

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年5月14日(14.05.2020)



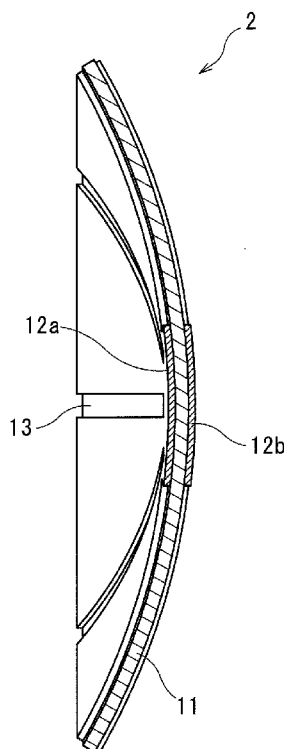
(10) 国際公開番号

WO 2020/095930 A1

- (51) 国際特許分類:
H04R 17/00 (2006.01) *G01N 29/24* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/043428
- (22) 国際出願日: 2019年11月6日(06.11.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-209174 2018年11月6日(06.11.2018) JP
- (71) 出願人: ヤマハ株式会社 (YAMAHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 佐々木 優(SASAKI Suguru); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 天野 一規 (AMANO Kazunori); 〒6500025 兵庫県神戸市中央区相生町1丁目1番18号 富士興業ビル6階 天野特許事務所内 Hyogo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: ULTRASOUND SENSOR AND METHOD OF MANUFACTURING ULTRASOUND SENSOR

(54) 発明の名称: 超音波センサ及び超音波センサの製造方法



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing an ultrasound sensor enabling easy formation of a 3-dimensional curving shape. An ultrasound sensor 1 according to an aspect of the present invention is provided with: a support member 3 having a curved surface; a film-like piezoelectric body disposed on the curved surface of the support member 3; and a vibration detecting element 2 configured of a pair of electrodes layered on upper and lower surfaces of the piezoelectric body. At least a part of the vibration detecting element 2 includes a non-vibration detecting portion that

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

does not detect vibration. The non-vibration detecting portion is a part of at least one of the upper and lower surfaces of the piezoelectric body in which an electrode 12a is not layered, and which extends inward from the edge of the curved surface of the support member 3.

(57) 要約：本発明は、３次元湾曲形状を容易に形成することが可能な超音波センサの提供を課題とする。本発明の一態様に係る超音波センサ１は、曲面を有する支持部材３と、支持部材３の曲面に設けられる、フィルム状の圧電体及びこの圧電体の表裏に積層される一対の電極から構成される振動検出素子２とを備え、振動検出素子２の少なくとも一部に、振動を検出しない非振動検出部を有し、非振動検出部は、圧電体の表または裏の少なくとも一方に電極１２aが積層されていない部分であり、支持部材３の曲面の縁から内側に延在している。

明 細 書

発明の名称：超音波センサ及び超音波センサの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、超音波センサ及び超音波センサの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば食品パッケージのヒートシール性、蓄電池や燃料電池等の中の気泡の有無等を検査するために超音波センサが用いられる。この超音波センサは、被検体を挟んで超音波発信器と対向して設けられる。この超音波センサは、超音波発信器から発信され、被検体を透過した超音波を検出することでヒートシールの接着状態等を検査可能に構成される。

[0003] この超音波センサは、圧電素子から構成され、被検体を挟んで超音波発信器と対向する超音波受信面を有している。この超音波受信面は、例えば被検体に焦点が位置する凹曲面形状を有している（特開２０１３－１２７４００号公報参照）。

[0004] この超音波センサは、例えば一方向に弓なりに凹状に湾曲した背面付加材の上面に圧電素子を積層し、この圧電素子の上方から背面付加材の上面の反転形状を有する加圧板を押圧することで形成される（特開２０１０－２５８６０２号公報参照）。また、この圧電素子としては、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）等から構成される比較的高価な無機圧電体の両面に一對の電極を積層したものが用いられている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２０１３－１２７４００号公報

特許文献２：特開２０１０－２５８６０２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 一方、被検体のヒートシール性等を高精度で検査するためには、超音波発

信器の超音波発信面及び超音波センサの超音波受信面をそれぞれ焦点位置が一致する３次元湾曲形状（例えば碗状）に形成することが望まれる。

[0007] しかしながら、前記従来の超音波センサを３次元湾曲形状に形成すると、超音波を検出する領域に皺が生じたりすることで適切な検査を行えないおそれがある。

[0008] 本発明は、このような事情に基づいてなされたものであり、本発明の課題は、３次元湾曲形状を容易に形成することが可能な超音波センサを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 前記課題を解決するためになされた本発明の一態様に係る超音波センサは、曲面を有する支持部材と、前記支持部材の曲面に設けられる、フィルム状の圧電体及びこの圧電体の表裏に積層される一対の電極から構成される振動検出素子と、を備えた超音波センサであって、前記振動検出素子の少なくとも一部に、振動を検出しない非振動検出部を有し、前記非振動検出部は、前記圧電体の表または裏の少なくとも一方に前記電極が積層されていない部分であり、前記支持部材の曲面の縁から内側に延在する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、本発明の一実施形態に係る振動検出素子を備える超音波センサの模式的斜視図である。

[図2]図２は、図１の超音波センサの模式的Ａ－Ａ線端面図である。

[図3]図３は、図１の超音波センサの振動検出素子の模式的Ａ－Ａ線拡大断面図である。

[図4]図４は、図１の超音波センサの模式的正面図である。

[図5]図５は、図１の超音波センサの振動検出素子と支持部材との接着状態を示す模式的背面図である。

[図6]図６は、図１の超音波センサの支持部材の貫通孔の配置を示す模式的正面図である。

[図7]図７は、図１の超音波センサとは異なる実施形態に係る超音波センサを

示す模式的正面図である。

[図8]図8は、図1及び図7の超音波センサとは異なる実施形態に係る超音波センサの振動検出素子を示す模式的正面図である。

[図9]図9は、図1、図7及び図8の超音波センサとは異なる実施形態に係る超音波センサの振動検出素子を示す模式的正面図である。

[図10]図10は、比較実施形態に係る超音波センサの振動検出素子を示す模式的正面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の一態様に係る超音波センサは、曲面を有する支持部材と、前記支持部材の曲面に設けられる、フィルム状の圧電体及びこの圧電体の表裏に積層される一対の電極から構成される振動検出素子と、を備えた超音波センサであって、前記振動検出素子の少なくとも一部に、振動を検出しない非振動検出部を有し、前記非振動検出部は、前記圧電体の表または裏の少なくとも一方に前記電極が積層されていない部分であり、前記支持部材の曲面の縁から内側に延在する。

[0012] 前記振動検出素子は基部を有し、前記非振動検出部はこの基部の外周縁から放射状に延びているとよい。

[0013] 前記圧電体は前記非振動検出部にスリットを有するとよい。

[0014] 前記振動検出素子は、前記非振動検出部において、当該非振動検出部の延在方向と垂直な方向に湾曲又は屈曲しているとよい。

[0015] 前記曲面が凹面であるとよい。

[0016] 前記非振動検出部に前記圧電体によるひだが形成されるとよい。

[0017] 前記支持部材は少なくとも1つの貫通孔を有するとよい。

[0018] 前記振動検出素子は1又は複数の前記非振動検出部で前記支持部材と接着されているとよい。

[0019] 本発明の他の一態様に係る超音波センサの製造方法は、曲面を有する支持部材と、フィルム状の圧電体及びこの圧電体の表裏に積層される一対の電極から構成され、少なくとも一部に、振動を検出しない非振動検出部を有し、

前記非振動検出部は、前記圧電体の表または裏の少なくとも一方に前記電極が積層されていない部分である振動検出素子とを用い、前記振動検出素子を前記曲面に積層する工程と、前記積層工程後又は前記積層工程と同時に、前記非振動検出部が前記支持部材の曲面の縁から内側に延在するように前記振動検出素子を前記曲面の形状に沿った形状に形成する工程とを備える。

[0020] なお、本発明において、「表」とは振動を受信する側をいい、「裏」とはその反対側をいう。「ひだ」とは、重なり合い、折り返し等によって形成された皺を意味する。

[0021] 当該超音波センサは、３次元湾曲形状に容易に形成することができる。

[0022] 以下、適宜図面を参照しつつ、本発明の実施の形態を詳説する。

[0023] [第一実施形態]

<超音波センサ>

図１及び図２の超音波センサ１は、振動検出素子２と、振動検出素子２を裏側から支持する支持部材３とを備える。当該超音波センサ１は、食品パッケージのヒートシール性、蓄電池や燃料電池の中の気泡の有無等を超音波によって検査するための検査装置に用いられる。当該超音波センサ１は、振動検出素子２の表側の面が、被検体を挟んで超音波発信器（不図示）と対向する超音波受信面を構成する。前記超音波発信器の超音波発信面は、被検体の一点に向けて超音波を集束できるよう二次曲線回転面、回転放物面等に形成されている。

[0024] (振動検出素子)

図３に示すように、振動検出素子２は、フィルム状の圧電体１１及び圧電体１１の表裏に積層される一対の電極（圧電体１１の表側の面に積層される第１電極１２ａ及び圧電体１１の裏側の面に積層される第２電極１２ｂ）を有する。振動検出素子２は、全体としてシート状である。

[0025] 圧電体１１を形成する圧電材料としては、可撓性を有する高分子圧電材料が挙げられる。前記高分子圧電材料としては、例えばポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）、フッ化ビニリデン－３フッ化エチレン共重合体（Ｐ（ＶＤＦ

／T r F E))、シアン化ビニリデンー酢酸ビニル共重合体 (P (V D C N
／V A c)) 等が挙げられる。また、これらの高分子圧電材料を多孔性フィルムとすることによって、より可撓性が大きくなり、振動検出素子 2 の湾曲性及び屈曲性を高めることができる。

[0026] また、圧電体 1 1 としては、圧電特性を有しない例えばポリテトラフルオロエチレン (P T F E)、ポリプロピレン (P P)、ポリエチレン (P E)、ポリエチレンテレフタレート (P E T) 等に多数の扁平な気孔を形成し、コロナ放電等によって扁平な気孔の対向面を分極して帯電させることによって圧電特性を付与したものを使用することもできる。

[0027] 圧電体 1 1 の平均厚さの下限としては、1 0 μ m が好ましく、5 0 μ m がより好ましい。一方、圧電体 1 1 の平均厚さの上限としては、5 0 0 μ m が好ましく、2 0 0 μ m がより好ましい。圧電体 1 1 の平均厚さが前記下限に満たないと、圧電体 1 1 の強度が不十分となるおそれがある。逆に、圧電体 1 1 の平均厚さが前記上限を超えると、振動検出素子 2 を支持部材 3 に積層する際に、所望の湾曲又は屈曲形状に形成し難くなるおそれがある。

[0028] 第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b は薄膜状である。第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b は圧電体 1 1 の表裏の電位差を検出するために用いられる。このため、第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b は、不図示の検出回路に接続される。

[0029] 第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b の材質としては、導電性を有するものであればよく、例えばアルミニウム、銅、ニッケル等の金属や、カーボン等が挙げられる。

[0030] 第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b の圧電体 1 1 への積層方法としては、特に限定されず、例えば金属の蒸着、カーボン導電インクの印刷、銀ペーストの塗布乾燥等が挙げられる。

[0031] 第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b の平均厚さとしては、積層方法にもよるが、例えば 0. 1 μ m 以上 3 0 μ m 以下とすることができる。前記平均厚さが前記下限に満たないと、第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b の強度が不

十分となるおそれがある。逆に、前記平均厚さが前記上限を超えると、振動検出素子 2 を湾曲又は屈曲した状態での曲面形状への追従性が低下するおそれがある。

[0032] 振動検出素子 2 は、その外縁から内側に延びる複数の帯状の低剛性部 1 3 を有する。振動検出素子 2 は、複数の低剛性部 1 3 においてシートの余剰部分を吸収しながら滑らかに低剛性部 1 3 の延在方向と垂直な方向に湾曲又は屈曲している。また、振動検出素子 2 は、複数の低剛性部 1 3 の延在方向に沿う方向でも湾曲又は屈曲している。つまり、振動検出素子 2 は、複数の低剛性部 1 3 で 3 次元的に湾曲又は屈曲している。なお、「帯状」とは、長さに対して幅が小さい形状をいう。また、「低剛性部の延在方向」とは、低剛性部の任意の点における幅と垂直な方向をいう。

[0033] 低剛性部 1 3 は、振動検出素子 2 において、圧電体 1 1 に第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b が積層されている部分よりも剛性の小さい部分である。複数の低剛性部 1 3 は、振動検出素子 2 の外縁をその延在方向の一端として形成されている。複数の低剛性部 1 3 は、圧電体 1 1 の両面に第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b が積層されていない肉薄部である。振動検出素子 2 は、第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b が圧電体 1 1 の厚さ方向に対向するよう平面視略同一形状にパターンニングされている。振動検出素子 2 は、第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b の非パターンニング領域が低剛性部 1 3 を構成している。つまり、圧電体 1 1 は、厚さ方向に対向する位置に第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b がいずれも積層されていない露出領域を有しており、この露出領域が低剛性部 1 3 を構成している。当該超音波センサ 1 は、圧電体 1 1 の両面に第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b が積層された振動検出部と、圧電体 1 1 の両面に第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b が積層されておらず、振動を検出しない非振動検出部とを有する。つまり、振動検出素子 2 は、少なくとも一部に、振動を検出しない前記非振動検出部を有しており、この非振動検出部は、圧電体 1 1 の表または裏の少なくとも一方に電極が積層されていない部分である。当該超音波センサ 1 において、複数の低剛性部 1

3は、振動を検出しない非振動検出部である。

[0034] 当該振動検出素子2は、低剛性部13を有することによって、シートの余剰部分を低剛性部13で吸収しつつ（湾曲又は屈曲に伴うシートの余剰部分を低剛性部13で重なり合わせながら）容易に湾曲することができる。詳しく説明すると、展開状態の振動検出素子2は、湾曲又は屈曲した状態に対してシート面方向において余剰部分を有している。この余剰部分は、湾曲又は屈曲した状態でひだとして形成されやすい。この際、低剛性部13が存在しないと、圧電体11に第1電極12a及び第2電極12bが積層された前記振動検出部にランダム（無原則）で複数のひだが生じやすい。これに対し、振動検出素子2が低剛性部13を有する場合、前記振動検出部よりも剛性が小さい低剛性部13に選択的にひだが生じやすくなる。換言すると、振動検出素子2が低剛性部13を有することで、この低剛性部13が前記振動検出部にひだが発生することを抑制する。従って、当該超音波センサ1は、振動検出素子2が低剛性部13を有することで、前記振動検出部にひだが生じることに起因する検出感度の低下を抑制し、振動を適切に検出することができる。前記振動検出部にひだが発生することを更に抑制するには、放射状に配置された低剛性部13が周回方向に均一のピッチで配置されるのが好ましい。均一なピッチで低剛性部13が配置されることで、全ての低剛性部13に同程度のひだを形成することができる。

[0035] また、当該振動検出素子2は、低剛性部13が前述の肉薄部である。これにより、第1電極12a及び第2電極12bは圧電体11によって分離され、第1電極12a及び第2電極12b間の短絡を防止することができる。詳しく説明すると、例えば第1電極12a及び第2電極12bの両方が形成されているところ（つまり、前述の振動検出部）に低剛性部13に代えて振動検出素子の厚さ方向を貫通するスリットを設け、このスリットを挟む両側の部分を重ね合わせることで湾曲又は屈曲形状を形成した場合、重ね合わせた部分で第1電極と第2電極が接続され、短絡を生じる。また、図10に示すように、低剛性部13に代えて振動検出素子102の厚さ方向に貫通する切

欠き 103 を設け、切欠き 103 を挟む両側の部分を重ね合わせない場合でも、切欠き 103 による切断端面に導電性の部材が付着したり、導電性のゴミが付着することで第 1 電極及び第 2 電極間が短絡するおそれがある。これに対し、当該振動検出素子 2 は、圧電体 11 に第 1 電極 12a 及び第 2 電極 12b が積層されていない肉薄部を設けることで、第 1 電極 12a 及び第 2 電極 12b 間の短絡を防止することができる。

[0036] 振動検出素子 2 は、前述の超音波発信器の超音波発信面の形状に対応した形状を有する。振動検出素子 2 は、裏側に陥没した凹状に形成される。本実施形態において、振動検出素子 2 は橈状である。当該超音波センサ 1 は、振動検出素子 2 が橈状であることによって、接着不良や気泡等の不具合を超音波によって容易かつ確実に検出することができる。

[0037] 図 4 に示すように、振動検出素子 2 は、その面内の領域に基部 2a を有する。基部 2a は、平面視円形、より詳しくは平面視真円状である。基部 2a は、圧電体 11 に第 1 電極 12a 及び第 2 電極 12b が積層された振動検出部の一部分を構成する。基部 2a は、振動検出素子 2 の中心部（つまり底部）に位置する。基部 2a の外周縁と振動検出素子 2 の外周縁とは平面視同心円状に形成されている。振動検出素子 2 は、複数の低剛性部 13（すなわち非振動検出部）が基部 2a の外周縁から放射状に延びている。複数の低剛性部 13 は振動検出素子 2 の径方向に直線状に延びている。当該振動検出素子 2 は、複数の低剛性部 13 が基部 2a の外周縁から放射状に延びていることによって、複数の低剛性部 13 の延在方向（本実施形態では当該振動検出素子 2 の径方向）に亘ってシートの余剰部分を吸収しつつ、複数の低剛性部 13 の延在方向と垂直な方向に容易に湾曲又は屈曲することができる。なお、「円形」とは、真円形のみならず、楕円形及び長円形を含む。また、基部 2a は平面視円形に限らず、多角形、星型等であってもよい。

[0038] 基部 2a は、湾曲又は屈曲状態でシートの余剰部分を吸収しない領域であり、図 4 に示すように、振動検出素子 2 の中心部の比較的小さい範囲に形成される。振動検出素子 2 の平均半径 R1（湾曲又は屈曲面に沿う長さ。すな

わち、展開状態における平均半径) に対する基部 2 a の平均半径 R_2 (湾曲又は屈曲面に沿う長さ) の比の下限としては、0.1 が好ましく、0.3 がより好ましい。一方、前記比の上限としては、0.5 が好ましく、0.4 がより好ましい。前記比が前記下限に満たないと、複数の低剛性部 13 の面積割合が相対的に大きくなることで、振動検出部の面積が不必要に小さくなるおそれがある。逆に、前記比が前記上限を超えると、複数の低剛性部 13 によってシートの余剰部分を十分に吸収することができず、振動検出部にひだが生じるおそれがある。

[0039] 複数の低剛性部 13 は、基部 2 a の外周縁から等角度間隔で配置されることが好ましい。複数の低剛性部 13 が等角度間隔で配置されることによって、複数の低剛性部 13 によってシートの余剰部分を効果的に吸収し、振動検出部にひだが生じることを防止しやすい。

[0040] 前述のように、低剛性部 13 は帯状であり、一定の幅を有する。低剛性部 13 は一定の幅を有することで、シートの余剰部分を吸収することができる。複数の低剛性部 13 の平均幅としては、振動検出素子 2 のサイズに対応して設定可能であるが、例えば 0.5 mm 以上 3 mm 以下とすることができる。

[0041] 図 4 に示すように、低剛性部 13 にはひだ 13 a が形成されていることが好ましい。つまり、前記非振動検出部には、圧電体 11 によるひだ 13 a が形成されることが好ましい。ひだ 13 a は、振動検出素子 2 を展開状態から曲面形状に形成する際に、余剰なシート部分が重なり合うこと等によって形成される。当該超音波センサ 1 は、低剛性部 13 にひだ 13 a が形成されることで、振動検出素子 2 を所望の曲面形状に形成しやすい。また、当該超音波センサ 1 は、低剛性部 13 にひだが生じることで、前記振動検出部の表側の面を平滑な所望の曲面形状に保つことが容易となり、前記振動検出部の検出感度の低下を抑制することができる。

[0042] (支持部材)

支持部材 3 は、図 2 に示すように、振動検出素子 2 の裏側の面の反転形状

を有し、振動検出素子 2 が裏側から載置される載置面 3 a を有する。載置面 3 a は曲面である。つまり、振動検出素子 2 は支持部材 3 の前記曲面に設けられている。前記曲面は、凹面である。載置面 3 a は、3 次元に湾曲しており、本実施形態では椀状である。前記非振動検出部は、支持部材 3 の前記曲面の縁から内側に延在している。また、支持部材 3 は厚さ方向（表裏方向）に貫通する複数の貫通孔 3 b を有する。当該超音波センサ 1 は、支持部材 3 を備えることによって、振動検出素子 2 を載置面 3 a の曲面形状に沿った形状に容易に形成することができる。なお、「椀状」とは、3 次元で凹状に形成され、底点が尖っていない（底点が丸められた又は平坦な）形状をいう。また、非振動検出部が「曲面の縁から延在する」とは、非振動検出部の端部が曲面の縁に位置する構成の他、非振動検出部の端部と曲面の縁との間に支持部材の曲面領域が存在する構成を含む。

[0043] 支持部材 3 は、例えば合成樹脂を主成分として形成される。この合成樹脂としては、例えばポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレン等が挙げられる。なお、「主成分」とは、質量換算で最も含有量の大きい成分をいう。

[0044] 図 5 に示すように、当該超音波センサ 1 は、振動検出素子 2 及び支持部材 3 を接着する複数の接着部 1 4（複数の第 1 接着部 1 4 a 及び複数の第 2 接着部 1 4 b）を有する。複数の接着部 1 4 は、例えば公知の両面テープや接着剤によって形成することができる。

[0045] 複数の第 1 接着部 1 4 a は、複数の低剛性部 1 3 に積層されている。つまり、振動検出素子 2 は、複数の前記非振動検出部で支持部材 3 と接着されている。これにより、振動検出素子 2 は、複数の低剛性部 1 3 で載置面 3 a と部分的に接着されている。当該超音波センサ 1 は、振動検出素子 2 が複数の低剛性部 1 3 で載置面 3 a と部分的に接着されていることによって、振動検出素子 2 の共振周波数が支持部材 3 の影響を受けて変化することを抑制することができる。

[0046] 複数の第 2 接着部 1 4 b は、振動検出素子 2 の外周縁部に積層されている。本実施形態では、複数の第 2 接着部 1 4 b は、第 2 電極 1 2 b（つまり振

動検出部)の外周縁部に積層されている。これにより、振動検出素子2は、複数の低剛性部13に加え、振動検出素子2の外周縁部でも載置面3aと部分的に接着されている。当該超音波センサ1は、振動検出素子2が振動検出素子2の外周縁部で載置面3aと部分的に接着されることによって、振動検出素子2の共振周波数が支持部材3の影響を受けて変化することを抑制しつつ、振動検出素子2の載置面3aからの剥離を容易に抑制することができる。

[0047] 複数の貫通孔3bは、振動検出素子2に至るよう設けられている。特に、本実施形態では、図5に示すように、複数の貫通孔3bは、複数の低剛性部13と重ならない位置で振動検出素子2に至るよう設けられている。これにより、当該超音波センサ1は、振動検出素子2の前記振動検出部の裏側の空間を支持部材3の裏側の空間に連通することができる。その結果、当該超音波センサ1は、振動検出素子2の共振周波数が載置面3aとの密閉によって影響を受けることを抑制することができる。

[0048] 図6を参照して、複数の貫通孔3bの配置について詳説する。まず、前述のように、当該超音波センサ1は、非振動検出部である複数の低剛性部13と、圧電体11の両面に第1電極12a及び第2電極12bが積層された振動検出部15とを有している。この振動検出部15は、基部2aと、基部2aの外周縁の外側で複数の低剛性部13によって区画される複数の周縁部2bとを有している。当該超音波センサ1は、基部2a及び複数の周縁部2bに対応して貫通孔3bが設けられている。詳しくは、基部2a及び各周縁部2bに対して貫通孔3bが設けられており、好ましくは基部2a及び各周縁部2bに対して1対1対応で貫通孔3bが設けられている。これにより、当該超音波センサ1は、振動検出部15の各区画の裏側の空間を支持部材3の裏側の空間に連通することができる。その結果、当該超音波センサ1は、振動検出素子2の共振周波数が載置面3aとの密閉によって影響を受けることをより確実に抑制することができる。

[0049] <超音波センサの製造方法>

当該超音波センサ 1 は、平膜状（展開状態）の振動検出素子 2 を支持部材 3 の載置面 3 a の曲面形状に追従させつつ、この振動検出素子 2 を載置面 3 a 上に固定することで形成される。当該超音波センサ 1 の製造方法は、振動検出素子 2 を支持部材 3 の載置面 3 a（すなわち曲面）に積層する工程（積層工程）と、この積層工程後又はこの積層工程と同時に、振動検出素子 2 を載置面 3 a の曲面形状に沿った形状に形成する工程（形成工程）とを備える。前記形成工程では、支持部材 3 の裏側からの吸引により振動検出素子 2 を載置面 3 a の曲面形状に沿った形状に形成することができる。また、前記形成工程では、支持部材 3 の裏側からの吸引に代えて、振動検出素子 2 を表側から凸部材で押さえ付けてもよい。

[0050] 前記形成工程では、前記非振動検出部が支持部材 3 の前記曲面の縁から内側に延在するように振動検出素子 2 を前記曲面の形状に沿った形状に形成する。前記形成工程では、例えば支持部材 3 の複数の貫通孔 3 b からの真空引きにより振動検出素子 2 を載置面 3 a 側に吸引する。この際、振動検出素子 2 の複数の低剛性部 1 3 に選択的に複数のひだ 1 3 a が形成され、これによりシートの余剰な部分を吸収しつつ振動検出素子 2 を所望の曲面形状に形成することができる。

[0051] <利点>

当該振動検出素子 2 は、その外縁から内側に延びる複数の帯状の低剛性部 1 3 を有しており、複数の低剛性部 1 3 で、これらの低剛性部 1 3 の延在方向と垂直な方向に湾曲又は屈曲することができる。さらに、当該振動検出素子 2 は、複数の帯状の低剛性部 1 3 を有することで、これらの低剛性部 1 3 の延在方向に沿う方向にも湾曲又は屈曲しやすい。そのため、当該振動検出素子 2 は、3 次元湾曲形状に容易に形成することができる。

[0052] 当該超音波センサ 1 は、振動検出素子 2 が、その外縁から内側に延びる複数の帯状の低剛性部 1 3 を有しているので、振動検出素子 2 を、複数の低剛性部 1 3 で、これらの低剛性部 1 3 の延在方向と垂直な方向に湾曲又は屈曲することができる。さらに、当該超音波センサ 1 は、振動検出素子 2 が複数

の帯状の低剛性部 1 3 を有することで、振動検出素子 2 をこれらの低剛性部 1 3 の延在方向に沿う方向にも湾曲又は屈曲しやすい。そのため、当該超音波センサ 1 は、3 次元湾曲形状の振動検出素子 2 を容易に形成することができる。

[0053] 当該超音波センサ 1 は、振動検出素子 2 を超音波発信器の超音波発信面に対応する所望の 3 次元湾曲形状に形成することが容易であるので、超音波発信器と対として用いられる超音波検出用のセンサとして好適に用いられる。

[0054] 当該超音波センサの製造方法は、振動検出素子 2 を 3 次元湾曲形状に容易に形成可能な当該超音波センサ 1 を容易かつ確実に製造することができる。

[0055] [第二実施形態]

図 7 の超音波センサ 2 1 は、振動検出素子 2 2 と、振動検出素子 2 2 を裏側から支持する支持部材 3 とを備える。振動検出素子 2 2 は、その外縁から内側に延びる複数の帯状の低剛性部 2 3（すなわち非振動検出部）を有する。低剛性部 2 3 はスリット 1 3 b を有する。つまり、振動検出素子 2 2 は、前記非振動検出部にスリット 1 3 b を有する。当該超音波センサ 2 1 は、低剛性部 2 3 がスリット 1 3 b を有する以外、図 1 の超音波センサ 1 と同様の構成とすることができる。そのため、以下ではスリット 1 3 b についてのみ説明する。

[0056] スリット 1 3 b は、振動検出素子 2 2 の外縁から内側に延びている。スリット 1 3 b は、低剛性部 2 3 の幅方向の中間位置（幅方向の両端を含まない位置）で低剛性部 2 3 の延在方向に沿って延びている。スリット 1 3 b は、一部の低剛性部 2 3 にのみ設けられてもよいが、各低剛性部 2 3 に例えば 1 対 1 対応で設けられることが好ましい。

[0057] <利点>

当該振動検出素子 2 2 は、低剛性部 2 3 がスリット 1 3 b を有するので、このスリット 1 3 b で湾曲又は屈曲させやすい。当該振動検出素子 2 2 は、スリット 1 3 b が低剛性部 2 3 の幅方向の中間位置に形成されているので、スリット 1 3 b を挟む両側の一定範囲には少なくとも第 1 電極 1 2 a 及び第

2 電極 1 2 b のいずれか一方が存在しない非振動検出部が形成される。そのため、当該振動検出素子 2 2 は、第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b 間の短絡を抑制しやすい。

[0058] 当該超音波センサ 2 1 は、振動検出素子 2 2 が低剛性部 2 3 にスリット 1 3 b を有するので、振動検出素子 2 2 をこのスリット 1 3 b で湾曲又は屈曲させやすい。当該超音波センサ 2 1 は、スリット 1 3 b が低剛性部 2 3 の幅方向の中間位置に形成されているので、第 1 電極 1 2 a 及び第 2 電極 1 2 b 間の短絡を抑制しやすい。

[0059] [その他の実施形態]

前記実施形態は、本発明の構成を限定するものではない。従って、前記実施形態は、本明細書の記載及び技術常識に基づいて前記実施形態各部の構成要素の省略、置換又は追加が可能であり、それらは全て本発明の範囲に属するものと解釈されるべきである。

[0060] 例えば当該振動検出素子は、基部が平面視円形である場合でも、この基部は必ずしも平面視真円状でなくてもよい。例えば図 8 に示すように、当該超音波センサは、振動検出素子 3 2 が楕円状である場合、基部 3 2 a は長円状であってもよい。またこの場合、複数の低剛性部 3 3 は、基部 3 2 a の外周縁の円周部分のみから放射状に延びていてもよい。

[0061] 当該振動検出素子は、その外縁から内側に延びる前記低剛性部を 1 つのみ有していてもよい。例えば図 9 の振動検出素子 4 2 は、その外縁から内側に延びる 1 つの低剛性部 4 3 のみを有している。この低剛性部 4 3 は、振動検出素子 4 2 の外縁から内側に向けて渦巻き状に形成されている。つまり、この低剛性部 4 3 は、平面視円形の基部の外周縁から放射状に延びていない。当該振動検出素子は、この構成によっても、低剛性部 4 3 で、この低剛性部 4 3 の延在方向と垂直な方向に湾曲又は屈曲することができる。

[0062] 当該超音波センサにおいて、振動検出素子の曲面形状は用途に応じて設定可能であり、振動検出素子は必ずしも楕円状でなくてもよい。例えば振動検出素子は、表側に隆起したドーム状等に構成されてもよい。

- [0063] 前記 1 又は複数の低剛性部は、圧電体の一方の面にのみ電極が積層された肉薄部から構成されてもよい。但し、1 又は複数の低剛性部に選択的にひだを形成する観点からは、低剛性部とその他の部分（振動検出部）とで剛性の差が大きい方が好ましい。そのため、低剛性部は、圧電体の両面に電極が積層されていない肉薄部であることがより好ましい。
- [0064] 当該振動検出素子は、前記一对の電極が平面視同一形状でパターンニングされていなくてもよい。この場合、少なくとも一方の電極が圧電体に積層されていない領域を肉薄部として構成することができる。
- [0065] 当該振動検出素子は、例えば図 8 及び図 9 の構成において、低剛性部にスリットが形成されてもよい。また、前記スリットは、当該振動検出素子の外縁から離れた内側の領域に形成されてもよい。さらに、当該振動検出素子は、1 つの低剛性部に対して 2 以上のスリットが形成されてもよい。
- [0066] 当該振動検出素子は、前記基部と複数の周縁部との間に低剛性部を設けてもよい。換言すると、前記基部と複数の周縁部との間に、圧電体に少なくとも一方の電極が積層されていない肉薄部を形成してもよい。この構成によると、複数の振動検出部を低剛性部で分割したアレイ状のセンサを形成することができる。
- [0067] 前記 1 又は複数の低剛性部は、延在方向に沿って幅が一定でなくてもよい。例えば当該振動検出素子が放射状に配設される複数の低剛性部を有する場合、これらの低剛性部は、放射方向外側に向けて幅が漸減してもよく、漸増してもよく、幅が漸減する領域と幅が漸増領域とを共に有していてもよい。
- [0068] 当該超音波センサは、前記振動検出素子の曲面形状が適切に維持可能な場合であれば、前記 1 又は複数の低剛性部には必ずしもひだが形成されていなくてもよい。
- [0069] 当該超音波センサは、前記振動検出素子の曲面形状が維持できる限り、必ずしも前述の支持部材を有していなくてもよい。
- [0070] 当該超音波センサは、前記支持部材を有する場合、前記振動検出素子が前記 1 又は複数の低剛性部でのみ前記載置面と部分的に接着されていてもよい。

。また、当該超音波センサがこの支持部材を有する場合、検出精度が不十分とならない場合であれば、前記振動検出素子と支持部材とを電極の任意の積層領域で接着固定することも可能である。

[0071] 当該超音波センサは、支持部材上に複数の振動検出素子が積層された構成とすることも可能である。

産業上の利用可能性

[0072] 以上説明したように、本発明の一態様に係る超音波センサは、3次元湾曲形状に容易に形成することができるので、超音波検出用のセンサとして好適に用いられる。

符号の説明

[0073] 1, 2 1 超音波センサ
2, 2 2, 3 2, 4 2 振動検出素子
2 a, 3 2 a 基部
2 b 周縁部
3 支持部材
3 a 載置面
3 b 貫通孔
1 1 圧電体
1 2 a 第1電極
1 2 b 第2電極
1 3, 2 3, 3 3, 4 3 低剛性部
1 3 a ひだ
1 3 b スリット
1 4 接着部
1 4 a 第1接着部
1 4 b 第2接着部
1 5 振動検出部
1 0 2 振動検出素子

1 0 3 切欠き

請求の範囲

- [請求項1] 曲面を有する支持部材と、
前記支持部材の曲面に設けられる、フィルム状の圧電体及びこの圧電体の表裏に積層される一対の電極から構成される振動検出素子と、
を備えた超音波センサであって、
前記振動検出素子の少なくとも一部に、振動を検出しない非振動検出部を有し、前記非振動検出部は、前記圧電体の表または裏の少なくとも一方に前記電極が積層されていない部分であり、前記支持部材の曲面の縁から内側に延在する、超音波センサ。
- [請求項2] 前記振動検出素子は基部を有し、前記非振動検出部はこの基部の外周縁から放射状に延びている請求項1に記載の超音波センサ。
- [請求項3] 前記圧電体は前記非振動検出部にスリットを有する請求項1又は請求項2に記載の超音波センサ。
- [請求項4] 前記振動検出素子は、前記非振動検出部において、当該非振動検出部の延在方向と垂直な方向に湾曲又は屈曲している請求項1から請求項3のいずれかに記載の超音波センサ。
- [請求項5] 前記曲面が凹面である請求項1から請求項4のいずれかに記載の超音波センサ。
- [請求項6] 前記非振動検出部に前記圧電体によるひだが形成される請求項1から請求項5のいずれかに記載の超音波センサ。
- [請求項7] 前記支持部材は少なくとも1つの貫通孔を有する請求項1から請求項6のいずれかに記載の超音波センサ。
- [請求項8] 前記振動検出素子は1又は複数の前記非振動検出部で前記支持部材と接着されている請求項1から請求項7のいずれかに記載の超音波センサ。
- [請求項9] 曲面を有する支持部材と、フィルム状の圧電体及びこの圧電体の表裏に積層される一対の電極から構成され、少なくとも一部に、振動を検出しない非振動検出部を有し、前記非振動検出部は、前記圧電体の

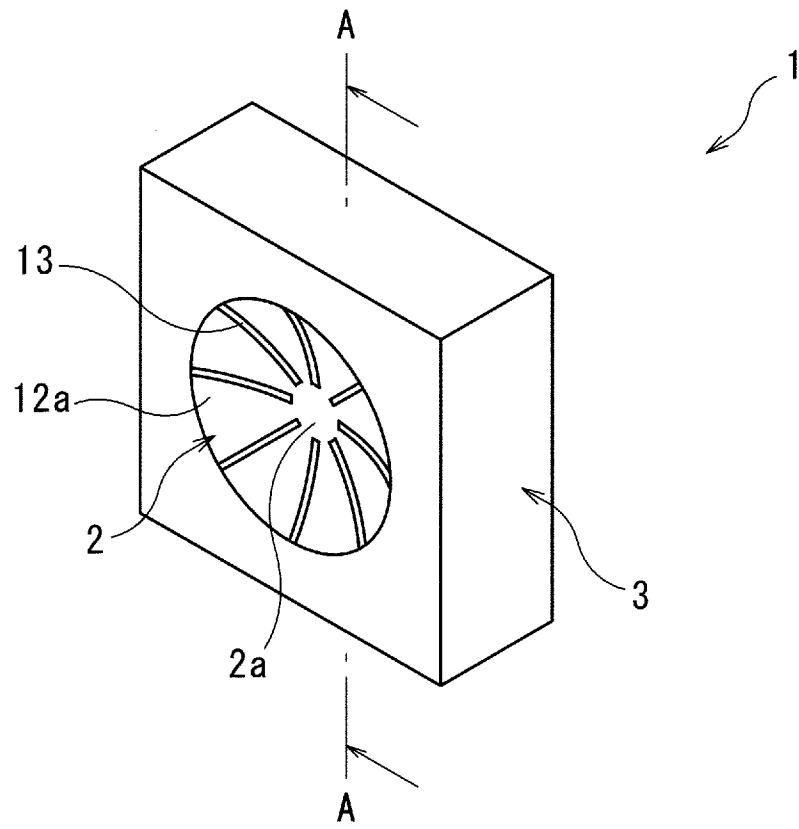
表または裏の少なくとも一方に前記電極が積層されていない部分である振動検出素子とを用い、

前記振動検出素子を前記曲面に積層する工程と、

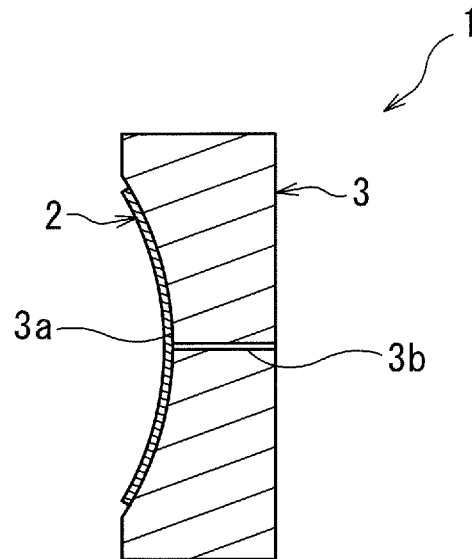
前記積層工程後又は前記積層工程と同時に、前記非振動検出部が前記支持部材の曲面の縁から内側に延在するように前記振動検出素子を前記曲面の形状に沿った形状に形成する工程と

を備える超音波センサの製造方法。

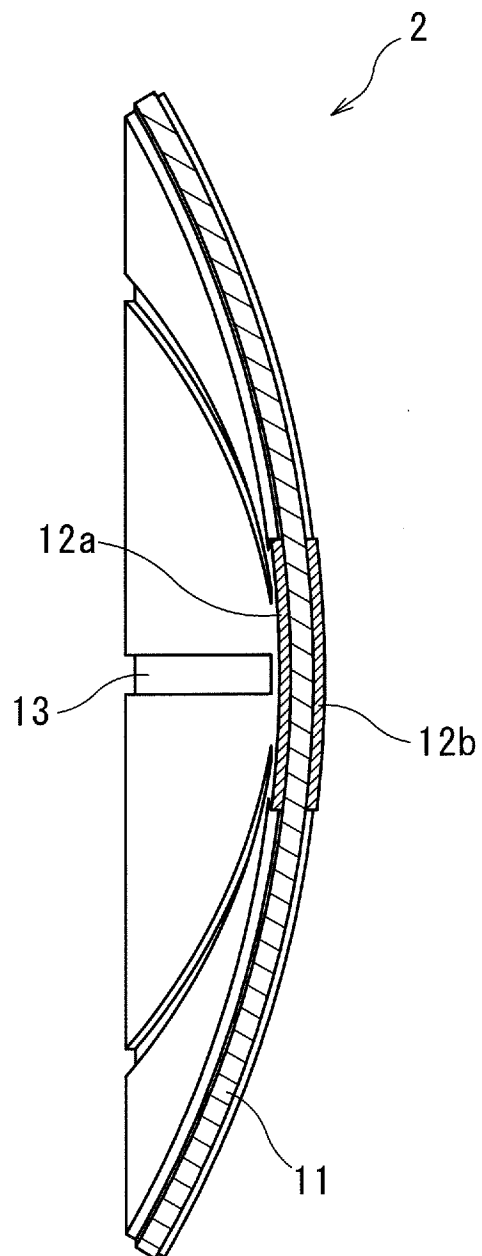
[図1]



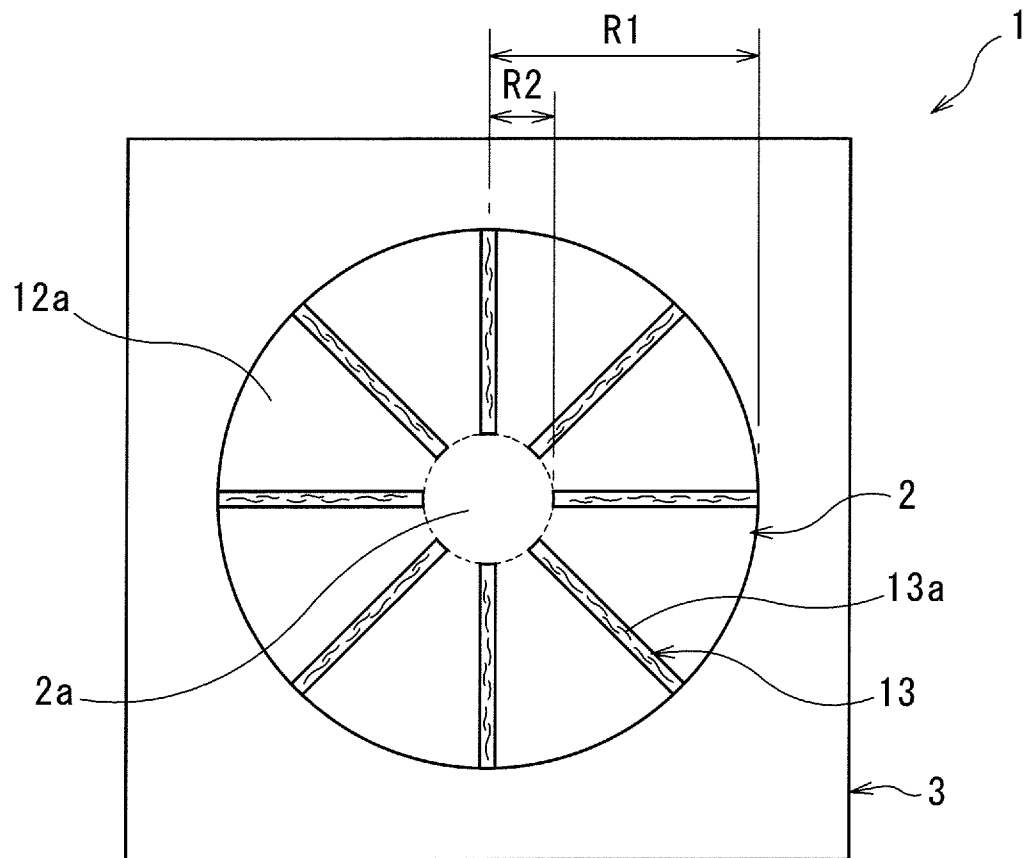
[図2]



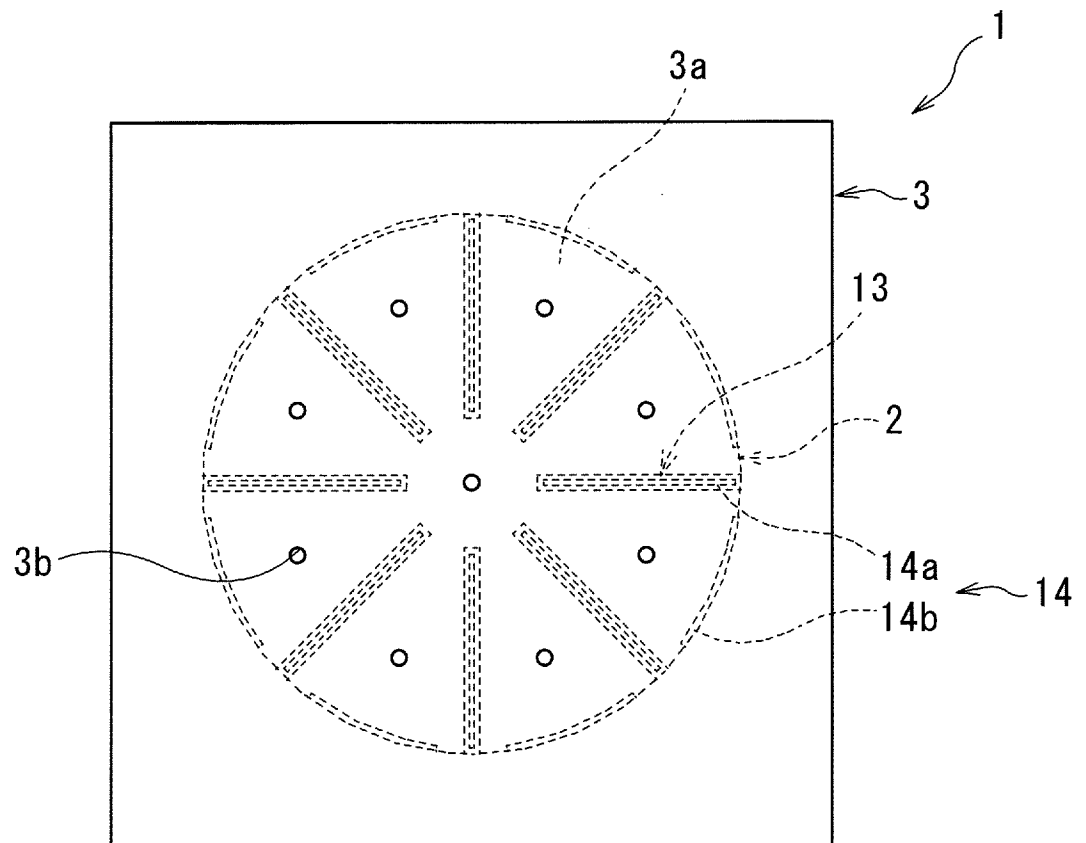
[図3]



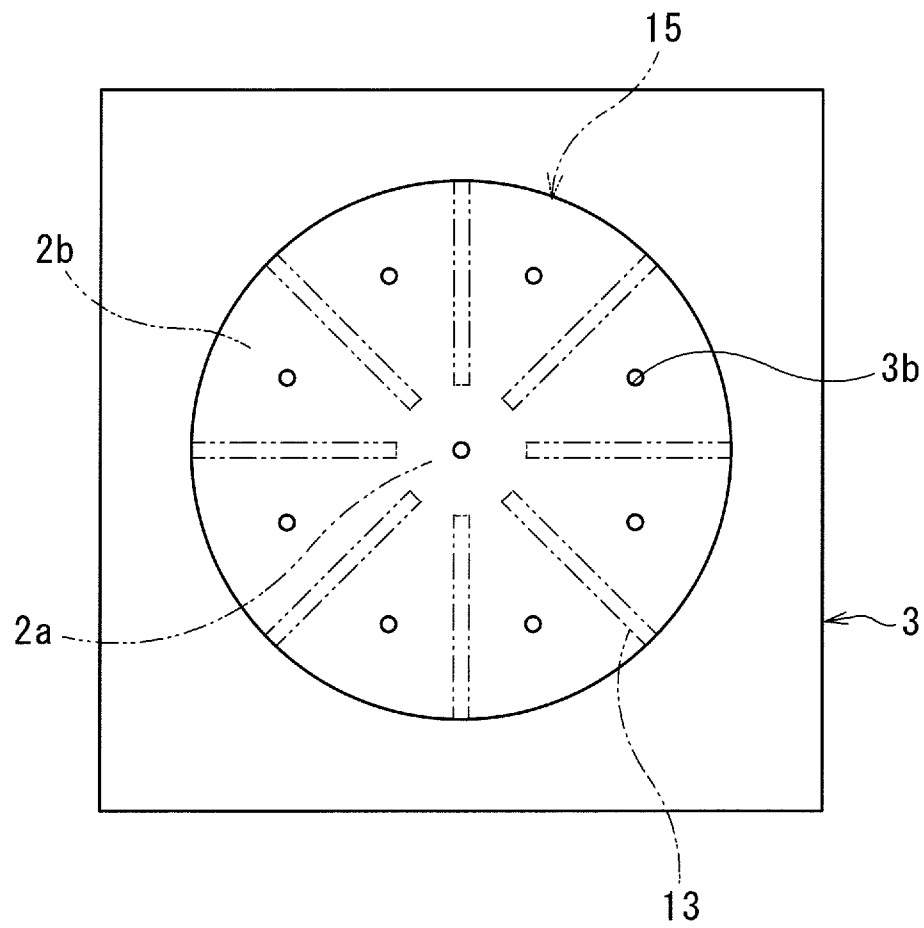
[図4]



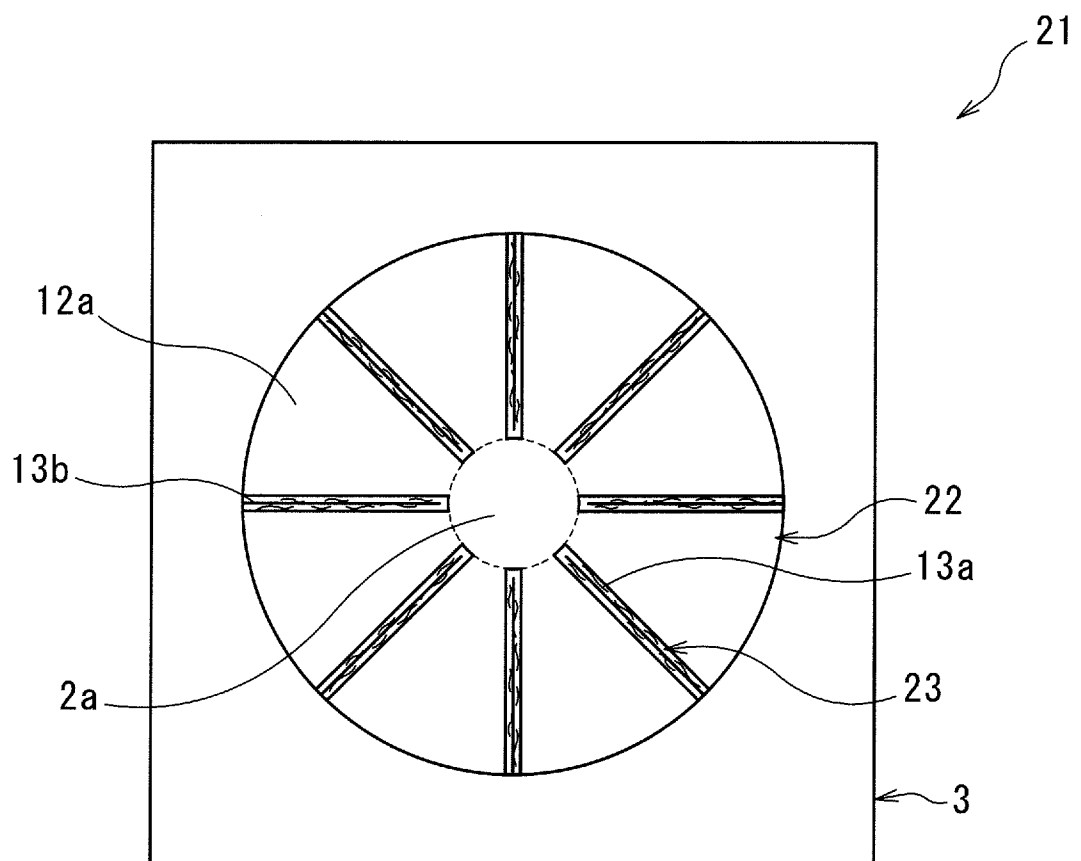
[図5]



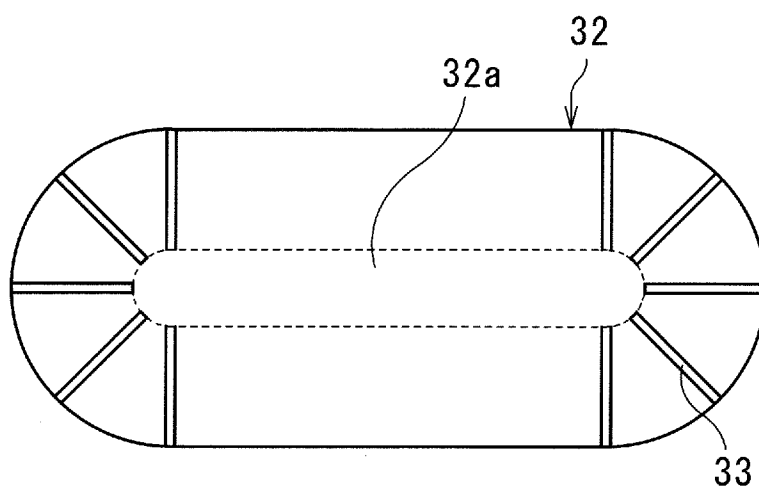
[図6]



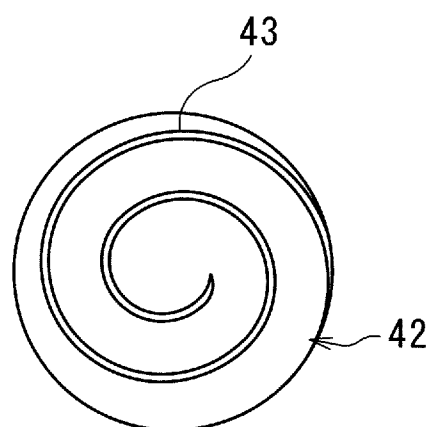
[図7]



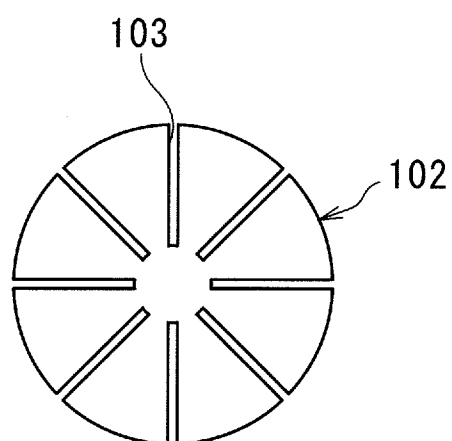
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/043428

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04R17/00 (2006.01) i, G01N29/24 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H04R17/00, G01N29/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-281634 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 07 October 1994, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2007-36612 A (TDK CORPORATION) 08 February 2007, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 4-32726 A (TOSHIBA CORPORATION) 04 February 1992, entire text, all drawings (Family: none)	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11.12.2019

Date of mailing of the international search report
24.12.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04R17/00(2006.01)i, G01N29/24(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04R17/00, G01N29/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 6-281634 A（日立建機株式会社）1994.10.07, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-9
A	JP 2007-36612 A（TDK株式会社）2007.02.08, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-9
A	JP 4-32726 A（株式会社東芝）1992.02.04, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.12.2019

国際調査報告の発送日

24.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

篠田 享佑

5Z

5584

電話番号 03-3581-1101 内線 3591