

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年8月31日(31.08.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/145804 A1

- (51) 国際特許分類:
F02G 1/05 (2006.01) F02G 1/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/004897
- (22) 国際出願日: 2017年2月10日(10.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-035685 2016年2月26日(26.02.2016) JP
- (71) 出願人: ヤンマー株式会社(YANMAR CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町1-32 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 小林 将(KOBAYASHI Nobu); 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町1-32 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 福留 二郎(FUKUDOME Jiro); 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町1-32 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 星野 昌平(HOSHINO Shohei); 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町1-32 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 北崎 真人(KITAZAKI Masato); 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町1-32 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP).

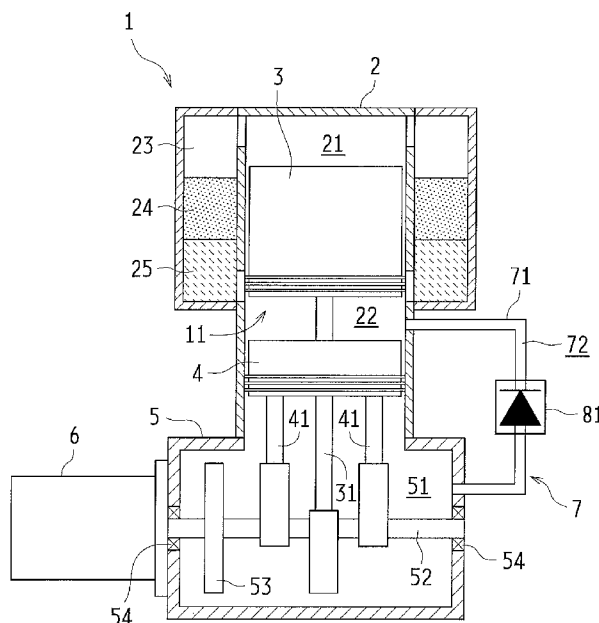
- (74) 代理人: 特許業務法人あーく特許事務所 (ARC PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5300057 大阪府大阪市北区曽根崎1丁目1番2号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: OUTPUT ADJUSTING DEVICE FOR STIRLING ENGINE

(54) 発明の名称: スターリングエンジンの出力調整装置

[図1]



(57) Abstract: In the present invention, a compression space (22) and a crank chamber (51) of a Stirling engine (1) are connected to each other by a working gas circulating pipe (71). The working gas circulating pipe (71) is provided with a check valve (81) that opens when the pressure of the crank chamber (51) becomes higher than the pressure of the compression space (22). Part of the working gas in the crank chamber (51) moves into the compression space (22) due to the opening of the check valve (81), and the density of the working gas in a working gas circulation space (11) increases. Due to this configuration, the output of the Stirling engine (1) increases in conjunction with an increase in the average pressure of the working gas space pressure and in conjunction with an increase in the pressure change width of the working gas in the working gas space, the average pressure and the pressure change width changing with the reciprocating movement of a displacer piston (3) and a power piston (4) inside a cylinder (2).

(57) 要約: スターリングエンジン(1)の圧縮空間(22)とクランク室(51)とを作動ガス流通配管(71)によって接続する。この作動ガス流通配管(71)に、クランク室(51)の圧力が圧縮空間(22)の圧力よりも高くなったときに開放する逆止弁(81)を設ける。逆止弁(81)の開放により、クランク室(51)の作動ガスの一部が圧縮空間(22)に移動し、作動ガス

流通空間(11)における作動ガスの密度が上昇する。これにより、シリンダ(2)内でのディスプレーサピストン(3)およびパワーピストン(4)の往復動に伴って変化する作動ガス空間圧力の平均圧力の上昇およびこの作動ガス空間での作動ガスの圧力変化幅の拡大に伴い、スターリングエンジン(1)の出力が上昇する。

WO 2017/145804 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：スターリングエンジンの出力調整装置

技術分野

[0001] 本発明はスターリングエンジンの出力調整装置に係る。特に、本発明は、比較的簡素な構造で出力調整を可能とするための対策に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば特許文献１に開示されているように、シリンダ内の作動ガスを加熱および冷却し、その体積変化を利用して仕事量を得る外燃機関としてスターリングエンジンが公知である。

[0003] この特許文献１に開示されているスターリングエンジンは、始動時におけるデコンプ作用が得られるように、スターリングエンジンの作動ガス空間とクランク室とを連通するバイパス管を備えている。また、このバイパス管にデコンプバルブを備えさせ、スターリングエンジンの始動時には、このデコンプバルブを開放することで、デコンプ作用を得ている。そして、スターリングエンジンが自立運転可能な回転速度に達すると、デコンプバルブを徐々に閉鎖するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：日本国公開特許公報「特開２０１２－４１８９７号公報」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、スターリングエンジンの特徴の一つとして種々の熱源が利用可能であることが挙げられる。例えば、内燃機関の排熱、工場の排熱、バイオマス燃焼熱等を熱源とすることが可能である。

[0006] ところが、このような熱源を利用する場合、その熱量を調整することが難しいため、スターリングエンジンの作動ガスが受ける熱量（受熱量）も調整することが困難である。例えば、作動ガスの受熱量が必要熱量よりも少ない

場合には、スターリングエンジンに要求される出力が得られなくなってしまう可能性がある。逆に、作動ガスの受熱量が多すぎる場合には、スターリングエンジンの出力が必要以上に上昇してしまい、スターリングエンジンの構成部品の耐久性に悪影響を与えてしまう可能性がある。

[0007] 特許文献1では、スターリングエンジンに個別の加圧ポンプを接続し、必要に応じて、この加圧ポンプから作動ガスを導入してスターリングエンジンの出力を上昇させるようにしている。しかしながら、この場合、作動ガスを導入するための特別な動力源（加圧ポンプのモータ等）が必要となり、製造コストの高騰を招いたり、この動力源を作動させるためのエネルギーが必要であることからシステム全体としてのエネルギー効率の悪化を招いたりするため、好ましくない。

[0008] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、加圧ポンプを必要とすることなく、比較的簡素な構造でスターリングエンジンの出力を調整可能とすることにある。

課題を解決するための手段

[0009] 前記の目的を達成するための本発明の解決手段は、シリンダ内で往復動する第1ピストンおよび第2ピストンと、これらピストンに連結されたクランク軸と、このクランク軸を収容するクランク室またはこのクランク室に連通する空間の何れかで成るバッファ空間とを備えたスターリングエンジンに適用される出力調整装置を対象とする。このスターリングエンジンの出力調整装置に対し、前記シリンダ内に形成された作動ガス空間と前記バッファ空間とを連通可能とする作動ガス流通路と、前記バッファ空間の圧力が前記作動ガス空間の圧力よりも高いときに、これらバッファ空間と作動ガス空間とを前記作動ガス流通路を介して連通させる連通手段とを設けている。

[0010] ここで、「シリンダ内に形成された作動ガス空間」は、例えば β 型のスターリングエンジンにあっては、圧縮空間または膨張空間に相当する。

[0011] この特定事項により、バッファ空間の圧力が作動ガス空間の圧力よりも高くなると、連通手段は、バッファ空間と作動ガス空間とを作動ガス流通路を

介して連通させる。これにより、バッファ空間の作動ガスの一部が作動ガス空間に移動することになり、この作動ガス空間における作動ガスの密度が上昇する。これに伴い、シリンダ内での第1ピストンおよび第2ピストンの往復動に伴って変化する作動ガス空間圧力の平均圧力の上昇およびこの作動ガス空間での作動ガスの圧力変化幅の拡大に伴い、スターリングエンジンの出力が上昇する。このように、本解決手段では、加圧ポンプ等の動力源を有する手段を必要とすることなく、スターリングエンジンの出力を上昇させることができる。

[0012] また、他の解決手段として、シリンダ内で往復動する第1ピストンおよび第2ピストンと、これらピストンに連結されたクランク軸と、このクランク軸を収容するクランク室またはこのクランク室に連通する空間の何れかで成るバッファ空間とを備えたスターリングエンジンに適用される出力調整装置を対象とする。このスターリングエンジンの出力調整装置に対し、前記シリンダ内に形成された作動ガス空間と前記バッファ空間とを連通可能とする作動ガス流通路と、前記作動ガス空間の圧力が前記バッファ空間の圧力よりも高いときに、これら作動ガス空間とバッファ空間とを前記作動ガス流通路を介して連通させる連通手段とを設けている。

[0013] この特定事項により、作動ガス空間の圧力がバッファ空間の圧力よりも高くなると、連通手段は、作動ガス空間とバッファ空間とを作動ガス流通路を介して連通させる。これにより、作動ガス空間の作動ガスの一部がバッファ空間に移動することになり、この作動ガス空間における作動ガスの密度が低下する。これに伴い、シリンダ内での第1ピストンおよび第2ピストンの往復動に伴って変化する作動ガス空間圧力の平均圧力の低下およびこの作動ガス空間での作動ガスの圧力変化幅の縮小に伴い、スターリングエンジンの出力が低下する。このように、本解決手段では、加圧ポンプ等の動力源を有する手段を必要とすることなく、スターリングエンジンの出力を低下させることができる。

[0014] また、前記連通手段としては逆止弁であることが好ましい。

- [0015] これによれば、作動ガス空間とバッファ空間との圧力差に応じて逆止弁が開放し、これら作動ガス空間とバッファ空間とを作動ガス流通路を介して連通させる。つまり、バッファ空間の圧力が作動ガス空間の圧力よりも高いときに開放する逆止弁を設けた場合には、バッファ空間の圧力が作動ガス空間の圧力よりも高くなると、逆止弁が開放してバッファ空間の作動ガスの一部が作動ガス空間に移動することになる。これにより、作動ガス空間における作動ガスの密度が上昇し、スターリングエンジンの出力が上昇することになる。一方、作動ガス空間の圧力がバッファ空間の圧力よりも高いときに開放する逆止弁を設けた場合には、作動ガス空間の圧力がバッファ空間の圧力よりも高くなると、逆止弁が開放して作動ガス空間の作動ガスの一部がバッファ空間に移動することになる。これにより、作動ガス空間における作動ガスの密度が低下し、スターリングエンジンの出力が低下することになる。
- [0016] また、前記連通手段としては、前記作動ガス空間と前記バッファ空間との圧力差に応じて開閉動作を行う調圧弁であって、前記開閉動作を行う前記圧力差の値が変更可能となっていることが好ましい。
- [0017] これによれば、調圧弁の設定圧力（開放される設定圧力）を変更することで、作動ガス空間の圧力（平均値）とバッファ空間の圧力（平均値）との圧力差が変化することになり、これによってスターリングエンジンの出力を調整することが可能になる。
- [0018] つまり、バッファ空間の圧力が作動ガス空間の圧力よりも高く且つその圧力差が所定値以上であるときに開放する調圧弁を設ける際に、スターリングエンジンの出力を上昇させたい場合には調圧弁が開閉動作を行う圧力差の値を小さくする。これにより、作動ガス空間の圧力（平均値）とバッファ空間の圧力（平均値）との圧力差が大きくなる（バッファ空間に残る圧力が小さくなる（作動ガス空間の圧力が高くなる））ことでスターリングエンジンの出力が上昇する。
- [0019] 一方、作動ガス空間の圧力がバッファ空間の圧力よりも高く且つその圧力差が所定値以上であるときに開放する調圧弁を設ける際に、スターリングエ

ンジンの出力を低下させたい場合には調圧弁が開閉動作を行う圧力差の値を小さくする。これにより、作動ガス空間の圧力（平均値）とバッファ空間の圧力（平均値）との圧力差が大きくなる（作動ガス空間に残る圧力が小さくなる）ことでスターリングエンジンの出力が低下する。

[0020] このように、本解決手段によれば、スターリングエンジンの出力を任意に調整することが可能になる。

[0021] また、前記連通手段としては、開閉自在な開閉弁、および、この開閉弁の開閉動作を制御する開閉制御手段とすることが好ましい。

[0022] これによれば、開閉制御手段によって開閉弁の開閉動作を行うことで、スターリングエンジンの出力を上昇させたり、出力を低下させたりすることができる。つまり、バッファ空間の圧力が作動ガス空間の圧力よりも高いときに開閉弁を開放させることで、バッファ空間の作動ガスの一部が作動ガス空間に移動することになり、これによって、作動ガス空間における作動ガスの密度が上昇し、スターリングエンジンの出力を上昇させることができる。一方、作動ガス空間の圧力がバッファ空間の圧力よりも高いときに開閉弁を開放させることで、作動ガス空間の作動ガスの一部がバッファ空間に移動することになり、これによって、作動ガス空間における作動ガスの密度が低下し、スターリングエンジンの出力を低下させることができる。このように、開閉弁の開閉動作を制御することによって、スターリングエンジンの出力を上昇させたり、出力を低下させたりすることが可能となる。

[0023] この場合に、前記開閉制御手段は、前記クランク軸の回転位置、または、前記バッファ空間と前記作動ガス空間との圧力差に応じて前記開閉弁の開閉動作を制御することが好ましい。

[0024] クランク軸の回転位置や、バッファ空間と作動ガス空間との圧力差に応じて開閉弁の開閉動作を制御することにより、開閉弁を開放した際の作動ガスの流れ方向（バッファ空間と作動ガス空間との間での作動ガスの流れ方向）を規定することができ、これによって、スターリングエンジンの出力調整を行うことが可能になる。

発明の効果

[0025] 本発明では、スターリングエンジンの作動ガス空間とバッファ空間とを、これら空間の圧力差に応じて連通させることで、作動ガス空間における作動ガスの密度を調整可能にしている。このため、加圧ポンプ等の動力源を有する手段を必要とすることなく、スターリングエンジンの出力を調整することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]第1実施形態に係るスターリングエンジンおよび出力調整装置の概略構成を示す図である。

[図2]スターリングエンジンの運転開始初期時における圧縮空間圧力およびクランク室圧力それぞれの変化の一例を示す図である。

[図3]第2実施形態に係るスターリングエンジンおよび出力調整装置の概略構成を示す図である。

[図4]第3実施形態に係るスターリングエンジンおよび出力調整装置の概略構成を示す図である。

[図5]第4実施形態に係るスターリングエンジンおよび出力調整装置の概略構成を示す図である。

[図6]第5実施形態に係るスターリングエンジンおよび出力調整装置の概略構成を示す図である。

[図7]第6実施形態に係るスターリングエンジンおよび出力調整装置の概略構成を示す図である。

[図8]第7実施形態に係るスターリングエンジンおよび出力調整装置の概略構成を示す図である。

[図9]第8実施形態に係るスターリングエンジンおよび出力調整装置の概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。以下の各実施形態では、単気筒であってディスプレイサピストンおよびパワーピストンそ

れぞれが同軸上で上下方向に往復動する β 型のスターリングエンジンに本発明を適用した場合について説明する。

[0028] (第1実施形態)

まず、第1実施形態について説明する。

[0029] 図1は本実施形態に係るスターリングエンジン1および出力調整装置7の概略構成を示す図である。この図1に示すように、スターリングエンジン1は、シリンダ2の内部に、ディスプレイサピストン(第1ピストン)3およびパワーピストン(第2ピストン)4がそれぞれ往復動可能に収容されている。ディスプレイサピストン3はパワーピストン4の上方に配置されている。これにより、シリンダ2の内部は複数の空間に区画されている。ディスプレイサピストン3の上側の空間は膨張空間(高温空間)21として形成されている。また、ディスプレイサピストン3の下側の空間(ディスプレイサピストン3とパワーピストン4との間の空間)は圧縮空間(低温空間)22として形成されている。

[0030] 前記シリンダ2の下側に配設されたクランクケース5の内部空間であるクランク室51にはクランク軸52が収容されている。このクランク軸52はラジアルベアリング54、54によってクランクケース5に回転自在に支持されている。

[0031] 前記ディスプレイサピストン3およびパワーピストン4は、それぞれクランク軸52に連結されている。具体的に、ディスプレイサピストン3およびパワーピストン4は、図示しないスコッチ・ヨーク機構を介して、所定角度(例えばクランク軸52回りで 90°)だけ位相がずれた(ディスプレイサピストン3がロッド31を介してクランク軸52に対して連結する位置と、パワーピストン4がロッド41、41を介してクランク軸52に対して連結する位置とがクランク軸52の回転方向で所定角度だけずれた)状態でクランク軸52に連結されている。

[0032] また、クランク軸52の一端側(図1における左側)にはフライホイール53が一体回転可能に設けられている。また、クランクケース5の側面(図

1における左側面)には発電機6が取り付けられており、前記クランク軸52は、クランクケース5の外部にまで延びて発電機6に接続されている。

[0033] シリンダ2の外周側には、ヒータ23、再生器24およびクーラ25が配置されている。

[0034] ヒータ23の一端部は前記膨張空間21に連通している。また、ヒータ23の他端部は再生器24に連通している。この再生器24はクーラ25に連通している。クーラ25は前記圧縮空間22に連通している。前記ヒータ23は、図示しない内燃機関の排熱、工場の排熱、バイオマス燃焼熱等の熱を受けることで作動ガスを加熱する。一方、クーラ25内には作動ガスと熱交換可能に冷却水が流れており、この熱交換によって作動ガスを冷却する。

[0035] 再生器24は、その内部にオーステナイト系ステンレス鋼や黄銅等の金網のマトリックス材を詰めた構成となっている。作動ガス(H_e、H₂、N₂、空気等)は、マトリックス材を通り抜けて、ヒータ23またはクーラ25に流れる。作動ガスは、クーラ25からヒータ23に向けて再生器24を通り抜けるときに、マトリックス材から吸熱する。また、作動ガスは、ヒータ23からクーラ25に向けて再生器24を通り抜けるときに、マトリックス材に放熱する。

[0036] このような構成により、スターリングエンジン1は、ディスプレイサピストン3が下降する場合には、膨張空間21の容積(ガス量)が増大して作動ガスの温度が上昇する。これにより、作動ガスの圧力が上昇し、パワーピストン4が下降する。一方、ディスプレイサピストン3が上昇する場合には、圧縮空間22の容積(ガス量)が増大して、作動ガスの温度が低下する。これにより、作動ガスの圧力が下降し、パワーピストン4が上昇する。このパワーピストン4の下降および上昇が繰り返されることでクランク軸52が回転駆動する。そして、このクランク軸52の回転力が発電機6に伝達されることで、発電機6での発電が行われるようになっている。また、この発電機6は、スターリングエンジン1の始動時には、クランク軸52を回転させるための電動機として使用される。

[0037] ー出力調整装置ー

次に、本実施形態の特徴として前記スターリングエンジン１に適用された出力調整装置７について説明する。本実施形態に係る出力調整装置７は、スターリングエンジン１の出力を上昇させるためのものである。

[0038] 具体的に、この出力調整装置７は、シリンダ２内の圧縮空間２２とクランク室５１とを接続する作動ガス流通配管７１と、この作動ガス流通配管７１に設けられた逆止弁８１とを備えている。

[0039] 前記作動ガス流通配管７１は、一端がシリンダ２に接続されている。この接続位置は、圧縮空間２２に対応する位置となっている。このため、作動ガス流通配管７１の内部通路である作動ガス流通路７２の一端側は圧縮空間２２に連通している。なお、ディスプレイサピストン３およびパワーピストン４の往復動によって圧縮空間２２は移動する（圧縮空間２２の上端を構成するディスプレイサピストン３の下面と、圧縮空間２２の下端を構成するパワーピストン４の上面とが移動することによって圧縮空間２２も移動する）ことになるが、この作動ガス流通配管７１の接続位置は、パワーピストン４が上死点に達した場合であっても、作動ガス流通路７２の連通位置（シリンダ２側の連通位置）が、この作動ガス流通路７２とクランク室５１とを連通させない位置に設定されている。

[0040] また、作動ガス流通配管７１の他端はクランクケース５に接続されている。このため、作動ガス流通配管７１の内部通路である作動ガス流通路７２の他端側はクランク室５１に連通している。このクランク室５１が本発明でいうバッファ空間に相当する。

[0041] 前記逆止弁８１は、クランク室５１の圧力が圧縮空間２２の圧力よりも高いときに開放し、これによって、これらクランク室５１と圧縮空間２２とを作動ガス流通配管７１（作動ガス流通路７２）を介して連通させるものである。

[0042] つまり、クランク室５１の圧力が圧縮空間２２の圧力よりも高くなると、その圧力差によって逆止弁８１が開放し、クランク室５１と圧縮空間２２と

が作動ガス流通路 7 2 を介して連通することになる。このようにして逆止弁 8 1 が開放した場合には、前記圧力差（クランク室 5 1 と圧縮空間 2 2 との圧力差）によって、クランク室 5 1 の作動ガスの一部が圧縮空間 2 2 に移動することになり、この圧縮空間 2 2 における作動ガスの密度が上昇する。この圧縮空間 2 2 は、クーラ 2 5、再生器 2 4 およびヒータ 2 3 を介して膨張空間 2 1 に連通しているため、これら各空間（以下、これら空間を総称して作動ガス流通空間 1 1 という）における作動ガスの密度も上昇することになる。

[0043] なお、圧縮空間 2 2 の圧力がクランク室 5 1 の圧力よりも高くなったとしても逆止弁 8 1 は閉鎖状態となっているため、圧縮空間 2 2 の作動ガスがクランク室 5 1 に戻ることはない。

[0044] 前記圧縮空間 2 2 が本発明でいう作動ガス空間（シリンダ内に形成された作動ガス空間）に相当する。また、前記逆止弁 8 1 が本発明でいう連通手段（バッファ空間と作動ガス空間とを作動ガス流通路を介して連通させる連通手段）に相当する。

[0045] ー出力上昇動作ー

次に、前述の如く構成されたスターリングエンジン 1 の運転開始初期時の動作について説明する。

[0046] スターリングエンジン 1 が始動すると、シリンダ 2 内でのディスプレイサピストン 3 およびパワーピストン 4 の往復動（所定の位相差を持った往復動）に伴って、前記圧縮空間 2 2 の圧力は周期的に変化する。つまり、圧縮空間 2 2 の容積が縮小する際には、膨張空間 2 1 の容積（ガス量）が増加し、作動ガスの温度が上昇して、圧力が上昇する。一方、圧縮空間 2 2 の容積が拡大する際には、この圧縮空間 2 2 の容積（ガス量）が増加し、作動ガスの温度が低下して、圧力が低下する。

[0047] 一方、クランク室 5 1 の温度は略一定であり、その温度変化による圧力変動は殆どない。また、クランク室 5 1 は容積が大きいので、パワーピストン 4 の往復動による圧力変動も僅かとなっている。

[0048] 前述した圧縮空間 2 2 の圧力変動は、クランク室 5 1 の圧力変動よりも大きいいため、この圧縮空間 2 2 の圧力が、クランク室 5 1 の圧力よりも低くなる期間（位相）や高くなる期間（位相）が生じることになる。言い替えると、クランク室 5 1 の圧力が、圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなる期間（位相）や低くなる期間（位相）が生じることになる。

[0049] そして、クランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなっている期間では、前述したように逆止弁 8 1 が開放し、これによって、これらクランク室 5 1 と圧縮空間 2 2 とが作動ガス流通配管 7 1（作動ガス流通路 7 2）を介して連通する。この場合、前記圧力差によって、クランク室 5 1 の作動ガスの一部が圧縮空間 2 2 に移動することになり、この圧縮空間 2 2 における作動ガスの密度が上昇する。この圧縮空間 2 2 は、クーラ 2 5、再生器 2 4 およびヒータ 2 3 を介して膨張空間 2 1 に連通しているため、これら各空間である作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度も上昇することになる。このようにして作動ガスの密度が上昇すると、シリンダ 2 内でのディスプレイサピストン 3 およびパワーピストン 4 の往復動に伴って変化する作動ガスの平均圧力の上昇およびこの作動ガスの圧力変化幅の拡大に伴い、スターリングエンジン 1 の出力が上昇することになる。そして、スターリングエンジン 1 の運転が継続され、クランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなっている期間を迎える度に、クランク室 5 1 の作動ガスの一部が圧縮空間 2 2 に移動して、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度が上昇していくことになる。これにより、スターリングエンジン 1 の出力が上昇していくことになる。なお、ある程度の量の作動ガスが作動ガス流通空間 1 1 に移動した後は、クランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなる期間が生じなくなるので、その時点でのスターリングエンジン 1 の出力が維持されることになる。

[0050] 図 2 は、このスターリングエンジン 1 の運転開始初期時における圧縮空間 2 2 の圧力（圧縮空間圧力）およびクランク室 5 1 の圧力（クランク室圧力）それぞれの変化の一例を示す図である。この図 2 から解るように、スタ

ーリングエンジン 1 が始動されると、クランク室 5 1 の作動ガスの一部が圧縮空間 2 2 に移動して圧縮空間 2 2 における作動ガスの密度が上昇することで、圧縮空間 2 2 では、平均圧力が上昇し、圧力変化幅が拡大している。これによりスターリングエンジン 1 の出力が上昇していく。

[0051] 以上説明したように、本実施形態によれば、クランク室 5 1 の作動ガスの一部を圧縮空間 2 2 に移動させて、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度を上昇させることによってスターリングエンジン 1 の出力を上昇させることができる。このため、ヒータ 2 3 における作動ガスの受熱量が少ない場合であっても、スターリングエンジン 1 の出力を上昇させることで、要求出力を得ることが可能になる。このように、本実施形態によれば、加圧ポンプ等の動力源を有する手段を必要とすることがないため、構成の簡素化を図りながらもスターリングエンジン 1 の出力を上昇させることができる。

[0052] (第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態について説明する。本実施形態は、出力調整装置 7 が前記第 1 実施形態のものと異なっている。その他の構成は、第 1 実施形態と同様であるので、ここでは出力調整装置 7 についてのみ説明する。

[0053] 本実施形態に係る出力調整装置 7 は、スターリングエンジン 1 の出力を低下させるためのものである。

[0054] 図 3 は本実施形態に係るスターリングエンジン 1 および出力調整装置 7 の概略構成を示す図である。この図 3 に示すように、出力調整装置 7 は、シリンダ 2 内の圧縮空間 2 2 とクランク室 5 1 とを接続する作動ガス流通配管 7 1 と、この作動ガス流通配管 7 1 に設けられた逆止弁（連通手段）8 2 とを備えている。

[0055] 作動ガス流通配管 7 1 の構成は、前記第 1 実施形態のものと同一である。

[0056] 一方、逆止弁 8 2 は、圧縮空間 2 2 の圧力がクランク室 5 1 の圧力よりも高いときに開放し、これによって、これら圧縮空間 2 2 とクランク室 5 1 とを作動ガス流通配管 7 1（作動ガス流通路 7 2）を介して連通させるものである。

- [0057] つまり、圧縮空間 2 2 の圧力がクランク室 5 1 の圧力よりも高くなると、その圧力差によって逆止弁 8 2 が開放し、圧縮空間 2 2 とクランク室 5 1 とが作動ガス流通路 7 2 を介して連通することになる。このようにして逆止弁 8 2 が開放した場合には、前記圧力差（圧縮空間 2 2 とクランク室 5 1 との圧力差）によって、圧縮空間 2 2 の作動ガスの一部がクランク室 5 1 に移動することになり、この圧縮空間 2 2 における作動ガスの密度が低下する。この圧縮空間 2 2 は、クーラ 2 5、再生器 2 4 およびヒータ 2 3 を介して膨張空間 2 1 に連通しているため、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度も低下することになる。
- [0058] なお、クランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなったとしても逆止弁 8 2 は閉鎖状態となっているため、クランク室 5 1 の作動ガスが圧縮空間 2 2 に戻ることはない。
- [0059] 本実施形態におけるスターリングエンジン 1 の運転開始初期時の動作としては、圧縮空間 2 2 の圧力がクランク室 5 1 の圧力よりも高くなっている期間では、前述したように逆止弁 8 2 が開放し、これによって、これら圧縮空間 2 2 とクランク室 5 1 とが作動ガス流通配管 7 1（作動ガス流通路 7 2）を介して連通する。この場合、前記圧力差によって、圧縮空間 2 2 の作動ガスの一部がクランク室 5 1 に移動することになり、この圧縮空間 2 2 における作動ガスの密度が低下する。この圧縮空間 2 2 は、クーラ 2 5、再生器 2 4 およびヒータ 2 3 を介して膨張空間 2 1 に連通しているため、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度も低下することになる。このようにして作動ガスの密度が低下すると、シリンダ 2 内でのディスプレイサピストン 3 およびパワーピストン 4 の往復動に伴って変化する作動ガスの平均圧力の低下およびこの作動ガスの圧力変化幅の縮小に伴い、スターリングエンジン 1 の出力が低下することになる。そして、スターリングエンジン 1 の運転が継続され、圧縮空間 2 2 の圧力がクランク室 5 1 の圧力よりも高くなっている期間を迎える度に、圧縮空間 2 2 の作動ガスの一部がクランク室 5 1 に移動して、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度が低下していくことに

なる。これにより、スターリングエンジン 1 の出力が低下していくことになる。なお、ある程度の量の作動ガスがクランク室 5 1 に移動した後は、圧縮空間 2 2 の圧力がクランク室 5 1 の圧力よりも高くなる期間が生じなくなるので、その時点でのスターリングエンジン 1 の出力が維持されることになる。

[0060] このように、本実施形態によれば、圧縮空間 2 2 の作動ガスの一部をクランク室 5 1 に移動させて、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度を低下させることによってスターリングエンジン 1 の出力を低下させることができる。このため、ヒータ 2 3 における作動ガスの受熱量が多すぎる場合であっても、スターリングエンジン 1 の出力を低下させることで、スターリングエンジン 1 の構成部品の耐久性に悪影響を与えてしまうことを回避できる。

[0061] (第 3 実施形態)

次に、第 3 実施形態について説明する。本実施形態は、出力調整装置 7 が前記第 1 実施形態のものと異なっている。その他の構成は、第 1 実施形態と同様であるので、ここでも出力調整装置 7 についてのみ説明する。

[0062] 本実施形態に係る出力調整装置 7 は、スターリングエンジン 1 の出力を上昇させるためのものである。

[0063] 図 4 は本実施形態に係るスターリングエンジン 1 および出力調整装置 7 の概略構成を示す図である。この図 4 に示すように、出力調整装置 7 は、シリンダ 2 内の圧縮空間 2 2 とクランク室 5 1 とを接続する作動ガス流通配管 7 1 と、この作動ガス流通配管 7 1 に設けられた逆止弁 8 1 と、開閉弁 8 3 とを備えている。

[0064] 作動ガス流通配管 7 1 および逆止弁 8 1 の構成は、前記第 1 実施形態のものと同一である。

[0065] 一方、開閉弁 8 3 は、作動ガス流通配管 7 1 において逆止弁 8 1 よりもクランク室 5 1 側に配設されており、マイクロコンピュータなどから成るコントローラ 9 からの開閉制御信号に応じて開閉制御される電磁弁で構成されて

いる。なお、開閉弁 8 3 は、作動ガス流通配管 7 1 において逆止弁 8 1 よりも圧縮空間 2 2 側に配設されていてもよい。

[0066] この開閉弁 8 3 の制御としては、スターリングエンジン 1 の要求出力（例えば要求発電量に応じて決定される要求出力）に対して実際の出力が低下した場合（発電量が低下した場合等）には、コントローラ 9 から開放信号が出力されて開閉弁 8 3 が開放される。これにより、前記第 1 実施形態で説明したように、クランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなっている期間では逆止弁 8 1 が開放し、これによって、クランク室 5 1 の作動ガスの一部が圧縮空間 2 2 に移動することになり、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度が上昇する。これにより、スターリングエンジン 1 の出力が上昇することになる。

[0067] 一方、スターリングエンジン 1 の実際の出力が要求出力に略一致している場合には、コントローラ 9 から閉鎖信号が出力されて開閉弁 8 3 が閉鎖される。この場合、クランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなったとしても、クランク室 5 1 の作動ガスが圧縮空間 2 2 に移動することはなく、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度が維持される。これにより、スターリングエンジン 1 の出力が維持される（要求出力に略一致した出力が維持される）ことになる。

[0068] 以上の動作が行われるため、前記逆止弁 8 1 と開閉弁 8 3 とによって本発明でいう連通手段が構成されている。

[0069] このため、本実施形態においても、加圧ポンプ等の動力源を有する手段を必要とすることがないため、構成の簡素化を図りながらもスターリングエンジン 1 の出力を上昇させることができる。

[0070] （第 4 実施形態）

次に、第 4 実施形態について説明する。本実施形態は、出力調整装置 7 が前記第 2 実施形態のものと異なっている。その他の構成は、第 2 実施形態と同様であるので、ここでも出力調整装置 7 についてのみ説明する。

[0071] 本実施形態に係る出力調整装置 7 は、スターリングエンジン 1 の出力を低

下させるためのものである。

[0072] 図5は本実施形態に係るスターリングエンジン1および出力調整装置7の概略構成を示す図である。この図5に示すように、出力調整装置7は、シリンダ2内の圧縮空間22とクランク室51とを接続する作動ガス流通配管71と、この作動ガス流通配管71に設けられた逆止弁82と、開閉弁83とを備えている。

[0073] 作動ガス流通配管71および逆止弁82の構成は、前記第2実施形態のものと同一である。

[0074] 一方、開閉弁83は、作動ガス流通配管71において逆止弁82よりも圧縮空間22側に配設されており、コントローラ9からの開閉制御信号に応じて開閉制御される電磁弁で構成されている。なお、開閉弁83は、作動ガス流通配管71において逆止弁82よりもクランク室51側に配設されているもよい。

[0075] この開閉弁83の制御としては、スターリングエンジン1の要求出力（例えば要求発電量に応じて決定される要求出力）に対して実際の出力が上昇した場合（発電量が必要以上に上昇した場合等）には、コントローラ9から開放信号が出力されて開閉弁83が開放される。これにより、前記第2実施形態で説明したように、圧縮空間22の圧力がクランク室51の圧力よりも高くなっている期間では逆止弁82が開放し、これによって、圧縮空間22の作動ガスの一部がクランク室51に移動することになり、作動ガス流通空間11における作動ガスの密度が低下する。これにより、スターリングエンジン1の出力が低下することになる。

[0076] 一方、スターリングエンジン1の実際の出力が要求出力に略一致している場合には、コントローラ9から閉鎖信号が出力されて開閉弁83が閉鎖される。この場合、圧縮空間22の圧力がクランク室51の圧力よりも高くなったとしても、圧縮空間22の作動ガスがクランク室51に移動することはない、作動ガス流通空間11における作動ガスの密度が維持される。これにより、スターリングエンジン1の出力が維持される（要求出力に略一致した出

力が維持される) ことになる。

[0077] 以上の動作が行われるため、前記逆止弁 8 2 と開閉弁 8 3 とによって本発明でいう連通手段が構成されている。

[0078] このため、本実施形態においても、ヒータ 2 3 における作動ガスの受熱量が多すぎる場合であっても、スターリングエンジン 1 の出力を低下させることで、スターリングエンジン 1 の構成部品の耐久性に悪影響を与えてしまうことを回避できる。

[0079] (第 5 実施形態)

次に、第 5 実施形態について説明する。本実施形態も、出力調整装置 7 が前記実施形態のものと異なっている。その他の構成は、前記実施形態と同様であるので、ここでも出力調整装置 7 についてのみ説明する。

[0080] 本実施形態に係る出力調整装置 7 は、スターリングエンジン 1 の出力の上昇と低下とを切り替え可能なものである。

[0081] 図 6 は本実施形態に係るスターリングエンジン 1 および出力調整装置 7 の概略構成を示す図である。この図 6 に示すように、出力調整装置 7 は、作動ガス流通配管 7 1 の途中が第 1 系統 7 1 A と第 2 系統 7 1 B との 2 系統に分岐されている。そして、第 1 系統 7 1 A には、前記第 3 実施形態のものと同一の逆止弁 (以下、第 1 逆止弁という) 8 1 および開閉弁 (以下、第 1 開閉弁という) 8 3 A が備えられている。また、第 2 系統 7 1 B には、前記第 4 実施形態のものと同一の逆止弁 (以下、第 2 逆止弁という) 8 2 および開閉弁 (以下、第 2 開閉弁という) 8 3 B が備えられている。なお、第 1 系統 7 1 A における第 1 逆止弁 8 1 と第 1 開閉弁 8 3 A との並び順、および、第 2 系統 7 1 B における第 2 逆止弁 8 2 と第 2 開閉弁 8 3 B との並び順については、図 6 に示したものに限らず、逆の並び順であってもよい。

[0082] 本実施形態における各開閉弁 8 3 A, 8 3 B の制御としては、スターリングエンジン 1 の要求出力に対して実際の出力が低下した場合には、コントローラ 9 から、第 1 開閉弁 8 3 A に開放信号が、第 2 開閉弁 8 3 B に閉鎖信号がそれぞれ出力されて、第 1 開閉弁 8 3 A が開放すると共に、第 2 開閉弁 8

３Ｂが閉鎖する。これにより、前記第１実施形態および前記第３実施形態で説明したように、クランク室５１の圧力が圧縮空間２２の圧力よりも高くなっている期間では第１逆止弁８１が開放し、これによって、クランク室５１の作動ガスの一部が圧縮空間２２に移動することになり、作動ガス流通空間１１における作動ガスの密度が上昇する。また、圧縮空間２２の圧力がクランク室５１の圧力よりも高くなったとしても、圧縮空間２２の作動ガスがクランク室５１に移動することはない。これにより、スターリングエンジン１の出力が上昇することになる。

[0083] 一方、スターリングエンジン１の要求出力に対して実際の出力が上昇した場合には、コントローラ９から、第２開閉弁８３Ｂに開放信号が、第１開閉弁８３Ａに閉鎖信号がそれぞれ出力されて、第２開閉弁８３Ｂが開放すると共に、第１開閉弁８３Ａが閉鎖する。これにより、前記第２実施形態および前記第４実施形態で説明したように、圧縮空間２２の圧力がクランク室５１の圧力よりも高くなっている期間では第２逆止弁８２が開放し、これによって、圧縮空間２２の作動ガスの一部がクランク室５１に移動することになり、作動ガス流通空間１１における作動ガスの密度が低下する。また、クランク室５１の圧力が圧縮空間２２の圧力よりも高くなったとしても、クランク室５１の作動ガスが圧縮空間２２に移動することはない。これにより、スターリングエンジン１の出力が低下することになる。

[0084] また、スターリングエンジン１の実際の出力が要求出力に略一致している場合には、コントローラ９から、各開閉弁８３Ａ，８３Ｂに閉鎖信号が出力されて各開閉弁８３Ａ，８３Ｂが共に閉鎖される。この場合、クランク室５１と圧縮空間２２との間で作動ガスが移動することはない、作動ガス流通空間１１における作動ガスの密度が維持される。これにより、スターリングエンジン１の出力が維持される（要求出力に略一致した出力が維持される）ことになる。

[0085] 以上の動作が行われるため、前記各逆止弁８１，８２と各開閉弁８３Ａ，８３Ｂとによって本発明でいう連通手段が構成されている。

[0086] 以上のように、本実施形態においては、スターリングエンジン 1 の出力の上昇と低下とを切り替えることが可能である。

[0087] (第 6 実施形態)

次に、第 6 実施形態について説明する。本実施形態は、出力調整装置 7 が前記第 1 実施形態のものと異なっている。その他の構成は、第 1 実施形態と同様であるので、ここでも出力調整装置 7 についてのみ説明する。

[0088] 図 7 は本実施形態に係るスターリングエンジン 1 および出力調整装置 7 の概略構成を示す図である。この図 7 に示すように、出力調整装置 7 は、シリンダ 2 内の圧縮空間 2 2 とクランク室 5 1 とを接続する作動ガス流通配管 7 1 と、この作動ガス流通配管 7 1 に備えられた調圧弁（連通手段）8 4 とを備えている。

[0089] 作動ガス流通配管 7 1 の構成は、前記第 1 実施形態のものと同一である。

[0090] 一方、調圧弁 8 4 は、弁体 8 4 a を閉鎖（閉弁）方向に付勢するコイルスプリング 8 4 b を内蔵し、クランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高く、その圧力差が所定値以上である場合に（コイルスプリング 8 4 b の付勢力に抗して弁体 8 4 a を移動させる圧力差が生じた場合に）開放する所謂チェック弁として構成されている。

[0091] また、本実施形態における調圧弁 8 4 は、前記コイルスプリング 8 4 b の交換が可能となっており、バネ定数の異なるコイルスプリング 8 4 b を適用することによって、調圧弁 8 4 が開閉動作を行う圧力差の値（クランク室 5 1 と圧縮空間 2 2 との圧力差の値）を適宜設定することが可能となっている。

[0092] 例えば、スターリングエンジン 1 の現在の出力に対して出力を上昇させたい場合には、現在適用されているコイルスプリング 8 4 b よりもバネ定数の小さいコイルスプリング 8 4 b に交換する。これにより、圧縮空間 2 2 の圧力（平均値）とクランク室 5 1 の圧力（平均値）との圧力差が大きくなる（クランク室 5 1 に残る圧力が小さくなる（圧縮空間 2 2 の圧力が高くなる））ことでスターリングエンジン 1 の出力が上昇する。

[0093] 一方、スターリングエンジン１の現在の出力に対して出力を低下させたい場合には、現在適用されているコイルスプリング８４ｂよりもバネ定数の大きいコイルスプリング８４ｂに交換する。これにより、圧縮空間２２の圧力（平均値）とクランク室５１の圧力（平均値）との圧力差が小さくなる（クランク室５１に残る圧力が大きくなる（圧縮空間２２の圧力が低くなる））ことでスターリングエンジン１の出力が低下する（交換前のコイルスプリング８４ｂを使用していた場合よりも出力が低下することになる）。

[0094] このため、本実施形態においては、スターリングエンジン１の出力を任意に調整することが可能である。

[0095] （第７実施形態）

次に、第７実施形態について説明する。本実施形態は、出力調整装置７が前記第２実施形態のものと異なっている。その他の構成は、第２実施形態と同様であるので、ここでも出力調整装置７についてのみ説明する。

[0096] 図８は本実施形態に係るスターリングエンジン１および出力調整装置７の概略構成を示す図である。この図８に示すように、出力調整装置７は、シリンダ２内の圧縮空間２２とクランク室５１とを接続する作動ガス流通配管７１と、この作動ガス流通配管７１に備えられた調圧弁（連通手段）８５とを備えている。

[0097] 作動ガス流通配管７１の構成は、前記第２実施形態のものと同一である。

[0098] 一方、調圧弁８５は、弁体８５ａを閉鎖（閉弁）方向に付勢するコイルスプリング８５ｂを内蔵し、圧縮空間２２の圧力がクランク室５１の圧力よりも高く、その圧力差が所定値以上である場合に（コイルスプリング８５ｂの付勢力に抗して弁体８５ａを移動させる圧力差が生じた場合に）開放する所謂チェック弁として構成されている。

[0099] また、本実施形態における調圧弁８５は、前記コイルスプリング８５ｂの交換が可能となっており、バネ定数の異なるコイルスプリング８５ｂを適用することによって、調圧弁８５が開閉動作を行う圧力差の値（クランク室５１と圧縮空間２２との圧力差の値）を適宜設定することが可能となっている。

。

[0100] 例えば、スターリングエンジン 1 の現在の出力に対して出力を低下させたい場合には、現在適用されているコイルスプリング 85 b よりもバネ定数の小さいコイルスプリング 85 b に交換する。これにより、圧縮空間 22 の圧力（平均値）とクランク室 51 の圧力（平均値）との圧力差が大きくなる（圧縮空間 22 に残る圧力が小さくなる）と共にスターリングエンジン 1 の出力が低下する。

[0101] 一方、スターリングエンジン 1 の現在の出力に対して出力を上昇させたい場合には、現在適用されているコイルスプリング 85 b よりもバネ定数の大きいコイルスプリング 85 b に交換する。これにより、圧縮空間 22 の圧力（平均値）とクランク室 51 の圧力（平均値）との圧力差が小さくなる（圧縮空間 22 に残る圧力が大きくなる）と共にスターリングエンジン 1 の出力が上昇する（交換前のコイルスプリング 85 b を使用していた場合よりも出力が上昇することになる）。

[0102] このため、本実施形態においては、スターリングエンジン 1 の出力を任意に調整することが可能である。

[0103] 前述した第 6 実施形態および第 7 実施形態で説明した調圧弁 84, 85 の適用に関しては、前述した第 1 実施形態および第 2 実施形態で説明した逆止弁 81, 82 の場合と同様に他の機器と組み合わせて使用することが可能である。つまり、第 3 実施形態（図 4）で説明したように開閉弁 83 と組み合わせることができる。つまり、図 4 の逆止弁 81 に代えて前記第 6 実施形態（図 7）の調圧弁 84 を適用することが可能である。また、図 5 の逆止弁 82 に代えて前記第 7 実施形態（図 8）の調圧弁 85 を適用することが可能である。また、図 6 の各逆止弁 81, 82 に代えて前記第 6 実施形態（図 7）および第 7 実施形態（図 8）の調圧弁 84, 85 を適用することが可能である。

[0104] （第 8 実施形態）

次に、第 8 実施形態について説明する。本実施形態は、出力調整装置 7 が

前記第 1 実施形態のものと異なっている。その他の構成は、第 1 実施形態と同様であるので、ここでも出力調整装置 7 についてのみ説明する。

[0105] 図 9 は本実施形態に係るスターリングエンジン 1 および出力調整装置 7 の概略構成を示す図である。この図 9 に示すように、出力調整装置 7 は、シリンダ 2 内の圧縮空間 2 2 とクランク室 5 1 とを接続する作動ガス流通配管 7 1 と、この作動ガス流通配管 7 1 に設けられた開閉弁（連通手段）8 6 とを備えている。

[0106] 作動ガス流通配管 7 1 の構成は、前記第 1 実施形態のものと同一である。

[0107] 一方、開閉弁 8 6 は、コントローラ 9 からの開閉制御信号に応じて開閉制御される電磁弁で構成されている。

[0108] また、クランク軸 5 2 には、このクランク軸 5 2 の回転位置（回転位相）を検出するためのクランク軸ロータ 5 2 a が一体回転可能に取り付けられている。このクランク軸ロータ 5 2 a の外周囲には、このクランク軸ロータ 5 2 a の回転位置を検出するための回転位置検出センサ 9 1 が配設されている。この回転位置検出センサ 9 1 の出力信号はコントローラ 9 に入力されるようになっている。一例として、クランク軸ロータ 5 2 a の外周囲にはその周方向に亘って複数の突起が形成されており、回転位置検出センサ 9 1 が電磁ピックアップで構成されていることにより、クランク軸 5 2 の回転位置に応じた回転位置検出センサ 9 1 のピックアップ信号がコントローラ 9 に入力され、これによってクランク軸 5 2 の回転位置が求められるようになっている。このクランク軸 5 2 の回転位置に基づいて、ディスプレイサピストン 3 およびパワーピストン 4 の位置、および、クランク軸 5 2 の回転速度等が算出可能となる。なお、クランク軸 5 2 の回転位置を検出する手段としては前述したものには限定されず、周知の種々のものが適用可能である。

[0109] そして、コントローラ 9 は、前記回転位置検出センサ 9 1 からの出力信号を受け、それに応じて開閉弁 8 6 に対し、開閉制御信号として開放信号および閉鎖信号を出力するようになっている。このため、このコントローラ 9 において、開閉弁 8 6 の開閉動作を制御する機能部分が本発明でいう開閉制御

手段として構成されている。

[0110] 具体的には、スターリングエンジン 1 の要求出力に対して実際の出力が低下した場合には、クランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなっている期間において、コントローラ 9 から開閉弁 8 6 に対し開放信号が出力される。つまり、クランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなっている期間で開閉弁 8 6 が開放される。その他の期間では、コントローラ 9 から開閉弁 8 6 に対し閉鎖信号が出力され、開閉弁 8 6 は閉鎖される。このクランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなっている期間は、前記回転位置検出センサ 9 1 からの出力信号に基づいて算出される。

[0111] このように、クランク室 5 1 の圧力が圧縮空間 2 2 の圧力よりも高くなっている期間で開閉弁 8 6 が開放されることにより、クランク室 5 1 の作動ガスの一部が圧縮空間 2 2 に移動することになり、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度が上昇する。これにより、スターリングエンジン 1 の出力が上昇することになる。

[0112] 一方、スターリングエンジン 1 の要求出力に対して実際の出力が上昇した場合には、圧縮空間 2 2 の圧力がクランク室 5 1 の圧力よりも高くなっている期間において、コントローラ 9 から開閉弁 8 6 に対し開放信号が出力される。つまり、圧縮空間 2 2 の圧力がクランク室 5 1 の圧力よりも高くなっている期間で開閉弁 8 6 が開放される。その他の期間では、コントローラ 9 から開閉弁 8 6 に対し閉鎖信号が出力され、開閉弁 8 6 は閉鎖される。この圧縮空間 2 2 の圧力がクランク室 5 1 の圧力よりも高くなっている期間も、前記回転位置検出センサ 9 1 からの出力信号に基づいて算出される。

[0113] このように、圧縮空間 2 2 の圧力がクランク室 5 1 の圧力よりも高くなっている期間で開閉弁 8 6 が開放されることにより、圧縮空間 2 2 の作動ガスの一部がクランク室 5 1 に移動することになり、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度が低下する。これにより、スターリングエンジン 1 の出力が低下することになる。

[0114] また、スターリングエンジン 1 の実際の出力が要求出力に略一致している

場合には、コントローラ 9 から開閉弁 8 6 に閉鎖信号が出力されて開閉弁 8 6 が閉鎖される。この場合、クランク室 5 1 と圧縮空間 2 2 との間で作動ガスが移動することはなく、作動ガス流通空間 1 1 における作動ガスの密度が維持される。これにより、スターリングエンジン 1 の出力が維持される（要求出力に略一致した出力が維持される）ことになる。

[0115] このため、本実施形態においては、一つの開閉弁 8 6 のタイミングを切り替えるのみでスターリングエンジン 1 の出力の上昇と低下とを切り替えることが可能である。

[0116] ー他の実施形態ー

本発明は、以上説明した各実施形態に限定されるものではなく、他のいろいろな形で実施することができる。そのため、かかる実施の形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には、何ら拘束されない。更に、請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

[0117] 例えば、前述した各実施形態は、作動ガス流通空間 1 1 のうち圧縮空間 2 2 に作動ガス流通路 7 2 を連通させる構成としていた。本発明はこれに限らず、作動ガス流通空間 1 1 を構成する他の空間（膨張空間 2 1 等）に連通させるようにしてもよい。

[0118] また、前述した各実施形態では、クランク室 5 1 と圧縮空間 2 2 との間で作動ガスを移動させる作動ガス流通路 7 2 を作動ガス流通配管 7 1 によって形成していた。本発明はこれに限らず、前記パワーピストン 4 およびスコッチ・ヨーク機構の内部に作動ガス流通路を形成しておき、この作動ガス流通路に逆止弁等の連通手段を収容する構成としてもよい。

[0119] また、前述した各実施形態では、クランク室 5 1 をバッファ空間として使用していた。本発明は、これに限らず、クランク室 5 1 に連通する個別の容器を接続しておき、この容器の内部空間（クランク室 5 1 に連通する空間）をバッファ空間として使用するようにしてもよい。この場合、作動ガス流通

配管 7 1 の一端は、この容器に接続されることになる。

[0120] また、前記第 8 実施形態では、クランク軸 5 2 の回転位置（回転位相）に応じて開閉弁 8 6 の開閉動作を制御するようにしていた。本発明は、これに限らず、クランク室 5 1 と圧縮空間 2 2 との圧力差に応じて開閉弁 8 6 の開閉動作を制御するようにしてもよい。つまり、クランク室 5 1 および圧縮空間 2 2 それぞれに圧力センサを備えさせ、これら圧力センサからの出力信号に基づいて開閉弁 8 6 の開閉動作を制御するものである。

[0121] また、前述した各実施形態に対し、作動ガス流通配管 7 1 の一部に、作動ガス流通路 7 2 の流路面積を小さくする絞りを設け、この作動ガス流通路 7 2 での作動ガスの流れを安定化させる構成を採用するようにしてもよい。この場合、作動ガス流通配管 7 1 における絞りの配設位置は特に限定されるものではない。また、この絞りにおける流路面積を可変とする構成を採用するようにしてもよい。

[0122] また、前述した各実施形態に対し、作動ガス流通配管 7 1 に対して並列に停止用配管を接続し、この停止用配管に停止用バルブを設け、スターリングエンジン 1 の停止時に停止用バルブを開放するようにしてもよい。

[0123] 更に、前述した各実施形態では、 β 型のスターリングエンジン 1 に本発明を適用した場合について説明した。本発明はこれに限らず、 α 型や γ 型のスターリングエンジンに対しても適用が可能である。

[0124] 本発明は、以上説明した実施の形態に限定されるものではなく、他のいろいろな形で実施することができる。そのため、かかる実施の形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には、何ら拘束されない。さらに、請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

[0125] この出願は、2016 年 2 月 26 日に日本で出願された特願 2016-035685 に基づく優先権を請求する。これに言及することにより、その全ての内容は本出願に組み込まれるものである。

産業上の利用可能性

[0126] 本発明は、スターリングエンジンの出力を調整するための装置に適用可能である。

符号の説明

[0127]	1	スターリングエンジン
	1 1	作動ガス流通空間
	2	シリンダ
	2 1	膨張空間（作動ガス空間）
	2 2	圧縮空間（作動ガス空間）
	3	ディスプレイサピストン（第1ピストン）
	4	パワーピストン（第2ピストン）
	5 1	クランク室（バッファ空間）
	5 2	クランク軸
	7	出力調整装置
	7 1	作動ガス流通配管
	7 2	作動ガス流通路
	8 1, 8 2	逆止弁（連通手段）
	8 3, 8 6	開閉弁（連通手段）
	8 4, 8 5	調圧弁（連通手段）
	9	コントローラ

請求の範囲

[請求項1] シリンダ内で往復動する第1ピストンおよび第2ピストンと、これらピストンに連結されたクランク軸と、このクランク軸を収容するクランク室またはこのクランク室に連通する空間の何れかで成るバッファ空間とを備えたスターリングエンジンに適用される出力調整装置であって、

前記シリンダ内に形成された作動ガス空間と前記バッファ空間とを連通可能とする作動ガス流通路と、

前記バッファ空間の圧力が前記作動ガス空間の圧力よりも高いときに、これらバッファ空間と作動ガス空間とを前記作動ガス流通路を介して連通させる連通手段とが設けられていることを特徴とするスターリングエンジンの出力調整装置。

[請求項2] シリンダ内で往復動する第1ピストンおよび第2ピストンと、これらピストンに連結されたクランク軸と、このクランク軸を収容するクランク室またはこのクランク室に連通する空間の何れかで成るバッファ空間とを備えたスターリングエンジンに適用される出力調整装置であって、

前記シリンダ内に形成された作動ガス空間と前記バッファ空間とを連通可能とする作動ガス流通路と、

前記作動ガス空間の圧力が前記バッファ空間の圧力よりも高いときに、これら作動ガス空間とバッファ空間とを前記作動ガス流通路を介して連通させる連通手段とが設けられていることを特徴とするスターリングエンジンの出力調整装置。

[請求項3] 請求項1または2記載のスターリングエンジンの出力調整装置において、

前記連通手段は逆止弁であることを特徴とするスターリングエンジンの出力調整装置。

[請求項4] 請求項1または2記載のスターリングエンジンの出力調整装置にお

いて、

前記連通手段は、前記作動ガス空間と前記バッファ空間との圧力差に応じて開閉動作を行う調圧弁であって、前記開閉動作を行う前記圧力差の値が変更可能となっていることを特徴とするスターリングエンジンの出力調整装置。

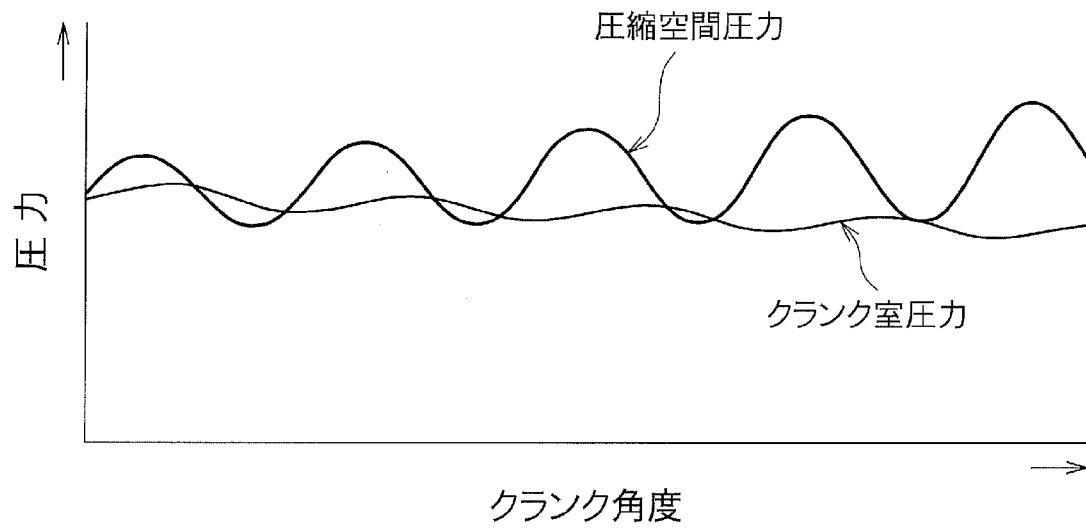
[請求項5] 請求項 1 または 2 記載のスターリングエンジンの出力調整装置において、

前記連通手段は、開閉自在な開閉弁、および、この開閉弁の開閉動作を制御する開閉制御手段であることを特徴とするスターリングエンジンの出力調整装置。

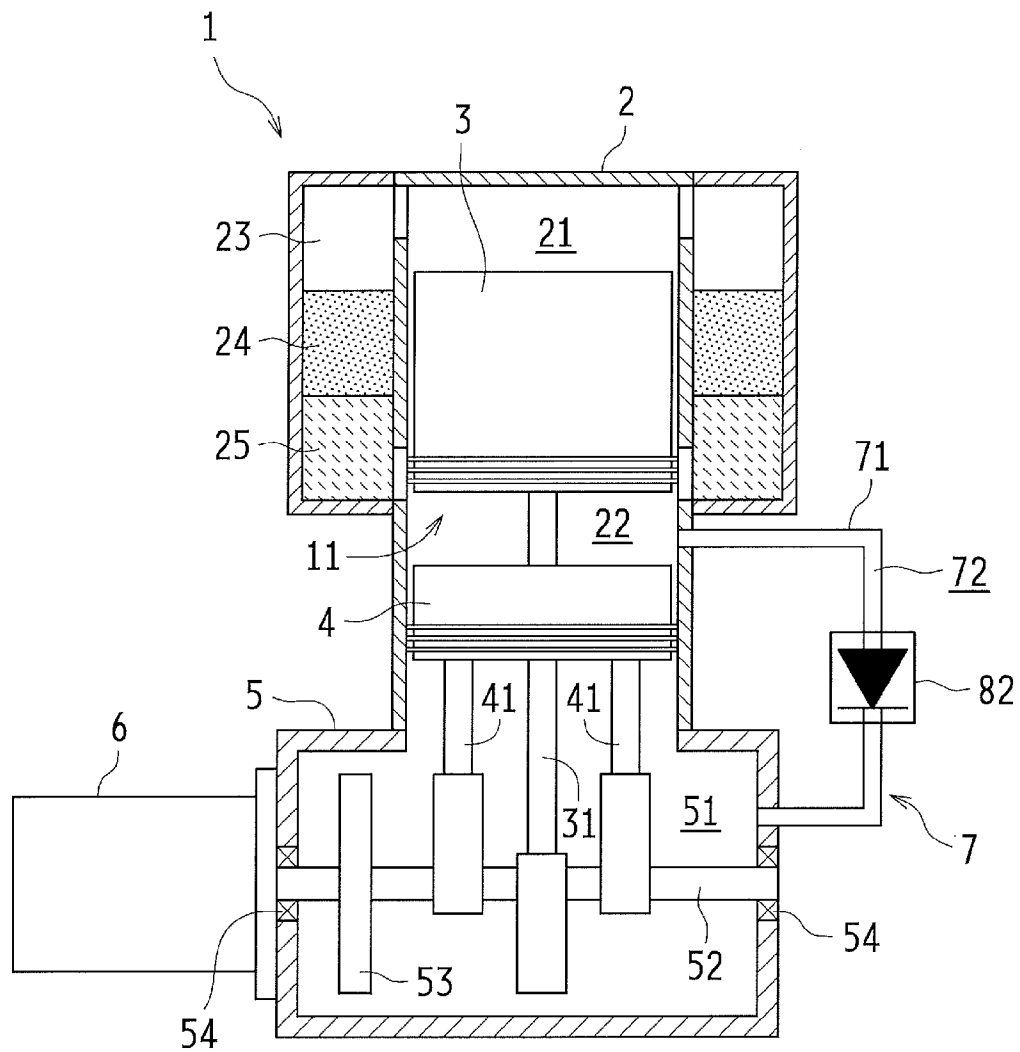
[請求項6] 請求項 5 記載のスターリングエンジンの出力調整装置において、

前記開閉制御手段は、前記クランク軸の回転位置、または、前記バッファ空間と前記作動ガス空間との圧力差に応じて前記開閉弁の開閉動作を制御する構成となっていることを特徴とするスターリングエンジンの出力調整装置。

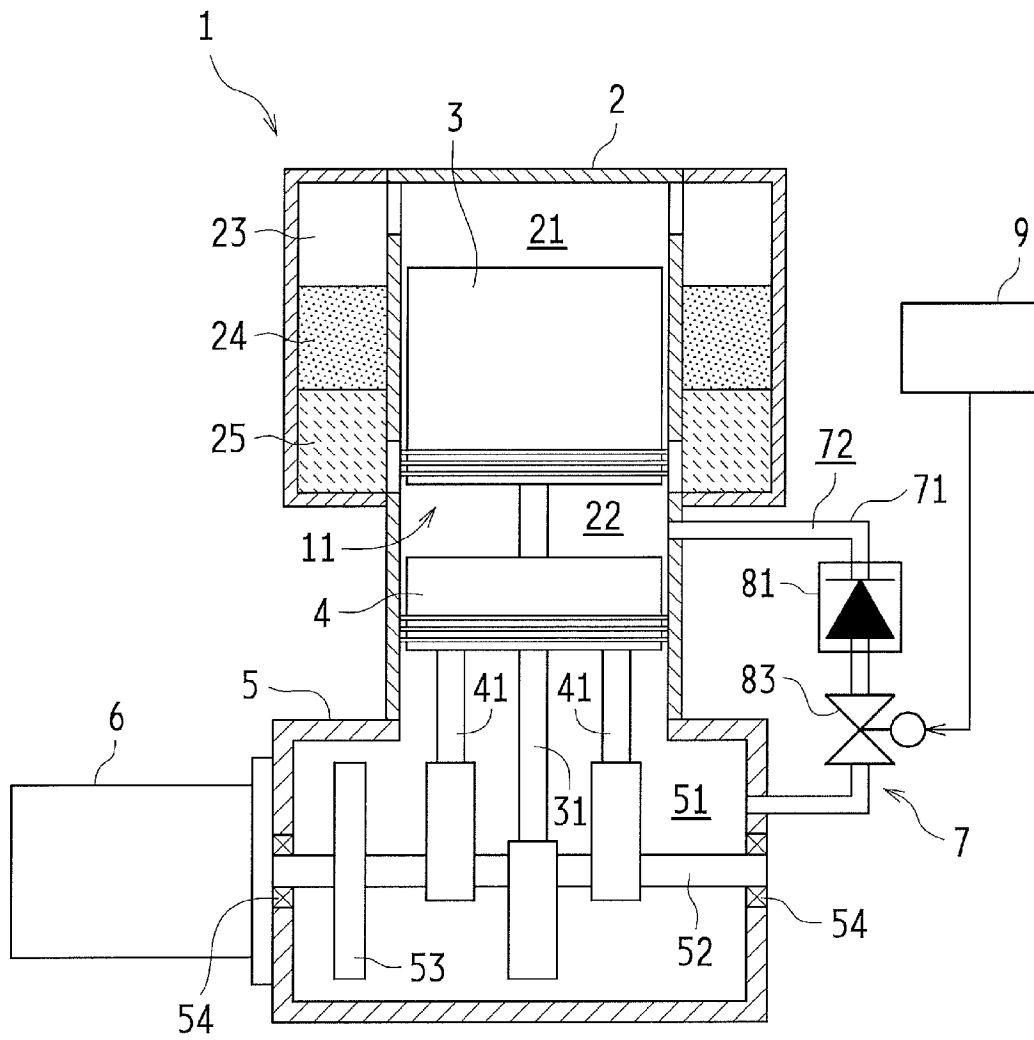
[図2]



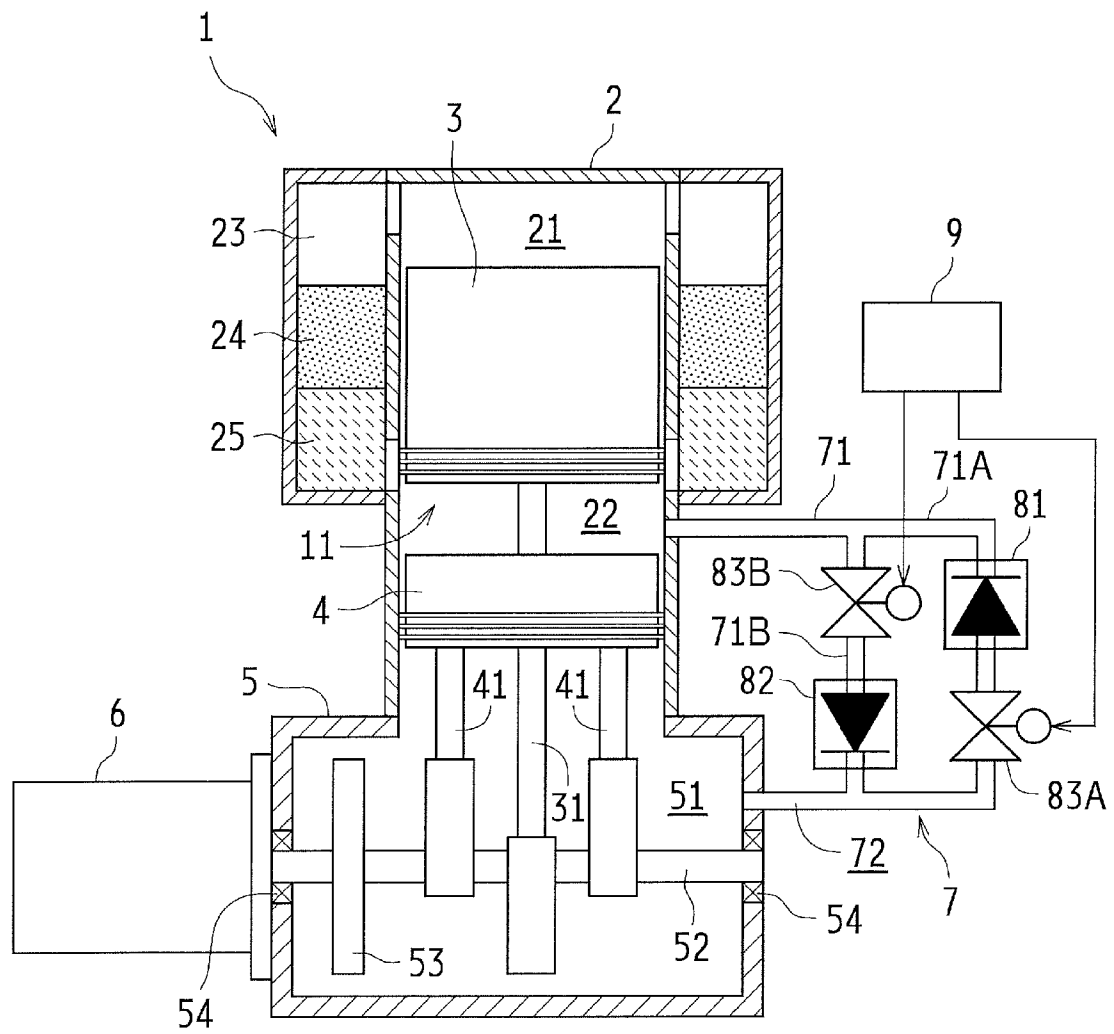
[図3]



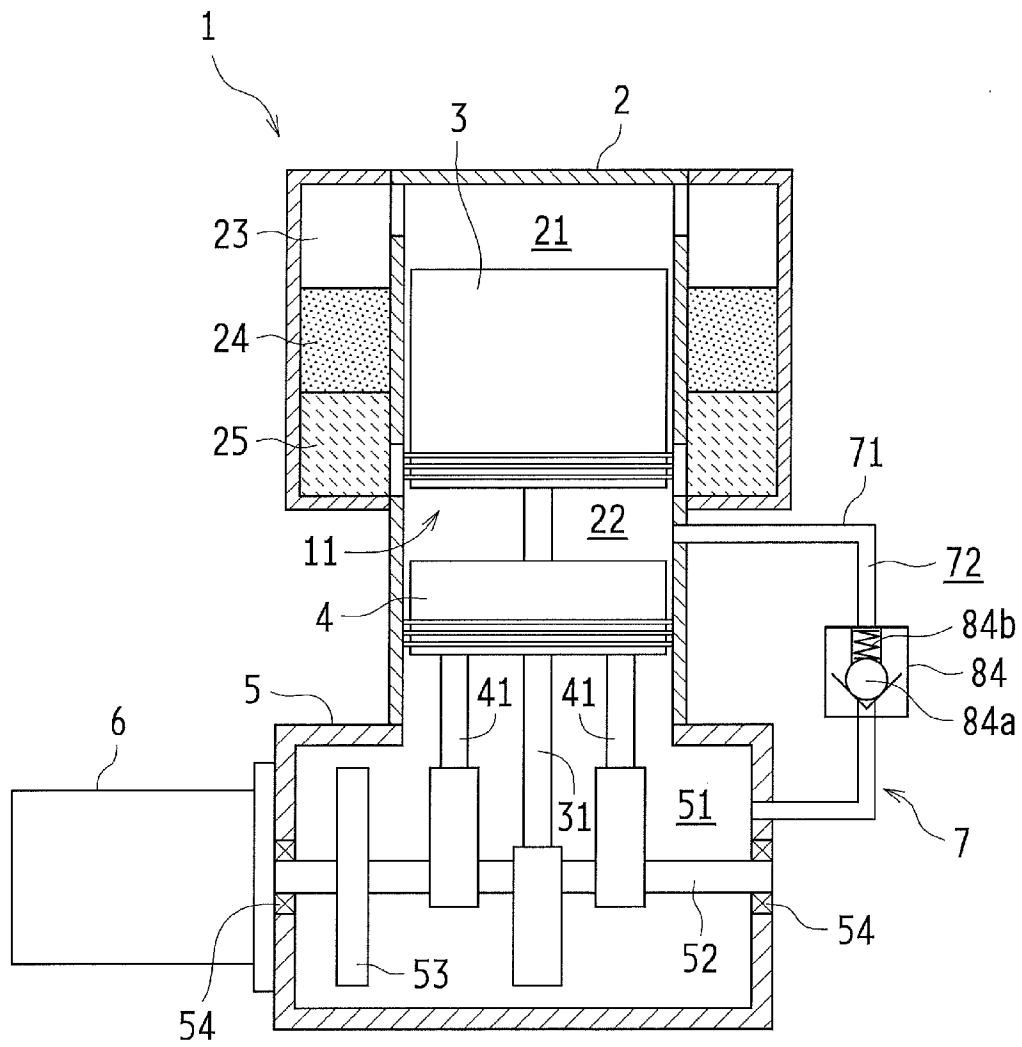
[図4]



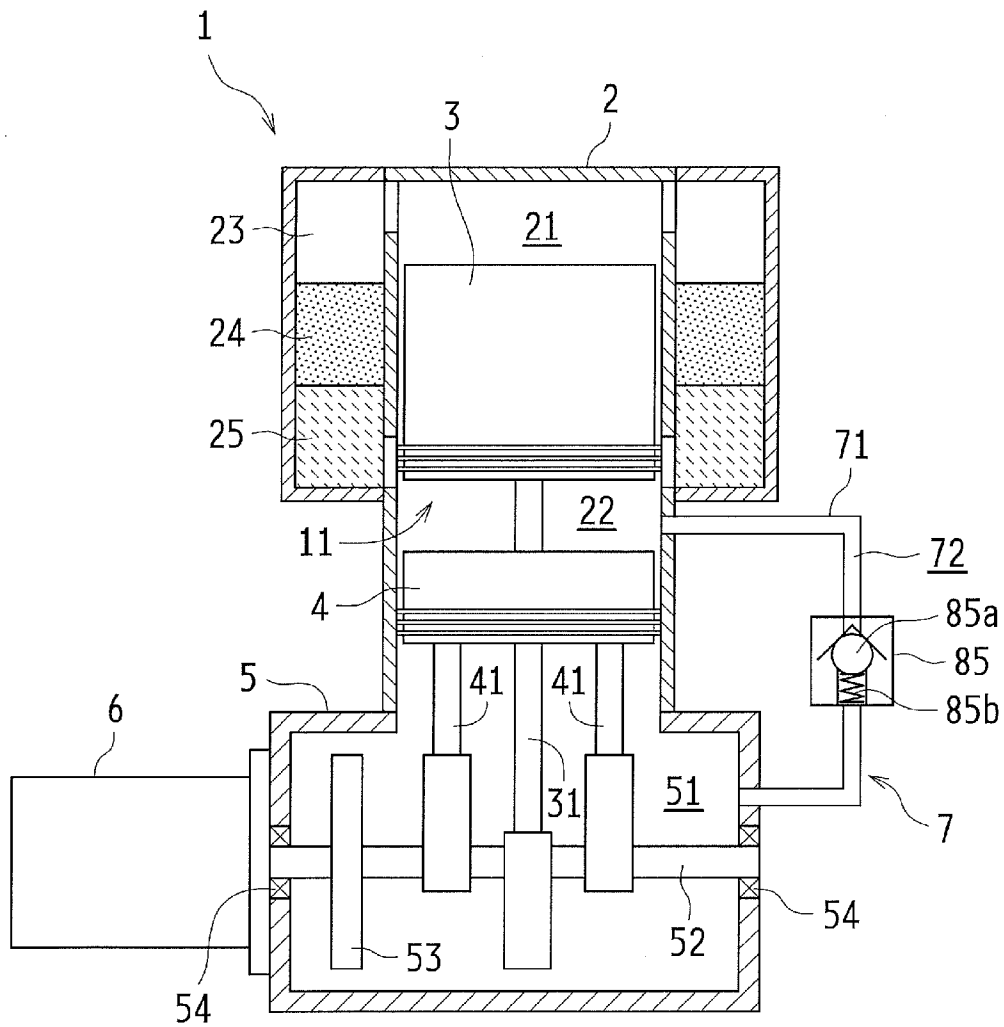
[図6]



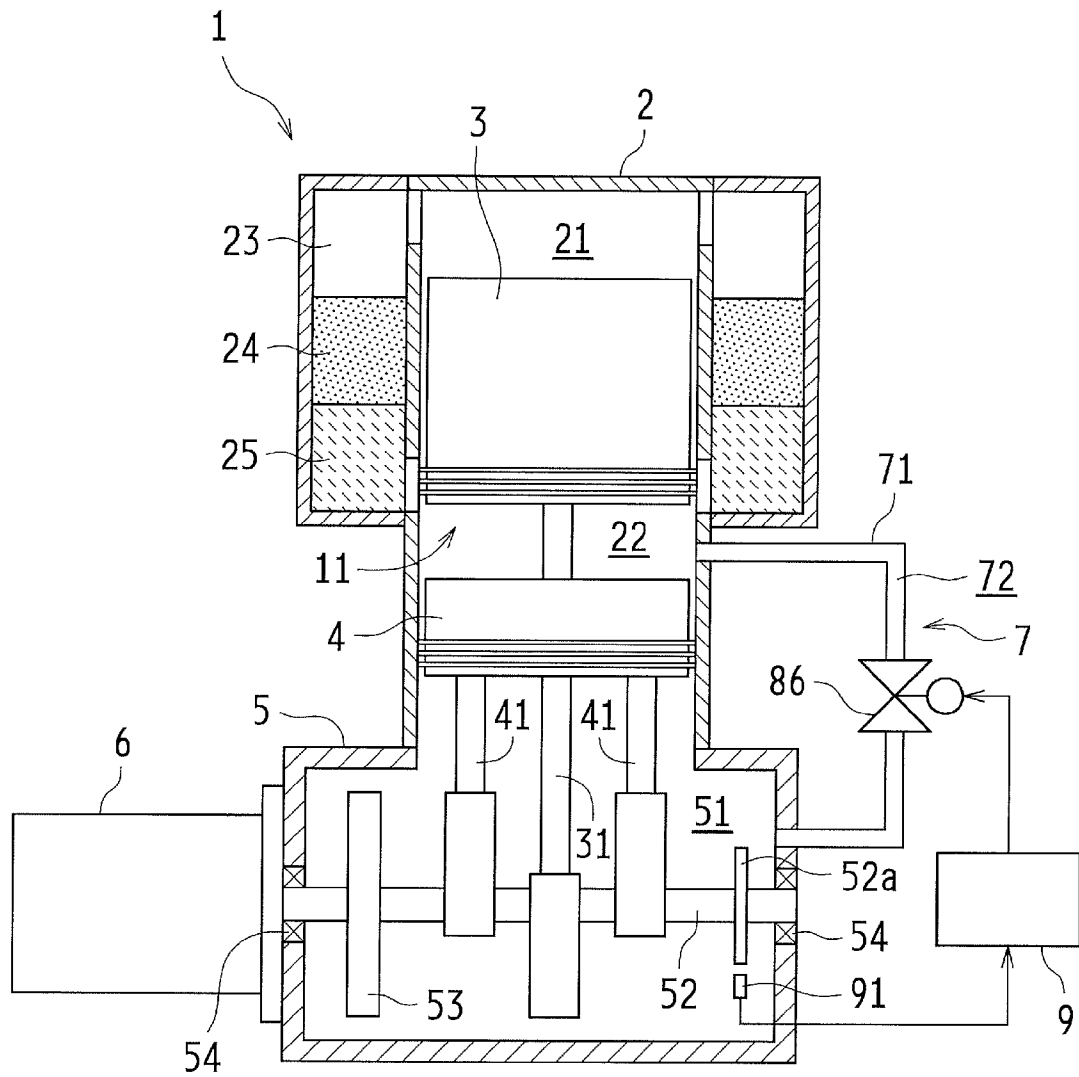
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004897

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02G1/05(2006.01)i, F02G1/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02G1/05, F02G1/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2005-351243 A (Toyota Motor Corp.), 22 December 2005 (22.12.2005), claims 1 to 2, 7; paragraphs [0018] to [0023], [0096] to [0110]; fig. 7 & US 2005/0274111 A1 claims 1 to 2, 6; paragraphs [0041] to [0046], [0123] to [0146]; fig. 7 & DE 102005027228 A1 & FR 2871526 A1	1-3, 5-6 2, 4-6
X Y	JP 3-54348 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 08 March 1991 (08.03.1991), page 2, lower right column, line 7 to page 3, lower right column, line 15; fig. 1 (Family: none)	1-3, 5-6 2, 4-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 April 2017 (17.04.17)

Date of mailing of the international search report
25 April 2017 (25.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004897

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 5-187315 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 July 1993 (27.07.1993), paragraphs [0016] to [0026]; fig. 1 (Family: none)	1, 3 2, 4-6
X Y	JP 2609836 B2 (LG Electronics Inc.), 14 May 1997 (14.05.1997), paragraphs [0002] to [0006]; fig. 7 & US 5485726 A column 1, line 14 to column 2, line 7; fig. 1 & KR 10-0127227 B1	1, 3 2, 4-6
X Y	US 2781632 A (HARTFORD NATIONAL BANK AND TRUST CO.), 19 February 1957 (19.02.1957), column 4, lines 10 to 52; fig. 2 (Family: none)	1, 3 2, 4-6
Y	JP 5-203273 A (Toshiba Corp.), 10 August 1993 (10.08.1993), paragraphs [0016] to [0022]; fig. 1 to 2 (Family: none)	4
A	JP 3-74551 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 29 March 1991 (29.03.1991), page 3, upper right column, line 2 to lower right column, line 11; fig. 1 (Family: none)	6
A	US 2011964 A (DEVON MANUFACTURING CO.), 20 August 1935 (20.08.1935), specification, page 3, left column, line 17 to right column, line 20; fig. 1 (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02G1/05 (2006.01)i, F02G1/06 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02G1/05, F02G1/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2005-351243 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.12.22, 請求項 1-2, 7, 段落 0018-0023, 0096-0110, 図 7 & US 2005/0274111 A1, 請求項 1-2, 6, 段落 0041-0046, 0123-0146, 図 7 & DE 102005027228 A1 & FR 2871526 A1	1-3, 5-6 2, 4-6
X Y	JP 3-54348 A (アイシン精機株式会社) 1991.03.08, 第2頁右下欄 第7行-第3頁右下欄第15行, 第1図 (ファミリーなし)	1-3, 5-6 2, 4-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.04.2017

国際調査報告の発送日

25.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤 健一

3 S

3420

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 5-187315 A (三菱電機株式会社) 1993. 07. 27, 段落 0016-0026, 図 1 (ファミリーなし)	1, 3 2, 4-6
X Y	JP 2609836 B2 (エルジー電子株式会社) 1997. 05. 14, 段落 0002- 0006, 図 7 & US 5485726 A, 第 1 欄 14 行-第 2 欄 7 行, 図 1 & KR 10-0127227 B1	1, 3 2, 4-6
X Y	US 2781632 A (HARTFORD NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY) 1957. 02. 19, 第 4 欄 10 行-第 52 行, FIG. 2 (ファミリーなし)	1, 3 2, 4-6
Y	JP 5-203273 A (株式会社東芝) 1993. 08. 10, 段落 0016-0022, 図 1-2 (ファミリーなし)	4
A	JP 3-74551 A (アイシン精機株式会社) 1991. 03. 29, 第 3 頁右上欄 第 2 行-同頁右下欄第 11 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	6
A	US 2011964 A (DEVON MANUFACTURING COMPANY) 1935. 08. 20, 明細書 第 3 頁左欄第 17 行-同頁右欄第 20 行, FIG. 1 (ファミリーなし)	1-3