

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 84112594.1

51 Int. Cl.⁴: **H 04 R 17/10**
G 10 K 11/00

22 Anmeldetag: 18.10.84

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.04.86 Patentblatt 86/17

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR

71 Anmelder: **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)

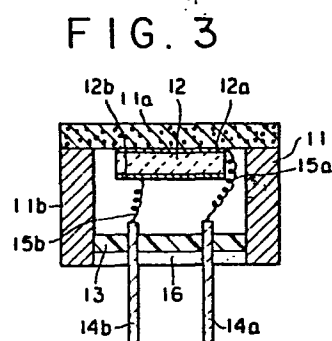
72 Erfinder: **Ozeki, Eiji**
No. 14-18, Takatsuji-cho Mizuho-ku
Nagoya-shi Aichi-ken(JP)

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

74 Vertreter: **Walter, Helmut**
Aubingerstrasse 81
D-8000 München 60(DE)

54 **Ultraschallwandler.**

57 Die Erfindung betrifft einen Ultraschallwandler, mit einem Schwinggehäuse 11 das aus einer zylindrischen Seitenplatte 11b und einer Wellen sendenden und empfangenden Oberplatte 11a zusammengesetzt ist, die am einen Ende der Seitenplatte 11b vorgesehen ist, einem piezoelektrischen Element (12) das zur Herstellung eines integrierten Bauteils mit der Innenseite der Oberplatte 11a zur gemeinsamen Schwingung hiermit verbunden ist, und Elektroden 12a,b die am piezoelektrischen Element 12 derart angeordnet sind, daß Schallwellen aus der Oberplatte 11a erzeugt werden können, wenn eine elektrisches Feld an die Elektroden 12ab angelegt wird, und/oder ein elektrischer Ausgang von den Elektroden geliefert wird, wenn die Oberplatte 11a Ultraschallwellen empfängt. Die Verbesserung umfaßt das Schwinggehäuse, welches mindestens in seiner Oberplatte 11a aus porösem Kunststoff geformt ist.



1

Anmelder

NGK Spark Plug Co., Ltd.

No. 14-18, Takatsuji-cho, Mizuho-ku,

5

Nagoya-shi, Aichi-ken, Japan

10

Ultraschallwandler

15

Diese Erfindung betrifft einen Ultraschallwandler, der imstande ist, Ultraschallwellen zu senden und/oder zu empfangen.

Es sind in der Technik vielfältige Arten von Ultraschallwandlern bekannt. Ein solcher Wandler ist in Fig. 15 gezeigt, in welcher das Bezugszeichen 1 ein Schwingge-
25 häuse bezeichnet, welches aus Metall, etwa rostfreiem Stahl, geformt ist und aus einer zylindrischen Seitenplatte 1b und einer Oberplatte 1a zusammengesetzt ist, welche am einen Ende der Seitenplatte 1b so vorgesehen ist, daß sie diese abschließt. Mit 2 ist eine piezoelek-
30 trische Keramikscheibe bezeichnet, die unter Herstellung einer integrierten Verbindung mit der Innenwand der Oberplatte 1a zur gemeinsamen Schwingung hiermit verbunden ist. Die keramische Scheibe 2 ist an ihren gegenüberliegenden Seiten mit einem Paar Elektroden 2a und 2b
35 versehen. Der offene Endabschnitt des Schwinggehäuses 1 ist durch eine Abdeckplatte 3 verschlossen. In der Abdeckplatte 3 ist ein Paar Endanschlußstifte 4a und 4b vorgesehen, deren eine Enden durch Leitungsdrähte 5a und

1 5b mit den Elektroden 2a bzw. 2b verbunden sind. Mit 6
ist eine Isolierschicht bezeichnet, die beispielsweise aus
einem Epoxidharz gebildet ist, um das Schwinggehäuse 1
abzudichten.

5

Wenn ein elektrisches Feld an die Anschlußstifte 4a und
4b angelegt wird, um eine Wechselspannung zwischen den
gegenüberliegenden Elektroden 2a und 2b aufzubringen,
dann wird die piezoelektrische Keramikscheibe 2 zu Längs-
10 oder Biegeschwingungen angeregt, so daß eine Ultraschall-
welle von der Oberplatte 1a erzeugt wird, in welche die
angeklebte Keramikscheibe 2 integriert ist. Wenn anderer-
seits die Oberplatte 1a eine Ultraschallwelle empfängt,
dann verformt sich die piezoelektrische Keramikscheibe 2
15 derart, daß ein Ausgang mit einer Intensität, welche der
einfallenden Ultraschallwelle entspricht, von den Elektro-
den 2a und 2b abgegeben wird.

Der Ultraschallwandler der oben erwähnten Art hat sich
20 jedoch als schlecht geeignet zur Verwendung als Näherungs-
schalter oder Meßfühler für die Entfernung einer Sub-
stanz erwiesen. Da das Schwinggehäuse aus Metall geformt
ist, hat der Wellen sendende und empfangende Abschnitt,
der aus der Oberplatte 1a und der piezoelektrischen Kera-
25 mikscheibe 2 gebildet ist, einen so hohen mechanischen
Gütefaktor Q_m , daß, wie in Fig. 16a gezeigt, der Wandler
Impulscharakteristiken zeigt, die eine lange Impuls-Ab-
fallzeit aufweisen. Es ist deshalb möglich, daß dann,
wenn der Wandler eine Ultraschallwelle empfängt, die
30 von der nächstgelegenen Substanz reflektiert wurde, und
zwar während des Sendevorgangs der Ultraschallwelle, er
nicht fähig ist, als Meßfühler bzw. Spürgerät zu arbeiten.

Es hat sich herausgestellt, daß dann, wenn das Schwing-
35 gehäuse aus einem Kunststoff gebildet ist, etwa aus
Epoxidharz, das Q_m des Wellen sendenden und empfangenden
Abschnitts niedrig wird, und sowohl die Impulsanstiegszeit
als auch die Impulsabfallzeit kurz werden, wie in Fig. 16b

- 1 gezeigt. Außerdem ergibt sich auch eine Verbesserung in der Intensität der Ausgangsspannung, die in Abhängigkeit vom Empfang einer Ultraschallwelle abgegeben wird.
- 5 Infolge weiterer Untersuchungen hat sich herausgestellt daß dann, wenn die Oberplatte des Schwinggehäuses aus einem porösen Kunststoff, etwa aufgeschäumtem Epoxidharz, gebildet ist, der resultierende Wandler überlegene Wellen-
- 10 Sende- und -Empfangs-Eigenschaften aufweist, und zwar besonders ein verbessertes Ansprechverhalten, verglichen mit jenem Wandler, dessen Schwinggehäuse aus einem nicht porösen Kunststoff gebildet ist.

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung ist ein

15 Ultraschallwandler vorgesehen, der ein Schwinggehäuseteil mit einer zylindrischen Seitenplatte und einer Wellen sendenden und empfangenden Oberplatte aufweist, die am einen Ende der Seitenplatte vorgesehen ist, einem piezoelektrischen Element, das unter Bildung eines ein-

20 heitlichen Teiles mit der Innenwand der Oberplatte verbunden ist, sowie Elektroden, die am piezoelektrischen Element angeordnet sind, so daß Ultraschallwellen von der Oberplatte dann erzeugt werden können, wenn ein

25 elektrisches Feld an die Elektroden angelegt wird, und/oder ein elektrischer Ausgang von den Elektroden abgegeben wird, wenn die Oberplatte Ultraschallwellen empfängt, wobei die Oberplatte aus einem porösen Kunststoff gebildet ist.

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

35 Fig. 1 eine teilweise geschnittene Draufsicht, welche schematisch ein Ausführungsbeispiel des Ultraschallwandlers der vorliegenden Erfindung zeigt,

- 1 Fig. 2 die Ansicht eines Aufrisses, der längs der Linie
II-II in Fig. 1 vorgenommen wurde,
Fig. 3 die Ansicht eines Aufrisses ähnlich Fig. 2, welche
schematisch jedoch ein anderes Ausführungsbeispiel
5 der vorliegenden Erfindung zeigt,
Fig. 4 die Ansicht eines Teilaufrisses ähnlich Fig. 3,
der ein anderes Ausführungsbeispiel der Fig. 3
zeigt,
Fig. 5 eine Ansicht ähnlich jener der Fig. 4, wobei eine
10 noch weitere Alternativausführung der Fig. 3 ge-
zeigt ist,
Fig. 6 ein Diagramm, welches die Impulscharakteristiken
zeigt,
Fig. 7 ein Aufriß ähnlich Fig. 2, der schematisch ein wei-
15 teres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfin-
dung zeigt,
Fig. 8 eine Ansicht ähnlich Fig. 7, wobei ein weiteres
Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung
gezeigt ist,
20 Fig. 9 eine Perspektivansicht, die schematisch ein elasti-
sches Metallrohr zeigt, welches in das Schwing-
gehäuse zum Verringern der Reflexions- bzw. Nach-
hallzeit eingeführt werden soll,
Fig. 10 ein Aufriß ähnlich Fig. 2, der schematisch ein
25 weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfin-
dung zeigt,
Fig. 11 bis 13 jeweils ein Teilaufriß, die schematisch
Alternativausführungen der Fig. 10 zeigen,
Fig. 14 ein Richtwirkungsdiagramm des erfindungsgemäßen
30 Ultraschallwandlers,
Fig. 15 ein Aufriß, der einen herkömmlichen Ultraschall-
wandler zeigt, und
Fig. 16a und 16b jeweils ein Diagramm, welches die Impuls-
charakteristiken des herkömmlichen Wandlers bzw.
35 der vorliegenden Erfindung zeigt.

1 Die Fig. 1 und 2 bilden ein Ausführungsbeispiel des er-
findungsgemäßen Ultraschallwandlers . In den Fig. 1 und 2
sowie auch in den nachfolgenden Figuren werden jene Be-
standteile, die denen der Fig. 15 entsprechen, mit den-
5 selben Bezugszeichen bezeichnet, zu welchen jedoch noch
10 hinzugezählt wurde. Das in Fig. 1 und 2 gezeigte Aus-
führungsbeispiel unterscheidet sich von dem in Fig. 15
gezeigten herkömmlichen Wandler dahingehend, daß das
Schwinggehäuse 11 der Fig. 1 und 2 aus einem porösen Kunst-
stoff gebildet ist.

Ein piezoelektrisches Element 12 mit Elektroden 12a und
12b ist zur Bildung eines integrierten Bauteils an die
Innenfläche einer Oberplatte 11a des Gehäuseteils 11 ge-
15 klebt. Das Gehäuseteil 11 weist eine zylindrische Seiten-
platte 11b auf, welche einstückig mit der Oberplatte 11a
verbunden ist. Der offene Endabschnitt des Gehäuseteils
11 ist mit einer Abdeckplatte 13 versehen, an welcher ein
Paar Anschlußstifte 14a und 14b angebracht sind. Leitungs-
20 drähte 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 ein
Isolator bezeichnet, der dann vorgesehen ist, wenn die
25 Abdeckplatte aus einem elektrischen Leiter gebildet ist,
um für die Isolierung zwischen den beiden Anschlußstiften
14a und 14b zu sorgen.

Bei dem in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind
30 sowohl die Oberplatte 11a als auch die Seitenplatte 11b
aus porösem Kunststoff gebildet. Der Begriff "poröser
Kunststoff", der hier verwendet wird, soll ein syntheti-
sches Polymermaterial umfassen, das eine große Anzahl
geschlossener Zellen aufweist, die innerhalb des Polymer-
35 materials verteilt sind. Beispielhaft für geeignete
poröse Kunststoffe sind synthetische Polymermaterialien,
in welchen eine große Anzahl von Glas-Mikroballons ver-
teilt ist, sowie aufgeschäumte, synthetische Polymerma-

1 terialien, die unter Verwendung von Aufschäummitteln in
herkömmlicher Weise hergestellt sind. Bevorzugt hat der
poröse Kunststoff einen mittleren Porendurchmesser, der
zwischen 50 und 100 μ liegt. Beispielfhaft für geeignete
5 Polymermaterialien sind Epoxidharze, Polyolefinharze,
Styrolharze, Acrylharze und Vinylchloridharze.

Weil das Schwinggehäuseteil 11 der vorliegenden Erfindung
aus porösem Kunststoff geformt ist, ist das Q_m des eine
10 Welle sendenden und empfangenden Abschnitts des Ultra-
schallwandlers dieser Erfindung niedrig, so daß die Im-
puls-Anstiegs- und -Abfallzeit verkürzt werden kann, wie
in Fig. 16b dargestellt ist. Die Verringerung der Impuls-
Abfallzeit führt vorteilhafterweise zur Verringerung der
15 Nachhallzeit. Da außerdem die Oberplatte 11a eine ver-
hältnismäßig große Luftmenge enthält, nähert sich die
akkustische Impedanz der Oberplatte 11a jener von Luft.
Deshalb sind die Anpaßbedingungen zwischen der Oberplatte
11a und der Umgebungsluft verbessert, was zu einer Ver-
20 besserung beim Ansprechverhalten führt, das heißt, es ist
ein intensiverer Ausgang nach dem Empfang einer Ultra-
schallwelle gleichbleibender Intensität erzielbar.

Es liefert beispielsweise der herkömmliche Ultraschall-
25 wandler, dessen Gehäuse aus rostfreiem Stahl gebildet
ist, eine Impulsanstiegszeit von 0,5 ms, eine Impulsab-
fallzeit von 2,0 ms und eine Ausgangsspannung von 0,4 V.
Ein Ultraschallwandler, dessen Schwinggehäuse aus nicht
porösem Epoxidharz gebildet ist, liefert eine Impulsan-
30 stiegszeit von 0,2 ms, eine Impulsabfallzeit von 1,2 ms
und eine Ausgangsspannung von 2,6 V. Im Fall eines er-
findungsgemäßen Ultraschallwandlers, bei welchem das
Schwinggehäuse aus einem Epoxidharz gebildet ist, in
welchem eine große Anzahl von Glas-Mikroballons verteilt
35 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.

1 Vorzugsweise beträgt die Dicke der Oberplatte 11a des
Schwinggehäuses 11 etwa $1/4$ der Wellenlänge der Schall-
geschwindigkeit der Oberplatte 11a, und zwar aus dem
Grunde, ein bestes Ansprechverhalten zu erreichen.

5 Bei dem obigen Ausführungsbeispiel sind sowohl die Ober-
platte 11a als auch die zylindrische Seitenplatte 11b
aus porösem Kunststoff geformt. Eine ähnliche Verbesserung
kann selbst dann erhalten werden, wenn die Oberplatte
10 alleine aus einem porösen Kunststoff geformt ist. Es
wird nun auf Fig. 3 Bezug genommen; eine zylindrische
Seitenplatte 11b ist an ihrem einen Ende einstückig mit
einer Oberplatte 11a versehen, die aus porösem Kunststoff
der gerade voranstehend erwähnten Art geformt ist., Die
15 anderen Bauweisen des Wandlers sind im wesentlichen die-
selben wie beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2,
und deren detaillierte Erläuterung wird hier weggelassen.
Die Fig. 4 und 5 bilden Ausführungsbeispiele ähnlich jenem
der Fig. 3 ab. In Fig. 4 steht der Außenumfang der Ober-
20 platte 11a in Berührung mit der Innenfläche der zylindri-
schen Seitenplatte 11b. In Fig. 5 sind der Endabschnitt
der Oberplatte 11a und die Seitenplatte 11b diagonal zum
Anschlageingriff miteinander geschnitten. Die Befestigung
der Oberplatte 11a an der Seitenplatte 11b kann durch
25 irgendwelche bekannten Mittel vorgenommen werden, etwa
durch Kleber.

Bei den in den Fig. 3 bis 5 gezeigten Ausführungsbeispielen
ist vorzugsweise die zylindrische Seitenplatte 11b aus ei-
30 nem Material geformt, dessen akkustische Impedanz größer
ist als jene der Oberplatte 11a, und zwar aus dem Grunde,
eine Verringerung der Nachhallzeit zu erreichen. Beispiel-
haft für ein geeignetes Material für die Seitenplatte 11b
sind Kunststoffe, Metalle und keramische Stoffe. Wenn
35 sowohl die Oberplatte als auch die Seitenplatte des
Schwinggehäuses aus einem porösen Kunststoff geformt
sind, dann ist die Schwingung an der Seite des Schwing-
gehäuses 11 nicht vollständig gedämpft, und die Nachhall-

1 zeit kann nicht unter eine bestimmte Grenze abgesenkt
werden. Wenn im Gegensatz hierzu die Seitenplatte 11b
aus einem Material geformt ist, dessen akkustische Impe-
danz größer ist als jene der Oberplatte 11a, welche aus
5 einem porösen Kunststoff gebildet ist, dann wird die
Schwingung der Oberplatte 11a an der Trennfläche zwischen
der Oberplatte 11a und der Seitenplatte 11b reflektiert
und verteilt und ist daran gehindert, zur Seitenplatte
11b fortzuschreiten. Demzufolge wird die Nachhallzeit
10 kürzer, verglichen mit dem Wandler, bei welchem das Schwing-
gehäuse vollständig aus porösem Kunststoff geformt ist.

Es zeigt beispielsweise der Ultraschallwandler, dessen
Schwinggehäuse aus porösem Kunststoff mit einer akkusti-
15 schen Impedanz von $1 \times 3000 \text{ g/cm}^2\text{s}$ geformt ist, eine
Wellen sendende Impulscharakteristik, wie sie durch die
Linie 20 in Fig. 6 gezeigt ist. Wenn andererseits das
Schwinggehäuse aus einer zylindrischen Seitenplatte ge-
bildet ist, welche aus rostfreiem Stahl mit einer akkusti-
20 schen Impedanz von $7,8 \times 5000 \text{ g/cm}^2\text{s}$ geformt ist, sowie
einer Oberplatte, die aus einem porösen Kunststoff mit
 $1 \times 3000 \text{ g/cm}^2\text{s}$ an akustischer Impedanz geformt ist, dann
liefert der Wandler die Impulscharakteristik, wie sie
durch die gestrichelte Linie 21 in Fig. 6 gezeigt ist.
25 Das heißt, die Nachhallzeit kann bis auf unter 1,0 ms
abgesenkt werden.

Eine solche Verringerung der Nachhallzeit (oder Impuls-
Abfallzeit) kann auch dadurch bewirkt werden, daß man
30 ein integriertes rohrförmiges Teil oder Teile an dem Außen-
und/oder Innenumfang der zylindrischen Seitenplatte des
Wandlers vorsieht, der in Fig. 1 und 2 gezeigt ist, wobei
das rohrförmige Teil eine höhere akkustische Impedanz
aufweist als die zylindrische Seitenplatte. Es wird nun
35 auf Fig. 7 Bezug genommen; ein rohrförmiges Teil 18 ist
innerhalb eines Schwinggehäuses vorgesehen und mit dem
Innenumfang seiner zylindrischen Seitenplatte 11b ver-
klebt. In einer Alternativausführung, die in Fig. 8 gezeigt

1 ist, ist das rohrförmige Teil 18 am Außenumfang der Seitenplatte 11b angeklebt. Durch die Anordnung des rohrförmigen Teils 18 wird die schwingungsdämpfende Wirkung an der Seite des Schwinggehäuses verbessert, um die Nachhallzeit
5 zu verringern. Die Befestigung des rohrförmigen Teils 18 an der Seitenplatte 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,
10 welches einen Schlitz 18a aufweist, der sich parallel zur Achse des Rohres erstreckt. Das Rohr 18 weist einen größeren Außendurchmesser als den Innendurchmesser der Seitenplatte 11b in freiem Zustand auf. Durch Einsetzen
15 des Rohrs 18 in das Innere des Gehäuses steht das Rohr 18 in Druckberührung mit der Innenfläche der zylindrischen Seitenplatte 11b. Wenn in ähnlicher Weise das rohrförmige Teil 18 außerhalb des Gehäuses 11 vorgesehen ist, ist es möglich, ein elastisches Rohr, wie etwa ein Gummirohr,
20 zu benutzen, das einen kleineren Innendurchmesser als der Außendurchmesser der zylindrischen Seitenplatte 11b aufweist. Durch passendes Aufsetzen des Gummirohrs 18 rund um den Umfang der Seitenplatte 11b wird das Rohr in Druckberührung mit der Seitenplatte 11b gehalten.
25 Wenn das elastische rohrförmige Teil verwendet wird, ist es für das rohrförmige Teil nicht erforderlich, aus einem Material mit einer größeren akkustischen Impedanz als der Seitenplatte 11b gebildet zu werden, und zwar wegen des Umstandes, daß die Seitenplatte 11b stets den
30 Kräften in der Richtung senkrecht zur Achse der zylindrischen Seitenplatte 11b ausgesetzt ist und an der Schwingung gehindert ist.

Die Fig. 10 bis 13 bilden Verbesserungen der Ultraschallwandler der vorangehenden Ausführungsbeispiele ab, wobei
35 die Dicke der Oberplatte 11a plötzlich an einem Ringabschnitt nahe dem Außenumfang der piezoelektrischen Scheibe 12 geändert ist, um die Querschwingung, die vom Umfang

1 keilförmig) ausgebildet sein. Vorzugsweise sind die
Höhe des erhabenen Abschnitts 11c und die Tiefe der Ring-
nut 11d nicht größer als $\frac{1}{3}$ der Dicke D der Oberplatte
11a, um eine Verringerung im Ansprechverhalten zu verhindern.

5

10

15

20

25

30

35

1

Anmelder

NGK Spark Plug Co., Ltd.

5

No. 14-18, Takatsuji-cho, Mizuho-ku,
Nagoya-shi, Aichi-ken, Japan

10

15

Ultraschallwandler

20

A n s p r ü c h e

1. Ultraschallwandler mit den folgenden Merkmalen:
- ein Schwinggehäuseteil (11) mit einer zylindrischen
Seitenplatte (11b) und einer Wellen sendenden und
empfangenden Oberplatte (11a), welche am einen Ende
der Seitenplatte vorgesehen ist,
 - ein piezoelektrisches Element (12), welches einstückig
mit der Innenwand der Oberplatte (11a) verbunden ist,
und
 - Elektroden (12a, 12b), die am piezoelektrischen Element
(12) derart angeordnet sind, daß Ultraschallwellen
von der Oberplatte (11a) erzeugt werden können, wenn
ein elektrisches Feld an die Elektroden angelegt
wird und/oder ein elektrischer Ausgang von den Elektro-
den abgegeben wird, wenn die Oberplatte Ultraschall-
wellen empfängt,
- dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Ober-
platte (11a) aus porösem Kunststoff geformt ist.

- 1 2. Ultraschallwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zylindrische Seitenplatte (11b) aus einem Material geformt ist, dessen akkustische Impedanz größer ist als jene der Oberplatte (11a).
- 5 3. Ultraschallwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zylindrische Seitenplatte (11b) ebenfalls aus einem porösen Kunststoff geformt ist.
- 10 4. Ultraschallwandler nach Anspruch 3, ferner gekennzeichnet durch ein rohrförmiges Teil (18), das aus einem Material geformt ist, dessen akkustische Impedanz größer ist als jene der zylindrischen Seitenplatte (11b), und an mindestens einer von Innen- und Außenumfangsfläche
15 der zylindrischen Seitenwand zum Verringern der Nachhallzeit vorgesehen ist.
5. Ultraschallwandler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das rohrförmige Teil (18) ein elastisches
20 Rohr ist, dessen Innendurchmesser kleiner ist als der Außendurchmesser der zylindrischen Seitenplatte (11b) und welches außerhalb der zylindrischen Seitenplatte zur Druckberührung hiermit vorgesehen ist.
- 25 6. Ultraschallwandler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das rohrförmige Teil (18) ein Metallrohr ist, welches mit einem Schlitz (18a) in einer Richtung parallel zur Achse hiervon versehen ist, welches einen Außendurchmesser aufweist, der größer ist als ein Innen-
30 durchmesser der zylindrischen Seitenplatte (11b) und welches innerhalb der Seitenplatte zur Druckberührung hiermit vorgesehen ist.
- 35 7. Ultraschallwandler nach irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element die Form einer scheibenförmigen Platte (12) und konzentrisch an der Oberplatte (11a) angeordnet ist, und daß die Oberplatte (11a) einen ringförmigen Abschnitt

1 aufweist, der neben und längs dem Außenumfang des piezo-
elektrischen Elements angeordnet ist und an welchem die
Dicke der Oberplatte plötzlich derart geändert ist, daß
die Querschwingung, die vom Umfang des piezoelektrischen
5 Elements ausgeht, am ringförmigen Abschnitt absorbiert
oder abgemildert werden kann.

8. Ultraschallwandler nach Anspruch 7, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der ringförmige Abschnitt ein Grenzbereich
10 eines erhabenen Abschnitts (11c) ist, der von Außen-
und Innenfläche der Oberplatte (11a) an mindestens einer
vorgesehen ist.

9. Ultraschallwandler nach Anspruch 7, dadurch gekenn-
15 zeichnet, daß der ringförmige Abschnitt eine Ringnut ist,
die von Außen- und Innenoberfläche der Oberplatte (11a)
an mindestens einer vorgesehen ist.

20

25

30

35

FIG. 1

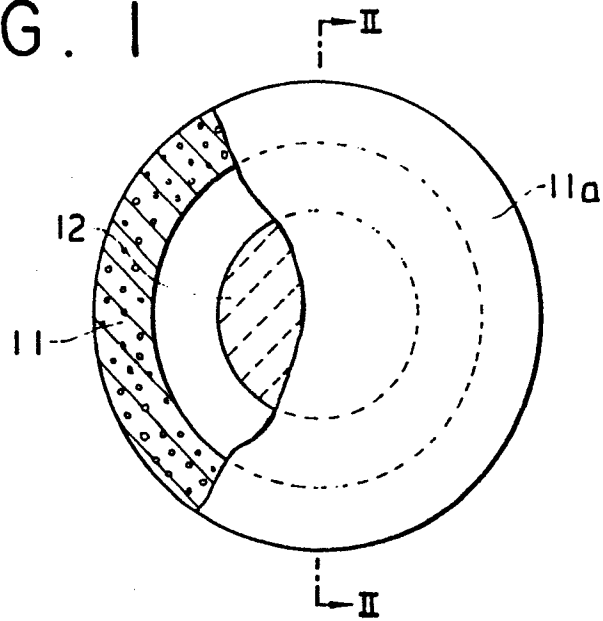


FIG. 2

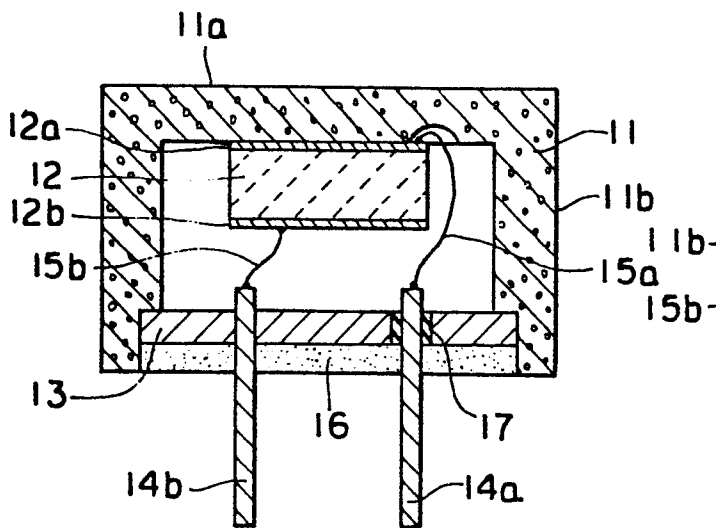


FIG. 3

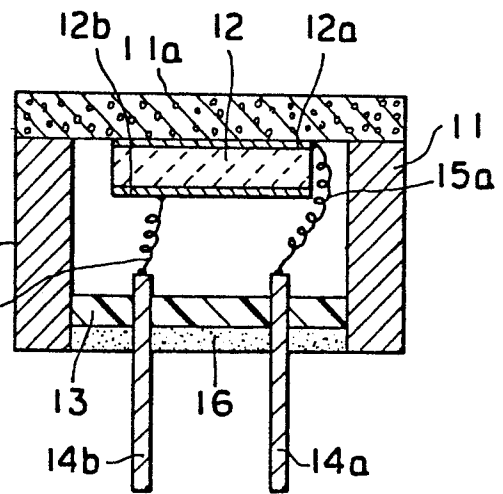


FIG. 4

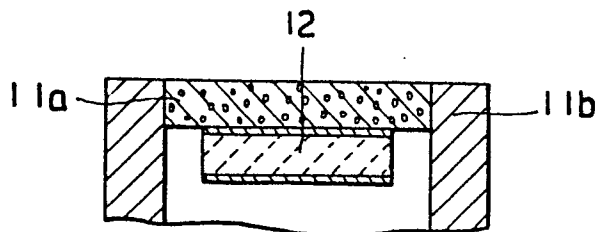


FIG. 5

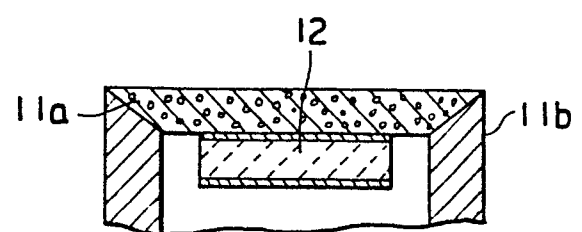


FIG. 6

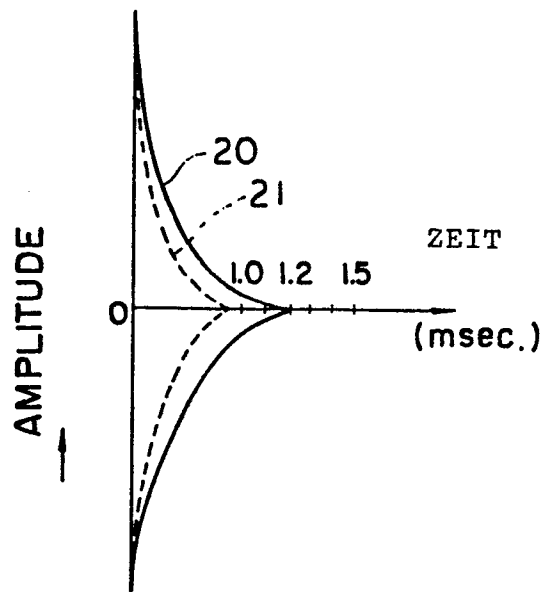


FIG. 7

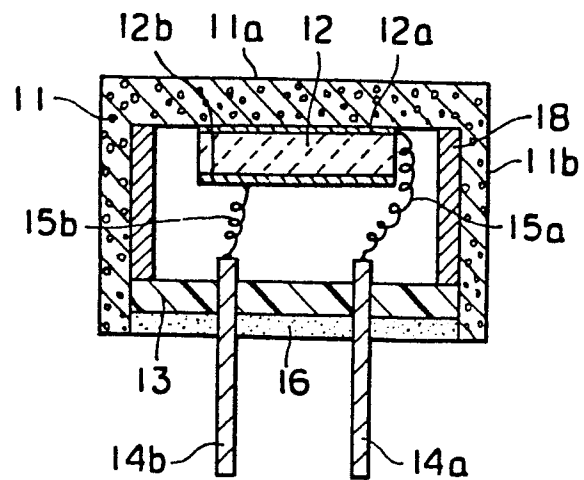


FIG. 8

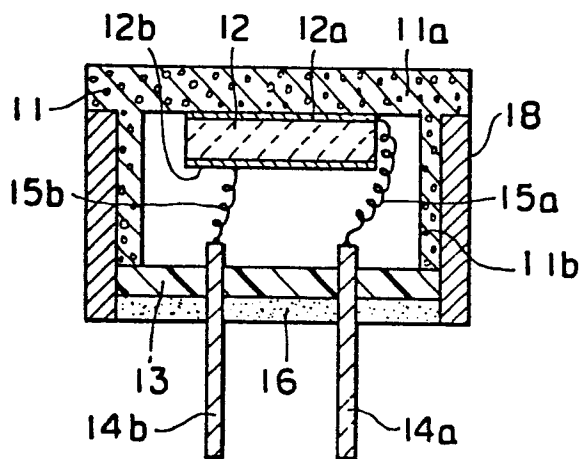


FIG. 9

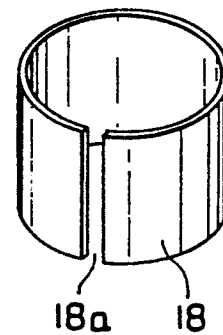


FIG. 10

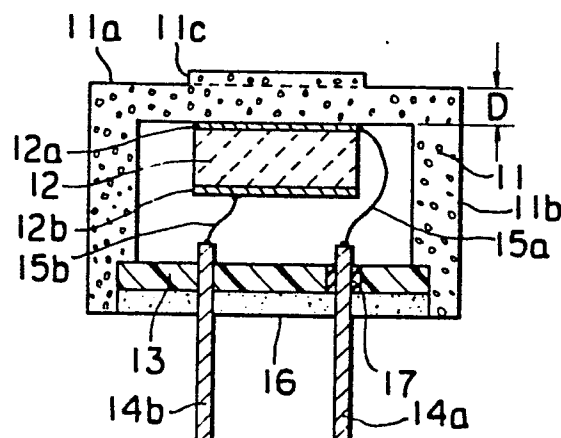


FIG. 11

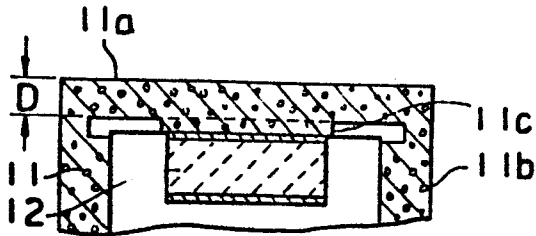


FIG. 12

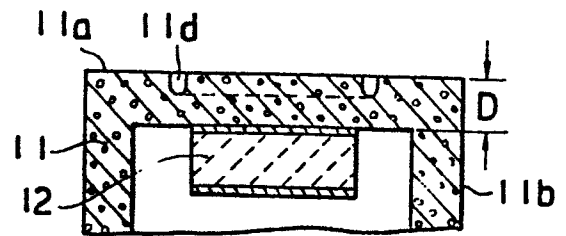


FIG. 13

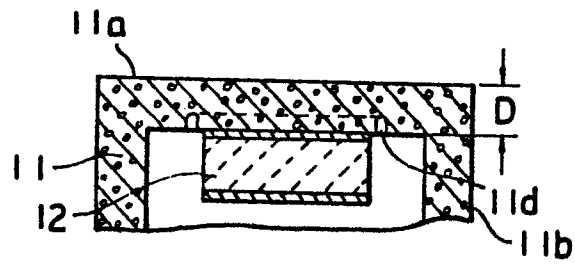


FIG. 14

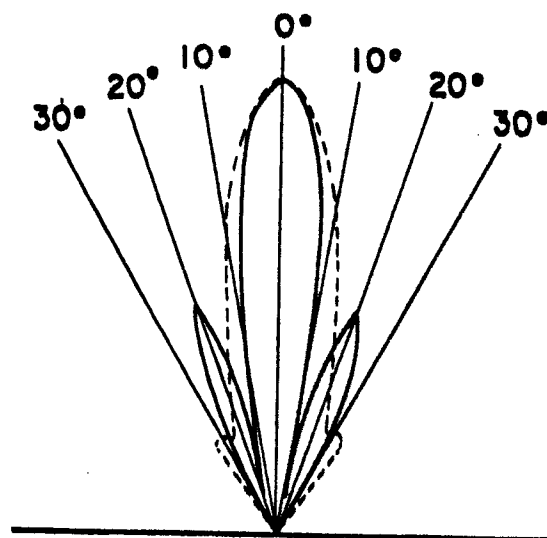


FIG. 15

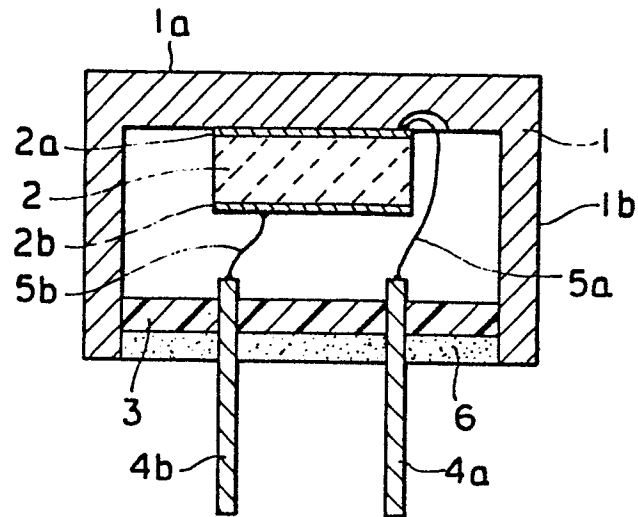


FIG. 16(a)

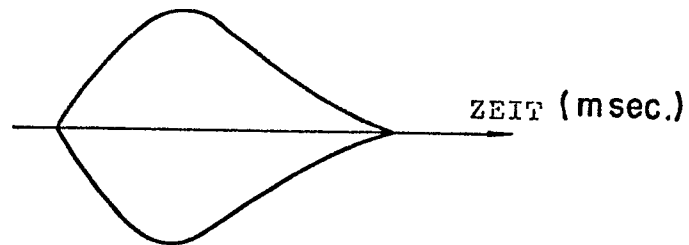
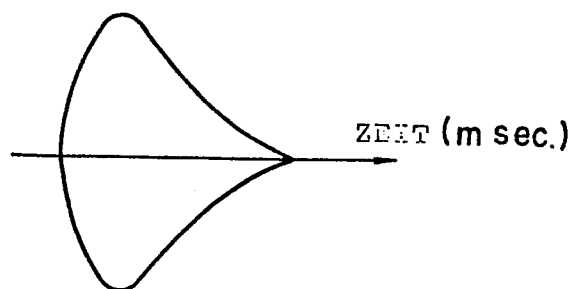


FIG. 16(b)





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)														
X	FR-A-2 325 266 (SIEMENS) * Ansprüche 1-4 *	1,2	H 04 R 17/10 G 10 K 11/00														
Y	--- EP-A-0 116 823 (SIEMENS) * Seite 2, Zeilen 12-33; Figuren *	1-5,7-9															
Y	--- US-A-3 433 461 (T.J. SCARPA) * Spalte 4, Zeile 72 - Spalte 5, Zeile 3 und Zeile 47 - Spalte 6, Zeile 17 *	1-5,7-9															
A	--- US-A-3 555 311 (P.E. WEBER) * Spalte 2, Zeilen 21-41; Spalte 3, Zeilen 28-32; Figur 1 *	2,4															
A	--- FR-A- 896 806 (ATLAS-WERKE) * Seite 2, Zeilen 8-20; Figur 1 *	8															

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28-06-1985	Prüfer HAASBROEK J.N.														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : mündliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : mündliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : mündliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	