

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-241149
(P2000-241149A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 1 B 17/00

識別記号

F I
G 0 1 B 17/00

テマコード(参考)
Z 2 F 0 6 8

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-42747
(22) 出願日 平成11年2月22日(1999.2.22)

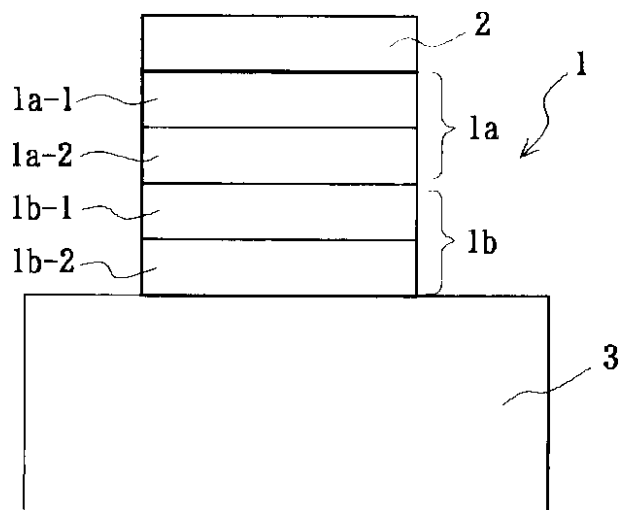
(71) 出願人 399015229
苫小牧工業高等専門学校長
北海道苫小牧市字錦岡443番地
(72) 発明者 加藤 初儀
北海道千歳市末広5丁目2番14-402号
(74) 代理人 100059258
弁理士 杉村 暁秀 (外8名)
Fターム(参考) 2F068 DD00 LL27

(54) 【発明の名称】 超音波用音響インピーダンス整合器

(57) 【要約】

【課題】 超音波発振器から対象への超音波の透過率を向上させる。

【解決手段】 超音波用音響インピーダンス整合器1を、超音波発振器2と対象3との間に介在させる。超音波用音響インピーダンス整合器1は、二重層1a、1bを堆積した層状構造物を有する。二重層1a、1bは、第1の材料から構成された第1層1a-1、1b-1と、その第1の材料とは異なる第2の材料から構成された構成されるとともに第1層1a-1、1b-1に音響的に連続に接合した第2層1a-2、1b-2とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波発振器とこの超音波発振器からの超音波を入射させるべき対象との間に介在され、第 1 の材料から構成された第 1 層及びその第 1 の材料とは異なる第 2 の材料から構成された第 2 層を音響的に連続に接合した複数の二重層を順次堆積した層状構造物を有することを特徴とする超音波用音響インピーダンス整合器。

【請求項 2】 前記第 2 層の音響インピーダンスを超音波発振器の音響インピーダンスにほぼ等しくしたことを特徴とする請求項 1 記載の超音波用音響インピーダンス整合器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波発振器とこれによって超音波を入射させるべき対象との間に介在させて音響インピーダンスを整合することによって超音波の透過率を向上させる超音波用音響インピーダンス整合器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、超音波発振器からその対象に超音波を入射させるに当たり、超音波発振器を対象に直接接触させたり、これら超音波発振器と対象との間に均一な材料で構成されたものを介在させている。また、超音波発振器と対象との間に液体を配置し、超音波に対する集束レンズを用いて超音波を対象に入射することもある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの場合、音響インピーダンスの不整合によって、対象からの反射波が発生し、超音波発振器から対象への超音波の透過率向上に悪影響が及ぼされる。

【0004】本発明の目的は、超音波発振器から対象への超音波の透過率を向上させる超音波用音響インピーダンス整合器を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明による超音波用音響インピーダンス整合器は、超音波発振器とこの超音波発振器からの超音波を照射すべき対象との間に介在され、第 1 の材料から構成された第 1 層及びその第 1 の材料とは異なる第 2 の材料から構成された第 2 層を音響的に連続に接合した複数の二重層を順次堆積した層状構造物を有することを特徴とするものである。

【0006】本発明によれば、音響的に連続に接合した複数の二重層によって音響インピーダンスを実効的に完

$$\cos \gamma = \cos \alpha \cos \beta - \frac{1}{2} (Z_A / Z_B + Z_B / Z_A) \sin \alpha \sin \beta \quad (1)$$

なお、 $\alpha = D_A / V_A$ 及び $\beta = D_B / V_B$ とする。

【0012】上記分散関係において、一つの共鳴条件として $\sin \alpha = \sin \beta$ かつ $\cos \alpha = -\cos \beta$ となる角振動数 k が存在する条件がある。このとき、式

完全に整合することができ、これによって対象から超音波発振器への反射波の発生が抑制される。これは、超音波発振器から対象への超音波の透過率を向上させるために、層状構造物の共鳴的表面振動を利用したものである。なお、第 1 層と第 2 層は同一材料でない又は音響インピーダンスの異なる材料である。

【0007】好適には、前記第 2 層の音響インピーダンスを超音波発振器の音響インピーダンスにほぼ等しくする。これによって、超音波発振器と超音波用音響インピーダンス整合器との間で超音波の反射が発生せず、超音波発振器から対象への超音波の透過率を一層向上させることができる。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明による超音波用音響インピーダンス整合器の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。図 1 は、本発明の超音波用音響インピーダンス整合器による音響インピーダンスの整合を示す図である。図において、超音波用音響インピーダンス整合器 1 を、超音波発振器 2 と超音波発振器 2 からの超音波を照射すべき対象 3 との間に介在させる。

【0009】超音波用音響インピーダンス整合器 1 は 2 個の二重層 1 a , 1 b を堆積した層状構造物を有し、二重層 1 a , 1 b は、材料 A から構成された第 1 層 1 a - 1 , 1 b - 1 と、材料 A とは異なる材料 B から構成されるとともに第 1 層 1 a - 1 , 1 b - 1 に音響的に連続に接合した第 2 層 1 a - 2 , 1 b - 2 を有する。超音波発振器 2 を従来既知の任意のものとしてことができ、対象 3 を任意のものとしてすることができる。

【0010】ここで、超音波用音響インピーダンス整合器 1 の層状構造物内で反射波が存在しなくなる共鳴透過時での層状構造物の特性インピーダンスである実効的な音響インピーダンス Z_e を次のように定義する。材料 A , B の音響インピーダンスをそれぞれ Z_A , Z_B とし、第 1 層 1 a - 1 , 1 b - 1 及び第 2 層 1 a - 2 , 1 b - 2 の厚さをそれぞれ D_A , D_B とし、材料 A , B 中の超音波の速度をそれぞれ V_A , V_B とし、超音波発振器 2 の角振動数を k とすると、超音波用音響インピーダンス整合器 1 の層状構造物中を伝播する超音波に対する分散関係は、超音波を各二重層の界面に対して垂直に入射させると、次の式ようになる。

【0011】

【数 1】

(1) は、

【0013】

【数 2】

$$\cos \gamma = -1 - \frac{1}{2}(\sqrt{Z_A/Z_B} - \sqrt{Z_B/Z_A})^2 \sin^2 \beta \quad (2)$$

となる。この場合には $\cos \gamma < -1$ となるため、 c は複素数である。この条件を満足する角振動数 ω で、超音波発振器 2 との接合面に対向する超音波用音響インピーダンス整合器 1 の層状構造物の面における振動振幅は共鳴的に大きくなる。

【0014】上記共鳴条件が成立するとき、超音波用音響インピーダンス整合器 1 の層状構造物に対して、実効的なインピーダンス Z_e を以下のように導出することができる。対象 3 との接合面に対向する第 2 層 1 b - 2 内での振幅反射係数 r_{AB} に対して、次の 3 次方程式

【0015】

【数 3】

$$2\kappa^3 - 3\kappa^2 \operatorname{Re}[c] + \kappa(|c|^2 - 1) + \operatorname{Re}[c] = 0 \quad (3)$$

を満足させることが要求される。ここで、

【0016】

【数 4】

$$c = r_{AB} \frac{\cos N\gamma + i f(\gamma) \cot \beta}{f(\gamma)(1 - i \cot \beta)} \quad (4)$$

及び

【0017】

【数 5】

$$f(\gamma) = (1 + \cos \gamma) \frac{\sin N\gamma}{\sin \gamma} \quad (5)$$

である。また、 $r_{AB} = (1 - Z_B / Z_A) / (1 + Z_B / Z_A)$ は、超音波が材料 A から材料 B に入射する際の振幅反射係数である。振幅反射係数 r_{AB} に対する 3 次方程式である式 (3) が、実数 c で

【0018】

$$\text{【数 6】 } 1 - \kappa_e > -1 \quad (6)$$

を満足する解を有するとき、

【0019】

【数 7】

$$Z_e = Z_B \frac{1 - \kappa_e}{1 + \kappa_e} \quad (7)$$

で示される実効的な音響インピーダンス Z_e を定義することができる。対象 3 の音響インピーダンスが実効的な音響インピーダンス Z_e に等しく、超音波の角振動数が角振動数 ω と一致している場合、超音波用音響インピーダンス整合器 1 から対象 3 への透過率をほぼ 1 に近い極大値とすることができる。

【0020】また、超音波発振器 2 の音響インピーダンスと音響インピーダンス Z_B とが等しくなるようにし材料 B を選択して、音響的に連続に両者を接合すれば、超音波用音響インピーダンス整合器 1 と超音波発振器 2 との間で反射が発生しない。

【0021】さらに、音響インピーダンス Z_A を、上記の実効的な音響インピーダンス Z_e が与えられる条件を満足するように決定すると、 $Z_B < Z_A$ の場合、実効的な音響インピーダンス Z_e は音響インピーダンス Z_B の 1 / 10 程度の範囲内で、 $Z_B > Z_A$ の場合、実効的な音響インピーダンス Z_e は音響インピーダンス Z_B の 10 倍程度の範囲内で実効的に音響インピーダンスを整合させることができる。

【0022】本実施の形態では二重層の個数を 2 としているが、二重層の個数は、超音波の透過率を決定する因子となっているので、適切な個数を選定する必要がある。音響インピーダンス Z_A と音響インピーダンス Z_B との比が 1 : 1.2 程度又は 1.2 : 1 程度の金属を用いる場合には、個数を 6 ~ 10 とするのが適切である。

【0023】対象を 20 の蒸留水とした場合、材料 A から構成された第 1 層及び材料 B から構成された第 2 層を有する 8 個の 2 重層を具える超音波用音響インピーダンス整合器を超音波発振器と対象との間に介在させたときに得られる透過率及び物質 B のみを介在させたときに得られる透過率は次のようになった。ここで、第 1 層及び第 2 層の厚さを共に 5 mm とする。

【0024】

【表 1】

材料 A	材料 B	共鳴振動数 f_R	透 過 率		透過率の 向上比
			材料 A, B	材料 B	
Ni	Cu	272 kHz	0.92	0.15	6.1
Cu	Ag	208 kHz	0.82	0.13	6.3
コンスタンタン	Ag	211 kHz	0.95	0.13	7.3
Ge	Ti	299 kHz	0.94	0.18	5.2
Ti	Be	420 kHz	0.79	0.20	4.0

【0025】〔表 1〕から明らかなように、二重層を有する超音波用音響インピーダンス整合器を介在させた場合には単一材料を介在させた場合に比べて透過率が 4 .

0 ~ 7.3 倍に向上していることがわかる。ここで、共鳴振動数 f_R と角振動数 ω との間には、

【0026】

【数 8】 $f_R = R / 2$ (8)
 の関係がある。なお、第 1 層及び第 2 層の厚さを x 分の 1 にすると、共鳴振動数 f_R は x 倍となるという性質を有する。

【0027】本実施の形態によれば、音響的に連続に接合した複数の二重層によって音響インピーダンスを実効的に完全に整合することができ、対象から超音波発振器への反射波の発生が抑制されるので、超音波発振器から対象への超音波の透過率を向上させることができる。

【0028】また、第 2 層の音響インピーダンスを超音波発振器の音響インピーダンスにほぼ等しくすると、超音波発振器と超音波用音響インピーダンス整合器との間で超音波の反射が発生せず、超音波発振器から対象への超音波の透過率を一層向上させることができる。

【0029】さらに、超音波用音響インピーダンス整合器の層状構造物を簡単に構成できるので、超音波用音響インピーダンス整合器の耐久性が高くなり、かつ、超音波用音響インピーダンス整合器の製造が容易になる。

【0030】本発明は上記実施の形態に限定されるもの

ではなく、幾多の変更及び変形が可能である。例えば、超音波用音響インピーダンス整合器の層状構造物の材料及び形状を、対象の音響的性質に応じて適切に選択することができ、例えば、板状の金属、板状のプラスチック等によって層状構造物を構成することができる。また、各二重層の第 1 層及び第 2 層の厚さは全て同一である必要がなく、対象の音響的性質に応じて任意に選択することができる。

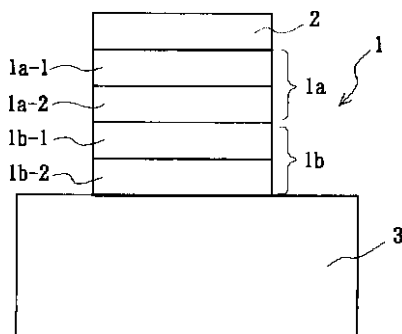
【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の超音波用音響インピーダンス整合器による音響インピーダンスの整合を示す図である。

【符号の説明】

- 1 超音波用音響インピーダンス整合器
- 1 a , 1 b 二重層
- 1 a - 1 , 1 b - 1 第 1 層
- 1 a - 2 , 1 b - 2 第 2 層
- 2 超音波発振器
- 3 対象

【図 1】



【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 12 月 15 日 (1999 . 12 . 15)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 1】 超音波発振器とこの超音波発振器からの超音波を入射させるべき対象との間に介在され、第 1 の材料から構成された第 1 層及びその第 1 の材料とは異なる第 2 の材料から構成された第 2 層を音響的に連続に接合した複数で同種の二重層を順次堆積した層状構造物を有し、前記層状構造物の表面における共鳴的な振動によって前記超音波発振器から対象への超音波の透過率を向上させるように構成したことを特徴とする超音波用音響

インピーダンス整合器。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明による超音波用音響インピーダンス整合器は、超音波発振器とこの超音波発振器からの超音波を照射すべき対象との間に介在され、第 1 の材料から構成された第 1 層及びその第 1 の材料とは異なる第 2 の材料から構成された第 2 層を音響的に連続に接合した複数で同種の二重層を順次堆積した層状構造物を有し、前記層状構造物の表面における共鳴的な振動によって前記超音波発振器から対象への超音波の

透過率を向上させるように構成したことを特徴とするも のである。