

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6984899号
(P6984899)

(45) 発行日 令和3年12月22日(2021.12.22)

(24) 登録日 令和3年11月29日(2021.11.29)

(51) Int.Cl.

F 1

H04R 23/00

(2006.01)

H04R 23/00

310

H05H 1/24

(2006.01)

H05H 1/24

H04R 1/30

(2006.01)

H04R 1/30

A

請求項の数 12 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2018-560488 (P2018-560488)
 (86) (22) 出願日 平成29年6月21日 (2017.6.21)
 (65) 公表番号 特表2019-533319 (P2019-533319A)
 (43) 公表日 令和1年11月14日 (2019.11.14)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2017/065309
 (87) 國際公開番号 WO2018/050304
 (87) 國際公開日 平成30年3月22日 (2018.3.22)
 審査請求日 令和2年6月4日 (2020.6.4)
 (31) 優先権主張番号 1615702.6
 (32) 優先日 平成28年9月15日 (2016.9.15)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 英国(GB)

(73) 特許権者 518404422
 ポール ギリガン
 G I L L I G A N, Paul
 アイルランド国 14 ダブリン ラスフ
 アーナム マリアン ロード 6
 (74) 代理人 100147485
 弁理士 杉村 憲司
 (74) 代理人 230118913
 弁護士 杉村 光嗣
 (74) 代理人 100205833
 弁理士 宮谷 昂佑
 (72) 発明者 ポール ギリガン
 アイルランド国 14 ダブリン ラスフ
 アーナム マリアン ロード 6

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマスピーカ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スピーカ(10)であって：

- ・ 内部容積(11)を画定する、エンクロージャ(8)と；
- ・ 少なくとも1つ音発生装置(7)であって、前記内部容積(11)を出入りする空気が動作可能に通過する通気導管(15)を画定する1つ以上の表面(12, 13, 21, 22, 14, 35, 36, 64, 65, 66, 67, 68, 69)を備え、さらに、少なくとも1つの空気暴露電極(1, 4)および少なくとも1つの絶縁電極(2, 3)を備える、音発生装置(7)と；
- ・ 前記少なくとも1つの空気暴露電極(1, 4)と、前記少なくとも1つの絶縁電極(2, 3, 70)と、の間に電界を発生させ、前記複数の電極に近接して前記通気導管(15)内にプラズマ(100)を動作可能に生成するように構成された、電圧源手段(6)と；を備え、
- ・ 前記複数の電極は、前記発生した電界が前記生成されたプラズマ(100)を動作可能に誘導して、前記通気導管(15)を通る空気流を生じされるように、互いに、かつ前記通気導管(15)に対して配置されており；かつ
- ・ 前記電圧源手段(6)は、提供された電気音声信号(25)に応じて前記電界を変調することにより、前記通気導管(15)を通る空気流を変調して前記スピーカ(10)から対応する音声信号(40)を生成するように構成されている、スピーカ(10)。

【請求項 2】

・前記少なくとも1つの絶縁電極(2,3,70)は、前記通気導管(15)を画定する前記1つ以上の表面(12,13,14,64,65,66,68)の対応する1つの下に配置されており；

・前記少なくとも1つの空気暴露電極(1,4)は、前記少なくとも1つの絶縁電極(2,3,70)に対してオフセットして前記通気導管(15)内に配置されている、請求項1に記載のスピーカ(10)。

【請求項3】

前記少なくとも1つの空気暴露電極(1,4)は、前記少なくとも1つの絶縁電極(2,3,70)に対応する前記表面(12,13,14,64,65,66,68)と、前記通気導管(15)への入口(16)と、の間の前記通気導管(15)内、または、前記少なくとも1つの絶縁電極(2,3,70)に対応する前記表面(12,13,14,64,65,66,68)に隣接し、かつ当該表面に対して傾斜する前記通気導管(15)内の何れか一方に配置されている、請求項2に記載のスピーカ(10)。

【請求項4】

前記1つ以上の表面(12,13,36,65,66)は、前記通気導管(15)がその端部で前記エンクロージャ(8)の前記内部容積(11)に向かって拡大するように構成されている、請求項1に記載のスピーカ(10)。

【請求項5】

・前記通気導管(15)を画定する前記1つ以上の表面は、第1の表面(12,64)と第2の表面(13,66)とを含み、該第1の表面および該第2の表面は、それらの間に第1の隙間(18,180)を画定するよう互いに対向して隔てられており、

・前記少なくとも1つの絶縁電極は、前記第1の表面(12,64)の下に配置された第1の絶縁電極(2,70)と、前記第2の表面(13,66)の下に配置された第2の絶縁電極(3)と、を少なくとも含み、かつ

・前記少なくとも1つの空気暴露電極は、前記通気導管(15)内に前記第1の隙間(18,180)に隣接して配置された、第1の空気暴露電極(1)を少なくとも含む、請求項1に記載のスピーカ(10)。

【請求項6】

前記少なくとも1つの空気暴露電極は、前記通気導管(15)内に、前記第2の表面(13)に隣接して配置された、第2の空気暴露電極(4)をさらに含む、請求項5に記載のスピーカ(100)。

【請求項7】

・前記1つ以上の表面は、第3の表面(65)と第4の表面(68)とをさらに含み、該第3の表面および該第4の表面は、それらの間に第2の隙間(181)を画定するよう互いに対向して隔てられており；

・前記少なくとも第1の空気暴露電極(1)は、前記通気導管(15)内に、前記第2の隙間(181)に隣接して配置されている、請求項5に記載のスピーカ(100)。

【請求項8】

前記1つ以上の表面(14,35,36)は、前記通気導管(15)の孔(19)を画定する表面(14)を含み、前記空気暴露および絶縁電極の配置は、前記孔(19)を画定する前記表面(14)の下に配置された少なくとも絶縁電極(2)と、前記通気導管(15)内に配置されて前記孔(19)に隣接する空気暴露電極(1)と、を含む、請求項1に記載のスピーカ(100)。

【請求項9】

前記電圧源手段(6)は、キャリア周波数を有する電圧源信号(40)を生成するよう構成されており、かつ前記複数の電極のための供給電圧(26)を生成するよう、前記電圧源信号(40)を、前記電気音声信号(25)で変調するようさらに構成されている、請求項1に記載のスピーカ(10)。

【請求項10】

前記キャリア周波数を、前記生成されたプラズマ(100)の実際のスパイク周波数に

10

20

30

40

50

対応する値に調整するように構成された、制御手段（30）を含む、請求項9に記載のスピーカ（10）。

【請求項11】

前記電圧源手段（6）は：

・前記複数の電極に電源電圧（50）を加えて、前記プラズマ（100）を動作可能に生成し；

・前記プラズマの生成後に、前記電源電圧（50）から直流電圧（51）に切り替え；かつ

・前記電気音声信号（25）で前記直流電圧（51）を変調するように構成されている、請求項1に記載のスピーカ（10）。 10

【請求項12】

前記スピーカは、少なくとも1つの音発生装置（2'，3'）と共に通気導管の周りに配置されて、前記音発生装置（2'，3'）の一方から軸方向に隔てられた、少なくとも1つのさらなる音発生装置（2''，3''）を備え、前記少なくとも1つのさらなる音発生装置は、前記少なくとも1つの音発生装置の前記一方と逆位相で駆動される、請求項1に記載のスピーカ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気信号を対応する音声信号に変換するプラズマスピーカに関する。 20

【背景技術】

【0002】

現在利用可能なスピーカまたは電気音響トランステューサの大多数は、周囲の空気に音エネルギーを伝達するための振動膜を含む。振動膜の質量は、他の非線形性（例えば、磁気特性の非線形性およびサスペンション特性の非線形性）に加えて、音に歪みや音色をもたらす。

【0003】

さらに、振動膜の力学上の理由から、現在利用可能なスピーカ単体では、オーディオスペクトル全体を十分かつ効率的にカバーすることができない。したがって、オーディオスペクトル全体（ウーファー、ミッドレンジ、ツイーター）をカバーするには、複数のスピーカを並行して使用する必要がある。複数のスピーカを使用すると、異なる周波数帯で重大なオーバーラップが発生し、意図した音が歪む可能性がある。 30

【0004】

これらの既知のスピーカにおける問題を克服するために、有効質量（振動する空気の質量は除く）がゼロであるスピーカを達成するためのいくつかの試みがなされている。質量がゼロであるスピーカを製作する1つの方法には、大気プラズマを使用して空気を振動させる方法がある。

【0005】

大気プラズマは、大容量の空気に大きな電界を課すことによって最も容易に生成される。電界は、空気分子の破壊をもたらす。空気分子は、いったん破壊されるとイオン化されて、印加された電界勾配の方向に移動する。移動イオンは、その運動量を周囲の空気に伝達する。電界を変調することによって、空気をオーディオ信号に時間的に移動させることができ、それによって音波を生成することができる。 40

【0006】

3つのタイプの既知のプラズマスピーカがある。

【0007】

・**プラズマアーク**：これらのスピーカは、オーディオ信号を使って変調された電気アークを使用する。電気アークは、関与する高電界によって引き起こされる接点の浸食に起因して最終的に破壊される。さらに、電気アークの使用は非常に危険である。

【0008】

・テスラコイル：これらのスピーカは、テスラコイルをベースにしているため、多くの電気的干渉が引き起こされ、商品化には非常に非実用的である。

【0009】

・フレーム（火炎）：これらのスピーカは、火炎（ブンゼンバーナー）を使用して音を生成する。印加された高電圧を使用して火炎内のイオンを変調することにより、音を発生させることができる。同様に、このような装置の商業化は非常に困難であり、火炎の使用は非常に危険である。

【0010】

これらのアプローチは異なるものの、概して、これらの種類のプラズマスピーカは実用的であるとは到底言えず、例えば、生成された音の周波数範囲および音量などにおいて、重要な性能限界を有すると考えられている。

10

【0011】

例えば、既知のプラズマスピーカのいずれも、オーディオスペクトルの下端（2.5 Hz未満）で十分な音量を生成することができない。したがって、これらのプラズマスピーカは、ツイーター（高周波スピーカ）としての使用に制限されている。

【0012】

DBD（誘電体バリア放電）は、電極間にプラズマを生成するための既知の装置である。プラズマは、典型的には、（空気破壊電界を超える）大きな電圧が印加される2つの平行なプレート電極間の絶縁表面上に形成される。DBDは、主に、材料の前処理または医療用途における表面滅菌の濡れ性を高めるための表面処理を目的としている。DBDは、空気中、他の気体中または低圧で形成され得る。DBDに関する研究の多くは、プラズマ形成を安定化（例えば、微小放電を除去）させて、正確な表面処理に必要とされる均一なプラズマを形成することに関係している。

20

【0013】

DBDに由来するプラズマアクチュエータも知られている。プラズマアクチュエータは、絶縁されているか、または封入されている1つの電極と、空気に曝された1つの電極と、を含む一对の電極を使用して空気流を操作するための装置である。2つの電極間に電界が発生し、この電界が、アクチュエータの表面上の電界勾配の方向に（一般に、絶縁された電極に向かって）空気の動きを引き起こす。この空気流は、一種のウォールジェットである。

30

【0014】

空気流は、電界線に沿ってアクチュエータ近傍の空気へ移動する、プラズマイオンからの運動量の伝達によって発生する。

【0015】

Suzenによる電気浸透型フローモデル（Numerical Simulations of Flow Separation Control in Low- Pressure Turbines using Plasma Actuators, Suzen, Y B, Huang, P G, Ashpis, D E, 第45回AIAA航空宇宙科学会議および展示会, 2007年1月8日~11日, ネバダ州リノ）、Rothによる常誘電性フローモデル（The physics and phenomenology of paraelectric one atmosphere uniform glow discharge plasma (oaugdp (商標)) actuators for aerodynamic flow control, Roth, J Reece, Dai, Xin, Rahel, Jozef, Sherman, Daniel M, AIAA紙 2005-0781）、およびAlonso Chirayathによるモデル（Plasma Actuated Unmanned Aerial Vehicle, Chirayath, V, Alonso, Dr J. スタンフォード大学, 物理学科, 2010, 2011, NASA Grant資金提供）は、正負電圧の異なる種のイオン化速度に関係し、移動イオンがどのように運動量を空気に伝達するのかを説明する理論の例である。

40

【0016】

Susenのモデルによれば、電子は、絶縁体 / 空気暴露電極の表面に達するまで（極性に応じて）電界線に沿って流れる。電子が絶縁体表面に到達すると、それらは印加された電界を打ち消すように分布する。イオンは非常に遅く、ACサイクルあたりそれほど遠くまでは移動しない。この理論によれば、絶縁体の表面電荷とイオンとの間の相互作用が空気

50

への運動量の伝達を引き起こす。全体的なプラズマ量は、ナノ秒のタイムスケール内で中性である。

【0017】

空気暴露電極（空気に曝された電極）が負の場合、電子は、絶縁体表面に移動して表面電荷を構築する。この表面電荷は、空気暴露電極から離れた正味の運動量（イオンによって引き起こされる）を作り出すような方法で再分布する。

【0018】

空気暴露電極が正の場合、電子は、絶縁体表面から空気暴露電極に（電界線をたどって）移動し、イオンは、空気暴露電極を離れて絶縁体表面に向かって（電界線にほぼ接して）移動する。

10

イオンはほとんどすべての運動量伝達に関与している。運動量は、通常、両方のサイクルで等しいわけではなく、これによって、空気に対する押し込み／より小さな押し込み動作が生じる。

【0019】

プラズマアクチュエータは、主に航空宇宙科学（例えば、航空機の翼）における流量制御の用途に関係している。大気圧プラズマを横切る電界の非線形性を利用することにより、周囲の空気に流れが付与される。この空気流は、プラズマ表面上に吸引／吹き出し効果を引き起こすことによって、アクチュエータ上の気流の乱れを低減するために使用することができる。

【0020】

流量制御の用途におけるプラズマアクチュエータの主な制限の1つは、発生する空気流の速度が遅いことである。大部分の研究は、主に、電極の隙間のサイズ、電極のサイズ、誘電体の種類、金属の種類、鋸歯状電極、アクチュエータの電圧および周波数、AC電圧波形（正弦波、三角波、のこぎり波など）を変更することによって、空気流の速度を向上させることを目指している。

20

【0021】

プラズマアクチュエータには、いくつかの名称が関連づけられており、SDBD（単誘電体バリア放電）、スライドSDBD（追加のACまたはDC電圧を使用して、少なくとも僅かに力を増加させる）、O AUG DP（One Atmosphere Uniform Glow Discharge Plasma、例えば、表面処理に使用される）、マイクロDBD（MEMSスケールデバイス）がある。空気暴露電極のSDBD設計には、いくつかの修正版があり、例えば、サーペンタイン形または三角形の設計（主に、空気流制御のためのマイクロボルテックスの生成を対象としている）がある。

30

【発明の概要】

【0022】

本発明の第1の態様によれば、請求項1に記載のスピーカが提供される。

【0023】

本発明の第2の態様によれば、ヘッドフォンが提供される。

【0024】

40

第1の態様によるスピーカは、質量ゼロのスピーカ、すなわち、生成されたプラズマ以外に可動部を有しないスピーカである。

このスピーカは、質量がないため、機械的可動膜を有する既知のスピーカよりも音を正確に再現することができる。

【0025】

さらに、第1の態様によるスピーカは、オーディオスペクトル全体を（その下端が2.5 kHz未満であっても）カバーすることができる。したがって、このスピーカによれば、ウーファ、ミッドレンジおよびツイーターの既存のスピーカの組合せを、単一のより小さなユニットに置き換えることができる。また、生成される音の音量範囲も改善される。

【0026】

50

既存のプラズマツイーターと比較して、本発明によるスピーカは、通気導管内の大量の空気を押し出すことができる。例えば、 50 mm^2 の面積を有する導管の場合、空気を $1\sim10\text{ m/s}$ で押し出して、1mあたり 75 dB 、場合によっては 84 dB のSPL（音圧レベル）を発生させることができる。これと比較して、既存のプラズマツイーターは、僅かな量の空気を放電部の先端（数 mm^2 ）の周りに移動させるだけであり、 2.5 kHz オーディオの低音量では問題ないが、より低い周波数で可聴音を生成するのに十分な空気を押し込むことができない。スピーカの動作を超音波領域にまで拡張することも可能である。

【0027】

さらに、第1の態様によるスピーカの構造は、容易に大きさを変更することができ、また、既知の大半のスピーカと比較して非常に小さい。このサイズは、MEMS（微小電気機械システム）レベル以下にまで縮小することもでき、マイクロサイズのデザインやヘッドフォンを可能にするだけでなく、スピーカの動作電圧を下げることもできる。10

【0028】

本発明によるスピーカの小型化によれば、指向性のある音のような音響効果を作りやすくすることも可能となる。

【0029】

第1の態様によるスピーカは、また、既知のプラズマツイーターと比較して格段に安全である。20

【0030】

一般に、第1の態様によるスピーカは、使用部品が削減されており、構成が大幅に簡素化され、小型であり、構築が容易および安価であり、また、既知のスピーカと比較してより信頼性が高くかつ安全であると同時に、オーディオスペクトルのより低い周波数においても、質の高い音の伝達と音量を提供できることが理解されよう。

【0031】

本発明の実施形態を、添付の図面を参照して例示する。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明による第1の例示的なスピーカの部分断面図である。

【図2】図1に示すスピーカの音発生装置を示す図である。30

【図3】本発明による第2の例示的なスピーカの断面図である。

【図4】本発明による第3の例示的なスピーカの部分断面図である。

【図5】図4に示すスピーカの音発生装置を示す図である。

【図6】本発明による第4の例示的なスピーカの断面図である。

【図7】本発明による第5の例示的なスピーカの断面図である。

【図8】図7に示すスピーカの音発生装置の正面図である（図7のエンクロージャは不図示）。

【図9】本発明による第6の例示的なスピーカの断面図である。

【図10】本発明による第7の例示的なスピーカの断面図である。

【図11】本発明によるスピーカの第1の例示的な電圧源手段を示す概略図である。40

【図12】本発明によるスピーカの第2の例示的な電圧源手段を示す概略図である。

【図13】本発明による例示的なスピーカのエンクロージャを示す図である。

【図14】複数の音発生装置を備える、本発明によるスピーカの例示的な実施形態を示す図である。

【図15】複数の音発生装置を備える、本発明によるスピーカの例示的な実施形態を示す図である。

【図16】複数の音発生装置を備える、本発明によるスピーカの他の実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下の詳細な説明では、構造的および／または機能的観点から同一または類似の構成要素には、本開示の異なる実施形態で示されているかどうかに関わらず、同じ参照番号を付している場合がある点に留意されたい。また、本発明を明瞭かつ簡潔に説明するために、図面は必ずしも一定の縮尺ではなく、本開示の特定の特徴は幾分概略的な形で示されている場合があることに留意されたい。

【0034】

添付の図面を参照して、本開示は、内部容積11を画定するエンクロージャ8を備える、スピーカ10に関する。内部容積11は、空気などの気体で満たされていることが好ましいが、他の流体で満たされていてもよい。

【0035】

スピーカ10は、少なくとも1つの音発生装置7をさらに備える。音発生装置7は、内部容積11を出入りする空気が動作可能に通過することができる通気導管15を画定する1つ以上の表面を含む。

10

【0036】

図1～6に示す例示的な実施形態において、音発生装置7は、互いに隔てられた第1のブロック31と第2のブロック32とを備える。ブロック31は、ブロック32の表面13, 22から隔てられた表面12, 21を備え、これらの間に通気導管15が画定されている。

【0037】

特に、(空気が、エンクロージャ8の外部から通気導管15に入るよう) 内部容積1に向かう通気導管15への入口16を画定するように、表面21および22は、互いに隔てられて対向している。表面13および12は、それらの間に通気導管15の隙間18を画定するように、互いに隔てられて対向している。

20

【0038】

好ましくは、表面21は、ブロック31の隣接する表面12に対して傾斜し、また、表面22は、ブロック32の隣接する表面13に対して傾斜している。より好ましくは、表面21, 22は、隙間18に向かう方向に沿って、それらの間の距離が減少するように傾斜している。

【0039】

本明細書において、ある表面に対して「傾斜している」という用語は、リースやスロープを有するか、またはそのような表面に対して角度を形成していることを意味する。したがって、「傾斜している」という用語は、表面に対して「傾けられている」、「傾いている」、「角度がつけられている」、「傾斜している」、「横向きである」、「曲げられている」、「湾曲している」ことを包含する。

30

【0040】

図1～2および4～5に示す例示的な実施形態において、表面21は、ブロック31の隣接する表面12に対して傾いており、表面22は、ブロック32の隣接する表面13に対して傾いている。

【0041】

図3に示す例示的な実施形態において、表面21は、内部容積11に向かって湾曲しており、表面22は、表面13に対して傾いている。

40

【0042】

図6に示す例示的な実施形態において、表面21および22は、それぞれの表面12および13に対して湾曲している。

【0043】

図1～2および3に示す例示的な実施形態において、ブロック32の表面13は、ブロック31の対向面12に対して横方向に、それらの間の距離がエンクロージャ8の内部容積11に向かう方向に沿って増加するように配置されている。このようにして、隙間18は、そのような方向に沿って拡大している。

【0044】

50

図4～5および6に示す例示的な実施形態において、表面12および13は、平行かつ平坦なトラクト部と、内部容積11に向かって湾曲した端部41と、を備える。特には、端部41は、内部容積11に向かって隙間18の端部が拡大するように湾曲している。

【0045】

図9および10に示す実施形態において、音発生装置7は、互いに隔てられた、第1のブロック61と第2のブロック62とを備える。音発生装置7は、第1および第2のブロック62, 63の間に配置されているがこれらとは隔てられた、第3のブロック63をさらに備える。

【0046】

ブロック61, 62, 63の隔てられた表面が、通気導管15を画定している。具体的に、ブロック63は、対向面64および65を含む。ブロック61は、表面64とは隔てられた表面66および67を含み、ブロック62は、表面65とは隔てられた表面68および69を含む。表面66および64は、それらの間に通気導管15の第1の隙間180を画定し、また、表面68および65は、それらの間に通気導管15の第2の隙間181を画定している。

【0047】

内部容積11に向かう通気導管15への入口16を画定するように、表面67および69は、互いに、かつ表面64および65と隔てられている。

【0048】

図9～10に示す例示的な実施形態において、ブロック63は、楕円形であるが、球形または長方形のような他の適切な形状を有していてもよい。

【0049】

表面67および69は、表面66および68に対してそれぞれ傾いており、具体的には、入口16から隙間180, 181に向かってそれらの間の距離が減少するように傾けられている。このようにして、通気導管15は、入口16から隙間180および181に向かって減少している。

【0050】

あるいは、表面67および69は、入口16から隙間180および181に向かってそれらの間の距離を減少させるように、湾曲していてもよい。

【0051】

表面66および68は、ブロック63の対応する表面64, 65からの距離が、内部容積11に向かう方向に沿って増加するように配置されている。このようにして、隙間180, 181は、そのような方向に沿って拡大している。

【0052】

図13は、例えば、先に説明した実施形態の1つによる音発生装置7が取り付け可能であるエンクロージャ8を示しており、ここでは、空気流導管15への入口16が、エンクロージャ8の壁において利用可能となっている。図示のエンクロージャ8は、例えば、密封ボックス8とすることができる。

【0053】

図7～8に示す例示的な実施形態において、音発生装置7は、ブロック33を備える。ブロック33は、円筒面24と、該円筒面24の対向する端部に配置された曲面35および36と、を含む。

【0054】

これらの表面24, 35, 36は、通気導管15を画定している。具体的に、曲面25は、内部容積11に向かう通気導管15への入口16を画定し、円筒面24は、通気導管15の中央の円筒孔19を画定し、曲面36は、内部容積11に向かう通気導管15の端部を画定している。

【0055】

好ましくは、表面35は、円筒孔19から入口16に向かって通気導管15が拡大するように湾曲している。

10

20

30

40

50

【0056】

好ましくは、表面36は、円筒孔19から内部容積11に向かって通気導管15が拡大するように湾曲している。

【0057】

添付の図面を参照して、音発生装置7は、少なくとも1つの空気暴露電極（空気に曝された電極）1、4と、少なくとも1つの絶縁電極（絶縁された電極）2，3，70と、を含む複数の電極をさらに備える。電極2，3および70は、任意の適切な非導電性材料で絶縁することができる。

【0058】

好ましくは、各電極は、それ自体の延長された導電性表面を有する。電極は、任意の適切な形状を有することができる。例えば、これらに限定しないが、電極は、平坦な、直線状の、板状の、鋸歯状の、ストリップ状の、または細いワイヤ状の電極とすることができる。

【0059】

例えば、これらに限定しないが、空気暴露電極1～4は、銅または他の導電体／半導体で作られていてもよく、絶縁電極2，3は、ポリイミド（例えば、カプトン）またはセラミックまたは任意の他の絶縁材料もしくは半導体材料に封入することができる。

【0060】

スピーカ10は、少なくとも1つの空気暴露電極1，4と、少なくとも1つの絶縁電極2，3，70と、の間に電界を発生させ、該複数の電極に近接して通気導管15内にプラズマ100を動作可能に生成するように構成された、電圧源手段6をさらに備えている。

【0061】

音発生装置7の複数の電極は、通気導管15内にプラズマ100を生成することに加えて、生成されたプラズマ100の、電界の変調に従う移動（エンクロージャ8の内部容積11に向かう移動または該内部容積11から離れる移動）を誘導するように、互いに、かつ通気導管15に対して配置されている。

【0062】

このようにして、移動イオンは、内部容積11に向かってまたは内部容積11から離れる向きに向けられた、通気導管15を通る空気流を強制的に流すように、周囲空気の粒子に運動量を伝達することができる。

【0063】

好ましくは、少なくとも1つの絶縁電極2，3，70は、通気導管15を画定する表面の対応する1つの下に配置され、少なくとも1つの空気暴露電極1，4は、少なくとも1つの絶縁電極2，3に対してオフセットして通気導管15内に配置されて、それらの間の電界が、プラズマのイオンの内部容積11への移動を誘導するようになっている。

【0064】

図1～6に示す例示的な実施形態において、音発生装置7は、ブロック31の表面12の下に配置された第1の絶縁電極2と、ブロック32の表面13の下に配置された第2の絶縁電極3と、を備える。

【0065】

絶縁電極2および3は、絶縁材料、例えば、誘電材料によって、対応する表面12および13から分離されている。例えば、図示の実施形態において、絶縁電極2および3は、対応するブロック31および32の絶縁材料内に封入されている。

【0066】

好ましくは、絶縁電極2および3は、それらが下に配置されている対応する表面12および13と平行である。それにも関わらず、このような実施形態の変形例において、絶縁電極は、空気暴露電極からより遠く離れた電界勾配を増加させるように傾斜していくよい。

【0067】

図1～3に示す例示的な実施形態において、音発生装置7は、ブロック31の表面21

10

20

30

40

50

上に配置された 1 つの空気暴露電極 1 をさらに備える。

【 0 0 6 8 】

このようにして、空気暴露電極 1 は、絶縁電極 2 に対してオフセットして通気導管 15 内に配置されており、特に、空気暴露電極 1 は、通気導管 15 への入口 16 と、その下に絶縁電極 2 が配置されている表面 12 と、の間に配置されている。

【 0 0 6 9 】

図 1 ~ 2 では、表面 21 が隣接する表面 12 に対して傾斜しているので、空気暴露電極 1 もまた、このような表面 12 に対して傾斜している。

【 0 0 7 0 】

図 3 では、表面 21 が表面 12 に対して湾曲しているので、該表面 21 上に配置された空気暴露電極 1 もまた、このような表面 12 に対して湾曲している。 10

【 0 0 7 1 】

電圧源手段 6 は、空気暴露電極 1 と絶縁電極 2、3 との間に電界を発生させるように構成されている。

【 0 0 7 2 】

空気暴露電極 1 が絶縁電極 2、3 に対してオフセットされているので、電界線は、空気暴露電極 1 から離れて隙間 18 に入る。

【 0 0 7 3 】

このような電界線に続いて、生成されたプラズマ 100 は、少なくとも部分的に、その下に絶縁電極 2 が配置されている表面 12 に沿って延びる。絶縁電極 3 は、プラズマ 100 を上方に持ち上げ、プラズマ 100 が表面 13 にも少なくとも部分に沿って延びるようにする。電界の強さに応じて、絶縁電極 3 はまた、空気暴露電極 1 と組み合わせてプラズマ 100 の生成に寄与する。 20

【 0 0 7 4 】

プラズマ 100 のイオンは、最大の電界地点で、すなわち、空気暴露電極で生成される。電界線は、生成されたイオンが空気暴露電極 1 から離れて隙間 18 に向かうように、当該イオンの移動を誘導する。

【 0 0 7 5 】

移動イオンは、通気導管 15 を介して内部容積 11 に向けられた空気流を生成するような方法で、それらの運動量を周囲の空気粒子に移動させる。 30

【 0 0 7 6 】

実際には、電界線に沿って移動している間、イオンは、隙間 18 に、したがって隙間 18 それ自体によってアクセス可能な内部容積 11 に向けて接線力成分を有する。したがって、プラズマ 100 は、空気流を、通気導管 15 を通過させて内部容積 11 に向けて送るように周囲の空気を押し出す。

【 0 0 7 7 】

図 4 ~ 6 に示す例示的な音発生装置 7 は、空気暴露電極 1 に加えて、空気暴露電極 4 を備える。

【 0 0 7 8 】

この追加の空気暴露電極 4 は、ブロック 32 の表面 22 に配置されている。 40

【 0 0 7 9 】

このように、空気暴露電極 4 は、絶縁電極 3 とオフセットして配置されている。特に、空気暴露電極 4 は、入口 16 と、その下に絶縁電極 3 が配置されている表面 13 と、の間に配置されている。

【 0 0 8 0 】

図 4 ~ 5 では、表面 22 が隣接する表面 13 に対して傾斜しているので、空気暴露電極 4 もまたそのような表面 13 に対して傾斜している。

【 0 0 8 1 】

図 6 では、表面 22 が隣接する表面 13 に対して湾曲しているので、その上に配置された空気暴露電極 4 もまたそのような表面 13 に対して湾曲している。 50

【0082】

電圧源手段6は、空気暴露電極1，4の各々から絶縁電極2，3に向けられた電界を発生させるように構成されている。空気暴露電極1，4が絶縁電極2，3に対してオフセットされているので、電界線は、空気暴露電極1，4から離れて隙間18に入る。

【0083】

これらの電界線に続いて、生成されたプラズマ100は、少なくとも部分的に、表面12および13に沿って延びる。さらに、絶縁電極3は、表面12に沿って生成されたプラズマ100を上方にリフトし、絶縁電極2は、表面13に沿って生成されたプラズマ100を下方にリフトする。このようにして、プラズマ100は、表面12，13に沿って広がり、これらの表面12，13の間の隙間18の残りの空間にも広がる。

10

【0084】

プラズマ100のイオンは、最大の電界地点で、すなわち、空気暴露電極1および4で生成される。電界線は、生成されたイオンが空気暴露電極1，4から離れて隙間18に向かうように、該イオンの移動を誘導する。

【0085】

移動イオンは、通気導管15を介して内部容積11に向けられた空気流を生成するよう、それらの運動量を周囲の空気粒子に移動させる。

【0086】

図9～10に示す例示的な実施形態において、音発生装置7は、ブロック61の表面66の下に配置された第1の絶縁電極2と、ブロック62の表面68の下に配置された第2の絶縁電極3と、橢円形ブロック63の対向面64，65の下に配置された第3の絶縁電極70と、を備える。

20

【0087】

絶縁電極2，3および70は、対応するブロック61，62および63の絶縁材料内に封入されている。

【0088】

音発生装置7は、隙間180および181に隣接する通気導管15内に、入口16と、隙間180，181を画定する表面と、の間に配置された、1つの空気暴露電極1をさらに備える。

【0089】

30

図9において、空気暴露電極1は、橢円形ブロック63上に配置された湾曲した電極である一方で、図10において、空気暴露電極1は、ブロック63の前に配置されたワイヤ状の電極である。

【0090】

このように、空気にさらされた電極1は、絶縁電極2，3，70に対してオフセットして、通気導管15内に配置されている。

【0091】

電圧源手段6は、空気暴露電極1と、絶縁電極2，3，70と、の間に電界を生成するように構成されている。

【0092】

40

空気暴露電極1は、絶縁電極2，3，70に対してオフセットされているので、電界線は、空気暴露電極1から遠ざかる方向に向けられて隙間180および181に入る。

【0093】

これらの電界線に続いて、生成されたプラズマ100は、少なくとも部分的に、その下に絶縁電極70が配置されている表面64および65に沿って延びる。絶縁電極2は、プラズマ100が少なくとも部分的に表面66に沿って延びるように、プラズマ100を表面64から上方にリフトする。

【0094】

絶縁電極3は、プラズマ100が少なくとも部分的に表面68に沿って延びるように、プラズマ100を表面65から下方にリフトする。電界の強さに応じて、絶縁電極2，3

50

もまた、空気暴露電極 1 と組み合わせてプラズマ 100 の生成に寄与する。

【0095】

プラズマ 100 のイオンは、最大の電界地点で、すなわち、空気暴露電極 1 で生成される。電界線は、生成されたイオンが空気暴露電極 1 から遠ざかって隙間 180, 181 に向かうように、該イオンの移動を誘発する。

【0096】

移動イオンは、通気導管 15 を通過する空気流を生成するような方法で、それらの運動量を周囲の空気粒子に移動させる。

【0097】

実際には、電界線に沿って移動している間、イオンは、隙間 180, 181 に、したがって隙間 180, 181 それら自体によってアクセス可能な内部容積 11 に向けて接線力成分を有する。したがって、プラズマ 100 は、空気流を、通気導管 15 を通過させて内部容積 11 に向けて送るように周囲の空気を押し出す。10

【0098】

図 7 ~ 8 に示す例示的な実施形態において、音発生装置 7 は、円筒孔 19 を画定する表面 14 の下に配置された、円筒形の絶縁電極 2 を備える。具体的に、円筒形の電極 2 は、絶縁材料、例えば、誘電材料によって、対応する表面 14 と隔てられている。例えば、図示の実施形態において、電極 2 は、ブロック 33 の絶縁材料内に封入されている。

【0099】

音発生装置 7 は、曲面 35 上に配置された円形の空気暴露電極 1 をさらに備え、該円形の電極 1 は、円形の電極 1 の延長された導電面が円筒面 14 に対して湾曲して配置されている。20

【0100】

電圧源手段 6 は、円形の空気暴露電極 1 から円筒形の絶縁電極 2 に向けられた電界を発生させるように構成されている。円形の暴露電極 1 は、円筒形の電極 2 に対してオフセットされているので、電界線は、円形の空気暴露電極 1 から離れて円筒孔 19 に入る。

【0101】

これらの電界線に続いて、生成されたプラズマ 100 は、少なくとも部分的に、その下に円筒形の絶縁電極 2 が配置されている表面 14 に沿って延びる。プラズマ 100 のイオンは、最大の電界地点で、すなわち、空気暴露電極 1 で生成される。電界線は、生成されたイオンが空気暴露電極 1 から離れて孔 19 に向かうように、該イオンの移動を誘発する。30

【0102】

移動イオンは、通気導管 15 を通過する空気流を発生させ、該空気流を内部容積 11 に向けるように、それらの運動量を周囲の空気粒子に移動させる。

【0103】

実際には、電界線に沿って移動している間、イオンは、孔 19 に、したがって孔 19 それ自体によってアクセス可能な内部容積 11 に向けて接線力成分を有する。したがって、プラズマ 100 は、空気流を、通気導管 15 を通過させて内部容積 11 に向けて送るように周囲の空気を押し出す。40

【0104】

本発明に従うスピーカ 10 の電圧源手段 6 は、提供された電気音声信号 25 に応じて発生した電界を変調して、スピーカ 10 から対応する音声信号 40 を生成するようにさらに構成されている。

【0105】

電界を変調するために使用される電気オーディオ信号 25 は、例えば、20 Hz ~ 20 kHz の間のオーディオ範囲内の周波数を有して、オーディオ信号 40 を生成してもよい。40

【0106】

電気オーディオ信号 25 は、20 kHz を超える周波数を有して、少なくとも 3 MHz 50

までの周波数で超音波信号 40 を生成してもよい。

【 0107 】

電界の大きさを変調することにより、生成されたプラズマ 100 が振動する。

【 0108 】

具体的には、変調された電界の大きさが増すと、プラズマ 100 の移動イオンが加速されるので、プラズマ 100 によって加えられた力が増大されて、周囲の空気が内部容積 11 に押し込まれる。

【 0109 】

理解されるように、空隙導管 15 を通って内部容積 11 に向けられる空気流が加速することによって、エンクロージャ 8 の内部容積 11 を満たすガスが圧縮される。

10

【 0110 】

圧縮ガスは、プラズマ 100 によって内部容積 11 に押し込まれた空気に復元力を及ぼす（その逆も同様である）。

【 0111 】

変調された電界の大きさが減少すると、プラズマ 100 によって空気に及ぼされる押し込み力も、復元力によって克服されるまで減少する。

したがって、内部容積 11 に向かう空気流は、復元力がエンクロージャ 8 からその方向を逆転するまで減速し始める。

【 0112 】

スピーカ 10 からの音声信号 40 は、（図中の二重矢印によって示されるように）通気導管 15 を通って内部容積 11 を出入りする空気流のこのような変調から生じる。

20

【 0113 】

エンクロージャ 8 の壁は、空気流の変調によって内部容積 11 内に生成され得る圧力波を相殺／吸収するのに適している。制振材料が、エンクロージャ 8 の壁の内部表面上に配置されていてもよい。

【 0114 】

実際には、エンクロージャ 8 を満たすガスがばねのように作用し、通気導管 15 を通る変調された空気が移動する振動塊のように作用する。

【 0115 】

したがって、ホイッスル効果のように、通気導管 15 およびエンクロージャ 8 は、同調周波数が通気導管 15 のサイズ（長さ／幅）およびエンクロージャ 8 のサイズによって決まるオーディオ同調回路のように作用する。

30

【 0116 】

同調周波数は、所望の動作周波数における利得を最大にするように選択することができる。実際には、エンクロージャ 8 および通気導管 15 それ自体によって実現されるオーディオ同調回路の Q ファクタを最大にするように、通気導管 15 および／またはエンクロージャ 8 のサイズを選択することができる。理解されるように、オーディオでは、Q ファクタが低いほどよい。

【 0117 】

これは、例えば、通気導管 15 のサイズを小さく寸法決定する（その中の空気量を減少させることを意味する）ことによって達成することができる。

40

【 0118 】

例えば、図 1～6 に示す音発生装置 7 の寸法は、幅約 6 mm × 高さ約 45 mm であり、隙間 18 が約約 0.5～3 mm、好ましくは、2 mm～3 mm である。この場合、エンクロージャ 8 は、約 120 × 70 × 60 mm であり得る。図 13 を参照すると、アクセススロット 16 の長さは、約 45 mm である。

【 0119 】

図 7～8 に示す例示的な音発生装置 7 を参照すると、円筒孔 19 のサイズは、非常に小さく寸法決めされ得るので、プラズマ 100 は、孔 19 内のすべての空気を一度に移動させることができ、該孔 19 の中心を通って出てくるいかなる背圧波（生成された音声信号

50

40を相殺し得る)を止めることができる。この音発生装置7は、特に、MEMSサイズで実現されるのに適している。したがって、その寸法は非常に小さく、大きくても数ミリメートルである。

【0120】

超音波オーディオ信号40を生成する場合、エンクロージャ8はまた、オーディオQファクタを最大にするように、より小さい寸法とすることができます。

【0121】

図1～6および9～10に示す例示的な音発生装置7を参照すると、絶縁電極2に加えて絶縁電極3を使用することによって、隙間18, 180, 181内に生成されたプラズマは、少なくとも部分的に、このような隙間を画定する両対向面に沿って延びる。

10

【0122】

このようにして、プラズマは、隙間18, 180, 181を通る空気流を円滑にガイドすることができ、これはすなわち、渦または乱気流を回避または少なくとも大幅に減少させることができる。

音声信号40は、通気導管15を通る空気流の変調によって生成されるので、空気流を改善することは、音圧／音量および音質が改善されることを意味する。

【0123】

通気導管15を通る空気流は、空気暴露電極1を、隙間18を画定する表面12に対して傾斜させることによってさらに改善される。これは、面を横切って空気を引っ張る／押すことに一般に関連する乱流または加速減衰効果または境界層効果を回避または少なくとも大幅に低減する。

20

【0124】

同様の理由から、図1～3に示すブロック32の表面13は、隙間18の延長線に沿つて傾斜しており、これは、空気流を層状に保つのを助けることができる。

【0125】

図4～6に示す音発生装置7を参照すると、追加の空気暴露電極4は、図1～3に示す音発生装置7と比較してプラズマ量を倍増させる(または、音発生装置7は、同じプラズマ量を発生させるがサイズが縮小される)。

【0126】

追加の空気暴露電極4はまた、隙間18を通って空気流を流すために、移動イオンによって周囲の空気に及ぼされる押し込み力を増加させる。

30

【0127】

空気暴露電極4は、表面13に対して傾斜している。これにより、通気導管15を通る空気流に対する乱流または加速減衰効果が回避されるか、または少なくとも大幅に低減される。

【0128】

表面12, 13の湾曲した端部41もまた、境界層効果の影響による減速を回避するか、または少なくとも低減することによって、隙間18を通る空気流を改善する。

【0129】

図9～10に示す例示的な音発生装置7を参照すると、2つの隙間180, 181の存在により、生成されるプラズマ100の量が増加する。

40

【0130】

図7～8に示す例示的な音発生装置7を参照すると、プラズマは、円筒形の孔19を通る空気流を円滑にガイドすることができるが、これは、プラズマが少なくとも部分的に円筒形の表面14に沿って延びているからである。

【0131】

円形の空気暴露電極1を円筒形の表面14に対して傾斜させ、かつ曲面36を設けることによって、通気導管15を通る空気流がさらに改善される。

【0132】

本発明によるスピーカ10の電圧源手段10は、通気導管15内にプラズマを動作可能

50

に生成するのに十分なレベルの電界を発生させるように構成されている。空気をイオン化するために、電界は、空気（または通気導管 15 内の他のガス）の破壊電界よりも大きくなければならない。いったんイオン化されると、空気は、電界勾配の方向に移動する。

【 0 1 3 3 】

図 1 1 および 1 2 に示す例示的な実施形態を参照すると、電圧源手段 6 は、音発生装置 7 の 1 つ以上の空気暴露電極 1, 4 と 1 つ以上の絶縁電極 2, 3 との間に、供給電圧 26 を印加するように構成されている。

【 0 1 3 4 】

例えば、空気の破壊電界が約 3 kV / mm で誘電率が 0.5 mm であることを考慮すると、プラズマを生成するのに必要な供給電圧 26 の最小値は、約 1.5 kV である。最大電圧値は、誘電体の飽和を避けるために設定することができ、例えば、約 30 kV である。
10

【 0 1 3 5 】

図 1 1 に示す電圧源手段 6 は、キャリア周波数を有する源信号 40 を生成するように構成されている。

【 0 1 3 6 】

電圧源手段 6 は、変圧器 5（例えば、フライバックトランス 5）をさらに含む。これは、源信号 40 を增幅し、プラズマ 100 を生成するのに必要な最小の電圧レベルよりも高い供給電圧 26 を生成するためのものである。

【 0 1 3 7 】

好ましくは、発生音 40 の歪みを低減するためには、プラズマを最小レベルに維持するようにバイアスレベルを設定する必要がある。バイアスレベルは、音発生装置 7 の形状および電気的特性によって決定される。オーディオ電気信号 25 が存在しない場合、バイアスレベルはゼロになり得る。なお、ウォームアップ時間は必要としない。
20

【 0 1 3 8 】

バイアスレベルは、プッシュプル増幅器における中点のように、プラズマ力とエンクロージャ復元力とのバランス点を設定するので、プラズマがプッシュプルサイクル全体を通して力を直線的に制御することが保証される。プラズマは、空気の破壊点に達するまで点火しないので、最小レベル（上記の例では、1.5 kV）は、押し込みを開始するための空気の破壊点を超えている。バイアス点は、最小電圧と最大電圧との中間にあり得る。言うなれば、 $0.5 * (0 \text{ kV min} - 5 \text{ kV max}) + 1.5 \text{ kV} = 4 \text{ kV}$ の範囲である。
30

【 0 1 3 9 】

また、予め設定されたレベルに固定するのではなく、入来する音楽ストリームレベルに基づいてバイアスポイントを効果的に設定するプレディストーションアルゴリズム（Hammerstein Weiner）に基づいて、バイアスポイントを設定することが可能であり、かつより効率的である。そのようなアルゴリズムは、入力信号を取り込み、これが（スピーカのモデルに基づいて）どれだけのオーディオ歪を生成するのかを決定し、歪の逆を生成してそれを効果的に相殺する。

【 0 1 4 0 】

歪は、電圧、電流または光フィードバックなどの方法を利用して低減することもできる。プラズマ光強度レベルから光フィードバックを使用することにより、現在利用可能なスピーカに使用されているマイクロフォンフィードバックと比較してより迅速な応答時間が得られる。
40

【 0 1 4 1 】

図 1 1 に示すように、源信号 40 は、変圧器 5 の一次側で、電気音声信号 25 によって変調され得る。あるいは、源信号 40 は、変圧器 5 の二次側で、電気音声信号 25 によって変調され得る。

【 0 1 4 2 】

源信号 40 は、AC 信号とすることができます。この場合、電圧源手段 6 は、電気音声信
50

号 2 5 を用いて、このような信号 4 0 の振幅を変調するように構成されていることが好ましい。

【 0 1 4 3 】

源信号 4 0 は、パルス信号とすることができます。例えば、源信号 4 0 は、P W M 信号であってもよいし、フライバックトランジスタの共振点の周りで周波数を変化させるP F M (パルス周波数変調)によって生成されてもよい。実際に、変圧器 5 の勾配は、変圧器 5 の二次側でP W M 信号のような信号を生成するために使用される。

【 0 1 4 4 】

源信号 4 0 はまた、直流高電圧を直接切り替えることによっても生成されるので、変圧器 5 の使用が回避される。これは、M W M s サイズにより適している。

10

【 0 1 4 5 】

パルス源信号 4 0 の場合、電圧源手段 6 は、電気音声信号 2 5 を使用することによって、このような信号 4 0 に対してパルス幅変調を実行するように構成されていることが好ましい。

【 0 1 4 6 】

好ましくは、源信号 4 0 のキャリア周波数は、15 k H z を超え、好ましくは、18 k H を超える。このように、源信号 4 0 は、可聴ノイズをもたらさない。

【 0 1 4 7 】

キャリア周波数は、1または数百k H z であってもよい。例えば、キャリア周波数は、変圧器 5 の一次回路に対して共振することができ、例えば、約100 k H z である。これは、共振点の一方側で他方側よりも押し込み力を大きくすることができ、より良好な低音応答が可能となる。

20

【 0 1 4 8 】

例えば、キャリア周波数は、典型的には3 M H z の値を有する場合があるプラズマのスパイク周波数（プラズママイクロ放電によって生じる）に一致するように選択することができる。このようにして、プラズマ 1 0 0 に影響を及ぼす電流スパイクを低減することができる。

【 0 1 4 9 】

実際のスパイクプラズマ周波数でキャリア周波数を設定するために、スピーカ 1 0 は、キャリア周波数を、生成されたプラズマ 1 0 0 のスパイクの実際の周波数に対応する測定値に調整するように構成された制御手段 3 0 を備えることができる。

30

【 0 1 5 0 】

スピーカ 1 0 が超音波信号 4 0 を生成するために使用される場合、源信号 4 0 が超音波電気信号 2 5 によって変調されるように、対応するより高いキャリア周波数が選択される。あるいは、超音波電気信号 2 5 は、電源電圧信号 4 0 として直接使用され得る。

【 0 1 5 1 】

通気導管 1 5 を介して空気を押し込むためにプラズマ 1 0 0 によって及ぼされる力は、源信号 4 0 の振幅 / 持続時間に依存する。

【 0 1 5 2 】

電圧源手段 6 は、供給電圧 2 6 に加えて、音発生装置 7 の複数の電極に直流電圧 2 7 を加えるようにさらに構成されている。このようにして押し込み力を増加させると、それによって生成される音声信号 4 0 の振幅が増加する。この場合、高電圧 D C は、変圧器 5 の二次側にある必要があるため、個別の D C 電源が必要となる。

40

【 0 1 5 3 】

押し込み力は、さらに、プラズマ濃度に依存する。プラズマ濃度を増加させるために、通気導管 1 5 内の空気に適切な粉塵 / エアゾルをまくことができる。エアゾル / 粉塵は、課せられた電界によって運ばれるイオン化粒子として作用し、これに沿って周囲の空気を引きずり込む。

【 0 1 5 4 】

図 1 2 に示す電圧源手段 6 は、通気導管 1 5 内にプラズマ 1 0 0 を生成するために、ま

50

ず、複数の電極 1 ~ 4 に電源電圧 5 0 を加えるように構成されている。プラズマ 1 0 0 の生成後、電圧源手段 6 は、電源電圧 5 0 から、例えば、P W M 信号 5 1 に切り替えるように構成されている。

【 0 1 5 5 】

複数の電極 1 ~ 4 に加えられた P W M 信号 5 1 は、音声信号 4 0 を生成するために、電気音声信号 2 5 で変調される。

【 0 1 5 6 】

好ましくは、この場合、電源電圧 5 0 は、一連のナノ秒パルスを含む。プラズマの密度は、ナノ秒パルスエネルギーによって決定され、プラズマの押し込み力は、プラズマ密度および P W M 信号サイクルの両方に依存する。

10

【 0 1 5 7 】

本発明によるスピーカ 1 0 は、複数の音発生装置 7 を備えることができる。

【 0 1 5 8 】

例えば、音発生装置 7 を直列に配置することによって、空気に及ぼされる全体的な力を増加させることができる。また、異なるプラズマ段階を位相化して波効果を生成することによって、力を増加するか、または音声信号 4 0 を導くことも可能である。

【 0 1 5 9 】

例えば、図 1 5 は、直列に配置された、図 1 0 に示す例示的な実施形態に従う 2 つの音発生装置 7 を示す。

【 0 1 6 0 】

さらに、音発生装置 7 は、メッシュ / ハニカム構造となるように相互に配置されてもよい。例えば、図 1 4 は、図 7 ~ 8 に示す例示的な実施形態に従う複数の音発生装置 7 を備えるスピーカ 1 0 を示す。

20

【 0 1 6 1 】

ここで、図 1 6 を参照すると、さらに他の実施形態では、図 1 4 および 1 5 のそれぞれのように並列または直列に動作する複数の音発生装置の代わりに、音発生器を逆位相で動作させるように構成することができる。したがって、図 1 6 の例に示すように、空気暴露電極 1 および背面電極 2 ' , 3 ' との間の駆動信号は、空気暴露電極 1 と背面電極 2 ' , 3 ' との間の駆動信号と逆相であり得るので、上述の実施形態のように、空気が単に動的に押し込まれたり引っ張られたりするのではなく、空気が音発生装置を通って動的に空気押し込まれたり引っ張られたりする。図 1 6 には、单一の共通の電極 1 のみが示されているが、複数の電極が使用されることを理解されたい。同様に、電極 2 ' , 3 ' および 2 '' , 3 '' は、円筒形であってもよく、駆動信号に対して 1 つの接続のみを必要とする。

30

【 0 1 6 2 】

図示され上述された実施形態において、空気暴露電極は、エンクロージャの外面に向かって示されている。代替的な実施形態では、空気暴露電極および絶縁電極の位置を逆転させることができる、空気暴露電極がエンクロージャ内に配置されて接触から保護されてもよい。このような実施形態では、スピーカがエンクロージャから空気を引き出し、エンクロージャが復元力を提供する。

40

【 0 1 6 3 】

ブロック 3 1 , 3 2 , 3 3 および 6 1 , 6 2 は、図示された実施形態に示されているよりも多くエンクロージャ内に陥没していてもよく、場合によっては、発生したオゾンがエンクロージャから排出されないように、また、電極を接触から保護するように、隙間 1 8 または入口 1 6 を膜で覆うことができる。同様に、空気暴露電極を接地させ、かつ絶縁電極を高電圧に接続することも可能（その逆よりも）である。

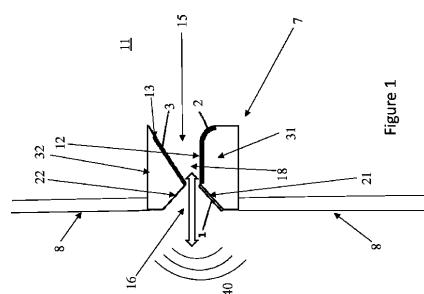
【 0 1 6 4 】

スピーカは、オゾンを発生させること、およびいくつかの実施形態ではエンクロージャを気密にシールして放電を防止できることが理解されよう。しかしながら、オゾンを分散させるための他の技術、例えば、空気層の隙間 1 8 を 1 0 0 を超えて加熱すること、触

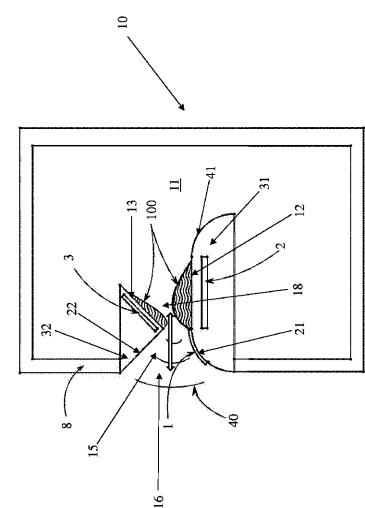
50

媒層を使用すること、または、エンクロージャ内でヘリウムもしくはアルゴンなどのガスを使用することなどを利用することができる。

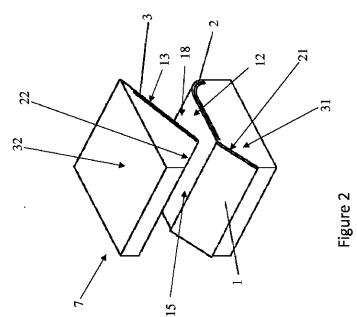
【図1】



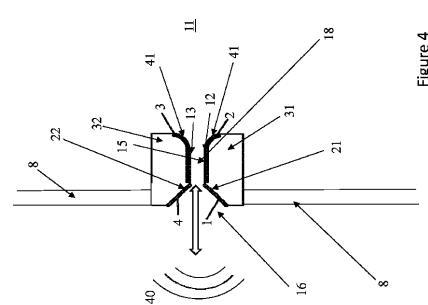
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

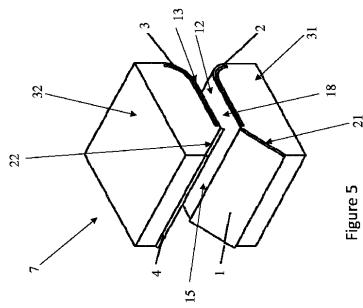


Figure 5

【図6】

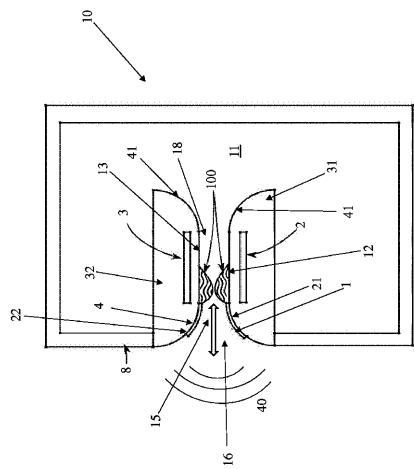


Figure 6

【図7】

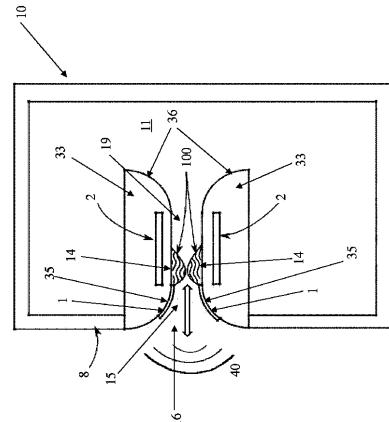


Figure 7

【図8】

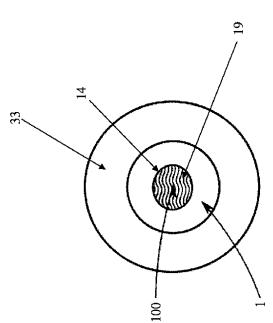


Figure 8

【図10】

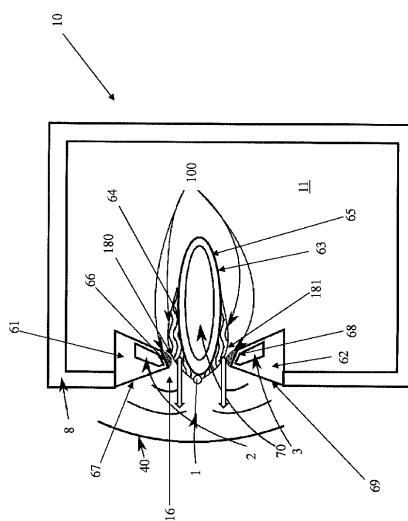


Figure 10

【図9】

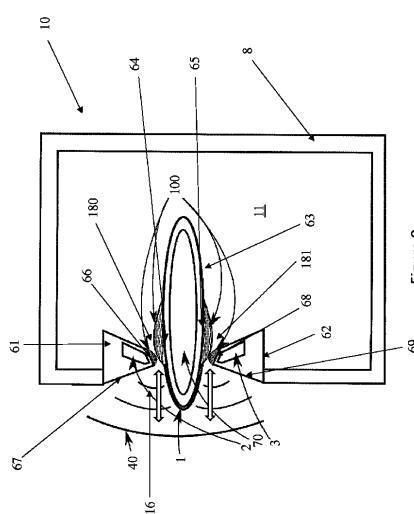


Figure 9

【図 1 1】

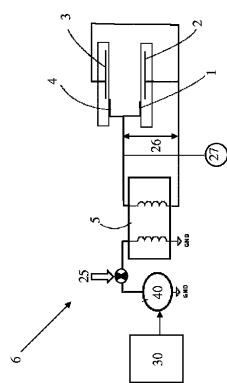


Figure 11

【図 1 2】

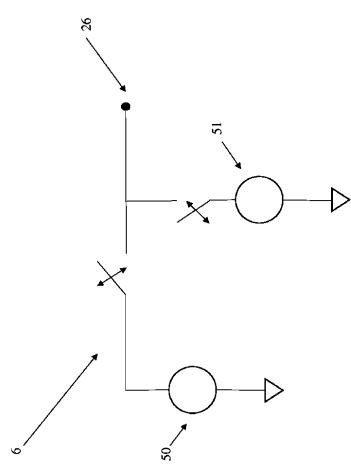


Figure 12

【図 1 3】

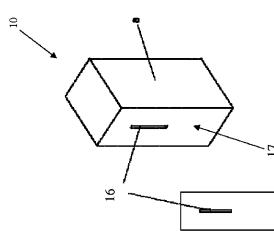


Figure 13

【図 1 4】

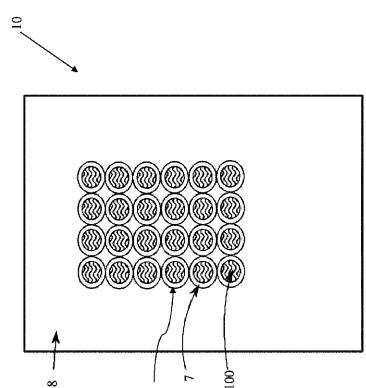


Figure 14

【図 1 5】

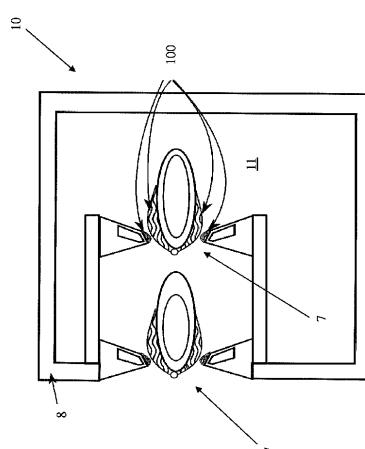


Figure 15

【図 1 6】

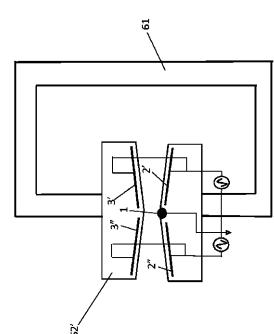


Figure 16

フロントページの続き

審査官 堀 洋介

(56)参考文献 特開2010-141858(JP,A)
実開昭50-092755(JP,U)
中国特許出願公開第101820573(CN,A)
特開2013-175904(JP,A)
特開昭58-001395(JP,A)
中国実用新案第202218397(CN,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 23/00
H05H 1/24
H04R 1/30