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

特許第4258696号
(P4258696)

(45)発行日　平成21年4月30日(2009.4.30)　(24)登録日　平成21年2月20日(2009.2.20)

(51)Int.Cl.		F I		
H04R 7/06	(2006.01)	H04R	7/06	
H04R 1/22	(2006.01)	H04R	1/22	310
H04R 7/22	(2006.01)	H04R	7/22	

請求項の数 26　(全 22 頁)

(21)出願番号	特願2000-542953 (P2000-542953)
(86)(22)出願日	平成11年3月30日 (1999.3.30)
(65)公表番号	特表2002-511682 (P2002-511682A)
(43)公表日	平成14年4月16日 (2002.4.16)
(86)国際出願番号	PCT/GB1999/000848
(87)国際公開番号	WO1999/052324
(87)国際公開日	平成11年10月14日 (1999.10.14)
審査請求日	平成18年3月15日 (2006.3.15)
(31)優先権主張番号	9806994.1
(32)優先日	平成10年4月2日 (1998.4.2)
(33)優先権主張国	英国 (GB)

(73)特許権者　501304489
ニュー　トランスデューサーズ　リミテッド
イギリス　ロンドン　エスダブリュー３　３キューエイチ　イクスワース　プレイス　３７
(74)代理人　100059959
弁理士　中村　稔
(74)代理人　100067013
弁理士　大塚　文昭
(74)代理人　100082005
弁理士　熊倉　禎男
(74)代理人　100065189
弁理士　宍戸　嘉一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】音響装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

撓み波作用の共振モードの分布によって音響出力を生成することができる音響的能動領域を有する部材を備え、撓み波作用に依存するとともにコインシデンス周波数未満で動作可能な音響装置であって、前記部材を少なくとも部分的に境界付けする手段を備え、前記手段は、前記部材を撓み波振動に対して実質的に拘束する特性を有し、前記境界付け手段は、前記部材の周辺端部にあるとともに、前記端部の少なくとも２５％にわたり周方向に連続して形成されており、該部材の拘束された端部において撓み波エネルギの反射を増大させるようになったことを特徴とする音響装置。

【請求項２】

撓み波作用の共振モードを分布させるのに有効な撓み波変換手段取付け位置を有し、撓み波作用によって音響出力を生成する音響的能動領域を有する部材を備えた能動的音響装置であって、前記部材を少なくとも部分的に境界付けする境界付け手段を備え、前記境界付け手段は、前記部材を撓み波振動に対して実質的に拘束する特性を有し、前記変換手段の位置は、前記境界付け手段の位置を考慮されて定められ、更に前記境界付け手段は、前記部材の周辺端部にあるとともに、前記端部の少なくとも２５％にわたり周方向に連続して形成されていることを特徴とする音響装置。

【請求項３】

前記部材は、構造物の全部又は一部であり、前記境界付け手段は、前記音響的能動領域を、前記構造物内において少なくとも部分的に区画するものであることを特徴とする請求

項１又は請求項２に記載の音響装置。
【請求項４】
前記部材の前記音響的能動領域は、実質的に矩形のパネル部材であり、前記境界付け手段は該パネル部材の１つの側部に沿って延びていることを特徴とする前記請求項１から請求項３までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項５】
前記境界付け手段は、前記パネル部材の両側に位置する平行な側部に沿って延びていることを特徴とする請求項４に記載の音響装置。
【請求項６】
前記境界付け手段は、前記部材の端部周り全体に延びていることを特徴とする前記請求項１から請求項４までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項７】
前記境界付け手段は、所望の撓み波作用を生じさせるのに有効であるように、前記部材の全体の剛性を定めるものであることを特徴とする前記請求項１から請求項６までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項８】
撓み波作用の共振モードの分布によって音響出力を生成する前記部材上の音響的能動領域における前記部材の曲げ剛性は、約５ニュートンメートル未満であることを特徴とする請求項７に記載の音響装置。
【請求項９】
前記曲げ剛性は、約０．００１ニュートンメートルより大きいことを特徴とする請求項８に記載の音響装置。
【請求項１０】
前記音響的能動領域における前記部材の面積あたりの重量は、約２５グラム／平方メートルからであることを特徴とする請求項７から請求項９までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項１１】
撓み波作用の共振モードの分布によって音響出力を生成する前記部材上の音響的能動領域は、等方性の曲げ剛性を有することを特徴とする請求項１から請求項９までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項１２】
撓み波作用の共振モードの分布によって音響出力を生成する前記部材上の音響的能動領域は、双方向性で異方性の曲げ剛性を有することを特徴とする請求項１から請求項１０までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項１３】
撓み波作用の共振モードの分布によって音響出力を生成する前記部材上の音響的能動領域は、前記部材に撓み波を生じさせる変換手段のための取付け位置に適応した曲げ剛性の分布を有することを特徴とする請求項１から請求項１０までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項１４】
撓み波作用の共振モードの分布によって音響出力を生成する前記部材上の音響的能動領域は、実質的に矩形であり、曲げ剛性の等方性を有し、１対１と１対１．５の間のアスペクト比を有することを特徴とする請求項１から請求項１３までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項１５】
撓み波作用の共振モードの分布によって音響出力を生成する前記部材上の音響的能動領域は、実質的に矩形であり、曲げ剛性の等方性を有し、１対１．５より大きいアスペクト比を有することを特徴とする請求項１から請求項１３までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項１６】

前記アスペクト比は、約１対３又はそれより大きいことを特徴とする請求項１５に記載の音響装置。
【請求項１７】
前記境界付け手段は、ねじれを伴う撓み波作用の共振モードを少なくとも制限する役割を果たすことを特徴とする請求項１から請求項１６までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項１８】
前記境界付け手段は、音響出力の近距離音場相殺を少なくとも減らす役割を果たすことを特徴とする請求項１から請求項１７までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項１９】
前記境界付け手段は、撓み波作用の共振モードの分布によって音響出力を生成する前記部材上の音響的能動領域における撓み波作用のエネルギーからの音響出力を増やす役割を果たすことを特徴とする請求項１から請求項１８までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項２０】
前記部材は、テンション力を与えられていることを特徴とする請求項１から請求項１９までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項２１】
前記部材は、互いに２つの横方向にテンション力を与えられていることを特徴とする請求項２０に記載の音響装置。
【請求項２２】
前記２方向のテンション力は等しいことを特徴とする請求項２１に記載の音響装置。
【請求項２３】
撓み波作用の共振モードの分布によって音響出力を生成する前記部材上の音響的能動領域における曲げ剛性は低いことを特徴とする請求項２０から請求項２２までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項２４】
前記音響的能動領域における面積あたりの重量は低いことを特徴とする請求項２０から請求項２３までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項２５】
前記境界付け手段は、前記部材と一体であることを特徴とする請求項１から請求項２４までのいずれか１項に記載の音響装置。
【請求項２６】
前記境界付け手段は、前記部材と一体的に成型されていることを特徴とする請求項２５に記載の音響装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
（技術分野）
本発明は、撓み波の作用に依存して表面を振動させることにより音響出力を生成するような音響装置に関する。
【０００２】
（背景技術）
ＷＡＲＮＡＫＡの米国特許第３，２４７，９２５号は、非常に剛性のある共振パネルから成り、この共振パネルの周辺部が剛性フレームにボルト締め又は接合され、そのフレームが撓み波エネルギーを該パネルの中心に伝達する従来の音声コイル変換器を支持するようにした低周波拡声器を提案している。この低周波拡声器は、コインシデンス周波数を完全に越えて動作するといわれている。
ＢＥＲＴＡＧＮＩの米国特許第３，５９６，７３３号で知られているように、不規則形状とされるか或いは一部に不規則形状を持つプレテンションがかけられた発泡ポリスチレン製板状部材で作られたダイアフラムを有する拡声器も提案されている。
【０００３】

撓み波作用による音響装置に関する啓示的な教示によると、通常、この装置は共振パネルタイプとするのが良いと考えられており、これは、形状寸法や曲げ剛性等のパネルパラメータによる、特にコインシデンス周波数において更にそれ未満で有効な動作を含めた音響特性の改良や最適化等に関する国際特許出願Ｗ０９７／０９８４２に公表されている。関係する幾何学的パラメータとしては、受動的音響装置等として使用するためのパネル自体の比率つまりアスペクト比がある。曲げ剛性のパラメータは、その異方性を含めて、例えば、このような形状比率の実現可能な変更に関連する、幾何学形状の複数の軸に沿う実質的不変性のための即ちこれを実現できるような異なる曲げ剛性に関して、幾何学パラメータと有効に相互作用することができる。能動的音響装置の変換器に関する板部材における優先的位置は、比例的な座標定義とすれば有効なものとなる。更に、曲げ剛性の領域的な分布は、例えば実質的に幾何学的中心及び／又は質量中心において変換器の他の有効な位置を与える上で有効なものとなり得るもので、これについては、前述の撓み波作用をより音響的に関連したピストン作用と組み合わせること等に関する国際特許出願Ｗ０９８／００６２１を参照されたい。音響作用については、パネル全体及び音響的に能動的であるその一部分の双方に関して、少なくともＷ０９７／０９８４２において説明され権利請求されている。

【０００４】

直観的な考えではあるが、このような共振モード撓み波作用による音響装置に関する我々の具体的な解析や設計の方法論では、主としてパネル全体に対し的が当てられおり、そこでは、音響的に関連する所望の撓み作用の際に、低い端部減衰を前提とするといったパネル端部が完全に即ち実質的に自由に振動するようになっていた。本発明は、反直観的な更に深い考察、調査、及び実験の意外性ある結果から生まれたものである。

【０００５】

（発明の概要）

特定の根本的な要件は継続して適用され、この根本的な要件は、特に厚みの横方向に延び、結果として生じる音響的能動領域全体にわたって撓み波を持続することができる音響装置部材に対して技術的／発明的に意義深いものであり、言い換えると、本明細書において共振音響部材又は共振音響パネルと呼ばれるものに関する、更に、幾何学的等のパラメータに関する、そして関係する周波数範囲を超える装置の所望の即ち条件に適合する音響作用を実現する上で有効即ち有益な、前記部材の結果としての固有撓み波振動分布と調和する値であるべき曲げ剛性に関する基本的要件であり、更に言い換えると、本明細書の共振音響部材又は共振音響パネルの要件である。本発明の具体的な実施形態は、典型的にはこのような部材即ちパネルの端部、周辺部又は他の境界部、つまり該部材の音響的能動領域において撓み波振動を実質的に拘束することができ、更に、典型的には少なくとも部分的にコインシデンス周波数より低い周波数において少なくとも動作可能な手段を付加的に備える。本明細書において使われる「実質的な拘束」という用語は、該部材端部の少なくとも一部を、好ましくは端部範囲と有効な取付け、把持、即ち有効な地面効果との双方について、Ｗ０９７／０９８４２において具体的に開示されているものより強く拘束することを意図的に意味している。

【０００６】

このような実質的端部／領域的境界部／周辺拘束に関連して考察することは有効なものとして考えるという２つの視点、趣旨、又は発明的観点がある。

１つは、（Ｗ０９７／０９８４２の具体的開示内容と比較した）部材の撓み波振動端部／周辺部／境界における動作の有効な制限／低減により、音響的能動領域に戻る振動撓み波エネルギーから得られる音響出力の有効な複合化を行うことができる点にある。もう１つは、部材の端部／周辺部／境界部における撓み波振動動作を制限／抑制することにより、共振撓み波作用の音響的に関連する有効固有モードが、（Ｗ０９７／０９８４２の具体的開示内容と比較して）異なるものとなり、これによりＷ０９７／０９８４２に具体的に開示されているように自由に撓み波伝達をする場合に能動状態になる最低共振モードの寄与率を効果的に低減／排除するとともに、ねじりを伴う共振モードを低減/実質的に抑制す

るという点にある。

【０００７】

結果としての名目上より密度の低い即ちより中身の少ない音響的に能動的で/適切な共振撓みモードを、各ビームに関する共振撓みモードがｆ０ではなくｆ１から始まる共振プレートモード共振モード周波数で生じ、更にｆ０周波数で生じる組み合わせモードは失われるが、ｆ１周波数で生じる直接的及び組み合わせ的に関連する固有共振モードのスペーシングの均一性に対して利用可能な利害関係のある有用な効果は持っているという形で、相互作用を考慮した等価の簡単なビームに基づき、簡略化された類推及び分析を目的として例証することができる。

【０００８】

波及効果は広範で有益であり、この波及効果としては、同時係属の国際特許出願ＰＣＴ／ＧＢ９９／００４０４に教示されているような、少なくとも機械インピーダンス解析によって確認されるエネルギー変換の音響効率に関する改善を達成する可能性、及び／又は非常に有効なことが多い実現可能／最適な変換器位置の候補であるサブ領域範囲の拡大を達成する可能性、及び／又は約１対１から約１対３及びそれ以上のアスペクト比における、等方性の曲げ剛性のために体現されるような前記部材の領域的な形状／比率のより広い範囲を実現する可能性、及び／又は本明細書の端部／周辺部／境界の拘束からの貢献によって、少なくとも全体が有効に剛体化されるにつれて、より低い固有曲げ剛性のパネル部材材料を使用して音響性能を実現する可能性、及び／又は拡声器の実施形態のためのハイパワー入力変換手段に関連し、このような拘束によって、このハイパワー入力変換手段の全てを、より剛直な／塊状の支持体又は他の重装荷形態おける現実的な固定方法を用いて、慣性上架基板上であろうとより実用的なものであろうと実質的に装荷できるような可能性等が挙げられる。

【０００９】

本発明の重要な利点は、国際特許出願Ｗ０９７／０９８４２に具体的に例証され説明されている音響装置に比較して特に性能向上され、強健に且つ容易に取付けられるパネル型装置として製造を大幅に容易化できる拡声器としての能動的音響装置を含む新規で有用な共振パネル音響装置が得られる点にある。

【００１０】

本発明の一態様によれば、撓み波の作用に依存し、コインシデンス周波数未満で動作することが可能な音響装置が提供され、この音響装置は、撓み波作用の共振モードによる有益な分布により前記音響動作を生み出す部材を備え、前記部材は、撓み波振動に対して実質的に拘束する特性を有する手段によって少なくとも部分的に境界付けされた音響的能動領域を有する。

本発明の他の態様によれば、能動的音響装置が提供され、この音響装置は、共振モードの有益な分布と撓み波変換手段の有益な位置とを有する撓み波作用に依存する部材を備え、前記部材は、撓み波振動に対して実質的に拘束する特性を有する手段によって少なくとも部分的に境界付けされた前記音響的能動領域、及びこのような境界付け手段に関連するとともにこの境界付け手段を考慮して定められた前記変換手段の位置を有する。

【００１１】

本明細書における音響部材の周辺部全体は、実質的に拘束又はクランプすることができ、又は例えば矩形パネル等の部材の周辺部全体より少ない一部のみを、１箇所又はそれ以上の箇所で最高その側部端全体において拘束又はクランプすることが可能である。これは、そこから突出した音響的能動領域を有する１つの側部における前記実質的な拘束を生み出す旗のような取付けとして、又は平行であり、それらの取付け及び拘束をしている側部間を音響的能動領域とするような前記実質的な拘束を可能とする２つの側部における取付けとして使用することができ、更に、例えば中／高周波数装置等の完全にシールされた又は単に高度に選択的に通気されたダイアフラム拡声器にまで及ぶ製造を容易にすることができる。完全に又は完全に近く密封されたダイアフラムは、所謂無限バッフル拡声器を作り出すことを可能にし、低中周波数において他の面では有害となる可能性のある後方音響放

射を抑制/制御する。
また、完全な実質的拘束フレーム又は完全な実質的クランプフレームは、（パネル端部が実質的に自由になっているか、単に軽く減衰する弾性的手法で吊られている共振パネル拡声器と比較して）比較的強健な構造の拡声器の製造を容易にするとともに、拡声器組立体の設計を機械的な観点から一層予測可能なものとする。
【００１２】
音響部材の周辺部又は端部の実質的な拘束又はクランプは、接着剤又は例えばフレーム部材間に端部をクランプするようにする機械的な手段を用いて端部を強固なフレーム等に対し密接に固定する等、どのような手法でも実現できる。また、本明細書における所望の端部拘束／クランプは、音響部材の端部の動きを終結するような十分に剛性のある一体型の又は統合して厚くした周辺部分で部材の端部を形成することにより、（プラスチック材料の射出成形のような）成型手法によっても実現できる。音響部材と肉厚端部対策品との複合成形が適切であろう。そのような成形手法は、音響部材が一体構造として成形される場合に特に適しており、経済的な方法で容易に実現可能である。
【００１３】
また、実質的な拘束又はクランプは、１つの音響部材を別のより大きな音響部材内で位置決めするために使用することもできる。従って、中／低周波動作を対象とした大きな音響パネルは、高周波動作を対象とし中間の補強リブによって位置決めされた小さな音響パネルを包含するように成形することができる。
実質的な拘束又はクランプ作用は、機械的な終結インピーダンスを与えるように設計することができ、恐らくは特に低い周波数において、部材の周波数応答を制御するのを援助として音響部材内の残響時間を制御するように設計することができる。
【００１４】
適切な共振パネル部材の比率は、特定の形状の変形に関して、Ｗ０９７／０９８４２の具体的教示と同じものか、実質的には異なるものである可能性がある。例えば、実質的に等方性の曲げ剛性を有する実質的に矩形のパネル部材は、それに限定されるものではないが本明細書において具体的に後述するように１対１．５未満のアスペクト比で、通常実質的に自由端のパネル部材に関する従来の教示を包含するものとすることができ、又は同じく具体的に後述するように１対１．５より大きいものとすることもできる。前記した曲げ剛性の異方性／複合分布の変形が予見される。
【００１５】
境界付け手段は、前記音響的能動領域周りの少なくとも一部、及び音響的能動領域の確定的なもの、及び／又は完全に音響的に能動的となるパネル形成部材の周辺端部周りとすることができ、典型的には、領域・境界／周辺端部の全範囲の最高２５％又はそれ以上、しばしばそれら全範囲とすることができる。
【００１６】
通常、共振パネル部材は自己支持形であり、特に標準的な自由端形式又は単純な端部支持を使用する際には、機械的安定性のためのプレテンションは必要とされないであろう。
クランプパネル部材には、クランプされた時にパネル部材の固有補剛により、第１の撓み周波数に１０倍程度の増加がある。第１モード周波数を低減するように、更により低い周波数範囲の前に実質的に曲げ剛性を小さくするのは論理的で実用的である。このようなケースでのパネル剛性は０．００１Ｎm程度と低く、表面密度は２５ｇ／m^2程度と小さくすることができると考えられる。
【００１７】
１つの観点から、これらの範囲の値を持つ端部は、機械的安定性と駆動手段支持機能のため、テンション力を与えることから利益を得ることのできるパネル部材と言える。これらパネル剛性は、均一に、又は例えば部材の有効な幾何学形状寸法に対して別々の方向に及び/又は異なる張力で、区別をつけて付与される。
極限において、張力パネルは、撓み波を支持するとともに、主として２次の即ち非分散波作用の特性を持つ（速度は周波数に対して一定）張力がかけられたフィルムの特性の高い

比率を示す。そのようなパネル部材に関して、共振分布は、分散モードの教示と大筋で一致する張力及び境界の幾何学配置の制御によって、所望の音響挙動に関して最適化でき、これについては、Ｗ０９７／０９８４２参照されたい。同様に、好適なモード分布は、励振器／センサの好適／最適な設置により変換器としての作用の中で更に強化することができる。

テンションの程度に応じ、そして密度の増加により、更に特に曲げ剛性が大きくなればなるほで、剛性に起因する４次の分散撓み作用によって、２次の撓み波作用が重畳され強化されるような範囲が存在するであろう。計算及び／又は実験によって、その２つを最適化して所定の応用において最良の結果を得ることができる。

【００１８】

（発明を実施するための最良の形態）

より小さい広帯域幅の音響パネルは、考え得る設計領域である。本発明の実際的な実施については添付図面において例を挙げて図式的に説明される。

図１及び２に関連して、音響部材はＷ０９７／０９８４２で好適と見なされるようなアスペクト比を有することが可能な、実質的に矩形で示すことができるが、部材内で高いモード密度と均一なモード拡散を得るという、全体的な目的の中で有用性をもつ可能性のある、より広い範囲のアスペクト比が示されるであろう。

【００１９】

図４及び４Ａは、矩形の周辺フレーム４１上に張られ、矩形の周辺フレームにクランプフレーム４２によってクランプされ、音響部材を所定の位置に保持する共振部材４０の一実施形態を示す。テンション力は部材４０に矢印Ｆの方向に付与される。一つの代替として、図４Ｂに示すように、クランプフレーム４２は例えばフレーム４５上にテンションバネ４４を有するテンション手段４３によって置き換えることができ、テンション手段は音響部材の端部に固着されており、矩形の周辺フレーム上に部材を伸張する。

例えばＷ０９７／０９８４２で述べられている種類の励振器は、図４、４Ａ及び４Ｂの実施形態の音響部材上に配置することができ、音響部材内で共振して音響出力を生成し、そのため音響部材は、拡声器又は拡声器駆動ユニットの働きをすることが可能である。これらの励振器は、図を簡単にするため、図４、４Ａ及び４Ｂに示されていない。

【００２０】

パネル端部を強固に拘束、すなわちクランプすることによって、比較的剛性の低い材料（実質的に自由端パネルのための一般的実線例と比較して）を使用することができ、それは、（完全にクランプされたパネルにおいては、最低周波数の自由端モードを事実上失うことになるが）剛性の高い実質的な自由端に対しては、通常、実用的なレベルに満たないものも含むパネルの基本的な曲げモード周波数を低下させることによって促進できる。例えば、Ｗ０９７／０９８４２で述べられた種類の自由端パネルの実用例に関する剛性範囲が０．１から５０Ｎｍ程度ーの場合、同じ一般の種類の端部をクランプされたパネルの剛性は、桁が少なくとも１つは小さく、０．００１Ｎｍほどの小さい値となるであろう。同様に自由端パネルの前記した実用的な例の表面密度範囲が１００から１０００／m^2の場合、端部がクランプされたパネルの表面密度は、僅か数分の１の２５ｇ／m^2ほどの小さい値となるであろう。しかしながら、少なくとも最低周波数特性が要求されない場合には、実質的に端部が拘束又はクランプされる音響パネルとして、非常に剛性が高い及び／又は密度が高い材料を適用できることは考えられるであろう。そのような応用にはツイータ、サイレン、超音波再生器などが含まれる。

【００２１】

比較的剛性が低いパネル材料を使用すると、コインシデンス周波数が高くなる原因となり、例えば通常のオーディオ帯域より高い場合には、共振拡声器パネルからの音響指向性を改善することができる。同様に、剛性が低いパネルは低周波数音域においてモード密度を効果的に増加させることができ、結果的に音質が改善される。

完全な周辺端部／境界の拘束／クランプに対して有効な変形は、図示するように実質的な拘束／クランプのいずれかの有効でより少ない範囲を有し、それは、実質的に矩形のパ

ネル部材／有効領域のために、３つの側部のために示される実質的な拘束／クランプを除外することによって、１つの側部の実質的な拘束／クランプとなり得るし、又は、別の２つの側部のために示される実質的な拘束／クランプを除外することによって、２つの典型的に平行な側部の実質的な拘束／クランプとなり得る。

【００２２】

この音響放射部材は、例えば少なくとも１つの慣性電気機械励振装置等のＷ０９７／０９８４２が提案するような如何なる方法によってでも励振することが可能である。その励振装置又はそれぞれの励振装置は、放射部材を励振するように音響部材のどの幾何学的平面位置にも適切に配置することができる。その方法としては、Ｗ０９７／０９８４２に述べられている原理によるかＰＣＴ／ＧＢ９９／００４０４に述べられている機械インピーダンス解析によるか、又は実験によって決定するかのいずれかによる。そのような励振装置は、図面を明確なものにするために図１から除外してある。

Ｗ０９７／０９８４２に対する適用可能な種類の励振装置に関する基準が設定され、そのような励振装置の位置は、Ｗ０９７／０９８４２及び／又はＰＣＴ／ＧＢ９９／００４０４に述べられているのと同じ原理に基づいて決定されるが、通常はＷ０９７／０９８４２と比較して、実際の位置に使用可能な範囲での差異はある。

【００２３】

完全に端部がクランプされた共振パネル部材について又は能動的な音響装置、特に拡声器におけるいくつかの研究は、先駆けとして１９９９年２月９日に出願の同時係属出願ＰＣＴ／ＧＢ９９／００４０４の図１１から１６に又はそれに関連して開示されている。それらの図は、本明細書において、図６から１１として繰り返して示される。勿論、これらの研究は、パワーの伝達、特に、入力パワーの平滑さ、具体的には機械インピーダンスに関連し、更に、特に実現行可能－最適な変換器の位置とパネル部材形状、特に少なくとも実質的に矩形のパネル部材及び比例座標で表示される変換器位置に関するアスペクト比などのパラメータを含む解析に基づいている。すなわち、図６Ａ、Ｂ、７Ａ、Ｂ、８Ａ、Ｂに示すグラフ表示は、選択されたアスペクト比をもち、曲げ剛性に関して等方性であるパネル部材における、周波数と機械的インピーダンスとの関係を表すものであり、これらの図に付随して図９Ａ、Ｂ、Ｃがそれぞれ示されており、ここで、図９Ａ、Ｂ、Ｃは、特定の見込みのある変換器位置における機械的インピーダンスの値について、平均標準偏差の逆平方を求めることにより平滑化した機械インピーダンスの値として示すものである。正確に計算された好適なアスペクト比１．１６０、１．３４１及び１．６４３は、同様に正確に計算された選択変換器（０．４３７、０．４１４）、（０．３８５、０．３８７）及び（０．４０９、０．４３９）と各々一緒に示される。図１０は、アスペクト比が１．１６の時の、計算に基づく１／４パネルの機械インピーダンスをプロットしたもので、変換器位置を約束する実質的な範囲の面積と、そのように分離された２つの面積（斜線部）を示す。図１１により、そのような選択クランプ端アスペクト比と変換器位置が、更にアスペクト比が１．１３８の場合も含めて比較できる。

【００２４】

ここで説明される更なる研究は、実質的に矩形の共振パネル部材においてアスペクト比を増加させながら機械的入力パワーを実際に計測した結果に基づくものであり、そしてそれぞれの場合において、周波数応答を、基準値すなわち最小有効共振モード周波数より高い周波数の値に適合させる。そのように適合させた場合の平均平方偏差の逆数をパネル１／４の範囲でプロットした図が図１２Ａ～図１２Ｈであり、これら図１２Ａ～図１２Ｈは、前述したアスペクト比と等しいか、それに近いもの（図１２Ａ、Ｂ、Ｄ）であり、図１２Ａ～図１２Ｈに対応するものとして図１３Ａ～図１３Ｈが示されており、これら図１３Ａ～図１３Ｈは、最小有効共振モード周波数に適合させた場合であり、いずれの図においても、最も明るい色／影は、最も実現可能な変換器の位置を表しており、アスペクト比が高いほど、実現可能性のある領域が大きくなることを示している。

【００２５】

これらの調査をアスペクト比が１対４まで高くなるまで広げることは注目に値し、恐らく

、特に実現可能性の確立は長方形又はそれに近いもので解決される。撓み波振動に関する実質的に自由な端部を有する共振パネル部材についてわれわれの従来の啓示的研究と学習の背景からは、控えめに言っても、これは予測されないことである。これまで、アスペクト比が１．４１の場合、図５Ａ、Ｂから得られるような動作パワーの予期しない増加は、ここで調査した別のアスペクト比によっても一貫して得られる。音響動作にとって利益となる共振モード周波数の均一なスペーシングを与える、アスペクト比の限界に関する更に予期しない著しい減少は、より詳細な検討と解析をする理由となっている。次の結果は、簡略化ビームの観点から、等方性の曲げ剛性を有する実質的に矩形の共振パネル部材のために示される。

【００２６】

一般的に、これまでの研究／学習で確認されていることとして、縁部が実質的に自由にされたパネル部材においては、長い方の側部寸法によって最低の共振モード周波数が定められ、短い方の側部寸法は、その周波数より高い共振モード周波数に対応するものとし、最低の共振モード周波数より高い一連の共振モード周波数の値が最低の共振モード周波数と入り混じった状態にするのが最良である、ということである。実際は、このような実質的に自由な端部をもつパネルの場合において、高いアスペクト比とすることは、より短い端部寸法に起因する第１の共振モード周波数より低い、より長い端部寸法に直接起因するパネル部材の第２の（おそらくそれ以上の）共振モード周波数を生み出し、従って、このようなより低い周波数における撓み波作用に依存する、実際に満足すべき音響特性には大きすぎる周波数ギャップを生み出す。

【００２７】

対照的に、完全に端部をクランプされた共振パネル部材のための第１の有効な共振モード周波数は、例えば共振モードスペクトル方程式で示される。端部平行軸ｘ、ｙに関する２つのシリーズ（fx_1、fx_2：……fx_n）と（fy_1、fy_2……fy_m）のプレート振動動作のための、第１の組み合わせモードなどの短い端部の長さに起因する第１の共振モードによって、効果的に寄与されることが要求される。

$$fxy_{nm} = \sqrt{(fx_n)^2 + (fy_m)^2} \qquad n \geq 1 \qquad m \geq 1$$

この直交関係の効果は、高いアスペクト比が、次のより高いより短い端部に関連する群からの次の寄与の前に、より長い端部に関連する群における次により高いものによる寄与に起因する、連続してかなり近くに間隔を空けて存在する共振モード周波数を生成できる。図１４はアスペクト比に対する最大逆平均パワー偏差をグラフ化したものであり、増加アスペクト比が１対３で最大となるパワー平滑（前記最低有効共振モード）を示す。実際上は、この境界制限部材に関する高いアスペクト比は、より近い共振モード周波数を有するのに対し、その反対のものはＷ０９７／０９８４２の相対的な自由端パネルに適用される。

【００２８】

勿論、この結果は、いかなる形でも、小さなアスペクト比で、端部が完全にクランプされた共振パネル部材を使用する音響装置に関する良好で有用な結果を損なうものではなく、ＰＣＴ／ＧＢ９９／００４０４における上記解析により予示されたような、異なる共振モード周波数が入り混じった形態にすることにより望ましい音響装置動作とし十分に実用的なものともなる。

しかしながら、大幅に大きくする設計の可能性もある。いかなるケース、そしてこの音響装置に関する所望の応用においても、共振モード周波数の特定のスペクトルは、明らかに与えられた曲げ剛性又はその比率に関するアスペクト比によって変わり、多くの場合に、計算可能で、所望の又は許容できる装置性能による計測が可能な又は知覚による結果に基づいて選択される。

【００２９】

もう１つの関連要素が得られ調査されている。すなわち軸関連及び／又は姿勢関連の音響作用と特性であり、それに関しては差が顕著であり、更に、この音響作用と特性は、特定

の用途に関する特定の音響装置の設計にあっては、特にそのような差が明らかに好ましいか好ましくないか、又はある特定の組み合わせが適当か許容できる場合には有用であり有効である。図１５A?Jは、より低い共振モード周波数に関するアスペクト比が１対３である１つの共振パネル部材の各々の組み合わせ極の図面であり、各ケースでは、例えばより長い水平寸法又は垂直寸法で、風景画書式（実線）と肖像画書式（破線）の平面をそれぞれ表す。予測されていたように、一般に放射パターンは著しく違い、平面の長さが短ければより平滑になり、平面の長さが長ければより拡散している。設計のオプションは、いかなる特定のパネル部材構造でもアスペクト比に直接依存するような最低共振モードのより高い周波数の許容性と、異なる軸方向においてパネル部材振動が明らかに異なる場合の指向性の許容性と、対応する放射平面において結果的に異なるパワー平滑と、パネル部材の使用時の方位又は姿勢に関連する選択と、風景画書式／肖像画書式における応答の類似点又は相違点又は方位／エレベーション面に対する異なる平面及び／又は全体のパワー平滑におけるパワー平滑間の利用可能なトレードオフとを有する。

【００３０】

図６のパネル部材は、厚さ４ｍｍのアルミニウムハニカム上に厚さ０．０５ｍｍの黒いガラス被覆を有し、その結果、１２．２６ニュートンメートルの実質的に等方性の曲げ剛性を有し、質量密度０．７６キログラム／平方メートルで、コインシデンス周波数４．６ｋＨｚである。図１６Ｂのパネル部材は、厚さ１．８ｍｍのロハセル（Ｒｏｈａｃｅｌｌ）コア上に厚さ０．１０２ｍｍの黒いガラス被覆を有し、その結果２．４７ニュートンメートルの実質的に等方性の曲げ剛性を有し、質量密度０．６０キログラム／平方メートルで、コインシデンス周波数９．１ｋＨｚである。図１６Ｃのパネル部材は、厚さ１．５ｍｍのロハセル（Ｒｏｈａｃｅｌｌ）コア上に厚さ０．０５ｍｍのメリネックス（Ｍｅｌｉｎｅｘ：商標）被覆を有し、その結果、０．３２ニュートンメートルの実質的に等方性の曲げ剛性を有し、質量密度０．３５キログラム／平方メートルで、コインシデンス周波数１９．２ｋＨｚである。これらのパネルはすべて１．１３と１．１４の間のほぼ同じアスペクト比を有し、能動的径１３ｍｍ、入力インピーダンス８オームの同じような励磁器によって駆動される。それぞれは、パネルの共振撓み波動作に関して自由に振動するすべてのパネル端と、そのような振動に対してクランプされたすべての端部で計測される音響パワーを有していた。図１６A?Cは、クランプがコインシデンス周波数未満では実質的に共振出力パワーを増加させるが、コインシデンス周波数を越えては増加させないことを示し、従ってこのように関連するパネル部材の曲げ剛性が低くなるほど、コインシデンス周波数が高くなるクランプの非常に有益な効果がある。

【００３１】

図１６Ｄ－Ｅに関するパネル部材は、図１６Ａに示す剛性の最も高い構造と同じであるが、サイズが大きく、３６０ｍｍ×３１５ｍｍと５４５ｍｍ×４８０ｍｍであり、図１６ＡからＤに関する２６０ｍｍ×２３０ｍｍのものとそれぞれ比較され、コインシデンス周波数から、最小のパネル部材（図１６Ａ－Ｃ）とより大きいまた最大のパネル部材のための、特に４００Ｈｚまでのパネル部材に関連する、最低共振モード周波数へと下がっていく改良音響出力パワーを生成する完全なクランプと確認できる。また、パネル部材が大きくなるほど、所定の周波数に関するモード形状が概略正弦波に近くなることは注目に値する。

自由に振動する端部で、また完全にクランプされた端部で駆動されたときのこれらパネル部材すべてについて機械入力パワーの調査計測を行い、すべてのパネル部材が、ほとんど同じパワーを取り入れたことが分かった。

【００３２】

Ｗ０９７／０９８４２の教示に反論する前に、無限大パネルにおいて完全な正弦波として予測されるような理論に基づくコインシデンス周波数未満では利用できない有用な音響放射に関する仮定と、有用な音響放射がコインシデンス周波数未満の無限プレートにおいて適用できると明確に確認されるＷ０９７／０９８４２の教示結果による仮定、すなわちこのような放射が、主に最低周波数モード及び励振する変換器近辺と、自由に振動する端部

の双方におけるケースとして現れるように、完全な正弦波分布からはずれて振動し、従って確かにこれまで後者に重点を置いて無限プレート部分に起因するという仮定について推測することは興味がある。しかしながら、本明細書の教示によって、特に撓み波振動に関する可能性に関して、特にコインシデンス周波数未満で効率を上げるために、端部を拘束することが空気に対する音響結合に有用な効果を有することはここで明らかである。勿論、これは、共振パネル部材と近距離音場におけるロスに真の意味で必然的に関連する音響出力パワーの自明な状況の中で起きており、少なくとも後者は、このような拘束に対するこのような端部近辺の音響的短絡を、その端部拘束によって明確に減らされている。

【００３３】

このようなエネルギーが、関連する音響範囲内で、パネル部材の共振モード周波数における撓み波振動の中に存在し、拘束端において大気に対する結合が改善される結果として音響エネルギーとしてパネル部材から出るか、或いは、パネル部材の中央において従来と同様にしてパネル部材から音響エネルギーとして出なければならない、としても、近距離音場において通常は失われることになる音響エネルギーが反射されるようになることにより、コインシデンス周波数より低い周波数において大気に対する音響結合が増大することに寄与すると考えるのは妥当に見える。コインシデンス周波数を越えるの状況ではもちろん影響を受けない。もちろんこれはすべて、端部拘束、好ましくはクランプによって効果的に減らされるか除去される振動のねじりモードが必然的にない端部拘束を有するパネル部材の利用可能な共振モードの更なる内容次第である。

【００３４】

更に、再配置可能/移動する第２の変換器を用いて、測定された効果を基にして第２の変換器のために有益な位置に関連して、更に局部位置において慣性質量を用い、別個の端部拘束／クランプに関して調査がなされた。第２の変換器位置に関する成果は、主として２つの変換器の共振パネル部材における効果間の相互作用に関する範囲と複雑さが強調された。確かに、実質的に矩形で、実質的に等方性の曲げ剛性を有する共振パネル部材のために有利に配置された第１の変換器に対して示された最適な第２の変換器の位置は、実際には第１の変換器が配置されたパネルの四半分に境界付けする軸に沿った長さ位置の中央部又はその近くと、３／４位置とその近くであり、（ある用途に関しては疑いなく実現可能ではあったが）音響出力の品質に不利な影響を及ぼす傾向にあった。別個の拘束／クランプに関する成果は、大きなスペーシングと、関連するパネル部材における撓み波の波長との関係に対する共振周波数パスフィルタ効果に対して近い等価から連続する拘束／クランプへと潜在的に有用な変化を示す点が特に興味深いことであった。

【図面の簡単な説明】

【図１】　ほぼ矩形パネルである共振パネル音響部材１０の分解斜視図であり、共振パネル音響部材１０は、シャシ又は母体構造に取り付ける際にも役立つボルト及びナット１２Ａ、Ｂを使用して、端部において対向する矩形の周辺フレーム部材１１Ａ、Ｂ間でクランプされる。

【図１Ａ】　図１の実施形態の部分断面図である。

【図２】　接着剤２２によってフレーム２１に対し端部を固定することにより共振パネル音響部材２０の端部をクランプ／終結する代替構造を示す要部断面図である。

【図３】　壁部材として形成されたプラスチック射出成型品３５の部分斜視図であり、音響的能動パネル領域３０の拘束端部としての矩形境界部３１と交差する補強リブ３６を有し、更に、境界部３１も動作可能なパネル領域３０の端部を補強する一段高いリブによって形成されている。

【図３Ａ】　図３の実施形態の部分断面図である。

【図４】　フレーム４１上に張られ、周辺のクランプフレーム部材４２によってその端部をクランプされた共振パネル音響部材４０の部分斜視図である。

【図４Ａ】　図４に示す実施形態の部分断面図である。

【図４Ｂ】　図４とほぼ同等な共振伸張パネル音響部材の代替実施形態の部分断面図である。

【図５Ａ】　大きさがＡ５に相当する共振パネル部材の周波数応答を示すグラフであり、太線はクランプ端部パネルを示し、細線は端部を自由にすなわち弾性的に吊り下げられたパネルを示す。
【図５Ｂ】　大きさがＡ４に相当する共振パネル部材の周波数応答をそれぞれ示すグラフであり、太線はクランプ端部パネルを示し、細線は端部を自由にすなわち弾性的に吊り下げられたパネルを示す。
【図６Ａ】　クランプ端部パネル部材の選択されたアスペクト比に関する周波数に対する機械インピーダンスのグラフ図である。
【図６Ｂ】　クランプ端部パネル部材の選択されたアスペクト比に関する周波数に対する機械インピーダンスのグラフ図である。
【図７Ａ】　クランプ端部パネル部材の選択されたアスペクト比に関する周波数に対する機械インピーダンスのグラフ図である。
【図７Ｂ】　クランプ端部パネル部材の選択されたアスペクト比に関する周波数に対する機械インピーダンスのグラフ図である。
【図８Ａ】　クランプ端部パネル部材の選択されたアスペクト比に関する周波数に対する機械インピーダンスのグラフ図である。
【図８Ｂ】　クランプ端部パネル部材の選択されたアスペクト比に関する周波数に対する機械インピーダンスのグラフ図である。
【図９Ａ】　変換手段位置のための平滑化逆平均平方偏差のグラフ図である。
【図９Ｂ】　変換手段位置のための、関連する平滑化逆平均平方偏差のグラフ図である。
【図９Ｃ】　変換手段位置のための、関連する平滑化逆平均平方偏差のグラフ図である。
【図１０】　１つのクランプ端部パネル部材に関して、計算に基づく１／４パネルの機械インピーダンスをプロットしたものである。
【図１１】　種々のクランプ端部パネルのアスペクト比を示すグラフ図である。
【図１２Ａ】　アスペクト比に関して計測された１／４パネルの機械インピーダンスをプロットしたものである。
【図１２Ｂ】　他のアスペクト比に関して計測された１／４パネルの機械インピーダンスをプロットしたものである。
【図１２Ｃ】　他のアスペクト比に関して計測された１／４パネルの機械インピーダンスをプロットしたものである。
【図１２Ｄ】　他のアスペクト比に関して計測された１／４パネルの機械インピーダンスをプロットしたものである。
【図１２Ｅ】　他のアスペクト比に関して計測された１／４パネルの機械インピーダンスをプロットしたものである。
【図１２Ｆ】　他のアスペクト比に関して計測された１／４パネルの機械インピーダンスをプロットしたものである。
【図１２Ｇ】　他のアスペクト比に関して計測された１／４パネルの機械インピーダンスをプロットしたものである。
【図１２Ｈ】　他のアスペクト比に関して計測された１／４パネルの機械インピーダンスをプロットしたものである。
【図１３Ａ】　基準値に適合するように関連音響出力をプロットしたものである。
【図１３Ｂ】　基準値に適合するように関連音響出力をプロットしたものである。
【図１３Ｃ】　基準値に適合するように関連音響出力をプロットしたものである。
【図１３Ｄ】　基準値に適合するように関連音響出力をプロットしたものである。
【図１３Ｅ】　基準値に適合するように関連音響出力をプロットしたものである。
【図１３Ｆ】　基準値に適合するように関連音響出力をプロットしたものである。
【図１３Ｇ】　基準値に適合するように関連音響出力をプロットしたものである。
【図１３Ｈ】　基準値に適合するように関連音響出力をプロットしたものである。
【図１４】　異なるアスペクト比に関して、最大逆平均平方出力偏差をプロットしたものである。

【図１５Ａ】　アスペクト比が１対３であるクランプ端部パネル部材の低共振モードの音響出力の組み合わせ極をプロットしたものである。
【図１５Ｂ】　アスペクト比が１対３であるクランプ端部パネル部材の低共振モードの音響出力の組み合わせ極をプロットしたものである。
【図１５Ｃ】　アスペクト比が１対３であるクランプ端部パネル部材の低共振モードの音響出力の組み合わせ極をプロットしたものである。
【図１５Ｄ】　アスペクト比が１対３であるクランプ端部パネル部材の低共振モードの音響出力の組み合わせ極をプロットしたものである。
【図１５Ｅ】　アスペクト比が１対３であるクランプ端部パネル部材の低共振モードの音響出力の組み合わせ極をプロットしたものである。
【図１５Ｆ】　アスペクト比が１対３であるクランプ端部パネル部材の低共振モードの音響出力の組み合わせ極をプロットしたものである。
【図１５Ｇ】　アスペクト比が１対３であるクランプ端部パネル部材の低共振モードの音響出力の組み合わせ極をプロットしたものである。
【図１５Ｈ】　アスペクト比が１対３であるクランプ端部パネル部材の低共振モードの音響出力の組み合わせ極をプロットしたものである。
【図１５Ｉ】　アスペクト比が１対３であるクランプ端部パネル部材の低共振モードの音響出力の組み合わせ極をプロットしたものである。
【図１５Ｊ】　アスペクト比が１対３であるクランプ端部パネル部材の低共振モードの音響出力の組み合わせ極をプロットしたものである。
【図１６Ａ】　サイズ及び／又は剛性の異なる特定のパネル構造に関する音響出力パワー比較図である。
【図１６Ｂ】　サイズ及び／又は剛性の異なる特定のパネル構造に関する音響出力パワー比較図である。
【図１６Ｃ】　サイズ及び／又は剛性の異なる特定のパネル構造に関する音響出力パワー比較図である。
【図１６Ｄ】　サイズ及び／又は剛性の異なる特定のパネル構造に関する音響出力パワー比較図である。

【図１】

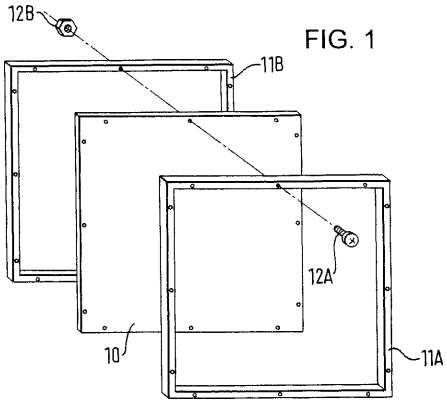


FIG. 1

【図１Ａ】

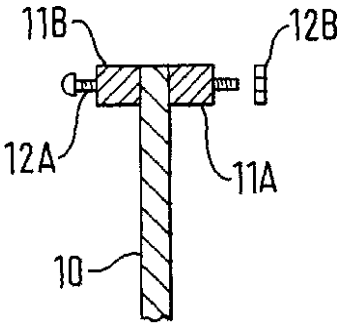


FIG. 1A

【図２】

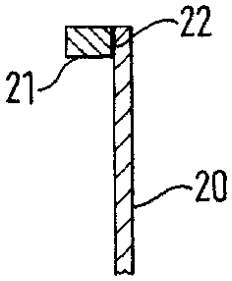


FIG. 2

【図３】

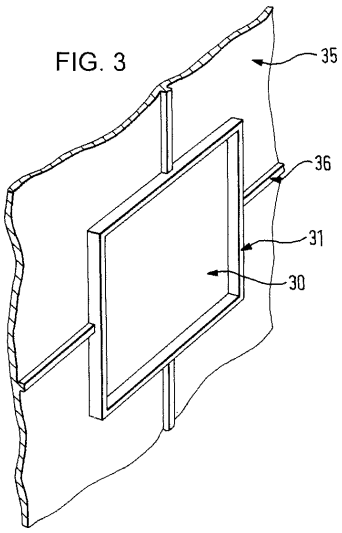


FIG. 3

【図３Ａ】

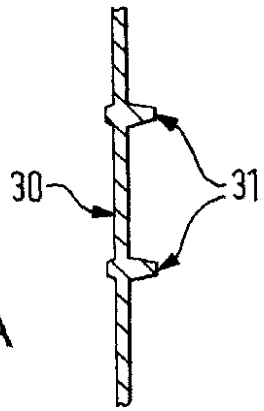


FIG. 3A

【図４】

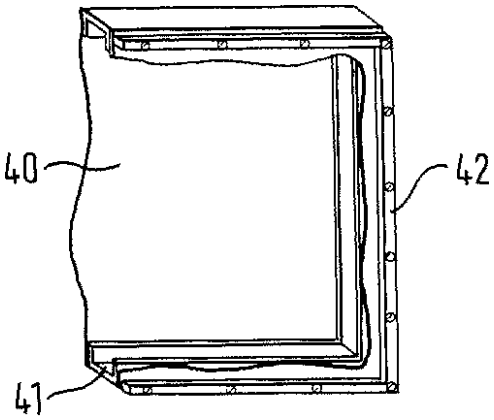


FIG.4

【図４Ａ】

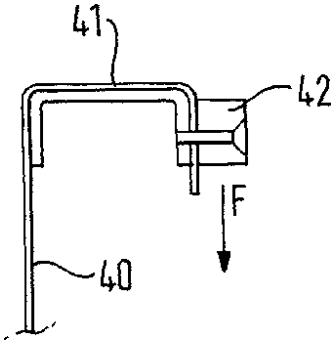


FIG.4A

【図４Ｂ】

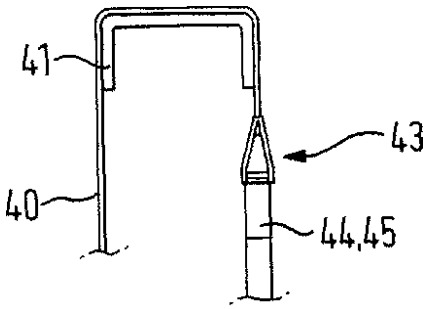


FIG.4B

【図５Ａ】

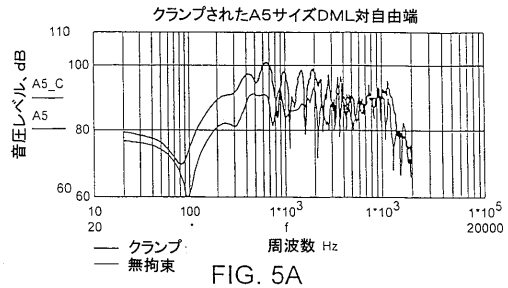


FIG. 5A

【図５Ｂ】

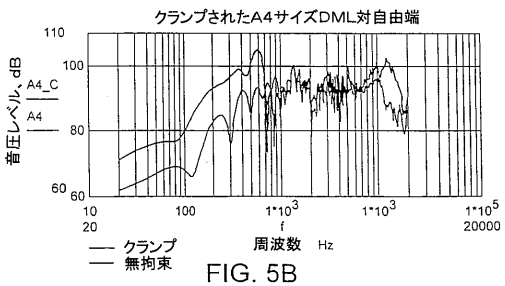
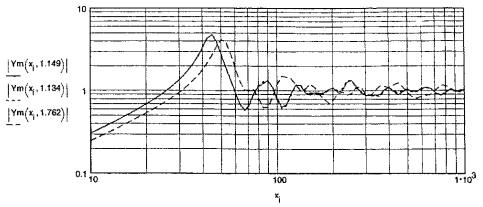


FIG. 5B

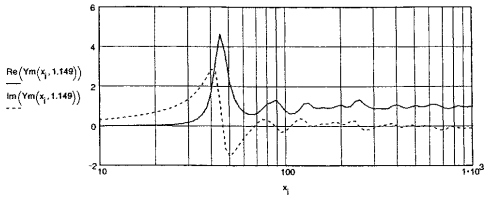
【図６Ａ】

FIG. 6A



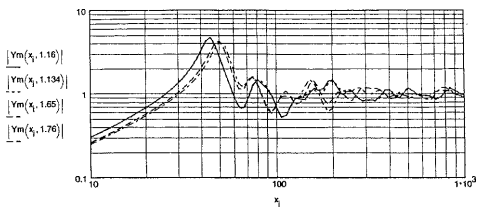
【図６Ｂ】

FIG. 6B

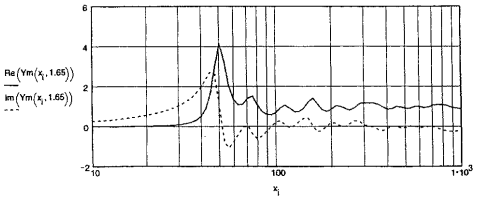


【図７Ａ】

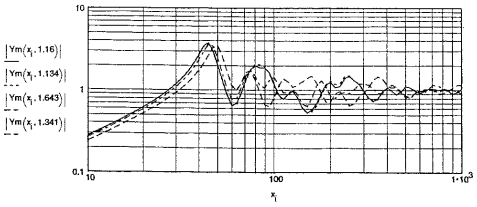
FIG. 7A



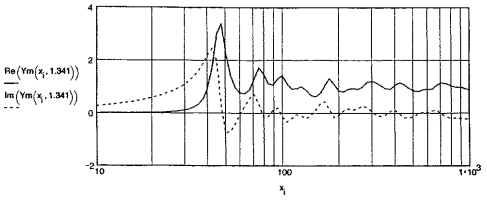
【図７Ｂ】
FIG. 7B



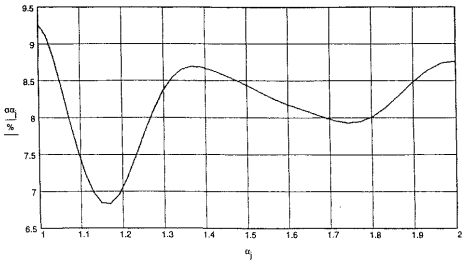
【図８Ａ】
FIG. 8A



【図８Ｂ】
FIG. 8B

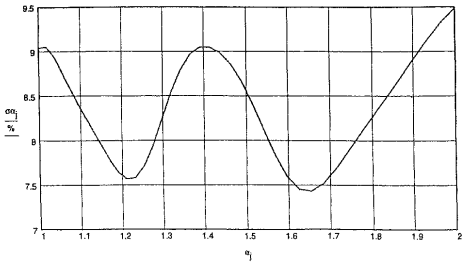


【図９Ａ】
FIG. 9A



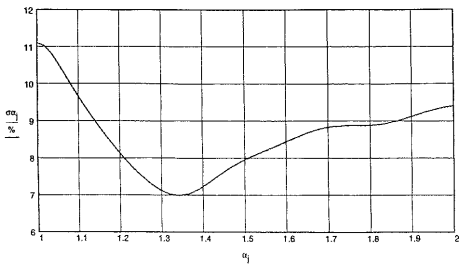
ζ = 10·% ξ0 = 0.437 η0 = 0.414

【図９Ｂ】
FIG. 9B



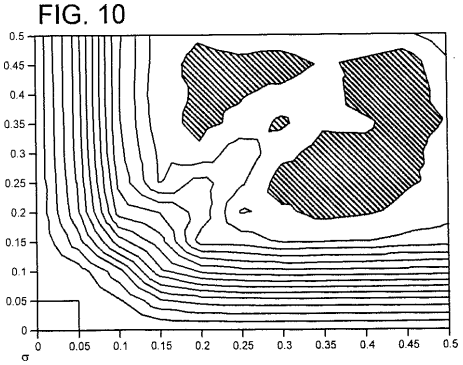
ζ = 10·% ξ0 = 0.409 η0 = 0.439

【図９Ｃ】
FIG. 9C

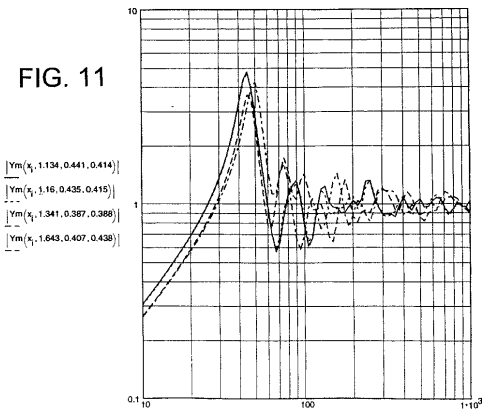


ζ = 10·% ξ0 = 0.385 η0 = 0.387

【図１０】
FIG. 10



【図１１】
FIG. 11



【図１２Ａ】

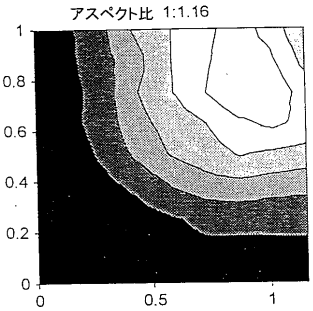


FIG. 12A

【図１２Ｂ】

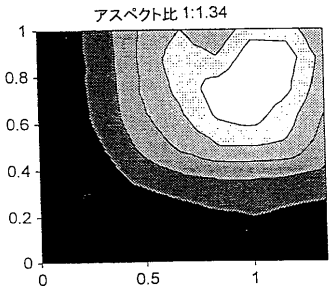


FIG. 12B

【図１２Ｃ】

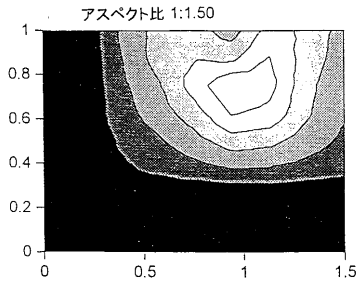


FIG. 12C

【図１２Ｄ】

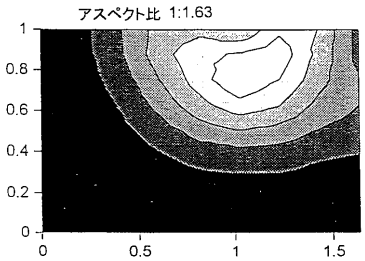


FIG. 12D

【図１２Ｅ】

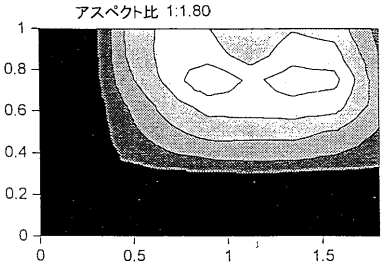


FIG. 12E

【図１２Ｆ】

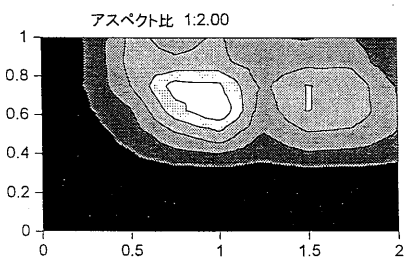


FIG. 12F

【図１２Ｇ】

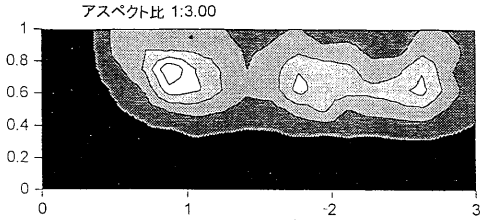


FIG. 12G

【図１２Ｈ】

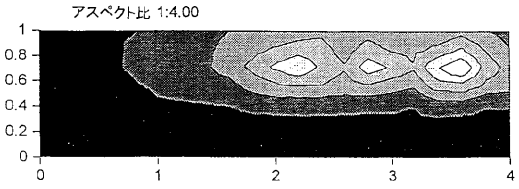


FIG. 12H

【図１３Ａ】

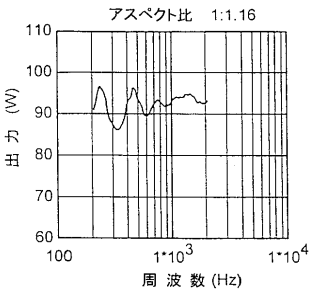


FIG. 13A

【図１３Ｂ】

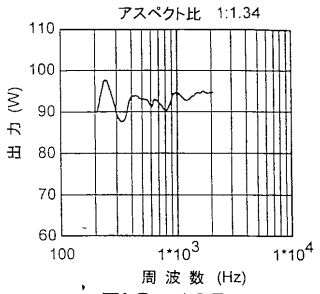


FIG. 13B

【図１３Ｃ】

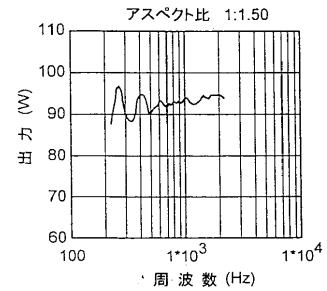


FIG. 13C

【図１３Ｄ】

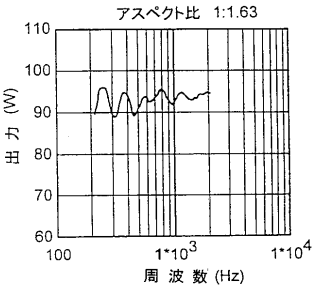


FIG. 13D

【図１３Ｅ】

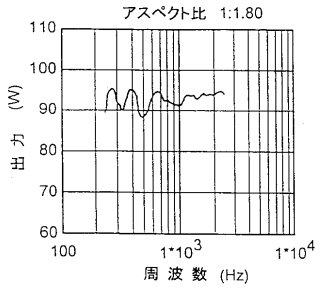


FIG. 13E

【図１３Ｆ】

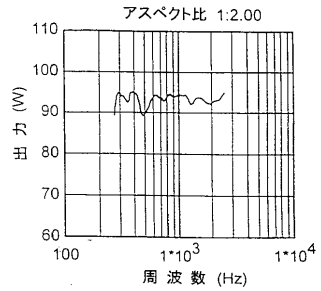


FIG. 13F

【図１３Ｇ】

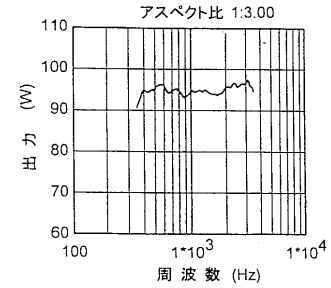


FIG. 13G

【図１３Ｈ】

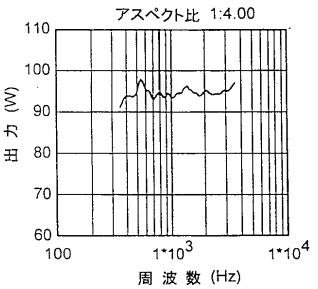


FIG. 13H

【図１４】

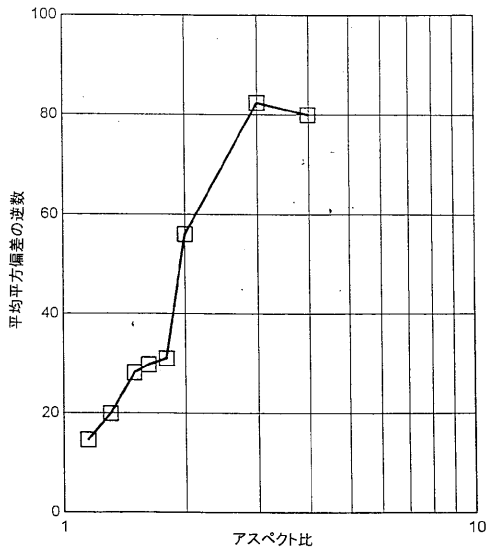


FIG. 14

【図１５Ａ】

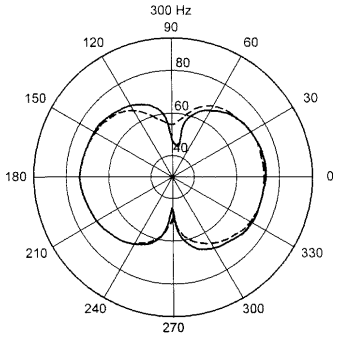


FIG. 15A

【図１５Ｂ】

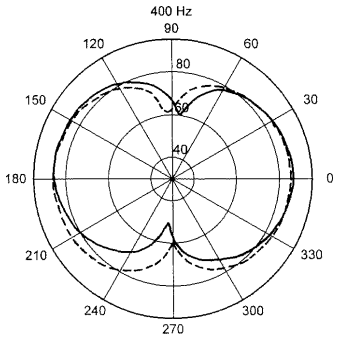


FIG. 15B

【図１５Ｃ】

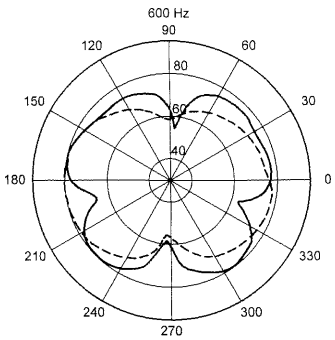


FIG. 15C

【図１５Ｄ】

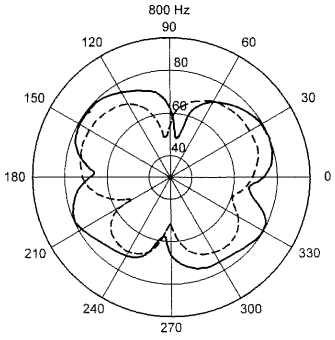


FIG. 15D

【図１５Ｅ】

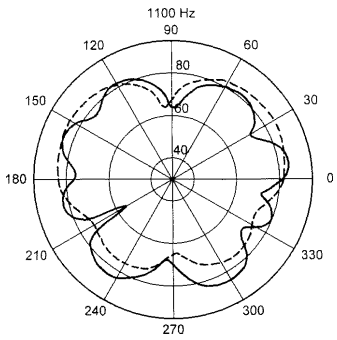


FIG. 15E

【図１５Ｆ】

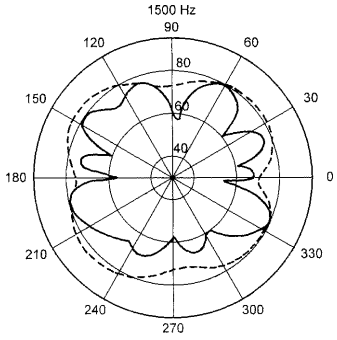


FIG. 15F

【図１５Ｇ】

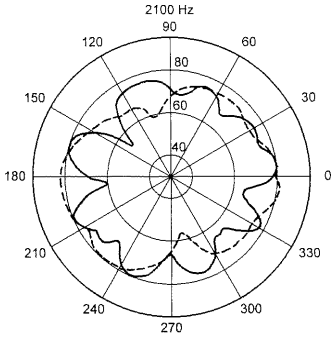


FIG. 15G

【図１５Ｉ】

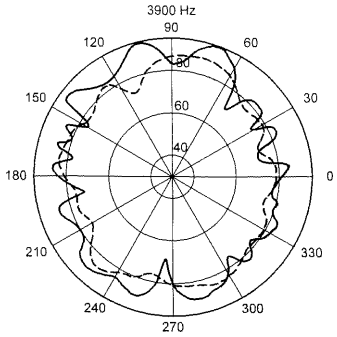


FIG. 15I

【図１５Ｈ】

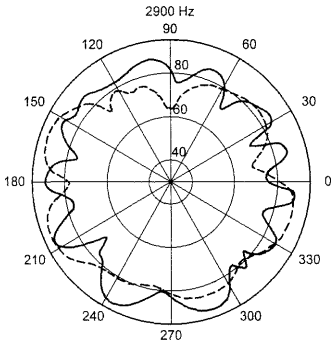


FIG. 15H

【図１５Ｊ】

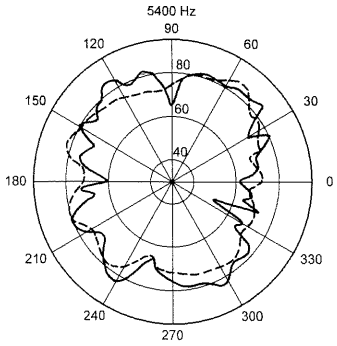


FIG. 15J

【図１６Ａ】

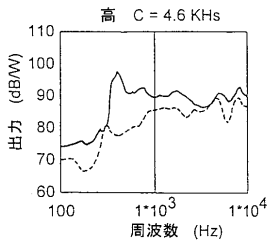


FIG. 16A

【図１６Ｂ】

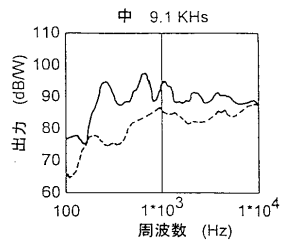


FIG. 16B

【図１６Ｃ】

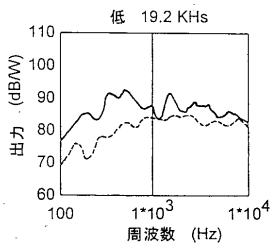


FIG. 16C

【図１６Ｄ】

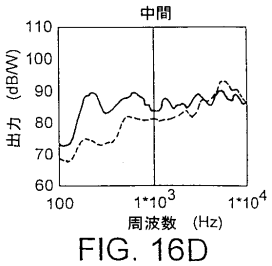


FIG. 16D

【図１６Ｅ】

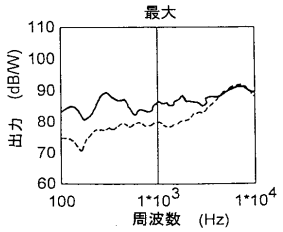


FIG. 16E

フロントページの続き

(74)代理人 100096194
弁理士 竹内 英人
(74)代理人 100074228
弁理士 今城 俊夫
(74)代理人 100084009
弁理士 小川 信夫
(74)代理人 100082821
弁理士 村社 厚夫
(74)代理人 100086771
弁理士 西島 孝喜
(74)代理人 100084663
弁理士 箱田 篤
(72)発明者 アジマ ヘンリー
イギリス ケンブリッジ シービー２ ２ティーティー チョーサー ロード サウスエイカー クローズ ３

審査官 新川 圭二

(56)参考文献 国際公開第９７／００９８４２（WO，Ａ１）
米国特許第０３２４７９２５（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04R 7/06
H04R 1/22
H04R 7/22