

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5719857号
(P5719857)

(45) 発行日 平成27年5月20日 (2015. 5. 20)

(24) 登録日 平成27年3月27日 (2015. 3. 27)

(51) Int. Cl.

F I

F O 1 N 3/08 (2006. 01)

F O 1 N 3/08 Z A B D

C O 1 B 13/10 (2006. 01)

C O 1 B 13/10 B

B O 1 D 53/94 (2006. 01)

C O 1 B 13/10 D

F O 1 N 3/08 B

B O 1 D 53/36 1 O 1 A

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-18136 (P2013-18136)
 (22) 出願日 平成25年2月1日 (2013. 2. 1)
 (65) 公開番号 特開2014-148937 (P2014-148937A)
 (43) 公開日 平成26年8月21日 (2014. 8. 21)
 審査請求日 平成27年2月20日 (2015. 2. 20)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000005463
 日野自動車株式会社
 東京都日野市日野台3丁目1番地1
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (72) 発明者 津曲 一郎
 東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野
 自動車 株式会社 内
 (72) 発明者 川田 吉弘
 東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野
 自動車 株式会社 内

審査官 今関 雅子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気浄化システム及びオゾン生成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジンの排気通路に設けられた選択還元型触媒と、
 前記排気通路のうち前記選択還元型触媒の上流に尿素系流体を供給する流体供給装置と

、
 原料ガスを高酸素濃度ガス及び高窒素濃度ガスに分離するガス分離部と、
 前記高酸素濃度ガスが導入されるオゾン生成空間を有し、導入された前記高酸素濃度ガスからオゾンを生成するオゾン発生器と、

前記排気通路のうち前記選択還元型触媒の上流にオゾンを供給するオゾン供給部と、
 前記高窒素濃度ガスを冷気及び暖気に分けて排出するボルテックスチューブと、
 前記ボルテックスチューブから排出された冷気を前記オゾン発生器に当てることによっ
 て前記オゾン生成空間を冷却する冷却装置とを備えた排気浄化システム。

【請求項 2】

前記ボルテックスチューブから排出される暖気を前記流体供給装置に導く暖気通路と、
 前記暖気通路を介して送られた暖気によって前記尿素系流体を昇温する熱交換部と、
 前記暖気通路を開閉するバルブとをさらに備える請求項 1 に記載の排気浄化システム。

【請求項 3】

前記ボルテックスチューブから排出される暖気を前記エンジンに向けて導く暖気通路と
 、
 前記暖気通路を介して送られた暖気によって前記エンジンを暖機する熱交換部と、

10

20

前記暖気通路を開閉するバルブとをさらに備える請求項 1 に記載の排気浄化システム。

【請求項 4】

前記ボルテックスチューブは第 1 のボルテックスチューブであり、

前記高酸素濃度ガスを冷気及び暖気に分けてそれぞれ排出する第 2 のボルテックスチューブをさらに備え、

前記第 2 のボルテックスチューブから排出された冷気を前記オゾン発生器に導入して低温の前記高酸素濃度ガスからオゾンを生成する請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の排気浄化システム。

【請求項 5】

空気を圧縮するコンプレッサと、

前記コンプレッサから送られた圧縮ガスを乾燥し、乾燥した圧縮ガスを前記ガス分離部に送るドライヤとをさらに備え、

前記冷却装置は、

前記ドライヤによって前記圧縮ガスから除去された水分を前記オゾン発生器まで導く排水供給路と、

前記オゾン発生器に設けられた吸湿材とをさらに備え、

前記冷却装置は、前記水分を前記吸湿材に浸透させるとともに前記ボルテックスチューブから噴射される冷気を前記吸湿材に当てることによって、前記吸湿材に浸透した水を気化させる請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の排気浄化システム。

【請求項 6】

原料ガスを高酸素濃度ガス及び高窒素濃度ガスに分離するガス分離部と、

前記高酸素濃度ガスが導入されるオゾン生成空間を有し、導入された前記高酸素濃度ガスからオゾンを生成するオゾン発生器と、

前記高窒素濃度ガスを冷気及び暖気に分けて排出するボルテックスチューブと、

前記ボルテックスチューブから排出された冷気を前記オゾン発生器に当てることによって前記オゾン生成空間を冷却する冷却装置とを備えたオゾン生成装置。

【請求項 7】

前記ボルテックスチューブは第 1 のボルテックスチューブであり、

前記高酸素濃度ガスを冷気と暖気とに分けて排出する第 2 のボルテックスチューブをさらに備え、

前記第 2 のボルテックスチューブから排出された冷気を前記オゾン発生器に導入し、低温の前記高酸素濃度ガスからオゾンを生成する請求項 6 に記載のオゾン生成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、オゾンを用いて排ガスを浄化する排気浄化システム、及びオゾンを生成するオゾン生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

オゾンは強い酸化力を有するため、汚染物質の分解や殺菌等の目的で幅広い分野で利用されている。オゾンが利用される装置の一つに、エンジンの排ガスを浄化する排気浄化システムがある。

【0003】

排気浄化システムとして、選択還元型触媒を用いたシステム（尿素 SCR システム）が既に実用化されているが、当該システムの一つとして尿素系流体とともにオゾンを選択還元型触媒の上流側に添加する選択還元型触媒システムが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。排ガスにオゾンを添加することによって、排ガスに含まれる一酸化窒素（NO）の一部を二酸化窒素（NO₂）に変換し、排ガスに含まれる NO 及び NO₂ の比率が 1 対 1 に近付ける。NO 及び NO₂ の比率が 1 対 1 に近付くと、NO 及び NO₂ が N₂ に還元される反応が速く進行する。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-193620号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一方で、オゾンは、自己分解しやすい性質をもつ。オゾンの自己分解が進行する条件は複数あるが、例えば40等の高温下でもオゾンの自己分解が進む。従って一般的なオゾン生成装置には、空冷ファンや水冷装置等の冷却装置が備えられている。

10

【0006】

オゾン生成効率を高めるには冷却効果が高い冷却装置が必要であるが、このような冷却装置は大型化する傾向にある。特に排気浄化システムでは、冷却装置を搭載可能な車両上のスペースが限られ、しかも冷却装置がエンジン等から放出される熱の影響を受けやすいといった問題があった。

本発明は、上記実情を鑑みてなされたものであり、その目的は、排気浄化システム及びオゾン生成装置におけるオゾン生成効率を高めることにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決する排気浄化システムは、エンジンの排気通路に設けられた選択還元型触媒と、前記排気通路のうち前記選択還元型触媒よりも上流側に尿素系流体を供給する尿素系流体供給装置と、オゾンの原料ガスを高酸素濃度ガス及び高窒素濃度ガスに分離するガス分離部と、前記高酸素濃度ガスをオゾン生成空間に導入してオゾンを生成するオゾン発生器と、前記排気通路のうち前記選択還元型触媒よりも上流側にオゾンを供給するオゾン供給部と、前記ガス分離部の下流に設けられ、該ガス分離部によって分離された前記高窒素濃度ガスを導入し冷気及び暖気に分けて排出するボルテックスチューブと、前記ボルテックスチューブから供給された冷気を前記オゾン発生器に当てて前記オゾン生成空間を冷却する冷却装置とを備えた。

20

【0008】

この態様によれば、選択還元型触媒の上流側に尿素系流体及びオゾンを添加してNO_xを窒素に還元する反応を促進する排気浄化システムにおいて、ガス分離部によって分離された高酸素濃度ガスをオゾン発生器に供給してオゾン濃度を高める一方、ガス分離部によって分離された高窒素濃度ガスをボルテックスチューブに導入して冷気及び暖気に分ける。そして、分けられた冷気をオゾン発生器に当てることによってオゾン生成空間を冷却する。このため、オゾン生成空間におけるオゾンの自己分解が抑制されるため、オゾン生成効率を高めることができる。

30

【0009】

上記排気浄化システムにおいて、前記高窒素濃度ガスを分離するボルテックスチューブから排出される暖気を前記尿素系流体供給装置に導く暖気通路と、前記暖気通路を介して送られた暖気によって前記尿素系流体を昇温する熱交換部と、暖気通路を開閉するバルブとを備えることが好ましい。

40

【0010】

この態様によれば、分離されたボルテックスチューブから排出される暖気を尿素系流体の昇温に用いるので、暖気の熱エネルギーを有効利用できる。また、バルブを制御することで、例えば低温環境下において尿素系流体の凍結を抑制することができる。

【0011】

上記排気浄化システムにおいて、前記高窒素濃度ガスが導入されるボルテックスチューブから排出される暖気を前記エンジン側に導く暖気通路と、前記暖気通路を介して送られた暖気によって前記エンジンを暖機する熱交換部と、前記暖気通路を開閉するバルブとを備えることが好ましい。

50

【 0 0 1 2 】

この態様によれば、分離されたボルテックスチューブから排出される暖気をエンジンの暖機に用いるので、暖気の熱エネルギーを有効利用できる。また、バルブを制御することで、例えば始動時等の必要なときにエンジンの暖機を行うことができる。

【 0 0 1 3 】

上記排気浄化システムにおいて、前記ガス分離部によって分離された前記高酸素濃度ガスを冷気及び暖気に分離してそれぞれ排出するボルテックスチューブを備え、前記ボルテックスチューブから排出された冷気を前記オゾン発生器に導入して低温の前記高酸素濃度ガスからオゾンを生成することが好ましい。

【 0 0 1 4 】

この態様によれば、排気浄化システムは、高窒素濃度ガスを冷気及び暖気に分離するボルテックスチューブに加えて、高酸素濃度ガスを冷気及び暖気に分離するボルテックスチューブを備え、その冷気をオゾン発生器に導入した。即ち、空気そのものを冷却するのではなく、オゾン生成反応に係る酸素をボルテックスチューブによって集中的に冷却する。従って、オゾン生成空間が冷却できるとともに、オゾンの原料となる酸素に対しても冷却効果が高められるため、オゾン生成効率を向上することができる。

【 0 0 1 5 】

上記排気浄化システムにおいて、前記ガス分離部よりも上流側に設けられ空気を圧縮するコンプレッサと、前記コンプレッサから送られた圧縮ガスを乾燥して前記ガス分離部に送るドライヤとを備え、前記冷却装置は、前記ドライヤによって前記圧縮ガスから除去された水分を前記オゾン発生器まで導く排水供給路と、前記オゾン発生器に設けられた吸湿材とを備え、前記水分を前記吸湿材に浸透させるとともに、前記ボルテックスチューブから噴射した冷気を前記吸湿材に当てて前記吸湿材に浸透した水を気化させることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

この態様によれば、水分を吸収した吸湿材に冷気を当てることによって浸透した水の気化を促し、オゾン発生器の冷却効果を高めることができる。また、水分は吸湿材全体に浸透するので、オゾン発生器全体を冷却することができる。このため、吸湿材を介してオゾン生成空間が冷却され、オゾンの自己分解を抑制することができる。

【 0 0 1 7 】

上記課題を解決するオゾン生成装置は、オゾンの原料ガスを高酸素濃度ガス及び高窒素濃度ガスに分離するガス分離部と、前記高酸素濃度ガスを用いてオゾン生成空間でオゾンを生成するオゾン発生器と、前記ガス分離部の下流に設けられ、該ガス分離部により分離された前記高窒素濃度ガスを冷気及び暖気に分離して排出するボルテックスチューブと、前記ボルテックスチューブから供給された冷気を前記オゾン発生器に当てて前記オゾン生成空間を冷却する冷却装置とを備えた。

【 0 0 1 8 】

この態様によれば、ガス分離部によって分離された高酸素濃度ガスをオゾン発生器に供給してオゾン濃度を高める一方、ガス分離部によって分離された高窒素濃度ガスをボルテックスチューブに導入して冷気及び暖気に分けた。そして、分けられた冷気をオゾン発生器に当てることによってオゾン生成空間を冷却した。このため、オゾン生成空間で生成されたオゾンの自己分解が抑制されるため、オゾン生成効率を高めることができる。

【 0 0 1 9 】

上記課題を解決する排気浄化システムは、エンジンの排気通路に設けられた選択還元型触媒と、前記排気通路のうち前記選択還元型触媒よりも上流側に尿素系流体を供給する尿素系流体供給装置と、オゾンの原料ガスを高酸素濃度ガス及び高窒素濃度ガスに分離するガス分離部と、前記高酸素濃度ガスを用いてオゾン生成空間でオゾンを生成するオゾン発生器と、前記排気通路のうち前記選択還元型触媒よりも上流側にオゾンを供給するオゾン供給部と、前記ガス分離部の下流に設けられ、該ガス分離部によって分離された前記高酸素濃度ガスを冷気と暖気とに分離して排出するボルテックスチューブとを備え、前記ボル

10

20

30

40

50

テックスチューブから供給された冷気を前記オゾン発生器に導入し、低温の前記高酸素濃度ガスからオゾンを生成する。

【 0 0 2 0 】

上記課題を解決するオゾン生成装置は、オゾンの原料ガスを高酸素濃度ガス及び高窒素濃度ガスに分離するガス分離部と、前記高酸素濃度ガスを用いてオゾン生成空間でオゾン生成するオゾン発生器と、前記ガス分離部の下流に設けられ、該ガス分離部によって分離された前記高酸素濃度ガスを冷気と暖気とに分離して排出するボルテックスチューブとを備え、前記ボルテックスチューブから供給された冷気を前記オゾン発生器に導入し、低温の前記高酸素濃度ガスからオゾンを生成する。

【 0 0 2 1 】

これらの態様によれば、ガス分離部によって高酸素濃度ガスを分離した後、該高酸素濃度ガスをボルテックスチューブによって冷気及び暖気に分離し、高酸素濃度の冷気をオゾン発生器に導入する。即ち、空気そのものを冷却するのではなく、オゾン生成反応に係る酸素をボルテックスチューブによって集中的に冷却する。従って、オゾン生成空間が冷却できるとともに、オゾンの原料となる酸素に対しても冷却効果が高められるため、オゾン生成効率を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

【図 1】本発明における排気浄化システムを具体化した第 1 実施形態をエンジンとともに示す概略図。

【図 2】同排気浄化システムの概略図。

【図 3】同システムを構成するボルテックスチューブの概略図。

【図 4】同システムを構成するオゾン発生器の要部を示す概略図。

【図 5】本発明における排気浄化システムを具体化した第 2 実施形態をエンジンとともに示す概略図。

【図 6】同排気浄化システムの概略図。

【図 7】本発明における排気浄化システムを具体化した第 3 実施形態をエンジンとともに示す概略図。

【図 8】本発明における排気浄化システムを具体化した変形例をエンジンとともに示す概略図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

(第 1 実施形態)

以下、排気浄化システム及びオゾン生成装置の第 1 実施形態を説明する。本発明では、排気浄化システムが搭載される車両を、ディーゼルエンジンが搭載された車両に具体化して説明する。

【 0 0 2 4 】

図 1 に示すように、エンジン 11 の吸気マニホールド 12 には吸気通路 13 が接続され、排気マニホールド 14 には排気通路 15 が接続されている。吸気通路 13 の途中にはターボ過給機 16 のコンプレッサ 17 が設けられ、排気通路 15 の途中にはターボ過給機 16 のタービン 18 が設けられている。

【 0 0 2 5 】

(排気浄化システムの構成)

排気通路 15 のうち、タービン 18 の下流側には、排気浄化システム 20 が設けられている。排気浄化システム 20 は、排気通路 15 に図示しない酸化触媒、D P F (Diesel Particulate Filter)、選択還元型触媒 21 を備えている。選択還元型触媒 21 は、排気通路 15 のうち酸化触媒及び D P F よりも下流側に設けられている。この選択還元型触媒 21 は公知の触媒であって、例えばハニカム担体にゼオライト又はジルコニアを担持させたものである。

【 0 0 2 6 】

10

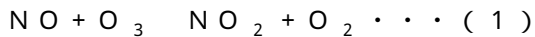
20

30

40

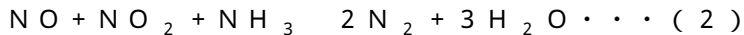
50

また、排気浄化システム 20 は、尿素水供給装置 22、オゾン生成装置 30、及びそれらを制御する ECU50 を備えている。オゾン生成装置 30 は原料ガスからオゾンを生じ、生成したオゾンを排気通路 15 の選択還元型触媒 21 よりも上流側に供給する。排ガスにオゾンが添加されると、排気ガスに含まれる NO が、反応式 (1) のように NO₂ に酸化される。



【0027】

尿素水供給装置 22 は、尿素系流体としての尿素水を貯留するとともに、尿素水を排気通路 15 の選択還元型触媒 21 よりも上流側に供給する。尿素水は、排ガスの熱で加水分解してアンモニアとなる。アンモニアは、反応式 (2) のように、排ガスに含まれる一酸化窒素及び二酸化窒素と反応し、それらを窒素に還元する。



【0028】

反応式 (2) に示すように、NO : NO₂ の比が 1 : 1 に近づくと反応が速く進行する。このため、オゾンを添加することにより、NO を NO₂ に酸化して、それら比率を 1 : 1 に近づける。

【0029】

(尿素水供給装置)

尿素水供給装置 22 は、尿素水を貯留した尿素水タンク 23、尿素水を選択還元型触媒 21 の上流に添加する尿素水供給ノズル 24、及び尿素水タンク 23 及び尿素水供給ノズル 24 を接続する尿素水供給路 25 を備えている。尿素水供給路 25 の途中には、尿素水を尿素水タンク 23 から尿素水供給ノズル 24 に圧送するポンプ 26、及び尿素水の供給量を調整する流量調整弁 27 が設けられている。ECU50 は、ポンプ 26 を駆動するとともに、流量調整弁 27 の開度を制御する。また ECU50 は、駆動パルスを送信した尿素水供給ノズル 24 に印加し、駆動パルスを受信した尿素水供給ノズル 24 は開弁して排気通路 15 に尿素水を噴射する。

【0030】

(オゾン生成装置)

次にオゾン生成装置 30 について説明する。オゾン生成装置 30 は、オゾン生成空間を有するオゾン発生器 31 を備えている。オゾン発生器 31 は、公知の構成の装置であって、電子線照射式、放射線照射式、光照射式、電解式等があるが、本実施形態では無声放電式の装置を用いている。オゾン発生器 31 は、オゾン発生空間を介して設けられた一対の電極板、電極板の間に介在する誘電体、及び交流高圧電源を備えている。交流高圧電源により電極間に高電圧を印加することによってオゾン発生空間の酸素からオゾンを発生する。

【0031】

オゾン発生器 31 の上流側には空気導入路 35 が連結されている。空気導入路 35 の始端は大気開放され、外部空気を吸入する。空気導入路 35 の途中には、大気開放口側からコンプレッサ 36、ドライヤ 37 及びガス分離部としての酸素富化ユニット 38 が設けられている。コンプレッサ 36 は、大気開放口から導入した空気を圧縮してドライヤ 37 に導入する。ドライヤ 37 は、例えば中空糸膜を用いたドライヤであって、圧縮空気を乾燥して酸素富化ユニット 38 に供給する。

【0032】

酸素富化ユニット 38 は、窒素に比べて酸素透過性が高い酸素富化膜を有している。酸素富化膜は、その透過速度の違いによって圧縮空気を、高酸素濃度ガスとしての酸素富化ガスと、高窒素濃度ガスとしての窒素富化ガスとに分離する。酸素富化膜は、酸素及び窒素を完全分離するのではなく、例えば酸素濃度が 20% の圧縮空気を、酸素濃度 35% 程度にまで高める。また、酸素富化膜の一次圧が 0.5 MPa ~ 1 MPa の場合、酸素富化膜の背圧は数 Pa に達する。

【0033】

10

20

30

40

50

酸素富化ユニット 38 には、酸素富化膜を透過した酸素富化ガスが圧送される第 1 供給路 35 a と、窒素富化ガスが圧送される第 2 供給路 35 b とが連結されている。第 1 供給路 35 a の出口はオゾン発生器 31 に連結されている。即ち、オゾン発生器 31 には酸素富化ガスが導入される。このように酸素富化ガスからオゾンを生成することにより、同じガス流量及びオゾン発生器 31 へ供給される電力と比較して、約 1.75 倍の量のオゾンを生成することができる。

【0034】

オゾン発生器 31 の下流には、オゾン供給路 33 が設けられ、オゾン供給路 33 の途中には、流量調整弁 34 が設けられている。ECU50 は、流量調整弁 34 の開度を制御して、排気通路 15 に供給されるオゾン量を調整する。オゾン供給路 33 の先端には、オゾン供給ノズル 32 が設けられている。オゾン供給ノズル 32 の吐出口は、排気通路 15 のうち尿素水供給ノズル 24 よりも上流側に設けられている。ECU50 は、駆動パルスをおゾン供給ノズル 32 に印加し、駆動パルスを受信したオゾン供給ノズル 32 は開弁して排気通路 15 にオゾンを噴射する。

【0035】

また ECU50 は、選択還元型触媒 21 に導入される排気の温度を検出する温度センサ 51、エンジン回転数を検出する回転センサ 52、例えばスロットルポジションセンサ等の負荷センサ 53 からそれぞれ検出信号を入力する。ECU50 は、流量調整弁 27、34 の開度、ポンプ駆動時間、オゾン発生器 31 の動作条件等を、エンジン回転数、エンジン負荷、排ガス温度に応じて変化させたデータ又はマップを格納している。また、ECU50 は、排気温度、負荷等に応じて変化させた NO: NO₂ の比率を示す比率マップを格納している。ECU50 は、その時々 of エンジン運転状態とマップとを比較して NO: NO₂ の比率を推測し、その比率等からオゾン供給量を算出する。そして ECU50 は、オゾン供給量に応じた条件でコンプレッサ 36 を駆動する。

【0036】

またオゾン生成装置 30 には、オゾン発生器 31 を冷却する冷却装置 40 が設けられている。図 2 に示すように、冷却装置 40 は、コンプレッサ 36、ドライヤ 37 及びボルテックスチューブ 41 から構成されている。即ちコンプレッサ 36 及びドライヤ 37 は、オゾン発生器 31 の冷却装置 40 としても機能している。

【0037】

酸素富化ユニット 38 から分岐した第 2 供給路 35 b は、ボルテックスチューブ 41 の導入口 41 b に接続されている。図 3 に示すように、ボルテックスチューブ 41 は公知の構成であって、内側に流路 41 f を備えたチューブ 41 a、チューブ 41 a 内の流路 41 f にそれぞれ連通する導入口 41 b、流路 41 f に連通する冷気導出口 41 c 及び暖気導出口 41 d を備えている。上述したように導入口 41 b からは窒素富化ガスが導入され、窒素富化ガスは流路 41 f に供給される。流路 41 f 内では窒素富化ガスがらせん状に高速で回転し、暖気導出口 41 d 側で、暖気及び冷気に分離される。暖気は暖気導出口 41 d から噴射される。また暖気導出口 41 d はドライヤ 37 に接続されている。ドライヤ 37 に戻された暖気は、コンプレッサ 36 から圧送される外部空気が通過するドライヤ内の流路とは別の流路を通して、ドライヤで分離された水分と一緒にドライヤ外に排出される。冷気は暖気導出口 41 d の手前で折り返して流路 41 f 内を回転しながら逆方向に進み、冷気導出口 41 c から排出される。

【0038】

図 2 に示すように、冷気導出口 41 c は冷気通路 41 e を介してオゾン発生器 31 に接続されている。また、ドライヤ 37 から排出されるドレン水は、排水供給路 37 a に供給される。尚、ここでいう「ドレン水」は、ドライヤ 37 から排出された水分であって、液体としての水及び水蒸気の両方を含む。またこのときドレン水は、ボルテックスチューブ 41 からドライヤ 37 に戻された暖気によって押し出される。排水供給路 37 a の先端はオゾン発生器 31 のうち第 1 供給路 35 a とは異なる位置に接続されている。

【0039】

図4に示すように、オゾン発生器31は、電極を収容した本体31aの外側に吸湿材31bを備えている。本体31aを構成する筐体は、オゾンに対する耐久性が高く、且つ熱伝導性が高い金属材からなる。吸湿材31bは、例えば筐体の壁部と同じ大きさの板状の部材であって、ゼオライト、ジルコニア、多孔質グラファイト材等の吸湿性が高い物質から構成されている。この吸湿材31bの近傍には、排水供給路37aの出口が設けられている。排水供給路37aの出口は、吸湿材31bに接触させるか、或いは吸湿材31bの表面近傍に配置される。吸湿材31bは、排水供給路37aの出口から排出されるドレン水を受け止めて吸収する。吸湿材31bに排出されたドレン水は注入された箇所から吸湿材31b全体に浸透していく。

【0040】

10

また、ボルテックスチューブ41に接続する冷氣通路41eの出口は、吸湿材31bの表面近傍に設けられている。また、冷氣通路41eの出口は、その中心軸が吸湿材31bの表面に対して斜めとなる角度に配置されている。このため、冷氣通路41eの出口から噴射される冷氣は、吸湿材31bの表面に対して斜めに入射するので、吸湿材31bのうち冷氣が曝される範囲を、冷氣が表面に垂直に入射する配置に比べ、広範囲にすることができる。

【0041】

ドレン水が浸透した吸湿材31bに乾燥した冷氣が噴射されることにより、吸湿材31bが冷却されるとともにドレン水が気化される。冷氣がオゾン発生器31に噴射されるのみでもオゾン生成空間は冷却されるが、吸湿材31bのドレン水の気化に伴って吸湿材31bから奪われる気化熱により、吸湿材31bはさらに冷却される。また、噴射される冷氣は乾燥されているので、ドレン水の気化を促進することができる。

20

【0042】

吸湿材31bが冷却されることにより本体31aが全体的に冷却され、電極を介してオゾン生成空間が冷却される。オゾンは40付近で自己分解速度が促進され、低温で生成効率が高められる。また、ボルテックスチューブ41は、細長状で例えば数百mmであるため、冷却装置40の大型化を抑制することができる。

【0043】

(動作)

次に、排気浄化システム20の動作について説明する。本実施形態ではECU50は、排ガス温度に基づいて、オゾン生成装置30の駆動を開始する。例えば温度センサ51から取得した排ガス温度が200以下の低温であるとき、ECU50は、オゾン生成装置30を駆動し、排ガス温度が200超の高温であるときオゾン生成装置30を停止する。排ガス温度が200超のとき、排ガスに含まれるNOの一部をNO₂に変換しなくても、NO_xが選択還元型触媒21でアンモニアと反応してN₂に速やかに還元されるためである。

30

【0044】

また、ECU50は、記憶部に格納された上記比率マップ、及びエンジン11の運転状態に基づき、単位時間あたりに排出されるNO量を推定し、NOの量と同じ質量、又はNOの量に対して所定の割合の質量を、単位時間あたりオゾン供給量として算出する。そして算出したオゾン供給量に基づき、コンプレッサ流量及び流量調整弁34の開度を調整する。また、ECU50は、オゾン供給量に基づき、オゾン発生器31の電極に印加するパルスの周波数、出力パワー等の放電条件を設定する。

40

【0045】

また、ECU50は、エンジン11の運転状態及び選択還元型触媒21の状態に基づいて、選択還元型触媒21へ噴射する尿素水の単位時間当りの噴射量を、所定の演算周期毎に算出する。エンジン11の運転状態は、温度センサ51、回転センサ52及び負荷センサ53等に基づいて判断する。選択還元型触媒21の状態は、既に尿素水を噴射した積算値、又は排気通路15に設けられたNO_xセンサ等により判断する。尿素水の噴射量が決定すると、ECU50は、ポンプ26を駆動するとともに流量調整弁27の開度をその噴

50

射量に応じて制御し、尿素水供給ノズル 24 に駆動パルスを印加する。その結果、尿素水供給ノズル 24 が駆動パルスに応じて開き、尿素水が排気通路 15 に噴射される。

【0046】

コンプレッサ 36 が ECU 50 により駆動されると、外気が空気導入路 35 の入口から導入され、ドライヤ 37 に圧送される。ドライヤ 37 により乾燥された乾燥エアは、酸素富化ユニット 38 に供給され、酸素富化ガス及び窒素富化ガスに分離される。酸素富化ガスはオゾン発生器 31 の電極間に導入される。この電極間の放電によって、酸素分子の励起や解離等が発生してオゾンが生成される。生成されたオゾンはオゾン供給路 33 を介してオゾン供給ノズル 32 へ送られる。ECU 50 は駆動パルスを所定間隔でオゾン供給ノズルに印加し、オゾン供給ノズル 32 は受信した駆動パルスにより開弁し、オゾンを排気通路 15 に噴射する。

10

【0047】

上述したように、排気通路 15 に噴射されたオゾンは、排気に含まれる NO を NO₂ に酸化して、NO : NO₂ の比率を 1 : 1 に近づける。また、排気通路 15 に噴射された尿素水は、加水分解してアンモニアに変換される。選択還元型触媒 21 は、アンモニアと NO 及び NO₂ とを反応させて NO 及び NO₂ を N₂ に還元し、下流に送り出す。

【0048】

またオゾン発生器 31 を駆動するとき、ECU 50 は第 2 供給路 35 b の途中に設けられた流量調整弁 35 c を開状態とする。第 2 供給路 35 b に供給される窒素富化ガスは、ボルテックスチューブ 41 の導入口 41 b から内部へ導入される。

20

【0049】

ボルテックスチューブ 41 によって分離された冷気は、冷気通路 41 e を介してオゾン発生器 31 の吸湿材 31 b に噴射される。またボルテックスチューブ 41 によって分離された暖気は、管路を介してドライヤ 37 に戻される。

【0050】

ドライヤ 37 から排出されたドレン水は、排水供給路 37 a を介して吸湿材 31 b に吐出される。吸湿材 31 b は、ボルテックスチューブ 41 から圧送された冷気によって冷却されるとともに、ドレン水の気化熱によってさらに冷却される。吸湿材 31 b はオゾン発生器 31 の熱を吸収し、本体 31 a の筐体を介してオゾン生成空間を冷却する。そしてオゾン生成空間の温度が低下した結果、オゾンの自己分解が抑制され、オゾン生成効率が高められる。

30

【0051】

以上説明したように、第 1 実施形態の排気浄化システムによれば、以下に列挙する効果が得られるようになる。

(1) 第 1 実施形態によれば、排気浄化システム 20 は、尿素水供給装置 22 により選択還元型触媒 21 に尿素を添加するシステムであって、空気を酸素富化ガス及び窒素富化ガスに分離する酸素富化ユニット 38 と、酸素富化ガスを用いてオゾンを生成し、排気通路 15 のうち選択還元型触媒 21 よりも上流側にオゾンを供給するオゾン生成装置 30 とを備える。また排気浄化システム 20 は、酸素富化ユニット 38 の下流に設けられ、酸素富化ユニット 38 によって分離された窒素富化ガスを導入し冷気及び暖気に分けて排出するボルテックスチューブ 41 と、ボルテックスチューブ 41 から供給された冷気をオゾン発生器 31 に当てて該オゾン発生器 31 を冷却する冷却装置 40 とを備えた。このため、ボルテックスチューブ 41 から噴射される冷気によってオゾン発生器 31 に対する冷却効果が高められるので、オゾン発生器 31 におけるオゾンの自己分解を抑制することができる。従って冷却装置を大型化することなく、オゾン生成効率を高めることができる。

40

【0052】

(2) 第 1 実施形態では、排気浄化システム 20 は、酸素富化ユニット 38 よりも上流側に設けられ空気を圧縮するコンプレッサ 36 と、該コンプレッサ 36 から送られた圧縮ガスを乾燥して酸素富化ユニット 38 に送るドライヤ 37 とを備える。また排気浄化システム 20 は、ドライヤ 37 によって圧縮ガスから除去された水分であるドレン水をオゾン

50

発生器 31 まで導く排水供給路 37a と、ドレン水を吸収しボルテックスチューブ 41 の冷気が噴射される吸湿材 31b とを備える。このため、吸湿材 31b に吸収されたドレン水の気化が促進されるので、単にオゾン発生器 31 に冷気を噴射する構成に比べ、オゾン生成空間を低温にすることが可能となる。また、ドレン水は吸湿材 31b 全体に浸透するので、このドレン水の気化により、本体 31a を全体的に冷却することができる。

【0053】

(第2実施形態)

次に、本発明を具体化した第2実施形態を図5及び図6にしたがって説明する。尚、第2実施形態は、第1実施形態のオゾン生成装置 30 を変更したのみの構成であるため、同様の部分については同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

10

【0054】

図5に示すように、オゾン生成装置 30 は、酸素富化ユニット 38 の下流であって、窒素富化ガスが圧送される第2供給路 35b にボルテックスチューブ 41 を備えるとともに、酸素富化ガスが圧送される第1供給路 35a にボルテックスチューブ 42 を備える。以下、第1供給路 35a に設けられるボルテックスチューブ 42 を第1のボルテックスチューブ 42 といい、第2供給路 35b に設けられるボルテックスチューブ 41 を第2のボルテックスチューブ 41 という。第1のボルテックスチューブ 42 は及び第2のボルテックスチューブ 41 は、同じ構成である。

【0055】

図6に示すように、第1のボルテックスチューブ 42 の導入口 42b は、第1供給路 35a を介して酸素富化ユニット 38 に接続されている。また、第1のボルテックスチューブ 42 の冷気導出口 42c は第1供給路 35a を介してオゾン発生器 31 に接続されている。即ち、第1のボルテックスチューブ 42 によって冷却された酸素富化ガスはオゾン発生器 31 に導入される。このため、原料ガスである酸素富化ガスが予め冷却されているので、オゾンの自己分解を抑制できる。

20

【0056】

図5に示すように、第1のボルテックスチューブ 42 の暖気導出口 42d は暖気通路 43 に接続されている。暖気通路 43 は、尿素水タンク 23 の外周に設けられた熱交換器 23a に接続されている。熱交換器 23a は暖気と尿素水タンク 23 との間で熱交換を行い、尿素水を加熱又は保温する。尿素水は例えば -12 等の寒冷環境下で凍結するため、熱交換器 23a と熱交換することにより尿素水の凍結を抑制することができる。また、暖気通路 43 の途中には、三方弁からなるバルブ 43a が設けられ、バルブ 43a を開くことにより暖気導出口 41d、42d をエンジン 11 に接続し、バルブ 43a を閉じることにより暖気導出口 41d、42d を外部と接続する。従って ECU 50 は、バルブ 43a を開閉することにより、尿素水を昇温する必要がある場合のみ、暖気導出口 41d、42d と尿素水タンク 23 とを接続することができる。

30

【0057】

また第2のボルテックスチューブ 41 の冷気導出口 41c は、第1実施形態のように、第2供給路 35b を介してオゾン発生器 31 の吸湿材 31b に接続されている。また、暖気導出口 41d は、暖気通路 43 に接続されている。従って、2つのボルテックスチューブ 41、42 から排出される暖気を有効利用して、尿素の凍結を抑制できる。

40

【0058】

本実施形態の冷却装置 40 の動作を説明する。ECU 50 によりコンプレッサ 36 が駆動されると、外気がドライヤ 37 に圧送され乾燥される。乾燥エアは酸素富化ユニット 38 に供給され、酸素富化ガス及び窒素富化ガスに分離される。酸素富化ガスは第1のボルテックスチューブ 42 に導入され、冷却された酸素富化ガスは第1供給路 35a を介してオゾン発生器 31 に導入される。オゾン発生器 31 に導入された酸素富化ガスはオゾンに変換され、オゾン供給路 33 を介してオゾン供給ノズル 32 から噴射される。また酸素富化ガスの暖気は、暖気導出口 42d から暖気通路 43 を介して尿素水タンク 23 の熱交換器 23a に供給される。

50

【 0 0 5 9 】

また、酸素富化ユニット 3 8 によって分離された窒素富化ガスは、第 2 供給路 3 5 b を介して第 2 のボルテックスチューブ 4 1 に供給される。第 2 のボルテックスチューブ 4 1 により分離された冷気は、冷気導出口 4 1 c から排出されオゾン発生器 3 1 の吸湿材 3 1 b に噴射される。また第 1 実施形態と同様に、ドライヤ 3 7 から排出されたドレン水は、排水供給路 3 7 a を介して吸湿材 3 1 b に供給される。さらに第 2 のボルテックスチューブ 4 1 の暖気導出口 4 1 d から排出された暖気は、暖気通路 4 3 を介して尿素水タンク 2 3 の熱交換器 2 3 a に供給される。

【 0 0 6 0 】

以上説明したように、第 2 実施形態の排気浄化システムによれば、第 1 実施形態に記載した (1) 及び (2) の効果に加えて、以下に列挙する効果が得られるようになる。

10

【 0 0 6 1 】

(3) 第 2 実施形態では、排気浄化システム 2 0 は、第 2 のボルテックスチューブ 4 1 から排出される暖気を尿素水タンク 2 3 に導く暖気通路 4 3 と、該暖気通路 4 3 を介して送られた暖気によって尿素水を昇温する熱交換器 2 3 a とを備える。このため、寒冷環境下で、尿素水の凍結を抑制できる。また、第 2 のボルテックスチューブ 4 1 から排出される暖気の熱エネルギーを有効利用することができる。

【 0 0 6 2 】

(4) 第 2 実施形態では、酸素富化ユニット 3 8 によって分離された酸素富化ガスを冷気及び暖気に分離してそれぞれ排出する第 1 のボルテックスチューブ 4 2 を備える。また、オゾン生成装置 3 0 は、第 1 のボルテックスチューブ 4 2 から排出された冷気をオゾン発生器 3 1 に導入して低温の酸素富化ガスを原料ガスとしてオゾンを生成する。即ち、第 1 のボルテックスチューブ 4 2 は、空気そのものを冷却するのではなく、オゾン生成反応に係る酸素を集中的に冷却する。従って、オゾン生成空間が冷却できるとともに、オゾンの原料となる酸素に対しても冷却効果が高められるため、オゾン生成効率を向上することができる。

20

【 0 0 6 3 】

(第 3 実施形態)

次に、本発明を具体化した第 3 実施形態を図 7 にしたがって説明する。尚、第 3 実施形態は、第 2 実施形態のオゾン生成装置 3 0 を変更したのみの構成であるため、同様の部分については同一符号を付してその詳細な説明を省略する。

30

【 0 0 6 4 】

図 7 に示すように、オゾン生成装置 3 0 は、第 2 実施形態と同様に、酸素富化ユニット 3 8 の下流であって、窒素富化ガスが圧送される第 2 供給路 3 5 b に第 2 のボルテックスチューブ 4 1 を備えるとともに、酸素富化ガスが圧送される第 1 供給路 3 5 a に第 1 のボルテックスチューブ 4 2 を備える。

【 0 0 6 5 】

第 1 のボルテックスチューブ 4 2 の導入口 4 2 b は、第 1 供給路 3 5 a を介して酸素富化ユニット 3 8 に接続されている。また、第 1 のボルテックスチューブ 4 2 の冷気導出口 4 2 c は第 1 供給路 3 5 a を介してオゾン発生器 3 1 に接続されている。従って、第 1 のボルテックスチューブ 4 2 によって冷却された酸素富化ガスはオゾン発生器 3 1 に導入される。

40

【 0 0 6 6 】

一方、第 1 のボルテックスチューブ 4 2 の暖気導出口 4 2 d は暖気通路 4 3 を介してエンジン 1 1 に接続されている。例えば、暖気通路 4 3 の出口は、エンジン 1 1 のシリンダヘッド 1 1 a に接続されている。シリンダヘッド 1 1 a には暖気が通過する流路が設けられ、シリンダヘッド 1 1 a との間で熱交換する。また、暖気通路 4 3 の途中には、三方弁からなるバルブ 4 3 a が設けられ、バルブ 4 3 a を開くことにより暖気導出口 4 2 d をエンジン 1 1 に接続し、バルブ 4 3 a を閉じることにより暖気導出口 4 2 d を外部と接続する。従って ECU 5 0 は、バルブ 4 3 a を開閉することにより、エンジン 1 1 を暖機する

50

必要がある場合のみ、暖気導出口 4 2 d とエンジン 1 1 とを接続することができる。

【 0 0 6 7 】

また第 2 のボルテックスチューブ 4 1 の冷氣導出口 4 1 c は、第 1 実施形態のように、第 2 供給路 3 5 b を介してオゾン発生器 3 1 の吸湿材 3 1 b に接続されている。また、暖気導出口 4 1 d は、暖気通路 4 3 を介して、エンジン 1 1 のシリンダヘッド 1 1 a に接続されている。

【 0 0 6 8 】

以上説明したように、第 3 実施形態の排気浄化システムによれば、第 1 実施形態に記載した (1) 及び (2)、第 2 実施形態に記載した (4) の効果に加えて、以下に列挙する効果が得られるようになる。

【 0 0 6 9 】

(5) 第 3 実施形態では、窒素富化ガスが導入される第 2 のボルテックスチューブ 4 1 から排出される暖気をエンジン 1 1 側に導く暖気通路 4 3 と、該暖気通路 4 3 を介して送られた暖気によってエンジン 1 1 を暖機する熱交換部とを備える。このため、暖気を有効利用して、始動時等にエンジン 1 1 の暖機を行うことができる。

【 0 0 7 0 】

尚、上記実施形態は、以下のように適宜変更して実施することもできる。

・第 2 及び第 3 実施形態では、酸素富化ガスを導入する第 1 のボルテックスチューブ 4 2 と、窒素富化ガスを導入する第 2 のボルテックスチューブ 4 1 とを用いたが、図 8 に示すように、排気浄化システム 2 0 及びオゾン生成装置 3 0 は、第 1 のボルテックスチューブ 4 2 のみを備える構成であってもよい。この場合でもオゾンの原料である酸素が冷却されるとともに、冷氣に含まれる窒素等の酸素以外のガスも電極や筐体を冷却することによってオゾン生成空間全体を冷却することができる。この場合、酸素富化ユニット 3 8 から排出された窒素富化ガスは、ボルテックスチューブ 4 1 を通過することなく、オゾン発生器 3 1 の吸湿材 3 1 b に噴射される。この場合であっても吸湿材 3 1 b に吸収されたドレン水の気化を促すことができる。

・上記実施形態では、排気通路 1 5 のうち選択還元型触媒 2 1 の上流に、酸化触媒及び D P F を備えたが、酸化触媒を省略してもよい。

【 0 0 7 1 】

・上記実施形態では、尿素系流体として尿素水を貯留したが、N O x との反応時にアンモニアに変換可能な物質であればよく、車両に搭載可能な構成を備えればアンモニア又はアンモニア水であってもよい。

【 0 0 7 2 】

・上記実施形態では、ドライヤ 3 7 を中空糸膜を用いたドライヤに例示して説明したが、乾燥剤を充填したドライヤ等、他の種類のドライヤを用いてもよい。ドライヤ 3 7 に乾燥剤が用いられている場合、ボルテックスチューブ 4 1 から排出された暖気を乾燥剤の再生に用いてもよい。

・ドライヤ 3 7 は圧縮空気に含まれる水分を除去したドレン水として水蒸気のみを排出してもよい。この場合にもドライヤから排出された水蒸気を排水供給路 3 7 a によってオゾン発生器 3 1 に導き、吸湿材 3 1 b に水分を浸透させることができる。

・オゾン発生器 3 1 の構成は、上記した装置構成に限定されない。例えば、吸湿材 3 1 b を省略し、冷却装置 4 0 はボルテックスチューブ 4 1 の冷氣をオゾン発生器 3 1 に向かって噴射するのみの構成でもよい。また、オゾン発生器 3 1 は、無声放電式の装置に限定されず、コロナ放電式でもよく、電解式であってもよい。

【 0 0 7 3 】

・上記実施形態では、冷氣通路 4 1 e の出口を、冷氣を吸湿材 3 1 b の表面に対して斜めに入射するように配置したが、冷氣がその表面に対して垂直に入射するように配置してもよい。

【 0 0 7 4 】

・上記実施形態では、オゾン発生器 3 1 の本体 3 1 a の筐体を金属材から構成し、吸湿

10

20

30

40

50

材 3 1 b を筐体と密着させた。これ以外の構成として、吸湿材 3 1 b が筐体の壁部を構成するようにしてもよい。この場合、吸湿材 3 1 b は筐体全体の壁部を構成してもよいし、図 4 のように一部を構成するようにしてもよい。

・上記実施形態では排ガス温度が低温のときにはオゾンを供給しないが、尿素水を供給するときには常にオゾンを供給する態様であってもよい。

【 0 0 7 5 】

・上記各実施形態では、E C U 5 0 がマップとエンジン 1 1 の運転状態に基づきオゾン供給量を演算する態様としたが、オゾン供給量の決定方法はその態様に限定されない。例えば N O 2 センサ、N O センサを排気通路 1 5 のうちオゾン供給ノズル 3 2 よりも上流側に設け、N O : N O ₂ の比率及び排気流量に基づき単位時間あたりのオゾン供給量を演算してもよい。

10

【 0 0 7 6 】

・上記実施形態では、ガス分離部を酸素富化膜を用いた酸素富化ユニット 3 8 によって構成したが、空気から酸素を分離できればよく他の構成でもよい。例えば、吸着材に窒素を吸着させ、加圧及び減圧を繰り返すことにより窒素を分離する P S A (Pressure Swing Adsorption) 方式の装置であってもよい。

【 0 0 7 7 】

・図 8 に示すように、本発明の排気浄化システム又はオゾン生成装置は、酸素富化ガスを冷却するボルテックスチューブ 4 2 のみを備えた構成であってもよい。即ち、オゾン発生器 3 1 の冷却構造は、ドライヤ 3 7 から供給されたドレン水が浸透する吸湿材 3 1 b に、酸素富化ユニット 3 8 により分離された窒素富化ガスを噴射する構成である。また、ボルテックスチューブ 4 2 は酸素富化ユニット 3 8 から分離された酸素富化ガスを冷気と暖気とに分離し、冷気をオゾン発生器 3 1 に供給する。排気浄化システム又はオゾン生成装置をそのように構成しても、冷却された酸素富化ガスをオゾン生成空間内に導入することで、オゾン生成空間を冷却し、オゾンの自己分解を抑制することができる。

20

【 0 0 7 8 】

・上記実施形態では、オゾン生成装置 3 0 を排気浄化システム 2 0 に適用して N O の酸化を促進させたが、他の目的で他の装置に利用してもよい。例えば、オゾンを汚染物質の分解、殺菌、脱臭、脱色等の目的で利用する装置に利用してもよい。

【 0 0 7 9 】

30

・上記実施形態では、排気浄化システム 2 0 は、ディーゼルエンジンに適用したが、ガソリンエンジンに適用してもよい。また、排気浄化システム 2 0 は、エンジンを過給機付きのエンジンに適用したが、自然吸気型ガソリンエンジン、又は自然吸気型ディーゼルエンジンに適用してもよい。また、排気浄化システム 2 0 が適用されるエンジンを車両のエンジンとしたが、船舶、航空機のエンジンであってもよい。

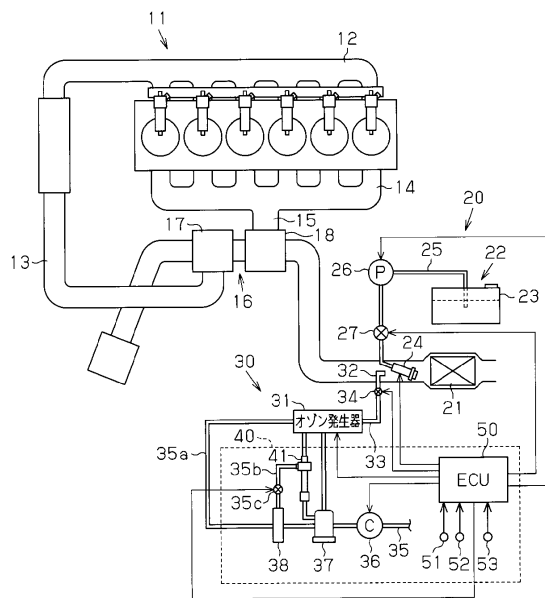
【 符号の説明 】

【 0 0 8 0 】

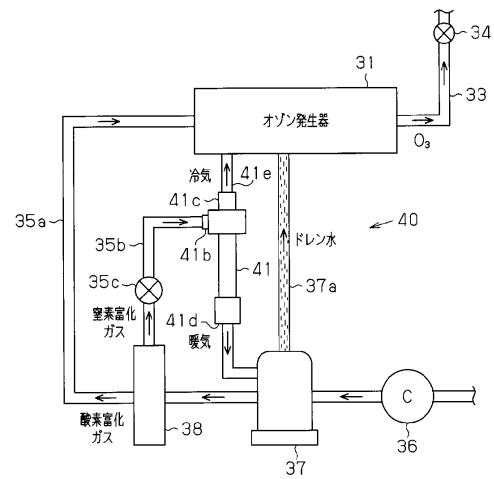
1 1 ... エンジン、1 5 ... 排気通路、2 1 ... 選択還元型触媒、2 2 ... 尿素系流体供給装置としての尿素水供給装置、2 3 a ... 熱交換部、3 0 ... オゾン生成装置、3 1 ... オゾン発生器、3 1 b ... 吸湿材、3 2 ... オゾン供給部としてのオゾン供給ノズル、3 6 ... コンプレッサ、3 7 ... ドライヤ、3 7 a ... 排水供給路、3 8 ... ガス分離部としての酸素富化ユニット、4 0 ... 冷却装置、4 1 ... 第 2 のボルテックスチューブ、4 2 ... 第 1 のボルテックスチューブ、4 3 ... 暖気通路、4 3 a ... バルブ。

40

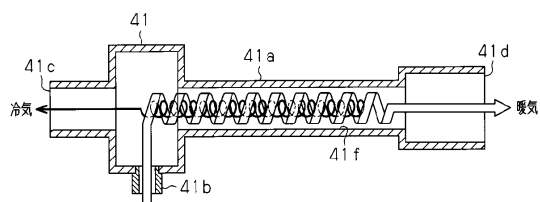
【図 1】



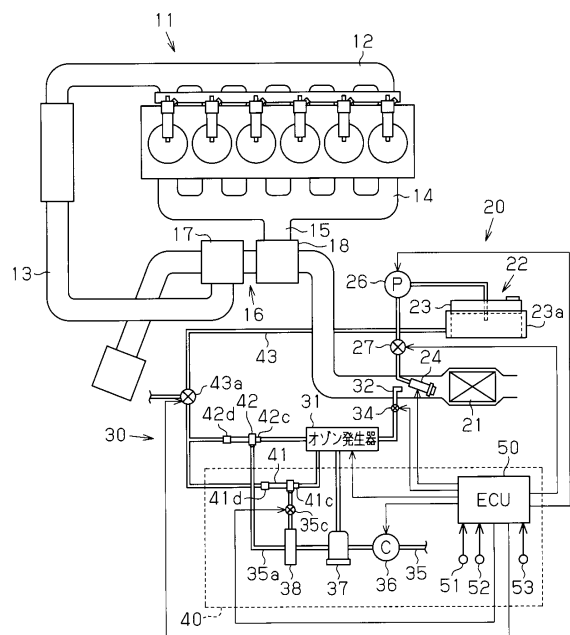
【図 2】



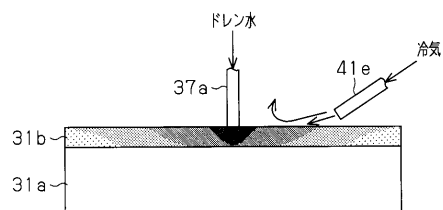
【図 3】



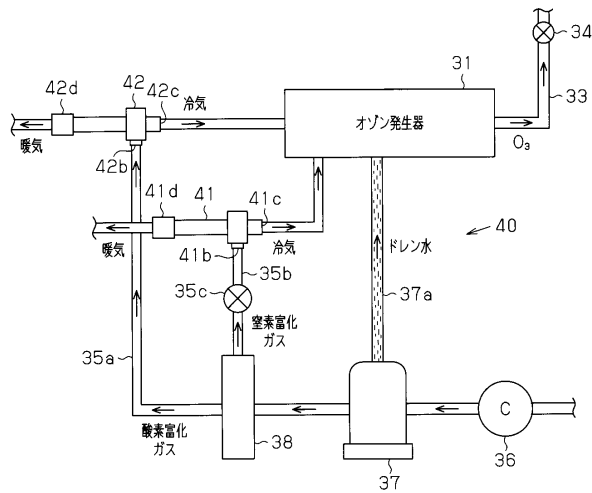
【図 5】



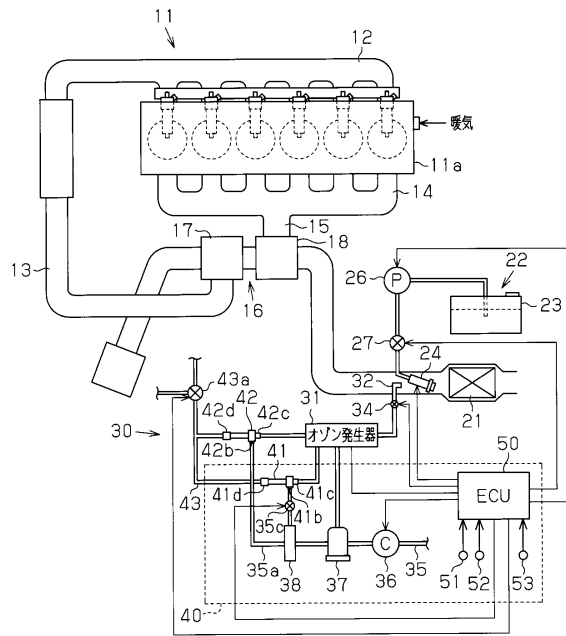
【図 4】



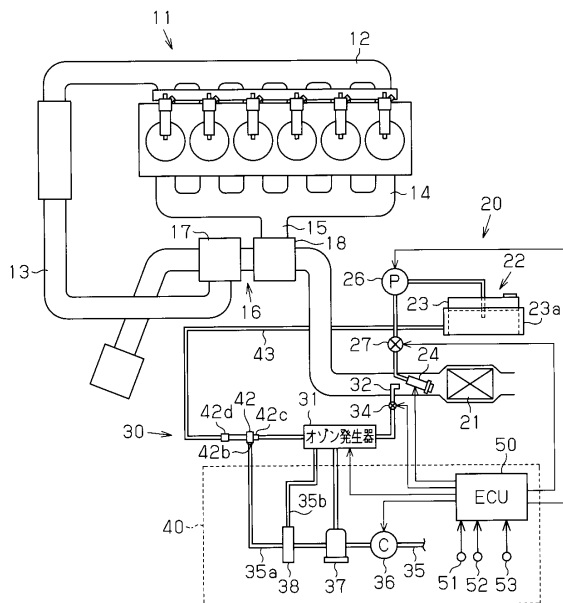
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許第3884819(US,A)
特開2013-10647(JP,A)
特開平6-24710(JP,A)
国際公開第2005/094907(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
F01N 3/08
C01B 13/10