entspricht eine Aufwärts- und Abwärtsrichtung in [Fig. 1A](#) einer Aufwärts- und Abwärtsrichtung bezüglich einer Bodenoberfläche.

[0030] Der Ultraschallsensor **10** beinhaltet erste bis vierte Empfangsvorrichtungen R1 bis R4. Jede der Empfangsvorrichtungen beinhaltet ein piezoelektrisches Element **11** und ein akustisches Anpassungsteil **12**. Die piezoelektrischen Elemente **11** erfassen eine Ultraschallwelle, die von einer Sendevorrichtung (nicht gezeigt) zu einer Vorderseite des Fahrzeugs **60** gesendet wird und von einem externen Objekt reflektiert wird, das sich vor dem Fahrzeug **60** befindet. Die akustischen Anpassungsteile **12** empfangen die Ultraschallwelle und übertragen eine Vibration. Mindestens eine der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 kann senden und empfangen. In dem vorliegenden Fall ist zum Beispiel die erste Empfangsvorrichtung R1 dazu ausgelegt, senden und empfangen zu können.

[0031] Die zweite Empfangsvorrichtung R2 ist auf einer rechten Seite der ersten Empfangsvorrichtung R1 angeordnet, die dritte Empfangsvorrichtung R3 ist auf einer Unterseite der ersten Empfangsvorrichtung R1 angeordnet und die vierte Empfangsvorrichtung R4 ist auf einer Unterseite der zweiten Empfangsvorrichtung R2 angeordnet. Jedes der akustischen Anpassungsteile **12** weist eine Empfangsoberfläche **12a** zum Empfangen der Ultraschallwelle, eine Anbringungsoberfläche **12b**, die der Empfangsoberfläche **12a** gegenüber liegt, und Seitenoberflächen **12c** auf. Der Ultraschallsensor **10** beinhaltet weiterhin ein Gehäuse **15** und ein Vibrations-Verringerungselement **13**. Die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 sind unter Verwendung eines Klebstoffs durch das Vibra-

tions-Verringerungselement **13** an einem Öffnungsabschnitt des Gehäuses **15** befestigt. Jeder Abschnitt der Seitenoberflächen **12c** auf einer Seite der Empfangsoberfläche **12a** kontaktiert das Vibrations-Verringerungselement **13**. Das Vibrations-Verringerungselement **13** verringert ein Übertragen der Vibration zwischen den Empfangsvorrichtungen R1 bis R4.

[0032] Wie es in [Fig. 1B](#) und [Fig. 9](#) gezeigt ist, ist der Ultraschallsensor **10** an einem vorbestimmten Abschnitt des Gehäuses **60**, zum Beispiel einer Stoßstange, angebracht. Die Stoßstange **20** weist ein Anbringungsteil **20a** zum Unterbringen des Gehäuses **15** auf. Eine Seitenoberfläche des Gehäuses **15** ist auf eine derartige Weise an dem Anbringungsteil **22a** angebracht, dass die Empfangsoberflächen **12a** nach außerhalb der Stoßstange **20** frei liegen.

[0033] Die piezoelektrischen Elemente **11** sind an den Anbringungsoberflächen **12b** durch zum Beispiel einen Klebstoff angebracht. Jedes der piezoelektrischen Elemente **11** weist eine im Wesentlichen quadratische Prismenform mit Sockelkanten von ungefähr 2 mm und einer Dicke von ungefähr 3 mm auf. Jedes der piezoelektrischen Elemente **11** weist einen piezoelektrischen Körper und Elektroden auf, die auf einer oberen Oberfläche und einer unteren Oberfläche des piezoelektrischen Körpers angebracht sind. Zum Beispiel besteht der piezoelektrische Körper aus Bleizirkonattitanat bzw. PZT. Jede der Elektroden ist durch einen Draht mit einer Schaltungsvorrichtung (nicht gezeigt) elektrisch gekoppelt. Die Schaltungsvorrichtung verarbeitet ein Spannungssignal aus den piezoelektrischen Elementen **11**. Die Schaltungsvorrichtung ist elektrisch mit einer elektronischen Steuereinheit bzw. ECU gekoppelt und führt eine arithmetische Verarbeitung auf der Grundlage des Spannungssignals aus den piezoelektrischen Elementen **11** aus. Da das PZT eine hohe piezoelektrische Konstante aufweist, kann das PZT eine Ultraschallwelle empfangen, die einen kleinen Schalldruck aufweist.

[0034] Jedes der akustischen Anpassungsteile **12** besteht aus einem Material, das eine akustische Impedanz aufweist, die größer als die akustische Impedanz von Luft und kleiner als eine akustische Impedanz der piezoelektrischen Elemente **11** ist. Jedes der akustischen Anpassungsteile **12** weist eine Prismenform auf, die eine ungefähr quadratische Querschnittsform aufweist. In einem Fall, in dem die akustischen Anpassungsteile **12** vorgesehen sind, kann eine Differenz der akustischen Impedanz an einer Grenzfläche bezüglich Luft verglichen mit einem Fall verringert werden, in dem die akustischen Anpassungsteile **12** nicht vorgesehen sind. Das heißt, die Differenz der akustischen Impedanz zwischen Luft und den akustischen Anpassungsteilen **12** ist kleiner als die Differenz der akustischen Impedanz zwischen Luft und den piezoelektrischen Elementen **11**. Daher

können die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 eine Reflexion der Ultraschallwelle an der Grenzfläche bezüglich Luft verringern und die Ultraschallwelle vergrößern, die die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 erreicht. Weiterhin sind die akustischen Anpassungsteile **12** an einem Äußeren der piezoelektrischen Elemente **11** vorgesehen und sind dadurch die piezoelektrischen Elemente **11** von dem Äußeren der Stoßstange **20** unsichtbar. Daher wirken die akustischen Anpassungsteile **12** als Schutzelemente zum Schützen der piezoelektrischen Elemente **11** vor einem Fremdmaterial und Feuchtigkeit. Zum Beispiel bestehen die akustischen Anpassungsteile **12** aus Polycarbonatharz oder Polyetherimidharz. Jedes des Polycarbonatharzes und des Polyetherimidharzes weist eine Elastizität auf, die durch eine Temperatur wenig beeinträchtigt wird. Daher wird eine Wellenlänge der Ultraschallwelle, die durch die akustischen Anpassungsteile **12** gesendet wird, durch die Temperatur wenig beeinträchtigt.

[0035] Jedes der akustischen Anpassungsteile **12** weist eine Breite W auf, die kleiner oder gleich einer halben Wellenlänge der Ultraschallwelle ist, die in Luft gesendet wird. Die akustischen Anpassungsteile **12** sind derart angeordnet, dass ein Abstand Db zwischen Mittenabschnitten von zwei angrenzenden akustischen Anpassungsteilen **12** im Wesentlichen gleich der halben Wellenlänge der Ultraschallwelle ist. Weiterhin weist jedes der akustischen Anpassungsteile **12** eine Dicke T auf, die im Wesentlichen einer viertelten Wellenlänge der Ultraschallwelle ist, die in den akustischen Anpassungsteilen **12** gesendet wird. Zum Beispiel weist, wenn eine Frequenz der Ultraschallwelle ungefähr 65 kHz ist, jedes der akustischen Anpassungsteile **12** eine Breite W von ungefähr 2,6 mm und eine Dicke T von ungefähr 5 mm auf.

[0036] Wenn die Dicke T der akustischen Anpassungsteile **12** im Wesentlichen eine viertelte Wellenlänge der Ultraschallwelle ist, wird eine Stehwelle in den akustischen Anpassungsteilen **12** erzeugt. Dadurch wird eingeschränkt, dass sich die Ultraschallwelle, die die akustischen Anpassungsteile **12** erreicht, und die Ultraschallwelle, die an Grenzflächen zwischen den akustischen Anpassungsteilen **12** und den piezoelektrischen Elementen **11** reflektiert wird einander stören und einander verringern. Daher kann die Ultraschallwelle wirksam zu den piezoelektrischen Elementen **11** gesendet werden. Das Material der akustischen Anpassungsteile **12** ist nicht auf das Harz beschränkt. Alternativ können die akustischen Anpassungsteile **12** aus einem Metall, das Aluminium beinhaltet, Keramik oder Glas bestehen, das die Beziehung der akustischen Impedanzen und die Beziehung zwischen der Wellenlänge und einer Abmessung erfüllt, die die Breite W, den Abstand Db und die Dicke T aufweisen. Jedes der zuvor beschriebenen Materialien weist einen Umgebungswiderstand auf, der einen Wetterwiderstand beinhaltet, der ähnlich zu

dem von Harz ist. Die Querschnittsform der akustischen Anpassungsteile **12** ist nicht auf die ungefähr quadratische Form beschränkt. Alternativ kann die Querschnittsform der akustischen Anpassungsteile **12** eine ungefähr kreisförmige Form sein.

[0037] Das Vibrations-Verringerungselement **13** besteht aus einem Material, das eine kleinere akustische Impedanz und eine höhere Dämpfungskonstante verglichen mit den akustischen Anpassungsteilen **12** aufweist. Weiterhin besteht das Vibrations-Verringerungselement **13** aus einem Material, das eine kleine Elastizität und eine kleine Dichte aufweist. Zum Beispiel kann das Vibrations-Verringerungselement **13** aus Gummi, einem Harz, das Poren aufweist, wie zum Beispiel einem Harzschaum, oder einem Schwamm bestehen.

[0038] Das Vibrations-Verringerungselement **13** ist zwischen den akustischen Anpassungsteilen **12** und zwischen jedem der akustischen Anpassungsteile **12** und der Stoßstange **20** vorgesehen. Dadurch wird die Ultraschallwelle vor einem Senden von einem der akustischen Anpassungsteile **12** zu dem angrenzenden akustischen Anpassungsteil **12** verringert. Weiterhin wird die Ultraschallwelle vor einem Senden von der Stoßstange **20** zu den Seitenoberflächen **12c** der akustischen Anpassungsteile **12** durch das Anbringungsteil **20a** verringert. Daher kann Rauschen verringert werden. Weiterhin weist, wenn das Vibrations-Verringerungselement **13** aus einem Material besteht, das eine kleine Elastizität aufweist, das Vibrations-Verringerungselement **13** einen geringeren Effekt bezüglich Vibrationen der akustischen Anpassungsteile **12** aufgrund der Ultraschallwelle auf. Daher kann eine Dämpfung der Ultraschallwelle verringert werden.

[0039] Der Ultraschallsensor **10** sendet die Ultraschallwelle von der Sendevorrichtung (nicht gezeigt) oder der ersten Empfangsvorrichtung R1 und empfängt die Ultraschallwelle, die von einem externen Objekt reflektiert wird, an den Empfangsoberflächen **12a** der akustischen Anpassungsteile **12**. Die Ultraschallwelle, die von den Empfangsoberflächen **12a** empfangen wird, wird durch die akustischen Anpassungsteile **12** zu den piezoelektrischen Elementen **11** gesendet. Dann erfassen die piezoelektrischen Elemente **11** die Ultraschallwelle und wandeln diese zu Spannungssignalen. Die piezoelektrischen Elemente **11** geben die Spannungssignale durch die Schaltungsvorrichtung (nicht gezeigt) zu der ECU aus. Die ECU führt die arithmetische Verarbeitung aus. Dadurch erfasst der Ultraschallsensor **10** eine Stelle des Objekts, einen Abstand zu dem Objekt, eine zweidimensionale Form des Objekts oder eine dreidimensionale Form des Objekts.

[0040] Ein Verfahren eines Erfassens der dreidimensionalen Form des Objekts wird nun unter Be-

zugnahme auf die [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) beschrieben. In dem vorliegenden Fall befindet sich ein Hindernis M an einem Abschnitt, der von einer Vorderseite des Fahrzeugs in einem Abstand D_h und in einem Winkel von θ_h auf einer rechten Seite (auf einer Seite der ersten Empfangsvorrichtung R1) bezüglich der Vorderseite des Fahrzeugs entfernt ist.

[0041] Eine Ultraschallwelle, die von einer Sendevorrichtung S1 (nicht gezeigt) zu einer Zeit t_0 gesendet wird, wird von dem Hindernis M reflektiert und von der ersten Empfangsvorrichtung R1 und der zweiten Empfangsvorrichtung R2 zu einer Zeit t_1 bzw. einer Zeit t_2 empfangen. Da sich das Hindernis M auf der rechten Seite bezüglich der Vorderseite des Fahrzeugs befindet, ist ein erster Abstand L_1 von der ersten Empfangsvorrichtung R1 zu dem Hindernis M kürzer als ein zweiter Abstand L_2 von der zweiten Empfangsvorrichtung R2 zu dem Hindernis M. Daher ist eine Zeit $t_1 - t_0$ von da an, wenn die Ultraschallwelle von der Sendevorrichtung gesendet wird, bis dahin, wenn die Ultraschallwelle, die von dem Hindernis M reflektiert wird, von der ersten Empfangsvorrichtung R1 empfangen wird, kürzer als eine Zeit $t_2 - t_0$ von da an, wenn die Ultraschallwelle von der Sendevorrichtung gesendet wird, bis dahin, wenn die Ultraschallwelle, die von dem Hindernis M reflektiert wird, von der zweiten Empfangsvorrichtung R2 empfangen wird. Wenn der Winkel θ_h groß wird, wird die Abstandsdifferenz $L_2 - L_1$ groß und wird dadurch die Zeitdifferenz $t_2 - t_1$ groß. Daher kann der Winkel θ_h unter Verwendung der Zeitdifferenz $t_2 - t_1$ berechnet werden. Weiterhin kann der mittlere Abstand T_h von der ersten Empfangsvorrichtung R1 und der zweiten Empfangsvorrichtung R2 zu dem Hindernis M unter Verwendung eines Mittelwerts der Zeit $t_1 - t_0$ und der Zeit $t_2 - t_0$ berechnet werden.

[0042] Auf eine Weise ähnlich dem zuvor beschriebenen Verfahren können ein Winkel θ_v des Hindernisses M bezüglich der Aufwärts- und Abwärtsrichtung bezüglich des Ultraschallsensors **10** und ein mittlerer Abstand T_v von der ersten Empfangsvorrichtung R1 und der dritten Empfangsvorrichtung R3 zu dem Hindernis M unter Verwendung von Zeiten t_1 und t_3 berechnet werden, zu denen die Ultraschallwelle, die von dem Hindernis M reflektiert wird, von der ersten Empfangsvorrichtung R1 bzw. der dritten Empfangsvorrichtung R3 erfasst wird. Alternativ können der Winkel θ_v des Hindernisses M bezüglich der Aufwärts- und Abwärtsrichtung und ein mittlerer Abstand von der ersten Empfangsvorrichtung R2 und der dritten Empfangsvorrichtung R4 zu dem Hindernis M unter Verwendung von Zeitpunkten t_2 und t_4 berechnet werden, zu denen die Ultraschallwelle, die von dem Hindernis M reflektiert wird, von der zweiten Empfangsvorrichtung R2 bzw. der vierten Empfangsvorrichtung R4 erfasst wird.

[0043] Ein Abstand und eine Richtung des Hinder-

nisses M bezüglich des Ultraschallsensors **10** können auf der Grundlage der Abstände D_h und D_v und der Winkel θ_h und θ_v berechnet werden. Daher kann die dreidimensionale Form des Hindernisses M auf der Grundlage der Differenz der Zeit, zu der die Ultraschallwelle, die von dem Hindernis M reflektiert wird, von den ersten bis vierten Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 erfasst wird, berechnet werden.

[0044] Alternativ kann die dreidimensionale Form des Hindernisses M auf der Grundlage einer Phasendifferenz der Ultraschallwelle berechnet werden, die von den ersten bis vierten Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 erfasst wird.

[0045] In dem Ultraschallsensor **10** weist jedes der akustischen Anpassungsteile **12** die Breite W auf, die kleiner oder gleich der halben Wellenlänge der Ultraschallwelle ist, die in Luft gesendet wird. Weiterhin sind die akustischen Anpassungsteile **12** auf eine derartige Weise angeordnet, dass der Abstand D_b zwischen den Mittenabschnitten von zwei angrenzenden akustischen Anpassungsteilen **12** im Wesentlichen gleich der halben Wellenlänge der Ultraschallwelle ist. In dem vorliegenden Fall kann die Zeitdifferenz auf der Grundlage der Phasendifferenz der Ultraschallwelle, die von den Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 empfangen wird, mit einem hohen Genauigkeitsgrad berechnet werden. Daher können der Abstand und der Winkel des Hindernisses M bezüglich des Ultraschallsensors **10** mit einem hohen Genauigkeitsgrad berechnet werden. Auch dann, wenn die Breite W größer als die halbe Wellenlänge der Ultraschallwelle ist, die in Luft gesendet wird, kann die dreidimensionale Form des Objekts erfasst werden.

[0046] Ein Selbstdiagnoseverfahren des Ultraschallsensors **10** wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) beschrieben. Zuerst sendet das piezoelektrische Element **11** der ersten Empfangsvorrichtung R1, welche dazu ausgelegt ist, senden und empfangen zu können, eine Ultraschallwelle zu dem akustischen Anpassungsteil **12**. Die Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung R1 gesendet wird, weist eine Intensität auf, die höher als die der Ultraschallwelle ist, die von dem Hindernis M reflektiert wird, und kann durch das Vibrations-Verringerungselement **13** gesendet werden. Zum Beispiel ist die Intensität der Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung R1 gesendet wird, zehnmal höher als die der Ultraschallwelle, die von dem Hindernis M reflektiert wird. Die Ultraschallwelle, die von dem akustischen Anpassungsteil **12** der ersten Empfangsvorrichtung R1 zu dem Vibrations-Verringerungselement **13** gesendet wird, wird zu den akustischen Anpassungsteilen **12** der zweiten bis vierten Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 gesendet.

[0047] Die Mittenabschnitte der zweiten Empfangs-

vorrichtung R2 und der dritten Empfangsvorrichtung R3 sind jeweils von dem Mittenabschnitt der ersten Empfangsvorrichtung R1 in dem Abstand D_b entfernt. Weiterhin ist der Mittenabschnitt der vierten Empfangsvorrichtung R4 von dem Mittenabschnitt der ersten Empfangsvorrichtung R1 in dem Abstand $\sqrt{2}D_b$ entfernt. Daher wird, wenn die zweiten bis vierten Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 ohne Fehlverhalten betrieben werden, eine Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung R1 zu einer Zeit t_5 gesendet wird, von der zweiten Empfangsvorrichtung R2 und der dritten Empfangsvorrichtung R3 im Wesentlichen zu der gleichen Zeit t_6 erfasst und von der vierten Empfangsvorrichtung R4 zu einer Zeit t_7 erfasst, die später als die Zeit t_6 ist, wie es in [Fig. 3A](#) gezeigt ist. Die Ultraschallwelle, die von der vierten Empfangsvorrichtung R4 erfasst wird, ist länger durch das Vibrations-Verringerungselement **13** gesendet worden, als die Ultraschallwelle, die von der zweiten Empfangsvorrichtung R2 und der dritten Empfangsvorrichtung R3 erfasst wird. Daher ist eine Intensität h_4 des Erfassungssignals der vierten Empfangsvorrichtung R4 niedriger als eine Intensität h_2 des Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung R2 und eine Intensität h_3 des Erfassungssignals der dritten Empfangsvorrichtung R3. In dem vorliegenden Fall sind die Intensität h_2 und die Intensität h_3 im Wesentlichen gleich zueinander.

[0048] In einem Fall, in dem eine der Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 beschädigt ist und ein Fehlverhalten aufweist, ändert sich das Erfassungssignal der beschädigten Empfangsvorrichtung. Zum Beispiel kann, wenn die dritte Empfangsvorrichtung R3 und die vierte Empfangsvorrichtung R4 ein Fehlverhalten aufweisen, eine Intensität h_{31} des Erfassungssignals der dritten Empfangsvorrichtung R3 kleiner als die Intensität h_2 des Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung R2 sein, wie es in [Fig. 3B](#) gezeigt ist. Weiterhin kann die vierte Empfangsvorrichtung R4 kein Signal erfassen. Auf diese Weise kann sich der Ultraschallsensor **10** zum Erfassen einer Empfangsvorrichtung, die eine Störung aufweist, durch Vergleichen der Intensitäten der Erfassungssignale der zweiten bis vierten Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 mit denjenigen in einem Fall, in dem die zweiten bis vierten Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 ohne Fehlverhalten arbeiten, selbst diagnostizieren. Daher kann der Ultraschallsensor **10** ein Fehlverhalten einer Empfangsvorrichtung ohne Senden einer Ultraschallwelle zu einem externen Objekt und Erfassen der Ultraschallwelle erfassen, die von dem externen Objekt reflektiert wird.

[0049] In einem Fall, in dem die Intensitäten der Erfassungssignale von allen der zweiten bis vierten Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 verringert sind, wie es in [Fig. 3C](#) gezeigt ist, oder in einem Fall, in dem alle der zweiten bis vierten Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 kein Signal erfassen, weisen alle der

zweiten bis vierten Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 ein Fehlverhalten auf oder weist die erste Empfangsvorrichtung R1 ein Fehlverhalten auf. Wenn die zweite Empfangsvorrichtung R2 ebenso dazu ausgelegt ist, senden zu können, kann der Ultraschallsensor **10** durch Vergleichen der Erfassungssignale der Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 in einem Fall, in dem die erste Empfangsvorrichtung R1 die Ultraschallwelle sendet, mit den Erfassungssignalen von Empfangsvorrichtungen R1, R3 und R4 in einem Fall, in dem die zweite Empfangsvorrichtung R2 die Ultraschallwelle sendet, erfassen, welche Empfangsvorrichtung ein Fehlverhalten aufweist,.

[0050] Zum Beispiel sperrt der Ultraschallsensor **10**, wenn der Ultraschallsensor **10** in der Selbstdiagnose erfasst, dass die vierte Empfangsvorrichtung R4 ein Fehlverhalten aufweist, das Erfassungssignal von der vierten Empfangsvorrichtung R4 und erfasst das Hindernis M unter Verwendung der Empfangsvorrichtungen R1 bis R3. Dadurch kann der Ultraschallsensor **10** eine Ausfallsicherungsfunktion aufweisen und kann eine Zuverlässigkeit des Ultraschallsensors **10** verbessert werden.

[0051] Weiterhin kann, wenn der Ultraschallsensor **10** eine Mehrzahl von Empfangsvorrichtungen aufweist, die senden können, zum Beispiel die erste Empfangsvorrichtung R1 und die zweiten Empfangsvorrichtung R2, der Ultraschallsensor **10** eine Änderung der Intensitäts-Erfassungssignale durch Vergleichen der Intensitäts-Erfassungssignale der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 erfassen. Der Ultraschallsensor **10** kann eine Empfindlichkeit von ihm durch Erfassen der Änderung bezüglich der Intensitäts-Erfassungssignale der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4, die ohne Fehlverhalten betrieben werden, und Steuern eines Verstärkungsfaktors der Erfassungssignale durch die Schaltungsvorrichtung korrigieren.

[0052] Zum Beispiel kann die Ultraschallwelle, die von der Empfangsvorrichtung gesendet wird, eine Frequenz aufweisen, die gleich der Intensität der Ultraschallwelle ist, die zum Erfassen des Hindernisses M verwendet wird. Das heißt, die Ultraschallwelle, die von der Empfangsvorrichtung gesendet wird, kann eine Resonanzfrequenz der akustischen Anpassungsteile **12** aufweisen. In dem vorliegenden Fall wird eine Vibration groß und kann sich dadurch der Ultraschallsensor **10** mit einem hohen Genauigkeitsgrad selbst diagnostizieren. Weiterhin ändert sich, wenn die akustischen Anpassungsteile **12** zum Beispiel durch ein Objekt, das von außerhalb des Ultraschallsensors **10** kommt, deformiert werden, die Resonanzfrequenz und dadurch ändern sich die Intensitäten der Erfassungssignale bedeutsam. Daher kann der Ultraschallsensor **10** die Deformation der akustischen Anpassungsteile **12** erfassen.

[0053] In dem Ultraschallsensor **10** kann die ECU eine Temperatur auf der Grundlage von Temperaturabhängigkeiten von Eigenschaften von Komponenten schätzen, durch welche die Ultraschallwelle gesendet wird. Dann kann der Ultraschallsensor **10** die Temperatur unter Verwendung der geschätzten Temperatur korrigieren. Ein Verfahren eines Erfassens einer Temperatur wird beschrieben. Wenn sich die Umgebungstemperatur des Ultraschallsensors **10** erhöht, werden die Elastizität der akustischen Anpassungsteile **12** und die Elastizität des Vibrations-Verringerungselements **13** verringert. Dadurch werden akustische Geschwindigkeiten der Ultraschallwelle verringert, die durch die akustischen Anpassungsteile **12** und das Vibrations-Verringerungselement **13** gesendet wird. Daher verschieben sich Erfassungszeiten, zu welchen die Ultraschallwelle durch die Verringerungsvorrichtungen R1 bis R4 erfasst wird, zu einer längeren Zeit. Weiterhin erhöht sich eine Dämpfung der Ultraschallwelle aufgrund des Vibrations-Verringerungselements **13** und werden dadurch die Intensitäten der Erfassungssignale verringert.

[0054] Zum Beispiel wird, wenn eine Umgebungstemperatur T2 höher als eine vorbestimmte Temperatur T1 ist, eine Intensität eines Erfassungssignals von einer Intensität h11 zu einer Intensität h12 verringert. Weiterhin verschiebt sich eine Erfassungszeit von einer Zeit t11 zu einer Zeit t12. Der Ultraschallsensor **10** kann die Umgebungstemperatur T2 auf der Grundlage der Temperatureigenschaften der akustischen Anpassungselemente **12** und des Vibrations-Verringerungselements **13** und eines Dämpfungsverhältnisses $h12/h11$ und eines Verschiebungsbetrags der Erfassungszeit $t12 - t11$ schätzen. Weiterhin kann der Ultraschallsensor **10** die Frequenz der Ultraschallwelle, die von der Sendevorrichtung gesendet wird, auf der Grundlage der geschätzten Temperatur T2 ändern. Weiterhin kann der Ultraschallsensor **10** die Empfindlichkeit davon auf der Grundlage der geschätzten Temperatur T2 unter Verwendung der Schaltungsvorrichtung ECU korrigieren.

[0055] Alternativ kann die Umgebungstemperatur T2 auf der Grundlage der Änderung der Resonanzfrequenz der akustischen Anpassungsteile **12** geschätzt werden. Wie es in [Fig. 5](#) gezeigt ist, schwingt, wenn die Frequenz der Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung R1 gesendet wird, an der vorbestimmten Temperatur T1 schwingt, das akustische Anpassungsteil **12** der zweiten Empfangsvorrichtung R2 an einer ersten Frequenz f1. Daher erhöht sich die Intensität des Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung an der Frequenz f1. An der Umgebungstemperatur T2 ist die Elastizität des akustischen Anpassungsteils **12** verringert. Daher erhöht sich die Dicke des akustischen Anpassungsteils **12** und wird die Resonanzfrequenz die Frequenz f2, die niedriger als die Frequenz f1 ist. Der

Ultraschallsensor **10** kann die Umgebungstemperatur T_2 auf der Grundlage der Temperaturabhängigkeit der Resonanzfrequenz schätzen. Zum Beispiel kann eine Abtastfrequenz der Ultraschallwelle in einem Bereich des 0,5fachen bis 2fachen einer angenommenen Resonanzfrequenz f_2 sein.

[0056] Die Anzahl der Empfangsvorrichtungen und die Anordnung der Empfangsvorrichtungen kann geändert werden. Zum Beispiel kann die Empfangsvorrichtung konzentrisch angeordnet sein. Alternativ können lediglich zwei Empfangsvorrichtungen **R1** und **R2** vorgesehen sein, um die zweidimensionale Form in einer Rechts- und Linksrichtung zu erfassen. Wenn die zwei Empfangsvorrichtungen **R1** und **R2** verwendet werden, kann ein Schwellwert des Erfassungssignals bezüglich der gesendeten Ultraschallwelle festgelegt werden. In dem vorliegenden Fall kann der Ultraschallsensor **10** bestimmen, dass eine der Empfangsvorrichtungen **R1** und **R2** ein Fehlverhalten aufweist, wenn das Erfassungssignal niedriger als der Schwellwert ist.

[0057] In dem Ultraschallsensor **10** ist mindestens eine der Empfangsvorrichtungen **R1** bis **R4**, zum Beispiel die erste Empfangsvorrichtung **R1**, dazu ausgelegt, senden zu können. Die Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung **R1** gesendet wird, wird durch das Vibrations-Verringerungselement **123** zu den Empfangsvorrichtungen **R2** bis **R4** gesendet. Dann bestimmt der Ultraschallsensor **10**, ob jede der Empfangsvorrichtungen **R2** bis **R4** ohne Fehlverhalten arbeitet, auf der Grundlage der Erfassungssignale der Empfangsvorrichtungen **R2** bis **R4**. Daher kann der Ultraschallsensor **10** ein Fehlverhalten der Empfangsvorrichtungen **R2** bis **R4** ohne Senden einer Ultraschallwelle zu einem externen Objekt und Erfassen der Ultraschallwelle erfassen, die von dem externen Objekt reflektiert wird. Als Ergebnis kann sich der Ultraschallsensor **10** zu einer erwünschten Zeit selbst diagnostizieren. Daher kann die Zuverlässigkeit des Ultraschallsensors **10** verbessert werden.

[0058] Jedes der akustischen Anpassungsteile **12** ist auf eine derartige Weise ausgelegt, dass die Stehwelle darin durch die Ultraschallwelle erzeugt wird, die an der Empfangsoberfläche **12a** empfangen wird. Dadurch wird eingeschränkt, dass die Ultraschallwelle, die die akustischen Anpassungsteile **12** erreicht, und die Ultraschallwelle, die an Grenzflächen zwischen den akustischen Anpassungsteilen **12** und den piezoelektrischen Elementen **11** reflektiert werden, einander stören und einander verringern. Daher kann die Ultraschallwelle wirksam zu den piezoelektrischen Elementen gesendet werden. Als Ergebnis kann die Empfindlichkeit des Ultraschallsensors **10** verbessert werden.

[0059] Weiterhin kann, da die Frequenz der Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung

R1 gesendet wird, die Resonanzfrequenz der akustischen Anpassungsteile **12** ist, der Schalldruck erhöht werden. Dadurch erhöhen sich die Intensitäten des Erfassungssignals der Empfangsvorrichtungen **R2** bis **R4** und kann sich der Ultraschallsensor **10** mit einem hohen Genauigkeitsgrad selbst diagnostizieren.

[0060] Die Eigenschaft der Komponenten, durch welche die Ultraschallwelle gesendet wird, zum Beispiel die Eigenschaft der akustischen Anpassungsteile **12**, ändert sich mit der Temperatur. Die Erfassungszeiten der Erfassungssignale und die Intensitäten der Erfassungssignale ändern sich in Übereinstimmung mit der Änderung der Eigenschaften. Die Umgebungstemperatur des Ultraschallsensors **10** kann auf der Grundlage der Erfassungszeiten der Erfassungssignale oder der Intensitäten der Erfassungssignale unter Verwendung der Temperaturabhängigkeit geschätzt werden. Weiterhin ändern sich die Resonanzfrequenz der akustischen Anpassungsteile **12** oder die Intensitäten der Erfassungssignale von der Resonanzfrequenz mit der Temperatur. Daher kann die Umgebungstemperatur des Ultraschallsensors **10** auf der Grundlage der Resonanzfrequenz der akustischen Anpassungsteile **12** oder der Intensitäten der Erfassungssignale an der Resonanzfrequenz geschätzt werden.

[0061] Zum Beispiel bestehen die akustischen Anpassungsteile **12** aus Polykarbonatharz oder Polyetherimidharz. Die Elastizität des Polykarbonatharzes und die Elastizität des Polyetherimidharzes werden durch eine Temperatur weniger beeinträchtigt. Daher wird verringert, dass sich die Wellenlänge der Ultraschallwelle mit einer Temperatur verringert und kann dadurch eine Stehwelle stabil erzeugt werden. Weiterhin kann der Ultraschallsensor **10**, wenn die piezoelektrischen Elemente **11** aus PZT bestehen, das eine große piezoelektrische Konstante aufweist, die Ultraschallwelle erfassen, die einen kleinen Schalldruck aufweist. Daher kann die Empfindlichkeit des Ultraschallsensors **10** verbessert werden.

[0062] Wenn die Breite W der akustischen Anpassungselemente **12** weniger als eine halbe Wellenlänge der Ultraschallwelle ist, die in Luft gesendet wird, kann die Mehrzahl von Empfangsvorrichtungen auf eine derartige Weise angeordnet sein, dass die Mittenabschnitte der Empfangsvorrichtungen voneinander in dem Abstand T_b entfernt sind, der im Wesentlichen gleich der halben Wellenlänge der Ultraschallwelle ist, die in Luft gesendet wird. Als Ergebnis kann der Ultraschallsensor **10** mit einem hohen Genauigkeitsgrad erfassen.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0063] Ein Ultraschallsensor **30** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) be-

schrieben. In dem Ultraschallsensor **30** ist ein Verkapselungselement **60** an einem Bodenteil **15a** des Gehäuses **15** vorgesehen, um die piezoelektrischen Elemente zu bedecken. Das Verkapselungselement **16** schützt die piezoelektrischen Elemente **11** vor Feuchtigkeit und verringert eine Spannung, die aufgrund der Vibration auf die piezoelektrischen Elemente **11** ausgeübt wird. Das Verkapselungselement **16** besteht aus einem Material, das eine niedrige akustische Impedanz aufweist. Weiterhin besteht das Verkapselungselement **16** aus einem Material, das eine niedrige Elastizität aufweist, so dass die Vibrationen der akustischen Anpassungsteile **12** nicht durch das Verkapselungselement **16** beeinträchtigt werden. Zum Beispiel besteht das Verkapselungselement **16** aus Silikongummi, Urethanschaum oder Gel. Zum Beispiel ist die Elastizität des Verkapselungselements **16** kleiner oder gleich 10 Mpa.

[0064] Der Ultraschallsensor **30** kann sich unter Verwendung des Verkapselungselements **16** als ein Übertragungsmedium selbst diagnostizieren. Insbesondere wird die Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung R1 gesendet wird, durch das Verkapselungselement **16** zu den Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 gesendet. Der Ultraschallsensor **30** kann sich unter Verwendung der Erfassungssignale der Ultraschallwellen, die durch das Verkapselungselement **16** gesendet werden, auf eine Weise selbst diagnostizieren, die ähnlich zu dem Selbstdiagnoseverfahren des Ultraschallsensors **10** ist.

[0065] Eine physikalische Eigenschaft des Verkapselungselements **16** ändert sich in Übereinstimmung mit der Temperatur. Daher kann der Ultraschallsensor **30** eine Temperatur auf eine Weise schätzen, die ähnlich zu der des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung ist. In einem Fall, in dem der Ultraschallsensor **30** eine Temperatur durch Abtasten der Frequenz der Ultraschallwelle schätzt, die von der ersten Empfangsvorrichtung R1 gesendet wird, kann die Frequenz in einem Bereich von ungefähr dem 0,3fachen bis 3fachen abgetastet werden. Die Elastizität des Verkapselungselements **16** ist niedriger als die der akustischen Anpassungsteile **12**. Daher ist, wie es in [Fig. 7](#) gezeigt ist, eine Resonanzfrequenz f_3 des Verkapselungselements **16** niedriger als die Resonanzfrequenz f_2 der akustischen Anpassungsteile **12**. Weiterhin ist die Intensität des Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung R2 an der Resonanzfrequenz f_3 des Verkapselungselements **16** niedriger als die Intensität des Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung R2 an der Resonanzfrequenz f_2 der akustischen Anpassungsteile **12**. Auf diese Weise kann, da sich die Resonanzfrequenz f_3 des Verkapselungselements **16** von der Resonanzfrequenz f_2 der akustischen Anpassungsteile **12** unterscheidet, die Resonanzfrequenz f_3 von der Resonanzfrequenz f_2 unterschieden werden. Weiterhin kann der Ultraschallsensor **30** eine Tempe-

ratur mit einem höheren Genauigkeitsgrad unter Verwendung der Temperaturabhängigkeiten der Resonanzfrequenz f_2 der akustischen Anpassungsteile **12** und der Resonanzfrequenz f_3 des Verkapselungselements **16** schätzen.

[0066] In dem Ultraschallsensor **30** ist mindestens eine der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4, zum Beispiel die erste Empfangsvorrichtung R1, dazu ausgelegt, senden zu können. Die Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung R1 gesendet wird, wird durch das Verkapselungselement **16** zu den Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 gesendet. Dann bestimmt der Ultraschallsensor **30**, ob jede der Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 ohne Fehlverhalten betrieben wird, auf der Grundlage der Erfassungssignale der Empfangsvorrichtungen R2 bis R4. Daher kann der Ultraschallsensor **30** ein Fehlverhalten der Empfangsvorrichtungen R2 bis R4 ohne Senden einer Ultraschallwelle zu einem externen Objekt und Erfassen der Ultraschallwelle erfassen, die von dem externen Objekt reflektiert wird. Als Ergebnis kann sich der Ultraschallsensor **30** zu einer realistischen Zeit selbst diagnostizieren. Daher kann die Zuverlässigkeit des Ultraschallsensors **30** verbessert werden.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0067] Ein Ultraschallsensor **40** gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) beschrieben. In dem Ultraschallsensor **40** ist eine Sendevorrichtung **17** für eine Selbstdiagnose an dem Bodenteil **15a** des Gehäuses **15** angeordnet. Die Sendevorrichtung **17** besteht zum Beispiel aus einem piezoelektrischen Element. Die Sendevorrichtung **17** weist eine Sendeoberfläche auf, von welcher eine Ultraschallwelle gesendet wird. Die Sendevorrichtung **17** ist auf eine derartige Weise angeordnet, dass Abstände von der Sendeoberfläche zu den Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 im Wesentlichen gleich zueinander sind. Wenn sich der Ultraschallsensor **40** selbst diagnostiziert, sendet die Sendevorrichtung **17** die Ultraschallwelle zu den Empfangsvorrichtungen R1 bis R4. Die Ultraschallwelle, die von der Sendevorrichtung **17** ausgegeben wird, wird zu jedem der piezoelektrischen Elemente **11** oder jedem der akustischen Anpassungsteile **123** gesendet. Die Abstände von der Sendeoberfläche zu den Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 sind im Wesentlichen gleich zueinander. Daher werden, wenn die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 ohne Fehlverhalten betrieben werden, die Erfassungszeiten und die Intensitäten der Erfassungssignale der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 im Wesentlichen gleich zueinander. Wenn sich das Erfassungssignal der einen Empfangsvorrichtung verringert, erfasst der Ultraschallsensor **40**, dass eine Empfangsvorrichtung ein Fehlverhalten aufweist. Da der Ultraschallsensor **40** die Sendevorrichtung **17** für die Selbstdiagnose beinhaltet, ist es nicht

erforderlich, dass die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 senden können. Weiterhin kann der Ultraschallsensor **40** die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 gleichzeitig diagnostizieren. Weiterhin kann der Ultraschallsensor **40** eine Temperatur auf der Grundlage der Erfassungssignale der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 auf eine Weise schätzen, die ähnlich zu der des ersten Ausführungsbeispiels und des zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung ist.

[0068] Die Sendevorrichtung **17** kann durch das Verkapselungselement **16** mit den piezoelektrischen Elementen **11** verkapselt sein. In dem vorliegenden Fall wird die Ultraschallwelle, die aus der Sendevorrichtung **17** ausgegeben wird, durch das Verkapselungselement **16** zu den Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 gesendet. Daher erhöhen sich die Intensitäten der Erfassungssignale verglichen mit einem Fall, in dem das Verkapselungselement **16** nicht vorgesehen ist und die Ultraschallwelle in Luft gesendet wird.

[0069] Es ist nicht erforderlich, dass die Sendevorrichtung **17** in einem gleichen Abstand von den Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 angeordnet ist, solange die Sendevorrichtung **17** auf einer Seite der piezoelektrischen Elemente **11** bezüglich der Empfangsoberflächen **12a** angeordnet ist. Zum Beispiel ist die Sendevorrichtung **17** auf einer anderen inneren Oberfläche des Gehäuses **15** als dem Bodenteil **15a** angeordnet. In dem vorliegenden Fall sind die Erfassungszeiten und die Intensitäten der Erfassungssignale zueinander unterschiedlich. Jedoch kann der Ultraschallsensor **40** die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 durch Vergleichen der Erfassungszeiten und der Intensitäten der Erfassungssignale mit denjenigen in einem Fall diagnostizieren, in dem die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 ohne Fehlverhalten betrieben werden. Weiterhin kann, wenn es nicht erforderlich ist, dass die Sendevorrichtung **17** in einem gleichen Abstand von den Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 angeordnet ist, die Sendevorrichtung **17** freier angeordnet werden und kann dadurch der Ultraschallsensor **40** klein sein.

[0070] In dem Ultraschallsensor **40** ist die Sendevorrichtung **17** auf der Seite der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 bezüglich der Empfangsoberflächen **12a** angeordnet. Die Ultraschallwelle, die von der Sendevorrichtung gesendet wird, wird zu den Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 gesendet. Dann bestimmt der Ultraschallsensor **40**, ob jede der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 ohne Fehlverhalten betrieben wird, auf der Grundlage der Erfassungssignale der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4. Daher kann der Ultraschallsensor **40** ein Fehlverhalten der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 ohne Senden einer Ultraschallwelle zu einem externen Objekt und Erfassen der Ultraschallwelle erfassen, die von dem externen Objekt reflektiert wird. Als Ergebnis kann sich der Ultraschallsensor **40** zu einer erwünschten

Zeit selbst diagnostizieren. Daher kann die Zuverlässigkeit des Ultraschallsensors **40** verbessert werden. Weiterhin ist es, da der Ultraschallsensor **40** die Sendevorrichtung **17** für die Eigendiagnose beinhaltet, nicht erforderlich, dass die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 senden können. Weiterhin kann der Ultraschallsensor **40** die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 gleichzeitig diagnostizieren.

[0071] In einem Fall, in dem die Sendevorrichtung **17** in einem gleichen Abstand von den Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 angeordnet ist, sind die Erfassungszeiten und die Intensitäten der Erfassungssignale der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 zueinander gleich, wenn die Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 ohne Fehlverhalten betrieben werden. Daher kann der Ultraschallsensor **40** durch Vergleichen der Erfassungssignale erfassen, welche Empfangsvorrichtung ein Fehlverhalten aufweist.

Andere Ausführungsbeispiele

[0072] Obgleich die vorliegende Erfindung vollständig in Verbindung mit den bevorzugten Ausführungsbeispielen von ihr unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung beschrieben worden ist, ist es anzumerken, dass verschiedene Änderungen und Ausgestaltungen für Fachleute ersichtlich werden.

[0073] Jeder der Ultraschallsensoren **10**, **30** und **40** kann ebenso an einem anderen Abschnitt des Fahrzeugs **60** als an der Stoßstange **20** angebracht sein. Zum Beispiel kann jeder der Ultraschallsensoren **10**, **30** und **40** an einer Scheinwerferabdeckung **21** angebracht sein. In dem vorliegenden Fall wird verringert, dass die Ultraschallwelle, die von dem Hindernis reflektiert wird, von einem Abschnitt des Fahrzeugs **60** gesperrt wird. Daher können die Ultraschallsensoren **10**, **30** und **40** geeignet als ein Hindernissensor verwendet werden. Alternativ kann jeder der Ultraschallsensoren **10**, **30** und **40** an einer Blinkerabdeckung **22** oder einem Seitenspiegel **23** angebracht sein, wenn jeder der Ultraschallsensoren **10**, **30** und **40** als ein Hindernissensor auf einer Seitenrichtung des Fahrzeugs **60** verwendet wird. Alternativ kann jeder der Ultraschallsensoren **10**, **30** und **40** an einer Rücklichtabdeckung **24** oder einer Schlusslichtabdeckung **25** angebracht sein, wenn jeder der Ultraschallsensoren **10**, **30** und **40** als ein Hindernissensor auf einer Rückseite des Fahrzeugs **60** verwendet wird.

[0074] Die akustischen Anpassungsteile **12** der Empfangsvorrichtungen R1 bis R4 können aus Materialien bestehen, die zueinander unterschiedlich sind. Zum Beispiel können die akustischen Anpassungsteile **12** der Empfangsvorrichtungen R1 und R2 aus Polykarbonatharz bestehen und bestehen die akustischen Anpassungsteile **12** der Empfangsvorrichtungen R3 und R4 aus einer Aluminiumlegierung. Temperaturabhängigkeiten einer physikalischen Eigen-

schaft, zum Beispiel Temperaturabhängigkeiten einer Elastizität des Polykarbonatharzes und der Aluminiumlegierung, sind zueinander unterschiedlich. Daher kann jeder der Ultraschallsensoren **10**, **30** und **40** eine Temperatur mit einem hohen Genauigkeitsgrad unter Verwendung der Temperaturabhängigkeiten von beiden des Polykarbonats und der Aluminiumlegierung schätzen.

[0075] Es versteht sich, dass derartige Änderungen und Ausgestaltungen innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung sind, wie er durch die beiliegenden Ansprüche definiert ist.

[0076] In einem zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Ultraschallsensor ist eine erste Empfangsvorrichtung dazu ausgelegt, eine Ultraschallwelle senden und empfangen zu können. Die Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung gesendet wird, wird durch ein Vibrations-Verringerungselement gesendet, das zwischen der ersten Empfangsvorrichtung und einer zweiten Empfangsvorrichtung angeordnet ist, und die zweite Empfangsvorrichtung erfasst die Ultraschallwelle. Der Ultraschallsensor führt auf der Grundlage eines Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung eine Selbstdiagnose durch, ob die zweite Empfangsvorrichtung ohne Fehlverhalten betrieben wird.

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

- US 2006/0196272 A [\[0003\]](#)
- JP 2006-242650 A [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Selbstdiagnoseverfahren eines Ultraschallsensors (**10**), das aufweist:

Senden einer Ultraschallwelle von einer ersten Empfangsvorrichtung (R1), die dazu ausgelegt ist, senden und empfangen zu können;

Senden der Ultraschallwelle durch ein Vibrations-Verringerungselement (**13**);

Erfassen der Ultraschallwelle durch eine zweite Empfangsvorrichtung (R2 bis R4); und

Bestimmen, ob die zweite Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) ohne Fehlverhalten betrieben wird, auf der Grundlage eines Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung (R2 bis R4), wobei:

jede Empfangsvorrichtung (R1 bis R4) ein Erfassungselement (**11**) und ein akustisches Anpassungsteil (**12**) beinhaltet;

jedes der Erfassungselemente (**11**) eine erste akustische Impedanz aufweist und dazu ausgelegt ist, eine Ultraschallwelle zu erfassen, die von einer Sendevorrichtung gesendet wird und die von einem externen Objekt reflektiert wird;

jedes der akustischen Anpassungsteile (**12**) eine zweite akustische Impedanz aufweist und eine Empfangsoberfläche (**12a**) und eine Anbringungsoberfläche (**12b**) aufweist;

jede der Empfangsoberflächen (**12a**) zum Erfassen der Ultraschallwelle, die von dem externen Objekt gesendet wird, nach außen frei liegt;

jede der Anbringungsoberflächen (**12b**) der Empfangsoberfläche (**12a**) gegenüberliegt und zum Senden der Ultraschallwelle, die von der Empfangsvorrichtung (**12a**) empfangen wird, zu dem Erfassungselement (**11**) an dem Erfassungselement (**11**) angebracht ist;

die zweite akustische Impedanz größer als eine akustische Impedanz von Luft und kleiner als die erste akustische Impedanz ist; und

das akustische Anpassungsteil (**12**) der ersten Empfangsvorrichtung (R1) und das akustische Anpassungsteil (**12**) der zweiten Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) durch das Vibrations-Verringerungselement (**13**) zum Verringern eines Übertragens einer Vibration zwischen den akustischen Anpassungsteilen (**12**) angeordnet sind.

2. Selbstdiagnoseverfahren nach Anspruch 1, wobei jedes der akustischen Anpassungsteile (**12**) auf eine derartige Weise ausgelegt ist, dass durch die Ultraschallwelle darin eine Stehwelle erzeugt wird, die an der Empfangsoberfläche (**12a**) empfangen wird.

3. Selbstdiagnoseverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung (R1) gesendet wird, eine Resonanzfrequenz der akustischen Anpassungsteile (**12**) aufweist.

4. Selbstdiagnoseverfahren eines Ultraschallsensors (**30**), das aufweist:

Senden einer Ultraschallwelle von einer ersten Empfangsvorrichtung (R1), die dazu ausgelegt ist, senden und empfangen zu können;

Senden der Ultraschallwelle durch ein Verkapselungselement (**16**);

Erfassen der Ultraschallwelle durch eine zweite Empfangsvorrichtung (R2 bis R4); und

Bestimmen, ob die zweite Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) ohne Fehlverhalten arbeitet, auf der Grundlage eines Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung (R2 bis R4), wobei:

jede der Empfangsvorrichtungen (R1 bis R4) ein Erfassungselement (**11**) und ein akustisches Anpassungsteil (**12**) beinhaltet;

jedes der Erfassungselemente (**11**) eine erste akustische Impedanz aufweist und dazu ausgelegt ist, eine Ultraschallwelle zu erfassen, die von einer Sendevorrichtung gesendet wird und die von einem externen Objekt reflektiert wird;

jedes der akustischen Anpassungsteile (**12**) eine zweite akustische Impedanz aufweist und eine Empfangsoberfläche (**12a**) und eine Anbringungsoberfläche (**12b**) aufweist;

jede der Empfangsoberflächen (**12a**) zum Erfassen der Ultraschallwelle, die von dem externen Objekt reflektiert wird, nach außen frei liegt;

jede der Anbringungsoberflächen (**12b**) der Empfangsoberfläche (**12a**) gegenüberliegt und zum Senden der Ultraschallwelle, die von der Empfangsoberfläche (**12a**) empfangen wird, zu dem Erfassungselement (**11**) an dem Erfassungselement (**11**) angebracht ist;

die zweite akustische Impedanz größer als eine akustische Impedanz von Luft und kleiner als die erste akustische Impedanz ist;

das akustische Anpassungsteil (**12**) der ersten Empfangsvorrichtung (R1) und das akustische Anpassungsteil (**12**) der zweiten Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) durch ein Vibrations-Verringerungselement (**13**) zum Verringern eines Übertragens einer Vibration zwischen den akustischen Anpassungsteilen (**12**) angeordnet sind; und

das Erfassungselement (**11**) der ersten Empfangsvorrichtung (R1) und das Erfassungselement (**11**) der zweiten Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) durch das Verkapselungselement (**16**) verkapselt sind.

5. Selbstdiagnoseverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, das weiterhin ein Schätzen einer Temperatur des Ultraschallsensors (**10**, **30**) auf der Grundlage von einem einer Zeit, zu welcher die zweite Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) die Ultraschallwelle erfasst, die von der ersten Empfangsvorrichtung (R1) gesendet wird, und einer Intensität des Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) aufweist.

6. Selbstdiagnoseverfahren nach einem der An-

sprüche 1 bis 4, das weiterhin aufweist:

Abtasten einer Frequenz der Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung (R1) gesendet wird; und

Schätzen einer Temperatur des Ultraschallsensors (10, 30) auf der Grundlage von einem einer Resonanzfrequenz des akustischen Anpassungsteils (12) der zweiten Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) und einer Intensität des Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) in einem Fall, in dem die erste Empfangsvorrichtung (R1) die Ultraschallwelle sendet, die die Resonanzfrequenz aufweist.

7. Selbstdiagnoseverfahren eines Ultraschallsensors (40), das aufweist:

Senden einer Ultraschallwelle von einer ersten Sendevorrichtung (17);

Erfassen der Ultraschallwelle durch eine Mehrzahl von Empfangsvorrichtungen (R1 bis R4); und

Bestimmen, ob jede der Empfangsvorrichtungen (R1 bis R4) ohne Fehlverhalten betrieben wird, auf der Grundlage eines Erfassungssignals von jeder der Empfangsvorrichtungen (R1 bis R4), wobei:

jede der Empfangsvorrichtungen (R1 bis R4) ein Erfassungselement (11) und ein akustisches Anpassungsteil (12) beinhaltet;

jedes der Erfassungselemente (11) eine erste akustische Impedanz aufweist und dazu ausgelegt ist, eine Ultraschallwelle zu erfassen, die von einer zweiten Sendevorrichtung gesendet und die von einem externen Objekt reflektiert wird;

jedes der akustischen Anpassungsteile (12) eine zweite akustische Impedanz aufweist und eine Empfangsoberfläche (12a) und eine Anbringungsoberfläche (12b) aufweist;

jede der Empfangsoberflächen (12a) zum Erfassen der Ultraschallwelle, die von dem externen Objekt reflektiert wird, nach außen frei liegt;

jede der Anbringungsoberflächen (12b) der Empfangsoberfläche (12a) gegenüber liegt und zum Senden der Ultraschallwelle, die von der Empfangsoberfläche (12a) empfangen wird, zu dem Erfassungselement (11) an dem Erfassungselement (11) angebracht ist;

die zweite akustische Impedanz größer als eine akustische Impedanz von Luft und kleiner als die erste akustische Impedanz ist; und

die erste Sendevorrichtung (17) auf einer Seite der Erfassungselemente (11) bezüglich der Empfangsoberflächen (12a) angeordnet ist.

8. Selbstdiagnoseverfahren nach Anspruch 7, wobei die erste Sendevorrichtung (17) in einem gleichen Abstand von der Mehrzahl von Empfangsvorrichtungen (R1 bis R4) angeordnet ist.

9. Selbstdiagnoseverfahren nach Anspruch 7 oder 8, das weiterhin ein Schätzen einer Temperatur des Ultraschallsensors (40) auf der Grundlage von ei-

nem von Zeiten, zu welchen die Mehrzahl von Empfangsvorrichtungen (R1 bis R4) die Ultraschallwelle erfasst, die von der ersten Sendevorrichtung (17) gesendet wird, und Intensitäten der Erfassungssignale der Mehrzahl von Empfangsvorrichtungen (R1 bis R4) aufweist.

10. Selbstdiagnoseverfahren nach Anspruch 7 oder 8, das weiterhin aufweist:

Abtasten einer Frequenz der Ultraschallwelle, die von der ersten Sendevorrichtung (17) gesendet wird; und

Schätzen einer Temperatur des Ultraschallsensors (40) auf der Grundlage von einem einer Resonanzfrequenz der akustischen Anpassungsteile (12) der Mehrzahl von Empfangsvorrichtungen (R1 bis R4) und einer Intensität der Erfassungssignale der Mehrzahl von Empfangsvorrichtungen (R1 bis R4) in einem Fall, in dem die erste Sendevorrichtung (17) die Ultraschallwelle sendet, die die Resonanzfrequenz aufweist.

11. Selbstdiagnoseverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die akustischen Anpassungsteile (12) auf eine derartige Weise angeordnet sind, dass Mittenabschnitte der akustischen Anpassungsteile (12) in einem Abstand (Db) voneinander entfernt sind, der im Wesentlichen gleich einer halben Wellenlänge der Ultraschallwelle ist, die in Luft gesendet wird.

12. Selbstdiagnoseverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die akustischen Anpassungsteile (12) aus einem eines Polykarbonatharzes und eines Polyetherimidharzes bestehen.

13. Selbstdiagnoseverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Erfassungselemente (11) aus Bleizirkonattitanat bestehen.

14. Selbstdiagnoseverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Ultraschallsensor (10, 30, 40) an einem einer Scheinwerferabdeckung (21), einer Rücklichtabdeckung (24), einer Blinkerabdeckung (22), eine Schlusslichtabdeckung (25), eines Türspiegels (23) und einer Stoßstange (20) eines Fahrzeugs (60) angeordnet ist.

15. Selbstdiagnoseverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei:

die Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung (R1) gesendet wird, eine erste Intensität aufweist; und

die Ultraschallwelle, die von der Sendevorrichtung gesendet wird, eine zweite Intensität aufweist, die kleiner als die erste Intensität ist.

16. Ultraschallsensor (10), der aufweist: eine Sendevorrichtung, die dazu ausgelegt ist, eine Ultraschallwelle zu einem externen Objekt zu sen-

den;
 eine erste Empfangsvorrichtung (R1) und eine zweite Empfangsvorrichtung (R2 bis R4), die jeweils ein Erfassungselement (11) und ein akustisches Anpassungsteil (12) beinhalten, wobei die erste Empfangsvorrichtung (R1) dazu ausgelegt ist, eine Ultraschallwelle senden zu können, wobei jedes der Erfassungselemente (11) eine erste akustische Impedanz aufweist und dazu ausgelegt ist, die Ultraschallwelle zu erfassen, die von der Sendevorrichtung gesendet wird und die von dem externen Objekt reflektiert wird, wobei jedes der akustischen Anpassungsteile (12) eine zweite akustische Impedanz aufweist und eine Empfangsoberfläche (12a) und eine Anbringungsoberfläche (12b) aufweist, wobei jede der Empfangsoberflächen (12a) zum Erfassen der Ultraschallwelle, die von dem externen Objekt reflektiert wird, nach außen frei liegt, wobei jede der Anbringungsoberflächen (12b) der Empfangsoberfläche (12a) gegenüber liegt und zum Senden der Ultraschallwelle, die von der Empfangsoberfläche (12a) empfangen wird, zu dem Erfassungselement (11) an dem Erfassungselement angebracht ist, und die zweite akustische Impedanz größer als eine akustische Impedanz von Luft und kleiner als die erste Impedanz ist;
 ein Vibrations-Verringerungselement (13), das zwischen dem akustischen Anpassungsteil (12) der ersten Empfangsvorrichtung (R1) und dem akustischen Anpassungsteil (12) der zweiten Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) zum Verringern eines Übertragens einer Vibration zwischen den akustischen Anpassungsteilen (12) angeordnet ist; und
 eine elektronische Steuereinheit zum Bestimmen, ob die zweite Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) ohne Fehlverhalten betrieben wird, auf der Grundlage eines Erfassungssignals der zweiten Empfangsvorrichtung (R2 bis R4), wenn die zweite Empfangsvorrichtung (R2 bis R4) die Ultraschallwelle erfasst, die von der ersten Empfangsvorrichtung (R1) durch das Vibrations-Verringerungselement (13) gesendet wird.

17. Ultraschallsensor (10) nach Anspruch 16, wobei:
 die Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung (R1) gesendet wird, eine erste Intensität aufweist; und
 die Ultraschallwelle, die von der Sendevorrichtung gesendet wird, eine zweite Intensität aufweist, die kleiner als die erste Intensität ist.

18. Ultraschallsensor (10) nach Anspruch 16 oder 17, wobei jedes der akustischen Anpassungsteile (12) auf eine derartige Weise ausgelegt ist, dass durch die Ultraschallwelle darin eine Stehwelle erzeugt wird, die an der Empfangsoberfläche (12a) empfangen wird.

19. Ultraschallsensor (10) nach einem der Ansprüche 16 bis 18, wobei die Ultraschallwelle, die von der ersten Empfangsvorrichtung (R1) gesendet wird,

eine Resonanzfrequenz der akustischen Anpassungsteile (12) aufweist.

20. Ultraschallsensor nach einem der Ansprüche 16 bis 19, wobei die akustischen Anpassungsteile (12) auf eine derartige Weise angeordnet sind, dass Mittenabschnitte der akustischen Anpassungsteile (12) in einem Abstand (Db) voneinander entfernt sind, der im Wesentlichen gleich einer halben Wellenlänge der Ultraschallwelle ist, die in Luft gesendet wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

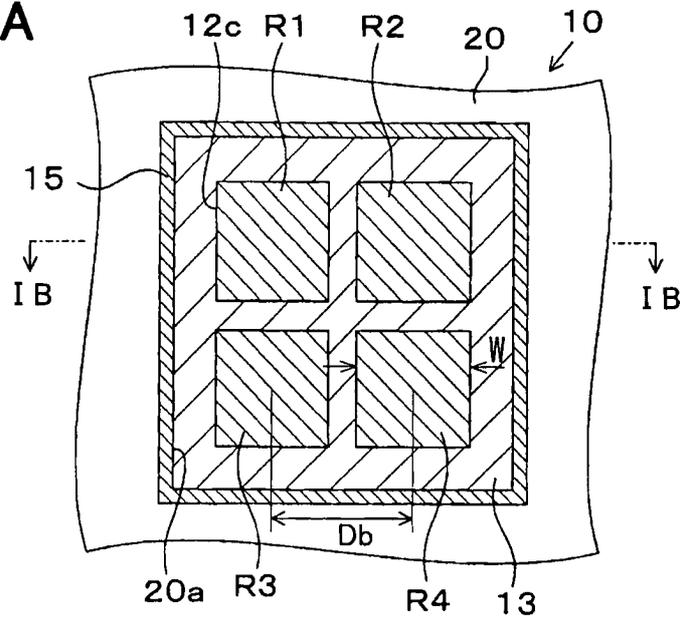


FIG. 1B

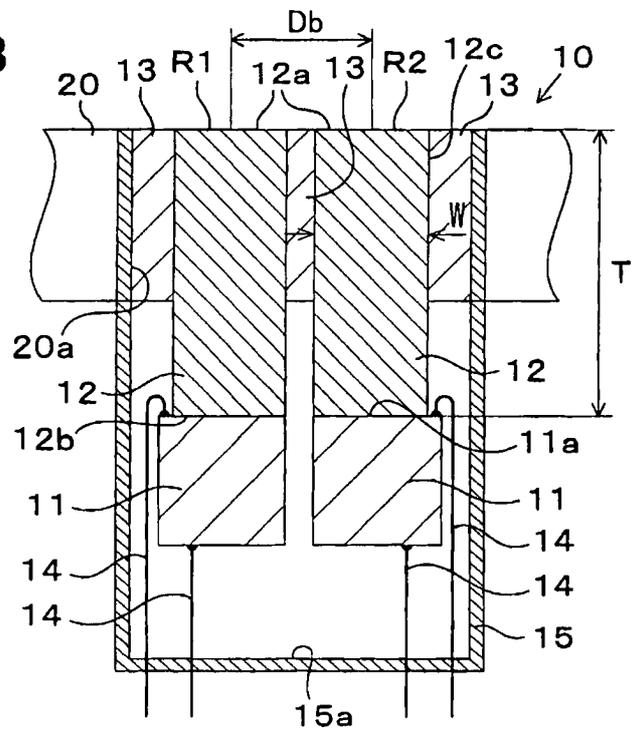


FIG. 2A

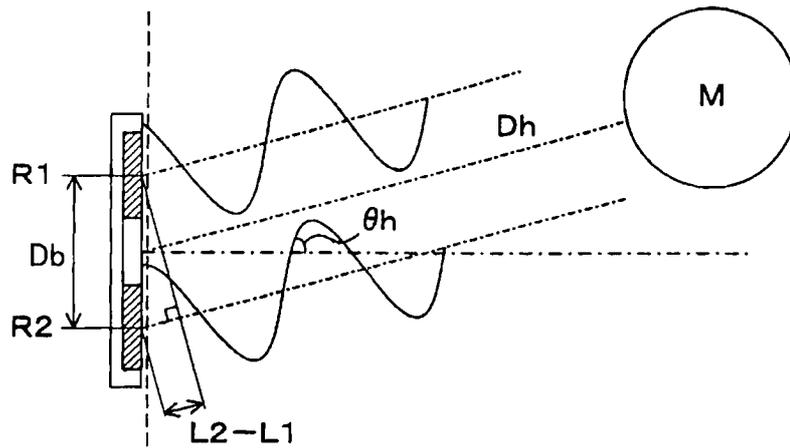
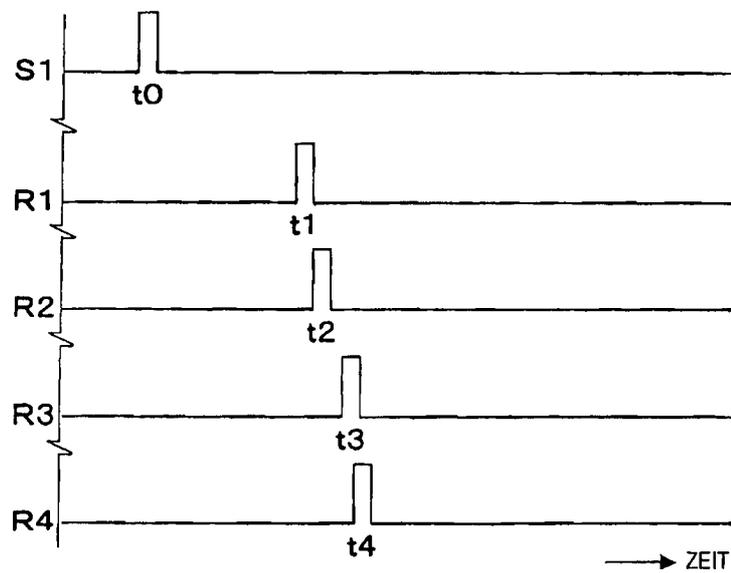


FIG. 2B



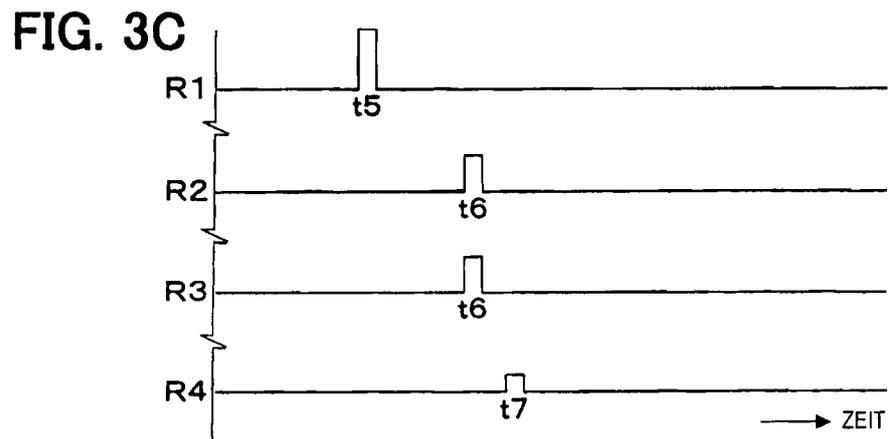
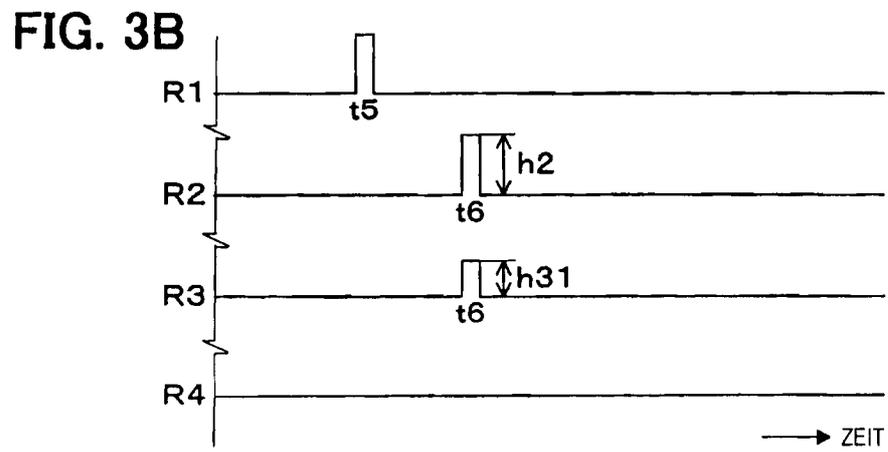
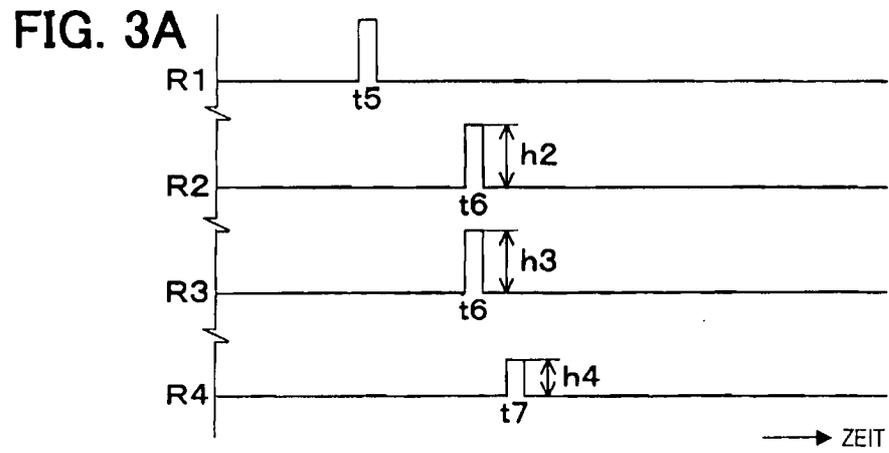


FIG. 4

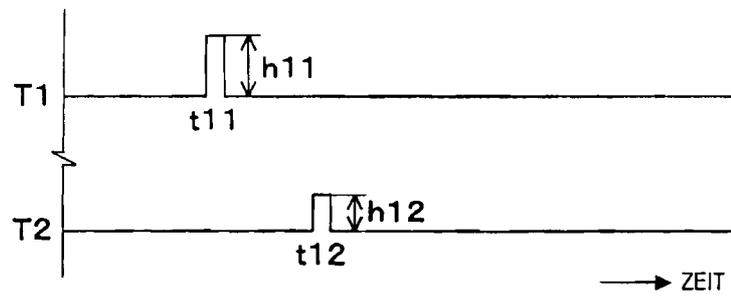


FIG. 5

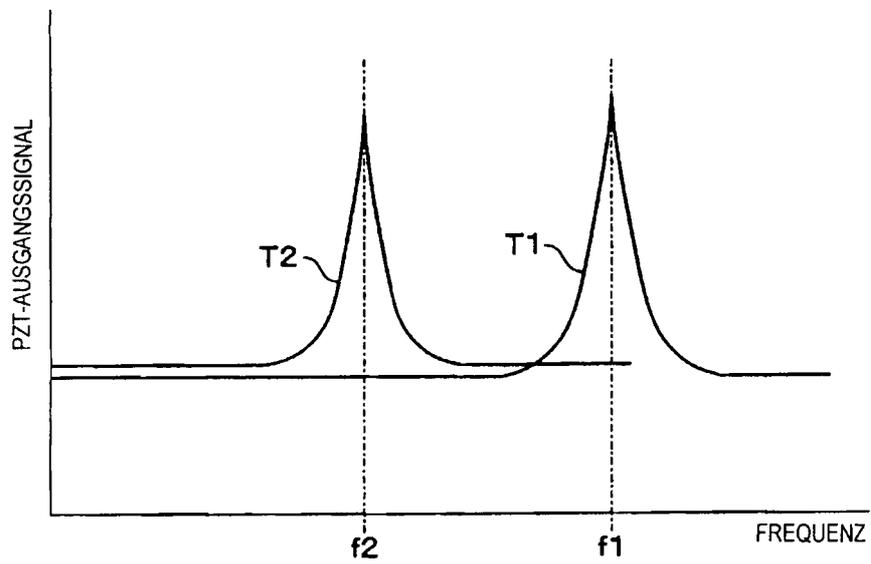


FIG. 6

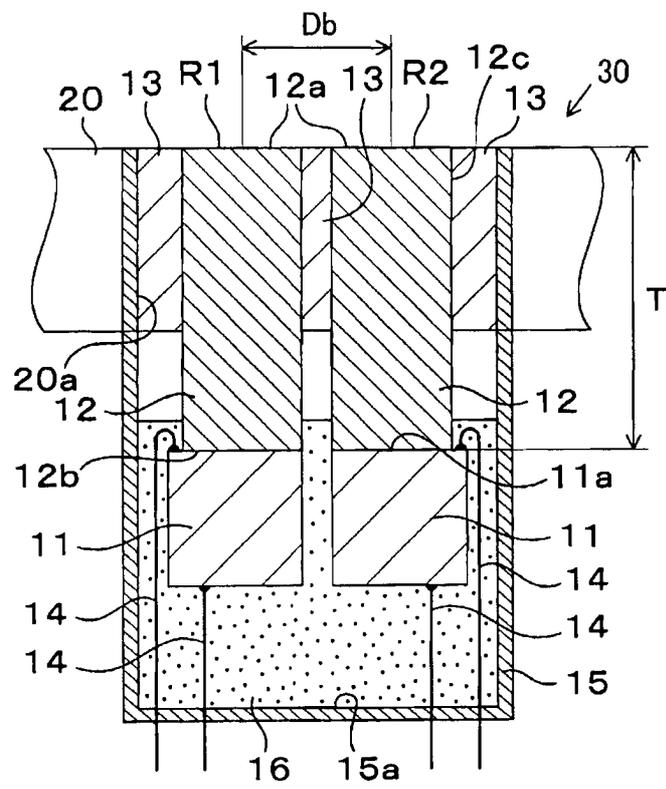


FIG. 7

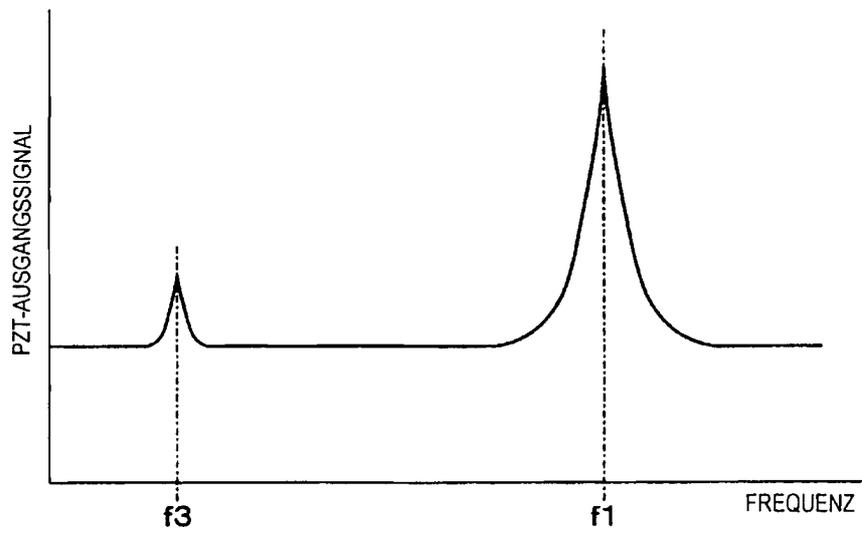


FIG. 8

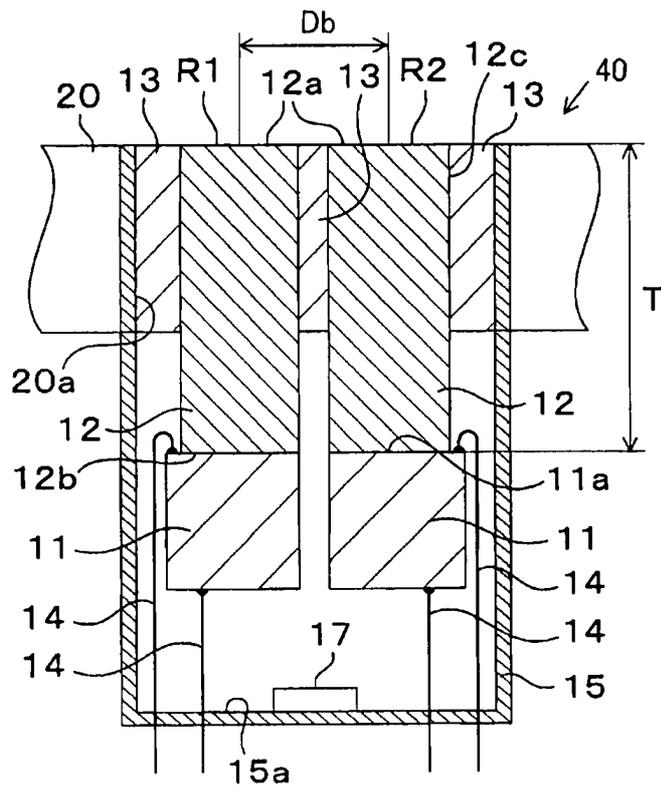


FIG. 9

