

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6678526号
(P6678526)

(45) 発行日 令和2年4月8日 (2020. 4. 8)

(24) 登録日 令和2年3月19日 (2020. 3. 19)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 G 7/02 (2006.01)

H O 1 G 7/02 B

H O 2 N 1/00 (2006.01)

H O 2 N 1/00

H O 1 G 7/02 E

H O 1 G 7/02 D

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-121958 (P2016-121958)
 (22) 出願日 平成28年6月20日 (2016. 6. 20)
 (65) 公開番号 特開2017-228584 (P2017-228584A)
 (43) 公開日 平成29年12月28日 (2017. 12. 28)
 審査請求日 平成30年11月29日 (2018. 11. 29)

(73) 特許権者 000001960
 シチズン時計株式会社
 東京都西東京市田無町六丁目1番12号
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100114018
 弁理士 南山 知広
 (74) 代理人 100119987
 弁理士 伊坪 公一
 (74) 代理人 100161089
 弁理士 萩原 良一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気機械変換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

帯電部と対向電極との間の静電的な相互作用を利用して電力と動力の間の変換を行う電気機械変換器であって、

可動支持部とともに移動可能な可動部材と、

前記可動部材に対向して固定配置された固定基板と、

前記可動部材と前記固定基板のうちの一方の同一面上に、前記可動部材の移動方向に間隔を空けて前記移動方向に配置された複数の帯電部と、

前記可動部材と前記固定基板のうちの他方における前記複数の帯電部に対向する面上に、前記移動方向に配置された複数の対向電極と、を有し、

前記複数の帯電部のそれぞれが、

導電性材料で構成された基台、

前記基台の上に形成され、絶縁性材料で構成された第1の絶縁層、

前記第1の絶縁層の上に形成され、導電性材料で構成された導電層、および

前記導電層の上に形成された帯電層

を有し、前記導電層は接地されず前記基台が接地されている

ことを特徴とする電気機械変換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エレクトレット基板、その製造方法、および電気機械変換器に関する。

【背景技術】

【0002】

半永久的に電荷を保持する性質を持つエレクトレットを利用することで発生する静電的な相互作用により電力と動力の間の変換を行う電気機械変換器が知られている。例えば、特許文献1には、エレクトレット電極とその対向電極とを相対移動させることによって生じる静電誘導を利用して発電する発電装置が記載されている。また、特許文献2には、電極に電圧を印加したときにエレクトレットとの間で生じる静電気力を利用して移動子を駆動するエレクトレット駆動装置が記載されている。

【0003】

また、特許文献3には、Si基板の表面にウェット酸化（熱酸化）によりK⁺イオンを含むSiO₂層を形成し、その基板の上下端を電極で挟んでヒーターで加熱しながらバイアス電圧を印加して、K⁺イオンをSiO₂層の表面に移動させることで、K⁺イオンを含むSiO₂層のエレクトレットを備えたエレクトレット基板を製造する方法が記載されている。

【0004】

特許文献4には、Si基板の上に、このSiの基材に接するように設けられた第1のSiO₂層と、第1のSiO₂層の上に、この第1のSiO₂層に接するように設けられたイオン不透過膜と、イオン不透過膜の上に、このイオン不透過膜に接するように設けられた第2のSiO₂層とを備え、第1のSiO₂層にアルカリイオンを含有しているエレクトレット膜が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2015-192577号公報

【特許文献2】特開2005-341675号公報

【特許文献3】特開2014-049557号公報

【特許文献4】特開2013-013256号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

電気機械変換器にエレクトレットを利用するためには、エレクトレットの表面電位（エレクトレット基板の基台部分と帯電層との間の電位差）はなるべく高いことが望ましい。エレクトレットの表面電位Vは、帯電層の電荷密度 および膜厚dに比例する（ $V \propto d$ となる）ので、表面電位Vを増加させるためには、電荷密度 または膜厚dを増加させる必要がある。しかしながら、特許文献3、4の方法で製造されたエレクトレットでは、電荷密度 はカリウムの含有量に依存するため、その量は大きく増加させることは難しい。また、膜厚dはSiO₂層の熱酸化膜の厚さであるため、膜厚を大きくするには長時間を要し、膜厚の大きさにも限界がある。したがって、表面電位Vを大きくすることは困難である。

【0007】

そこで、本発明は、エレクトレット基板の基台部分と帯電層との間の電位差を大きくすること、およびエレクトレット基板を利用する電気機械変換器の出力を大きくすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

帯電部と対向電極との間の静電的な相互作用を利用して電力と動力の間の変換を行う電気機械変換器の帯電部を構成するエレクトレット基板であって、Siで構成された基台と、基台の上に形成された第1のSiO₂層と、第1のSiO₂層の上に形成されたSi層と、Si層の上に形成されており正イオンを含有する第2のSiO₂層とを有することを

10

20

30

40

50

特徴とするエレクトレット基板が提供される。

【0009】

上記のエレクトレット基板では、第1の SiO_2 層の厚さは第2の SiO_2 層の厚さよりも大きいことが好ましい。

【0010】

また、帯電部と対向電極との間の静電的な相互作用を利用して電力と動力の間の変換を行う電気機械変換器の帯電部を構成するエレクトレット基板の製造方法であって、 Si で構成された基台、基台の上に形成された第1の SiO_2 層、および第1の SiO_2 層の上に形成された Si 層を有する基板を、正イオンを含む雰囲気中で熱酸化させて、正イオンを含有する第2の SiO_2 層を Si 層の上に形成する工程と、第2の SiO_2 層の上方に負極を設置し、 Si 層を正極に接続して、第2の SiO_2 層に電圧を印加することにより、第2の SiO_2 層を帯電させる工程とを有することを特徴とする製造方法が提供される。

10

【0011】

また、帯電部と対向電極との間の静電的な相互作用を利用して電力と動力の間の変換を行う電気機械変換器であって、可動支持部とともに移動可能な可動部材と、可動部材に対向して固定配置された固定基板と、可動部材と固定基板のうちの一方の同一面上に、可動部材の移動方向に間隔を空けて移動方向に配置された複数の帯電部と、可動部材と固定基板のうちの他方における複数の帯電部に対向する面上に、移動方向に配置された複数の対向電極とを有し、複数の帯電部のそれぞれが、 Si で構成された基台、基台の上に形成された第1の SiO_2 層、第1の SiO_2 層の上に形成された Si 層、および Si 層の上に形成されており正イオンを含有する第2の SiO_2 層を有することを特徴とする電気機械変換器が提供される。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、本構成を有しない場合と比べて、エレクトレット基板の基台部分と帯電層との間の電位差が大きくなり、また、エレクトレット基板を利用する電気機械変換器の出力が大きくなる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】エレクトレット基板50の製造工程を説明する模式的な断面図である。

【図2】電気機械変換器1の概略構成図である。

【図3】電気機械変換器1内のアクチュエータ10の斜視図である。

【図4】エレクトレット基板50における下側の SiO_2 層52の厚さと電気機械変換器1で発生する力の大きさとの関係を示すグラフである。

【図5】他の電気機械変換器2の概略構成図である。

【図6】電気機械変換器2内の発電部10'の斜視図である。

【図7】さらに他の電気機械変換器3の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照して、エレクトレット基板、その製造方法、および電気機械変換器について詳細に説明する。ただし、本発明は図面または以下に記載される実施形態には限定されないことを理解されたい。

【0015】

図1(A)～図1(D)は、エレクトレット基板50の製造工程を説明する模式的な断面図である。

【0016】

エレクトレット基板50は、単なる Si 基板ではなく、図1(A)に示す SOI (Silicon on Insulator)基板50'を用いて作製される。 SOI 基板50'は、 Si で構成された基台51、基台51の上に形成された SiO_2 層52、および SiO_2 層52の上に

30

40

50

形成されたSi層53を有する基板である。SOI基板50'としては、市販のSOI基板を使用してもよいし、Siウエハ上にSiO₂層を蒸着またはスパッタなどで形成し、その上にSi層を蒸着またはスパッタなどで形成して作製された基板を使用してもよい。なお、Si層53のSiは単結晶である必要はない。

【0017】

エレクトレット基板50の製造時には、まず、図1(B)に示すように、K⁺イオン(カリウムイオン)を含む雰囲気中でSOI基板50'の表面のSi層53を熱酸化させて、K⁺イオンを含有するSiO₂層54をSi層53の上に形成する(熱酸化工程)。熱酸化は、SOI基板50'を熱酸化炉の中に入れ、水酸化カリウム(KOH)の水溶液内に窒素ガスを通わせて(パブリング)、KOHの蒸気と窒素ガスを炉内に導入することにより行われる。その際、Si層53の厚さ方向の全体ではなく、上層部のみを熱酸化させてSiO₂層54とし、Si層53の下層部はSiのままにする。これにより、K⁺イオンが内部に浸透した酸化膜であるSiO₂層54が、Si層53の表面に形成される。SiO₂層52は第1のSiO₂層に、SiO₂層54は第2のSiO₂層に相当する。

【0018】

続いて、図1(C)に示すように、SiO₂層54の上方に負極55を設置し、Si層53を正極(GND)に接続して、例えばヒーターで加熱しながら1000V程度の電圧をSiO₂層54に印加することにより、SiO₂層54を帯電させる(帯電工程)。これにより、SiO₂層54内のK⁺イオンはSiO₂層54の上面に移動し、その上面からSOI基板50'の外部に飛散するので、SiO₂層54の上面には負電荷が残り、結果としてSiO₂層54は負に帯電する。下側のSiO₂層52は絶縁層であるため、帯電時には、Siの基台51ではなく、SiO₂層52の上側にあるSi層53を正極とする。なお、Si層53は厚さが例えば数μmと薄く、側面からGND用の電極端子を当てるのが難しいので、電圧を印加するためには、上側のSiO₂層54にエッチングなどにより部分的に穴を開けて、上側からSi層53に電極端子が当てられる。

【0019】

以上の熱酸化工程と帯電工程により、図1(D)に示すエレクトレット基板50が完成する。エレクトレット基板50は、Siで構成された基台51と、基台51の上に形成されたSiO₂層52と、SiO₂層52の上に形成されたSi層53と、Si層53の上に形成されておりK⁺イオンを含有するSiO₂層(帯電層)54とを有する。エレクトレット基板50の使用時には、基台51が接地(GNDに接続)される。

【0020】

エレクトレット基板50では、図1(D)に示すように、2つのSiO₂層52, 54をコンデンサの直列接続とみなすことができる。下側のSiO₂層52の静電容量をC₁、上側のSiO₂層54の静電容量をC₂とすると、基台51を接地としたときのSiO₂層54の表面電位Vは、C₁とC₂を直列に繋いだ合成容量Cによって決まる。すなわち、 $C = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$ であるから $C < C_2$ であり、表面電位Vは、SiO₂層54の電荷量をQとすると、 $V = Q / C > Q / C_2$ である。Si基板上にK⁺イオン含有のSiO₂層54を直接形成してエレクトレットを作製した場合の表面電位V₂は、電荷量Qが同じであるとする $V_2 = Q / C_2$ であるから、 $V > V_2$ である。すなわち、SOI基板50'から作製されたエレクトレット基板50の表面電位は、Si基板から作製されたエレクトレットの表面電位と比べて大きくなる。

【0021】

エレクトレットを駆動装置(モータ)または発電装置などの電気機械変換器に利用した場合の出力は、エレクトレットの表面電位の大きさに比例する。このため、電気機械変換器のエレクトレットとして上記のエレクトレット基板50を利用すれば、モータの発動力や発電装置の出力も大きくすることができる。

【0022】

エレクトレット基板50における上側のSiO₂層54の厚さは例えば1μm程度であり、この場合、下側のSiO₂層52の厚さは1μm以上あればよい。誘電率はSiO₂

10

20

30

40

50

層 5 2 , 5 4 のどちらも同じであるから、同程度の厚さの絶縁層が 2 つあれば、全体の合成容量は上側の SiO_2 層 5 4 が単独である場合よりも小さくなる。下側の SiO_2 層 5 2 は厚い方がよいが、厚くしすぎると製造コストが高くなるため、実用上は、 SiO_2 層 5 2 の厚さの上限は $20\text{ }\mu\text{m}$ 程度である。したがって、 SiO_2 層 5 2 の厚さは、 SiO_2 層 5 4 の厚さよりも大きく、 $1\sim 20\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましく、実用上は $5\text{ }\mu\text{m}$ 程度であることが最も好ましい。また、 Si 層 5 3 の厚さは $2\sim$ 数十 μm の範囲内であればよく、数 μm 程度であることが好ましい。なお、基台 5 1 の厚さは $200\sim 600\text{ }\mu\text{m}$ 程度あればよい。

【0023】

なお、エレクトレット基板を製造するための正イオンは、必ずしも K^+ イオンでなくてもよい。すなわち、上記で説明した製造方法の熱酸化工程では、水酸化カリウム水溶液の代わりに、 K^+ イオン以外の正イオンまたはアルカリイオンを含有する水溶液を用いてもよい。

【0024】

エレクトレット基板 5 0 における下側の SiO_2 層 5 2 は、1 層に限らず、複数層であってもよい。例えば、基台 5 1 の上に SiO_2 層と Si 層が複数回交互に積層され、エレクトレット基板の上端に、 K^+ イオンを含有する SiO_2 層 5 4 が形成されていてもよい。この場合でも、1 つの SiO_2 層 5 2 の厚さを大きくしたのと同じ効果が得られるので、 Si 基板から作製された場合と比べて、エレクトレットの表面電位を大きくすることができる。

【0025】

また、エレクトレット基板の製造には、 SOI 基板として、図 1 (A) の SOI 基板 5 0 ' の上に CYTOP (登録商標) などによる樹脂層が形成されたものを使用してもよい。この場合、上記の帯電工程では、 SOI 基板の上側の Si 層を GND として、コロナ放電により帯電させてもよい。こうして製造されたエレクトレット基板でも、 Si の基台を GND として使用すれば、エレクトレット基板 5 0 と同様に、 Si 基板から作製された場合と比べて表面電位が大きくなり、モータまたは発電機に利用した際の出力も大きくなる。

【0026】

以下では、エレクトレット基板 5 0 を利用した電気機械変換器の例を説明する。

【0027】

図 2 は、電気機械変換器 1 の概略構成図である。また、図 3 は、電気機械変換器 1 内のアクチュエータ 1 0 の斜視図である。電気機械変換器 1 は、アクチュエータ 1 0 および駆動部 2 0 を有する。アクチュエータ 1 0 は、主要な構成要素として、回転軸 1 1、回転部材 1 2、固定基板 1 3、エレクトレット部 1 4 および対向電極 1 5 , 1 6 を有する。電気機械変換器 1 は、駆動部 2 0 に入力された電気信号をもとに、エレクトレット部 1 4 と対向電極 1 5 , 1 6 との間の静電気力を利用して回転部材 1 2 を回転させることにより電力から動力を取り出す駆動装置 (モータ) である。

【0028】

回転軸 1 1 は、可動支持部の一例であり、回転部材 1 2 の回転中心となる軸である。その上下端は、軸受けを介して、図示しない電気機械変換器 1 の筐体に固定されている。

【0029】

回転部材 1 2 は、可動部材の一例であり、金属、ガラスまたはシリコン基板などの周知の基板材料で構成される。回転部材 1 2 は、例えば円板状の形状を有し、その中心で回転軸 1 1 に接続している。回転部材 1 2 は、駆動部 2 0 に入力された電気信号に応じてエレクトレット部 1 4 と対向電極 1 5 , 1 6 との間で発生する静電気力により、回転軸 1 1 の周りを、図 3 の矢印 C 方向 (すなわち、時計回りおよび反時計回り) に回転可能である。回転部材 1 2 には、重量を軽くするために、円周方向に沿って等間隔に、略台形状の複数の貫通孔 1 2 2 が形成されている。

【0030】

固定基板 13 は、ガラスエポキシ基板などの周知の基板材料で構成された部材である。固定基板 13 は、例えば円板状の形状を有し、回転部材 12 の下側で回転部材 12 に対向して配置され、その中心を回転軸 11 が貫通している。ただし、固定基板 13 は、回転部材 12 とは異なり、回転可能な部材ではなく、電気機械変換器 1 の筐体に対して固定されている。

【0031】

エレクトレット部 14 は、帯電層を備えた帯電部の一例であり、固定基板 13 に対向する回転部材 12 の下面 121 に形成されている。アクチュエータ 10 では、回転部材 12 の下面 121 に、略台形状の複数のエレクトレット部 14 が、略台形状の貫通孔 122 を間に挟んで、回転部材 12 の回転方向に間隔を空けて回転軸 11 の周りに等間隔に配置されている。各エレクトレット部 14 は、図 1 (D) に示したエレクトレット基板 50 で構成されており、 SiO_2 層 54 が対向電極 15, 16 に対向するように配置され、基台 51 が接地されている。

10

【0032】

対向電極 15, 16 は、回転部材 12 に対向する固定基板 13 の上面 131 に形成されている。アクチュエータ 10 では、固定基板 13 の上面 131 に、エレクトレット部 14 と同じ略台形状の対向電極 15, 16 が、回転軸 11 の周りに交互に配置されている。エレクトレット部 14 と対向電極 15 の個数、およびエレクトレット部 14 と対向電極 16 の個数は、それぞれ同じである。

【0033】

なお、エレクトレット部 14 は回転部材 12 と固定基板 13 のいずれか一方に配置し、対向電極 15, 16 は回転部材 12 と固定基板 13 のうちの他方に配置すればよい。このため、上記とは逆に、エレクトレット部 14 を固定基板 13 の上面 131 に配置し、対向電極 15, 16 を回転部材 12 の下面 121 に配置してもよい。

20

【0034】

駆動部 20 は、アクチュエータ 10 を駆動するための回路であり、クロック 21 および比較器 22, 23 を有する。駆動部 20 は、極性が交互に切り替わる電圧を複数の対向電極 15, 16 に印加して、複数のエレクトレット部 14 と複数の対向電極 15, 16 との間で発生する静電気力により回転部材 12 を回転させる。

【0035】

クロック 21 の出力は比較器 22, 23 の入力に接続され、比較器 22 の出力は複数の対向電極 15 に、比較器 23 の出力は複数の対向電極 16 に、それぞれ電気配線を介して接続されている。比較器 22, 23 は、それぞれクロック 21 からの入力信号の電位と接地電位とを比較し、その結果を 2 値で出力するが、比較器 22, 23 の出力信号は互いに逆の符号である。クロック 21 からの入力信号が H のときには、対向電極 15 は +V、対向電極 16 は -V の電位になり、入力信号が L のときには、対向電極 15 は -V、対向電極 16 は +V の電位になる。こうして、極性が交互に切り替わる電圧を駆動部 20 が対向電極 15 と対向電極 16 の間に印加することにより、回転部材 12 を回転させることができる。

30

【0036】

図 4 は、エレクトレット基板 50 における下側の SiO_2 層 52 の厚さと電気機械変換器 1 で発生する力の大きさとの関係を示すグラフである。グラフの横軸 d は SiO_2 層 52 の厚さ (μm) を表し、グラフの縦軸 F は、駆動部 20 でアクチュエータ 10 を駆動したときに回転部材 12 の回転方向に発生する力の大きさ (mN) を表す。このグラフは、 SiO_2 層 52 の厚さ d を 0 ~ 5 μm の範囲内で変化させたときの発生力 F の変化をシミュレーションにより計算した結果を示す。

40

【0037】

図 4 に示すように、 SiO_2 層 52 がある (厚さ d が 0 μm よりも大きい) と、 Si 基板上に K+ イオン含有の SiO_2 層 54 を直接形成してエレクトレットを作製した場合 (厚さ d が 0 μm である場合) よりも、発生力 F は大きくなる。そして、発生力 F は、 Si

50

O₂層52の厚さdが0～5μmの範囲内では、厚さdに比例し、厚さdとともに増加する。なお、詳細は図示しないが、SiO₂層52の厚さが大きくなると、アクチュエータ10の回転軸11方向の引っ張り力も強くなり、軸受けとの間の摩擦力が発生するため、厚さdと発生力Fの関係は単純な比例関係ではなくなる。

【0038】

図5は、他の電気機械変換器2の概略構成図である。また、図6は、電気機械変換器2内の発電部10'の斜視図である。電気機械変換器2は、発電部10'および蓄電部30を有する。発電部10'は、主要な構成要素として、回転軸11、回転部材12、固定基板13、複数のエレクトレット部14、複数の対向電極15, 16および回転錘17を有する。電気機械変換器2は、外部環境の運動エネルギーを用いて回転部材12を回転させ、発電部10'内で静電誘導により静電気を発生させることで動力から電力を取り出す発電装置である。

10

【0039】

発電部10'の構成要素のうち、回転軸11、回転部材12、固定基板13、エレクトレット部14および対向電極15, 16は、アクチュエータ10のものと同一である。電気機械変換器1と共通するこれらの構成要素についての重複する説明は省略する。電気機械変換器2は、電気機械変換器1のアクチュエータ10に代えて蓄電部30を有し、電気機械変換器2の対向電極15, 16は、それぞれ電気配線を介して蓄電部30に接続されている。

【0040】

20

回転錘17は、回転軸11の周りを図6の矢印C方向に回転可能な、重量バランスの偏りを有する錘であり、回転部材12の上側に配置されている。回転錘17は、例えば電気機械変換器2を携帯する人体の運動または電気機械変換器2が取り付けられた機械などの振動によって回転駆動されることで、回転部材12を矢印C方向に回転させる。なお、回転軸11に回転錘17を取り付ける代わりに、回転部材12に錘を取り付けて、回転部材12自体を回転錘としてもよい。

【0041】

回転錘17が回転駆動されると、それに伴い、回転部材12が回転して、エレクトレット部14と対向電極15, 16の間の重なり面積が増減する。例えば、エレクトレット部14の内面に負電荷が保持されているとすると、回転部材12の回転に伴い、対向電極15, 16に引き寄せられる正電荷が増減して、対向電極15と対向電極16の間に交流電流が発生する。このようにして電流を発生させることにより、発電部10'は静電誘導を利用した発電を行う。

30

【0042】

蓄電部30は、整流回路31および二次電池32を有し、回転部材12の回転に応じて複数のエレクトレット部14と複数の対向電極15, 16との間で静電誘導により発生した電力を蓄積する。対向電極15と対向電極16からの出力は整流回路31に接続され、整流回路31は二次電池32に接続されている。整流回路31は、4個のダイオードを有するブリッジ式の回路であり、対向電極15と対向電極16の間で生成された電流を整流する。二次電池32は、リチウム二次電池などの充放電可能な電池であり、発電部10'によって発電された電力を蓄積し、図示しない駆動対象の回路にその電力を供給する。

40

【0043】

図7(A)～図7(C)は、さらに他の電気機械変換器3の概略構成図である。電気機械変換器3は、アクチュエータ40および駆動部20'を有する。アクチュエータ40は、主要な構成要素として、筐体41、固定基板42、スライド板43、複数のエレクトレット部44および複数の対向電極45を有する。電気機械変換器3は、駆動部20'に入力された電気信号をもとに、エレクトレット部44と対向電極45との間の静電気力を利用してスライド板43をスライド移動させることにより、電力から動力を取り出す駆動装置である。図7(B)および図7(C)は、エレクトレット部44および対向電極45の配置、ならびにスライド板43の移動方向を示す平面図である。

50

【 0 0 4 4 】

図 7 (A) に示すように、固定基板 4 2 は、箱型の筐体 4 1 の底面に配置されている。スライド板 4 3 は、可動部材の一例であり、筐体 4 1 内において、図示しない可動支持部により支持され、固定基板 4 2 の上方で水平方向に移動可能である。エレクトレット部 4 4 は、帯電部の一例であり、図 7 (A) ~ 図 7 (C) に示すように、スライド板 4 3 の底面に、その移動方向 (矢印 A 方向) に間隔を空けて、その移動方向と直交する方向に帯状に形成されている。エレクトレット部 4 4 も、図 1 (D) に示したエレクトレット基板 5 0 で構成されており、 SiO_2 層 5 4 が対向電極 1 5 , 1 6 に対向するように配置され、基台 5 1 が接地されている。対向電極 4 5 は、固定基板 4 2 の上面に、各エレクトレット部 4 4 と平行に帯状に形成されている。

10

【 0 0 4 5 】

駆動部 2 0 ' は、アクチュエータ 4 0 を駆動するための回路であり、複数の対向電極 4 5 に電気配線を介して接続されている。駆動部 2 0 ' は、電気機械変換器 1 の駆動部 2 0 と同様の構成を有し、極性が交互に切り替わる電圧を複数の対向電極 4 5 に印加することにより、図 7 (B) および図 7 (C) に示すように、スライド板 4 3 を筐体 4 1 内で水平方向 (矢印 A 方向) にスライド移動させる。電気機械変換器の可動部材は、電気機械変換器 1 , 2 の回転部材 1 2 のように回転するものに限らず、電気機械変換器 3 のスライド板 4 3 のようにスライド移動するものであってもよい。

【 符号の説明 】

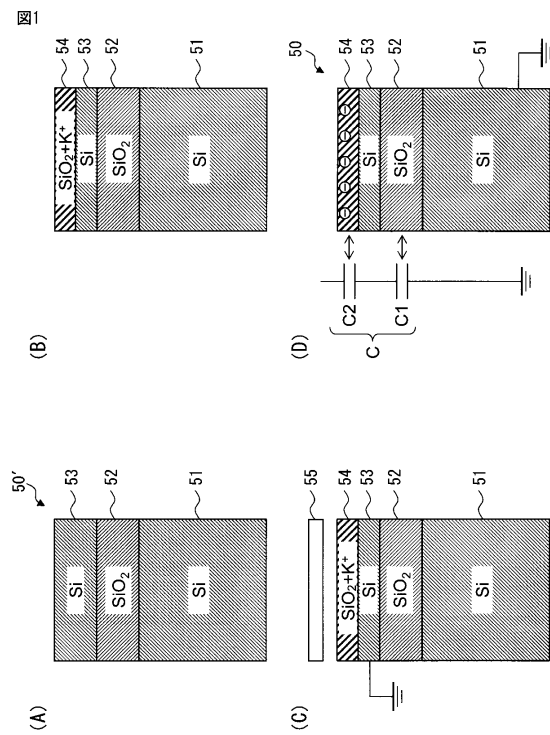
【 0 0 4 6 】

- 1 , 2 , 3 電気機械変換器
- 1 0 , 4 0 アクチュエータ
- 1 0 ' 発電部
- 1 1 回転軸
- 1 2 回転部材
- 1 3 固定基板
- 1 4 , 4 4 エレクトレット部
- 1 5 , 1 6 , 4 5 対向電極
- 2 0 , 2 0 ' 駆動部
- 3 0 蓄電部
- 5 0 エレクトレット基板
- 5 1 基台
- 5 2 , 5 4 SiO_2 層
- 5 3 Si 層

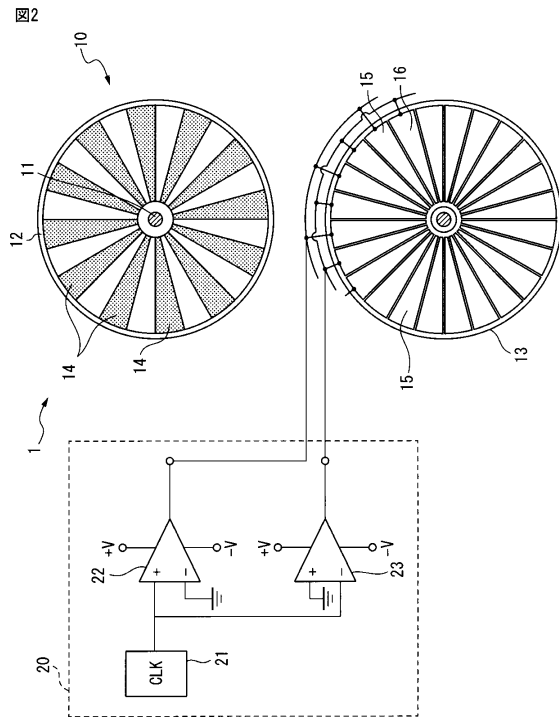
20

30

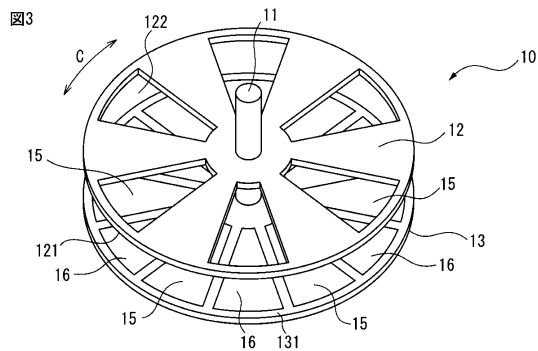
【図1】



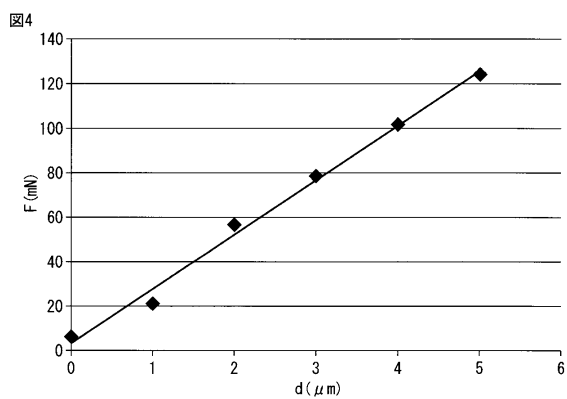
【図2】



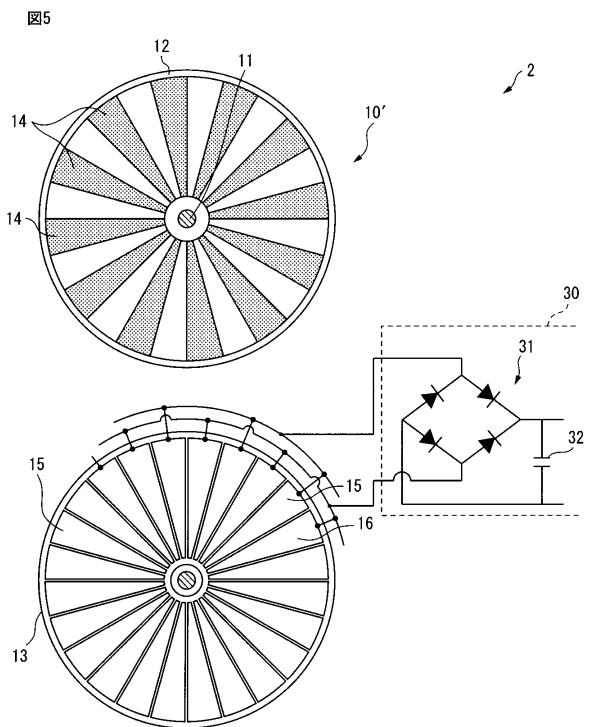
【図3】



【図4】

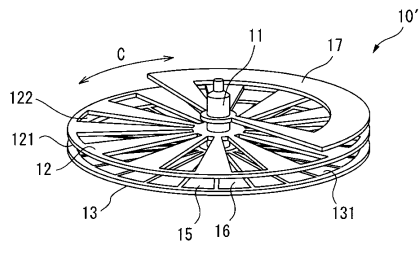


【図5】



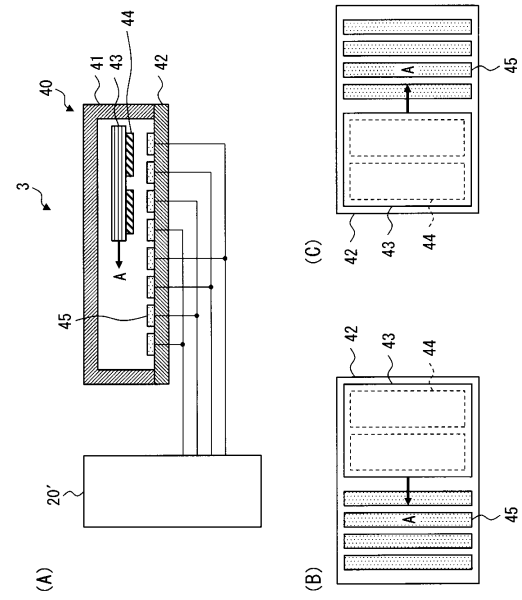
【図6】

図6



【図7】

図7



フロントページの続き

(72)発明者 山本 泉

東京都西東京市田無町六丁目1番12号 シチズンホールディングス株式会社内

審査官 多田 幸司

(56)参考文献 特開2013-150387(JP,A)

特開2014-050196(JP,A)

特開2014-107890(JP,A)

特開2016-070846(JP,A)

国際公開第2015/019919(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01G 7/02

H02N 1/00