

(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
2020年9月24日(24.09.2020)



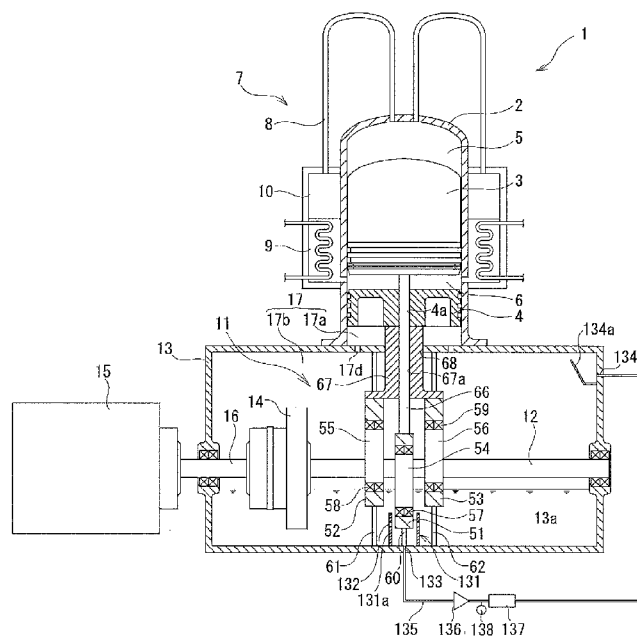
(10) 国際公開番号

WO 2020/189440 A1

- (51) 国際特許分類:
F02G 1/053 (2006.01) *F02G 1/045* (2006.01)
F02B 63/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/010519
- (22) 国際出願日: 2020年3月11日(11.03.2020)
- (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 2019-053029 2019年3月20日(20.03.2019) 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 1-3-2 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 北崎 真人 (KITAZAKI Masato); 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町 1-3-2 ヤンマー株式会社内 Osaka (JP). 小林 将 (KOBAYASHI Nobu); 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町 1-3-2 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,

(54) Title: ENGINE

(54) 発明の名称: エンジン



(57) Abstract: This engine is provided with: a crank case (13) having a lubricating oil reservoir (13a); a first communicating hole (133) and a second communicating hole (134) which communicate between the inside and outside of the crank case (13); a lubricating oil route (135) which connects the first communicating hole (133) and the second communicating hole (134) and into which lubricating oil flows from the first communicating hole (133) due to a motion of a displacer piston yoke (51); a flow meter (137) which measures the flow volume of the lubricating oil that has flowed into the lubri-

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

cating oil route (135); an oil amount detecting unit (71) which, when the engine rotational speed is more than or equal to a predetermined rotational speed, is capable of calculating the oil amount of lubricating oil in the lubricating oil reservoir (13a) on the basis of the flow volume and detecting that the oil amount is not more than the predetermined amount; and an operation executing unit (73) which, when engine rotational speed is lower than the predetermined rotational speed, is controlled to make the engine rotational speed more than or equal to the predetermined rotational speed, and which, when it is detected by the oil amount detecting unit (71) that the oil amount is not more than the predetermined amount, executes a predetermined operation.

(57) 要約: 潤滑油貯留部(13a)を有するクランクケース(13)と、クランクケース(13)の内外を連通する第1連通孔(133)、第2連通孔(134)と、第1連通孔(133)と第2連通孔(134)を接続し、ディスプレイサピストンヨーク(51)の運動により第1連通孔(133)から潤滑油が流入する潤滑油経路(135)と、潤滑油経路(135)に流入した潤滑油の流量を計測する流量計(137)と、エンジン回転数が所定回転数以上の場合に、流量に基づいて潤滑油貯留部(13a)の潤滑油の油量を計算し、油量が所定量以下であることを検知可能な油量検知部(71)と、エンジン回転数が所定回転数より低い場合、エンジン回転数が所定回転数以上となるように制御され、油量検知部(71)により油量が所定量以下であると検知されたとき、所定の動作を実行する動作実行部(73)と、を備える。

明 細 書

発明の名称： エンジン

技術分野

[0001] 本発明は、エンジンに関する。

背景技術

[0002] 下記特許文献1には、ディスプレイサピストン及びパワーピストンを同一シリンダに収めるスターリングエンジンにおいて、ディスプレイサピストン及びパワーピストンと連結されるクランク軸をクランクケースに密閉し、クランクケース内に潤滑油を溜める構成が開示されている。さらに、パワーピストンの往復動によるクランクケース内の圧力変動を利用して開閉する給油弁と油戻し弁を設けて潤滑油を循環させる構成が開示されている。

[0003] しかし、スターリングエンジンは、作動ガスとして不活性ガスを密閉している関係上、クランクケースの内圧が通常のエンジンより高く、このような静圧が高い状態では油圧スイッチによる潤滑油の油量検知が困難である。そして、焼却炉の煙道に据え付けて廃熱によってスターリングエンジンを運転する状況では、廃熱の供給を受ける期間、常に運転状態となるため、運転中における潤滑油の油量検知が必須である。また、この油量検知は、エンジン回転数に影響を受けないようにする必要がある。

[0004] しかし、特許文献1は、エンジン運転中におけるクランクケース内の潤滑油の油量を確認する構成、制御について一切開示していない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開昭62-203968号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] そこで、本発明は上記課題に鑑み、エンジン運転中におけるクランクケース内の潤滑油の油量を精度よく確認することができるエンジンを提供するこ

とを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明のエンジンは、往復動するピストンと、
前記ピストンの往復動により回転可能なクランク軸と、
前記ピストンと前記クランク軸とを連結する連結部材と、
前記クランク軸を軸支するとともに、潤滑油を貯留する潤滑油貯留部を有するクランクケースと、
前記潤滑油貯留部に形成され、前記クランクケースの内外を連通する第1連通孔と、
前記潤滑油貯留部から離れた位置に形成され、前記クランクケースの内外を連通する第2連通孔と、
前記第1連通孔と前記第2連通孔を前記クランクケースの外で接続し、前記連結部材の運動により前記第1連通孔から前記潤滑油が流入する潤滑油経路と、
前記潤滑油経路に流入した前記潤滑油の流量を計測する流量計測装置と、
エンジン回転数が所定回転数以上の場合に、前記流量に基づいて前記潤滑油貯留部の潤滑油の油量を計算し、前記油量が所定量以下であることを検知可能な油量検知部と、
前記エンジン回転数が前記所定回転数より低い場合、前記エンジン回転数が前記所定回転数以上となるように制御され、前記油量検知部により前記潤滑油貯留部の潤滑油の油量が所定量以下であると検知されたとき、所定の動作を実行する動作実行部と、を備えるものである。
- [0008] 本発明のエンジンにおいて、前記潤滑油の温度を計測する油温計測装置と、
、
前記油温計測装置で計測された潤滑油の温度に応じて、前記油量検知部により計算された前記潤滑油貯留部の潤滑油の油量を補正する油量補正部と、
を備えるものでもよい。
- [0009] 本発明のエンジンにおいて、電磁弁を介して前記クランクケースと接続さ

れた潤滑油補給タンクを備え、

前記動作実行部は、前記油量検知部により前記潤滑油貯留部の潤滑油の油量が所定量以下であると検知されたとき、前記電磁弁を開き、前記クランクケースに前記潤滑油補給タンクから潤滑油を流入させるものでもよい。

[0010] 本発明のエンジンにおいて、前記クランクケースの内面であって前記第1連通孔の周囲に立設され、前記ピストンが下死点に位置するときに、前記連結部材の少なくとも一部を収容する筒状部材と、

前記筒状部材の側面に形成され、前記筒状部材の内外を連通する少なくとも一つの側面孔と、を備えるものでもよい。

[0011] 本発明のエンジンにおいて、前記クランク軸の一端側に連結されるモータ発電機を備え、

前記エンジン回転数が前記所定回転数より低い場合、前記モータ発電機は、前記エンジン回転数が前記所定回転数となるように力行動作を行うものでもよい。

[0012] 本発明によれば、ピストンと連動して動く連結部材の運動により潤滑油経路に流入した潤滑油の流量を計測し、この流量から潤滑油貯留部の潤滑油の油量を計算することで、エンジンの運転中において油量検知を行うことができる。また、エンジン回転数が低い場合においても、エンジン回転数が所定回転数以上となるように制御されることで、油量検知部が油量を正確に検知可能となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]第1実施形態に係るスターリングエンジンの側面断面を示す概略図である。

[図2]図1のスターリングエンジンの正面断面を示す概略図である。

[図3]図1のスターリングエンジンの一部を拡大して示す模式図である。

[図4]スターリングエンジンの制御構成を示すブロック図である。

[図5]流量と保油量を関連付けたマップを示す図である。

[図6]エンジン起動時から運転中における油量検知の一例を示すフローチャー

トである。

[図7]油量検知動作の一例を示すグラフである。

[図8]エンジン停止時における油量検知の一例を示すフローチャートである。

[図9]流量と保油量を関連付けたマップの温度依存を示す図である。

[図10]第2実施形態に係るスターリングエンジンの側面断面を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下に、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

[0015] [第1実施形態]

図1は、スターリングエンジン1の側面断面を示す概略図であり、図2は、スターリングエンジン1の正面断面を示す概略図である。また、図3は、図1のスターリングエンジン1の一部を拡大して示す模式図である。なお、以下では、 β 型のスターリングエンジン1を例に挙げて説明する。

[0016] 図1及び図2に示すように、スターリングエンジン1は、空気、ヘリウムガス、水素等の作動ガスが封入されたシリンダ2の内部に、ディスプレイサピストン3及びパワーピストン4がそれぞれ往復動可能に収容されている。

[0017] シリンダ2は、一端を開口する一方で他端を閉塞した構成で有り、閉塞端部側にディスプレイサピストン3を配置する一方、開口端部側にパワーピストン4を配置している。シリンダ2内には、閉塞端部とディスプレイサピストン3との間に膨張空間5が形成され、ディスプレイサピストン3とパワーピストン4との間に圧縮空間6が形成されている。なお、シリンダ2内の膨張空間5と圧縮空間6とを合わせて、作動空間と呼ぶ。

[0018] スターリングエンジン1は、シリンダ2内の作動空間における作動ガスの温度を昇降させる熱交換器7が配設されている。熱交換器7は、膨張空間5と連通して外部からの入熱により作動ガスを加熱するヒータ8と、圧縮空間6と連通して外部への放熱により作動ガスを冷却するクーラ9と、ヒータ8とクーラ9とを連結する再生器10とを備えている。ディスプレイサピストン3がシリンダ2の開口端部側に向けて移動すると、ヒータ8で加熱された

作動ガスが膨張空間 5 に流入することで、作動ガスの温度が上昇する。一方、ディスプレイサピストン 3 がシリンダ 2 の閉塞端部側に向けて移動すると、クーラ 9 で冷却された作動ガスが圧縮空間 6 に流入することで、作動ガスの温度が低下する。従って、熱交換器 7 とシリンダ 2 内の作動空間との間で作動ガスが順逆に流れることで、シリンダ 2 の作動空間における内圧が変化し、パワーピストン 4 の往復動を促す。

[0019] ヒータ 8 は、一端部が膨張空間 5 に連通し、他端部が再生器 10 の一端部に連通している。ヒータ 8 は、焼却炉等で発生する排ガスの熱を受けることで、内部を通過する作動ガスを加熱する。図 1 及び図 2 では、管状のヒータ 8 を 2 個のみ示しているが、実際には多数のヒータ 8 が設けられている。

[0020] 再生器 10 の他端部はクーラ 9 に連通している。また、クーラ 9 は圧縮空間 6 に連通している。クーラ 9 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。

[0021] 再生器 10 及びクーラ 9 は、シリンダ 2 の外周部に配置されている。再生器 10 は、例えば、金属繊維や金網を積層させたものや、作動ガスの流路をハニカム形状などで配列させたものや、綿状金属繊維を内包させたものなどで構成されており、蓄熱式熱交換器として機能する。すなわち、再生器 10 は、ヒータ 8 からクーラ 9 に高温の作動ガスが流れる際には、作動ガスの熱を蓄熱する一方で、クーラ 9 からヒータ 8 に低温の作動ガスが流れる際には、蓄熱した熱を作動ガスに放熱する。

[0022] スターリングエンジン 1 は、シリンダ 2 の開口端部側に、パワーピストン 4 の往復動作を回転動作に変換して回転動力を出力する出力取り出し装置 11 を備える。出力取り出し装置 11 は、ディスプレイサピストン 3 及びパワーピストン 4 それぞれと連結したクランク軸 12 をクランクケース 13 内に軸支させている。そして、クランク軸 12 の一端側が出力軸となり、クランクケース 13 内で、フライホイール 14 を介してモータ発電機 15 の入力軸 16 と連結されている。また、シリンダ 2 内におけるパワーピストン 4 より開口端部側の空間 17 a と、クランクケース 13 内の空間 17 b とにより、

バッファ空間 17 を形成している。

- [0023] ディスプレーサピストン 3 及びパワーピストン 4 は、出力取り出し装置 11 のクランク軸 12 と接続することで、シリンダ 2 内を互いに所定の位相差で往復動する。なお、本実施形態では、ディスプレーサピストン 3 及びパワーピストン 4 の往復動作における位相差を 90° としている。
- [0024] 出力取り出し装置 11 は、ディスプレーサピストン 3 に合わせて往復動するディスプレーサピストンヨーク 51 のクランク軸案内溝（貫通溝）51a に固定されたプレート 51c と、パワーピストン 4 に合わせて往復動するパワーピストンヨーク（往復動部）52、53 のクランク軸案内溝（貫通溝）52a、53a に固定されたプレート 52c、53c のそれぞれに、軸受 57～59 を介してクランク軸 12 のクランクピン 54～56 が嵌合されたスコッチ・ヨーク機構で構成されている。
- [0025] 図 2 に示すように、ディスプレーサピストンヨーク 51 は、その中央部分に、クランク軸 12 及びディスプレーサピストン 3 それぞれの軸方向に対して交差する方向（横方向）に長いクランク軸案内溝 51a が設けられている。ディスプレーサピストンヨーク 51 におけるクランク軸案内溝 51a を挟んだ両側部には、ディスプレーサピストン 3 の軸方向に沿う方向（縦方向）に、往復動案内穴（貫通穴）51b が穿設されている。そして、ディスプレーサピストンヨーク 51 の往復動案内穴 51b には、ロータリブッシングなどの直動軸受 63 を介して、クランクケース 13 に固定されたガイド軸 60 が挿入されている。ディスプレーサピストンヨーク 51 は、一端がディスプレーサピストン 3 と連結したロッド 66 の他端と連結しており、ディスプレーサピストン 3 の往復動に合わせて、ディスプレーサピストン 3 と同一方向（縦方向）で往復動する。
- [0026] 図 2 に示すように、パワーピストンヨーク 52 は、その中央部分に、横方向に長いクランク軸案内溝 52a が設けられており、クランク軸案内溝 52a を挟んだ両側部に、往復動案内穴（貫通穴）52b が縦方向に穿設されている。そして、パワーピストンヨーク 52 の往復動案内穴 52b には、直動

軸受64を介して、クランクケース13に固定されたガイド軸61が挿入されている。パワーピストンヨーク52は、一端がパワーピストン4と連結したブリッジ67の他端と連結しており、パワーピストン4の往復動に合わせて縦方向で往復動する。パワーピストンヨーク53は、パワーピストンヨーク52と同様の形状をしているため、詳細な説明は省略する。

[0027] 図1及び図2に示すように、パワーピストン4及びブリッジ67の中心には、パワーピストン4の軸方向に沿う方向（縦方向）に貫通穴4a, 67aが設けられており、ディスプレイサピストン3と連結したロッド66が貫装されている。ロッド66は、パワーピストン4及びブリッジ67と相対的に移動可能であるとともに、パワーピストン4におけるロッド66の挿入部分にメカニカルシールなどによる動的シール機構（図示省略）が構成されている。

[0028] 図1に示すように、クランク軸12は、ブリッジ67とパワーピストンヨーク52, 53を介して連結したクランクピン55, 56の間に、ロッド66とディスプレイサピストンヨーク51を介して連結したクランクピン54を設けており、同位相のクランクピン55, 56に対して所定の位相差（例えば、 90° ）でクランクピン54が取り付けられている。クランクケース13におけるシリンダ2との連結部分には、ブリッジ67が嵌挿されるブリッジ挿入穴68が設けられている。クランクケース13のブリッジ挿入穴68は、シリンダ2とクランクケース13との連結部分に構成されており、ブリッジ67のシリンダ2側部分がブリッジ挿入穴68に対して挿脱するようにして、ブリッジ67がパワーピストン4に合わせて往復動する。シリンダ2内におけるパワーピストン4より開口端部側のバッファ空間17aにおける、パワーピストン4の往復動に伴う容積変化による内圧の変動を低減する為に、シリンダ2内のバッファ空間17aとクランクケース13内のバッファ空間17bとの間に連通口17dを設けている。

[0029] ディスプレーサピストン3は、クランク軸12の回転動力で往復動し、作動ガスが膨張空間5と圧縮空間6の間を行き来して、作動空間の内圧が変化

する。この圧力変化によりパワーピストン4が往復動し、その往復動力がブリッジ67を介してパワーピストンヨーク52, 53に伝達される。これにより、パワーピストンヨーク52, 53がそれぞれ、ガイド軸61, 62のそれぞれに沿って縦方向に往復動する。そして、パワーピストンヨーク52, 53それぞれの往復動により、クランク軸案内溝52a, 53aそれぞれをクランクピン55, 56それぞれが回転しながら横方向に往復することで、クランク軸12が回転する。従って、パワーピストン4の往復動力を受けた出力取り出し装置11は、スコッチ・ヨーク機構により回転動力に変換してクランク軸12より出力し、フライホイール14及び入力軸16を介してモータ発電機15を回転させる。モータ発電機15の回転により発電する。

[0030] クランクケース13は、出力取り出し装置11における摺動部分に供給するための潤滑油を貯留する潤滑油貯留部13aを備える。潤滑油貯留部13aは、スターリングエンジン1の設置姿勢によって決定され、クランクケース13内の鉛直方向下部に相当する。

[0031] クランクケース13の内面であって潤滑油貯留部13aには、内筒131（筒状部材に相当）が立設されている。内筒131は、図1に示すようにディスプレイサピストン3の軸方向に沿う方向（縦方向）に延びている。内筒131は、ディスプレイサピストン3又はパワーピストン4が下死点に位置するときに、ディスプレイサピストンヨーク51又はパワーピストンヨーク52, 53の少なくとも一部を収容するように構成されている。すなわち、ディスプレイサピストンヨーク51又はパワーピストンヨーク52, 53が本発明の連結部材に相当する。本実施形態では、内筒131は、ディスプレイサピストンヨーク51の一部を収容するように配置されている。内筒131の側面131aは、ディスプレイサピストンヨーク51とパワーピストンヨーク52, 53の間に配置される。

[0032] 内筒131の側面131aには、内筒131の内外を連通する少なくとも一つの側面孔132が形成されている。側面孔132は、潤滑油を内筒131内に吸入する吸入孔として機能する。

- [0033] 内筒 1 3 1 に囲まれたクランクケース 1 3 の内面には、クランクケース 1 3 の内外を連通する第 1 連通孔 1 3 3 が形成されている。第 1 連通孔 1 3 3 は、潤滑油をクランクケース 1 3 の外へ排出する排出孔として機能する。
- [0034] ディスプレーサピストン 3 が下死点まで移動する区間、すなわちディスプレーサピストンヨーク 5 1 が第 1 連通孔 1 3 3 に接近する方向へ移動する区間では、内筒 1 3 1 内の潤滑油の圧力が高まり、図 3 に示すように第 1 連通孔 1 3 3 から潤滑油がクランクケース 1 3 の外へ排出される。一方、ディスプレーサピストン 3 が上死点まで移動する区間、すなわちディスプレーサピストンヨーク 5 1 が第 1 連通孔 1 3 3 から離隔する方向へ移動する区間では、内筒 1 3 1 内の潤滑油の圧力が下がり、内筒 1 3 1 内に潤滑油が流入する。このとき、内筒 1 3 1 の側面 1 3 1 a に側面孔 1 3 2 を設けているため、図 3 に示すように潤滑油が側面孔 1 3 2 から内筒 1 3 1 内に流入しやすい。
- [0035] 第 1 連通孔 1 3 3 の開口面積は、側面孔 1 3 2 の総開口面積よりも大きいことが好ましい。第 1 連通孔 1 3 3 の開口面積が側面孔 1 3 2 の総開口面積よりも小さいと、ディスプレーサピストンヨーク 5 1 が第 1 連通孔 1 3 3 に接近する方向へ移動し、内筒 1 3 1 内の潤滑油の圧力が高まった場合に、第 1 連通孔 1 3 3 ではなく側面孔 1 3 2 から潤滑油がクランクケース 1 3 の外へ排出されやすくなる。
- [0036] クランクケース 1 3 の内面であって潤滑油貯留部 1 3 a から離れた位置には、クランクケース 1 3 の内外を連通する第 2 連通孔 1 3 4 が形成されている。すなわち、第 2 連通孔 1 3 4 は、クランクケース 1 3 内の潤滑油の油面よりも鉛直方向で高い位置に設けられている。第 2 連通孔 1 3 4 は、第 1 連通孔 1 3 3 から排出された潤滑油をクランクケース 1 3 に戻す戻し孔として機能する。
- [0037] 第 1 連通孔 1 3 3 と第 2 連通孔 1 3 4 は、クランクケース 1 3 の外に設けられた潤滑油経路 1 3 5 で接続されている。第 1 連通孔 1 3 3 から排出された潤滑油は、潤滑油経路 1 3 5 を介して第 2 連通孔 1 3 4 へ流れる。潤滑油経路 1 3 5 には、第 1 連通孔 1 3 3 から第 2 連通孔 1 3 4 に向かう方向を順

方向とする逆止弁 136 が設けられている。逆止弁 136 を設けることにより、潤滑油経路 135 内の潤滑油が第 1 連通孔 133 側へ逆流することを防止できる。

[0038] また、潤滑油経路 135 には、逆止弁 136 よりも第 2 連通孔 134 側に流量計 137（流量計測装置に相当）が設けられている。流量計 137 は、潤滑油経路 135 に流入した潤滑油の流量を計測することができる。これにより、潤滑油経路 135 を介して循環するクランクケース 13 内の潤滑油の有無を確認することができる。なお、流量計 137 としては、例えばタービン流量計を用いることができる。

[0039] また、潤滑油経路 135 には、逆止弁 136 と流量計 137 の間に温度センサ 138（油温計測装置に相当）が設けられている。温度センサ 138 は、潤滑油経路 135 内の潤滑油の温度を計測する。

[0040] スターリングエンジン 1 を制御する制御装置 70 は、油量検知部 71 と、記憶部 72 と、動作実行部 73 と、モータ制御部 74 と、を備えている。

[0041] 油量検知部 71 は、エンジン回転数が所定回転数以上の場合に、流量計 137 で計測された潤滑油の流量に基づいて、潤滑油貯留部 13a の潤滑油の油量（保油量ともいう）を計算し、計算した保油量が所定量以下であることを検知可能となっている。「所定量」とは、焼付き等の不具合を起こさない保油量である。具体的には、油量検知部 71 は、記憶部 72 に予め記憶されている流量と保油量を関連付けたマップから、流量に関連付けられた保油量を取得する。図 5 に示すように保油量によって、計測される流量が異なり、流量を計測することで保油量の計算が可能である。

[0042] しかし、図 5 に示すように、エンジン回転数によって保油量に対する流量の大きさが異なっている。これは、エンジン低回転時には、ディスプレイサピストンヨーク 51 の下降速度が遅く、潤滑油が潤滑油経路 135 に圧送される速度が遅くなり、潤滑油の流量が少なくなるためと考えられる。

[0043] ところで、流量計 137 には不感域が存在し、小さい流量を検知しにくいため、エンジン低回転時には適切に流量を計測できず、保油量を正しく計算

できない可能性がある。そのため、本発明の油量検知部 7 1 は、エンジン回転数が所定回転数以上の場合に、流量に基づいて保油量を計算するようにしている。

[0044] モータ制御部 7 4 は、モータ発電機 1 5 を制御するものであり、エンジン回転数が所定回転数より低い場合、モータ発電機 1 5 を力行制御する。これにより、モータ発電機 1 5 は、エンジン回転数が所定回転数となるように力行動作を行う。

[0045] 動作実行部 7 3 は、油量検知部 7 1 により潤滑油貯留部 1 3 a の潤滑油の油量（保油量）が所定量以下であると検知されたとき、所定の動作を実行する。所定の動作とは、例えばアラームの発報、潤滑油の補給、エンジンの停止等である。本実施形態では、動作実行部 7 3 は、モニターやスピーカ等の報知装置 8 0 に報知の実行を指令する。

[0046] 次に、上記のスターリングエンジン 1 の油量検知方法について説明する。図 6 は、エンジン起動時から運転中における油量検知の一例を示すフローチャートである。図 7 は、油量検知動作の一例を示すグラフである。

[0047] ステップ S 1 0 1 において、エンジン起動信号がオンされると、モータ発電機 1 5 の力行動作によってエンジンが起動される。

[0048] ステップ S 1 0 2 において、モータ発電機 1 5 の力行動作によって、エンジン回転数を保油量検知モード設定回転数 N_d （所定回転数に相当）とする。エンジン回転数は保油量検知モード設定回転数 N_d に T_d 秒間保持される。

[0049] ステップ S 1 0 3 において、エンジン回転数 N_e を計測するとともに、油温を計測する。エンジン回転数 N_e は、モータ発電機 1 5、又は不図示の回転数計測装置で計測される。油温は、温度センサ 1 3 8 で計測される。

[0050] ステップ S 1 0 4 において、流量計 1 3 7 で計測された流量に基づいて保油量 Q を算出する。また、ステップ S 1 0 4 において、タイマー T をリセットする。

[0051] ステップ S 1 0 5 において、保油量 Q が保油量下限値 Q_c （所定量に相当

）以下であるか否かを判定する。ステップS 1 0 5において保油量Qが保油量下限値 Q_c 以下であるとき、ステップS 1 0 6において、油量低下を示すアラームを発報する。

[0052] 一方、ステップS 1 0 5において保油量Qが保油量下限値 Q_c よりも大きいとき、ステップS 1 0 7において、発電運転を継続する。

[0053] ステップS 1 0 8において、エンジン回転数 N_e が保油量検知モード設定回転数 N_d 以上であるか否かを判定する。ステップS 1 0 8においてエンジン回転数 N_e が保油量検知モード設定回転数 N_d 以上であるとき、ステップS 1 0 3に戻る。

[0054] 一方、ステップS 1 0 8においてエンジン回転数 N_e が保油量検出モード設定回転数 N_d より低いとき、ステップS 1 0 9において、タイマーカウンタを開始する。

[0055] その後、ステップS 1 1 0において、タイマーTが保油量検知インターバル T_c に達したか否かを判定する。タイマーTが保油量検知インターバル T_c に達したとき、S 1 0 2に戻って保油量検知モードを開始する。一方、タイマーTが保油量検知インターバル T_c に達していないとき、S 1 0 7に戻って発電運転を継続する。

[0056] 図8は、エンジン停止時における油量検知の一例を示すフローチャートである。

[0057] ステップS 2 0 1において、エンジン停止信号がオンされると、ステップS 2 0 2において、エンジンが停止される。

[0058] ステップS 2 0 3において、T 2秒後にモータ発電機15の力行動作によってエンジンが再起動される。

[0059] ステップS 2 0 4において、モータ発電機15の力行動作によって、エンジン回転数を保油量検知モード設定回転数 N_d （所定回転数に相当）とする。エンジン回転数は保油量検知モード設定回転数 N_d に T_d 秒間保持される。

[0060] ステップS 2 0 5において、エンジン回転数 N_e を計測するとともに、油

温を計測する。

[0061] ステップS206において、流量計137で計測された流量に基づいて保油量Qを算出する。また、ステップS206において、タイマーTをリセットする。

[0062] ステップS207において、保油量Qが保油量下限値Qc（所定量に相当）以下であるか否かを判定する。ステップS207において保油量Qが保油量下限値Qc以下であるとき、ステップS208において、油量低下を示すアラームを発報する。

[0063] 一方、ステップS207において保油量Qが保油量下限値Qcよりも大きいとき、ステップS209において、エンジン停止信号がオンされる。その後、ステップS210において、エンジンが停止される。

[0064] ところで、潤滑油の流量は、温度に依存する。具体的には、温度が低下すると粘性が増加するため流量は少なくなる傾向にある。図9は、流量と保油量を関連付けたマップの温度依存を示す図である。図9に示すように、低温時は、同じ保油量であっても高温時よりも流量計137で計測される流量が少なくなる。これにより、低温時に基準温度時のマップを用いると、保油量を過小評価してしまう。そのため、制御装置70は、温度センサ138で計測された潤滑油の温度に応じて、油量検知部71により計算された潤滑油貯留部13aの潤滑油の油量を補正する油量補正部75を備えることが好ましい。

[0065] [第2実施形態]

第1実施形態では、油量が低下した場合、油量低下を示すアラームを発報するのみであったが、自動的に潤滑油を補給するようにしてもよい。

[0066] 図10は、スターリングエンジン1に潤滑油補給タンク139が設けられている例を示す。第1実施形態と第2実施形態において、同じ符号は同じ機能を有するため、説明を省略する。

[0067] 潤滑油補給タンク139は、クランクケース13の内部へと供給する潤滑油を貯留する。潤滑油補給タンク139は、クランクケース13の外側に設

けられ、供給路 140 によりクランクケース 13 に接続されている。供給路 140 は、クランクケース 13 の上部に接続されている。供給路 140 には、供給路 140 内の流路を開閉可能な電磁弁 141 が設けられている。通常時、電磁弁 141 は閉じられている。

[0068] 動作実行部 73 は、油量検知部 71 により潤滑油貯留部 13a の潤滑油の油量が所定量以下であると検知されたとき、電磁弁 141 を開き、クランクケース 13 に潤滑油補給タンク 139 から潤滑油を流入させる。

[0069] また、例えば保油量下限値 Q_c を第 1 下限値と第 1 下限値よりも低い第 2 下限値との 2 つ設定しておき、保油量が第 1 下限値に達したときにアラームを発報し、保油量が第 2 下限値に達したときに、上記の動作を実行して自動的に潤滑油を補給するように構成してもよい。

[0070] [他の実施形態]

(1) 第 1 実施形態では、油量が低下した場合、油量低下を示すアラームを発報するのみであったが、エンジンを停止するようにしてもよい。エンジンの停止は、例えば、圧縮空間 6 とクランクケース 13 の内部とに連通する不図示の連通経路と、連通経路の流路を開閉可能な不図示の開閉弁とを設けておき、動作実行部 73 が開閉弁に開指令を送信して開閉弁を閉状態から開状態にすることで、作動空間（膨張空間 5 と圧縮空間 6）内の作動ガスを連通経路を介してバッファ空間 17b（クランクケース 13）内へ移動させることで可能である。また、例えば保油量下限値 Q_c を第 1 下限値と第 1 下限値よりも低い第 2 下限値との 2 つ設定しておき、保油量が第 1 下限値に達したときにアラームを発報し、保油量が第 2 下限値に達したときに、エンジンを停止するように構成してもよい。

[0071] (2) 前述の第 1 及び第 2 実施形態では、ディスプレイサピストンヨーク 51 及びパワーピストンヨーク 52, 53 が鉛直方向に往復動するようにスターリングエンジン 1 を配置し、シリンダ 2 の下方に出力取り出し装置 11 を設ける例を示したが、ディスプレイサピストンヨーク 51 及びパワーピストンヨーク 52, 53 が水平方向に往復動するようにスターリングエンジン

1を配置し、シリンダ2の側方に出力取り出し装置11を設けるようにしてもよい。

[0072] また、前述の第1及び第2実施形態では、 β 型のスターリングエンジン1に基づいて説明したが、 α 型や γ 型等の他の形式のスターリングエンジンであっても構わない。さらに、エンジンの一例としてスターリングエンジン1を示したが、エンジンとしては、これに限定されず、クランクケース内に潤滑油を貯留する構造のエンジンであればよい。

[0073] 以上、本発明の実施形態について図面に基づいて説明したが、具体的な構成は、これらの実施形態に限定されるものでないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明だけではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

[0074] この出願は、日本で2019年3月20日に出願された特願2019-053029号に基づく優先権を請求する。その内容はこれに言及することにより、本出願に組み込まれるものである。また、本明細書に引用された文献は、これに言及することにより、その全部が具体的に組み込まれるものである。

符号の説明

- [0075]
- | | |
|-----|----------------|
| 1 | スターリングエンジン |
| 3 | ディスプレイサピストン |
| 4 | パワーピストン |
| 12 | クランク軸 |
| 13 | クランクケース |
| 13a | 潤滑油貯留部 |
| 15 | モータ発電機 |
| 51 | ディスプレイサピストンヨーク |
| 52 | パワーピストンヨーク |
| 53 | パワーピストンヨーク |

- 7 0 制御装置
- 7 1 油量検知部
- 7 3 動作実行部
- 7 4 モータ制御部
- 7 5 油量補正部
- 1 3 1 内筒
- 1 3 2 側面孔
- 1 3 3 第 1 連通孔
- 1 3 4 第 2 連通孔
- 1 3 5 潤滑油経路
- 1 3 7 流量計
- 1 3 8 温度センサ
- 1 3 9 潤滑油補給タンク
- 1 4 1 電磁弁

請求の範囲

[請求項1]

往復動するピストンと、
前記ピストンの往復動により回転可能なクランク軸と、
前記ピストンと前記クランク軸とを連結する連結部材と、
前記クランク軸を軸支するとともに、潤滑油を貯留する潤滑油貯留部を有するクランクケースと、
前記潤滑油貯留部に形成され、前記クランクケースの内外を連通する第1連通孔と、
前記潤滑油貯留部から離れた位置に形成され、前記クランクケースの内外を連通する第2連通孔と、
前記第1連通孔と前記第2連通孔を前記クランクケースの外で接続し、前記連結部材の運動により前記第1連通孔から前記潤滑油が流入する潤滑油経路と、
前記潤滑油経路に流入した前記潤滑油の流量を計測する流量計測装置と、
エンジン回転数が所定回転数以上の場合に、前記流量に基づいて前記潤滑油貯留部の潤滑油の油量を計算し、前記油量が所定量以下であることを検知可能な油量検知部と、
前記エンジン回転数が前記所定回転数より低い場合、前記エンジン回転数が前記所定回転数以上となるように制御され、前記油量検知部により前記潤滑油貯留部の潤滑油の油量が所定量以下であると検知されたとき、所定の動作を実行する動作実行部と、を備えるエンジン。

[請求項2]

前記潤滑油の温度を計測する油温計測装置と、
前記油温計測装置で計測された潤滑油の温度に応じて、前記油量検知部により計算された前記潤滑油貯留部の潤滑油の油量を補正する油量補正部と、を備える、請求項1に記載のエンジン。

[請求項3]

電磁弁を介して前記クランクケースと接続された潤滑油補給タンクを備え、

前記動作実行部は、前記油量検知部により前記潤滑油貯留部の潤滑油の油量が所定量以下であると検知されたとき、前記電磁弁を開き、前記クランクケースに前記潤滑油補給タンクから潤滑油を流入させる、請求項 1 又は 2 に記載のエンジン。

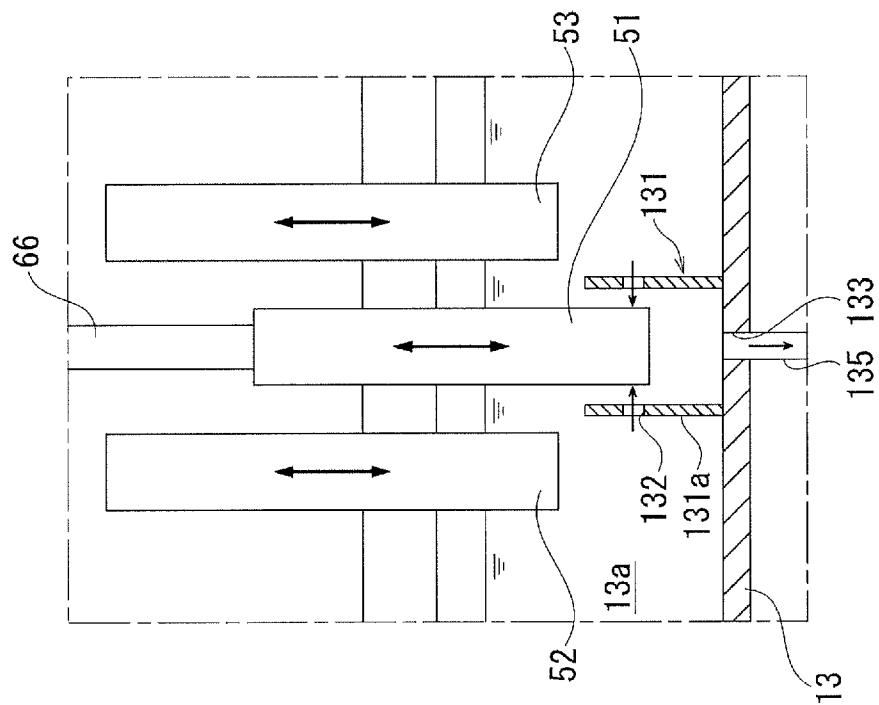
[請求項4] 前記クランクケースの内面であって前記第 1 連通孔の周囲に立設され、前記ピストンが下死点に位置するときに、前記連結部材の少なくとも一部を収容する筒状部材と、

前記筒状部材の側面に形成され、前記筒状部材の内外を連通する少なくとも一つの側面孔と、を備える、請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載のエンジン。

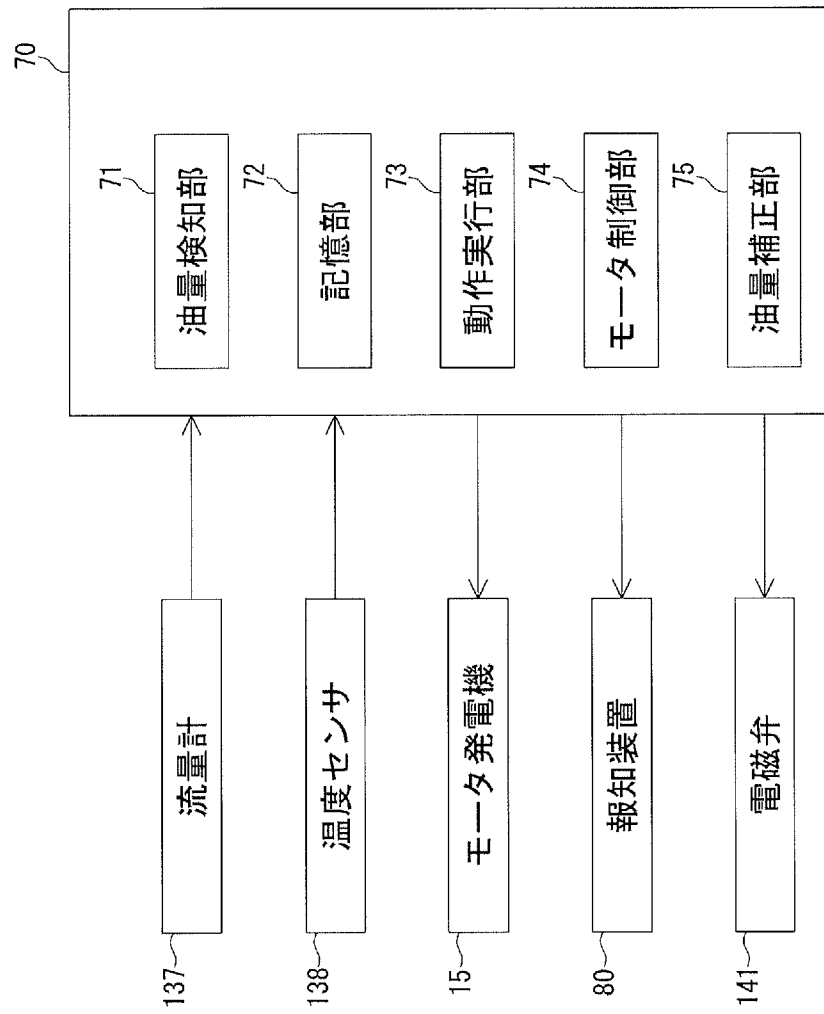
[請求項5] 前記クランク軸の一端側に連結されるモータ発電機を備え、

前記エンジン回転数が前記所定回転数より低い場合、前記モータ発電機は、前記エンジン回転数が前記所定回転数となるように力行動作を行う、請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載のエンジン。

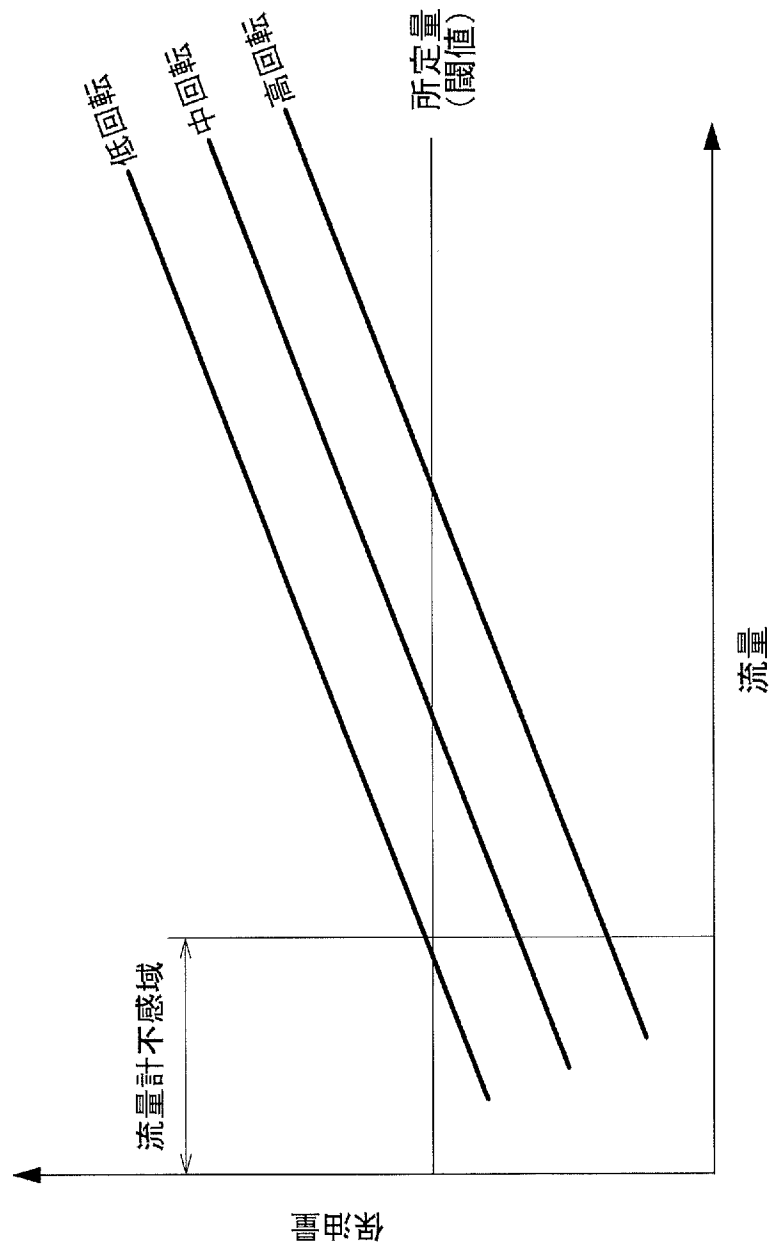
[図3]



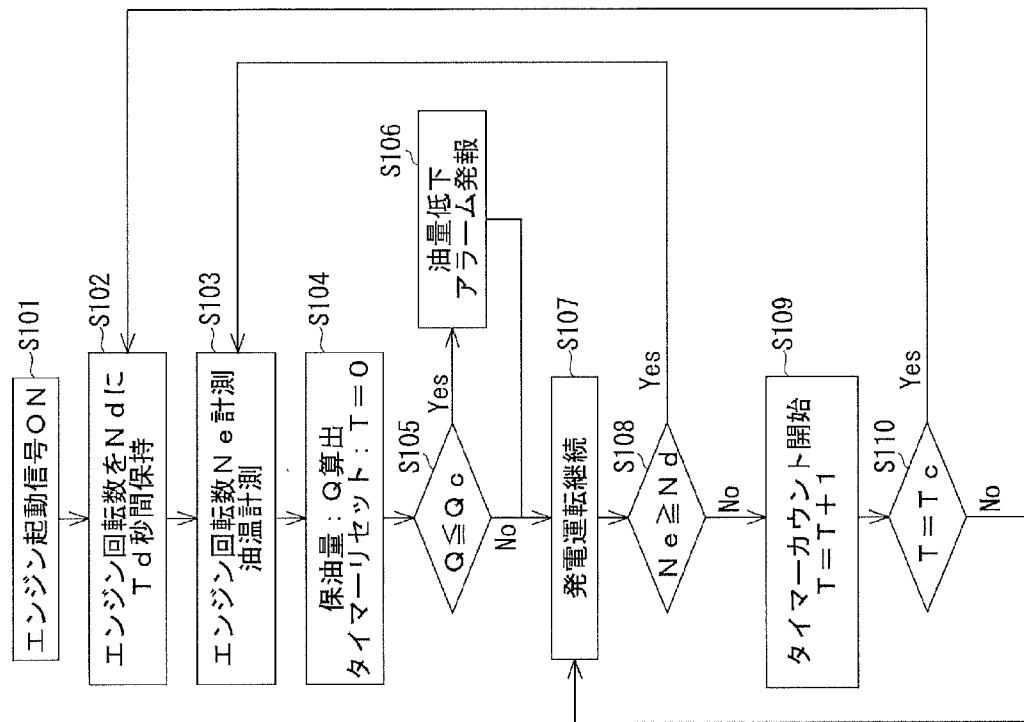
[図4]



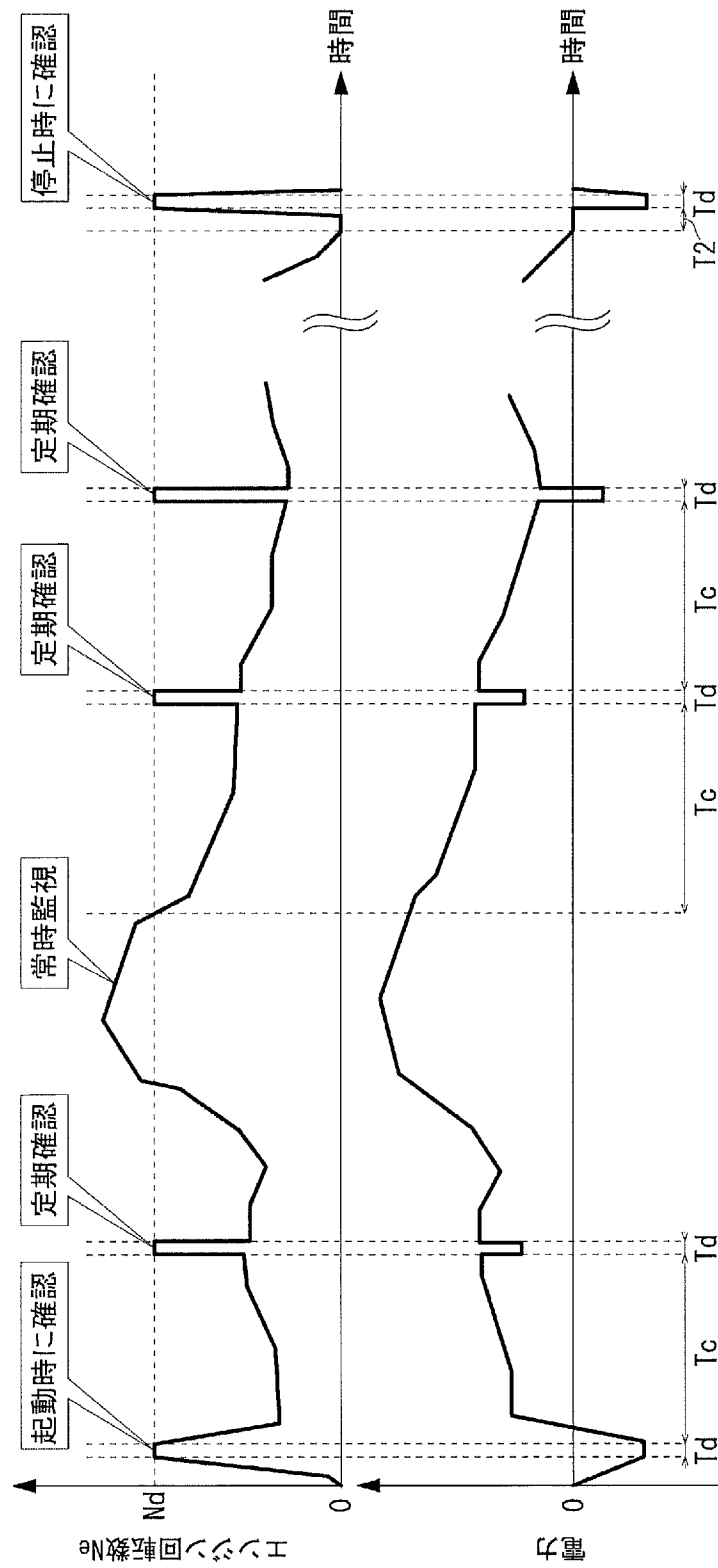
[図5]



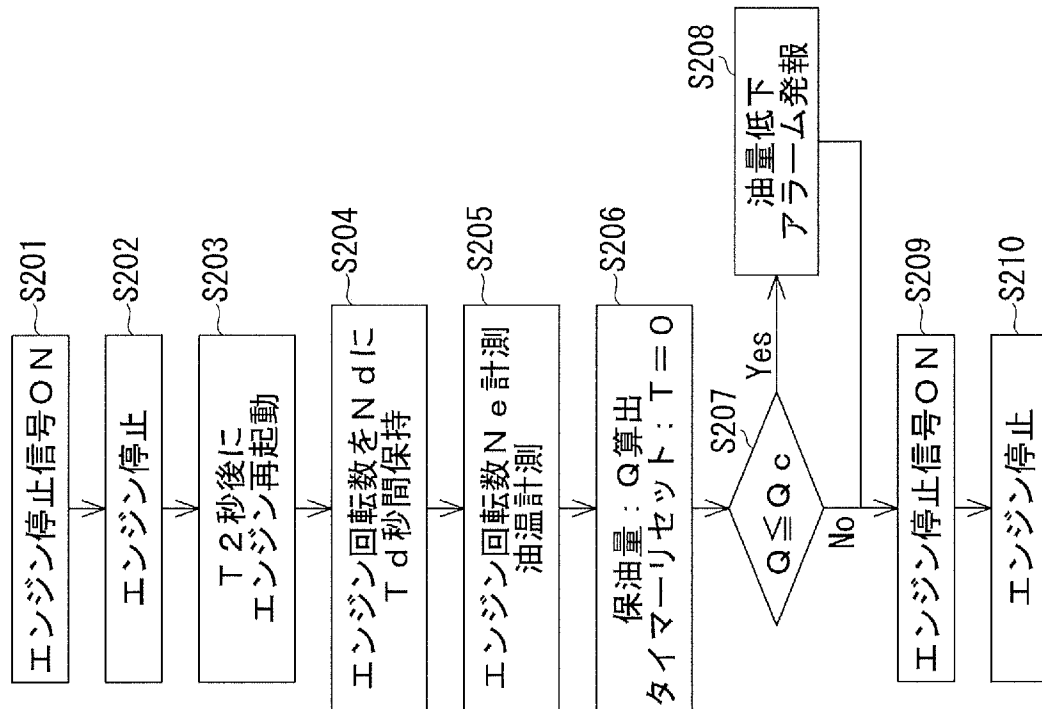
[図6]



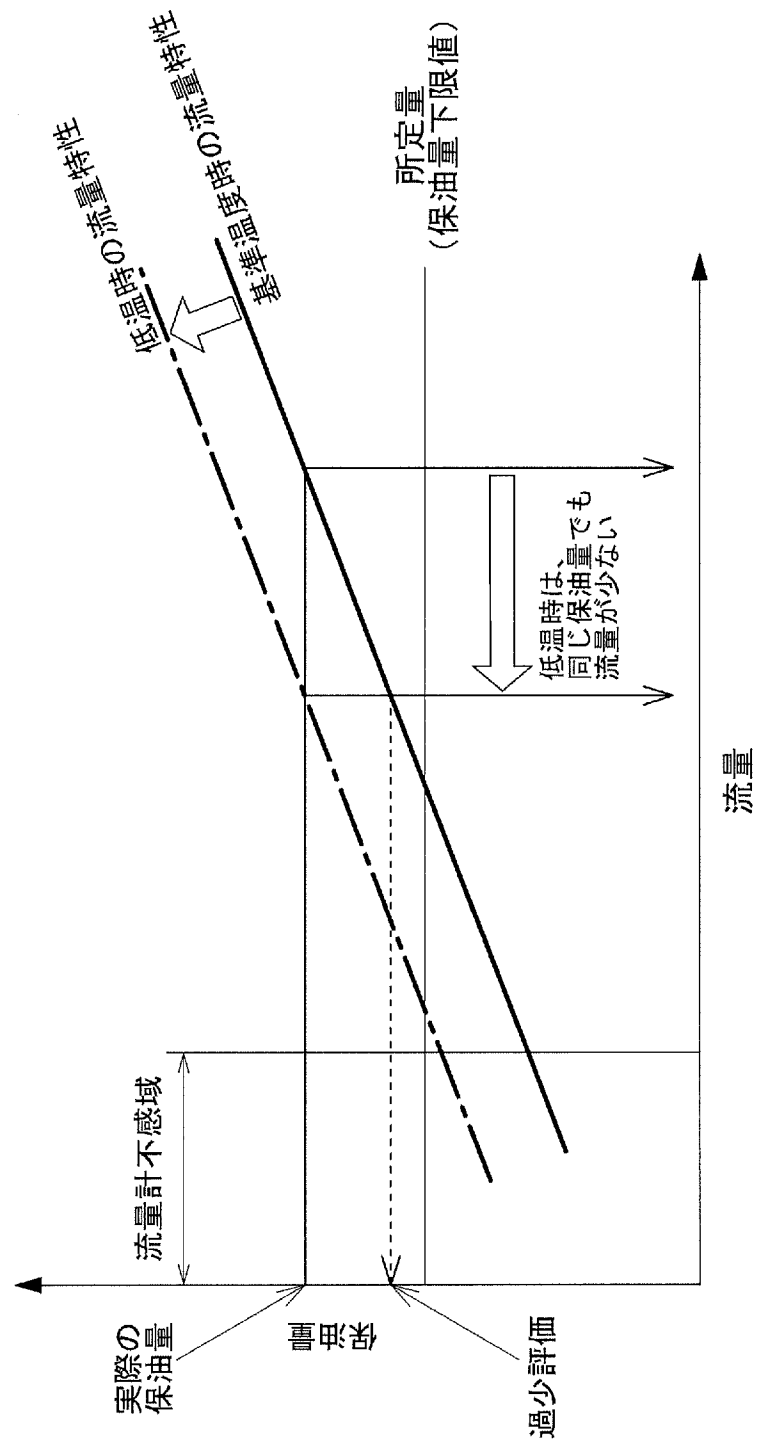
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/010519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F02G1/053(2006.01)i, F02B63/04(2006.01)i, F02G1/045(2006.01)i
FI: F02G1/053J, F02B63/04Z, F02G1/045Z, F02G1/053G

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)

Int.Cl. F02G1/053, F02B63/04, F02G1/045

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
A	JP 2018-150822 A (YANMAR CO., LTD.) 27.09.2018 (2018-09-27), entire text, all drawings	1-5
A	JP 2013-87707 A (FUJI HEAVY IND LTD.) 13.05.2013 (2013-05-13), entire text, all drawings	1-5
A	JP 2005-502894 A (ROBERT BOSCH GMBH) 27.01.2005 (2005-01-27), entire text, all drawings	1-5



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
22.05.2020

Date of mailing of the international search report
02.06.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/010519

JP 2018-150822 A	27.09.2018	(Family: none)
JP 2013-87707 A	13.05.2013	(Family: none)
JP 2005-502894 A	27.01.2005	US 2004/0029366 A1 entire text, all drawings WO 2003/025521 A1 DE 10144875 A1

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F02G 1/053(2006.01)i; F02B 63/04(2006.01)i; F02G 1/045(2006.01)i FI: F02G1/053 J; F02B63/04 Z; F02G1/045 Z; F02G1/053 G														
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）） F02G1/053; F02B63/04; F02G1/045														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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												
A	JP 2018-150822 A（ヤンマー株式会社）27.09.2018（2018 - 09 - 27） 全文，全図	1-5												
A	JP 2013-87707 A（富士重工業株式会社）13.05.2013（2013 - 05 - 13） 全文，全図	1-5												
A	JP 2005-502894 A（ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミット ベシユレンクテル ハフツング）27.01.2005（2005 - 01 - 27） 全文，全図	1-5												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 22.05.2020	国際調査報告の発送日 02.06.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 中村 大輔 30 3625 電話番号 03-3581-1101 内線 3358													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/010519

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-150822	A	27.09.2018	(ファミリーなし)	
JP	2013-87707	A	13.05.2013	(ファミリーなし)	
JP	2005-502894	A	27.01.2005	US 2004/0029366 A1	
				全文, 全図	
				WO 2003/025521 A1	
				DE 10144875 A1	