

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6902066号
(P6902066)

(45) 発行日 令和3年7月14日(2021.7.14)

(24) 登録日 令和3年6月22日(2021.6.22)

(51) Int.Cl.		F I		
FO2M 37/12	(2006.01)	FO2M	37/12	
FO2M 59/10	(2006.01)	FO2M	59/10	Z
FO1M 1/02	(2006.01)	FO1M	1/02	C

請求項の数 15 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2019-109270 (P2019-109270)</p> <p>(22) 出願日 令和1年6月12日(2019.6.12)</p> <p>(62) 分割の表示 特願2017-104187 (P2017-104187) の分割</p> <p>原出願日 平成29年5月26日(2017.5.26)</p> <p>(65) 公開番号 特開2019-148264 (P2019-148264A)</p> <p>(43) 公開日 令和1年9月5日(2019.9.5)</p> <p>審査請求日 令和1年6月12日(2019.6.12)</p> <p>(31) 優先権主張番号 PA201670361</p> <p>(32) 優先日 平成28年5月26日(2016.5.26)</p> <p>(33) 優先権主張国・地域又は機関 デンマーク(DK)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 516330468</p> <p>マン エナジー ソリューションズ フィリアル ア マン エナジー ソリューションズ エスイー チュスクラン</p> <p>MAN Energy Solution s, filial af MAN Energy Solutions SE, Tyskland</p> <p>デンマーク, DK-2450, コペンハーゲン エスヴィ, タイルホルムスゲーゼ 41</p> <p>Teglholmegade 41, DK-2450 Copenhagen SV, Danmark</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 大型2ストローク圧縮点火内燃エンジン用の燃料又は潤滑ポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

極低温燃料を圧送するための極低温ポンプ(40)であって、2つ以上のポンプ・ユニット(41、42、43)を備え、各ポンプ・ユニット(41、42、43)は、単一のポンプ・シリンダ(61)に摺動可能に配置されたポンプ・ピストン(62)、及び単一の駆動シリンダ(45)に摺動可能に配置された液圧駆動ピストン(46)を備え、

前記駆動ピストン(46)は前記ポンプ・ピストン(62)を駆動するために前記ポンプ・ピストン(62)に結合されており、

前記駆動シリンダ(45)は駆動室(48)及び、戻し室(47)を備え、

関係する駆動シリンダ(45)の駆動室(48)を前記高圧作動油源(22)またはタンクのいずれかに選択的に接続することにより、前記1つ又は複数の前記ポンプ・ユニット(41、42、43)の前記駆動シリンダ(45)の前記駆動室(48)への作動液の流れ及び前記駆動シリンダ(45)の前記駆動室(48)からの作動液の流れを制御するために、高圧作動液の供給源(22)、タンク及び関係する駆動ピストン(46)の駆動室(48)に接続された少なくとも1つの電子制御バルブ(24)を更に備え、

高圧油圧作動油の前記供給源(22)は、可変で制御可能な圧力レベルを有する供給源であり、

前記戻し室(47)は、高圧油圧作動油の前記供給源(22)の圧力よりも低い圧力で油圧作動油の供給源(30)に恒久的に接続され、

前記駆動シリンダ(45)に、関係する前記駆動シリンダ(45)中の前記駆動ピスト

10

20

ン(46)の位置を感知するための位置センサ(56)が設けられ、

前記位置センサ(56)からの信号を受け取る電子制御ユニット(70)を更に備え、
前記電子制御ユニット(70)は、高圧油圧作動油の供給源(22)の圧力を制御するように構成され、

前記電子制御バルブ(24)は、前記電子制御ユニット(70)に結合され、

少なくとも1つの前記電子制御ユニット(70)は、前記ポンプ・ユニット(41、42、43)の前記駆動シリンダ(45)の前記駆動室(48)を前記高圧作動液の供給源(22)又はタンクに選択的に接続するよう構成され、

前記電子制御ユニット(70)は、前記極低温ポンプ(40)によって圧送された燃料又は潤滑液の流れの大きさに関連して、前記駆動室(48)が前記高圧作動液の供給源(22)から切り離されることにより、前記駆動ピストン(46)の位置を調整するよう構成され、

前記電子制御ユニット(70)によって、前記極低温ポンプ(40)により圧送された極低温燃料の流れの大きさが増加するとき、関係する前記駆動ピストン(46)の前記駆動シリンダ(45)の駆動室(48)が前記高圧液の供給源(22)から切り離される駆動ピストン(46)の位置を、駆動ストロークの方向と反対方向に調整するよう構成されることにより、駆動ストロークの結果的な長さに、駆動ストロークの速度の影響を与えず

前記電子制御ユニット(70)によって、前記極低温ポンプ(40)から極低温燃料の流れの大きさが減少するとき、関係する前記駆動ピストン(46)の前記駆動シリンダ(45)の駆動室(48)が前記高圧液の供給源(22)から切り離される駆動ピストン(46)の位置を、駆動ストロークの方向に調整するよう構成されることにより、駆動ストロークの結果的な長さに、駆動ストロークの速度の影響を与えない、極低温ポンプ(40)。

【請求項2】

前記電子制御ユニット(70)は、駆動ピストンのポンプ・ストロークを、別の駆動ピストンのポンプ・ストロークが終点に近づいているとき、終わるポンプ・ストロークと始まるポンプ・ストロークとの間に小さいオーバーラップがあるように開始するよう構成される、請求項1記載の極低温ポンプ(40)。

【請求項3】

前記電子制御ユニット(70)は、前記ポンプからの燃料又は潤滑液の実質的に一定な流れを得るために、ポンプ・ストロークが終わる際の動力及びポンプ・ストロークが始まる際の動力を計算に入れるよう構成される、請求項1記載の極低温ポンプ(40)。

【請求項4】

前記電子制御ユニット(70)は、それぞれの前記駆動シリンダを実質的に連続して、小さいオーバーラップで作動させるよう構成される、請求項3記載の極低温ポンプ(40)。

【請求項5】

前記電子制御ユニット(70)は、前記ポンプ・シリンダの摩耗を軽減するために前記ポンプ・ピストンのストローク部分にわたって前記ポンプ・ピストンが逆転する位置を分散させるために、アルゴリズム、計画、又は無作為によって、駆動ピストンの位置を調整するよう構成される、請求項1～4の何れかに記載の極低温ポンプ(40)。

【請求項6】

前記電子制御ユニット(70)は、前記駆動室に供給される作動液の圧力を制御することによって、前記ポンプを離れる燃料又は潤滑液の圧力を制御するよう構成される、請求項1～5の何れかに記載の極低温ポンプ(40)。

【請求項7】

電子制御ユニット(70)は、前記駆動ピストンに供給される作動液の圧力を制御するためのフィードフォワード機能において、前記ポンプを離れる燃料又は潤滑液の所望の圧力を使用するよう構成される、請求項6記載の極低温ポンプ(40)。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記電子制御ユニット(70)は、前記駆動ピストンに供給される作動液の圧力を制御するためのフィードバック機能において、前記ポンプを離れる燃料又は潤滑液の測定された圧力を使用するよう構成される、請求項6又は7記載の極低温ポンプ(40)。

【請求項 9】

前記電子制御ユニット(70)は、前記駆動室に供給される作動液の圧力の制御とは独立に、それぞれの前記駆動ピストン(46)の作動及び作動停止を制御するよう構成される、請求項1～8の何れかに記載の極低温ポンプ(40)。

【請求項 10】

前記電子制御ユニット(70)は、前記駆動ピストンの作動及び作動停止を制御するために、前記駆動ピストン(46)の位置を表す信号を使用するよう構成される、請求項1～9の何れかに記載の極低温ポンプ(40)。

【請求項 11】

燃料又は潤滑液をエンジンに供給するために請求項1～10の何れかに記載の極低温ポンプ(40)を備えた、大型2ストローク・ターボチャージャ付き圧縮点火内燃エンジン。

【請求項 12】

ポンプ(40)のポンプ・ピストンの作動を制御するための方法であって、前記ポンプ(40)は2つ以上のポンプ・ユニット(41、42、43)を備え、各ポンプ・ユニット(41、42、43)は、ポンプ・シリンダ(61)に摺動可能に配置されたポンプ・ピストン(62)、及び駆動シリンダ(45)に摺動可能に配置された液圧駆動ピストン(46)を備え、前記駆動ピストン(46)は前記ポンプ・ピストン(62)を駆動するために前記ポンプ・ピストン(62)に結合されており、

前記駆動シリンダ(45)は、駆動室(48)及び、戻し室(47)を備えており、
関係する駆動シリンダ(45)の駆動室(48)を前記高圧作動油源(22)またはタンクのいずれかに選択的に接続することにより、前記1つ又は複数の前記ポンプ・ユニット(41、42、43)の前記駆動シリンダ(45)の前記駆動室(48)への作動液の流れ及び前記駆動シリンダ(45)の前記駆動室(48)からの作動液の流れを制御するために、高圧作動液の供給源(22)、タンク及び関係する駆動ピストン(46)の駆動室(48)に接続された少なくとも1つの電子制御バルブ(24)を備え、

高圧油圧作動油の前記供給源(22)は、可変で制御可能な圧力レベルを有する供給源であり、

前記戻し室(47)は、高圧油圧作動油の前記供給源(22)の圧力よりも低い圧力で油圧作動油の供給源(30)に恒久的に接続され、

前記駆動シリンダ(45)に、関係する前記駆動シリンダ(45)中の前記駆動ピストン(46)の位置を感知するための位置センサ(56)が設けられていることを特徴とし、前記方法は、

駆動ストロークのために前記電子制御バルブ(24)を備えた駆動ピストン(46)を作動させ、その後、戻りストロークのために前記電子制御バルブ(24)を備えた前記駆動ピストン(46)を作動停止することと、

前記駆動ストロークの間に前記位置センサ(56)を備えた前記駆動ピストン(46)の位置を計測することと、

前記駆動ピストン(46)が戻り位置にあるときに前記駆動ピストン(46)を作動することと、

前記極低温ポンプ(40)によって圧送された燃料又は潤滑液の流れの大きさに関連して、前記駆動ピストン(46)の位置で前記駆動ピストン(46)を作動停止することとを備え、

前記極低温ポンプ(40)により圧送された極低温燃料の流れの大きさが増加するとき、関係する前記駆動ピストン(46)の前記駆動シリンダ(45)の駆動室(48)は前記高圧液の供給源(22)から切り離される駆動ピストン(46)の位置を、駆動ストロ

10

20

30

40

50

ークの方向と反対方向に調整することにより、駆動ストロークの結果的な長さに、駆動ストロークの速度の影響を与えず、

前記極低温ポンプ(40)から極低温燃料の流れの大きさが減少するとき、関係する前記駆動ピストン(46)の前記駆動シリンダ(45)の駆動室(48)は前記高圧液の供給源(22)から切り離される駆動ピストン(46)の位置を、駆動ストロークの方向に調整することにより、駆動ストロークの結果的な長さに、駆動ストロークの速度の影響を与えない、方法。

【請求項13】

前記駆動ピストン(46)は、現在作動している駆動ピストン(46)が作動停止する直前に次の駆動ピストン(46)が作動するよう、実質的に連続して作動される、請求項12記載の方法。

10

【請求項14】

高圧作動液を前記駆動ピストン(46)に供給し、

前記駆動ピストン(46)に供給された前記作動液の圧力を制御することによって前記ポンプ(40)を離れる燃料又は潤滑液の圧力が制御される、請求項12又は13記載の方法。

【請求項15】

前記駆動ピストン(46)は、現在作動している駆動ピストン(46)が作動停止する直前に次の駆動ピストン(46)が作動するよう、実質的に連続して作動される、請求項12～14の何れかに記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、大型低速2ストローク・ユニフロー圧縮点火内燃エンジン用の燃料又は潤滑ポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

通常、大型2ストローク・ユニフロー・ターボチャージャ付き圧縮点火内燃クロスヘッド・エンジンは、大型船の推進システム又は発電所の原動機として使用される。その圧力的なサイズ、重量、及び出力は、一般的な内燃エンジンとは全く異なり、大型2ストローク・ターボチャージャ付き圧縮点火内燃エンジンは独自のものとして分類される。

30

【0003】

大型2ストローク圧縮点火内燃エンジンは従来、例えば燃料油すなわち重油等の液体燃料によって動作する。しかし、環境面への関心の高まりによって、ガス、メタノール、石炭スラリー、石油コークス等の代替燃料の使用に向けた開発が成されてきた。

【0004】

これらの代替タイプの燃料は、従来の燃料ポンプでは取扱いが困難な特徴を有する。石炭スラリーのように摩耗作用のあるもの、ガソリンのように潤滑性能が非常に低いもの、他には極低温ガスである液化ガスのように極低温を必要とするものがある。

【0005】

40

特許文献1は、複数のシリンダ・オイル・ポンプを有するシリンダ潤滑システムを開示している。各シリンダ・オイル・ポンプには、複数の計量プランジャと結合される駆動ピストンが設けられている。

【0006】

そのため、これらの代替燃料を取り扱えるポンプを提供する必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】WO2016/015732

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、上述した問題を克服又は少なくとも軽減するポンプを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述及び他の目的は、独立請求項の特徴によって達成される。さらなる実装形式は、従属請求項、明細書、及び図面によって明白となる。

【0010】

第1の態様によると、2つ以上のポンプ・ユニットを含み、各ポンプ・ユニットは、ポンプ・シリンダに摺動可能に配置されたポンプ・ピストン、及び駆動シリンダに摺動可能に配置された液圧駆動ピストンを備え、駆動ピストンはポンプ・ピストンを駆動するためにポンプ・ピストンに結合されている、極低温燃料を圧送するためのポンプが提供される。

10

【0011】

各ポンプ・ピストンがリニア液圧アクチュエータによって作動されるポンプを提供することによって、クランクシャフトの制限及び慣性とは独立に任意の適切なポンプ・ピストンを完全に柔軟な方法で駆動させられ、それによって、圧送される液体に完全に適合されたポンプ・ピストンの動作特徴が可能になる。

【0012】

20

第1の態様の第1の可能な実施形態によると、ポンプは、1つ又は複数のポンプ・ユニットの駆動シリンダへの作動液の流れ及び駆動シリンダからの作動液の流れを制御するために、高圧作動液の供給源及びタンクに接続された少なくとも1つの液圧制御バルブを更に備え、高圧作動液の供給源は、好ましくは可変で制御可能な圧力レベルの供給源である。

【0013】

第1の態様の第2の可能な実施形態によると、駆動シリンダは駆動室及び戻し室を備える。

【0014】

第1の態様の第3の可能な実施形態によると、駆動室は液圧制御バルブに接続され、戻し室は、高圧作動液の供給源の圧力よりも低い圧力である作動液の供給源に好ましくは常時接続される。

30

【0015】

第1の態様の第4の可能な実施形態によると、駆動シリンダに、関係する駆動シリンダ中の駆動ピストンの位置を感知するための位置センサが設けられる。

【0016】

第1の態様の第5の可能な実施形態によると、燃料供給システムは、位置センサからの信号を受け取る電子制御ユニットを更に備え、少なくとも1つの液圧制御バルブは電子制御ユニットに結合された電子制御バルブである。

【0017】

40

第1の態様の第6の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、ポンプ・ユニットの駆動室を高圧作動液の供給源又はタンクに選択的に接続するよう構成される。

【0018】

第1の態様の第7の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、駆動ピストンのポンプ・ストロークを、別の駆動ピストンのポンプ・ストロークが終点に近づき、終わるポンプ・ストロークと始まるポンプ・ストロークとの間に小さいオーバーラップがあるときに開始するよう構成される。したがって、大きい圧力変動もなく、ポンプを離れる燃料又は潤滑液の実質的に安定した流れが実現できる。

【0019】

第1の態様の第8の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、ポンプから高圧燃

50

料又は高圧潤滑液の実質的に一定な流れを得るために、ポンプ・ストロークが終わる際の動力及びポンプ・ストロークが始まる際の動力を計算に入れるよう構成される。

【 0 0 2 0 】

第 1 の態様の第 9 の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、駆動シリンダ / ユニットの内の 1 つのポンプ・ストロークをいつ開始すべきかを決定するよう、及び駆動シリンダの内の任意のポンプ・ストロークをいつ終了すべきかを決定するよう、構成される。したがって、ポンプ・ストロークが始まる地点、及び特に、どこでポンプ・ストロークが終わるかが正確に制御され得る。

【 0 0 2 1 】

第 1 の態様の第 1 0 の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、それぞれの駆動シリンダを実質的に連続して、好ましくは小さいオーバーラップで作動させるよう構成される。

10

【 0 0 2 2 】

第 1 の態様の第 1 1 の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、ポンプ・ユニットの 1 つが故障した場合、残りの機能しているポンプ・ユニットの駆動ピストンを動作させるよう構成される。したがって、冗長性が得られ、ポンプ・ユニットの 1 つが故障してもポンプ作用を続けることができる。

【 0 0 2 3 】

第 1 の態様の第 1 2 の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、残りの機能しているポンプ・ユニットの駆動シリンダが実質的に連続して、好ましくは小さいオーバーラップで作動されるよう、残りの機能しているポンプ・ユニットの駆動ピストンを動作させるよう構成される。

20

【 0 0 2 4 】

第 1 の態様の第 1 3 の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、高圧ポンプから高圧気化器までの液化ガスの流れの大きさに関連して、駆動室が高圧作動液の供給源から切り離される駆動ピストンの位置を調整するよう構成される。したがって、ポンプ・ピストン及び駆動ピストンのスピード及び生じた慣性に関わらず、ポンプ・ストロークが逆転する位置を同じ位置に保つことができる。

【 0 0 2 5 】

第 1 の態様の第 1 4 の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、ポンプからの燃料又は潤滑液の流れが増加するとき、関係する駆動ピストンの駆動室が高圧液の供給源から切り離される駆動ピストンの位置を駆動ストロークの方向と反対方向に調整するよう構成される。

30

【 0 0 2 6 】

第 1 の態様の第 1 5 の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、ポンプからの燃料又は潤滑液の流れが減少するとき、関係する駆動ピストンの駆動室が高圧液の供給源から切り離される駆動ピストンの位置を駆動ストロークの方向に調整するよう構成される。

【 0 0 2 7 】

第 1 の態様の第 1 6 の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、ポンプ・シリンダの摩耗を軽減するためにポンプ・ピストンのストローク領域にわたってポンプ・ピストンが逆転する位置を分散させるために、アルゴリズム、計画、又は無作為によって、関係する駆動ピストンの駆動室が高圧液の供給源から切り離される駆動ピストンの位置を調整するよう構成される。

40

【 0 0 2 8 】

第 1 の態様の第 1 7 の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、駆動室に供給された作動液の圧力を制御することにより、ポンプによって送達されて圧送される燃料又は潤滑液の圧力を制御するよう構成される。したがって、圧送される燃料又は潤滑液の圧力の、効果的かつ即座に反応する制御が実現される。

【 0 0 2 9 】

第 1 の態様の第 1 8 の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、駆動室に供給さ

50

れる作動液の圧力を制御するためのフィードフォワード機能において、圧送される燃料又は潤滑液の所望の圧力を使用するよう構成される。液圧を介する液化ガスの圧力のフィードフォワード制御を使用することによって、圧送される燃料又は潤滑液の圧力の更に迅速で安定した制御が実現できる。

【0030】

第1の態様の第19の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、駆動室に供給される作動液の圧力を制御するためのフィードバック機能において、圧送される燃料又は潤滑液の測定された圧力を使用するよう構成される。したがって、非直線性及び一時的変動を制御システムによって適応させることができる。

【0031】

第1の態様の第20の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、駆動室へ供給される作動液の圧力を制御することとは独立に、それぞれの駆動ピストンの作動及び作動停止を制御するよう構成される。したがって、駆動ピストンの作動のための制御方法は、圧力制御とは独立に電子制御ユニットによって最適化され得る。

【0032】

第1の態様の第21の可能な実施形態によると、電子制御ユニットは、駆動ピストンの作動及び作動停止を制御するために、駆動ピストンの位置を表す信号を使用するよう構成される。

【0033】

第2の態様によると、第1の態様及びその任意の可能な実施形態によるポンプを有する、大型2ストローク・ターボチャージャ付き圧縮点火内燃エンジンが提供される。

【0034】

第3の態様によると、第2の態様によるエンジンを有する貨物船が提供される。

【0035】

第4の態様によると、高圧ガスをエンジンに噴射するために、燃料又は潤滑液を内燃エンジンに圧送するための方法が提供される。この方法は、

燃料又は潤滑液を貯蔵タンクに貯蔵することと、

燃料又は潤滑液を、ポンプを使用してエンジンに圧送することと

を備え、

ポンプは2つ以上のポンプ・ユニットを備え、各ポンプ・ユニットは、ポンプ・シリンダに摺動可能に配置されるポンプ・ピストン、及びポンプ・ピストンを駆動するためにポンプ・ピストンに結合された液圧駆動ピストンを備え、方法は更に、

駆動ピストンを駆動するために、高圧の作動液を駆動シリンダに供給することと、

駆動シリンダに供給された作動液の圧力を制御することによって、高圧ポンプを離れる燃料又は潤滑液の圧力を制御することと

を備える。

【0036】

第4の態様の第1の可能な実施形態によると、方法は、駆動ストロークのために駆動ピストンの1つを作動させることと、その後リターン・ストロークのためにその1つの駆動ピストンを作動停止させることと、を更に備える。

【0037】

第4の態様の第2の可能な実施形態によると、ポンプ・ピストン及び駆動ピストンは互いに接続されて同時に動く。

【0038】

第4の態様の第3の可能な実施形態によると、方法は、駆動ピストンのポンプ・ストロークを、別の駆動ピストンのポンプ・ストロークが終点に近づき、終わるポンプ・ストロークと始まるポンプ・ストロークとの間に小さいオーバーラップがあるときに開始することを更に備える。

【0039】

第4の態様の第4の可能な実施形態によると、方法は、ポンプからエンジンへの燃料又

10

20

30

40

50

は潤滑液の実質的に一定な流れを得るために、ポンプ・ストロークが終わる際の動力及びポンプ・ストロークが始まる際の動力を計算に入れることを更に備える。

【0040】

第4の態様の第5の可能な実施形態によると、方法は、それぞれの駆動シリンダを実質的に連続して、好ましくは小さいオーバーラップで作動させることを更に備える。

【0041】

本発明のこれら及び他の態様は、以下に説明する実施形態から明白になろう。

【0042】

本開示の以下の詳細部分において、本発明は図面に示す例示的な実施形態を参照して、更に詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】例示的な実施形態による、大型2ストローク・ディーゼル・エンジンの立正面図

【図2】高圧天然ガスをLNG貯蔵タンクから図1の大型2ストローク・ディーゼル・エンジンに供給する燃料供給システムを表す図

【図3】図2の燃料噴射システムの高圧ポンプの立面図

【図4】図3の高圧ポンプを表す図

【図5】図3の高圧ポンプのポンプ・ユニットの詳細断面図

【図6】図3の高圧ポンプの動作を例示するグラフ

【図7】図3の高圧ポンプの動作を例示するグラフ

【図8】図3の高圧ポンプの動作を例示するグラフ

【図9】図3の高圧ポンプを制御するための制御システムを表す図

【図10】様々なスピードにおける図3の高圧ポンプのピストンの動きを例示するグラフ

【図11】様々なスピードにおける図3の高圧ポンプのピストンの動きを例示するグラフ

【発明を実施するための形態】

【0044】

以下の詳細な説明では、クロスヘッドを有する大型2ストローク低速ターボチャージャ付き圧縮点火内燃エンジンのための燃料供給システムが例示的な実施形態を参照して説明されるが、この内燃エンジンは、ターボチャージャ付き又はターボチャージャ無し、排気ガス再循環若しくは選択的接触還元付き又は排気ガス再循環若しくは選択的接触還元無しの、2ストロークのオットー、4ストロークのオットー又はディーゼル等の別のタイプでもあり得ることを理解されたい。また、クロスヘッドを有する大型2ストローク低速ターボチャージャ付き圧縮点火内燃エンジンに燃料又は潤滑液を供給するためのポンプが、例示的な実施形態を参照して説明されるが、この内燃エンジンは、ターボチャージャ付き又はターボチャージャ無し、排気ガス再循環若しくは選択的接触還元付き又は排気ガス再循環若しくは選択的接触還元無しの、2ストロークのオットー、4ストロークのオットー又はディーゼル等の別のタイプでもあり得る。

【0045】

図1に、回転輪及びクロスヘッドを有する大型低速ターボチャージャ付き2ストローク・ディーゼル・エンジンを示す。この例示的な実施形態では、エンジンは直列6気筒である。大型低速ターボチャージャ付き2ストローク・ディーゼル・エンジンは通常、直列の4個から14個のシリンダを有し、エンジン・フレーム6に支えられたシリンダ・フレームに支えられる。このエンジンは、例えば、船舶の主エンジン又は発電所の発電機を動作させる定置エンジンとして使用され得る。このエンジンの総出力は、例えば、1,000~110,000kWの範囲であり得る。

【0046】

この例示的な実施形態では、エンジンは、シリンダ1の下部領域に掃気口、及びシリンダ・ライナー1の上部に中央排気バルブ4を有する、2ストローク・ユニフロー・タイプの圧縮点火エンジンである。掃気は、掃気レシーバ2から個々のシリンダ1の掃気口へ送られる。シリンダ・ライナー1のピストンは掃気を圧縮し、例えば、ガス燃料などの高圧

10

20

30

40

50

の燃料はシリンダ・カバー内の燃料バルブを通して噴射され、燃焼が起こり、排気ガスが発生する。

【 0 0 4 7 】

排気バルブ 4 が開くと、排気ガスはシリンダ 1 に関連付けられた排気ダクトを通して排気ガス・レシーバ 3 に流れ、ターボチャージャ 5 のタービンに進み、そこから排気ガスは排気管を通して大気へ流出する。ターボチャージャ 5 のタービンは、空気入口を介して外気を供給されたコンプレッサを駆動する。コンプレッサは、圧縮した掃気を掃気レシーバ 2 に導く掃気管へ送達する。掃気管内の掃気はインタークーラー 7 を通過して、冷却される。

【 0 0 4 8 】

図 2 は、エンジンの燃料又は潤滑液の供給システムの簡略図である。燃料供給システムは、例えば LNG 船又はコンテナ船等の船舶に設置することができる。

【 0 0 4 9 】

燃料供給システムは、例えば燃料油等のような燃料又は潤滑液を貯蔵する燃料貯蔵タンク 8 を備える。或いは、燃料は極低温 (cryogenic) 状態で貯蔵された液化ガスである。

【 0 0 5 0 】

フィード管 9 は、燃料又は潤滑液の貯蔵タンク 8 の出口を高圧ポンプ 4 0 の入口に接続する。フィード・ポンプ 1 0 は、燃料又は潤滑液を貯蔵タンク 8 からポンプ 4 0 の入口まで移送するのを補助する。

【 0 0 5 1 】

ポンプ 4 0 は燃料又は潤滑液を、供給管 1 8 を介してエンジンに圧送する。バルブ装置 1 9 は、燃料 / 潤滑液供給システムと大型 2 ストローク・ディーゼル・エンジンとの間の接続を制御する。

【 0 0 5 2 】

ポンプ 4 0 には、2 つ以上のポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 (本実施形態では 3 つのポンプ・ユニットが示される) が設けられる。各ポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 は、ポンプ・シリンダ 6 1 に摺動可能に配置されたポンプ・ピストン 6 2 と、前記ポンプ・ピストン 6 2 を駆動するためにポンプ・ピストン 6 2 に結合された駆動ピストン 4 6 を有する駆動シリンダ 4 5 に摺動可能に配置された液圧駆動ピストン 4 6 とを含む。

【 0 0 5 3 】

ポンプ・ピストン 6 2 及びポンプ・シリンダ 6 1 は、容積式ポンプを形成する。1 つの実施形態において、ポンプ・ピストン 6 2 及びポンプ・シリンダ 6 1 は、液化ガスを圧送するためのポンプ室 6 3 を有する極低温ポンプ・ユニットの、いわゆるコールド・エンドを形成する。

【 0 0 5 4 】

ポンプ・シリンダ 6 1 は、関係したポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 の駆動ピストンにピストン・ロッド 4 9 を介して接続される。駆動ピストン 4 6 は、駆動シリンダ 4 5 の内部を駆動室 4 8 と戻し室 4 7 とに分割する。

【 0 0 5 5 】

駆動シリンダ 4 5 は、高圧作動液の供給源 2 0、例えば高圧作動液供給管 2 3 を介したポンプ又はポンプ・ステーションに接続される。示された実施形態において、高圧作動液の供給源 2 0 は、高圧ポンプ 2 2 を駆動する電動駆動モータ 2 1 を含む。高圧ポンプ 2 2 は、例えば容積式ポンプ、好ましくは可変容量容積式ポンプとすることができる。1 つの実施形態において、冗長性目的のため、高圧作動液の供給源は、それぞれがその電気駆動モータ 2 1 によって駆動する 2 つの高圧液圧ポンプ 2 2 を含む。

【 0 0 5 6 】

図 3 は、フレーム 3 5 によって支持された、それぞれポンプ・シリンダ 6 1 を有する 3 つのポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 と、駆動シリンダ 4 5 と、制御バルブ 2 4 とを有する高圧ポンプ 4 0 を、高圧ポンプ 4 0 の高い圧力を均一化し、かつ戻し室の低い圧力を均一化するためのアキュムレータ 5 3 とともに示す立面図である。ポンプ・ユニット 4 1

10

20

30

40

50

、42、43は、フレーム35上にコンパクトに配置され、フレーム35上の構成要素はスパークが発生しない構成要素でATEXに承認された電気構成要素のみを有し、そのため、ユニットはATEX環境に対して問題なく設置できる。

【0057】

図4は、高圧ポンプ40を、そのポンプ・ユニット41、42、43とともに表す図である。各ポンプ・ユニット41、42、43は、作動液戻しライン26を介してタンクに接続され、かつ、作動液供給管23を介してそれぞれのポンプ・ユニット41、42、及び43に接続する可変容量形容積式ポンプ22を含む高圧作動液の供給源に接続される。各ポンプ・ユニット41、42、及び43は、供給管18に接続される。

【0058】

各ポンプ・ユニット41、42、43は、それぞれの駆動室48を、制御管25を介して高圧作動液の供給源又はタンクに選択的に接続するよう構成された液圧制御バルブ24を備える。

【0059】

各ポンプ・ユニット41、42、43は、駆動ピストン46が中に摺動可能に配置された駆動シリンダ45によって形成されるリニア液圧アクチュエータの形式の駆動ユニット44を備える。戻し室47は液圧供給源に常時接続される。液圧供給源は液圧ポンプ30、例えば可変容量形容積式ポンプを、戻し室供給ライン31を介して含み、戻し室供給ライン31は好ましくは流量制限33を含み、戻し室47へ加圧された作動液を安定して供給することを確実にするためのアキュムレータ32に結合される。或いは、圧力低減バルブを介して高圧液圧システムから低圧供給源が得られる。1つの実施形態において、戻し室に供給される作動液の圧力は、駆動室48に供給される作動液の圧力よりも大幅に小さい。或いは、戻し室47に面した駆動ピストン46の側面の有効圧力面は、駆動室48に面した駆動ピストンの有効圧力面よりも大幅に小さくなるよう配置され得る。後者の場合、戻し室47内の作動液の圧力は駆動室に供給される作動液の圧力と実質的に等しくすることができる。

【0060】

各ポンプ・ユニット41、42、43は、ポンプ室63を形成するためポンプ・ピストン62をそこに受けるポンプ・シリンダ61によって形成されるリニア容積式ポンプの形式のポンプ60を備える。ポンプ室63は、圧力室63への流れだけを可能にする第1の一方方向弁51を介して、フィード管9に接続される。ポンプ室63は、圧力室63からの流れだけを可能にする第2の一方方向弁52を介して、供給管18に接続される。

【0061】

図5は、高圧ポンプ40のポンプ・ユニット41、42、43の詳細断面図である。ポンプ・ユニット41、42、43は、駆動ピストン46が中に配置されたシリンダ45を含む液圧リニア・アクチュエータ44を備える。駆動ピストン46はピストン・シャフト47に、好ましくは一体として接続される。ピストン・ロッド49及び駆動ピストン46には、位置センサ56のロッド57を受ける穴58が設けられる。位置センサ56の信号は電子制御ユニット70へ送られる。駆動ピストン46は、駆動シリンダ45の内部を駆動室48と戻し室47とに分割する。図5において、駆動ピストン46が駆動ストロークの終点に達しているために戻し室は確認できない。駆動室48は穴25を介して液圧制御バルブ24に接続される。戻し室47は穴31を介して液圧の供給源に常時接続される。

【0062】

リニア液圧アクチュエータ44のピストン・ロッド47は、極低温ポンプ60のピストン・ロッド62に接続される(ポンプ60は、極低温ではない液体を圧送する通常のリニア容積式ポンプでもよい)。ピストン・ロッド49とピストン・ロッド62との間の接続は、コネクタ・ピース54によってピストン・ロッド49とピストン・ロッド62とが一体で動くように確立される。駆動シリンダ45は、ボルト接続部55によってポンプ・シリンダ61に接続される。ポンプ60にはポンプ室63を移送管50に接続する出口が設けられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

図 9 は高圧ポンプ 4 0 の動作を制御するための電子制御ユニット 7 0 の形式の制御システムを表す図である。

【 0 0 6 4 】

電子制御ユニット 7 0 は燃料又は潤滑液の圧力設定点 7 1 を受け取る。圧力設定点 7 1 は加算地点 7 2 に送られる。第 1 の加算地点 7 2 において測定された圧力は差し引かれ、設定点とポンプ 4 0 の出口で測定された圧力との間の差がフィードバック制御ループの一部である P I コントローラ 7 4 に送られる。

【 0 0 6 5 】

圧力設定点はフィードフォワード・ピストン比率ゲイン・ユニット 7 8 に送られる。フィードフォワード・ピストン比率ゲイン・ユニット 7 8 からの信号は、第 2 の加算地点 7 6 において P I コントローラ 7 4 からの信号と比較される。

10

【 0 0 6 6 】

第 1 の加算地点 7 2 に送られた測定された燃料又は潤滑液の圧力は、エンジンのパイプ・ボリューム内、すなわちバルブ装置 1 9 の下流の圧力の測定値に基づることができる。バルブ装置 1 9 は二輪ブロックで、供給管 1 8 から燃料又は潤滑液の流れを受け取るブリード・バルブ装置である。測定された燃料又は潤滑液の圧力はフィルター 8 6 でフィルターにかけられる。

【 0 0 6 7 】

第 2 の加算地点 7 6 における比較の結果は、高圧作動液の供給源 2 0 に送られる。その信号に基づき、高圧作動液の供給源 2 0 は修正した圧力を有する作動液を高圧ポンプ・ユニット 4 0 へ送達する。

20

【 0 0 6 8 】

電子制御ユニット 7 0 は、駆動ピストンの位置を表す信号を受け取り、ピストン監理ユニット 9 2 においてこの位置信号を処理する。ピストン監理ユニット 9 2 はピストン作動方法ユニット 9 0 に結合される。ピストン監理ユニット 9 2 及びピストン作動方法ユニット 9 0 の動作の詳細は、以下で更に詳細に示され説明される。ピストン作動方法ユニット 9 0 の信号は、駆動ピストン 4 6 を作動させるために高圧ポンプ 4 0 の制御バルブ 2 4 に送られる。

【 0 0 6 9 】

駆動ピストン 4 6 が作動することにより、燃料又は潤滑液を、供給管 1 8 を通して圧送する。

30

【 0 0 7 0 】

電子制御ユニット 7 0 の主圧力制御はフィードフォワードである。P I (比例積分) コントローラは、非直線性を補償し、一時的変動に対して補助を行う。

【 0 0 7 1 】

燃料又は潤滑液の圧力は、液圧送りの圧力をポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 に設定することによって自動制御される。圧力制御は液圧側で行われ、ガス側で行う必要はない。液圧が適切に制御される場合、このシステムでは燃料又は潤滑液の圧力が高くなりすぎることは起こり得ない。

40

【 0 0 7 2 】

駆動ピストン 4 6 は、圧力制御のアクティブパーツではない制御方法を介して制御される。

【 0 0 7 3 】

各ポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 は個別に制御可能である。したがって、異なるピストン方法及び種々の動作条件で稼働させることが可能である。更に、2 ストロークの間で 3 つのポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 から 2 つのポンプ・ユニットに変えることが可能なため、ポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 を個別に稼働させる可能性は冗長性を提供する。

【 0 0 7 4 】

50

戻るスピードは前進する（ポンプ）スピードより速くなり得るので、2つのポンプ・ユニットだけを稼働するときオーバーラップすることが可能になる。ポンプ・ユニット41、42、43の間のオーバーラップは、圧力スパイクを減少させるための必要性に従って調整され得る。

【0075】

シリンダの固定位置で高い摩耗が起こることと対照的に、ポンプ・シリンダ61の領域にわたって摩耗を分散するために、ポンプ・ストロークの最終位置は経時的に変化し得る。

【0076】

システムにより、たとえ突然のシャットダウン時（ピストン停止）でも過度の圧力はほとんど又は全く発生しない。これは非常に低い慣性及び動的応答に否定的に影響する他の要因のためである。

【0077】

制御バルブ24は液圧制御バルブ又は電子制御バルブであり得る。制御バルブ24は液圧制御バルブである本実施形態において、電子制御されたソレノイド・バルブ（図示せず）が設けられ、制御バルブ24への液圧制御信号を制御する。電子制御されたソレノイド・バルブは電子制御ユニット70から電子制御信号を受け取る。

【0078】

電子制御ユニット70、詳細にはピストン作動方法ユニット90は、ポンプ・ユニット41、42、43の駆動室48を高圧作動液の供給源20又はタンクに選択的に接続するよう構成される。

【0079】

電子制御ユニット70、詳細にはピストン作動方法ユニット90は、駆動ピストン47のポンプ・ストロークを、別の駆動ピストン47のポンプ・ストロークが終点に近づき、終わるポンプ・ストロークと始まるポンプ・ストロークとの間に小さいオーバーラップがあるときに開始するよう構成される。1つの実施形態において、電子制御ユニット70は、それぞれの駆動シリンダを実質的に連続して、好ましくは小さいオーバーラップで作動させるよう構成される。したがって、図6及び図7の例示のように、大きい圧力変動もなく、LNGの高圧気化器14への実質的に安定した流れが実現できる。

【0080】

図6、図7、及び図8は、高圧ポンプ40の通常動作を例示する。薄い連続線はポンプ・ユニット41を表し、濃い連続線はポンプ・ユニット42を表し、点線はポンプ・ユニット43を表す。図6は、駆動ピストン46 / ポンプ・ピストン62の動きを示すグラフである。グラフからわかるように、次のポンプ・ユニットのポンプ・ストロークは、現在作動しているポンプ・ユニットのポンプ・ストロークが終わる直前に始まる。図7は、3つのポンプ・ユニット41、42、43の移送管50からの圧力出力から構成されて得られた圧力を示す。得られた圧力は実質的に一定で、変動がない。

【0081】

図8は、ポンプ・ユニットのスピードの特徴を示す。ここでは戻りストロークのスピードがポンプ・ストロークのスピードより著しく速いことが明確に見られ、そのため、3つ以上のポンプ・ユニットの内2つだけを使用しても、ポンプ・ユニット間のオーバーラップを可能にする。

【0082】

1つの実施形態において、電子制御ユニット70、詳細にはピストン作動方法ユニット90は、高圧ポンプから高圧気化器14への高圧液化ガスの実質的に一定な流れを得るために、ポンプ・ストロークが終わる際の動力及びポンプ・ストロークが始まる際の動力を計算に入れるよう構成される。

【0083】

1つの実施形態において、電子制御ユニット70、詳細にはピストン作動方法ユニット90は、ポンプ・ユニット41、42、43の内の1つのポンプ・ストロークをいつ開始

10

20

30

40

50

すべきかを決定するよう、及び駆動ユニット 4 1、4 2、4 3 の内の任意のポンプ・ストロークをいつ終えるべきかを決定するよう構成される。したがって、ポンプ・ストロークを開始する地点、詳細にはポンプ・ストロークを終える地点は、ピストン作動方法ユニット 9 0 によって、好ましくはピストン監視ユニット 9 2 とともに正確に制御され得る。

【 0 0 8 4 】

1 つの実施形態において、電子制御ユニット 7 0 は、ポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 の内の 1 つが故障した場合、ポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 の内の機能する残りの駆動ピストンが動作するよう構成される。したがって、冗長性が得られ、ポンプ・ユニット 4 1、4 2、4 3 の内の 1 つが故障してもポンプ作用を続けることができる。

【 0 0 8 5 】

1 つの実施形態において、電子制御ユニット 7 0 は、高圧ポンプ 4 0 から高圧気化器までの液化ガスの流れの大きさに関連して、駆動室 4 8 が高圧作動液の供給源から切り離される駆動ピストン 4 6 の位置を調整するよう構成される。したがって、駆動ピストン 4 6 及びポンプ・ピストン 6 2 のスピード及び生じた慣性に関わらず、ポンプ・ストロークが逆転する位置を制御することができる。

【 0 0 8 6 】

1 つの実施形態によると、高圧ポンプからエンジンへの燃料又は潤滑液の流れが増加する場合、電子制御ユニット 7 0 は、関係する駆動ピストン 4 6 の駆動室 4 8 が高圧液の供給源 2 0 から切り離される位置で、駆動ピストンの位置を駆動ストロークと反対の方向に調整するよう構成される。また、高圧ポンプからエンジンへの燃料又は潤滑液の流れが減少する場合、電子制御ユニット 7 0 は、関係する駆動ピストン 4 6 の駆動室 4 8 が高圧液の供給源 2 0 から切り離される位置で、駆動ピストン 4 6 の位置を駆動ストロークの方向に調整するよう構成される。これは図 1 0 及び図 1 1 に示されている。

【 0 0 8 7 】

図 1 0 は、駆動ストローク / ポンプ・ストロークの最終位置での駆動ピストン 4 6 及びポンプ・ピストン 6 2 の増加したスピードの効果を示している。薄い連続線はポンプ・ユニット 4 1 を表し、濃い連続線はポンプ・ユニット 4 2 を表し、点線はポンプ・ユニット 4 3 を表す。電子制御ユニット 7 0 は、駆動ピストンが 8 0 mm のストロークに達したとき、高圧ポンプ 4 0 によって送達された液化ガスの流れの荷重 / 大きさに関係なく、液圧制御バルブ 2 4 に対して駆動室 4 8 をタンクに接続するようシグナリングする。慣性とより速いスピードのため、駆動ピストン 4 6 の停止 / 逆転位置は、2 5 % 荷重での 8 5 mm から、5 0 % 荷重での 8 9 mm、1 0 0 パーセント荷重での 9 8 mm へと変化する。

【 0 0 8 8 】

図 1 1 は、荷重が大きい場合はより短いストロークで、また荷重が小さいときはより長いストロークで、駆動室 4 8 をタンクに接続することによって駆動ピストン 4 6 / ポンプ・ピストン 6 2 の増加したスピードを補償する電子制御ユニット 7 0 の効果を示すグラフである。グラフに見られるように、電子制御ユニット 7 0 は駆動 / ポンプ・ストロークの最終位置を、このように正確にコントロールできる。

【 0 0 8 9 】

グラフの例において、次の駆動シリンダのための 2 5 % 荷重 (すなわち、高圧ポンプ 4 0 の最大容量の 2 5 %) のために駆動室 4 8 をタンクに接続する信号は、前のシリンダが駆動室に 7 5 mm 入ったときに発せられる。「前の」駆動シリンダの駆動室は、そのシリンダが駆動室に 9 3 mm 入ったときに、タンクに接続される。次の駆動シリンダの高圧の供給源への接続の「信号 ON」及び、「前の」シリンダのタンクへの接続の「信号 OFF」は以下の表 1 に示される。

【 0 0 9 0 】

10

20

30

40

【表 1】

	25%荷重	45%荷重	70%荷重	100%荷重
信号ON	75mm	75mm	75mm	75mm
信号OFF	93mm	86mm	83mm	80mm
停止位置	97mm	97mm	97mm	97mm

【0091】

当然、ポンプ・シリンダ61の摩耗を低減するために開始位置を意図的に変えるよう、電子制御ユニット70をプログラムすることもまた可能である。

10

【0092】

1つの実施形態において、電子制御ユニット70は、ポンプ・シリンダ61の摩耗を軽減するためにポンプ・ピストン62のストローク領域にわたってポンプ・ピストン62が逆転する位置を分散させるため、アルゴリズム、計画、又は無作為によって、関係する駆動ピストン46の駆動室48が高圧液の供給源20から切り離される駆動ピストン46の位置を調整するよう構成される。ポンプ・シリンダ61の摩耗は、ポンプ・ストロークの終点位置が最も激しいことが知られている。ポンプ・ストロークの終点位置を変化させることによって、ポンプ・シリンダ61の摩耗はより大きい領域にわたって拡散され得るので、ポンプ・シリンダ61の寿命は大幅に増加され得る。

20

【0093】

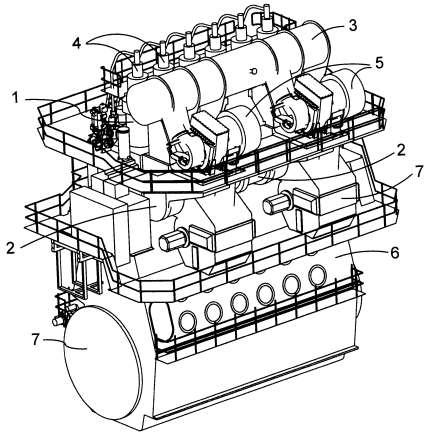
1つの実施形態において、電子制御ユニット70は、駆動室48へ供給される作動液の制御圧力とは独立に、それぞれの駆動ピストン46の作動及び作動停止を制御するよう構成される。したがって、駆動ピストンの作動のための制御方法は、圧力制御とは関係なく電子制御ユニット70によって最適化され得る。

【0094】

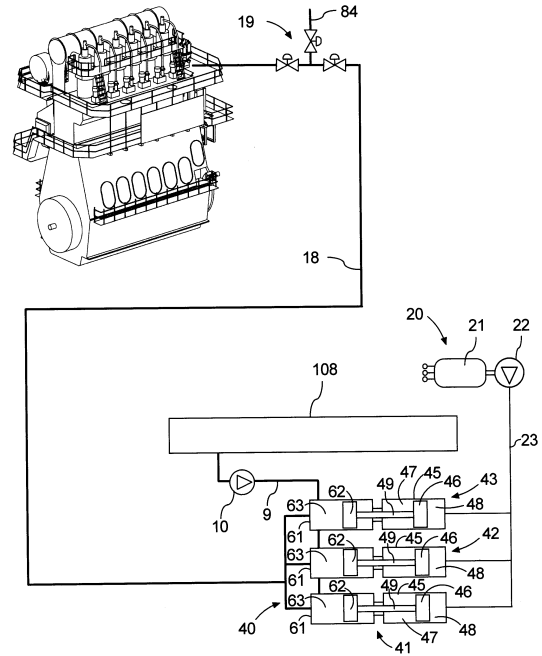
本発明について、本明細書の様々な実施形態とともに説明してきた。しかし、請求された発明を実行する当業者は、図面、本開示、及び添付の特許請求の範囲を検討することによって、開示された実施形態の他の変形を理解し、実現することができる。特許請求の範囲において、「備える」という単語は他の要素又はステップを排除せず、複数であり得ることが明記されていない構成が複数であり得ることを排除しない。電子制御ユニットは、個別の電子制御ユニットの組合せによって形成され得る。特定の測定値が互いに異なる従属クレームに列挙されているということだけでは、これら測定されたものの組合せを利点として使用できない、ということを示さない。特許請求の範囲で使用される参照符号を、範囲を制限するものと解釈してはならない。

30

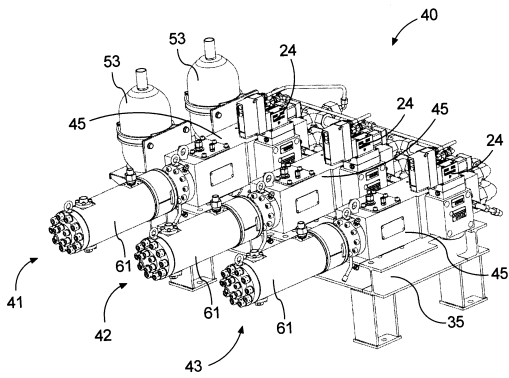
【図1】



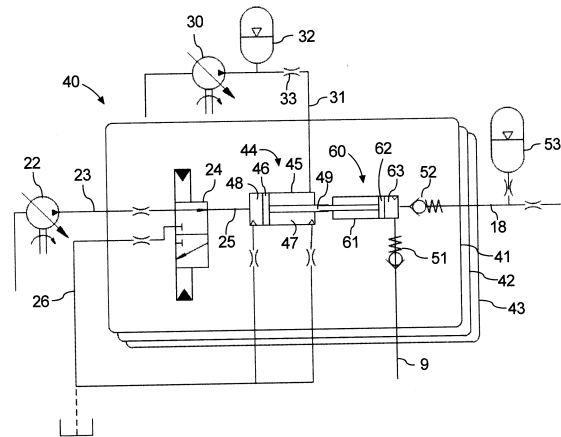
【図2】



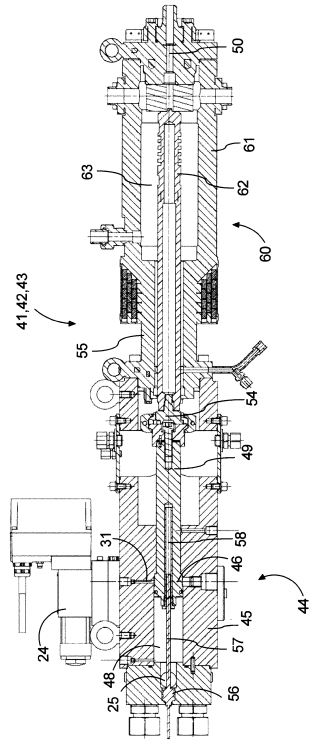
【図3】



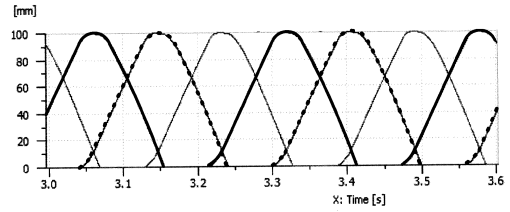
【図4】



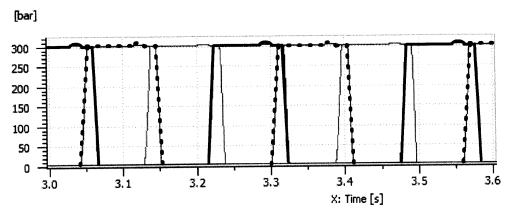
【 図 5 】



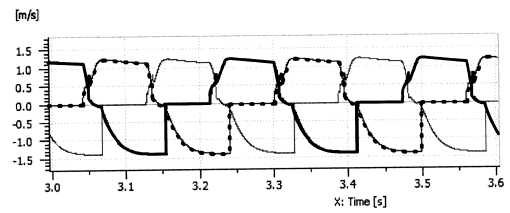
【 図 6 】



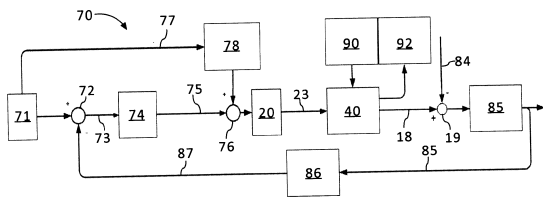
【 図 7 】



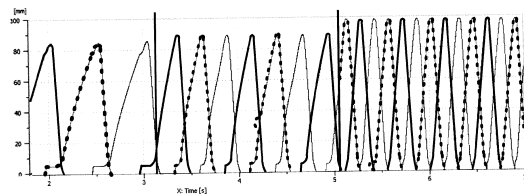
【 図 8 】



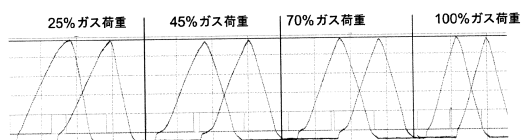
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100101340
弁理士 丸山 英一
- (74)代理人 100205730
弁理士 丸山 重輝
- (72)発明者 クレスチャン クアトイス ヴェング
デンマーク, 4000 ロスキレ, ウスタベンゲズ 2
- (72)発明者 ヤン ホルスト
デンマーク, 2770 カストロプ, ティングバゲン 5
- (72)発明者 ラスムス ボーウピェア ニルスン
デンマーク, 2605 ブランビュー, ギルスエーヤ 264, 9. ティーブイ.

審査官 櫻田 正紀

- (56)参考文献 特開2016-200082(JP,A)
特開2015-102187(JP,A)
実開平02-046101(JP,U)
特開2007-113433(JP,A)
特開2010-261379(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02M 37/12
F01M 1/02
F02M 59/10