

(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2010-28815

(P2010-28815A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
H04R 17/00	(2006.01)	H04R 17/00	330G	2F035
G01F 1/66	(2006.01)	H04R 17/00	330A	5D019
		G01F 1/66	A	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-167031 (P2009-167031) (22) 出願日 平成21年7月15日 (2009.7.15) (31) 優先権主張番号 10 2008 033 098.1 (32) 優先日 平成20年7月15日 (2008.7.15) (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)	(71) 出願人 591168600 クローネ アクチエンゲゼルシャフト Krohne A. G. スイス国 バーゼル ウーファーシュトラ ーセ 90 Uferstrasse 90, Bas el, Switzerland (74) 代理人 100061815 弁理士 矢野 敏雄 (74) 代理人 100094798 弁理士 山崎 利臣 (74) 代理人 100099483 弁理士 久野 琢也 (74) 代理人 100110593 弁理士 杉本 博司
---	---

最終頁に続く

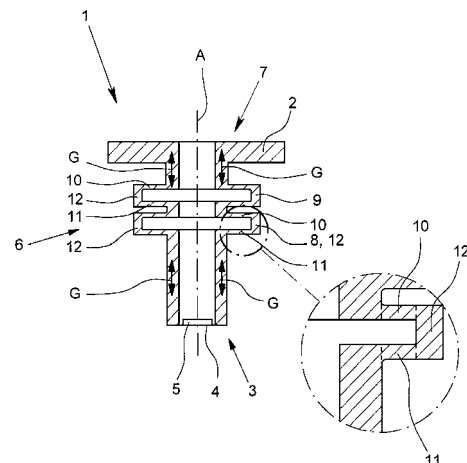
(54) 【発明の名称】 超音波変換器

(57) 【要約】

【課題】 超音波変換器のケーシングを介するケーシング波の伝播を回避するための更なる手段を形成し、先行技術から公知の欠点を少なくとも部分的に回避する超音波変換器を提供することである。

【解決手段】 ケーシング(2)の第2の領域(6)に、弱く連結されている少なくとも2つの機械的な共振器(8, 9)が形成されており、該共振器(8, 9)はケーシング波(G)の拡散方向でほぼ直列に配置されているようにした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波変換器であって、ケーシング（２）を備えており、該ケーシング（２）の第１の領域（３）内に設けられている、前記超音波変換器の内室と前記超音波変換器の外室との間における超音波の伝播のための超音波窓（４）を備えており、ケーシング（２）内で超音波窓（４）に隣接して配置されている変換エレメント（５）を備えており、超音波はケーシング波（Ｇ）として、ケーシング（２）の第１の領域（３）と、ケーシング（２）の少なくとも１つの仲介する第２の領域（６）を介して、ケーシング（２）の第１の領域（３）に相対する、ケーシング（２）の第３の領域（７）との間を伝播可能である、超音波変換器において、

10

ケーシング（２）の第２の領域（６）に、弱く連結されている少なくとも２つの機械的な共振器（８，９）が形成されており、該共振器（８，９）はケーシング波（Ｇ）の拡散方向でほぼ直列に配置されていることを特徴とする、超音波変換器。

【請求項 2】

共振器（８，９）の固有周波数は、ケーシング波（Ｇ）の周波数範囲内にある、請求項 1 記載の超音波変換器。

【請求項 3】

ケーシング（２）の第２の領域（６）は軸線方向の経過方向（Ａ）でスリーブ状に形成されており、少なくとも１つの共振器（８，９）は、上側の平坦壁（１０）と、下側の平坦壁（１１）と、上側の平坦壁（１０）及び下側の平坦壁（１１）を結合する端壁（１２）とを備えた、中空リング又は段部として形成されている、請求項 1 又は 2 記載の超音波変換器。

20

【請求項 4】

前記中空リングは、ケーシング（２）の第２の領域（６）のほぼ軸線方向の経過方向（Ａ）に方向付けられており、特にケーシング（２）の第２の領域（６）は前記中空リングの領域において、経過方向（Ａ）でメアンダ形状に延在している壁横断面を有している、請求項 3 記載の超音波変換器。

【請求項 5】

軸線方向の経過方向（Ａ）で端壁（１２）の剛性は、上側の平坦壁（１０）の剛性及び／又は下側の平坦壁（１１）の剛性よりも大きく、特に少なくとも１つのサイズオーダだけ大きく、有利には少なくとも２つのサイズオーダだけ大きく設定されている、請求項 3 又は 4 記載の超音波変換器。

30

【請求項 6】

少なくとも１つの共振器（８，９）は、特に１つの共振器（８，９）内に配置されている且つ／又は２つの共振器（８，９）の間に配置されている、又は１つの共振器（８，９）に隣接して配置されている少なくとも１つの減衰エレメント（１３）により減衰されている、請求項 1 から 5 までのいずれか一項記載の超音波変換器。

【請求項 7】

減衰エレメント（１３）は少なくとも１つのＯリング又は注型材料であり、特に弾性的又は粘弾性的な材料から成っている、請求項 6 記載の超音波変換器。

40

【請求項 8】

超音波変換器であって、ケーシング（２）を備えており、該ケーシング（２）の第１の領域（３）内に設けられている、前記超音波変換器の内室と前記超音波変換器の外室との間における超音波の伝播のための超音波窓（４）を備えており、ケーシング（２）内で超音波窓（４）に隣接して配置されている変換エレメント（５）を備えており、超音波はケーシング波（Ｇ）として、ケーシング（２）の第１の領域（３）と、ケーシング（２）の少なくとも１つの仲介する第２の領域（６）を介して、ケーシング（２）の第１の領域（３）に相対する、ケーシング（２）の第３の領域（７）との間を伝播可能である、超音波変換器において、

ケーシング（２）の第２の領域（６）は軸線方向の経過方向（Ａ）においてスリーブ状

50

に形成されており、ケーシング（２）の第２の領域（６）に少なくとも１つの機械的な共振器（８，９）が形成されており、共振器（８，９）は、上側の平坦壁（１０）と、下側の平坦壁（１１）と、上側の平坦壁（１０）及び下側の平坦壁（１１）を結合する端壁（１２）とを備えた、中空リング又は段部として形成されていることを特徴とする、超音波変換器。

【請求項９】

共振器は、請求項２又は３から６までのいずれか一項記載の特徴部に基づいて形成されている、請求項８記載の超音波変換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【０００１】

本発明は、超音波変換器であって、ケーシングを備え、ケーシングの第１の領域内に設けられている、前記超音波変換器の内室と前記超音波変換器の外室との間における超音波の伝播のための超音波窓を備え、ケーシング内で超音波窓に隣接して配置されている変換エレメントを備え、超音波はケーシング波として、ケーシングの第１の領域と、ケーシングの少なくとも１つの仲介する第２の領域を介して、ケーシングの第１の領域に相対する、ケーシングの第３の領域との間を伝播可能である、超音波変換器に関する。

【背景技術】

【０００２】

前記形式の超音波変換器は数年前から公知であり、例えば音響による流量測定機器においては大規模に使用されている。超音波変換器の変換エレメントは、適切な励振時に電気的なエネルギーを機械的な変位に、つまり超音波領域の振動に変換する。この場合、超音波変換器は超音波発信器として働き、超音波は部分的に超音波窓を介して超音波変換器を取り囲む媒体に伝播される。

20

【０００３】

逆に、超音波窓は媒体内に発生する外部の圧力変動により変位され、この変位は変換エレメントにより適切な信号に変換される、ということも可能である。この場合、超音波変換器は超音波受信器としても働く。例えば充填状態測定といった多様な使用において、この種の超音波変換器は、超音波発信器及び超音波受信器としても使用され、流量測定の領域では、超音波変換器は頻繁に超音波発信器又は超音波受信器として使用される。

30

【０００４】

両事例、つまり超音波変換器が発信器として働く事例においても、超音波変換器が受信器として働く事例においても、変換エレメントに到達するか、もしくは変換エレメントから発生する、超音波窓を介して伝播される超音波は、実際には重要な有効信号である。ケーシングを介して更に伝播されるか、もしくは導き出される冒頭で述べた超音波は、寄生のケーシング波である。この波と共に伝播されるエネルギーは有効信号を提供しない。従ってケーシング波は一般的には不都合なものである。

【０００５】

ケーシング波を減じるために種々異なる手段がある。幾つかの手段は、この種のケーシング波を発生時に既に回避するという役割を有している。更に、伝達されるエネルギー部分の最大化のために特に良好なインピーダンス適合に対する、又は反響を減じるためのλ／４層としての超音波窓の設計に対する超音波窓の、例えば規定された構成が重要である。他の手段は、既に発生したケーシング波の更なる伝播を、例えば不整合の音響的なインピーダンス移行により防ぐことに関する。しかしケーシング波は有効信号にとって失われた損失出力であるだけでなく、更に別の不都合な作用を有していることがある。

40

【０００６】

音響による流量測定の場合には、例えば測定管内を搬送される媒体において、媒体の搬送速度は、音響信号の拡散速度に重畳されているという効果が大抵利用される。測定管に対する音響信号の測定された拡散速度は、音響信号の方向に媒体が搬送される場合には、媒体が止まっている場合よりも大きく、測定管に対する音響信号の速度は、媒体が音響信

50

号の放射方向とは反対に搬送される場合には、媒体が止まっている場合よりも僅かである。音響発信器と音響受信器との間の音響信号（両者とも超音波変換器）の所要時間は、進行効果に基づいて、測定管、ひいては音響発信器及び音響受信器に対する媒体の搬送速度に基づいている。

【0007】

放出された音響信号又は超音波信号に基づく測定時には、流量測定の領域において、変換エレメントによって形成された超音波速度が変換器ケーシングの超音波窓を介してのみ超音波変換器の周辺の媒体に伝播されるだけでなく、形成された超音波振動が部分的にもケーシングを介してケーシング波として全測定装置に伝播されるということが問題である。このことは損失出力とは別に、いわゆるクロストークにより測定機器ケーシングに伝播された超音波が、受信側での著しい障害に繋がることもあるので問題である。このことは、受信された超音波信号が、媒体及び超音波窓を介して直接受信されたか（有効信号）、又はケーシング波として測定装置及び超音波変換器の全ケーシングを間接的に介して、特につまりケーシングの第3の領域と、ケーシングの仲介する第2の領域とを介して変換エレメントに到達したかどうかを受信側で簡単に認識できないことに基づく。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従って、本発明の課題は、超音波変換器のケーシングを介するケーシング波の伝播を回避するための更なる手段を形成し、先行技術から公知の欠点を少なくとも部分的に回避する超音波変換器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために本発明に係る超音波変換器は、ケーシングの第2の領域において、弱く連結されている少なくとも2つの機械的な共振器が形成されており、該共振器はケーシング波の拡散方向でほぼ直列に配置されているようになっている。

【0010】

好ましくは、共振器の固有周波数は、ケーシング波の周波数範囲内にある。

【0011】

好ましくは、ケーシングの第2の領域は軸線方向の経過方向でスリーブ状に形成されており、少なくとも1つの共振器は、上側の平坦壁と、下側の平坦壁と、上側の平坦壁及び下側の平坦壁を結合する端壁とを備えた、中空リング又は段部として形成されている。

【0012】

好ましくは、前記中空リングは、ケーシングの第2の領域のほぼ軸線方向の経過方向に方向付けられており、特にケーシングの第2の領域は前記中空リングの領域において、経過方向でメアンダ形状に延在している壁横断面を有している。

【0013】

好ましくは、軸線方向の経過方向で端壁の剛性は、上側の平坦壁の剛性及び／又は下側の平坦壁の剛性よりも大きく、特に少なくとも1つのサイズオーダーだけ大きく、有利には少なくとも2つのサイズオーダーだけ大きく設定されている。

【0014】

少なくとも1つの共振器は、特に1つの共振器内に配置されている且つ／又は2つの共振器の間に配置されている、又は1つの共振器に隣接して配置されている少なくとも1つの減衰エレメントにより減衰されている。

【0015】

好ましくは、減衰エレメントは少なくとも1つのOリング又は注型材料であり、特に弾性的又は粘弾性的な材料から成っている。

【0016】

また、上記課題を解決するために本発明に係る超音波変換器は、ケーシングの第2の領域は軸線方向の経過方向においてスリーブ状に形成されており、ケーシングの第2の領域

10

20

30

40

50

に少なくとも1つの機械的な共振器が形成されており、共振器は、上側の平坦壁と、下側の平坦壁と、上側の平坦壁及び下側の平坦壁を結合する端壁とを備えた、中空リング又は段部として形成されていることを特徴とする。

【0017】

好ましくは、共振器は、請求項2又は3から6までのいずれか一項記載の特徴部に基づいて形成されている。

【発明の効果】

【0018】

超音波変換器もしくは超音波変換器のケーシングの第2の領域の本発明に係る構成は、種々異なる利点を必然的に有している。機械的な共振器により、まず、超音波によって伝播されたエネルギーを局地的に「捕らえる」、つまり機械的な共振器の励振により振動することが可能である。機械的な共振器は、一般的にはばね質量系（Feder-Masse-System）として記載可能である。実際のばね質量系ではばねの特性、すなわち変位に關係する力作用は、ちょうどまさに質量体が共振器への構造的な貢献に基づきばね質量系のばね特性に常に影響を与えてもいるように、共振器の質量へ僅かであっても必ず作用するように実現可能である。ばね及び質量は構造的には実際には完全に分離することはできない。少なくとも2つの機械的な共振器をケーシング波の拡散方向で直列に配置することにより、ケーシングの第1の領域からケーシングの第3の領域、及びケーシングの第3の領域からケーシングの第1の領域に達するために、ケーシング波は全共振器を横断しなければならない、ということになる。両共振器の弱い連結により、共振器はケーシング波に対して全体として、共振器自体が同じ振動特性を有していたとしても強く連結された共振器の場合よりも大きな妨害となる。強い機械的な連結時には、1つの共振器の振動は間接的に隣接する共振器に有利に伝播される。このことは、隣接する共振器の間に機械的な交番作用が当然に与えられてはいるものの、弱い機械的な連結時には当てはまらない。

【0019】

本発明の有利な構成において、共振器の固有周波数はケーシング波の周波数範囲内にあ
る。これにより振動可能なシステムの共振効果に基づき、ケーシング波の可能限り多くの
エネルギーが共振器の振動において結合することが保証されている。種々異なる固有周波数
を形成する共振器では、広幅な周波数範囲のケーシング波を抑えることができる。このこ
とは特に、広帯域の超音波信号の放射又は放出時には重要である。従ってケーシングの第
2の領域に設けられている弱く連結された機械的な共振器は、有利には、1つの帯域消去
フィルタ（又は複数の帯域消去フィルタ）として、超音波変換器の第1の領域から超音波
変換器の第3の領域への伝播経路において働く。

【0020】

本発明の別の有利な構成において、ケーシングの第1の領域及び／又はケーシングの第
3の領域は、ケーシングの第1の領域及び／又はケーシングの第3の領域の共振周波数が
、設計上是認しうる範囲において、ケーシングの第2の領域の弱く連結された共振器の固
有周波数から可能な限り十分に離れている、ひいては超音波変換器の作業周波数から可
能な限り十分に離間されているように設計されている。

【0021】

超音波変換器は、ケーシングの第2の領域において軸線方向の延在方向でよくスリーブ
状に構成されている。ケーシングの第1の領域における超音波窓は、スリーブを端面とし
て媒体に対して閉鎖する。ケーシングのスリーブ状に形成された第2の領域は、大抵円筒
状である。ケーシングの第1の領域に相対している、ケーシングの第3の領域は、例えば
フランジ状の接続部材であってよい、又はスリーブの単に開放した端部領域であっても
よい。上述のように構成された超音波変換器の場合、ケーシング波は既にケーシングを介
して全体として軸線方向の経過方向でも伝播する。本発明の更に別の有利な構成によれば
、上述のように構成された超音波変換器では、少なくとも1つの共振器は、上側の平坦壁
と、下側の平坦壁と、上側の平坦壁及び下側の平坦壁を結合する端壁とを備えた、中空リ
ング又は段部として形成されているようになっている。中空リング又は段部である1つの

共振器の構成は、両構造が製造技術的に極めて簡単で、高い精度をもって、例えば切削加工による回転により固形物からワンピースで製造可能であるので有利である。上側の平坦壁と、下側の平坦壁と、上側の平坦壁及び下側の平坦壁を結合する端壁とにより制限された極めて低く、平坦壁の延在方向に十分に拡張している中空室を有する比較的大きな中空リングは、複数の部材からの構成により、場合によっては比較的簡単に製造することができる。

【0022】

本発明の更に別の有利な構成では、中空リングは、ケーシングの第2の領域の軸線方向のほぼ経過方向に方向付けられている。ケーシングの第2の領域は、中空リングの領域では軸線方向の経過方向で、特にメアンダ形状に延在する壁横断面を有している。この記載は、ケーシングの第1の領域からケーシングの第3の領域に達するためにケーシング波は、直列された共振器を必然的に通過しなければならない、つまり共振器は強制的に連続して励振し、いずれにしても超音波変換器のケーシングに当てはまる場合には、共振器を避けて通ることはできない、ということを示している。

【0023】

上記超音波変換器において、第1の平坦壁の剛性及び／又は第2の平坦壁の剛性よりも、中空リング又は段部の端壁の剛性が軸線方向の経過方向において大きい場合には、特に有利である。この手段により、共振器の振動は軸線方向の経過方向において極めて簡単に可能であり、簡単に励振できる。既述したように共振器がばね質量系と見なされる場合、端壁は、質量の実質的な部分に寄与する共振器の構成要素であり、第1の平坦壁及び／又は第2の平坦壁は、実質的にばね質量系のばね弾性的な特性を変換する。隣り合う共振器の間の弱い連結を達成するために、端壁の剛性が、軸線方向の延在方向で見て、少なくとも1つのサイズオーダーだけ、それどころか又は2以上のサイズオーダーだけ、第1の平坦壁の剛性及び／又は第2の平坦壁の剛性よりも大きいと有利である。

【0024】

本発明の別の、とりわけ独立した構成によれば、冒頭で述べた超音波変換器における上記課題は、ケーシングの第2の領域が軸線方向の経過方向でスリーブ状に形成されていて、ケーシングの第2の領域に少なくとも1つの機械的な共振器が形成されていることにより解決されている。共振器は、上側の平坦壁と、下側の平坦壁と、上側の平坦壁及び下側の平坦壁を結合する端壁とを備えた、中空リング又は段部として構成されている。確かに実務上、ケーシングの伸介する第2の領域に1つの機械的な共振器を有している超音波変換器は出願人には公知であるが、超音波変換器は更に複雑に構成されていて、それに応じて簡単には製造することはできない。これに対して中空リング又は段部としての共振器の構成は、製造技術的に極めて簡単で、ひいては廉価に実現することができる。振動可能なシステムのばね質量パラメータ共振周波数、減衰量ひいては等級－は、極めて簡単に調節可能である。パラメータの調節は、有利には、平坦壁の肉厚－ばね定数－及び端壁の肉厚－質量－の適切な選択により行われる。弱く連結された共振器の有利な全構成は、伝播可能である限りは、唯一の共振器の有利な構成でもある。

【0025】

詳しくは、本発明による超音波変換器を構成し且つ改良する種々異なる手段がある。このために請求項1及び請求項8に従属している請求項、及び図面に関連した本発明の有利な実施の形態の記載が参照される。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】 2つの機械的な共振器を備えた本発明に係る超音波変換器の概略的な横断面図である。

【図2】 図a及び図bは、異なる励振モードにおける本発明に係る超音波変換器の概略的な横断面の部分図である。

【図3】 本発明に係る超音波変換器の別の実施の形態の概略的な横断面図である。

【図4】 円錐状に延びている共振器を備えた本発明に係る別の超音波変換器の概略的な横

10

20

30

40

50

断面図である。

【図 5】段状の共振器を備えた本発明に係る別の超音波変換器の概略的な横断面図である。

【図 6】減衰エレメントである O リングを備えた本発明に係る超音波変換器の概略的な横断面図である。

【図 7】減衰エレメントである注型質量体を備えた本発明に係る超音波変換器の概略的な横断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

図 1～7 にはそれぞれ超音波変換器 1 が記載されている。超音波変換器 1 は、ケーシング 2 と、ケーシング 2 の第 1 の領域 3 内に設けられている、超音波変換器 1 の内室と超音波変換器 1 の外室との間の超音波の伝播のための超音波窓 4 とを備えている。超音波自体は記載されていない。

【0028】

更に記載された全超音波変換器 1 は、ケーシング 2 内において超音波窓 4 に隣接して配置されている変換エレメント 5 を有している。変換エレメント 5 は図示の実施の形態ではそれぞれ圧電結晶である。図面は、本発明を理解するために必要なエレメントだけを示す限りは、概略的に記載できる。従って、例えば変換エレメント 5 の励振に、及び変換エレメント 5 からの電気的な信号の選別に必要な電気的な配線は完全に省かれている。ケーシング 2 の第 1 の領域 3 の詳細な構造及び超音波窓 4 の構成については詳しく記載しない。第 1 の領域 3 及び超音波窓 4 は、極めて複雑に構成されていることがある。しかし本発明においては根本的に重要でない。本発明では、超音波変換器 1 のケーシング 2 が第 1 の領域 3 において 1 つの部材から形成されているか、又は複数の部材から形成されているかも重要ではない。種々異なる実施の形態が考慮可能であり、先行技術から種々異なる構成が公知である。

【0029】

超音波変換器 1 が送信器として働く事例では、変換エレメント 5 により形成された超音波をケーシング 2 の内室から超音波窓 4 を介して超音波変換器 1 の外室に伝播することは、記載の超音波変換器 1 の優先的な目標である。変換エレメント 5 の励振に使う超音波の形式のエネルギーの可能な限り大部分をケーシング 2 の外室に伝播することは極めて重要である。なぜならばこれによって実際の有効信号は最大であり、良好な信号対雑音比が達成される。

【0030】

しかしながら超音波の一部はケーシング波 G として、ケーシング 2 の第 1 の領域 3 と、ケーシング 2 の仲介する第 2 の領域 6 を介して、ケーシング 2 の第 1 の領域 3 に相対している、ケーシング 2 の第 3 の領域 7 との間を伝播される、且つ伝播可能であることは回避できない。ケーシング波 G は実際に重要となる有効信号を提供する出力を減じるだけでなく、測定構造（図示せず）の別の構成要素にクロストークし、更に伝播されることがあり、直接伝播された有効超音波に別の場所で重畳することがある。このことは有効超音波の評価を困難にする。

【0031】

ケーシング 2 の第 3 の領域は、記載された全実施の形態においてはフランジとして構成されている。図 1 ではケーシング波 G の可能な伝播方向が示されている。双方向矢印は、ケーシング波 G がケーシング 2 の第 1 の領域 3 からのみ出発して放射しているだけではなく、ケーシング 2 の第 3 の領域 7 内にも入力でき、ケーシング 2 の仲介する第 2 の領域 6 を介してケーシング 2 の第 1 の領域 3 に伝播することもできることを示している。

【0032】

記載の超音波変換器は、ケーシング 2 の第 2 の領域 6 に、弱く連結された 2 つの機械的な共振器 8, 9 が形成されていることを特徴とする。共振器 8, 9 はケーシング波 G の拡散方向に直列に配置されている。記載の実施の形態では、ケーシング 2 の第 1 の領域 3 か

10

20

30

40

50

らケーシング 2 の第 3 の領域 7、及びケーシング 2 の第 3 の領域 7 からケーシング 2 の第 1 の領域 3 に到達するために、ケーシング波 G は共振器 8、9 を介して及び通じて経過しなければならない、ということが強要されるので、機械的な共振器 8、9 はケーシング 2 内に形成されている。ケーシング波 G が機械的な共振器 8、9 に到達するやいなや、ケーシング波 G のエネルギーは、少なくとも部分的に共振器 8、9 に蓄積される。なぜならば機械的な共振器 8、9 は励振されて振動するからである。従ってケーシング波 G と共に伝播されるエネルギーを、少なくとも部分的に差し当たり局地的に限定することができる。従って、ケーシング波 G は妨害されずに、超音波変換器 1 のケーシング 2 の一方の端部からケーシング 2 の他方の端部に達することができるという目標が達成されている。まずエネルギーは共振器 8、9 において「緩衝」され、次いで遅滞して比較的長い期間を介して再び放出される。これにより信号対雑音比は著しく改善される。実際の各共振器も減衰されているので、ケーシング波 G のエネルギーの一部分は共振器 8、9 において熱に変換される。いずれにしても超音波の形式のエネルギーとしてはもはや放出されない。

【0033】

共振器 8、9 の挙動は、特に、超音波変換器 1 もしくは変換エレメント 5 が、特に共振器振動が再び次第に消滅する間隔を置いて、周期的にインパルスにより励振される使用事例においては有利である。

【0034】

図 1～7 に記載の超音波変換器 1 は、機械的な共振器 8、9 を有している。共振器 8、9 の固有周波数はケーシング波 G の周波数範囲内にある。これにより、ケーシング波 G の選択的な周波数部分を吸収することができるか、もしくはケーシング波 G の、ケーシング 2 の第 1 の領域 3 からケーシング 2 の第 3 の領域 7 への伝播、及びケーシング 2 の第 3 の領域 7 からケーシング 2 の第 1 の領域 3 への伝播を和らげることができる。

【0035】

図 1～7 において判るように、ケーシング 2 の仲介している第 2 の領域 6 は、軸線方向の経過方向 A においてスリーブ状に形成されている。経過方向 A において、ケーシング波 G も超音波変換器 1 のケーシング 2 内で実質的に拡散する。図 1～4 及び図 6、7 において、それぞれ記載されている両共振器 8、9 は、中空リングとして形成されている。各共振器 8、9 は上側の平坦壁 10 と、下側の平坦壁 11 と、上側の平坦壁 10 及び下側の平坦壁 11 を結合する端壁 12 とを有している。端壁 12 は、上側の平坦壁 10 と下側の平坦壁 11 とをそれぞれ環状に結合する。その結果、ケーシング 2 はケーシング 2 の第 3 の領域 7 において適切な接続部（図示せず）によって閉鎖される場合、記載の超音波変換器 1 のケーシング 2 は全体として密である。

【0036】

図 5 には、段部として形成された共振器 8 と、中空リングとして形成された共振器 9 とを有する超音波変換器 1 が記載されている。段部として形成された共振器 8 では、上側の平坦壁 10 と下側の平坦壁 11 とは、軸線方向の経過方向 A で見て、スリーブ状に形成されたケーシングの直径拡幅部もしくは直径縮小部をもたらす。これに対して中空リングとして形成された共振器 9 においては、軸線方向の経過方向 A で、上側の平坦壁 10 と下側の平坦壁 11 とが相対している。

【0037】

図 1～7 において、中空リングとして形成された共振器 8、9 は、中空リングの配向を特徴付ける面法線が、各中空リングが平坦側で位置している平面に対して垂直になっているということから出発している場合、実質的にケーシング 2 の第 2 の領域 6 の経過方向 A に方向付けられているという点が共通している。面法線は、図示の実施の形態では、図面では軸線方向の経過方向 A に対して同軸的に特徴付けられている中心線と一致している。従って、ケーシング 2 の第 2 の領域は、中空リングの領域において軸線方向の経過方向 A でメアンダ形状に延在している壁横断面を有している。ケーシング 2 の第 1 の領域 3 と、ケーシング 2 の第 3 の領域 7 との間で、共振器 8、9 がいわゆる単に「懸架」されている場所に直接的な結合部が存在しないということが重要である。なぜならばケーシング波 G

は既述のように構成された共振器においてはいわゆる「真っ直ぐに経過 (entlangstreifen)」できるから、この事例では共振器は効果的に使用することはできないからである。記載の実施の形態では、ケーシング波 G は機械的な共振器 8, 9 を有効に通過するはずである。

【0038】

図 1～7 に記載の実施の形態は概略的であり、絶対的に寸法通りではない。特に、図面においては、上側の平坦壁 10 及び下側の平坦壁 11 の肉厚と、結合する端壁 12 の肉厚とがそれぞれどのくらいの比率にあるか寸法通りに記載されていない。実際には、超音波変換器 1 は実施の形態において、軸線方向の経過方向 A において、端壁 12 の剛性は上側の平坦壁 10 の剛性及び下側の平坦壁 11 の剛性よりも大きく構成されている。記載の実施の形態では共振器 8, 9 の前記エレメントの剛性はほぼ 300 係数だけ、つまり端壁 12 の剛性は、各共振器 8, 9 の上側の平坦壁 10 の剛性及び下側の平坦壁 11 の剛性よりも約 300 係数だけ大きい。これにより共振器 8, 9 はケーシング 2 の軸線方向の経過方向 A において振動可能であり、ひいてはケーシング波 G の進行方向で振動可能である。

【0039】

結合する端壁 12 に対する上側の平坦壁 10 と下側の平坦壁 11 との適当な寸法設定は、軸線方向の経過方向 A に関する前記エレメントの剛性の計算のために、ベースボディの第 2 のオーダの断面二次モーメントを考慮することにより、極めて簡単にもたらされる。このことは上側の平坦壁 10 と下側の平坦壁 11 との場合には、周面で緊締された円環状ディスクであり、結合する端壁 12 の場合には簡単にはビームである。

【0040】

図 2 a 及び図 2 b にはそれぞれ、2 つの共振器 8, 9 を備えた超音波変換器 1 が記載されていて、共振器 8, 9 は振動している状態にある。図 2 a では共振器 8, 9 は第 1 の振動モードにおいて励振されている。上側の平坦壁 10 と下側の平坦壁 11 とは同じように振動し、これに対して図 2 b における共振器 8, 9 は第 2 の振動モードにおいて励振されている。つまり上側の平坦壁 10 と下側の平坦壁 11 とはそれぞれ、互いに逆方向に運動する。

【0041】

図 6 及び図 7 記載の超音波変換器 1 は、減衰されている共振器 8, 9 を有している。図 6 による実施の形態では、超音波変換器 1 のケーシング 2 の外部領域に減衰エレメント 13 として O リングが設けられている。減衰エレメント 13 は共振器 8, 9 の間に配置されているのではなく、1 つの共振器 8, 9 と、共振器 8, 9 の隣接するケーシング部分との間にそれぞれ配置されている。これにより各共鳴振動を同時に効果的に減衰しつつ、共振器 8, 9 の間の連結の補強は回避される。

【0042】

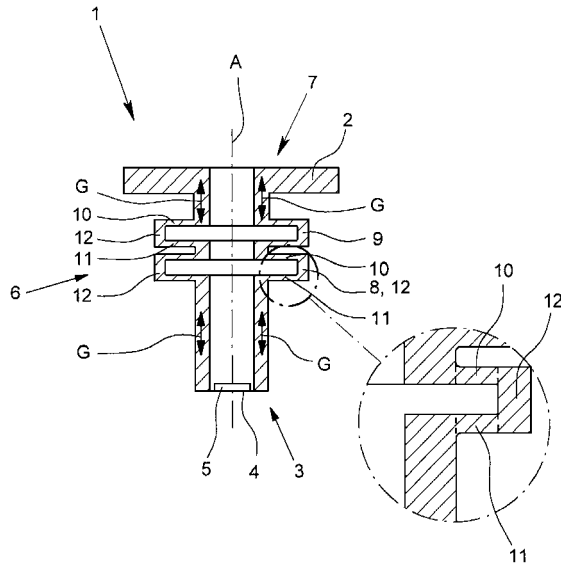
図 7 では減衰エレメント 13 は注型材料により形成される。注型材料は、共振器 8, 9 もしくは中空リングとして形成されている共振器 8, 9 の中空室を充填する。減衰エレメント 13 により共振器 8, 9 の間の連結は補強されない。共振器 8, 9 もしくは共振器の間の介在スペースから減衰エレメント 13 が押し出され得ないということを保証できる場合、粘弾性の材料が減衰エレメント 13 として適している。O リングのために、実質的に弾性的な材料、つまりエラストマが使用される。

【符号の説明】

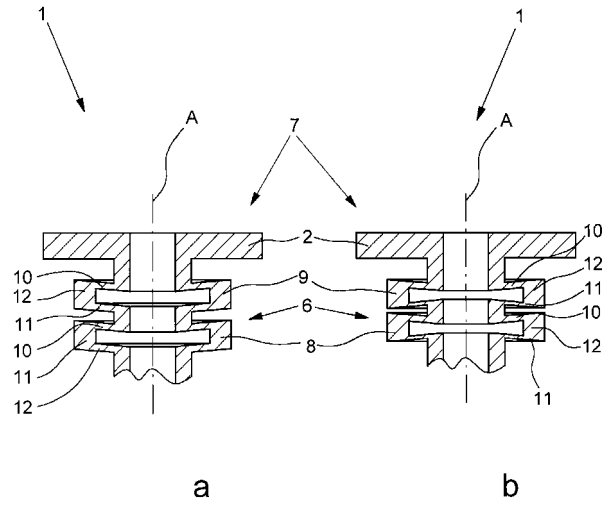
【0043】

1 超音波変換器、 2 ケーシング、 3 第 1 の領域、 4 超音波窓、 5 変換エレメント、 6 第 2 の領域、 7 第 3 の領域、 8, 9 共振器、 10 上側の平坦壁、 11 下側の平坦壁、 12 結合する端壁、 13 減衰エレメント

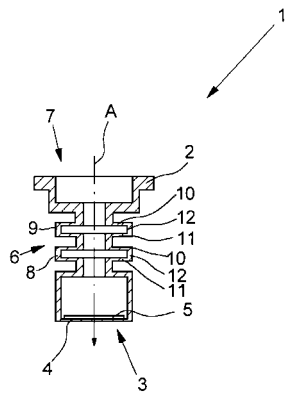
【図 1】



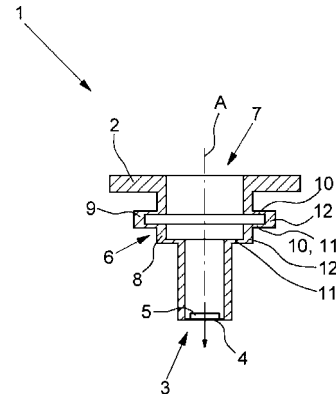
【図 2】



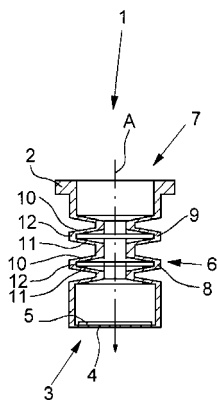
【図 3】



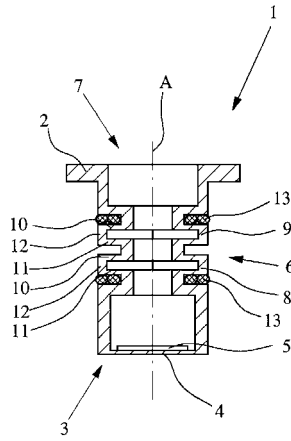
【図 5】



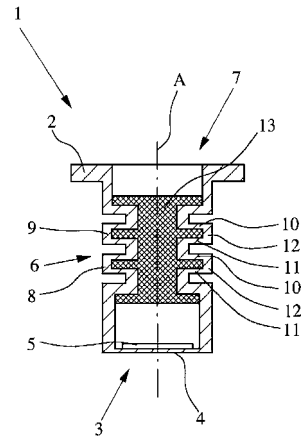
【図 4】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(74)代理人 100112793

弁理士 高橋 佳大

(74)代理人 100128679

弁理士 星 公弘

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 イェレオン マルティン ヴァン クロースター

オランダ国 ティール ハリエット フリーザーストラート 5 0

Fターム(参考) 2F035 DA05

5D019 BB12 EE02 FF02