

(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 1
HO 1 G 7/02 (2006.01)	HO 1 G 7/02 B
HO 2 N 1/00 (2006.01)	HO 2 N 1/00
	HO 1 G 7/02 E
	HO 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帶電部と、

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帶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、

前記複数の帶電部のそれぞれが、

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帶電層

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】

10

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。

20

【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】

30

【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 ∝ 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。

40

【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

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SiO₂層の厚さは第2のSiO₂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SiO₂層、および第1のSiO₂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SiO₂層をSi層の上に形成する工程と、第2のSiO₂層の上方に負極を設置し、Si層を正極に接続して、第2のSiO₂層に電圧を印加することにより、第2のSiO₂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SiO₂層、第1のSiO₂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SiO₂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。
30

【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SiO₂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。
40

【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SiO₂層52、およびSiO₂層52の上に
50

形成された Si 層 5 3 を有する基板である。SOI 基板 5 0' 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 5 3 の Si は単結晶である必要はない。

【0017】

エレクトレット基板 5 0 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 5 0' の表面の Si 層 5 3 を熱酸化させて、K+イオンを含有する SiO₂ 層 5 4 を Si 層 5 3 の上に形成する(熱酸化工程)。熱酸化は、SOI 基板 5 0' 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過させて(バブリング)、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 5 3 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 5 4 とし、Si 層 5 3 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 5 4 が、Si 層 5 3 の表面に形成される。SiO₂ 層 5 2 は第 1 の SiO₂ 層に、SiO₂ 層 5 4 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 5 4 の上方に負極 5 5 を設置し、Si 層 5 3 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 5 4 に印加することにより、SiO₂ 層 5 4 を帯電させる(帯電工程)。これにより、SiO₂ 層 5 4 内の K+イオンは SiO₂ 層 5 4 の上面に移動し、その上面から SOI 基板 5 0' の外部に飛散するので、SiO₂ 層 5 4 の上面には負電荷が残り、結果として SiO₂ 層 5 4 は負に帯電する。下側の SiO₂ 層 5 2 は絶縁層であるため、帯電時には、Si の基台 5 1 ではなく、SiO₂ 層 5 2 の上側にある Si 層 5 3 を正極とする。なお、Si 層 5 3 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ことが難しいので、電圧を印加するためには、上側の SiO₂ 層 5 4 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 5 3 に電極端子が当たられる。

【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 5 0 が完成する。エレクトレット基板 5 0 は、Si で構成された基台 5 1 と、基台 5 1 の上に形成された SiO₂ 層 5 2 と、SiO₂ 層 5 2 の上に形成された Si 層 5 3 と、Si 層 5 3 の上に形成されており K+イオンを含有する SiO₂ 層(帯電層) 5 4 とを有する。エレクトレット基板 5 0 の使用時には、基台 5 1 が接地(GND に接続)される。

【0020】

エレクトレット基板 5 0 では、図 1 (D) に示すように、2 つの SiO₂ 層 5 2, 5 4 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 5 2 の静電容量を C 1、上側の SiO₂ 層 5 4 の静電容量を C 2 とすると、基台 5 1 を接地としたときの SiO₂ 層 5 4 の表面電位 V は、C 1 と C 2 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 5 4 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 5 4 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と $V_2 = Q / C_2$ であるから、 $V > V_2$ である。すなわち、SOI 基板 5 0' から作製されたエレクトレット基板 5 0 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 5 0 を利用すれば、モータの発生力や発電装置の出力も大きくすることができます。

【0022】

エレクトレット基板 5 0 における上側の SiO₂ 層 5 4 の厚さは例えば 1 μm 程度であり、この場合、下側の SiO₂ 層 5 2 の厚さは 1 μm 以上あればよい。誘電率は SiO₂

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 SiO₂ 層 5 4 が単独である場合よりも小さくなる。下側の SiO₂ 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、SiO₂ 層 5 2 の厚さの上限は 20 μm 程度である。したがって、SiO₂ 層 5 2 の厚さは、SiO₂ 層 5 4 の厚さよりも大きく、1 ~ 20 μm の範囲内であることが好ましく、実用上は 5 μm 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 ~ 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 ~ 600 μm 程度あればよい。

【 0 0 2 3 】

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。

【 0 0 2 4 】

エレクトレット基板 5 0 における下側の SiO₂ 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 SiO₂ 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 SiO₂ 層 5 4 が形成されていてもよい。この場合でも、1 つの SiO₂ 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。

10

20

【 0 0 2 5 】

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。

【 0 0 2 6 】

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。

30

【 0 0 2 7 】

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。

【 0 0 2 8 】

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。

40

【 0 0 2 9 】

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。

【 0 0 3 0 】

50

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。

【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。

【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。

【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 $0 \sim 5 \mu\text{m}$ 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。

【0037】

図 4 に示すように、 SiO_2 層 52 がある (厚さ d が $0 \mu\text{m}$ 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 $0 \mu\text{m}$ 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

10

20

30

40

50

O_2 層 5 2 の厚さ d が $0 \sim 5 \mu m$ 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、 SiO_2 層 5 2 の厚さが大きくなると、アクチュエータ 1 0 の回転軸 1 1 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 1 0' の斜視図である。電気機械変換器 2 は、発電部 1 0' および蓄電部 3 0 を有する。発電部 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、複数のエレクトレット部 1 4、複数の対向電極 1 5, 1 6 および回転錐 1 7 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 1 2 を回転させ、発電部 1 0' 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 1 0' の構成要素のうち、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 は、アクチュエータ 1 0 のものと同じである。電気機械変換器 1 と共に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 1 0 に代えて蓄電部 3 0 を有し、電気機械変換器 2 の対向電極 1 5, 1 6 は、それぞれ電気配線を介して蓄電部 3 0 に接続されている。

【0040】

回転錐 1 7 は、回転軸 1 1 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錐であり、回転部材 1 2 の上側に配置されている。回転錐 1 7 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 1 2 を矢印 C 方向に回転させる。なお、回転軸 1 1 に回転錐 1 7 を取り付ける代わりに、回転部材 1 2 に錐を取り付けて、回転部材 1 2 自体を回転錐としてもよい。20

【0041】

回転錐 1 7 が回転駆動されると、それに伴い、回転部材 1 2 が回転して、エレクトレット部 1 4 と対向電極 1 5, 1 6 の間の重なり面積が増減する。例えば、エレクトレット部 1 4 の内面に負電荷が保持されているとすると、回転部材 1 2 の回転に伴い、対向電極 1 5, 1 6 に引き寄せられる正電荷が増減して、対向電極 1 5 と対向電極 1 6 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 1 0' は静電誘導を利用した発電を行う。30

【0042】

蓄電部 3 0 は、整流回路 3 1 および二次電池 3 2 を有し、回転部材 1 2 の回転に応じて複数のエレクトレット部 1 4 と複数の対向電極 1 5, 1 6 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 1 5 と対向電極 1 6 からの出力は整流回路 3 1 に接続され、整流回路 3 1 は二次電池 3 2 に接続されている。整流回路 3 1 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 1 5 と対向電極 1 6 の間で生成された電流を整流する。二次電池 3 2 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 1 0' 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 4 0 および駆動部 2 0' を有する。アクチュエータ 4 0 は、主要な構成要素として、筐体 4 1、固定基板 4 2、スライド板 4 3、複数のエレクトレット部 4 4 および複数の対向電極 4 5 を有する。電気機械変換器 3 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 4 4 と対向電極 4 5 との間の静電気力を利用してスライド板 4 3 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 4 4 および対向電極 4 5 の配置、ならびにスライド板 4 3 の移動方向を示す平面図である。50

【0044】

図7(A)に示すように、固定基板42は、箱型の筐体41の底面に配置されている。スライド板43は、可動部材の一例であり、筐体41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42の上方で水平方向に移動可能である。エレクトレット部44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43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44も、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、SiO₂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。対向電極45は、固定基板42の上面に、各エレクトレット部44と平行に帯状に形成されている。

10

【0045】

駆動部20'は、アクチュエータ40を駆動するための回路であり、複数の対向電極45に電気配線を介して接続されている。駆動部20'は、電気機械変換器1の駆動部20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45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43を筐体41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12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43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】

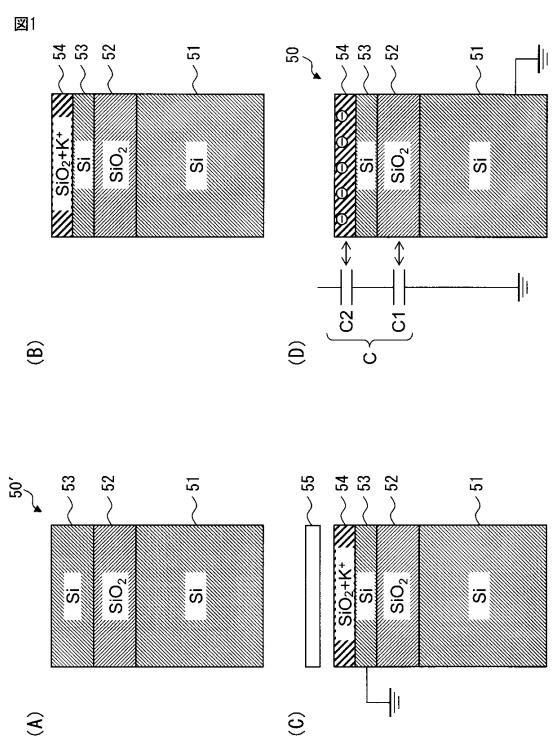
【0046】

20

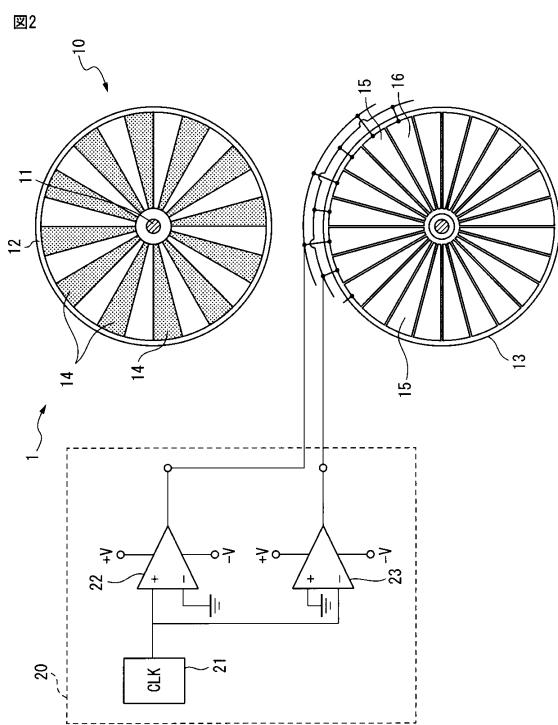
1, 2, 3	電気機械変換器
10, 40	アクチュエータ
10'	発電部
11	回転軸
12	回転部材
13	固定基板
14, 44	エレクトレット部
15, 16, 45	対向電極
20, 20'	駆動部
30	蓄電部
50	エレクトレット基板
51	基台
52, 54	SiO ₂ 層
53	Si層

30

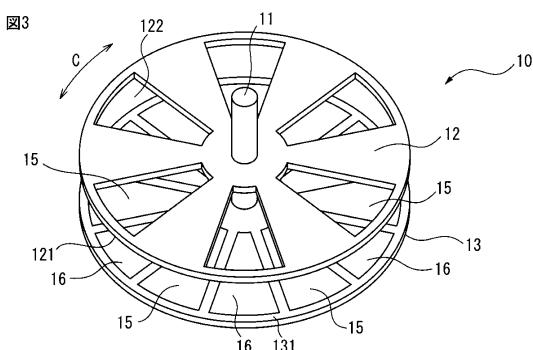
【図1】



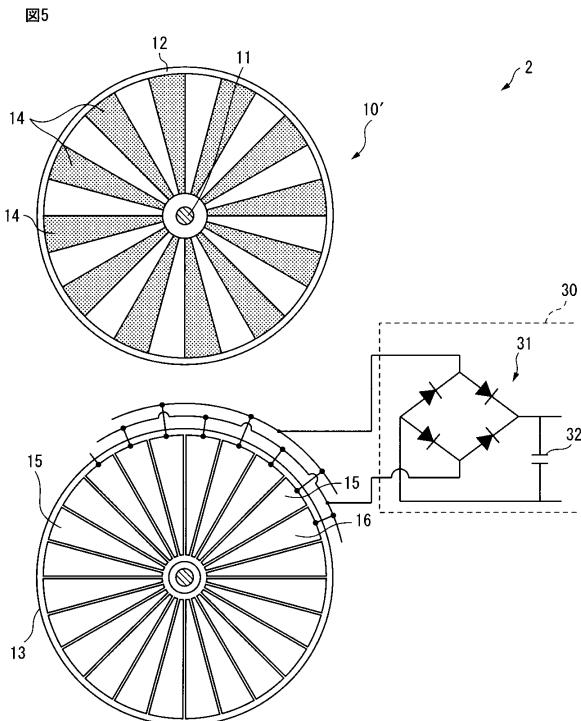
【図2】



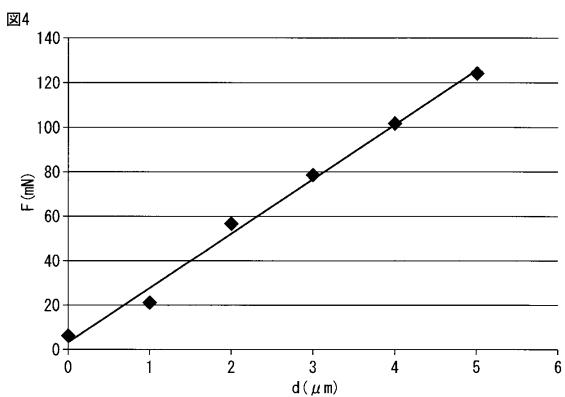
【図3】



【図5】

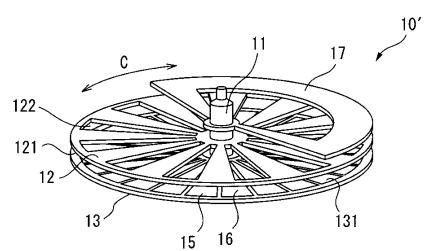


【図4】



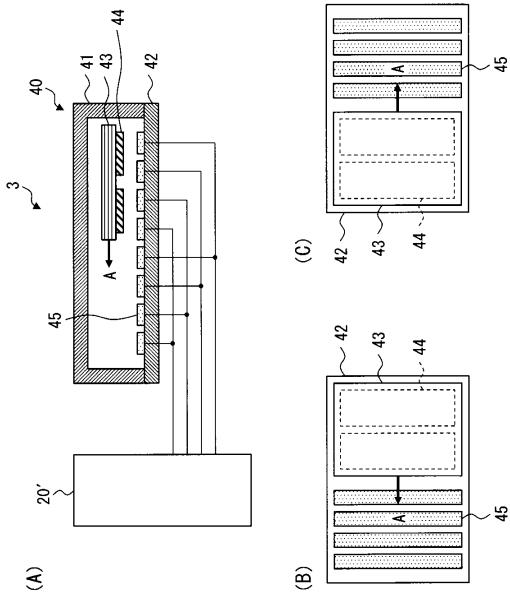
【図6】

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