(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2020-2951
(P2020-2951A)
(43)公開日　令和2年1月9日(2020.1.9)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F02M 43/04	(2006.01)	F02M	43/04		3G066
F02M 61/18	(2006.01)	F02M	61/18	340D	4F033
B05B 7/04	(2006.01)	F02M	61/18	340E	
		F02M	61/18	320D	
		F02M	61/18	350C	

審査請求 有　請求項の数 39　ＯＬ　（全 19 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2019-133354 (P2019-133354)
(22)出願日　令和1年7月19日 (2019.7.19)
(62)分割の表示　特願2016-522744 (P2016-522744)の分割
原出願日　平成26年10月15日 (2014.10.15)
(31)優先権主張番号　61/891,111
(32)優先日　平成25年10月15日 (2013.10.15)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

(71)出願人　513253939
ノストラム　エナジー　ピーティーイー．リミテッド
ＮＯＳＴＲＵＭ　ＥＮＥＲＧＹ　ＰＴＥ．ＬＴＤ．
シンガポール、０６９５３１　シンガポール、＃０８－０３、セシル　ストリート　９０、ソロメド　ピーティーイー．リミテッド内
(74)代理人　110002583
特許業務法人平田国際特許事務所
(72)発明者　ムライエ，ニールマル
アメリカ合衆国、ニュージャージー州　０８８２４、ケンドール　パーク、エリンコート．，１０

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ガスアシスト式流体微粒化インジェクタ

(57)【要約】
【課題】内燃機関のシリンダ内直噴用の液体噴射アトマイザを提供する。
【解決手段】液体噴射アトマイザは、加圧液体供給部と、加圧ガス供給部と、本体と、それぞれ液体及びガス用の２つ以上のオリフィスを有するノズルと、を備える。各オリフィスは、計量された加圧液体又は加圧ガスの噴流をインジェクタ本体の外部に向かわせる。液体噴流のうち少なくとも２本は、１ヶ所以上の衝突点に向けられ、同じ衝突点又は別の衝突点で少なくとも２本のガス噴流が衝突し、これにより高微粒化した液体が生成される。
【選択図】図１

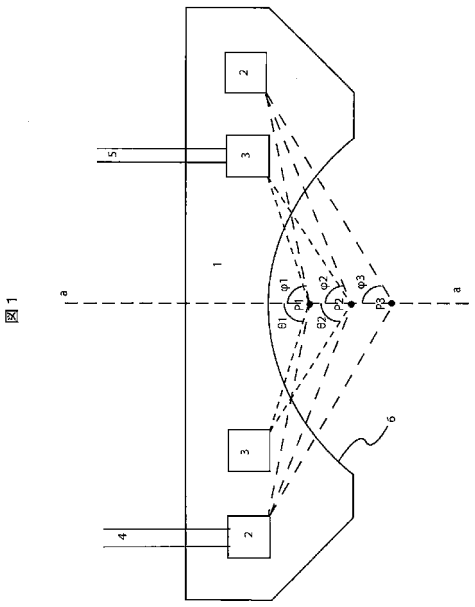


図１

【特許請求の範囲】
【請求項１】
インジェクタ本体を備えた、微粒化液体を生成するための液体インジェクタであって、
前記インジェクタ本体は、
液体注入口と、
前記本体の内部又は前記本体の外部に設けられた液体計量手段と、
中心軸と、内側端部と、外側端部と、前記内側端部から始まり液体オリフィスを有する前記外側端部で終端する２本以上の流路とを含むノズルを備える液体排出口と、
前記インジェクタ本体の内部又は外部でガスオリフィスを通過するガスの流量又は圧力を調整するように構成されたガス調整手段と、を備え、
加圧液体は、各流路の終端となる前記オリフィスまで前記２本以上の流路を通して押し出され、少なくとも１本のガス噴流が前記ガスオリフィスを通して押し出され、各液体オリフィス及び各ガスオリフィスは、前記加圧液体とガスの噴流を方向付けし、
前記複数のオリフィスは、少なくとも２本の液体噴流が第１の液体噴流焦点に向けられ、かつ、少なくとも２本のガス噴流が第１のガス噴流焦点に向けられ、前記第１の液体噴流焦点と前記第１のガス噴流焦点の両方が前記インジェクタ本体の凹状外面の外部にあり、前記複数の焦点が前記ノズルの前記中心軸と同軸に配置されるように構成され、各焦点における複数の加圧液体噴流の衝突と複数のガス噴流の衝突により、微粒化した液体が生成されることを特徴とする液体インジェクタ。
【請求項２】
インジェクタ本体を備えた、微粒化液体を生成するための液体インジェクタであって、
前記インジェクタ本体は、
液体注入口と、
前記本体の内部又は前記本体の外部に設けられた液体計量手段と、
中心軸と、内側端部と、外側端部と、前記内側端部から始まり液体オリフィスを有する前記外側端部で終端する２本以上の流路とを含むノズルを備える液体排出口と、
インジェクタ本体の内部又は外部でガスオリフィスを通過するガスの流量又は圧力を調整するように構成されたガス調整手段と、を備え、
加圧液体は、各流路の終端となる前記オリフィスまで前記２本以上の流路を通して押し出され、各液体オリフィス及び各ガスオリフィスは、前記加圧液体とガスの噴流をそれぞれ方向付けし、
前記複数のオリフィスは、少なくとも２本の液体噴流が第１の液体噴流焦点に向けられ、かつ、少なくとも２本のガス噴流が第１のガス噴流焦点に向けられ、前記第１の液体噴流焦点と前記第１のガス噴流焦点の両方が前記インジェクタ本体の外部にあり、前記第１の液体噴流焦点と前記第１のガス噴流焦点が前記ノズルの前記中心軸と同軸に並置されるように構成され、
前記並置された複数の焦点間の距離は、前記液体オリフィスの平均直径から前記液体オリフィスの平均直径の１０倍までの範囲であり、
前記複数の焦点における前記複数の液体噴流の衝突と前記複数のガス噴流の衝突により、微粒化した液体が生成されることを特徴とする液体インジェクタ。
【請求項３】
各液体噴流と前記液体インジェクタの中心軸線の間の角度が５°以上８５°以下であり、各ガス噴流と前記インジェクタの中心軸線の間の角度が０°超７５°以下である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項４】
前記液体に加えられる圧力は、０バール以上３０００バール以下である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項５】
前記ガスは、０バール以上２００バール以下で加圧される請求項１又は２に記載のインジェクタ。

【請求項６】
前記液体計量手段は正確な液体流量を提供し、前記ガスの計量は正確なガス流量を提供する請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項７】
前記液体の計量は正確な時間に開始及び停止し、前記ガスの計量は正確な時間に開始及び停止する請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項８】
前記液体噴流は、前記オリフィスからの流出速度が５ｍ／秒超である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項９】
前記液体噴流は、前記オリフィスからの流出速度が５００ｍ／秒超である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項１０】
前記ガス噴流は、前記オリフィスからの流出速度が２５０ｍ／秒超である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項１１】
前記ガス噴流は、前記オリフィスからの流出速度が５０００ｍ／秒超である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項１２】
任意の液体オリフィスから焦点での前記衝突までの距離は、最も離隔した２つの液体オリフィス間の距離の３倍未満である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項１３】
任意の液体オリフィスから焦点での前記衝突までの距離は、最も離隔した２つの液体オリフィス間の距離未満である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項１４】
前記オリフィスの直径は、５０μｍ超である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項１５】
前記液体噴流又は前記ガス噴流は、別々のノズルによって生成される請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項１６】
前記ガスは空気である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項１７】
前記液体は、水、水溶液、懸濁液及び乳濁液から選択される請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項１８】
前記液体は、ガソリン、ディーゼル燃料、アルコール、ＪＰ８、ケロシン、及びそれらの混合物から選択された燃料である請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項１９】
前記インジェクタは、往復動内燃機関、ロータリー内燃機関、ガスタービンエンジン及びジェットエンジンから選択されたエンジンに使用される請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項２０】
前記インジェクタは、衝突する２本以上３０本以下の液体又はガス噴流を有する請求項１又は２に記載のインジェクタ。
【請求項２１】
微粒化液体を生成するための液体インジェクタであって、前記液体インジェクタは、
第１の流体注入口と、
第２の流体注入口と、
前記第１の流体注入口と流体連通する第１の環状空洞部と、
前記第２の流体注入口と流体連通し、前記第１の環状空洞部と同軸で、かつ同心に配置

された第２の環状空洞部と、
外面に形成された複数の放出オリフィスと中心軸を有するノズルと、を備え、
各放出オリフィスは、前記ノズルの内部に形成された各貫通路の端部を画定し、第１のサブセットの各貫通路は、各放出オリフィスと前記第１の環状空洞部の間で流体連通をもたらし、第２のサブセットの各貫通路は、各放出オリフィスと前記第２の環状空洞部の間で流体連通をもたらし、
前記複数の放出オリフィスは、複数の流体噴流を前記ノズルの前記中心軸と同軸に並置された複数の衝突焦点に向かわせるように構成され、
前記複数の衝突焦点のうち２つの並置する焦点間の距離はそれぞれ、前記液体オリフィスの平均直径から前記液体オリフィスの平均直径の１０倍までの範囲であることを特徴とする液体インジェクタ。
【請求項２２】
前記第１の流体注入口は液体を収容し、前記第２の流体注入口はガスを収容する請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項２３】
前記第１の環状空洞部と流体連通した前記放出オリフィスからの流体噴流は、各流体噴流と前記液体インジェクタの前記中心軸線の間の角度が５°以上８５°以下であり、前記第２の環状空洞部と流体連通した放出オリフィスからの流体噴流は、各ガス噴流と前記インジェクタの前記中心軸線の間の角度が０°超７５°以下である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項２４】
前記液体に加えられる圧力は、０バール以上３０００バール以下である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項２５】
前記ガスは、０バール以上２００バール以下で加圧される請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項２６】
正確な液体流量を提供するように構成された液体計量手段と、正確なガス流量を提供するように構成されたガス計量手段と、を更に備える請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項２７】
正確な時間に開始及び停止するように構成された液体計量手段と、正確な時間に開始及び停止するように構成されたガス計量手段と、を更に備える請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項２８】
前記液体は、前記放出オリフィスからの流出速度が５ｍ／秒超である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項２９】
前記ガスは、前記放出オリフィスからの流出速度が２５０ｍ／秒超である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項３０】
前記液体は、前記放出オリフィスからの流出速度が５００ｍ／秒超である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項３１】
前記ガスは、前記放出オリフィスからの流出速度が５０００ｍ／秒超である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項３２】
前記第１の環状空洞部と流体連通する任意の放出オリフィスから前記衝突点までの距離は、前記インジェクタ本体の直径の３倍未満である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項３３】
前記第１の環状空洞部と流体連通する任意の放出オリフィスから前記衝突点までの距離

は、最も離隔した２つの液体オリフィス間の距離未満である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項３４】
前記放出オリフィスの直径は、５０μｍ超である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項３５】
前記ガスは空気である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項３６】
前記液体は、水、水溶液、懸濁液及び乳濁液から選択される請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項３７】
前記液体は、ガソリン、ディーゼル燃料、アルコール、ＪＰ８、ケロシン、及びそれらの混合物から選択された燃料である請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項３８】
前記インジェクタは、往復動内燃機関、ロータリー内燃機関及びジェットエンジンから選択されたエンジンに使用される請求項２１に記載のインジェクタ。
【請求項３９】
前記インジェクタは、前記第１の環状空洞部と流体連通する２個以上３０個以下の放出オリフィスと、前記第２の環状空洞部と流体連通する２個以上３０個以下の放出オリフィスを有する請求項２１に記載のインジェクタ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
（関連出願の相互参照）
本出願は、参照によりその内容が本明細書に組み込まれる２０１３年１０月１５日出願の米国特許仮出願番号第６１／８９１，１１１号の利益を主張するものである。更に、「衝突噴流を有する液体噴射微粒化装置」という名称であり、譲受人が同一で同時係属中である２０１３年１０月１５日出願の米国特許仮出願番号第６１／８９１，１１８号が、参照によりその開示及び内容全体が本出願に組み込まれる。
【０００２】
本開示は、全体に、微粒化液体を生成するための装置及び方法に関する。より詳細には、本開示は、ガスアシスト式液体微粒化インジェクタに関する。
【背景技術】
【０００３】
一般に、圧力アトマイザにおいて、微粒化の質は、ガス媒体を使ってエネルギー追加することにより改善される。従来技術では、２つの一般的な技術、即ち、エアアシスト及びエアブラストが用いられている。エアアシストとエアブラストは同様の原理で動作するが、「空気」成分の量的側面で異なっている。エアアシスト技術では少量の空気を非常に高速（又は高圧）で使用しているが、エアブラスト技術では比較的多量の空気を低速で使用している。空気の量及び速度の両方を、微粒化される液体の関連パラメータと相関的に理解しなければならない。いずれの場合の微粒化も、多少の乱流を伴ってオリフィスから出てくる液柱を分裂させる際には空気せん断に依存しており、若干蒸発することもある。同じ圧力で微粒化された液体と比べ、ガス又は空気の方が同じ圧力でより高速となることが理解される。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
また、空気流と液体流が交差する位置を決定する２つの一般的な技術もある。２本の流れがアトマイザ本体の内部で相互作用する「内部混合型」と、２本の流れがそれぞれのオリフィスから出た後に外部で相互作用する「外部混合型」である。これらの概念のいずれにおいても、微粒化は、液体噴流又は液膜上を移動する空気の乱流せん断作用により生ず

る。
【０００５】
２本以上のガス又は空気の噴流と中央の液体噴流が共通の焦点で衝突するアトマイザも知られている。更に、２本以上の同軸の複合噴流が共通の焦点で衝突する設計も知られている。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明の一実施形態は、インジェクタ本体と、インジェクタ本体の内部又は外部においてガスオリフィスを通過する流量又は圧力を調整するように構成されたガス調整手段と、を有する微粒化インジェクタである。
【０００７】
インジェクタ本体は、液体注入口と、本体の内部又は本体の外部に設けられた液体計量手段と、ノズルを備える液体出口と、を備えて構成される。ノズルは、内側端部と、外側端部と、内側端部から始まり液体オリフィスを有する外側端部で終端する２本以上の流路と、を含む。
【０００８】
本発明の一実施形態では、加圧液体が２本以上の流路を通って各流路の終端となるオリフィスまで押し出され、少なくとも１本のガス噴流がガスオリフィスを通って押し出され、各液体オリフィス及び各ガスオリフィスは、加圧液体とガスの噴流をそれぞれ方向づける。オリフィスは、少なくとも液体噴流２本とガス噴流２本が、インジェクタの外部にある１ヶ所以上の共通の焦点に向けられるように構成され、各焦点における加圧液体噴流とガス噴流の衝突により、微粒化した液体が生成される。
【０００９】
本発明の他の実施形態では、インジェクタは、１つの焦点で衝突する少なくとも２本の液体噴流と、１つの焦点で衝突する少なくとも２本のガス噴流と、を含む。本発明の一実施形態では、液体噴流が衝突する焦点は、ガス噴流が衝突する焦点と同一である。本発明の一実施形態では、液体噴流が衝突する焦点は、ガス噴流が衝突する焦点と異なる。
【００１０】
本発明の一実施形態では、各液体噴流とインジェクタの中心軸線の間の角度が５°以上８５°以下である。他の実施形態では、各ガス噴流とインジェクタの中心軸線の間の角度が０°超７５°以下である。他の実施形態では、各液体噴流とインジェクタの中心軸線の間の角度が５°以上８５°以下であり、各ガス噴流とインジェクタの中心軸線の間の角度が０°超７５°以下である。
【００１１】
本発明の一実施形態では、液体に加えられる圧力は、０バール以上３０００バール以下であり、この範囲の間の任意の値である。ガスは、０バール以上２００バール以下で加圧される。液体計量手段は正確な液体流量を提供し、ガスの計量は正確なガス流量を提供する。液体の計量は正確な時間に開始及び停止し、ガスの計量は正確な時間に開始及び停止する。液体に加えられる圧力は、一実施形態では、大気圧空間で微粒化される場合に約２バールから約１００バールである。それより高圧の空間で液体が噴射される場合、噴霧圧は約３０バールから約２０００バールの範囲であってもよい。ガスは、約１バールから４０バールで加圧される。
【００１２】
本発明の他の実施形態では、液体噴流は、オリフィスからの流出速度が５ｍ／秒超である。あるいは、液体噴流は、オリフィスからの流出速度が５０ｍ／秒超である。
【００１３】
本発明の他の実施形態では、任意の液体オリフィスから衝突点までの距離は、インジェクタ本体の直径の３倍未満である。あるいは、任意の液体オリフィスから衝突点までの距離は、２つの最も離隔したオリフィスの間の距離の３倍未満であり、他の実施形態では、任意の液体オリフィスから衝突点までの距離は、２つの最も離隔した液体オリフィス間あ

るいはガスオリフィス間のいずれか短い方の距離未満である。
【００１４】
本発明の他の実施形態では、オリフィスの直径は、５０μｍ超である。複数の液体噴流又は複数ガス噴流は、別々のノズルによって生成される。
【００１５】
液体は、水、水溶液、懸濁液及び乳濁液から選択される。液体は、ガソリン、ディーゼル燃料、アルコール、ＪＰ８、ケロシン、及びそれらの混合物から選択された燃料である。インジェクタは、往復動内燃機関、ロータリー内燃機関、ガスタービンエンジン及びジェットエンジンから選択されたエンジンに使用される。インジェクタは、衝突する２～３０本の液体噴流と、衝突する２～３０本のガス噴流を有する。
【００１６】
本発明の一実施形態では、本明細書で以下に記載されるようなガスアシスト式インジェクタを使用して流体を微粒化する方法を提供する。
【図面の簡単な説明】
【００１７】
本発明の実施形態のこれら及び他の特徴、態様及び利点は、以下の説明、添付の特許請求の範囲、及び添付の図面からより良く理解されるであろう。
【００１８】
【図１】図１は、本発明の例示的な実施形態のブロック図を示す。
【図２】図２は、球状液滴の抗力係数をレイノルズ数Ｒｅ＝（Ｖ.ｄ.ｒ）／μ関数で表すグラフを示し、Ｖは液滴と媒体の相対速度、ｄは液滴直径（単位：ｍ）、ρは媒体密度（単位：ｋｇ／ｍ^{3}）、μは媒体粘度（単位：Ｐａ.ｓ又はｋｇ／ｍ／ｓ）である。
【図３】図３は、本発明に用いることができるオリフィスの様々な非限定的パターンを示す。
【発明を実施するための形態】
【００１９】
［用語一覧］
以下の用語は、本発明のアトマイザの構造及び動作の詳細な説明を容易にするために定義される。
ΔＰ：（大気圧以上での）噴射圧力、（単位：Ｐａ）
A_{o}：オリフィス面積＝πd_{o}^{2}／４（単位：ｍ^{2}）、オリフィス直径の単位はｍ
ＥＦＰ：等価力パラメータ
ρ：密度（単位ｋｇ／ｍ^{3}）
σ：液体の表面張力（単位：Ｎ／ｍ）
Ｃｄ：オリフィス流量係数
Ｃｖ：オリフィス速度係数
ｎ：オリフィス数又は噴流数
Ｗ：質量流量率＝ｎ´Ｃｄ´A_{o}（２ΔＰ´ρ）$^{1/2}$（単位：ｋｇ／ｓ）
Ｑ：体積流量率＝Ｗ／ρ＝ｎ´Ｃｄ´A_{o}（２ΔＰ／ρ）$^{1/2}$（単位：ｍ^{3}／ｓ）
α：噴流の軸と本体軸ａ‐ａの間の一般的角度、その場合によってα＝φ又はθ
ＲｏＥｉｎＡ：軸方向のエネルギー流入率＝Ｗ（ΔＰ／ρ）Ｃｏｓ^{2}α
ＲｏＥｉｎＲ：半径方向のエネルギー流入率＝Ｗ（ΔＰ／ρ）Ｓｉｎ^{2}α
ＲｏＭｉｎＡ：軸方向の運動量流入率＝Ｗ（２ΔＰ／ρ）$^{1/2}$Ｃｏｓα
ＲｏＭｉｎＲ：半径方向の運動量流入率＝Ｗ（２ΔＰ／ρ）$^{1/2}$Ｓｉｎα
Ｖ：オリフィス流出速度（単位：ｍ／ｓ）、Ｖ＝Ｃｖ.（２ΔＰ／ρ）$^{1/2}$
【００２０】
理解を容易にするため、以下の記載では、下付き文字「Ｌ」が付されたパラメータ及び変数は、全て液体に関連するパラメータ又は変数を示し、下付き文字「ｇ」が付されたパラメータ及び変数は全てガスに関連するパラメータ又は変数を示すものとする。
【００２１】

［本開示の例示的実施例］

図１には、様々な実施可能な実施形態が示されている。あくまで例示目的ではあるが、中心軸線ａ－ａを有するインジェクタ本体１が、インジェクタ先端部として示されている。インジェクタ本体１は、流入路４，５とそれぞれ流体連通する環状（円周方向）の空洞部２，３を含む。環状空洞部２からは、破線で示される複数の流出路が延びており、空洞部２に噴流として供給された加圧流体が、焦点Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３に向けて、それぞれφ１，φ２，φ３の角度で傾斜して、インジェクタ本体１の外面にある各放出オリフィスを通過する。同様に、環状空洞部３からも、破線で示される複数の流出路が延びており、空洞部３に噴流として供給された第２の加圧流体、例えば、空気や水蒸気などのガス、またロータリー内燃機関であれば再循環排気ガスが、焦点Ｐ１，Ｐ２に向けてそれぞれφ１，φ２，φ３の角度で傾斜して、インジェクタ本体１の外面にある各放出オリフィスを通過する。

【００２２】

図１では、内燃機関内で実施する場合、インジェクタ本体１と加圧された流体及びガスをそれぞれ供給する環状空洞部２，３の構造がシリンダ毎に設けられ、エンジンのシリンダヘッド部に取り付けられており、シリンダ内の燃焼のために温度及び圧力が制御された条件下で、例えば、圧縮サイクル毎に本明細書に記載される方法で予混合を行う。燃料タンクは燃料を燃料ポンプ（コモンレールと同様、図示せず）に供給し、例えば、ソレノイド制御ピントル又は圧電制御ピントルなどの計量手段（図示せず）によって正確かつ制御可能な開始時間および停止時間で計量された、例えば、燃料又は水といった加圧流体が、流入路４などの搬送手段を通ってインジェクタ本体、例えば、各空洞部２まで供給され、本明細書に記載される方法でインジェクタ外の焦点に向けて液柱として直接エンジンシリンダ内に充填される。ガス圧縮機は、時限制御下で、加圧ガスを流入路５などの搬送手段を介してインジェクタ本体、例えば、各空洞部３まで供給し、ソレノイド制御ピントル又は圧電制御ピントルなどの計量手段によって、正確かつ制御可能な開始時間および停止時間で計量された加圧ガス噴流が、本明細書に記載される方法で液柱を分裂させるように焦点に向かって噴射されることで、インジェクタ本体１は、ガスアシストで噴微粒化した液体を、シリンダで燃焼させるためにシリンダ室に供給する。一実施形態では、イグニッションコイルが、シリンダヘッド部の、一実施形態ではインジェクタ本体１の中心近くに装着された点火プラグ（火花点火エンジンのみ、図示せず）の点火を制御する。

【００２３】

一実施形態では、液体及びガスの噴流両方の流出路が、同一の焦点で衝突するように傾斜している。他の実施形態では、液体及びガスの噴流の流出路は、異なる焦点で衝突するように傾斜しているため、２箇所以上の別々の衝突点が形成される。

【００２４】

図１に示す実施形態では、インジェクタ本体外面の放出オリフィスは、インジェクタ本体の軸ａ－ａから、半径方向に同じ距離で、かつ等角度の間隔で配列されている。

【００２５】

一実施形態では、放出オリフィスは、本体の中心軸線から半径方向に同じ距離で、かつ不等角度間隔で配列されてもよい。一実施形態では、インジェクタ本体は、外側端部に凹部を有し、液体及びガス噴流の放出オリフィスは、凹部内にある。

【００２６】

一実施形態では、１つの放出オリフィスから１つの焦点、インジェクタの軸線ａ－ａに沿い、隣接するオリフィスまでの線によって定まる角度は、任意の平面上の全てのオリフィスに対して等しい。

【００２７】

一実施形態では、随意で１つのオリフィスを、図３の実施形態Ｄのように、インジェクタ本体の中央に軸線ａ－ａに沿って追加で設けてもよい。

【００２８】

一実施形態では、放出オリフィスの数は２つ以上であり、オリフィスは５０個までの範

囲とすることができる。流体力学では、２つのオリフィスからの液体噴流は衝突後に平坦な扇型の拡散雲となるが、３つ以上のオリフィスでは、３次元的な丸い雲となることがわかっている。オリフィスの個数が多いほど、多くの液体が放出される（その他全ての要素についても同様）。エンジン用途では、例えば、自動車エンジン用インジェクタは、直径が約８ｍｍであり、２～６個のオリフィスを有してもよい。大型車両用定置ディーゼルエンジンのインジェクタは、直径が約５ｃｍであり、オリフィスを３０個以上有するインジェクタであってもよい。

【００２９】

他の実施形態では、２本（又はそれ以上）のリングとなるように放射状に放出オリフィスを設けてもよく、この場合、第１のオリフィスリングはインジェクタの軸ａ－ａから一定の半径方向寸法を有し、第２のオリフィスリングはそれとは半径方向寸法を有し、全てのオリフィスが１つ又は複数の衝突点に向けられる。図３は、本発明に用いることができるオリフィスの様々な非限定的パターンを示す。

【００３０】

一実施形態では、液体及びガスの噴流は、入口圧力又はオリフィス直径、及び、衝突速度又は力の全てが等しいわけではない。

【００３１】

一実施形態では、放出オリフィスの直径は、必要な流量に応じて、約５０μｍ～約５０００μｍまで、又はそれ以上の範囲であってもよい。一実施形態では、オリフィスの直径は約２００μｍ～約４００μｍまでの範囲であり、液体は炭化水素燃料である。一実施形態では、オリフィスの直径は約３００μｍ～約７００μｍまでの範囲であり、液体は水又は水溶液である。

【００３２】

本発明の一実施形態では、焦点がＰ１のみであるため、全ての液体噴流とガス噴流が一点で衝突する。別の実施形態では、焦点がＰ１，Ｐ２であるため、液体噴流とガス噴流のサブセットがＰ１で衝突し、液体噴流とガス噴流の第２のサブセットがＰ２で衝突する。別の実施形態では、液体噴流同士がＰ１及び／又はＰ２で衝突し、ガス噴流同士がＰ３で衝突する。本発明の他の衝突の構成が、図１と本明細書の説明から容易に理解される。

【００３３】

一実施形態では、上述したように、液体とガスの噴流が一点で衝突する。液体噴流とガス噴流が一点で衝突しない場合、液体噴流の衝突とガス噴流の衝突の焦点は、互いに並置（隣接）し、液体噴流の衝突とガス噴流の衝突の焦点間の距離の範囲は、液体オリフィスの平均直径から、最大で液体オリフィスの平均直径の約１０倍までの範囲である。例えば、液体噴流が互いに衝突する位置とガス噴流が互いに衝突する位置の間の距離は０（同じ位置）、又は、液体オリフィスの平均直径の約０倍から約１０倍までの任意の距離であり、例えば、この距離は０から液体オリフィスの平均直径の寸法の間であり、又は、この距離は液体オリフィスの平均直径まで、又は、液体オリフィスの平均直径の２倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の３倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の４倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の５倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の６倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の７倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の８倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の９倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の１０倍までである。このように、一実施形態では、２つの並置（隣接）した焦点間、即ち、焦点Ｐ１とＰ２の間及び／又はＰ２とＰ３の間のインジェクタの軸線ａ－ａに沿った距離は、０又は液体オリフィスの平均直径未満で、液体オリフィスの平均直径約１０倍までである。

【００３４】

これら流路はそれぞれ、各空洞部内を始点とし、オリフィスとしての凹状外面６を終点としていることを理解されたい。各破線は、各空洞部２、３から流路を通って焦点Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３までの加圧流体の経路を表している。流入口４から空洞部２に加圧ガスが供給される場合、流入口５から空洞部３に加圧液体が供給される。別の方法として、空洞部２

に液体を供給し、空洞部３にガスを供給できることが理解される。

【００３５】

本発明のガスアシスト式衝突噴流アトマイザの実施形態は、完全に破壊される液体噴流の半径方向の運動量成分（ＲｏＭｉｎＲ）$_{L}$を含み、そのために生成された力又は（ＲｏＥｉｎＲ）$_{L}$に利用できるようにされたエネルギーは、最初の液体分裂工程に利用され、全ての方向性を失う。運動量とエネルギー（ＲｏＭｉｎＡ）$_{L}$及び（ＲｏＥｉｎＡ）$_{L}$の軸方向の成分は、液体の煙に方向性（通常は軸ａ－ａに沿ったインジェクタ正面から遠ざかる動き）を与える成分である。液体の煙又は雲のこの方向性は、衝突するガス噴流の総消滅運動量の約半分の値（他の実施形態では、０．２５と０．７５の間の範囲）であり、衝突するガス噴流の消滅運動量の対抗成分により、更にゼロ又は略ゼロまで低減される。この値が「χ」で表されるとすると、この相互作用は、

χ．（ＲｏＭｉｎＲ）$_{g}$＝（ＲｏＭｉｎＡ）$_{L}$、又は

$\chi . W_g (2\Delta P_g / \rho_g)^{1/2} \mathrm{Sin}\phi = W_L (2\Delta P_L / \rho_L)^{1/2} \mathrm{Cos}\theta$、又は

$(EFP)_g / (EFP)_L = (A_g / A_L)' (\Delta P_g / \Delta P_L) = (\mathrm{Cos}\theta / \chi \mathrm{Sin}\phi)(n.Cd.Cv)_L / (n.Cd.Cv)_g$

として数学的に表現することができる。

【００３６】

このように、ガス成分の圧力及びオリフィス面積は、２つの衝突角度、各噴流の数及び特定の周知の実験係数にのみに基づく液体成分の固定された所定の一組のパラメータ（A_L及びΔP_L）に対して計算することができる。これらの式に基づくと、実用的に実行可能なn_g、A_g及びΔP_gの組み合わせがいくつかあり、この組み合わせを持つガスアシスト式噴射を容易に選択することができる。一実施形態では、上記の式を用いて、変数A_g及びA_L又はΔP_g及びΔP_Lが、設計変数の選択肢となる。本明細書に提供される方程式は、本明細書において後述する範囲内の液体とガス両方の噴射圧力と角度であれば、これら４つの設計変数の選択肢のうちの１つを独立して選択するということをしなくてもよくなる。

【００３７】

本発明のガスアシスト式衝突噴流アトマイザによれば、大幅に微粒化の質が向上し（直径約１μｍ又は更に小さい非常に微細な液滴）、噴霧雲の長さが短くなるように制御され、混合の完了に至る迅速な蒸発が促進される。

【００３８】

以下に、本発明の実施形態及び変形例の実施に関わるパラメータと留意事項を更に説明する。

【００３９】

できるだけ短時間で噴射された燃料と空気を完全に混合することが、予混合を行うために必要とされる。本発明の実施形態の所望の目的は、最小の平均液滴直径と、液体が噴射される空間内での液滴の均一分散である。液体噴流の衝突では、噴流数、噴射圧力及び衝突角度を最適組み合わせで選択することにより、良好な微粒化を達成することができる。衝突点において液体噴流によってもたらされ、液体の微粒化に利用できる総エネルギー、即ち、衝突エネルギーは、この工程中に使い尽くされ、噴霧煙がシリンダ空間内に残って更に立ち込めると、移動する液滴が合体して噴霧煙中でより大きな液滴を形成又は成層する可能性がある。このため、噴霧煙を更に分裂させて非常に微細な液滴（直径１μｍ以下）とし、蒸発を促進させて混合品質を向上させるために、エネルギーを追加することが必要である。

【００４０】

かかるエネルギーの追加は、同一の焦点、又は他の実施形態ではインジェクタ軸線に沿って位置する別の焦点、で複数の空気又はガス又は蒸気の噴流を衝突させることにより行うことができる。低圧力では、ガスの密度は液体の密度の約１０００分の１である。よって、ガス噴流を用いて十分なエネルギーを追加するには、非常に高い質量流量であること

又は相応の高い噴射圧力により非常に高速であることのいずれかが必要となる。

【００４１】

様々な圧力と様々な衝突角度で噴射された１グラムのガソリンと水の総有効エネルギー（ＴＡＥ）と衝突エネルギー（ＣＥ）を、表１に示す性質を使って計算したものを、以下の表２に例として示す。

【表１】

表１

	m^2/s	N／m	kg/m^3	kJ／kg	kJ／kg.K	℃
液体	ν (x10^6)	σ (x10^3)	ρ	h_{fg}	Cp	BP
ガソリン	0.80	22.0	760	628.1	2.010	27-225
水	1.00	72.6	998	2257.4	4.187	100

【表２】

表２

ＴＡＥ＝１００（ΔＰ／ρ）単位ｋＪ、ＣＥ＝ＴＡＥ×ｓｉｎ$^2\theta$単位ｋＪ、添え字「Ｆ」はガソリン、「Ｗ」は水

ΔP, バール	1			5			10		
2θ	90°	120°	150°	90°	120°	150°	90°	120°	150°
TAE_F	12.5			62.5			125		
CE_F	6.25	9.375	11.663	31.25	46.875	58.315	62.5	93.75	116.63
TAE_W	9.519			47.6			95.2		
CE_W	4.76	7.139	8.882	23.8	35.7	44.4	47.6	71.4	88.8

【００４２】

液体の最終的な「分裂」とは、潜熱の供給と単位質量当たりが比較的多量なエネルギーを伴う、顕熱及び沸騰を介して蒸発する相転移である。力学的な分裂又は微粒化は、表面張力を克服することで所定の液体を非常に多くのより小さな液体粒子に変換することに相当する。１グラムの液体を平均直径Ｄ（μｍ）の液滴に微粒化するために必要な力学的分裂エネルギー（E_{BU}）は、σを表面張力（単位Ｎ／ｍ）、ρを密度（単位ｋｇ／m^3）、Ｄを液滴直径（単位μｍ）とすると、E_{BU}＝６０００（σ／ρＤ）（単位Ｊ／ｇ）で与えられる。一実施形態では、E_{BU}（Ｊ／ｋｇ）＝σ×ΔＡ（表面積の変化、単位m^2）であり、ここで、ΔＡ＝Ｎ×π×D^2、Ｎ（液体１ｋｇ当たりの液滴数）＝（１／ρ）（πD^3／６）、E_{BU}＝６σ／ρＤ（Ｊ／ｋｇ）である。液滴の直径Ｄがμｍの範囲内であれば、E_{BU}＝６．１０^{6}σ／ρＤ（単位Ｊ／ｇ）又は６０００（σ／ρＤ）（単位Ｊ／ｇ）である。E_{BU}は、以下の表３から明らかなように、圧力又は速度により１グラムの液体に与えられる位置エネルギー及び運動エネルギーと比較して非常に小さい。１Ｊのエネルギーは、水の場合４４．７ｍ／秒の速度と１０バールの圧力に相当し、０．４４μｍの液滴を生成することができる。同様に、ガソリンに関する数字は、速度が４４．７ｍ／秒、圧力が７．６バール、液滴が０．１８μｍである。

【００４３】

本発明の実施形態は、（１）液柱の長さで横振動を誘発し、（２）液柱を周囲のガス状媒体と接触させて、粘性効果及び乱流効果を利用し、（３）２滴以上の液滴同士の衝突による分裂エネルギーを利用する。

【００４４】
上記のいずれの方法においても、分裂に使用されるエネルギー以外で供給されるエネルギーはいずれも、噴流が噴射される媒体に多少の運動エネルギーを付与し、粘性抵抗や乱流混合に伴う損失を埋めるために使用される。
【表３】

表３

	E_{BU}＝６０００（σ／ρD）単位Ｊ／ｇ		
液体直径　単位μｍ	10	1	0.1
水	0.0437	0.437	4.37
ガソリン	0.0174	0.174	1.74

【００４５】
加圧液体を加圧ガスで補うが、これら２本の流体間の相互作用は、アトマイザの設計によって決定される。本発明の一実施形態では、２つのオリフィスからの２本の別々の流れがアトマイザ外で相互作用する「外部混合」を行う。加圧ガスが空気であり相対気流量と気流速度に依存する場合を、「エアアシスト」（流量が小さく、速度が大きい場合）又は「エアブラスト」（流量が大きく、速度が小さい場合）と呼ぶ。いずれの場合においても、気流速度のほうが液体速度よりも速い。ガスタービンエンジン用の燃料噴射装置では、「エアブラスト」式が非常に一般的である。「エアアシスト」は、吹き付け塗装、農業用スプレー、粉末製造などで使用される。
【００４６】
液体噴流の分裂に必要なエネルギーは、液体噴流の衝突により、低い圧力でより効率的に得ることができる。液体流の分裂に必要なエネルギーは、液体の表面張力によって決まる。分裂を実現するには、液体の移動方向から遠ざかる方向の表面張力よりも大きい力を加えなければならない。Ｗが仕事、σが表面張力、ΔＡが分裂により生み出された面積とすると、かかる分裂に必要な仕事やエネルギーは、Ｗ＝σ×ΔＡで与えられる。噴流の比エネルギーは、方程式ＴＡＥ＝ΔＰ／ρで与えられる。
【００４７】
噴流の移動方向から離れた分裂の原因となる、分裂に使われるエネルギーは、噴流の軸と、衝突点と噴煙の移動方向又はインジェクタ本体により形成される本体軸ａ－ａの間の角度をαとすると、E_{BU}＝（ΔＰ／ρ）ｓｉｎ^{2}αで与えられる。つまり、その場合によってα＝φ又はθである。角度αが小さい場合、噴流は角度が大きい場合よりも遠くで合流することになるため、分裂を実現するにはより高いエネルギー又は圧力が必要となる。図１に示す角度では、αは、角度θと角度φと関連付けられている。両方の式を組み合わせてE_{BU}を計算すると、以下のようになる。
N_j＝（ΔＰ／ρ）ｓｉｎ^{2}α＝６．１０^{6}σ／ρＤ
この式は、ΔＰが液体及びガスに関すものであり、αがφ又はθであり、Ｎｊがガス及び液体の衝突噴流数としたときに、直径Ｄを残りの設計変数に関連付けている。
【００４８】
表面張力σを有する液体から小さな粒子／液滴が生成されると、今度は比較的高い内圧により合体しやすくなる。直径Ｄの静止液滴では、表面張力Ｆσ＝σ×π×Ｄに相当する圧力は、Ｐσ＝Ｆσ／（πＤ^2／４）＝４σ／Ｄである。吸排気口内の圧力と温度は、大気に近い（Ｐ＝１バール、Ｔ＝２８８Ｋ及びρ_a＝１．２１ｋｇ／ｍ^3）。密度ρ_Lの液体１グラム（元の体積がδＶ＝（１．１０$^{-3}$／ρ_L）ｍ^3）が直径Ｄμｍの液滴に分裂する場合、表面積ΔＡの変化は、δＶ（６．１０^6／Ｄ－１）　６．δＶ×１０^6（単位ｍ^2）である。これに与えられるエネルギーは、ΔＥσ＝６×σ×δＶ×１０^6／Ｄ（単

位Ｊ）である。液滴（非常に小さい直径Ｄ　１μｍ）の場合、内圧$Ｐ_{i}$は、雰囲気ガスの静圧$Ｐ_{g}$よりもはるかに高い。更に、蒸発に必要とされるに十分な時間の間だけ動的平衡状態を維持するために、空気抵抗を介して外圧を付加しなければならない。

【００４９】

ガス成分$Ｖ_{R}$の初期相対速度は、力の等式：抗力≧Ｆσを満たさなければならない。つまり、直径Ｄで抗力係数$Ｃ_{D}$の球状液滴の場合、$1/2Ｃ_{D}\times\rho_{g}Ｖ_{R}^{2}\geqq Ｐ_{\sigma}\geqq４\sigma／Ｄ$が適用される。また、直径Ｄで抗力係数$Ｃ_{D}$のこれらの球状液滴の場合、方程式$\Delta Ｐ_{g}=1/2\times\rho_{g}\times Ｖ_{R}^{2}$で与えられる最低所要ガス噴射圧は、$\Delta Ｐ_{g}＝４\sigma／（Ｄ\times Ｃ_{D}）$で表すことができる。Ｒｅの関数としての抗力係数$Ｃ_{D}$は、データから反復入力であり、例えば、図２に示す［$Ｃ_{D}＝４．２－２．１（ｌｏｇ_{１０}Ｒｅ）＋０．３（ｌｏｇ_{１０}Ｒｅ）^{２}$、Ｒｅ≦１０００］や、相関性による$Ｃ_{D}＝２４（１＋Ｒｅ^{２／３}／６）／Ｒｅ$；$Ｒｅ＝Ｖ_{R}\times Ｄ／\nu\leqq１０００$などである。静止した又は比較的静止した空気／ガスで微粒化が起こった場合、合体は特に問題となる。

【００５０】

液体噴流の衝突とガス噴流の衝突の組み合わせは、前進運動量と前進速度での噴霧の方向性に対するはるかに優れた制御を行うことで両者の長所を生かしている。また、これにより、はるかに効率的に液体を分裂することができる。

【００５１】

内燃機関内の直噴に適したアトマイザの要件として、最適な微粒化を達成し、ひいては液体燃料の迅速な蒸発と充填された空気との完全な混合をもたらすために、所定の燃料流量のガス流に使用するエネルギーを可能な限り低く抑える必要がある。更に、必要圧力（及び温度）下でのガス供給は、エンジン系で容易に行うことができるので、本発明の実施形態は安価に実施することができる。

【００５２】

液体噴流は、最大衝突エネルギーを生み出すために、その分裂点よりもかなり前に衝突しなければならない。本発明において分裂点とは、液体の流れに沿った点であって、統合した対抗力が駆動推進力を超える点として理解される。噴流オリフィスから分裂点まで直線的に測定した場合の噴流の長さの式は、オリフィス出口から分裂点までの長さをＬとしたとき、$Ｌ＝Ａ_{o}\times\Delta Ｐ／\sigma$で表される。従って、本発明の実施形態における液体噴流は、オリフィス出口から$Ｌ＝Ａ_{o}\times\Delta Ｐ／\sigma$未満の距離で衝突するように構成されている。別の相関関係を使用することもできる。例えば、$Ａ_{o}\times\Delta Ｐ＝\sigma Ｌ＋\rho_{a}\pi ｄ_{o}\times Ｃ_{dc}\times（\Delta Ｐ／\rho_{L}）\times ｆ｛Ｌ｝$であり、ｆ｛Ｌ｝は分析的に決定され、実験的に補正される。

【００５３】

本発明の一実施形態では、２本以上の液体噴流が１つの液体衝突焦点で衝突し、２本以上のガス噴流が１つのガス衝突焦点で衝突する。本発明の一実施形態では、液体衝突焦点とガス衝突焦点は、同一点である。換言すれば、液体噴流とガス噴流は、共通の衝突焦点で衝突する。本発明の一実施形態では、液体衝突焦点とガス衝突焦点は同一点ではないが、同軸である。換言すれば、液体噴流とガス噴流は、インジェクタ本体１の中心軸線ａ－ａに沿って位置する異なる衝突焦点で衝突する。上記のように液体噴流とガス噴流の焦点が同一点でない場合には、その効果を最大限発揮するために、２つの並置（隣接）する焦点の間の軸方向の距離は、可能な限り互いに近接していなければならない。一実施形態では、焦点Ｐ１とＰ２の間及び／又はＰ２とＰ３の間の距離は、液体オリフィスの平均直径以下である。更なる実施形態では、２つの並置（隣接）する焦点の間、即ち、焦点Ｐ１とＰ２の間及び／又はＰ２とＰ３の間の距離は、液体オリフィス直径の何分かの１、又は、液体オリフィスの平均直径まで、又は、液体オリフィスの平均直径の２倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の３倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の４倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の５倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の６倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の７倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の８倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の９倍まで、又は、液体オリフィスの平均直径の１

０倍までであってもよい。

【００５４】

液体とガスの噴流は、それぞれの噴射圧ΔＰ$_{f}$、ΔＰ$_{g}$、オリフィス直径ｄ$_{of}$、ｄ$_{og}$、オリフィス数ｎ$_{f}$、ｎ$_{g}$、正味のオリフィス面積Ａ$_{of}$、Ａ$_{og}$及びそれぞれの質量流量Ｗ$_{f}$、Ｗ$_{g}$により規定される。これにより、それぞれの体積流量率Ｑ$_{f}$、Ｑ$_{g}$が定まる。

【００５５】

所要の体積又は質量流量比に必要なオリフィス面積比は、１ヶ所又は複数の衝突点における軸方向及び半径方向のそれぞれの噴流の所要運動量成分から正確に仮定することができる。液相及び気相噴流の当該運動量成分は、最終的な微粒化の質に必須な一定の割合でなければならない。これに応じ、上述した点を確保するために必要なそれぞれの圧力と衝突角度が調整される。

【００５６】

好適な一実施形態では、液体成分の衝突角度φは、分裂工程のための衝突から最大限のエネルギーが生成されるようにできるだけ９０°近傍で選択され、ガス成分の衝突角度θは、運動エネルギー又は運動量が十分となり、合体を防ぐだけでなく、更なる分裂と蒸発が促進されるように選択される。

【００５７】

本発明の一実施形態では、各液体噴流とインジェクタの中心軸線の間の角度が５°以上８５°以下である。例えば、各液体噴流とインジェクタの中心軸線の間の角度は、５°、６°、７°、８°、９°、１０°、１１°、１２°、１３°、１４°、１５°、１６°、１７°、１８°、１９°、２０°、２１°、２２°、２３°、２４°、２５°、２６°、２７°、２８°、２９°、３０°、３１°、３２°、３３°、３４°、３５°、３６°、３７°、３８°、３９°、４０°、４１°、４２°、４３°、４４°、４５°、４６°、４７°、４８°、４９°、５０°、５１°、５２°、５３°、５４°、５５°、５６°、５７°、５８°、５９°、６０°、６１°、６２°、６３°、６４°、６５°、６６°、６７°、６８°、６９°、７０°、７１°、７２°、７３°、７４°、７５°、７６°、７７°、７８°、７９°、８０°、８１°、８２°、８３°、８４°又は８５°であってもよい。他の実施形態では、各ガス噴流とインジェクタの中心軸線の間の角度は、０°～７５°の間であって０°を含まず７５°を含む。よって、一実施形態では、各ガス噴流とインジェクタの中心軸線の間の角度は、１、°２°、３°、４°、５°、６°、７°、８°、９°、１０°、１１°、１２°、１３°、１４°、１５°、１６°、１７°、１８°、１９°、２０°、２１°、２２°、２３°、２４°、２５°、２６°、２７°、２８°、２９°、３０°、３１°、３２°、３３°、３４°、３５°、３６°、３７°、３８°、３９°、４０°、４１°、４２°、４３°、４４°、４５°、４６°、４７°、４８°、４９°、５０°、５１°、５２°、５３°、５４°、５５°、５６°、５７°、５８°、５９°、６０°、６１°、６２°、６３°、６４°、６５°、６６°、６７°、６８°、６９°、７０°、７１°、７２°、７３°、７４°又は７５°であってもよい。このように、本願では、これら様々な角度のあらゆる組み合わせと順列が意図される。

【００５８】

本発明の一実施形態では、液体に加えられる圧力は、０バール以上３０００バール以下である。例えば、液体に加えられる圧力は、０～１００、１０１～２００、２０１～３００、３０１～４００、４０１～５００、５０１～６００、６０１～７００、７０１～８００、８０１～９００、９０１～１０００、１００１～１１００、１１０１～１２００、１２０１～１３００、１３０１～１４００、１４０１～１５００、１５０１～１６００、１６０１～１７００、１７０１～１８００、１８０１～１９００、１９０１～２０００、２００１～２１００、２１０１～２２００、２２０１～２３００、２３０１～２４００、２４０１～２５００、２５０１～２６００、２６０１～２７００、２７０１～２８００、２８０１～２９００、又は、２９０１～３０００バールの間である。一実施形態では、ガスは、０バール以上２００バール以下で加圧される。よって、例えば、ガスは、０、１、２

、３、４、５、６、７，８、９、１０、１１、１２、１３、１４、１５、１６、１７、１８、１９、２０、２１、２２、２３、２４、２５、２６、２７、２８、２９、３０、３１、３２、３３、３４、３５、３６、３７、３８、３９、４０、４１、４２、４３、４４、４５、５６、４７、４８、４９、５０、５１、５２、５３、５４、５５、５６、５７、５８、５９、６０、６１、６２、６３、６４、６５、６６、６７、６８、６９、７０、７１、７２、７３、７４、７５、７６、７７、７８、７９、８０、８１、８２、８３、８４、８５、８６、８７、８８、８９、９０、９１、９２、９３、９４、９５、９６、９７、９８、９９、１００、１０１、１０２、１０３、１０４、１０５、１０６、１０７、１０８、１０９、１１０、１１１、１１２、１１３、１１４、１１５、１１６、１１７、１１８、１１９、１２０、１２１、１２２、１２３、１２４、１２５、１２６、１２７、１２８、１２９、１３０、１３１、１３２、１３３、１３４、１３５、１３６、１３７、１３８、１３９、１４０、１４１、１４２、１４３、１４４、１４５、１４６、１４７、１４８、１４９、１５０、１５１、１５２、１５３、１５４、１５５、１５６、１５７、１５８、１５９、１６０、１６１、１６２、１６３、１６４、１６５、１６６、１６７、１６８、１６９、１７０、１７１、１７２、１７３、１７４、１７５、１７６、１７７、１７８、１７９、１８０、１８１、１８２、１８３、１８４、１８５、１８６、１８７、１８８、１８９、１９０、１９１、１９２、１９３、１９４、１９５、１９６、１９７、１９８、１９９又は２００バールで加圧される。液体計量手段は正確な液体流量を提供し、ガス計量は正確なガス流量を提供し、あるいは、液体計量は正確な時間に開始及び停止し、ガス計量は正確な時間に開始及び停止する。

【００５９】

一実施形態では、液体に加えられる圧力は、大気圧空間に噴霧される場合、例えば、１、２、３、４、５、６、７，８、９、１０、１１、１２、１３、１４、１５、１６、１７、１８、１９、２０、２１、２２、２３、２４、２５、２６、２７、２８、２９、３０、３１、３２、３３、３４、３５、３６、３７、３８、３９、４０、４１、４２、４３、４４、４５、４６、４７、４８、４９、５０、５１、５２、５３、５４、５５、５６、５７、５８、５９、６０、６１、６２、６３、６４、６５、６６、６７、６８、６９、７０、７１、７２、７３、７４、７５、７６、７７、７８、７９、８０、８１、８２、８３、８４、８５、８６、８７、８８、８９、９０、９１、９２、９３、９４、９５、９６、９７、９８、９９、１００バールであってもよい。それより高圧の空間に液体が噴射される場合、噴霧圧は、例えば、３０～１００、１０１～２００、２０１～３００、３０１～４００、４０１～５００、５０１～６００、６０１～７００、７０１～８００、８０１～９００、９０１～１０００、１００１～１１００、１１０１～１２００、１２０１～１３００、１３０１～１４００、１４０１～１５００、１５０１～１６００、１６０１～１７００、１７０１～１８００、１８０１～１９００、１９０１～２０００バールの間であってもよい。ガス圧は、例えば、１、２、３、４、５、６、７，８、９、１０、１１、１２、１３、１４、１５、１６、１７、１８、１９、２０、２１、２２、２３、２４、２５、２６、２７、２８、２９、３０、３１、３２、３３、３４、３５、３６、３７、３８、３９又は４０バールであってもよい。

【００６０】

本発明の一実施形態では、液体噴流は、オリフィスからの流出速度が５ｍ／秒超であり、また、ガソリンなどの液体の場合のΔＰは０．１バール超である。あるいは、液体噴流は、オリフィスからの流出速度が５００ｍ／秒超であり、また、ガソリンなどの液体の場合のΔＰは９５０バール超である。本発明の一実施形態では、ガス噴流は、オリフィスからの流出速度が２５０ｍ／秒超であり、また、オリフィス出口の条件が２８８°Ｋで１．０バール場合のΔＰは０．３７８バール超である。あるいは、ガス噴流は、オリフィスからの流出速度が５０００ｍ／秒超であり、また、オリフィス出口の条件が２８８°Ｋで１．０バール場合のΔＰは１５１．２バール超である。

【００６１】

本発明の一実施形態では、任意の液体オリフィスから衝突点までの距離は、インジェク

タ本体の直径又は２つの最も離隔したオリフィスの間の距離の３倍未満である。オリフィス直径は、本発明の一実施形態では、約５０以上約５０００μｍ以下の範囲である。

【００６２】

あるいは、任意の液体オリフィスから衝突点までの距離は、２つの最も離隔した液体オリフィス間の距離の３倍未満であり、他の実施形態では、任意の液体オリフィスから衝突点までの距離は、２つの最も離隔した液体オリフィス間又はガスオリフィス間のいずれか短い方の距離未満である。

【００６３】

本発明の一実施形態では、複数の液体噴流と複数のガス噴流とは、別々のノズルによって生成される。

【００６４】

本発明の一実施形態では、液体は、水、水溶液、懸濁液及び乳濁液から選択される。一実施形態では、液体は、ガソリン、ディーゼル燃料、アルコール、ＪＰ８、ケロシン、及びそれらの混合物から選択された燃料であり、インジェクタは、往復動内燃機関、ロータリー内燃機関、ガスタービンエンジン及びジェットエンジンから選択されたエンジンに使用される。

【００６５】

本発明の一実施形態では、インジェクタは、１ヶ所以上の衝突焦点で衝突する２～３０本の液体又はガス噴流を有する。

【００６６】

一実施形態では、液体及びガスインジェクタは、内燃機関内でそれぞれ液体及びガスを噴射する。一実施形態では、液体及びガスインジェクタは、往復動又はロータリー内燃機関の燃焼室に液体及びガスをそれぞれ噴射する。

【００６７】

一実施形態では、内燃機関用の液体及びガスインジェクタは、コマンドに基づき、一定量のガス又は液体をそれぞれ送出し、同時に、デッドボリュームを許容最小限に維持するように設計されている。これには長時間にわたって慎重に流量を制御する必要があり、従来はソレノイドを使って行われてきたが、これもまた液圧式パイロット駆動、油圧増幅、圧電スタック、空気圧手段、又はその他の方法により制御することができる。

【００６８】

一実施形態では、ガス噴流と液体噴流の計量手段は、正確な開始時間及び停止時間でそれぞれ正確な量のガス流及び液体流を提供するものであり、インジェクタ本体の内部又は外部に位置してもよい。一実施形態では、ガス噴流と液体噴流の計量手段は、ソレノイド制御ピントル又は圧電制御ピントルを含んでもよい。

【００６９】

一実施形態では、ピントルは、インジェクタスリーブ内の往復動軸であり、ノズルのピントル弁の端部が丸みを帯びた球状部分、即ち、ピントルボールとなっている。ノズルは、中心軸線ａ－ａを有する本体１と流入路、例えば、流入路４（液体の場合）又は流入路５（ガスの場合）のいずれかを備え、ピントル軸の終端とピントルボールを含んでもよい。液体噴射の場合、ノズル内で加圧液体を放出オリフィスまで送る液体出口通路が、ピントルボール・弁座領域内の一点から始まっている。既定位置では、ピントルボールは弁座に押し付けられている。ピントルボールが弁座に押し付けられると、液体は一切流出路に流入することができず、液体は一切インジェクタ本体から流出しない。ピントルボールが、例えば、電子制御ソレノイド又は圧電構造により開放位置まで移動すると、加圧液体は弁で区画された空間を通って流出路に流入し、噴流放出オリフィスにおいてノズル本体から流出する。

【００７０】

加圧された液体及びガスは、液体とガスの各供給源から各流量制御システムに供給されてもよく、計量された液体とガスはそれぞれ、インジェクタ本体の内部のそれぞれの供給路に供給される。発生した噴流は、１ヶ所以上の焦点で衝突する。流量制御システムは、

各計量手段を備え、液体及びガスそれぞれの流量を連続的に制御する。一実施形態では、ガスの供給と圧力は、従来公知のガスアシスト用のスタート・ストップ式計量装置を備えたインジェクタで調節される。例えば、一実施形態では、ピントル弁が、液体インジェクタに使用される。図１の空洞部２及び３に、又は、それより前に位置するピントル弁などの任意の従来手段を用いられてもよく、流入路４及び５の一部を含んでもよい。

【００７１】

例えば、ピントル弁座とピントルボールは「サック」容積を決めるが、これは流出路への適切な流入状態に左右されるが、可能な限り小さくなければならない。各流出路は、第１の端部で「サック」容積と液体連通し、第２の端部における各オリフィス出口で終端する。流出路は、本明細書で定義する衝突角度で傾斜した単一の噴流を形成する。通路の端部においてオリフィスから放出される複数の噴流は、単一の焦点（即ち、衝突点）で衝突するように方向付けられる。

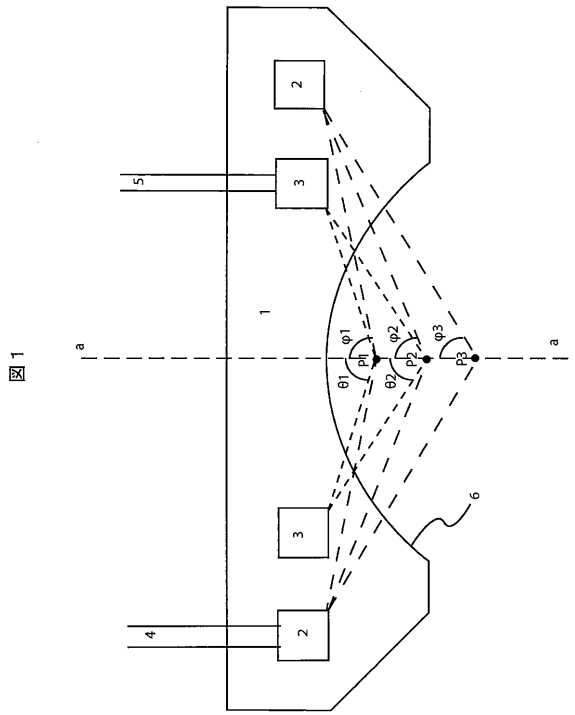
【００７２】

本発明のインジェクタの液体及びガスに加えられる圧力は、エンジン内におけるインジェクタの位置と液体／ガスの種類によって異なる。

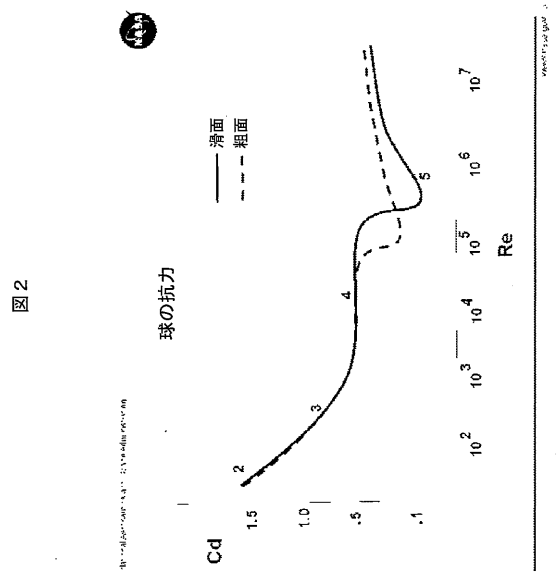
【００７３】

本発明の上記実施形態は、限定的ではなく例示的であることが意図され、本発明の全ての実施形態を表すことを意図するものでない。以下の特許請求の範囲と法で認められる等価物に記載される本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、様々な変形例及び変更が可能である。

【図１】

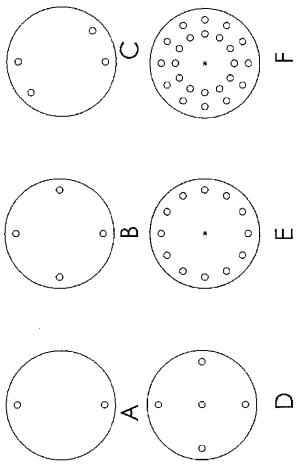


【図２】



【図３】

図3



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
	Ｂ０５Ｂ　7/04	

(72)発明者　バロス　ネト，オサナン　エル.
アメリカ合衆国、ミシガン州　４３８９０、コマース　ティーダブリューピー，クレストビューブルーバード.，３２４

Ｆターム(参考) 3G066 AA02 AA07 AB02 AB05 AB08 AC01 AC09 AD02 AD05 BA03
CC24 CC32 CC34
4F033 QA07 QB02Y QB03X QB12Y QB14X QD02 QD15