

(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2010-252017

(P2010-252017A)

(43) 公開日 平成22年11月4日(2010.11.4)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H04R 17/10	(2006.01)	H04R 17/10	330Y	5D019
G01S 7/521	(2006.01)	G01S 7/52	A	5J083

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2009-98792 (P2009-98792)	(71) 出願人	000243364
(22) 出願日	平成21年4月15日 (2009. 4. 15)		本多電子株式会社
			愛知県豊橋市大岩町字小山塚20番地
		(74) 代理人	110000291
			特許業務法人コスモス特許事務所
		(72) 発明者	浜口 佑樹
			愛知県豊橋市大岩町字小山塚20番地 本
			多電子株式会社内
		(72) 発明者	山森 春男
			愛知県豊橋市大岩町字小山塚20番地 本
			多電子株式会社内
		(72) 発明者	広瀬 晴久
			愛知県豊橋市大岩町字小山塚20番地 本
			多電子株式会社内

最終頁に続く

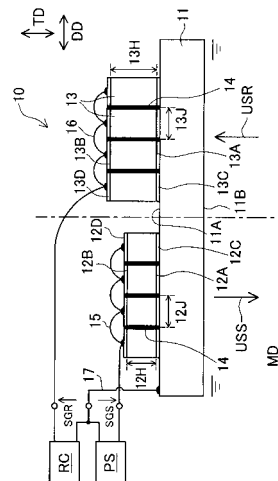
(54) 【発明の名称】 超音波送受波装置

(57) 【要約】

【課題】 超音波の送波と受波とを行う超音波送受波装置でありながら、送波特性も受波特性も良好な超音波送受波装置を提供する。

【解決手段】 超音波送受波装置は、複数の送波用圧電素子と、複数の受波用圧電素子と、超音波伝達部材と、を備える。送波用圧電素子は、厚み方向の寸法が、径方向の寸法よりも大きくされ、厚み方向に、所定周波数で機械的に共振する特性を有し、電気的に互いに並列に接続されてなる。受波用圧電素子は、厚み方向の寸法が、径方向の寸法よりも大きくされ、厚み方向に、所定周波数で機械的に反共振する特性を有し、電気的に互いに並列に接続されてなる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の送波用圧電素子と、
複数の受波用圧電素子と、
上記送波用圧電素子及び上記受波用圧電素子が固着された固着面、及び、
超音波を送波及び受波する超音波送受波面を有し、
上記送波用圧電素子で発生させた超音波を、上記固着面から上記超音波送受波面に伝えて、この超音波送受波面から放射させ、
上記超音波送受波面に届いた超音波を、この上記超音波送受波面から上記固着面を通じて、上記受波用圧電素子に伝える
超音波伝達部材と、を備える
超音波送受波装置であって、
複数の上記送波用圧電素子は、
各々、上記固着面に直交する厚み方向の寸法が、上記固着面に平行な径方向の寸法よりも大きくされ、
上記厚み方向に、所定周波数で機械的に共振する特性を有し、
電氣的に互いに並列に接続されてなり、
複数の上記受波用圧電素子は、
各々、上記厚み方向の寸法が、上記径方向の寸法よりも大きくされ、
上記厚み方向に、上記所定周波数で機械的に反共振する特性を有し、
電氣的に互いに並列に接続されてなる
超音波送受波装置。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波送受波装置であって、
前記複数の受波用圧電素子を内側に、前記複数の送波用圧電素子を上記受波用圧電素子の外周を囲む形態に配置してなる
超音波送受波装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、魚群探知機用の水中超音波センサや空中超音波センサなど、液中や空中での超音波の送波と受波を行う、超音波送受装置に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

従来より、自身で超音波の送波と受波とを行う超音波センサが知られている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】****【特許文献 1】特開 2004 - 104521 号公報**

40

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、この超音波センサでは、1つの圧電素子を、超音波の送波（超音波の発生）にも、受波（超音波を電圧信号に変換）にも用いる。このため、両方の特性のバランスを考慮して、圧電素子の寸法や特性を選択することとなり、十分な特性を得られていなかった。

【0005】

本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであって、超音波の送波と受波とを行う超音波送受波装置でありながら、送波特性も受波特性も良好な超音波送受波装置を提供す

50

ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

その一態様は、複数の送波用圧電素子と、複数の受波用圧電素子と、上記送波用圧電素子及び上記受波用圧電素子が固着された固着面、及び、超音波を送波及び受波する超音波送受波面を有し、上記送波用圧電素子で発生させた超音波を、上記固着面から上記超音波送受波面に伝えて、この超音波送受波面から放射させ、上記超音波送受波面に届いた超音波を、この上記超音波送受波面から上記固着面を通じて、上記受波用圧電素子に伝える超音波伝達部材と、を備える超音波送受波装置であって、複数の上記送波用圧電素子は、各々、上記固着面に直交する厚み方向の寸法が、上記固着面に平行な径方向の寸法よりも大

10

【0007】

この超音波送受波装置では、複数の送波用圧電素子は、各々、固着面に直交する厚み方向の寸法が、固着面に平行な径方向の寸法よりも大きくされている。このため、所定周波数で、この送波用圧電素子を共振させた場合に、径方向に副共振などが生じにくく、厚み方向の共振を選択的に生じさせることができる。さらに、各々の送波用圧電素子が、電氣的に互いに並列に接続されてなるので、複数の送波用圧電素子を同期して駆動して、複数の

20

送波用圧電素子全体で、均一な厚み振動（超音波振動）を誘起して、径方向に均一な超音波を発生、放射することができる。

また、複数の受波用圧電素子も、各々、厚み方向の寸法が、径方向の寸法よりも大きくされている。このため、所定周波数で、この受波用圧電素子を反共振させた場合でも、径方向に副共振などが生じにくく、厚み方向の反共振を選択的に生じさせることができる。さらに、各々の受波用圧電素子が、電氣的に互いに並列に接続されてなるので、複数の受波用圧電素子全体で、効果的に超音波を検知できる。

さらに、複数の送波用圧電素子は、所定周波数で、厚み方向の共振を生じる。一方、複数の受波用圧電素子は、これと同じ所定周波数で、厚み方向に反共振する。このため、この所定周波数で、インピーダンスの低い複数の送波用圧電素子を駆動することにより、振

30

幅の大きな超音波を発生させることができる。その一方、反射波など、送波したのと同じ、所定周波数の超音波を、インピーダンスの高い複数の受波用圧電素子で、効果的に受波し、大きな超音波信号を得ることができる。

かくして、送波特性も受波特性も良好な超音波送受波装置を得ることができる。

【0008】

なお、複数の送波用圧電素子は、各々、厚み方向の寸法が、径方向の寸法よりも大きくされ、厚み方向に、所定周波数で機械的に共振する特性を有していればよい。

また同様に、複数の受波用圧電素子も、各々、厚み方向の寸法が、径方向の寸法よりも大きくされ、厚み方向に、所定周波数で機械的に反共振する特性を有していればよい。

従って、各々の各送波用圧電素子、あるいは各々の各受波用圧電素子を、互いに独立に、プレス、焼成、分極等して製造しても良い。また、一旦、平板状の大型素子を作製し、切断後に分極して、あるいは、分極後に切断して、複数の送波用圧電素子を得ても良い。特に、大型素子を作成する後者の手法では、厚み方向寸法や特性が均一になりやすく好ましい。中でも、分極後に切断する場合には、分極を大型素子について行えばよいので、より製造が容易である。

40

【0009】

さらに、送波用圧電素子及び受波用圧電素子の材質としては、適宜の圧電セラミックスを用いることができ、チタン酸鉛（ PbTiO_3 ）、チタン酸ジルコン酸鉛（ $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$ ）などの鉛系圧電セラミックス、チタン酸バリウム（ BaTiO_3 ）、 $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ （BNT）、 $(1-x-y)(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3-x\text{BaTiO}_3-y$ （

50

$\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}(\text{Mn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ (BNT - BT - BNMN) などの無鉛圧電セラミックスなどを用いることができる。

また、送波用圧電素子と受波用圧電素子とは、同じ材質の圧電セラミックスで構成しても良いし、異なる材質の圧電セラミックスを用いても良い。なお、同じ材質の圧電セラミックスを用いた場合には、送波用圧電素子の厚み方向寸法に比して、受波用圧電素子の厚み方向寸法が大きくなる。

【0010】

さらに、複数の送波用圧電素子と複数の受波用圧電素子の配置としては、送波用圧電素子同士を1個所に集めて配置する一方、受波用圧電素子同士を他の一個所に集めて配置すると、各素子の結線が容易となる。

10

一方、複数の送波用圧電素子と複数の受波用圧電素子とを混在させて配置しても良い。

【0011】

また、各送波用圧電素子及び受波用圧電素子同士の間には、絶縁性で、柔らかいゴム弾性を有するあるいは発泡性の樹脂材を配置して、異物侵入や水分侵入による短絡等の不具合を防止すると良い。

さらに、送波用圧電素子と受波用圧電素子とは、固着面に固着された総面積で比較した場合に、同じであっても、一方が大きくても良い。従って、各素子の固着面積が同じである場合には、素子の数を同数としても良いし、一方が多くても良い。

また、超音波伝達部材の材質としては、金属、樹脂、ゴム等を用いることができ、その強度や使用環境、超音波を伝える媒体（水、空気など）及び圧電素子（送波用圧電素子、受波用圧電素子）の音響インピーダンス等を考慮して、選択すると良い。

20

【0012】

また、上述の超音波送受波装置であって、前記複数の受波用圧電素子を内側に、前記複数の送波用圧電素子を上記受波用圧電素子の外周を囲む形態に配置してなる超音波送受波装置とすると良い。

【0013】

この超音波送受波装置では、リング状に配置した複数の送波用圧電素子で超音波を発生させ放射する。その一方、反射して戻った超音波を、送波用圧電素子の内側に集められた複数の受波用圧電素子で受波できるので、放射される超音波の放射方向と、受波できる超音波の方向とにずれが無く、自身が放射した超音波が反射して戻った超音波を、効果的に受波することができる。

30

【0014】

なお、送波用圧電素子及び受波用圧電素子の形状は、固着面を平面視したとき、矩形となる形態とするのがよい。各素子を格子状に容易に配置できるからである。

特に、各送波用圧電素子及び受波用圧電素子が、同寸の正方形となる形態とするのがよい。各素子を格子状に容易に配置できる上、各素子間を密に配置できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】第1の実施形態にかかる超音波送受波装置の側方から見た構造を示す説明図である。

40

【図2】第1の実施形態にかかる超音波送受波装置の正面から見た構造を示す説明図である。

【図3】送波素子と受波素子の周波数 - インピーダンス特性を示す説明図である。

【図4】第2の実施形態にかかる超音波送受波装置の側方から見た構造を示す説明図である。

【図5】第2の実施形態にかかる超音波送受波装置の正面から見た構造を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

(実施形態1)

50

第 1 の実施形態について、図 1 及び図 2 に示す構造の説明図を参照して説明する。

本実施形態の超音波センサ 10 は、金属からなる振動板 11 と、この振動板 11 に固着された、複数 ($4 \times 4 = 16$ ケ) の送波素子 12, 及び複数 ($4 \times 4 = 16$ ケ) の受波素子 13 からなる。

このうち、振動板 11 は、平板形状を有しており、一方の面 (図 1 中、上面) が固着面 11 A、他方の面 (図 1 中、下面) が超音波送受波面 11 B である。このうち、固着面 11 A には、送波素子 12 及び受波素子 13 が固着されている。また、超音波送受波面 11 B は、水である媒体 MD に接しており、送波超音波 USS を媒体 MD (水) 中に放射し、また、媒体 MD (水) 中からの受波超音波 USR を受ける。

【0017】

10

本実施形態 1 では、送波素子 12 は合計 16 ケ有り、4 段 4 列の格子状に配置されている。送波素子 12 は、互いに同形状の直方体形状であり、詳細には、超音波送波面 12 A とこれに対向する裏面 12 B とがそれぞれ正方形とされた、正四角柱形状とされている。この送波素子 12 は、圧電セラミックスからなる。

また、超音波送波面 12 A には、全面に、焼き付け銀電極からなる送波側電極 12 C が形成され、裏面 12 B には、同じく全面に焼き付け銀電極からなる裏面側電極 12 D が形成されている。この送波素子 12 は、図 1 中、上下方向である厚み方向 TD に分極されている。

【0018】

20

このため、この送波素子 12 は、送波側電極 12 C と裏面側電極 12 D との間に交流電圧を印加すると、厚み方向に伸縮振動をする。この送波素子 12 の周波数 - インピーダンス特性を、図 3 に示す。この送波素子 12 は、厚み方向振動に関し、共振周波数 f_{sr} で共振して大きく振動すると共に、そのインピーダンスが大きく低下する。一方、厚み方向振動に関し、反共振周波数 f_{sa} で反共振し、振動が最も小さくなると共に、そのインピーダンスが最も高くなる。

なお、この送波素子 12 は、その厚み方向 TD の寸法、即ち、超音波送波面 12 A と裏面 12 B との間の厚み方向寸法 12 H は、径方向 DD (固着面 11 A に沿う方向) の寸法、即ち、径方向寸法 12 J よりも、大きくされている。

このため、この送波素子 12 において、共振周波数 f_{sr} の付近には、径方向に共振したことによる副共振が存在しない。このため、図 3 に示すように、共振周波数 f_{sr} 付近で、急峻にインピーダンスが低下する特性となっている。

30

【0019】

超音波送波面 12 A (送波側電極 12 C) が、図示しない接着剤で振動板 11 の固着面 11 A に接着されることにより、各送波素子 12 が振動板 11 に固着されている。これと共に、送波側電極 12 C が、振動板 11 に導通している。さらに、送波素子 12 同士の間には、柔軟なゴム状弾性を有する介在樹脂材 14 が充填されている。

【0020】

一方、本実施形態 1 では、受波素子 13 も合計 16 ケ有り、4 段 4 列の格子状に配置されている。受波素子 13 も、互いに同形状の直方体形状であり、詳細には、超音波受波面 13 A とこれに対向する裏面 13 B とがそれぞれ正方形とされた、正四角柱形状とされている。しかも、超音波受波面 13 A と裏面 13 B は、送波素子 12 における、超音波送波面 12 A 及び裏面 12 B と、同寸法とされている。この受波素子 13 も、圧電セラミックスからなる。

40

また、超音波受波面 13 A にも、全面に、焼き付け銀電極からなる受波側電極 13 C が形成され、裏面 13 B にも、同じく全面に焼き付け銀電極からなる裏面側電極 13 D が形成されている。この受波素子 13 も、図 1 中、上下方向である厚み方向 TD に分極されている。この受波素子 13 では、送波素子 12 よりも、その厚み方向 TD の寸法、即ち、超音波受波面 13 A と裏面 13 B との間の厚み方向寸法 13 H が大きくされている ($13 H > 12 H$)。

【0021】

50

このため、この受波素子 1 3 は、超音波振動を加え、厚み方向に伸縮振動をさせると、受波側電極 1 3 C と裏面側電極 1 3 D との間に交流電圧が発生する。この受波素子 1 3 の周波数 - インピーダンス特性についても、図 3 に示す。この受波素子 1 3 は、厚み方向振動に関し、共振周波数 f_{rr} で共振して大きく振動するとともに、そのインピーダンスが大きく低下する。一方、厚み方向振動に関し、反共振周波数 f_{ra} で反共振してその振動が最も小さくなると共に、そのインピーダンスが最も高くなる。

なお、この受波素子 1 3 も、その厚み方向 T D の寸法、即ち、超音波受波面 1 3 A と裏面 1 3 B との間の厚み方向寸法 1 3 H は、径方向 D D (固着面 1 1 A に沿う方向) の寸法、即ち、径方向寸法 1 3 J よりも、大きくされている。

このため、この受波素子 1 2 において、反共振周波数 f_{ra} の付近に、径方向寸法に共振したことによる副共振が存在しない。このため、図 3 に示すように、反共振周波数 f_{ra} 付近で、急峻にインピーダンスが増加する特性となっている。

【 0 0 2 2 】

超音波送波面 1 3 A (受波側電極 1 3 C) が、図示しない接着剤で振動板 1 1 の固着面 1 1 A に接着されることにより、各受波素子 1 3 も送波素子 1 2 と同じ振動板 1 1 に固着されている。これと共に、受波側電極 1 3 C が、振動板 1 1 に導通している。さらに、受波素子 1 3 同士の間にも、柔軟なゴム状弾性を有する介在樹脂材 1 4 が充填されている。

【 0 0 2 3 】

しかも、本実施形態 1 では、送波素子 1 2 の共振周波数 f_{sr} と、受波素子 1 3 の反共振周波数 f_{ra} が等しくなるように、送波素子 1 2 の厚み方向寸法 1 2 H と、受波素子 1 3 の厚み方向寸法 1 3 H とを、調整してある。

【 0 0 2 4 】

さらに、各送波素子 1 2 の裏面側電極 1 2 D 同士は、送波側リード線 1 5 で並列にハンダ付けにより接続され、外部に取り出されている。同様に、各受波素子 1 3 の裏面側電極 1 3 D 同士も、受波側リード線 1 6 で並列にハンダ付けにより接続され、外部に取り出されている。さらに、振動板 1 1 の固着面 1 1 A にも、共通リード線 1 7 がハンダ付けされている (図 1 参照) 。

【 0 0 2 5 】

そこで、超音波電源 P S から、本実施形態にかかる超音波センサ 1 0 に、具体的には、送波側リード線 1 5 と共通リード線 1 7 を通じて、並列に接続された各々の送波素子 1 2 に、その信号周波数 F R を共振周波数 f_{sr} に一致させたバースト信号 (間欠的な正弦電圧) S G S を印加する。すると、これらの送波素子 1 2 が互いに同期して、厚み方向 T D に共振して伸縮し、超音波が発生する。この送波素子 1 2 で発生した超音波 (送波超音波 U S S) は、固着面 1 1 A から振動板 1 1 に伝えられ、さらに、超音波送受波面 1 1 B から媒体 M D 中 (水中) に放射される。この際、バースト信号 S G S の信号周波数 F R を、共振周波数 f_{sr} に一致させたので、インピーダンスの低い複数の送波用圧電素子を駆動することにより、振幅の大きな超音波 (送波超音波 U S S) を発生させることができる。

【 0 0 2 6 】

1 6 ケ分の送波素子 1 2 と外形がほぼ同形状とした大型圧電素子を用いた場合には、その厚み方向振動のみならず、径方向振動も誘起されがちである。

これに対し、本実施形態では、前述したように、各々の送波素子 1 2 の共振周波数 f_{sr} 付近の周波数特性が良好であり、径方向振動などの副共振が存在しない。厚み方向 T D の共振を選択的に生じさせることができる。このため、各送波素子 1 2 の出力を合わせて、大きな振幅の超音波 (送波超音波 U S S) を発生させることができる。さらに、各々の送波素子 1 2 が、電氣的に互いに並列に接続されてなるので、各送波素子 1 2 が同期して駆動して、複数の送波素子 1 2 全体で、径方向 D D に均一な超音波を発生、放射することができる。

【 0 0 2 7 】

さて、放射された送波超音波 U S S が、障害物 (たとえば、物体や魚群など) に当たると、一部の超音波が反射される。さらにその一部は、超音波センサ 1 0 に向けて戻る。戻

10

20

30

40

50

った受波超音波 USR は、超音波送受波面 11B から振動板 11 内に伝わり、その固着面 11A を経由して、受波素子 13 に伝えられる。

【0028】

すると、受波素子 13 には、受波超音波 USR (超音波振動) により、電荷が発生する。そこで、この受波信号 SGR を受信装置 RC で受信することにより、受波超音波 USR を検知できる。特に本実施形態では、受波超音波 USR の周波数は、ちょうど、受波素子 13 の反共振周波数 f_{ra} に相当している。このため、受波素子 13 のインピーダンスが、この受波超音波 USR の周波数 (反共振周波数 f_{ra}) で最大となり、受波素子 13 には、大きな電圧の受波信号 SGR が発生する。従って、高い感度で、受波超音波 USR を検知できる。

10

特に、受波素子 13 も、各々、厚み方向の寸法が、径方向の寸法よりも大きくされているため、この受波素子 13 を反共振周波数で駆動した場合でも、径方向に副共振などが生じにくく、厚み方向の反共振を選択的に生じさせることができる。

さらに、各々の受波素子 13 を、電氣的に互いに並列に接続していいので、複数の受波素子 13 全体で、効果的に受波超音波 USR を検知できる。

【0029】

しかも、本実施形態 1 では、受波素子 13 の反共振周波数 f_{ra} を、送波素子 12 の共振周波数 f_{sr} に一致させ、バースト信号 SGS の周波数を、これらの周波数 (共振周波数 f_{sr} 、及び反共振周波数 f_{ra}) としたので、送信素子 12 から、大きな振幅の送波超音波 USS を発生させることができている上、受波素子 13 で高い感度で受波超音波 USR を検知できるので、特に、良好な送受波特性の超音波センサ 10 とすることができる。

20

【0030】

次いで、本実施形態 1 に係る超音波センサ 10 の製造について説明する。

平行平板状の大型の圧電素子を、圧電セラミックスの粉末をプレスし、焼成後研磨して、形成する。その後、その平行な主面にそれぞれ銀ペーストを印刷、焼き付けして、焼き付け銀電極を作成する。さらに、この銀電極を通じて、油中で直流電圧を印加し、大型の圧電素子を厚み方向に分極する。その後、これを切断して、複数の送波素子 12 を得た。受波素子 13 についても同様である。

【0031】

30

但し、送波素子 12 を得る、分極後の大型の圧電素子における厚み方向の共振周波数 f_{sr} が、所定の値 (信号周波数 FR) に一致するように、その厚みを調整しておく。同様に、受波素子 13 を得る、分極後の大型の圧電素子における厚み方向の反共振周波数 f_{ra} が、所定の値 (信号周波数 FR) に一致するように、その厚みを調整しておく。これにより、得られた送波素子 12 の共振周波数 f_{sr} と、受波素子 13 の反共振周波数 f_{ra} を、何れも、信号周波数 FR に等しくできる。

なお、送波素子 12 を構成する圧電セラミックスの材質と、受波素子 13 を構成する圧電セラミックスの材質とを、同じとしても良いし、互いに異なる材質としても良い。

【0032】

40

(実施形態 2)

次いで、第 2 の実施形態について、図 4 , 図 5 を参照して説明する。

なお、本実施形態 2 では、前述の実施形態 1 で用いたのと同じ送波素子 12 及び受波素子 13 を用いているが、その配置が異なる。

そこで、異なる部分を中心に説明し、同様な部分については、記載を省略あるいは簡略化する。

【0033】

実施形態 1 の超音波センサ 10 (図 1 , 図 2 参照) では、送波素子 12 及び受波素子 13 は、互いに別に集め、送波素子 12 同士、及び受波素子 13 同士で密集して配置した。

これに対し、本実施形態 2 の超音波センサ 20 では、送波素子 12 と受波素子 13 とを、混在して配置した。具体的には、図 4 , 図 5 に示すように、平面視、正形状の振動板

50

21の固着面21Aの中央に、16ヶの受波素子13を4段4列の格子状に配置した。さらに、その周囲を、環状に配置した合計20ヶの送波素子12で囲んだ。これにより、合計36ヶの素子12, 13を、6段6列の格子状に配置した。

【0034】

送波素子12(送波側電極12C)は、実施形態1と同様、図示しない接着剤で振動板21の固着面21Aに接着されて、振動板21に固着されている。これと共に、送波側電極12Cが、振動板21に導通している。また、受波素子13(受波側電極13C)も、図示しない接着剤で振動板21の固着面21Aに接着されて、振動板21に固着されている。これと共に、受波側電極13Cが、振動板21に導通している。

【0035】

さらに、実施形態1と同様、各送波素子12の裏面側電極12D同士は、送波側リード線25で並列にハンダ付けにより接続され、外部に取り出されている。同様に、各受波素子13の裏面側電極13D同士も、受波側リード線26で並列にハンダ付けにより接続され、外部に取り出されている。さらに、振動板21の固着面21Aにも、共通リード線27がハンダ付けされている(図5参照)。

また、各素子12, 13の間には、実施形態1と同様、介在樹脂材14が充填されている。

なお、図5においては、送波素子12と受波素子13とを区別するため、送波素子12にハッチングを施して表示している。

【0036】

この超音波センサ20では、リング状に配置した複数の送波素子12で超音波(送波超音波USS)を発生させ放射する。その一方、反射して戻った超音波(受波超音波USR)を、送波素子12の内側に集められた複数の受波素子13で受波できる。このため、放射される送波超音波USSの放射方向と、受波できる受波超音波USRの方向とにずれが無く、自身が放射した送波超音波USSが反射して戻った受波超音波USRを、効果的に受波することができる。

【0037】

以上において、本発明を実施形態1, 2に即して説明したが、本発明は上記実施形態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、適宜変更して適用できることはいうまでもない。

例えば、実施形態1, 2では、送波素子12及び受波素子13を、平面視したとき、同寸の正方形となる、正四角柱の形状としたが、同寸、同形状としなくともよい。

また、各実施形態では、超音波センサ10, 20を、振動板11(21)、送波素子12、受波素子13、介在樹脂材14、及びリード線15~17(25~27)からなるものとしたが、送波素子12、受波素子13等を、ケースで包囲する、さらには気密に包囲するなど、他の形態とすることもできる。

また、各実施形態では、振動板11(超音波伝達部材)の材質を、金属としたが、樹脂、ゴム等を選択することもできる。

【符号の説明】

【0038】

10, 20 超音波センサ(超音波送受波装置)

11, 21 振動板(超音波伝達部材)

11A, 21A 固着面

11B, 21B 超音波送受波面

12 送波素子(送波用圧電素子)

12A 超音波送波面

12B 裏面

12C 送波側電極

12H (送波素子の)厚み方向寸法

12J (送波素子の)径方向寸法

10

20

30

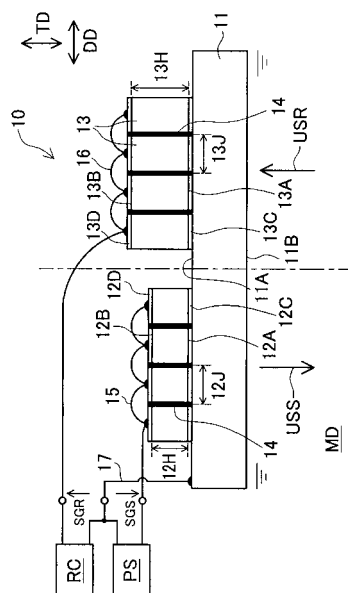
40

50

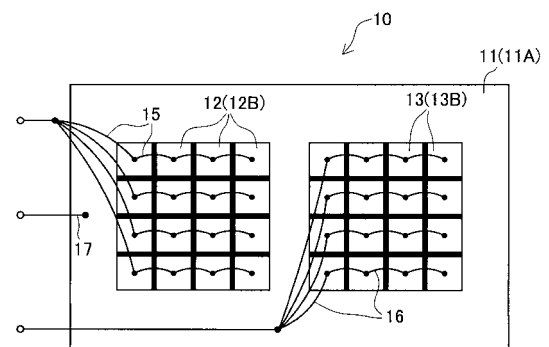
1 3	受波素子（受波用圧電素子）
1 3 A	超音波受波面
1 3 B	裏面
1 3 C	受波側電極
1 3 D	裏面側電極
1 3 H	（受波素子の）厚み方向寸法
1 3 J	（受波素子の）径方向寸法
1 4	介在樹脂材
1 5 , 2 5	送波側リード線
1 6 , 2 6	受波側リード線
1 7 , 2 7	共通リード線
U S S	送波超音波
U S R	受波超音波
T D	厚み方向
D D	径方向
F R	信号周波数
M D	媒体
f s r	（送波素子の厚み方向振動の）共振周波数
f r a	（受波素子の厚み方向振動の）反共振周波数

10

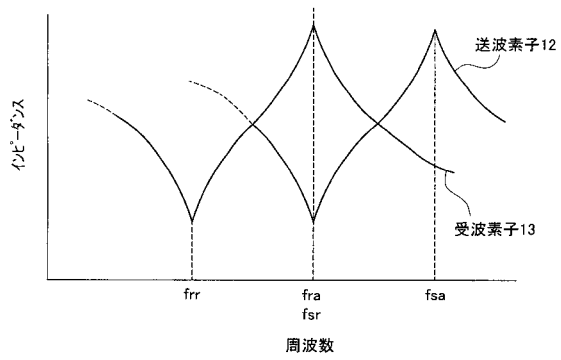
【 図 1 】



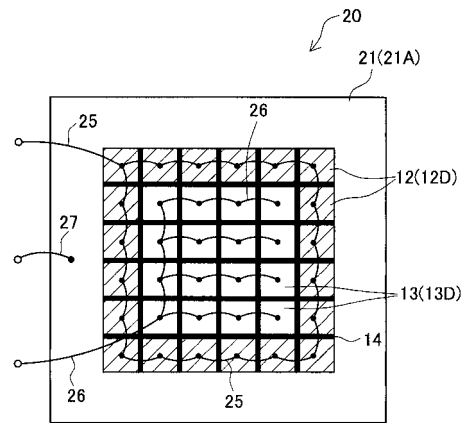
【 図 2 】



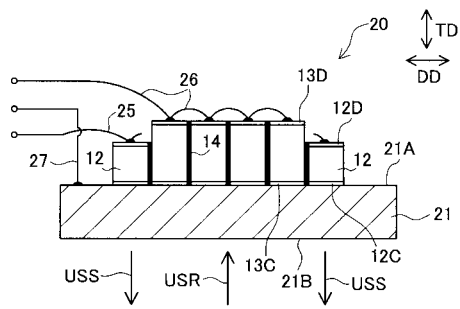
【図 3】



【図 5】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 舞田 雄一
愛知県豊橋市大岩町字小山塚 2 0 番地 本多電子株式会社内
- (72)発明者 青木 祥博
愛知県豊橋市大岩町字小山塚 2 0 番地 本多電子株式会社内
- (72)発明者 董 敦灼
愛知県豊橋市大岩町字小山塚 2 0 番地 本多電子株式会社内
- (72)発明者 村井 勇気
愛知県豊橋市大岩町字小山塚 2 0 番地 本多電子株式会社内
- (72)発明者 北川 弘樹
愛知県豊橋市大岩町字小山塚 2 0 番地 本多電子株式会社内

F ターム(参考) 5D019 BB02 BB24

5J083 AA02 AB01 AB13 AC40 AD04 AE04 BA01 CA01 CB03