

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-139964
(P2017-139964A)

(43) 公開日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl.
H02K 35/02 (2006.01)

F I
H02K 35/02

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-100854 (P2017-100854)
(22) 出願日 平成29年5月22日 (2017.5.22)
(62) 分割の表示 特願2013-165550 (P2013-165550)
の分割
原出願日 平成25年8月8日 (2013.8.8)

(71) 出願人 000107804
スミダコーポレーション株式会社
東京都中央区晴海一丁目8番10号 晴海
アイランドトリトンスクエアオフィスタワ
ーX棟14階
(74) 代理人 100097984
弁理士 川野 宏
(74) 代理人 100092897
弁理士 大西 正悟
(74) 代理人 100157417
弁理士 並木 敏章
(72) 発明者 川原井 貢
宮城県名取市植松字宮島31-1 スミダ
電機株式会社内

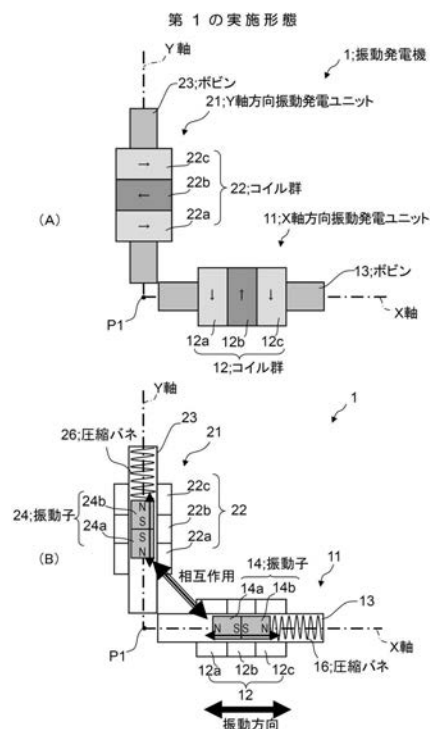
(54) 【発明の名称】 振動発電機

(57) 【要約】

【課題】 装置全体をコンパクト化し得る振動発電機を提供する。

【解決手段】 X軸方向振動発電ユニット11およびY軸方向振動発電ユニット21が互いに同一形状をなすように構成されている。これら振動発電ユニット11、21を、双方の一端部(またはその延長線上)において互いに直角に交差するようにし、この状態でこれら振動発電ユニット11、21の側部外形線が、縦、横各一辺に沿うように、かつこれら振動発電ユニット11、21が内包される仮想正方形を想定し、この仮想正方形と所定の高さによって仮想直方体を想定したとき、この仮想直方体の振動発電ユニット11、21が配されていない空きスペースに、回路手段41を搭載した基板を收容したものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の角度で交差する、互いに同一形状である 2 つの振動発電ユニットと、
前記 2 つ以上の振動発電ユニットに隣接する空間に、該振動発電ユニットにおいて発生した交流電力を回収し、整流して直流電力に変換する回路手段を搭載した基板と、を備え、

前記振動発電ユニットの各々が縦、横の各 1 辺の内側に沿う大きさの正方形を仮想し、この正方形と所定の高さによって直方体を仮想したとき、この直方体内の前記振動発電ユニットが配されていない空きスペースに、前記回路手段を搭載した基板を収容するように配置したことを特徴とする振動発電機。

10

【請求項 2】

所定の角度で交差する、互いに同一形状である 3 つの振動発電ユニットと、
前記 2 つ以上の振動発電ユニットに隣接する空間に、該振動発電ユニットにおいて発生した交流電力を回収し、整流して直流電力に変換する回路手段を搭載した基板と、を備え、

前記振動発電ユニットの各々が縦、横、高さの各 1 辺の内側に沿う大きさの立方体を仮想したとき、この立方体内の前記振動発電ユニットが配されていない空きスペースに、前記回路手段を搭載した基板を収容するように配置したことを特徴とする振動発電機。

【請求項 3】

前記振動発電ユニットおよび前記基板を配置した、仮想の前記直方体または仮想の前記立方体の全体が収まる大きさのケースの外側または隙間を防水部材により被覆することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動発電機。

20

【請求項 4】

前記振動発電ユニットにおいて、互いに直交する角度で交差するように構成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の振動発電機。

【請求項 5】

前記振動発電ユニットは磁石からなる振動子と、前記振動子の外周に配されたコイルと、外部からの振動を受けて、前記コイル内を前記振動子が移動する際に、これらコイルと振動子との干渉を防止する干渉防止部材と、前記振動子の移動方向両端部の一方側に配された、該振動子を他方側に付勢する弾性部材と、からなることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の振動発電機。

30

【請求項 6】

前記振動発電ユニットにおける前記振動子の各々の前記他方側の端部が、互いに同一の極性を有するように設定され、前記振動子各々の前記他方側の端部において生じる、同一の極性同士による反発力と、前記振動発電ユニットにおける各弾性部材のバネ常数とが、前記振動を受けたときに、前記振動子が前記コイル内を往復移動し得るように、互いにバランスのとれた状態に設定されていることを特徴とする請求項 5 に記載の振動発電機。

【請求項 7】

前記振動子は、複数個の単位磁石を前記振動子の移動方向に互いに近接、または当接するように、かつ各々の該単位磁石が同一極を互いに対向させるようにして配されてなり、

40

前記コイルは、複数個の単位コイルを前記振動子の移動方向に互いに近接するように、かつ隣接する該コイル同士が、互いに逆方向の巻き方となるように構成されてなることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の振動発電機。

【請求項 8】

前記干渉防止部材が、非磁性材料よりなる両端に鐳部を有する中空のボビンからなり、該ボビンに前記コイルが巻回されてなることを特徴とする請求項 5 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の振動発電機。

【請求項 9】

前記振動子の移動軸が、互いに直交する角度で交差するように構成されていることを特徴とする請求項 5 ~ 8 のうちいずれか 1 項に記載の振動発電機。

50

【請求項 10】

前記ボピンは、前記他方側の先端が閉じた状態とされていることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の振動発電機。

【請求項 11】

前記ボピンは、前記他方側の先端が開放された状態とされていることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の振動発電機。

【請求項 12】

前記ボピンの各々が、前記振動子の移動軸が交差する位置において、多軸コネクタにより互いに接続されていることを特徴とする請求項 8、9 および 11 のうちいずれか 1 項に記載の振動発電機。

10

【請求項 13】

前記ボピンの各々が、前記振動子の移動軸が交差する位置において、一体的に結合されていることを特徴とする請求項 8、9 および 11 のうちいずれか 1 項に記載の振動発電機。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば、移動体等に搭載された各種センサ等に電力を供給する振動発電機に関し、詳しくは、外部振動を受けて、振動子としての磁石がコイル内を往復移動することで発電を行う振動発電機に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

自動車や鉄道車両等の各種移動体には多くのセンサが搭載されている。特に自動車は、近年、安全性やエネルギー問題に対応するために、百種類にも及ぶセンサを有するものも生産されるようになってきている。

例えば、タイヤの空気圧を常時モニタリングする TPMS (タイヤ・プレッシャー・モニタリング・システム) を搭載したものでは、センサをタイヤやホイールの内部に設置し、受信装置を車体側に設置しておき、センサで検知した情報が受信装置を介して車載 LAN に送信され、その情報に基づいて、タイヤの空気圧が規定範囲外になったと判断したときにはアラームを発生するようにしている。

30

【0003】

上記システムに用いられるセンサは、タイヤ外部からの電力供給が困難であるため、駆動に必要な電力を供給する電池を用いている。しかしこの場合には、しばしば電池の点検や交換を行う必要がある。

そこで、タイヤ内等に設置されるセンサの電力供給源として、電池の替りに、振動発電機、特に耐久性に優れた電磁誘導型の振動発電機 (下記特許文献 1、2 等を参照) を用いることが考えられる。

【先行技術文献】**【特許文献】**

40

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 62984 号公報

【特許文献 2】特許第 4649668 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、移動体、例えば自動車にセンサを搭載する場合には、その振動発電機に加わる振動の方向は必ずしも一定ではなく、多方向の振動成分が含まれる。例えば、高速道路等を走行している時には、路面の状態や加減速の状況に応じて、上下方向あるいは前後方向の振動が主であるように考えられるが、カーブを曲がるような場合には車体の左右

50

方向への力（振動）も加わることになる。また、タイヤがスリップをするような場合にも、そのすべりに応じた方向の力（振動）が加わることになる。

【0006】

前述したような従来技術によっては、振動発電機に加わる種々の方向の振動のうち1方向の振動のみしか発電に寄与させておらず、その他の方向の振動を利用した有効な発電を行うことができなかった。

さらに、振動発電機分野においても、コンパクト化や低コスト化を達成し得る部品点数の削減が要求されていた。

【0007】

本発明はこのような事情に鑑みなされたものであり、装置全体をコンパクト化し得る振動発電機を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明の第1の振動発電機は、

所定の角度で交差する、互いに同一形状である2つの振動発電ユニットと、

前記2つ以上の振動発電ユニットに隣接する空間に、該振動発電ユニットにおいて発生した交流電力を回収し、整流して直流電力に変換する回路手段を搭載した基板と、を備え

、
前記振動発電ユニットの各々が縦、横の各1辺の内側に沿う大きさの正方形を仮想し、この正方形と所定の高さによって直方体を仮想したとき、この直方体内の前記振動発電ユニットが配されていない空きスペースに、前記回路手段を搭載した基板を収容するように配置したことを特徴とするものである。

【0009】

また、上記目的を達成するため、本発明の第2の振動発電機は、

所定の角度で交差する、互いに同一形状である3つの振動発電ユニットと、

前記2つ以上の振動発電ユニットに隣接する空間に、該振動発電ユニットにおいて発生した交流電力を回収し、整流して直流電力に変換する回路手段を搭載した基板と、を備え

、
前記振動発電ユニットの各々が縦、横、高さの各1辺の内側に沿う大きさの立方体を仮想したとき、この立方体内の前記振動発電ユニットが配されていない空きスペースに、前記回路手段を搭載した基板を収容するように配置したことを特徴とするものである。

【0010】

前記振動発電ユニットおよび前記基板を配置した、仮想の前記直方体または仮想の前記立方体の全体が収まる大きさのケースの外側または隙間を防水部材により被覆することを特徴とするものである。

前記振動発電ユニットにおいて、互いに直交する角度で交差するように構成されていることが好ましい。

【0011】

前記振動発電ユニットは磁石からなる振動子と、前記振動子の外周に配されたコイルと、外部からの振動を受けて、前記コイル内を前記振動子が移動する際に、これらコイルと振動子との干渉を防止する干渉防止部材と、前記振動子の移動方向両端部の一方側に配された、該振動子を他方側に付勢する弾性部材と、からなることが好ましい。

ここで、上記コイルと振動子との干渉とは、これら部材間の円滑な摺動を阻止することをいうものとする。

前記振動発電ユニットにおける前記振動子の各々の前記他方側の端部が、互いに同一の極性を有するように設定され、前記振動子各々の前記他方側の端部において生じる、同一の極性同士による反発力と、前記振動発電ユニットにおける各弾性部材のパネ常数とが、前記振動を受けたときに、前記振動子が前記コイル内を往復移動し得るように、互いにバランスのとれた状態に設定されていることが好ましい。

ここで、本願における「パネ常数」とは、いわゆるパネに係る狭義の意味に限られるも

10

20

30

40

50

のではなく、「バネ」と同様の弾性機能を有する弾性体にも広く用いられるものとする。

【0012】

前記振動子は、複数個の単位磁石を前記振動子の移動方向に互いに近接、または当接するように、かつ各々の該単位磁石が同一極を互に対向させるようにして配されてなり、前記コイルは、複数個の単位コイルを前記振動子の移動方向に互いに近接するように、かつ隣接する該コイル同士が、互いに逆方向の巻き方となるように構成されてなることが好ましい。

前記干渉防止部材が、非磁性材料よりなる両端に鏝部を有する中空のボビンからなり、該ボビンに前記コイルが巻回されてなることが好ましい。

【0013】

前記振動子の移動軸が、互いに直交する角度で交差するように構成されていることが好ましい。

前記ボビンは、前記他方側の先端が閉じた状態とすることが可能である。

前記ボビンは、前記他方側の先端が開放された状態とすることが可能である。

【0014】

前記ボビンの各々が、前記振動子の移動軸が交差する位置において、多軸コネクタにより互いに接続されていることが好ましい。

前記ボビンの各々が、前記振動子の移動軸が交差する位置において、一体的に結合されていることが好ましい。

【発明の効果】

【0015】

本発明の第1の振動発電機によれば、振動発電ユニットの各々が縦、横の各1辺の内側に沿う大きさの正方形を仮想し、この正方形と所定の高さによって直方体を仮想したとき、この直方体内の前記振動発電ユニットが配されていない空きスペースに、前記回路手段を搭載した基板を収容するように配置した、との特徴的な構成を有しており、2つの振動発電ユニットおよび基板をケース内にコンパクトに収容することができるので、装置全体をコンパクト化することができる。

【0016】

また、本発明の第2の振動発電機によれば、振動発電ユニットの各々が縦、横、高さの各1辺の内側に沿う大きさの立方体を仮想したとき、この立方体内の前記振動発電ユニットが配されていない空きスペースに、前記回路手段を搭載した基板を収容するように配置した、との特徴的な構成を有しており、これにより、3つの振動発電ユニットおよび基板をケース内にコンパクトに収容することができるので、装置全体をコンパクト化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る振動発電機の外部構造(A)および内部構造(B)を示す模式図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る振動発電機において、振動が加わった際の装置全体(以下、筐体と称する)の変位、この振動に基づきX軸上を振動する振動子(X軸方向振動発電ユニット)の変位、およびこの振動に基づきY軸上を振動する振動子(Y軸方向振動発電ユニット)の変位、を示すグラフ、ならびに各々の場合における筐体の振動方向を示す図である((A)は筐体の振動方向がX軸方向の場合、(B)は筐体の振動方向がX軸方向およびY軸方向から各々回転して矢印ABの方向に振動している場合、(C)は筐体の振動方向がX軸方向およびY軸方向から各々回転して矢印ABの方向に振動している場合、を示すグラフである)。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る振動発電機において、各振動発電ユニットにおいて発電された電力を合成する回路を示す概略図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る振動発電機をケース内に収めた状態を示す概略図(A)、本発明の第1の実施形態に係る振動発電機のボビンを示す概略図(B)、本発明

10

20

30

40

50

の第1の実施形態に係る振動発電機の振動子を示す概略図(C)である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る振動発電機の外部構造(A)および内部構造(B)を示す模式図である。

【図6】従来技術に係る振動発電機の内部構造を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態に係る振動発電機について、図面を用いて説明する。

<第1の実施形態>

まず、本発明の第1の実施形態に係る振動発電機1について、図1を用いて説明する。

なお、図1(A)は振動発電ユニット11、21の外部構造を、図1(B)は振動発電ユニット11、21の内部構造を各々示すものである。

10

【0019】

この第1の実施形態に係る振動発電機1は、直交する2軸方向各々の振動を利用して発電を行うものであり、X軸方向の振動を利用して発電を行うX軸方向振動発電ユニット11と、Y軸方向の振動を利用して発電を行うY軸方向振動発電ユニット21と、を互いに直交する状態に構成したものである。

これら2つの振動発電ユニット11、21は互いに同じ構造を有しているので、一方の振動発電ユニット11を代表例として、各振動発電ユニット11、21単体の説明を行う。

【0020】

20

各振動発電ユニット11、21は、棒状の形状をなす複数の永久磁石14a、14b、24a、24b(以下、永久磁石14a等、と称することがある)からなる振動子14、24と、この振動子14、24の外周に各々複数個配されたソレノイドコイル12a、12b、12c、22a、22b、22c(以下、ソレノイドコイル12a等、と称することがある)と、コイル12a等内を振動子14、24が移動する際に、これらコイル12a等と振動子14、24との干渉(本明細書では、円滑な摺動を阻止することをいう)を防止するとともに、ソレノイドコイル12a等を巻回するための芯材として機能するボビン13、23と、このボビン13、23の一方側に配され、振動子14、24を他方側に付勢する圧縮バネ16、26とからなる。

【0021】

30

上記振動子14、24は、検出し得る振動に応じて軸方向にボビン13、23内を摺動可能に移動するものであり、複数個の永久磁石(例えば、ネオジウム磁石)を、同じ極性端部を対向させるようにして、一体に接合して形成される(図1(B)の例ではS極同士を対向させている)。

【0022】

なお、上記振動子14、24として、複数個の永久磁石14a、14b、24a、24bを備えるようにしているのは、発電効率を高めるためである。

【0023】

また、ボビン13、23の内壁面と振動子14、24が、相対的に移動する際に、これらボビン13、23の内壁面と振動子14、24との接触箇所や衝突回数が増えると、振動子14、24の振動が大幅に減衰する原因となるため、振動子14、24を中空パイプ内に保持収容し、ボビン13、23、および、この中空パイプのうち、少なくとも一方または双方を、ポリプロピレンやポリアセタールなどからなる摩擦係数が低い材料により形成することが望ましい。このような材料を用いることで、ボビン13、23の内壁面と振動子14、24の相対移動時に、互いの摩擦を大幅に低減させることができる。

40

【0024】

また、上記ソレノイドコイル12a、12b、12c、22a、22b、22cは、各ボビン13、23に3つつつ巻回されるとともに、各ボビン13、23において、これら3つのソレノイドコイル12a等が、交互に逆極性となるように設定されている。すなわち、各ソレノイドコイル12a等の巻回方向は、隣り合うソレノイドコイル毎に互いに逆

50

向きの正・逆・正方向となるように設定されている。

【0025】

また、ボビン13、23の両端部には、振動子14、24の飛び出しを防止するため、樹脂等で形成された端部材が嵌挿され、この端部材を嵌挿することによって、ボビン13、23の両端部が閉じられる。そうすると、各振動発電ユニット11、21では、対応する方向の振動が生じた場合に、振動子14、24がソレノイドコイル12a等の内側でその巻回軸方向に往復移動することになるので、ソレノイドコイル12a等において電圧が誘起され、起電力が生じることになる。

【0026】

そして、各ソレノイドコイル12a等で発生した各起電力を、後述するように、電圧の位相を互いに合わせて、合成することにより、振動発電ユニット11、21から出力される電圧を増大させることができる。

【0027】

ところで、従来の振動発電機においては、種々の方向の振動のうち1方向の振動のみしか発電に寄与させておらず、その他の方向の振動を発電に利用することができなかった。そこで、本実施形態の振動発電機においては、1方向の振動のみならず、他の方向の振動をも発電に寄与させ、より発電効率に優れた振動発電機としている（なお、2方向の振動を検出する振動発電機として知られているものはあるが、本発明とは機能が全く異なるものである（特開2012-165561号を参照））。

【0028】

すなわち、実施形態の説明の冒頭で説明したように、本実施形態の振動発電機においては、X軸方向の振動を利用して発電を行うX軸方向ユニット11と、Y軸方向の振動を利用して発電を行うY軸方向振動発電ユニット21と、を互いに直交する状態に配設している。

【0029】

2つの振動発電ユニット11、21の振動子14、24の各移動軸は、振動子14、24の移動方向両端部の他方側における、所定位置P1において、互いに90度で交差するように、かつ各振動発電ユニット11、21における振動子14、24が所定位置P1側に同一極性端部を向けるように構成することにより、各振動子14、24に、互いに相手を遠ざけようとする反発力が生じ、これにより、振動発電ユニット11、21の所定位置P1側に、圧縮バネを設けたものと同様の効果が得られる。

【0030】

また、各振動子14、24の所定位置P1側において生じる、同一の極性同士による反発力は、2つの振動発電ユニット11、21における各圧縮バネ16、26のバネ常数との間で、振動の影響を受けたときに、振動子14、24が各ソレノイドコイル12a等の中を往復移動し得るように、互いにバランスのとれた状態に設定されている。

すなわち、上記反発力と上記バネ常数を調整することにより、外部振動に応じた振動子14、24の往復移動を継続して行うことができる。

【0031】

すなわち、前述した従来技術等の振動発電機211によれば、図6に示すように、各ソレノイドコイル212a、212b、212cが巻回されたボビン213内の振動子214が、移動方向両端部のいずれにおいても圧縮バネ216a、216bによって懸架される。

【0032】

これに対し、本実施形態（本発明）の振動発電機1においては、ボビン13、23内の振動子14、24が移動方向両端部の一方側においては圧縮バネ16、26によって懸架されているが、その他方側においては、圧縮バネ等の特別な懸架手段は設けられておらず、各振動子14、24の所定位置P1側において生じる、同一の極性同士による反発力（相互作用）をもって各振動子14、24を懸架する機能を付与している。

【0033】

10

20

30

40

50

これにより、従来に比べて、振動子 1 4、2 4 の所定位置 P 1 側に配されていた圧縮バネ 1 6、2 6 が不要となり、部品点数の削減を図ることができるとともに、各々の振動発電ユニット 1 1、2 1 で発電がなされ、これを合成することにより、従来よりも効率の良い振動発電機 1 を構成することができる。

【0034】

また、本実施形態の振動発電機においては、上記反発力と、振動発電ユニット 1 1、2 1 における圧縮バネ 1 6、2 6 のバネ常数とを、バランスの取れた状態に設定して、振動発電ユニット 1 1、2 1 の各々において、丁度、ソレノイドコイル 1 2 a 等の領域の中点部を基準位置として振動子 1 4、2 4 の往復移動がなされるように構成している。

【0035】

また、上記各振動子 1 4、2 4 の動きは、装置筐体に対する振動が、X 軸および Y 軸に対して、どの程度回転した方向の振動であるかによって相異なる。

例えば、一方の振動発電ユニット（ここでは、X 軸方向振動発電ユニット 1 1 とする）のみにおいて振動が検出されるような方向の振動である場合には、まず X 軸方向振動発電ユニット 1 1 の振動子 1 4 が、この巻回軸方向（ここでは X 軸方向とする）に往復移動することになるが、この X 軸方向振動発電ユニット 1 1 の振動子 1 4 と Y 軸方向振動発電ユニット 2 1 の振動子 2 4 とは、双方ともに所定位置 P 1 側に同一極性端部を向けた状態となっているので、互いに反発する状態となる。このため X 軸方向振動発電ユニット 1 1 の振動子 1 4 が所定位置 P 1 に近づくと、Y 軸方向振動発電ユニット 2 1 の振動子 2 4 は、所定位置 P 1 から遠ざかるように Y 軸上を移動する。

【0036】

この後、振動子 2 4 は、ソレノイドコイル 2 2 a、2 2 b、2 2 c 内を通過してさらに進む。すると、圧縮バネ 2 6 が徐々に圧縮されて所定位置 P 1 方向への付勢力が高まり、振動子 2 4 の進行方向が反転し、所定位置 P 1 方向に向かって Y 軸上を進むことになり、再びソレノイドコイル 2 2 c、2 2 b、2 2 a 内を通過して所定位置 P 1 に近接した位置に到達する。このとき、X 軸方向振動発電ユニット 1 1 の振動子 1 4 が所定位置 P 1 に近づくと、Y 軸方向振動発電ユニット 2 1 の振動子 2 4 は、上記 Y 軸方向の往復移動を再度繰り返すことになる。

【0037】

このように、本実施形態の振動発電機によれば、Y 軸方向の振動が 0 もしくは微小であったとしても、X 軸方向振動発電ユニット 1 1 の振動子 1 4 の往復移動との相互作用に基づいて、Y 軸方向振動発電ユニット 2 1 の振動子 2 4 の往復移動が行われ、Y 軸方向振動発電ユニット 2 1 からの起電力が発生することになる。

【0038】

図 2 (A) は、このように、X 軸方向の振動が装置筐体に生じている場合に、X 軸方向振動発電ユニット 1 1 と Y 軸方向振動発電ユニット 2 1 の相互作用に基づいて、Y 軸方向振動発電ユニット 2 1 の振動子 2 4 の往復移動が行われる様子を示すものである。

【0039】

また、図 2 (A) のグラフは、振動が加わった際の装置全体（以下、装置筐体と称する）の変位、この振動に基づき X 軸上を振動する X 軸方向振動発電ユニット 1 1 の振動子 1 4 の変位、およびこの振動に基づき Y 軸上を振動する Y 軸方向振動発電ユニット 2 1 の振動子 2 4 の変位、の位相関係を示すものである。なお、横軸は時間（任意単位）を示し、縦軸は変位（任意単位）を示す。

【0040】

このグラフによれば、装置筐体の振動方向が X 軸方向である場合に、X 軸方向振動発電ユニット 1 1 の振動子 2 4 の変位波形（四角 ドット線）は、装置筐体の振動波形（実線）とは丁度、逆位相となる。また、この場合に、Y 軸方向振動発電ユニット 2 1 の振動子 2 4 の変位波形（三角 ドット線）は、装置筐体の振動波形（実線）よりも、若干遅れた位相となる。いずれにしても、X 軸方向の筐体振動により、X 軸方向振動発電ユニット 1 1 の振動子 1 4 の他、Y 軸方向振動発電ユニット 2 1 の振動子 2 4 も往復移動して、発電

10

20

30

40

50

を行うことが明らかである。

【0041】

同様に、図2(B)は、装置筐体の振動方向がX軸およびY軸から各々所定角度回転している方向である場合について示すものである。

この図2(B)のグラフによれば、X軸方向振動発電ユニット11の振動子14、の変位波形(四角ドット線)、およびY軸方向振動発電ユニット21の振動子24の変位波形(三角ドット線(四角ドット線と重なって示される))は、いずれも装置筐体の振動波形(実線)とは丁度、逆位相となる。このようにX軸から時計回りに45度回転し、Y軸から時計回りに-45度回転した方向の筐体振動により、X軸方向振動発電ユニット11の振動子14および、Y軸方向振動発電ユニット21の振動子24のいずれもが往復移動して、互いに影響を及ぼしつつ、発電を行うことが明らかである。

10

【0042】

同様に、図2(C)は、装置筐体の振動方向がX軸およびY軸から各々所定角度回転している場合について示すものである。

この図2(C)のグラフによれば、X軸方向振動発電ユニット11の振動子14の変位波形(四角ドット線)は、装置筐体の振動波形(実線)とは丁度、逆位相となり、他方、Y軸方向振動発電ユニット21の振動子24の変位波形(三角ドット線)は、装置筐体の振動波形(実線)とは丁度、同位相となる。

【0043】

このようにX軸から時計回りに-45度回転し、Y軸から時計回りに45度回転した方向の筐体振動により、X軸方向振動発電ユニット11の振動子14および、Y軸方向振動発電ユニット21の振動子24のいずれもが往復移動して、互いに影響を及ぼしつつ、発電を行うことが明らかである。

20

【0044】

なお、図2(A)に示すように、一方の軸(X軸またはY軸)方向のみの筐体振動においては、見かけ上、2つの振動発電ユニット11、21によって発電しているが、一方の振動エネルギーの一部を他方の振動エネルギーとして分割したものであるため、合計発電量が増加するものではない。

【0045】

しかし、図2(B)、(C)に示すように、X軸およびY軸から所定角度だけ回転した方向の振動に対しては、該振動のX軸方向成分とY軸方向成分に分解され、各々の成分が対応する振動発電ユニット11、21において検出され、前述したようにして発電することができるので、各々の振動発電ユニット11、21において発電された電力を合計した総電力量は、一方向の振動のみを検出していた従来の振動発電機の場合よりも、振動を効率的に電力に変換することができる。

30

特に、複数方向の振動を同時に発電に寄与させようとする場合には有効である。

【0046】

次に図3に示すブロック図により、振動発電機1の内部回路の概略構成を説明する。

この図3に示すように、X軸方向振動発電ユニット11の各ソレノイドコイル12a、12b、12cは直列に接続されており、各々において発生した交流電力は、順次交流電力入力部17に入力される。

40

また、Y軸方向振動発電ユニット21の各ソレノイドコイル22a、22b、22cも、直列に接続されており、各々において発生した電力を交流電力は、順次交流電力入力部27に入力される。

【0047】

この後、各交流電力入力部17、27に入力された交流電力は各々整流回路18、28において直流電力に変換され、直流電力出力部19、29から出力される。このとき、直流電力出力部19、29は互いに並列に接続されているので、その電圧が互いに合成されて、負荷4に供給されることになる。

なお、上記交流電力入力部17、27からの交流電力は、互いに干渉することを防ぐた

50

めに、整流部 17、27 中の半導体素子で整流した後に合成する必要がある。

【0048】

また、発電電力量を増大させるためには、各振動発電ユニット 11、21 のソレノイドコイル 22a 等の数を増加させる方法が考えられるが、コイル数に比例してコイルの直流抵抗が増大し、電圧降下が大きくなるため、コイル数をあまり増加させ過ぎると、効率よく電力を得ることができない。そこで、このような観点から、効率の良いコイル数を適宜決定することが肝要である。また、振動子 14、24 を構成する永久磁石 14a 等の数についても、効率よく発電電力を得ることができる、との観点からその数を適宜決定することが肝要である。

【0049】

次に、図 4 (A) は、本実施形態に係る振動発電機 1 を箱型のケース内に効率よく収容した状態を示すものである。

図 4 (A) においては、X 軸方向振動発電ユニット 11 および Y 軸方向振動発電ユニット 21 が互いに同一形状をなすように構成されている。これら振動発電ユニット 11、21 を、双方の一端部（またはその延長線上）において互いに直角に交差するようにし、この状態でこれら振動発電ユニット 11、21 の側部外形線が、縦、横各一辺に沿うように、かつこれら振動発電ユニット 11、21 が内包される仮想正方形を想定し、この仮想正方形と所定の高さによって仮想直方体を想定したとき、この仮想直方体の振動発電ユニット 11、21 が配されていない空きスペースに、回路手段 41 を搭載した基板を収容したものである。

【0050】

すなわち、上記仮想直方体に応じた大きさのケース 51 に、X 軸方向振動発電ユニット 11、Y 軸方向振動発電ユニット 21、および回路素子を搭載した基板 41（スルーホール 41a が図示されている）を収容する。各ボビン 13、23 は、図 4 (B) に示すように、外表面が中鏝によって、3 つのコイル巻回部に分けられ、それぞれの巻回部に 3 つのソレノイドコイル 22a、22b、22c、12a、12b、12c が互いに近接するようにして巻回されている。なお、各々 3 つのソレノイドコイル 22a、22b、22c、12a、12b、12c は、順次直列に接続されているが、巻回方向は、上述したように正、逆、正となるように構成されている。

また、各ボビン 13、23 内の中空部分には、図 4 (C) に示すように、永久磁石 14a、24a と永久磁石 14b、24b とを同一極が対向するように接着してなる振動子 14、24 が、各ボビン 13、23 に対して移動可能に挿入されている。

【0051】

このように、X 軸方向振動発電ユニット 11 および Y 軸方向振動発電ユニット 21 が、ケース 51 の縦方向および横方向の一辺に沿うようにして収納されており、ケース 51 内の正方形の空きスペースに基板 41 が丁度、収容されるようになっている。このケースの高さは、少なくとも、各振動発電ユニット 11、21 の高さ、および基板 41 の高さ（搭載している素子の高さを含む）のうち、高い方の高さ以上とする。

【0052】

本実施形態の振動発電機 1 によれば、2 つの振動発電ユニットおよび基板 41 をケース 51 内にコンパクトに収容することができるので、装置全体をコンパクト化することができる。

【0053】

また、上記ケース 51 等に各部材を収容した後、防水性のある樹脂によって外面を被覆し、隙間を埋めるようにすれば、振動発電機 1 全体として防水が必要な場合（例えば、TPMS への電力供給用としてホイール回りに設置するような場合）に有効である。このような樹脂としては、例えばシリコン・シーラントを使用することができる。

【0054】

< 第 2 の実施形態 >

次に、本発明の第 2 の実施形態に係る振動発電機 101 について、図 5 を用いて説明す

10

20

30

40

50

る。なお、図5(A)は振動発電ユニット111、121、131の外部構造を、図5(B)は振動発電ユニット111、121、131の内部構造を各々示すものである。

【0055】

この第2の実施形態に係る振動発電機101は、直交する3軸方向各々の振動を利用して発電を行うものであり、X軸方向の振動を利用して発電を行うX軸方向振動発電ユニット111、Y軸方向の振動を利用して発電を行うY軸方向振動発電ユニット121、およびZ軸方向の振動を利用して発電を行うZ軸方向振動発電ユニット131を互いに直交する状態に配設して構成したものである。

【0056】

これら3つの振動発電ユニット111、121、131は互いに同じ構成を有しており、上述した第1の実施形態における振動発電ユニット11、21の構成と同様であるので、各振動発電ユニット111、121、131の詳細な説明は省略する。この場合において、第1の実施形態の部材と同様の機能を有する部材については、第1の実施形態の部材の符号に100を加えた符号を付す。

【0057】

3つの振動発電ユニット111、121、131の振動子114、124、134の移動軸は、振動子114、124、134の移動方向両端部の他方側における、所定位置P2において、互いに90度で交差するように、かつ各振動発電ユニット111、121、131における振動子114、124、134が所定位置P2側に同一極性端部を向けるように構成することにより、各振動子114、124、134に互いに相手を遠ざけようとする反発力が生じ、これにより、振動発電ユニット111、121、131の所定位置P2側に、圧縮バネを設けたものと同様の効果が得られる。すなわち、振動発電ユニット111、121、131の所定位置P2側の圧縮バネを削減でき、装置のコンパクト化および低コスト化に寄与することができる。

【0058】

第2の実施形態に係る振動発電機101は、上記第1の実施形態に係る振動発電機1と基本的な発想は同じであるが、2次元ではなく3次元の振動を利用する点において相違する。

すなわち、X軸方向振動発電ユニット111およびY軸方向振動発電ユニット121のみならず、Z軸方向振動発電ユニット131を用い、Z軸方向の振動をも利用して発電を行う点において、第1の実施形態のものよりも、さらに発電効率に優れた振動発電機を得ることができる。

【0059】

また、振動発電機101の内部回路の構成は、基本的には図3に示すブロック図と同様であるが、Z軸方向振動発電ユニット131が加わっているため、Z軸方向振動発電ユニット131により発電された電力も合成される。すなわち、各ソレノイドコイル132a、132b、132cは直列に接続されており、各々において発生した交流電力は他の振動発電ユニット111、121と同様に、交流電力入力部に入力され、各々整流回路において直流電力に変換され、直流電力出力部から出力される。このとき、この直流電力出力部は、X軸方向振動発電ユニット111およびY軸方向振動発電ユニット121の直流電力出力部19、29と互いに並列に接続されているので、その出力電圧が互いに合成されて、負荷に供給されることになる。

【0060】

また、第2の実施形態に係る振動発電機101においては、X軸方向振動発電ユニット111、Y軸方向振動発電ユニット121およびZ軸方向振動発電ユニット131が、その機能的構成のみならず互いに同一形状をなすように構成されている。これら振動発電ユニット111、121、131を、各々の一端部(またはその延長線上)において互いに直角に交差するようにし、この状態でこれら振動発電ユニット111、121、131の側部外形線が、縦、横、高さの、各一辺に沿うように、かつこれら各振動発電ユニット111、121、131が内包されるような仮想立方体を想定したとき、この仮想立方体の

空きスペースに、振動発電ユニット 1 1 1、1 2 1、1 3 1 が配されていない回路手段を搭載した基板を収容したものである。

第 2 の実施形態においては、第 1 の実施形態について示す図 4 (A) に対応する図面は設けられていないが、この図 4 (A) を参照すると、2 つのボビン 1 3、2 3 の接続部において、紙面奥行き方向に延びるように Z 軸方向振動発電ユニット 1 3 1 が配設される点で、第 1 の実施形態のものとは相違する。

【 0 0 6 1 】

すなわち、上記仮想立方体に応じたケース (5 1) により、X 軸方向振動発電ユニット 1 1 1、Y 軸方向振動発電ユニット 1 2 1 および Z 軸方向振動発電ユニット 1 3 1、さらには回路素子を搭載した基板 (4 1) を収容する。

10

【 0 0 6 2 】

このように、X 軸方向振動発電ユニット 1 1 1 および Y 軸方向振動発電ユニット 1 2 1 および Z 軸方向振動発電ユニット 1 3 1 を、ケース (5 1) の縦方向、横方向および高さ方向の一辺に沿うようにして収納し、基板 (4 1) をケース (5 1) 内の正方形の空きスペースに丁度、収容するようになっている。

【 0 0 6 3 】

本実施形態の振動発電機 1 0 1 によれば、3 つの振動発電ユニット 1 1 1、1 2 1、1 3 1 および基板 (4 1) をケース (5 1) 内にコンパクトに収容することができるので、装置全体をコンパクト化することができる。

20

【 0 0 6 4 】

また、上記ケース (5 1) 等に各部材を収容した後、防水性のある樹脂によって外側を被覆し、隙間を埋めるようにすれば、振動発電機 1 0 1 全体として防水効果を奏することができる。

【 0 0 6 5 】

< 変型例 >

上記実施形態の振動発電機によれば、2 つまたは 3 つの振動発電ユニットの各振動子の移動軸が互いに 9 0 度で交差する所定位置 P 1、P 2 が設けられているが、本発明の振動発電機においては、これに限られるものではない。

例えば、上記交差する所定位置は 1 点とせずともよく、発明の効果を奏することができる範囲であれば、各移動軸が所定の領域内を通過するように構成してもよく、各移動軸が互いにねじれの位置となるような場合も許容される。

30

【 0 0 6 6 】

また、上記実施形態の振動発電機によれば、2 つまたは 3 つの振動発電ユニットを用いているが、4 つ以上の振動発電ユニットを用いることも可能である。

さらに、各振動子の移動軸が、互いに 9 0 度で交差する場合のみならず、それ以外の角度 (例えば 6 0 度あるいは 4 5 度) で交差する場合も、発明の効果を奏することができる範囲で許容される。

【 0 0 6 7 】

また、上記各振動発電ユニットの特性は、互いに同一のものでなくてもよく、例えば装置筐体に加わる振動の強さや方向性 (移動体に搭載する際にはその移動体の加速度変化等) に応じて、バネ常数や磁石の磁気エネルギーの強さを適宜異ならせることが可能である。

40

【 0 0 6 8 】

また、弾性体としては、圧縮バネのみならず、他のバネや、ゴム状素材等の他の弾性体を用いることが可能であり、振動子を構成する磁性体としてもネオジウム磁石の他、種々の磁性材料を用いることができる。

また、振動子を形成する磁石が複数個からなる場合に、複数個の磁石が互いに当接していてもよいし、微小な間隔を挟んで対向させるようにしてもよい。

【 0 0 6 9 】

また、本発明の振動発電機においては、振動発電ユニットのボビンは、各振動子の移動

50

軸が交差する側の端部が、閉じたパイプ状とされていてもよいし、開放されたパイプ状とされていてもよい。ボビンが、閉じたパイプ状とされていれば、振動子が移動した際に外部に飛び出すおそれを防止することができる。

また、各振動子の移動軸が交差する領域において、各振動発電ユニットのボビンの端部と結合して、これら複数の端部を閉じることのできる多軸コネクタを設けるようにしてもよい。この場合には、製造組立工程を簡略化することができる。

また、各振動子の移動軸が交差する領域において、各振動発電ユニットのボビンの端部が互いに結合されて一体化されるように構成してもよい。この場合にも製造工程を簡略化することができる。

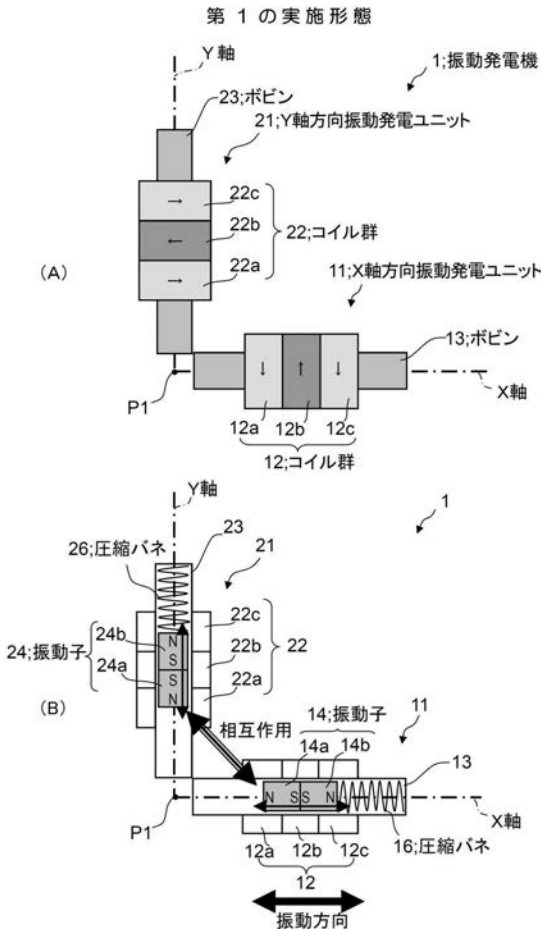
【符号の説明】

10

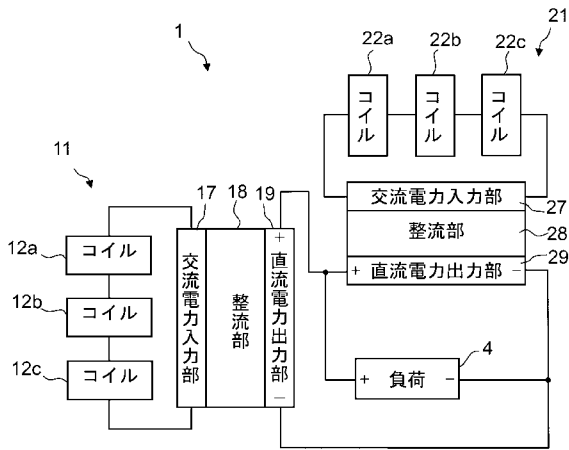
【0070】

1、101、211	振動発電機	
4	負荷	
11、111	X軸方向振動発電ユニット	
12、22、112、122、132、212	コイル群	
12a、b、c、22a、b、c、112a、b、c、122a、b、c、132a、b、c、212a、b、c	ソレノイドコイル	
13、23、113、123、133、213	ボビン	
14、24、114、124、134、214	振動子	
14a、b、24a、b、114a、b、124a、b、134a、b、214a、b	永久磁石	20
16、26、116、126、136、216a、b	圧縮バネ	
17、27	交流電力入力部	
18、28	整流部	
19、29	直流電圧出力部	
21、121	Y軸方向振動発電ユニット	
41	基板	
41a	スルーホール	
51	ケース	
131	Z軸方向振動発電ユニット	30

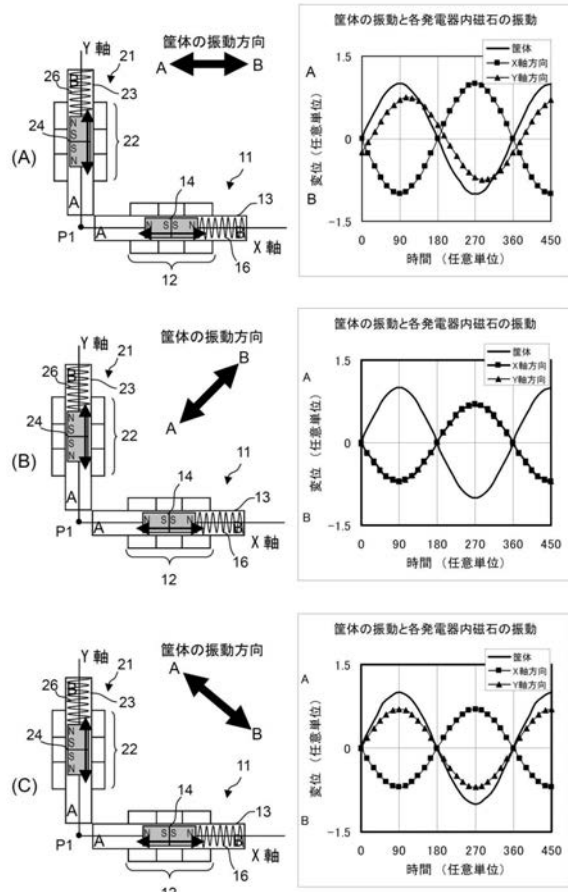
【 図 1 】



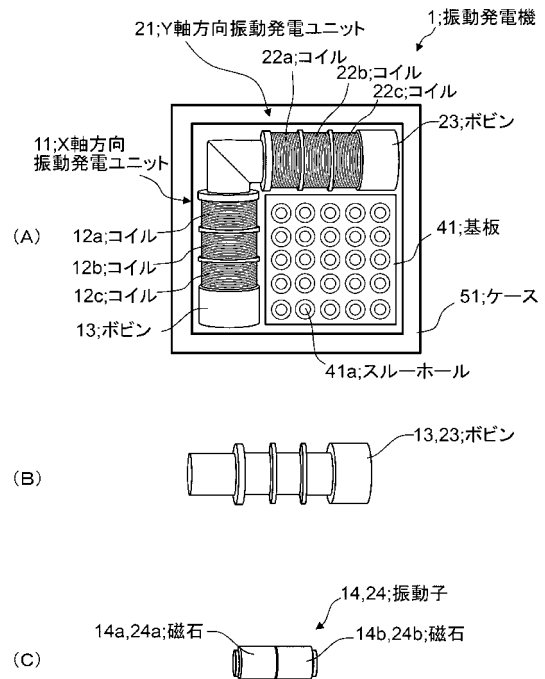
【 図 3 】



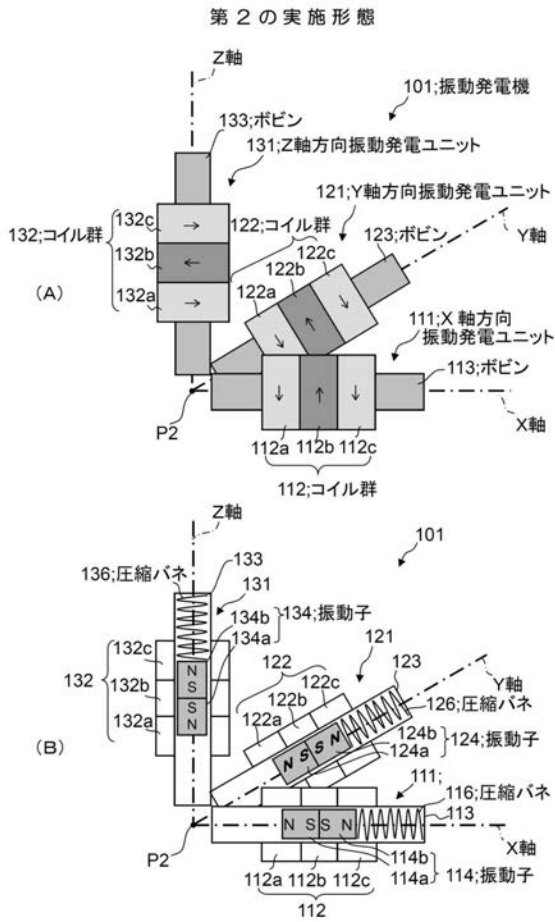
【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

