

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7477340号

(P7477340)

(45)発行日 令和6年5月1日(2024.5.1)

(24)登録日 令和6年4月22日(2024.4.22)

(51)国際特許分類

F I

F 0 2 D 19/12 (2006.01)

F 0 2 D 19/12

A

F 0 2 M 25/025 (2006.01)

F 0 2 M 25/025

K

請求項の数 15 外国語出願 (全14頁)

(21)出願番号	特願2020-60153(P2020-60153)	(73)特許権者	519372043
(22)出願日	令和2年3月30日(2020.3.30)		マレリ・ヨーロッパ・エッセ・ピ・ア
(65)公開番号	特開2020-165429(P2020-165429 A)		イタリア・20011・ミラノ・コルベ ッタ・ヴィアーレ・アルド・ボルレッテ イ・61/63
(43)公開日	令和2年10月8日(2020.10.8)	(74)代理人	100108453
審査請求日	令和5年2月1日(2023.2.1)		弁理士 村山 靖彦
(31)優先権主張番号	102019000004639	(74)代理人	100110364
(32)優先日	平成31年3月28日(2019.3.28)		弁理士 実広 信哉
(33)優先権主張国・地域又は機関	イタリア(IT)	(74)代理人	100133400
			弁理士 阿部 達彦
		(72)発明者	アントニオ・ジト
			イタリア・40131・ボローニャ・ヴ ィア・ロドヴィコ・ベルティ・11
		(72)発明者	アントニオ・バルブト

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃エンジン内に水を噴射するための噴射方法およびシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃エンジン(1)の中に水を噴射するための噴射方法であって、前記噴射方法は

前記内燃エンジン(1)が作動されたときに、可逆式のポンプ(16)を動作させ、タンク(15)から水を吸って、圧力下で供給ダクト(18)を通して前記水を少なくとも1つの噴射装置(14)に供給するステップと、

前記内燃エンジン(1)が作動されたときに、前記噴射装置(14)を循環的に開き、前記水を前記内燃エンジン(1)の少なくとも1つのシリンダー(2)の方へ噴射するステップと、

前記水を、前記内燃エンジン(1)がオフにされたときに、前記噴射装置(14)および前記供給ダクト(18)から、前記ポンプ(16)を動作させて前記水を前記供給ダクト(18)から吸い出し、前記水を前記タンク(15)内に供給することによって、前記供給ダクト(18)に沿って配置構成され、前記供給ダクト(18)を外側に接続する放出弁(19)を開くことによって、排出するステップとを含み、

前記噴射方法は、

前記噴射装置(14)が接続されている共通レール(17)の内側の水の圧力(PH2O)を測定し、

前記水を前記供給ダクト(18)から吸うために前記ポンプ(16)が稼働されてから、前記放出弁(19)が開くまでの第1の時間(T1)の間、待ち、

前記第1の時間(T1)の終わりを前記共通レール(17)の内側の前記水の前記圧力(PH2O)の関数として決定するさらなるステップを含むことを特徴とする噴射方法。

10

20

【請求項 2】

前記第1の時間(T1)の終わりは、前記共通レール(17)の内側の前記水の前記圧力(PH2O)が、大気圧より小さい、第1の閾値より低いときに決定される請求項1に記載の噴射方法。

【請求項 3】

前記第1の時間(T1)の終わりは、前記共通レール(17)の内側の前記水の前記圧力(PH2O)の時間に関する一次導関数が第2の閾値より低いときに決定される請求項1または2に記載の噴射方法。

【請求項 4】

前記供給ダクト(18)から前記水を吸うために動作を前記ポンプ(16)に続けさせ、同時に、前記放出弁(19)を、前記第1の時間(T1)の終わりに始まる、第2の時間(T2)の間開いたままに保つさらなるステップを含む請求項1、2、または3に記載の噴射方法。

10

【請求項 5】

前記噴射装置(14)は上から下へ配向され、電磁式の前記噴射装置(14)の噴射ノズルは最低点に配置構成され、

前記第2の時間(T2)の終わりに、前記ポンプ(16)はオフにされ、前記放出弁(19)は開いたままに保たれ、前記噴射装置(14)は、前記第2の時間(T2)の終わりに始まる、第3の時間(T4)の間開かれ、

前記第3の時間(T4)の終わりに、前記放出弁(19)は閉じられ、前記噴射装置(14)は閉じられ、それにより排出サイクルを完了する請求項4に記載の噴射方法。

【請求項 6】

前記噴射装置(14)は下から上へ配向され、電磁式の前記噴射装置(14)の噴射ノズルは最高点に配置構成され、

前記第2の時間(T2)の終わりに、前記ポンプ(16)はオフにされ、前記放出弁(19)は閉じられ、それにより排出サイクルを完了する請求項4に記載の噴射方法。

20

【請求項 7】

前記噴射装置(14)は下から上へ配向され、電磁式の前記噴射装置(14)の噴射ノズルは最高点に配置構成され、

前記第2の時間(T2)の終わりに、前記ポンプ(16)は、前記水を前記供給ダクト(18)から吸うために稼動状態に保たれ、前記噴射装置(14)は、前記第2の時間(T2)の終わりに始まる、第3の時間(T3)の間開かれ、

30

前記第3の時間(T3)の終わりに、前記ポンプ(16)は停止され、前記放出弁(19)は閉じられ、前記噴射装置(14)は閉じられ、それにより排出サイクルを完了する請求項4に記載の噴射方法。

【請求項 8】

前記内燃エンジン(1)が作動されたときに、前記放出弁(19)、前記供給ダクト(18)、および前記噴射装置(14)を使用して水を充填するさらなるステップを含む請求項1から7のいずれか一項に記載の噴射方法。

【請求項 9】

水を、前記内燃エンジン(1)が作動されたときに、前記供給ダクト(18)および前記噴射装置(14)に、前記ポンプ(16)を動作させて前記水を前記タンク(15)から吸い出し、前記水を前記供給ダクト(18)内に供給することによって、前記放出弁(19)を開くことによって、充填するさらなるステップと、

40

前記共通レール(17)の内側の水の圧力(PH2O)を測定するさらなるステップと、

前記供給ダクト(18)および前記噴射装置(14)の充填中に、前記放出弁(19)を前記共通レール(17)の内側の前記水の前記圧力(PH2O)に応じて閉じるさらなるステップと、
を含む請求項1から8のいずれか一項に記載の噴射方法。

【請求項 10】

前記放出弁(19)は、前記共通レール(17)の内側の前記水の前記圧力(PH2O)が第1の閾値を超えるとときに開かれる請求項9に記載の噴射方法。

【請求項 11】

50

前記放出弁(19)は、前記共通レール(17)の内側の前記水の前記圧力(PH2O)の時間に関する一次導関数が第2の閾値を超えるとときに閉じられる請求項9または10に記載の噴射方法。

【請求項12】

前記供給ダクト(18)および前記噴射装置(14)の充填時に前記噴射装置(14)も開くさらなるステップを含む請求項9、10、または11に記載の噴射方法。

【請求項13】

前記噴射装置(14)は、水平に関して傾斜して装着され、それにより、重力のせいで、前記噴射装置(14)の内側に存在している前記水は、前記噴射装置(14)の噴射ノズルが最低点に配置構成されているときに前記噴射ノズルの方へ流されるか、または前記噴射ノズルが最高点に配置構成されているときに前記噴射ノズルと反対の方向に流される請求項1から12のいずれか一項に記載の噴射方法。

10

【請求項14】

前記放出弁(19)を設けられた放出ダクトに沿って、空気に対して浸透性を有し、水に対して不浸透性を有する通気性膜(27)が挿入され、および/または調整された狭窄部(28)内に挿入される請求項1から13のいずれか一項に記載の噴射方法。

【請求項15】

内燃エンジン(2)の排気システム(1)内にある水の噴射のための噴射システム(13)であって、

前記噴射システム(13)は、

水を入れたタンク(15)と、

前記タンク(15)に接続されている、可逆式のポンプ(16)と、

供給ダクト(18)を用いて前記ポンプ(16)に接続され、水を内燃エンジン(1)の少なくとも1つのシリンダー(2)の方へ噴射するように設計されている、噴射装置(14)と、

前記供給ダクト(18)に沿って配置構成され、前記供給ダクト(18)を外側に接続するように設計されている、放出弁(19)とを備え、

前記噴射システム(13)は、請求項1から14のいずれか一項に記載の前記噴射方法を実装するように構成されている、制御ユニット(26)を備えることを特徴とする噴射システム(13)。

20

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本特許出願は、参照によりその開示全体が本明細書に組み込まれている2019年3月28日に出願したイタリア特許出願第102019000004639号の優先権を主張するものである。

【0002】

本発明は、内燃エンジン内に水を噴射するための噴射方法および噴射するためのシステムに関する。

【背景技術】

40

【0003】

知られているように、内燃エンジンを取り扱うときに、製造業者は、シリンダーの内側に画成される燃焼室内に、燃料に加えて、水を供給することを提案した。

【0004】

内燃エンジンでは、水噴射システムは、吸気ダクトを通して水をエンジン内に、噴霧の形態で、または燃料と混合して、または燃焼室内に直接、導入し、空気/燃料混合気を冷却し、それにより、ノッキング現象に対する耐性を高めることからなる。水は、高い気化熱を有する、言い換えると、液体状態から気体状態に移るために多量のエネルギーを必要とする。周囲温度で水が吸気ダクト内に噴射されると、水は、金属壁内に流れ金属壁から流れ出る空気から熱を吸収して、蒸発し、したがって流れ込む物質を冷却する。したがって

50

、エンジンは、より新鮮な空気を、言い換えると、より濃い空気を取り込み、体積効率が改善され、ノッキングの可能性が低減され、さらにより多くの燃料が噴射され得る。圧縮時に、非常に小さな液滴中に存在する水は蒸発し、圧縮されている空気から熱を吸収し、冷却してその圧力を下げる。圧縮後、燃焼が生じ、有益な効果がある、すなわち、燃焼中に、大量の熱が発生し、水によって吸収され、サイクルのピーク温度を下げ、結果として、Noxの形成およびエンジンの壁によって吸収されるべき熱を低減する。この蒸発は、蒸気が形成された結果、エンジンの熱の一部(さもなければ捨てられる)を圧力に変換し、ピストンにかかるスラスト力を高め、また排気の可能なタービンに流れ込むエネルギーの流れを増大させる(タービンは、さらに、追加の水による熱の吸収のせいで排気ガスの温度の低下の恩恵を受ける)。

10

【 0 0 0 5 】

給水システムは、脱塩水を充填された(スケール形成を回避するため)タンクを備え、タンクは、車両の外側から充填され得るか、または空調システムの復水を使用するか、排気の復水を使用するか、またはさらには雨水を運んでも、充填することが可能である。さらに、タンクは、一般的に、電熱デバイスを備え(すなわち、電流を流されたときにジュール効果により熱を発生する抵抗を備え)、これは外側の温度が特に低いときに生じ得る氷を溶かすために使用される。

【 0 0 0 6 】

給水システムは、(少なくとも)電磁噴射装置をさらに備え、これはポンプでタンクから水を引き込むことによりタンクから水を受け入れるものであり、内燃エンジンにおける燃料の噴射に現在使用されている電磁噴射装置に完全に類似している。このようにして、すでに存在している、高効率で極度に信頼性が高いコンポーネントを使用することが可能であり、したがって、新しいコンポーネントを開発する必要がなく、金と時間の明らかな節約となる。

20

【 0 0 0 7 】

水は、寒い天気および冬季に外に駐車している車両によって容易に到達し得る、0 の温度で凍結し、電磁噴射装置の内側に残っている可能性のある残留水は、車両が駐車しているときに凍結する可能性があり、したがって、電磁噴射装置の損傷を引き起こし得る。電磁噴射装置および供給ダクトの内側の水の凍結によって引き起こされる損傷を回避するために、内燃エンジンがオフにされたときに、電磁噴射装置および供給ダクトは空にされなければならない。内燃エンジンがオフにされたときに電磁噴射装置および供給ダクトを空にするために、製造業者は、通常、電磁噴射装置および供給ダクトの内側に存在する水をタンク内に吸い込むように動作する、可逆ポンプ(reversible pump)を使用し、この動作は、ポンプが電磁噴射装置および供給ダクトを空にするときに電磁噴射装置を開いて空気を電磁噴射装置内および供給ダクト内に吸い込むことを必要とする。しかしながら、このようにして動作させることによって、吸気ダクトの内側に存在する空気の一部が必ず電磁噴射装置および供給ダクト内に吸い込まれるが、前記空気は、一方で、比較的高い温度を有し(EGD回路を通して再循環する排気ガスが存在する可能性がある)、他方で、著しい濃度の汚染/スケール要素、たとえば、サイズの大きい粒子状物質を有することがあり(EGD回路を通して再循環する排気ガスが存在する可能性がある)、その結果、このようにして動作させることによって、電磁噴射装置を過熱させるリスクと電磁噴射装置内にスケールを形成するリスクの両方がある。特に、サイズの大きい粒子状物質は、吸気ダクト内を流れる空気中に存在していることがあり得るため(EGD回路を通して再循環する排気ガスが存在する可能性がある)、電磁噴射装置のフィルタをたちまち詰まらせる可能性があり、さらに、吸気ダクト内を流れる空気中に存在する可能性がある有機物または無機物がタンクに貯蔵されている水を汚染し、それにより微生物の望ましくない増殖を助け、使用者は否応なくタンクを空にし洗浄することすらあり得る。

30

40

【 0 0 0 8 】

特許文献1では、内燃エンジン内の水噴射システムを開示しており、内燃エンジンが作動されたときに、可逆ポンプが動作し、タンクから水を吸って、圧力下で供給ダクトを通

50

して水を少なくとも1つの噴射装置に供給し、他方では、内燃エンジンがオフにされたときに、可逆ポンプは反対方向に動作して、水を供給ダクトおよび噴射装置から排水する。特に、放出弁が設けられ、これは供給ダクトを外側に接続し、供給ダクトを空にしている間、開かれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【文献】国際公開第2017/137101A1号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の目的は、内燃エンジン内に水を噴射するための噴射方法および噴射するためのシステムを提供することであり、前記噴射方法およびシステムは実装および製造が容易でかつ経済的であり、上で説明されている欠点がなく、特に、内燃エンジンがオフにされたときに噴射装置および供給ダクトを適切に空にすることを確実にする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明により、付属の請求項に記載の内燃エンジン内に水を噴射するための噴射方法および噴射するためのシステムが提供される。

【0012】

付属の請求項は、本発明の好ましい実施形態を説明しており、説明と一体になっている。

【0013】

次に、本発明は、本発明の非限定的な実施形態を示す、添付図面を参照しつつ説明される。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明による水噴射システムを設けられた内燃エンジンを示す概略図である。

【図2】図1の噴射システムを示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図1において、番号1は、全体として、4本のシリンダー2(そのうち1つだけが添付図に示されている)を設けられた内燃エンジンを示し、各々、2つの吸気弁4(そのうち1つだけが添付図に示されている)を通して吸気マニホールド3に、および2つの排気弁6(そのうち1つだけが添付図に示されている)を通して排気マニホールド5に接続されている。

【0016】

吸気マニホールド3の内側に、吸気室(いわゆる「プレナムチャンバー」)が画成され、これは新鮮な空気(すなわち、外部から入ってくる空気)をスロットルバルブ7によって調節される入口開口部を通して受け入れ、各シリンダー2と、2つの吸気弁4の領域内で終わるそれぞれの吸気ダクト8内に入る出口開口部を通して連通する。

【0017】

内燃エンジン1は、燃焼によって生じたガスを大気中に(適切な処理の後に)放出する、排気システム9を備え、また排気マニホールド5を起点とする排気ダクト10を備える。

【0018】

内燃エンジン1は燃料噴射システム11を備え、これは対応する電磁燃料噴射装置12(通常閉じている、すなわち、開放コマンドがない場合に閉じたままである)を用いてシリンダー2内に燃料を噴射する。言い換えると、噴射システム11は4つの電磁燃料噴射装置12を備え、各々、燃料をそれぞれのシリンダー2内に直接噴射し、共通レールからの圧力の下で燃料を受け入れ、燃料噴射システム11は高圧ポンプ(図示せず)をさらに備え、これは燃料を共通レールに供給し、燃料タンク(図示せず)の内側に配置構成されている低圧ポンプ(図示せず)から燃料を受け入れる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

内燃エンジン1は水噴射システム13を備え、これは対応する電磁水噴射装置14(通常閉じている、すなわち、開放コマンドがない場合に閉じたままである)を用いて吸気ダクト8内に水を噴射する。言い換えると、噴射システム13は4つの電磁水噴射装置14を備え、各々、水をそれぞれの吸気ダクト8内に直接噴射する。

【 0 0 2 0 】

図2により、噴射システム13は、水を入れたタンク15と、タンク15から引き出した水を圧力下で共通レール17に供給ダクト18(タンク15を起点とし、ポンプ16を通過して共通レール17に到達する)を通して供給するポンプ16とを備え、共通レール17は電磁噴射装置14に接続され、したがってこれらは共通レール17から水を直接受け入れる。言い換えると、共通レール17は、電磁水噴射装置14が接続されている、供給ダクト18の端部である。ポンプ16は可逆である、すなわち、一方の方向ではタンク15から水を吸い、水を共通レール17内に供給ダクト18を通して供給するように動作することができ、反対方向では共通レール17から水を吸い、水をタンク15内に供給ダクト18を通して供給するように動作することができる、ことが指摘されるべきである。

10

【 0 0 2 1 】

各電磁噴射装置14は、霧化された水を対応する吸気ダクト8内に噴射するように設計され、共通レール17に固定される、すなわち、共通レール17上に直接装着される。

【 0 0 2 2 】

図2に示されている実施形態において、各電磁噴射装置14は、対応する吸気ダクト8の上側部分の領域内に装着され、下から上へ(垂直に)配向され、電磁噴射装置14の噴射ノズルは最高点に配置構成され、本明細書において図示されていない異なる実施形態により、各電磁噴射装置14は、対応する吸気ダクト8の下側部分の領域内に装着され、上から下へ(垂直に)配向され、電磁噴射装置14の噴射ノズルは最低点に配置構成される。一般に、各電磁噴射装置14は、決して水平には装着されず(すなわち、常に水平に対して傾いており水平に対して0°と異なる角度をなす)、重力があるため、電磁噴射装置14の内側に存在している水は、噴射ノズルの方へ流されるか(噴射ノズルが最低点に配置構成されているとき)、または噴射ノズルに関して反対方向に流され(噴射ノズルが最高点に配置構成されているとき)、明らかに、使用時に、すなわち、ポンプ16が稼働しているときに、ポンプ16によって発生する水圧は、常に、重力に打ち勝ち水が各電磁噴射装置14の噴射ノズルから流れ出ることを引き起こすことができる。

20

30

【 0 0 2 3 】

噴射システム13は、共通レール17に接続され(すなわち、共通レール17を起点とする)、共通レール17を、大気と連通し、機械式フィルタを設けられ得る、空気取り入れ口20に接続するように設計されている、2方向放出弁19(すなわち、空気を両方向に流せる弁)をさらに備える。可能な実施形態により、放出弁19は、空気弁として使用される、電磁燃料噴射装置からなるものとしてよく、すなわち、すでに市場に出回っているコンポーネントを取り付けるために、市販の電磁燃料噴射装置(中程度の公称性能を有する、したがって低コストである)が空気弁として使用され、2方向放出弁19を構成する(したがって、市販の電磁燃料噴射装置は共通レール17に接続され、共通レール17と、大気と連通する空気取り入れ口20との接続を確立する)。

40

【 0 0 2 4 】

放出弁19は、好ましくは、ソレノイド弁であり(すなわち、遠隔制御できる電気式アクチュエータを設けられる)、共通レール17が空気抜き20から(空気圧で)隔離される、閉鎖位置と、共通レール17が空気抜き20に(空気圧で)接続される、開放位置との間で移動可能である。

【 0 0 2 5 】

噴射システム13は、共通レール17に装着され、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} を検出するように設計されている、圧力センサ21をさらに備え、図2に示されている好ましい実施形態により、圧力センサ21は、共通レール17の上面に装着され、垂直に配置構

50

成され、水は、共通レール17がフルであるときのみ圧力センサ21を濡らす。

【0026】

図2に示されている好ましい実施形態により、噴射システム13は、共通レール17に結合され、共通レール17(およびしたがって、共通レール17に収容されている水)を加熱する熱を発生するように設計されている、電熱器22と、供給ダクト18に結合され、供給ダクト18(およびしたがって、供給ダクト18に収容されている水)を加熱する熱を発生するように設計されている、電熱器23と、タンク15に結合され、タンク15(およびしたがって、タンク15に収容されている水)を加熱する熱を発生するように設計されている、電熱器24とを備える。

【0027】

図2に示されている好ましい実施形態により、ポンプ16が稼働され、すなわち、ポンプ16と機械的に一体化されている、電気モーター25(たとえば、ブラシレス直流モーター)によって回転させられる。

【0028】

最後に、噴射システム13は、ほかにもあるがとりわけ、ポンプ16の電池モーター24、電磁噴射装置14、放出弁19を制御する、制御ユニット26を備える。

【0029】

内燃エンジン1が作動されると(すなわち、噴射システム11が燃料をシリンダー2内に噴射し、噴射システム13が水を吸気ダクト8内に噴射すると)、制御ユニット26は、放出弁19を恒久的に閉状態に保ち、ポンプ16を制御して水を圧力下でタンク15から電磁噴射装置14が装着されている共通レール17に供給し、エンジンポイントに応じて(すなわち、シリンダー2内部の燃焼の特徴に応じて)霧化された水に対応する吸気ダクト8内に噴射するために各電磁噴射装置14を循環的に制御する。特に、制御ユニット26は、圧力センサ21によって供給される圧力 P_{H_2O} の測定結果を使用するフィードバック制御によりポンプ16を制御し、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} の所望の値を求める。

【0030】

内燃エンジン1がオフにされたときに、制御ユニット26は、電磁噴射装置14、共通レール17、および供給ダクト18から水を排出するために以下で説明されているようにポンプ16、電磁噴射装置14、および放出弁19を制御する。

【0031】

内燃エンジン1がオフにされたときに、制御ユニット26は、供給ダクト18から水を吸い、水をタンク15内に供給するようにポンプ16を動作させる。その後、制御ユニット26は放出弁19を開き、供給ダクト18と大気との間の連通を確立し、このようにして、ポンプ16が共通レール17および供給ダクト18を空にするときに空気抜き20を通して空気が大気から共通レール17および供給ダクト18内に吸い込まれる。

【0032】

制御ユニット26は、供給ダクト18から水を吸うためにポンプ16の稼働と同時に、またはその直後に放出弁19を開かず、特に、放出弁19を開く前に、制御ユニット26は、一定時間 T_1 の間、ポンプ16が共通レール17の内側の水の残留圧力 P_{H_2O} を下げるのを待つ。言い換えると、内燃エンジン1が作動されたときに、ポンプ16は、共通レール17の内側の圧力の下で水を保ち、内燃エンジン1がオフにされたときに、共通レール17の内側の水は、比較的高い残留圧力 P_{H_2O} を有し、これらの条件において、共通レール17から水を吸うために放出弁19がポンプ16の稼働と同時に、またはほとんど同時に開かれた場合、共通レール17の内側に存在する圧力の下で水の一部が空気抜き20を流れて出る。さらに、放出弁19が開くのが早すぎた場合(すなわち、共通レール17および供給ダクト18内に十分な水がまだないときに)、ポンプ16は、放出弁19から流れ込む空気を吸うことを基本的に終了し、したがって共通レール17および供給ダクト18内に著しい量の水を残すであろう。

【0033】

反対に、放出弁19を開く前に時間 T_1 の間待つ場合、ポンプ16は、共通レール17の内側の水の残留圧力 P_{H_2O} を低減することが可能であり、したがって、放出弁19が開かれたと

10

20

30

40

50

きに、共通レール17の内側の水の残留圧力 P_{H_2O} は低く(典型的には、大気圧より低く、絶対的には、0.4~0.5バールの範囲内)、したがって、水は空気抜き20から流れ出ない。さらに、放出弁19が、共通レール17の内側の水の残留圧力 P_{H_2O} が大気圧より低くなったときのみ開かれる場合、理想的な空にする動作は常に保証されるが、それは、開かれたときに(共通レール17内に存在する押し下げがあるので)放出弁19から流れ込む大量の空気が「空気圧押し出し要素」のように作用する傾向があり、共通レール17および供給ダクト18内に存在するすべての残留水をタンク15の方へ押すからである。

【0034】

特に、制御ユニット26は圧力センサ21を使用して、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} が減少をいつ停止するかをチェックし、したがって、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} が減少を停止したときのみ放出弁19を開く(大気圧より小さい値に達する)。可能な一実施形態により、制御ユニット26は、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} が第1の所定の閾値(大気圧より小さく、たとえば、結果として絶対的に0.4~0.5バールになる)より低く、設計段階で確定されているときのみ放出弁19を開く。代替的实施形態により、制御ユニット26は、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} の時間に関する一次導関数を循環的に計算し(すなわち、値 dP_{H_2O}/dt を循環的に計算し)、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} が第1の所定の閾値より低いときのみ、およびそれと同時に、水の圧力 P_{H_2O} が有意な形で減少を停止したとき、すなわち、水の圧力 P_{H_2O} の時間に関する一次導関数が、設計段階において確定される、第2の所定の閾値より低いときに、放出弁19を開く。

【0035】

放出弁19を開いた後に、制御ユニット26は、設計段階において確定される、所定の時間 T_2 の間、ポンプ16が供給ダクト18および共通レール17を完全に空にするのを待つ。

【0036】

時間 T_2 の終わりに、電磁噴射装置14が装着され、噴射ノズルが最高点にある場合、制御ユニット26は、ポンプ16をオフにして放出弁19を閉じることすらでき、したがって、排出サイクルを終了するが、それは、電磁噴射装置14内に收容される水(または電磁噴射装置14内に收容される水の少なくとも最も大きな部分)が下方に、重力を通して、共通レール17の方へ流れており、したがって(少なくとも部分的に)電磁噴射装置14を空にするからであり、したがって排出サイクルは終了することができる。代替的に、時間 T_2 の終わりに、電磁噴射装置14が装着され、噴射ノズルが最高点にある場合、制御ユニット26は、すべての電磁噴射装置14を開き(同時にすべて一緒に、または順番に1つずつ)放出弁19を閉じるか、または開いたままにし、ポンプ16を、電磁噴射装置14内に流れ込む空気の(中程度の)量のおかげで電磁噴射装置14を完全に空にすることが保証される一定時間 T_3 の間そのまま稼動状態にする。

【0037】

一定時間 T_3 の間待った後、制御ユニット26は、ポンプ16をオフにし、放出弁19を閉じ(以前にそうしていなかった場合)、電磁噴射装置14を閉じ、それにより排出サイクルを終了する。

【0038】

時間 T_3 は、非常に短く(上ですでに述べられているように、ゼロですらあってよい)、電磁噴射装置14を通して吸引される空気の量を最小にする。

【0039】

時間 T_2 の終わりに、他方では、電磁噴射装置14が装着され、噴射ノズルが最低点に配置構成されている場合、制御ユニット26はポンプ16をオフにし、放出弁19を開いたままにし、次いで、すべての電磁噴射装置14を(同時にすべて一緒に、または順番に1つずつ)開き、これらの条件において、各電磁噴射装置14の内側に存在する残留水は、重力を通して流出し、電磁噴射装置14のノズルを通り、対応する吸気ダクト8の内側で終わる。

【0040】

電磁噴射装置14を開いた後、制御ユニット26は、設計段階において確定される、所定の時間 T_4 の間、各電磁噴射装置14が、重力のせいで、水を排出され、水が対応する吸気

10

20

30

40

50

ダクト8の方へ流れ、吸気ダクト8の内側に落ち着くのを待つ。時間T4の終わりに、電磁噴射装置14も水を排出され、制御ユニット26は電磁噴射装置14および放出弁19を閉じ、排出サイクルを終了する(ポンプ16は時間T2の終わりにオフにされた)。

【0041】

他方で、内燃エンジン1が始動されたときに、供給ダクト18および共通レール17は、空であり(内燃エンジン1がオフにされたときに、上で説明されているように、水を排出されているので)、したがって、充填される必要がある。

【0042】

その結果、内燃エンジン1が始動されたときに、制御ユニット26は、ポンプ16を動作させて、水をタンク15から共通レール17に、供給ダクト18を通して供給し、それと同時に、水位が増大するときに放出弁19を開いて供給ダクト18および共通レール17内に存在する空気を流し出す。

10

【0043】

特に、制御ユニット26は圧力センサ21を使用して、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} が増大をいつ開始するかをチェックし、したがって、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} が増大を開始したときのみ放出弁19を閉じる。可能な一実施形態により、制御ユニット26は、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} が、設計段階において確定される、第3の所定の閾値を超えたときのみ放出弁19を閉じる。

【0044】

代替的实施形態により、制御ユニット26は、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} の時間に関する一次導関数を循環的に計算し(すなわち、値 dP_{H_2O}/dt を循環的に計算し)、共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} が第3の所定の閾値を超えたときのみ、および同時に、水の圧力 P_{H_2O} が有意な形で増大を開始したとき、すなわち、水の圧力 P_{H_2O} の時間に関する一次導関数が、設計段階において確定される、第4の所定の閾値を超えるときに、放出弁19を閉じる。

20

【0045】

充填中、制御ユニット26は、また、中に入っている空気を電磁噴射装置14から出すように(空気を電磁噴射装置14の内側の水で置き換えるように)所与の時間の間、電磁噴射装置14を開いていなければならない、このステップにおいて、(中程度の)量の水が電磁噴射装置14から流れ出て、対応する吸気ダクト8内に落ち着くものことができる。制御ユニット26は、放出弁19がまだ開いているとき、または放出弁19が閉じられるとすぐに、電磁噴射装置14を開くことができる。

30

【0046】

電磁噴射装置14も閉じられた後、充填サイクルは終了し、したがって、制御ユニット26はポンプ16を制御して共通レール17の内側の水の圧力 P_{H_2O} を所望の値に等しい値に保つ。

【0047】

充填ステップにおいて、水は空気抜き20から、「パージされた」空気と一緒に流出し、空気抜き20からの水の流出を回避するため(または制限することだけでも行うため)、共通レール17を空気抜き20(したがって、放出弁19の上流または下流)に接続する放出ダクトとともに、空気に対して浸透性を有し、水に対して不浸透性である通気性膜27が挿入され得る(すなわち、水分子より小さいサイズを有する複数の微小孔を有するので空気がその中を流れるのを許すが、水がその中を通るのを許さない)。通気性膜27の代わりに、またはそれに加えて、共通レール17を空気抜き20に(したがって、放出弁19の上流または下流)に接続する放出ダクトとともに、所与の空気流量を許し(妥当な時間内に空にし、充填することを確実にするのに十分である)、それと同時に、空気抜き20を通して(明らかに望ましくない形で)流出し得る水の流量を制限する調整された直径を有する狭窄部28が挿入され得る。

40

【0048】

制御ユニット26は、(少なくとも)外側温度センサに接続され、必要ならば、タンク15の

50

内側の水の温度 T_{H2O} を測定する温度センサ29にも接続され、外側温度が0以下である(および内燃エンジン1がしばらくの間静止状態であった)ときに、内燃エンジン1の冷却液体の温度が0に近いとき、および/またはタンク15の内側の水の温度が0以下であるときに、制御ユニット16は電熱器22、23、および24を作動させて、水回路内に存在する可能性のある氷を溶かす。

【0049】

好ましい一実施形態により、タンク15の内側の水の温度 T_{H2O} が制限値VL以下である場合に、制御ユニット26は、電熱器22、23、および24を作動させるように構成される。タンク15の内側の水の温度 T_{H2O} が安全値VS(制限値VLより小さい)以下である場合、制御ユニット26は、電気モーター25を制御して所定の制限時間内に、ローター(およびしたがって、ポンプ16)の回転を行わずにポンプ16の内側に存在する水に対して除霜を行うのに十分なジュール効果による熱出力(すなわち、熱)を発生することを伴う、追加の除霜手順を実施するように構成される。実際、ポンプ16の内側に存在する可能性のある残留氷は、ポンプ16の回転部分を破損する恐れがあるため、ポンプ16の完全性にとってきわめて危険である場合があり、言い換えると、ポンプ16の内側に存在する氷の可能な小サイズまたは大サイズの断片が、ポンプ16がポンプ16の内側に存在する氷を予め溶かしておかずに回転させた場合に、ポンプ16の回転部分を破損する恐れがある。

【0050】

水の温度 T_{H2O} と制限値VLさらには安全値VSとの比較の結果に基づき、次の状態が可能である。

- ・ 水の温度 T_{H2O} が制限値VLより高い場合、電子制御ユニット26は、タンク15およびポンプ16の内側に収容される水に対する除霜戦略を実装しないように構成される。

- ・ 水の温度 T_{H2O} が制限値VLと安全値VSとの間にある場合、電子制御ユニット26は、電熱器22、23、および24を作動するように構成される。

- ・ 水の温度 T_{H2O} が安全値VSより小さい場合、電子制御ユニット26は、電熱器22、23、および24を作動することと、電気モーター25を制御してポンプ16の内側の水に対する除霜を助けることの両方を行うように構成される。

【0051】

以下では、電子制御ユニット26によって実装される除霜戦略を説明するが、これは、電気モーター25の巻線内で、ジュール効果により、ポンプ16の内側の水に対する除霜を行うのに十分である熱出力を発生させるために非効率的な仕方(すなわち、実質的な移動なしで)電気モーター25を制御することを必要とし、言い換えると、制御ユニット26は、電気モーター25の巻線を、ローター(およびしたがって、ポンプ16)の実際の回転を引き起こす回転磁場を発生するだけでなく、ジュール効果による熱を発生する電気抵抗としても使用する。

【0052】

電気モーター25は、ローターと、少なくとも3つのステーター巻線を含むステーターとを備え、電流は所与の順序に従って流れローターを回転させることができ、知られているように、ローターは、逐次的切り替えによって、またステーター内に配置されているステーター巻線によって定められたタイミングに従って回転させられる。電気モーター25は、代替的に、内側モーターと外側モーターの両方であってよい。電子制御ユニット26によって実装される除霜戦略は、ステーター巻線を通して電流を供給し、ステーター巻線の順序および/またはタイミング/周波数を変化させることを伴う。

【0053】

電気モーター25のステーターは、少なくとも3つのステーター巻線を備え、星形または三角形の形状の構成で組み立てることができる少なくとも3つの相を有する。実験から、ローターの周りに均一に配置構成された6個のステーター巻線を備えるステーターを設けた電気モーター25でよい結果を得ることができることが示されている、言い換えると、実験から、A、B、C、A、B、Cの順序でローターの周りに均一にステーター巻線が配置構成される電気モーター25でよい結果を得ることができることが示されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

電子制御ユニット26によって実装される除霜戦略は、ポンプ16のシャフトの回転トルクを発生させるなど(すなわち、内側に存在する可能性のある氷により損傷を受けることを防ぐために実質的にポンプ16を静止状態に保つなど)を行う順序に従ってステーター巻線を通る電流を供給することを必要とする。たとえば、可能な一実施形態により、電子制御ユニット26によって実装される除霜戦略は、ステーター巻線に実質的に一定の電圧Vを加えることと、たとえば、A C B A C Bの順序に従って電流をステーター巻線に流すこととを伴う。ステーター巻線のこの動作順序は、ポンプ16の回転の方向の連続的反転を可能にし、またゼロの回転トルクの平均的発生を可能にし、したがって、ポンプのシャフトが回転することを許さず(せいぜい、ポンプ16は、著しい移動を行わずに、それが配置されている位置の周りで振動する)、ステーター巻線は、他方では、ポンプ16の内側の水に対する除霜を助ける、ジュール効果による熱出力を発生する。

10

【 0 0 5 5 】

さらなる実施形態により、電子制御ユニット26によって実装される除霜戦略は、ステーター巻線に実質的に一定の電圧Vをかけるが、可変制御周波数を用いること、および/可変電源電流を供給することを必要とする。

【 0 0 5 6 】

さらなる実施形態により、電子制御ユニット26によって実装される除霜戦略は、ステーター巻線に実質的に一定の電圧Vをかけるが、可変制御周波数を用いること、および/可変電源電流を供給すること、さらにはたとえば順序A C B A C Bに従って電力を供給されるステーター巻線の順を変えることを必要とする。

20

【 0 0 5 7 】

添付図に示されている実施形態において、水の噴射は間接的であり、電磁噴射装置14は、水をシリンダー2内に噴射せずに、水をシリンダー2の上流にある吸気ダクト8内に噴射する。本明細書において図示されていない代替的实施形態により、水の噴射は直接的であり、電磁噴射装置14は水をシリンダー2内に噴射し、この実施形態であっても、上で説明されている排水手順は、内燃エンジン1が停止したときに適用され、上で説明されている水充填手順は、内燃エンジン1が始動するときに適用される。

【 0 0 5 8 】

添付図に示されている実施形態において、燃料の噴射は直接的であり、電磁噴射装置12は燃料をシリンダー2内に噴射する。本明細書において図示されていない代替的实施形態により、燃料の噴射は間接的であり、電磁噴射装置12は燃料をシリンダー2の上流にある吸気ダクト8内に噴射する。

30

【 0 0 5 9 】

直接または間接的燃料噴射は、直接または間接的水噴射と組み合わせることができる。

【 0 0 6 0 】

本明細書で説明されている実施形態は、この理由で本発明の保護の範囲を超えることなく、互いに組み合わせることができる。

【 0 0 6 1 】

上で説明されている噴射システム13は、製造するのが簡単で経済的であり、特に頑丈であり(したがって、運転寿命が長く、壊れる危険性も非常に低い)、特に、内燃エンジン1がオフにされたときに電磁噴射装置14、共通レール17、および供給ダクト18を特に効率的に、効果的に、副作用なしで空にすることを可能にするので、多くの利点を有する。特に、水回路内で放出弁19を使用するおかげで、吸い込まれる空気は大気中から入ってくる、したがって、実質的に周囲温度になっており、高濃度の汚染/スケーリング要素がない(少なくとも最大の部分について)空気である。さらに、空にする動作および充填する動作において放出弁19を使用するおかげで、電磁噴射装置14(噴射システム13の最もデリケートなコンポーネントであり、したがって、目詰まりまたは破損を受ける可能性が潜在的に最も高い)には、基本的に、実質的に周囲温度であり、高濃度の汚染/スケーリング要素が絶対的にない水の流れのみが流れる。

40

50

【符号の説明】

【0062】

- 1 内燃エンジン
- 2 シリンダー
- 3 吸気マニホールド
- 4 吸気弁
- 5 排気マニホールド
- 6 排気弁
- 7 スロットルバルブ
- 8 吸気ダクト 10
- 9 排気システム
- 10 排気ダクト
- 11 燃料噴射システム
- 12 電磁燃料噴射装置
- 13 水噴射システム
- 14 電磁水噴射装置
- 15 タンク
- 16 ポンプ
- 17 共通レール
- 18 供給ダクト 20
- 19 放出弁
- 20 空気取り入れ口
- 21 圧力センサ
- 22、23、24 電熱器
- 25 電気モーター
- 26 制御ユニット
- 27 通気性膜
- 28 狭窄部
- 29 温度センサ

30

40

50

【図面】
【図 1】

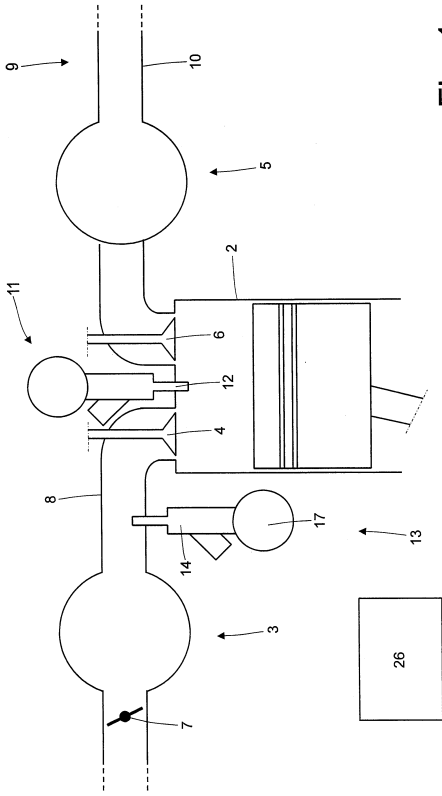


Fig. 1

【図 2】

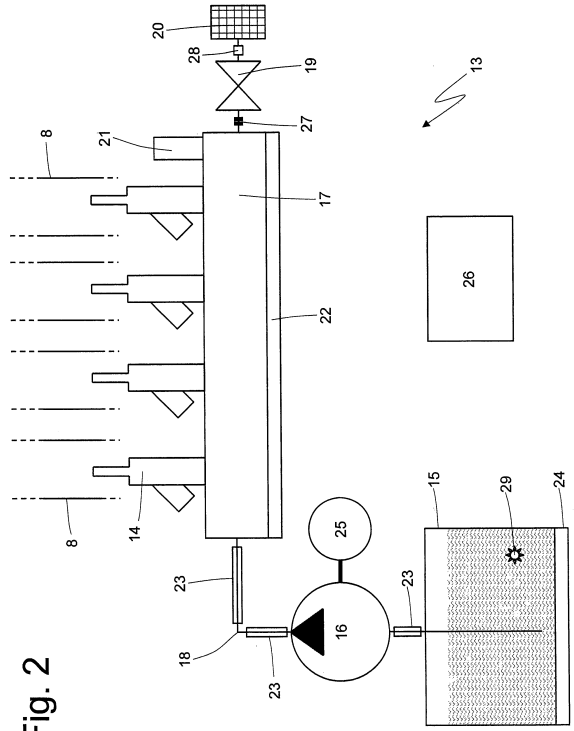


Fig. 2

10

20

30

40

50

フロントページの続き

イタリア・４０１３３・ボローニャ・ヴィア・ブルーノ・モンテルミチ・３６／８

審査官 津田 真吾

- (56)参考文献 特表２０１９－５０４９６５（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１８／０１１２６３２（ＵＳ，Ａ１）
特開平８－１４１５５１（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１６／０９２６６５（ＷＯ，Ａ１）
特開２０１０－８４６９４（ＪＰ，Ａ）
- (58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０２Ｄ １９／１２
Ｆ０２Ｍ ２５／０２５
Ｆ０１Ｎ ３／０８