

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 178 346 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- 45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **13.01.93** 51 Int. Cl.⁵: **H04R 17/10, G10K 11/00**
- 21 Anmeldenummer: **84112594.1**
- 22 Anmeldetag: **18.10.84**

54 **Ultraschallwandler.**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.04.86 Patentblatt 86/17

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
13.01.93 Patentblatt 93/02

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR

56 Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 116 823
FR-A- 896 806
FR-A- 2 325 266
US-A- 3 433 461
US-A- 3 555 311

73 Patentinhaber: **NGK Spark Plug Co. Ltd.**
No. 14-18, Takatsuji-cho Mizuho-ku
Nagoya-shi Aichi-ken 467(JP)

72 Erfinder: **Ito, Toshiharu**
No. 14-18, Takatsuji-cho Mizuho-ku
Nagoya-shi Aichi-ken(JP)
Erfinder: **Ozeki, Eiji**
No. 14-18, Takatsuji-cho Mizuho-ku
Nagoya-shi Aichi-ken(JP)
Erfinder: **Okada, Kozo**
No. 14-18, Takatsuji-cho Mizuho-ku
Nagoya-shi Aichi-ken(JP)

74 Vertreter: **Walter, Helmut, Dipl.-Ing.**
Aubinger Strasse 81
W-8000 München 60(DE)

EP 0 178 346 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen als Näherungsschalter bzw. Meßfühler einsetzbaren Ultraschallwandler, wie er im Oberbegriff des Anspruchs 1 beschrieben ist.

Ein bekannter Ultraschallwandler dieser Art (US-A-3 555 311) weist ein mehrteiliges topfförmiges Innengehäuse aus Metall auf, in dessen Öffnung ein piezoelektrisches Element sitzt. Der Boden dieses Innengehäuses weist einen mittigen Durchbruch auf, durch den in einer eingesetzten Hülse zwei Kontaktstifte, welche an das piezoelektrische Feld angeschlossen sind, aus dem Gehäuse herausgeführt sind. Das Innengehäuse ist allseitig mit Kunststoff beschichtet bzw. von einem einstückigen Kunststoffgehäuse umschlossen, wobei der Kunststoff eine schwingungsübertragend mit dem piezoelektrischen Element verbundene und diese tragende Oberplatte bildet. Im Bereich der unteren Platte des Innengehäuses umschließt der Kunststoff mit einer ringwulstförmigen Ausstülpung die vorerwähnte Hülse. Das Innengehäuse aus Metall bildet zusätzlich einen Reflektor.

Es ist ein anderer Ultraschallwandler bekannt (FR-A-2 325 266), bei welchem zur Verbesserung des Auflösungsvermögens bei der Vornahme von Ultraschall-Entfernungsmessungen und somit zur Verringerung der Nachhallzeit eine Oberplatte aus geschlossenenporigem Kunststoff verwendet wird. An der das piezoelektrische Element tragenden Seite der Oberplatte ist ein sogenannter "Belastungsring" angeordnet, der auch als Gehäuse ausgebildet sein kann, ohne daß jedoch hierzu etwas näheres ausgeführt wäre. In Relation zur Oberplatte muß der Belastungsring ein hohes Gewicht aufweisen und ist in einem Ausführungsbeispiel aus Aluminium gebildet, also einem Material mit erheblich höherem spezifischen Gewicht als der offenporige Kunststoff der Oberplatte, dessen Porengröße zwischen $30\ \mu$ und $125\ \mu$ liegen soll.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Ultraschallwandler dahingehend auszubilden, daß bei geringer Nachhallzeit eine gut handhabbare Dosenform gegeben ist, wie sie bei Näherungsschaltern bzw. Meßfühlern wünschenswert ist und den Zugang zum piezoelektrischen gut möglich macht. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Hierbei wird das zu diesem Zweck an sich bekannte Oberplattenmaterial auch als Material der zylindrischen Wand des insoweit einstückigen Gehäuses verwendet und mit Poren versehen, die nicht mehr durch die untere und obere absolute Größe, sondern durch die untere und obere mittlere Größe definiert sind, welche zwischen $50\ \mu$ und $100\ \mu$ liegt. Ferner wird die zylindrische Wand so

ausgebildet, daß sie nicht, wie jene der gattungsbildenden Druckschrift, einen eingezogenen Boden aufweist, sondern die zylindrische Wand ist an ihrer der Oberseite abgekehrten Seite völlig offen ausgebildet und durch eine großflächige, innerhalb des freien Randes der zylindrischen Wand liegenden Abdeckplatte verschlossen. Das Gehäuse besteht also aus einem einstückig topfförmigen Kunststoffteil und dessen glattem Deckel.

Bekannte Ultraschallwandler haben sich als schlecht geeignet zur Verwendung als Näherungsschalter oder Meßfühler für die Ermittlung des Abstandes von einem Substrat erwiesen, teils weil sie eine zu lange Impuls-Abfallzeit aufweisen, teils weil sie schlecht handhabbar sind. Keinen dieser Nachteile weist der erfindungsgemäße Ultraschallwandler auf.

Es hat sich herausgestellt, daß dann, wenn das Gehäuse im wesentlichen aus einem Kunststoff gebildet ist, etwa aus Epoxidharz, sowohl die Impulsanstiegszeit als auch die Impulsabfallzeit kurz werden, wie in Fig. 11. Außerdem ergibt sich auch eine Verbesserung in der Intensität der Ausgangsspannung, die in Abhängigkeit vom Empfang einer Ultraschallwelle abgegeben wird.

Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Ultraschallwandlers werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben; in diesen ist:

- | | | |
|----|---------------|---|
| 30 | Fig. 1 | eine teilweise geschnittene Draufsicht, welche schematisch ein Ausführungsbeispiel des Ultraschallwandlers der vorliegenden Erfindung zeigt, |
| 35 | Fig. 2 | die Ansicht eines Aufrisses, der längs der Linie II-II in Fig. 1 vorgenommen wurde, |
| | Fig. 3 | ein Diagramm, welches eine Impulscharakteristik zeigt, |
| 40 | Fig. 4 | ein Aufriß ähnlich Fig. 2, der schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt, |
| 45 | Fig. 5 | eine Ansicht ähnlich Fig. 2, wobei ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gezeigt ist, |
| | Fig. 6 | eine Perspektivansicht, die schematisch ein elastisches Metallrohr zeigt, welches in das Gehäuse zum Verringern der Reflexions- bzw. Nachhallzeit eingeführt werden soll, |
| 55 | Fig. 7 | ein Aufriß ähnlich Fig. 2, der schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt, |
| | Fig. 8 bis 10 | jeweils ein Teilaufriß, die sche- |

Fig. 11

matisch Alternativausführungen der Fig. 7 zeigen, ein Diagramm, welches die Impulscharakteristik des Wandlers der vorliegenden Erfindung zeigt.

Ein piezoelektrisches Element 12 mit Elektroden 12a und 12b ist zur Bildung eines integrierten Bauteils an die Innenfläche einer Oberplatte 11a des Gehäuseteils 11 geklebt (Fig 1,2). Das Gehäuseteil 11 weist außer der Oberplatte 11a eine zylindrische Seitenwand 11b auf, welche einstückig mit der Oberplatte 11a ausgeführt ist. Der offene Endabschnitt des Gehäuseteils 11 ist mit einer Abdeckplatte 13 versehen, an welcher ein Paar Anschlußstifte 14a und 14b angebracht sind. Leitungsdrähte 15a und 15b erstrecken sich zwischen der Elektrode 12a und dem Anschlußstift 14a bzw. zwischen der Elektrode 12b und dem Anschlußstift 14b. Die Abdeckplatte 13 ist mit einer Isolierschicht 16 überdeckt. Mit 17 ist eine Isolierhülse bezeichnet, die vorgesehen ist, weil die Abdeckplatte aus einem elektrischen Leiter gebildet ist, und Abdeckplatte 13 und Isolierschicht bilden eine untere Platte innerhalb des freien Randes des Gehäuseteils 11.

Sowohl die Oberplatte 11a als auch die Seitenwand 11b sind aus porösem Kunststoff gebildet. Der Begriff "poröser Kunststoff", der hier verwendet wird, soll ein synthetisches Polymermaterial umfassen, das eine große Anzahl geschlossener Zellen aufweist, die innerhalb des Polymermaterials verteilt sind. Beispielhaft für geeignete poröse Kunststoffe sind synthetische Polymermaterialien, in welchen eine große Anzahl von Glas-Mikroballons verteilt ist, sowie aufgeschäumte, synthetische Polymermaterialien, die unter Verwendung von Aufschäummitteln in herkömmlicher Weise hergestellt sind. Der poröse Kunststoff hat einen mittleren Porendurchmesser, der zwischen 50 und 100 μ liegt. Beispielhaft für geeignete Polymermaterialien sind Epoxidharze, Polyolefinharze, Styrolharze, Acrylharze und Vinylchloridharze.

Weil der Gehäuseteil 11 der vorliegenden Erfindung aus porösem Kunststoff geformt ist, werden die Impuls-Anstiegs- und -Abfallzeit verkürzt werden kann, wie in Fig. 11 dargestellt ist. Die Verringerung der Impuls-Abfallzeit führt vorteilhafterweise zur Verringerung der Nachhallzeit. Da außerdem die Oberplatte 11a eine verhältnismäßig große Luftmenge enthält, nähert sich die akustische Impedanz der Oberplatte 11a jener von Luft. Deshalb sind die Anpaßbedingungen zwischen der Oberplatte 11a und der Umgebungsluft verbessert, was zu einer Verbesserung beim Ansprechverhalten führt, das heißt, es ist ein intensiverer Ausgang nach dem Empfang einer Ultraschallwelle gleichbleibender Intensität erzielbar.

Es liefert beispielsweise ein Ultraschallwandler,

dessen Gehäuse aus rostfreiem Stahl gebildet ist, eine Impulsanstiegszeit von 0,5 ms, eine Impulsabfallzeit von 2,0 ms und eine Ausgangsspannung von 0,4 V. Ein Ultraschallwandler, dessen Gehäuse aus nicht porösem Epoxidharz gebildet ist, liefert eine Impulsanstiegszeit von 0,2 ms, eine Impulsabfallzeit von 1,2 ms und eine Ausgangsspannung von 2,6 V. Im Fall eines erfindungsgemäßen Ultraschallwandlers, bei welchem das einstückige Gehäuse teil 11 in seiner Gesamtheit aus einem Epoxidharz gebildet ist, in welchem eine große Anzahl von Glas-Mikroballons verteilt ist, die einen Durchmesser von 50 bis 100 μ aufweisen, ergibt sich eine Impulsanstiegs- und -abfallzeit von 0,2 bzw. 1,2 ms, und die Ausgangsspannung beträgt 6,4 V.

Die Dicke der Oberplatte 11a des Gehäuseteils 11 beträgt etwa 1/4 der Wellenlänge der Schallgeschwindigkeit der Oberplatte 11a, um ein bestes Ansprechverhalten zu erreichen.

Es zeigt beispielsweise der Ultraschallwandler, dessen Gehäuseteil 11 aus porösem Kunststoff mit einer akustischen Impedanz von 1×3000 g/cm s geformt ist, eine Wellen sendende Impulscharakteristik, wie sie durch die Linie 20 in Fig. 3 gezeigt ist.

Wenn nun ausgehend von einem solchen, der Anmelderin intern bekannten Ultraschallwandler dessen Nachhallzeit weiter verringert werden soll, so kann eine solche Verringerung der Nachhallzeit (oder Impuls-Abfallzeit) erfindungsgemäß dadurch bewirkt werden, daß man ein rohrförmiges Teil oder Teile an dem Außen- und/oder Innenumfang der zylindrischen Seitenwand des Wandlers vorsieht (Fig. 4,5), wobei das rohrförmige Teil eine höhere akustische Impedanz aufweist als die zylindrische Seitenwand. Ein rohrförmiges Teil 18 ist innerhalb eines Gehäuses vorgesehen und mit dem Innenumfang seiner zylindrischen Seitenwand 11b verklebt (Fig. 4). In einer Alternativausführung, die in Fig. 5 gezeigt ... ist, ist das rohrförmige Teil 18 am Außenumfang der Seitenwand 11b angeklebt. Durch die Anordnung des rohrförmigen Teils 18 wird die schwingungsdämpfende Wirkung an der Seite des Schwinggehäuses verbessert, um die Nachhallzeit zu verringern. Die Befestigung des rohrförmigen Teils 18 an der Seitenwand 11b kann durch irgendwelche bekannten Mittel, etwa durch Kleber, bewirkt werden. Wenn das rohrförmige Teil 18 innerhalb des Gehäuses 11 vorgesehen ist, dann ist es zweckmäßig, das rohrförmige Teil als elastisches Rohr auszubilden, und zwar allgemein ein Metallrohr, welches einen Schlitz 18a aufweist, der sich parallel zur Achse des Rohres erstreckt (Fig. 6). Das Rohr 18 weist einen größeren Außendurchmesser als den Innendurchmesser der Seitenwand 11b in freiem Zustand auf. Durch Einsetzen des Rohrs 18 in das Innere des Gehäuses steht das Rohr 18 in Druckberührung mit der In-

nenfläche der zylindrischen Seitenwand 11b. Wenn in ähnlicher Weise das rohrförmige Teil 18 die Gehäusewand 11b umgeben soll, soll ein Gummirohr benutzt werden, das einen kleineren Innendurchmesser als der Außendurchmesser der zylindrischen Seitenwand 11b aufweist. Durch passendes Aufsetzen des Gummirohrs 18 rund um den Umfang der Seitenwand 11b wird das Rohr in Druckberührung mit der Seitenplatte 11b gehalten. Wenn das elastische rohrförmige Teil verwendet wird, ist die Seitenwand 11b stets den Kräften in der Richtung senkrecht zur Achse der zylindrischen Seitenwand 11b ausgesetzt und an der Schwingung gehindert.

Gemäß Fig. 7-10 ist das piezoelektrische Element in der Form einer scheibenförmigen Platte 12 konzentrisch an der Oberplatte 11a angeordnet, und daß die Oberplatte 11a, weist einen ringförmigen Abschnitt auf der neben und längs dem Außenumfang des piezoelektrischen Elements angeordnet ist und an welchem die Dicke der Oberplatte plötzlich derart geändert ist, daß die Querschwingung, die vom Umfang des piezoelektrischen Elements ausgeht, am ringförmigen Abschnitt absorbiert oder abgemildert werden kann.

Der ringförmige Abschnitt ist ein Grenzbereich eines erhabenen Abschnitts 11c, der von der Außenfläche (Fig. 7) und der Innenfläche der Oberplatte 11a zumindest an einer dieser Flächen vorgesehen ist.

Der ringförmige Abschnitt kann auch eine Ringnut sein, die von Außen- und Innenoberfläche der Oberplatte 11a an mindestens einer dieser Flächen vorgesehen ist (Fig. 9,10). Eine Möglichkeit einer Ringnut 11c ist in Fig. 8 dargestellt. Sie reicht von dem erhabenen Abschnitt oberhalb des piezoelektrischen Elementes bis in den Bereich der zylindrischen Wand 11b.

Vorzugsweise sind die Höhe des erhabenen Abschnitts 11c und die Tiefe der Ringnut 11d nicht größer als 1/3 der Dicke D der Oberplatte 11a, um eine Verringerung im Ansprechverhalten zu verhindern.

Auch wenn in den Figuren 7 bis 10, da diese nur die Ausgestaltung der Oberplatte betreffen, der Einfachheit halber das rohrförmige Teil 18 nicht eingezeichnet ist, so versteht es sich von selbst, daß dieses Teil auch in den genannten Ausführungsformen nach den Figuren 7 bis 10 eingesetzt werden soll.

Patentansprüche

1. Als geschlossenes Gehäuse und Ultraschallwandler ausgebildeter Näherungsschalter bzw. Meßfühler mit einem zylindrischen, unter Verwendung von Kunststoff gefertigten Gehäuse aus einer Oberplatte, mit deren Innenseite ein

piezoelektrisches Element verbunden ist, mit einer zu der Oberplatte parallelen unteren Platte, durch die Anschlüsse der Elektroden des piezoelektrischen Elementes in der Form von gegeneinander isolierten Kontaktstiften aus dem Gehäuse herausgeführt sind und mit einer zylindrischen Wand zwischen Ober- und unterer Platte,

dadurch gekennzeichnet, daß die Oberplatte (11a) und zylindrische Wand (11b) einstückig aus einem aufgeschäumten Polymerharz mit einem mittleren Porendurchmesser zwischen 50 und 100µ, wobei die Oberplatte (11a) eine verhältnismäßig große Luftmenge zur Annäherung ihrer akustischen Impedanz an jene der Umgebungsluft und eine Dicke von etwa 1/4 der Wellenlänge ihrer Schallgeschwindigkeit aufweist, bestehen, wobei ein rohrförmiges Teil (18), das aus einem Material geformt ist, dessen akustische Impedanz größer ist als jene der zylindrischen Seitenplatte (11b), an mindestens einer von Innen- und Außenumfangsfläche der zylindrischen Seitenwand zum Verringern der Nachhallzeit vorgesehen ist und wobei der untere Abschluß des Gehäuses durch eine untere Platte (13, 16) erfolgt, die als selbständiges Element innerhalb des freien Randes der zylindrischen Wand liegt und eine außen mit einer Isolierschicht (16) versehenen Abdeckplatte (13) ist, durch die die Kontaktstifte (14a, 14b) hindurchgeführt sind, wobei einer von ihnen durch eine eingesetzte Isolierbuchse (17) gegenüber der Abdeckplatte isoliert ist.

2. Ultraschallwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das rohrförmige Teil ein elastisches Rohr (18) auf der Außenseite der Wand (11b) ist.
3. Ultraschallwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das rohrförmige Teil als mit einem Längsschlitz (18a) versehenes Metallrohr (18) an der Innenseite der Wand (11b) anliegt.
4. Ultraschallwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Oberplatte (11a) eine in den Bereich der zylindrischen Wand (11b) hineinreichende Ringnut aufweist, die einen erhabenen Abschnitt (11c) der Innenseite der Oberplatte umgibt, an dem koaxial das piezoelektrische Element (12) befestigt ist.

Claims

1. A proximity switch or measurement sensor constructed in the form of a closed housing and ultrasonic transducer and comprising a

cylindrical housing made using plastics and consisting of a top plate, to the inside of which a piezo-electric element is connected, a bottom plate, which is parallel to the top plate and through which connections of the electrodes of the piezo-electric element are taken out of the housing in the form of contact pins which are insulated from one another, and a cylindrical wall between the top and bottom plates, characterised in that the top plate (11a) and cylindrical wall (11b) consist in one piece of a foamed polymer resin having a mean pore diameter of between 50 and 100 μ , the top plate (11a) having a relatively large air volume in order to approximate its acoustic impedance to that of the ambient air and a thickness of about 1/4 of the wavelength of its speed of sound, a tubular part (18) moulded from a material whose acoustic impedance is greater than that of the cylindrical side plate (11b) being provided on at least one of the inner and outer peripheral surfaces of the cylindrical side wall in order to reduce the reverberation time, the housing being closed at the bottom by a bottom plate (13, 16), which lies as an independent element inside the free edge of the cylindrical wall and is a cover plate (13) externally provided with an insulating coating (16), through which plate (13) the contact pins (14a, 14b) are taken, one of the pins being insulated from the cover plate by an inserted insulating bush (17).

2. An ultrasonic transducer according to claim 1, characterised in that the tubular part is an elastic tube (18) on the outside of the wall (11b).
3. An ultrasonic transducer according to claim 1, characterised in that the tubular part in the form of a metal tube (18) provided with a slot (18a) bears against the inside of the wall (11b).
4. An ultrasonic transducer according to claim 1, characterised in that the top plate (11a) has an annular groove extending into the region of the cylindrical wall (11b) and surrounding a raised portion (11c) of the inside of the top plate on which the piezo-electric element (12) is coaxially fixed.

Revendications

1. Détecteur de proximité ou capteur constitué sous forme de boîtier fermé et de transducteur à ultrasons, comportant un boîtier cylindrique fabriqué, en utilisant une matière plastique, avec une plaque supérieure, un élément piézo-

électrique étant assemblé avec la face inférieure de cette plaque, une plaque inférieure parallèle à la plaque supérieure et à travers laquelle les connexions des électrodes de l'élément piézo-électrique sont guidées à l'extérieur du boîtier sous forme de fiches de contact isolées l'une de l'autre, et une paroi cylindrique entre la plaque supérieure et la plaque inférieure,

caractérisé en ce que la plaque supérieure (11a) et la paroi cylindrique (11b) sont constituées en une seule pièce en une résine polymère cellulaire présentant un diamètre moyen des pores compris entre 50 et 100 μ m, la plaque supérieure (11a) présentant une quantité d'air relativement grande pour que son impédance acoustique soit rapprochée de celle de l'air ambiant et une épaisseur sensiblement égale à 1/4 de la longueur d'onde pour la vitesse du son correspondante, une partie tubulaire (18), constituée en un matériau dont l'impédance acoustique est supérieure à celle de la paroi latérale cylindrique (11b), étant prévue sur au moins l'une de la surface latérale intérieure et de la surface latérale extérieure de la paroi latérale cylindrique pour réduire le temps de réverbération, la fermeture inférieure du boîtier étant assurée par une plaque inférieure (13, 16) disposée en tant qu'élément autonome à l'intérieur du bord libre de la paroi cylindrique et par une plaque de recouvrement (13) munie extérieurement d'une couche isolante (16), à travers lesquelles les fiches de contact (14a, 14b) sont guidées, l'une d'elles étant isolée de la plaque de recouvrement par une douille isolante insérée (17).

2. Transducteur ultrasonore selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie tubulaire est un tube élastique (18) disposé sur la surface extérieure de la paroi (11b).
3. Transducteur ultrasonore selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie tubulaire s'applique, en tant que tube métallique (18) muni d'une fente longitudinale (18a), sur la surface intérieure de la paroi (11b).
4. Transducteur ultrasonore selon la revendication 1, caractérisé en ce que la plaque supérieure (11a) présente une rainure annulaire s'étendant jusque dans la zone de la paroi cylindrique (11b), cette rainure entourant une partie en saillie (11c) de la surface intérieure de la plaque supérieure, partie sur laquelle l'élément piézo-électrique (12) est fixé de façon coaxiale.

FIG. 1

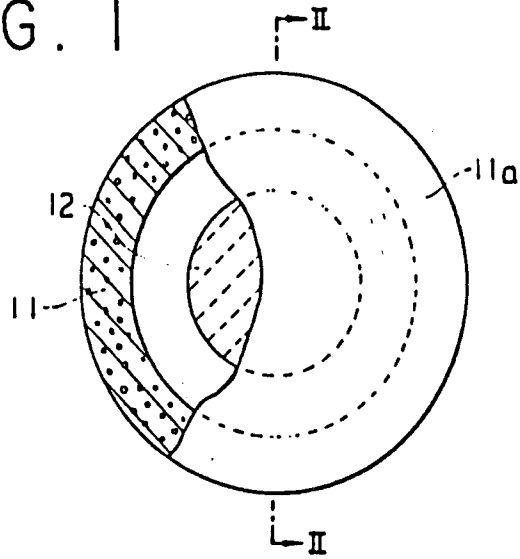


FIG. 2

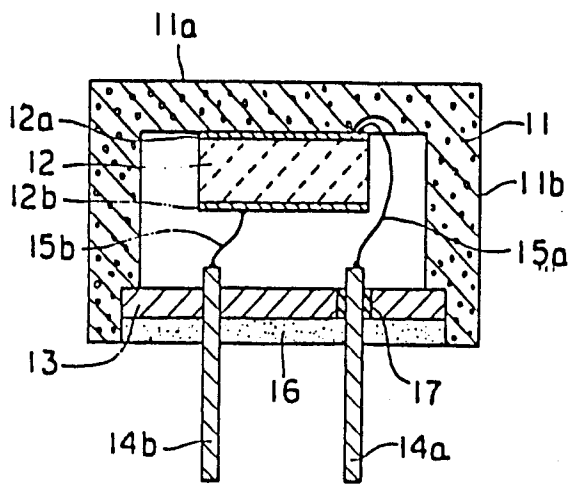


FIG. 11

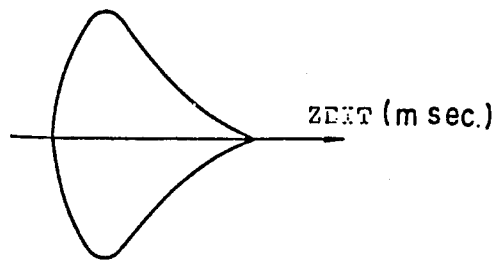


FIG. 3

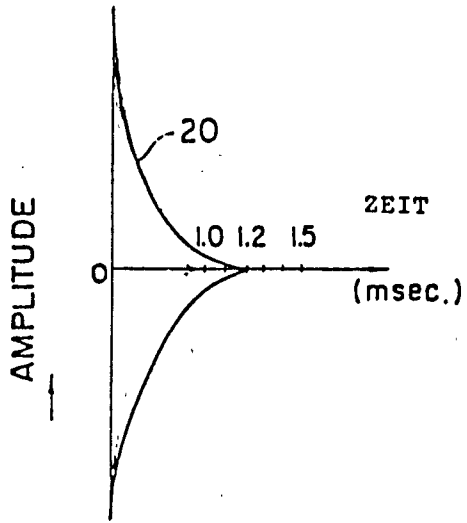


FIG. 4

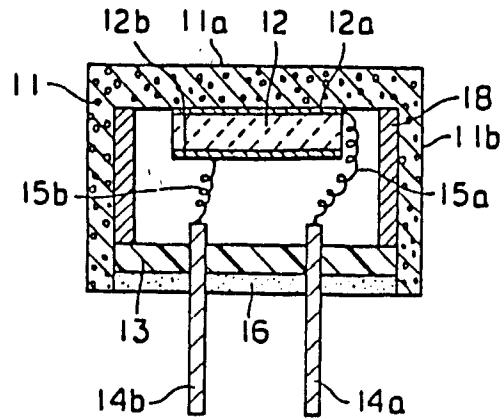


FIG. 5

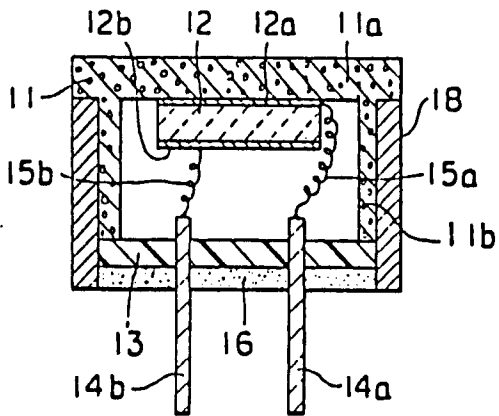


FIG. 6

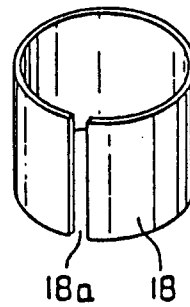


FIG. 7

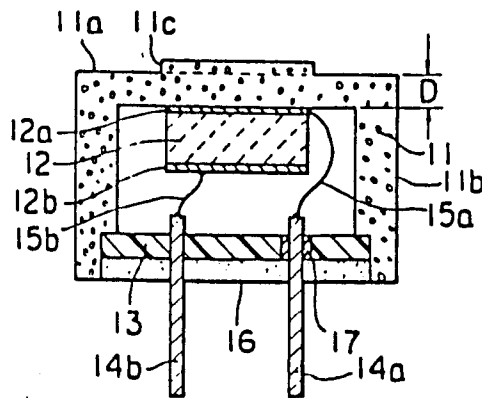


FIG. 8

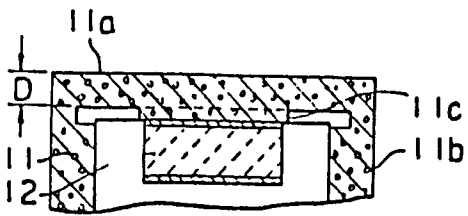


FIG. 9

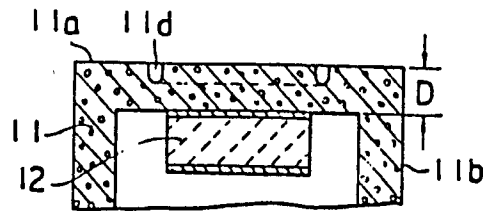


FIG. 10

