

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5083970号
(P5083970)

(45) 発行日 平成24年11月28日(2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日(2012.9.14)

(51) Int.Cl. F I
HO4R 17/10 (2006.01) HO4R 17/10 330A
HO4R 23/00 (2006.01) HO4R 17/10 330Y
 HO4R 23/00 330

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2008-56071 (P2008-56071)
 (22) 出願日 平成20年3月6日(2008.3.6)
 (65) 公開番号 特開2009-213017 (P2009-213017A)
 (43) 公開日 平成21年9月17日(2009.9.17)
 審査請求日 平成23年3月1日(2011.3.1)

(73) 特許権者 899000057
 学校法人日本大学
 東京都千代田区九段南四丁目8番24号
 (74) 代理人 100124257
 弁理士 生井 和平
 (72) 発明者 三浦 光
 東京都千代田区九段南四丁目8番24号
 学校法人日本大学内
 審査官 菊池 充

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 縞モード振動板を用いる超音波音源

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波を放射する超音波音源であって、該超音波音源は、
 振動子と振動伝達部とからなる振動源と、
 前記振動源による振動に共振して縞モード振動が生ずる振動板と、
 前記振動板の一辺から延在し、前記振動源が接続される駆動点を有する駆動凸部と、
 を具備することを特徴とする超音波音源。

【請求項2】

請求項1に記載の超音波音源において、前記駆動凸部は、縞モード振動の節線と平行な振動板の一辺から延在することを特徴とする超音波音源。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載の超音波音源において、前記駆動凸部は、前記振動板の一辺の中心から延在することを特徴とする超音波音源。

【請求項4】

請求項1乃至請求項3の何れかに記載の超音波音源において、前記駆動凸部は、その前記振動板から駆動点までの長さが、自然数から0.1を引いた値の倍数であることを特徴とする超音波音源。

【請求項5】

請求項1乃至請求項4の何れかに記載の超音波音源において、前記振動板は、その縞モード振動の節線の間隔に対する節線と平行な一辺の長さが、自然数且つ奇数であることを

特徴とする超音波音源。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波音源に関し、特に、縞モード振動板を用いる超音波音源に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、空気中に強力な音波を放射する音源として、縞モード振動板や格子モード振動板を用いた矩形たわみ振動板型の超音波音源が存在する。このような振動板は、例えば非特許文献1や非特許文献2に開示されている。これらは、大出力容量の空中超音波を高効率で発生できるため、集塵や乾燥等に利用されている。

10

【0003】

このような縞モード振動板では、発生した超音波がそのまま空気中に放射された後減衰されてしまうため、有効に音波エネルギーを利用できない問題があった。また、強力音場の範囲も必然的に狭くなってしまう問題もあった。このような問題を解決するために、特許文献1では、縞モード振動板の一側面又は表裏両面側に、板面から放射された超音波を一端に開口した放射口に向けて反射して合成音波と成す反射板と傾斜反射板をそれぞれ設け、各反射板には放射口から放射される合成された超音波を内側に反射してライン状に集束する放物面反射板を連設したものが開示されている。

【0004】

20

【特許文献1】特開平9-299881号公報

【非特許文献1】山根宏之、川村雅恭著「屈曲振動板と反射板とを用いた空中超音波音源」日本音響学会誌、Vol.32、No.2、1976年02月01日、p.83-91

【非特許文献2】三浦光著「格子モード方形たわみ振動板を用いた空中超音波音源」日本音響学会誌、Vol.50、No.9、1994年09月01日、p.677-684

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に開示の超音波音源を含めて、縞モード振動板を用いた超音波音源では、振動源が接続される駆動点はすべて振動板の中心に配置されていた。即ち、振動板の面内に駆動点が設けられるものであった。したがって、駆動点に接続される振動源の共振棒や振幅拡大ホーン等が振動板の中心に配置されることになるためこれが妨げとなり、音源として利用するとき制約を受けるものであった。例えば特許文献1のような反射板を設ける構造の場合、裏面に反射板を設けようと思うと、共振棒等を避けるように反射板に孔を設け、これを共振棒が貫くように構成しなければならなかった。このため、反射板と振動板間に存在してしまう共振棒の影響や、反射板に設けられた孔の影響等により、電気音響変換効率が落ちてしまっていた。

30

【0006】

本発明は、斯かる実情に鑑み、振動板の表裏の区別も無く、超音波音源の利用性を高め、電気音響変換効率も良好な超音波音源を提供しようとするものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した本発明の目的を達成するために、本発明による超音波音源は、振動子と振動伝達部とからなる振動源と、振動源による振動に共振して縞モード振動が生ずる振動板と、振動板の一辺から延在し、振動源が接続される駆動点を有する駆動凸部と、を具備するものである。

【0008】

ここで、駆動凸部は、縞モード振動の節線と平行な振動板の一辺から延在するものであれば良い。

50

【 0 0 0 9 】

また、駆動凸部は、振動板の一辺の中心から延在するものであっても良い。

【 0 0 1 0 】

また、駆動凸部は、その振動板から駆動点までの長さが、自然数から 0 . 1 を引いた値の倍数であれば良い。

【 0 0 1 1 】

また、振動板は、その縞モード振動の節線の間隔に対する節線と平行な一辺の長さが、自然数且つ奇数であれば良い。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明の超音波音源は、振動板から延在する駆動凸部に駆動点を設けることにより、振動板の面外に駆動点を配置できるため、振動板の表裏の区別無く超音波音源を利用でき、したがって、電気音響変換効率も良好な超音波音源を実現可能であるという利点がある。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図示例と共に説明する。図 1 は、本発明の超音波音源の構成を説明するための斜視図である。図示の通り、本発明の超音波音源は、振動源 1 と振動板 2 と駆動凸部 3 とから主に構成されるものである。図示例では、振動源 1 は、振動子 1 0 と、振動伝達部 1 1 とから構成されている。振動子 1 0 は、超音波振動を発生させるものであり、高強度で大振幅特性に優れたものが好ましい。振動子 1 0 の具

【 0 0 1 4 】

体例としては、例えばランジュバン型振動子や磁歪振動子等が挙げられる。振動伝達部 1 1 は、振動子 1 0 からの振動を駆動点に伝達するものである。振動伝達部 1 1 は、例えば振幅拡大用ホーン 1 2 及び共振棒 1 3 とから構成されている。振幅拡大用ホーン 1 2 は、振動子 1 0 からの振動を拡大するためのホーンである。また、共振棒 1 3 は、縦振動周波数調整用の棒であり、これは振動子 1 0 からの振動周波数を振動板 2 の共振周波数に合わせるために微調整を行うものである。なお、図示例では振動伝達部 1 1 として、振幅拡大用ホーン 1 2 や共振棒 1 3 を示したが、本発明はこれに限定されず、振動子 1 0 からの振動を振動板 2 に伝達でき、振動板を共振させるものであれば、振幅拡大や周波数調整はしなくても良い。

【 0 0 1 5 】

振動板 2 は、振動源 1 による振動に共振して縞モード振動が生ずるものである。図示例の振動板 2 は、縞モード振動を生ずるべく寸法を構成した矩形状のものである。図示例では、縞モード振動の節線は、長手方向の辺に垂直な方向に現れるものを示している。しかしながら、本発明はこれに限定されず、必要により長手方向の辺に平行な方向に縞モード振動の節線が現れるように設計しても良いし、振動板の形状についても必ずしも矩形状のものでなくても良い。

【 0 0 1 6 】

そして、本発明の超音波音源に用いられる振動板 2 には、駆動凸部 3 が設けられている。駆動凸部 3 は、振動板 2 の一辺から延在し、振動源 1 が接続される駆動点 3 0 を有して

【 0 0 1 7 】

いる。ここで、駆動凸部 3 についてより詳細に説明する。図 2 は、本発明の超音波音源に用いられる振動板の上面図である。図中、図 1 と同一の符号を付した部分は同一物を表わしている。なお、図中の点線は、縞モード振動の節線を表している。図 2 に示されるように、駆動凸部 3 は、縞モード振動の節線と平行な振動板 2 の一辺から延在している。なお、駆動凸部 3 は、振動板 2 を切り出して一体的に形成されても良いし、振動板 2 に後から固定されても良い。図示例では、駆動凸部 3 は、振動板 2 の一辺の中心から延在するものを示した。しかしながら、本発明はこれに限定されず、振動板 2 において縞モード振動が生ずる位置であれば、必要により中心からオフセットした位置に設けられても良い。また、駆動凸部は、縞モード振動の節線と垂直な一辺から延

10

20

30

40

50

在するようなものでも良い。さらに、図示例の駆動凸部 3 は、振動板 2 の面と共面のものを示したが、本発明はこれに限定されず、振動板 2 に縞モード振動が生ずるよう振動が伝わるものであれば、共面ではなく、駆動凸部を例えば曲面状に曲げて良い。

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の超音波音源に用いられる振動板及び駆動凸部の設計について説明する。本発明の超音波音源に用いられる振動板 2 は、縞モード振動を生ずるべく寸法を構成した矩形形状のものである。図 2 に示されるように、縞モード振動の節線の間隔を d とすると、以下の関係式が成り立つ。

【 数 1 】

$$d = \sqrt{\frac{\pi C_D h}{2f}}$$

10

但し、 C_D は振動板の材料に固有な定数、 h は振動板の板厚、 f は共振時に縞モード振動が現れる周波数である。

【 0 0 1 9 】

ここで、節線と垂直な辺の長さを L 、節線と平行な辺の長さを W とすると、以下の関係式が成り立つ。

$$L = (N_L - 0.5) d$$

$$W = N_W d$$

但し、 N_L は節数であり自然数、 N_W は自然数である。

20

【 0 0 2 0 】

上述のような関係式を用いて縞モード振動を生ずるように振動板 2 が設計される。

【 0 0 2 1 】

また、図 2 に示されるように、振動板 2 の辺から駆動凸部 3 の駆動点 30 までの長さを L_{DV} とすると、以下の関係式のように定義できる。

$$L_{DV} = N_i d$$

但し、 N_i は小数値である。

【 0 0 2 2 】

以下、振動板の幅と駆動点端から振動板端までの長さを変化させた場合について検討した実験結果を説明する。なお、実験条件としては以下の通りである。超音波音源の構成としては図 1 に示したような構成であり、振動子 10 として、20 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子を用いた。また、振動伝達部 11 の振幅拡大用ホーン 12 としては、太端面の直径が 70 mm、細端面の直径が 10 mm、振幅拡大比が 7 であるジュラルミン製のエキスポネンシャルホーンを用い、共振棒 13 としては、直径 10 mm のジュラルミン製の縦振動周波数調整用の半波長共振棒を用いた。これをネジで結合し、その先端に駆動凸部 3 を有する縞モードたわみ振動板 2 をネジで結合したものをを用いた。振動板 2 及び駆動凸部 3 はジュラルミン製の板を切り出して一体的に形成されたものであり、その板厚 h は 3 mm である。また、このとき、 C_D は 1509 kHz · mm とし、 $N_L = 12$ 一定とした。また、 f は 19.8 kHz、 d は 18.86 mm とした。

30

40

【 0 0 2 3 】

従来技術のように駆動点が振動板の中心にある場合には、 N_W の値は自然数で奇数であることが知られている。本発明の駆動凸部による振動板において良好な駆動を行うための N_W の値について、上述の実験条件下において検討した。図 3 は、縞モード振動の節線の間隔に対する節線と平行な辺の長さを変化させたときの音源の電気インピーダンスの大きさの特性を表すグラフである。 N_W は 4 から 6 まで 0.1 ごとに变えて、共振時に縞モード振動が得られたときの超音波音源の電気インピーダンスの大きさを求めた。同図から、電気インピーダンスは N_W の値が 5 のときのみ大きくなり、それ以外では小さいことが分かる。したがって、従来技術のように駆動点が振動板の中心にあるものと同様に、本発明の超音波音源でも、 N_W の値は自然数且つ奇数とすれば良いことが分かる。即ち、本発明

50

の超音波音源の振動板の設計においては、縞モード振動の節線の間隔に対する節線と平行な辺の長さを、自然数且つ奇数とすれば良い。

【 0 0 2 4 】

次に、駆動凸部を用いて振動板の良好な駆動を行うための L_{Dv} の値について、上述の実験条件下において検討した。図 4 は、節線の間隔に対する振動板端から駆動点までの長さを変化させたときの超音波音源の電気インピーダンスの大きさの特性を表すグラフである。 N_w は 5 とし、 N_i を 1 から 3 まで 0.1 ごとに变えて、共振時に縞モード振動が得られたときの超音波音源の電気インピーダンスの大きさを求めた。同図から、 N_i の値が 1.9 と 2.9 のときに電気インピーダンスが大きくなった。したがって、 N_i の値が 2 から 0.1 引いた値や 3 から 0.1 引いた値のときに電気インピーダンスが大きくなっていることから、駆動凸部の振動板から駆動点までの長さ L_{Dv} としては、自然数から 0.1 引いた値の倍数であれば良いことが分かる。即ち、本発明の超音波音源の振動板から延在する駆動凸部の設計においては、振動板端から駆動点までの長さを、自然数から 0.1 引いた値の倍数とすれば良い。

10

【 0 0 2 5 】

本発明の超音波音源では、振動板や駆動凸部を上述のように設計することで、従来と同様の縞モード振動を発生させることが可能となる。そして、本発明の超音波音源では、振動板の表裏面には何も接続する必要がないため、表裏面の区別無く利用することが可能となる。そして、振動伝達部等が振動板上に存在しないので、例えば特許文献 1 に開示のような、振動板面から放射された超音波を一端に開口した放射口に向けて反射して合成音波とするような反射板を、振動板の表裏に同じように設けることも可能となる。この結果、従来の超音波音源に比べて、電気音響変換効率も良好となり、さらに利用性も高く応用範囲も広い超音波音源が実現可能となる。

20

【 0 0 2 6 】

なお、本発明の超音波音源は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。上述した具体的な寸法や材質、形状等については、あくまでも単なる一例であり、これに限定されるものではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 7 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の超音波音源の構成を説明するための斜視図である。

【 図 2 】 図 2 は、本発明の超音波音源に用いられる振動板の上面図である。

【 図 3 】 図 3 は、縞モード振動の節線の間隔に対する節線と平行な辺の長さを変化させたときの音源の電気インピーダンスの大きさの特性を表すグラフである。

【 図 4 】 図 4 は、節線の間隔に対する振動板端から駆動点までの長さを変化させたときの超音波音源の電気インピーダンスの大きさの特性を表すグラフである。

【 符号の説明 】

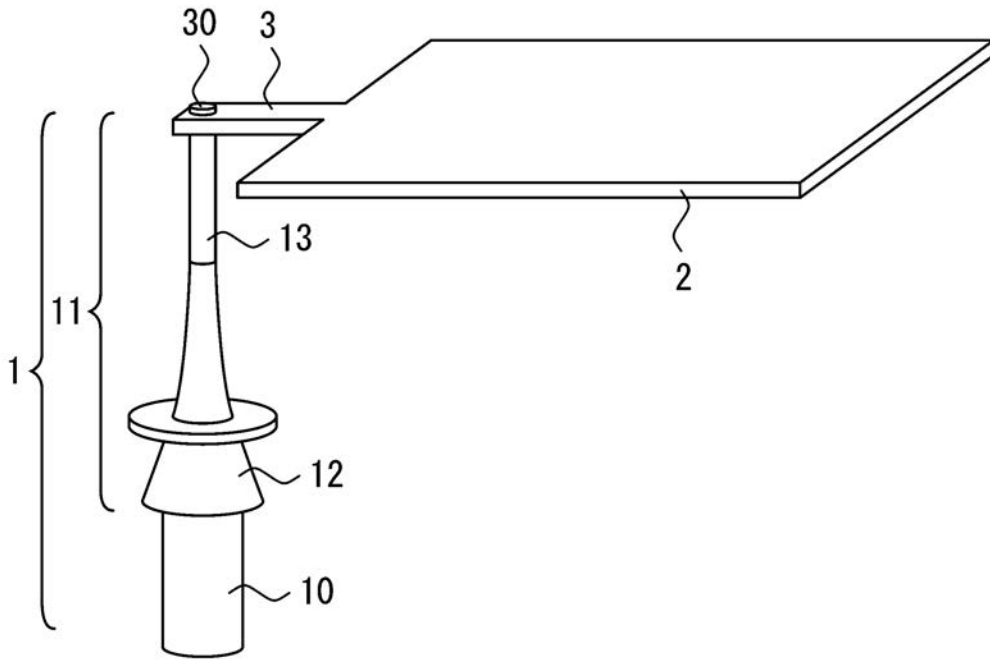
【 0 0 2 8 】

- 1 振動源
- 2 振動板
- 3 駆動凸部
- 10 振動子
- 11 振動伝達部
- 12 振幅拡大用ホーン
- 13 共振棒
- 30 駆動点

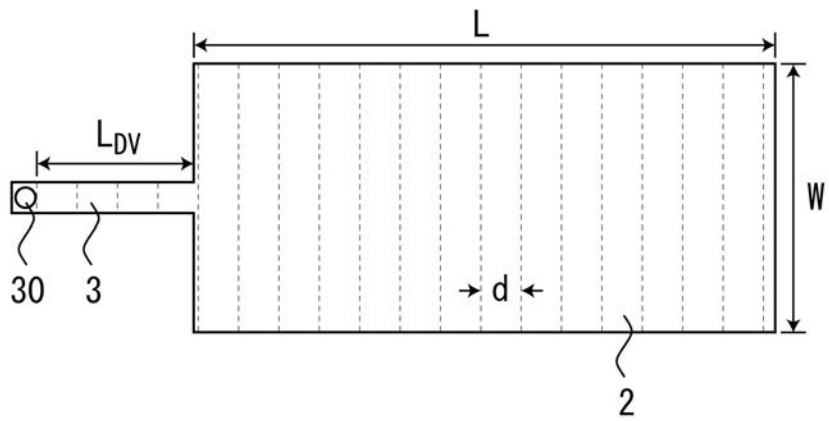
30

40

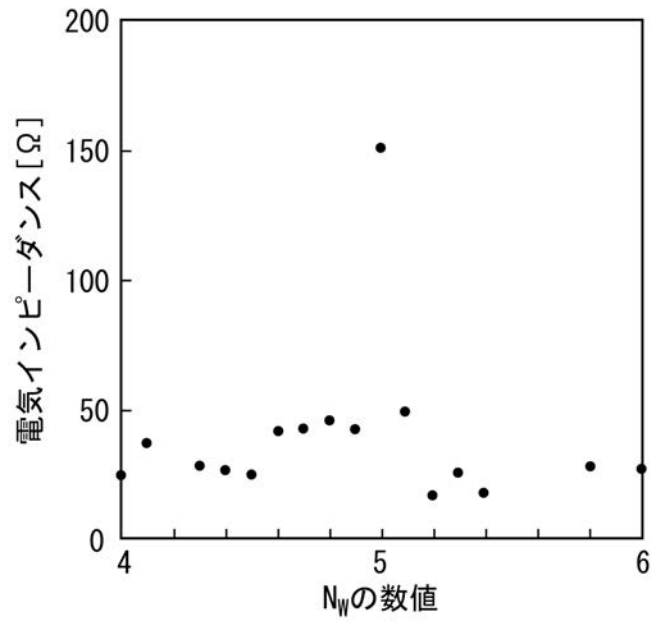
【図1】



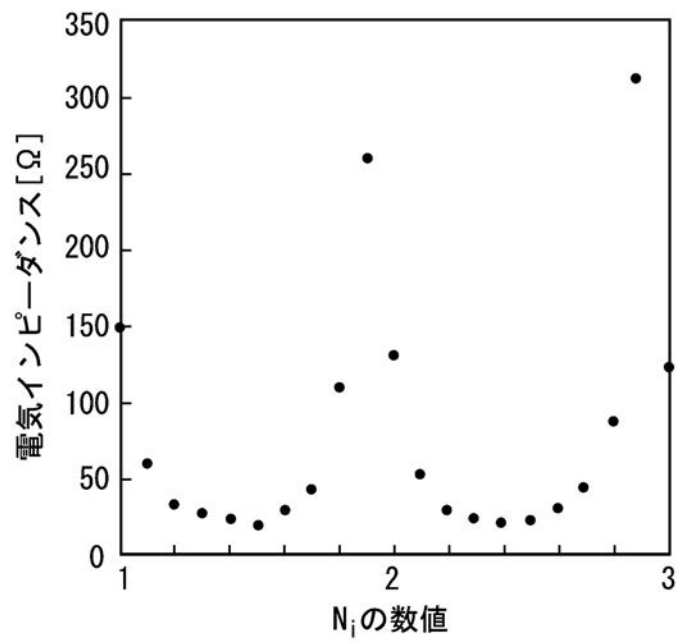
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-119839(JP,A)
特開平07-242317(JP,A)
特開2000-186700(JP,A)
特開平09-327656(JP,A)
特開昭52-116231(JP,A)
特開平03-154665(JP,A)
特開平09-299881(JP,A)
特公昭57-057192(JP,B1)
特開2003-169999(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 5/00 - 19/00

H04R 23/00