(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5005676号
(P5005676)
(45)発行日　平成24年8月22日(2012.8.22)　(24)登録日　平成24年6月1日(2012.6.1)

(51)Int.Cl.　F I
H02K 35/06 (2006.01)　H02K 35/06

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2008-505949(P2008-505949)	(73)特許権者 507340234
(86)(22)出願日 平成18年4月11日(2006.4.11)	パーペトゥーム、リミテッド
(65)公表番号 特表2008-536469(P2008-536469A)	PERPETUUM LTD.
(43)公表日 平成20年9月4日(2008.9.4)	イギリス国サウサンプトン、チルワース、
(86)国際出願番号 PCT/GB2006/001300	サイエンス、パーク、エプシロン、ハウス
(87)国際公開番号 WO2006/109033	(74)代理人 100075812
(87)国際公開日 平成18年10月19日(2006.10.19)	弁理士 吉武 賢次
審査請求日 平成21年4月1日(2009.4.1)	(74)代理人 100091982
(31)優先権主張番号 0507394.5	弁理士 永井 浩之
(32)優先日 平成17年4月12日(2005.4.12)	(74)代理人 100096895
(33)優先権主張国 英国(GB)	弁理士 岡田 淳平
	(74)代理人 100117787
	弁理士 勝沼 宏仁
	(74)代理人 100139088
	弁理士 大野 浩之
	最終頁に続く

(54)【発明の名称】機械的振動エネルギを電気エネルギに変換するための発電機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

機械的振動エネルギを電気エネルギに変換するための電気機械的発電機において、

磁気回路を形成するため、少なくとも一つの磁石が内部に設けられた、略環状の高透磁性コアと、

枢軸を中心として前記コアを枢動できるように、前記コアを少なくとも一つの支承体支持体に取り付ける少なくとも一つの回転自在の支承体と、

前記コアに設けられた隙間と、

前記コアの夫々の端面から夫々の間隔によって離間された、前記隙間に配置された高透磁性材料製の本体と、

前記コアの所定長さを取り囲むコイルと、を備え、

前記枢軸を中心とした前記コアの枢動により、前記コアの前記端面と前記本体との間に相対的な移動を発生させ、

前記コア内の磁束が前記本体を通過し、枢動可能な前記コアに復元力を与えて、前記コアの端面を前記本体に位置合わせするようにし、

前記本体は、前記枢軸に向かって及び前記枢軸から遠ざかるように選択的に移動自在となり、前記本体と前記コアの端面との間の一致する程度を変化させることで前記復元力を変化させる支持体に取り付けられる、電気機械的発電機。

【請求項２】

請求項１に記載の電気機械的発電機において、

前記コアは、前記枢軸に沿って互いに間隔が隔てられた二つの回転自在の支承体によって前記支持体に取り付けられている、電気機械的発電機。

【請求項３】

請求項１又は２に記載の電気機械的発電機において、

前記コイルは、前記枢軸と同軸である、電気機械的発電機。

【請求項４】

請求項１乃至３のうちのいずれか一項に記載の電気機械的発電機において、

前記コアに、二つの磁石が、前記コイルの各側に一つずつ設けられている、電気機械的発電機。

【請求項５】

請求項１乃至４のうちのいずれか一項に記載の電気機械的発電機において、

前記環状コアは略矩形形状であり、

前記コイルが取り付けられた枢着端と、隙間を含む反対側の自由端と、これらの間を延びる二つの両側部とを有し、

各側部は、夫々磁石を含む、電気機械的発電機。

【請求項６】

請求項１乃至５のうちのいずれか一項に記載の電気機械的発電機において、

低透磁性材料でできた本体は、前記枢軸から遠方の所定位置で前記コアに取り付けられている、電気機械的発電機。

【請求項７】

請求項１乃至６のうちのいずれか一項に記載の電気機械的発電機において、更に、

前記少なくとも一つの支承体支持体及び前記高透磁性材料でできた前記本体を支持するベースを含む、電気機械的発電機。

【請求項８】

電気機械的発電機を使用して機械的振動エネルギを電気エネルギに変換する方法において、

磁気回路を形成するため、少なくとも一つの磁石が内部に設けられた、略環状の高透磁性コアと、枢軸を中心として前記コアを枢動できるように、前記コアを少なくとも一つの支承体支持体に取り付ける少なくとも一つの回転自在の支承体と、

前記コアに設けられた隙間と、前記コアの夫々の端面から夫々の間隔によって離間された、前記隙間に配置された高透磁性材料製の本体と、前記コアの所定長さを取り囲むコイルと、を有し、

前記枢軸を中心とした前記コアの枢動により、前記コアの前記端面と前記本体との間に相対的な移動を発生させる、電気機械的発電機を提供する工程と、

前記枢軸を中心として前記コアを枢動し、前記コアの前記端面を前記本体に対して移動するように、前記電気機械的発電機を振動させる工程と、

前記コイルから出力電力を得る工程と、を備え、

前記コア内の磁束は前記本体を通過し、前記枢動自在のコアに復元力を提供し、前記コアの前記端面を前記本体と強制的に整合させ、

前記コア内の磁束が前記本体を通過し、枢動可能な前記コアに復元力を与えて、前記コアの端面を前記本体に位置合わせするようにし、

前記本体は、前記枢軸に向かって及び前記枢軸から遠ざかるように選択的に移動自在となり、前記本体と前記コアの端面との間の一致する程度を変化させることで前記復元力を変化させる支持体に取り付けられる、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、機械的振動エネルギを電気エネルギに変換するための電気機械的発電機に関する。更に詳細には、本発明は、例えばインテリジェントセンサシステムで使用するため、周囲振動エネルギを電気エネルギに変換できる小型発電機であるデバイスに関する。こ

のようなシステムは、電力を提供したりセンサのデータを伝送する上で、実際上導線を取り付けることができないアクセス不能領域で使用できる。

【背景技術】

【０００２】

現在、超小型電気機械的システム（ＭＥＭＳ）デバイス用の代替電源の分野で、研究活動のレベルが向上している。このようなデバイスは、当該技術分野において、「エネルギ獲得」に使用され、「寄生電源」として使用されると説明されている。このような電源は、無線センサに電力を提供するため、現在研究中である。

【０００３】

周囲振動から有用な電力を獲得するため、電気機械的発電機を使用することが周知である。代表的な磁石－コイル発電機は、システムが振動したとき、磁石コアが形成する磁束をコイルが横切るように磁石又はコイルに取り付けられたばね－質量組み合わせを含む。振動時に移動する質量は、片持ち梁ビームに取り付けられている。ビームは、磁石コアに連結されており、コイルがデバイスのエンクロージャーに対して固定されていてもよいし、その逆の構成であってもよい。電気機械的発電機を小型化する。これにより、電気機械的発電機は、様々な場所に置くことができ、又は単一の又は複数の構成要素を駆動するための電力を提供するためのホスト装置に置くことができる。

【０００４】

このような超小型電気機械的発電機の一つを図１に示す。電気機械的発電機２についての周知の設計は、固定銅コイル１０と隣接して可撓性ばね鋼ビーム８に取り付けた磁石４、６を有する。コイル１０は、磁石４、６間に配置されている。ビーム８の自由端１４には開口部１２が形成されており、磁石４、６が開口部１２の両側に配置されている。コイル１０は開口部１２に配置されており、ベース１８から上方に延びるアーム１６に取り付けられている。ビーム８の他端２０は、ベース１８から上方に延びる直立支持体２２に固定されている。各磁石４、６は一対の磁石エレメント２４、２６を有し、これらのエレメントの各々は、ビーム８の上側及び下側に夫々に配置されている。各対の二つのエレメント２４、２６は、コイル１０から遠方の側部に配置されたキーパー２８によって互いに連結されている。これにより、コイル１０が配置された磁石４、６間に磁束領域を形成する。

【０００５】

電気機械的発電機２に、ビーム８及び磁石４、６のアッセンブリの共振振動数近くの振動数の振動を垂直方向（図１参照）に加えると、ビーム８及び磁石４、６がコイル１０に対して揺動する。この移動により、コイル１０を通る磁束が変化し、及び従って、コイル１０の導線に沿って電圧が誘導される。

【０００６】

この周知の設計は、磁気的に非常に効率的である。これは、磁束経路内に大きな導電性エレメントがないためである。こうした導電性エレメントがあると、渦電流が発生し易い。しかしながら、磁石４、６間の経路の透磁性が低い（及び従って、リラクランスが高い）ため、磁束の流れが低く、及び従って、コイル１０の捲線毎の誘導電圧が低い。低い誘導電圧に対処するため、コイル１０は、有用な電力出力について十分な出力電圧が得られるように、小さな容積に多くの捲線を必要とする。これにより、コイルの抵抗が大きくなり、これにより電気機械的発電機２の電気的効率が低下する。

【０００７】

更に、電気機械的発電機２は、振動可能な磁石アッセンブリを支持する、片持ち梁ビームとして作用するばねビーム８を必要とする。このようなビームは、適当なばね材料を提供する必要があり、振動可能な磁石アッセンブリを支持するビームを注意深く調整する必要がある。これは、正確に行うのが困難であり、ばねビームの共振特性は、電気機械的発電機２の設計寿命に亘って変化してしまう。

【０００８】

ドイツ国特許第ＤＥ２９６１８０１５Ｕ号には、振動に反応するリーフばねに磁石を取

り付けた自転車用発電機が開示されている。これは、コアに対して移動し、コイル内に電圧を誘導する。この初期の開示は、上文中に論じた小型発電機に関するものではなく、片持ち梁ビームとして作用するばねビームを必要とする周知の電気機械的発電機に関して上文中に論じた問題点に対処するものでも解決するものでもない。

【０００９】

ソビエト特許第１０７５３５７Ａ号には、バッテリーを充電するためのボディ揺動発電機が開示されている。捲線が中央コアに設けられており且つ永久磁石が外コアに設けられたＥ字形状磁気回路を持つヒンジ連結されたボディが螺旋状ばねによって揺動するように支持されている。この開示は、片持ち梁ビームとして作用するばねビームを必要とする周知の電気機械的発電機に関して上文中に論じた問題点に対処するものでも解決するものでもない。

【００１０】

ソビエト特許第７７６４８７Ａ号には、心臓刺激装置のバッテリーを充電するための発電機が開示されている。この発電機は、コイル及び円錐形磁極が端部に設けられた回転自在円筒形アーマチュアを含む。この開示は、片持ち梁ビームとして作用するばねビームを必要とする周知の電気機械的発電機に関して上文中に論じた問題点に対処するものでも解決するものでもない。

【００１１】

米国特許第５１８０９３９号には、一対の往復動エレメントを備えた機械整流式線型交流発電機が開示されている。この開示は、片持ち梁ビームとして作用するばねビームを必要とする周知の電気機械的発電機に関して上文中に論じた問題点に対処するものでも解決するものでもない。

【００１２】

従って、電気機械的発電機、特に超小型電気機械的発電機によって、機械的振動エネルギを電気エネルギへ、及び有用な電力に変換する変換効率を向上させる必要がある。

【００１３】

更に、上文中に説明した片持ち梁ビームとして作用するばねビームの問題点を解決するか或いはこのような問題点をなくした、電気機械的発電機、特に超小型電気機械的発電機が必要とされている。

【特許文献１】ドイツ国特許第ＤＥ２９６１８０１５Ｕ号

【特許文献２】ソビエト特許第１０７５３５７Ａ号

【特許文献３】ソビエト特許第７７６４８７Ａ号

【特許文献４】米国特許第５１８０９３９号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１４】

本発明は、機械的振動エネルギを電気エネルギに変換するための、周知のデバイスよりも効率的に作動でき、及び／又は共振エレメントとしての片持ち梁ばねビームの問題に遭遇しない、改良電気機械的発電機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

従って、本発明は、機械的振動エネルギを電気エネルギに変換するための電気機械的発電機において、磁気回路を形成するため、少なくとも一つの磁石が内部に設けられた、略環状の高透磁性コアと、枢軸を中心としてコアを枢動できるように、コアを少なくとも一つの支承体支持体に取り付ける少なくとも一つの回転自在の支承体と、コアに設けられた隙間と、コアの夫々の端面から夫々の間隔によって離間された、隙間に配置された高透磁性材料製の本体とを、前記コアの所定長さを取り囲むコイルと、を備え、枢軸を中心としたコアの枢動により、コアの端面と本体との間に相対的な移動を発生させる、電気機械的発電機を提供する。

【００１６】

好ましくは、コアは、枢軸に沿って互いに間隔が隔てられた二つの回転自在の支承体によって支持体に取り付けられている。
【００１７】
好ましくは、コイルは、枢軸と同軸である。
【００１８】
好ましくは、コイルは、コアが枢動するときに回転しないように回転的に固定されている。
【００１９】
好ましくは、コアに、二つの磁石が、コイルの各側に一つずつ設けられている。
【００２０】
好ましくは、枢軸から遠方の所定位置で、低透磁性材料でできた本体がコアに取り付けられている。
【００２１】
好ましくは、高透磁性材料製の本体は、枢軸に向かって及び枢軸から遠ざかるように、選択的に移動自在の支持体に取り付けられている。
【００２２】
好ましくは、環状コアは略矩形形状であり、コイルが取り付けられた枢着端と、隙間を含む反対側の自由端と、これらの間を延びる二つの両側部とを有し、各側部は、夫々磁石を含む、電気機械的発電機。
【００２３】
好ましくは、電気機械的発電機は、更に、少なくとも一つの支承体支持体及び高透磁性材料でできた本体を支持するベースを含む。
【００２４】
本発明は、更に、電気機械的発電機を使用して機械的振動エネルギを電気エネルギに変換する方法において、磁気回路を形成するため、少なくとも一つの磁石が内部に設けられた、略環状の高透磁性コアと、枢軸を中心としてコアを枢動できるように、コアを少なくとも一つの支承体支持体に取り付ける少なくとも一つの回転自在の支承体と、コアに設けられた隙間と、コアの夫々の端面から夫々の間隔によって離間された、隙間に配置された高透磁性材料製の本体と、前記コアの所定長さを取り囲むコイルと、を有し、枢軸を中心としたコアの枢動により、コアの端面と本体との間に相対的な移動を発生させる、電気機械的発電機を提供する工程と、枢軸を中心としてコアを枢動し、コアの端面を本体に対して移動するように、電気機械的発電機を振動させる工程と、コイルから出力電力を得る工程と、を備え、コア内の磁束は本体を通過し、枢動自在のコアに復元力を提供し、コアの端面を本体と強制的に整合させる、方法を提供する。
【００２５】
高透磁性材料製の本体は、枢軸に向かって及び枢軸から遠ざかるように、選択的に移動自在の支持体に取り付けられており、更に、支持体を枢軸に向かって及び枢軸から遠ざかるように移動し、これによって復元力を変化する工程を含む。
【００２６】
次に、本発明の一実施例を、添付図面を参照して単なる例として説明する。
【発明を実施するための形態】
【００２７】
図２は、本発明の一実施例に従って使用するため、機械的振動エネルギを電気エネルギに変換するための電気機械的発電機３２を示す。この電気機械的発電機３２は、高透磁性材料製の略環状のコア３８に配置された磁石３４、３６を有する。コア３８は、渦電流が発生しないように積層してあり、代表的には、低損失（低ヒステリシス）鋼でできている。コア３８は、２つの端部４０、４２を含む。コア３８は、一方のヒンジ端４０が、ベース４６から上方に延びる二つの直立した支持体４４間に枢着されている。枢着は、両側に設けられた二つの回転自在の支承体４８を中心としてなされている。これらの２つの支承体４８は枢軸Ｘ－Ｘを形成し、この枢軸を中心としてコア３８が回転できる。支承体４８

は、枢軸に沿って互いから間隔が隔てられている。代表的には、枢軸Ｘ－Ｘは水平であり、そのため、コアは垂直方向に枢動をなして揺動できる。コイル５０が、支承体４８間のコア３８の長さを取り囲んでいる。コイル５０は枢軸Ｘ－Ｘと同軸である。コイル５０は回転的に固定されており、そのため、コア３８の枢動時に回転しない。コア３８の二つの対向側部５２、５４は、コア３８の他の自由端５６に向かって延びている。各側部５２、５４内には、磁石３４、３６が夫々配置されている。別の態様では、磁石が一つしか設けられておらず、この磁石がコア内に配置される。コアの他方の自由端５６には、隙間５８が形成されている。高透磁性材料製のステータ６０が隙間５８に配置されている。ステータは、ベース４６から上方に延びる支持体６２に取り付けられている。ステータ６０に面するコア３８の二つの端面６４、６６は、二つの磁石３４、３６がコア３８内に配置されていることにより、逆の磁極性を備えている。支持体６２は、枢軸Ｘ－Ｘに向かって、又は枢軸から遠ざかるように、一つの方向に選択的に移動できるようになっている。これによって、ステータ６０と、コア３８の端面６４、６６との間の一致の程度を変化する。端面６４、６６と、ステータ６０の両面の夫々との間に狭幅の間隔６８、７０がある。

【００２８】

磁石３４、３６を収容したコア３８は、コア３８の端面６４、６６間に磁束領域を形成し、ステータ６０がこの磁束領域に配置される。ステータ６０が隙間５８内に存在するため、磁束がステータ６０を通って優先的に流れる。これにより、コア３８の自由端５６に力が加わり、端面６４、６６をステータ６０と垂直方向に整合させる。この実施例では、力は重力の作用に逆らって上方に差し向けられ、端面６４、６６はステータ６０と垂直方向に整合させる。このようにして、コア３８は、ヒンジ端４０でだけヒンジをなして支持されているけれども、略水平な配向に保持される。

【００２９】

低透磁性材料でできた高質量本体７２が、コア３８に、枢軸Ｘ－Ｘから遠方の所定位置に取り付けられている。この実施例では、高質量本体７２は、細長い矩形のブロックであり、二つの端部７４、７６が、コア３８の自由端４２の延長部分７８、８０に夫々取り付けられている。これらの延長部分７８、８０は、側部５２、５４から延びるように配向されている。高質量本体７２及びコア３８は同一平面内にある。高質量本体７２は自由端４２と平行であり、ステータ６０を収容した隙間５８から、枢軸Ｘ－Ｘから遠方の側部が間隔が隔てられている。別の態様では、高質量本体７２は、略Ｕ字形状であってもよく、その二つの端部は、側部５２、５４から延びるようにコア３８の自由端４２に取り付けられており、中央部分が自由端４２と平行であり、ステータ６０を収容した隙間５８から間隔が隔てられている。隙間５８及びステータ６０を含む磁気回路を短絡しないようにするため、低透磁性材料が提供される。高質量本体７２をデバイスに枢軸Ｘ－Ｘから遠方に追加することにより、電気機械的発電機３２の電力出力を増大する。これは、高透磁性材料を増大することなく、回転的に揺動するアッセンブリの慣性質量が増大するためである。高透磁性材料が増大すると、渦電流が発生する可能性が高くなり、その結果、効率が低下する。

【００３０】

電気機械的発電機３２に外部振動源を加えると、枢軸Ｘ－Ｘを中心としてコア３８を枢動させることにより、自由端４２をステータ６０に対して方向Ｙ－Ｙに垂直方向に移動する。これにより、端面６４、６６間の空隙５８内でのステータ６０の相対的位置が変化するため、コア３８を通る磁束の流れが変化する。これにより、コイル５０内に電流を誘導する。この電流は、外部デバイス（図示せず）を駆動するのに使用できる。磁気復元力により、コア３８を、加えられた振動とともに、水平な形体を中心として揺動させる。復元力（及び従って、電気機械的発電機３２の共振振動数）の調整は、ステータ６０を、Ｚ－Ｚ方向でコイル５０に向かう方向又はコイルから遠ざかる方向に移動することによって行うことができる。

【００３１】

図１を参照して説明した周知のデバイスと比較して、磁気復元力が存在するため、ばね

が不要である。これは、周知のデバイスのばねビームのばね特性がその有用寿命中に変化する傾向があり、そのため共振振動数の不時の変化を引き起し、電力出力を劣化し、及び／又はデバイスの様々な調節を必要とするため、有利である。本発明の電気機械的発電機３２は、ばねを必要としないばかりでなく、共振振動数の調整を容易に行うことができる。

【００３２】
しかしながら、本発明の電気機械的発電機の随意の変更では、枢動自在のコアに追加の復元力を加えるため、例えばばね等の押圧エレメントを追加に設けてもよい。このような押圧エレメントは、ベースとコアとの間に配置されてもよい。磁気復元力は、振幅に関して非線型である傾向があり、従って、復元力の線型性を向上する目的でこのような追加の押圧エレメントを使用してもよい。

【００３３】
更に、コアを通る磁束流が、図１を参照して説明した周知のデバイスのコイルを通る磁束流と比較して遥かに高いため、共振振動数で発生する電圧を遥かに高くできる。これは、比較的小さな空隙を提供することによって、及び従って、端面６４、６６とステータ６０との間の間隔が、図１を参照して説明した周知のデバイスの磁石間の間隔と比較して狭幅であることによって得られる。

【００３４】
更に、本発明の電気機械的発電機３２のコイル５０は、枢軸Ｘ－Ｘを中心として配置されており、コアの枢動区分を中心として取り付けられているが、コイル５０自体は回転的に固定されている。従って、コイル５０は、コア側部５２、５４間の間隔とほぼ同じであってもよい十分な軸線方向長さＤを持つことができる。これにより、コアの容積を、図１を参照して説明した周知のデバイスと比較して大きくでき、これにより、比較的太く抵抗が小さい導線を使用できる。これにより、コイルの電気抵抗が低下し、その結果デバイスの効率を向上できる。

【００３５】
本発明の電気機械的発電機に対する様々な変更は、当業者には明らかであろう。例示の実施例では、コアは矩形形体である。しかしながらこの他の形状を使用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【００３６】
【図１】機械的振動エネルギを電気エネルギに変換するための周知の電気機械的発電機の概略斜視図。
【図２】機械的振動エネルギを電気エネルギに変換するための、本発明の一実施例による電気機械的発電機の概略斜視図。

【符号の説明】

【００３７】
３２　電気機械的発電機
３４、３６　磁石
３８　コア
４０、４２　端部
４４　支持体
４６　ベース
４８　支承体
５０　コイル
５２、５４　側部
５６　自由端
５８　隙間
６０　ステータ
６２　支持体
６４、６６　端面

６８、６９　間隔
７２　高質量本体

【図１】

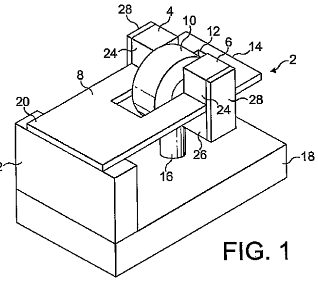

FIG. 1

【図２】

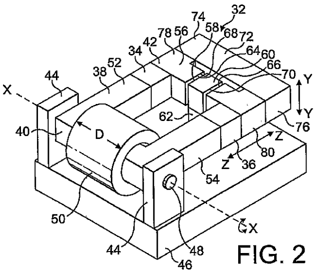

FIG. 2

フロントページの続き

(72)発明者　ステファン、ロバーツ
イギリス国ハンプシャー、ウィンチェスター、ナンズ、ロード、１７
(72)発明者　ロイ、フリーランド
イギリス国ハンプシャー、シャウフォード、スモールウッド

審査官　栗田　雅弘

(56)参考文献　特開昭５０－１４８８０９（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２８２８１８（ＪＰ，Ａ）
実開昭５４－１７２２１９（ＪＰ，Ｕ）
特開２００５－１８４９９２（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１１６２５８（ＪＰ，Ａ）
特表２００５－５１９５７２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第９９／４９５５６（ＷＯ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H02K 35/00 - 35/06