

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6927261号
(P6927261)

(45) 発行日 令和3年8月25日(2021.8.25)

(24) 登録日 令和3年8月10日(2021.8.10)

(51) Int.Cl.

FO1N 3/08 (2006.01)
FO1N 3/36 (2006.01)

F1

FO1N 3/08
FO1N 3/36G
B

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2019-179747 (P2019-179747)
 (22) 出願日 令和1年9月30日 (2019.9.30)
 (65) 公開番号 特開2020-109289 (P2020-109289A)
 (43) 公開日 令和2年7月16日 (2020.7.16)
 審査請求日 令和2年11月24日 (2020.11.24)
 (31) 優先権主張番号 特願2018-247805 (P2018-247805)
 (32) 優先日 平成30年12月28日 (2018.12.28)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74) 代理人 100093779
弁理士 服部 雅紀
(72) 発明者 古川 賢吾
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
審査官 楠永 吉孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】エンジンの触媒反応システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジン(90)の排気系通路(91、101)に設けられる触媒(11、51)と、
 前記触媒の上流側に設けられる攪拌部(12)と、
 所定の液体を噴霧として前記攪拌部に向けて噴射する噴射装置(13、53)と、
 前記攪拌部の下流側における噴霧の微粒化または気化が進むように、前記触媒が設けられる触媒設置通路部の排気の状態に応じて前記噴射装置の噴射粒径および噴射速度の一方または両方を制御する噴霧制御部(24、34、44、64、74、84)と、
 を備え、

前記噴霧制御部(34、44)は、噴射粒径および噴射速度の制御範囲を、噴射粒径が比較的大きくなる第1制御範囲(A1)と噴射粒径が比較的小さくなる第2制御範囲(A2)との間で前記触媒設置通路部の排気流量に応じて切り替え、

前記噴霧制御部は、前記触媒設置通路部の排気流量が閾値(Qd)以上である場合に前記第2制御範囲を用いるエンジンの触媒反応システム。

【請求項2】

前記噴霧制御部は、前記触媒設置通路部の排気流量が前記閾値以上である場合、排気流量が大きいほど噴霧粒径を小さくする請求項1に記載のエンジンの触媒反応システム。

【請求項3】

前記噴霧制御部は、前記触媒設置通路部の排気温度が低いほど噴霧粒径を小さくする請求項1または2に記載のエンジンの触媒反応システム。

【請求項 4】

前記攪拌部の測定温度または推定温度を取得する温度取得部（34）をさらに備え、

前記噴霧制御部は、前記温度取得部が取得した温度が低いほど前記閾値が小さくなるように補正する請求項1～3のいずれか一項に記載のエンジンの触媒反応システム。

【請求項 5】

前記攪拌部の測定温度または推定温度を取得する温度取得部をさらに備え、

前記噴霧制御部は、前記温度取得部が取得した温度が低いほど噴霧粒径を小さくする請求項1～3のいずれか一項に記載のエンジンの触媒反応システム。

【請求項 6】

エンジン（90）の排気系通路（91、101）に設けられる触媒（11、51）と、
前記触媒の上流側に設けられる攪拌部（12）と、

所定の液体を噴霧として前記攪拌部に向けて噴射する噴射装置（13、53）と、

前記攪拌部の下流側における噴霧の微粒化または気化が進むように、前記触媒が設けられる触媒設置通路部の排気の状態に応じて前記噴射装置の噴射粒径および噴射速度の一方または両方を制御する噴霧制御部（24、34、44、64、74、84）と、

を備え、

前記噴霧制御部（34、44）は、噴射粒径および噴射速度の制御範囲を、噴射粒径が比較的大きくなる第1制御範囲（A1）と噴射粒径が比較的小さくなる第2制御範囲（A2）との間で前記触媒設置通路部の排気流量に応じて切り替え、

前記噴霧制御部（44）は、前記噴射装置の噴射粒径と噴射速度とを互いに独立して制御可能であり、

前記噴霧制御部は、前記第1制御範囲および前記第2制御範囲のうち、前記触媒の入口における前記噴射装置からの噴射物の目標均質度をより低エネルギーで達成する方を用いるエンジンの触媒反応システム。

【請求項 7】

エンジン（90）の排気系通路（91、101）に設けられる触媒（11、51）と、
前記触媒の上流側に設けられる攪拌部（12）と、

所定の液体を噴霧として前記攪拌部に向けて噴射する噴射装置（13、53）と、

前記攪拌部の下流側における噴霧の微粒化または気化が進むように、前記触媒が設けられる触媒設置通路部の排気の状態に応じて前記噴射装置の噴射粒径および噴射速度の一方または両方を制御する噴霧制御部（24、34、44、64、74、84）と、

を備え、

前記噴霧制御部（34、44）は、噴射粒径および噴射速度の制御範囲を、噴射粒径が比較的大きくなる第1制御範囲（A1）と噴射粒径が比較的小さくなる第2制御範囲（A2）との間で前記触媒設置通路部の排気流量に応じて切り替え、

前記噴霧制御部（44）は、前記噴射装置の噴射粒径と噴射速度とを互いに独立して制御可能であり、

前記噴霧制御部は、前記触媒の入口における前記液体の目標均質度を達成可能な噴射粒径と噴射速度との組合せが複数あって、それらの組合せ同士で必要エネルギーの差が所定値以内である場合、噴霧粒径がより小さくなる組合せを採用するエンジンの触媒反応システム。

【請求項 8】

前記噴霧制御部は、前記噴射装置のバルブリフト時間を調節して噴射粒径を制御する請求項6または7に記載のエンジンの触媒反応システム。

【請求項 9】

前記噴霧制御部は、前記噴射装置のバルブリフト量を調節して噴射粒径を制御する請求項6または7に記載のエンジンの触媒反応システム。

【請求項 10】

前記噴霧制御部（24、34）は、前記噴射装置の噴射圧を調節して噴射粒径および噴射速度を同時に制御する請求項1～5のいずれか一項に記載のエンジンの触媒反応システム

10

20

30

40

50

ム。

【請求項 1 1】

前記液体は還元剤またはその前駆体であり、

前記触媒は排気中の所定成分を還元浄化する請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載のエンジンの触媒反応システム。

【請求項 1 2】

前記液体は燃料であり、

前記触媒は排熱を用いて燃料を反応させる請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載のエンジンの触媒反応システム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、エンジンの触媒反応システムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、触媒を用いて例えば排気浄化や燃料改質などを行う触媒反応システムが知られている。例えば特許文献 1 に開示された触媒反応システムは、排気通路に設けられた触媒と、旋回流を形成し得るよう放射状に配置された複数枚のフィンを有するミキサと、ミキサに向けて尿素水を噴射するインジェクタとを備え、排気中の窒素酸化物を還元浄化する。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2 0 1 4 - 1 4 8 8 9 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

特許文献 1 では、尿素水の噴霧がミキサの旋回流により排気通路の周方向において均質化する。ところが、噴霧が旋回流による遠心力で径方向の外側に偏り、所定以上の均質化を望めない場合がある。そのため、触媒入口におけるインジェクタからの噴射物の均質化状態を維持することが困難であった。

30

【0 0 0 5】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、その目的は、触媒入口における噴射装置からの噴射物の均質化状態を維持可能な触媒反応システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

本発明のエンジン (9 0) の触媒反応システムは、エンジンの排気系通路 (9 1、1 0 1) に設けられる触媒 (1 1、5 1) と、触媒の上流側に設けられる攪拌部 (1 2) と、所定の液体を噴霧として攪拌部に向けて噴射する噴射装置 (1 3、5 3) と、攪拌部の下流側における噴霧の微粒化または気化が進むように、触媒が設けられる触媒設置通路部の排気の状態に応じて噴射装置の噴射粒径および噴射速度の一方または両方を制御する噴霧制御部 (2 4、3 4、4 4、6 4、7 4、8 4) と、を備える。

40

噴霧制御部 (3 4、4 4) は、噴射粒径および噴射速度の制御範囲を、噴射粒径が比較的大きくなる第 1 制御範囲 (A 1) と噴射粒径が比較的小さくなる第 2 制御範囲 (A 2)との間で触媒設置通路部の排気流量に応じて切り替える。

本発明の第 1 の態様では、噴霧制御部は、触媒設置通路部の排気流量が閾値 (Q d) 以上である場合に第 2 制御範囲を用いる。

本発明の第 2 の態様では、噴霧制御部 (4 4) は、噴射装置の噴射粒径と噴射速度とを互いに独立して制御可能である。また噴霧制御部は、第 1 制御範囲および第 2 制御範囲のうち、触媒の入口における噴射装置からの噴射物の目標均質度をより低エネルギーで達成する方を用いる。

50

本発明の第3の態様では、噴霧制御部(44)は、噴射装置の噴射粒径と噴射速度とを互いに独立して制御可能である。また噴霧制御部は、触媒の入口における液体の目標均質度を達成可能な噴射粒径と噴射速度との組合せが複数あって、それらの組合せ同士で必要エネルギーの差が所定値以内である場合、噴霧粒径がより小さくなる組合せを採用する。

【0007】

このような噴霧制御が行われることで、攪拌部の下流側の噴霧状態は旋回流による遠心力が抑制される状態になる。例えば、噴射粒径が小さくなることで噴霧の総表面積が大きくなり、排気からの受熱が促進され、噴霧の気化が進む。また、噴射速度が大きくなることで噴霧が壁面に勢いよくぶつかり、噴霧の微粒化および気化が進む。そのため、旋回流による遠心力が十分に小さくなることで噴霧が径方向外側に偏りにくくなるので、触媒入口における噴射装置からの噴射物の均質化状態を維持することができる。これにより、触媒反応が好適に行われる。10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1実施形態の触媒反応システムおよびそれが適用されたエンジンを示す模式図。20

【図2】必要供給量算出マップを示す図。

【図3】目標噴射圧算出マップを示す図。

【図4】制御ユニットが実行する処理を説明するフローチャート。

【図5】制御ユニットが実行する処理を説明するサブフローチャート。20

【図6】第2実施形態の触媒反応システムおよびそれが適用されたエンジンを示す模式図。20

【図7】噴射粒径と噴射速度との関係を制御範囲と共に示す図。

【図8】噴射粒径と噴射速度との関係を制御範囲と共に示す図であって、排気流量が図7に示す状態と比べて大きい状態を示す図。

【図9】壁面温度と閾値との関係を示す図。

【図10】噴射粒径および噴射速度に対する噴霧の均質度を記憶したマップを示す図。

【図11】制御ユニットが実行する処理を説明するサブフローチャート。

【図12】第3実施形態の触媒反応システムおよびそれが適用されたエンジンを示す模式図。30

【図13】要求噴射粒径とバルブリフト量との関係を示す図。

【図14】噴射圧と噴射速度との関係をバルブリフト量ごとに示す図。

【図15】噴射圧と噴射粒径との関係をバルブリフト量ごとに示す図。

【図16】噴射粒径と噴射速度との関係を制御範囲と共に示す図。

【図17】噴射粒径と噴射速度との関係を制御範囲と共に示す図であって、排気流量が図16に示す状態と比べて大きい状態を示す図。

【図18】制御ユニットが実行する処理を説明するサブフローチャート。

【図19】第4実施形態の触媒反応システムおよびそれが適用されたエンジンを示す模式図。

【図20】燃料改質量算出マップを示す図。40

【図21】第5実施形態の触媒反応システムおよびそれが適用されたエンジンを示す模式図。

【図22】第6実施形態の触媒反応システムおよびそれが適用されたエンジンを示す模式図。

【図23】他の実施形態において制御ユニットが用いるエンジン回転数とアクセル開度と必要供給量との関係を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、エンジンの触媒反応システムの複数の実施形態を図面に基づき説明する。実施形態同士で実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。50

【0010】

[第1実施形態]

第1実施形態の触媒反応システムは、図1に示すエンジン90に適用されている。触媒反応システム10は、触媒11と、ミキサ12と、噴射装置13と、制御ユニット14とを備える。

【0011】

触媒11は、エンジン90の排気通路91の途中に設けられており、排気中の所定成分を還元浄化する。排気通路91は、排気が流れる排気系通路であり、また、触媒11が設けられる触媒設置通路部である。第1実施形態では、触媒11は、還元剤としての尿素水と排気中の窒素酸化物(以下、NOx)とを選択的に反応させ、NOxを窒素ガスN₂等に分解して無害化する機能を持つ。第1実施形態において、触媒反応システム10は排気浄化システムである。10

【0012】

攪拌部としてのミキサ12は、排気通路91のうち触媒11に対し上流側に設けられており、還元剤と排気とを攪拌して混ぜ合わせる。還元剤は、霧状態(すなわち噴霧)、ガス状態、またはそれらの混合状態でミキサ12に供給される。

【0013】

噴射装置13は、尿素水を貯留するタンク16と、タンク16の尿素水を圧送するポンプ17と、ポンプ17から圧送された「所定の液体」としての尿素水を噴霧として排気通路91内でミキサ12に向けて噴射する噴射弁18とを有する。噴射弁18は、排気通路91のうちミキサ12に対し上流側に設けられている。20

【0014】

制御ユニット14は、エンジン90の制御部であるとともに、触媒反応システム10の制御部でもある。制御ユニット14には、アクセル開度センサ93、エンジン回転数センサ94、吸気量センサ95、排気量センサ96、排気温度センサ97、NOx濃度センサ98、および触媒温度センサ99等のセンサ、および図示しない他の制御部が接続されている。制御ユニット14は、各センサの検出信号等に基づきプログラム処理を実行し、燃料添加弁92、ポンプ17および噴射弁18等の駆動を制御する。排気量センサ96、排気温度センサ97およびNOx濃度センサ98は、エンジン90のすぐ下流に設置されているが、これに限らず、触媒11やそのすぐ上流に設置されてもよい。30

【0015】

具体的には、制御ユニット14は、情報取得部21、温度判定部22、供給量算出部23および噴霧制御部24を有する。

【0016】

情報取得部21は、各種センサの検出信号から、例えば触媒設置通路部の排気流量、排気温度、NOx濃度、および触媒温度等の各種情報を取得する。

【0017】

温度判定部22は、触媒温度が「触媒11においてNOxの浄化反応がおこる温度」に達しているか否かを判定する。すなわち、触媒温度Tcが閾値Tx以上か否かが判定される。触媒温度が閾値Tx以上ではない場合、浄化できないので、噴射装置13による尿素水の噴射が行われない。40

【0018】

供給量算出部23は、エンジン90の運転状態に応じて、触媒11でNOxを浄化するために必要な尿素水の供給量(以下、必要供給量)を算出する。第1実施形態では、上記運転状態を示す情報として排気流量、排気温度、およびNOx濃度が用いられる。また、図2に示すような3次元マップが用いられ、排気流量Q、排気温度T、およびNOx濃度Cに基づき尿素水の必要供給量Wが算出される。

【0019】

噴霧制御部24は、噴射装置13が供給する噴霧の状態を制御可能である。噴霧制御部24は、ミキサ12の下流側における噴霧の微粒化または気化が進むように、排気通路950

1の排気の状態に応じて噴射装置13の噴射粒径および噴射速度を制御する。ミキサ12後の旋回流にのせて噴霧を上手く混ぜるためには、噴霧の微粒化・気化が重要となる。噴霧制御部24は、ミキサ12出口において還元剤の最適な状態（すなわち高微粒化または高気化率）を作るために、噴射時の尿素水の液滴の状態を制御する。噴霧の微粒化または気化を進めるには、噴射装置13の噴射粒径を比較的小さくすること、および、噴射装置13の噴射速度を比較的速くすることが有効である。

【0020】

具体的には、噴霧に対して起こる現象として排気からの受熱による気化が支配的な場合、噴射粒径が小さくなることで噴霧の総表面積が大きくなり、排気からの受熱が促進され、噴霧の気化が進む。そのため、この場合には、排気温度が低いほど及び排気流量が増加するほど微粒化が必要である。また、噴霧に対して起こる現象として壁面への衝突による微粒化および気化が支配的な場合、噴射速度が大きくなることで噴霧がミキサ12の壁面に勢いよくぶつかり、噴霧の微粒化および気化が進む。そのため、この場合には、排気温度が低いほど噴射速度を大きくする必要があり、また、ある程度の噴射粒径があった方が良い。このようにフォーカスする現象毎に要求される噴射の仕方が違う。第1実施形態では、従来のように同じ噴霧を噴き続けるのではなく、排気の状態に応じて噴射粒径および噴射速度を制御することで、ミキサ12出口の噴霧を最適化し、触媒11入口における還元剤の均質化状態を維持する。

【0021】

第1実施形態では、図3に示すようなマップが用いられ、排気温度Tおよび排気流量Qに基づき目標噴射圧Pが算出され、噴射装置13の噴射圧を調節することで噴射粒径および噴射速度が同時に制御される。目標噴射圧Pは、触媒入口における還元剤の均質度の目標値（以下、目標均質度）を達成するために必要な噴射粒径および噴射速度となる噴射圧である。目標均質度は、排気通路91の周方向および径方向における還元剤の所望の均質化状態に対応する。

【0022】

制御ユニット14の各機能部21～24は、専用の論理回路によるハードウェア処理により実現されてもよいし、コンピュータ読み出し可能非一時的有形記録媒体等のメモリーに予め記憶されたプログラムをCPUで実行することによるソフトウェア処理により実現されてもよいし、あるいは、両者の組み合わせで実現されてもよい。各機能部21～24のうちどの部分をハードウェア処理により実現し、どの部分をソフトウェア処理により実現するかは、適宜選択可能である。この点については以降に記載する機能部についても同様である。

【0023】

（制御ユニットが実行する処理）

制御ユニット14は図4に示す各処理を実行する。図4のルーチンは、所定のタイミングで繰り返し実行される。以降、「S」はステップを意味する。

【0024】

先ずS10では、各種センサの検出信号から排気流量Q、排気温度T、NOx濃度C、および触媒温度Tcが取得される。S10の後、処理はS20に移行する。

【0025】

S20では、触媒温度Tcが閾値Tx以上か否かが判定される。触媒温度Tcが閾値Tx以上である場合（S20：YES）、処理はS30に移行する。触媒温度Tcが閾値Txよりも小さい場合（S20：NO）、処理は図4のルーチンを抜ける。

【0026】

S30では、S10で取得された情報に応じて必要供給量Wが算出される。S30の後、処理はS40に移行する。

【0027】

S40では、図5に示す噴霧制御のためのサブルーチンが呼び出されて実行される。図5のサブルーチンが開始されると、S101において、排気温度Tおよび排気流量Qに基

10

20

30

40

50

づき噴射装置 13 の目標噴射圧 P が算出される。S 101 の後、処理は S 102 に移行する。

【0028】

S 102 では、噴射装置 13 の噴射圧が目標噴射圧になるようにポンプ 17 が制御される。S 102 の後、処理は図 4 のメインルーチンに戻る。

【0029】

図 3 の S 50 では、噴射弁 18 が駆動されて還元剤が噴射される。S 50 の後、処理は図 4 のルーチンを抜ける。

【0030】

(効果) 10

以上説明したように、第 1 実施形態では、触媒反応システム 10 は、エンジン 90 の排気通路 91 に設けられる触媒 11 と、触媒 11 の上流側に設けられるミキサ 12 と、還元剤の液体を噴霧としてミキサ 12 に向けて噴射する噴射装置 13 と、ミキサ 12 の下流側における噴霧の微粒化または気化が進むように、排気通路 91 の排気の状態に応じて噴射装置 13 の噴射粒径および噴射速度を制御する噴霧制御部 24 を備える。

【0031】

このような噴霧制御が行われることで、ミキサ 12 の下流側の噴霧状態は旋回流による遠心力が抑制される状態になる。例えば、噴射粒径が小さくなることで噴霧の総表面積が大きくなり、排気からの受熱が促進され、噴霧の気化が進む。また、噴射速度が大きくなることで噴霧が壁面に勢いよくぶつかり、噴霧の微粒化および気化が進む。そのため、旋回流による遠心力が十分に小さくなることで噴霧が径方向外側に偏りにくくなるので、触媒入口における還元剤の均質化状態を維持することができる。これにより、触媒 11 での浄化反応が好適に行われる。 20

【0032】

また、第 1 実施形態では、噴霧制御部 24 は、噴射装置 13 の噴射圧を調節して噴射粒径および噴射速度を同時に制御する。これにより、噴射粒径および噴射速度を比較的容易に制御することができる。

【0033】

[第 2 実施形態] 30

第 2 実施形態では、図 6 に示す噴霧制御部 34 は、噴射粒径および噴射速度の制御範囲を第 1 制御範囲と第 2 制御範囲との間で排気流量に応じて切り替える。図 7 に示すように、第 1 制御範囲 A 1 は、噴射粒径が比較的大きくなる制御範囲である。第 2 制御範囲 A 2 は、噴射粒径が比較的小さくなる制御範囲である。第 1 制御範囲 A 1 および第 2 制御範囲 A 2 は、触媒入口における還元剤の目標均質度を達成するために必要な噴射粒径と噴射速度との組合せを含む範囲である。

【0034】

ミキサ 12 後の旋回流にのせて噴霧を上手く混ぜるためには、微粒化・気化が重要となる。第 2 制御範囲 A 2 では、噴霧に対して起こる現象として、排気からの受熱による気化が支配的である。つまり、噴射粒径が小さくなることで噴霧の総表面積が大きくなり、排気からの受熱が促進され、噴霧の気化が進む。一方、第 1 制御範囲 A 1 では、噴霧に対して起こる現象として、壁面への衝突による微粒化および気化が支配的である。つまり、噴射速度が大きくなることで噴霧がミキサ 12 の壁面に勢いよくぶつかり、噴霧の微粒化および気化が進む。 40

【0035】

図 7 の実線 Lc は、噴射装置 13 の噴射圧の調節により変化する噴射粒径および噴射速度を示している。図 7 では実線 Lc は第 1 制御範囲 A 1 および第 2 制御範囲 A 2 の両方を通っている。この場合には、第 1 制御範囲 A 1 および第 2 制御範囲 A 2 のどちらでも目標均質度を達成可能である。大粒径のままの方が少ないエネルギー(低速 低噴射圧)で均質化が可能であることから、例えば、第 1 制御範囲 A 1 が用いられ、第 1 制御範囲 A 1 のなかで最も噴射速度が小さくなる組合せである点 p1 が採用される。 50

【0036】

一方、排気流量が図7に示す状態と比べて大きい状態を示す図8においては、実線Lcは第2制御範囲A2のみを通っている。この場合には、第2制御範囲A2において目標均質度を達成可能である。例えば、第2制御範囲A2のなかで最も噴射速度が小さくなる組合せである点p2が採用される。

【0037】

このように排気流量が所定値以上である場合には大粒径では目標均質度を達成できなくなるため、微粒化が実施される。以下、上記所定値のことを「閾値Qd」と記載する。図6の噴霧制御部34は、排気流量が閾値Qd以上である場合に第2制御範囲A2を用いる。

10

【0038】

図6に示す情報取得部31は、壁面温度センサ19の検出信号からミキサ12の壁面温度Tm(ミキサ12の測定温度)を取得する。噴霧制御部34は、図9に示すように壁面温度Tmが低いほど閾値Qdが小さくなるように補正する。なお、他の実施形態では、ミキサ12の測定温度に限らず、他の値から推定されたミキサ12の推定温度が用いられてもよい。

【0039】

図6の噴霧制御部34は、噴射粒径および噴射速度に対する、触媒入口における還元剤の均質度を示す図10に示すような3次元マップを有する。噴霧制御部34は、排気流量、排気温度、還元剤の噴射量ごとに上記3次元マップを複数有する。噴霧制御部34は、上記3次元マップを用いて、目標均質度を達成可能な噴射粒径と噴射速度との組合せを算出し、噴射粒径および噴射速度を制御する。噴霧制御部34は、排気流量が閾値Qd以上である場合、排気流量が大きいほど噴霧粒径を小さくする。また、噴霧制御部34は、排気温度が低いほど噴霧粒径を小さくする。また、噴霧制御部34は、壁面温度Tmが低いほど噴霧粒径を小さくする。

20

【0040】

(制御ユニットが実行する処理)

図4のS40において呼び出される図11のサブルーチンのS111において、壁面温度センサ19の検出信号からミキサ12の壁面温度Tmが取得される。S111の後、処理はS112に移行する。

30

【0041】

S112では、壁面温度Tmに応じて排気流量に関する閾値Qdが設定される。S112の後、処理はS113に移行する。

【0042】

S113では、排気流量Qが閾値Qd以上であるか否かが判定される。排気流量Qが閾値Qd以上である場合(S113:YES)、処理はS114に移行する。排気流量Qが閾値Qdよりも小さい場合(S113:NO)、デフォルトの噴射設定で目標達成可能であるので、処理は図11のルーチンを抜ける。

【0043】

S114では、図10に示すような3次元マップが用いられ、目標均質度を達成可能な噴射粒径と噴射速度との組合せが算出される。S114の後、処理はS115に移行する。

40

【0044】

S115では、S114で算出された噴射粒径および噴射速度を満たす噴射装置13の目標噴射圧が算出される。S115の後、処理はS116に移行する。

【0045】

S116の処理内容は図5のS102と同じである。S116の後、処理は図4のメインルーチンに戻る。

【0046】

(効果)

50

以上説明したように、第2実施形態では、噴霧制御部34は、噴射粒径および噴射速度の制御範囲を、噴射粒径が比較的大きくなる第1制御範囲と噴射粒径が比較的小さくなる第2制御範囲との間で排気流量に応じて切り替える。これにより、デフォルトの噴射設定では目標均質度を達成できない場合に第2制御範囲に切り替えることで噴霧の微粒化を実施する。

【0047】

また、第2実施形態では、噴霧制御部34は、排気流量が閾値 Q_d 以上である場合、排気流量が大きいほど噴霧粒径を小さくする。また、噴霧制御部34は、排気温度が低いほど噴霧粒径を小さくする。また、噴霧制御部34は、壁面温度 T_m が低いほど閾値 Q_d が小さくなるように補正する。また、噴霧制御部34は、壁面温度 T_m が低いほど噴霧粒径を小さくする。このように噴射粒径を制御して排気および壁面からの受熱量を制御することで目標均質度を達成することができる。10

【0048】

[第3実施形態]

第3実施形態では、図12に示す噴霧制御部44は、噴射装置13の噴射粒径と噴射速度とを互いに独立して制御可能である。例えば噴霧制御部44は、噴射装置13のバルブリフト量を調節して噴射粒径を制御する。具体的には、噴霧制御部44は、図13に示すように、要求される噴射粒径が小さいほど、バルブリフト量を比較的小さくする。バルブリフト量を小さくすることで、噴射弁18内部における還元剤の横流れが強まり、乱れが強まることで微粒化が促進される。微粒化するほど噴霧の速度がすぐに減衰し、噴霧の貫徹力が小さくなる。そして、噴霧制御部44は、要求される噴射粒径および噴射速度の両方を満たす噴射圧を図14および図15に示す関係から算出する。なお、他の実施形態では、噴射装置13のバルブリフト時間の調節により噴射粒径が制御されてもよい。20

【0049】

図12の噴霧制御部44は、第1制御範囲A1および第2制御範囲A2のうち、触媒入口における還元剤の目標均質度をより低エネルギーで達成する方を用いる。例えば図16に示すように、バルブリフト量の3段階変化に応じて、噴射圧の調節により変化する噴射粒径と噴射速度との関係が3つの実線 $L_c1 \sim L_c3$ で示される場合について考える。実線 $L_c1 \sim L_c3$ の全てが第1制御範囲A1および第2制御範囲A2の両方を通る。この場合、実線 L_c1 上の点 p_1 を採用する方が、 L_c2 上の点 p_2 または実線 L_c3 上の点 p_3 を採用するよりも、目標均質度をより低エネルギーで達成可能である。30

【0050】

一方、図17では実線 L_c3 が第1制御範囲A1および第2制御範囲A2の両方を通るのに対して、実線 L_c1 、 L_c2 が第2制御範囲A2のみを通る。この場合、実線 L_c3 上の点 p_3 を採用する方が、実線 L_c1 上の点 p_1 または L_c2 上の点 p_2 を採用するよりも、噴射速度が低速になり目標均質度をより低エネルギーで達成可能である。

【0051】

また、図12の噴霧制御部44は、目標均質度を達成可能な噴射粒径と噴射速度との組合せが複数あって、それらの組合せ同士で必要エネルギーの差が所定値以内である場合、噴霧粒径がより小さくなる組合せを採用する。例えば、パーシャルリフトの有無、すなわちバルブリフト量の3段階変化のそれぞれにおいて目標均質度を達成可能な噴射粒径と噴射速度との組合せを抽出し、噴霧粒径がより小さくなる組合せが採用される。噴霧制御部44は、噴射粒径および噴射速度に対する還元剤の均質度を示す3次元マップを、3段階のバルブリフト量ごとに複数有する。40

【0052】

(制御ユニットが実行する処理)

図4のS40において呼び出される図18のサブルーチンのS121において、壁面温度センサ19の検出信号からミキサ12の壁面温度 T_m が取得される。S121の後、処理はS122に移行する。

【0053】

50

S 1 2 2 では、3次元マップが用いられ、バルブリフト量の3段階変化のそれぞれにおいて目標均質度を達成可能な噴射粒径と噴射速度との組合せが抽出される。S 1 2 2 の後、処理は S 1 2 3 に移行する。

【 0 0 5 4 】

S 1 2 3 では、S 1 2 2 で抽出された各組合せ同士で必要エネルギーが比較され、目標均質度をより低エネルギーで達成可能な組合せが採用される。必要エネルギーの差が所定値以内である場合、噴霧粒径がより小さくなる組合せが採用される。S 1 2 3 の後、処理は S 1 2 4 に移行する。

【 0 0 5 5 】

S 1 2 4 では、要求される噴射粒径 D が所定値 D 2 以上か否かが判定される。要求される噴射粒径 D が所定値 D 2 以上である場合 (S 1 2 4 : YES) 、処理は S 1 2 6 に移行する。要求される噴射粒径 D が所定値 D 2 よりも小さい場合 (S 1 2 4 : NO) 、処理は S 1 2 5 に移行する。10

【 0 0 5 6 】

S 1 2 5 では、要求される噴射粒径 D に応じてバルブリフト量が変更される。S 1 2 5 の後、処理は S 1 2 6 に移行する。

【 0 0 5 7 】

S 1 2 6 では、要求される噴射粒径および噴射速度を満たす噴射装置 1 3 の目標噴射圧が算出される。同様の関係を噴射周期に対しても保持し、より必要エネルギーの小さい方が選択される。S 1 2 6 の後、処理は S 1 2 7 に移行する。20

【 0 0 5 8 】

S 1 2 7 では、バルブリフト量が制御されるとともに、噴射装置 1 3 の噴射圧が目標噴射圧になるようにポンプ 1 7 が制御される。S 1 2 7 の後、処理は図 4 のメインルーチンに戻る。

【 0 0 5 9 】

(効果)

以上説明したように、第 3 実施形態では、噴霧制御部 4 4 は、噴射装置 1 3 の噴射粒径と噴射速度とを互いに独立して制御可能である。これにより噴射圧だけで噴射粒径および噴射速度を同時に制御する形態に比べて制御範囲が拡大し、より低エネルギーで目標均質度を達成することができる。30

【 0 0 6 0 】

また、第 3 実施形態では、噴霧制御部 4 4 は、第 1 制御範囲 A 1 および第 2 制御範囲 A 2 のうち、触媒入口における還元剤の目標均質度をより低エネルギーで達成する方を用いる。これにより、より低エネルギーで目標均質度を達成することができる。

【 0 0 6 1 】

また、第 3 実施形態では、噴霧制御部 4 4 は、触媒入口における還元剤の目標均質度を達成可能な噴射粒径と噴射速度との組合せが複数あって、それらの組合せ同士で必要エネルギーの差が所定値以内である場合、噴霧粒径がより小さくなる組合せを採用する。微粒化した状態で噴射されるほど、液体のままミキサ 1 2 に衝突する還元剤が減り、デポジットが形成されにくくなる。そのため、必要エネルギーの許容する範囲で微粒化し、デポジットを抑制することができる。40

【 0 0 6 2 】

また、第 3 実施形態では、噴霧制御部 4 4 は、噴射装置 1 3 のバルブリフト量を調節して噴射粒径を制御する。これにより噴射装置 1 3 の噴射粒径と噴射速度とを互いに独立して制御可能である。

【 0 0 6 3 】

[第 4 実施形態]

第 4 実施形態では、触媒反応システム 1 0 は、図 1 9 に示すように E G R システム (exhaust gas recirculation) 1 0 0 が設けられたエンジン 9 0 に適用されている。E G R システム 1 0 0 は、排気通路 9 1 から分岐する E G R 通路 1 0 1 を通じて排気の一部を再50

度吸気させるためのシステムであり、EGRバルブ102を用いて吸気側に送り込む排気の量を調節する。

【0064】

第4実施形態では、触媒51およびミキサ12がEGR通路101の途中に設けられている点、噴射装置53が「所定の液体」としての燃料を噴射する点、および上述の点に対応して制御ユニット54が制御を行う点が第1実施形態とは異なるが、その他の構成は第1実施形態と同様である。EGR通路101は、排気が流れる排気系通路であり、また、触媒51が設けられる触媒設置通路部である。触媒51は、排気熱を用いて燃料を反応させ、燃料改質を行う機能を持つ。第4実施形態において、触媒反応システム10は燃料改質システムである。

10

【0065】

情報取得部61は、各種センサの検出信号から、例えば触媒設置通路部であるEGR通路101の排気流量、排気温度、および触媒温度等の各種情報を取得する。EGR通路101の排気流量および排気温度は、例えばエンジン90およびEGRバルブ102などの運転条件から推定してもよいし、エンジン制御部の制御値から取得してもよい。

【0066】

温度判定部62は、触媒温度が「触媒51において改質反応がおこる温度」に達しているか否かを判定する。すなわち、触媒温度Tcが閾値Tx以上か否かが判定される。触媒温度が閾値Tx以上ではない場合、改質できないので、噴射装置53による燃料の噴射が行われない。

20

【0067】

供給量算出部63は、現在の条件で改質可能な燃料の量（以下、改質燃料量）を算出する。第1実施形態では、上記条件を示す情報として排気流量、排気温度、およびエンジン90の要求出力が用いられる。図20に示すような3次元マップが用いられ、排気流量Q、排気温度T、および要求出力に基づき改質燃料量Wが算出される。なお、出力維持のために必要な燃料が改質分だけでは不足する場合、その不足分が図示しない燃料改質装置から供給される。

【0068】

噴霧制御部64は、ミキサ12の下流側における噴霧の微粒化または気化が進むように、EGR通路101の排気の状態に応じて噴射装置53の噴射粒径および噴射速度を制御する。これらの制御は、第1実施形態と同様に、図3に示すマップを用いて排気温度Tおよび排気流量Qに基づき目標噴射圧Pが算出され、噴射装置53の噴射圧を調節することで行われる。

30

【0069】

制御ユニット54は、第1実施形態における図4と同様の処理を実行して、各種情報を取得し、触媒温度Tcが閾値Tx以上である場合に燃料改質量Wを算出し、噴霧制御を行って燃料を噴射する。

【0070】

第4実施形態では、触媒反応システム10は、ミキサ12の下流側における噴霧の微粒化または気化が進むように、触媒配置通路部であるEGR通路101の排気の状態に応じて噴射装置53の噴射粒径および噴射速度を制御する噴霧制御部64を備える。したがって、第4実施形態によれば、第1実施形態と同様に触媒入口における燃料の均質化状態を維持することができ、触媒11での改質反応が好適に行われる。

40

【0071】

[第5実施形態]

第5実施形態では、図21に示すように触媒51およびミキサ12がEGR通路101の途中に設けられている点、噴射装置53が「所定の液体」としての燃料を噴射する点、および上述の点に対応して制御ユニット54が制御を行う点が第2実施形態とは異なるが、その他の構成は第2実施形態と同様である。情報取得部71は、第2実施形態における情報取得部31に対応する。

50

【0072】

噴霧制御部74は、噴射粒径および噴射速度の制御範囲を、噴射粒径が比較的大きくなる第1制御範囲と噴射粒径が比較的小さくなる第2制御範囲との間で排気流量に応じて切り替える。また、噴霧制御部74は、排気流量が閾値Qd以上である場合、排気流量が大きいほど噴霧粒径を小さくする。また、噴霧制御部74は、排気温度が低いほど噴霧粒径を小さくする。また、噴霧制御部74は、壁面温度Tmが低いほど閾値Qdが小さくなるように補正する。また、噴霧制御部74は、壁面温度Tmが低いほど噴霧粒径を小さくする。したがって、第5実施形態によれば第2実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0073】

[第6実施形態]

10

第6実施形態では、図22に示すように触媒51およびミキサ12がEGR通路101の途中に設けられている点、噴射装置53が「所定の液体」としての燃料を噴射する点、および上述の点に対応して制御ユニット54が制御を行う点が第3実施形態とは異なるが、その他の構成は第3実施形態と同様である。

【0074】

噴霧制御部84は、噴射装置13の噴射粒径と噴射速度とを互いに独立して制御可能である。また、噴霧制御部84は、第1制御範囲A1および第2制御範囲A2のうち、触媒入口における還元剤の目標均質度をより低エネルギーで達成する方を用いる。また、噴霧制御部84は、触媒入口における還元剤の目標均質度を達成可能な噴射粒径と噴射速度との組合せが複数あって、それらの組合せ同士で必要エネルギーの差が所定値以内である場合、噴霧粒径がより小さくなる組合せを採用する。また、噴霧制御部84は、噴射装置13のバルブリフト量を調節して噴射粒径を制御する。したがって、第6実施形態によれば第3実施形態と同様の効果を得ることができる。

20

【0075】

[他の実施形態]

他の実施形態では、浄化対象はNOxに限らず、例えば一酸化二窒素N₂Oや二酸化炭素CO₂等であってもよい。また、還元剤は、尿素水に限らず、浄化対象よりも酸化しやすい例えば炭化水素やアルコールなどの有機物、過酸化水素水などが用いられてもよい。他の実施形態では、還元剤に限らず、還元剤の前駆体が供給されてもよい。

【0076】

30

他の実施形態では、還元剤の必要供給量または燃料改質量を算出するとき、排気流量を例えば吸気量またはエンジン回転数等に置き換えてよいし、排気温度を例えばアクセル開度または燃料噴射量等に置き換えてよい。また、還元剤の必要供給量を算出するときNOx濃度を用いず、図23に示すような2次元マップが用いられ、エンジン回転数Rおよびアクセル開度Aに基づき尿素水の必要供給量Wが算出されてもよい。燃料改質量を算出するときも同様である。

【0077】

他の実施形態では、排気流量および排気温度等の排気状態は、センサからの取得ではなく、エンジン運転条件などから推定されてもよい。

【0078】

40

他の実施形態では、排気流量に代えて、吸気量を用いて制御が行われてもよい。その場合、燃料噴射量に応じて吸気量を多く見積もるように補正をかけてよい。これにより燃料ガス分の体積増加を計算に加味し、より実際に近い様にすることが可能である。

【0079】

他の実施形態では、現在の還元剤温度または燃料温度を計測し、その温度に応じて噴射粒径および噴射速度への要求を大粒径側および低速側に補正をかけてよい。温度が高いほど気化し易いため、上記補正によっても目標均質度の達成が可能になる。

【0080】

他の実施形態では、噴射装置は還元剤または燃料に熱または電荷を与える機構を持ち、熱または電荷を与えることで還元剤または燃料の表面張力を低下させ、微粒化を促進させ

50

てもよい。また、他の実施形態では、噴射装置は噴孔径を可変させる機構を持ち、噴孔径の可変により微粒化を制御してもよい。また、他の実施形態では、噴射装置は還元剤または燃料を予熱する機構を持ち、噴射時に即時気化するように還元剤または燃料を予熱することで、噴射粒径を制御してもよい。また、他の実施形態では、噴射装置は噴霧角の制御機構を持ち、噴霧角を調節することで周囲からの受熱量をコントロールし、疑似的に噴射粒径を制御するようにしてもよい。

【0081】

他の実施形態では、触媒の劣化の推定手段が設けられ、触媒の劣化に合わせて浄化率または改質率をより向上するために、排気流量の閾値が低くなるような補正、または要求される噴射粒径が小さくなるような補正を行ってもよい。また、他の実施形態では、触媒後のNO_x量をセンサで計測し、そのNO_x量が多いほど排気流量の閾値が低くなるような補正、または要求される噴射粒径が小さくなるような補正を行ってもよい。10

【0082】

他の実施形態では、還元剤または燃料の噴射量に応じて周囲からの吸熱が変わることを考慮し、還元剤または燃料の噴射量に応じて排気流量の閾値が小さくなるように補正してもよい。

【0083】

他の実施形態では、必要以上に噴射装置の噴射圧を下げる为了避免を避けるため、所定噴射圧以上の範囲内で噴霧制御を行うようにしてもよい。

【0084】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施可能である。20

【0085】

本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリーを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリーと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されてもよい。30

【符号の説明】

【0086】

11、51：触媒

12：ミキサ（攪拌部）

13、53：噴射装置

24、34、44、64、74、84：噴霧制御部

90：エンジン

91：排気通路（排気系通路）

101：EGR通路（排気系通路）

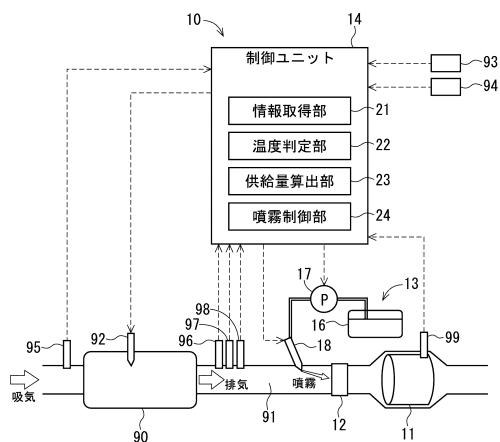
10

20

30

40

【図1】



【図2】

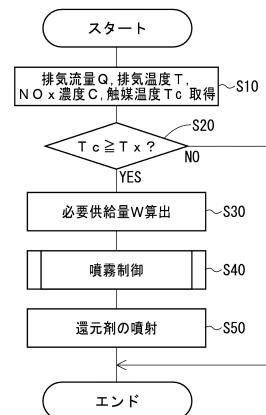
必要供給量W		排気温度T			
必要供給量W		排気温度T			
必要供給量W @排気量Q1		排気温度T			
N O x 濃度C		T1	T2	...	Tn
C1		W11	W12	...	...
C2		W21	...	...	...
...	
Cn		...	...	...	Wnn

【図3】

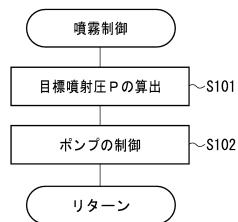
目標噴射圧P		排気温度T			
		T1	T2	...	Tn
排気流量Q	Q1	P11	P12	...	...
	Q2	P21	...	...	...

	Qn	...	...	...	Pnn

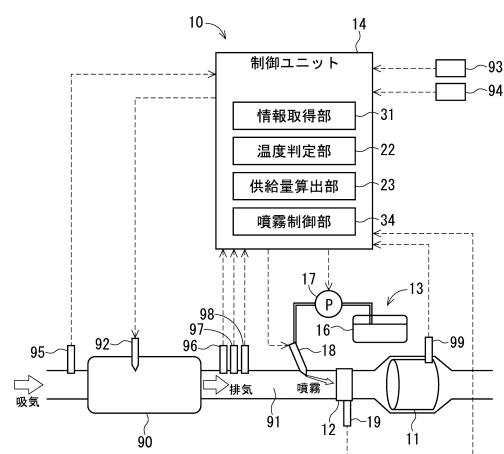
【図4】



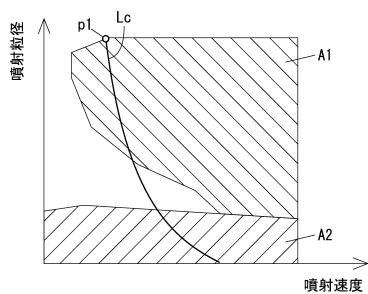
【図5】



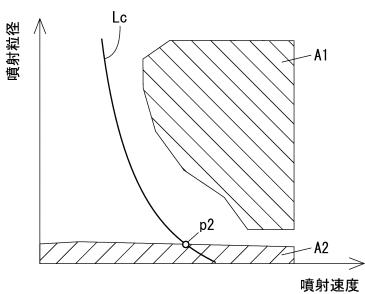
【図6】



【図7】



【図8】



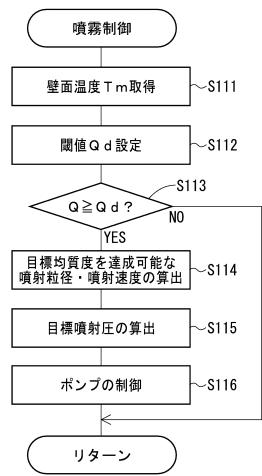
【図9】



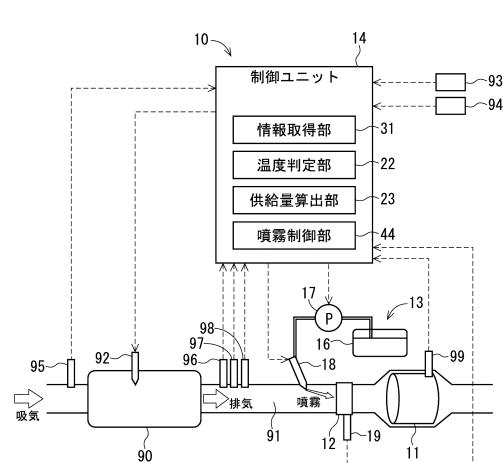
【図10】

均質度 U_I		噴射速度 V			
均質度 U_I		噴射速度 V			
均質度 U_I @触媒入口		噴射速度 V			
D	D1	U_{I11}	U_{I12}	\dots	U_{I1n}
	D2	U_{I21}	\dots	\dots	\dots
	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots
	D_n	U_{In1}	\dots	\dots	U_{Inn}

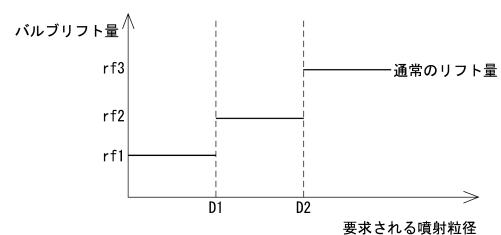
【図11】



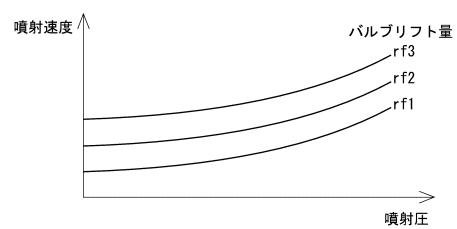
【図12】



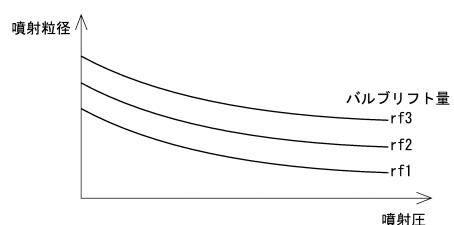
【図13】



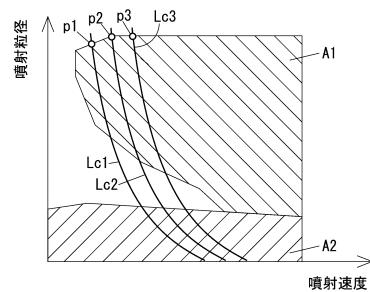
【図14】



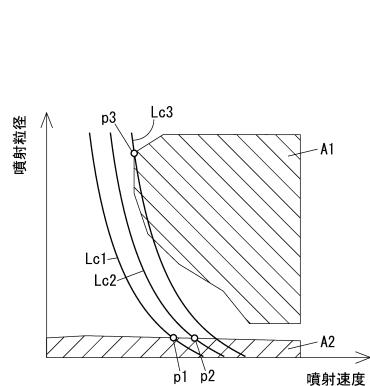
【図15】



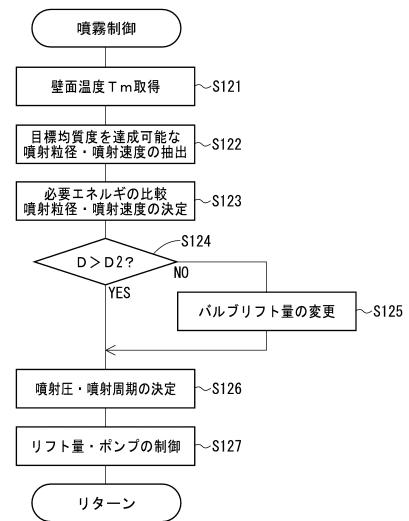
【図16】



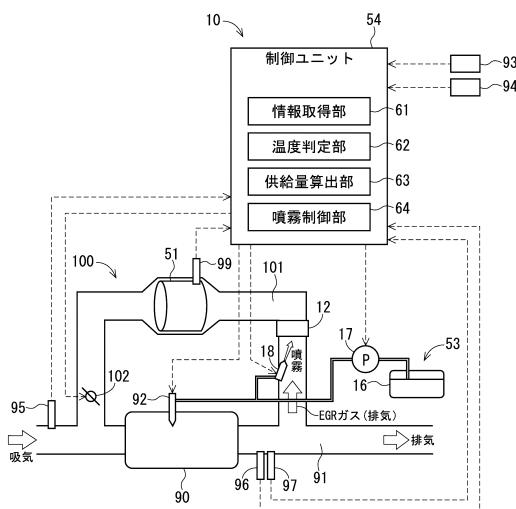
【図17】



【図18】



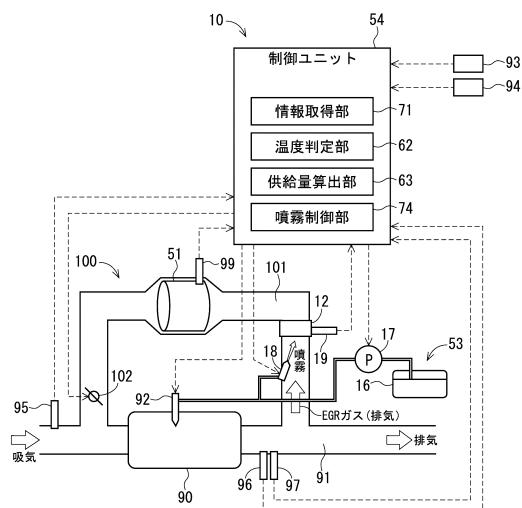
【図19】



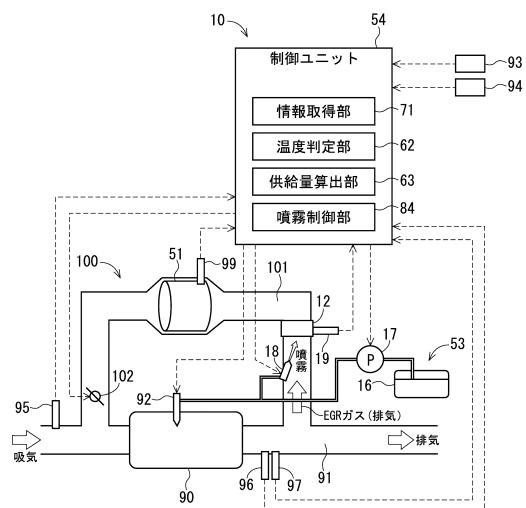
【図20】

排気流量Q	改質燃料量W		排気温度T		
	改質燃料量W		排気温度T		
	改質燃料量W @要求出力		T1	T2	... Tn
Q1	W11	W12	...	...	...
Q2	W21	...	...	...	...
...
Qn	...	...	...	...	Wnn

【図21】



【図22】



【図23】

必要供給量W		エンジン回転数 R			
		R1	R2	...	Rn
アクセル開度 A	A1	W11	W12	...	...
	A2	W21	...	...	...

	An	...	...	...	Wnn

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2016-125472(JP,A)
特開2012-189048(JP,A)
特開2002-038942(JP,A)
特開2000-240429(JP,A)
特開2009-293513(JP,A)
特開2013-133805(JP,A)
特開2017-122391(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N 3/00~ 3/38
B01D 53/94