

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-71050

(P2020-71050A)

(43) 公開日 令和2年5月7日(2020.5.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G O 1 S</b> 7/526 (2006.01)	G O 1 S 7/526 M	5 D O 1 9
<b>H O 4 R</b> 1/02 (2006.01)	H O 4 R 1/02 3 3 O	5 J O 8 3
<b>H O 4 R</b> 1/20 (2006.01)	H O 4 R 1/20 3 3 O	
<b>G O 1 S</b> 7/521 (2006.01)	G O 1 S 7/521 Z	
<b>G O 1 S</b> 15/04 (2006.01)	G O 1 S 15/04	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)		

(21) 出願番号 特願2018-202966 (P2018-202966)  
 (22) 出願日 平成30年10月29日 (2018.10.29)

(71) 出願人 000108085  
 セコム株式会社  
 東京都渋谷区神宮前一丁目5番1号  
 (74) 代理人 100067323  
 弁理士 西村 敦光  
 (74) 代理人 100124268  
 弁理士 鈴木 典行  
 (72) 発明者 今村 俊樹  
 東京都三鷹市下連雀8-10-16 セコム株式会社  
 (72) 発明者 池田 賢二  
 東京都三鷹市下連雀8-10-16 セコム株式会社

最終頁に続く

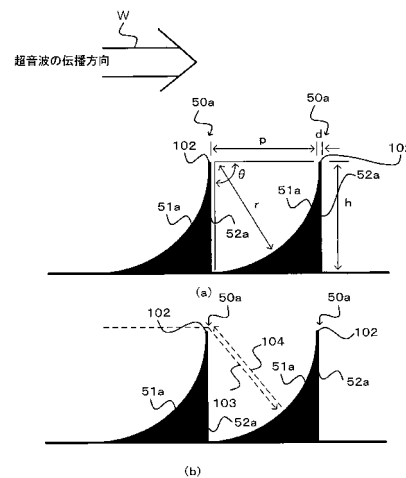
(54) 【発明の名称】 超音波センサ及び超音波減衰装置

## (57) 【要約】

【課題】超音波の指向性の有無に係わらず、超音波の送受信方向について制限を加えずに、送信手段から受信手段へ直接伝播する超音波を減衰させて検出精度を向上させる。

【解決手段】超音波センサ10は、送受信面11に出力開口部12及び入力開口部13を有し、さらに出力開口部と前記入力開口部の間の送受信面に、各々が頂点部102を備える複数の突起50aからなる突起群100を有する。隣接する突起の頂点部どうしの間隔は、超音波の波長の4分の1の奇数倍である。出力開口部から放射され、送受信面の近傍を伝播する超音波は、突起の頂点部で回折し、超音波の伝播方向の下流側に隣接する突起で反射して逆位相となって頂点部に戻り、元の超音波と干渉して互いに弱め合う消音効果が得られる。

【選択図】図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

超音波の送受信面と、前記送受信面に形成された出力開口部および入力開口部とを有し、前記出力開口部から超音波が放出され、対象物体で反射した前記超音波を前記入力開口部を経て取得する超音波センサであって、

前記送受信面の近傍を伝播する前記超音波の伝播方向に沿って前記出力開口部と前記入力開口部の間に並べられ、それぞれが頂点部を備える複数の突起を有し、

隣接する前記突起と前記突起の前記頂点部どうしの間隔は、前記超音波の波長の 4 分の 1 の奇数倍であることを特徴とする超音波センサ。

**【請求項 2】**

前記突起は、前記伝播方向の上流側にある第 1 面と、前記伝播方向の下流側にある前記第 1 面との間に前記頂点部を構成する第 2 面とを備えており、

前記突起の第 2 面と、前記伝播方向の下流側に隣接する他の前記突起の第 1 前記伝播方向に関する間隔は、前記突起の前記頂点部から底に向かうほど短くなっており、

前記第 2 面は、前記送受信面に対して垂直であるか又は前記伝播方向の下流側に傾斜していることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波センサ。

**【請求項 3】**

前記突起の前記第 1 面は、前記伝播方向の上流側に隣接する他の前記突起の前記頂点部を中心とし、半径が前記波長の 4 分の 1 の奇数倍の円弧を描く断面形状であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波センサ。

**【請求項 4】**

前記突起は、前記送受信面の表面に突出して形成されるか、又は前記送受信面の表面に複数の凹部を設けることにより形成されたことを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の超音波センサ。

**【請求項 5】**

各々が頂点部を備えており超音波の伝播方向に沿って配置された複数の突起を有し、隣接する前記突起と前記突起の前記頂点部どうしの間隔が、前記超音波の波長の 4 分の 1 の奇数倍であることを特徴とする超音波減衰装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波を放出して、対象物体で反射した超音波（反射波）を取得する超音波センサに係り、特に直接取得される超音波（直接波）を減衰させてその影響を低減させる超音波センサと、この超音波センサと同様の原理を用いた超音波減衰装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

例えば一般家庭における居室、寝室を含む一定の広がりを持った空間内において、特に人のような検出対象となる物体（対象物体）の存在や、対象物体の動作の計測を行うために、超音波を用いたセンシング技術が知られている。この技術によれば、スピーカから超音波を送信し、対象物体で反射した反射波をマイクで受信し、反射波の時間変化を検出することによって対象物体の存在及び動きを検出することができる。

**【0003】**

特許文献 1 には、ベッドに横たわる人の呼吸に伴う胸郭の動きを検出すべく、ベッドの真上にセンサユニット（マイクとスピーカを含む）を設置し、鉛直下向きに超音波を送信し、受信した反射波の時間変化を検出して胸郭の動きを検出する技術が開示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2016 - 193020 号公報

**【発明の概要】**

**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

超音波を用いて行う生体検知の分野において、部屋全体を検知範囲とするためには、超音波を部屋の隅々まで、かつムラが無いように伝播させる必要がある。ところが、超音波は一般的に指向性が強く、スピーカの正面付近では十分なパワーが得られるが、正面からずれると急速にパワーが減衰してしまうという特性がある。

**【0006】**

このような超音波の特性は、特許文献1に記載された発明では、ベッドに横たわる人を対象としているため特に問題とはならないが、同じ考えに則り、部屋全体を検知範囲にしようとする場合には、天井に数多くのセンサユニットを並べて設置する必要がある。例えば8畳の部屋では100個以上のセンサユニットが必要となってしまう。このような大がかりな構成は、設置費用や工事性に難があり、受容性が低い。そこで、一つの部屋に一つのセンサユニットを設ける程度で済む簡易な構成が望まれる。このような構成の場合には、超音波の送信部において、送信する超音波の波長以下となるような周囲長の開口部を設け、この小さな開口部越しに超音波を送信することにより、センサユニットから送信される超音波の指向性を低減させて部屋全体に均一に超音波を伝播させることが可能となる。

10

**【0007】**

生体検知に用いる前述した簡易な構成の超音波センサを、図1(a)に示す。この超音波センサは、送受信面11に出力開口部12と入力開口部13を有しており、出力開口部12の下方にはスピーカ14が設けられ、入力開口部13の下方にマイク15が設けられている。出力開口部12の周囲長は送信する超音波の波長以下である。この超音波センサによれば、図1(a)中に破線の同心円の弧で示すようにスピーカ14から送信された超音波は部屋全体に均一に伝播する。そして、図1(a)中に実線の矢印で示すように対象物体(例えば人)20で反射された超音波をマイク15で受信して図示しない制御装置で処理することにより、対象物体20の存在を検知し、またその動作を計測することができる。

20

**【0008】**

しかし、この超音波センサによる対象物体20の検知において、送信された超音波の一部が、図1(a)中に送受信面11に沿った1本の破線の矢印で示すように、対象物体20で反射されずに直接波16として直接マイク15で受信されてしまうことがある。

30

**【0009】**

直接波16をマイク15で受信させないために、図1(b)に示すように、スピーカ14またはマイク15の前面にホーン21を設けることも考えられるが、それでは超音波の送信方向または受信方向に制限を加えてしまうことになり、部屋全体に均一に超音波を伝播させるために指向性を無くす構成としたことが無意味となってしまう。

**【0010】**

本発明は、超音波の送信方向または受信方向について制限を加えることなく、送信手段から受信手段へ直接伝播する超音波を減衰させることを目的としている。

**【課題を解決するための手段】**

40

**【0011】**

本発明の超音波センサは、

超音波の送受信面と、前記送受信面に形成された出力開口部および入力開口部とを有し、前記出力開口部から超音波が放出され、対象物体で反射した前記超音波を前記入力開口部を経て取得する超音波センサであって、

前記送受信面の近傍を伝播する前記超音波の伝播方向に沿って前記出力開口部と前記入力開口部の間に並べられ、それぞれが頂点部を備える複数の突起を有し、

隣接する前記突起と前記突起の前記頂点部どうしの間隔は、前記超音波の波長の4分の1の奇数倍であることを特徴としている。

**【0012】**

50

本発明の超音波センサは、さらに、

前記突起は、前記伝播方向の上流側にある第１面と、前記伝播方向の下流側にあって前記第１面との間に前記頂点部を構成する第２面とを備えており、

前記突起の第２面と、前記伝播方向の下流側に隣接する他の前記突起の第１面との前記伝播方向に関する間隔は、前記突起の前記頂点部から底に向かうほど短くなっており、

前記第２面は、前記送受信面に対して垂直であるか又は前記伝播方向の下流側に傾斜していることを特徴としている。

【００１３】

本発明の超音波センサは、さらに、

前記突起の前記第１面は、前記伝播方向の上流側に隣接する他の前記突起の前記頂点部を中心とし、半径が前記波長の４分の１の奇数倍の円弧を描く断面形状であることを特徴としている。

10

【００１４】

本発明の超音波センサは、さらに、

前記超音波は波長が時間的に変化するスイープ波であり、

前記突起の第１面は、前記伝播方向の上流側に隣接する他の前記突起の前記頂点部からの距離が前記波長の４分の１の奇数倍となる点を有する断面形状であることを特徴としている。

【００１５】

本発明の超音波センサは、さらに、

前記突起は、前記出力開口部および前記入力開口部の少なくともいずれか一方を囲む周形状の少なくとも一部からなるパターンで構成されたことを特徴としている。

20

【００１６】

本発明の超音波センサは、さらに、

前記突起は、前記送受信面の表面に突出して形成されるか、又は前記送受信面の表面に複数の凹部を設けることにより形成されたことを特徴としている。

【００１７】

本発明の超音波減衰装置は、

各々が頂点部を備えており超音波の伝播方向に沿って配置された複数の突起を有し、隣接する前記突起と前記突起の前記頂点部どうしの間隔が、前記超音波の波長の４分の１の奇数倍であることを特徴としている。

30

【発明の効果】

【００１８】

本発明の超音波センサによれば、出力開口部から放射され、送受信面の近傍を伝播する超音波は、突起の頂点部で回折し、超音波の伝播方向について下流側に隣接する突起に向かい、そこで反射することにより逆位相となって前記頂点部に戻るため、元の超音波と干渉して互いに弱め合う消音効果が得られる。

【００１９】

本発明の超音波減衰装置によれば、空間内を伝播していく超音波が突起の頂点部で回折し、超音波の伝播方向について下流側に隣接する突起に向かい、そこで反射することで逆位相となって前記頂点部に戻るため、元の超音波と干渉して互いに弱め合う減衰効果が得られる。

40

【図面の簡単な説明】

【００２０】

【図１】突起がない超音波センサの構造とその課題を示す図である。

【図２】分図（ａ）は本願発明の実施形態に係る超音波センサの斜視図であり、分図（ｂ）は分図（ａ）において符号１０１で示す部分の拡大図であり、分図（ｃ）は、実施形態の超音波センサの断面図である。

【図３】分図（ａ）は実施形態の超音波センサに設けられた突起の形状・寸法を説明するための拡大図であり、分図（ｂ）は同突起による超音波の消音効果を説明するための拡大

50

図である。

【図４】分図（ａ）は実施形態の超音波センサが超音波を放射した場合の音圧分布図であり、分図（ｂ）は実施形態の超音波センサが超音波を放射した場合の送受信面における始点からの距離と音圧レベル値との関係を示すグラフを表した図である。

【図５】分図（ａ）は第２実施形態の超音波センサに設けられた突起の形状・寸法を説明するための拡大図であり、分図（ｂ）は第３実施形態の超音波センサの断面図である。

【図６】分図（ａ）は第４実施形態の超音波センサに設けられた突起の拡大図であり、分図（ｂ）は第５実施形態の超音波センサに設けられた突起の拡大図である。

【図７】第６実施形態の超音波センサに設けられた突起の拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【００２１】

本発明の第１実施形態に係る超音波センサを図２～図４を参照して説明する。

第１実施形態の超音波センサは、スピーカから超音波を送信し、対象物体で反射した反射波をマイクで受信して対象物体の動きを検出する装置であって、スピーカからマイクへ直接伝播する直接波を、所定の形状・構造を備えた複数の突起からなる減衰手段によって減衰させることにより、対象物体の検出精度が低下することを防止したものである。

【００２２】

第１実施形態の超音波センサ１０は、図２（ａ）に示すように、直方体形状の筐体において対面する２つの広い面の一方を、超音波の送受信面１１としている。この送受信面１１には、出力開口部１２と入力開口部１３が形成されている。超音波センサ１０の設置状態としては、例えば送受信面１１を下向きにして天井に取り付けることを想定している。

【００２３】

図２に示すように、送受信面１１には、出力開口部１２を中心として複数の突起５０ａからなる突起群１００が、周形状のパターン、特に第１実施形態では同心円形状のパターンで設けられている。突起群１００の配置を同心円形状としたのは、後述するように、第１実施形態では出力開口部１２から出力される超音波は無指向性であり、同心半球状に広がって伝播するため、超音波の伝播方向（図２（ｃ）において左から右へ方向）に対して突起の長手方向（図２（ｃ）において紙面垂直方向）がなるべく直交するような配置とするためである。これは、詳細は後述するが、隣り合う突起５０ａ、５０ａの頂点部どうしの間隔を波長の１／４の奇数倍にするという条件のため、突起５０ａの長手方向が超音波の伝播方向に対して直角でない角度を持つと、その条件が満たされにくくなるためである。なお、隣接する突起５０ａと突起５０ａの間隔は、波長の１／４の奇数倍という条件を満たしつつ、必ずしも一定でなくてもよい。

【００２４】

図２に示すように、突起群１００は、出力開口部１２から一定の距離をおいて設けられており、同心円形状の一番内側に配置された突起５０ａと出力開口部１２との間には、円形で平坦な送受信面１１が現れている。このような領域を設けることなく、突起群１００を出力開口部１２の直近から設けることもできるが、その場合には、出力開口部１２から出力された超音波は直ちに突起群１００の最初の突起５０ａで反射され、無指向性の性質が劣化するので、出力開口部１２とこれに直近の突起５０ａとの間には、一定の距離を置くことが望ましい。図２（ｃ）に示すように、第１実施形態では、出力開口部１２と入力開口部１３の距離を１３５～２００ｍｍとし、出力開口部１２から同心円形状の一番内側に配置された突起５０までの距離を１００ｍｍとした。

【００２５】

図２（ｃ）に示すように、超音波センサ１０の筐体の内部には、出力開口部１２の直近にスピーカ１４が配置され、また入力開口部１３の直近にマイク１５が配置されている。第１実施形態では、スピーカ１４から送信される超音波は、周波数が２５〔kHz〕、波長が１３．６〔mm〕の超音波であり、また出力開口部１２の直径は直径２〔mm〕である。従って出力開口部１２の周囲長は超音波の波長よりも短いので、スピーカ１４から出る超音波は出力開口部１２から無指向性で空間内に送信され、空間内を同心半球形状

10

20

30

40

50

に伝播する。この場合、出力開口部 12 と最も内側の突起 50a との間には平坦な送受信面 11 が存在するので超音波が最初の突起 50a で反射して無指向性を劣化させることなく、検出範囲である空間全体に伝播していく。そして、物体（人）で反射した超音波は入力開口部 13 を経由してマイク 15 で受信されることになる。

#### 【0026】

図 2 を参照して説明した突起群 100 を構成する各突起 50a の具体的な形状・構造と大きさについて、図 3 を参照して説明する。図 3 は、図中矢印 W で示す超音波の伝播方向に対して平行な鉛直面を切断面とする断面図である。各突起 50a は、超音波の伝播方向 W の上流側にある第 1 面 51a と、前記伝播方向 W の下流側にある前記第 1 面との間に頂点部 102 を構成する第 2 面 52a とを備えている。第 1 面 51a は、半径  $r$  の円筒形の孔の内周面を周方向 4 等分割したうちの一つに相当する凹周面である。第 2 面 52a は、超音波の伝播方向 W に対して直交する高さ  $h$  の平坦な鉛直面である。第 1 面 51a を構成する曲面の半径  $r$ 、第 2 面 52a の高さ  $h$  及び隣接する頂点部 102、102 の間隔  $p$  は、超音波の波長を  $\lambda$  で表すと  $\lambda/4$  となっている。頂点部 102 の厚さ  $d$  は  $0.1$  [mm] であり、頂点部 102 を中心とした第 1 面 51a の曲面（弧）中心角  $\theta$  は  $90$  度である。

#### 【0027】

このように第 1 実施形態では、突起 50a の第 1 面 51a は、中心角  $\theta$  が  $90$  度の凹円筒面であり、突起 50a の第 2 面 52a は、高さ  $h = r$  の垂直な平坦面であるため、突起 50a の第 2 面 52a と、超音波の伝播方向 W の下流側に隣接する他の突起 50a の第 1 面 51a との前記伝播方向 W に関する水平方向の間隔は、突起 50a の頂点部 102 から底に向かうほど短くなっている。

#### 【0028】

以上説明したように、第 1 実施形態によれば、隣接する突起 50a、50a における前記半径  $r$ 、高さ  $h$ 、及び間隔  $p$  の寸法を、使用する超音波の波長  $\lambda$  の  $1/4$  としたため、図 1 を参照して先に説明した直接波 16 を、以下に説明する作用で効果的に消音することができる。

#### 【0029】

図 3 では図示を省略しているが、左方にスピーカ 14、右方にはマイク 15 が存在している。すなわち超音波の伝播方向 W は、図 3 中では矢印 W で示すように左から右へ向かう。すると、図 3 (b) で示すように、突起 50a の頂点部 102 付近を伝播する超音波は、頂点部 102 において回折し、破線の矢印で示す回折波 103 のように伝播方向 W を下方に変更する。そして、回折波 103 は、超音波の伝播方向 W の下流側に隣接する突起 50a の第 1 面 51a において反射し、破線の矢印で示す反射波 104 のよう前記頂点部 102 に戻ってくる。

#### 【0030】

この場合、半径  $r$ 、高さ  $h$ 、及び間隔  $p$  が何れも  $\lambda/4$  で揃えられているため、反射波 104 と頂点部 102 付近を伝播している超音波とは逆位相となって互いに打ち消し合い、消音効果が生じる。この消音効果を、図 4 のデータ例を用いて具体的に説明する。

#### 【0031】

図 4 (a) は、突起群 100 を有する第 1 実施形態の超音波センサ 10 が超音波を放出した場合の音圧分布図を示している。色が薄いほど音圧が高いことを示す。図 4 (a) では、点 B よりも点 A に近い側に 10 個の突起からなる突起群 100 を設けた場合を示している。この図 4 (a) からは、突起群 100 の中の最も点 A に近い突起（図 4 (a) 中左端の突起）よりも点 A に近い側では色の薄い領域が多く音圧レベル値が高いが、突起群 100 の中の最も点 A に近い突起から点 B に近い側では、色の濃い領域が多く音圧レベル値が小さくなっていることが分かる。

#### 【0032】

図 4 (b) は、送受信面の点 B から点 C にかけて検出される具体的な音圧レベル値を示したグラフである。すなわち、図 4 (b) では、図 4 (a) に示した点 B から点 C につ

10

20

30

40

50

ての各位置に入力開口部 13 (マイク) を設けた場合に受信される音圧レベル値を B からの距離との関係で示している。この図 4 (b) からは、突起群 100 の突起のうち、音源である点 A から最も遠い点 B にある突起 (図 4 (a) 中右端の突起) からの距離が短いほど音圧レベル値が小さいことが分かる。図 4 (b) では点 B の直近に入力開口部 13 を設けた場合には 100 [dB] 程度の音圧となり、図 1 を参照して先に説明した直接波 16 の影響が抑えられていることが分かる。点 C に近づくにつれて突起群 100 による消音効果は小さくなるが、それでも点 C の付近で 115 [dB] 以下の音圧レベル値に留まっている。このように突起群 100 により直接波を減衰させることができる。

#### 【0033】

第 1 実施形態において、突起群 100 に含まれる突起は 10 個としたが、突起の数は 2 以上であればよく、数が多いほど直接波の影響を抑える効果 (消音効果) が高い。

10

#### 【0034】

第 1 実施形態において、半径  $r$ 、高さ  $h$ 、及び間隔  $p$  は出力する超音波の波長  $\lambda$  の  $1/4$  として説明したが、これに限らず、 $\lambda/4$  の奇数倍であればよい。

#### 【0035】

第 1 実施形態では、半径  $r$ 、高さ  $h$ 、及び間隔  $p$  を 3.4 [mm] としたが、異なる周波数の超音波を使用する場合には、それに合わせて半径  $r$ 、高さ  $h$ 、及び間隔  $p$  を変えればよい。例えば超音波の周波数が 50 [kHz] であるならば、半径  $r$ 、高さ  $h$ 、及び間隔  $p$  は 1.7 [mm] 又はその奇数倍とする。

#### 【0036】

20

本発明の第 2 実施形態に係る超音波センサを図 5 (a) を参照して説明する。

第 2 実施形態は、スピーカ 14 から発せられる超音波が、第 1 実施形態の場合のような単一周波数ではなく、周波数が時間変化するスイープ波であり、これに応じてその突起群 100 を構成する突起 50b の形状が第 1 実施形態の突起 50a と異なっているが、その他は第 1 実施形態と同様である。例えば、周波数が 20 ~ 30 [kHz] に変化するスイープ波の場合、図 5 (a) に示すように、前述した第 1 面 51b の半径  $r$  は、 $r_1 = 2.9$  [mm]、 $r_2 = 4.3$  [mm] とし、第 1 面 51b を楕円を長径と短径で四分割した周状の凹断面とする。また、第 2 面 52b の高さ  $h$ 、頂点部 102 の厚さ  $d$ 、頂点部 102、102 の間隔  $p$ 、第 1 面 51b の曲面中心角  $\theta$  は、図 4 に示す第 1 実施形態と同様に設定すればよい。

30

#### 【0037】

第 2 実施形態の超音波センサによれば、使用する超音波であるスイープ波は周波数が時間的に変化するが、突起 50b の第 1 面 51b は、当該スイープ波の波長の 4 分の 1 となる点を周面上の何れかの位置に有する楕円状の断面を有しているため、突起 50b の頂点部 102 で回折して下流側の突起 50b の第 1 面 51b で反射した超音波は、逆位相となって頂点部 102 で元の超音波と干渉して互いに弱め合う消音効果を得ることができる。

#### 【0038】

本発明の第 3 実施形態に係る超音波センサを図 5 (b) を参照して説明する。

第 1 及び第 2 実施形態で示したように、本願発明の超音波センサは、突起 50a、50b の周状の面である第 1 面 51a、51b が出力開口部 12 に向いていることが条件となっており (例えば図 2 (c) 参照)、突起群 100 を出力開口部 12 の周りに同心円状のパターンで設けていた。しかしながら、第 3 実施形態では、突起群 100 を出力開口部 12 の周りに設けるのではなく、図 5 (b) に示すように入力開口部 13 の周りに設けた。その他の構成は第 1 実施形態と同様である。突起群 100 を入力開口部 13 の周りに設ける第 3 実施形態の構成が有利であるのは、スピーカ 15 を複数設ける場合である。音の出力を増大させて部屋の隅々まで超音波を伝播させて確実な検知を行いたい場合や、より広い部屋を検知範囲とする場合等には、スピーカ 15 を複数設けることが好ましいが、そのような場合には、それぞれのスピーカ 15 の周囲に突起群 100 をそれぞれ設ける必要は無く、図 8 に示すようにマイク 15 が設けられた単一の入力開口部 103 の周りに突起群 100 を設ければよい。

40

50

## 【 0 0 3 9 】

本発明の第 4 実施形態に係る超音波センサを図 6 ( a ) を参照して説明する。

第 4 実施形態は、突起 5 0 c の形状が他の実施形態と異なり、その他の構成は第 1 実施形態と同様である。第 4 実施形態の突起 5 0 c は、断面形状が単純な直角三角形形状となっている。すなわち、超音波の伝播方向 W の上流側である第 1 面 5 1 c は平面状であり、超音波の伝播方向 W の下流側に傾斜した直角三角形の斜辺である。また、超音波の伝播方向 W の下流側である第 2 面 5 2 c は、送受信面 1 1 に垂直な平坦面となっている。このような形状でも実用に耐えうる消音効果を得ることができる。

## 【 0 0 4 0 】

本発明の第 5 実施形態に係る超音波センサを図 6 ( b ) を参照して説明する。

第 5 実施形態は、突起 5 0 d の形状が他の実施形態と異なり、その他の構成は第 1 実施形態と同様である。第 5 実施形態の突起 5 0 d は、断面形状が三角形形状であり、超音波の伝播方向 W の上流側である第 1 面 5 1 d は平面状であり、超音波の伝播方向 W の下流側に傾斜している。また、超音波の伝播方向 W の下流側である第 2 面 5 2 d は、前記伝播方向 W の下流側に傾斜している。すなわち、第 5 実施形態では、各突起 5 0 d は、超音波の伝播方向 W について下流側に隣接する突起 5 0 d に対して上方から覆い被さるような形状（オーバーハング形状）となっている。このような形状でも実用に耐えうる消音効果を得ることができる。

## 【 0 0 4 1 】

以上、各実施形態を参照して説明したように、突起 5 0 a ~ d を超音波の伝播方向 W に平行な鉛直面で切断した断面形状は、次のような条件を満たすことが好ましい。まず、超音波の伝播方向 W の上流側である第 1 面 5 1 a ~ 5 1 d は、超音波の伝播方向 W の下流側に向けて登りとなる傾斜状の平坦面か、又は平坦面よりは若干凹んだ面、例えば凹状の周面（図 3 及び図 5 参照）であることが好ましい。なお、第 1 面 5 1 a ~ 5 1 d が、伝播方向 W の下流側に向けて登りとなる傾斜状の平坦面よりも膨らんだ凸面であると、干渉による消音効果は得られにくくなることが実験で確かめられている。また超音波の伝播方向 W の下流側である第 2 面 5 2 c , 5 2 d は、送受信面 1 1 に垂直か、又は超音波の伝播方向 W の下流側に傾斜した前記オーバーハング形状であることが好ましい。但し、突起群 1 0 0 を構成する複数の突起 5 0 a ~ d の各々の寸法、形状は必ずしも同一である必要はない。また、超音波の減衰は 2 個の突起の間で発生しているため、各実施形態の突起群 1 0 0 の突起は少なくとも 2 個以上であればよい。また突起が 2 個の場合は同一形状でもよいが、出力開口部 1 2 に近い側の突起を、第 1 面及び第 2 面が互いに平行な垂直面である単なる板状部材とし、出力開口部 1 2 から遠い側の突起を、第 1 実施形態の突起 5 0 a のような凹んだ周状の第 1 面 5 1 a を有する突起としてもよい。

## 【 0 0 4 2 】

以上説明した各実施形態では、突起群 1 0 0 は平坦な送受信面 1 1 に上方に突出するように設けられるものとしていた。これに対し、図 7 に示す第 6 実施形態のように、送受信面 1 1 の表面に複数の所定形状の凹部を設けてもよく、これにより、各実施形態の各突起と同様の形状の突起 5 0 e を凹部内に形成しても、同様の消音効果が得られる。

## 【 0 0 4 3 】

以上説明した各実施形態では、超音波（図 1 ( a ) に示す直接波 1 6 ）の伝播方向に対して突起 5 0 a ~ e の長手方向を直交方向とすることが好ましい。これは、前述した通り、隣り合う突起の頂点部 1 0 2 どうしの間隔 p を波長  $\lambda$  の  $1/4$  の奇数倍にするという好ましい条件があるため、突起 5 0 a ~ e の長手方向が超音波の伝播方向 W に対してなるべく直角でないと、減衰する超音波の波長  $\lambda$  が所期の値から変化してしまうからである。しかしながら、厳密には直交しておらず、減衰する超音波の波長に若干の差異が生じて、相応の消音効果は得られる。

あるいは、これまで述べてきた各実施形態では突起 5 0 a ~ e を規定する寸法は、送信する超音波の波長により決まるものだったが、一旦寸法を決定しても、多少波長が短い超音波に対しても消音効果が見られることも実験的に確認している。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 4 】

次に、以上説明した各実施形態の超音波センサの原理を用いた超音波減衰装置の実施形態について説明する。この超音波減衰装置は、第1実施形態の超音波センサ10から、出力開口部12、スピーカ14、入力開口部13及びマイク15を除去した構成の装置であり、従って、第1実施形態の送受信面11に相当する板状の部材である基板の表面に、第1実施形態と同様の複数の突起50aからなる突起群100を設けた装置である。この超音波減衰装置によれば、基板の表面に沿って伝播する所定周波数の超音波を、突起群100における超音波の回折、反射、干渉によって減衰させることができる。なお、入力開口部13及びマイク15を突起群100の上流側と下流側に設けておき、目的とする周波数の超音波が減衰したことを確認するようにしてもよい。なお、超音波を減衰する目的乃至超音波減衰装置の用途は任意であり、限定しない。

10

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 5 】

10 ... 超音波センサ

11 ... 送受信面

12 ... 出力開口部

13 ... 入力開口部

14 ... スピーカ

15 ... マイク

16 ... 超音波の直接波

20

20 ... 対象物体

50a ~ 50e ... 突起

51a ~ 51e ... 突起の第1面

52a ~ 52e ... 突起の第2面

100 ... 突起群

102 ... 頂点部

r ... 第1面の曲面（弧）の半径

h ... 第2面の高さ

p ... 隣接する頂点部どうしの間隔

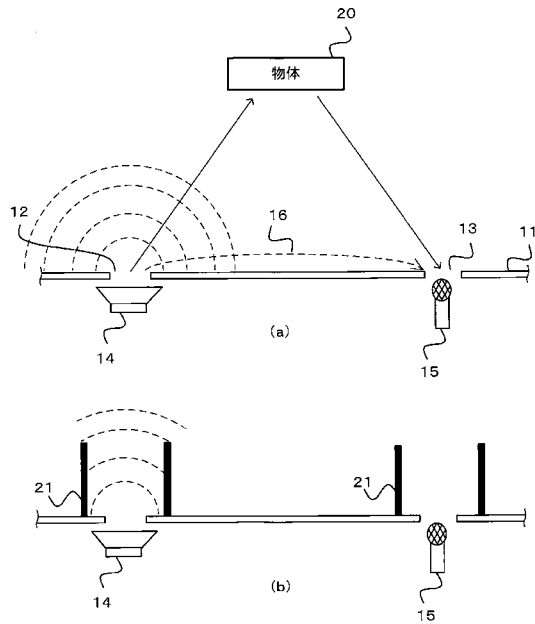
d ... 頂点部の厚さ

30

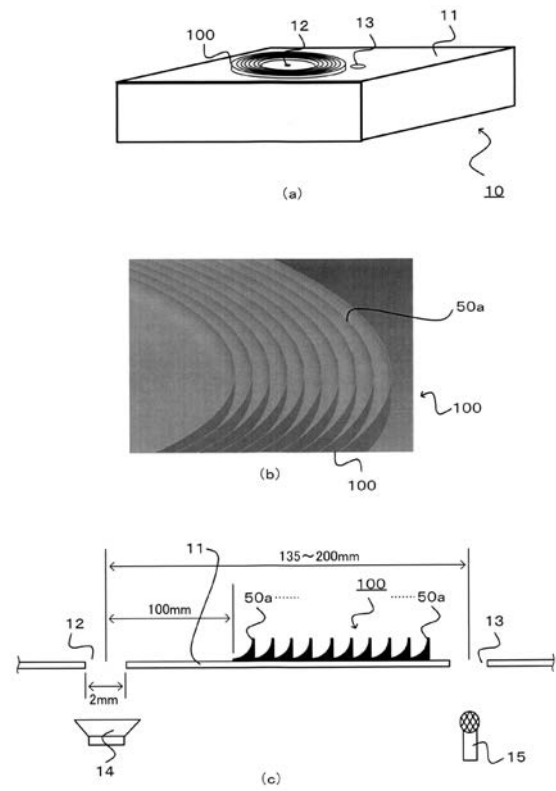
... 頂点部を中心とした第1面の曲面（弧）の中心角

W ... 超音波の伝播方向

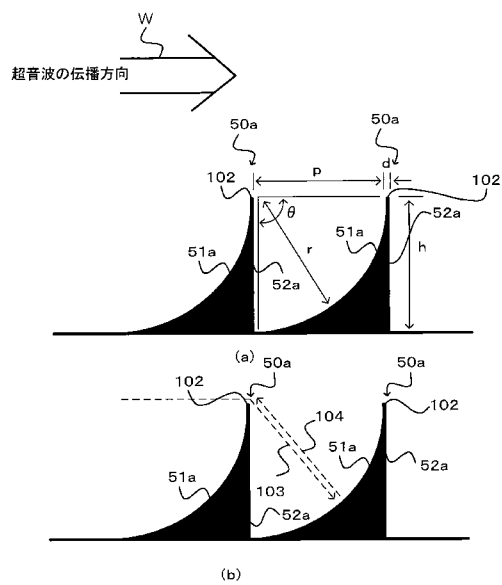
【図 1】



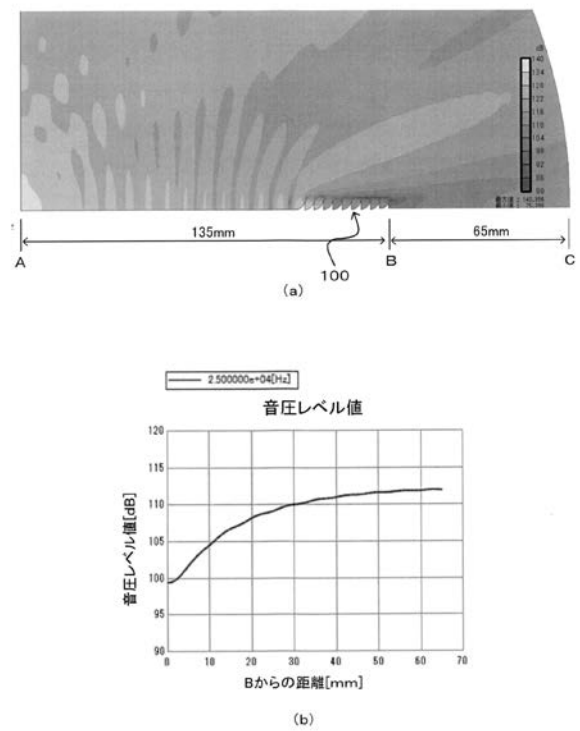
【図 2】



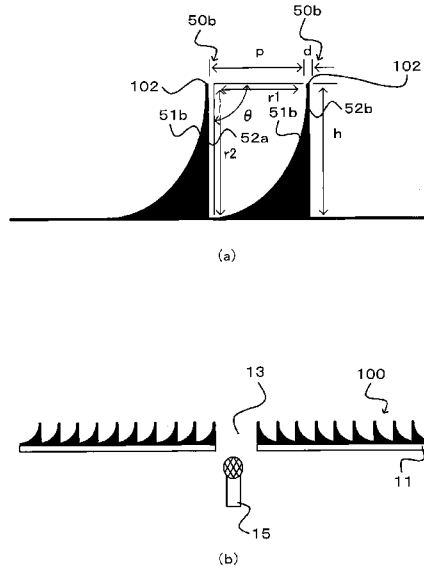
【図 3】



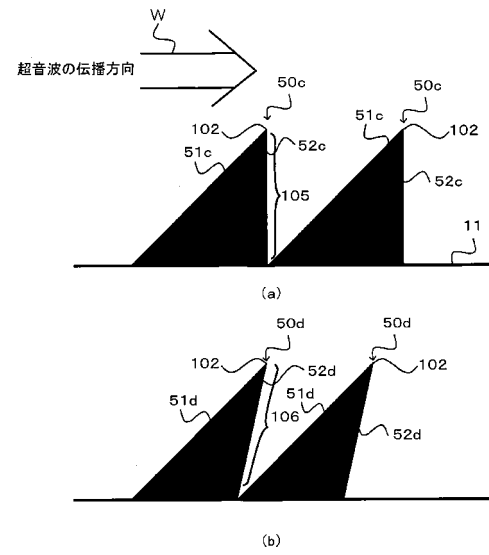
【図 4】



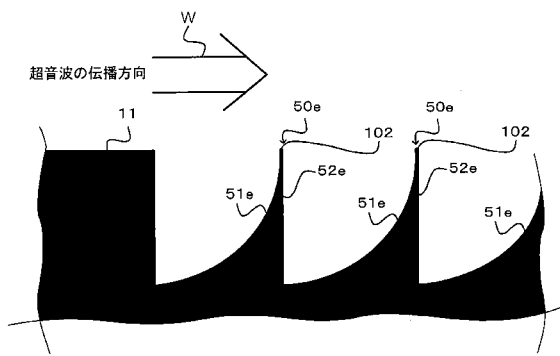
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 福井 崇之

東京都三鷹市下連雀 8 - 1 0 - 1 6 セコム株式会社

Fターム(参考) 5D019 FF01

5J083 AB12 AC12 AE08 AF01 BC10 BC14 CA10