

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4807186号  
(P4807186)

(45) 発行日 平成23年11月2日(2011.11.2)

(24) 登録日 平成23年8月26日(2011.8.26)

(51) Int. Cl.		F I		
<b>FO2B</b>	<b>71/04</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2B	71/04 ZHV
<b>FO2D</b>	<b>29/06</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2D	29/06 D
<b>HO2P</b>	<b>9/04</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2P	9/04 Z
<b>FO1B</b>	<b>11/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1B	11/00
<b>FO1B</b>	<b>23/10</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1B	23/10

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2006-233447 (P2006-233447)  
 (22) 出願日 平成18年8月30日(2006.8.30)  
 (65) 公開番号 特開2008-57383 (P2008-57383A)  
 (43) 公開日 平成20年3月13日(2008.3.13)  
 審査請求日 平成21年3月30日(2009.3.30)

(73) 特許権者 000003137  
 マツダ株式会社  
 広島県安芸郡府中町新地3番1号  
 (74) 代理人 100080768  
 弁理士 村田 実  
 (72) 発明者 中野 光一  
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
 株式会社内  
 審査官 稲葉 大紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フリーピストンエンジンの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリンダと、

前記シリンダ内に往復動可能に嵌合されると共に該シリンダ内の燃焼圧力を受けるピストンと、

前記ピストンの往復動に応じて発電を行なう第1発電機と、

要求発電量に応じて前記ピストンの慣性質量を変更する慣性質量変更手段と、  
 を備え、

前記シリンダおよびピストンが一对設けられると共に、一方のピストンの膨張行程時に他方のピストンの圧縮行程時となるように該一对のピストンの行程が互いに異なるように設定され、

前記一对のピストンに対して連動機構を介して連結されて、一方のピストンの膨張行程時に正転されると共に他方のピストンの膨張行程時に逆転されるシャフトが設けられ、

前記第1発電機が、前記シャフトの正逆回転に応じて発電を行う回転式とされ、

前記慣性質量変更手段が、前記第1発電機とは別体とされて前記シャフトの正逆回転に応じて発電を行う回転式の第2発電機と、要求発電量が大きいときに該シャフトと該第2発電機との連結を切断すると共に要求発電量が小さいときに該シャフトと該第2発電機との連結を行うクラッチと、を備えている、

ことを特徴とするフリーピストンエンジンの制御装置。

【請求項2】

請求項 1 において、

前記第 1 発電機が、常時前記シャフトに連結されると共に該シャフトが高速回転されたときに定格出力となるように設定され、

前記第 2 発電機が、前記第 1 発電機よりも低速回転のときに定格出力となるように設定されている、

ことを特徴とするフリーピストンエンジンの制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、

前記運動機構が、前記ピストンの往復動によって往復動されるラックと、該ラックに噛合されると共に前記シャフトと連動されたピニオンとを有している、ことを特徴とするフリーピストンエンジン。

10

【請求項 4】

シリンダと、

前記シリンダ内に往復動可能に嵌合されると共に該シリンダ内の燃焼圧力を受けるピストンと、

前記ピストンの往復動に応じて発電を行なう第 1 発電機と、

要求発電量に応じて前記ピストンの慣性質量を変更する慣性質量変更手段と、  
を備え、

前記シリンダおよびピストンが同一軸線上において一対設けられると共に、一方のピストンの膨張行程時に他方のピストンの圧縮行程時となるように該一対のピストンの行程が互いに異なるように設定され、

20

前記一対のピストン同士が連結ロッドを介して連結されており、

前記第 1 発電機が、前記連結ロッドに対して機械的に連結されて、該連結ロッドの往復動に応じて発電を行うようにされ、

前記慣性質量変更手段が、前記連結ロッドに対して機械的に連結されて該連結ロッドの往復動に応じて発電を行うと共に前記第 1 発電機とは別体とされた第 2 発電機と、要求発電量が大きいときに該連結ロッドと該第 2 発電機との連結を切断すると共に要求発電量が小さいときに該連結ロッドと該第 2 発電機との連結を行うクラッチと、を備えている、

ことを特徴とするフリーピストンエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、フリーピストンエンジンの制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近時、燃焼ガスの有する熱エネルギーを高効率に取り出すという観点から、フリーピストンエンジンが注目されている。特許文献 1 には、フリーピストンエンジンのピストンに設けた永久磁石が、リニア発電機の磁界内を往復動されることにより発電を行うものが開示されている。また、特許文献 2 には、互いに一体化された左右一対のピストンを行程をずらして運転することにより、左右一対のピストンが一体となって往復動されるようにし、この左右一対のピストンを連結している連結ロッドに、リニア発電機用の永久磁石を保持させたものが開示されている。

40

【特許文献 1】特開 2005 - 155345 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 343202 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

発電を行うフリーピストンエンジンにおいては、例えば自動車の走行モータへの給電用として用いる等の場合は、要求負荷やバッテリーの蓄電量等に応じて発電量を大きく変化させる必要がある。この発電量を変化させるには、ピストン速度を変更することにより達成で

50

きるが、フリーピストンエンジンにおいては、通常の自動車用エンジンとは異なって、吸入空気量や燃料噴射量を大きく変化させるという手法によってピストン速度を大きく変化させることが難しいものとなる。すなわち、フリーピストンエンジンでは、その上死点位置と下死点位置とが一定位置に定まらずに、例えば一の気筒の膨張エネルギーによって他の気筒の圧縮を行う等のことから、ピストン速度を適正值からかなり低下させてしまうと、圧縮圧力が大きく低下して出力の大幅な低下となるばかりでなく、極端な場合にはエンジンが自動停止してしまうことになる。

【 0 0 0 4 】

一方、フリーピストンエンジンにおいては、要求される最高出力に応じた最高発電量を確保するために、かなりの高速運転を行うことも要求される。このため、例えば低負荷運転時のような要求発電量が小さいときに、高速運転を行っているときのピストン速度のまま発電を行ったのでは、余剰電力が大きくなり過ぎて、バッテリーへの充電のみでは余剰電力を吸収できなかつたり、余剰電力を十分に吸収しようとするとバッテリーを大型化することが要求され、また余剰電力をバッテリーへ急速充電せざるを得ないことにもなってバッテリーの耐久性低下や充電損失が大きくなる等の問題を生じてしまう。

10

【 0 0 0 5 】

本発明は以上のような事情を勘案してなされたもので、その目的は、要求発電量に応じた適切な発電量が得られるようにしたフリーピストンエンジンの制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【 0 0 0 6 】

前記目的を達成するため、本発明にあつては次のような第1の解決手法を採択してある。すなわち、特許請求の範囲における請求項1に記載のように、

シリンダと、

前記シリンダ内に往復動可能に嵌合されると共に該シリンダ内の燃焼圧力を受けるピストンと、

前記ピストンの往復動に応じて発電を行なう第1発電機と、

要求発電量に応じて前記ピストンの慣性質量を変更する慣性質量変更手段と、

を備え、

前記シリンダおよびピストンが一对設けられると共に、一方のピストンの膨張行程時に他方のピストンの圧縮行程時となるように該一对のピストンの行程が互いに異なるように設定され、

30

前記一对のピストンに対して連動機構を介して連結されて、一方のピストンの膨張行程時に正転されると共に他方のピストンの膨張行程時に逆転されるシャフトが設けられ、

前記第1発電機が、前記シャフトの正逆回転に応じて発電を行う回転式とされ、

前記慣性質量変更手段が、前記第1発電機とは別体とされて前記シャフトの正逆回転に応じて発電を行う回転式の第2発電機と、要求発電量が大きいときに該シャフトと該第2発電機との連結を切断すると共に要求発電量が小さいときに該シャフトと該第2発電機との連結を行うクラッチと、を備えている、

ようにしてある。

40

【 0 0 0 7 】

上記解決手法によれば、第2発電機のシャフトに対する断続に応じてピストンの慣性質量が変化されることによって、安定した運転が得られるピストン速度の適正值が変化される。つまり、高速でも低速でも安定した運転を行って、要求発電量に応じた適切なピストン速度として、適切な発電量を得ることが可能になる。また、適宜低速での運転が行われることにより、常時高速運転する場合に比して耐久性向上の上でも好ましいものとなる。

【 0 0 0 8 】

【 0 0 0 9 】

【 0 0 1 0 】

【 0 0 1 1 】

50

また、第1、第2の各発電機をそれぞれ回転式として、リニア式発電機の場合に比して発電効率が高くしかもコスト的にも有利なものとする事ができる。また、一方のピストンの有する爆発エネルギーによって、他方のピストンでの圧縮作用を行わせることができ、ピストンに対して圧縮用（復帰用）のリターンスプリングを別途設ける必要もなくなる。

【0012】

上記解決手法を前提とした好ましい態様は、特許請求の範囲における請求項2、請求項3に記載のとおりである。すなわち、

前記第1発電機が、常時前記シャフトに連結されると共に該シャフトが高速回転されたときに定格出力となるように設定され、

前記第2発電機が、前記第1発電機よりも低速回転のときに定格出力となるように設定されている、

ようにしてある（請求項2対応）。この場合、ピストン速度の大きくなる高速時とピストン速度の小くなる低速時とにそれぞれ対応した効率のよい発電を行うことができる。

【0013】

前記連動機構が、前記ピストンの往復動によって往復動されるラックと、該ラックに噛合されると共に前記シャフトと連動されたピニオンとを有している、ようにしてある（請求項3対応）。この場合、ラックとピニオンという簡単な構成を利用して、ピストンの往復動をシャフトの正逆回転に変換することができる。

【0014】

前記目的を達成するため、本発明にあっては次のような第2の解決手法を採択してある。すなわち、特許請求の範囲における請求項4に記載のように、

シリンダと、

前記シリンダ内に往復動可能に嵌合されると共に該シリンダ内の燃焼圧力を受けるピストンと、

前記ピストンの往復動に応じて発電を行なう第1発電機と、

要求発電量に応じて前記ピストンの慣性質量を変更する慣性質量変更手段と、を備え、

前記シリンダおよびピストンが同一軸線上において一対設けられると共に、一方のピストンの膨張行程時に他方のピストンの圧縮行程時となるように該一対のピストンの行程が互いに異なるように設定され、

前記一対のピストン同士が連結ロッドを介して連結されており、

前記第1発電機が、前記連結ロッドに対して機械的に連結されて、該連結ロッドの往復動に応じて発電を行うようにされ、

前記慣性質量変更手段が、前記連結ロッドに対して機械的に連結されて該連結ロッドの往復動に応じて発電を行うと共に前記第1発電機とは別体とされた第2発電機と、要求発電量が大きいときに該連結ロッドと該第2発電機との連結を切断すると共に要求発電量が小さいときに該連結ロッドと該第2発電機との連結を行うクラッチと、を備えている、

ようにしてある。上記解決手法によれば、第2発電機の連結ロッドに対する断続に応じてピストンの慣性質量が変化されることによって、安定した運転が得られるピストン速度の適正值が変化される。つまり、高速でも低速でも安定した運転を行って、要求発電量に応じた適切なピストン速度として、適切な発電量を得ることが可能になる。また、適宜低速での運転が行われることにより、常時高速運転する場合に比して耐久性向上の上でも好ましいものとなる。また、一対のピストンを2つの発電機に連結させるのに、1つの連結ロッドを有効に利用して行うことができる。また、一方のピストンの有する爆発エネルギーによって、他方のピストンでの圧縮作用を行わせることができ、ピストンに対して圧縮用（復帰用）のリターンスプリングを別途設ける必要もなくなる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、フリーピストンエンジンによって発電を行う場合に、要求発電量に応じて適切な発電量を得ることができる。

10

20

30

40

50

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0016】

図1は、車両としての自動車を駆動するモータへの給電用としてフリーピストンエンジンを利用した場合の実施形態を示すものである。この図1において、1は駆動用（走行用）のモータで、実施形態ではACモータで構成されている。2R、2Lは左右の駆動輪（前輪または後輪）であり、この駆動輪2R、2Lは、デファレンシャルギア3を介してモータ1によって駆動される。

## 【0017】

10は、後述するフリーピストンエンジンであり、エンジン本体11と第1発電機12と第2発電機13を含めたユニット体として構成されている。第1発電機12によって発電された電力（交流）は、整流器20によって直流に変換された後、DC-ACコンバータ21を介してモータ1に供給される一方、余剰電力はバッテリー22に供給される。同様に、第2発電機13によって発電された電力（交流）は、整流器25によって直流に変換された後、DC-ACコンバータ21を介してモータ1に供給される一方、余剰電力はバッテリー22に供給される。バッテリー22からの電力が、上記DC-ACコンバータ21を介してモータ1に供給されるようになっている。制動時の回生エネルギーを回収するため、制動時には、モータ1によって発電された電力が、整流器23によって直流に変換された後、DC-DCコンバータ24によって昇圧されてバッテリー22に供給される。

## 【0018】

第1発電機12は、高速用とされて（高速回転されたときに定格出力が得られるように、コイルの巻き数や磁界場強度等が設定されている）、エンジン本体11によって常時駆動される一方、第2発電機13は低速用とされている（低速回転されたときに定格出力が得られるように設定されている）。この第2発電機13は、クラッチ14を介してエンジン本体11に対して断続されるようになっている。すなわち、クラッチ14は、要求発電量が小さくてエンジン本体11を低速運転する場合に接続され、要求発電量が大きくてエンジン本体11を高速運転するときは切断される。

## 【0019】

自動車の運転状態に応じた電力供給の流れは、例えば次のように行われるが、フリーピストンエンジン10による最大発電量は、モータ1による最大出力を確保できる程度に十分に大きいものとされている。

## （1）要求発電量が極めて少ないとき

発進時や極軽負荷時でかつバッテリー22の蓄電量が大きいときである。このときは、各発電機12、13での発電は行われず（フリーピストンエンジン10の停止状態）、バッテリー22からのみモータ1へ電力が供給される。

## （2）要求発電量が少ないとき

軽負荷運転時、または中負荷かつバッテリー22の蓄電量が多いときである。このときは、クラッチ14が接続されて、低速用の第2発電機13での発電が行われて（フリーピストンエンジン10が作動で、クラッチ14が接続）、第2発電機13からモータ1へ電力が供給されると共に、余剰電力はバッテリー22に蓄電される。なお、高速用の第1発電機12は駆動されるものの、高速時に定格出力を得る設定とされているために、低速時には発電電圧が極めて小さくなり、事実上低速用の第2発電機13での発電のみとなる。

## （3）要求発電量が中程度のとき

中負荷時、または軽負荷かつバッテリー22の蓄電量が少ないときである。このときは、第1発電機12のみ（クラッチ14の切断）、あるいは事実上第2発電機13のみ（クラッチ14の接続）での発電が行われて、モータ1へ電力が供給されると共に、余剰電力はバッテリー22に蓄電される。

## （4）要求発電量が大きいとき

高負荷時、または中負荷かつバッテリー22の蓄電量が少ないときである。このときは、第1発電機12でのみ発電が行われて（クラッチ14は切断）、第1発電機12からモータ1へ電力が供給されると共に、余剰電力はバッテリー22に蓄電される。

## (5) 回生制動時

モータ1が駆動輪2R、2Lによって駆動される発電機として機能されるときである。このときは、モータ1で発電された電力がバッテリー22に蓄電される。なお、フリーピストンエンジン10は、停止してもよいが、次の発電に備えて低速で運転を継続させることもできる(クラッチ14は接続)。

## 【0020】

次に、フリーピストンエンジン10について、図2、図3を参照しつつ説明する。まず、フリーピストンエンジン10は、ハウジング(ケーシング)Kを有し、このハウジングKは、防振ゴム86を介して車両のフレームに保持されている。ハウジングK内には、エンジン本体11を構成する第1、第2の一对のシリンダ31、32が配設されている。第1シリンダ31内には第1ピストン41が摺動自在に嵌合され、同様に第2シリンダ32内には第2ピストン42が摺動自在に嵌合されている。各シリンダ31と32(各ピストン41と42)とは、左右に隣り合って配置、より具体的には互いに平行な上下方向に伸びる2つの軸線上に別々に位置するように設定されている(互いに同一軸線上に位置しないように設定されている)。

10

## 【0021】

第1シリンダ31と第1ピストン41とによって第1燃焼室51が画成され、第2シリンダ32と第2ピストン42とによって第2燃焼室52が画成されている。各燃焼室51、52には、それぞれ吸気弁53、排気弁54および燃料噴射弁55が配設されて、4サイクルの燃焼が行われるようになっている(実施形態では自己着火式とされて、点火プラグは有しないものとなっている)。すなわち、吸気弁53が開かれて燃焼室51(52)に吸気が供給された後、燃料噴射弁55から燃料噴射が実行されて燃焼が行われ、その後排気弁が開かれて燃焼室51(52)内の排気ガスが外部へ排出されることになる。第1ピストン41と第2ピストン42とは、互いに行程が180度相違されて、一方のピストンが燃焼圧力を受けるとき(膨張行程にあるとき)、他方のピストンが圧縮行程とされる。このように、一方のピストンの有する爆発エネルギーによって、他方のピストンの圧縮作用を行わせるので、各ピストン41、42に対して圧縮用のリターンスプリングを別途設ける必要がないものとなっている。

20

## 【0022】

第1ピストン41には、その軸線方向に伸ばして一对の第1ラック61が一体化され、同様に第2ピストン42には、その軸線方向に伸ばして一对の第2ラック62が一体化されている。各ラック61と62の間には、シャフト65が配設されている。このシャフト65は、エンジン本体11のハウジング(ケーシング)Kに回転可能に保持されている。各ピストン41、42に設けられた一对のラック61、62は、ピストン41、42の径方向に離れた位置となるように位置されている。

30

## 【0023】

シャフト65には、その軸線方向に小間隔をあけて一对のピニオン66が一体的に取付けられている。そして、このピニオン66に対して、第1ラック61および第2ラック62が噛合されている。すなわち、各ラック61、62によって、シャフト65つまりピニオン66が径方向から挟まれた形式でもって、各ラック61、62がピニオン66に噛合されている。これにより、ピニオン66の径方向一方側からのみラックが噛合される場合に比して、シャフト65つまりピニオン66に対して片持ち式に外力が大きく作用することが防止される。なお、各ピストン41、42に対して一对のラック(ピニオン)を設けたのは、ピストン41、42に対して作用するラックからの反力が片持ち式に作用しないようにする等のためであり、1つのピストンに対して1つのラック(ピニオン)のみを設けるようにしてもよい。このように、ラックアンドピニオン機構を利用して、ピストン41、42の往復動に応じて、シャフト65が正逆回転されることになる。

40

## 【0024】

シャフト65には、前述した吸気弁53用の駆動カム71、および排気弁54用のカム72が一体的に設けられている。図3において、一对のピニオン66を挟んで図中左方側の

50

カム71, 72が、一方のシリンダ31(一方のピストン41)用であり、図中右方側のカム71, 72が他方のシリンダ32(他方のピストン42)用である。

【0025】

一方のシリンダ31における吸気弁53に着目して、カム71との機械的な連動関係について説明する。図3において、ハウジングKには、シリンダ31の上方位置においてロッカアームシャフト81が保持され、このロッカアームシャフト81に、ロッカアーム82が揺動自在に保持されている。このロッカアーム82の一端部が吸気弁53と係合されて、吸気弁53を開弁方向に押圧可能となっている。勿論、吸気弁53は、図示を略すリターンスプリングによって、閉弁方向に常時付勢されている。

【0026】

上記ロッカアーム82の他端部には、上下方向に伸びるタペット83の上端部が、回動可能に連結されている。このタペット83の下端部は、吸気弁53用の駆動カム71に対して常時当接されている。これにより、ピストン41, 42の往復動に応じてシャフト65が正逆回転されると、カム71も正逆回転されて、ロッカアーム82がロッカアームシャフト81を中心として揺動され、これにより、吸気弁53が所定のタイミングで開閉されて、吸気、圧縮、膨張、排気という4サイクルでの各行程が行われることになる。

【0027】

シリンダ32における排気弁54や、シリンダ32における吸気弁53, 排気弁54についても、シリンダ31における吸気弁53と同様に、ロッカアームやタペットを介して所定タイミングでもって開閉駆動されることになる。

【0028】

シャフト65に対して、第1発電機12、第2発電機13が直列に配置され、各発電機12と13との間にクラッチ14が配設されている。第1発電機12は、シャフト65に対して常時連結されている。また、第2発電機13は、クラッチ14が接続されたとき、第1発電機12(の上記ロータ)を介してシャフト65に連結される。

【0029】

各発電機12、13は、永久磁石を保持したロータおよび固定コイルを有する回転式とされて、シャフト65が回転されることにより永久磁石を保持したロータが回転され、これによりロータの周囲に設けたコイルに誘導起電力が発生されて発電されることになる。このような回転式の発電機12、13にあっては、同じ発電量を得るのであれば、リニア式発電機よりもより発電効率の高いものとなり、かつコストも安価になる。なお、発電機12、13は、高熱となるシリンダ31, 32の外部に位置されているので(特にシリンダ31, 32から離れた位置に設置されているので)、より発電効率を高める上でも好ましいものとなっている。

【0030】

高速用となる第1発電機12は、例えばピストン速度が20m/secのときに定格出力が得られるように設定され、低速用の第2発電機13は、例えばピストン速度が5m/secのときに定格出力が得られるように設定されて、両発電機12と13との特性が互いに相違されている。すなわち、第1発電機12は、シャフト65が高速で正逆回転されるときに効率よく大きな電圧を発生する一方、シャフト65の正逆回転速度が大きく低下すると、十分な発電を行えない(発電電圧が極端に低下する)ものとなる。これとは逆に、第2発電機13は、シャフト65が低速で正逆回転されるときに効率よく大きな電圧を発生する一方、シャフト65の正逆回転速度が大きく上昇すると、十分な発電を行えない(発電電圧が極端に低下する)ものとなる。

【0031】

ここで、一般的に、ピストン速度が大きくなるほど大きな発電量を得られるが、フリーピストンエンジンにおいては、安定した運転を得るためのピストン速度には適正值(適正幅)がある。すなわち、フリーピストンエンジンにおいては、安定した運転がピストンの共振周波数域において得られる一方、共振周波数はピストンの「慣性質量の1/2乗」に反比例する。つまり、ピストンの慣性質量が大きいほど、共振周波数が小さくなって低速で

10

20

30

40

50

の安定運転を得ることができ、ピストンの慣性質量が小さいほど共振周波数が大きくなって高速での安定運転を得ることができる。なお、ピストンの慣性質量は、ピストン単体の質量に加えて、ピストンに機械的に連動された各種部材の質量を加味した値となる（ピストンと共に一体的に動く全部材の慣性質量ということになる）。

#### 【0032】

要求発電量が大きくて大きなピストン速度が要求される時は、クラッチ14を切断して質量体としての第2発電機13がピストンの慣性質量として作用しないようにしてあるので、相対的にピストンの慣性質量は小さいものとなり、高速での安定運転が得られると共に、高速用として設定された第1発電機12による効率的な発電が行われることになる。逆に、要求発電量が小さくて小さなピストン速度が要求される時は、クラッチ14を接

10

#### 【0033】

上述した要求発電量に応じて発電態様を切り替えるために、電磁式のクラッチ14の断続制御等が、図1に示すように、マイクロコンピュータを利用して構成されたコントローラCUによって制御される。そして、コントローラCUには、アクセル開度センサ15で検出されたアクセル開度信号、ブレーキセンサ16で検出されたブレーキ信号、および蓄電センサ17で検出されたバッテリー22の蓄電信号が入力される。なお、アクセル開度、ブレーキ信号およびバッテリー蓄電量は、要求発電量を決定するためのパラメータとして用

20

#### 【0034】

次に、図4に示すフローチャートを参照しつつ、コントローラCUの制御例について説明する。なお、以下の説明でSはステップを示す。まず、S1において、アクセル開度とブレーキ信号の有無と蓄電量が読み込まれる。次いでS2において、図5に示すマップから、アクセル開度に応じた要求出力が決定される。要求出力は、アクセル開度が大きいほど大きくされ、アクセル開度がある程度以上大きくなると要求出力は上限値の言って一とされる。次いで、S3において、要求出力とバッテリー蓄電量に基づいて、図示を略すマップ等から、要求発電量が決定される。要求発電量は、バッテリー蓄電量が小さいほどかつ要求出力が大きいほど、大きくなるように決定される。

30

#### 【0035】

S3の後、S4において、要求発電量がゼロであるか否かが判別される。このS4での判別は、前述した運転状態に応じた発電態様の(1)または(5)の状態であるか否かの判別となる。このS4の判別でYESのときは、S5において、現在エンジン(エンジン本体11)が作動中であるか否かが判別される。このS5の判別でYESのときは、S6においてエンジンを停止させた後、リターンされる。S5の判別でNOのときは、S6を経ることなくそのままリターンされる。

#### 【0036】

前記S4の判別でNOのときは、S7において、現在エンジン作動中であるか否かが判別される。このS7の判別でNOのときは、S9においてエンジンを作動させた後S8に移行され、S7の判別でYESのときはS9を経ることなくS8に移行される。S8では、要求発電量が、低速用発電機13の最大出力以上であるか否かが判別される。このS8の判別でNOのときは、低速用発電機13で発電を行うときであり、このときは、まずS10において、クラッチ14が接続されているか否かが判別される。このS10の判別でYESのときは、クラッチ14が接続されていて低速用発電機13で発電が可能な状態になっているときなので、そのままリターンされる。

40

#### 【0037】

上記S10の判別でNOのときは、S11において、ピストン速度が所定速度(0あるいは0に近い速度)であるか否かが判別される。このS11の判別でYESのときは、S12において、クラッチ14を接続した後、リターンされる。また、S11の判別でNOの

50

ときは、ピストン速度が所定速度以下になるのを待って、S 1 2へ移行される。このように、ピストン速度が小さいときにクラッチ 1 4を接続することにより、クラッチ 1 4の接続に起因するショックが防止あるいは低減されることになる。

#### 【 0 0 3 8 】

前記 S 8の判別で Y E Sのときは、高速用の第 1 発電機 1 2でのみ発電を行うときで、クラッチ 1 4を切断すべき状態である。このときは、まず、S 1 3において、クラッチ 1 4が接続中であるか否かが判別される。この S 1 3の判別で N Oのときは、既にクラッチ 1 4が接続されているときなので、そのままリターンされる。上記 S 1 3の判別で Y E Sのときは、S 1 4において、ピストン速度が所定速度（0あるいは0に近い速度）であるか否かが判別される。この S 1 4の判別で Y E Sのときは、S 1 5において、クラッチ 1 4を切断した後、リターンされる。また、S 1 4の判別で N Oのときは、ピストン速度が所定速度以下になるのを待って、S 1 5へ移行される。このように、ピストン速度が小さいときにクラッチ 1 4を切断することにより、クラッチ 1 4の切断に起因するショックが防止あるいは低減されることになる。

#### 【 0 0 3 9 】

図 6は、本発明の第 2の実施形態を示すもので、前述の実施形態と同一構成要素には同一符合を付してその重複した説明は省略する。本実施形態では、両端がそれぞれ閉じられた円筒状部材によって構成されたシリンダ部材 3 0を有する。シリンダ部材 3 0は、その一端部側に第 1シリンダ 3 1が構成される一方、その他端部側に第 2シリンダ 3 2が構成されている。第 1シリンダ 3 1内には第 1ピストン 4 1が摺動自在に嵌合され、第 2シリンダ 3 2内には第 2ピストン 4 2が摺動自在に嵌合されている。各ピストン 4 1と 4 2とは、連結ロッド 4 3によって連結されて互いに一体化されている。第 1ピストン 4 1と第 2ピストン 4 2とは、互いに行程が 1 8 0度相違されて、一方のピストンが燃焼圧力を受けるとき（膨張行程にあるとき）、他方のピストンが圧縮行程とされる。これにより、一对のピストン 4 1、4 2と連結ロッド 4 3とのユニット体は、互いに一体となって、シリンダ部材 3 0の軸線方向に往復動されることになる。なお、図 6では、吸気弁、排気弁等は図示を略してある。

#### 【 0 0 4 0 】

上記連結ロッド 4 3にはラック 6 1 A、6 1 Bが一体的に形成されている。このラック 6 1 A、6 1 Bは、前記実施形態における一对のラック 6 1、6 2に相当するものである。一对のピストン 4 1と 4 2との間には、連結ロッド 4 3の付近において、連結ロッド 4 3を挟んで対象位置において一对のシャフト 6 5 A、6 5 Bが配設されている。このシャフト 6 5 Aに一体的に設けたピニオン 6 6 Aが、上記ラック 6 1 Aに噛合されている。また、シャフト 6 5 Bに一体的に設けたピニオン 6 6 Bが、上記ラック 6 1 Bに噛合されている。そして、シャフト 6 5 Aには第 1 発電機 1 2が常時連結される一方、シャフト 6 5 Bには、クラッチ 1 4を介して第 2 発電機 1 3が連結されている。なお、シリンダ部材 3 0には、ピニオン 6 6 A、6 6 Bとの干渉を避けるための切欠 3 0 a、3 0 bが形成されている。

#### 【 0 0 4 1 】

本実施形態では、ピストン 4 1、4 2の往復動に応じて、連結ロッド 4 3も往復動され、これに伴って、シャフト 6 5 A、6 5 Bが正逆回転されて、回転式の発電機 1 2、1 3によって発電されることになる。勿論、高速時にクラッチ 1 4が切断されて 1 発電機 1 2のみによる発電が行われ、低速時にはクラッチ 1 4が接続されて第 2 発電機 1 3による発電が行われる。本実施形態では、1つの連結ロッド 4 3が、2つのピストン 4 1、4 2を発電機 1 2、1 3と連動させるための共通用とされている。

#### 【 0 0 4 2 】

以上実施形態について説明したが、本発明は、実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載された範囲において適宜の変更が可能であり、例えば次のような場合をも含むものである。ピストンは、図 2や図 6に示す構造のものを複数段並置したものであってもよい（例えば、図 3において、シャフト 6 5の軸線方向に間隔をあけてピストン（

10

20

30

40

50

シリンダ)を複数設置する構造で、シャフト65は全てのピストン共通の1本とされる)。例えば、図2に示す構造のものを3段並置して(ピストンつまり燃焼室の数は合計で6個)、1つの燃焼室の排気量を330ccとした場合には、総排気量1980ccのフリーピストンエンジンが得られることになる。往復動されるピストンによってシャフト65(65A、65B)を正逆回転させるための機械的な連動機構は適宜の形式のものを採択できるが、歯車を利用したものが、精度よく連動させる上でかつ極力簡単な構成にする等の上で好ましいものとなる。シャフト65(65A、65B)とピストンとの連動機構中にチェーン等の巻掛け媒介節を介在させてもよく、この場合は、シャフト65(65A、65B)や発電機12、13の配設位置の選択の自由度が高まることになる。

【0043】

2つの発電機12と13とを、それぞれ、別個のクラッチを介してシャフト65(ピストン)に断続させるようにしてもよい。この場合、高速時には、第1発電機12用のクラッチのみを接続すると共に第2発電機13用のクラッチを切断し、逆に、低速時には第2発電機13用のクラッチのみを接続すると共に、第1発電機12用のクラッチを切断すればよい(ただし、この場合は、低速用の発電機13に別途重りをつける等により、十分に慣性質量が大きくなるようにしておく等が必要となる)。質量体として、発電機以外に、例えば比重の大きい金属からなる単なる重りをピストンに対して断続させるようにしてもよい。また、慣性質量の変更は、2段階に限らず、3段階以上の多段階にすることもでき、多段階にするほど、要求発電量にきめ細かく対応することができる。

【0044】

発電機12、13は、回転式とすることなく、従来一般的に採用されているリニア式とすることもでき、この場合は、正逆回転されるシャフト65(65A、65B)を必ずしも必要としない。リニア式の発電機を用いる場合は、例えば、図6において、ピニオン65A、65Bに噛合されるラックを有する磁石保持体をシリンダ部材30の軸線方向に伸ばして往復動可能に配設して、この磁石保持体に永久磁石をシリンダ部材30の軸線方向に伸ばして保持させる共に、この永久磁石に近接させて、シリンダ部材30の軸線方向に伸ばしてコイルを配設すればよい。また、磁石保持体を別途設けることなく、連結ロッド43に直接永久磁石を保持させてよい(ただし、連結ロッド43に断続される質量体としての発電機あるいは単なる重りは、クラッチを介して連結ロッドに断続されるように構成される)。

【0045】

吸気弁53、排気弁54をシャフト65によって開閉駆動する場合、カム71、72を直接シャフト65に設けることなく、例えばシリンダ31、32の上部にカムシャフトを配設して、シャフト65とカムシャフトとをチェーン等によって連動させるようにしてもよい(いわゆるオーバーヘッドカムシャフト形式)。勿論、吸気弁53、排気弁54は、シャフト65に対して機械的に連動されることなく、電磁式に駆動されるものであってもよい。フリーピストンエンジンは、火花点火式であってもよく、あるいは2サイクル式(この場合は吸気弁および排気弁は不用となる)にする等、適宜の形式を採択することができる。フリーピストンエンジンは、自動車用に限らず、定置式の発電用等に用いる等、その使用範囲は限定されないものである。勿論、本発明の目的は、明記されたものに限らず、実質的に好ましいあるいは利点として表現されたものを提供することをも暗黙的に含むものである。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】フリーピストンエンジンを自動車の走行用モータへの給電用として利用した場合の実施形態を示す全体系統図。

【図2】本発明によるフリーピストンエンジンの一例を示す断面側面図。

【図3】図2のX3-X3線相当での全体断面図。

【図4】本発明の制御例を示すフローチャート。

【図5】アクセル開度と要求出力との関係を示すマップ。

10

20

30

40

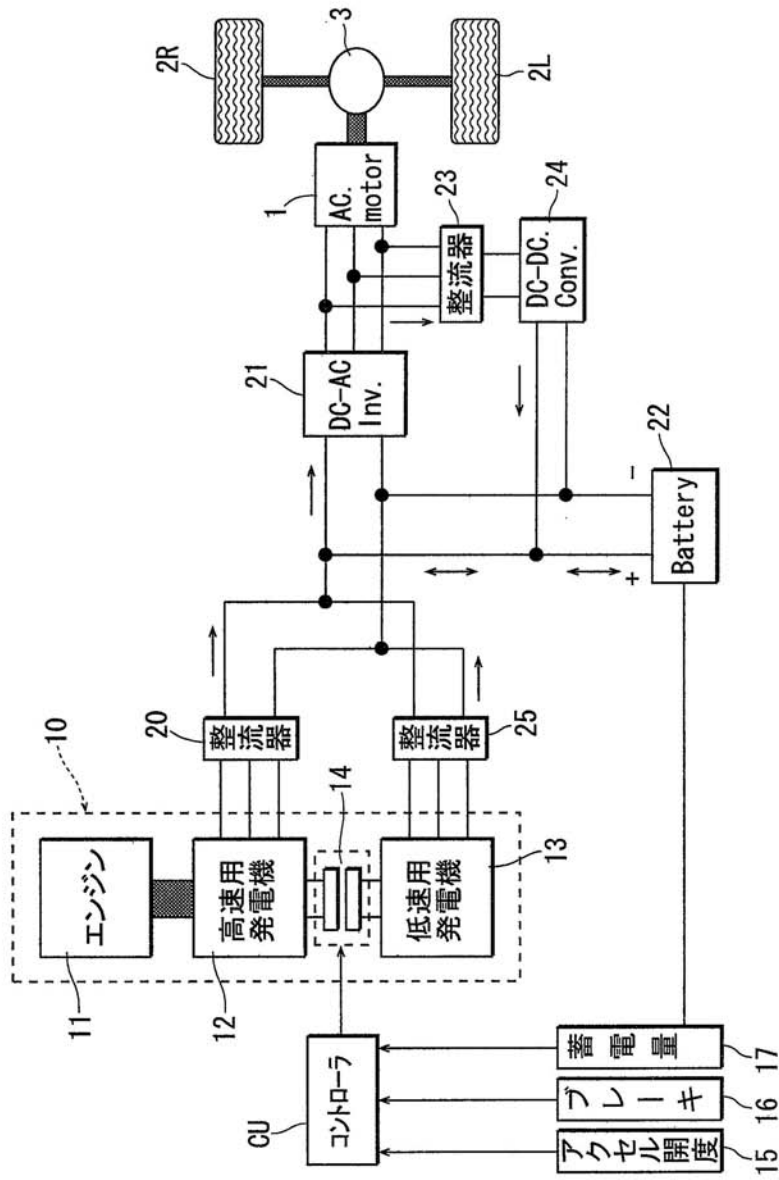
50

【図6】本発明の第2の実施形態を示すもので、図2に対応した図。

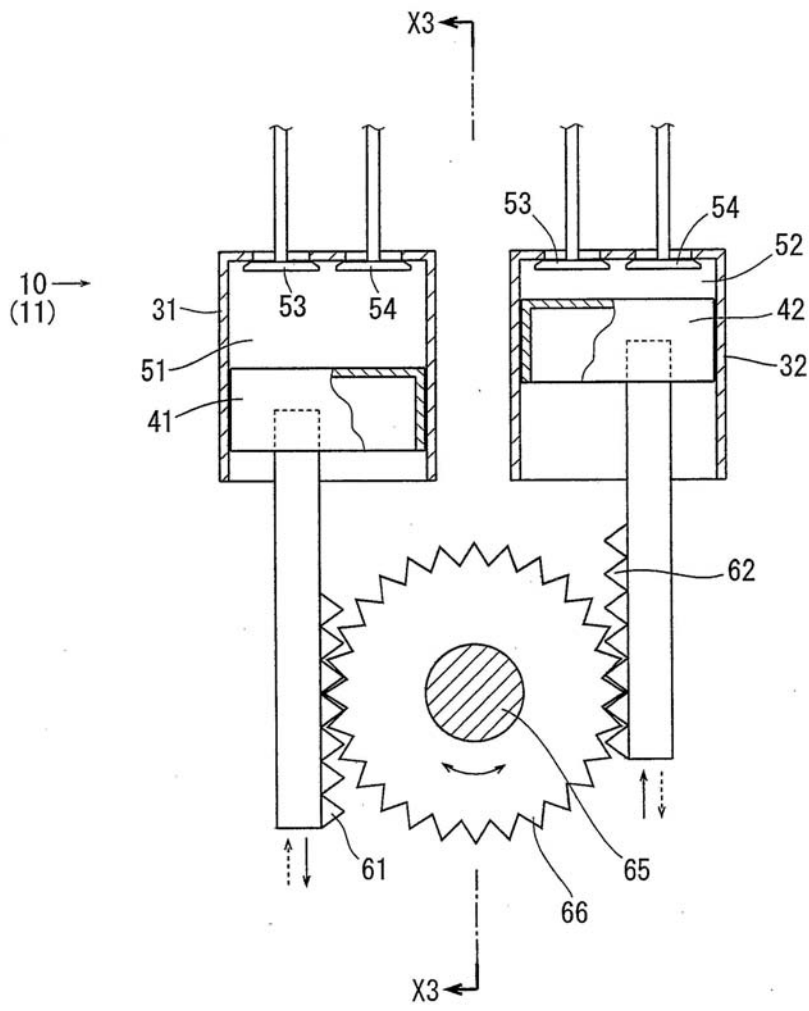
【0047】

- 1：モータ
- 2 R、2 L：駆動輪
- 10：フリーピストンエンジン
- 11：エンジン本体
- 12：第1発電機（高速用）
- 13：第2発電機（低速用）
- 14：クラッチ（第2発電機の断続用）
- 15：アクセル開度センサ 10
- 16：ブレーキセンサ
- 17：蓄電量センサ
- 22：バッテリー
- 31：第1シリンダ
- 32：第2シリンダ
- 41：第1ピストン
- 42：第2ピストン
- 43：連結ロッド
- 51：第1燃焼室 20
- 52：第2燃焼室
- 53：吸気弁
- 54：排気弁
- 55：燃料噴射弁
- 61, 62：ラック（連動機構）
- 61 A、61 B：ラック（連動機構）
- 65：シャフト（正逆回転）
- 65 A、65 B：シャフト（正逆回転）
- 66：ピニオン（連動機構）
- 66 A、66 B：ピニオン（連動機構） 30

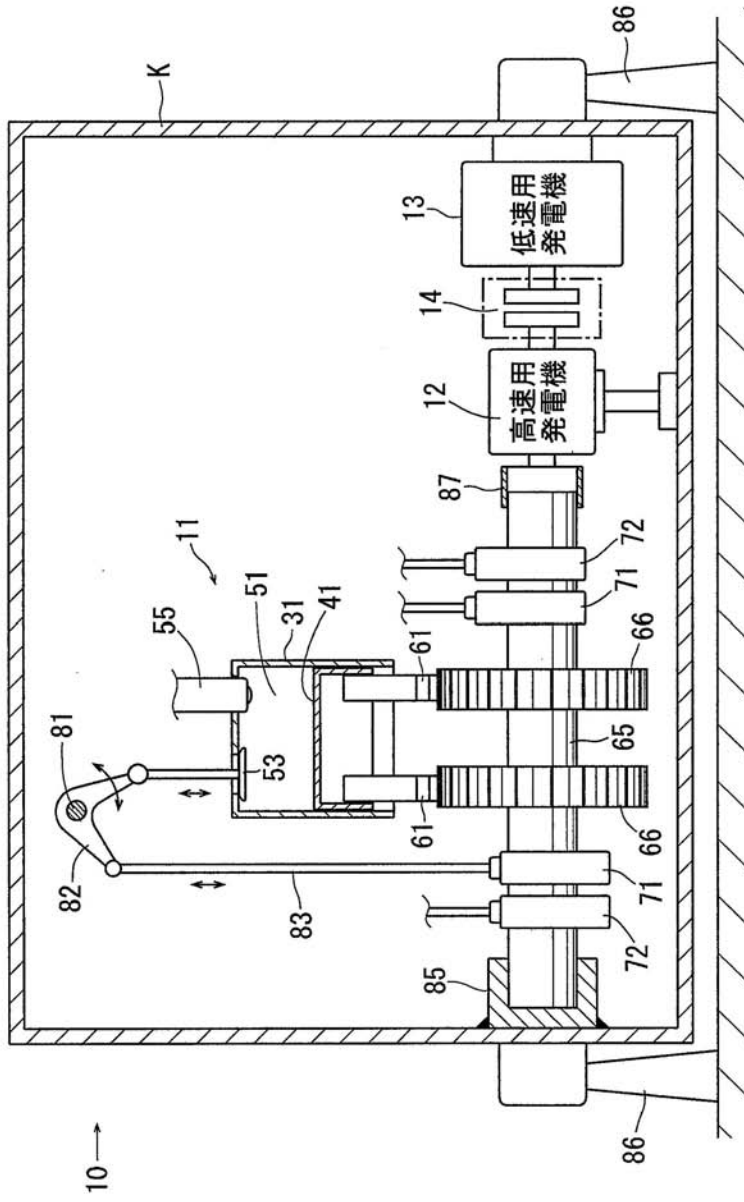
【図1】



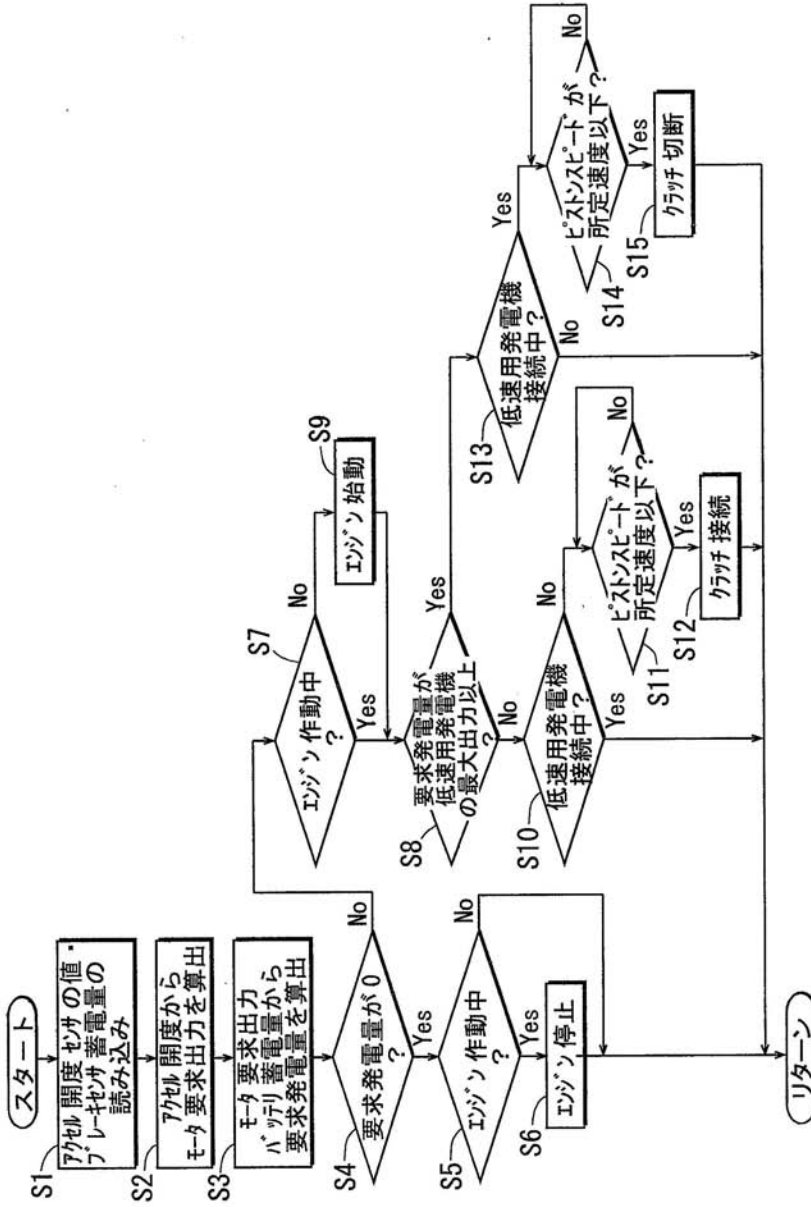
【 図 2 】



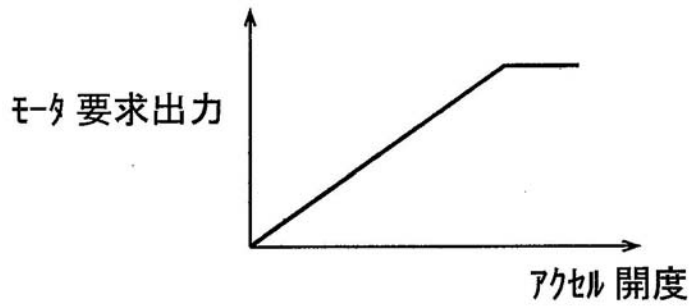
【図3】



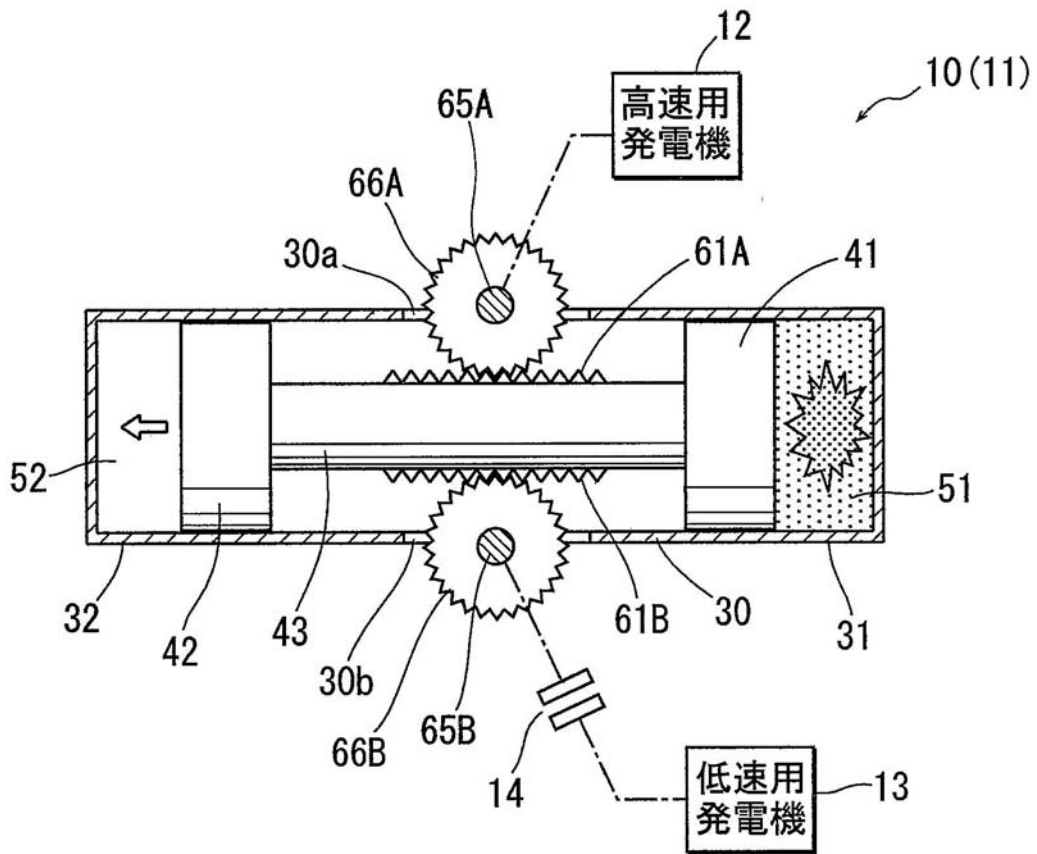
【 図 4 】



【 図 5 】



【図6】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-288253(JP,A)  
特開平04-228829(JP,A)  
米国特許出願公開第2006/0185631(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B 71/00 - 71/06  
F01B 11/00 - 11/08  
F01B 23/10