

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4822517号
(P4822517)

(45) 発行日 平成23年11月24日 (2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月16日 (2011.9.16)

(51) Int. Cl.	F I
H04R 1/28 (2006.01)	H04R 1/28 310Z
H04R 9/02 (2006.01)	H04R 1/28 310C
H04R 3/04 (2006.01)	H04R 9/02 102A
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 3/04 101
H04R 19/02 (2006.01)	H04R 1/28 310E
請求項の数 7 (全 34 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2006-136873 (P2006-136873)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成18年5月16日 (2006.5.16)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2007-6459 (P2007-6459A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成19年1月11日 (2007.1.11)	(74) 代理人	110001276
審査請求日	平成21年4月6日 (2009.4.6)		特許業務法人 小笠原特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2005-150772 (P2005-150772)	(74) 代理人	100098291
(32) 優先日	平成17年5月24日 (2005.5.24)		弁理士 小笠原 史朗
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	松村 俊之
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	佐伯 周二
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		審査官	境 周一
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スピーカ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

筐体と、

前記筐体の内部に配置され、当該筐体内部の気体を物理吸着する吸着体と、

振動板を含み、前記筐体に形成された開口部に設けられた振動部と、

前記振動板を駆動して、当該振動板から音を発生させる駆動部と、

前記筐体の内部に配置され、前記振動板に作用する前記筐体内部の音響スティフネスを減少させる負スティフネス発生機構とを備え、

前記負スティフネス発生機構によって生じる負スティフネスの大きさと前記吸着体による音響スティフネスの減少量との和は、前記筐体内部の音響スティフネスと前記振動板を支持する部材の音響スティフネスとの和よりも小さく、

前記駆動部は、

前記筐体の内部に配置され、前記振動板側に第1のマグネットを有する第1の磁気回路と、

前記振動板および当該振動板の振動方向に形成された空隙を介して前記第1のマグネットに対向して配置された第2のマグネットを有する第2の磁気回路とを含み、

前記第1および第2の磁気回路の少なくとも一方には、所定の磁気ギャップが形成されており、

前記振動部は、

ボイスコイルと、

10

20

前記振動板に固設され、前記ボイスコイルを前記磁気ギャップ内に配置して当該ボイスコイルを支持するボイスコイルポピンと、

マグネットを含まない磁性体であり、前記空隙内に配置された前記振動板の少なくとも一部に設けられた非マグネット部材とを、さらに含み、これらによって、

前記負スティフネス発生機構は、

前記非マグネット部材と、

前記第 1 の磁気回路と、

前記第 2 の磁気回路とで構成され、

前記負スティフネス発生機構は、前記振動板の振動方向に対して前記非マグネット部材の前記空隙内における平衡位置を基準として、当該平衡位置から離れる方向に当該非マグネット部材に前記振動方向の離反力を与えることによって、前記筐体内部の音響スティフネスを減少させることを特徴とするスピーカ装置。

10

【請求項 2】

前記吸着体は、活性炭、ゼオライト、カーボンナノチューブ、フラーレン、シリカゲル、および多孔質シリカのうち、少なくとも 1 つで構成されることを特徴とする、請求項 1 に記載のスピーカ装置。

【請求項 3】

前記スピーカ装置は、

前記振動方向に振動する前記振動部のいずれかの当該振動方向における位置を検出する位置検出部と、

20

前記位置検出部で検出された前記振動部の位置に基づいた直流成分を所定の音響信号に加えた信号を前記ボイスコイルに印加することによって、前記非マグネット部材の前記振動方向における振幅の中心が前記平衡位置となるように当該振動板の振動を制御する制御部とを、さらに備える、請求項 1 に記載のスピーカ装置。

【請求項 4】

前記吸着体と前記振動部、前記駆動部、および前記負スティフネス発生機構との間を仕切るように配置され、当該吸着体を支持する支持部材をさらに備える、請求項 1 に記載のスピーカ装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載のスピーカ装置と、

30

前記スピーカ装置をその内部に配置する車体とを備える、車両。

【請求項 6】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載のスピーカ装置と、

前記スピーカ装置をその内部に配置する機器筐体とを備える、映像機器。

【請求項 7】

請求項 1 から 4 のいずれかに記載のスピーカ装置と、

前記スピーカ装置をその内部に配置する装置筐体とを備える、携帯型情報処理装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スピーカ装置に関し、より特定的には、小型のキャビネットで低音再生を実現するスピーカ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、オーディオ機器のデジタル化とともに、音楽ソースを再生するプレーヤの小型化やポータブル化が進んでいる。しかしながら、最終的に音を再生するスピーカ装置において、音楽ソースに含まれる低音域の音を十分に再生するには、大きなキャビネットが

50

必要となる。そのため、上記小型化やポータブル化されたプレーヤに搭載されるスピーカ装置では、キャビネットの容積が小さく、キャビネットの呈する音響スティフネスが大きいので、十分な低音再生を実現することは困難であった。

【 0 0 0 3 】

そこで、このようなキャビネットの容積で決定される低音再生限界を改善したスピーカ装置が開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。以下、図 1 6 を参照して、当該スピーカ装置について説明する。なお、図 1 6 は当該スピーカ装置の断面構造図である。

【 0 0 0 4 】

図 1 6 において、従来のスピーカ装置は、大略的にキャビネット 1 0 1 およびスピーカユニット 1 0 2 を備える。スピーカユニット 1 0 2 は、フレーム 1 0 3、エッジ 1 0 4、コーン型振動板 1 0 5、ダストキャップ 1 0 6、ボイスコイルボビン 1 0 7、ダンパー 1 0 8、ボイスコイル 1 0 9、マグネット 1 1 0、センターポール 1 1 1、磁気プレート 1 1 2、可動マグネット 1 1 3、および固定マグネット 1 1 4 を有する。

【 0 0 0 5 】

図 1 6 において、スピーカユニット 1 0 2 は、キャビネット 1 0 1 の前面の開口部に取り付けられている。マグネット 1 1 0 はリング形状である。マグネット 1 1 0 の背面（キャビネット 1 0 1 の背面側にあるマグネット 1 1 0 の面）は、センターポール 1 1 1 の前面に固着される。磁気プレート 1 1 2 はリング形状である。磁気プレート 1 1 2 の背面は、マグネット 1 1 0 の前面に固着される。ボイスコイル 1 0 9 は、ボイスコイルボビン 1 0 7 における背面側端部の外周面に巻かれる。そして、ボイスコイル 1 0 9 は、センターポール 1 1 1 における凸部の外周面と磁気プレート 1 1 2 の内周面との間に形成される磁気ギャップに配置される。フレーム 1 0 3 は、磁気プレート 1 1 2 の前面に固着される。フレーム 1 0 3 には、音孔 1 0 3 h が形成されている。ダンパー 1 0 8 の外周はフレーム 1 0 3 に固着される。ダンパー 1 0 8 の内周は、ボイスコイルボビン 1 0 7 に固着される。コーン型振動板 1 0 5 は、その内周がボイスコイルボビン 1 0 7 の前面側端部に固着される。エッジ 1 0 4 の内周は、コーン型振動板 1 0 5 の外周に固着される。エッジ 1 0 4 の外周は、フレーム 1 0 3 に固着される。ダストキャップ 1 0 6 は、コーン型振動板 1 0 5 の前面側中央部に固着される。可動マグネット 1 1 3 はリング形状である。可動マグネット 1 1 3 の内周面がボイスコイルボビン 1 0 7 の外周面に固着される。可動マグネット 1 1 3 は、ボイスコイルボビン 1 0 7 において、コーン型振動板 1 0 5 とダンパー 1 0 8 との間に配置される。固定マグネット 1 1 4 は、リング形状であり、その内周面と可動マグネット 1 1 3 の外周面とが対向して空隙を形成するように配置される。可動マグネット 1 1 3 および固定マグネット 1 1 4 は、厚み方向（振動方向）で同極に着磁される。

【 0 0 0 6 】

次に、従来のスピーカ装置の動作について説明する。ボイスコイル 1 0 9 に電気信号が印加されると駆動力が発生する。この駆動力によって、ボイスコイルボビン 1 0 7 に固着されたコーン型振動板 1 0 5 が振動する。そして、コーン型振動板 1 0 5 から音が発生する。以上の動作は通常の動電型スピーカの動作である。ここで、コーン型振動板 1 0 5 には、2つのスティフネスが作用する。これらのスティフネスは、コーン型振動板 1 0 5 の変位を減少させる方向に作用する。まず1つ目のスティフネスは、コーン型振動板 1 0 5 を支持するエッジ 1 0 4 およびダンパー 1 0 8 のばね力による復元力（以下、この復元力を支持系スティフネス S_0 とする）である。2つ目のスティフネスは、コーン型振動板 1 0 5 の変位によって膨張/収縮したキャビネット 1 0 1 内の空気が元に戻ろうとすることにより生じる力であり、コーン型振動板 1 0 5 の変位を戻そうとする力（以下、音響スティフネス S_c とする）である。音響スティフネス S_c は以下の式で表現される。

【 数 1 】

$$S_c = \frac{\rho c^2 \pi^2 a^4}{V} \quad - (1)$$

10

20

30

40

ここで、 ρ はキャビネット 101 内の空気の密度、 c は音速、 a はコーン型振動板 105 の有効半径、 V はキャビネット 101 内部の容積である。以上の 2 つのスティフネスによって、コーン型振動板 105 の変位が抑制される。特にキャビネット内部の容積 V が小さいスピーカ装置では、キャビネット内の空気による音響スティフネスが大きくなる。このため、キャビネット内部の容積 V が小さいスピーカ装置では低音域の再生が困難となる。

【0007】

しかし、図 16 に示した従来のスピーカ装置は、コーン型振動板 105 に作用する音響スティフネスを減少させる力、すなわち負のスティフネスを発生する機構（以下、負スティフネス発生機構と記載する）を有している。負スティフネス発生機構は、ボイスコイルボビン 107 の外周面に固着された可動マグネット 113 と、これと対向して配置された固定マグネット 114 とで構成される。以下、上記負スティフネス発生機構について詳細に説明する。

10

【0008】

静止時（無信号時）において、可動マグネット 113 は、エッジ 104 およびダンパー 108 などの支持系によって支持されて、固定マグネット 114 と磁氣的に釣り合う位置（以下、平衡位置と記載する）に位置している。上述したように、ボイスコイル 109 に電気信号を加えると、コーン型振動板 105 はボイスコイル 109 に発生した駆動力によって振動する。このとき、可動マグネット 113 は、ボイスコイルボビン 107 と一体となって、固定マグネット 114 の内周部で振動する。ここで、可動マグネット 113 および固定マグネット 114 は、振動方向に同極に着磁されている。したがって、可動マグネット 113 が変位すると、可動マグネット 113 および固定マグネット 114 が互いに反発するような磁場が形成される。これにより、コーン型振動板 105 が変位すると、可動マグネット 113 には可動マグネット 113 が平衡位置から逃れようとする力、つまり変位を拡大する方向に作用する力が発生する。このように、可動マグネット 113 および固定マグネット 114 は、負スティフネス発生機構を構成する。

20

【0009】

以上のように、負スティフネス発生機構は、スピーカユニット 102 の振動系に作用する音響スティフネスを減少させる。これにより、コーン型振動板 105 の変位を減少させる力が減少し、上式（1）の容積 V が等価的に拡大する。その結果、特許文献 1 に開示された従来のスピーカ装置は、あたかも大きなキャビネットにスピーカユニットを搭載したような動作をすることができる。

30

【特許文献 1】特開 2000 - 308174 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ここで、再生帯域を所望の低音域まで拡大させる具体的な方法について説明する。スピーカ装置の低音再生帯域は、負スティフネスの作用によって拡大する。ここで、容積 V のキャビネットを用いたスピーカ装置において、あたかも N 倍（ $N > 1$ ）の容積をもつキャビネットと同等の低音再生帯域を得ようとする場合を考える。 N 倍の容積をもつキャビネットにおいて、音響スティフネスの値は、上式（1）より、以下の式で表現される。

40

【数 2】

$$\frac{\rho c^2 \pi^2 a^4}{NV} = \frac{1}{N} S_c \quad - (2)$$

したがって、負スティフネス発生機構において必要とされる負スティフネスの大きさ（音響スティフネスの減少量）は、以下に示す式の値となる。

【数 3】

$$S_c - \frac{1}{N} S_c = \left(\frac{N-1}{N} \right) S_c \quad - (3)$$

なお、上式(3)に示す負スティフネスは、線形成分の値を示している。上式(3)に示すように、容積VをN倍に拡大する効果(以下、容積拡大効果と記載する)を得ようとする場合、容積Vが小さいほど、またはNの値が大きいほど、負スティフネス発生機構において必要とされる負スティフネスは増加する。なお、負スティフネス発生機構によって、コーン型振動板105には、3つのスティフネスが作用することとなる。3つのスティフネスのうち、2つは、支持系スティフネスS0と音響スティフネスScである。3つ目は、上式(3)で示した負スティフネス発生機構で発生する負スティフネスである。これら3つのスティフネスと可動マグネット113の変位との関係を図17に示す。図17において、横軸は可動マグネット113の変位を示す。この変位はコーン型振動板105の前面方向を正方向としている。縦軸はコーン型振動板105に作用するスティフネスの大きさを示す。図17に示すCは、コーン型振動板105に作用する音響スティフネスScと支持系スティフネスS0との合力を示す。音響スティフネスScは、上記変位に対して線形である。一方、支持系スティフネスS0は、上記変位が大きくなるとエッジ104およびダンパー108が突っ張りを起こすため、非線形のスティフネスを示す。このため、図17に示すCは、上記変位の大きいところで非線形となる。次に図17に示すDは、負スティフネス発生機構で発生する負スティフネスを示す。図17に示す矢印は、Dにおいて非線形に変化する部分を示している。なお、この矢印によって示された非線形部分の位置は、固定マグネット114の厚さで決まる。図17に示すEは、上記CとDとの合力を示す。したがって、コーン型振動板105には、図17のEに示す大きさのスティフネスが作用することとなる。

【0011】

ここで、特許文献1に開示された従来のスピーカ装置では、小型のスピーカ装置において低音再生帯域をさらに拡大させるためには、より大きな負スティフネスを発生させる必要がある。ここで、より大きな負スティフネスを発生させる方法としては、負スティフネス発生機構の固定マグネット114の外径を大きくするか、もしくはその厚みを減少させる方法が考えられる。固定マグネット114の外径を大きくする場合、当該固定マグネット114のコストが増加してしまう。また、固定マグネット114の外径を大きくすることは、スピーカユニット102の大型化を招く。そしてスピーカユニット102が大型化すると、小型のスピーカ装置に搭載することが困難となる。

【0012】

一方、固定マグネット114の厚みを減少させる場合、図17の矢印に示された非線形部分の位置は、変位の小さい方へ移動する。このため、図17に示したEにおいて、その線形範囲が狭くなる。ここで、コーン型振動板105が線形範囲を超えて振幅すると、再生音の歪が増加するので、再生音質が低下する。また低音再生帯域を拡大させると、一般にコーン型振動板105の振幅は増加する。したがって、再生音の歪を抑えるためには、コーン型振動板105の振幅を制限する必要がある。すなわち、固定マグネット114の厚みを減少させる場合には、振幅を制限する必要があるため、結果的に再生音の最大音圧が低下してしまうという問題があった。

【0013】

また、より大きな負スティフネスを発生させる方法として、固定マグネット114の内径を大きくし、可動マグネット113の外径を大きくすることにより、両マグネットの磁力を強力にする方法も考えられる。しかしながら、マグネットの体積が増加するので、コストが増加するとともに振動系の重量が増加する。その結果、スピーカ装置の能率の低下を招く。以上の理由より、図16に示す従来のスピーカ装置では、小型のスピーカ装置に

において低音再生帯域をさらに拡大することには限界があり、その実現が困難であった。

【 0 0 1 4 】

それ故、本発明の目的は、低音再生帯域をさらに拡大することが可能なスピーカ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

第1の発明は、スピーカ装置において、筐体と、筐体の内部に配置され、当該筐体内部の気体を物理吸着する吸着体と、振動板を含み、筐体に形成された開口部に設けられた振動部と、振動板を駆動して、当該振動板から音を発生させる駆動部と、筐体の内部に配置され、振動板に作用する筐体内部の音響スティフネスを減少させる負スティフネス発生機構とを備える。

10

【 0 0 1 6 】

第2の発明は、上記第1の発明において、吸着体は、活性炭、ゼオライト、カーボンナノチューブ、フラーレン、シリカゲル、および多孔質シリカのうち、少なくとも1つで構成されることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

第3の発明は、上記第1の発明において、駆動部は、筐体の内部に配置され、振動板側に第1のマグネットを有する第1の磁気回路と、振動板および当該振動板の振動方向に形成された空隙を介して第1のマグネットに対向して配置された第2のマグネットを有する第2の磁気回路とを含み、第1および第2の磁気回路の少なくとも一方には、所定の磁気ギャップが形成されており、振動部は、ボイスコイルと、振動板に固設され、ボイスコイルを磁気ギャップ内に配置して当該ボイスコイルを支持するボイスコイルボビンと、マグネットを含まない磁性体であり、空隙内に配置された振動板の少なくとも一部に設けられた非マグネット部材とを、さらに含み、これらによって、負スティフネス発生機構は、非マグネット部材と、第1の磁気回路と、第2の磁気回路とで構成され、負スティフネス発生機構は、振動板の振動方向に対して非マグネット部材の空隙内における平衡位置を基準として、当該平衡位置から離れる方向に当該非マグネット部材に振動方向の離反力を与えることによって、筐体内部の音響スティフネスを減少させることを特徴とする。

20

【 0 0 1 8 】

第4の発明は、上記第3の発明において、スピーカ装置は、振動方向に振動する振動部のいずれかの当該振動方向における位置を検出する位置検出部と、位置検出部で検出された振動部の位置に基づいた直流成分を所定の音響信号に加えた信号をボイスコイルに印加することによって、非マグネット部材の振動方向における振幅の中心が平衡位置となるように当該振動板の振動を制御する制御部とを、さらに備える。

30

【 0 0 1 9 】

第5の発明は、上記第1の発明において、負スティフネス発生機構は、筐体の内部空間を第1の空室および第2の空室に分割する仕切板と、仕切板に形成された開口部に配置されるドロンコーンと、その外周が仕切板に固定され、仕切板に対してドロンコーンを振動可能に支持するサスペンションと、ドロンコーンの振動方向における平衡位置を基準として、当該平衡位置から離れる方向に当該ドロンコーンに当該振動方向の離反力を発生させる離反力発生部とを含む。

40

【 0 0 2 0 】

第6の発明は、上記第5の発明において、離反力発生部は、マグネットを含まない磁性体であり、ドロンコーンの少なくとも一部に設けられた非マグネット部材と、非マグネット部材に対してドロンコーンの振動方向前後にそれぞれ所定の空隙を形成し、当該非マグネット部材と対向して固定的に配置された複数のマグネットとを含む。

【 0 0 2 1 】

第7の発明は、上記第5の発明において、離反力発生部は、ドロンコーンの少なくとも一部に設けられたマグネットと、マグネットを含まない磁性体である複数の非マグネット部材とを含み、複数の非マグネット部材は、マグネットに対してドロンコーンの振動方向

50

前後にそれぞれ所定の空隙を形成し、当該マグネットと対向してそれぞれ固定的に配置されることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

第 8 の発明は、上記第 1 の発明において、スピーカ装置は、振動部より筐体の外部側に配置して当該筐体に固設され、環状体の少なくとも一部の形状を有する固定マグネットをさらに備え、振動部は、固定マグネットの内周よりもその外周が小さい環状体の少なくとも一部の形状を有する可動マグネットと、可動マグネットの外周面が固定マグネットの内周面と所定の空隙を介して対向する位置に当該可動マグネットを配置し、当該振動板に固設して共に振動するように当該可動マグネットを支持する支持部材とを、さらに含み、これらによって、負スティフネス発生機構は、固定マグネットおよび可動マグネットで構成され、振動板の振動方向に対して当該可動マグネットの空隙内における平衡位置を基準として、当該平衡位置から離れる方向に可動マグネットに振動方向の離反力を与えることによって、筐体内部の音響スティフネスを減少させることを特徴とする。

10

【 0 0 2 3 】

第 9 の発明は、上記第 8 の発明において、駆動部には、磁気ギャップが形成されており、振動部は、磁気ギャップ内に配置されて振動板と共に振動するボイスコイルをさらに含み、スピーカ装置は、振動方向に振動する振動部のいずれかの当該振動方向における位置を検出する位置検出部と、位置検出部で検出された振動部の位置に基づいた直流成分を所定の音響信号に加えた信号をボイスコイルに印加することによって、可動マグネットの振動方向における振幅の中心が平衡位置となるように当該振動板の振動を制御する制御部とを、さらに備える。

20

【 0 0 2 4 】

第 10 の発明は、上記第 1 の発明において、駆動部は、圧電型変換器であることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

第 11 の発明は、上記第 10 の発明において、振動板は、マグネットを含まない磁性体である非マグネット部材をその内部に含んだ部材、およびその外部に当該非マグネット部材が設けられた部材のいずれかで構成され、駆動部は、振動板に設けられた圧電素子であり、スピーカ装置は、振動方向に振動する振動部のいずれかの当該振動方向における位置を検出する位置検出部と、位置検出部で検出された振動部の位置に基づいた直流成分を所定の音響信号に加えた信号を圧電素子に印加することによって、非マグネット部材の振動方向における振幅の中心が当該非マグネット部材における平衡位置となるように当該振動板の振動を制御する制御部とを、さらに備える。

30

【 0 0 2 6 】

第 12 の発明は、上記第 1 の発明において、駆動部は、静電型変換器であることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

第 13 の発明は、上記第 12 の発明において、振動板は、マグネットを含まない磁性体である非マグネット部材をその内部に含んだ部材、およびその外部に当該非マグネット部材が設けられた部材のいずれかで構成され、駆動部は、振動板の両面に対してそれぞれ空隙を介して配置された電極を含み、スピーカ装置は、振動方向に振動する振動部のいずれかの当該振動方向における位置を検出する位置検出部と、位置検出部で検出された振動部の位置に基づいた直流成分を所定の音響信号に加えた信号を電極に印加することによって、非マグネット部材の振動方向における振幅の中心が当該非マグネット部材における平衡位置となるように当該振動板の振動を制御する制御部とを、さらに備える。

40

【 0 0 2 8 】

第 14 の発明は、上記第 1 の発明において、吸着体と振動部、駆動部、および負スティフネス発生機構との間を仕切るように配置され、当該吸着体を支持する支持部材をさらに備える。

【 0 0 2 9 】

50

第１５の発明は、低音増強装置において、スピーカ装置の内部に配置される低音増強装置であって、筐体と、筐体の内部に配置され、当該筐体内部の気体を物理吸着する吸着体と、筐体に形成された開口部に配置され、当該筐体内部の音響スティフネスを減少させる負スティフネス発生機構とを備える。

【００３０】

第１６の発明は、上記第１５の発明において、負スティフネス発生機構は、開口部に配置されるドロムコーンと、その外周が開口部に固設され、筐体に対してドロムコーンを振動可能に支持するサスペンションと、ドロムコーンの振動方向における平衡位置を基準として、当該平衡位置から離れる方向に当該ドロムコーンに離反力を与える離反力発生部とを含むことを特徴とする。

【００３１】

第１７の発明は、車両であって、上記第１から第１４のいずれかの発明に記載のスピーカ装置と、スピーカ装置をその内部に配置する車体とを備える。

【００３２】

第１８の発明は、映像機器であって、上記第１から第１４のいずれかの発明に記載のスピーカ装置と、スピーカ装置をその内部に配置する機器筐体とを備える。

【００３３】

第１９の発明は、携帯型情報処理装置であって、上記第１から第１４のいずれかの発明に記載のスピーカ装置と、スピーカ装置をその内部に配置する装置筐体とを備える。

【発明の効果】

【００３４】

上記第１の発明によれば、吸着体の物理吸着効果と負スティフネス発生機構とによって、筐体内部の音響スティフネスが減少することにより、再生帯域の低音域が拡大する。つまり、低音再生帯域の拡大は、吸着体と負スティフネス発生機構とによって実現される。これにより、負スティフネス発生機構において発生させるべき負スティフネスの大きさは、負スティフネス発生機構のみで構成される従来のスピーカ装置と比べて小さくて済む。つまり、従来と比べて負スティフネス発生機構への負担が軽減されるので、負スティフネス発生機構に用いられるマグネットの大型化、当該マグネットのコストの増加、再生音の最大音圧の低下、および再生音の歪の発生などを抑えることができ、低音再生帯域をさらに拡大することができる。

【００３５】

上記第２の発明によれば、筐体の容積を等価的に増大させて、低音再生帯域の拡大を図ることができる。

【００３６】

上記第３の発明によれば、非マグネット部材は、第１および第２の磁気回路によって空隙中に形成された磁場によって、空隙内の平衡位置から離れる方向に離反力を受ける。つまり、非マグネット部材が少なくとも一部に設けられた振動板は、その振幅が拡大する方向に力を受けて振動する。これにより、筐体内部の音響スティフネスが減少するので、低音再生帯域の拡大を図ることができる。また、非マグネット部材が受ける上記離反力は、第１および第２の磁気回路が空隙中に形成する磁場によって発生する。つまり、非マグネット部材の厚みのある程度薄くしても、第１および第２の磁気回路が空隙中に形成する磁場によって十分な離反力が発生する。したがって、上記離反力を維持したまま、非マグネット部材を薄くすることができ、振動部の軽量化を図ることができる。その結果、スピーカ装置の出力音圧レベルの低下を抑えることができる。また、第１および第２の磁気回路は、自身が形成する磁場によって、非マグネット部材に対して離反力を与える役割と、磁気ギャップを形成してボイスコイルに駆動力を与える役割とを果たすことができる。つまり、第３の発明によれば、非マグネット部材に対して離反力を与えるためのマグネットと、ボイスコイルに対して駆動力を与えるためのマグネットとを１つのマグネットで実現することができるので、スピーカ装置の部品点数を少なくすることができる。

【００３７】

上記第４の発明によれば、振動部の変位の偏りを補正することで、スピーカ装置の周囲環境の変化（例えば、温度変化など）に関係なく、非マグネット部材の振幅の中心を平衡位置とした安定な動作が可能となり、能率の低下や歪の少ない高音質のスピーカ装置を提供することができる。また、吸着体の効果により、従来に比べて負スティフネス発生機構で発生させる負スティフネスが小さくてもよい。これにより、上記振動部の変位の偏りを補正する力を小さくすることができるため、ボイスコイルに流す制御信号が小さくなり、制御が容易となる。また、増幅回路を含む制御用回路素子のコストにおいても有利である。また、制御信号によるボイスコイルでの発熱が抑えられるので、熱によるボイスコイル断線のおそれが小さくなる。これにより、従来に比べて、細い線径のボイスコイルを用いて振動系重量を軽量化させることが可能となり、スピーカ装置の能率を向上させることも可能である。

10

【００３８】

上記第５の発明によれば、筐体の内部に配置された負スティフネス発生機構において、離反力発生部が平衡位置から離れる方向の離反力をドロコンに与えることで、振動板に作用する筐体内部全体の音響スティフネスを減少させることができる。その結果、低音再生帯域の拡大を図ることができる。

【００３９】

上記第６の発明によれば、ドロコンの非マグネット部材が、固定的に配置されたマグネットから交互に引力を受けることによって、ドロコンに上記離反力を与えることができ、負スティフネスを発生させることができる。

20

【００４０】

上記第７の発明によれば、ドロコンのマグネットが、固定的に配置された非マグネット部材から交互に引力を受けることによって、ドロコンに上記離反力を与えることができ、負スティフネスを発生させることができる。

【００４１】

上記第８の発明によれば、可動マグネットに対して平衡位置から離れる方向に振動方向の離反力が与えられることで、筐体内部の音響スティフネスが減少して、低音再生帯域を拡大することができる。また、本発明によれば、可動マグネットと固定マグネットとは、振動方向に対して互いに衝突しない構造であるので、大振幅する大入力用のスピーカ装置としても有用である。

30

【００４２】

上記第９の発明によれば、振動部の変位の偏りを補正することで、スピーカ装置の周囲環境の変化（例えば、温度変化など）に関係なく、可動マグネットの振幅の中心を平衡位置とした安定な動作が可能となり、歪の少ない高音質のスピーカ装置を提供することができる。また、吸着体の効果により、従来に比べて負スティフネス発生機構で発生させる負スティフネスが小さくてもよい。これにより、上記振動部の変位の偏りを補正する力を小さくすることができるため、ボイスコイルに流す制御信号が小さくなり、制御が容易となる。また、増幅回路を含む制御用回路素子のコストにおいても有利である。また、制御信号によるボイスコイルでの発熱が抑えられるので、熱によるボイスコイル断線のおそれが小さくなる。これにより、従来に比べて、細い線径のボイスコイルを用いて振動系重量を軽量化させることが可能となり、スピーカ装置の能率を向上させることも可能である。

40

【００４３】

上記第１０の発明によれば、圧電型変換器を用いたスピーカ装置において、低音再生帯域の拡大を図ることができる。

【００４４】

上記第１１の発明によれば、スピーカ装置の周囲環境の変化（例えば、温度変化など）に関係なく、非マグネット部材の振幅の中心を平衡位置とした安定な動作が可能となり、歪の少ない高音質のスピーカ装置を提供することができる。

【００４５】

上記第１２の発明によれば、静電型変換器を用いたスピーカ装置において、低音再生帯

50

域の拡大を図ることができる。

【 0 0 4 6 】

上記第 1 3 の発明によれば、振動部の変位の偏りを補正することで、スピーカ装置の周囲環境の変化（例えば、温度変化など）に関係なく、非マグネット部材の振幅の中心を平衡位置とした安定な動作が可能となり、歪の少ない高音質のスピーカ装置を提供することができる。また、吸着体の効果により、従来に比べて負スティフネス発生機構で発生させる負スティフネスが小さくてもよい。これにより、上記振動部の変位の偏りを補正する力を小さくすることができるため、制御が容易となる。その結果、スピーカ装置の動作の安定性が向上する。

【 0 0 4 7 】

上記第 1 4 の発明によれば、吸着体の粒子や繊維が振動部、駆動部、および負スティフネス発生機構部材に接触することを防止することができる。これにより、異音などの動作不良を防止することができる。

【 0 0 4 8 】

上記第 1 5 の発明によれば、従来のスピーカ装置の内部に低音増強装置を配置することで、手軽に当該スピーカ装置の低音域の再生限界を拡大することができる。つまり、ユーザが所有しているスピーカ装置の内部に本発明の低音増強装置を配置するだけで、現存のスピーカシステムに対する低音増強が図れる。

【 0 0 4 9 】

上記第 1 6 の発明によれば、離反力発生部は、ドロコンが平衡位置から離れる方向に離反力を与えるため、当該離反力によって、ドロコンの振幅が増大されて、筐体内部の音響スティフネスを減少させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 5 0 】

（第 1 の実施形態）

図 1 を参照して、第 1 の実施形態に係るスピーカ装置について説明する。図 1 は、第 1 の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図である。図 1 において、当該スピーカ装置は、大略的にキャビネット 1 a、スピーカユニット 2 a、および吸着体 1 4 0 を備える。なお、本実施形態に係るスピーカ装置は、例えば密閉方式のスピーカ装置である。

【 0 0 5 1 】

図 1 において、吸着体 1 4 0 は、キャビネット 1 a の内部に配置される。吸着体 1 4 0 は、気体を物理吸着する多孔性材料であり、例えば活性炭である。活性炭には、粒状の活性炭や繊維状の活性炭などがある。多孔性材料は、ミクロ単位の大さの細孔で気体を吸着することができる。他の多孔性材料の例として、ゼオライト、シリカ（ SiO_2 ）、アルミナ（ Al_2O_3 ）、ジルコニア（ ZrO_3 ）、マグネシア（ MgO ）、四三酸化鉄（ Fe_3O_4 ）、モレキュラーシーブ、フラーレン、カーボンナノチューブなどでも実現可能である。なお、シリカ（ SiO_2 ）としては、例えばシリカゲルおよび多孔質シリカなどがある。また、アルミナ、ジルコニア、マグネシア、および四三酸化鉄は、例えば微粉末化されたものをを用いる。

【 0 0 5 2 】

スピーカユニット 2 a は、例えば円形状のスピーカユニットであり、キャビネット 1 a の前面（図示する x 軸の正方向）に形成された開口部に取り付けられる。また、キャビネット 1 a は、スピーカユニット 2 a の振動板に対して音響スティフネスを与える筐体である。スピーカユニット 2 a は、背面フレーム 3、前面フレーム 4、第 1 の磁気回路 5、第 2 の磁気回路 1 0、エッジ 1 5、ダンパー 1 6、振動板 1 7、第 1 のボイスコイルボビン 1 8、第 1 のボイスコイル 1 9、第 2 のボイスコイルボビン 2 0、および第 2 のボイスコイル 2 1 を有する。

【 0 0 5 3 】

背面フレーム 3 は、外周部分に対して内側部分が凸状に突起した形状である。背面フレーム 3 は、その外周がキャビネット 1 a の開口部に取り付けられ、キャビネット 1 a の内

10

20

30

40

50

部側に向いて凸形状となるように配置される。背面フレーム 3 には、キャビネット 1 a 内部と通気する音孔 3 h が形成されている。また、背面フレーム 3 の上記内側部分の中央には、第 1 の磁気回路 5 を取り付けするための開口部が形成されている。前面フレーム 4 は、背面フレーム 3 の外周部に固着される。前面フレーム 4 には、音を前面に放射するための音孔 4 h が形成されている。第 1 の磁気回路 5 は、背面フレーム 3 の上記内側部分の中央に形成された開口部に固着される。第 2 の磁気回路 10 は、前面フレーム 4 の背面側（ x 軸の負方向）中央部に固着され、空隙を介して第 1 の磁気回路 5 と対向する位置に配置される。また、第 1 および第 2 の磁気回路 5 および 10 の外形状は、例えば円柱状である。そして、第 2 の磁気回路 10 は、その中心軸が第 1 の磁気回路 5 の中心軸と一致するように配置される。振動板 17 は、第 1 の磁気回路 5 と第 2 の磁気回路 10 との間の空隙中に配置される。振動板 17 は、少なくとも一部が非マグネット部材 17 g で構成される。第 1 のボイスコイルボビン 18 は、非マグネット部材 17 g の第 1 の磁気回路 5 側に固着される筒状部材である。第 1 のボイスコイルボビン 18 の外周面には、第 1 のボイスコイル 19 が巻かれている。第 2 のボイスコイルボビン 20 は、非マグネット部材 17 g の第 2 の磁気回路 10 側に固着される筒状部材である。第 2 のボイスコイルボビン 20 の外周面には、第 2 のボイスコイル 21 が巻かれている。エッジ 15 の外周は、背面フレーム 3 の外周に固着される。エッジ 15 の内周は、振動板 17 の外周に固着される。なお、振動板 17 およびエッジ 15 が一体のものを用いてもよい。ダンパー 16 の外周は、背面フレーム 3 に固着される。ダンパー 16 の内周は、振動板 17 に固着される。なお、本発明においては、スピーカユニット 2 a において、振動板 17（非マグネット部材 17 g を含む）と、第 1 および第 2 のボイスコイルボビン 18 および 20 と、第 1 および第 2 のボイスコイル 19 および 21 とは、入力される電気信号によって振動する振動要素とする。また、エッジ 15 およびダンパー 16 は、第 1 の磁気回路 5 と第 2 の磁気回路 10 との間の空隙中で非マグネット部材 17 g が振動可能となるように、当該振動要素を支持する支持要素とする。そして、本発明においては、振動要素および支持要素を合わせて振動部とする。

【0054】

第 1 の磁気回路 5 は、ヨーク 6、第 1 のマグネット 7、磁気プレート 8、および第 2 のマグネット 9 を有する。ヨーク 6 は、例えば円筒状の側面を有し、当該側面の一方端に底面が形成されるとともに他方端が開口した形状である。また、開口した他方端の外周には、その外周方向に鍔部が設けられている。ヨーク 6 は、当該鍔部を利用して、背面フレーム 3 の内側部分の中央に形成された開口部に固着される。第 1 のマグネット 7 は、円柱形状であり、ヨーク 6 の内部底面の中央部に固着される。磁気プレート 8 は、円柱形状であり、第 1 のマグネット 7 の前面側に固着される。第 2 のマグネット 9 は、円柱形状であり、磁気プレート 8 の前面側に固着される。第 1 のマグネット 7、磁気プレート 8、および第 2 のマグネット 9 の各外周面とヨーク 6 の円筒内面との間には、間隙が形成される。そして磁気ギャップは、当該間隙において、磁気プレート 8 の外周面とヨーク 6 の内周面との間に形成される。なお、第 1 のボイスコイル 19 は、第 1 のボイスコイルボビン 18 によって、第 1 の磁気回路 5 に形成された当該磁気ギャップ中に配置される。また、第 1 のマグネット 7 および第 2 のマグネット 9 は、それぞれ振動板 17 の振動方向（ x 軸方向）に着磁される。そして、第 1 のマグネット 7 および第 2 のマグネット 9 の着磁方向は、互いに反対である。

【0055】

ここで、第 2 のマグネット 9 は、自身の磁束を磁気プレート 8 を介して磁気ギャップに通す。また、第 2 のマグネット 9 は、第 1 のマグネット 7 と反発する方向に着磁されているので、第 1 のマグネット 7 の磁束がより集中して磁気ギャップに通るように作用する。つまり、第 2 のマグネット 9 は、磁気ギャップ内の磁束密度を上げて、第 1 のボイスコイル 19 の駆動力を増強させる役割を果たす。

【0056】

第 2 の磁気回路 10 は、ヨーク 11、第 1 のマグネット 12、磁気プレート 13、および第 2 のマグネット 14 を有する。ヨーク 11 は、円筒状の側面を有し、当該側面の一方

10

20

30

40

50

端に底面が形成されるとともに他方端が開口した形状である。ヨーク 11 は、その底面が前面フレーム 4 の背面側中央部に固着される。第 1 のマグネット 12 は、円柱形状であり、ヨーク 11 の背面側中央部に固着される。磁気プレート 13 は、円柱形状であり、第 1 のマグネット 12 の背面側に固着される。第 2 のマグネット 14 は、円柱形状であり、磁気プレート 13 の背面側に固着される。ここで、磁気プレート 13 の外周面とヨーク 11 の内周面との間には、磁気ギャップが形成される。第 2 のボイスコイル 21 は、第 2 のボイスコイルボビン 20 によって、第 2 の磁気回路 10 に形成された当該磁気ギャップ中に配置される。また、第 1 のマグネット 12 および第 2 のマグネット 14 は、それぞれ振動板 17 の振動方向（ x 軸方向）に着磁される。そして、第 1 のマグネット 12 および第 2 のマグネット 14 の着磁方向は、互いに反対である。なお、第 2 のマグネット 14 は、上述した第 2 のマグネット 9 と同様に、第 2 のボイスコイル 21 の駆動力を増強させる。

10

【0057】

ここで、第 2 のマグネット 9 および第 2 のマグネット 14 の着磁方向と、第 1 および第 2 のボイスコイル 19 および 21 の巻き方向とについて説明する。第 2 のマグネット 9 の着磁方向を第 2 のマグネット 14 と同方向とする場合は、第 1 および第 2 のボイスコイル 19 および 21 の巻き方向を互いに反対方向となるように設定する。第 2 のマグネット 9 の着磁方向を第 2 のマグネット 14 と反対方向とする場合は、第 1 および第 2 のボイスコイル 19 および 21 の巻き方向を互いに同方向となるように設定する。これにより、第 1 および第 2 のボイスコイル 19 および 21 に電流が印加されたとき、同方向の駆動力が得られる。

20

【0058】

振動板 17 は、コーン形状をした振動板である。また、振動板 17 は、少なくとも一部が非マグネット部材 17g で構成される。ここで非マグネット部材 17g は、マグネット以外の磁性体とする。非マグネット部材 17g としては、マグネットほど強い保磁力を持たない、例えば鉄やパーマロイなどの磁性体が挙げられる。また、非マグネット部材 17g は、少なくとも第 1 および第 2 の磁気回路 5 および 10 との間に形成される空隙中に配置されればよい。したがって、例えば振動板 17 の全面が非マグネット部材 17g で構成されてもよい。また例えば、振動板 17 において、ヨーク 6 またはヨーク 11 の外周円形状の内部に相当する部分のみが非マグネット部材 17g で構成されてもよい。また、上記第 1 および第 2 の磁気回路 5 および 10 の内部にそれぞれ形成される間隙を振動板 17 に対して垂直に投影させた領域は、環状の領域となる。当該環状の領域付近の磁場は、非マグネット部材 17g に対して、後述する離反力を最も強く発生させることができる。したがって、少なくとも振動板 17 の当該環状の領域が非マグネット部材 17g で構成されることが好ましい。なお、具体的な振動板 17 および非マグネット部材 17g の構造例としては、非磁性体の振動板 17 の両面または片面に、平板状の上記非マグネット部材 17g を接合した構造が考えられる。

30

【0059】

次に、本実施形態に係るスピーカ装置の動作について説明する。第 1 のボイスコイル 19 および第 2 のボイスコイル 21 に電気信号が印加されると、各ボイスコイルに流れる電流と各磁気ギャップに形成された磁界とにより、各ボイスコイルに対して同方向の駆動力がそれぞれ発生する。そして、当該各駆動力が振動板 17 を前背面方向（ x 軸方向）に振動させて、音圧が発生する。振動板 17 で発生した音圧は、キャビネット 1a の内部圧力を変化させる。しかしながら、キャビネット 1a の内部には吸着体 140 が配置されている。このため、吸着体 140 の物理吸着作用によりキャビネット 1a 内の圧力変化が抑制される。これにより、キャビネット 1a がもつ音響スティフネスは減少する。つまり、吸着体 140 は、キャビネット 1a 内の圧力変化を抑制することで、当該キャビネット 1a がもつ音響スティフネスを減少させる役割を果たす。

40

【0060】

一方、少なくとも一部が非マグネット部材 17g で構成された振動板 17 は、第 1 の磁気回路 5 と第 2 の磁気回路 10 との間の空隙中を振動する。振動板 17 の振動方向は、前

50

背面方向（×軸方向）である。このとき、非マグネット部材 17g は、第 1 および第 2 の磁気回路 5 および 10 が形成する磁場によって、振動板 17 の振動に応じて交互にその振動方向の引力を受ける。例えば、振動板 17 が第 1 の磁気回路 5 側に変位したとき、第 1 および第 2 の磁気回路 5 および 10 が形成する磁場によって、非マグネット部材 17g はその変位を拡大する方向に力を受ける。換言すれば、非マグネット部材 17g は、第 1 の磁気回路 5 と第 2 の磁気回路 10 との間の空隙にある平衡位置から離反する方向の力（以下、離反力という）を受けながら振動することとなる。なお、平衡位置とは、第 1 の磁気回路 5 と第 2 の磁気回路 10 との間の空隙において、非マグネット部材 17g に働く上記離反力が振動方向に釣り合う位置である。

【0061】

10

ここで、キャビネット 1a、振動板 17、およびエッジ 15 で仕切られたキャビネット 1a の内部空室の音響ステイフネスは、そのバネ力によって振動板 17 の振動を抑制する。このバネ力は、上記内部空室の容積が小さいほど大きい。そして、バネ力が大きいほど、振動板 17 の振動は大きく抑制される。これに対して、非マグネット部材 17g が受ける上記離反力は、音響ステイフネスのバネ力を打ち消す方向に作用する。つまり、上記離反力は、音響ステイフネスを減少させる負ステイフネスとして作用する。そして、非マグネット部材 17g、第 1 の磁気回路 5、および第 2 の磁気回路 10 は、負ステイフネスを発生させる機構（負ステイフネス発生機構）としての役割を果たす。

【0062】

このように、吸着体 140 の音響ステイフネスの低減効果、および負ステイフネス発生機構で発生する負ステイフネスの両作用によって、キャビネット 1a の音響ステイフネスが減少する。そして、音響ステイフネスが減少することで、キャビネット 1a の内部容積が等価的に拡大する。これにより、振動板 17 が振動しやすくなり、スピーカユニット 2a の最低共振周波数が低くなる。その結果、スピーカ装置の低音再生限界が拡大する。

20

【0063】

ここで、再生帯域を所望の低音域まで拡大させるための具体的な設定方法について説明する。上述したように、吸着体 140 および負ステイフネス発生機構の各容積拡大効果によって、低音再生帯域が拡大する。したがって、所望の低音域を設定する場合は、吸着体 140 および負ステイフネス発生機構の各容積拡大効果を考慮すればよい。以下、所望の低音域が得られるときの容積拡大効果が、実際の容積の N ($N > 1$) 倍となる場合について考える。

30

【0064】

振動板 17 に対するキャビネット 1a の音響ステイフネス S_1 は、下式 (4) と表現される。なお、下式 (4) において、 V をキャビネット 1a の実際の容積、 a を振動板 17 の有効半径、 ρ を空気の密度、 c を音速とする。

【数 4】

$$S_1 = \frac{\rho c^2 \pi^2 a^4}{V} \quad - (4)$$

40

ここで、キャビネット 1a の容積が N 倍となる（容積が NV となる）音響ステイフネス S_2 は、式 (4) より下式 (5) となる。

【数 5】

$$S_2 = \frac{\rho c^2 \pi^2 a^4}{NV} \quad - (5)$$

したがって、式 (4) および式 (5) より、キャビネット 1a の容積が等価的に N 倍となるために必要な音響ステイフネスの減少量は下式 (6) となる。

【数 6】

$$S1 - S2 = \left(\frac{N-1}{N} \right) S1 \quad - (6)$$

ここで、音響スティフネスが $S1$ であるキャビネット 1 a において、容積拡大効果が M ($M > 1$) 倍である吸着体 1 4 0 を内部に配置したとき、音響スティフネス $S1$ の減少量は、下式 (7) で表現される。

【数 7】

$$\left(\frac{M-1}{M} \right) S1 \quad - (7)$$

10

また、音響スティフネスが $S1$ であるキャビネット 1 a において、容積拡大効果が L ($L > 1$) 倍である負スティフネス発生機構によって、音響スティフネス $S1$ が減少する減少量は、下式 (8) で表現される。なお、下式 (8) は、負スティフネス発生機構で発生する負スティフネスの線形成分を示した式である。

【数 8】

$$\left(\frac{L-1}{L} \right) S1 \quad - (8)$$

20

したがって、吸着体 1 4 0 と負スティフネス発生機構とによってキャビネット 1 a の容積を N 倍に拡大させるとき、上式 (6) ~ 上式 (8) より、下式 (9) の関係式が成立する。

【数 9】

$$\left(\frac{N-1}{N} \right) S1 = \left(\frac{L-1}{L} \right) S1 + \left(\frac{M-1}{M} \right) S1 \quad - (9)$$

30

このように、上式 (9) を満たすように、吸着体 1 4 0 および負スティフネス発生機構の各容積拡大効果をそれぞれ設定すればよい。これにより、所望の低音再生帯域を得ることができる。

【0065】

以下、上記内容を具体的な数値例を挙げて説明する。例えば 6 倍の容積拡大効果が得られるように設計するとき、必要となる音響スティフネスの減少量は、式 (6) において $N = 6$ を代入して、 $5/6 * S1$ となる。ここで、吸着体 1 4 0 による容積拡大効果が 3 倍得られたとすると、吸着体 1 4 0 による音響スティフネスの減少量は、式 (7) において $M = 3$ を代入して、 $2/3 * S1$ となる。したがって、式 (9) より、負スティフネス発生機構において音響スティフネスを減少させる量は、 $1/6 * S1$ となる。つまり、負スティフネス発生機構において必要な負スティフネスが $1/6 * S1$ となる。このように、負スティフネス発生機構のみで 6 倍の容積拡大効果を得る場合には、 $5/6 * S1$ 分の負スティフネスを発生させる必要がある。しかし、吸着体 1 4 0 によってキャビネット 1 a の音響スティフネスが $2/3 * S1$ 分減少する。したがって、負スティフネス発生機構において必要な負スティフネスは、負スティフネス発生機構のみで実現する場合に比べ、必要な負スティフネスの大きさは、 $(5/6 * S1) / (2/3 * S1) = 1/6$ に軽減する。

40

50

【 0 0 6 6 】

以上のように、本実施形態では、吸着体 1 4 0 および負スティフネス発生機構の両作用によってキャビネット 1 a の容積が等価的に拡大し、低音域の再生限界の拡大を図ることができる。つまり、低音再生帯域の拡大は、吸着体 1 4 0 および負スティフネス発生機構の両スティフネス低減効果によって実現される。これにより、負スティフネス発生機構において必要な負スティフネスの大きさは、負スティフネス発生機構のみで構成される従来のスピーカ装置と比べて小さくて済む。このように、従来と比べて負スティフネス発生機構への負担が軽減されるので、負スティフネス発生機構に用いられるマグネットの大型化、当該マグネットのコストの増加、再生音の最大音圧の低下、および再生音の歪の発生などを抑えることができ、小型のスピーカ装置において低音再生帯域をさらに拡大することができる。このように本実施形態によれば、従来では実現不可能であった低音再生帯域のさらなる拡大を実現することができる。具体的には、所望の低音再生帯域の拡大を図る場合において、従来と比べて、吸着体 1 4 0 の作用の分だけ、負スティフネス発生機構において必要な負スティフネスの大きさを小さくすることができる。これにより、負スティフネス発生機構に用いられるマグネットの大型化、当該マグネットのコストの増加、再生音の最大音圧の低下、および再生音の歪の発生などが抑えられるので、その抑えられる分だけ従来よりも低音再生帯域をさらに拡大することができる。なお、従来と同じ量の低音再生帯域の拡大を図る場合には、従来と比べて再生音の最大音圧の低下や再生音の歪の発生などを抑えることができ、またスピーカ装置の更なる小型化を図ることも可能である。

【 0 0 6 7 】

上記内容を具体的な例を挙げて説明する。図 2 A に磁場解析を行った第 1 の磁気回路 5、第 2 の磁気回路 1 0、および非マグネット部材 1 7 g を示す。なお、図 2 A に示す第 1 の磁気回路 5 および第 2 の磁気回路 1 0 は、図 1 で示した形状とは異なる形状であるが、機能は同じである。振動板 1 7 等は、磁場に影響しないため、省略している。第 1 の磁気回路 5 および第 2 の磁気回路 1 0 は、非マグネット部材 1 7 g を挟んで対称な構造となっている。ここで、第 1 の磁気回路 5 および第 2 の磁気回路 1 0 の間隔を X、非マグネット部材 1 7 g の厚さを T とする。なお、図 2 A に示される各数値 (1 1 . 0、1 0 . 0 など) は、第 1 の磁気回路 5 および第 2 の磁気回路 1 0 の各寸法を示すものであり、単位はミリメートルである。なお、 によって示される各数値 (3 . 1 など) は、直径を示す。

【 0 0 6 8 】

図 2 B は、非マグネット部材 1 7 g の変位と当該非マグネット部材 1 7 g に作用する力との関係を磁場解析によって解析した結果を示した図である。図 2 B の横軸は、非マグネット部材 1 7 g の変位を示す。縦軸は、非マグネット部材 1 7 g に作用する力の大きさを示す。また図 2 B では、 $T = 0.5 \text{ mm}$ の条件のもと、X が 11.0 mm および 13.5 mm となるときの結果を示している。なお、図 2 B において、非マグネット部材 1 7 g の負方向 (図 2 A 中、非マグネット部材 1 7 g から第 2 の磁気回路 1 0 へ向かう方向) の変位については、正方向 (図 2 A 中、非マグネット部材 1 7 g から第 1 の磁気回路 5 へ向かう方向) と対称であるので、省略する。この磁場解析結果より、第 1 の磁気回路 5 および第 2 の磁気回路 1 0 の間隔 X を増やすことにより、発生する負スティフネスは減少するが、線形性は向上している。これにより、吸着体 1 4 0 および負スティフネス発生機構を併用して負スティフネス発生機構で発生させる負スティフネスを減少させた場合、非マグネット部材 1 7 g の振幅に対する線形性を向上できることがわかる。その結果、再生音の歪の発生を抑えることができる。

【 0 0 6 9 】

図 2 A に示す磁気回路において $X = 11.0 \text{ mm}$ の条件のもと、T が 0.5 mm および 0.4 mm となるときの非マグネット部材 1 7 g の変位と当該非マグネット部材 1 7 g に作用する力との関係を磁場解析によって解析した結果を図 2 C に示す。図 2 C の横軸は、非マグネット部材 1 7 g の変位を示す。縦軸は、非マグネット部材 1 7 g に作用する力の大きさを示す。この磁場解析結果より、非マグネット部材 1 7 g の厚さを減少させると、負スティフネス発生機構で発生する負スティフネスが減少していることがわかる。これに

より、非マグネット部材 17 g の厚さを薄くして、吸着体 140 および負スティフネス発生機構を併用して負スティフネス発生機構で発生させる負スティフネスを減少させた場合、振動系の重量がさらに軽量化し、スピーカ装置の能率を向上させることができる。

【0070】

また、上記負スティフネス発生機構は、第1および第2の磁気回路が形成する磁場によって非マグネット部材 17 g が離反力を受ける構造である。したがって、その構造上、非マグネット部材 17 g の厚みのある程度薄くしても、当該非マグネット部材 17 g に十分な離反力を発生させることができる。つまり、本実施形態では、振動板 17 に接合される非マグネット部材 17 g を薄く構成することができるので、図 16 で示した可動マグネット 113 を用いたスピーカユニットと比べ、振動要素の重量を大幅に軽量化することができる。その結果、本実施形態に係るスピーカ装置では、負スティフネス発生機構をスピーカユニット内部に構成することによって生じる出力音圧レベルの低下を抑えることができる。

10

【0071】

また、上記第1の磁気回路 5 は動電型変換器としての役割を果たし、負スティフネス発生機構は当該第1の磁気回路 5 を一部共有している。これにより、本実施形態に係るスピーカ装置は、負スティフネス発生機構を構成する磁気回路を新たに設ける場合と比べ、マグネットの体積増大によるスピーカユニットの大型化、作業コストおよび価格コストを抑えることができる。

【0072】

20

なお、負スティフネス発生機構において発生させる負スティフネスを大きくし過ぎると、振動板 17 が第1の磁気回路 5 または第2の磁気回路 10 に引き寄せられたまま振動できなくなる。これを防止するためには、負スティフネスの大きさが以下の関係を満たすように、負スティフネス発生機構を設定する。

(負スティフネス発生機構の負スティフネス) (キャビネット 1 a の音響スティフネス) + (支持系スティフネス) - (吸着体 140 による音響スティフネスの減少量)

【0073】

なお、上述では、スピーカユニット 2 a を例えば円形状のスピーカユニットとしたが、これに限定されない。例えば、楕円形状や矩形形状などの形状であってもよい。また、矩形の対向する2辺のみを半円に置換した、レーストラックのような形状(以下、トラック形状と記載する)であってもよい。また、矩形形状としては、例えば縦辺より横辺が長い細長形状であってもよい。また、スピーカユニット 2 a に含まれるマグネット、ヨーク、磁気プレートおよび振動板などの形状についても、スピーカユニット 2 a の形状に合わせて適宜設定してもよいことは言うまでもない。例えば、矩形形状のスピーカユニットであれば、振動板を矩形形状とし、マグネットを四角柱状としてもよい。また、本実施形態に係るスピーカ装置は、図 1 では密閉方式のスピーカ装置を示したが、これに限定されない。例えば、バスレフ方式やドロコン方式など、他の方式であってもよい。

30

【0074】

また、上述では、第1および第2のボイスコイル 19 および 21 を用いたが、いずれか一方のボイスコイルを省略してもよい。この場合、ボイスコイルが省略された側の磁気回路(第1の磁気回路 5 または第2の磁気回路 10)は、磁気ギャップを形成しない構成であってもよい。具体的には、例えばヨークとマグネットのみで構成した磁気ギャップを形成しない磁気回路としてもよい。

40

【0075】

なお、図 1 に示したスピーカ装置は、スピーカユニット 2 a と吸着体 140 との間を仕切るようにキャビネット 1 a の内部に配置された、吸着体 140 を支持する支持部材(図示なし)をさらに備えてもよい。支持部材は、例えば布、フィルム、板状部材などで構成される。布としては、繊維と繊維との間の隙間が吸着体 140 の粒や繊維よりも小さいものを用いればよい。例えば支持部材が膜状のフィルムである場合には、支持部材の外周が吸着体 140 とスピーカユニット 2 a との間の位置に固着される。この場合、スピーカユ

50

ニット 2 a から発生した音圧は、支持部材を介して吸着体 1 4 0 へ伝達する。このように、吸着体 1 4 0 とスピーカユニット 2 a との間を仕切るように支持部材が配置されることによって、スピーカユニット 2 a と接触しないように吸着体 1 4 0 を支持することができる。その結果、吸着体 1 4 0 の粒などが振動板 1 7 を含む振動要素と接触することにより生じる異音や動作不良を防止することができる。また、スピーカユニット 2 a の入力端子（図示せず）などに吸着体 1 4 0 が接触することで生じる電氣的なショートについても防止することができる。なお、支持部材は、袋状に形成された布やフィルムであってもよい。この場合、吸着体 1 4 0 は、袋状の支持部材の内部に配置される。また、支持部材が板状部材である場合には、支持部材はスピーカユニット 2 a と吸着体 1 4 0 との間に固設すればよい。なお、吸着体 1 4 0 に音圧を伝達する必要があるため、吸着体 1 4 0 とスピーカユニット 2 a との間が完全には仕切られないように、板状部材を固設する。

10

【 0 0 7 6 】

（第 2 の実施形態）

図 3 を参照して、第 2 の実施形態に係るスピーカ装置について説明する。本実施形態に係るスピーカ装置は、上述した第 1 の実施形態に対して、レーザ変位計および制御回路を新たに備える点で異なる。以下、異なる点を中心に説明する。なお、図 3 は、第 2 の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図である。また、図 4 は、第 2 の実施形態に係るスピーカ装置の回路ブロック図である。図 3 において、本実施形態に係るスピーカ装置は、大略的にキャビネット 1 a、スピーカユニット 2 a、レーザ変位計 2 2、および制御回路 2 3 を備える。なお、スピーカユニット 2 a は、上述した第 1 の実施形態と同様であるので、第 1 の実施形態と同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

20

【 0 0 7 7 】

図 4 において、レーザ変位計 2 2 は、振動板 1 7 の振動方向（前背面方向）における変位を検出し、その検出信号を制御回路 2 3 に出力する。また図 3 において、レーザ変位計 2 2 は例えば背面フレーム 3 に設置され、制御回路 2 3 と配線で結ばれる。なお、レーザ変位計 2 2 は、振動板 1 7 の変位を検出できる位置であれば、例えば前面フレーム 4 およびキャビネット 1 a などに配置されてもよい。また、振動板 1 7 の変位を検出する方法としては、レーザ変位計を用いる方法ではなく、例えば振動板 1 7 に小型マグネットを固着して、ホール素子を用いて位置を検出する方法でもよい。

【 0 0 7 8 】

30

図 4 において、制御回路 2 3 は、レーザ変位計 2 2 で検出された振動板 1 7 の変位に基づいて、非マグネット部材 1 7 g の振幅の中心が第 1 および第 2 の磁気回路 5 および 1 0 との間に形成された空隙における上記平衡位置となるような制御信号を生成する。制御回路 2 3 で生成された制御信号は、入力音響信号に加算される。入力された音響信号および制御信号は、増幅器などで適宜増幅されて、スピーカユニット 2 a に印加される。なお、制御信号は、例えば非マグネット部材 1 7 g の上記平衡位置からのずれを修正する分の直流電気信号などである。また、図 3 において、制御回路 2 3 は、キャビネット 1 a の内部に設置され、スピーカユニット 2 a の入力端子およびレーザ変位計 2 2 とそれぞれ配線で結ばれている。また、制御回路 2 3 は、キャビネット 1 a の外部に配置されてもよい。

【 0 0 7 9 】

40

ここで、キャビネット 1 a の内部の温度が上昇した場合を考える。第 1 および第 2 のボイスコイル 1 9 および 2 1 は、電流が流れると発熱する。第 1 および第 2 のボイスコイル 1 9 および 2 1 の発熱などでキャビネット 1 a 内部の温度が上昇した場合、キャビネット 1 a 内部の空気が膨張あるいは収縮し、内部圧力が変化する。この圧力変化によって、振動板 1 7 が力を受け、非マグネット部材 1 7 g の振幅の中心は平衡位置からずれる。また、非マグネット部材 1 7 g が受ける離反力は、平衡位置を基準として振動方向に対称である。したがって、非マグネット部材 1 7 g の振幅の中心が平衡位置からずれると、上記離反力の対称性が極端に崩れてしまい、再生音の音圧低下や歪が発生する。なお、この平衡位置からのずれが大きくなると、振動板 1 7 が第 1 の磁気回路 5 または第 2 の磁気回路 1 0 に引き寄せられたまま振動できなくなる問題がある。しかしながら、本実施形態では、

50

制御回路 23 において非マグネット部材 17g の振幅の中心が平衡位置となるような制御信号が生成され、入力音響信号に加算される。これにより、振動板 17 は、温度変化などの周囲環境の変化に関係なく、非マグネット部材 17g の振幅の中心を平衡位置とした安定な動作が可能となる。その結果、本実施形態に係るスピーカ装置は、上述した第 1 の実施形態に係るスピーカ装置に対して、音圧低下や歪の発生をさらに抑えた高音質のスピーカ装置を提供することができる。

【0080】

また、低音再生帯域を拡大させるためには、負スティフネス発生機構に用いるマグネット（第 2 のマグネット 9 および 14）をより強力なマグネットにして、非マグネット部材 17g が受ける離反力を大きくする必要がある。この場合、上記制御回路 23 による制御では、制御回路 23 において生成される制御信号によって非マグネット部材 17g に与えられる力を大きくする必要がある。つまり、制御回路 23 において生成される制御信号を大きな直流電気信号にする必要がある。このとき、第 1 および第 2 のボイスコイル 19 および 21 には大きな直流電流が流れることになり、各ボイスコイルに細い線材を用いれば断線の恐れが生じる。しかし、第 1 および第 2 のボイスコイル 19 および 21 に太い線材を用いれば、振動重量が増加して能率が低下する。また、大きな直流電流を用いて制御を行う場合、制御回路 23 を構成する回路素子は大型化、高コスト化する。これに対し、本実施形態に係るスピーカ装置は、従来と同じ量の低音再生帯域の拡大を図る場合には、従来よりも負スティフネス発生機構で発生させる負スティフネスの大きさが小さくて済む。つまり、上記離反力は従来に比べて小さくなる。これにより、本実施形態に係るスピーカ装置では、制御を行うための直流電流を小さくすることができ、上記能率の低下、大型化、および高コスト化を防ぐことができる。

【0081】

なお、上記レーザ変位計 22 および制御回路 23 は、第 1 の実施形態に限らず、後述する第 5 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置に取り付けた構成としてもよい。これにより、周囲の環境変化によって生じる再生音の音圧低下や歪の発生が抑えられた、高音質のスピーカ装置を提供することができる。

【0082】

（第 3 の実施形態）

図 5 および図 6 を参照して、第 3 の実施形態に係るスピーカ装置について説明する。本実施形態に係るスピーカ装置は、負スティフネス発生機構がスピーカユニットとは別に設けられる構成を有する。図 5 は、第 3 の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図である。図 6 は、当該スピーカ装置を図 5 中の二重点線 A B で切断して、x 軸の正方向から見た断面図である。

【0083】

図 5 において、本実施形態に係るスピーカ装置は、大略的にキャビネット 1b、スピーカユニット 2b、吸着体 140、ポート 25、および負スティフネス発生機構 38 を備える。スピーカユニット 2b は、キャビネット 1b の前面（x 軸の正方向）に形成された開口部に取り付けられる。スピーカユニット 2b は、例えば通常の動電型スピーカである。また、キャビネット 1b は、スピーカユニット 2b の振動板に対して音響スティフネスを与える筐体である。ポート 25 は、キャビネット 1b の前面に取り付けられる。負スティフネス発生機構 38 は、キャビネット 1b の内部に固設される。なお、キャビネット 1b の内部空間であって、負スティフネス発生機構 38 の前面側の空室を第 1 の空室 Wb1 とする。また、負スティフネス発生機構 38 の背面側の空室を第 2 の空室 Wb2 とする。吸着体 140 は、第 2 の空室 Wb2 に配置される。なお、吸着体 140 は上述した第 1 の実施形態と同様のものである。また、本実施形態に係るスピーカ装置は、例えばポート 25 の音響負荷を利用したパスレフ方式のスピーカ装置である。

【0084】

負スティフネス発生機構 38 は、ドロムコーン 26、エッジ 27、第 1 の磁気回路 31、第 2 の磁気回路 34、仕切板 35、第 1 の支持部材 36、および第 2 の支持部材 37 を

備える。仕切板 3 5 は、板状部材であり、キャビネット 1 b の内部に固設される。そして、仕切板 3 5 は、キャビネット 1 b の内部空室を第 1 の空室 W b 1 と第 2 の空室 W b 2 に分割する。また、仕切板 3 5 には、その中央部に開口部が形成されている。第 1 の支持部材 3 6 は、仕切板 3 5 の前面側（図示する x 軸の正方向側）に固設される。第 2 の支持部材 3 7 は、仕切板 3 5 の背面側（図示する x 軸の負方向側）に固設される。第 1 の磁気回路 3 1 は、第 1 の支持部材 3 6 の背面側中央部に固着される。第 2 の磁気回路 3 4 は、第 2 の支持部材 3 7 の前面側中央部に固着され、空隙を介して第 1 の磁気回路 3 1 と対向する位置に配置される。第 1 および第 2 の磁気回路 3 1 および 3 4 の外形状は、例えば円柱状である。また、第 2 の磁気回路 3 4 は、その中心軸が第 1 の磁気回路 3 1 の中心軸と一致するように配置される。ドロンコーン 2 6 は、少なくとも一部が非マグネット部材 2 6 g で構成される。そして、ドロンコーン 2 6 は、第 1 の磁気回路 3 1 と第 2 の磁気回路 3 4 との間の空隙中に配置される。エッジ 2 7 の外周は、仕切板 3 5 に形成された開口部に固着される。エッジ 2 7 の内周はドロンコーン 2 6 の外周に固着される。そして、エッジ 2 7 は第 1 の磁気回路 3 1 と第 2 の磁気回路 3 4 との間の空隙中で非マグネット部材 2 6 g が x 軸方向に振動可能となるように、ドロンコーン 2 6 を支持する支持要素（サスペンション）である。なお、ドロンコーン 2 6 およびエッジ 2 7 が一体のものをを用いてもよい。また、本実施形態においては、ドロンコーン 2 6 および上記支持要素が振動部である。

【0085】

第 1 の磁気回路 3 1 は、ヨーク 2 9 およびマグネット 3 0 を有する。ヨーク 2 9 は、例えば円筒状の側面を有し、当該側面の一方端に底面が形成されるとともに他方端が開口した形状である。ヨーク 2 9 の底面は、第 1 の支持部材 3 6 の背面側中央部に固着される。マグネット 3 0 は、ヨーク 2 9 の内部底面の中央部に固着される。マグネット 3 0 の外周面とヨーク 2 9 の円筒内面との間には、間隙が形成される。第 2 の磁気回路 3 4 は、ヨーク 3 3 およびマグネット 3 2 を有する。ヨーク 3 3 は、上述したヨーク 2 9 と同形状である。ヨーク 3 3 の底面は、第 2 の支持部材 3 7 の前面側中央部に固着される。マグネット 3 2 は、ヨーク 3 3 の内部底面の中央部に固着される。マグネット 3 2 の外周面とヨーク 3 3 の円筒内面との間には、間隙が形成される。上記マグネット 3 0 および 3 2 は、それぞれドロンコーン 2 6 の振動方向（x 軸方向）に着磁される。なお、マグネット 3 0 および 3 2 の着磁方向は、同方向であってもよいし、互いに反対であってもよい。

【0086】

ドロンコーン 2 6 は、例えば円板状をした振動板であり、少なくとも一部が非マグネット部材 2 6 g で構成される。非マグネット部材 2 6 g の材質、大きさ、および配置位置は、上述した非マグネット部材 1 7 g と同様であるので説明を省略する。また、非マグネット部材 2 6 g およびドロンコーン 2 6 の接合構造は、上述した第 1 の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0087】

次に、本実施形態に係るスピーカ装置の動作について説明する。スピーカユニット 2 b に電気信号が印加されると、音圧が発生する。スピーカユニット 2 b で発生した音圧は、第 1 の空室 W b 1 を介して、ドロンコーン 2 6 を x 軸方向に振動させる。ドロンコーン 2 6 が振動することで、第 2 の空室 W b 2 内の圧力が変化する。しかしながら、第 2 の空室 W b 2 内には吸着体 1 4 0 が配置されているため、吸着体 1 4 0 の物理吸着作用により第 2 の空室 W b 2 内の圧力変化が抑制される。これにより、第 2 の空室 W b 2 の音響ステイフネスが減少する。第 2 の空室 W b 2 の音響ステイフネスが減少することで、スピーカユニット 2 b からみた第 1 の空室 W b 1 の音響ステイフネスも減少する。つまり、吸着体 1 4 0 は、第 2 の空室 W b 2 内の圧力変化を抑制することで、キャビネット 1 a 全体がもつ音響ステイフネスを減少させる役割を果たす。

【0088】

一方、負ステイフネス発生機構 3 8 において、ドロンコーン 2 6 が第 1 の磁気回路 3 1 と第 2 の磁気回路 3 4 との間の空隙中を振動する。ドロンコーン 2 6 の振動方向は、前背面方向（x 軸方向）である。このとき、非マグネット部材 2 6 g は、第 1 および第 2 の磁

気回路 3 1 および 3 4 が形成する磁場によって、ドロコン 2 6 の振動に応じて交互にその振動方向の引力を受ける。すなわち、本実施形態においては、第 1 の磁気回路 3 1、第 2 の磁気回路 3 4、および非マグネット部材 2 6 g が負ステイフネスを発生させる役割を果たす。ここで、負ステイフネス発生機構 3 8 内において、負ステイフネスを発生させる第 1 の磁気回路 3 1、第 2 の磁気回路 3 4、および非マグネット部材 2 6 g を離反力発生部とする。つまり、負ステイフネス発生機構 3 8 内の離反力発生部によって、第 2 の空室 W b 2 内の音響ステイフネスが減少する。第 2 の空室 W b 2 内の音響ステイフネスが減少することで、スピーカユニット 2 b からみた第 1 の空室 W b 1 の音響ステイフネスも減少する。つまり、負ステイフネス発生機構 3 8 によって、キャビネット 1 b 全体がもつ音響ステイフネスが減少する。

10

【0089】

以上のように、本実施形態では、吸着体 1 4 0 と、スピーカユニットと別に構成された負ステイフネス発生機構 3 8 との各作用によって、キャビネット 1 b の音響ステイフネスが減少する。そして、音響ステイフネスが減少することで、キャビネット 1 b の容積が等価的に拡大する。その結果、負ステイフネス発生機構 3 8 への負担が軽減されるので、負ステイフネス発生機構 3 8 の動作が安定し、低音再生帯域をさらに拡大することができる。

【0090】

なお、上述の離反力発生部では、振動側を非マグネット部材（非マグネット部材 2 6 g）および固定側をマグネット（マグネット 3 0 および 3 2）としたが、振動側をマグネットとし固定側を非マグネット部材としてもよい。この場合、マグネットと非マグネットとの間には磁気的な吸引力が発生するので、同様の効果が得られる。また、振動側および固定側の両方をマグネットとしてもよい。この場合、振動側および固定側に用いるすべてのマグネットの着磁方向を同方向とすればよい。また、上述では、第 1 の磁気回路 3 1 と第 2 の磁気回路 3 4 とがそれぞれヨークとマグネットを有する構成を示したが、マグネットのみであってもよい。

20

【0091】

また、上述では、ドロコン 2 6 を円板状としたがこれに限定されない。例えば、楕円形状、矩形形状、およびトラック形状などの形状であってもよい。また、矩形形状としては、例えば縦辺より横辺が長い細長形状であってもよい。また、上述では、第 1 および第 2 の磁気回路 3 1 および 3 4 を円柱状としたがこれに限定されない。例えば、楕円形状、矩形形状、およびトラック形状などの形状であってもよい。また、上述の第 1 および第 2 の磁気回路 3 1 および 3 4 は内磁型を構成しているが、外磁型で構成してもよい。また、第 1 および第 2 の支持部材 3 6 および 3 7 については、上述した形状の支持部材に限定されない。第 1 および第 2 の磁気回路 3 1 および 3 4 が空隙を介して対向する位置に配置されるように、第 1 および第 2 の磁気回路 3 1 および 3 4 を支持することが可能な支持部材であればよい。また、本実施形態に係るスピーカ装置は、図 5 ではバスレフ方式のスピーカ装置を示したが、これに限定されない。例えば、密閉方式やドロコン方式など、他の方式であってもよい。

30

【0092】

（第 4 の実施形態）

図 7 を参照して、第 4 の実施形態に係るスピーカ装置について説明する。第 4 の実施形態では、一般的な従来のスピーカ装置の内部に、負ステイフネス発生機構 3 8 および吸着体 1 4 0 をユニット化した低音増強装置を配置することで、当該スピーカ装置の低音再生帯域の拡大を図る。なお、図 7 は、従来のスピーカ装置および当該スピーカ装置に配置された低音増強装置の構造断面図である。

40

【0093】

図 7 において、本実施形態に係るスピーカ装置は、大略的にキャビネット 1 c、スピーカユニット 2 b、ポート 2 5、および低音増強装置 4 0 を備える。スピーカユニット 2 b は、キャビネット 1 c の前面に形成された開口部に取り付けられる。スピーカユニット 2

50

bは、例えば通常の動電型スピーカである。キャビネット1cは、スピーカユニット2bの振動板に対して音響ステイフネスを与える筐体である。ポート25は、キャビネット1cの前面に取り付けられる。低音増強装置40は、キャビネット1cの内部に配置される。なお、キャビネット1cの内部空室であって、低音増強装置40外部の空室を第1の空室Wb3とする。また、本実施形態に係るスピーカ装置は、例えばポート25の音響負荷を利用したバスレフ方式のスピーカ装置である。

【0094】

低音増強装置40は、キャビネット39、吸着体140、および負ステイフネス発生機構38を有する。負ステイフネス発生機構38は、キャビネット39に形成された開口部に取り付けられる。負ステイフネス発生機構38は、上述した第3の実施形態と同様のものである。吸着体140は、キャビネット39の内部に配置される。吸着体140は上述した第1の実施形態と同様のものである。ここで、キャビネット39の内部空室を第2の空室Wb4とする。また、スピーカ装置に対して低音増強装置40を固定する必要はなく、負ステイフネス発生機構38が第1の空室Wb3と接する位置であれば、どこに配置されてもよい。

【0095】

次に、本実施形態に係るスピーカ装置の動作について説明する。スピーカユニット2bに電気信号が印加されると、音圧が発生する。スピーカユニット2bで発生した音圧は、第1の空室Wb3を介して、ドロコン26をx軸方向に振動させる。ドロコン26が振動することで、第2の空室Wb4内の圧力が変化する。しかしながら、第2の空室Wb4内には吸着体140が配置されているため、吸着体140の物理吸着作用により第2の空室Wb4内の圧力変化が抑制される。その結果、第2の空室Wb4の音響ステイフネスが減少する。第2の空室Wb4の音響ステイフネスが減少することで、スピーカユニット2bからみた第1の空室Wb3の音響ステイフネスも減少する。つまり、吸着体140は、第2の空室Wb4内の圧力変化を抑制することで、キャビネット1c全体がもつ音響ステイフネスを減少させる役割を果たす。

【0096】

一方、上述した第3の実施形態と同様に、上記負ステイフネス発生機構38によって、第2の空室Wb4の音響ステイフネスは減少する。これにより、負ステイフネス発生機構38によって、キャビネット1c全体がもつ音響ステイフネスが減少する。

【0097】

以上のように、本実施形態では、従来のスピーカ装置の内部に低音増強装置40を配置することで、手軽に当該スピーカ装置の低音域の再生限界を拡大することができる。つまり、ユーザが所有しているスピーカ装置の内部に本発明の低音増強装置40を配置するだけで、現存のスピーカシステムに対する低音増強が図れる。なお、上述では、バスレフ方式のスピーカ装置を示したが、これに限定されない。例えば、密閉方式やドロコン方式など、他の方式であってもよい。

【0098】

(第5の実施形態)

図8を参照して、第5の実施形態に係るスピーカ装置について説明する。本実施形態に係るスピーカ装置は、上述した第1の実施形態に対して、負ステイフネス発生機構の構成が異なる。以下、異なる点を中心に説明する。図8は、第5の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図である。図8において、当該スピーカ装置は、大略的にキャビネット1a、スピーカユニット2c、および吸着体140を備える。なお、本実施形態に係るスピーカ装置は、例えば密閉方式のスピーカ装置である。

【0099】

スピーカユニット2cは、例えば円形状のスピーカユニットであり、キャビネット1aの前面(図示するx軸の正方向)に形成された開口部に取り付けられる。また、キャビネット1aは、スピーカユニット2cの振動板に対して音響ステイフネスを与える筐体である。吸着体140は、キャビネット1aの内部に配置される。

【0100】

図8において、スピーカユニット2cは、背面フレーム3、前面フレーム45、第1の磁気回路5、エッジ15、ダンパー16、振動板46、第1のボイスコイルボビン18、第1のボイスコイル19、支持部材47、可動マグネット48、および固定マグネット49を有する。なお、背面フレーム3、第1の磁気回路5、エッジ15、ダンパー16、振動板46、第1のボイスコイルボビン18、および第1のボイスコイル19については、上述した第1の実施形態と同様であるため、同一の符号を付して説明を省略する。前面フレーム45は、上述した前面フレーム4に対して、形状のみ異なる。具体的には、円形の開口部である音孔45hが中央部に形成されている。また、第1のボイスコイルボビン18は、振動板46に固設される。そして、その固設部分より内側の振動板46の形状が上述した第1の実施形態と異なる。また、本実施形態においては、振動板46、第1のボイスコイルボビン18、第1のボイスコイル19、支持部材47、および可動マグネット48を第1のボイスコイル19に発生する駆動力によって振動する振動要素とする。また、エッジ15およびダンパー16を上記振動要素を支持する支持要素とする。そして、振動要素および支持要素を合わせて振動部とする。

10

【0101】

図8において、可動マグネット48および固定マグネット49が負スティフネス発生機構の役割を果たす。支持部材47は、振動板46の前面側中央部に固設された筒状部材である。可動マグネット48の形状は、例えばリング形状である。可動マグネット48の内周面は、支持部材47の外周面に固設される。固定マグネット49は、例えば、その内径が可動マグネット48の外径より大きいリング形状を有する。固定マグネット49は、その内周面と可動マグネット48の外周面とが空隙を形成して対向して配置されるように、前面フレーム45の背面側に固着される。可動マグネット48および固定マグネット49は、振動方向(x軸方向)で同極に着磁される。

20

【0102】

次に、本実施形態に係るスピーカ装置の動作について説明する。第1のボイスコイル19に電気信号が印加されると、第1のボイスコイル19に流れる電流と磁気ギャップに形成された磁界とにより、駆動力が発生する。そして、当該駆動力が振動板46をx軸方向に振動させて音圧が発生する。以上の動作は通常の動電型スピーカの動作である。ここで、吸着体140の物理吸着作用は、上述した第1の実施形態と同様であるので説明を省略する。以下、可動マグネット48および固定マグネット49によって構成される負スティフネス発生機構の作用について説明する。

30

【0103】

振動板46は、第1のボイスコイル19に発生した駆動力により振動する。このとき、可動マグネット48は、支持部材47と一体となって、固定マグネット49の内周部で振動する。可動マグネット48および固定マグネット49は、振動方向に同方向に着磁されており、変位すると互いに反発する磁場を形成する。したがって、可動マグネット48が平衡位置(磁気的に釣り合う位置)から外れると、可動マグネット48が平衡位置から逃れようとする力が作用する。つまり、可動マグネット48および固定マグネット49は、平衡位置から外れた位置において、スピーカユニット2cの振動部に対して負スティフネスを与えるように作用する。

40

【0104】

以上のように、本実施形態では、吸着体140と、可動マグネット48および固定マグネット49で構成された負スティフネス発生機構との各作用によって、キャビネット1aの音響スティフネスが減少する。そして、音響スティフネスが減少することで、キャビネット1aの容積が等価的に拡大する。その結果、上述した第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0105】

また、本実施形態では、振動板46の振幅が大きくなっても、可動マグネット48が固定マグネット49に衝突しない構造である。これにより、振幅が大きい大入力用スピーカ

50

としても有用である。

【0106】

なお、上述では、スピーカユニット2cを例えば円形状のスピーカユニットとしたが、これに限定されない。例えば、楕円形状、矩形形状、およびトラック形状などの形状であってもよい。また、矩形形状としては、例えば縦辺より横辺が長い細長形状であってもよい。また、上述では、可動マグネット48および固定マグネット49をリング形状と、音孔45hを円形とそれぞれ記載したがこれに限定されない。例えば、細長形状のスピーカユニット2cにおいて、第1のボイスコイル19として四角柱状の筒状部材を用いるとする。このとき、第1のボイスコイル19の開口部が形成する四角形状において、互いに向き合う2つの対辺のいずれか一方の対辺であって、その対辺の各辺に直方体の可動マグネット48がそれぞれ固着される。固定マグネット49は、直方体のものを用い、各可動マグネット48と対向する位置にそれぞれ配置される。前面フレーム45としては、四角形に開口された音孔45hを用いる。このように、可動マグネット48、固定マグネット49、音孔45hは、スピーカユニット2cの形状などに合わせて適宜設定する。また、本実施形態に係るスピーカ装置は、図8では密閉方式のスピーカ装置を示したが、これに限定されない。例えば、パスレフ方式やドロコン方式など、他の方式であってもよい。

【0107】

(第6の実施形態)

図9を参照して、第6の実施形態に係るスピーカ装置について説明する。本実施形態に係るスピーカ装置は、振動板(振動部)を駆動する変換器(駆動部)として圧電型変換器を用いたスピーカ装置である。図9は、第6の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図である。なお、図9は、密閉方式のスピーカ装置を示している。図9において、当該スピーカ装置は、フレーム50、吸着体140、振動板51、圧電素子52、第1の磁気回路55、第2の磁気回路58、第1の支持部材59、および第2の支持部材60を備える。吸着体140は、上述した第1の実施形態と同様であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0108】

図9において、スピーカ装置の外形状は、例えば円形状である。フレーム50は、上面(y軸の正方向)に開口部が形成された筐体である。また、フレーム50は、後述する振動板51に対して音響スティフネスを与える筐体である。吸着体140は、フレーム50の内部の底面に配置される。第1の支持部材59は、フレーム50の内部であって、当該吸着体140の上面側に固着される。第1の支持部材59と吸着体140の間には、空隙が形成されている。第1の磁気回路55は、第1の支持部材59の中央部に固設される。第2の磁気回路58は、第1の磁気回路55の上面側であって、第1の磁気回路55と空隙を介して対向する位置に配置される。第2の支持部材60は、フレーム50の内部に固着され、第2の磁気回路58を上記位置に支持する。なお、第1および第2の支持部材59および60には、それぞれ開口部が形成されており、フレーム50の内部空間を遮蔽するものではない。振動板51は、少なくとも一部が非マグネット部材51gで構成される。図9では、例えば振動板51が膜状の非マグネット部材51gのみで構成された場合を示している。なお、振動板51としては、例えば非磁性体である樹脂の振動膜に、膜状の非マグネット部材51gを少なくとも一部に有するものであってもよい。また、振動板51は、例えば非磁性体である樹脂の振動膜の両面に、膜状の非マグネット部材51gを接合したものであってもよい。当該振動板51は、上記第1および第2の磁気回路55および58の間に形成された空隙中に配置されるように、その外周がフレーム50の内部に固定される。なお、振動板51とフレーム50とで形成されるスピーカ装置の内部空室を空室Wb5とする。振動板51の両面には、圧電素子52が固着される。また、振動板51には、圧電素子52に外部から電気信号を印加するための導電体が接続されている。圧電素子52には、当該導電体を介して、外部から電気信号が印加される。

【0109】

第1の磁気回路55は、ヨーク53およびマグネット54を有する。また、第2の磁気

回路 5 8 は、ヨーク 5 6 およびマグネット 5 7 を有する。第 1 の磁気回路 5 5 および第 2 の磁気回路 5 8 は、上述した第 1 の磁気回路 3 1 および第 2 の磁気回路 3 4 と同じ構成である。

【 0 1 1 0 】

次に、本実施形態に係るスピーカ装置の動作について説明する。振動板 5 1 の両面に固着された圧電素子 5 2 に、正負が逆の電気信号がそれぞれ印加されると、圧電素子 5 2 によって振動板 5 1 がたわみ、音圧が発生する。これは通常の圧電型スピーカの動作と同様である。振動板 5 1 で発生した音圧によって、空室 W b 5 内の圧力が変化する。しかしながら、空室 W b 5 内には吸着体 1 4 0 が配置されているため、吸着体 1 4 0 の物理吸着作用により空室 W b 5 内の圧力変化が抑制される。その結果、空室 W b 5 の音響スティフネスは減少する。

10

【 0 1 1 1 】

一方、振動板 5 1 は、第 1 の磁気回路 5 5 と第 2 の磁気回路 5 8 との間に形成された空隙中を y 軸方向に振動する。このとき、非マグネット部材 5 1 g は、第 1 および第 2 の磁気回路 5 5 および 5 8 が形成する磁場によって、振動板 5 1 の振動に応じて交互にその振動方向の引力を受ける。すなわち、本実施形態においては、振動板 5 1 の非マグネット部材 5 1 g、第 1 の磁気回路 5 5、および第 2 の磁気回路 5 8 が負スティフネス発生機構としての役割を果たす。そして、当該負スティフネス発生機構によって、空室 W b 5 内の音響スティフネスが減少する。

【 0 1 1 2 】

20

以上のように、本実施形態では、圧電型のスピーカ装置において、上述した第 1 の実施形態と同様の効果を発揮することができる。なお、圧電型のスピーカ装置は、薄型スピーカとして多く使用される。薄型スピーカとして用いられる場合、薄型になるので、振動板の振幅を確保することが難しい。そして、負スティフネス発生機構のマグネットおよび振動板がより近接した位置に配置されることとなる。この場合、負スティフネス発生機構において発生する負スティフネスにおいては、振動板の変位に対して非線形に変化する部分が大きくなる。したがって、従来の負スティフネス発生機構のみで構成されるスピーカ装置においては、低音域の拡大効果を十分に発揮することが困難であった。しかしながら、本実施形態によれば、フレーム 5 0 内部の空きスペースに吸着体 1 4 0 を配置することで、当該吸着体 1 4 0 に低音域拡大効果を分担させることができる。そして、負スティフネス発生機構への負担が軽減されるので、マグネットを薄く構成することが可能であり、同じ厚さのスピーカ装置でも振動板とマグネットの距離を大きくすることができる。このため、上記負スティフネスの非線形部分を小さくすることができる。これにより、負スティフネス発生機構の動作が安定し、歪の少ない再生音を得ることができる。

30

【 0 1 1 3 】

なお、上述では、スピーカ装置の外形を例えば円形状としたが、これに限定されない。例えば、楕円形状、矩形形状、およびトラック形状などの形状であってもよい。また、矩形形状としては、例えば縦辺より横辺が長い細長形状であってもよい。また、図 9 では、本実施形態に係るスピーカ装置として密閉方式のスピーカ装置を示したが、これに限定されない。例えば、バスレフ方式やドロコン方式など、他の方式であってもよい。

40

【 0 1 1 4 】

(第 7 の実施形態)

図 1 0 を参照して、第 7 の実施形態に係るスピーカ装置について説明する。本実施形態に係るスピーカ装置は、上述した第 6 の実施形態に対して、振動板 (振動部) を駆動する変換器 (駆動部) として静電型変換器を用いる点で異なる。図 1 0 は、第 7 の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図である。なお、図 1 0 は、密閉方式のスピーカ装置を示している。図 1 0 において、当該スピーカ装置は、フレーム 6 1、吸着体 1 4 0、第 1 のマグネット 6 2、第 1 の電極 6 3、スペーサ 6 4、振動板 6 5、第 2 の電極 6 6、および第 2 のマグネット 6 7 を備える。吸着体 1 4 0 は、上述した第 1 の実施形態と同様であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

50

【 0 1 1 5 】

図 1 0 において、スピーカ装置の外形は、例えば円形状である。フレーム 6 1 は、上面（ y 軸の正方向）に開口部が形成された筐体である。また、フレーム 6 1 は、後述する振動板 6 5 に対して音響スティフネスを与える筐体である。吸着体 1 4 0 は、フレーム 6 1 の内部の底面に配置される。第 1 のマグネット 6 2 は、多数の開口部が形成されたシート状の部材である。そして、第 1 のマグネット 6 2 は、フレーム 6 1 の開口部端面に固設される。第 1 の電極 6 3 は、多数の開口部が形成された板状の導電性部材である。第 1 の電極 6 3 は、第 1 のマグネット 6 2 の上面に固設される。振動板 6 5 は、少なくとも一部が非マグネット部材 6 5 g で構成される。図 1 0 では、例えば振動板 6 5 が膜状の非マグネット部材 6 5 g のみで構成された場合を示している。なお、振動板 6 5 としては、例えばアルミニウムで構成される振動膜の非磁性体に膜状の非マグネット部材 6 5 g を少なくとも一部に有するものでもよい。また、例えばアルミニウムの振動膜の両面に、膜状の非マグネット部材 6 5 g を接合したものであってもよい。振動板 6 5 は、リング状のスペーサ 6 4 を介して、第 1 の電極 6 3 の上面側に配置される。なお、振動板 6 5 とフレーム 6 1 とで形成される空室を空室 W b 6 とする。第 2 の電極 6 6 は、第 1 の電極 6 3 と同様の導電性部材である。第 2 の電極 6 6 は、スペーサ 6 4 を介して、振動板 6 5 の上面側に配置される。第 2 のマグネット 6 7 は、第 1 のマグネット 6 2 と同様の部材である。そして、第 2 のマグネット 6 7 は、第 2 の電極 6 6 の上面に固設される。図 1 0 に示すように、スペーサ 6 4 は、振動板 6 5 の振幅を確保するために、振動板 6 5 と各電極（第 1 および第 2 の電極 6 3 および 6 6）との間にそれぞれ配置されている。また、図 1 0 において、第 2 のマグネット 6 7 は、第 1 のマグネット 6 2 と空隙（振動板 6 5、第 1 の電極 6 3、および第 2 の電極 6 6 を含む空隙）を介して対向する位置に配置されている。

10

20

【 0 1 1 6 】

次に、本実施形態に係るスピーカ装置の動作について説明する。まず、第 1 および第 2 の電極 6 3 および 6 6 と振動板 6 5 との間に直流電圧を印加する。そして、第 1 および第 2 の電極 6 3 および 6 6 にインピーダンス整合用のトランス（図示せず）を介して音響電気信号を重畳する。これにより、振動板 6 5 が y 軸方向に振動し、音圧が発生する。これは、通常の静電型スピーカの動作と同様である。振動板 6 5 で発生した音圧によって、空室 W b 6 内の圧力が変化する。しかしながら、空室 W b 6 内には吸着体 1 4 0 が配置されているため、吸着体 1 4 0 の物理吸着作用により空室 W b 6 内の圧力変化が抑制される。その結果、空室 W b 6 の音響スティフネスは減少する。

30

【 0 1 1 7 】

一方、振動板 6 5 は、第 1 のマグネット 6 2 と第 2 のマグネット 6 7 との間に形成された空隙中を y 軸方向に振動する。このとき、非マグネット部材 6 5 g は、第 1 および第 2 のマグネット 6 2 および 6 7 が形成する磁場によって、振動板 6 5 の振動に応じて交互にその振動方向の引力を受ける。すなわち、本実施形態においては、振動板 6 5 の非マグネット部材 6 5 g、第 1 のマグネット 6 2、および第 2 のマグネット 6 7 が負スティフネス発生機構としての役割を果たす。そして、当該負スティフネス発生機構によって、空室 W b 6 内の音響スティフネスが減少する。

40

【 0 1 1 8 】

以上のように、本実施形態では、静電型のスピーカ装置において、上述した第 1 の実施形態と同様の効果を発揮することができる。また、静電型のスピーカ装置は、上述した第 6 の実施形態と同様に薄型スピーカとして多く使用される。そして、本実施形態によれば、上述した第 6 の実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【 0 1 1 9 】

なお、上述では、スピーカ装置の外形を例えば円形状としたが、これに限定されない。例えば、楕円形状、矩形形状、およびトラック形状などの形状であってもよい。また、矩形形状としては、例えば縦辺より横辺が長い細長形状であってもよい。また、図 1 0 では、本実施形態に係るスピーカ装置として密閉方式のスピーカ装置を示したが、これに限定されない。例えば、バスレフ方式やドロコン方式など、他の方式であってもよい。

50

【 0 1 2 0 】

なお、上述した第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置は、一例として、自動車の車体の内部に配置される。車体内部としては、例えば自動車のドアに搭載される。図 1 1 は、スピーカユニットが自動車のドアに搭載された一例を示す図である。自動車のドアは、窓部 7 0、ドア本体 7 1、スピーカユニット 7 2、および吸着体 7 3 で構成される。

【 0 1 2 1 】

図 1 1 において、スピーカユニット 7 2 は、例えば上述したスピーカユニット 2 a である。スピーカユニット 7 2 は、ドア本体 7 1 に取り付けられる。ドア本体 7 1 内部には、空間が形成されている。つまり、当該ドア本体 7 1 は、スピーカユニット 7 2 の振動板に対して音響スティフネスを与える筐体である。また、吸着体 7 3 は、ドア本体 7 1 の内部に配置される。このように、ドア本体 7 1、スピーカユニット 7 2、および吸着体 7 3 によって、上述した第 1 の実施形態と同様のスピーカ装置が実現される。なお、上述以外にも、第 2 ～ 第 5 の実施形態に係るスピーカ装置を自動車のドアに適用してもよい。また、第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置自体を自動車のドアに適用する場合には、スピーカユニット 7 2 の代わりに第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置のみを取り付けばよい。

【 0 1 2 2 】

このように、第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置を自動車のドアに適用することで、低音の再生帯域が拡大された車内リスニング環境を提供することが可能となる。また、ドア本体 7 1 の内部には、窓ガラス収納部、窓ガラス自動開閉機構、ドアロック、配線および制御回路などが搭載されているため、ドア本体 7 1 の内部容積が限定されている。したがって、所望の低音再生を実現するためには、ドア本体 7 1 がもつ音響スティフネスを大幅に減少させる必要がある。これに対し、第 1 ～ 第 7 の実施形態によれば、負スティフネス発生機構への負担が軽減されるので、低域再生帯域をさらに拡大することが可能である。

【 0 1 2 3 】

また、他の例として、上述した第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置が、車体内部に配置される車載用のスピーカ装置であってもよい。図 1 2 は、自動車の車体内部に設置されたスピーカ装置の一例を示す図である。図 1 2 において、当該スピーカ装置 7 5 は、例えば座席 7 4 の下に設置される。ここで、スピーカ装置 7 5 は、上述した第 1 ～ 第 5 の実施形態に係るスピーカ装置のいずれかである。なお、第 6 および第 7 の実施形態に係るスピーカ装置を設置器具などを用いて設置してもよい。

【 0 1 2 4 】

このように、スピーカ装置 7 5 を車両に搭載することによって、低音の再生帯域が拡大された車内リスニング環境を提供することが可能となる。また、第 1 ～ 第 7 の実施形態によれば、従来のスピーカ装置と比べ、低域再生帯域の更なる拡大を図ることが可能である。したがって、従来と同じレベルの低音再生を目指すとき、スピーカ装置 7 5 のキャビネットを従来と比べて小型化できる。そして、当該スピーカ装置 7 5 を自動車の車内に搭載することで、より広い車内空間が確保される。また、サブウーファなどの低音用スピーカ装置においては、一般的に容積の大きなキャビネットが必要となるので特に有効である。

【 0 1 2 5 】

また、他の例として、上述した第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置が、図 1 3 に示す車載用のスピーカ装置であってもよい。図 1 3 は、自動車の車体内部に設置されたスピーカ装置の他の例を示す図である。図 1 3 において、スピーカ装置は、キャビネット 7 6、台座 7 7、スピーカユニット 7 8、および吸着体 7 9 を備える。

【 0 1 2 6 】

図 1 3 において、スピーカユニット 7 8 は、例えば上述したスピーカユニット 2 a である。スピーカユニット 7 8 は、円筒形状を有するキャビネット 7 6 に取り付けられる。なお、キャビネット 7 6 の形状は、図 1 3 に示す円筒形状に限定されず、直方体形状などであってもよい。キャビネット 7 6 の内部には、吸着体 7 9 が配置される。このように、キ

ャビネット 76、スピーカユニット 78、および吸着体 79 によって、上述した第 1 の実施形態と同様のスピーカ装置が実現される。なお、上述以外にも、第 2 ～ 第 5 の実施形態に係るスピーカ装置を図 13 に示す車載用のスピーカ装置に適用してもよい。また、第 1 ～ 第 7 の実施形態を図 12 に示す車載用のスピーカ装置に適用する場合には、第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置自体で実現可能である。

【0127】

このように、第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置を車載用のスピーカ装置に適用することで、低音の再生帯域が拡大された車内リスニング環境を提供することが可能となる。また、第 1 ～ 第 7 の実施形態によれば、従来のスピーカ装置と比べ、低域再生帯域の更なる拡大を図ることが可能である。したがって、従来と同じレベルの低音再生を目指すとき、スピーカ装置のキャビネット 76 を従来と比べて小型化できる。そして、当該スピーカ装置を自動車の車内に搭載することで、より広い車内空間が確保される。また、サブウーファなどの低音用スピーカ装置においては、一般的に容積の大きなキャビネットが必要となるので特に有効である。

10

【0128】

また、上述した第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置は、例えば AV システムなどに搭載される。一例として、上述した第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置は、映像機器（例えば、ブラウン管テレビ、液晶テレビ、プラズマテレビなど）に搭載される。

【0129】

図 14 は、上記スピーカ装置を薄型テレビに搭載した構成の一例を示す図である。図 14 には、当該薄型テレビの正面図と、その一部を線 OA における断面図で示した側面図とが示されている。図 14 において、当該薄型テレビは、大略的に薄型テレビ本体 85、ディスプレイ 86、および 2 個のスピーカ装置 87 を備える。スピーカ装置 87 は、キャビネット 88、スピーカユニット 89、および吸着体 90 を備える。

20

【0130】

図 14 において、キャビネット 88 は、ディスプレイ 86 の下部に設けられた機器筐体の内部空間に配置される。スピーカユニット 89 は、例えば楕円形状のスピーカユニット 2a である。そして、スピーカユニット 89 は、キャビネット 88 に取り付けられる。吸着体 90 は、キャビネット 88 の内部に配置される。このように、キャビネット 76、スピーカユニット 89、および吸着体 90 によって、上述した第 1 の実施形態と同様のスピーカ装置が実現される。なお、上述以外にも、第 2 ～ 第 5 の実施形態に係るスピーカ装置を薄型テレビに搭載してもよい。また、第 1 ～ 第 7 の実施形態を薄型テレビに搭載する場合には、ディスプレイ 86 の下部に設けられた筐体の内部空間に第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置を直接取り付ければよい。

30

【0131】

このように、第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置を薄型テレビ本体 85 に搭載することで、低音の再生帯域が拡大されたリスニング環境を提供することが可能となる。また、第 1 ～ 第 7 の実施形態によれば、従来と同じレベルの低音再生を目指すとき、スピーカ装置のキャビネット 88 を従来と比べて小型化できる。つまり、当該スピーカ装置 87 を搭載することによって、薄型テレビの更なる薄型化を図ることができる。

40

【0132】

また、上述した第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置は、例えば携帯電話等の携帯型情報処理装置用のスピーカ装置として用いられる。図 15 は、第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置を携帯電話 91 に搭載した構成の一例を示す図である。なお、図 15 においては、スピーカ装置 92 を破線で示している。図 15 において、例えば上述した第 1 ～ 第 7 の実施形態に係るスピーカ装置のいずれかが、スピーカ装置 92 として携帯電話 91 に設けられた装置筐体の内部に配置される。なお、第 1 ～ 第 5 の実施形態に係るスピーカ装置を用いる場合においては、スピーカユニットを携帯電話 91 の筐体の開口部に取り付け、その筐体内部に吸着体 140 を配置することによっても実現可能である。

【0133】

50

このように、第１～第７の実施形態に係るスピーカ装置を携帯電話９１に搭載することで、低音の再生帯域が拡大されたりスニング環境を提供することが可能となる。また、例えば図１５に示す携帯電話においては、小型化、薄型化が特に進んでいる。それに伴い、スピーカ装置の占有スペースも大きく制限される。しかしながら、第１～第７の実施形態に係るスピーカ装置によれば、従来と同じ制限されたスペースであっても、低音再生帯域の拡大を図ることができる。

【産業上の利用可能性】

【０１３４】

本発明に係るスピーカ装置は、低音再生帯域をさらに拡大することが可能であり、小型スピーカ装置、液晶テレビやプラズマディスプレイ用のスピーカ装置、オーディオ機器、カーオーディオ機器、車載用スピーカ等の用途にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【０１３５】

【図１】第１の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図

【図２Ａ】磁場解析を行った磁気回路の構造断面図

【図２Ｂ】図２ＡのＸを変化させたときの非マグネット部材１７ｇの変位と当該非マグネット部材１７ｇに作用する力との関係を磁場解析によって解析した結果を示した図

【図２Ｃ】図２ＡのＴを変化させたときの非マグネット部材１７ｇの変位と当該非マグネット部材１７ｇに作用する力との関係を磁場解析によって解析した結果を示した図

【図３】第２の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図

【図４】第２の実施形態に係るスピーカ装置の回路ブロック図

【図５】第３の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図

【図６】図５に示すスピーカ装置を線ＡＢで切断して、ｘ軸の正方向から見た断面図

【図７】従来のスピーカ装置および当該スピーカ装置に配置された低音増強装置の構造断面図

【図８】第５の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図

【図９】第６の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図

【図１０】第７の実施形態に係るスピーカ装置の構造断面図

【図１１】スピーカユニットが自動車のドアに搭載された一例を示す図

【図１２】自動車の車体内部に設置されたスピーカ装置の一例を示す図

【図１３】自動車の車体内部に設置されたスピーカ装置の他の例を示す図

【図１４】第１～第７の実施形態に係るスピーカ装置を薄型テレビに搭載した構成の一例を示す図

【図１５】第１～第７の実施形態に係るスピーカ装置を携帯電話９１に搭載した構成の一例を示す図

【図１６】従来のスピーカ装置の断面構造図

【図１７】３つのスティフネスと可動マグネット１１３の変位との関係を示す図

【符号の説明】

【０１３６】

１、３９、７６、８８ キャビネット

２、７２、７８、８９ スピーカユニット

３ 背面フレーム

４、４５ 前面フレーム

５、３１、５５ 第１の磁気回路

６、１１、２９、３３、５３、５６ ヨーク

７、９、１２、１４、３０、３２、５４、５７、６２、６７ マグネット

８、１３ 磁気プレート

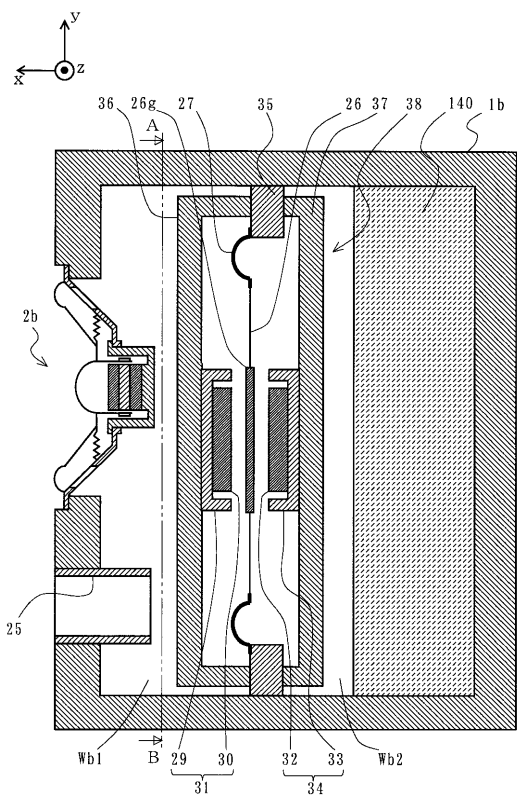
１０、３４、５８ 第２の磁気回路

１４０、７９、７３、９０ 吸着体

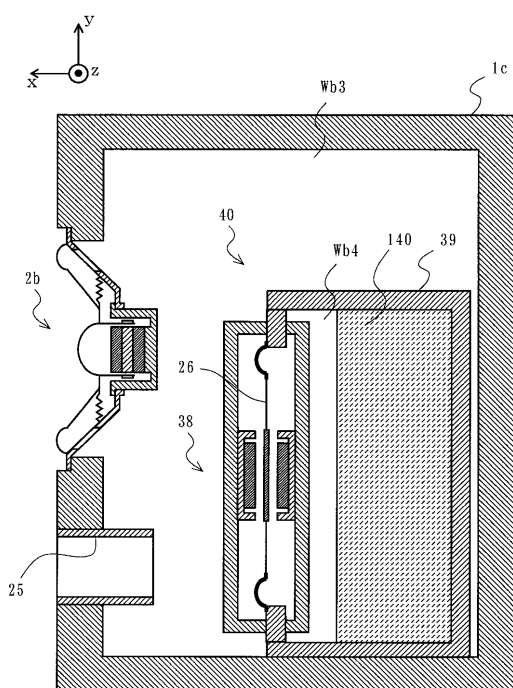
１５、２７ エッジ

1 6	ダンパー	
1 7、4 6、5 1、6 5	振動板	
1 7 g、2 6 g、5 1 g、6 5 g	非マグネット部材	
1 8、2 0	ボイスコイルボビン	
1 9、2 1	ボイスコイル	
2 2	レーザ変位計	
2 3	制御回路 2 3	
2 5	ポート	
2 6	ドロムコーン	
3 5	仕切板	10
3 6、3 7	支持部材	
3 8	負スティフネス発生機構	
4 0	低音増強装置	
4 7、5 9、6 0	支持部材	
4 8	可動マグネット	
4 9	固定マグネット	
5 0、6 1	フレーム	
5 2	圧電素子	
6 3、6 6	電極	
6 4	スペーサ	20
7 0	窓部	
7 1	ドア本体	
7 4	座席	
7 5、8 7、9 2	スピーカ装置	
7 7	台座	
8 5	薄型テレビ本体	
8 6	ディスプレイ	
9 1	携帯電話	

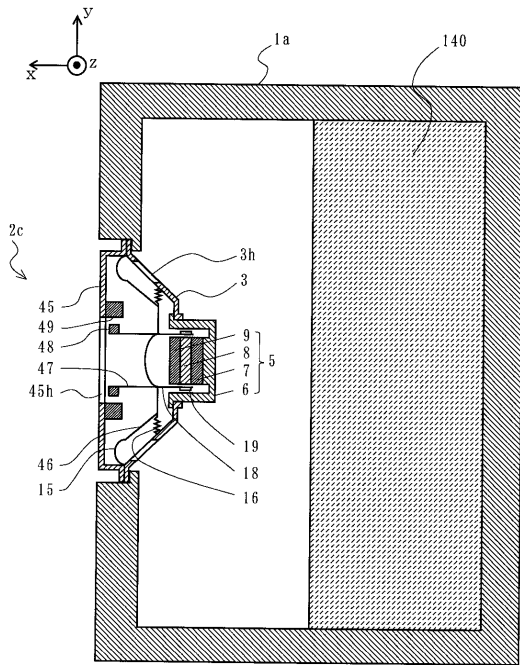
【圖 5】



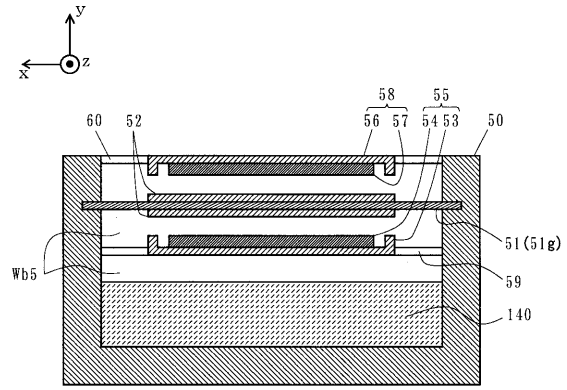
【圖 7】



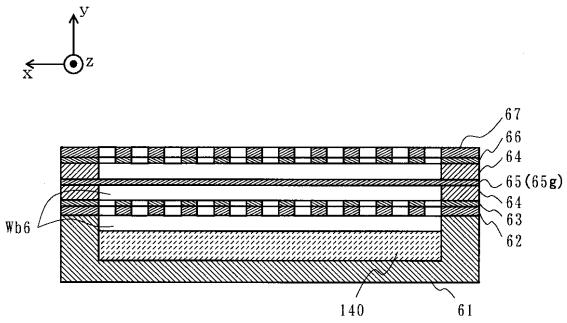
【図 8】



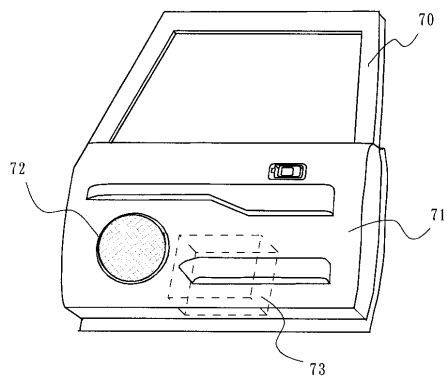
【図 9】



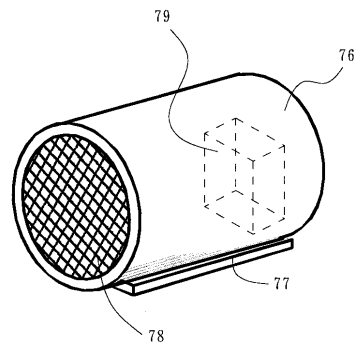
【図 10】



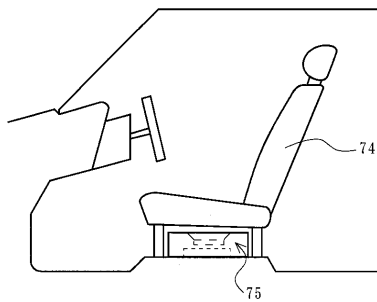
【図 11】



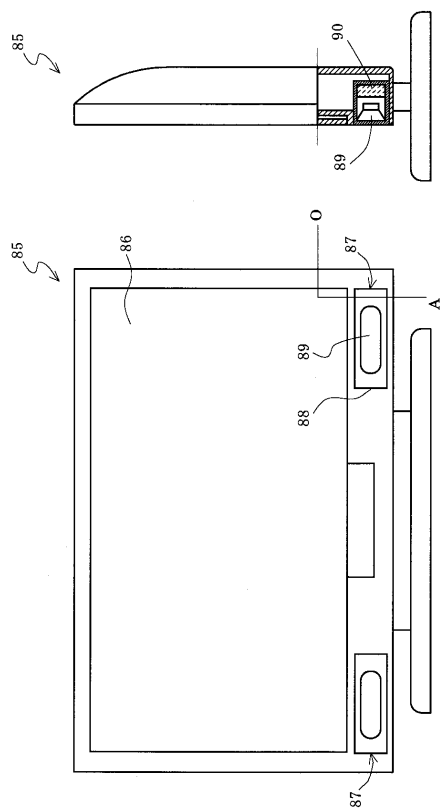
【図 13】



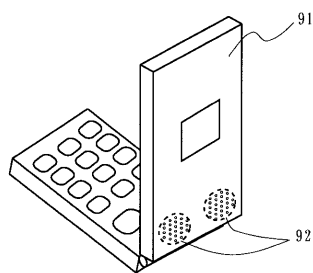
【図 12】



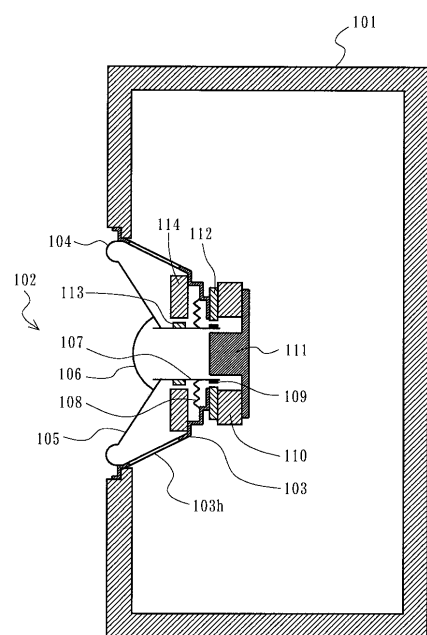
【 圖 1 4 】



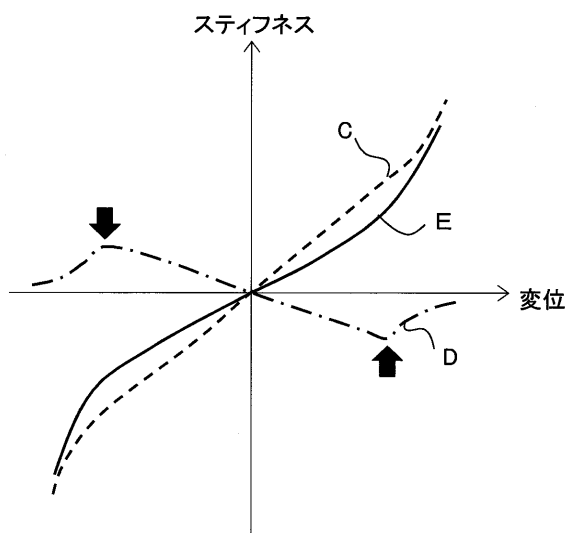
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 圖 1 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 4 R 17/00

H 0 4 R 19/02

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 0 2 7 2 8 6 (J P , A)
特表 2 0 0 4 - 5 3 7 9 3 8 (J P , A)
特表昭 6 0 - 5 0 0 6 4 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 1 2 3 8 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 0 8 1 7 4 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 7 6 4 9 2 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 5 / 0 9 9 3 0 3 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 R 1 / 0 0 - 3 1 / 0 0