(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6449866号
(P6449866)

(45)発行日　平成31年1月9日(2019.1.9)　(24)登録日　平成30年12月14日(2018.12.14)

(51)Int.Cl.		F I		
H04R 1/34	(2006.01)	H04R	1/34	330B
G01N 29/24	(2006.01)	G01N	29/24	
H04R 17/00	(2006.01)	H04R	17/00	330G

請求項の数 15　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2016-522540 (P2016-522540)
(86)(22)出願日　平成26年6月27日 (2014.6.27)
(65)公表番号　特表2016-523493 (P2016-523493A)
(43)公表日　平成28年8月8日 (2016.8.8)
(86)国際出願番号　PCT/EP2014/063729
(87)国際公開番号　WO2014/207215
(87)国際公開日　平成26年12月31日 (2014.12.31)
審査請求日　平成29年5月29日 (2017.5.29)
(31)優先権主張番号　1356193
(32)優先日　平成25年6月27日 (2013.6.27)
(33)優先権主張国　フランス(FR)

前置審査

(73)特許権者　509337414
アレバ・エヌペ
フランス・９２４００・クールブヴォワ・プラス・ジャン・ミレーユ・１・トゥール・アレヴァ
(74)代理人　100108453
弁理士　村山　靖彦
(74)代理人　100110364
弁理士　実広　信哉
(74)代理人　100133400
弁理士　阿部　達彦
(72)発明者　ベルナール・サルトル
フランス・７１１００・サン－レミ・ルート・ド・テゼ・１２

最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波トランスデューサ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
電気信号を超音波に変換することを可能にする材料から形成され且つ第一の超音波ビーム（Ｆ１）及び第二の超音波ビーム（Ｆ２）を放出するように設けられた対向する第一の放出面（７）及び第二の放出面（９）を有する少なくとも一つのエミッタ（３）を備えた超音波トランスデューサ（１）であって、
前記超音波トランスデューサ（１）が、前記第一の放出面（７）及び前記第二の放出面（９）に向かってそれぞれ配置され且つ前記第一の超音波ビーム（Ｆ１）及び前記第二の超音波ビーム（Ｆ２）を偏向させて所定の形状の反射ビーム（ＦＲ）を形成するように構成された少なくとも第一のミラー（１１）及び第二のミラー（１３）を備え、
前記超音波トランスデューサ（１）が、前記エミッタ（３）を取り付ける筐体（５）を含み、
前記筐体（５）が、前記エミッタ（３）を間に入れる二つの半筐体（４０）を備え、
前記半筐体（４０）がそれぞれ前記第一のミラー（１１）及び前記第二のミラー（１３）を形成すること、又は、前記第一のミラー（１１）が前記二つの半筐体（４０）の一方に取り付けられ且つ前記第二のミラー（１３）が前記二つの半筐体（４０）の他方に取り付けられていることを特徴とする超音波トランスデューサ。
【請求項２】
前記筐体（５）が前記第一のミラー（１１）及び前記第二のミラー（１３）を形成する二つの反射面（４５、４７）を有すること、又は、前記第一のミラー（１１）及び前記第

二のミラー（１３）が前記筐体（５）に取り付けられていることを特徴とする請求項１に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項３】
前記筐体（５）が、前記エミッタ（３）が係合されるスロット（１５）を有し、前記スロット（１５）が前記エミッタ（３）の断面と実質的に同一の断面を有することを特徴とする請求項１又は２に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項４】
前記超音波トランスデューサ（１）が環境媒体内に浸漬され、前記第一の放出面（７）及び前記第二の放出面（９）が、前記第一の超音波ビーム（Ｆ１）及び前記第二の超音波ビーム（Ｆ２）が前記第一の放出面（７）及び前記第二の放出面（９）から前記環境媒体を通り又は前記筐体（５）を構成する材料を通り前記第一のミラー（１１）及び前記第二のミラー（１３）に至るまで伝播することを保証するように前記筐体（５）に対して配置されていることを特徴とする請求項１から３のいずれか一項に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項５】
前記超音波トランスデューサ（１）が、電圧源に接続される電線（３３、３５）と、はんだ付けせずに前記エミッタ（３）に前記電線（３３、３５）を固定するように前記エミッタ（３）に対して前記電線（３３、３５）を締め付ける締め具とを含むことを特徴とする請求項１から４のいずれか一項に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項６】
前記超音波トランスデューサ（１）が、前記第一の放出面（７）及び前記第二の放出面（９）を覆う保護層（３１）を含むことを特徴とする請求項１から５のいずれか一項に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項７】
前記第一の超音波ビーム（Ｆ１）及び前記第二の超音波ビーム（Ｆ２）が前記第一の放出面（７）及び前記第二の放出面（９）からの第一の伝播方向及び第二の伝播方向を示し、前記第一のミラー（１１）及び前記第二のミラー（１３）が、平坦であり、且つ、前記第一の伝播方向及び前記第二の伝播方向に対して３０°と６０°との間の角度を成す第一の垂線及び第二の垂線を有することを特徴とする請求項１から６のいずれか一項に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項８】
前記第一のミラー（１１）及び前記第二のミラー（１３）が前記第一の放出面（７）及び前記第二の放出面（９）に対して凹状であることを特徴とする請求項１から６のいずれか一項に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項９】
前記第一のミラー（１１）及び前記第二のミラー（１３）が前記第一の放出面（７）及び前記第二の放出面（９）に対して凸状であることを特徴とする請求項１から６のいずれか一項に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項１０】
前記エミッタ（３）が板であり、前記第一の放出面（７）及び前記第二の放出面（９）が、対向して位置する前記板の二つの平行な主面であることを特徴とする請求項１から９のいずれか一項に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項１１】
前記エミッタ（３）が、半径方向に分極したシリンダー又はチューブであり、前記第一の放出面（７）及び前記第二の放出面（９）が、直径方向に対向する二つの半径方向面であることを特徴とする請求項１から１０のいずれか一項に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項１２】
前記超音波トランスデューサ（１）が、超音波の形状及び強度を測定するために前記第一のミラー（１１）及び前記第二のミラー（１３）の一方に配置された少なくとも一つの

センサ（４１）を含むことを特徴とする請求項１から１１のいずれか一項に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項１３】
前記第一のミラー（１１）及び前記第二のミラー（１３）が第一の反射面（４５）及び第二の反射面（４７）を有し、前記センサ（４１）が、前記第一の反射面（４５）及び前記第二の反射面（４７）の一方と同一平面上にあることを特徴とする請求項１２に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項１４】
前記センサ（４１）が圧電結晶製のヘッド（４９）を含むことを特徴とする請求項１２又は１３に記載の超音波トランスデューサ。
【請求項１５】
前記センサ（４１）が、超音波を電圧に変換することを可能にする材料、例えば圧電結晶製の薄層（５１）を含み、前記薄層（５１）が前記第一のミラー（１１）及び前記第二のミラー（１３）の一方を覆うことを特徴とする請求項１２に記載の超音波トランスデューサ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は一般的に超音波トランスデューサに関する。
【０００２】
より詳細には、本発明は、電気信号を超音波に変換することを可能にする材料から形成され、第一の超音波ビーム及び第二の超音波ビームを放出するように設けられた対向する第一の放出面及び第二の放出面を有する少なくとも一つのエミッタを備えた超音波トランスデューサに関する。
【背景技術】
【０００３】
このようなトランスデューサは特許文献１で知られており、特許文献１には、二つの放出面の一方が減衰材（バッキング材との用語でも知られている）で覆われていて、その減衰材は、前面によって放出される有用なビームを乱さないように、エミッタを構成する材料の振動を減衰させ、また、エミッタの背面によって放出される音響エネルギーをトラップするために用いられる。
【０００４】
このようなトランスデューサは、多数の異なる材料を使用するので、比較的製造コストが高いものである。更に、エミッタの振動によって発生する音響エネルギーの一部分のみが使用され、他の部分は減衰体内に散逸する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】欧州特許出願公開第０１４７０７０号明細書
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
そこで、本発明は、より安価であり、またエネルギー変換に関してより効率的な超音波トランスデューサ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】
【０００７】
このため、本発明は、上記タイプの超音波トランスデューサに関し、本超音波トランスデューサは、第一の放出面及び第二の放出面に向かってそれぞれ配置され、第一の超音波ビーム及び第二の超音波ビームを偏向させて所定の形状の反射ビームを形成するように構成された少なくとも第一のミラー及び第二のミラーを備えることを特徴とする。

【０００８】
従って、二つの対向する放出面によって放出される超音波ビームが、所定の電力がエミッタに供給される場合に、超音波トランスデューサによって生成されるビームのエネルギーを顕著に高くするように用いられる。
【０００９】
エミッタによって放出された音響エネルギーの全てが反射超音波ビームに集中されることによって、エミッタに供給される同じレベルの電気エネルギーに対して、超音波トランスデューサの感度を増強させることができる。
【００１０】
一方、二つの放出面の一方に対するバッキングを設ける必要がなくなり、超音波トランスデューサの設計が大幅に単純化される。従って、トランスデューサの製造が単純になり、その製造コストが削減される。
【００１１】
従って、センサの再現性が増強される。その重要性は、センサ毎の性能が一貫性のあるものになり、より均一になるという点である。実際、現状の技術では、エミッタの背面に対するバッキング材の結合は細心の注意を要する工程である。結合の質に応じて、トランスデューサの特性が影響を受ける。
【００１２】
本発明に係るトランスデューサは、過酷な環境での動作に非常に適している。現状の技術のように複数の積層した大きな層を含む必要がないので、トランスデューサは好ましい温度挙動を示す。従って、複数の材料の異なる膨張によって生じる制限の結果としてトランスデューサが故障する危険性が減る。
【００１３】
トランスデューサは、バッキングが排除されていることによって、優れた耐圧性能を示す。バッキングは一般的にエラストマ材料製であるので、中程度の圧力では良好な耐圧性を示す。
【００１４】
本発明に係るトランスデューサは、照射条件下での動作に非常に適している。実際、全くエラストマ材料を用いずにトランスデューサを製造することができる。現状の技術に関して、バッキングはエラストマ材料製である。
【００１５】
エミッタは典型的には圧電結晶製である。変形例では、エミッタは、電歪材料や磁歪材料、又は電気信号を超音波に変換することができる他の材料製である。
【００１６】
本願において、エミッタとの用語は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する機能を有するトランスデューサのアクティブ素子を称する。このアクティブ素子はリバーシブルである。アクティブ素子は、超音波を放出することができるが、超音波を受信して電気信号に変換することもできる。つまり、トランスデューサはある時には超音波発生器として機能し、またある時には収集モードで超音波受信機として機能することができる。
【００１７】
有利には、トランスデューサは、エミッタを取り付ける筐体を含む。
【００１８】
筐体は、第一のミラー及び第二のミラーを形成する二つの反射面を有し、又は、第一のミラー及び第二のミラーが筐体に取り付けられる。
【００１９】
第一の場合、筐体自体がミラーを構成して、追加の取り付け部分とならないので、トランスデューサの設計が単純になる。
【００２０】
筐体は、例えば、ステンレス鋼製のユニットである。変形例では、筐体は、他の金属合金やセラミック材料製である。いずれの場合でも、その材料は、高い音響インピーダンス

、つまり水に対する高い反射係数を示すように選択される。代わりに、その材料は、高速の音響伝播を示し、所定のミラー角度に対して、縦波の臨界角及び横波の臨界角を超える（スネル‐デカルトの法則）。例えば、ステンレス鋼のミラーで伝播媒体が水である場合、二つの臨界角は略１５°と２８°である。この場合、２８°を超えては、バルク波がミラーに伝わらないものとなり得る。

【００２１】

第一の超音波ビーム及び第二の超音波ビームは、第一のミラー及び第二のミラーで直接反射される。

【００２２】

変形例では、第一のミラー及び第二のミラーが筐体に取り付けられる。この場合、ミラーはステンレス鋼又は他の金属合金やセラミック材料製であり、上述のような高い音響インピーダンス又は高速の音響伝播を示す。

【００２３】

有利には、筐体は、エミッタが係合されるスロットを有し、スロットは、エミッタの断面と実質的に同一の断面を有する。

【００２４】

従って、スロット内の適所に固定されるエミッタの部分によって、エミッタが筐体に対して適所に保持される。このエミッタの部分は、スロットの周縁に対して直接適用される。エミッタは、スロットに結合されるか、又はスロット内への圧力嵌め込み若しくは締め付けによって係合される。変形例では、保護層が、この部分とスロットの周縁との間に挿入される。

【００２５】

有利には、筐体は、単一部品として一体形成されるか、又は、エミッタを間に入れる二つの半筐体で構成される。

【００２６】

半筐体の各々は、第一のミラー及び第二のミラーの一方を形成し、又は、第一のミラーが二つの半筐体の一方に取り付けられ、第二のミラーが二つの半筐体の他方に取り付けられる。

【００２７】

従って、筐体は特に経済的なものになる。筐体が二つの半筐体で構成される場合、エミッタの取り付けは単純になる。

【００２８】

筐体が単一部品として一体形成される場合、スロットは筐体の本体部に設けられる。変形例では、スロットが二つの半筐体の間に画定される。

【００２９】

有利には、トランスデューサは環境媒体に浸漬され、第一の超音波ビーム及び第二の超音波ビームが第一の放出面及び第二の放出面から環境媒体を通り又は筐体を構成する材料を通り第一のミラー及び第二のミラーに至るまで伝播することを保証するように、第一の放出面及び第二の放出面が筐体に対して配置される。

【００３０】

第一の場合、トランスデューサは、超音波が伝えられる構成要素の箇所にまで環境媒体によって反射ビームが伝えられる用途に特に適している。環境媒体は、例えば水、又は他の液体やガス状流体である。

【００３１】

第二の場合、トランスデューサは、環境媒体を通して伝えずに、超音波を伝えたい構成要素の箇所に反射ビームを直接送ることができる。エミッタの第一の放出面及び第二の放出面は、筐体の波入力面に対して平坦に押し付けられる。筐体の波出力面は、超音波が伝えられる箇所に直接又は間接に平坦に押し付けられる。第一のミラー、第二のミラー、入力面及び出力面は、入力面を通って筐体内に入り込む第一の超音波ビーム及び第二の超音波ビームが第一のミラー及び第二のミラーによって出力面に至るように反射されることを

保証するように配置される。反射ビームは、出力面を通って筐体を出て行き、超音波が伝えられる箇所に入り込む。

【００３２】

筐体は、単一部品として一体成形され得るか、又は、エミッタ表面を入れる二つの半筐体で構成され、半筐体の各々が第一のミラー及び第二のミラーの一方を形成する。

【００３３】

有利には、トランスデューサは、電圧源に接続可能な電線と、はんだ付けせずに電線をエミッタに対して固定するように電線をエミッタに対して締め付ける締め具とを含む。

【００３４】

つまり、エミッタの対向する二面のいずれもがバックリングによって覆われず、電線をエミッタに対して接触させて配置することができる。これは、電線をエミッタにはんだ付けする必要性を無くすので、トランスデューサの製造を促進することを可能にする。

【００３５】

有利には、固定は、例えば締め具を用いて行われる。締め具は、対向して位置するエミッタの二つの表面に対して付勢される二本のアームを有する。電線は、アームとエミッタとの間で締め付けられる。例えば、トランスデューサは二本の電線を備え、一方の電線が一方の表面に対して締め付けられ、他方の電線が反対側の表面に対して締め付けられる。

【００３６】

変形例では、電線は、他の手段によって、はんだ付け、接触配置、又は固定され得る。

【００３７】

典型的には、エミッタは、第一の放出面及び第二の放出面を形成する一つのアクティブ部分と、電線に接続される一つの接続部分と、スロットに係合され且つアクティブ部分と接続部分との間に位置するエミッタ部分とを有する。

【００３８】

有利には、トランスデューサは、第一の放出面及び第二の放出面を覆う保護層を含む。このような保護層は、圧電材料を保護する性能を与える。実際、エミッタは、筐体から突出する突出部を形成するように配置されるので、衝撃によって損傷する危険性がある。保護層の使用は、この危険性を減らすことを可能にする。典型的には、保護層は、電線が締め付け又は接続される領域を除いて、エミッタの外側表面全体を覆う。

【００３９】

保護層は、エラストマ材料、金属材料又はセラミック材料製である。例えば、原子炉容器の制御用に設計されたトランスデューサについて選択される材料は、音響エネルギーの最適な伝達を可能にする音響インピーダンス及び厚さを有する。

【００４０】

第一実施形態によると、第一の超音波ビーム及び第二の超音波ビームは、第一の放出面及び第二の放出面からの第一の伝播方向及び第二の伝播方向を示し、第一のミラー及び第二のミラーは平坦であり、第一の伝播方向及び第二の伝播方向に対して３０°から６０°の間の角度を成す第一の垂線及び第二の垂線を有する。

【００４１】

好ましくは、その角度は４０°と５０°との間であり、典型的には４５°である。第一のミラー及び第二のミラーは、反射ビームの中心軸に対応する同じ方向に第一の超音波ビーム及び第二の超音波ビームを反射するような向きにされる。角度が４５°である場合、反射ビームは直線ビームであり、平坦な波面を有する。

【００４２】

典型的には、放出面からの第一の伝播方向及び第二の伝播方向は互いに対向して整列される。第一のミラー及び第二のミラーは互いに対して９０°の角度を成す。変形例では、第一の放出面及び第二の放出面は互いに厳密には平行でなく、それらの間にゼロではない角度、例えば数度の角度を成す。

【００４３】

第二実施形態によると、第一のミラー及び第二のミラーは第一の放出面及び第二の放出

面に対して凹状である。このような構成は、同心波面を発生させ、つまりは集束した反射ビームを派生させる。

【００４４】

第三実施形態によると、第一のミラー及び第二のミラーは第一の放出面及び第二の放出面に対して凸状である。このような構成は、発散する波面を発生させて、つまりは非常に広がったビームを発生させる。

【００４５】

エミッタはあらゆる形状を示し得る。

【００４６】

有利には、エミッタは板であり、第一の放出面及び第二の放出面は、対向して位置する板の二つの平行な主面である。

【００４７】

この場合、エミッタ表面は典型的には平坦である。

【００４８】

代わりに、エミッタはシリンダー又はチューブであり、そのシリンダー又はチューブの軸がミラーの軸と結合されて、放出面は、直径方向に対向する一又は複数の回転面である。

【００４９】

典型的には、シリンダー又はチューブは、その中心線に垂直な円形断面を有する。変形例では、シリンダー又はチューブは、長円、楕円又は他の形状の断面を有する。

【００５０】

典型的には、第一の放出面及び第二の放出面が共にエミッタの周囲全体を覆う。従って、各放出面は、半シリンダーの形状を有する。

【００５１】

この場合、第一のミラー及び第二のミラーが共に、円錐台又は先細りの面を形成し、エミッタと同じ軸を有する。

【００５２】

本発明の他の態様によると、トランスデューサは、超音波の形状及び強度を測定するように第一のミラー及び第二のミラーの一方に配置された少なくとも一つのセンサを含む。

【００５３】

センサが第一のミラー及び第二のミラーの一方に配置されることによって、超音波ビームを乱さずに、トランスデューサが発生させる波の形状又は強度を測定することができる。

【００５４】

実際、既知の応用では、このようなセンサは、トランスデューサが発生させる超音波ビーム内において、トランスデューサから或る距離に配置される。従って、センサが超音波ビームを乱し、センサをこのビーム内に永続的に配置することができない。

【００５５】

水中での応用に使用されるセンサは、ハイドロフォンと称される。

【００５６】

トランスデューサは、二つのミラーの一方に配置される単一のセンサを含み得る。変形例では、トランスデューサは、二つのミラーの各々にそれぞれ一つ配置されるセンサを有し得て、更には、二つのミラーの各々の複数の点に配置された複数のセンサを有し得る。

【００５７】

有利には、第一のミラー及び第二のミラーは、第一の反射面及び第二の反射面を示し、センサは、第一の反射面及び第二の反射面の一方と同一平面上に位置するヘッドを備える。

【００５８】

従って、センサの存在が、反射面に対して何ら起伏を生じさせず、超音波ビームの反射に干渉しない。

【００５９】
センサは、典型的に、第一のミラー及び第二のミラーの面に対して小型である。ヘッドは、第一のミラー及び第二のミラーに位置する反射面に開口したチャネル内に配置される。ヘッドは、第一の反射面又は第二の反射面と連続する一体部分を形成する外側表面を有する。
【００６０】
典型的には、センサのヘッドは圧電材料である。ヘッドは、圧電結晶に由来する電圧を記録及び分析することを可能にする部材に電気接続される。
【００６１】
変形例では、センサは、超音波を電圧に変換することを可能にする材料、例えば圧電材料製の薄層を含み、その薄層は第一のミラー及び第二のミラーの一方を覆う。
【００６２】
この薄層は、典型的には、第一のミラー又は第二のミラーの表面全体を覆う。センサは複数の電極を含み、各電極は薄層の一点に接続されて、ビームの複数の領域を制御する性能を与える。各電極は、材料変換器によって放出される電圧を記録及び分析することを可能にする部材に接続される。
【００６３】
本発明の他の特徴及び利点は、添付図面を参照して、純粋に例示的なものであり、何ら限定的なものではない以下の詳細な説明から明らかになるものである。
【図面の簡単な説明】
【００６４】
【図１】本発明に係るトランスデューサの概略図である。
【図２】本発明の実施形態の変形例を示す図１と同様の図である。
【図３】トランスデューサのミラーの形状の変形例を示す図１と同様の図である。
【図４】トランスデューサのミラーの形状の変形例を示す図１と同様の図である。
【図５】本発明の他の態様を示す図２と同様の図である。
【図６】本発明の他の態様を示す図２と同様の図である。
【図７】本発明の実施形態の更に他の変形例を示す図１と同様の図である。
【図８】本発明の実施形態の更に他の変形例を示す図１と同様の図である。
【発明を実施するための形態】
【００６５】
図１に示される超音波トランスデューサ１は、流体内、例えば水面下で使用されるものである。本超音波トランスデューサ１は、例えば、加圧水型原子炉容器を停止期間中に調査するためのものである。また、本超音波トランスデューサ１は、温度及び／又は流量の測定を行うために、加圧水型原子炉容器に永続的に取り付けられ得る。更に、本超音波トランスデューサ１は、熱伝達流体がナトリウムである原子炉内の内部機器を調査するためや、そのような原子炉に対する物理的測定（温度、流量）を行うためにも使用され得る。また、本超音波トランスデューサ１は、医療又は治療分野において、船舶のソナー応用において、あらゆる分野の位置センサ又は計測センサとして、更には、部品の洗浄にも使用され得る。
【００６６】
図１に見て取れるトランスデューサ１は、電圧を超音波に変換することを可能にする材料製のエミッタ３と、筐体５とを含む。
【００６７】
エミッタ３は、対向して位置する第一の放出面７及び第二の放出面９を有し、これら面は、第一の超音波ビームＦ１及び第二の超音波ビームＦ２を放出するように設けられる。
【００６８】
筐体５は、第一のミラー１１及び第二のミラー１３を形成し、これらミラーは、それぞれ第一の放出面７、第二の放出面９に向かってそれぞれ配置される。
【００６９】

第一のミラー１１及び第二のミラー１３は、第一の超音波ビーム及び第二の超音波ビームを偏向させて、所定の形状で反射ビームＦＲを形成するように構成される。

【００７０】

筐体５は、ステンレス鋼製である。筐体５は、エミッタ３が係合されるスロット１５を有する。

【００７１】

二つのミラー１１及び１３は、筐体５の一方の前面に配置される。筐体５は、その前面に中空領域１７も画定する。より正確には、第一のミラー１１及び第二のミラー１３は、互いに向かって収束する二つの平面である。図１に見て取れるように、スロット３は、中空領域の底部を形成し、第一のミラー及び第二のミラーがスロットに向かって収束する。スロットは、ミラーの前面の側と、筐体の背面１９の側との両方において開口していて、背面１９は、前面１７に対向して位置する。図示される例では、第一のミラー１１及び第二のミラー１３は互いに対して９０°の角度を成している。

【００７２】

この場合、前方は、反射ビームの伝播方向に対応する。後方は、その前方の逆方向である。

【００７３】

図１に示される例では、エミッタ３は、圧電結晶製の薄板である。エミッタ３は、スロット１５に係合される中間部分２１と、スロット１５から前方に向かって突出している前方部分２３と、スロット１５から後方に向かって突出している後方部分２５とを含む。エミッタ３は、互いに対向して位置する第一の主面２７及び第二の主面２９を有する。エミッタの前方部分２３を画定する第一の主面２７及び第二の主面２９の領域は、第一の放出面７及び第二の放出面９を構成する。従って、第一の放出面７及び第二の放出面９は、第一のミラー１１及び第二のミラー１３と４５°の角度を成す。

【００７４】

エミッタ３は、部分２１とスロット１５との間の相互作用によって、又はスロット１５の内部に部分２１を結合させることによって、筐体５に取り付けられる。

【００７５】

超音波トランスデューサの機能は以下の通りである。

【００７６】

第一の放出面７、第二の放出面９は、第一の伝播方向、第二の伝播方向に沿って伝播する第一の超音波ビームＦ１、第二の超音波ビームＦ２を放出する。第一の伝播方向及び第二の伝播方向は、面７及び面９に実質的に垂直であり、第一のミラー１１及び第二のミラー１３の垂線に対して４５°の角度を成す。第一の超音波ビーム及び第二の超音波ビームは第一のミラー１１及び第二のミラー１３で反射されて、反射ビームＦＲを形成する。第一の超音波ビーム及び第二の超音波ビームは、９０°で反射され、つまり、図１の矢印に示されるように、反射ビームの伝播方向が第一の伝播方向及び第二の伝播方向から９０°になるような方向に反射される。

【００７７】

以下、図２を参照して、本発明の実施形態の変形例を説明する。以下では、変形実施形態が図１に示されるものと異なる点についてのみ詳細に説明する。

【００７８】

図２に見て取れるように、トランスデューサは、エミッタを覆う保護層３１を含む。保護層はエラストマ材料製である。保護層は、第一の放出面７及び第二の放出面９を覆う。保護層は、二つの主面２７及び２９のほぼ全体も覆う。特に、保護層３１は、中間部分２１とスロット１５の縁との間に挿入される。一方で、層３１は、エミッタ３の後方端部３２を覆わない。

【００７９】

また、トランスデューサ１は、図示されていない電圧源に接続される電線３３、３５を含む。電線３３及び３５は、後方端部３２において、エミッタ３の第一の主面２７及び第

二の主面２９に対してそれぞれ平坦に押し付けられる。後方端部３２は保護層３１によって覆われていないので、電線３３及び３５とエミッタとの間の電気接続部を設けることができる。電線３３及び３５は、図示されていない締め具によって適所に維持される。電線はエミッタにはんだ付けされない。

【００８０】

エミッタの後方部分２５は、筐体５に設けられた凹部キャビティ３７内に収容される。従って、この部分は、電線３３及び３５と後方端部３２との間の電気接続部と共に、攻撃的な外部要素又は環境要素から保護される。筐体５は開口３９を有し、その開口３９がキャビティ３７と外部との間のやり取りを可能にする。電線３３及び３５は、開口３９を通って筐体の外に出て行く。

【００８１】

筐体５は二つの半筐体４０で構成され、これら二つの半筐体４０の間でエミッタ３が締め付けられる。半筐体４０が各々、第一のミラー１１及び第二のミラー１３を形成する。スロット１５は、二つの半筐体４０の間に画定される。半筐体４０は、ネジやはんだ等の適切な手段によって互いに取り付けられる。

【００８２】

図３及び図４は、ミラー１１及び１３が平坦ではない本発明の実施形態の二つの変形例を示す。

【００８３】

図３では、ミラー１１及び１３は、第一の放出面７及び第二の放出面９に対して凹状である。凹面は、反射ビームが同心波面を有することを保証するように計算される。そして、反射ビームＦＲは、エミッタの前方に向かって或る距離に位置する点Ｐに集束する。

【００８４】

図４では、第一のミラー１１及び第二のミラー１３は、第一の放出面７及び第二の放出面９に対して凸状である。第一のミラー１１及び第二のミラー１３は、反射ビームが発散する波面を有することを保証するように配置される。

【００８５】

以下、図５及び図６を参照して、本発明の第二の態様を説明する。以下では、図５及び図６に示されるトランスデューサが図２及び図１に示されるものと異なる点についてのみ詳細に説明する。図２及び図１と同一である又は同じ機能を提供する図５及び図６の要素には同じ参照番号が付されている。

【００８６】

図５及び図６に示される実施形態の例では、トランスデューサ１は、超音波の形状や強度を測定するために設けられた少なくとも一つのセンサ４１を含む。このセンサ４１は、第一のミラー及び第二のミラーの一方に配置される。

【００８７】

図５に示される例では、トランスデューサは二つの同一のセンサ４１を含み、一方のセンサが第一のミラー１１に配置され、他方のセンサが第二のミラー１３に配置される。

【００８８】

筐体５は二つのチャネル４３を含み、チャネル４３の一端はキャビティ３７に開口していて、他端は、第一のミラー及び第二のミラーの第一の反射面４５及び第二の反射面４７に開口している。各センサ４１は、圧電結晶製のヘッド４９を有し、ヘッド４９はチャネル４３内に係合される。ヘッド４９は、第一の反射面又は第二の反射面と同一平面上にあるように配置される。従って、センサ（より正確にはセンサのヘッド４９）は、第一の反射面又は第二の反射面と同一平面上にある。ヘッド４９は自由表面５１を有し、その自由表面は、反射面４５又は４７と連続する一体部分を形成する。

【００８９】

各センサ４１は、ヘッド４９に電気接続された少なくとも一つの電力線（図示せず）を更に含む。電力線はチャネル４３を通って、キャビティ４７内に繋がり、開口３９を通って筐体の外に出る。電力線は例えば計算ユニットに接続される。

【００９０】
図６に示される実施形態の変形例では、各センサ４１は圧電結晶の薄層５１を備え、その薄層５１は第一のミラー１１又は第二のミラー１３を覆う。各センサ４１は、薄層５１の異なる複数の点に電気接続された複数の電極５３も含む。これら電極５３は、電線によって計算ユニットに接続される。薄層５１は、第一のミラー及び第二のミラーの反射面４５、４７全体を覆う。従って、ミラーの異なる領域によって放出される超音波信号の形状を制御することができる。
【００９１】
以下、図７を参照して、本発明の実施形態の変形例を説明する。以下では、この変形実施形態が図１に示されるものと異なる点のみを詳細に説明する。
【００９２】
図１に示される実施形態の変形例では、トランスデューサ１は、水等の環境媒体に浸漬されるものである。第一の超音波ビームＦ１及び第二の超音波ビームＦ２が第一の放出面７及び第二の放出面９から環境媒体を通って第一のミラー１１及び第二のミラー１３に至るまで伝播することを保証するように、第一の放出面７及び第二の放出面９は筐体５に対して配置される。
【００９３】
反射ビームＦＲは、環境媒体によって、超音波が伝えられる箇所に伝えられる。
【００９４】
図７に示される実施形態の変形例では、トランスデューサ１は、環境媒体を通して伝えずに、超音波が伝えられる箇所５５に反射ビームＦＲを直接送ることができる。
【００９５】
このため、第一の放出面７、第二の放出面９は、第一の超音波ビームＦ１、第二の超音波ビームＦ２が第一の放出面７、第二の放出面９から、筐体５を構成する材料を介して、第一のミラー１１、第二のミラー１３に至るまで伝播することを保証するように、筐体５に対して配置される。
【００９６】
エミッタ３の第一の放出面７及び第二の放出面９は、筐体の波入力面５７に対して平坦に押し付けられる。図示されている例では、波入力面５７は、エミッタ３が係合されるスロット１５を画定する。筐体５の波出力面５９は、超音波が伝えられる箇所５５に対して平坦に押し付けられる。図示される例では、波出力面５９は、その箇所５５に対して直接平坦に押し付けられている。図８に示される変形例では、楔６１が波出力面５９と箇所５５との間に挿入される。楔は、例えば、超音波が伝えられる箇所における超音波ビームの伝播方向を調整することを可能にする。
【００９７】
変形例では、筐体５及び楔６１は、単一ユニットとして一体形成されて、一つの部品を構成する。従って、ミラーは、ある程度長くなり（エミッタの終端点を越える）、その箇所への超音波ビームの偏向（臨界角未満）を生じさせるような角度を成す。
【００９８】
第一のミラー１１、第二のミラー１３、波入力面５７及び波出力面５９は、入力面５７を通り筐体５内に入り込む第一の超音波ビームＦ１及び第二の超音波ビームＦ２が、出力面５９に至るまで第一のミラー１１及び第二のミラー１３によって反射されることを保証するように、配置される。反射ビームＦＲは、筐体５内部を伝播して、出力面５９から筐体を出て行き、超音波が伝えられる箇所５５に入り込む。
【符号の説明】
【００９９】
１　超音波トランスデューサ
３　エミッタ
５　筐体
７　第一の放出面

９　第二の放出面
１１　第一のミラー
１３　第二のミラー
１５　スロット

【図１】

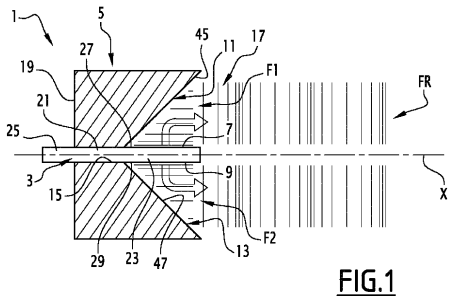


FIG.1

【図２】

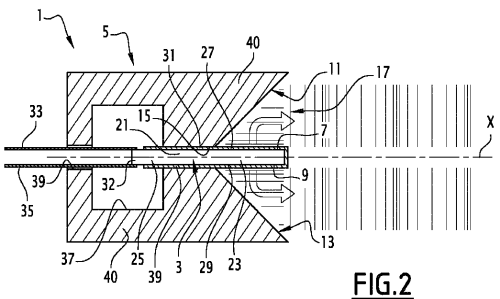


FIG.2

【図３】

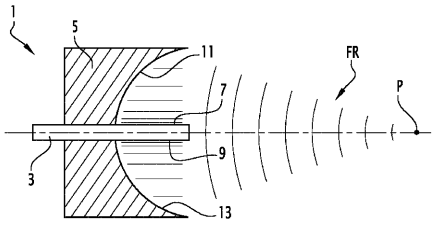


FIG.3

【図４】

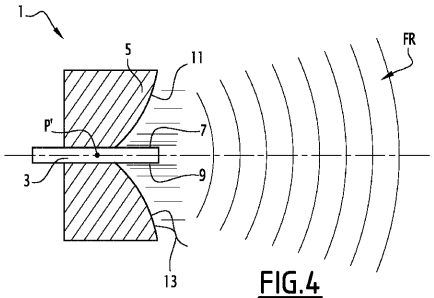


FIG.4

【図５】

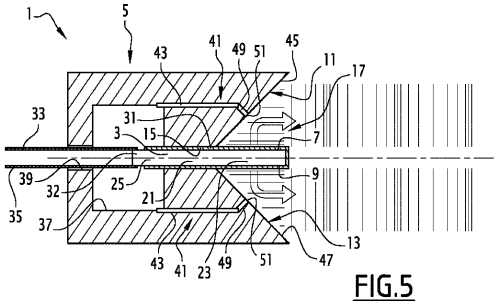


FIG.5

【図６】

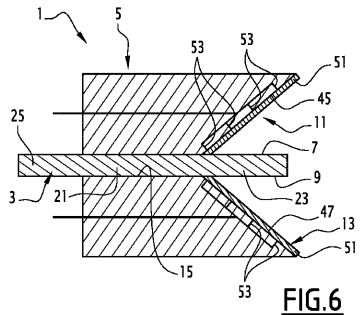


FIG.6

【図７】

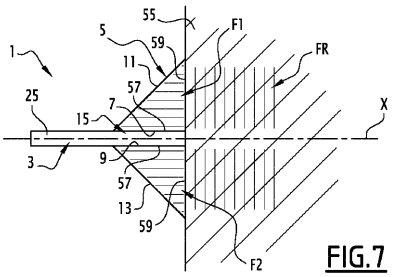


FIG.7

【図８】

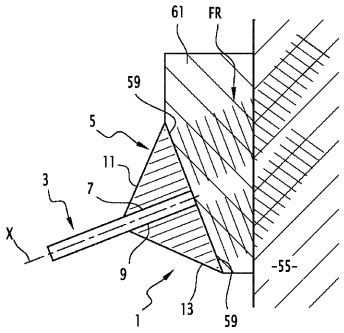


FIG.8

フロントページの続き

(72)発明者　ジャン－フランソワ・サイヤン
フランス・７１１００・シャロン・シュル・ソーヌ・リュ・オー・フェーヴル・６

審査官　須藤　竜也

(56)参考文献　特開２００８－１００２０４（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－０４８８９４（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－０４０８４６（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１１８８９６（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０４３１４０９８（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｒ　　１／３４
Ｇ０１Ｎ　２９／２４
Ｈ０４Ｒ　１７／００