

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7409162号  
(P7409162)

(45)発行日 令和6年1月9日(2024.1.9)

(24)登録日 令和5年12月25日(2023.12.25)

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| (51)国際特許分類              | F I                   |
| H 0 3 H 9/02 (2006.01)  | H 0 3 H 9/02 A        |
| H 0 3 H 9/17 (2006.01)  | H 0 3 H 9/17 H        |
| H 0 1 L 23/02 (2006.01) | H 0 1 L 23/02 K       |
| H 0 4 R 17/00 (2006.01) | H 0 4 R 17/00 3 3 0 B |

請求項の数 8 (全12頁)

|          |                               |          |                    |
|----------|-------------------------------|----------|--------------------|
| (21)出願番号 | 特願2020-38914(P2020-38914)     | (73)特許権者 | 000003067          |
| (22)出願日  | 令和2年3月6日(2020.3.6)            |          | T D K 株式会社         |
| (65)公開番号 | 特開2021-141491(P2021-141491 A) |          | 東京都中央区日本橋二丁目5番1号   |
| (43)公開日  | 令和3年9月16日(2021.9.16)          | (74)代理人  | 100088155          |
| 審査請求日    | 令和4年7月19日(2022.7.19)          |          | 弁理士 長谷川 芳樹         |
|          |                               | (74)代理人  | 100113435          |
|          |                               |          | 弁理士 黒木 義樹          |
|          |                               | (74)代理人  | 100124062          |
|          |                               |          | 弁理士 三上 敬史          |
|          |                               | (72)発明者  | 松村 湧               |
|          |                               |          | 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T |
|          |                               |          | D K 株式会社内          |
|          |                               | (72)発明者  | 太田 佳生              |
|          |                               |          | 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T |
|          |                               |          | D K 株式会社内          |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電デバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

収容空間を画成するケースと、  
前記収容空間内に配置されている圧電素子と、  
前記収容空間内で前記圧電素子上に配置されており、前記圧電素子と接している緩衝材と、  
前記収容空間内に前記圧電素子と離間して配置されており、前記圧電素子と電氣的に接続されている基板と、を備え、  
前記緩衝材が、  
樹脂と、  
前記樹脂内に分散されており、内部空間を画成している殻を有している複数の中空粒子と、を含み、  
前記基板が、前記緩衝材内に配置されている、圧電デバイス。

【請求項2】

樹脂からなり、前記収容空間を封止する蓋材を更に備えており、  
前記蓋材が、前記緩衝材と接している、請求項1に記載の圧電デバイス。

【請求項3】

収容空間を画成するケースと、  
前記収容空間内に配置されている圧電素子と、  
前記収容空間内で前記圧電素子上に配置されており、前記圧電素子と接している緩衝材

と、

樹脂からなり、前記收容空間を封止する蓋材と、を備え、

前記緩衝材が、

樹脂と、

前記樹脂内に分散されており、内部空間を画成している殻を有している複数の中空粒子と、を含み、

前記蓋材が、前記緩衝材と接している、圧電デバイス。

【請求項 4】

前記收容空間内に前記圧電素子と離間して配置されており、前記圧電素子と電氣的に接続されている基板を更に備えており、

前記基板が、前記緩衝材内に配置されている、請求項 3 に記載の圧電デバイス。

【請求項 5】

前記中空粒子が、ガラスバルーンである、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の圧電デバイス。

【請求項 6】

前記樹脂と前記ガラスバルーンとの含有量の合計が 100 質量%であるとき、前記ガラスバルーンの含有量の割合が、10 質量%以上 20 質量%以下である、請求項 5 に記載の圧電デバイス。

【請求項 7】

前記中空粒子が、プラスチックバルーンである、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の圧電デバイス。

【請求項 8】

前記樹脂と前記プラスチックバルーンとの含有量の合計が 100 質量%であるとき、前記プラスチックバルーンの含有量の割合は、10 質量%以上 20 質量%以下である、請求項 7 に記載の圧電デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

收容空間を画成するケースと、收容空間内に配置されている圧電素子と、圧電素子上に配置されている緩衝材と、を備えている圧電デバイスが知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。緩衝材は、圧電素子と接しており、フェルトからなる。圧電デバイスは、たとえば、超音波センサを構成する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2004-104521 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

圧電デバイスには、超音波成分の残響の更なる低減が求められている。しかしながら、上述されたような圧電デバイスは、超音波成分の残響を十分に低減しがたい。

【0005】

本発明の一つの態様は、超音波成分の残響をより一層低減する圧電デバイスを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

一つの態様に係る圧電デバイスは、收容空間を画成するケースと、收容空間内に配置さ

10

20

30

40

50

れている圧電素子と、圧電素子上に配置されており、圧電素子と接している緩衝材と、を備えている。緩衝材が、樹脂と、樹脂内に分散されており、内部空間を画成している殻を有している複数の中空粒子と、を含んでいる。

【０００７】

上記一つの態様では、複数の中空粒子が、緩衝材を構成する樹脂内に分散されている。中空粒子は、内部空間を画成する殻を有している。この場合、超音波成分は、樹脂と中空粒子の殻との界面と、中空粒子の殻と上記内部空間との界面と、で散乱される。したがって、上記一つの態様では、中空粒子を含まない構成に比して、中空粒子による超音波成分の散乱減衰が大きい。上記一つの態様は、超音波成分の残響をより一層低減する。

【０００８】

上記一つの態様では、中空粒子が、ガラスバルーンであってもよい。

中空粒子がガラスバルーンである構成では、環境温度が変化する場合でも、中空粒子が膨張又は収縮しがたい。したがって、本構成では、環境温度が変化する場合でも、超音波成分の残響を低減する効果変化しがたい。

【０００９】

上記一つの態様では、中空粒子が、プラスチックバルーンであってもよい。

中空粒子がプラスチックバルーンである構成は、圧電デバイスを軽量化し得る。

【００１０】

上記一つの態様は、收容空間内に圧電素子と離間して配置されており、圧電素子と電氣的に接続されている基板を備えていてもよい。基板が、緩衝材内に配置されていてもよい。

基板が緩衝材内に配置されている構成では、基板が制振される。

【００１１】

上記一つの態様は、樹脂からなり、收容空間を封止する蓋材を備えていてもよい。蓋材が、緩衝材と接していてもよい。

蓋材が緩衝材と接している構成では、超音波成分がより一層散乱しやすい。したがって、本構成は、超音波成分の残響をより一層確実に低減する。

【発明の効果】

【００１２】

本発明の一つの態様によれば、超音波成分の残響をより一層低減する圧電デバイスが提供される。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】図１は、一実施形態に係る圧電デバイスの断面構成を示す図である。

【図２】図２は、圧電素子を示す平面図である。

【図３】図３は、中空粒子の端面構成を示す図である。

【図４】図４は、本実施形態の変形例に係る圧電デバイスの断面構成を示す図である。

【図５】図５は、本実施形態の変形例に係る圧電デバイスの断面構成を示す図である。

【図６】図６は、本実施形態の変形例に係る圧電デバイスの断面構成を示す図である。

【図７】図７は、本実施形態の変形例に係る圧電デバイスの断面構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

【００１５】

図１を参照して、本実施形態に係る圧電デバイス１の構成を説明する。図１は、一実施形態に係る圧電デバイスの断面構成を示す図である。

圧電デバイス１は、図１に示されるように、ケース１０と、圧電素子２０と、基板３０と、複数の接続部材４１、４３と、緩衝材６０と、蓋材７０と、複数のピン８１、８３と、を備えている。本実施形態では、圧電デバイス１は、二つの接続部材４１、４３と、二

10

20

30

40

50

つのピン 8 1, 8 3 と、を備えている。本実施形態では、圧電デバイス 1 は、超音波センサを構成する。圧電デバイス 1 は、たとえば、超音波を送受信する。

#### 【0016】

ケース 10 は、收容空間 S 1 を画成している。圧電素子 20、基板 30、複数の接続部材 41、43、緩衝材 60、及び蓋材 70 は、收容空間 S 1 内に配置されている。ケース 10 は、底壁 11 と、側壁 13 とを有している。側壁 13 は、底壁 11 と交差する方向に延在している。底壁 11 と側壁 13 とが、收容空間 S 1 を画成している。底壁 11 と側壁 13 とは、一体形成されている。ケース 10 は、一端が開口している有底筒状の部材である。底壁 11 は、收容空間に臨む底面 12 を有している。底壁 11 と交差する方向は、たとえば、底壁 11 と直交する方向であってもよい。底面 12 は、底面 12 と交差する方向から見て、たとえば、円形状を呈している。円形状は、真円形状、長円形状、又は楕円形状を含んでいる。ケース 10 は、たとえば、アルミニウム (Al) からなる。ケース 10 は、Al 以外の金属からなってもよい。ケース 10 は、たとえば、アルミニウム合金、ステンレス鋼、又は銅合金からなってもよい。アルミニウム合金は、たとえば、ジュラルミンを含む。銅合金は、たとえば、真鍮を含む。

10

#### 【0017】

圧電素子 20 は、図 2 にも示されるように、圧電素体 21 と、複数の電極 23, 25 とを有している。本実施形態では、圧電素子 20 は、二つの電極 23, 25 を有している。圧電素子 20 は、底壁 11 上に配置されている。圧電素子 20 は、たとえば、接着により底壁 11 上に固定されている。図 2 は、圧電素子を示す平面図である。

20

#### 【0018】

圧電素体 21 は、互いに対向している一对の主面 21 a, 21 b と、少なくとも一つの側面 21 c と、を有している。側面 21 c は、一对の主面 21 a, 21 b を連結するように、一对の主面 21 a, 21 b が対向している方向に延在している。主面 21 b は、底面 12 と対向している。圧電素子 20 は、主面 21 b と底面 12 とが対向するように、底壁 11 (底面 12) 上に配置されている。一对の主面 21 a, 21 b が対向している方向は、底壁 11 (底面 12) と交差する方向である。一对の主面 21 a, 21 b が対向している方向は、底壁 11 (底面 12) と直交する方向であってもよい。

#### 【0019】

圧電素体 21 は、直方体形状を呈している。圧電素体 21 は、側面 21 c 以外に、三つの側面 21 d を有している。各側面 21 d も、一对の主面 21 a, 21 b を連結するように、一对の主面 21 a, 21 b が対向している方向に延在している。本実施形態では、圧電素体 21 は、平面視で、正方形形状を呈している。本実施形態では、圧電素体 21 は、角板状を呈している。圧電素体 21 は、円板状を呈しているてもよい。本明細書での「直方体形状」は、角部及び稜線部が面取りされている直方体の形状、及び、角部及び稜線部が丸められている直方体の形状を含む。

30

#### 【0020】

圧電素体 21 は、圧電セラミック材料からなる。圧電セラミック材料は、たとえば、 $PZT [Pb(Zr, Ti)O_3]$ 、 $PT (PbTiO_3)$ 、 $PLZT [(Pb, La)(Zr, Ti)O_3]$ 、又はチタン酸バリウム ( $BaTiO_3$ ) を含む。圧電素体 21 は、たとえば、上述した圧電セラミック材料を含むセラミックグリーンシートの焼結体により構成される。圧電素体 21 の厚みは、たとえば、 $150 \sim 500 \mu m$  である。本実施形態では、圧電素体 21 の厚みは、 $200 \mu m$  である。

40

#### 【0021】

電極 23 は、主面 21 b と側面 21 c と主面 21 a とに設けられている。電極 23 は、主面 21 b 上に位置している部分 23 a と、側面 21 c 上に位置している部分 23 b と、主面 21 a 上に位置している部分 23 c と、を有している。部分 23 a と部分 23 b とは、主面 21 b と側面 21 c との間に位置している稜部で互いに連結されている。部分 23 b と部分 23 c とは、主面 21 a と側面 21 c との間に位置している稜部で互いに連結されている。各部分 23 a, 23 b, 23 c は、一体に形成されている。電極 23 の部分 2

50

3 aが底壁11（底面12）に接合されている。

【0022】

主面21bに直交する方向から見て、電極23の部分23aは、側面21cと対向している側面21dと主面21bとの間に位置している稜部から離間している。主面21bは、側面21cと対向している側面21dと主面21bとの間に位置している稜部に沿って、露出している。電極23の部分23bは、側面21c全体を覆っている。各側面21dは、電極23から露出している。

【0023】

電極25は、主面21aに設けられている。電極25は、主面21a上のみに配置されている。電極25は、電極23の部分23cと離間している。主面21aは、電極23の部分23cと電極25との間で露出している。主面21aに直交する方向から見て、電極25は、側面21cと対向している側面21dと主面21aとの間に位置している稜部から離間している。主面21aは、側面21cと対向している側面21dと主面21aとの間に位置している稜部に沿って、露出している。各側面21dは、電極25からも露出している。圧電素体21は、一对の主面21a，21bが対向している方向で電極23の部分23aと電極25とに重なる領域R1を有している。領域R1は、一对の主面21a，21bが対向している方向で、電極23の部分23aと電極25とで挟まれている。圧電素子20では、領域R1が、圧電的に活性な領域を構成する。

【0024】

各電極23，25は、圧電素体21の表面と接している。各電極23，25の厚みは、たとえば、1.5 μm以下である。各電極23，25は、たとえば、クロム（Cr）層、ニッケル銅合金（Ni-Cu）層、及び金（Au）層からなる積層体を含む。各電極23，25は、銀（Ag）、チタン（Ti）、白金（Pt）、銀パラジウム合金（Ag-Pd）、又はニッケルクロム合金（Ni-Cr）を含んでいてもよい。各電極23，25は、たとえば、スパッタリング法により圧電素体21の表面に形成される。

【0025】

基板30は、收容空間S1内に、圧電素子20と離間して配置されている。基板30は、圧電素子20と電氣的に接続されている。基板30は、基体31と、複数の導体33，35とを有している。本実施形態では、基板30は、二つの導体33，35を有している。

【0026】

基体31は、互いに対向している一对の主面31a，31bを有している。基板30は、主面31bが圧電素体21と対向するように、ケース10内に配置されている。基体31は、平面視で、たとえば、略矩形状を呈している。基体31は、平面視で、たとえば、略円形状を呈していてもよい。基体31は、たとえば、ガラスエポキシ基板からなる。基体31には、ピン81が挿通される貫通孔と、ピン83が挿通される貫通孔とが形成されている。

【0027】

各導体33，35は、主面31a上に配置されている。各導体33，35は、たとえば、銅（Cu）からなる。各導体33，35の厚みは、たとえば、約80 μmである。各導体33，35は、たとえば、めっきにより形成される。

【0028】

接続部材41は、電極23と導体33とを電氣的に接続している。接続部材41は、電極23と導体33とに物理的に接続されている。接続部材41は、電極23に物理的かつ電氣的に接続される部分41aと、導体33に物理的かつ電氣的に接続される部分41bと、部分41aと部分41bとを接続している部分41cと、を有している。部分41aは、電極23の部分23cと重なる領域を有している。部分41aは、部分23cと重なる領域で、部分23cにはんだ接続されている。部分41bの一端は、基板30から突出している。部分41bは、基板30から突出している一端で、導体33にはんだ接続されている。

【0029】

10

20

30

40

50

接続部材 4 1 の部分 4 1 a は、圧電素子 2 0 と沿うように延在している。接続部材 4 1 の部分 4 1 b は、部分 4 1 a が延在している方向と交差する方向に延在している。本実施形態では、部分 4 1 a が延在している方向と、部分 4 1 b が延在している方向とは、略直交している。部分 4 1 c は、湾曲している。各部分 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c は、一体に形成されている。接続部材 4 1 は、部分 4 1 c を有していなくてもよい。この場合、部分 4 1 a と部分 4 1 b とが直接的に接続されており、接続部材 4 1 は L 字状に折れ曲がっている。

#### 【0030】

接続部材 4 3 は、電極 2 5 と導体 3 5 とを電氣的に接続している。接続部材 4 3 は、電極 2 5 と導体 3 5 とに物理的に接続されている。接続部材 4 3 は、電極 2 5 に物理的かつ電氣的に接続される部分 4 3 a と、導体 3 5 に物理的かつ電氣的に接続される部分 4 3 b と、部分 4 3 a と部分 4 3 b とを接続している部分 4 3 c と、を有している。部分 4 3 a は、電極 2 5 と重なる領域を有している。部分 4 3 a は、電極 2 5 と重なる領域で、電極 2 5 にはんだ接続されている。部分 4 3 b の一端は、基板 3 0 から突出している。部分 4 3 b は、基板 3 0 から突出している一端で、導体 3 5 にはんだ接続されている。

#### 【0031】

接続部材 4 3 の部分 4 3 a は、圧電素子 2 0 と沿うように延在している。接続部材 4 3 の部分 4 3 b は、部分 4 3 a が延在している方向と交差する方向に延在している。本実施形態では、部分 4 3 a が延在している方向と、部分 4 3 b が延在している方向とは、略直交している。部分 4 3 c は、湾曲している。各部分 4 3 a, 4 3 b, 4 3 c は、一体に形成されている。接続部材 4 3 は、部分 4 3 c を有していなくてもよい。この場合、部分 4 3 a と部分 4 3 b とが直接的に接続されており、接続部材 4 3 は L 字状に折れ曲がっている。

#### 【0032】

各接続部材 4 1, 4 3 は、板状の部材である。各接続部材 4 1, 4 3 の厚みは、たとえば、約 150  $\mu\text{m}$  である。各接続部材 4 1, 4 3 は、たとえば、金属板からなる。この場合、各接続部材 4 1, 4 3 は、たとえば、真鍮、りん青銅、又は銅からなる。各接続部材 4 1, 4 3 の表面には、めっき層（不図示）が形成されていてもよい。めっき層は、たとえば、錫めっきにより形成されていてもよい。

#### 【0033】

接続部材 4 1 と電極 2 3 とは、導電性接着剤により物理的かつ電氣的に接続されていてもよい。接続部材 4 1 と導体 3 3 とは、導電性接着剤により物理的かつ電氣的に接続されていてもよい。接続部材 4 3 と電極 2 5 とは、導電性接着剤により物理的かつ電氣的に接続されていてもよい。接続部材 4 3 と導体 3 5 とは、導電性接着剤により物理的かつ電氣的に接続されていてもよい。

#### 【0034】

緩衝材 6 0 は、圧電素子 2 0 上に配置されている。緩衝材 6 0 は、圧電素子 2 0 と接している。緩衝材 6 0 は、ケース 1 0 とも接している。基板 3 0 は、緩衝材 6 0 内に配置されている。緩衝材 6 0 は、基板 3 0 とも接している。緩衝材 6 0 は、樹脂 6 1 と、樹脂 6 1 内に分散されている複数の中空粒子 6 3 と、を含んでいる。樹脂 6 1 は、たとえば、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、又はウレタン樹脂からなる。各中空粒子 6 3 は、図 3 に示されるように、殻 6 3 a を有している。殻 6 3 a は、内部空間 6 3 b を画成している。図 3 は、中空粒子の端面構成を示す図である。

#### 【0035】

各中空粒子 6 3 は、たとえば、ガラスバルーンである。この場合、殻 6 3 a は、ガラスからなる。殻 6 3 a を構成するガラスは、たとえば、ホウケイ酸ガラスを含む。各中空粒子 6 3 は、プラスチックバルーンであってもよい。この場合、殻 6 3 a は、プラスチックからなる。殻 6 3 a のシェル組成は、たとえば、アクリロニトリル系コポリマーである。複数の中空粒子 6 3 は、複数のガラスバルーンと、複数のプラスチックバルーンと、を含んでいてもよい。

## 【0036】

各中空粒子63がガラスバルーンである場合、ガラスバルーンの含有量の割合は、たとえば、以下の通りである。樹脂61とガラスバルーンとの含有量の合計が100質量%であるとき、ガラスバルーンの含有量の割合は、たとえば、10質量%以上20質量%以下である。

各中空粒子63がプラスチックバルーンである場合、プラスチックバルーンの含有量の割合は、たとえば、以下の通りである。樹脂61とプラスチックバルーンとの含有量の合計が100質量%であるとき、プラスチックバルーンの含有量の割合は、たとえば、10質量%以上20質量%以下である。

## 【0037】

中空粒子63は、たとえば、略球殻形状を呈している。中空粒子63の外径D1は、たとえば、15～65μmである。外径D1は、たとえば、メジアン径で規定してもよい。中空粒子63の内径D2は、たとえば、13.5～63.5μmである。殻63aの厚みT1は、たとえば、0.5～1.5μmである。複数の中空粒子63は、同じ外形形状を呈していてもよく、同じ外形形状を呈していなくてもよい。

## 【0038】

蓋材70は、圧電素子20、基板30、接続部材41、43、及び緩衝材60がケース10内に收容されている状態で、ケース10の開口を封止している。蓋材70は、收容空間S1を封止している。蓋材70は、緩衝材60と接している。本実施形態では、蓋材70は、樹脂からなる。蓋材70は、たとえば、シリコンゴムからなる。蓋材70は、たとえば、RTV (Room Temperature Vulcanizing) シリコンゴムからなる。各ピン81、83の他端は、蓋材70から露出している。蓋材70は、中空粒子63を含んでいない。

## 【0039】

本実施形態では、蓋材70は、收容空間S1のうち、緩衝材60が存在していない領域全体に設けられている。蓋材70は、図4に示されるように、收容空間S1のうち、緩衝材60が存在していない領域の一部のみに設けられていてもよい。

蓋材70は、図5に示されるように、複数の部分71、73を有していてもよい。図5に示されている蓋材70は、二つの部分71、73を有している。蓋材70は、緩衝材60と接している部分71と、部分71と接している部分73と、を有している。部分71は、部分73と緩衝材60との間に位置している。この場合、部分71は、たとえば、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、又はシリコン樹脂からなり、部分73は、たとえば、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、又はシリコン樹脂からなる。蓋材70は、三つ以上の部分を有していてもよい。

## 【0040】

ピン81は、基板30（基体31）に形成されている貫通孔に挿通されている一端と、ケース10外に露出している他端とを有している。ピン81は、上記貫通孔に挿通されている状態で、導体33に物理的かつ電氣的に接続されている。ピン81は、導体33にはんだ接続されている。ピン81と導体33とは、導電性接着剤により物理的かつ電氣的に接続されていてもよい。ピン81は、導体33及び接続部材41を通して、電極23と電氣的に接続されている。

## 【0041】

ピン83は、基板30（基体31）に形成されている貫通孔に挿通されている一端と、ケース10外に露出している他端とを有している。ピン83は、上記貫通孔に挿通されている状態で、導体35に物理的かつ電氣的に接続されている。ピン83は、導体35にはんだ接続されている。ピン83と導体35とは、導電性接着剤により物理的かつ電氣的に接続されていてもよい。ピン83は、導体35及び接続部材43を通して、電極25と電氣的に接続されている。

## 【0042】

各ピン81、83は、たとえば、金属からなる。ピン81、83は、たとえば、真鍮か

10

20

30

40

50

らなる。各ピン 8 1, 8 3 の表面には、めっき層（不図示）が形成されていてもよい。めっき層は、たとえば、ニッケルめっき及び錫めっきにより形成されていてもよい。この場合、めっき層は、二層構造である。各ピン 8 1, 8 3 は、圧電デバイス 1 の外部端子を構成する。

#### 【0043】

以上のように、本実施形態では、圧電デバイス 1 が、緩衝材 6 0 を備えている。緩衝材 6 0 は、超音波成分の残響を抑制する。

複数の中空粒子 6 3 が、緩衝材 6 0 を構成する樹脂 6 1 内に分散されている。中空粒子 6 3 は、内部空間 6 3 b を画成する殻 6 3 a を有している。この場合、超音波成分は、樹脂 6 1 と中空粒子 6 3 の殻 6 3 a との界面と、中空粒子 6 3 の殻 6 3 a と内部空間 6 3 b との界面と、で散乱される。したがって、圧電デバイス 1 では、中空粒子 6 3 を含まない構成に比して、中空粒子 6 3 による超音波成分の散乱減衰が大きい。圧電デバイス 1 は、超音波成分の残響をより一層低減する。

#### 【0044】

中空粒子 6 3 がガラスバルーンである構成では、環境温度が変化する場合でも、中空粒子 6 3 が膨張又は収縮しがたい。したがって、圧電デバイス 1 は、環境温度が変化する場合でも、超音波成分の残響を低減する効果が変化しがたい。

中空粒子 6 3 がプラスチックバルーンである構成は、圧電デバイス 1 を軽量化し得る。

#### 【0045】

圧電デバイス 1 は、基板 3 0 を備えている。基板 3 0 は、收容空間 S 1 内に圧電素子 2 0 と離間して配置されており、圧電素子 2 0 と電氣的に接続されている。基板 3 0 は、緩衝材 6 0 内に配置されている。

基板 3 0 が緩衝材 6 0 内に配置されている構成では、基板 3 0 が制振される。

#### 【0046】

圧電デバイス 1 は、蓋材 7 0 を備えている。蓋材 7 0 は、樹脂からなり、收容空間 S 1 を封止している。蓋材 7 0 は、緩衝材 6 0 と接している。

蓋材 7 0 が緩衝材 6 0 と接している構成では、超音波成分がより一層散乱しやすい。したがって、圧電デバイス 1 は、超音波成分の残響をより一層確実に低減する。

#### 【0047】

ガラスバルーンの含有量の割合が、上述したように、10 質量%以上 20 質量%以下である構成では、緩衝材 6 0 がケース 1 0 に充填される場合、ケース 1 0 と緩衝材 6 0 との間に隙が生じがたい。更に、樹脂 6 1 と各中空粒子 6 3 との間にも隙が生じがたい。したがって、圧電デバイス 1 は、超音波成分の残響をより一層確実に低減する。

プラスチックバルーンの含有量の割合は、上述したように、10 質量%以上 20 質量%以下である。この場合にも、ケース 1 0 と緩衝材 6 0 との間に隙が生じがたく、樹脂 6 1 と各中空粒子 6 3 との間にも隙が生じがたい。したがって、圧電デバイス 1 は、超音波成分の残響をより一層確実に低減する。

#### 【0048】

圧電デバイス 1 では、接続部材 4 1, 4 3 が、緩衝材 6 0 と接している。圧電デバイス 1 が接続部材 4 1, 4 3 を備えている場合、圧電素子 2 0 の振動が接続部材 4 1, 4 3 に伝わり、接続部材 4 1, 4 3 が微小に振動するおそれがある。接続部材 4 1, 4 3 の微小振動は、残響振動を生じさせるおそれがある。接続部材 4 1, 4 3 が緩衝材 6 0 と接している構成では、緩衝材 6 0 が接続部材 4 1, 4 3 の微小振動を抑制する。したがって、圧電デバイス 1 は、接続部材 4 1, 4 3 の微小振動が要因である残響振動を生じさせがたい。

#### 【0049】

圧電デバイス 1 では、接続部材 4 1 が、電極 2 3 に物理的かつ電氣的に接続される部分 4 1 a と、導体 3 3 に物理的かつ電氣的に接続される部分 4 1 b と、を有している。接続部材 4 3 が、電極 2 5 に物理的かつ電氣的に接続される部分 4 3 a と、導体 3 5 に物理的かつ電氣的に接続される部分 4 3 b と、を有している。各部分 4 1 a, 4 3 a が、圧電素子 2 0 に沿うように延在しており、各部分 4 3 a, 4 3 b が、部分 4 1 a, 4 3 a が延在

10

20

30

40

50

している方向と交差する方向に延在している。したがって、圧電素子 20 の振動が基板 30 に伝わりがたい。圧電デバイス 1 は、基板 30 と接続部材 41, 43 との電気的な接続を確実に維持し、電気的な接続の信頼性が低下するのをより一層抑制する。

【0050】

圧電デバイス 1 では、接続部材 41 が、側面 21c 寄りに配置されており、接続部材 43 が、側面 21c と対向している側面 21d 寄りに配置されている。接続部材 41 と接続部材 43 とが、離間している。したがって、圧電デバイス 1 は、接続部材 41 と接続部材 43 との短絡を防ぐ。

【0051】

電極 23, 25 の各厚みが  $1.5\ \mu\text{m}$  以下である構成では、電極 23, 25 の各厚みが  $1.5\ \mu\text{m}$  より大きい構成に比して、電極 23, 25 が、圧電素子 20 (圧電素体 21) の変位を阻害しがたい。したがって、圧電デバイス 1 は、振動特性をより一層向上する。

【0052】

以上、本発明の実施形態及び変形例について説明してきたが、本発明は必ずしも上述した実施形態及び変形例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

【0053】

圧電デバイス 1 は、図 6 に示されるように、蓋材 70 を備えていなくてもよい。圧電デバイス 1 が蓋材 70 を備えていない構成では、たとえば、収容空間 S1 の全体が緩衝材 60 (樹脂 61) で満たされていてもよい。

圧電デバイス 1 は、図 7 に示されるように、基板 30 及び蓋材 70 を備えていなくてもよい。圧電デバイス 1 が基板 30 及び蓋材 70 を備えていない構成では、たとえば、収容空間 S1 の全体が緩衝材 60 (樹脂 61) で満たされていてもよい。

【0054】

圧電デバイス 1 は、超音波の送信のみを行ってもよい。圧電デバイス 1 は、超音波の受信のみを行ってもよい。

圧電素子 20 は、圧電素体 21 内に配置される一つ又は複数の内部電極を有していてもよい。この場合、圧電素体 21 は複数の圧電体層を有していてもよく、内部電極と圧電体層とが交互に配置されていてもよい。

【符号の説明】

【0055】

1…圧電デバイス、10…ケース、20…圧電素子、30…基板、60…緩衝材、61…樹脂、63…中空粒子、63a…殻、63b…内部空間、70…蓋材、S1…収容空間。

10

20

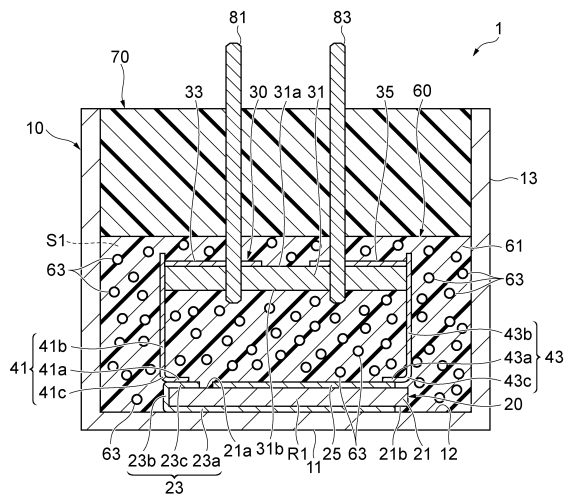
30

40

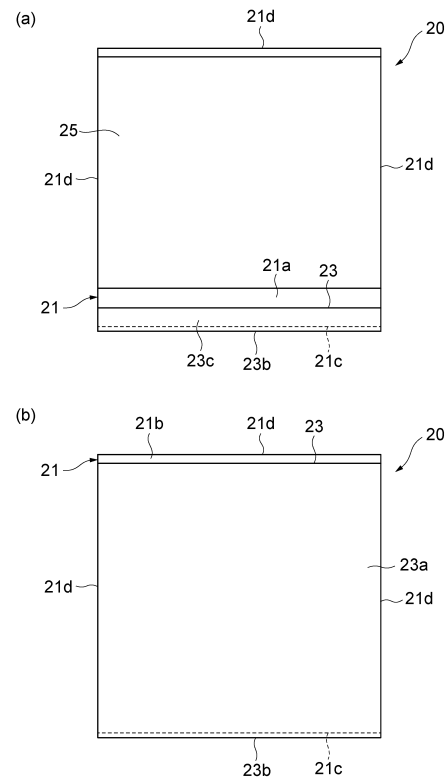
50

【図面】

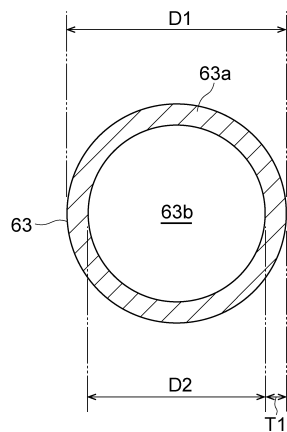
【図 1】



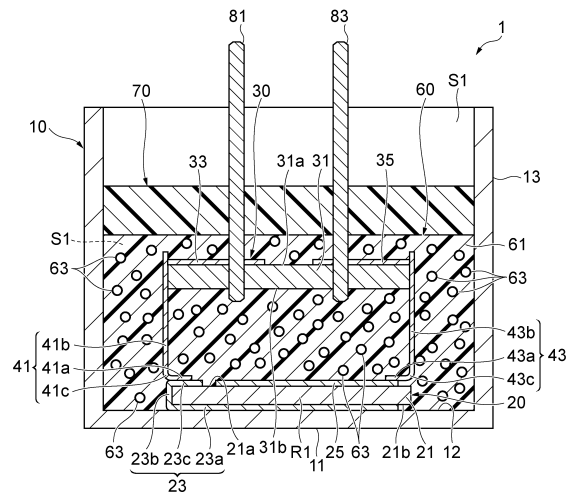
【図 2】



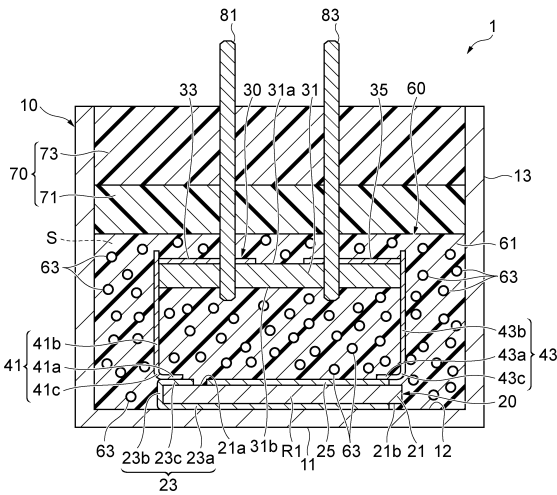
【圖 3】



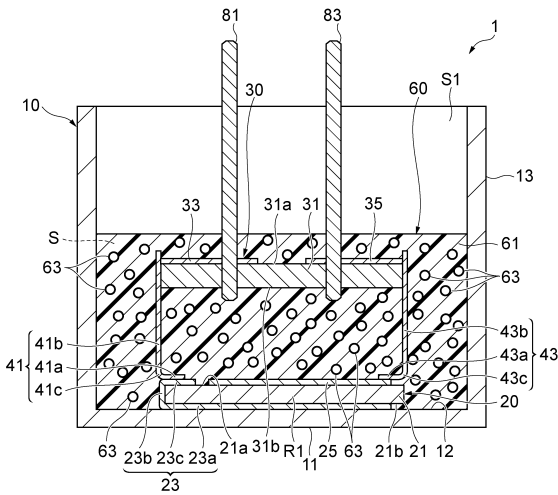
【図 4】



【図 5】



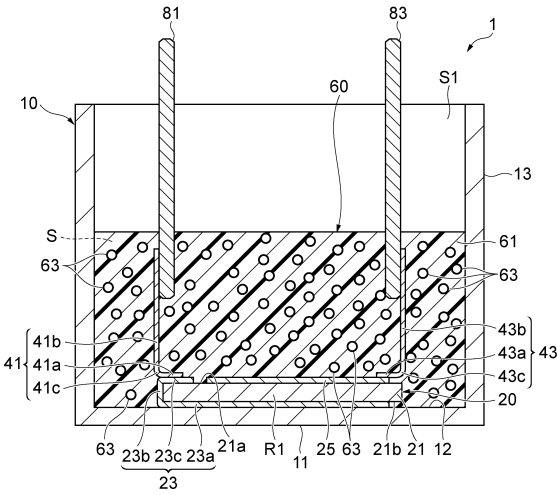
【図 6】



10

20

【図 7】



30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 菅原 潤  
東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内
- (72)発明者 武田 明丈  
東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内
- 審査官 竹内 亨
- (56)参考文献 特開平０３－２８４１００（ＪＰ，Ａ）  
特開２０１９－１８０７８６（ＪＰ，Ａ）  
特開平０２－０２１８５０（ＪＰ，Ａ）  
特開２００８－０７８５７５（ＪＰ，Ａ）  
特開平１１－２６６４９８（ＪＰ，Ａ）  
特開２０００－２４１５３２（ＪＰ，Ａ）  
実開平０３－０４２５３２（ＪＰ，Ｕ）
- (58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)  
H 03 H 9／00－9／76  
H 01 L 23／02  
H 04 R 17／00