

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
【部門区分】第 7 部門第 3 区分
【発行日】平成 23 年 12 月 8 日 (2011.12.8)

【公表番号】特表 2010-505366 (P2010-505366A)
【公表日】平成 22 年 2 月 18 日 (2010.2.18)
【年通号数】公開・登録公報 2010-007
【出願番号】特願 2009-530541 (P2009-530541)
【国際特許分類】

H 0 4 R 11/02 (2006.01)

【 F I 】
H 0 4 R 11/02

【誤訳訂正書】
【提出日】平成 23 年 10 月 24 日 (2011.10.24)
【誤訳訂正 1】
【訂正対象書類名】明細書
【訂正対象項目名】全文
【訂正方法】変更
【訂正の内容】
【発明の詳細な説明】
【発明の名称】オーディオトランスデューサーにおけるポイント励起配置
【技術分野】

【 0 0 0 1 】
本発明は、オーディオトランスデューサーにおけるダイアフラムのパドルに関する。
【発明の概要】

【 0 0 0 2 】
発明の一側面では、方法はオーディオトランスデューサーの励起をサポートする。オーディオトランスデューサーは、ダイアフラムのパドルを駆動することによって励起される。パドルの複数のノード領域が、共鳴周波数に対応し 1 より大きい次数を有する高次モード成分について決定される。少なくとも二つの高次モード成分の交差領域が同定される。交差領域に励起ポイントが位置し、そこでその後パドルは機械的ソースによって励起ポイントで励起される。

【 0 0 0 3 】
発明の他の側面では、高次モード成分を決定する時に、二次モード成分と三次モード成分のノード領域が決定される。追加のモード成分を決定しても良い。

【 0 0 0 4 】
発明の他の側面では、パドルの一部を強化するなどして、ノード領域の少なくとも一つを変化させる。

【 0 0 0 5 】
発明の他の側面では、オーディオトランスデューサーのダイアフラムは、フレームと、少なくとも一つの蝶番と、パドルを含む。パドルは、少なくとも一つの蝶番によってフレームに繋がれ、音響信号を発生するように励起ポイントにおいて信号源によって励起される。少なくとも二つの高次モード成分の交差領域内に励起ポイントが位置する。

【 0 0 0 6 】
発明の他の側面では、少なくとも一つの蝶番は、スロット領域によって隔てられた二つの蝶番を含む。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図 1】図 1 は、発明の実施形態に従って励起ポイントで励起されたオーディオトランス

デューサーのダイアフラムを示す。

【図 2】図 2 は、発明の実施形態に従ったオーディオトランスデューサーを示す。

【図 3 A】図 3 A は、発明の実施形態に従って基本モードで励起されたダイアフラムのパドル。

【図 3 B】図 3 B は、発明の実施形態に従って二次モードで励起されたダイアフラムのパドル。

【図 3 C】図 3 C は、発明の実施形態に従って三次モードで励起されたダイアフラムのパドル。

【図 3 D】図 3 D は、発明の実施形態に従って四次モードで励起されたダイアフラムのパドル。

【図 4】図 4 は、発明の実施形態に従って各ノード領域が複数のモード成分の一つに関連した、パドルの異なるノード領域を描く。

【図 5】図 5 は、発明の実施形態に従った測定イヤホン応答を示す。

【図 6】図 6 は、発明の実施形態に従ったパドルのモデリングを示す。

【図 7】図 7 は、発明の実施形態に従ったプロトタイプの測定パドル速度を示す。

【図 8】図 8 は、発明の実施形態に従ったプロトタイプの測定パドル速度を示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図 1 は、発明の実施形態に従って励起ポイントで励起されたオーディオトランスデューサーのダイアフラム 100 を示す。ダイアフラム 100 は、蝶番 105 と 107 を通してフレーム 103 に接続されたパドル 101 を含む。蝶番 105 と 107 はスロット領域 111 によって隔てられている。パドル 101 はギャップ領域 109 によってフレーム 103 から隔てられている。発明の実施形態では、スロット領域 111 とギャップ領域 109 は Mylar (登録商標) の薄膜によって覆われている。Mylar の膜は、パドル 101 の前面から背面を封止する。そうでなければ、一方側で作られた正の圧力は、パドル 101 の他方側上の負の圧力によって相殺され得る。また、Mylar の膜は、パドル 101 に追加の硬度を提供し得る。

【0009】

発明の実施形態では、パドル 101 は、長さ $L = 6.76 \text{ mm}$ 、幅 3.86 mm 、厚さ 0.002 インチ のアルミニウム 1100 - H19 から構築されている。(図 1 に示すように、パドル 101 の長さには蝶番部分 105 と 107 は含まれない。しかし、もし蝶番部分 105 と 107 を含めるのであれば、長さ 0.254 mm が追加されるであろう。)

【0010】

機能的には、パドル 101 の目的は、音響信号を生成するために空気(または液体)をずらすことである。パドル 101 は、等方性の材質をもった連続的な構造であり、よって典型的には塊となったシステムのように振舞わない。もし、各々が狭帯域の周波数を再生することが期待される複数のドライバーをもったイヤホンを設計しているのであれば、ドライバーの塊となった均等物に基づいてシステムを最適化出来得る。しかし、単一の広帯域ドライバーであれば、ある程度の高周波数制御を得るために塊となった(低周波数)特性は妥協しなければならない。このアプローチは、ダイナミックドライバーコンポーネントの機械的な振る舞いを理解することに相当する。

【0011】

パドル 101 を駆動する励起ポイント 113 を適切に位置付けすることにより、オーディオトランスデューサーの高周波応答を向上出来る。線形なダイナミックエクスカッションについては、パドル 101 の変位は数学的には、モード成分の加重和として表すことができ、ここで加重定数(モード関係ファクター)は周波数と負荷の関数であり、モードは材質とジオメトリーと境界条件の関数である。各モード成分は関連する共鳴周波数を有し、正味の変位に貢献するかもしれないかも知れない(パドル表面上でのモードの積分によって決められる)。基本モードは片持ち梁化されたパドルの応答に最大の正味の変位に貢献

する。従って、周波数レンジ全体を通して基本モード成分の影響を拡張することが望ましい。残念ながら、与えられた片持ち梁化されたパドルは、 20 kHz より下に多くのモード成分を持ち得る。変位は全てのモード成分の重ね合わせであるが、構造が単一のモード共鳴周波数で励起される時は、結果として得られる変位はそのモードだけから構成される（残りのモードの加重定数が全て零）。この観察は、 20 kHz より下のモード共鳴周波数の各々においては、パドル変位は単一のモード貢献からなり、従って基本共鳴周波数を除くと基本モードからの貢献は持たないことを意味する。しかし、これはモード領域（対応する共鳴周波数においてモード変位を経験しない構造上の位置）において励起が起こらない時だけ本当である。

【0012】

これから議論されるように、パドル101が励起ポイント113で励起され、全ての高次モード成分が励起ポイント113を通る関連したノード領域（ノードラインとして理想化され得る）を有する時、高次モード成分は結果として得られるパドル変位には貢献しない。（高次モード成分は、1より大きい次数を有する。基本モード成分は1の次数を有する。）基本モード成分に帰される変位を結果として得られる変位が部分的に打ち消すので、高次モード成分の貢献は典型的には望ましくない。高次モード成分の影響は、励起ポイント113の位置を注意深く選ぶことによってかなり削減できる。しかも、蝶番ノード以外のパドル上のいかなる位置かに励起を印加することは、基本モード成分を励起する。その基本モードで振動すると、パドル全体が位相を揃えて動く。

【0013】

図1に示す例示的实施形態では、二つの最も低い偶数次モード（2と4）が、蝶番105と107から自由端の先端までのパドル101の中央を通るノード領域を共有する。二次と四次のモード成分は位相を変位させて振動する同等の部分をも有し、従って零に積分されて正味の変位には貢献しない。しかしこれらのモード成分の励起は、潜在的に二つの共鳴周波数における応答の鋭い落ちを引き起こすことが出来る。

【0014】

20 kHz より下の残りの奇数次（第3）モード成分は、パドルの自由端が位相を変位させて振動する結果となり、基本モードと比較してより小さい正味の変位に積分される。例示的实施形態では、第三モードの第二のノードラインの位置（第一のノードラインは蝶番端にある）は蝶番から約 $0.66 \times L$ の距離にあり、ここで L はパドル長である。中心線に沿ったこのポイントはモード形状によって規定されるので、励起ポイント113の位置は材質とジオメトリーと境界条件の関数である。蝶番から $0.66L$ の距離をもつ中心線に沿ったポイントにおいて片持ち梁化されたパドル301にポイント力を印加することは、基本モードを励起するが、 20 kHz より下の残りの3つのモードは励起しない。これは、パドルの自由端において（即ち、蝶番から L の距離において）ポイント力を印加したときに得られるであろう周波数よりかなり上の基本モードの影響を拡張する。従って、高次モード成分の影響が有意になる前に、より広い帯域幅に跨ってダイアフラム300が制御される。

【0015】

20 kHz より下の3つの残りのモードの貢献の削減を通じた基本振動モードの分離。分離は、3つの望ましくないモード形状のノードラインの交差点にポイント力励起を配置することによって達成される。具体的な位置は、ジオメトリーと材質に依存するが、この技術を用いて様々な構成について決定することができる。ノードラインの位置を決定して、よって最適励起ポイントを予測するのに、コンピューターシミュレーション（有限要素分析）を使うことが出来る。

【0016】

（2次元にモデル化された）パドル変位は、

【数 1】

$$\eta(\varepsilon, \zeta) = \sum_{j=1}^{\infty} \alpha_j \Psi_j(\varepsilon, \zeta) \quad (\text{EQ. 1})$$

のように表現され得て、ここで Ψ_j は位置 (x, y) におけるパドル変位、 α_j は周波数と負荷の関数であるモード加重ファクター、 $\Psi_j(x, y)$ は j 次モード成分についてのモード変位である。モード変位は境界条件の関数であり、典型的にはモード形状と呼ばれるものを規定する。特定の位置 (x, y) におけるパドル変位は、ポイント (x, y) におけるモード変位に、実数または複素数であり得る加重ファクターを掛けたものの和である。理想的な（損失のない）材料では、 $f = f_j$ （ j 番目の共鳴周波数に対応する）において構造を励起することは、励起ポイントがノード領域上に位置していないとすれば、 j 次モード成分のみを励起する（即ち、 $f = f_j$ ）。（ノードラインと呼ばれ得るノード領域は、対応するモード成分について本質的に零変位を有する領域を同定する。）

【0017】

現実の材料では、励起ポイントがモード成分の（例えば図4に示されるような）ノード領域内に位置していないとすれば、内部損失（構造減衰）がモード減衰を導入して、モード成分 f_1 と f_j の和（ $f = f_1 + f_j$ ）である応答に結果としてなる。もしモード成分についての変位がパドル101に渡って零に積分されるなら、モード成分はパドル応答には貢献しない（液体または空気の変位がない）。

【0018】

例示的实施形態によって、励起ポイント113は、蝶番105と107から約4.43 mm（即ち、0.66 L）に位置する。理論的計算とシミュレーション結果は励起ポイント113のおよその位置を提供するが、プロトタイプからの実験結果は、プロトタイプが理想的モデルからはずれている結果として位置は調節されることを示唆し得る。例えば、理論的結果はパドルのモデリングに依存する。

【0019】

図2は、発明の実施形態に従ったオーディオトランスデューサー200を示す。（図1に示されたダイアフラム100に対応する）ダイアフラム201は駆動ピン取り付けポイント205において駆動ピン203によって駆動（励起）される。その一方、駆動ピン203は、電子回路（図示せず）からの（典型的にはオーディオ周波数レンジの）電気信号によって励起される（磁石209とコイル211からなる）電機子構造と共同してリード207によって駆動される。実施形態では、駆動ピン取り付けポイント205は、（図1に示された励起ポイント113に対応する）パドルの表面上の単一のポイントとしてモデル化される。

【0020】

図3A - 3Dは、（図1に示されたギャップ領域109をもつダイアフラム100のパドル101に対応する）ギャップ領域309をもつダイアフラム300のためのパドル301の変位分析を示す。前に議論したように、例示的实施形態によってパドル301は長さ $L = 6.76 \text{ mm}$ と幅 3.86 mm を有する。シミュレーション351、353、355、357において、変位は有限要素分析（FEA）から決められる。FEAによって、パドル301のコンピューターモデルは、メッシュと呼ばれるグリッドとして配列された（しばしばノードと呼ばれる）選択されたポイントをもって構築される。シミュレーションにおいて、パドル301はチタニウムグレード1の材質をもってモデル化されるが、代替的なシミュレーションはアルミニウム1100-H19の材質を利用しても良い。

【0021】

発明の実施形態によって、パドル301は、パドル301の長さに沿って位置する2つの肋材をもってモデル化される。肋材は典型的にはパドル301の共鳴周波数を上げる。高次モード成分の効果が削減されるので、共鳴周波数を上げることは典型的には望ましい

。しかしながら、肋材を追加することはパドル 301 の硬度も増加し、従ってパドル 301 の音響応答を低減する傾向がある。図 3 A - 3 D に示すモード構造は励起ポイントには依存しないことに注意されたい。

【0022】

図 3 A は、発明の実施形態に従ってパドル 301 が (EQ. 1 で $j = 1$ に対応する) 基本モードで励起されるシミュレーション 351 を示す。対応する共鳴周波数 (f_1) はおよそ 786 Hz に等しい。図 3 A に示されるように、パドルの変位量は異なる影でもって示され、より暗い領域ほど変位が少ない。(黒い領域内では、変位はおよそ零である。よって、黒い領域がノード領域である。)これに対応して、ノード領域 391 (基本モード成分) はおよそ零の変位に対応する。

【0023】

図 3 B は、発明の実施形態に従ってパドル 301 が (EQ. 1 で $j = 2$ に対応する) 二次モードで励起されるシミュレーション 353 を示す。対応する共鳴周波数 (f_2) はおよそ 3690 Hz に等しい。ノード領域 393 (二次モード成分) はおよそ零の変位を持つ。

【0024】

図 3 C は、発明の実施形態に従ってパドル 301 が ($j = 3$ に対応する) 三次モードで励起されるシミュレーション 355 を示す。対応する共鳴周波数 (f_3) はおよそ 11400 Hz に等しい。ノード領域 395 (三次モード成分) はおよそ零の変位を持つ。

【0025】

図 3 D は、発明の実施形態に従ってパドル 301 が ($j = 4$ に対応する) 四次モードで励起されるシミュレーション 357 を示す。対応する共鳴周波数 (f_4) はおよそ 16600 Hz に等しい。ノード領域 397 (四次モード成分) はおよそ零の変位を持つ。

【0026】

図 3 A - 3 D は、最初の 4 つのモード成分についてのシミュレーションを示すが、4 よりも次数の大きな (即ち $j > 4$) モード成分は有限要素分析を使って決めても良い。しかしながら、典型的なオーディオ応用は、人間の耳の限界のために典型的には 20 kHz より少ない周波数だけを考慮する。

【0027】

図 4 は、発明の実施形態に従って各ノード領域が複数のモード成分の一つに関連した、パドル 101 の異なるノード領域を描く。図 4 は異なるノード領域だけを描いていることに注意されたい。図 3 A - D は例示的实施形態についてのシミュレーションされたノード領域を示す。ノード領域 401、403、405、407 はそれぞれノード領域 391、393、395、397 に対応する。1 よりも大きな次数を有するモード成分は高次モード成分と名づけられる。

【0028】

偶数次モード成分は、パドル 101 の中心線 451 について対称なノード領域を有する。励起ポイント 113 は典型的には中心線 451 上に位置しているので、偶数次モード成分は励起されない。(ただし、これから議論されるように発明の実施形態は、励起ポイント 113 が領域 453 内で中心線 451 について非対称に位置することを可能とする。)少量の非対称負荷は偶数次モード成分を励起するが、正と負の変位のほぼ等しい貢献は、パドル 101 の全体的変位応答に対して無視できるのに十分小さな総変位に結果としてなる。

【0029】

交差領域 453 は、高次モード領域の交差点によって決められる。図 4 に示されるように、交差領域 453 はノード領域 403、405、407 の交差に対応する。もし励起ポイント 113 が交差領域 453 内に位置していれば、高次モード成分に帰される変位は削減され、パドル 101 の変位分析において無視されても良い。従って、パドル 101 の励起は、(図 3 A に示されるような) 基本励起によって本質的に決められる。例示的实施形態では、励起ポイント 113 は、中心線 451 に沿って蝶番 105 と 107 から 0.66

L (ここでLはパドル101の長さ)におよそ位置している。

【0030】

パドル101は上述したように有限要素分析を使って分析しても良いが、他のアプローチを使って励起ポイント113の位置を決めても良い。例えば、パドル101の音響的反動負荷を無視して、これから議論されるように図6にモデル化されるような分析を使ってパドル変位を近似化しても良い。また、交差領域を決めるために異なるモード成分についてパドル101の変位を測定しても良い。励起ポイント113の配置を決めるのに変位を測定することは経験的であり、典型的には時間を要する。しかも、パドル101が変化させられた(例えば、パドル形状を変更したり肋材を追加したりした)時に測定を繰り返さなければならない。

【0031】

図5は、発明の実施形態に従った測定イヤホン応答500を示す。周波数応答501は、励起ポイントがおよそパドル301の端(即ち、 $x = 0.90L$)に位置するときのパドル301の応答を示す一方、周波数応答503は、励起ポイントがおよそ $x = 0.66L$ に位置するときの応答を示す。測定イヤホン応答500は、励起ポイントが交差領域453内に位置するとき周波数応答が拡張されることを示唆する。特に、上記議論に従って三次モード成分からの貢献が実質的に削減される。

【0032】

図6は、発明の実施形態に従ったパドル601のモデリングを示す。発明の実施形態によって、例えば三次モード成分のような高次モード成分を削減する励起ポイントの位置を決めるためにパドル601が分析されても良い。パドル601は、長さL、一定の幅b、一定の厚さhを有する片持ち梁化されたビームとしてモデル化されている。片持ち梁化されたビームとしてモデル化されたパドル601は、

【数2】

$$\Psi_j(x) = C(\lambda_j x) - \gamma_j D(\lambda_j x) \quad (\text{EQ. 2})$$

で与えられるモード形状を有する。

片持ち梁化されたビームの自然周波数を決める特性方程式は、

【数3】

$$\cosh(\lambda_j L) \times \cos(\lambda_j L) + 1 = 0 \quad (\text{EQ. 3})$$

で求められる。

【0033】

モード加重ファクターは、

【数4】

$$\alpha_j = \frac{\int_0^L q(x) \Psi_j(x) dx}{(EI \lambda_j^4 - \rho A \omega^2) \int_0^L \Psi_j^2(x) dx} \quad (\text{EQ. 4})$$

から決められ、ここで $q(x)$ は x の関数としての力、 E は材料のヤング率、 I は面積モーメント、 ρ は材料密度、 A は断面積である。 λ_j は j の関数であるが、位置 x の関数ではないので定数である。片持ち梁化されたビームは幅 b と厚さ h の一定の長方形断面を有するので、面積モーメント I は、

【数 5】

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (\text{EQ. 5})$$

で与えられる。

従って、モード共鳴周波数 ω_j は、

【数 6】

$$\omega_j = \lambda_j^2 \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \quad (\text{EQ. 6})$$

で与えられる。

【0034】

高次モード成分を削減する励起ポイントを位置付けするために、 j 次モード成分の貢献を除去するために λ_j が本質的に零であるように x を変動することができ、ここで $q(x)$ は片持ち梁化されたビームに沿った単一のポイント x' において印加された力である。もし励起ポイントがパドルの中心線に位置していれば、偶数次モード成分の変位貢献は本質的に零である。そのような場合には、三次モード成分が、高次モード成分の最大の効果を持つ。従って、 λ_3 （三次モード成分のモード加重ファクター）を削減するためにパドルの長さに沿って励起ポイントの位置を変動する。

【0035】

図 7 は、発明の実施形態に従って 7400 Hz で測定された第一のパドルプロトタイプ（図示せず）のパドル速度プロット 701 を示す。（パドル速度は、パドルに沿った位置の関数として mm/sec で測定される。） x 軸は多数の測定ポイントのみを示す。実際の距離 L に変換するには、スキャン解像度（メートル当りのポイント数）を得る必要がある。第一のパドルプロトタイプによって、励起ポイントはパドルの端の近く（ $x = 0.90L$ ）に位置し、ここで蝶番は x 軸上のポイント 112 に位置している。基本（一次）モード成分からのより少ない貢献と共に三次モード成分からの貢献が観察される。三次モード成分からの貢献は、励起周波数がおよそ 11400 Hz に等しい第三共鳴周波数 f_3 に等しくなるまで、励起周波数と共に増加する。

【0036】

図 8 は、発明の実施形態に従って 7400 Hz で測定された第二のパドルプロトタイプ（図示せず）のパドル速度プロット 801 を示す。励起ポイントはダイアフラムの蝶番部分からおよそ 0.66L に位置している。パドル速度プロット 701 と比較すると、三次モード成分からの変位貢献は無視できるものである一方、パドルの動きは基本モード形状によって支配されている。図 7 と 8 に示した実験結果は、上述したように、パドル端から離れた励起の配置が高次モード成分からの貢献を実質的に削減し、従って音響デバイスの周波数応答を向上することを示唆する。

【0037】

発明を実行するのに現在好ましいモードを含んだ特定の例について発明が記載されたが、添付された請求項に提示されるような発明の精神と範囲内に入る上述したシステムおよび技術の数多くの変形や変更があるということを当業者は理解するであろう。

【誤訳訂正 2】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

オーディオトランスデューサーを励起する方法であって、

(a) 前記オーディオトランスデューサーに含まれる一つのダイアフラムの一つのフレームに少なくとも一つの蝶番によって接続された一つのパドルの複数のノード領域であって、各ノード領域は複数の高次モード成分の一つに関連し、前記高次モード成分はより大きい次数を有するノード領域を決定することと、

(b) 少なくとも二つの高次モード成分にそれぞれ対応するノード領域の一つの交差領域を特定することと、

(c) 前記交差領域の中に一つの励起ポイントを位置付けることと、

(d) 一つの信号源によって前記パドルを前記励起ポイントにおいて励起して音響信号を発生することと

を含み、

各ノード領域は、前記少なくとも二つの高次モード成分の対応モード成分に対して実質的にゼロの変位であることを特徴とする方法。

【請求項 2】

(a) は、(a)(i) 二次モード成分と三次モード成分を決定することを含み、

前記少なくとも二つの高次モード成分は二次モード成分と三次モード成分を含む、請求項 1 の方法。

【請求項 3】

前記少なくとも二つの高次モード成分は更に他のモード成分を含む、請求項 2 の方法。

【請求項 4】

(e) 前記複数のノード領域の少なくとも一つを、前記パドルの形状又は強度を変えることによって変化させることを更に含む、請求項 1 の方法。

【請求項 5】

(e) は、(e)(i) 前記パドルの一部の強度を高めることを含む、請求項 4 の方法。

【請求項 6】

(a) は、(a)(i) 前記パドルを有限要素分析によって分析することを含む、請求項 1 の方法。

【請求項 7】

(a) は、(a)(i) 前記パドルを片持ち梁としてモデリングすることを含む、請求項 1 の方法。

【請求項 8】

(a) は、

(a)(i) 前記パドルを励起周波数で励起することと、

(a)(ii) 前記パドルの速度プロットを求めることと、

(a)(iii) (a)(i) から (a)(ii) を異なる周波数で繰り返すこととを含む、請求項 1 の方法。

【請求項 9】

オーディオトランスデューサー内で音響信号を発生するように励起されたダイアフラムであって、

一つのフレームと、

少なくとも一つの蝶番と、

前記少なくとも一つの蝶番によって前記フレームに繋がれた一つのパドルであって、前記パドルは一つの励起ポイントにおいて一つの信号源によって励起されて前記音響信号を発生し、前記励起ポイントが少なくとも二つの高次モード成分にそれぞれ対応するノード領域の一つの交差領域の中に位置付けられているパドルと

を含み、

各ノード領域は、前記少なくとも二つの高次モード成分の対応モード成分に対して実質的にゼロの変位であることを特徴とするダイアフラム。

【請求項 10】

前記少なくとも一つの蝶番はスロット領域によって隔てられた二つの蝶番を含む、請求項 9 のダイアフラム。

【請求項 11】

前記パドルは強度が高められた部分を含む、請求項 9 のダイアフラム。

【請求項 12】

前記強度が高められた部分は肋材構造を含む、請求項 11 のダイアフラム。

【請求項 13】

前記交差領域は二次モード成分と三次モード成分にそれぞれ対応するノード領域を含む、請求項 9 のダイアフラム。

【請求項 14】

前記交差領域は他の高次モード成分に対応するノード領域を含む、請求項 13 のダイアフラム。

【請求項 15】

前記励起ポイントは、前記パドルの中心線に沿って前記少なくとも一つの蝶番から $0.66L$ に位置付けられ、 L はパドルの長さである、請求項 9 のダイアフラム。

【請求項 16】

前記パドルを前記フレームから隔てる一つのギャップ領域を更に含む、請求項 9 のダイアフラム。

【請求項 17】

前記ギャップ領域は一のシート材料によって覆われる、請求項 16 のダイアフラム。

【請求項 18】

音響信号を提供するオーディオトランスデューサーであって、
電気信号によって駆動された一つの励起部と、
前記励起部によって励起されて動きを起こす一つのリンケージと、
一つの励起ポイントにおいて前記リンケージに結合された一つのダイアフラムであって、
前記リンケージが動くにつれて前記リンケージによって励起されるダイアフラムと
を含み、
前記ダイアフラムは、
一つのフレームと、
少なくとも一つの蝶番と、
前記少なくとも一つの蝶番によって前記フレームに接続された一つのパドルであって、
前記パドルは一つの励起ポイントにおいて前記リンケージによって励起されて前記音響信号を発生し、
前記励起ポイントが少なくとも二つの高次モード成分にそれぞれ対応するノード領域の一つの交差領域の中に位置付けられているパドルと
を含み、
各ノード領域は、前記少なくとも二つの高次モード成分の対応モード成分に対して実質的にゼロの変位であることを特徴とするオーディオトランスデューサー。

【請求項 19】

前記交差領域は二次モード成分と三次モード成分にそれぞれ対応するノード領域を含む、請求項 18 のオーディオトランスデューサー。

【請求項 20】

前記交差領域は他の高次モード成分に対応するノード領域を含む、請求項 19 のオーディオトランスデューサー。