

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3809815号
(P3809815)

(45) 発行日 平成18年8月16日(2006.8.16)

(24) 登録日 平成18年6月2日(2006.6.2)

(51) Int. Cl.	F I
F O 2 G 1/043 (2006.01)	F O 2 G 1/043 B
F 2 5 B 9/00 (2006.01)	F 2 5 B 9/00 J
F 2 5 B 9/14 (2006.01)	F 2 5 B 9/14 5 2 O B

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2002-271532 (P2002-271532)	(73) 特許権者	000000170
(22) 出願日	平成14年9月18日 (2002.9.18)		いすゞ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2004-108241 (P2004-108241A)		東京都品川区南大井6丁目26番1号
(43) 公開日	平成16年4月8日 (2004.4.8)	(74) 代理人	100075177
審査請求日	平成17年6月9日 (2005.6.9)		弁理士 小野 尚純
		(74) 代理人	100113217
			弁理士 奥貫 佐知子
		(72) 発明者	山本 康
			神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所内
		審査官	佐藤 正浩
		(56) 参考文献	特開平01-138353 (JP, A)
			特開平11-223399 (JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スターリングエンジン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ディスプレイサシリンダと、該ディスプレイサシリンダの室内にそれぞれ摺動可能に配設されたディスプレイサと、該ディスプレイサの作動に伴って流動する作動気体が流出入する膨張室および収縮室とを有するディスプレイサ機構と、
 該ディスプレイサ機構の該膨張室または該収縮室の一方と連通する作動室を備えたパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設されたパワーピストンとを有するパワーピストン機構と、を具備するスターリングエンジンにおいて、
 該ディスプレイサ機構の該ディスプレイサシリンダは、熱源を囲繞した加熱壁と、該加熱壁の周囲に複数個のシリンダ室を形成する冷却壁とを備えており、
 該ディスプレイサ機構の該ディスプレイサは、該複数個のシリンダ室内に該熱源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている、
 ことを特徴とするスターリングエンジン。

【請求項2】

該ディスプレイサシリンダの該加熱壁は、該熱源が通る流路を形成している、請求項1記載のスターリングエンジン。

【請求項3】

該加熱壁によって形成される流路は筒状である、請求項2記載のスターリングエンジン。

【請求項4】

該ディスプレイサシリンダを構成する該筒状の加熱壁の内周面には軸方向に複数個のフィ

ンが設けられている、請求項 1 記載のスターリングエンジン。

【請求項 5】

該フィン、螺旋状に形成されている、請求項 4 記載のスターリングエンジン。

【請求項 6】

該ディスプレーサシリンダを構成する該筒状の加熱壁によって形成される該流路の中心部に該流路の略全長に渡ってコア部材が配設されている、請求項 1 記載のスターリングエンジン。

【請求項 7】

該ディスプレーサ機構は、互いに対向して配設された一対のディスプレーサと、該一対のディスプレーサシリンダ内に摺動可能に配設された一対のディスプレーサとからなり、

10

該パワーピストン機構は、一対のディスプレーサの該膨張室または該収縮室の一方と連通するパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設され第 1 の作動室と第 2 の作動室に区分するパワーピストンとを備えており、

該パワーピストン機構の該第 1 の作動室と該ディスプレーサ機構の一方の該膨張室または該収縮室の一方が第 1 の連通路によって連通され、該パワーピストン機構の該第 2 の作動室と該ディスプレーサ機構の他方の該膨張室または該収縮室の一方が第 2 の連通路によって連通されている、請求項 1 記載のスターリングエンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は、スターリングエンジンに関し、更に詳しくは所定の作動速度で作動するディスプレーサ式のスターリングエンジンに関する。

【0002】

【従来の技術】

ディスプレーサ式のスターリングエンジンは、ディスプレーサシリンダと、該ディスプレーサシリンダ内に摺動可能に配設されたディスプレーサと、該ディスプレーサの作動に伴って流動する作動気体が流出入する膨張室および収縮室と、該膨張室または該収縮室の一方と連通する作動室と、該作動室内の作動気体の圧力変化に対応して作動せしめられるパワーピストンと、該ディスプレーサを該パワーピストンと所定の位相差をもって作動するディスプレーサ作動機構とを具備しており、上記ディスプレーサシリンダおよび作動室内には水素やヘリウム等の比熱の小さい作動気体が収容されている。このようなスターリングエンジンは、作動気体が加熱・冷却されることによる膨張・収縮に伴う上記作動室内の圧力変化に対応してパワーピストンを作動するようになっている。

30

【0003】

上述したようにディスプレーサ式のスターリングエンジンは、ディスプレーサシリンダの膨張室側を加熱し収縮室側を冷却する。一般的には、例えば特開平 5 - 4 4 5 7 6 号公報や特許第 2 6 0 0 2 1 9 号公報に開示されているように、ディスプレーサシリンダの膨張室側に燃焼室を設けている。また、ディスプレーサシリンダの膨張室側を包囲する加熱室を設け、この加熱室に加熱流体を導入する方式も用いられている。

【0004】

40

【発明が解決しようとする課題】

而して、従来のスターリングエンジンは、ディスプレーサシリンダの膨張室側を周囲から加熱するため、熱源の熱を必ずしも有効に利用し得る構成とはいえない。

【0005】

本発明は上記事実を鑑みてなされたもので、その主たる技術的課題は、熱源の熱を有効に利用することができるスターリングエンジンを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記主たる技術的課題を解決するために、本発明によれば、ディスプレーサシリンダと、該ディスプレーサシリンダの室内にそれぞれ摺動可能に配設されたディスプレーサと、該

50

ディスプレイサの作動に伴って流動する作動気体が流出入する膨張室および収縮室とを有するディスプレイサ機構と、
該ディスプレイサ機構の該膨張室または該収縮室の一方と連通する作動室を備えたパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設されたパワーピストンとを有するパワーピストン機構と、を具備するスターリングエンジンにおいて、
該ディスプレイサ機構の該ディスプレイサシリンダは、熱源を囲繞した加熱壁と、該加熱壁の周囲に複数個のシリンダ室を形成する冷却壁とを備えており、
該ディスプレイサ機構の該ディスプレイサは、該複数個のシリンダ室内に該熱源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている、
ことを特徴とするスターリングエンジンが提供される。

10

【0007】

上記ディスプレイサシリンダの加熱壁は熱源が通る流路を形成しており、加熱壁によって形成される流路は筒状である。

【0008】

また、上記ディスプレイサシリンダを構成する筒状の加熱壁の内周面には軸方向に複数個のフィンが設けられており、このフィンは螺旋状に形成されていることが望ましい。また、上記ディスプレイサシリンダを構成する筒状の加熱壁によって形成される流路の中心部に流路の略全長に渡ってコア部材が配設されていることが望ましい。

【0009】

また、本発明によれば、上記ディスプレイサ機構が互いに対向して配設された一対のディスプレイサと、該一対のディスプレイサシリンダ内に摺動可能に配設された一対のディスプレイサとからなり、上記パワーピストン機構が一対のディスプレイサの膨張室または収縮室の一方と連通するパワーシリンダと、該パワーシリンダ内に摺動可能に配設され第1の作動室と第2の作動室に区分するパワーピストンとを備えており、パワーピストン機構の第1の作動室とディスプレイサ機構の一方の膨張室または収縮室の一方が第1の連通路によって連通され、パワーピストン機構の第2の作動室とディスプレイサ機構の他方の膨張室または収縮室の一方が第2の連通路によって連通されている、スターリングエンジンが提供される。

20

【0010】

【発明の実施の形態】

30

以下、本発明に従って構成されたスターリングエンジンの好適実施形態を図示している添付図面を参照して、更に詳細に説明する。

【0011】

図1には本発明に従って構成されたスターリングエンジンの一実施形態の縦断面図が示されており、図2には図1におけるA-A線断面図が示されている。

図1および図2に示す実施形態のスターリングエンジンは、ディスプレイサ機構2とパワーピストン機構3とを具備している。ディスプレイサ機構2は、図示の実施形態においてはアルミ合金等の非磁性材料によって形成された一対のディスプレイサシリンダ21a、21bと、該一対のディスプレイサシリンダ21a、21b内にそれぞれ摺動可能に配設された一対のディスプレイサ22a、22bを備えている。一対のディスプレイサシリンダ21a、21bは、熱源が通る流路210を形成する円筒状の加熱壁211と、該加熱壁211とによって一対のシリンダ室212a、212bを形成する一対の冷却壁213a、213bとからなっている。円筒状の加熱壁211の内周面には軸方向に複数個のフィン214が放射状に形成されている。一対の冷却壁213a、213bは、それぞれ円筒状の加熱壁211の外周の略半円周を囲むように上下にシリンダ室212a、212bを形成しており、その外周面には軸方向に複数個の放熱フィン215a、215bが形成されている。このように構成された一対のディスプレイサシリンダ21a、21bを構成する円筒状の加熱壁211の一端は、例えば内燃機関の排気管に接続されている。従って、円筒状の加熱壁211によって形成される流路210内には熱源として内燃機関の排気ガスが流通するようになっている。このように、加熱壁211は熱源を囲繞して形成され

40

50

ている。

【0012】

上記一対のディスプレイサシリンダ21a、21bのシリンダ室212a、212b内に配設される一対のディスプレイサ22a、22bは、内周面が上記ディスプレイサシリンダ21a、21bを構成する加熱壁211の外周面に対応する円弧面に形成されており、外周面がディスプレイサシリンダ21a、21bを構成する冷却壁213a、213bの内周面にそれぞれ対応する円弧面に形成されている。また、一対のディスプレイサ22a、22bは、軸方向に延びる複数個の挟持板221a、221bと、該複数個の挟持板221a、221bの間にそれぞれ配設された再生器222a、222bとからなっている。再生器222a、222bは、断熱リングと金網とを交互に重ね合わせて構成されている。このように構成された一対のディスプレイサ22a、22bは、それぞれ一対のディスプレイサシリンダ21a、21bのシリンダ室212a、212b内に円筒状の加熱壁211の軸方向と直角な方向、即ち熱源に対して近接および離間する方向に摺動可能に配設されている。このようにそれぞれ一対のディスプレイサ22a、22bが摺動可能に配設された一対のディスプレイサシリンダ21a、21bのシリンダ室212a、212bには、それぞれ膨張室216aと収縮室217aおよび膨張室216bと収縮室217bが形成される。

10

【0013】

上記パワーピストン機構3は、アルミ合金等の非磁性材料によって形成されたパワーシリンダ31と、該パワーシリンダ31内に摺動可能に配設された非磁性材料からなるパワーピストン32とからなっている。このようにパワーピストン32が配設されたパワーシリンダ31内には、パワーピストン32の両側に第1の作動室31aと第2の作動室31bが形成される。この第1の作動室31aと第2の作動室31bは、それぞれ第1の連通路23aと第2の連通路23bによって上記一方のディスプレイサシリンダ21aの収縮室217aと他方のディスプレイサシリンダ21bの収縮室217bに連通している。

20

【0014】

以上のように、一対のディスプレイサシリンダ21a、21bとパワーシリンダ31および第1の連通路23aと第2の連通路23bは密閉空間を形成している。このように密閉された一対のディスプレイサシリンダ21a、21bとパワーシリンダ31の第1の作動室31a、第2の作動室31bおよび第1の連通路23a、第2の連通路23b内には、水素やヘリウム等の比熱の小さい作動気体が充填されている。

30

【0015】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレイサ22a、22bをそれぞれパワーピストン32と所定の位相差(180度)をもって作動する一対のディスプレイサ作動機構4a、4bを具備している。この一対のディスプレイサ作動機構4a、4bは、それぞれ一対のディスプレイサシリンダ21a、21bおよびディスプレイサ22a、22bの周方向および長手方向(軸方向)の中央部に配設されている。一対のディスプレイサ作動機構4a、4bは、一対のディスプレイサシリンダ21a、21bの冷却壁213a、213bの周方向および長手方向(軸方向)の中央部に装着された非磁性材からなるケース41a、41bと、一対のディスプレイサ22a、22bにそれぞれ連結され上記冷却壁213a、213bを貫通しケース41a、41b内に挿入して配設された非磁性材からなる作動ロッド42a、42bと、該作動ロッド42a、42bの外周面にそれぞれ配設された磁石可動体43a、43bと、該磁石可動体43a、43bをそれぞれ包囲して上記ケース41a、41bの内側に配設された筒状の固定ヨーク44a、44bと、該固定ヨーク44a、44bの内側に軸方向にそれぞれ併設された一対のコイル45a、46aおよび45b、46bとを具備している。

40

【0016】

上記磁石可動体43a、43bは、作動ロッド42a、42bの外周面に装着され軸方向両端面に磁極を備えた環状の永久磁石431a、431bと、該永久磁石431a、431bの軸方向外側に配設された一対の可動ヨーク432a、433aおよび432b、4

50

3 3 bとによって構成されている。図示の実施形態における永久磁石 4 3 1 a、4 3 1 b は、それぞれ図において上端面がN極に着磁され、図において下端面がS極に着磁されている。上記一対の可動ヨーク 4 3 2 a、4 3 3 aおよび4 3 2 b、4 3 3 bは、磁性材によって環状に形成されている。

【0017】

上記固定ヨークヨーク 4 4 a、4 4 bは、磁性材によって筒状に形成されている。この固定ヨーク 4 4 a、4 4 bの内側にそれぞれ一対のコイル 4 5 a、4 6 aおよび4 5 b、4 6 bが配設されている。この一対のコイル 4 5 a、4 6 aおよび4 5 b、4 6 bは、それぞれ合成樹脂等の非磁性材によって形成され上記固定ヨーク 4 4 a、4 4 bの内周に沿ってそれぞれ装着されたボビン 4 7 aおよび4 7 bに互いに逆巻きに捲回されている。一対

10

【0018】

上述したように磁石可動体 4 3 a、4 3 bと固定ヨーク 4 4 a、4 4 bおよび一対のコイルコイル 4 5 a、4 6 aおよび4 5 b、4 6 bとによって構成されたディスプレイサ作動機構 4 a、4 bは、リニアモータの原理によって作動する。以下その作動について図 3 および図 4 を参照して説明する。

図示の実施形態におけるディスプレイサ作動機構 4 aおよび4 bにおいては、図 3 の (a)、(b)および図 4 の (a)、(b)に示すように永久磁石 4 3 1 aおよび4 3 1 bのN極、一方の可動ヨーク 4 3 2 aおよび4 3 2 b、一方のコイル 4 5 aおよび4 5 b、固定ヨーク 4 4 aおよび4 4 b、他方のコイル 4 6 aおよび4 6 b、他方の可動側ヨーク 4 3 3 aおよび4 3 3 b、永久磁石 4 3 1 aおよび4 3 1 bのS極を通る磁気回路が形成される。このような状態において、一対のコイル 4 5 a、4 6 aおよび4 5 b、4 6 bに図 3 の (a)および図 4 の (a)で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を流すと、フレミングの左手の法則に従って磁石可動体 4 3 aおよび4 3 b即ちディスプレイサ 2 2 aおよび2 2 bには図 3 の (a)および図 4 の (a)において矢印で示すように上方に推力が発生する。一方、一対のコイル 4 5 a、4 6 aおよび4 5 b、4 6 bに図 3 の (b)および図 4 の (b)で示すように図 3 の (a)図 4 の (a)と反対方向に電流を流すと、フレミングの左手の法則に従って磁石可動体 4 3 aおよび4 3 b即ちディスプレイサ 2 2 aおよび2 2 bには図 3 の (b)および図 4 の (b)において矢印で示すように下方に推力が発生

20

30

【0019】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレイサ 2 2 a、2 2 bの作動位置をそれぞれ検出するディスプレイサ位置検出手段 5 a、5 bを備えている。このディスプレイサ位置検出手段 5 a、5 bは、それぞれ一端がディスプレイサ 2 2 a、2 2 bの周方向中央部に連結された作動子 5 1 a、5 1 bの移動位置を検出するストロークセンサーからなっており、その検出信号を後述する制御手段 1 0 に送る。このディスプレイサ位置検出手段 5 a、5 bとしてのストロークセンサーの出力値について、図 5 を参照して説明する。図 5 において横軸はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b即ち作動子 5 1 a、5 1 bのストロークを示し、縦軸は電圧値を示している。図 5 に示すようにストローク

40

センサーは、ディスプレイサ 2 2 a、2 2 b即ち作動子 5 1 a、5 1 bのストロークに比例した電圧値を出力するようになっている。なお、図 4 の横軸において L 1 は戻り側フルストローク位置であり、L 1 0 は送り側フルストローク位置である。

【0020】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレイサ 2 2 a、2 2 bに所定の振動周期を作用せしめるメカニカルスプリング手段 6 a、6 bを備えている。このメカニカルスプリング手段 6 a、6 bはディスプレイサ 2 2 a、2 2 bの内周面とディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 bの加熱壁 2 1 1 との間およびディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 bに連結された上記作動ロッド 4 2 a、4 2 bと上記ケース 4 1 a、4 1 bとの間に配設されたそれぞれ一対のコイルスプリング 6 1 a、6 2 aおよび6 1 b、

50

6 2 b からなり、この一对のスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を互いに中立位置に向けて付勢している。この一对のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b とディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の質量で振動周期が決まる。従って、一对のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b とディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の質量で決まる所定周期でディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を作動することにより、上記ディスプレイサ作動機構 4 a と 4 b による駆動力は極めて小さくてよい。即ち、ディスプレイサ作動機構 4 a と 4 b により上記所定周期でディスプレイサ 5 を作動すると、単振動により一对のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b の振幅即ちディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の移動幅は徐々に増加して所定値に達し、定常運転になる。その後は、一对のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b の作用によりディスプレイサ 2 2 a、2 2 b は所定周期で作動されるが、空気抵抗などによる減衰があるため、この減衰分をディスプレイサ作動機構 4 a と 4 b による駆動力で補えばよい。

10

【0021】

制御手段 1 0 はマイクロコンピュータによって構成されバッテリー 1 1 に接続されており、制御プログラムに従って演算処理する中央処理装置 (CPU) と、制御プログラム等を格納するリードオンリメモリ (ROM) と、演算結果等を格納する読み書き可能なランダムアクセスメモリ (RAM) と、上記ディスプレイサ作動機構 4 a、4 b の一对のコイル 4 5 a、4 6 a および 4 5 b、4 6 b を駆動する駆動回路等を備えている。制御手段 1 0 は、上記ディスプレイサ位置検出手段 5 a、5 b によって検出されたディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の作動位置信号に基づいて、上記ディスプレイサ作動機構 4 a と 4 b を構成する一对のコイル 4 5 a、4 6 a および 4 5 b、4 6 b への駆動電流を制御する。

20

【0022】

上記パワーピストン機構 3 を構成するパワーピストン 3 2 とパワーシリンダ 3 1 には、発電機 1 2 が配設されている。この発電機 1 2 は図示の実施形態においてはリニヤ発電機からなっており、パワーピストン 3 2 の外周面に配設された環状の永久磁石 1 2 1 と、該永久磁石 1 2 1 の両側に配設された磁性材からなる環状のポールピース 1 2 2、1 2 3 と、パワーシリンダ 3 1 の外周面に永久磁石 1 2 1 を包囲して配設された発電コイル 1 2 4、1 2 5 とによって構成されている。このように構成された発電機 1 2 は、パワーピストン 3 3 即ち永久磁石 1 2 1 が図 1 において左右に往復動することにより発電し、その発電電力を上記バッテリー 1 1 に充電する。

30

【0023】

図 1 および図 2 に示す実施形態のスターリングエンジンは以上のように構成されており、以下その作動について図 6 に示すフローチャートおよび図 7 に示す作動状態を示す説明図をも参照して説明する。

図 1 および図 2 は始動前の状態を示しており、ディスプレイサ 2 2 a、2 2 b は一对のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b の作用によってそれぞれ中立位置に位置付けられている。図 1 および図 2 の状態からスターリングエンジンを起動するには、制御手段 1 0 はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を図において上方に作動するようにディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を駆動せしめする (ステップ S 1)。即ち、制御手段 1 0 はディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を構成する一对のコイル 4 5 a、4 6 a および 4 5 b、4 6 b に図 3 の (a) および図 4 の (a) で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を印加するように制御する。この結果、磁石可動体 4 3 a、4 3 b 即ちディスプレイサ 2 2 a、2 2 b は図 7 (a) に示すように上方に移動する。このディスプレイサ 2 2 a、2 2 b の上方への移動により、一方のディスプレイサシリンダ 2 1 a の収縮室 2 1 7 a 内の作動気体はディスプレイサ 2 2 a の再生器 2 2 2 a を通して膨張室 2 1 6 a に流入され、他方のディスプレイサシリンダ 2 1 b の膨張室 2 1 6 b 内の作動気体はディスプレイサ 2 2 b の再生器 2 2 2 b を通して収縮室 2 1 7 b に流入される。このとき、一方のディスプレイサシリンダ 2 1 a の収縮室 2 1 7 a 内で冷却されていた作動気体は再生器 2 2 2 a を通過する際に熱交換されて加熱される。また、他方のディスプレイサシリンダ 2 1 b の膨張室 2

40

50

16b内で加熱されていた作動気体は上述したように再生器222bを通過する際に熱交換されて冷却される。このように一方のディスプレーサ22aが上方に移動して作動気体が膨張室216aに流入すると、作動気体は円筒状の加熱壁211によって形成される流路210を流れる熱源としての排気ガスによって加熱され膨張するため、第1の連通路23aを通してパワーシリンダ31の第1の作動室31aに流入する。この結果、パワーピストン32は図7(a)に示すように下方に移動する。一方、他方のディスプレーサ22bが上方に移動して作動気体が収縮室217bに流入すると、作動気体は空冷または適宜の冷却手段によって冷却され収縮するため、パワーシリンダ31の第2の作動室31bの作動気体は第2の連通路23bを通して吸引される。この結果、パワーピストン32を図7(a)に示すように下方に移動せしめる。

10

【0024】

上述したようにステップS1において一对のディスプレーサ22a、22bを図において上方に作動するようにディスプレーサ作動機構4a、4bを駆動せしめたならば、制御手段10はステップS2に進んでディスプレーサ位置検出手段5a、5bからの検出信号に基づいて、ディスプレーサ22a、22bのストローク位置Lが送り側フルストローク位置L10より所定量手前のしきい値となるストローク位置L9より大きいと否か(L>L9)をチェックする。ストローク位置LがL9より大きくなければ、制御手段10はステップS3に進んでディスプレーサ22a、22bのストローク位置Lが戻り側フルストローク位置L1より所定量手前のしきい値となるストローク位置L2より小さいと否か(L<L2)をチェックする。今回はディスプレーサ22a、22bが送り側に移動している

20

【0025】

上記ステップS2においてストローク位置LがL9より大きいならば、制御手段10はディスプレーサ22a、22bを図7(a)に示す膨張終了時の位置より所定量手前の位置を越えたものと判断し、ステップS4に進んでディスプレーサ22a、22bを図において下方に作動するようにディスプレーサ作動機構4a、4bを駆動せしめする。即ち、制御手段10はディスプレーサ作動機構4a、4bを構成する一对のコイル45a、46aおよび45b、46bに図3の(b)および図4の(b)で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を印加するように制御する。この結果、磁石可動体43即ちディスプレーサ22a、22bは図7(b)に示すように下方に移動する。このディスプレーサ22a、22bの下方への移動により、一方のディスプレーサシリンダ21aの膨張室216a内の作動気体はディスプレーサ22aの再生器222aを通して収縮室217aに流入され、他方のディスプレーサシリンダ21bの収縮室217b内の作動気体はディスプレーサ22bの再生器222bを通して膨張室216bに流入される。このとき、一方のディスプレーサシリンダ21aの膨張室216a内で加熱されていた作動気体は上述したように再生器222aを通過する際に熱交換されて冷却される。また、他方のディスプレーサシリンダ21bの収縮室217b内で冷却されていた作動気体は上述したように再生器222bを通過する際に熱交換されて加熱される。このように一方のディスプレーサ22aが下方に移動して作動気体が収縮室217aに流入すると、作動気体は空冷または適宜の冷却手段によって冷却され収縮するため、パワーシリンダ31の第1の作動室31aの作動気体は第1の連通路23aを通して吸引される。この結果、パワーピストン32は図7(b)に示すように上方に移動する。一方、他方のディスプレーサ22bが下方に移動して作動気体が膨張室216bに流入すると、作動気体は円筒状の加熱壁211によって形成される流路210を流れる熱源としての排気ガスによって加熱され膨張するため、第2の連通路23bを通してパワーシリンダ31の第2の作動室31bに流入する。この結果、パワーピストン32は図7(b)に示すように上方に移動せしめる。

30

40

【0026】

一方、上述したようにステップS4において一对のディスプレーサ22a、22bを図において下方に作動するようにディスプレーサ作動機構4a、4bを駆動せしめたならば、

50

制御手段 10 は上記ステップ S 2 に戻ってディスプレイサ 2 2 a、2 2 b のストローク位置 L が送り側フルストローク位置 L 10 より所定量手前のしきい値となるストローク位置 L 9 より大きいかなかをチェックする。今回はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b が戻り側に移動しているのでストローク位置 L が L 9 より大きいことはないの、制御手段 10 は上記ステップ S 3 に進んでディスプレイサ 2 2 a、2 2 b のストローク位置 L が戻り側フルストローク位置 L 1 より所定量手前のしきい値となるストローク位置 L 2 より小さいかなかをチェックする。ストローク位置 L が L 2 より小さくなければ、制御手段 10 はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b が未だ L 2 に達していないと判断し、上記ステップ S 2 に戻ってステップ S 2 およびステップ S 3 を繰り返し実行する。ステップ S 3 においてディスプレイサ 2 2 a、2 2 b のストローク位置 L が L 2 より小さいならば、制御手段 10 はディスプレイサ 2 2 a、2 2 b が L 2 を越えたと判断し、ステップ S 5 に進んでディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を図において上方に作動するようにディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を駆動せしめるように一対のコイル 4 5 a、4 6 a および 4 5 b、4 6 b に図 3 の (a) および図 4 の (a) で示す方向にそれぞれ反対方向の電流を印加するように制御する。

【 0 0 2 7 】

以上のサイクルを繰り返すことにより、パワーピストン 3 2 を往復運動することができる。パワーピストン 3 2 が往復運動することによって発電機 1 2 が発電し、その発電電力は上記バッテリー 1 1 に充電される。図示の実施形態におけるスターリングエンジンにおいては、ディスプレイサ機構 2 の一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b は熱源が通る流路 2 1 0 を備えた筒状の加熱壁 2 1 1 と、該加熱壁 2 1 1 の周囲に一対のシリンダ室 2 1 2 a、2 1 2 b を形成する冷却壁 2 1 3 a、2 1 3 b とによって形成されているので、流路 2 1 0 を通る熱源の熱は周囲に発散することなく有効に利用される。また、加熱壁 2 1 1 は円弧状に形成されているので、受熱面積を広くとることができ熱源の熱を効果的に吸収することができる。更に、流路 2 1 0 に内燃機関の排気ガスを流す場合でも、排気の圧力損失が殆どなく、内燃機関の性能に影響がない。また、図示の実施形態におけるスターリングエンジンにおいては、一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b とパワーシリンダ 3 1 と第 1 の通路 2 3 a および第 2 の通路 2 3 b は密閉空間を形成しているので、作動流体の漏れを確実に防止することができる。更に、図示の実施形態におけるスターリングエンジンにおいては、一対のディスプレイサ 2 2 a、2 2 b は一対のコイルスプリング 6 1 a、6 2 a および 6 1 b、6 2 b の作用により所定周期で作動されるので、ディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を所定周期で作動するディスプレイサ作動機構 4 a、4 b は空気抵抗などによる減衰分を補う駆動力でよく、ディスプレイサ作動機構 4 a、4 b を作動する駆動力を減少することが可能となる。

【 0 0 2 8 】

次に、本発明に従って構成されたスターリングエンジンの他の実施形態について、図 8 および図 9 を参照して説明する。なお、図 8 および図 9 の実施形態においては上記図 1 および図 2 に示すスターリングエンジンの各構成部材と同一部材には同一符号を付して、その説明は省略する。

図 8 および図 9 に示すスターリングエンジンは、クランク軸を回転するように構成されている。図 8 および図 9 に示す実施形態においては、ディスプレイサ機構 2 を構成する一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b にそれぞれ対応して一対のパワーピストン機構 7 a、7 b を備えている。このパワーピストン機構 7 a、7 b は、それぞれパワーシリンダ 7 1 a、7 1 b と、該パワーシリンダ 7 1 a、7 1 b 内に摺動可能に配設されたパワーピストン 7 2 a、7 2 b と、該パワーピストン 7 2 a、7 2 b にそれぞれ一端が連結されたコネクティングロッド 7 3 a、7 3 b とからなっている。

【 0 0 2 9 】

上記パワーシリンダ 7 1 a、7 1 b は、ディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b を構成する冷却壁 2 1 3 a、2 1 3 b にそれぞれディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b の冷却壁 2 1 3 a、2 1 3 b の長手方向（軸方向）に沿って取り付けられている。このパワーシリンダ 7 1 a、7 1 b には、軸方向に摺動可能に配設されたパワーピストン 7 2 a、7 2 b

とによってそれぞれ作動室 7 1 1 a、7 1 1 b が形成される。なお、作動室 7 1 1 a、7 1 1 b は、それぞれ連通路 7 4 a、7 4 b を通してディスプレイサ機構 2 を構成する一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b の収縮室 2 1 7 a、収縮室 2 1 7 b に連通している。パワーピストン 7 2 a、7 2 b に一端が連結されたコネクティングロッド 7 3 a、7 3 b は、その他端がクランク軸 8 a、8 b のクランクジャーナル 8 1 a、8 1 b に連結されている。なお、クランク軸 8 a、8 b は、上記ディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b を構成する冷却壁 2 1 3 a、2 1 3 b にそれぞれ支持ブラケット 8 2 1 a、8 2 2 a および 8 2 1 b、8 2 2 b によって回転可能に支持されている。クランク軸 8 a、8 b の一端にはそれぞれ小歯車 8 5 a、8 5 b が装着されており、この小歯車 8 5 a、8 5 b は、ディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b を構成する冷却壁 2 1 3 a、2 1 3 b に支持軸 8 6 によって回転可能に支持されたフライホイール兼大歯車 8 7 と噛み合っている。このように、フライホイール兼大歯車 8 7 と小歯車 8 5 a、8 5 b を介して連動連結されたクランク軸 8 a、8 b は、互いに 1 8 0 度の位相差をもって連動するように構成されている。

10

【0030】

図示の実施形態におけるスターリングエンジンは、上記一対のディスプレイサ 2 2 a、2 2 b をそれぞれパワーピストン 7 2 a、7 2 b と所定の位相差 (90 度) をもって作動する一対のディスプレイサ作動機構 9 a、9 b を具備している。この一対のディスプレイサ作動機構 9 a、9 b は、ディスプレイサ 2 2 a、2 2 b に一端が装着された連結桿 9 1 a および 9 2 a、9 1 b および 9 2 b と、該連結桿 9 1 a および 9 2 a、9 1 b および 9 2 b の他端が連結されたレバー 9 3 a、9 3 b と、該レバー 9 3 a、9 3 b とクランク軸 8 a、8 b とを連結するスコッチヨーク機構 9 4 a、9 4 b とによって構成されている。なお、スコッチヨーク機構 9 4 a、9 4 b は、クランク軸 8 a、8 b に設けられてフランジ部 8 3 1 a と 8 3 2 a 間、8 3 1 b と 8 3 2 b 間に装着されたピン 9 4 1 a、9 4 1 b と、レバー 9 3 a、9 3 b の中央部に形成された長穴 9 4 2 a、9 4 2 b とからなっており、長穴 9 4 2 a、9 4 2 b はパワーシリンダ 7 1 a、7 1 b の軸方向に長く形成されている。このように構成されたディスプレイサ作動機構 9 a、9 b は、パワーピストン 7 2 a、7 2 b が図 8 において左右方向に往復運動することによりコネクティングロッド 7 3 a、7 3 b を介してクランク軸 8 a、8 b が回転すると、上記スコッチヨーク機構 9 4 a、9 4 b によってレバー 9 3 a、9 3 b が図 8 において上下方向に移動するので、連結桿 9 1 a および 9 2 a、9 1 b および 9 2 b を介してディスプレイサ 2 2 a、2 2 b を図 8 において上下方向に移動せしめる。なお、ディスプレイサ 2 2 a、2 2 b が上下に作動することによる作動流体の作用は、上述した実施形態と同様である。

20

30

【0031】

次に、本発明に従って構成されたスターリングエンジンの更に他の実施形態について、図 1 0 および図 1 1 を参照して説明する。なお、図 1 0 および図 1 1 の各実施形態においては上記図 1 および図 2 に示すスターリングエンジンの各構成部材と同一部材には同一符号を付して、その説明は省略する。

図 1 0 に示す実施形態は、ディスプレイサ機構 2 の一対のディスプレイサシリンダ 2 1 a、2 1 b を構成する円筒状の加熱壁 2 1 1 の内周面に形成された複数個のフィン 2 1 4 を螺旋状に形成したものである。このようにフィン 2 1 4 を螺旋状に形成することにより、円筒状の加熱壁 2 1 1 によって形成される流路 2 1 0 を流れる熱源としての排気ガスが作用するフィンの流路長が長くなるので、熱吸収量効率を向上することができる。

40

【0032】

図 1 1 に示す実施形態においては、ディスプレイサ機構の一対のディスプレイサシリンダを構成する円筒状の加熱壁 2 1 1 によって形成される流路 2 1 0 が示されている。図 1 1 に示す実施形態は、上記流路 2 1 0 の中心部に流路の略全長に渡ってコア部材 2 1 9 を配設したものである。このコア部材 2 1 9 は、円筒状の加熱壁 2 1 1 の内周面に形成された複数個のフィン 2 1 4 の内周縁に取付けられている、このように、熱交換に寄与度が少ない流路 2 1 0 の中心部にコア部材 2 1 9 を配設することにより、流路 2 1 0 を流れる熱源としての排気ガスが加熱壁 2 1 1 の内周面に近いところを流れるため、熱交換効率を向上

50

することができる。なお、コア部材 2 1 9 は蓄熱体として機能するので、熱交換効率が更に向上する。

【 0 0 3 3 】

以上、本発明を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は実施例に限定されるものではなく種々の変形が可能である。例えば、図示の実施形態においてはパワーピストン機構を構成するパワーシリンダの作動室をディスプレイサシリンダの収縮室と連通した例を示したが、作動室をディスプレイサシリンダの膨張室と連通する構成としてもよい。また、図示の実施形態においてはディスプレイサ機構のディスプレイサシリンダを構成する筒状の加熱壁によって形成された流路には、排気ガス等の加熱流体を流す例を示したが、この流路を燃焼器の燃焼室としてもよい。

10

【 0 0 3 4 】

【 発明の効果 】

本発明によるスターリングエンジンは以上のように構成されているので、以下に述べる作用効果を奏する。

即ち、ディスプレイサ機構のディスプレイサシリンダは、熱源を囲繞する加熱壁と、該加熱壁の周囲に複数個のシリンダ室を形成する冷却壁とによって形成されているので、熱源の熱は周囲に発散することなく有効に利用される。また、加熱壁は湾曲して形成されるので、受熱面積を広くとることができ熱源の熱を効果的に吸収することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明に従って構成されたスターリングエンジンの一実施形態を示す断面図。

20

【 図 2 】 図 1 における A - A 線断面図。

【 図 3 】 本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成する一方のディスプレイサ作動機構の作動説明図。

【 図 4 】 本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成する他方のディスプレイサ作動機構の作動説明図。

【 図 5 】 本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成するディスプレイサ位置検出手段の出力信号を示す説明図。

【 図 6 】 本発明に従って構成されたスターリングエンジンを構成する制御手段の動作手順を示すフローチャート。

【 図 7 】 図 1 に示すスターリングエンジンの作動状態を示す説明図。

30

【 図 8 】 本発明に従って構成されたスターリングエンジンの他の実施形態を示す断面図。

【 図 9 】 図 8 における B - B 線断面図。

【 図 1 0 】 本発明に従って構成されたスターリングエンジンの更に他の実施形態を示す要部断面図。

【 図 1 1 】 本発明に従って構成されたスターリングエンジンの更に他の実施形態を示す要部断面図。

【 符号の説明 】

2 a、2 b : ディスプレサ機構

2 1 a、2 1 b : ディスプレサシリンダ

2 1 1 : 加熱壁

40

2 1 2 a、2 1 2 b : シリンダ室

2 1 2 a、2 1 3 b : 冷却壁

2 1 4 : フィン

2 1 5 a、2 1 5 b : 放熱フィン

2 1 6 a、2 1 6 b : 膨張室

2 1 7 a、2 1 7 b : 収縮室

2 1 9 : コア部材

2 2 a、2 2 b : ディスプレサ

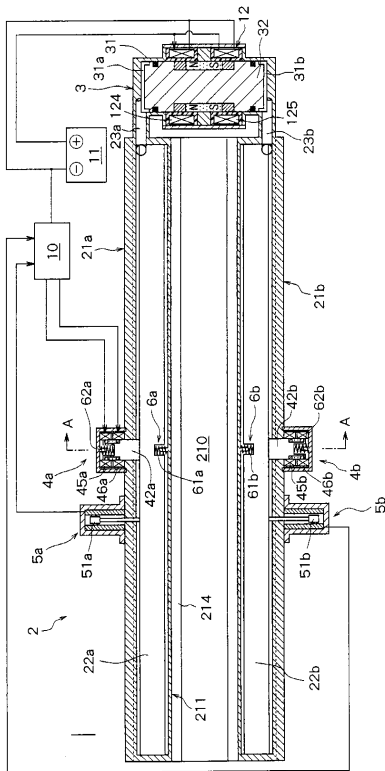
3 : パワーピストン機構

3 1 : パワーシリンダ

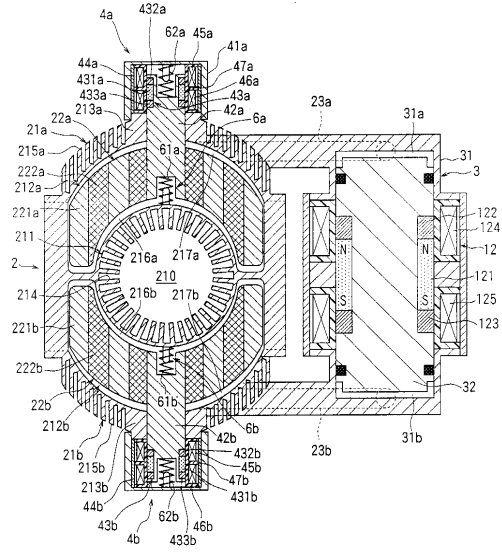
50

3 1 a : 第 1 の作動室	
3 1 b : 第 2 の作動室	
3 2 : パワーピストン	
4 a、4 b : ディスプレーサ作動機構	
4 1 a、4 1 b : ケース	
4 2 a、4 2 b : 作動ロッド	
4 3 a、4 3 b : 磁石可動体	
4 4 a、4 4 b : 固定ヨーク	
4 5 a、4 6 a : 一对のコイル	
4 5 b、4 6 b : 一对のコイル	10
5 a、5 b : ディスプレーサ位置検出手段	
6 a、6 b : メカニカルスプリング手段	
6 1 a、6 2 a : 一对のコイルスプリング	
6 1 b、6 2 b : 一对のコイルスプリング	
7 a、7 b : パワーピストン機構	
7 1 a、7 1 b : パワーシリンダ	
7 1 1 a、7 1 1 b : 作動室	
7 2 a、7 2 b : パワーピストン	
7 3 a、7 3 b : コネクティングロッド	
8 a、8 b : クランク軸	20
8 5 a、8 5 b : 小歯車	
8 7 : フライホイール兼大歯車	
9 a、9 b : ディスプレーサ作動機構	
9 1 a、9 2 a、9 1 b、9 2 b : 連結桿	
9 3 a、9 3 b : レバー	
9 4 a、9 4 b : スコッチヨーク機構	
1 0 : 制御手段	
1 1 : バッテリー	
1 2 : 発電機	
1 2 1 : 永久磁石	30
1 2 2、1 2 3 : ポールピース	
1 2 4 : 発電コイル	

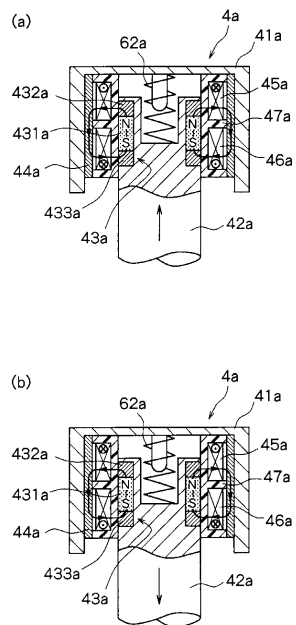
【 図 1 】



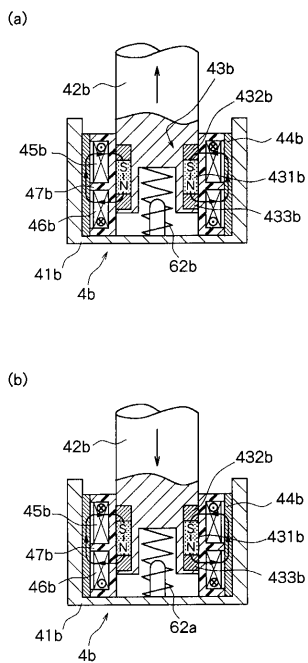
【 図 2 】



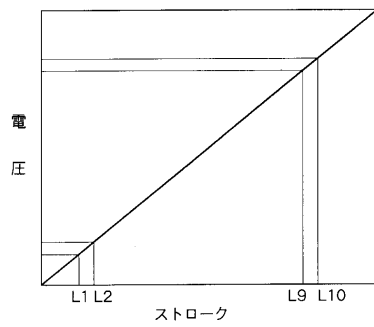
【 図 3 】



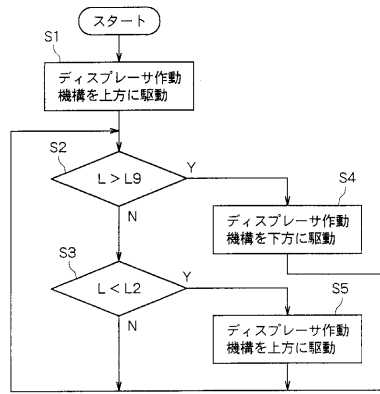
【 図 4 】



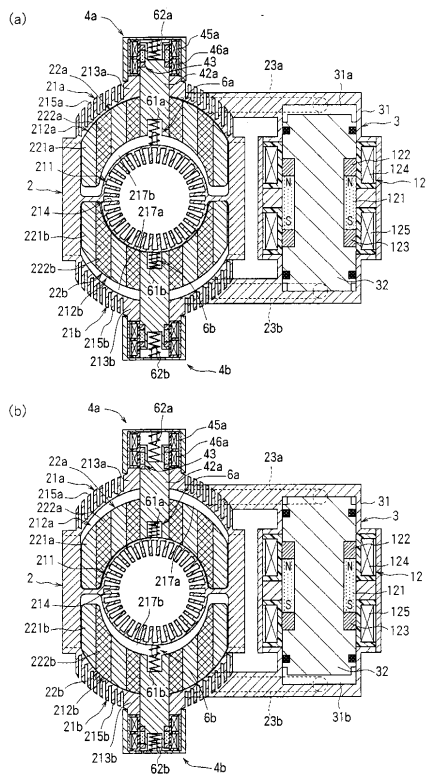
【図 5】



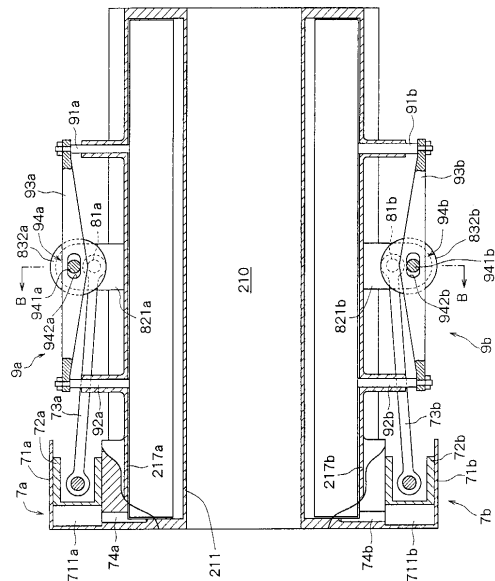
【図 6】



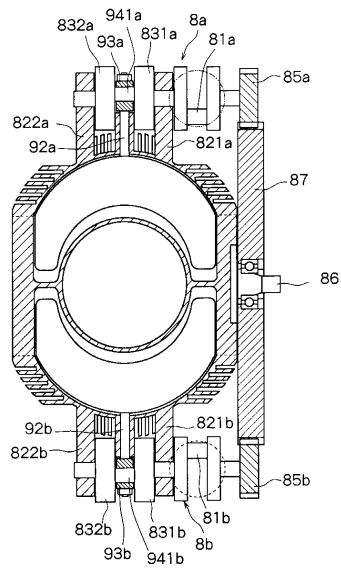
【図 7】



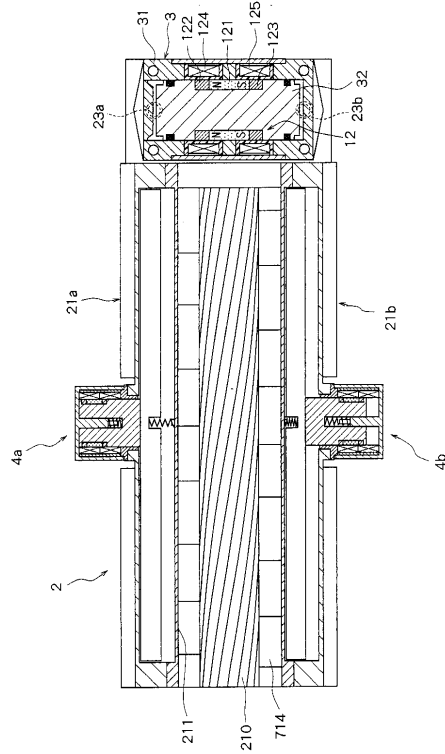
【図 8】



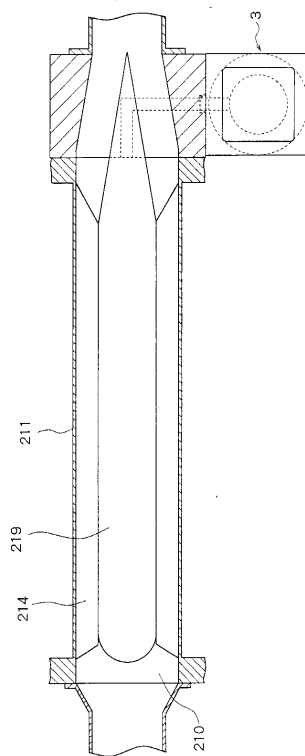
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F02G 1/043-1/057

F25B 9/00

F25B 9/14