

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4870069号
(P4870069)

(45) 発行日 平成24年2月8日 (2012. 2. 8)

(24) 登録日 平成23年11月25日 (2011. 11. 25)

(51) Int. Cl.

F I

FO3B 13/16 (2006. 01)

HO2K 35/02 (2006. 01)

HO2K 35/04 (2006. 01)

FO3B 13/16

HO2K 35/02

HO2K 35/04

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-504006 (P2007-504006)	(73) 特許権者	501063427
(86) (22) 出願日	平成17年3月15日 (2005. 3. 15)		オーシャン パワー テクノロジーズ, インク.
(65) 公表番号	特表2007-529686 (P2007-529686A)		アメリカ合衆国 08534 ニュージャージー, ペニンントン, ビルディング エー, リード ロード 1590
(43) 公表日	平成19年10月25日 (2007. 10. 25)	(74) 代理人	100094112
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/008469		弁理士 岡部 譲
(87) 国際公開番号	W02005/089284	(74) 代理人	100064447
(87) 国際公開日	平成17年9月29日 (2005. 9. 29)		弁理士 岡部 正夫
審査請求日	平成20年1月29日 (2008. 1. 29)	(74) 代理人	100085176
(31) 優先権主張番号	60/553, 666		弁理士 加藤 伸晃
(32) 優先日	平成16年3月16日 (2004. 3. 16)	(74) 代理人	100096943
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 臼井 伸一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ブレーキを備えた波力エネルギー変換器 (WEC)

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁氣的ブレーキを備えた波力エネルギー変換器 (WEC) であって、
水域に置かれるように意図され、前記水域にある波に応じて互いに相対的に移動するフロートおよび支柱と、

前記支柱とフロートのうちの一方に装着された永久磁石アセンブリ (PMA)、および前記支柱とフロートのうちの他方に装着されたインダクション・コイル・アセンブリ (ICA) であって、前記フロートおよび支柱に装着された前記 PMA と前記 ICA が所定の動作範囲の中で互いに相対的に移動し、それによって前記フロートと支柱の相対的移動が電気エネルギーへと変換されるときに前記インダクション・コイル・アセンブリ (ICA) に電圧を生じさせ、前記 PMA と前記 ICA は、互いに対向して配置され、互いに平行な方向に移動できる、前記 PMA および前記 ICA と、

アクティブ電力発生範囲の外側である、前記 ICA よりも上または下に前記 PMA が移動する場合に、前記フロートとの相対的な前記支柱の移動を阻止するため、前記インダクション・コイル・アセンブリの上および下に装着された磁気装置とを備え、
前記磁気装置が、

第 1 の導電性金属プレート近辺に前記 PMA が存在する場合に、前記動作範囲を越える前記支柱との相対的な前記フロートの移動を阻止する性質の磁場を、前記 PMA と前記第 1 の導電性金属プレートとの間に発生させるための、前記 ICA の上方に装着された前記第 1 の導電性金属プレートと、

10

20

第2の導電性金属プレート近辺に前記PMAが存在する場合に、前記動作範囲を越える前記フロートの前記支柱との相対的な移動を阻止する性質の磁場を、前記PMAと前記第2の導電性金属プレートとの間に発生させるための、前記ICAの下方に装着された前記第2の導電性金属プレートとを有する、WEC。

【請求項2】

磁氣的ブレーキを備えた波力エネルギー変換器(WEC)であって、
水域に置かれるように意図され、前記水域にある波に応じて互いに相対的に移動するフロートおよび支柱と、

前記支柱とフロートのうちの一方に装着された永久磁石アセンブリ(PMA)、および前記支柱とフロートのうちの他方に装着されたインダクション・コイル・アセンブリ(ICA)であって、前記フロートおよび支柱に装着された前記PMAと前記ICAが所定の動作範囲の中で互いに相対的に移動し、それによって前記フロートと支柱の相対的移動が電気エネルギーへと変換されるときに前記インダクション・コイル・アセンブリ(ICA)に電圧を生じさせ、前記PMAと前記ICAは、互いに対向して配置され、互いに平行な方向に移動できる、前記PMAおよび前記ICAと、

アクティブ電力発生範囲の外側である、前記ICAよりも上または下に前記PMAが移動する場合に、前記フロートとの相対的な前記支柱の移動を阻止するため、前記インダクション・コイル・アセンブリの上および下に装着された磁気装置とを備え、

前記磁気装置が、

前記第1のブレーキ用コイル・アセンブリの近辺に前記PMAが存在する場合に、前記フロートとの相対的な前記支柱の移動を阻止する性質の大きな磁場を、前記PMAと前記第1のブレーキ用コイル・アセンブリとの間に発生させるための、前記ICAよりも上に装着された第1のブレーキ用コイル・アセンブリと、

前記第2のブレーキ用コイル・アセンブリの近辺に前記PMAが存在する場合に、前記フロートとの相対的な前記支柱の移動を阻止する性質の大きな磁場を、前記PMAと前記第2のブレーキ用コイル・アセンブリとの間に発生させるための、前記ICAよりも下に装着された第2のブレーキ用コイル・アセンブリとを有する、WEC。

【請求項3】

前記PMAが前記支柱とフロートのうちの一方に装着され、前記ICAが前記支柱とフロートのうちの他方に装着され、前記支柱が前記フロートに対して相対的に上下に移動することが可能である、請求項1に記載のWEC。

【請求項4】

前記支柱が静止型であり、前記フロートが前記支柱に対して相対的に上下に移動する、請求項1に記載のWEC。

【請求項5】

前記支柱および前記フロートが両方共に互いに相対的に移動することが可能である、請求項1に記載のWEC。

【請求項6】

前記フロートが静止型であり、前記支柱が前記フロートに対して相対的に上下に移動する、請求項1に記載のWEC。

【請求項7】

選択的に有効化されるスイッチが、前記ブレーキ用コイル・アセンブリを選択的に回路短絡するために各々のブレーキ用コイル・アセンブリに接続され、

前記PMAおよび前記ICAの少なくとも一方の位置を感知することで、前記ブレーキ用コイル・アセンブリを横切って接続された前記選択的に有効化されるスイッチのオン切り換えとオフ切り換えを制御するための電圧センサを備え、

前記電圧センサは、前記ICAのうちの選択されたコイルおよび/または前記ブレーキ用コイル・アセンブリに展開される電圧を感知することで前記ICAに相対したPMAの位置を確認する、請求項2に記載のWEC。

【請求項8】

前記ブレーキ用コイル・アセンブリが回路短絡される、請求項 2 に記載の W E C。

【請求項 9】

加えられる外部の力に応じて互いに相対的に移動するように意図されたフロートおよび支柱と、

前記フロートと前記支柱との間の移動に応答して、それらが動作範囲の中で移動する限り、それらの相対的運動を電気エネルギーへと変換するために前記フロートと前記支柱との間に接続されたパワー・テイクオフ (P T O) 装置と、

前記フロートと支柱が前記動作範囲の外側で互いに相対的に移動する傾向がある際に、前記フロートと支柱との間の相対的運動を制限および抑制するための電磁手段とを有する波力エネルギー変換器であって、

10

前記制限および抑制するための電磁手段は、前記支柱とフロートのうちの一方に取り付けられた永久磁石アセンブリ (P M A) および前記支柱とフロートのうちの他方に取り付けられたブレーキ用コイル・アセンブリ (B C A) を有し、

前記動作範囲の外側での前記支柱との相対的な前記フロートの運動に対抗する電磁力が作り出されるように、前記 P M A および前記 B C A が近接する場合に前記 B C A に電圧を生じさせるように前記 P M A および B C A は配置され、前記 P M A および B C A は、前記動作範囲の外側で運動する場合に互いに近接した状態であることを特徴とする波力エネルギー変換器。

【請求項 10】

前記 P T O がリニア発電機である、請求項 9 に記載の波力エネルギー変換器。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、その教示が本願明細書に参照で組み入れられる 2004 年 3 月 16 日に提出された「Wave Energy Converters (W E C s) with Linear Electric Generators (L E G s)」という表題の米国仮特許出願番号 60 / 553 , 666 号から優先権を主張するものである。

【0002】

本発明は、波力エネルギー変換器 (W E C) の選択された構成要素の間の過剰な運動を阻止するための装置および方法に関する。

30

【背景技術】

【0003】

知られている波力エネルギー変換器 (W E C) は 2 つの基本的な構成要素を含み、それらは水域に置かれると、海洋 (海) の波の運動に応答して互いに相対的に移動するように設計される。これら 2 つの構成要素のうちの一方は「フロート」(または外郭構造)として示されることが可能であり、2 つの構成要素のうちの他方は「支柱」(シャフトまたはスパー)として示されることが可能である。これら 2 つの構成要素の間にはそれらの相対的運動を電気エネルギーに変換するためにパワー・テイクオフ (P T O) 装置が接続される。

【0004】

40

出願人らによって直面される問題は、図 1 を参照し、波の運動に응答してフロート 10 が支柱 12 に沿って上下に移動すると仮定することによって、および波に起因する力が大幅に変化する可能性が高いことに留意することによって説明されることが可能である。例えば波の力は、支柱に相対したフロートの移動が望ましい「動作範囲」を越えることが可能となり、かつもしも阻止されなければ支柱からのフロートの分離を引き起こす可能性が高くなるような大きさ (例えば荒天時) になることが可能である。すなわち、フロートは支柱から取り外されるか、または引き裂かれる可能性が高い。したがって、支柱に相対したフロートの移動を予め決められた動作範囲に制限することが望ましく、かつ / または必要である。海および海洋に頻繁に (例えば荒天時に) 存在する極端な力に起因して起こる可能性の高い過剰な運動 (および見込まれる分離) の可能性を削減する動作範囲を越えた

50

移動を制限することが望ましく、かつ／または必要である。

【特許文献１】米国仮特許出願番号 6 0 / 5 5 3 , 6 6 6 号

【特許文献２】米国特許出願番号 1 1 / 0 3 5 , 3 2 3 号

【特許文献３】米国特許出願番号 1 1 / 0 3 0 , 9 3 2 号

【特許文献４】米国特許出願番号 1 1 / 0 3 0 , 9 3 3 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

この問題を回避するために、先行技術は様々な油圧および機械的システム（例えばバネおよび／または緩衝器）に頼って過剰な運動を停止させ、阻止する。機械的停止を使用する先行技術のシステムの範例が図 1 に示されており、それは、外郭構造 1 0 と中央の支柱 1 2 との間にパワー・テイクオフ（P T O）装置が接続され、外郭構造 1 0 がシャフト・ヘッド 8 0 3 に相対して或るレベルよりも上に進むことおよびシャフト・ヘッドに相対して或るレベルよりも下に進むことを防止するために機械的緩衝手段 8 0 1 a、8 0 1 b、8 0 1 c、および 8 0 1 d が使用される機械的緩衝システムを例示している。このタイプのシステムでは、停止部 8 0 1 a、b、c、および d に加えられる過剰な力が存在する可能性が高い。機械的停止部および／または緩衝器の信頼性は、コストが原因で、かつそれらが損耗、およびそれらに加えられる力に起因する崩壊に晒されるので概して充分ではない。図 1 では停止部および／または緩衝器が示されているが、しかし油圧および／または他の機械的システムにも同様の問題が存在する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明によると、過剰な運動の問題は、外郭構造および支柱が互いに相対して或る点を越えて移動するときにそれらの間の運動にブレーキをかけ、かつ／または鈍らせるために電磁気学的手段を使用することによって軽減される。

【 0 0 0 7 】

本発明を具現化する波力エネルギー変換器（W E C）システムは、W E C の 2 つの基本的構成要素間の過剰な運動を防止するための磁気的なブレーキ用システムを有する。W E C は海洋のような水域に置かれると海洋（海）の波の運動に応答して互いに相対して動く 2 つの構成要素を有する。これら 2 つの基本的構成要素のうちの一方はフロート（もしくは外郭構造）であり、2 つの基本的構成要素のうちの他方は支柱（シャフトもしくはスパー）である。パワー・テイクオフ装置（P T O）がこれら 2 つの構成要素の間に接続されることによって、支柱とフロートが予め決められた動作範囲の中で互いに相対して動く限りこれらの相対的運動を電気エネルギーへと変換する。予め決められた動作範囲が越えられるときに支柱に相対したフロートの運動を阻止する「ブレーキ用」システムを形成するために、本発明を具現化する電磁氣的ブレーキ用システムはフロートと支柱のうちの一方に取り付けられた永久磁石アセンブリ（P M A）、およびフロートと支柱のうちの他方に取り付けられたインダクション・コイル・アセンブリ（I C A）または金属プレートを有する。この「ブレーキ用」システムの部品は、シャフトと支柱が動作範囲内の P T O の動作に影響を与えず（または無視し得る程度の影響しか与えず）、その一方で動作範囲を越える移動を制限するようにそれらに沿って位置決めされる。

【 0 0 0 8 】

本発明の実施形態では、P T O 装置はリニア発電機（L E G）であって、それは W E C のフロートと支柱のうちの一方に取り付けられた永久磁石アセンブリ（P M A）、および W E C のフロートと支柱のうちの他方に取り付けられたインダクション・コイル・アセンブリ（I C A）を有する。シャフトと外郭構造が予め決められた動作範囲内で互いに相対して動く限り、P M A が I C A の上を通るときに I C A を横切って電圧が作り出される。この電圧が捕捉されて W E C の有用な電力を供給する。シャフトと外郭構造の移動が動作範囲を越えると、P T O の P M A（または I C A）は電磁氣的ブレーキ用システムの一部として使用されることが可能である。L E G を使用する本発明の実施形態では、第 1 およ

10

20

30

40

50

び第2の「ブレーキ用」コイル・アセンブリ（または第1および第2の銅板）がICAとして同じWEC構成要素に取り付けられることが可能である。第1のブレーキ用コイル・アセンブリはPTOのICAの上に配置され、第2の「ブレーキ用」コイル・アセンブリはPTOのICAの下に配置される。

【0009】

第1および第2のブレーキ用コイル・アセンブリは外郭構造とシャフトが動作範囲を越えて移動してPMAがブレーキ用コイル・アセンブリの物理的関与範囲の中に入ると選択的に（または自動的に）回路短絡されることが可能である。PMAが「ブレーキ用」コイルの反対側を通過するときにコイルを短絡させることにより、コイル・アセンブリの中に大電流が作り出されてPMAの運動に対抗する強い磁場を作り出す。その後、この強い磁場はブレーキのように作用し、PMAおよびそれがコイル・アセンブリの取り付けられる外郭構造（またはシャフト）に相対して装着される支柱（またはフロート）の移動を停止させない場合でも緩やかにする。

【0010】

ブレーキ用コイルをそれに接続された選択的に有効にされるスイッチと共に使用することは選択的緩和システムの導入を有効化する。場合によっては、コイルを恒久的に短絡することもできる。金属（銅または鉄などの金属）のプレートの使用はPMAが金属プレートを通り過ぎるときに一定の緩和を与える。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

添付の図面（これらは縮尺通りに描画されていない）の中で、類似した参照文字は類似した構成部品を示す。

【0012】

図2を参照すると、例えば図11A、11B、11C、および11Dに示されるタイプおよび/またはいずれかの他の適切な構成であることが可能な波力エネルギー変換器（WEC）の支柱3および外郭構造5が示されている。永久磁石アセンブリ（PMA）30aが支柱3の一方の側に装着されて取り付けられ、インダクション・コイル・アセンブリ（ICA）20aがPMA30aに対向するフロート5に装着されて取り付けられる。フロート5が「動作範囲」として規定される範囲（図1参照）にわたって支柱3に相対して移動するとICA20aを横切って出力電圧が作り出される。これらの電圧は、実用的なシステム電圧と電流（電力）の出力を作り出すために電力変換器（整流回路網111aおよび負荷520aを有して示されている）へと供給される。このようにして、PMA30aおよびICA20aはパワー・テイクオフ（PTO）回路の基本素子として機能する。

【0013】

PTOはまた、（30aよりもはるかに長尺で示される）PMA30bおよびICA20aと同様のサイズもしくはそれよりも小さいことが可能であるインダクション・コイル・アセンブリ（ICA）20bを有することも可能である。ICA20bは、負荷520bへと接続されたスイッチング回路網111bへと接続されて示される。

【0014】

ICA20aは発電システムの動作範囲内にある距離「d1」にわたって外郭構造5に沿って配置される。ICA20aの上（および動作範囲の上）に装着されるものは第1の「ブレーキ用」コイル・アセンブリ200aであり、ICA20aの下（および動作範囲の下）に装着されるものは別の「ブレーキ用」コイル・アセンブリ200bである。スイッチSaがコイル・アセンブリ200aを横切って接続され、スイッチSbがコイル・アセンブリ200bを横切って接続される。

【0015】

以下に続く動作の検討では、フロート（外郭構造）5が支柱（シャフト）3に相対して上下に移動すると仮定される。しかしながら、その逆も良好な事例であることが可能であり（すなわちフロートが固定されて支柱が移動することも可能であり）、あるいはフロートと支柱の両方が互いに相対して移動することも可能である。すべてのケースで、WEC

10

20

30

40

50

の部品に取り付けられた P T O の素子およびブレーキ用システムはその部品と共に移動する。すなわち、フロート 5 に装着されて取り付けられた I C A 2 0 a (および 2 0 b) はフロートと共に移動し、シャフト 3 に取り付けられた P M A 3 0 a (および 3 0 b) はシャフトと共に移動する。P M A 3 0 a (または 3 0 b) が I C A 2 0 a (または I C A 2 0 b) の上を横切って移動すると、コイルの上を通過する P M A 3 0 (または 3 0 b) のせいで電圧がコイル・アセンブリを横切って誘導され、それは $e = N (d\phi / dt)$ と表現されることが可能であり、ここで N は磁束結合係数であり、 ϕ は P M A と I C A の間の磁束であり、 $d\phi / dt$ は時間変化の関数としての磁束の変化である。これら誘導される電圧が整流回路網 1 1 1 a (またはスイッチング回路網 1 1 1 b) によって捕捉され、処理され、出力ライン 3 1 0 a、3 1 2 a (または 3 1 0 b、3 1 2 b) を介して電力変換器 5 2 0 a (または 5 2 0 b) へと供給されることでフロートと支柱の相対的運動の関数である出力電圧を作り出す。この出力電圧はまた、出力ラインに連結されるいずれかの適切な負荷を駆動するために使用されることも可能である。

10

【0016】

海洋の波に応答して、運動と移動が制御されて実用的なエネルギーが作り出される前述の動作範囲内で P M A 3 0 a と I C A 2 0 a が動くようにされる限り、支柱に相対したフロートの移動が生じることが望ましい。しかしながら、支柱 3 とフロート 5 との間の移動が前述の動作範囲を越えてフロート (または支柱) が P T O の望ましい範囲の外側に移動すると、そのときは支柱 (またはフロート) に相対したフロート (または支柱) のさらなる脱線を制限することが望ましく、かつ / または必要である。

20

【0017】

図 2 のシステムでは、外郭構造および支柱が前述の動作範囲の外側に移動するときにこれらの互いに相対した運動は、ブレーキ用システムを作動させるスイッチ S a または S b の適時の閉動作によって制限または阻止されることが可能である。例えば、スイッチ S a は I C A 2 0 a (およびフロート) が予め決められた点よりも下に落ちる (または P M A 3 0 a が動作範囲の最上端よりも上に上がる) と閉じられ、スイッチ S b は I C A 2 0 a (およびフロート) が予め決められた点よりも上に上がる (または P M A 3 0 a が動作範囲の最下端よりも下に降下する) と閉じられる。通常では、P M A 3 0 a がブレーキ用コイル 2 0 0 a の近辺に来て通過するようにシャフトおよび外郭構造が移動すると、コイルの上を通る P M A 3 0 a のせいでコイル 2 0 0 a を横切って大きな電圧が誘導される。スイッチ S a を閉じることによって回路短絡がコイル 2 0 0 a を横切って加えられると、コイル 2 0 0 a の中で大きな循環電流が作り出される。この大電流が磁場を発生させ、それが、P M A 3 0 a (およびそれが装着されるシャフト) に相対した I C A 2 0 a (およびそれが装着される外郭構造) のさらなる上方への運動に対抗し、支柱に相対したフロートのさらなる移動を妨げる傾向を有する。エネルギーもやはり消散させられてブレーキ作用に役立つ。

30

【0018】

同様の方法で、P M A 3 0 a が「ブレーキ用」コイル 2 0 0 b の近辺に来て通過するようにシャフトおよび外郭構造が移動すると、コイルの上を通る P M A 3 0 a のせいでコイル 2 0 0 b を横切って大きな電圧が誘導される。スイッチ S b を閉じることによって回路短絡がコイル 2 0 0 b を横切って加えられると、コイル 2 0 0 b の中で大きな循環電流が作り出される。この大電流が磁場を発生させ、それが、P M A 3 0 a (およびそれが装着されるシャフト) に相対した I C A 2 0 a (およびそれが取り付けられる外郭構造) のさらなる上方への運動に対抗する。このようにしてコイル・アセンブリ 2 0 0 a および 2 0 0 b は、フロート (外郭構造) に相対したシャフト (支柱) の望ましい動作範囲を越えた過剰な移動を妨げるための極めて効率的な磁気ブレーキを提供する。

40

【0019】

図 2 で、P M A 3 0 a は、それ全体にわたって I C A 2 0 a が配置される長さ d 1 よりもはるかに短い長さ d 2 を有する。リニア発電機 (L E G) および磁氣的ブレーキ・システムを使用するシステムでは、P M A 3 0 b および I C A 2 0 b について示されるように

50

PMAはICAに等しいかまたはそれ以上の長さであることが可能である。また、ICAの出力を変換および処理するための回路はスイッチング回路（例えば111b）または整流回路（例えば111a）であることが可能である。

【0020】

本発明はWECのパワー・テイクオフ装置（PTO）として機能するリニア発電機（LEG）を使用して例示される。本発明の磁氣的ブレーキ・システムは図11A～11Dに示される多様なWEC構造、およびその教示が本願明細書に参照で組み入れられ、本出願の譲受人と同じ譲受人に譲渡される係属出願にさらに詳細に述べられているような多様なタイプのLEGを使用する多様なパワー・テイクオフ（PTO）システムで使用されることが可能であり、その係属出願はa）2005年1月3日に提出された「Active Impedance Matching Systems and Methods For Wave Energy Converter」という表題の米国特許出願番号11/035,323号、b）2005年1月7日に提出された「Coil Switching Circuit For Linear Electric Generator」という表題の米国特許出願番号11/030,932号、およびc）2005年1月7日に提出された「Circuitry For Increasing Efficiency Of A Linear Electric Generator」という表題の米国特許出願番号11/030,933号である。

【0021】

図2の「ブレーキ用」システムの利点は、PTOおよびブレーキ用システムに関して同じもしくは類似した技術（すなわちコイルと磁石）が使用されることである。しかしながら、本発明のブレーキ用システムがどのような適切なPTOと共に使用されることも可能であり、かつ2つの構成要素が互いに相対して動く多くのシステムで使用されることが可能であることは理解されるはずである。PMAが構成要素（例えばシャフトと外郭構造）のうちの一方に取り付けられることが可能であり、かつブレーキ用コイル・アセンブリが他方の構成要素に取り付けられることが可能であり、かつ2つの構成要素が互いに相対して動くことでPMAが「ブレーキ用」コイル・アセンブリ沿いに通過して反発（ブレーキ）力の発生を可能にするように構成要素が構成される限りこれはその通りである。

【0022】

ICA20は「タップ引き出しされた」コイル構造（例えば20b）または分割された（例えば20a）コイル構造で形成されることが可能である。PMA（30aおよび/または30b）が動作範囲の中でICA（20aおよび/または20b）に沿って、かつその上を通過すると、通過するPMAに近接するコイル内に電圧が誘導される。コイル内に誘導された電圧は整流回路網（例えば111a）またはスイッチング回路網（例えば111b）を経由して、捕捉された電気エネルギーをさらに処理するための回路を含み得る負荷（例えば520aまたは520b）へと連結される。

【0023】

「ブレーキ用」コイル（例えば200a、200b）をICA（20aおよび20b）の上と下に置くことによって「ブレーキ用」システムが設けられ、それは外郭構造（シャフト）に相対したシャフト（外郭構造）の動きを妨げることが可能である。このようにして、外郭構造（またはシャフト）がシャフト（または外郭構造）に相対して「動作範囲」の外側に、かつ前述のレベルを越えて移動すると、その複数の素子が外郭構造およびシャフトに装着される電磁氣的ブレーキ・アセンブリが外郭構造とシャフトを一体に係止する傾向を有し、外郭構造（またはシャフト）がシャフト（または外郭構造）に相対してさらに動くのを妨げる。いったん外郭構造とシャフトが一体に係止されると、磁場が強度を下げるかまたはスイッチ（SaもしくはSb）が開かれるまでシャフトと外郭構造は一致して動くであろう。追加のブレーキ用コイル200cおよび200dがICA20bの上と下にそれぞれ置かれることが可能であることに留意すべきである。これらの追加のブレーキ用コイルはPMA30bと相互作用するように設計される。

【0024】

10

20

30

40

50

ブレーキ用コイルを横切って接続されて示されるスイッチ S a と S b (および S c と S d) はいずれかの適切なスイッチを使用して実装されることが可能である。例えば、これらのスイッチは、その教示が本願明細書に参照で組み入れられる参考文献の出願に示され、かつ教示されたタイプであることが可能であり、それらはそこに教示されるように制御され、機能させられることが可能である。簡単に述べると、引用した参考文献に示され、かつ教示されるようにこれらのスイッチ (例えば S a 、 S b 、 S c 、 S d) は、支柱に相対した外郭構造の物理的位置を感知するための装置を含むことが可能な位置センサ (5 1 a 、 5 1 b) によってオンオフ切り換えされることが可能である。

【 0 0 2 5 】

このようにして「ブレーキ用」スイッチ (例えば S a 、 S b 、 S c 、 S d) はシャフトおよび / または外郭構造沿いに配置された位置センサによってオンオフ切り換えされることが可能であり、そのときそれらは位置信号をセンサ 5 1 a 、 5 1 b 内に含まれるセンサ回路へと供給する。場合によっては、センサ 5 1 a 、 5 1 b は I C A のうちの選択されたコイルおよび / またはブレーキ用コイルに展開される電圧を感知することで I C A に相対した P M A の位置を確認し、その後スイッチ (例えば S a 、 S b) を閉じ、その後ブレーキ用コイルを短絡させる電圧センサであることが可能である。このようにして、ブレーキ用コイルを短絡させるスイッチはシャフトと外郭構造の相対位置を確認するために様々なコイルに作り出される電圧の感知に応じてオフ切り換えされることが可能である。

【 0 0 2 6 】

P M A が I C A の長さと比較して相対的に長い場合には位置の制御が必要となる可能性が高く、I C A が配置される長さよりも P M A が長ければなおさらそうである。必要であれば追加のブレーキ作用を供給するために追加のブレーキ用磁石 3 0 c 、 3 0 d が使用され得ることは理解されるはずである。

【 0 0 2 7 】

いったん P M A がコイルに相対して移動しなくなると、コイルに誘導される電圧がゼロに向かって進むことは理解されるはずである。すなわち、P M A とブレーキ用コイルとの間に移動があるとブレーキ用コイルはブレーキ作用を供給するように機能するであろう。しかしながら、ブレーキ作用を達成した後では、ブレーキ用コイルを横切る電圧とそれを流れる電流がゼロに向かって進み、その後、シャフトと外郭構造が解放される。したがって、(特に I C A に相対して P M A が短い場合には) 図 3 のコイル 2 0 0 e および 2 0 0 f に示されるように恒久的に短絡されたブレーキ用コイルを有することが可能である。このようにして、恒久的に短絡されたコイルを備えた高度に受動性のシステムが本発明を実践するために使用されることが可能である。

【 0 0 2 8 】

図 3 もまた、インダクション・コイルとブレーキ用コイルのアセンブリがシャフト 3 に装着されることが可能であり、P M A アセンブリが外郭構造 5 に装着されることが可能であることを例示している。別の方法で、図 3 のシステムの動作は図 2 のそれと類似している。

【 0 0 2 9 】

図 4 では、金属プレート 2 1 0 a が I C A 2 0 a の上に装着され、金属プレート 2 1 0 b が I C A 2 0 a の下に装着される。これらの金属プレートは高い導電性を有する銅または鉄などから成ることが可能である。P M A 3 0 a が金属プレート 2 1 0 a 、 2 1 0 b の近辺に来ると、その運動に対抗して強い電磁力が作り出され、さらなる運動および / または移動を妨げる。P M A と金属プレートとの間の相互作用は、P M A が装着されて取り付けられるシャフト (または外郭構造) が金属プレート (2 1 0 a 、 2 1 0 b) および金属プレートが取り付けられる外郭構造 (シャフト) に相対して定位置に保たれるようにされる。磁力がこれら 2 つの外郭構造とシャフトとの間のさらなる運動を妨げるであろう。付け加えると、本システムはスイッチ S c および S d を備えたコイル・アセンブリ 2 0 0 c および 2 0 0 d を有することもやはり可能であり、それらは上述のようにブレーキ用システムの選択的な適用を提供するであろう。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

本発明を実施するための多様なシステムが図 5 ~ 8 に示されている。これらの多様なシステムは、I C A 2 0 および P M A 3 0 を備えた L E G を有する P T O の使用を含むことが可能である。実用的な電圧を発生させるために使用され、かつブレーキ用システムで使用するための P M A 3 0 は (a) 表面磁石、(b) 埋め込み磁石、または (c) 混成永久磁石 / コア構造体および電磁石を含めた他の適切な構造体のいずれかで形成されることが可能である。電磁氣的ブレーキ・アセンブリは (a) コイルが選択的に短絡されるブレーキ用コイル・アセンブリ、(b) コイルが恒久的に短絡されるブレーキ用コイル・アセンブリ、または (c) 導電性 (金属) プレートを含むブレーキ・アセンブリ、あるいはいずれかの他の適切な構造のいずれかを含むことが可能である。

10

【 0 0 3 1 】

図 5 A は、電力変換器 5 2 0 へと供給される電圧を発生させるために、表面磁石 (図 5 B 参照) で形成された P M A 3 0 および I C A 2 0 を有する L E G アセンブリを示している。P M A 3 0 は外郭構造と支柱のうちの一方へと接続され、I C A 2 0 は外郭構造と支柱のうちの他方へと接続される。上述のように、I C A 2 0 と P M A がその動作範囲の中で互いに相対して移動し、コイルを横切って作り出された電圧が電力変換器またはいずれかの他の適切な負荷へと供給される。ブレーキ用コイル・アセンブリ 2 0 0 u および 2 0 0 d がコイル・アセンブリ 2 0 の上と下にそれぞれ形成される。アセンブリ 2 0 0 u および 2 0 0 d のコイルは短絡されて示されている。場合によっては、上述のようにコイル 2 0 0 u および 2 0 0 d は、P M A がブレーキ用コイル 2 0 0 u 、 2 0 0 d の近辺に移動すると選択的に回路短絡状態を作り出すためにコイルを横切って接続されたスイッチによって選択的に短絡されることが可能である。

20

【 0 0 3 2 】

動作時では、P M A 3 0 がコイル・アセンブリ 2 0 を越えて上方に移動し、2 0 0 u で示されるコイル領域上を通過するとき、短絡コイルに相対した磁石アセンブリの運動に対抗して極めて強い電磁力が作り出され、磁石アセンブリが短絡コイル領域を越えて上に移動するのを妨げる傾向を有する。これは、磁石およびコイルが取り付けられる外郭構造および支柱を互いに向かい合った位置で係止させる傾向を有する。同時にコイル巻線内で誘導される任意の電流が、熱の形態で多くのエネルギーを消散させる。

30

【 0 0 3 3 】

同様の方法で、P M A 3 0 が I C A 2 0 を越えて下方向に移動し、2 0 0 d で示されるコイル領域上を通過するとき、短絡コイルに相対した磁石アセンブリの運動に対抗して極めて大きい電磁力が作り出され、磁石アセンブリがコイル・アセンブリを越えて下に移動するのを妨げる傾向を有する。

【 0 0 3 4 】

図 5 B は I C A 2 0 、ブレーキ用コイル・アセンブリ 2 0 0 u 、 2 0 0 d 、および P M A 3 0 を実装するための構造体の (縮尺通りではない) 断面図である。コイル (またはステータ) アセンブリは支持構造 1 2 3 を含み、それが場合によって設けられる強磁性のヨークを含むことが可能であり、その上に長穴を設けられた接極子コアが層状構造で装着または形成される。コイルは導電性で絶縁処理されたワイヤ・コイルまたは棒または箔であることが可能である。コイルは長穴の中に巻かれる。図 5 B で、ブレーキ用コイル 2 0 0 u および 2 0 0 d に対応するコイルは短絡されて示されている。接極子コアを封入してそれを風雨および摩擦から防護するために非磁性の筐体 1 1 7 が形成される。コイル・アセンブリは空隙 1 2 5 によって P M A から離される。図 5 B では、P M A は支持構造 1 2 7 を有し、その上に強磁性のヨーク 1 2 2 が装着され、その中に永久磁石 m i a 、 m i b が装着される。P M A を封入して防護するために非磁性の筐体 1 2 9 が形成される。

40

【 0 0 3 5 】

図 6 A では、図 5 A の短絡コイル・アセンブリは反作用プレート 2 1 0 u および 2 1 0 d で置き換えられる。反作用プレートは、図 5 A の短絡コイルで展開されるそれと同様の電磁氣的なブレーキ / 緩和力を誘導するために高度に導電性の材料 (例えば銅) から成る

50

。反作用プレート 2 1 0 の背後に強磁性の材料 1 2 3 u または 1 2 3 d を追加することによってブレーキ効果が促進され得ることに留意すべきである。図 6 B は図 6 A のシステムを導入するための構造体の（縮尺通りではない）断面図である。図 6 B では、反作用プレート 2 1 0 u および 2 1 0 d は支持構造 1 2 3 の上に装着される。

【 0 0 3 6 】

図 6 A および 6 B にあるようなコイル・アセンブリ 2 0 および反作用プレート 2 1 0 u および 2 1 0 d が図 7 中にある。しかしながら図 7 は、P M A が埋め込み永久磁石構造を使用して形成されることが可能であることを示しており、それはいくつかの例では埋め込み表面磁石よりも効率的であり、かつ / または製造が容易であることが可能である。図 8 は、P M A が埋め込み磁石を使用して形成され、かつ「ブレーキ用」コイル・アセンブリが短絡される構造を示している。

10

【 0 0 3 7 】

図 9 A および 9 B は、外郭構造および支柱の鈍らされない移動範囲および L E G を P T O 装置として使用して L E G アセンブリのブレーキ効果のせいで鈍らされる移動範囲を例示している。磁石アセンブリ（図 9 A ）および / またはコイル・アセンブリ（図 9 B ）が鈍らされない（または部分的に鈍らされない）移動範囲を越えると、電磁ブレーキが作用して大幅に鈍らされる移動範囲を生じさせ、支柱に相対した外郭構造のどのようなさらなる移動も制限する傾向を示す。これらの構造およびシステムは電気エネルギーを発生させるために使用される既存の磁石とコイルまたは同様の磁石 / コイル・アセンブリを活用し、極めて有効なブレーキ用 / 鈍化用システムを導入するように機能する同様のわずかな部品の追加によって、W E C が防護モード（例えば封鎖状態）に置かれることを必要とする荒海および荒天状況時に W E C を防護する。上記で言及したように、動的なブレーキ作用を提供するためのコイルは選択的に短絡されるかまたは恒久的に短絡されることが可能である。

20

【 0 0 3 8 】

図 9 C および 9 D は、磁気ブレーキ用システム内で P T O 装置が外郭構造と支柱の相対的運動を実用的な電気エネルギーへと変換するためのいずれの適切な手段（例えば油圧手段または電磁気的手段）であることも可能であることを例示している。しかしながら、外郭構造と支柱との間の移動の距離が予め決められた値を超えるとブレーキ作用 / 鈍化作用を与えるために磁石とコイル（または反作用プレート）の電磁氣的配列が使用されることが可能である。こうして、「鈍らされない移動」の表示範囲の中では、外郭構造と支柱との間の機械的運動を電気エネルギーへと変換するためにどのような P T O 装置が使用されることも可能である。「鈍らされない」移動の領域に、システムによるパワーの抜き取りのせいである程度の鈍化があることは理解されるはずである。しかしながら、この鈍化は実用的な電力を抽出するために為されるものであって、システムの部品が互いに相対して移動するのを止めようと試みるものではない。明らかに、外郭構造の移動が「鈍らされない」範囲を越えると、磁石アセンブリと反作用プレートもしくは短絡コイル・アセンブリから成る電磁氣的鈍化システムが使用されることで、外郭構造と中央の支柱との間の移動を阻止するために磁石アセンブリとコイルが取り付けられる外郭構造とコイルのブレーキ / 鈍化を与える。

30

40

【 0 0 3 9 】

図 1 0 は、コイル・アセンブリ（または P M A ）が動作範囲の外側に移動すると P T O の I C A 2 0 がブレーキ・メカニズムの部品として使用されることが可能であることを例示している。このようにして、コイル・アセンブリ（およびまたは P M A 、あるいは P M A ）が動作範囲よりも上もしくは下にあるとコイル・アセンブリ 2 0 を横切って接続されて示されるスイッチ S 1 が閉じられてコイルを横切る短絡回路を作り出すであろう。このスイッチ機能は電力変換器に不可欠なスイッチ（図示せず）によって実行されることもやはり可能である。

【 0 0 4 0 】

単相を使用して本発明が具体的に示されてきたけれども、本発明は多相（例えば三相）

50

のシステムでの使用を意図する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 1 】

【図 1】先行技術による機械的ブレーキ用システムを例示する図である。

【図 2】本発明を具現化するブレーキ用システムを示す概略図であって、PMAがWECのシャフトに装着され、ブレーキ用システムのコイルはWECの外郭構造に装着される。

【図 3】本発明を具現化するブレーキ用システムを示す概略図であって、PMAがWECの外郭構造に装着され、ブレーキ用システムのコイルはWECのシャフトに装着される。

【図 4】本発明を具現化するブレーキ用システムを示す概略図であって、PTOのインダクション・コイル・アセンブリの上および下に配置された金属プレートがPMAと相互作用することで移動を緩和する。

10

【図 5 A】短絡したブレーキ用コイル・アセンブリと相互作用するようにICAコイル・アセンブリおよび表面磁石PMAを有するLEGであるPTOを示す概略図である。

【図 5 B】図 5 Aのシステムを導入する構造体を示す断面図である。

【図 6 A】ブレーキ作用を供給するようにICAおよび反作用プレートを備えた表面磁石PMAを有するLEGであるPTOを示す概略図である。

【図 6 B】図 6 Aのシステムを導入する構造体を示す断面図である。

【図 7】図 6 Aのシステムを導入する別の構造体を示す断面図であって、「埋め込み」磁石を使用してPMAが形成される。

【図 8】図 5 Aのシステムを導入する別の構造体を示す断面図であって、「埋め込み」磁石を使用してPMAが形成される。

20

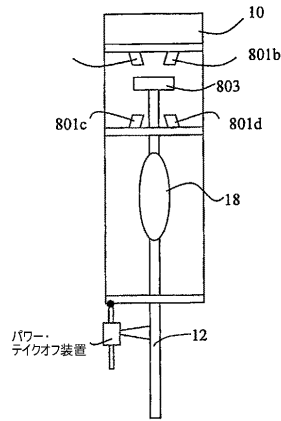
【図 9】Aは、PTOがLEGである場合の移動するPMAおよび静止した反作用プレートもしくはコイル・アセンブリの状況を例示する図である。Bは、PTOがLEGである場合の移動する反作用プレートもしくはコイル・アセンブリおよび静止したPMAの状況を例示する図である。Cは、PTOがLEG以外のシステムであることが可能である場合の移動するPMAおよび静止した反作用プレートもしくはコイル・アセンブリの状況を例示する図である。Dは、PTOがLEG以外のシステムであることが可能である場合の移動する反作用プレートもしくはコイル・アセンブリおよび静止したPMAの状況を例示する図である。

【図 10】本発明を具現化するブレーキ用システムを示す概略図であって、PTOがLEGであり、PTOのICAはLEGのPMAと共同してブレーキ作用を供給するために使用される。

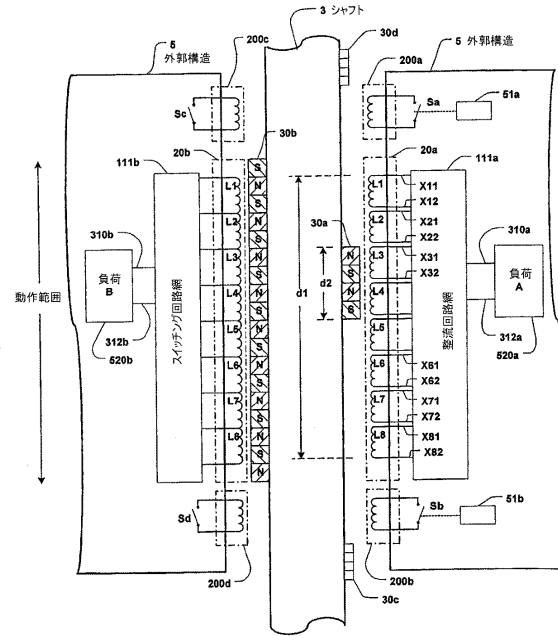
30

【図 11】本発明を具現化するLEGシステムおよびブレーキ用システムを使用する多様なWECの構成を例示する図である。

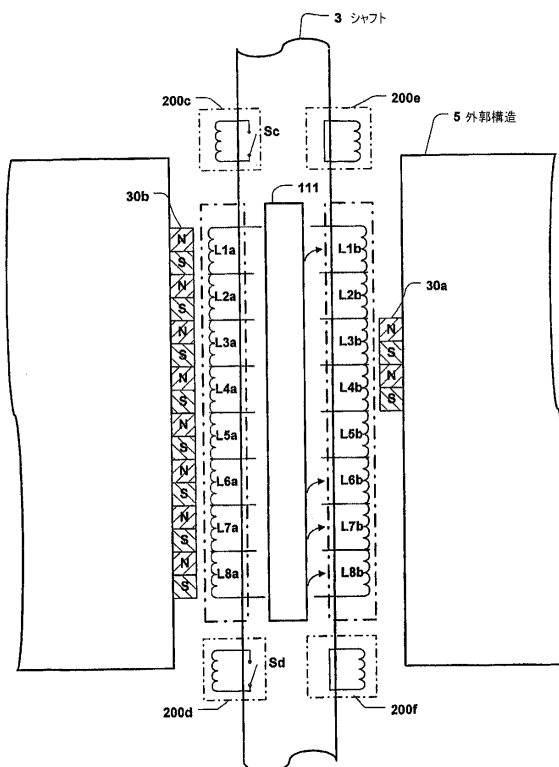
【図 1】



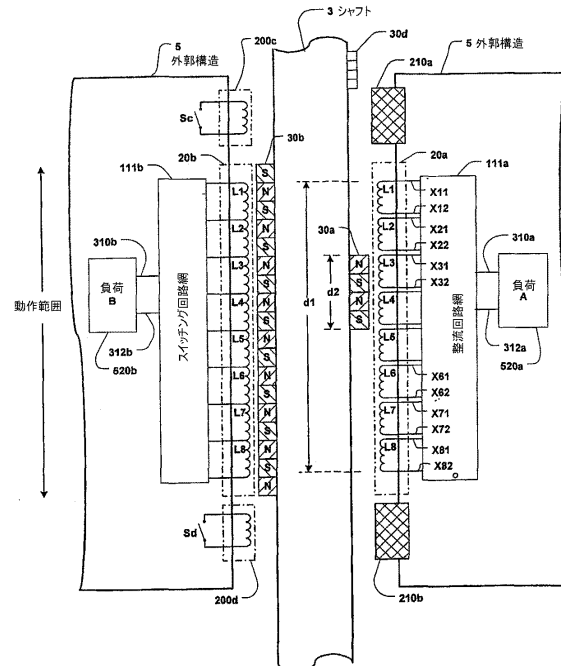
【図 2】



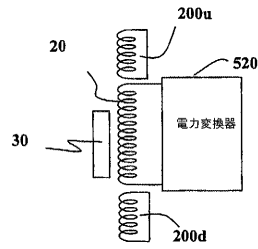
【図 3】



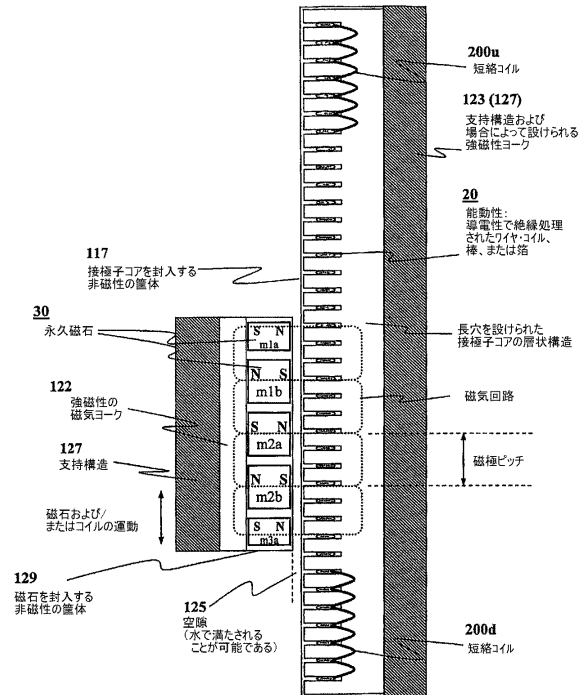
【図 4】



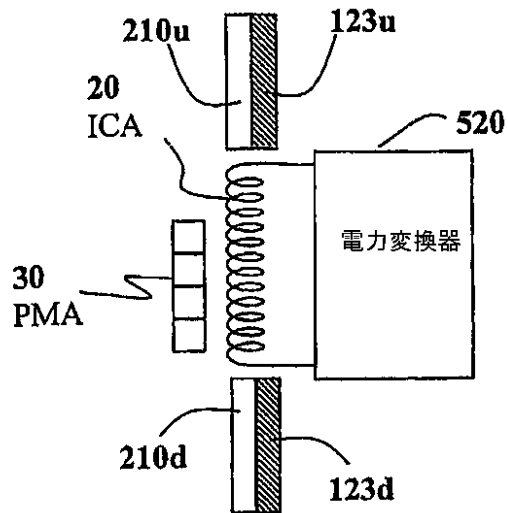
【図 5 A】



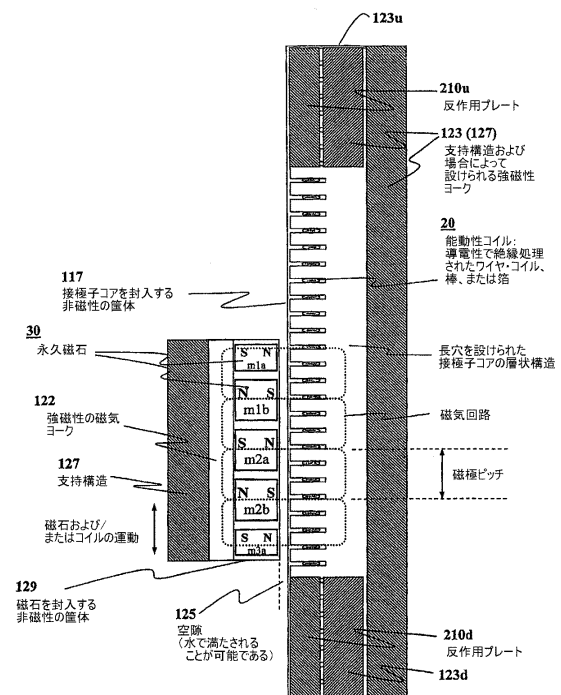
【図 5 B】



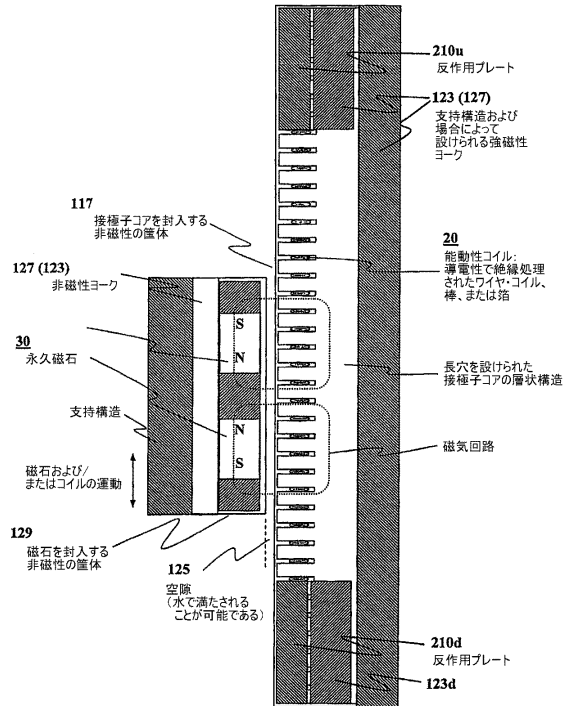
【図 6 A】



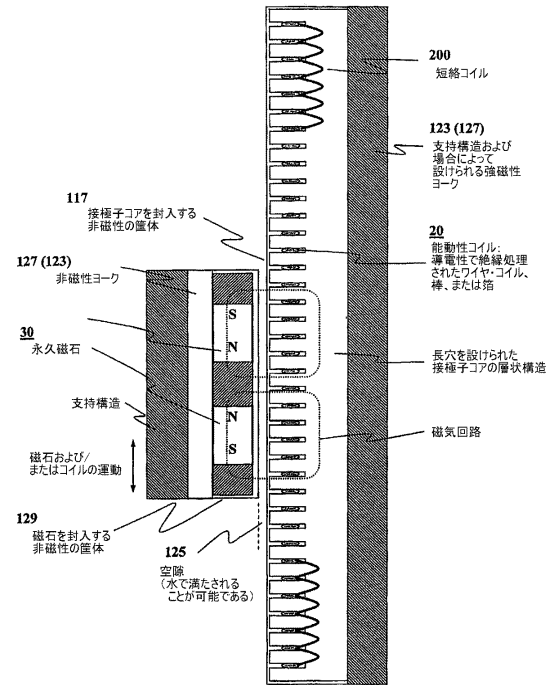
【図 6 B】



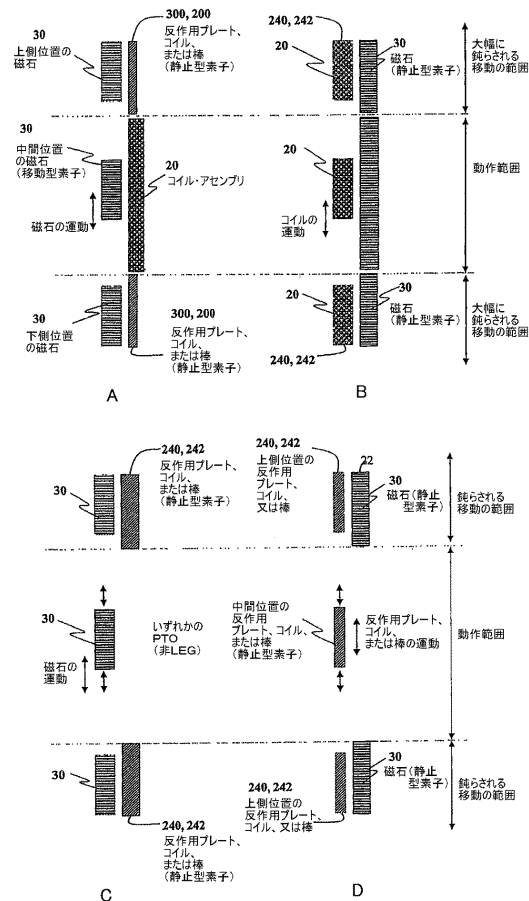
【図 7】



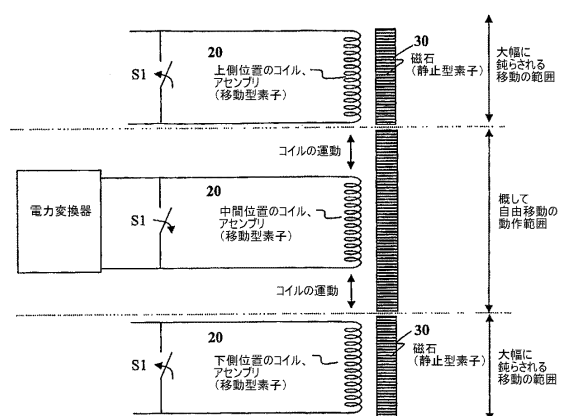
【図 8】



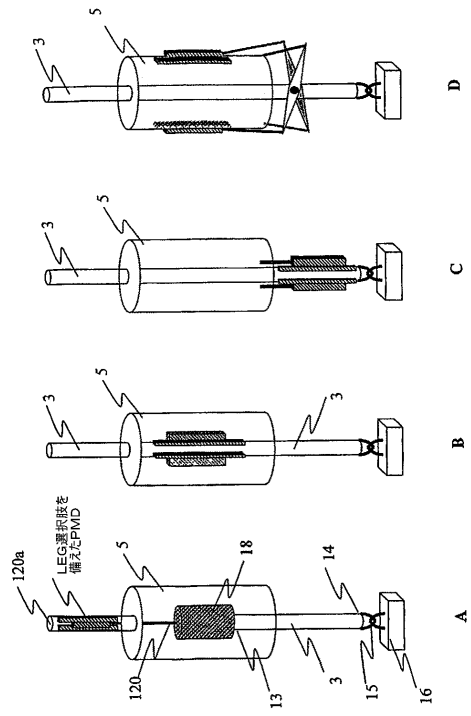
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(74)代理人 100101498

弁理士 越智 隆夫

(74)代理人 100096688

弁理士 本宮 照久

(74)代理人 100104352

弁理士 朝日 伸光

(74)代理人 100128657

弁理士 三山 勝巳

(72)発明者 スチュワート, デヴィット, ビー.

アメリカ合衆国 0 8 5 1 2 ニュージャージー, クランベリー, シムズ コート 2

(72)発明者 テイラー, ジョージ, ダブリュ.

アメリカ合衆国 0 8 5 4 0 ニュージャージー, プリンストン, セイア ドライヴ 2 7 7

審査官 加藤 一彦

(56)参考文献 特開平 0 6 - 2 8 0 7 3 3 (J P , A)

特開平 1 1 - 2 0 5 9 1 1 (J P , A)

特開平 0 4 - 1 5 5 9 0 3 (J P , A)

特開昭 5 7 - 1 8 3 2 6 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

F03B 13/16

H02K 35/02

H02K 35/04