

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6163552号
(P6163552)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl.

F01N 3/08 (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01)

F 1

F01N 3/08
B01D 53/94 222

請求項の数 18 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2015-526872 (P2015-526872)
 (86) (22) 出願日 平成25年8月17日 (2013.8.17)
 (65) 公表番号 特表2015-526636 (P2015-526636A)
 (43) 公表日 平成27年9月10日 (2015.9.10)
 (86) 國際出願番号 PCT/CN2013/081709
 (87) 國際公開番号 WO2014/029301
 (87) 國際公開日 平成26年2月27日 (2014.2.27)
 審査請求日 平成27年2月13日 (2015.2.13)
 (31) 優先権主張番号 13/592,091
 (32) 優先日 平成24年8月22日 (2012.8.22)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 515000982
 ナンジン ケイ エンバイロンメンタル
 プロテクション サイエンス アンド テ
 クノロジー カンパニー リミテッド
 中華人民共和国 211200 江蘇省
 ナンジン リュイ ヨンヤンタウン チ
 ャンシェンチャオストリートナンバー68
 8
 (74) 代理人 100095407
 弁理士 木村 满
 (74) 代理人 100109449
 弁理士 毛受 隆典
 (74) 代理人 100132883
 弁理士 森川 泰司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】エア駆動還元剤輸送システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

還元剤を内燃機関の排気ガスシステムへ輸送させる装置であって、
 還元剤タンクと、
 圧縮空気源と、
 エア駆動油圧ポンプであって、逆止弁を介して前記還元剤タンクと流体的に連結される第1の吸入ポートと、前記圧縮空気源と流体的に連結される第2の吸入ポートと、前記エア駆動油圧ポンプと流体的に連結され、圧縮空気を前記エア駆動油圧ポンプから放出させるための第1の排出ポートと、当該エア駆動油圧ポンプ内の還元剤の流出に用いられる、前記第1の吸入ポートとは独立した第2の排出ポートと、を備えるエア駆動油圧ポンプと、

前記排気ガスシステムの還元剤流量を制御するためのインジェクタと、

前記圧縮空気源から前記第2の吸入ポートを介して前記エア駆動油圧ポンプに送られる空気流および第1の排出ポートを介して放出される空気流をそれぞれ独立して制御することで還元剤の圧力を制御するように構成され、前記インジェクタの開時間を調整することで前記排気ガスシステムへの還元剤の定量供給量を制御するように構成されるコントローラーと、を含む装置。

【請求項 2】

逆止弁を介して前記エア駆動油圧ポンプの前記第2の排出ポートと流体的に連結される吸入ポートと、前記インジェクタと流体的に連結される排出ポートと、を備える油圧緩衝

10

20

器を更に含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

体積変換装置が前記油圧緩衝器内に設置され、しかも前記体積変換装置は、体積が前記油圧緩衝器内の還元剤の圧力により変化される請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記インジェクタを前記還元剤タンクと流体的に連結する流体流路と、前記流体流路中の流体の流動を制御する制御弁と、をさらに含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記コントローラーが、さらに前記制御弁を開くことによって前記エア駆動油圧ポンプ中の還元剤を排出するように構成される請求項 4 に記載の装置。 10

【請求項 6】

前記エア駆動油圧ポンプが前記還元剤タンク内に配置される請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記圧縮空気源が前記内燃機関のターボを含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記エア駆動油圧ポンプは、

前記エア駆動油圧ポンプ内に上下移動され、その内部空間が前記第 1 の排出ポートと前記第 2 の吸入ポートとに流体的に連結する上部空間、及び前記第 1 の吸入ポートと前記第 2 の排出ポートとに流体的に連結する下部空間に分割されるピストンと、

前記ピストンが最低位置までに移動される場合、逆止弁を介して前記上部空間を前記下部空間と流体的に連結する流体流路と、を含む請求項 1 に記載の装置。 20

【請求項 9】

前記ピストンは、さらに、前記エア駆動油圧ポンプの前記内部空間内に、周囲環境と流体的に連結される中間空間を形成させる請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記ピストンは、さらに、前記エア駆動油圧ポンプの前記内部空間内に、前記ピストンが前記最低位置に位置する時以外、周囲環境と流体的に連結される中間空間を形成させる請求項 8 に記載の装置。

【請求項 11】

第 2 のエア駆動油圧ポンプであって、逆止弁を介して前記還元剤タンクと流体的に連結される第 3 の吸入ポートと、前記圧縮空気源と流体的に連結される第 4 の吸入ポートと、前記第 2 のエア駆動油圧ポンプと流体的に連結され、圧縮空気を前記第 2 のエア駆動油圧ポンプから放出させるための第 3 の排出ポートと、前記第 2 のエア駆動油圧ポンプ内の還元剤の流出に用いられる、前記第 3 の吸入ポートとは独立した第 4 の排出ポートと、を備える第 2 のエア駆動油圧ポンプをさらに含み、 30

前記第 1 の吸入ポートと前記第 3 の吸入ポートとが流体的に連結され、前記第 2 の吸入ポートと前記第 4 の吸入ポートとが流体的に連結され、前記第 1 の排出ポートと前記第 3 の排出ポートとが流体的に連結され、前記第 2 の排出ポートと前記第 4 の排出ポートとが流体的に連結された請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

前記コントローラーは、さらに、吸液行程と加圧行程との間に交互に切り替えるように前記第 2 のエア駆動油圧ポンプ及び前記エア駆動油圧ポンプを制御することにより、一定の還元剤圧力を提供するように構成される請求項 11 に記載の装置。 40

【請求項 13】

前記エア駆動油圧ポンプは、高圧吸入口が前記圧縮空気源と流体的に連結され、低圧吸入口が前記エア駆動油圧ポンプ及び前記第 1 の排出ポートと流体的に連結され、しかも、排出口が周囲環境と流体的に連結されるベンチュリ装置をさらに含み、

前記第 2 のエア駆動油圧ポンプは、高圧吸入口が前記圧縮空気源と流体的に連結され、低圧吸入口が前記第 2 のエア駆動油圧ポンプ及び前記第 3 の排出ポートと流体的に連結され、しかも、排出口が周囲環境と流体的に連結されるベンチュリ装置をさらに含む請求項 50

11に記載の装置。

【請求項14】

流体タンクと、第1のポンプ吸液行程と第1のポンプ加圧行程とを備える第1のエア駆動油圧ポンプと、第2のポンプ吸液行程と第2のポンプ加圧行程とを備える第2のエア駆動油圧ポンプと、油圧緩衝器と、前記油圧緩衝器中の流体圧力を表すセンシング値を提供する圧力センサーと、インジェクタと、を含む流体定量供給システムの制御方法であって、

前記第1のエア駆動油圧ポンプの前記第1のポンプ加圧行程において、前記油圧緩衝器中に流体圧力を積み上げること、

前記第1のエア駆動油圧ポンプのそれぞれの前記第1のポンプ加圧行程において前記流体圧力を予め定めた範囲内に維持するように、少なくとも前記圧力センサーより取得された前記センシング値を利用してフィードバック圧力制御を起動させてから、前記第2のエア駆動油圧ポンプの前記第2のポンプ吸液行程を開始させること、

前記第2のエア駆動油圧ポンプのそれぞれの前記第2のポンプ加圧行程において前記流体圧力を前記予め定めた範囲内に維持するように、前記圧力センサーより取得された少なくとも前記センシング値を利用してフィードバック圧力制御を起動させてから、前記第1のエア駆動油圧ポンプの前記第1のポンプ吸液行程を開始させること、

前記インジェクタの開時間を調整して流体の輸送量を制御することと、を含む方法。

【請求項15】

流体タンクと、吸液行程と加圧行程とを備えるエア駆動油圧ポンプと、油圧緩衝器と、前記油圧緩衝器中の流体圧力を表すセンシング値を提供する圧力センサーと、ソレノイドにより操作される弁により開閉されるインジェクタと、を含む流体輸送システムの制御方法であって、

前記エア駆動油圧ポンプの前記加圧行程において、前記油圧緩衝器中に流体圧力を積み上げることと、

前記エア駆動油圧ポンプのそれぞれの前記加圧行程において前記油圧緩衝器中の流体の圧力を予め定めた範囲内に維持するように、前記圧力センサーより取得されたセンシング値に基づいて、前記エア駆動油圧ポンプ内に圧縮空気を供給し、前記エア駆動油圧ポンプ内に空気を保存し、前記エア駆動油圧ポンプから空気を放出する、ことを通じて前記エア駆動油圧ポンプ内の空気量を調整することによるフィードバック圧力制御を起動させること、

前記エア駆動油圧ポンプのそれぞれの前記吸液行程において前記フィードバック圧力制御を停止させること、

前記ソレノイドに所定の時間通電することにより流体の輸送量を制御することと、を含む方法。

【請求項16】

前記油圧緩衝器中の流体残留物を前記流体タンク中へ戻させることと、

前記インジェクタ中の流体残留物を排除することと、を含む請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記圧力センサーから取得された前記センシング値に基づいて、パルス幅変調法を利用して繰り返しコントロールサイクル中の前記流体輸送量を制御することにより、流体輸送速度を制御することを含む請求項15に記載の方法。

【請求項18】

前記パルス幅変調法は、第1段制御と第2段制御との2段制御を含み、前記第1段制御が少なくとも前記圧力センサーより取得された前記センシング値に基づいて、前記第2段制御を周期的に指令して第1段のPWM信号を生成させ、前記第2段制御が第2段の信号を生成させる請求項17に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本出願は、本発明と同様の名称で2011年8月22日に出願済みである米国仮出願番号61/575,469の優先権を享受するものである。

【0002】

本発明は、排気ガス中の規制物質を除去するように、還元剤を内燃機関の排気ガス処理システムへ輸送するための装置と方法に関し、より具体的には、エア駆動油圧ポンプを使用して液体還元剤を内燃機関の排気ガス処理システムへ輸送する装置と方法に関する。

【背景技術】

【0003】

内燃機関から排出された排気ガス中の環境的に有害な物質、例えば炭化水素化合物(HC)、一酸化炭素(CO)、粒子状物質(PM)及び窒素酸化物(NOx)などは、排気ガスから除去する必要がある規制物質である。希薄燃焼エンジンにおいては、過剰酸素が大量に存在するため、過剰な添加剤を用いない受動装置(例えば、三元触媒を使用した装置)はほとんどの火花点火式エンジンのように酸化性物質NOxを効果的に除去することができない。希薄燃焼エンジン中のNOxを減少させるために、排気ガス中に還元剤が定量添加される多種の能動的装置が開発されている。これらの技術において、通常、還元剤に対して計量を行い排気ガスへ注入することによって得られた混合物が、選択的な触媒還元(Selective Catalytic Reduction、SCR)触媒へ流入して、その中で還元剤がNOxと選択的に反応し、例えば窒素、二酸化炭素及び水など無毒な物質を生成させる。

【0004】

SCRシステムにおいて、多種の還元剤を使用することができ、例えば、アンモニア(NH3)、HCと水素(H2)である。その中では、アンモニアSCRが比較的に高い転換率と広い温度範囲によりもっとも広く使用されている。アンモニアを直接定量で添加することができる。しかしながら、純粋アンモニア処理での安全性問題と困難により、通常、アンモニアSCRシステムでは尿素溶液が使用される。尿素は排気ガス中で加熱分解と加水分解されてアンモニアになる。

【0005】

代表的には、SCRシステムにおいて、ECU(エンジン制御ユニット)は必要とされるアンモニア定量供給率を計算する。そして、尿素とアンモニアの比率に基づいて、必要とされる尿素流量を計算し、定量供給率指令を定量供給システムへ送信する。当該システムにおいて、尿素溶液に対して計量を行い、排気ガス中に注入させる。一般的に言うと、燃料制御と類似して還元剤の計量も2種類の方法がある。1種類の方法は、計量ポンプを使用してポンピング速度を制御することで正確に還元剤の流量を制御することである。もう1種類の方法はコモンレール燃料制御システムで使用される方法とよく似ている。このような方法では、還元剤レールあるいは緩衝器で一定の圧力を積み上げて維持させ、しかも、緩衝器と流体的に連結されるインジェクタの繰り返し制御サイクル中の開時間を調整することにより還元剤流量に対して制御を行う。

【0006】

還元剤の霧化はSCR転換率に対して非常に重要であり、特に、尿素SCRシステムにおいて、当該システム中に定量的に添加された尿素が加熱分解と加水分解してアンモニアになれる必要があり、排気ガスが提供する熱エネルギーが有限である。第1種類の還元剤計量方法では、制御が簡単であるが、還元剤の圧力に対して制御していない。したがって、良好な霧化効果を得るために、良好に設計されるノズルにより霧化を促進される以外、連続空気流を提供するように、通常、還元剤定量供給と余分の空気供給と混合する必要がある。連続空気流と正確制御される計量ポンプの要求が当該方法の応用を制限している。第2種類の還元剤計量方法が余分の空気供給により霧化を促進される必要がない。それは高圧では、良好に設計されるノズルにより還元剤を噴射すると良好な霧化効果があるからだ。したがって、当該方法では、圧力制御の要件により、代表的には、モータにより駆動される液体ポンプ(例えば、膜ポンプ)によりレール圧を積み上げて維持させる必要があり、同時に複雑なモータ制御システムも必要がある。

10

20

30

40

50

【0007】

それ以外、還元剤が低環境温度で凍結することを回避するために、定量供給システムが遮断される前に、当該定量供給システム内の還元剤残留物を排除する必要がある。当該第1種類の還元剤計量方法を用いたシステムにおいて、空気供給を使用して還元剤残留物をタンクへ押し戻すことができるが、当該第2種類の方法を用いたシステムにおいて、余分な還元剤の流れ制御により還元剤残留物を戻す必要がある。接続配線に還元剤残留物がある定量供給システムにおいて、また、配線加熱装置が必要である。還元剤タンクの加熱制御と異なり、配線加熱は1種類の分布式加熱であり、閉ループ制御には比較的に難しく、しかも値段が高い。特殊な正温度係数 (Positive Temperature Coefficient, PTC) ヒーターを用いる以外、局所的なオーバーヒートにより損傷を防ぐように加熱電力と配線耐用性に対して慎重にバランスを取る必要がある。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

還元剤定量供給システムの複雑性を低下させるとともに良好な性能を得るために、本発明の重要な目的は、エア駆動油圧ポンプを利用して、簡単な圧力制御により高いレール圧を積み上げて維持させる還元剤定量供給装置を提供することである。当該エア駆動油圧ポンプ内部にはモータを備えず、それにより、電気エネルギーと複雑なモータ制御により駆動される必要がない。当該エア駆動油圧ポンプは連続的な空気供給も必要ではない。

20

【0009】

本発明のもう1つの目的は、還元剤圧力変化による影響を受けにくい定量供給率を制御する方法を提供することであり、それにより、変化する還元剤圧力下で、正確な定量供給率を得られる。

【0010】

本発明のさらに1つの目的は、エンジンターボにより発生される圧縮空気を利用するエア駆動油圧ポンプを備える定量供給装置を提供することであり、それにより、余分な加熱装置を必要としない。

【0011】

本発明のまた1つの目的は、圧縮空気を利用して定量供給過程が完成した時に還元剤残留物をタンクへ戻す制御装置を提供することである。

30

【0012】

本発明のさらに1つの目的は、還元剤タンク内にエア駆動油圧ポンプが配置される定量供給装置を提供することであり、それにより、当該ポンプはタンク本体加熱以外の余分な加熱装置を必要としない。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、還元剤を内燃機関の排気ガス処理システムへ輸送するための装置と方法を提供する。より具体的には、当該装置はエア駆動油圧ポンプと油圧緩衝器とを備える還元剤供給モジュールと、圧力センサーと、還元剤タンクと、定量供給制御ユニット (dosing control unit, DCU) 及びインジェクタとを含む。本発明の実施形態では、圧力センサーが油圧緩衝器中に配置され、エア駆動油圧ポンプより供給される還元剤の圧力を計測するのに用いられる。当該エア駆動油圧ポンプは吸入ポートと排出ポートを備え、当該吸入ポートが電磁弁を介して圧縮空気源と流体的に連結されるとともに、当該排出ポートが他の電磁弁及び任意のマフラーを介して周囲環境と流体的に連結される。当該エア駆動油圧ポンプは加圧行程と吸液行程とを備える。当該エア駆動油圧ポンプにおける行程と圧力はDCUにより電磁弁を操作して空気を供給と放出することで制御される。当該加圧行程においては、圧力センサーより取得されたセンシング値を利用して、当該DCUでのフィードバックコントローラによって当該油圧緩衝器中の還元剤の圧力を制御するが、当該吸液行程においては、当該圧力フィードバックコントローラが停止されるとともに、当該油圧緩衝器によって還元剤の圧力を維持する。当該油圧緩衝器が還

40

50

元剤の定量供給に使用されるインジェクタと流体的に連結されとともに、当該インジェクタの吸入口が遮断弁を介して当該還元剤タンクに連結される。定量供給した後、当該遮断弁が開けられる。当該エア駆動油圧ポンプ及び当該油圧緩衝器中の還元剤残留物は当該ポンプの圧力下で排出されるとともに、当該インジェクタ中の還元剤残留物が排除される。還元剤の定量供給率は PWM コントローラーにより制御されており、当該 PWM コントローラーは定量供給指令に基づいて PWM 信号を生成させて当該インジェクタを駆動させる。当該 PWM コントローラーは 2 段である。第 1 段のコントローラーは第 2 段のコントローラーの制御パラメーターを周期的に設定することで第 1 段の PWM 信号を生成させるが、第 2 段のコントローラーが第 2 段の PWM 信号を生成させる。これらの制御パラメーターの値は、第 1 段のコントローラーが油圧緩衝器中に配置される圧力センサーより取得されたセンシング値に基づいて計算されている。この方式によると、PWM コントローラーにより圧力変化が補正されるので、定量供給率の正確さが圧力変化による影響を受けにくい。低環境温度下で定量供給を実現するために、当該定量供給システムでの還元剤の温度がその氷点より高く維持する必要がある。本発明の実施形態では、還元剤残留物が定量供給の後に圧縮空気によって排除されるので、当該エア駆動油圧ポンプが当該還元剤タンク中に配置されてもよく、それにより、当該ポンプを加熱するための装置が省略される。10

【 0 0 1 4 】

当該エア駆動油圧ポンプは、圧力が当該油圧緩衝器中の還元剤の圧力より小さい圧縮空気源の存在下で動作することができる。本発明のもう 1 つの実施形態では、エア駆動油圧ポンプは、内部にピストンを備える。当該ピストンは、2 つの表面を備えて、しかも、当該ポンプの内部空間が上部空気チャンバーと下部還元剤チャンバーとに分割される。当該上部空気チャンバーへ向いている表面の面積が当該下部還元剤チャンバーへ向いている表面より大きいので、さらに高い還元剤の圧力を得ることができる。定量供給の後には、当該ピストンが還元剤を排出するための位置まで移動した場合、流体流路により当該上部空気チャンバーが当該下部還元剤チャンバーと流体的に連結される。20

【 0 0 1 5 】

吸液行程に圧力低下が存在する可能性を防ぐために、本発明のもう 1 つの実施形態では、2 つのエア駆動油圧ポンプを利用して連続的な圧力フィードバック制御を提供している。前記 2 つのポンプは交互に制御動作する。即ち、第 1 のポンプが圧力フィードバック制御の下で加圧行程にある場合、第 2 のポンプの吸液行程がトリガーされて、また、第 1 のポンプが吸液行程によって再充填を行う必要があるとき、当該第 2 のポンプが加圧行程へ移行する。この方式によると、どの場合でも 1 つのポンプが圧力フィードバック制御の下で加圧行程に設置されるので、当該油圧緩衝器中の還元剤の圧力が常に一定に制御されることになる。30

【 0 0 1 6 】

当該閉ループ圧力制御及び当該 2 段 PWM 制御は、還元剤の圧力が圧縮空気供給中の圧力変化による影響を受けにくくようにし、また、圧縮空気の圧力が還元剤の圧力より小さい場合にも、当該エア駆動油圧ポンプが動作することができる。それ以外に、エア駆動ポンプの特徴により、消耗空気と還元剤の定量供給量が同じであり、連続的な空気流が必要ではなくなる。これらの新規の特徴によれば、本発明における定量供給システムは、エンジンターボを含む多種の圧縮空気源に使用することが可能になるように実施されている。40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【図 1】排気ガス処理システムを備える内燃機関の概略図である。

【 0 0 1 8 】

【図 2 a】油圧緩衝器と電磁弁制御を備えるエア駆動油圧ポンプシステムを表す。

【 0 0 1 9 】

【図 2 b】制御図 2 a のエア駆動油圧ポンプシステムの行程制御アルゴリズムに用いられるフローチャートである。

【 0 0 2 0 】

【図2c】制御図2aのエア駆動油圧ポンプの圧力制御アルゴリズムに用いられるフローチャートである。

【0021】

【図3a】正常定量供給工程における、内部にピストンが設置されたエア駆動油圧ポンプシステムの断面図である。

【0022】

【図3b】還元剤排除工程における、内部にピストンが設置されたエア駆動油圧ポンプシステムの断面図である。

【0023】

【図4】還元剤タンク中に配置されたエア駆動油圧ポンプを表す。

10

【0024】

【図5a】PWMコントローラーの信号のフローチャートを含むブロック図であり、当該PWMコントローラーが還元剤の定量供給率を制御するためのものである。

【0025】

【図5b】図5aのPWMコントローラー中のPWM制御ブロックの信号のフローチャートを含むブロック図である。

【0026】

【図5c】PWM信号生成回路の信号のフローチャートを含むブロック図である。

【0027】

【図5d】図5bのオン時間と周期決定制御に用いられる割り込みサービスルーチンのフローチャートである。

20

【0028】

【図5e】PWM信号生成時の信号タイムチャートであり、当該PWM信号が図5dの割り込みサービスルーチンを使用して生成される。

【0029】

【図6】2つのエア駆動油圧ポンプを有する還元剤ポンピングシステムを示す。

【0030】

【図7a】還元剤輸送制御の状態のフローチャートである。

【0031】

【図7b】起動制御に用いられる割り込みサービスルーチンのフローチャートである。

30

【0032】

【図7c】排除制御に用いられる割り込みサービスルーチンのフローチャートである。

【0033】

【図8】エンジンターボにより提供される圧縮空気を使用した油圧ポンプを示す。

【発明を実施するための形態】

【0034】

(還元剤輸送システム)

図1を参照すると、エンジンの後処理システムにおいて、エンジン100より発生した排気ガスがマニホールド101を通って流路166に侵入する。当該流路166には還元剤インジェクタ130が取り付けられている。インジェクタ130の電磁弁は定量供給制御ユニット(DCU)140がポート136に接続される信号線145により制御を行う。しかも、圧力配線131がポート133の還元剤供給モジュール110と流体的に連結することにより還元剤を提供する。高温排気ガスによる損害を防ぐために、エンジン冷却材を吸入ポート134と排出ポート135との間に循環させる。インジェクタ130より噴出される還元剤が排気ガスと混合され、しかも、それで得られた気体が混合器161によって触媒163へ入り、その中にSCR反応を行って排気ガス中のNOxを還元させる。

40

【0035】

還元剤供給モジュール110は、ポート115を備え、当該ポートが配線131を介してインジェクタ130のポート133と流体的に連結されることにより加圧された還元剤

50

供給をインジェクタに提供する。圧力センサー（図1では、図示せず）は、還元剤供給モジュール内の圧力値をポート114に接続される線路143によりDCUへ送信する。還元剤供給モジュールはポート117と、供給配線123と、還元剤タンク120のポート122とによって還元剤タンクから還元剤を取り出す。しかも、圧縮空気が吸入ポート111から還元剤供給モジュールに侵入することにより内部の還元剤に対して加圧することができる。且つ、還元剤の圧力は、ポート116に接続される線路146を介してDCUにより制御される。圧縮空気が排出ポート112より放出される。

【0036】

タンク本体液面センサーと温度センサーは、それぞれ線路141と線路142を介して還元剤タンク120内の還元剤の液面位置と温度をDCUへ送信する。これらの線路は全てポート126に接続される。しかも、吸入ポート127と排出ポート128により循環されるエンジン冷却剤が還元剤タンクに対して加熱を行う。DCUは線路147を介して電磁遮断弁171を指令することによりエンジン冷却剤の流動を制御する。エンジンが停止した時に、圧力配線131内の還元剤残留物が低温で凍結することを回避するために、還元剤が排除工程にタンクへ還流させるように戻り配線125及びポート121を流路として使用される。DCUは配線148を介して遮断弁137に指令することにより戻り配線125内の還元剤の流動を制御する。電気ヒーター132, 129, 124及び113は、例えば、DCUが線路144を介して指令して圧力配線131、戻り配線125、供給配線123及び還元剤供給モジュール110中に凍結された還元剤に対して解凍を実行するために使用され、しかも、温度を還元剤の氷点より高く維持される。

10

20

【0037】

DCUに伝送される還元剤定量供給率の指令は、ECUではセンサー162が線路155より送信した触媒吸入口の排気ガス温度、センサー164が線路154により送信した触媒排出口の温度、通信線路153よりセンサー165から得られた触媒排出口のNOx濃度、および線路152よりエンジン100中のセンサーから得られる、もしくはこれらのセンサーから得られたセンシング値を利用して計算されたエンジン情報（エンジン状態、冷却剤温度とオイル温度、エンジンスピード、燃料添加速度、排気ガス流量、NOx濃度及びNO2/NOx比率）によって生成される。

【0038】

（エア駆動油圧ポンプ）

30

図1中の還元剤供給モジュール110の実施形態は図2a中に示すエア駆動ポンピングシステムである。当該ポンピングシステムにおいて、ポンプ本体200が還元剤タンク120からポート117と逆止弁205によって提供される還元剤を保持し、当該逆止弁により還元剤が当該タンク本体へ還流することを防止する。ポンプ本体200のトップに、T型コネクター220に接続されるポート202は圧縮空気の出入りに使用される。当該T型コネクター220の一側が、配線209によって常閉型電磁弁201の排出口に接続されており、当該電磁弁の吸入口が圧縮空気源のポート111（図1）に接続されている。当該T型コネクターの他側が配線211によって常閉型電磁弁203の吸入口に接続されており、しかも、マフラー204が当該電磁弁203の排出口に取り付けられて、気体放出のノイズを減少させる。当該マフラーの排出口はポート112（図1）である。還元剤は、ポンプ本体内部の圧力下で、ポート208、配線207、ポート218、および還元剤がポンプ本体へ還流することを回避する逆止弁217によって油圧緩衝器本体210中に圧入される。油圧緩衝器本体210にキャップ212が締められており、しかも、キャップ212中の溝とピストン214中の溝との間にバネ213が配置されており、当該バネの最低位置がrestrainer216により制限される。ピストン214と油圧緩衝器本体210は高圧チャンバー230を封止させ、しかも、ピストン214の溝223におけるOリング215が還元剤を当該高圧チャンバー230に密封して、漏れを防ぐ。インジェクタ130に通電した後、高圧チャンバー230内の還元剤がポート115により流れ出すと同時に、圧力センサー219が高圧チャンバー230中の圧力を検測し、しかも、圧力センシング値がポート114よりDCUへ伝送される。

40

50

【0039】

ポンプ本体200内の還元剤は定期的に再充填する必要があり、しかも、再充填が行つた後、ポンプ圧が一定に制御される。通常、ポンピングシステムの再充填操作を吸液行程と称し、ポンピング操作を加圧行程と称する。ポンピングシステムの行程制御と圧力制御は、全て電磁弁201、203に対する組み合わせ制御によって完成される。この2種類の弁に対する制御は4つのモードがあり、下の表に示す通りである。

【表1】

| モード番号 | 弁201の状態 | 弁203の状態 | 操作 |
|-------|---------|---------|--------------|
| 0 | 通電なし | 通電なし | ポンプから空気を放出 |
| 1 | 通電なし | 通電 | ポンプ中の空気を保持する |
| 2 | 通電 | 通電なし | 圧縮空気を放出 |
| 3 | 通電 | 通電 | ポンプへ気体を充填 |

10

【0040】

モード0では、電磁弁201、203は全て通電してなく、しかも、ポンプが空気を周囲環境中に放出させる。モード1では、電磁弁201が通電されているので、ポンプが周囲環境から遮断される。しかも、電磁弁203が通電されていないので、このモードでは、空気がポンプ中に保留される。モード2は特殊なモードである。このモードでは、圧縮空気が周囲環境へ放出される。モード2は、吸液行程中の再充填を容易にするために、ベンチュリT型コネクター(Venturi T connector)220を使用してポンプ本体中に低圧を発生させてもよい。しかし、加圧行程においてモード2を回避するべきである。モード3は吸入モードである。このモードでは、電磁弁201がポンプを周囲環境から遮断させるが、電磁弁203がポンプを圧縮空気供給に接続させる。

20

【0041】

ポンプ制御では、吸液行程と加圧行程とが交互にトリガーされ、しかも、当該ポンプ制御が周期的に動作するタイマー割り込みサービスルーチンを使用して実現できる。図2bを参照すると、代表的なポンプ制御ルーチンでは、まず、吸液行程のトリガー状態を検査する。吸液行程がトリガーされると、ポンプ制御がモード0に移行し、当該モードでは、ポンプが空気を周囲環境中に放出されて、ポンプ本体内の空気圧力が低下した後、重力あるいは還元剤タンクとポンプ本体と間の圧力差の作用で流体がポンプ中に流入する。吸液行程においては、流体がポンプより流れ出ることがなく、還元剤の駆動圧力が油圧緩衝器により維持される。ポンプ制御がモード0に設定された後、ステップ236では、吸液行程の動作状況について検査を行う。吸液行程が完了した場合、当該ルーチンを終了させる前に、ポンプは、吸液行程のトリガーをリセットするとともに、加圧行程のトリガーをセットして、次のサイクルの加圧行程をスタートさせるように制御する。それ以外では、ステップ231では、吸液行程時間について検査し、時間が長すぎる場合、ステップ232で故障を報告し、当該ルーチンを終了させる。差し戻して吸液行程のトリガー状態を検査し、吸液行程がトリガーされてない場合、加圧行程のトリガー状態を検査する。加圧行程がトリガーされていない場合、吸液行程のトリガーについてセットを実行し、当該ルーチンが終了する前に圧力制御を停止させる。それ以外の場合、ステップ235では、圧力制御を起動させて、油圧緩衝器の圧力をDCUの指令レベルで安定的に保持される。ステップ235の後、ステップ237では加圧行程の動作状態について検査する。加圧行程が完成していない場合、当該ルーチンを終了させる。それ以外の場合、加圧行程のトリガーをリセットし、吸液行程のトリガーをセットする。その後、圧力制御を停止させて、ステップ233ではポンプ制御がモード1における時間を検査する。モード1の時間が短すぎる場合、ステップ234で故障を報告する。

30

【0042】

理想気体の法則によると、所定の温度と体積では、油圧緩衝器の圧力はポンプ本体中に

40

50

閉じ込められた圧縮空気の量により決定される。したがって、電磁弁 201、203を利用して閉じ込められた圧縮空気の量を調整することでこの圧力を制御することができる。図 2 c に示すように、図 2 b のステップ 235 で言及した圧力制御の実施形態は周期的に動作するタイマー割り込みサービスルーチンである。このルーチンでは、まず、圧力制御状態を検査する。圧力制御が起動していない場合、Timer_Mode0、Timer_Mode1、及び Timer_Mode3 の 3 つのモードのタイマーをともにクリアして、当該ルーチンを終了させる。それ以外の場合、センサー 219 (図 2 a) より得られる圧力センシング値を検査する。圧力値が閾値 Th1 より大きく且つ閾値 Th2 より小さい場合、コントローラーがモード 1 へ切り替える。当該モードでは、圧縮空気がポンプ本体内に保持され、タイマー Timer_Mode1 が増加される。圧力が閾値 Th2 より大きくなる場合、コントローラーがモード 0 に移行し、空気を放出して、タイマー Timer_Mode0 を増加させるが、圧力が閾値 Th1 より小さくなる場合、コントローラーがモード 3 へ切り替えて、空気をポンプ中へ充填することで空気圧力を増加させ、モード 3 タイマー Timer_Mode3 を増加させる。上述したように、圧力制御においては、モード 2 は許容されるべきではない。ポンプ制御が瞬間にモード 2 へ移行しないようにするために、モード 3 からモード 1 へ切り替える時に、コントローラーが先に電磁弁 201 を非通電するべきであるが、モード 0 からモード 3 へ変更する時に、コントローラーは先に電磁弁 203 に対して通電するべきである。

【0043】

図 2 b のポンプ制御では、再充填イベントとポンプフルイベントを利用して、それぞれステップ 236、237 で吸液行程と加圧行程をスタートさせる。再充填イベントはポンプ本体中の還元剤の液面を検出すること、もしくは噴射時間を利用して還元剤の液面を計算することによってトリガーされる。ポンプ中の還元剤の液面を検出するために、ポンプ内には液面センサー (図 2 a に図示せず) を取り付ける必要があり、しかも、噴射時間と圧力あるいは質量流量率を利用して計算される積算流量がポンプ本体内の還元剤の液面の確定に使用することもできる。再充填イベントと類似して、ポンプフルイベントも還元剤の液面を検出すること、もしくは再充填時間を計算することでトリガーされることができるが、再充填時間は、タンク本体中の還元剤の液面およびポンプ本体中の還元剤と還元剤タンク内の還元剤との間の圧力差に従って変化される。吸液行程において還元剤の駆動圧力はただ油圧緩衝器より提供されており、制御が加えられてないので、吸液行程時間となるべく短くし、著しく圧力低下を招くことを回避する。液面センサーを利用して再充填イベントとポンプフルイベントをトリガーする場合、還元剤タンクが空であると、ポンプフルイベントが長時間内トリガーされないので、長時間の吸液行程をトリガーすることになる。したがって、失敗したポンプフルイベントを検出することにより空の液タンクを検出することができる。図 2 b 中のステップ 231 とステップ 232 はこのような検出を表す。加圧行程がトリガーされた後、駆動圧力を確立されることが難しい場合、ポンプの問題 (例えば、漏れ)、もしくは圧縮空気の問題である可能性がある。したがって、加圧行程において、長すぎるモード 1 時間がこれらの故障を検出するために使用することができる。図 2 b 中のステップ 233 とステップ 234 はこのような検出を表す。

【0044】

エンジンがキーオフされた場合、漏れと凍結を回避するために、ポンプ本体、油圧緩衝器と各配線中の還元剤を排出しなければならない。図 1 と図 2 a に示す定量供給システムにおいては、還元剤の排出が圧力制御のモード 1 において遮断弁 137 を用いることで実現され、即ち、遮断弁 137 を開くと、ポンプ本体内の圧縮空気が配線 131 と配線 125 によりポンプ本体、油圧緩衝器と各配線内の還元剤を還元剤タンクへ押し戻す。排除後には、モード 1 において、ポンプ本体内に閉じ込められた圧縮空気が還元剤タンクへ放出される。排除工程は、インジェクタ 130 中に閉じ込められた全ての残留物を排出することができない虞がある。インジェクタを更に洗浄するために、遮断弁 137 が閉鎖されると同時に、モード 3 をトリガーして、しかも、インジェクタノズルに通電して、インジェクタ 130 中の残留物を吹き飛ばしてもよい。

【0045】

図2aに示すエア駆動油圧ポンピングシステム中の駆動圧力は、ただ圧縮空気が供給する圧力以下に制御されてもよい。しかしながら、還元剤輸送システムにおいては、良好な霧化効果を得るために、高い駆動圧力が必要であり、これは高い転換率を得ること、液滴衝突や堆積を回避するのに極めた重要である。図3aに表すように、駆動圧力を増大させて、低圧の圧縮空気を使用して供給を行うことを可能にするために、ピストン搭載のポンプを使用してもよい。図3aを参照すると、ポンプ筐体300内のピストン302は圧縮空気に接触される大径表面303を備えている。ピストン302の他側には、還元剤と接触される小径表面304を備えている。ポンプ筐体300は、ピストン302により圧縮空気空間340、空気チャンバーを形成する中間空間310および還元剤チャンバー330と3つの空間に分割される。圧縮空気空間340はピストン302のOリング301によって中間空間310から気密的に区切られ、還元剤チャンバー330は孔320のシール321によって中間空間310から気密的に区切られる。バネ305はピストンを302を支えるように使用される。ピストン302から伝送された力をを利用して圧縮空気空間340へ圧力Pcを付与すると、還元剤チャンバー330において得られる駆動圧力がP1になり、しかも、

$$P1 = (Pc * A303 - ks * x - f0) / A304 \quad (1)$$

を満足している。

ただし、A303は大径表面303の面積であり、ksはバネ305のバネ定数であり、xはピストン302の最高位置から現在の位置までの距離であり、f0は摩擦力と静的バネ力との合計であり、A304は小径表面304の面積である。式(1)によれば、バネ定数ksと摩擦力が小さければ、面積304に対する面積303の比率A303/A304により駆動圧力を決定することになる。

【0046】

加圧行程では、空間340に圧縮空気により圧力が発生されると、ピストンが圧力の作用で下方へ下降されてバネを圧縮し、還元剤チャンバー330中に駆動圧力が生じる。吸液行程では、圧縮空気が放出される場合、ピストンがバネ305により提供される力の作用で上方へ上昇される。それで、還元剤がタンク本体から還元剤チャンバー330へ引き込まれる。図2a中に示すポンプと比べると、図3aのポンプにおいては、吸液行程は強制的な吸液工程を備える。

【0047】

図3aのポンプの制御と図2aのポンプの制御は同じであるが、駆動圧力の制御範囲が異なる。図2aのポンプについては、駆動圧力は逆止弁205の起動圧力pb205から圧縮空気の圧力Pcまでの制御範囲を有するが、図3aのポンプについては、式(1)によれば、駆動圧力範囲はPb205からP1(0)であり、しかも、

$$P1(0) = (Pc * A303 - f0) / A304$$

を満足している。

【0048】

図3aでのポンプは還元剤をポンピングするだけでなく、定量供給工程が完成した後還元剤残留物を排除することができる。図3aを参照すると、当該ポンプにおいて、空気チャンバーはポート311を備えており、当該ポートが配線312により還元剤チャンバーのポート313と流体的に接続され、逆止弁314が空気チャンバーへの還元剤の還流を防止する。当該空気チャンバーは、閉じ込められた圧縮空気を周囲環境へ放出するのに使用される他のポート315を備える。ピストン302がその最低位置まで移動された場合(図3b)以外、ポート311とポート315が空間310と流体的に接続される。最低位置では、ポート311が空間340と流体的に接続される。正常操作期間では、還元剤チャンバー330内の圧力は常時、空間310の圧力より高い。したがって、逆止弁314が切斷され、配線312中に流動しない。定量供給が完了した場合、遮断弁137(図1)が開き、DCUが吸液行程トリガーを停止させ当該ポンプを再充填する。一旦ポンプ中の還元剤が使い切れると、ピストン302がその最低位置へ移動して、ポート311と

10

20

30

40

50

配線 312 によって圧縮空気をポート 313 に接続させる。油圧緩衝器中の還元剤が使い切れた場合、圧縮空気の圧力下で、ポンプと油圧緩衝器中の還元剤残留物が配線 125 (図 1) によりタンク本体へ押し戻される。排除工程後に、遮断弁 137 (図 1) が閉鎖されると同時に、モード 3 がトリガーされ、インジェクタノズルに通電してインジェクタ 130 (図 1) 中の残留物を吹き飛ばしてもよい。

【0049】

(還元剤タンク)

排除の後、ポンプと油圧緩衝器中の圧縮空気が放出されて、油圧緩衝器が空になる。しかし、タンク本体中の還元剤が重力差と圧力差の作用でポンプ本体中に侵入するが、油圧緩衝器と還元剤配線は空のままである。したがって、図 1 に示すように、当該ポンプは、加熱装置 (113) により還元剤を解凍するとともに、寒い周囲環境条件でその温度を氷点より高く維持する必要がある。ポンプが還元剤タンク中に配置される場合、図 4 に示すように、加熱装置を省略してもよい。図 4 を参照すると、タンク本体 200 が還元剤タンク 400 中に密封され、また、還元剤出力配線 207 がポート 401 により油圧緩衝器に接続され、圧縮空気ポート 202 がポート 402 により T 型コネクター 220 に接続される。吸入口 127 と排出口 128 とを有する冷却剤ヒーター 405 は、周囲環境温度が低い場合、還元剤を加熱するのに使用される。当該冷却剤ヒーターと共に、液面センサー 403 はタンク本体内の還元剤の体積を検出するのに使用され、しかも、温度センサー 404 を利用して還元剤の温度をモニタし制御する。還元剤液面センサー 403 と温度センサー 404 はそれぞれ線路 141 と線路 142 により DCU 140 に接続される。

10

20

【0050】

上述したように、図 2a と図 3a のポンピングシステムにおいて、排除した後、ポンプ、油圧緩衝器及び各配線中の還元剤残留物がタンク本体へ戻され、また、インジェクタ中の残留物が吹き飛ばされるので、配線 131 中の凍結還元剤の解凍は必要なくなり、ヒーター 129 も必要なくなる (図 1)。図 4 のシステムにおいて、ポンプがタンク本体内に配置されているので、配線 123、ヒーター 124、およびヒーター 113 が省略される。このように、このシステムにおいて、唯一必要である加熱制御は還元剤タンクの加熱制御と配線メンテナンス加熱制御であり、当該配線メンテナンス加熱制御は配線 131 が定量供給期間に凍結防止に使用される。それで、加熱制御が大きく簡略化された。

【0051】

30

(2段 PWM 定量供給制御)

図 1 のシステムにおいて、還元剤の定量供給率は、PWM 信号を利用して PWM サイクルでのインジェクター 130 の開時間を制御することにより制御される。該当 PWM 制御を使用する場合、還元剤の質量流量率が以下の方程式により決定される。

【数 1】

$$\dot{m}_{af} = \frac{\int_0^{t_0} C_D A_n \sqrt{2\rho(P_r - P_c)} dt}{S_0} \quad (2)$$

40

ただし、 t_0 は PWM のオン時間であり、 P_r は油圧緩衝器中の圧力であり、 P_c は排気ガス流路 166 中の圧力であり、 S_0 は PWM 周期であり、 C_D は放出係数であり、 A_n はノズルの最小面積であり、 ρ は作動流体の密度である。圧力 P_c は排気ガスの体積流量と周囲環境の圧力変化につれて変化される。しかし、エンジンバック圧力の要求により、通常圧力 P_r が 4 バー (bar) より高く、これに対して、圧力 P_c が比較的に小さい値に制限されている。その結果、所定の PWM 制御信号の下で、還元剤の質量流量率が主に油圧緩衝器中の圧力 P_r による影響を受け、当該圧力が圧力センサー 219 (図 2a) より検出される。したがって、還元剤の定量供給を正確にするために、PWM 制御での油圧緩衝器の圧力変化を補正することや、圧力変化を除くことが必要になる。

【0052】

50

図 5 a に示す 2 段 PWM 制御は圧力変化の補正に用いられる。このような制御において、圧力センサー（例えば、図 2 でのセンサー 219）から得られた信号は線路 143 により D C U 140 中のセンサー信号処理ユニット 502 へ送信されて、当該センサー信号処理ユニットでは、アナログ圧力センシング信号がフィルタリングされ、デジタル信号に変換される。得られた信号が還元剤質量流量率指令と共に PWM 信号コントローラー 501 中の PWM 制御モジュール 510 へ送られる。そして、PWM 制御モジュールが PWM 信号発生器 520 の制御パラメーターを算出する。PWM 信号発生器 520 が PWM 信号を生成し、当該信号が電源スイッチ回路 503 に提供され、当該電源スイッチ回路では、PWM 信号がスイッチ信号に変換されて、制御路線 145 によりインジェクタ 130（図 1）の電磁弁が駆動される。

10

【 0053 】

PWM 信号コントローラー 501 中の PWM 信号の生成は 2 段である。第 1 段では、PWM 信号発生器 520 の制御パラメーターが第 1 段 PWM 信号を生成するように設定しており、当該第 1 段 PWM 信号は PWM 信号発生器 520 から第 2 段信号生成工程中に生成された第 2 段 PWM 信号より構成されている。第 1 段 PWM 信号の生成は圧力センサーの応答速度とマッチングしている実行速度を備えており、第 2 段 PWM 信号と第 1 段 PWM 信号の周波数が互いに独立してあり、したがって、それを高い値に設定して制御精度を向上させることができる。

【 0054 】

PWM 制御モジュール 510 のある実施形態を図 5 b に示す。このモジュールでは、質量流量率の指令を受信した時、ブロック 511 とブロック 512 にて第 1 段 PWM 信号のデューティサイクルと周期を計算してブロック 514 に提供して、当該ブロックにて目標値を決定する。そして、当該目標値を、ブロック 513 にてセンサー信号処理ユニット 502（図 5 a）から提供される圧力フィードバック値によって計算された現在値と比較する。得られた誤差値は、ブロック 515 のオン時間設定値への計算に用いられ、第 2 段 PWM 信号の周期設定値が質量流量率指令によりブロック 516 にて決定される。

20

【 0055 】

PWM 信号発生器 520 中 PWM 信号生成に使用される回路は多い。図 5 c では代表的な回路のブロック図と信号のフローチャートを示す。この回路では、PWM 信号の周期とオン時間値が周期レジスタ 521 とオン時間レジスタ 522 にそれぞれ設定されている。LD 信号に立ち下りエッジが発現された場合、周期レジスタ 521 とオン時間レジスタ 522 中の値が更に期間カウンタ 523 とオン時間カウンタ 524 中にロードされる。期間カウンタ 523 とオン時間カウンタ 524 は、ともにカウントダウンカウンタであり、クロック信号によりそれらのカウント動作が同期される。周期カウント 523 が 0 までカウントされた場合、負荷制御ロジック 525 では、クロック信号の作用で LD パルスが発生され、当該 LD パルスの立ち下りエッジで新たなサイクルが開始される。周期カウンタの値 D A、LD 信号、周期レジスタの値 D B、クロック信号、オン時間レジスタの値 D C およびオン時間カウンタの値 D D が信号制御ロジック 526 において PWM 信号を生成するために使用される。信号制御ロジック 526 において、D C が D B と等しいもしくは D B より大きい場合、即ち、オン時間レジスタの設定値が周期レジスタの設定値と等しいもしくはそれより大きい場合、LD 信号の立ち下りエッジでハイレベル信号あるいはデューティー 100% の信号が生成される。D C が 0 に設定されると、LD 信号の立ち下りエッジでローレベル信号、即ち、デューティー比 0% の PWM 信号が生成される。D C が 0 と D B の間にある場合、クロック信号の立ち上がりエッジにおいて、PWM 信号は周期カウンタの値 D A とオン時間カウンタの値 D B によって決定される。D A と D B がともに 0 より大きい場合のみ、PWM 信号がハイレベルになる。

30

【 0056 】

PWM 制御モジュール 510 は、周期的動作するタイマー割り込みサービスルーチンにより実現される。この割り込みサービスルーチンのフローチャートは図 5 d に示す。当該フローチャートにおいて、 t_v と T_{hd} が定数値であり、P1 が第 1 段 PWM 信号の周期

40

50

値であり、P3が当該割り込み周期値である。StatusはPWMパルス状態のフラグである。t_vの一定のon_time値が第2段のPWM信号に設定されると、Statusの値がONになり、それ以外の場合、OFFになる。変数target_valueには第1段PWM信号のon_time目標値を含むが、変数current_valueには、現在時刻での第1段PWM信号のon_time計算値が格納されている。P2とon_time2はそれぞれ第2段PWM信号生成中の周期レジスタとオン時間レジスタの値であり、変数Timerには、第1段PWMサイクル中の現在時間が格納されている。

【0057】

割り込みルーチンがトリガーされると、Timerの値と第1段PWM信号の周期値P1とを比較する。現在サイクルがすでに完成されると、即ち、Timer >= P1、第2段PWM信号のon_time値を検査する。on_time値がt_vより小さい場合、PWMサイクルの総誤差、即ち、previous_errorを計算する。Timer値がP3にリセットされるとともにステップ532でcurrent_valueが初期化された後、レジスタP2と変数target_valueが新たなサイクルにて更新される。当該新たなサイクルは現在誤差を前のサイクル中の誤差に加算して現在サイクルの補正誤差を計算することにより開始される。補正誤差がt_vより大きくなると、第2段PWM信号のon_time値on_time2をt_vに設定し、Statusフラグをセットする。それ以外の場合、on_time2を当該誤差値に設定し、Statusフラグをリセットする。その後当該ルーチンを終了させる。差し戻してon_time2値とt_vとを比較して見ると、on_time2値がt_vより小さくない場合、このPWMサイクル中の誤差が補正できないことを意味している。この場合、前のサイクルでの誤差を計算し、TimerをP3に設定してcurrent_valueを初期化した後、Statusフラグをセットする。誤差が補正されないため、積算される。積算誤差が閾値Thdより高い場合、故障を報告してルーチンを終了させる。差し戻してTimer値とP1とを比較してみると、Timer値がP1より小さい場合、即ち、Timer値がP3により増加され、そして状態フラグが検査される。StatusフラグがOFFの場合、on_time2を0にクリアされて、ルーチンを終了させる。それ以外の場合、ステップ531でcurrent_valueを計算して、その後誤差を更新する。ルーチンが終了する前に誤差値とt_vとを比較する。誤差値がt_vと等しいもしくはt_vより大きい場合、on_time2をt_vに設定し、それ以外の場合、誤差値をon_time2に設定し、StatusフラグをOFFにリセットする。その後、当該ルーチンを終了させる。

【0058】

割り込みルーチンでは、通常、選択されたt_v値が補正誤差より大きい（例えば、t_vがP2の値と等しい）。割り込み周期値（P3）が第2段PWM信号の周期値（P2）と同じくなってもよい。図5dの割り込みルーチンを使用する場合、t_vがP3とP2に等しい時、信号のフローチャートは図5eに示す。割り込みルーチンがモーメント546でトリガーされる。current_value値と目標値547とを比較することによって計算された誤差がt_vより高いので、on_time2がt_vに設定される。LD信号の立ち下りエッジが発現された場合、モーメント541でon_time2値をオン時間カウンタ（例えば、図5c中の524）にロードして、PWM信号をトリガーする。current_valueが時間につれて積算される。モーメント542では、計算された誤差がt_vより小さい場合、誤差値をon_time2に割り当てられる。モーメント543でトリガーされた次の割り込みでは、on_time2が0に設定され、変数current_valueが値548にロックされる。その後、モーメント544でLD信号の立ち下りエッジでon_timeカウンタの値を更新させ、PWMパルスを完成させる。モーメント545では、現在のPWMサイクルが終了し、previous_error（図5d）がcurrent_valueの値548と目標値547との間の誤差を含んで更新されて次のサイクルに使用される。

10

20

30

40

50

【0059】

図5dの割り込みルーチンでは、target_valueが以下の式により還元剤流量指令で計算される。

target_value (i) = Mass_flow_rate_cmd * S₀ (F1)

ただし、Mass_flow_rate_cmdがPWM制御の質量流量率であり、S₀が第1段PWM信号の周期値であり、ステップ531でのcurrent_valueの計算に用いられる式は、以下の式であってもよい。

current_value (i) = K * sqrt (Pr (i) - P_c)
* P3 + current_value (i - 1) (F2)

ただし、sqrtが平方根の計算であり、Pr (i)が第i番目の割り込みサイクル計算中の圧力センシング値であり、P_cが排気ガス流路166中の圧力であり、kが式(2)での

【数2】

$$C'_D A'_n \sqrt{2\rho'}$$

項であり、iがTimerのリセット後の割り込み数である。

i = Timer / P3 (F3) ;

current_value (0)がステップ532で0に設定される。

10

【0060】

加圧行程期間では、ポンピングシステムにおいて油圧緩衝器の圧力が一定値に制御されている。しかし、吸液行程では、閉ループ圧力制御が必ず無効にされるので、圧力が変化される。2段PWM制御は圧力変化につれて還元剤の流量を正確に制御する1つの方法である。もう1つの方法は、図6に示すようなダブルポンプシステムである。図6を参照すると、2つのポンプ610、620と油圧緩衝器630とが共に作動して、圧力が制御される流体の流れを提供する。常閉型吸気電磁弁601の排出口がポンプ610と流体的に接続され、その吸入口が空気流路602によってT型コネクター603の一方の側面ポートと流体的に接続される。当該T型コネクターの他方の側面ポートが他の常閉型吸気電磁弁606の吸入口と流体的に接続され、当該常閉型吸気電磁弁の排出口がポンプ620と流体的に接続される。当該T型コネクター603の中央ポートが圧縮空気供給と流体的に接続される。同じ方式で、ポンプ610とポンプ620の常開型空気放出電磁弁605、611がT型コネクター608を介して共に流体的に接続され、当該T型コネクターの中央ポートがマフラー609と流体的に接続されて、空気放出ノイズを低下させることができる。還元剤輸送経路では、ポンプ610の還元剤供給ポートが流路613によりT型コネクター614の一方の側面ポートと流体的に接続されて、当該T型コネクターの他方の側面ポートが流路615によってポンプ620の還元剤供給ポートと流体的に接続される。当該T型コネクター614の中央ポートがポート117により還元剤供給と流体的に接続される。同じ方式で、ポンプ610とポンプ620の還元剤出力ポートがそれぞれポート616とポート617によって、T型コネクター618の2つの側面ポートと流体的に接続される。当該T型コネクター618の中央ポートが、油圧緩衝器630の還元剤供給ポートと流体的に接続される。油圧緩衝器630に設置される圧力センサー619がポート114と線路143によりDCU140と電気的に接続され、また、DCU140が制御線路146により電磁弁601、605、606及び611に対して電気的制御を行う。2つのポンプ610、620は閉ループ圧力制御の時間を失うことを回避するために、交互に動作されてもよい。

30

【0061】

(定量供給制御)

定量供給制御は還元剤を排気ガス処理システム中に輸送することである。図7を参照すると、図1のポンピングシステムにおいて、全体の定量供給制御は主にオフ状態701と

40

50

、アイドル状態 702 と、起動状態 710 と、定量供給状態 720 及び排除状態 730 の 5 つの状態がある。オフ状態 701 では、ポンプ制御がモード 0 であり、インジェクタ 130 と戻り配線の遮断弁 137 が通電されないが、アイドル状態 702 では、インジェクタ 130 と遮断弁 137 が依然として閉鎖されている場合、ポンプ制御がモード 1 に移行し、当該モードでは、ポンプ本体内の空気が周囲環境から遮断される。

【0062】

起動状態では、還元剤の圧力を積み上げる PR1 状態と、還元剤配線とインジェクタの中に閉じ込められた空気を放出する PR2 状態の 2 つのサブ状態がある。起動制御の 1 つの実施形態は割り込みサービスルーチンであり、そのフローチャートは図 7b に示す。タイマー割り込みのために、このサービスルーチンが周期的に動作される。当該サービスルーチンが開始される場合、一旦起動制御を始まつたら、DoserState を検査する。それが PR1 と PR2 とのどちらでもない場合、まず当該遮断弁とインジェクタを非通電して、そしてポンプ制御をモード 3 に設定する。当該モードでは、圧縮空気がポンプ本体へ流れる。続いて、DoserState が PR1 に設定されて、当該ルーチンが終了される。当該ルーチンが次回に呼び出される場合、DoserState が PR1 へ変更され、続いて当該ルーチンが油圧緩衝器中の圧力を検査し、当該圧力が閾値 Pr_Thd と等しいあるいはそれより小さい場合、ルーチンを終了させ、それ以外の場合、DoserState を PR2 に設定し、ポンプの圧力を一定に保持するように、図 2c に示すようなポンプ圧力制御を起動させる。当該ルーチンが終了する前に、閉じ込められた空気をタンク本体へ戻すように遮断弁 137 を通電させる。当該ルーチンを呼び出す場合、DoserState を PR2 に設定すると、タイマー Timer_PR2 を使用して遮断弁 137 の弁開時間を制御する。タイマーの値が閾値 PR_Thd2 より高い場合、タイマーがリセットされて、遮断弁 137 が非通電され、DoserState が PRIME_COMPLETE に設定される。その後、ルーチンが終了される。

【0063】

図 7a に戻ると、定量供給状態 720 では、ポンプ制御以外に、吸液工程状態 721 と加圧行程状態 722 との 2 つの状態をさらに含み、また、もう 1 つの平行運行の制御、即ち、定量供給率制御 703 を備える。図 2b に示す行程制御割り込みルーチンを利用してポンプ制御を行ってもよく、当該割り込みルーチンの圧力制御ルーチンが図 2c に示す。また、図 5d の 2 段 PWM 定量供給制御ルーチンを利用して定量供給率を制御してもよい。

【0064】

排除制御状態も、還元剤がポンプと、油圧緩衝器とタンク本体に接続される配線から排出される PU1 状態 731 とインジェクタ内で PU1 状態中に排出されなかつた還元剤残留物を吹き飛ばす PU2 状態 732 との 2 つのサブ状態を含む。図 7c に示すような周期的に動作するタイマー割り込みサービスルーチンが排除制御に使用されてもよい。このルーチンでは、排除制御を起動させると、まず DoserState が検査される。DoserState が PU1 と PU2 とのどちらでもない場合、油圧の圧力と閾値 PU_Thd1 とを比較する。圧力が閾値より高い場合、DoserState を PU1 に設定することで、ポンプ制御をモード 1 に設定し、当該モードでは、ポンプ中の空気が圧縮空気供給と周囲環境の空気から遮断されて、遮断弁 137 が通電される。それ以外の場合、ポンプ制御がモード 3 に設定され、遮断弁 137 が非通電されて、圧力が積み上げされる。インジェクタ 130 が非通電され、その後、当該ルーチンが終了される。ルーチンが開始されると、DoserState が PU1 に設定される場合、油圧緩衝器の圧力が検査される。当該圧力が閾値 PU_Thd2 より高いあるいは等しい場合、ルーチンが終了される。それ以外の場合、タイマー Timer_PU1 を利用して遮断弁 137 の弁開時間を制御する。当該弁開時間が閾値 PU_Thd4 より長い場合、タイマーをリセットすることによって、遮断弁 137 が非通電される。その後、ポンプ制御がモード 3 に設定され、還元剤残留物を吹き飛ばすようにインジェクタ 130 が通電される。DoserState が PU2 に設定された後、ルーチンが終了される。当該ルーチンを呼び出す場合、Dos

10

20

30

40

50

er State が PU2 に設定されると、タイマー Timer_PU2 によってインジェクタの開時間を制御する。インジェクタの開時間が閾値 PU_Thd3 より長い場合、インジェクタが非通電され、ポンプ制御がモード0に設定されて、当該モードではポンプ本体中の空気が放出される。その後、タイマーがリセットされ、Doser State が PULSE_COMPLETE に設定されてからルーチンが終了される。

【0065】

図7aに戻ると、定量供給制御状態がエンジンキー状態や、上位液面コントローラーより受信した指令に従って変更されるが、これは定量供給制御戦略を決定する。キーオン信号では、定量供給制御がオフ状態からアイドル状態702へ移行する。起動指令CMD-Primingが受信された場合、定量供給制御が起動され、それ以外の場合、キーオフ信号では、定量供給制御がオフ状態に戻る。起動完成の後、CMD-Normal Dosing指令が受信された場合、定量供給制御が定量供給状態720に移行し、当該状態では、圧力制御、行程制御、及び定量供給率の制御が起動される。起動状態710と定量供給状態720では、いつでもキーオフ信号あるいはCMD-idle指令が受信されると、ポンプ制御が排除状態730に移行し、ポンプ、油圧緩衝器、各配線とインジェクタ内の還元剤残留物を洗浄する。排除完成の後、CMD-idle指令があれば、定量供給制御がアイドル状態に移行し、それ以外の場合、キーオフ信号では、定量供給制御がオフ状態へ移行する。

【0066】

定量供給制御以外に、低環境温度条件で、定量供給システムが更に、還元剤を加熱してその凍結を防ぐ必要がある。上述したと通りに、図4の定量供給システムにおいて、ポンプがタンク本体中に配置されると、当該システムが還元剤タンクと流路配線（例えば、図1での配線131）の温度が還元剤の氷点より低くならないようにすることのみを制御する必要がある。タンク本体の温度制御では、タンク本体中に温度センサー（例えば、図4での温度センサー器404）を有する場合、簡単なフィードバック制御（例えば、リレー制御）を使用して還元剤に対して加熱することができるが、流路配線加熱制御では、還元剤を解凍する必要がないので、ヒーター（例えば、図1中に示す線ヒーター132）に比較的に少ない電流を印加することだけで、定量供給期間内に、配線の温度を氷点より高く維持することができる。ポンプがタンク本体外部に配置された場合、タンク温度制御と流路配線加熱制御以外、更に、ポンプの温度（例えば、図1に示すヒーター113を使用してポンプの温度を制御する）と供給配線の温度（例えば、図1中のヒーター124によって供給配線123へ加熱する）を制御するのに用いられる余分な加熱制御が必要となる。通常、戻り配線（例えば、図1中の配線125）に加熱する必要がない。しかし、戻り配線が還元剤タンクより低く配置される場合、戻り配線内には還元剤残留物が存在する虞があり、余分なヒーター（例えば、図1中のヒーター117）によって戻り配線中の温度が低すぎることを防止する必要がある。

【0067】

（圧縮空気供給）

油圧緩衝器圧力の閉ループ制御と2段PWM定量供給制御は、定量供給率が圧縮空気供給中の圧力変化による影響を受けにくいようにし、図3aと図3bに示す増圧ポンプの使用が低圧の圧縮空気の供給を許可する。したがって、本発明における定量供給システムが多種の圧縮空気源を使用することができる。ディーゼルエンジンにおいて、便利的な圧縮空気源はターボによって発生された圧縮吸気空気である。図8に示すように、エンジン100により発生した排気ガスが排気ガスマニホールド101からターボ840に侵入する。ターボのコンプレッサでは、新鮮な空気が圧縮されて得られた気流が増圧冷却器（Charge Air Cooler、CAC）での冷却剤と熱交換して温度が低下される。排気ガス再循環（Exhaust Gas Recirculation、EGR）装置がない実用では、圧縮された新鮮空気が直接エンジンの吸気マニホールドに侵入される。EGR（高圧EGR）を使用した実用では、排気ガスがターボ840に侵入する前にEGR装置830へ分流される。次に、EGR装置830によって調整された排気ガスと

10

20

30

40

50

圧縮された新鮮空気とが混合され、得られた増圧気流が吸気マニホールド 801 に侵入される。CAC からの低温圧縮空気（通常 50 より低い）が定量供給システムの空気源として使用される。図 8 を参照すると、空気タンク 810 が緩衝器として使用され、圧縮空気がポート 811 によって定量供給システムへ提供される。吸入ポート 812 が逆止弁 813 を介して圧縮空気に接続され、DCU 140（図 1）により制御線路 815 を介して電磁弁 814 が制御される。電磁弁 814 は、空気タンクに提供される空気流を制御するのに使用される。エンジン制御では増圧気流から新鮮空気を取得することを許可する場合、DCU が電磁弁 814 を通電させる。圧縮空気の圧力が逆止弁 813 に設定された圧力より高い場合、当該圧縮空気流が空気タンク 810 に流入される。圧縮空気の流量は、DCU が電磁弁 814 に PWM 信号を印加することによって制御される。

10

【0068】

本発明において、空気補助定量供給システムと同じように、圧縮空気と還元剤とを混合させて霧化を改善してもよいが、還元剤圧力制御が一定値であるため、その必要がない。エア駆動油圧ポンプの性質によれば、本発明の定量供給システムでは唯一の圧縮空気を消耗する部材はエア駆動油圧ポンプであるので、空気補助定量供給システムと比べると、空気の消耗が非常に小さい。それは還元剤の消耗と同様に、多くのアプリケーションでは通常 7 L / hour (10 bar) より少ない。低空気消耗も、エンジンの新鮮圧縮吸気を空気源として使用するための 1 つの必要条件であり、それは、定量供給システムで必要な圧縮空気がエンジン吸気の小部分にすぎないからである。

【0069】

20

限られた数の特定の好適な実施形態を参照して本発明を説明したが、当業者の見方のように、本発明の基本特性を逸脱しない限り、本発明の態様や機能に関して変更、修正や等価切り替えなどを加えてよい。したがって、本発明の要旨は、請求の範囲に掲示された精神と範囲のみに限定され、しかも、全方面的な等価内容を保護するものである。

(付記 1)

還元剤を内燃機関の排気ガスシステムへ輸送させる装置であって、
還元剤タンクと、
圧縮空気源と、
エア駆動油圧ポンプであって、逆止弁を介して前記還元剤タンクと流体的に連結される第 1 の吸入ポートと、前記圧縮空気源と流体的に連結される第 2 の吸入ポートと、圧縮空気を前記エア駆動油圧ポンプから放出させるための第 1 の排出ポートと、当該エア駆動油圧ポンプ内の還元剤の流出に用いられる第 2 の排出ポートと、を備えるエア駆動油圧ポンプと、

30

前記排気ガスシステムの還元剤流量を制御するためのインジェクタと、
前記圧縮空気源から前記第 2 の吸入ポートを介して前記エア駆動油圧ポンプに送られる空気流および第 1 の排出ポートを介して放出される空気流を制御することで還元剤の圧力を制御するように構成され、前記インジェクタの開時間を調整することで前記排気ガスシステムへの還元剤の定量供給量を制御するように構成されるコントローラーと、を含む装置。

(付記 2)

40

逆止弁を介して前記エア駆動油圧緩衝器の前記第 2 の排出ポートと流体的に連結される吸入ポートと、前記インジェクタと流体的に連結される排出ポートと、を備える油圧緩衝器を更に含む付記 1 に記載の装置。

(付記 3)

体積変換装置が前記油圧緩衝器内に設置され、しかも前記体積変換装置は、体積が前記油圧緩衝器内の還元剤の圧力により変化される付記 2 に記載の装置。

(付記 4)

前記インジェクタを前記還元剤タンクと流体的に連結する流体流路と、前記流体流路中の流体の流動を制御する制御弁と、をさらに含む付記 1 に記載の装置。

(付記 5)

50

前記コントローラーが、さらに前記制御弁を開くことによって前記エア駆動油圧ポンプ中の還元剤を排出するように構成される付記4に記載の装置。

(付記6)

前記エア駆動油圧ポンプが前記還元剤タンク内に配置される付記1に記載の装置。

(付記7)

前記圧縮空気源が前記内燃機関のターべを含む付記1に記載の装置。

(付記8)

前記エア駆動油圧ポンプは、

前記エア駆動油圧ポンプ内に上下移動され、その内部空間が前記第1の排出ポートと前記第2の吸入ポートとに流体的に連結する上部空間、及び前記第1の吸入ポートと前記第2の排出ポートとに流体的に連結する下部空間に分割されるピストンと、

前記ピストンがある位置までに移動される場合、逆止弁を介して前記上部空間を前記下部空間と流体的に連結する流体流路と、を含む付記1に記載の装置。

(付記9)

前記ピストンは、さらに、前記エア駆動油圧ポンプの前記内部空間内に、周囲環境と流体的に連結される中間空間を形成させる付記8に記載の装置。

(付記10)

前記ピストンは、さらに、前記エア駆動油圧ポンプの前記内部空間内に、前記ピストンが前記ある位置に位置する時以外、周囲環境と流体的に連結される中間空間を形成させる付記8に記載の装置。

10

(付記11)

逆止弁を介して前記還元剤タンクと流体的に連結される第1の吸入ポートと、前記圧縮空気源と流体的に連結される第2の吸入ポートと、圧縮空気を前記エア駆動油圧ポンプから放出させるための第1の排出ポートと、前記エア駆動油圧ポンプ内の還元剤の流出に用いられる第2の排出ポートと、を備える交互型エア駆動油圧ポンプをさらに含む付記1に記載の装置。

(付記12)

前記コントローラーは、さらに、吸液行程と加圧行程との間に交互に切り替えるように前記交互型エア駆動油圧ポンプ及び前記エア駆動油圧ポンプを制御することにより、一定の還元剤圧力を提供するように構成される付記11に記載の装置。

20

(付記13)

高圧吸入口が前記圧縮空気源と流体的に連結され、低圧吸入口が前記第2吸入ポート及び前記第1排出ポートと流体的に連結され、しかも、排出口が周囲環境と流体的に連結されるベンチュリ装置をさらに含む付記11に記載の装置。

30

(付記14)

流体タンクと、吸液行程と加圧行程とを備えるポンプと、油圧緩衝器と、前記油圧緩衝器中の流体圧力を表すセンシング値を提供する圧力センサーと、インジェクタと、を含む流体輸送システムの制御方法であって、

前記ポンプの前記加圧行程において、前記油圧緩衝器中に流体圧力を積み上げることと、

40

前記ポンプの前記加圧行程において前記油圧緩衝器中の流体の圧力を一定に維持するように、少なくとも前記圧力センサーより取得されたセンシング値を利用してフィードバック制御を起動させることと、

前記ポンプの前記吸液行程において前記フィードバック制御を停止させることと、

前記インジェクタの開時間を調整して流体の輸送量を制御することと、を含む方法。

(付記15)

前記油圧緩衝器中の流体残留物を前記流体タンク中へ戻させることと、

前記インジェクタ中の流体残留物を排除することと、を含む付記14に記載の方法。

(付記16)

前記圧力センサーから取得された前記センシング値に基づいて、パルス幅変調法を利用

50

して繰り返しコントロールサイクル中の前記流体輸送量を制御して流体輸送速度を制御することを含む付記 14 に記載の方法。

(付記 17)

前記パルス幅変調は、第 1 段制御と第 2 段制御との 2 段制御を含み、前記第 1 段制御が少なくとも前記圧力センサーより取得された前記センシング値に基づいて、前記第 2 段制御を周期的に指令して第 2 段の信号を生成させて第 1 段の PWM 信号を生成させる付記 16 に記載の方法。

(付記 18)

前記流体輸送システムにおいて、前記ポンプと流体的に連結される圧縮空気源を含み、前記加圧行程において、空気を前記圧縮空気源から前記ポンプ中へ送ることと、

10

前記吸液行程において、前記ポンプから空気を放出させることと、をさらに含む付記 14 に記載の方法。

(付記 19)

前記フィードバック制御は、前記圧力センサーより取得された前記センシング値に基づいて、空気を前記圧縮空気源から前記ポンプ中へ送り、前記ポンプ中に空気を保持し、前記ポンプから空気を放出させて、前記ポンプ中の空気量を調整することを含む付記 18 に記載の方法。

(付記 20)

流体タンクと、第 1 のポンプ吸液行程と第 1 のポンプ加圧行程とを備える第 1 のポンプと、第 2 のポンプ吸液行程と第 2 のポンプ加圧行程とを備える第 2 のポンプと、油圧緩衝器と、前記油圧緩衝器中の流体圧力を表すセンシング値を提供する圧力センサーと、インジェクタと、を含む流体定量供給システムの制御方法であって、

20

前記第 1 のポンプの前記第 1 のポンプ加圧行程において、前記油圧緩衝器中に流体圧力を積み上げることと、

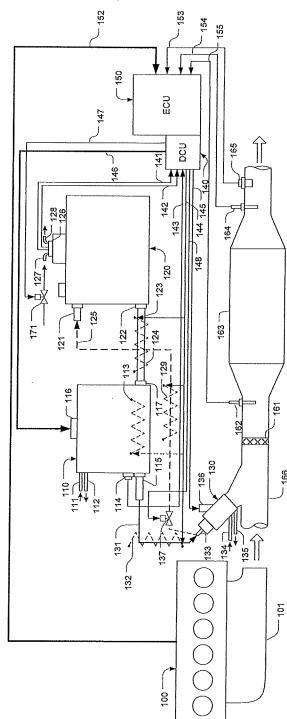
前記第 1 のポンプの前記第 1 のポンプ加圧行程において前記油圧緩衝器中の流体の圧力を一定に維持するように、少なくとも前記圧力センサーより取得された前記センシング値を利用してフィードバック制御を起動させてから、前記第 2 のポンプの前記第 2 のポンプ吸液行程を開始させることと、

前記第 2 のポンプの前記第 2 のポンプ加圧行程において前記油圧緩衝器中の流体の圧力を一定に維持するように、前記圧力センサーより取得された少なくとも前記センシング値を利用してフィードバック制御を起動させてから、前記第 1 のポンプの前記第 1 のポンプ吸液行程を開始させることと、

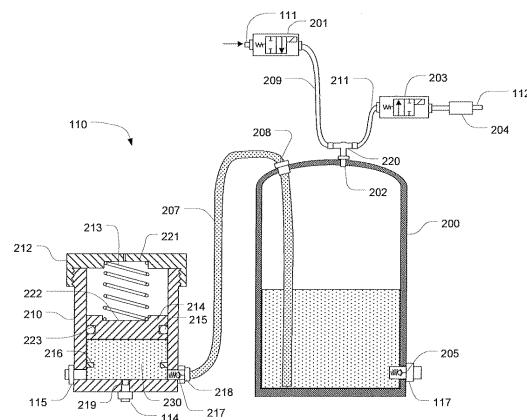
30

前記インジェクタの開時間を調整して流体の輸送量を制御することと、を含む方法。

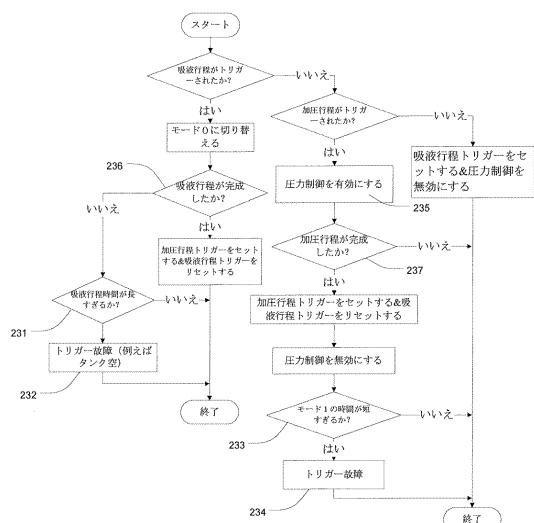
【図1】



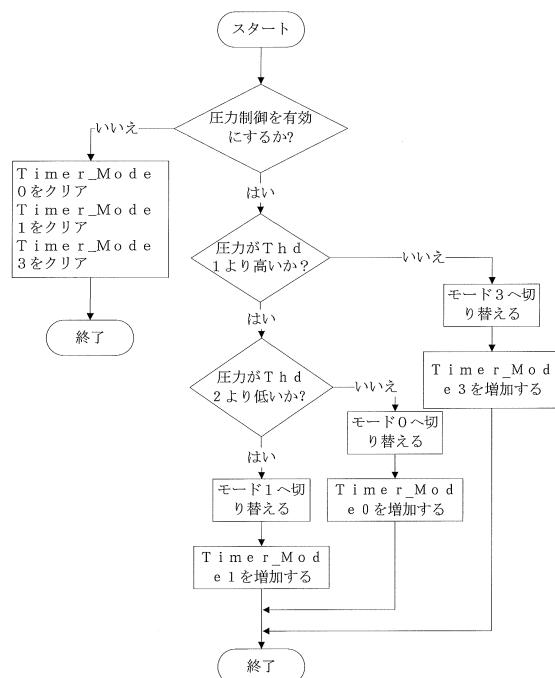
【図2 a】



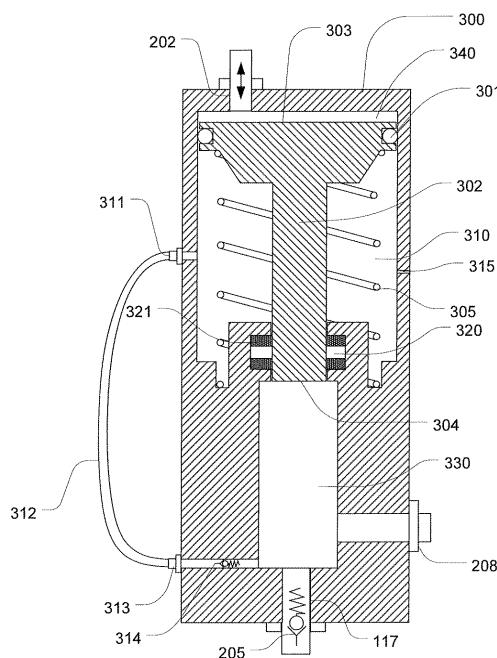
【図2 b】



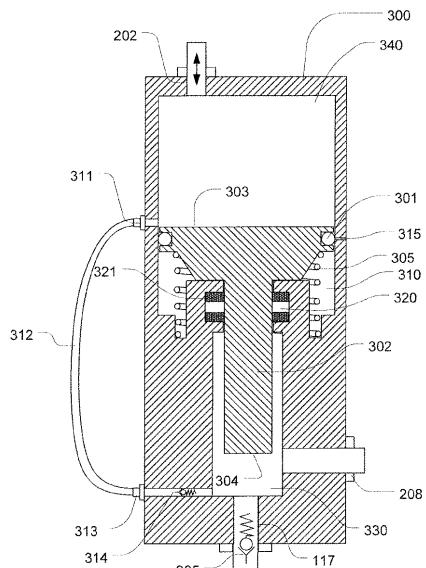
【図2 c】



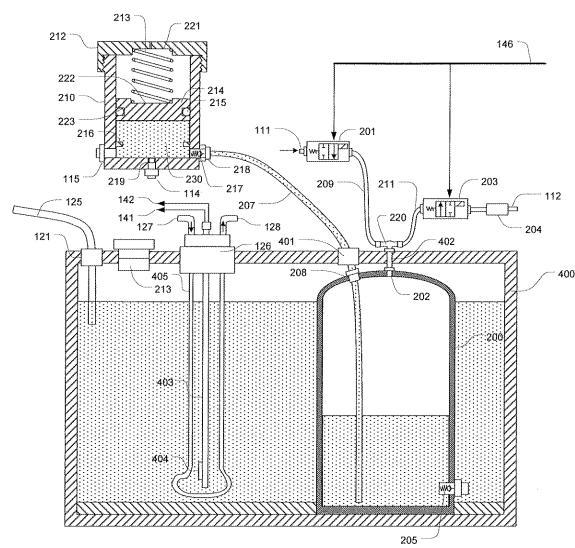
【図3a】



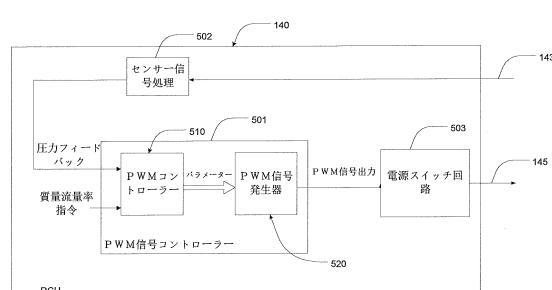
【図3b】



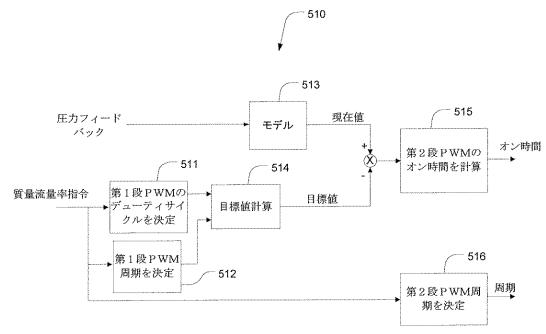
【 四 4 】



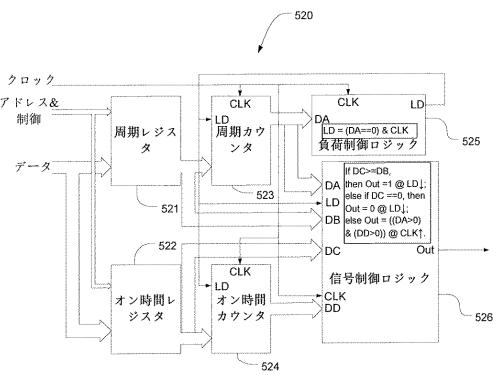
【図5a】



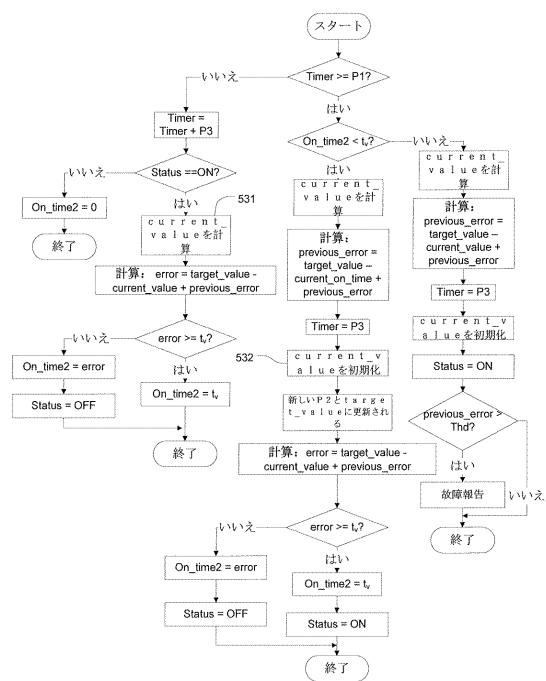
【図 5 b】



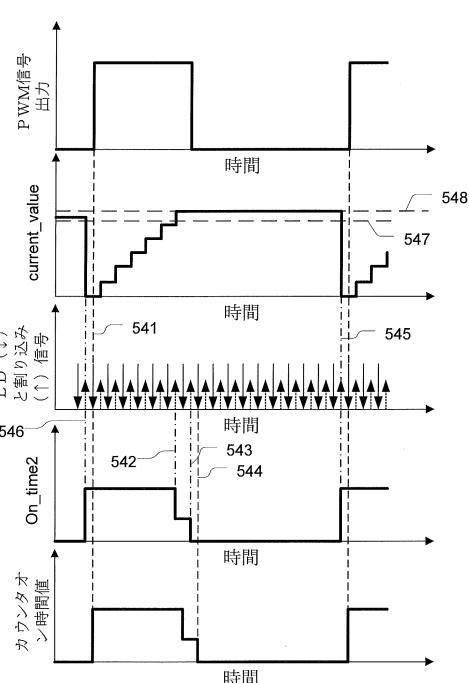
【図 5 c】



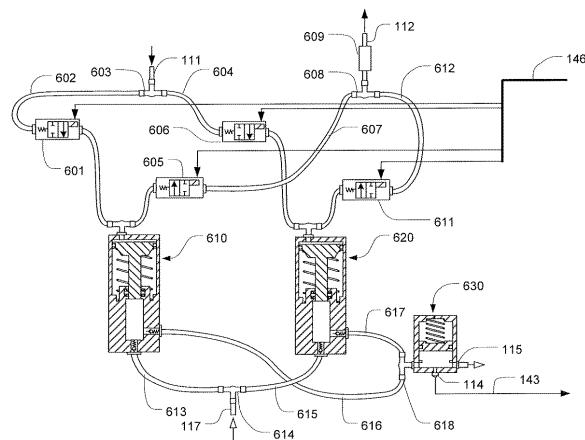
【図 5 d】



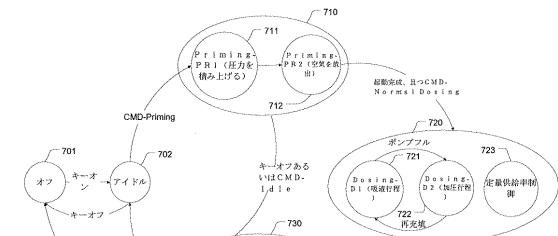
【図 5 e】



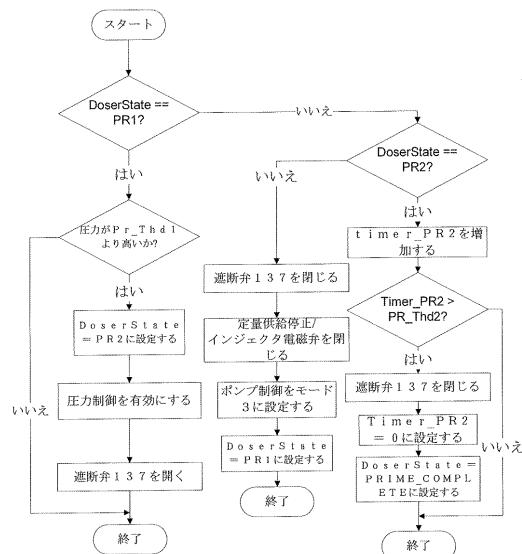
【図6】



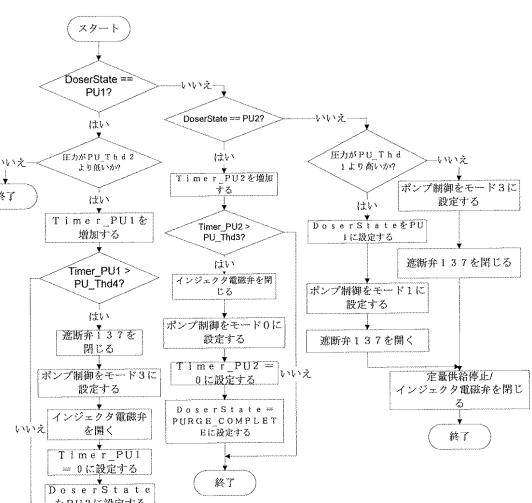
【図7 a】



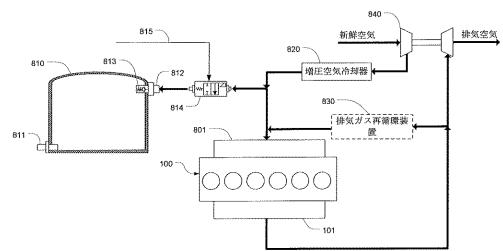
【図7 b】



【図7 c】



【図8】



フロントページの続き

(74)代理人 100148633

弁理士 桜田 圭

(74)代理人 100147924

弁理士 美恵 英樹

(72)発明者 ヤン、ミ

アメリカ合衆国 47201 インディアナ州 コロンバス バスウッドドライブ 6076

(72)発明者 チ、バオファ

アメリカ合衆国 47201 インディアナ州 コロンバス バスウッドドライブ 6076

審査官 菅家 裕輔

(56)参考文献 特開2002-327617(JP, A)

米国特許出願公開第2005/0252201(US, A1)

特開2009-013988(JP, A)

特開2008-202469(JP, A)

特開2010-053847(JP, A)

特表2010-515847(JP, A)

特開平09-013955(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N 3/00-3/38

B01D 53/73

B01D 53/86-53/90

B01D 53/94, 53/96

F04B 9/00-15/08

F04B 43/00-47/14

F04B 49/08