

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-98857
(P2015-98857A)

(43) 公開日 平成27年5月28日(2015.5.28)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
FO2D 15/04 (2006.01)	FO2D 15/04 B	3G092
FO1M 9/12 (2006.01)	FO1M 9/12	3G313

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-240156 (P2013-240156)
(22) 出願日 平成25年11月20日 (2013.11.20)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100092624
弁理士 鶴田 準一
(74) 代理人 100102819
弁理士 島田 哲郎
(74) 代理人 100123582
弁理士 三橋 真二
(74) 代理人 100130133
弁理士 曾根 太樹
(74) 代理人 100153729
弁理士 森本 有一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関

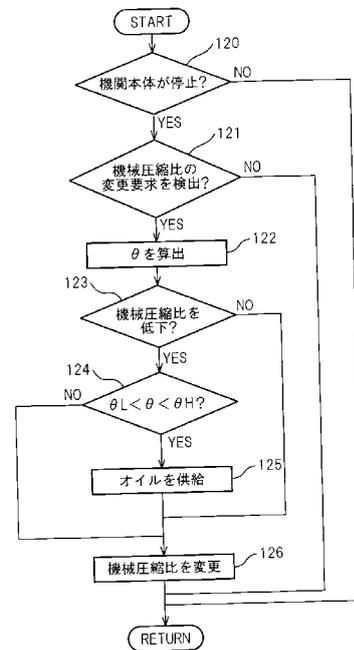
(57) 【要約】

【課題】 小型の回転機にて機械圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構を備える内燃機関を提供する。

【解決手段】 内燃機関は、可変圧縮比機構を備え、可変圧縮比機構は、ピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積を変更するための偏心軸を含むシャフトと、シャフトを回転させるための駆動装置と、機関本体の停止期間中に燃焼室の容積が大きくなる側に付勢する付勢部材とを含む。駆動装置は、回転機の回転力をシャフトに伝達する経路に配置されている逆入力遮断型のクラッチと、クラッチの内部に潤滑油を供給する潤滑油供給装置とを含む。機関本体の停止期間中に機械圧縮比を低下する場合に、クラッチの回転力の伝達の遮断を解除するために必要な入力軸の第1のトルクが回転機により入力軸に供給可能な第2のトルクよりも大きい時には、クラッチの内部に潤滑油を供給する。

【選択図】 図 1 6

図 16



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機械圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構と、可変圧縮比機構を制御する制御装置とを備え、

可変圧縮比機構は、ピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積を変更するための偏心軸を含むシャフトと、シャフトを回転させるための駆動装置と、機関本体の停止期間中にピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積が大きくなる側にシャフトを付勢する付勢部材とを含み、

駆動装置は、回転機と、回転機の回転力をシャフトに伝達する駆動力伝達経路に配置されているクラッチと、クラッチの内部に潤滑油を供給する潤滑油供給装置とを含み、

クラッチは、機械圧縮比を低下させる回転方向の回転力が出力軸に加わると、入力軸への回転力の伝達を遮断するように形成されており、

制御装置は、機関本体の停止期間中に機械圧縮比を低下する要求が生じた場合には、機械圧縮比を低下する前の状態において、クラッチの回転力の伝達の遮断を解除するために必要な入力軸の第 1 のトルクが回転機により入力軸に供給可能な第 2 のトルクよりも大きいか否かを判別し、第 1 のトルクが第 2 のトルクよりも大きい場合にはクラッチの内部に潤滑油を供給し、クラッチの内部に潤滑油を供給した後に機械圧縮比を低下させることを特徴とする、内燃機関。

【請求項 2】

制御装置は、機械圧縮比を低下する前の偏心軸の位置を推定し、偏心軸の位置が予められた範囲内である場合に、第 1 のトルクが第 2 のトルクよりも大きいと判別する、請求項 1 に記載の内燃機関。

【請求項 3】

潤滑油供給装置は、密閉可能な潤滑油タンクと、潤滑油タンクに潤滑油を供給する潤滑油ポンプとを含み、

制御装置は、機関本体の運転期間中に潤滑油ポンプにて潤滑油を加圧して潤滑油タンクに供給し、機関本体を停止する場合に、潤滑油が加圧された状態にて潤滑油タンクを密閉し、

機関本体の停止期間中に潤滑油をクラッチに供給する場合には、潤滑油タンクの内部の圧力により潤滑油をクラッチに供給する、請求項 1 または 2 に記載の内燃機関。

【請求項 4】

クランクケースを含む支持構造物と、

支持構造物に支持されているシリンダブロックとを備え、

シャフトは、支持構造物とシリンダブロックとの間に介在し、

付勢部材は、支持構造物から離れる向きにシリンダブロックを付勢するように形成されており、

可変圧縮比機構は、支持構造物に対するシリンダブロックの相対位置を変更することにより機械圧縮比が変更可能に形成されている、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の燃焼室では、空気および燃料の混合気が圧縮された状態で点火される。混合気を圧縮するときの圧縮比は、内燃機関の出力および燃料消費量に影響を与えることが知られている。圧縮比を高くすることにより出力されるトルクを大きくすることができ、熱効率の向上を図ることができる。ところが、圧縮比を高くしすぎると、ノッキング等の異常燃焼が生じることが知られている。従来技術においては、運転期間中に圧縮比を変

10

20

30

40

50

更する内燃機関が知られている。運転期間中に圧縮比を変更する可変圧縮比機構としては、ピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積を変更する機構を採用することが知られている。

【0003】

特開2005-214088号公報には、往復操作子を進退動作させることによりピストンが上死点に到達したときの位置を変更することができる可変圧縮比エンジンが開示されている。この可変圧縮比エンジンは、アクチュエータ機構により圧縮比が変更される。アクチュエータ機構は、ボールねじと、モータの回転をボールねじのナットに伝達する回転伝達系と、回転伝達系に介在させたクラッチとを備える。この公報には、モータの駆動が入力される入力部材からナットへの回転を伝達するが、ナットから入力部材への回転の伝達を遮断する逆入力制限型のクラッチを採用することが開示されている。

10

【0004】

また、特開2007-239520号公報においては、シリンダ内を往復動するピストンとクランクシャフトのクランクピンとを連係するリンク列と、駆動部により回転位置が変更される制御軸と、この制御軸とリンク列とを連係する制御リンクとを有し、制御軸の回転位置に応じてピストン行程が変化する内燃機関の可変圧縮比装置が開示されている。この可変圧縮比装置には、駆動部から制御軸への動力伝達経路に、制御軸から駆動部への逆入力を遮断するクラッチを介装することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0005】

【特許文献1】特開2005-214088号公報

【特許文献2】特開2007-239520号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積を変更する可変圧縮比機構を備える内燃機関では、燃料が燃焼すると、燃焼室の圧力、すなわち筒内圧が上昇する。筒内圧が上昇すると、燃焼室を構成する部材に対して燃焼室の容積が大きくなる方向に力が作用し、可変圧縮比機構に作用する力も増大する。この力は、燃焼室の容積を変更する機構を駆動するモータに伝達される虞がある。このために、可変圧縮比機構には、筒内圧による回転力がモータに伝達されないように、筒内圧による回転力を遮断する逆入力遮断クラッチを配置することが知られている。逆入力遮断クラッチは、筒内圧により生じる回転力を遮断するロック機能を有する。機械圧縮比を変更する場合には、このロック機能を解除した上で燃焼室の容積を変更している。

30

【0007】

機械圧縮比は、機関本体を駆動している期間中に変更する場合に限られず、機関本体を停止している期間中に変更する場合がある。たとえば、機関本体を始動すべき場合に、機関本体が停止している状態にて可変圧縮比機構の異常を検出するために機械圧縮比を変更する場合がある。または、内燃機関に加えて電動機を動力源とするハイブリッド駆動装置においては、機関本体を一時的に停止する期間がある。この期間中に偏心軸周り等に油膜を形成して軸受の固着を回避するために、機械圧縮比を変更する場合がある。

40

【0008】

ところで、可変圧縮比機構は、クランクケースに対してシリンダブロックを相対移動させることにより、ピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積を変更することができる。この可変圧縮比機構では、運転期間中のシリンダブロックの振動を抑制するためにクランクケースに対してシリンダブロックが常に付勢されている。このために、機関本体の停止期間中に逆入力遮断クラッチのロック状態を解除するために必要な回転力が、運転期間中にロック状態を解除するために必要な回転力よりも大きくなる場合があった。機関本体の停止期間中に逆入力遮断クラッチのロック状態を解除できるようにするためには、可

50

変圧縮比機構の回転機を大型にする必要があった。この結果、可変圧縮比機構の消費電力が大きくなったり、回転機を配置する領域が大きくなったりする問題があった。

【0009】

本発明は、小型の回転機にて機械圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構を備える内燃機関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】

【0010】

本発明の内燃機関は、機械圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構と、可変圧縮比機構を制御する制御装置とを備える。可変圧縮比機構は、ピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積を変更するための偏心軸を含むシャフトと、シャフトを回転させるための駆動装置と、機関本体の停止期間中にピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積が大きくなる側にシャフトを付勢する付勢部材とを含む。駆動装置は、回転機と、回転機の回転力をシャフトに伝達する駆動力伝達経路に配置されているクラッチと、クラッチの内部に潤滑油を供給する潤滑油供給装置とを含む。クラッチは、機械圧縮比を低下させる回転方向の回転力が出力軸に加わると、入力軸への回転力の伝達を遮断するように形成されている。制御装置は、機関本体の停止期間中に機械圧縮比を低下する要求が生じた場合には、機械圧縮比を低下する前の状態において、クラッチの回転力の伝達の遮断を解除するために必要な入力軸の第1のトルクが回転機により入力軸に供給可能な第2のトルクよりも大きいか否かを判別する。第1のトルクが第2のトルクよりも大きい場合にはクラッチの内部に潤滑油を供給し、クラッチの内部に潤滑油を供給した後に機械圧縮比を低下させる。

10

20

【0011】

上記発明においては、制御装置は、機械圧縮比を低下する前の偏心軸の位置を推定し、偏心軸の位置が予められた範囲内である場合に、第1のトルクが第2のトルクよりも大きいと判別することができる。

【0012】

上記発明においては、潤滑油供給装置は、密閉可能な潤滑油タンクと、潤滑油タンクに潤滑油を供給する潤滑油ポンプとを含み、制御装置は、機関本体の運転期間中に潤滑油ポンプにて潤滑油を加圧して潤滑油タンクに供給し、機関本体を停止する場合に、潤滑油が加圧された状態にて潤滑油タンクを密閉し、機関本体の停止期間中にクラッチに潤滑油を供給する場合には、潤滑油タンクの内部の圧力により潤滑油をクラッチに供給することができる。

30

【0013】

上記発明においては、クランクケースを含む支持構造物と、支持構造物に支持されているシリンダブロックとを備え、シャフトは、支持構造物とシリンダブロックとの間に介在し、付勢部材は、支持構造物から離れる向きにシリンダブロックを付勢するように形成されており、支持構造物に対するシリンダブロックの相対位置を変更することにより機械圧縮比が変更可能に形成されることができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、小型の回転機にて機械圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構を備える内燃機関を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施の形態における内燃機関の概略全体図である。

【図2】実施の形態における可変圧縮比機構の概略分解斜視図である。

【図3】実施の形態における機械圧縮比の変更を説明する可変圧縮比機構の第1の概略断面図である。

【図4】実施の形態における機械圧縮比の変更を説明する可変圧縮比機構の第2の概略断面図である。

【図5】実施の形態における機械圧縮比の変更を説明する可変圧縮比機構の第3の概略断

50

面図である。

【図 6】実施の形態におけるクラッチの第 1 の概略断面図である。

【図 7】実施の形態におけるクラッチの第 2 の概略断面図である。

【図 8】実施の形態における機械圧縮比を低下するときのクラッチの第 1 の概略断面図である。

【図 9】実施の形態における機械圧縮比を低下するときのクラッチの第 2 の概略断面図である。

【図 10】実施の形態における機械圧縮比を上昇するときのクラッチの概略断面図である。

【図 11】実施の形態における偏心軸角度とリフトスプリングによりシリンダブロックに加わる荷重とのグラフである。

【図 12】実施の形態における偏心軸角度に対するリンク機構が回転力を伝達するときの角度係数のグラフである。

【図 13】実施の形態のクラッチにおいて、出力軸に加わるトルクに対するロック状態を解除するために入力軸に必要なトルクのグラフである。

【図 14】実施の形態のクラッチにおいて、偏心軸角度に対するロック状態を解除するために入力軸に必要なトルクのグラフである。

【図 15】実施の形態における潤滑油供給装置の概略図である。

【図 16】実施の形態におけるクラッチに潤滑油を供給する運転制御のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図 1 から図 16 を参照して、実施の形態における内燃機関について説明する。本実施の形態においては、車両に取り付けられている火花点火式の内燃機関を例示して説明する。本実施の形態における内燃機関は、機械圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構を備える。

【0017】

図 1 は、実施の形態における内燃機関の概略図である。内燃機関は、機関本体 90 を備える。機関本体 90 は、クランクケース 1 を含む支持構造物を含む。支持構造物は、クランクシャフトを支持するように形成されている。機関本体 90 は、シリンダブロック 2 およびシリンダヘッド 3 を含む。シリンダブロック 2 の内部に形成された穴部には、ピストン 4 が配置されている。燃焼室 5 の頂面の中央部には、点火栓 6 が配置されている。本発明においては、任意のピストン 4 の位置において、ピストン 4 の冠面、シリンダブロック 2 の穴部およびシリンダヘッド 3 に囲まれる空間を燃焼室と称する。

【0018】

シリンダヘッド 3 には、吸気ポート 8 および排気ポート 10 が形成されている。吸気ポート 8 の端部には吸気弁 7 が配置されている。吸気弁 7 は、吸気カム 49 が回転することにより開閉する。排気ポート 10 の端部には、排気弁 9 が配置されている。吸気ポート 8 は、吸気枝管 11 を介してサージタンク 12 に連結されている。吸気枝管 11 には夫々対応する吸気ポート 8 内に向けて燃料を噴射するための燃料噴射弁 13 が配置されている。なお、燃料噴射弁 13 は吸気枝管 11 に取付ける代りに、各燃焼室 5 に直接的に燃料を噴射するように配置されていても構わない。

【0019】

サージタンク 12 は、吸気ダクト 14 を介してエアクリーナ 15 に連結されている。吸気ダクト 14 の内部にはアクチュエータ 16 によって駆動されるスロットル弁 17 が配置されている。また、吸気ダクト 14 の内部には、例えば熱線を用いた吸入空気量検出器 18 が配置されている。一方、排気ポート 10 は、排気マニホールド 19 を介して例えば三元触媒を内蔵した触媒装置 20 に連結されている。排気マニホールド 19 には空燃比センサ 21 が配置されている。

【0020】

本実施の形態における内燃機関は、ピストン 4 が圧縮上死点に位置するときの燃焼室 5

10

20

30

40

50

の容積を変更可能な可変圧縮比機構 A を備える。可変圧縮比機構 A は、クランクケース 1 に対するシリンダブロック 2 のシリンダ軸線方向における相対位置を変化させるように形成されている。クランクケース 1 とシリンダブロック 2 との間には、付勢部材としてのリフトスプリング 6 5 が配置されている。リフトスプリング 6 5 は、クランクケース 1 から離れる向きにシリンダブロック 2 を付勢するように形成されている。なお、付勢部材としては、この形態に限られず、クランクケース 1 から離れる向きにシリンダブロック 2 を付勢する任意の部材を採用することができる。

【 0 0 2 1 】

クランクケース 1 とシリンダブロック 2 には、クランクケース 1 に対するシリンダブロック 2 の相対位置を検出するための相対位置センサ 2 2 が取付けられている。相対位置センサ 2 2 からはクランクケース 1 とシリンダブロック 2 との間隔の変化を示す出力信号が出力される。スロットル弁駆動用のアクチュエータ 1 6 にはスロットル弁開度を示す出力信号を発生するスロットル開度センサ 2 4 が取付けられている。

10

【 0 0 2 2 】

本実施の形態における内燃機関の制御装置は、電子制御ユニット 3 0 を含む。本実施の形態における電子制御ユニット 3 0 は、デジタルコンピュータを含む。デジタルコンピュータは、双方向性バス 3 1 によって互いに接続された ROM (リードオンリメモリ) 3 2、RAM (ランダムアクセスメモリ) 3 3、CPU (マイクロプロセッサ) 3 4、入力ポート 3 5 および出力ポート 3 6 を含む。

20

【 0 0 2 3 】

吸入空気量検出器 1 8、空燃比センサ 2 1、相対位置センサ 2 2 およびスロットル開度センサ 2 4 の出力信号は夫々対応する AD 変換器 3 7 を介して入力ポート 3 5 に入力される。また、アクセルペダル 4 0 にはアクセルペダル 4 0 の踏込み量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ 4 1 が接続されている。負荷センサ 4 1 の出力電圧は対応する AD 変換器 3 7 を介して入力ポート 3 5 に入力される。負荷センサ 4 1 の出力により要求負荷を検出することができる。更に、入力ポート 3 5 にはクランクシャフトが例えば 3 0 ° 回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ 4 2 が接続されている。クランク角センサ 4 2 の出力により、クランク角度および機関回転数を検出することができる。

【 0 0 2 4 】

一方、出力ポート 3 6 は、対応する駆動回路 3 8 を介して点火栓 6、燃料噴射弁 1 3、スロットル弁駆動用のアクチュエータ 1 6、および可変圧縮比機構 A に接続される。これらの装置は、電子制御ユニット 3 0 により制御されている。

30

【 0 0 2 5 】

図 2 に、本実施の形態における可変圧縮比機構の分解斜視図を示す。図 3 に本実施の形態における可変圧縮比機構の第 1 の概略断面図を示す。図 2 および図 3 を参照して、シリンダブロック 2 の両側壁の下方には互いに間隔を隔てた複数個の突出部 5 0 が形成されている。各突出部 5 0 には断面形状が円形のカム挿入孔 5 1 が形成されている。一方、クランクケース 1 の上壁には互いに間隔を隔てて、突出部 5 0 同士の間嵌合される複数個の突出部 5 2 が形成されている。これらの突出部 5 2 にも断面形状が円形のカム挿入孔 5 3 が形成されている。

40

【 0 0 2 6 】

本実施の形態における可変圧縮比機構は、一对のカムシャフト 5 4、5 5 を含む。カムシャフト 5 4、5 5 は、クランクケース 1 とシリンダブロック 2 との間に介在する。各カムシャフト 5 4、5 5 上には、一つおきに各カム挿入孔 5 3 内に回転可能に挿入される円形カム 5 8 が配置されている。これらの円形カム 5 8 は各カムシャフト 5 4、5 5 の回転軸線と共軸をなす。一方、各円形カム 5 8 の両側には、図 3 に示すように各カムシャフト 5 4、5 5 の回転軸線に対して偏心して配置された偏心軸 5 7 が延びている。この偏心軸 5 7 には、別の円形カム 5 6 が偏心して回転可能に取付けられている。図 2 に示されるように、円形カム 5 6 は、各円形カム 5 8 の両側に配置されている。これらの円形カム 5 6 は対応する各カム挿入孔 5 1 に回転可能に挿入されている。シリンダブロック 2 は、偏心

50

軸 5 7 を含むカムシャフト 5 4 , 5 5 を介して、クランクケース 1 に支持されている。

【 0 0 2 7 】

図 4 に、本実施の形態における可変圧縮比機構の第 2 の概略断面図を示す。図 5 に、本実施の形態における可変圧縮比機構の第 3 の概略断面図を示す。図 3 から図 5 は、通常運転において機械圧縮比を変更するときの可変圧縮比機構の機能を説明する断面図である。図 3 に示す状態から各カムシャフト 5 4 , 5 5 上に配置された円形カム 5 8 を矢印 6 8 に示すように、互いに反対方向に回転させると偏心軸 5 7 が互いに近づく方向に移動する。偏心軸 5 7 は、それぞれのカムシャフト 5 4 , 5 5 の回転軸線の周りに回転する。シリンダブロック 2 は、矢印 9 9 に示すようにクランクケース 1 から離れる向きに移動する。このときに円形カム 5 6 は、カム挿入孔 5 1 内において円形カム 5 8 とは反対方向に回転し、図 4 に示されるように偏心軸 5 7 が低い位置から中間高さ位置となる。次いで更に円形カム 5 8 を矢印 6 8 で示される方向に回転させると、シリンダブロック 2 は、矢印 9 9 に示すように更にクランクケース 1 から離れる向きに移動する。この結果、図 5 に示されるように偏心軸 5 7 は最も高い位置となる。

10

【 0 0 2 8 】

図 3 から図 5 には、それぞれの状態における円形カム 5 8 の中心 a と偏心軸 5 7 の中心 b と円形カム 5 6 の中心 c との位置関係が示されている。図 3 から図 5 を比較するとわかるように、クランクケース 1 とシリンダブロック 2 の相対位置は円形カム 5 8 の中心 a と円形カム 5 6 の中心 c との距離によって定まる。円形カム 5 8 の中心 a と円形カム 5 6 の中心 c との距離が大きくなるほど、シリンダブロック 2 はクランクケース 1 から離れる。即ち、可変圧縮比機構 A は回転するカムを用いたリンク機構によりクランクケース 1 とシリンダブロック 2 との間の相対位置が変化する。

20

【 0 0 2 9 】

シリンダブロック 2 がクランクケース 1 から離れると、ピストン 4 が圧縮上死点に位置するときの燃焼室 5 の容積は増大する。シリンダブロック 2 がクランクケース 1 に近づくと、ピストン 4 が圧縮上死点に位置するときの燃焼室 5 の容積は減少する。従って各カムシャフト 5 4 , 5 5 を回転させることによってピストン 4 が圧縮上死点に位置するときの燃焼室 5 の容積を変更することができる。

【 0 0 3 0 】

本実施の形態における可変圧縮比機構は、燃焼室 5 の容積を変更するための偏心軸 5 7 を回転させる駆動装置を含む。図 2 に示されるように、駆動装置は、回転機としてのモータ 5 9、クラッチ 7 0、ウォーム 6 1 , 6 2 およびウォームホイール 6 3 , 6 4 等を含む。回転軸 6 0 には、カムシャフト 5 4 , 5 5 を夫々反対方向に回転させるように、螺旋方向が逆向きの一对のウォーム 6 1 , 6 2 が取付けられている。ウォーム 6 1 , 6 2 と噛合するウォームホイール 6 3 , 6 4 が夫々各カムシャフト 5 4 , 5 5 の端部に固定されている。なお、駆動装置の回転機としては、モータ 5 9 に限られず、クラッチ 7 0 の入力軸を回転させることができる任意の装置を採用することができる。

30

【 0 0 3 1 】

本実施の形態では、モータ 5 9 を駆動することによってピストン 4 が圧縮上死点に位置するときの燃焼室 5 の容積を広い範囲に亘って変更することができる。可変圧縮比機構は、電子制御ユニット 3 0 に制御されており、カムシャフト 5 4 , 5 5 を回転させるモータ 5 9 は、対応する駆動回路 3 8 を介して出力ポート 3 6 に接続されている。

40

【 0 0 3 2 】

このように、本実施の形態における可変圧縮比機構は、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 が相対的に移動することにより、ピストンが上死点に到達したときの燃焼室 5 の容積が可変に形成されている。本実施の形態においては、下死点から上死点までのピストンの行程容積とピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積のみから定まる圧縮比を機械圧縮比と称する。機械圧縮比は、吸気弁の閉弁時期等に依存せず、(機械圧縮比) = (ピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積 + ピストンの行程容積) / (ピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積) にて示すことができる。

50

【 0 0 3 3 】

図 3 に示す状態では、燃焼室 5 の容積が小さくなっており、機械圧縮比が高い状態である。吸入空気量が常時一定の場合には実際の圧縮比が高くなる。これに対して、図 5 に示す状態では、燃焼室 5 の容積が大きくなっており、機械圧縮比が低い状態である。吸入空気量が常時一定の場合には実際の圧縮比が低くなる。

【 0 0 3 4 】

本実施の形態における内燃機関は、運転期間中に機械圧縮比を変更することにより、実際の圧縮比を変更することができる。内燃機関の運転状態に応じて、可変圧縮比機構により機械圧縮比を変更することができる。たとえば、要求負荷が大きくなるほど、吸入空気量が多くなりノッキング等の異常燃焼が生じやすくなる。このために、予め定められた運

10

【 0 0 3 5 】

図 3 から図 5 を参照して、偏心軸 5 7 は、カムシャフト 5 4 , 5 5 の回転軸、すなわち円形カム 5 8 の回転軸を中心に回転する。機械圧縮比を低下させる場合には、偏心軸 5 7 を矢印 6 8 に示す向きに回転させる。機械圧縮比を上昇させる場合には、偏心軸 5 7 を矢印 6 9 に示す向きに回転させる。

【 0 0 3 6 】

本実施の形態においては、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 を離す向きに相対移動させるときの偏心軸 5 7 の回転方向を、一方の回転方向と称する。また、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 を近づける向きに相対移動させるときの偏心軸 5 7 の回転方向を他方の回転方向と称する。本実施の形態においては、矢印 6 8 が一方の回転方向であり、矢印 6 9 が他方の回転方向である。

20

【 0 0 3 7 】

図 2 を参照して、本実施の形態における可変圧縮比機構は、モータ 5 9 の回転力（トルク）をカムシャフト 5 4 , 5 5 に伝達する駆動力伝達経路に配置されているクラッチ 7 0 を含む。本実施の形態におけるクラッチ 7 0 は、入力側がモータ 5 9 の回転力を伝達する回転軸 6 6 に接続され、出力側がウォーム 6 1 , 6 2 を支持する回転軸 6 0 に接続されている。

【 0 0 3 8 】

本実施の形態におけるクラッチ 7 0 は、いわゆる逆入力遮断クラッチである。本実施の形態における逆入力遮断クラッチは、入力軸からの回転力を出力軸に伝達し、出力軸からの回転力を遮断するように形成されている。すなわち、クラッチ 7 0 は、モータ 5 9 から伝達される回転軸 6 6 の回転力はウォーム 6 1 , 6 2 に伝達し、ウォーム 6 1 , 6 2 から伝達される回転軸 6 0 の回転力は遮断して、モータ 5 9 に伝達しない構造を有する。

30

【 0 0 3 9 】

図 6 に、本実施の形態におけるクラッチ 7 0 の第 1 の概略断面図を示す。図 7 に、本実施の形態におけるクラッチ 7 0 の第 2 の概略断面図を示す。図 7 は、図 6 における X 線に沿って切断したときの概略断面図である。

【 0 0 4 0 】

図 6 および図 7 を参照して、本実施の形態のクラッチ 7 0 は、外輪 7 7 を含む。外輪 7 7 は、ねじ 8 5 によりハウジング 7 8 に固定されている。外輪 7 7 は、クラッチ 7 0 が駆動している期間中にも移動せずに固定されている。クラッチ 7 0 は、出力軸 7 4 を有する。出力軸 7 4 は、ウォーム 6 1 , 6 2 が固定されている回転軸 6 0 に接続されている。出力軸 7 4 は、回転中心軸 8 8 を回転中心にして回転する。出力軸 7 4 には、穴部 7 5 が形成されている。穴部 7 5 は、出力軸 7 4 が回転する周方向に沿って複数個が形成されている。本実施の形態における出力軸 7 4 は、断面形状が多角形に形成されている。図 6 に示す例では、出力軸 7 4 は、断面形状が正八角形に形成されている。

40

【 0 0 4 1 】

クラッチ 7 0 は、入力軸 7 1 を含む。入力軸 7 1 は、回転中心軸 8 8 を回転中心にして

50

回転する。入力軸 7 1 は、モータ 5 9 の回転力を伝達する回転軸 6 6 に接続されている。入力軸 7 1 は、挿入部 7 2 と保持部 7 3 とを有する。挿入部 7 2 および保持部 7 3 は、一体的に回転する。

【 0 0 4 2 】

複数の挿入部 7 2 は、出力軸 7 4 の複数の穴部 7 5 に対応する位置に形成されている。挿入部 7 2 は、出力軸 7 4 の穴部 7 5 に挿入されている。穴部 7 5 の内径は挿入部 7 2 の外径よりも大きくなるように形成されている。挿入部 7 2 と穴部 7 5 との間には隙間が形成されている。複数の保持部 7 3 は、外輪 7 7 と出力軸 7 4 との間に配置されている。また、保持部 7 3 はローラ 8 0 a , 8 0 b に対向し、偏心軸 5 7 が一方の回転方向に回転する向きに入力軸 7 1 が回転したときにローラ 8 0 a を押圧し、偏心軸 5 7 が他方の回転方向に回転する向きに入力軸 7 1 が回転したときにローラ 8 0 b を押圧するように形成されている。

10

【 0 0 4 3 】

出力軸 7 4 と外輪 7 7 との間の空間には、ローラ 8 0 a , 8 0 b が配置されている。本実施の形態におけるローラ 8 0 a , 8 0 b は円柱状に形成されている。ローラ 8 0 a とローラ 8 0 b との間には、スプリング 8 1 が配置されている。スプリング 8 1 は、ローラ 8 0 a , 8 0 b を互いに離す向きに付勢する。

【 0 0 4 4 】

出力軸 7 4 と外輪 7 7 とにより、ローラ 8 0 a , 8 0 b を係止させるための係止部 8 6 a , 8 6 b が形成される。係止部 8 6 a , 8 6 b は、ローラ 8 0 a , 8 0 b が付勢されている向きに沿って、出力軸 7 4 の端面と外輪 7 7 の内面との間隔が徐々に狭くなっている部分である。また、係止部 8 6 a , 8 6 b は、ローラ 8 0 a , 8 0 b が通過しないように狭く形成されている。

20

【 0 0 4 5 】

図 2 を参照して、本実施の形態におけるクラッチ 7 0 は、モータ 5 9 とウォーム 6 2 との間に配置されているが、この形態に限られず、モータ 5 9 の回転力をカムシャフト 5 4 , 5 5 に伝達する駆動力伝達経路に配置することができる。例えば、クラッチ 7 0 は、ウォームホイール 6 3 , 6 4 と、カムシャフト 5 4 , 5 5 との間に配置されていても構わない。この場合には、それぞれのカムシャフト 5 4 , 5 5 に対してクラッチを配置することができる。

30

【 0 0 4 6 】

次に、本実施の形態におけるクラッチ 7 0 の動作について説明する。本実施の形態におけるクラッチ 7 0 は、モータ 5 9 の回転力が入力軸 7 1 に入力されると、この回転力を出力軸 7 4 に伝達する。一方で、クラッチ 7 0 は、カムシャフト 5 4 , 5 5 の側からの回転力が出力軸 7 4 に伝達されると、ロックされてこの回転力を遮断する。特に、クラッチ 7 0 は、偏心軸 5 7 が一方の回転方向に回転する向きにてウォーム 6 1 , 6 2 から回転力が伝達されると、この回転力を遮断する。

【 0 0 4 7 】

図 1 を参照して、本実施の形態においては、リフトスプリング 6 5 によって、シリンダブロック 2 がクランクケース 1 から離れる向きに付勢されている。内燃機関の運転期間中には、重力の影響や燃焼サイクルの吸気行程において燃焼室 5 が負圧になる影響により、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 が近づく向きに力が作用する。しかしながら、リフトスプリング 6 5 が配置されることにより、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 が離れる向きに常に付勢され、シリンダブロック 2 に振動等が生じることを抑制できる。更に、燃焼室 5 において燃料の燃焼が行なわれごとに、筒内圧によりクランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 が離れる方向に力が作用する。

40

【 0 0 4 8 】

シリンダブロック 2 がクランクケース 1 から離れる向きの付勢力はカムシャフト 5 4 , 5 5 に伝達されて回転力に変換される。カムシャフト 5 4 , 5 5 に生じる回転力は、ウォームホイール 6 3 , 6 4 およびウォーム 6 1 , 6 2 を介してクラッチ 7 0 に伝達される。

50

図 6 を参照して、矢印 100 は、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 が上昇する方向に対応する方向である。すなわち、機械圧縮比が小さくなり、ピストン 4 が上死点に到達したときの燃焼室 5 が大きくなる回転方向を示している。シリンダブロック 2 にはクランクケース 1 に対して離れる方向に常に力が加わり、出力軸 74 には矢印 100 に示す向きに力が加わっている。

【0049】

ローラ 80a は、スプリング 81 に押圧されて係止部 86a に接触している。このために、ローラ 80a に楔の効果が生じて、外輪 77 に対する出力軸 74 の回転が阻止され、出力軸 74 がロックされる。このように、クラッチ 70 は、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 が離れる方向に対応する出力側からの回転力を遮断することができる。また、同様に、矢印 100 と反対向きの回転力が出力軸 74 に加わった場合には、ローラ 80b が係止部 86b に接触して出力軸 74 がロックされる。この様に、クラッチ 70 は、モータ 59 を駆動しない場合に、ローラ 80a, 80b が係止部 86a, 86b に係止して出力軸 74 をロックする。

10

【0050】

図 8 は、機械圧縮比を低下させるときの動作を説明するクラッチ 70 の第 1 の概略断面図である。機械圧縮比を低下させる場合には、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 を離す向きに移動させる。モータ 59 を駆動することにより、入力軸 71 の挿入部 72 は、矢印 101 に示す向きに回転する。挿入部 72 が穴部 75 の内面に接触する前に、保持部 73 がローラ 80a に接触する。

20

【0051】

図 9 は、機械圧縮比を低下させるときの動作を説明するクラッチ 70 の第 2 の概略断面図である。入力軸 71 を更に回転させることにより、保持部 73 がローラ 80a を押圧する。ローラ 80a は、係止部 86a から離れる。すなわち、ローラ 80a のくさび効果が消失する。このため、出力軸 74 は、ロック状態が解除され、外輪 77 に対して矢印 101 に示す方向に回転可能になる。入力軸 71 の挿入部 72 が、矢印 101 に示す向きに回転することにより、挿入部 72 が出力軸 74 の穴部 75 を押圧し、出力軸 74 を回転させることができる。このときに、出力軸 74 は、ローラ 80b が係止部 86b から離れる向きに回転するためにローラ 80b によるロック状態も解除される。

【0052】

図 10 は、機械圧縮比を上昇させるときの動作を説明するクラッチ 70 の概略断面図である。機械圧縮比を上昇させる場合には、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 を近づける向きに移動させる。モータ 59 を駆動することにより、入力軸 71 の挿入部 72 および保持部 73 を、矢印 102 に示す向きに回転させる。

30

【0053】

入力軸 71 の挿入部 72 および保持部 73 を矢印 102 に示す向きに回転させることにより、保持部 73 がローラ 80b を押圧する。ローラ 80b が係止部 86b から脱離してローラ 80b のくさび効果が消失する。次に、入力軸 71 の挿入部 72 が出力軸 74 の穴部 75 を押圧することにより、入力軸 71 の回転力を出力軸 74 に伝達することができる。出力軸 74 は、矢印 102 に示す向きに回転する。このときに、出力軸 74 は、ローラ 80a が係止部 86a から離れる向きに回転するために、ローラ 80a によるロック状態も解除される。このように、入力軸 71 の回転力を出力軸 74 に伝達することができる。

40

【0054】

ところで、機関本体 90 の運転期間中には、燃焼室 5 にて燃焼が生じることによる筒内圧がシリンダヘッド 3 に作用する。このために、機関本体 90 の運転期間中には、リフトスプリング 65 の付勢力に加えて筒内圧がシリンダブロックに加わる。

【0055】

図 8 および図 9 を参照して、機関本体 90 の運転期間中に機械圧縮比を低下させる場合には、入力軸 71 が矢印 101 に示す向きに回転する。矢印 100 に示す出力軸 74 に加わる回転力は、筒内圧に依存する。筒内圧が高くなると、出力軸 74 に加わる回転力も大

50

きくなり、逆入力トルクをロックしている係止部 8 6 a におけるくさび効果も強くなる。ところが、筒内圧は振動するために、筒内圧が減少する期間中に保持部 7 3 にてローラ 8 0 a を押圧すると、比較的になさな力にてローラ 8 0 a を係止部 8 6 a から離脱させることができる。

【 0 0 5 6 】

図 1 0 を参照して、機械圧縮比を上昇させる場合には、入力軸 7 1 が矢印 1 0 2 に示す向きに回転する。係止部 8 6 a においては、ローラ 8 0 a が係止部 8 6 a から離脱する方向に入力軸 7 1 が回転する。保持部 7 3 は、逆入力トルクを遮断していない側の係止部 8 6 b のローラ 8 0 b を押圧するために、容易にローラ 8 0 b を係止部 8 6 b から離脱させることができる。

10

【 0 0 5 7 】

ところで、本実施の形態の内燃機関は、機関本体 9 0 を停止している期間中に可変圧縮比機構を駆動する制御を行う。ここで、機関本体 9 0 の停止とは、燃焼室 5 における燃料の燃焼が停止しているのみではなく、機関本体 9 0 から出力されるトルクが零の状態を示す。すなわち、機関回転数が零である状態を示している。このような機関本体 9 0 が停止している状態においても、例えば、可変圧縮比機構の異常の有無を確認するために機械圧縮比を変更する場合がある。

【 0 0 5 8 】

図 1 を参照して、機関本体 9 0 を停止している期間中では、燃焼室 5 における燃料の燃焼を停止している。このため、筒内圧によりシリンダブロック 2 に加えられる荷重は零になる。ところが、クランクケース 1 とシリンダブロック 2 との間に配置されているリフトスプリング 6 5 により、シリンダブロック 2 にはクランクケース 1 から離れる向きに荷重が加わっている。

20

【 0 0 5 9 】

図 2 を参照して、シリンダブロック 2 に作用する荷重は、カムシャフト 5 4 , 5 5 、ウォームホイール 6 3 , 6 4 、ウォーム 6 1 , 6 2 および回転軸 6 0 を介して、クラッチ 7 0 の出力軸 7 4 に入力される。このときの出力軸 7 4 に入力されるトルクの回転方向は、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 が離れる方向に対応する。

【 0 0 6 0 】

図 6 を参照して、機関本体 9 0 の停止期間中においても、クラッチ 7 0 には、出力軸 7 4 に対して矢印 1 0 0 に示す回転方向のトルクが加えられている。ローラ 8 0 a は、係止部 8 6 a に係止して、出力軸 7 4 の回転力が入力軸 7 1 に伝達されることが遮断されている状態である。すなわち、出力軸 7 4 は、ロック状態である。

30

【 0 0 6 1 】

機関本体 9 0 の停止期間中に、機械圧縮比を上昇させる場合には、機関本体 9 0 の運転期間中と同様の制御によりロック状態を解除することができる。すなわち、図 1 0 に示すように、モータ 5 9 により入力軸 7 1 を矢印 1 0 2 に示す向きに回転させることにより、ローラ 8 0 a によるロック状態を解除して、機械圧縮比を上昇させることができる。

【 0 0 6 2 】

一方で、機関本体 9 0 の停止期間中に、機械圧縮比を低下させる場合には、図 8 および図 9 に示すように、モータ 5 9 により入力軸 7 1 を矢印 1 0 1 に示す向きに回転させることにより、保持部 7 3 にてローラ 8 0 a を押圧し、係止部 8 6 a からローラ 8 0 a を離脱させる。

40

【 0 0 6 3 】

ところが、機関本体 9 0 の停止期間中には、燃焼室 5 における燃焼がないために、出力軸 7 4 に加わる矢印 1 0 0 に示す回転力は、ほぼ一定の状態になる。また、クラッチ 7 0 のロック状態を解除するために筒内圧の脈動を利用することができない。このために、機械圧縮比を低下させる場合には、ロック状態を解除するために必要な入力軸 7 1 に加えるトルクは、運転期間中よりも停止期間中の方が大きくなる。すなわち、運転期間中よりも停止期間中の方が、ローラ 8 0 a を係止部 8 6 a から離脱させるために保持部 7 3 を回転

50

させるトルクが大きくなる。

【 0 0 6 4 】

本実施の形態の内燃機関においては、機関本体 9 0 の停止期間中に、機械圧縮比を低下させる要求が生じた場合に、電子制御ユニット 3 0 は、クラッチ 7 0 のロック状態を解除できるか否かを判別する。機械圧縮比を低下する前の状態において、クラッチ 7 0 の回転力の伝達の遮断を解除するために必要な入力軸 7 1 の第 1 のトルクが、モータ 5 9 により供給可能な第 2 のトルク以下か否かを判別する。すなわち、モータ 5 9 の最大トルクによってローラ 8 0 a を押圧して、係止部 8 6 a から離脱させることが可能か否かを判別する。

【 0 0 6 5 】

そして、クラッチ 7 0 のロック状態の解除のための第 1 のトルクが、モータ 5 9 により供給可能な第 2 のトルクよりも小さい場合または第 1 のトルクと第 2 のトルクとが同じ場合には、機械圧縮比を低下させる。一方で、クラッチ 7 0 のロック状態の解除のための第 1 のトルクが、モータ 5 9 により供給可能な第 2 のトルクよりも大きい場合には、クラッチ 7 0 の内部に潤滑油を供給する制御を実施する。

【 0 0 6 6 】

ここで、機関本体 9 0 の停止期間中にクラッチ 7 0 の出力軸 7 4 に加わるトルクと、クラッチ 7 0 のロック状態を解除するために必要な入力軸 7 1 のトルクとの推定方法について説明する。

【 0 0 6 7 】

図 1 1 は、可変圧縮比機構のリンク機構における偏心軸角度に対するシリンダブロック 2 に加わる荷重のグラフである。縦軸は、リフトスプリング 6 5 によりシリンダブロック 2 に印加される荷重を示している。図 3 から図 5 を参照して、本実施の形態においては、円形カム 5 8 の中心 a と偏心軸 5 7 の中心 b とを結ぶ線と、シリンダブロック 2 の移動方向とのなす角度を偏心軸角度 と称する。機械圧縮比が最も高い図 3 に示す状態では、偏心軸角度が 0° である。本実施の形態においては、機械圧縮比が低下するほど、偏心軸角度が増大する。そして、図 5 に示すように、機械圧縮比が最小の状態では、偏心軸角度がほぼ 180° である。

【 0 0 6 8 】

図 1 1 を参照して、本実施の形態においては、機械圧縮比が低くなるほど、クランクケース 1 に対してシリンダブロック 2 が遠ざかるためにリフトスプリング 6 5 は長くなる。すなわち、機械圧縮比が低くなるほど、リフトスプリング 6 5 の縮み量は減少し、シリンダブロック 2 に加えられる荷重は減少する。このために、偏心軸角度が大きくなるほど、シリンダブロック 2 に加えられる荷重は小さくなっている。偏心軸角度が 180° になった場合においてもリフトスプリング 6 5 は縮んでいる状態であり、最小荷重がシリンダブロック 2 に加わっている。

【 0 0 6 9 】

このように、リフトスプリング 6 5 からシリンダブロック 2 に印加される荷重は、クランクケース 1 に対するシリンダブロック 2 の相対位置により定まる。本実施の形態においては、相対位置センサ 2 2 により相対位置を検出することにより、リフトスプリング 6 5 による荷重を算出することができる。また、相対位置から偏心軸角度を算出することができる。または、任意の装置により偏心軸角度を検出し、リフトスプリングによる荷重を算出しても構わない。

【 0 0 7 0 】

図 1 2 に、偏心軸角度に対する角度係数のグラフを示す。縦軸の角度係数は、リンク機構によりシリンダブロック 2 に加わる荷重がウォームホイール 6 3 , 6 4 に伝達されるとき力の伝達率を示している。図 3 から図 5 に示すように、本実施の形態の可変圧縮比機構は、円形カム 5 6 , 5 8 の中心 a , c と偏心軸 5 7 の中心 b とが相対移動するリンク機構を有する。シリンダブロック 2 に加わる荷重は、このリンク機構を介してウォームホイール 6 3 , 6 4 に伝達される。このときに、リンク機構の状態、すなわち、偏心軸角度に

10

20

30

40

50

依存して、ウォームホイール 63, 64 に伝達される回転力が変化する。シリンダブロックに加わる荷重が同一であっても、角度係数が大きくなるほどウォームホイール 63, 64 に伝達されるトルクは大きくなる。図 11 に示すシリンダブロック 2 に加わる荷重に対して図 12 に示す角度係数を乗じることにより、ウォームホイール 63, 64 に加えられるトルクを算出することができる。

【0071】

次に、ウォームホイール 63, 64 とウォーム 61, 62 とのギヤ比に基づいて、クラッチ 70 の出力軸 74 に加わるトルクを算出することができる。なお、この出力軸 74 に入力されるトルクにより、クラッチ 70 のロック状態が達成されている。

【0072】

図 13 は、クラッチ 70 の出力軸 74 に加わるトルクに対するロック解除トルクを示すグラフである。図 13 は、機械圧縮比を低下させるときのグラフを示しており、縦軸は、機械圧縮比を低下させる時にクラッチ 70 のロック状態を解除するために必要なトルクである。すなわち、クラッチ 70 の入力軸 71 に印加されるべきトルクを示している。出力軸 74 に加わるトルクが大きくなるほど、ロック状態を解除するためのトルクも大きくなっている。機関本体 90 の運転期間中では、筒内圧の脈動を利用することができるために、クラッチ 70 のロック状態を解除するためのトルクは、出力軸 74 に加わるトルクとほぼ等しくなる。ところが、機関本体 90 の停止期間中には、ロック状態を解除するためのトルクは、出力軸 74 に加わるトルクよりも大きくなっている。

【0073】

図 11 および図 12 の関係により算出されるクラッチ 70 の出力軸 74 に加わるトルクに、図 13 に示す関係に基づいてクラッチ 70 のロック状態を解除するために入力軸 71 に必要なトルクを算出することができる。

【0074】

図 14 は、機関本体の停止期間中に機械圧縮比を低下する時に、偏心軸角度に対するロック状態を解除するために必要なトルクを示すグラフである。本実施の形態の駆動装置のモータ 59 は、潤滑油をクラッチ 70 に供給する前に、クラッチ 70 の入力軸 71 に加えることが可能なトルクがロック状態を解除するためのトルクの最大値よりも小さくなるように形成されている。図 14 には、駆動装置のモータ 59 により入力軸 71 に加えることが可能なトルクの上限が示されている。

【0075】

潤滑油をクラッチ 70 に供給する前に、偏心軸角度 L 以下の範囲および偏心軸角度 H 以上の範囲においては、ロック状態を解除するためのトルクよりも大きなトルクをモータ 59 により供給することができて、ロック状態を解除することができる。ところが、偏心軸角度 L よりも大きく偏心軸角度 H よりも小さな範囲においては、クラッチ 70 のロック状態を解除するために必要なトルクは、モータ 59 により入力軸 71 に供給可能なトルクよりも大きくなっている。すなわち、偏心軸角度 L よりも大きく偏心軸角度 H よりも小さな範囲では、機械圧縮比を低下させるためにロック状態を解除することは不可能になっている。

【0076】

そこで、本実施の形態の内燃機関においては、現在の偏心軸角度 θ を検出し、現在の偏心軸角度 θ が偏心軸角度 L 以下の場合または偏心軸角度 H 以上の場合には、クラッチ 70 のロック状態を解除するために必要な入力軸 71 のトルクが、モータ 59 により入力軸 71 に供給可能なトルクよりも小さいと判別する。モータ 59 によりクラッチ 70 に供給できるトルクが大きく、クラッチ 70 のロック状態を解除できると判別する。このために、機械圧縮比を低下させる制御を行う。

【0077】

一方で、現在の偏心軸角度 θ が偏心軸角度 L よりも大きく偏心軸角度 H よりも小さい場合には、クラッチ 70 のロック状態を解除するために必要な入力軸 71 のトルクが、モータ 59 により入力軸 71 に供給可能なトルクよりも大きいと判別する。偏心軸角度

10

20

30

40

50

Lよりも大きく偏心軸角度 Hよりも小さい領域は、ロック状態の解除が不可能な領域であると判別する。偏心軸角度 が偏心軸角度 Lよりも大きく偏心軸角度 Hよりも小さい領域では、クラッチ70の内部に潤滑油を供給する制御を実施する。

【0078】

図15に、本実施の形態における潤滑油供給装置を説明する概略図を示す。カムシャフト54, 55を回転させる駆動装置は、クラッチ70の内部に潤滑油を供給する潤滑油供給装置を備える。潤滑油供給装置は、潤滑油タンク92と潤滑油タンク92に加圧した潤滑油を供給するための潤滑油ポンプ91とを含む。クラッチ70の内部を潤滑する潤滑油としては、たとえば、機関本体90の各部分を潤滑するエンジンオイルを用いることができる。潤滑油ポンプ91は、たとえば、クランクシャフトの回転力により駆動し、機関本体90のオイルパンに貯留されている潤滑油を加圧する。潤滑油タンク92に潤滑油を供給するオイル流路には入口弁93が配置されている。

10

【0079】

潤滑油タンク92から潤滑油が流出するオイル流路には、出口弁94が配置されている。本実施の形態の潤滑油タンク92は、内部に加圧された潤滑油を貯留できるように、密閉可能に形成されている。クラッチ70の外輪77には、潤滑油をクラッチ70の内部に供給するためのオイル供給流路95が形成されている。潤滑油タンク92から潤滑油が流出するオイル流路は、オイル供給流路95に接続されている。

【0080】

本実施の形態の潤滑油供給装置は、外輪77に1個のオイル供給流路95が形成されているが、この形態に限られず、クラッチ70の内部に潤滑油を供給可能に形成されていれば構わない。たとえば、複数の係止部86aに対応するように、複数のオイル供給流路95が外輪77に形成されていても構わない。また、オイル供給流路95は、クラッチ70の内部に潤滑油を散布できるように形成されていることが好ましい。

20

【0081】

本実施の形態の内燃機関は、矢印103に示す様に、機関本体90の運転期間中に潤滑油ポンプ91にて潤滑油を加圧して潤滑油タンク92に供給する。この場合に、出口弁94は閉止する。機関本体90を停止する場合には、潤滑油が加圧された状態にて入口弁93を閉止し、潤滑油タンク92を密閉する。

【0082】

機関本体の停止期間中に機械圧縮比を低下させる場合に、現在の偏心軸角度 が偏心軸角度 Lよりも大きく偏心軸角度 Hよりも小さい時には、出口弁94を開いた状態にする。出口弁94を開くことにより、矢印104に示す様に、潤滑油をクラッチ70の内部に供給する。潤滑油タンク92の内部の圧力により潤滑油をクラッチ70の内部に供給することができる。

30

【0083】

クラッチ70の内部に潤滑油を供給することにより、クラッチ70のロック状態を達成している部分、すなわち、係止部86aに潤滑油を供給することができる。特に、ローラ80aと外輪77との接触部分およびローラ80aと出力軸74との接触部分に潤滑油を供給して摩擦係数を下げることができる。この結果、ローラ80aのロック状態を解除するために必要なローラ80aの押圧力が低下する。

40

【0084】

図14には、潤滑油を供給する前と潤滑油を供給した後のグラフが示されている。クラッチ70の内部に潤滑油を供給することにより、ロック状態を解除するために必要な入力軸71のトルクが低下する。偏心軸角度 が偏心軸角度 Lよりも大きく偏心軸角度 Hよりも小さい領域においても、ロック状態を解除するために必要なトルクをモータ59により入力軸71に加えることが可能なトルクよりも小さくすることができる。潤滑油を供給した後にモータ59を駆動することにより、クラッチ70のロック状態を解除して機械圧縮比を低下させることができる。

【0085】

50

このように、機関本体 90 の停止期間中にクラッチ 70 の内部に潤滑油を供給することにより、全ての偏心軸角度において機械圧縮比を低下させることができ、モータ 59 に要求される最大トルクを小さくすることができる。すなわち、モータ 59 の容量を小さくすることができる。たとえば、図 14 に示すオイルの供給前のクラッチのロック状態を解除するために必要なトルクの最大値よりも、モータにより入力軸に供給されるトルクの最大値を大きくすると、全ての偏心軸角度において機械圧縮比を低下させることができる。しかしながら、この場合には、機械圧縮比を低下させる為のモータが過大になる。

【0086】

これに対して、本実施の形態における駆動装置は、クラッチの内部に潤滑油を供給することにより、クラッチのロック状態を解除するために必要なトルクを低下させることができる。このために駆動装置のモータが出力するトルクの上限を低くすることができる。モータの容量を小さくすることができる、モータの小型化を図ることができる。

10

【0087】

本実施の形態では、機械圧縮比を低下させる前の偏心軸の位置を推定し、偏心軸の位置が予め定められた範囲内である場合に、機械圧縮比の低下が不可能であると判別し、潤滑油を供給する。偏心軸の位置としては、偏心軸角度を用いている。偏心軸の位置を用いて判別することにより、潤滑油を供給する前のクラッチのロック状態を解除するために必要なトルクが、モータにより入力軸に供給されるトルクよりも小さいか否かを容易に判別することができる。

20

【0088】

本実施の形態においては、偏心軸の位置を特定するために、偏心軸角度を用いているが、この形態に限られず、偏心軸の位置に関する任意の変数を採用することができる。例えば、偏心軸の位置は、クランクケース 1 に対するシリンダブロック 2 の相対位置に依存する。このために、偏心軸角度の代わりに、クランクケース 1 に対するシリンダブロック 2 の相対位置を採用しても構わない。

【0089】

図 16 に、本実施の形態における運転制御のフローチャートを示す。図 16 に示す運転制御は、電子制御ユニット 30 により、たとえば所定の時間間隔ごとに繰り返して行うことができる。なお、前述のように、機関本体 90 を停止する場合には、潤滑油タンク 92 の入口弁 93 および出口弁 94 を閉止して、潤滑油タンク 92 を密閉する制御を実施する。

30

【0090】

ステップ 120 においては、機関本体 90 が停止している状態か否かを判別する。例えば、機関回転数が零であるか否かを判別する。ステップ 120 において、機関本体 90 が運転期間中である場合には、この制御を終了する。ステップ 120 において、機関本体 90 が停止期間中である場合にはステップ 121 に移行する。

【0091】

ステップ 121 においては、機械圧縮比の変更要求を検出したか否かを判別する。機械圧縮比の変更要求を検出していない場合には、この制御を終了する。機械圧縮比の変更要求を検出した場合には、ステップ 122 に移行する。

40

【0092】

ステップ 122 においては、現在の機械圧縮比の状態における偏心軸角度を算出する。偏心軸角度は、現在の機械圧縮比に基づいて算出することができる。たとえば、偏心軸角度は、相対位置センサ 22 により検出される相対位置から偏心軸角度を算出することができる。

【0093】

次に、ステップ 123 においては、機械圧縮比を低下させるか否かを判別する。ステップ 123 において、機械圧縮比を上昇させると判別した場合には、ステップ 126 に移行する。ステップ 126 においては、機械圧縮比を目標の機械圧縮比まで上昇する。ステップ 123 において、機械圧縮比を低下させる場合には、ステップ 124 に移行する。

50

【 0 0 9 4 】

ステップ 1 2 4 においては、機械圧縮比を低下する前の偏心軸角度、すなわち、現在の偏心軸角度 が、偏心軸角度の下限判定値よりも大きく上限判定値よりも小さい範囲内か否かを判別する。すなわち、モータ 5 9 によりロック状態の解除が不可能な領域であるか否かを判別する。これらの判定値は予め定めておくことができる。

【 0 0 9 5 】

本実施の形態においては、現在の偏心軸角度 が図 1 4 に示す偏心軸角度 L よりも大きく偏心軸角度 H よりも小さい範囲内か否かを判別する。ステップ 1 2 4 において、現在の偏心軸角度 が偏心軸角度 L よりも大きく偏心軸角度 H よりも小さい範囲内である場合には、ステップ 1 2 5 に移行する。

10

【 0 0 9 6 】

ステップ 1 2 5 においては、潤滑油供給装置によりクラッチ 7 0 の内部に潤滑油を供給する。出口弁 9 4 を開放することにより、係止部 8 6 a に潤滑油を供給することができる。次に、ステップ 1 2 6 において、目標の機械圧縮比まで低下させる。

【 0 0 9 7 】

ステップ 1 2 4 において、偏心軸角度 が偏心軸角度 L 以下または偏心軸角度 H 以上である場合には、ステップ 1 2 6 に移行する。すなわち、クラッチ 7 0 に潤滑油を供給しなくてもモータ 5 9 によりクラッチ 7 0 のロック状態を解除できる場合には、ステップ 1 2 6 に移行する。次に、ステップ 1 2 6 において、目標の機械圧縮比まで低下させる。

20

【 0 0 9 8 】

このように、本実施の形態においては、小型のモータ 5 9 を用いて機関本体 9 0 が停止している期間中に機械圧縮比の変更制御を行うことができる。

【 0 0 9 9 】

潤滑油供給装置は、機関本体 9 0 の停止期間中において、偏心軸角度に関わらず機械圧縮比を低下させる場合に潤滑油を供給することができる。これに対して本実施の形態の潤滑油供給装置は、クラッチの回転力の伝達の遮断を解除するために必要な入力軸の第 1 のトルクが回転機により入力軸に供給可能な第 2 のトルクよりも大きいかが否かを判別し、第 1 のトルクが第 2 のトルクよりも大きい場合にはクラッチの内部に潤滑油を供給している。この制御を実施することにより、機関本体 9 0 の停止期間中に潤滑油を供給する範囲を小さくすることができて、潤滑油タンク 9 2 の容量を小さくすることができる。

30

【 0 1 0 0 】

また、本実施の形態の潤滑油供給装置は、潤滑油が加圧された状態にて潤滑油タンク 9 2 を密閉し、機関本体 9 0 の停止期間中に潤滑油を供給する場合には、潤滑油タンク 9 2 の内部の圧力により潤滑油をクラッチ 7 0 に供給している。この構成により、機関本体 9 0 の停止期間中に潤滑油を供給するための潤滑油ポンプ等を配置したり、または潤滑油ポンプを駆動したりする必要はなく、構成を簡易にすることができる。

【 0 1 0 1 】

潤滑油供給装置としては、この形態に限られず、機関本体 9 0 の停止期間中に潤滑油をクラッチ 7 0 の内部に供給可能に形成されていれば構わない。たとえば、電動ポンプにより機関本体 9 0 の停止期間中に潤滑油をクラッチ 7 0 の内部に供給しても構わない。更に、潤滑油供給装置は、機関本体 9 0 の停止期間中に限られず、機関本体 9 0 の運転期間中にもクラッチ 7 0 の内部に潤滑油を供給しても構わない。

40

【 0 1 0 2 】

また、本実施の形態の駆動装置は、機関本体 9 0 の停止期間中にクラッチ 7 0 の内部に潤滑油を供給することにより、全ての偏心軸角度においてロック状態を解除するために必要なトルクがモータ 5 9 により入力軸 7 1 に加えることが可能なトルクよりも小さくなっているが、この形態に限られず、クラッチ 7 0 の内部に潤滑油を供給することにより、機械圧縮比を低下が不可能であった少なくとも一部の偏心軸角度の領域において、機械圧縮比の低下が可能になれば構わない。

【 0 1 0 3 】

50

本実施の形態における逆入力遮断クラッチは、機械圧縮比が上昇する回転方向および機械圧縮比が低下する回転方向の両方向の入力軸からの回転力を出力軸に伝達し、出力軸からの両方向の回転力を遮断するように形成されているが、この形態に限られず、入力軸からの両方向の回転力を出力側に伝達し、機械圧縮比が低下する方向の出力軸からの回転力を遮断するように形成されていなければならない。

【0104】

更に、本実施の形態の可変圧縮比機構は、支持構造物とシリンダブロックとの間に介在し、支持構造物に対するシリンダブロックの相対位置を変更することにより機械圧縮比を変更可能に形成されているが、この形態に限られず、ピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積を変更するための偏心軸を含むシャフトと、シャフトを回転させるための駆動装置と、機関本体の停止期間中にピストンが上死点に到達したときの燃焼室の容積が大きくなる側に付勢する付勢部材とを含む可変圧縮比機構に本発明を適用することができる。たとえば、クランクシャフトに偏心軸を含むシャフトが接続されているリンク機構を備え、ピストンの上死点の位置を変更可能に形成されている可変圧縮比機構にも本発明を適用することができる。

10

【0105】

本実施の形態においては、車両に取り付けられている内燃機関を例示して説明を行なったが、この形態に限られず、任意の装置や設備等に配置されている内燃機関に本発明を適用することができる。

【0106】

上述のそれぞれの制御においては、機能および作用が変更されない範囲において適宜ステップの順序を変更することができる。上述のそれぞれの図において、同一または相等する部分には同一の符号を付している。なお、上記の実施の形態は例示であり発明を限定するものではない。また、実施の形態においては、特許請求の範囲に示される形態の変更が含まれている。

20

【符号の説明】

【0107】

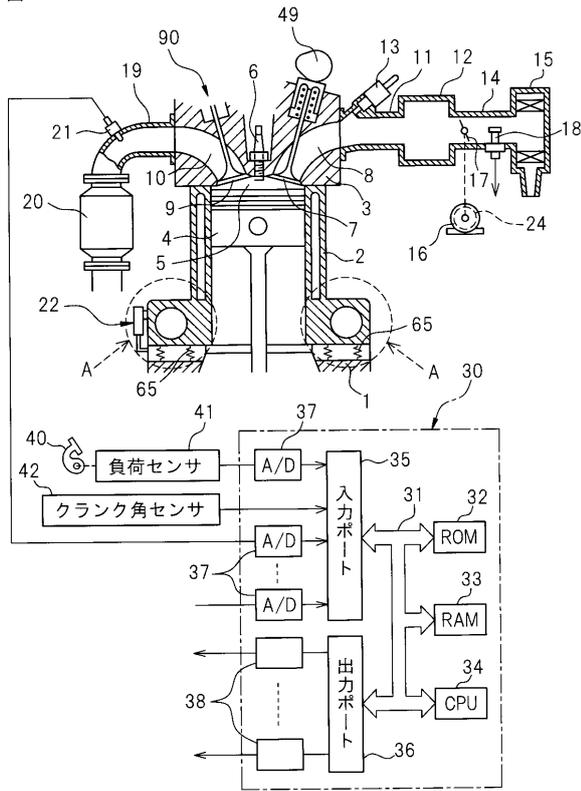
- 1 クランクケース
- 2 シリンダブロック
- 4 ピストン
- 5 燃焼室
- 22 相対位置センサ
- 30 電子制御ユニット
- 54, 55 カムシャフト
- 56, 58 円形カム
- 57 偏心軸
- 59 モータ
- 65 リフトスプリング
- 70 クラッチ
- 71 入力軸
- 74 出力軸
- 86a, 86b 係止部
- 91 潤滑油ポンプ
- 92 潤滑油タンク
- 93 入口弁
- 94 出口弁
- 95 オイル供給流路
- A 可変圧縮比機構

30

40

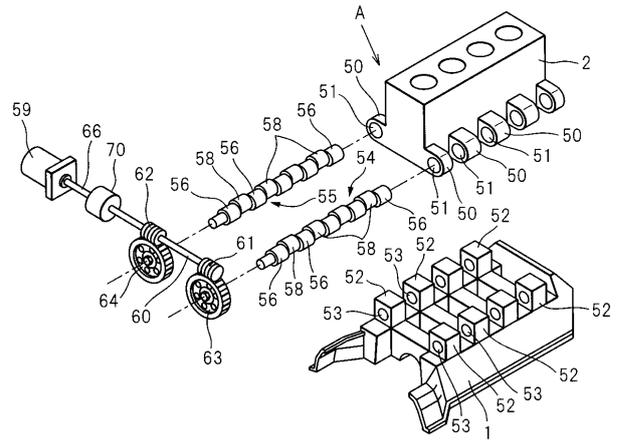
【 図 1 】

図1



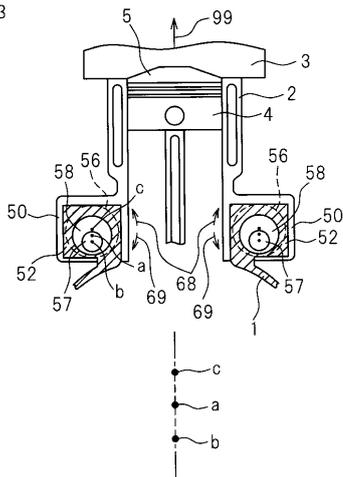
【 図 2 】

図2



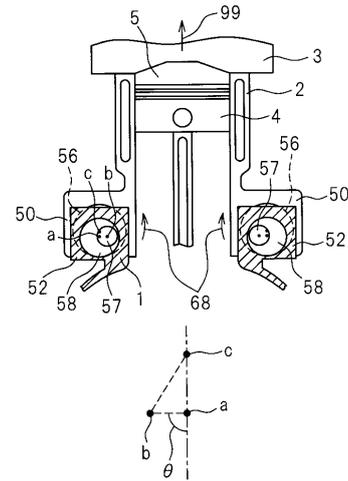
【 図 3 】

図3



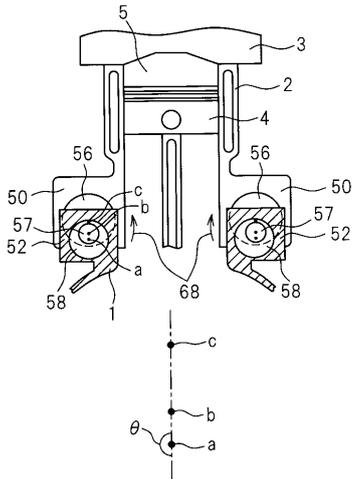
【 図 4 】

図4



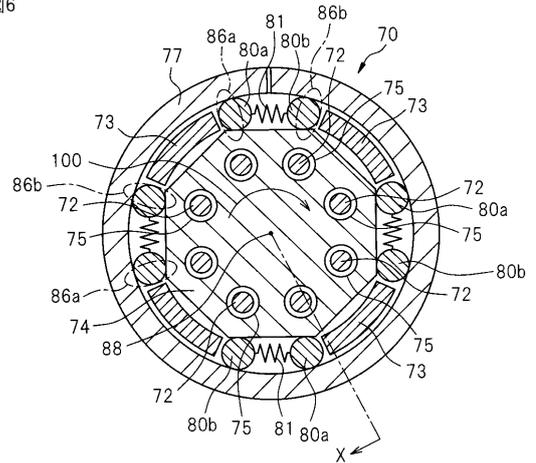
【 図 5 】

図5



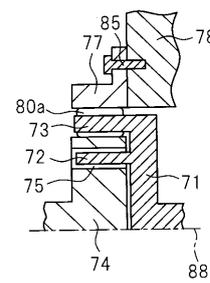
【 図 6 】

図6



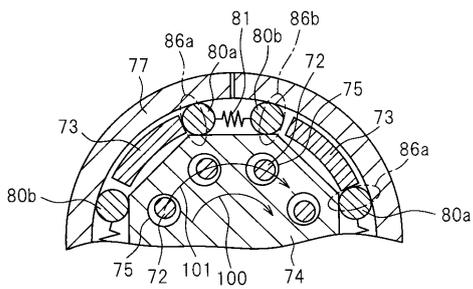
【 図 7 】

図7



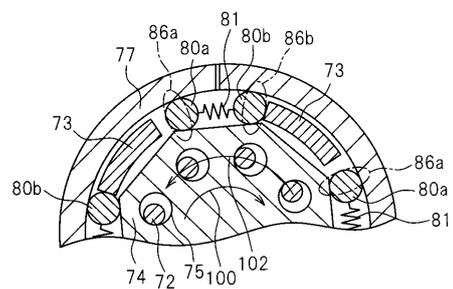
【 図 8 】

図8



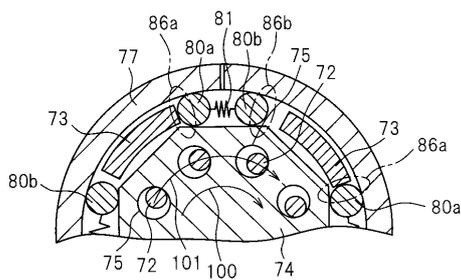
【 図 10 】

図10



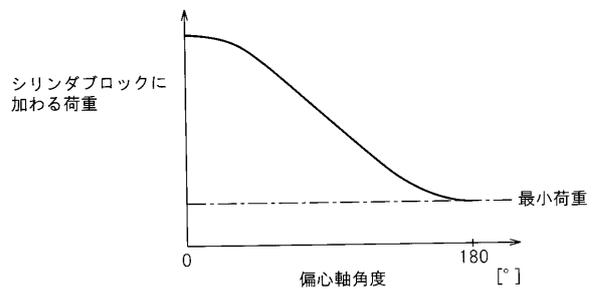
【 図 9 】

図9

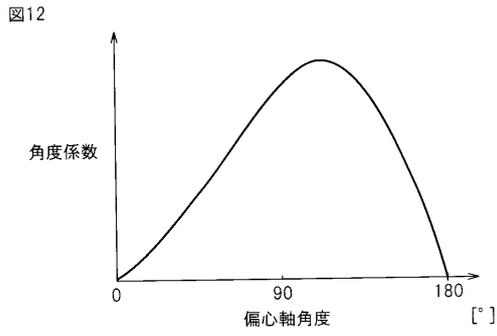


【 図 11 】

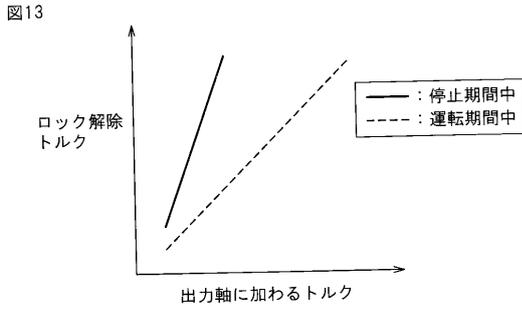
図11



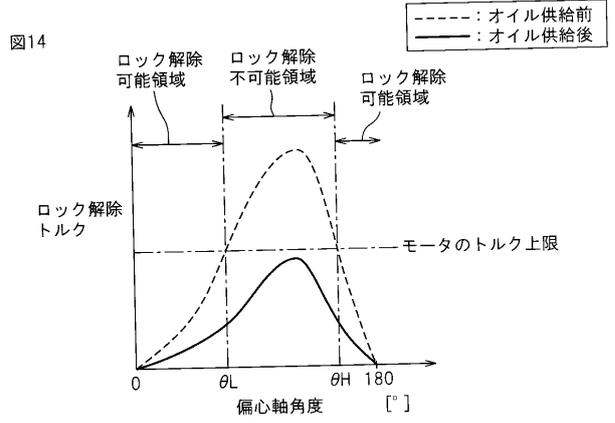
【 図 1 2 】



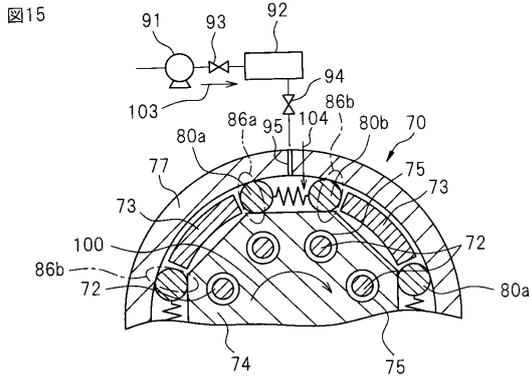
【 図 1 3 】



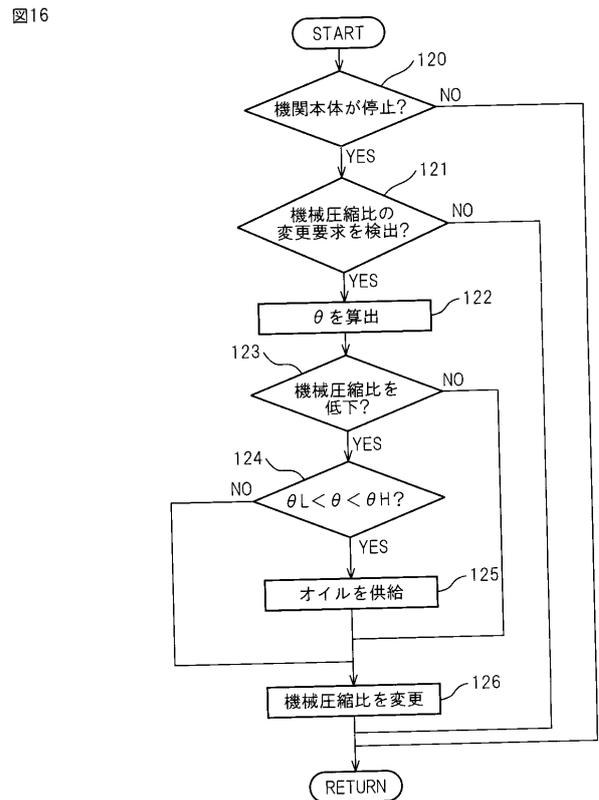
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 大河 誠

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 酒井 和人

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G092 AA01 AA12 DD07 DF04 DG02 DG05 DG08 EA13 EA15 EA26
EA27 GA10 HA01Z HA06Z HA11Z HA14X HA14Z HD05Z HF08Z
3G313 AA18 AB01 CA27