

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3817912号  
(P3817912)

(45) 発行日 平成18年9月6日(2006.9.6)

(24) 登録日 平成18年6月23日(2006.6.23)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>BO1D 53/62</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D 53/34	135Z
<b>BO1D 53/44</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D 53/34	117Z
<b>BO1D 53/56</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D 53/34	129Z
<b>FO1N 3/08</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1N 3/08	ZABZ

請求項の数 46 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願平10-182317	(73) 特許権者	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22) 出願日	平成10年6月29日(1998.6.29)	(74) 代理人	100075513 弁理士 後藤 政喜
(65) 公開番号	特開平11-276850	(74) 代理人	100084537 弁理士 松田 嘉夫
(43) 公開日	平成11年10月12日(1999.10.12)	(72) 発明者	内藤 健 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
審査請求日	平成13年12月26日(2001.12.26)	審査官	田口 昌浩
(31) 優先権主張番号	特願平10-13960		
(32) 優先日	平成10年1月27日(1998.1.27)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微生物の反応浄化装置を備えるエンジンシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料と空気とを混合し、燃焼させるエンジンと、  
前記エンジンから排出される排気ガスを浄化する触媒装置と、  
前記触媒装置の下流に配置され、前記エンジンから排出される排気ガス中の成分を食する微生物に前記排気ガスを接触させる反応浄化装置と、  
を備えることを特徴とするエンジンシステム。

【請求項2】

燃料と空気とを混合し、燃焼させるエンジンと、  
前記エンジンから排出される排気ガスを浄化する触媒装置と、  
前記触媒装置の下流に配置され、前記エンジンから排出される排気ガス中の成分を食する微生物に前記排気ガスを接触させる反応浄化装置と、  
前記触媒装置から出た排気ガスを前記反応装置に送り込む経路と、反応装置を経由せずに排出するバイパスの排出経路とを切り換える切換弁と、  
を備えることを特徴とするエンジンシステム。

【請求項3】

燃料と空気とを混合し、燃焼させるエンジンと、  
前記エンジンから排出される排気ガスを吸気管に導入するEGR管と、  
前記吸気管のEGR管の合流部位よりも下流に設けられ、前記エンジンから排出される排気ガス中の成分を食する微生物に前記排気ガスを接触させる反応浄化装置と、

を備えることを特徴とするエンジンシステム。

【請求項 4】

前記微生物は光合成なしに前記排気ガス中の成分を食するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

【請求項 5】

前記反応浄化装置は、前記微生物の培養液を通さずかつ前記排気ガスを通す大きさの微細孔が形成された循環路と、前記培養液を前記循環路中に循環させる循環装置とを具備することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

【請求項 6】

前記反応浄化装置は、微生物と培養液のリザーバタンクをもち、このリザーバタンクには微生物を遠心分離できる遠心分離器を備えることを特徴とする請求項 5 に記載のエンジンシステム。

10

【請求項 7】

前記反応浄化装置は、微生物と培養液のリザーバタンクをもち、このリザーバタンクには微生物を真空乾燥できる真空乾燥器を備えることを特徴とする請求項 5 に記載のエンジンシステム。

【請求項 8】

前記反応浄化装置は、反応浄化装置内の培養液の温度を調整する温度調整装置と、周囲を断熱壁で囲まれた微生物と培養液のリザーバタンクを備えることを特徴とする請求項 5 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

20

【請求項 9】

前記温度調整装置は、排気ガスに外気を導入して温度を低下させ、これと接触する培養液の温度を調整することを特徴とする請求項 8 に記載のエンジンシステム。

【請求項 10】

前記微生物は前記排気ガス中のCO<sub>2</sub>を食するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

【請求項 11】

前記微生物はCO<sub>2</sub>を食して燃料を再生産するものであることを特徴とする請求項 10 に記載のエンジンシステム。

【請求項 12】

前記微生物は前記排気ガス中のNO<sub>x</sub>を食するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

30

【請求項 13】

前記微生物は前記排気ガス中のNOを食するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

【請求項 14】

前記微生物は前記排気ガス中のHCを食するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

【請求項 15】

前記微生物はArchaeaであることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

40

【請求項 16】

前記微生物がDesulfurolobusまたはAcidianusであることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

【請求項 17】

培養液として水と活性汚泥を含むことを特徴とする請求項 16 に記載のエンジンシステム。

【請求項 18】

培養液として水とイーストエキスとを含むことを特徴とする請求項 16 に記載のエンジンシステム。

50

## 【請求項 19】

培養液として水とイーストエキスと、硫酸アンモニウムと、硫酸を含む酸性培養液であることを特徴とする請求項 16 に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 20】

培養液として水とイーストエキスと、硫酸アンモニウムと、硫酸とに加えて、リン酸二水素カリウム、硫酸マグネシウム、塩化カルシウム、塩化鉄、塩化マンガン、四ほう酸ナトリウム、硫黄、炭酸カルシウムのうちの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 16 に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 21】

前記培養液の温度が 70 ~ 120 の範囲に維持されるようにすることを特徴とする請求項 17 ~ 20 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

10

## 【請求項 22】

前記培養液の pH 値が 4.0 以下となるようにすることを特徴とする請求項 17 ~ 21 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 23】

前記微生物が Alkaligenes であることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 24】

培養液が水と活性汚泥であることを特徴とする請求項 23 に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 25】

培養液が水と、ペプトンと、ミートエキスと、塩化ナトリウムとを含むことを特徴とする請求項 23 に記載のエンジンシステム。

20

## 【請求項 26】

培養液が水と、ブラッドアーガベースと、ラビットブラッドとを含むことを特徴とする請求項 23 に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 27】

前記培養液の温度が 20 ~ 40 の範囲に維持されるようにする請求項 23 ~ 26 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 28】

前記培養液の pH 値が 5.0 ~ 8.0 となるようにすることを特徴とする請求項 23 ~ 27 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

30

## 【請求項 29】

前記排気ガスを冷却する冷却装置を備え、前記冷却装置によって冷却した排気ガスを前記反応浄化装置に導くようにしたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 30】

前記微生物として好熱微生物を用いることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 31】

前記微生物は前記排気ガス中の硫黄ガスあるいは硫黄化合物のガスを食するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

40

## 【請求項 32】

前記燃料としてガソリン燃料を用いることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 33】

前記エンジンはガソリン燃料の噴射弁を燃焼室に備え、前記噴射弁を介して供給されたガソリン燃料と空気とを理論混合比以下の薄い混合比で混合、圧縮し、燃焼させるものであることを特徴とする請求項 32 に記載のエンジンシステム。

## 【請求項 34】

エンジン始動直後における低温の前記排気ガスを触媒装置を経由して前記反応浄化装置

50

に導くようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載のエンジンシステム。

【請求項 3 5】

ガソリン燃料と空気とを圧縮比 1 3 以下で圧縮することを特徴とする請求項 3 2 に記載のエンジンシステム。

【請求項 3 6】

前記燃料として軽油を用いることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

【請求項 3 7】

軽油と空気とを圧縮比 2 0 以下で圧縮することを特徴とする請求項 3 6 に記載のエンジンシステム。

10

【請求項 3 8】

前記燃料として水素ガスを用い、前記微生物は前記排気ガス中の NO<sub>x</sub> ガスまたは水素ガスを食するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

【請求項 3 9】

前記反応浄化装置の温度を検出する温度センサと、前記温度センサの出力信号に基づいて前記反応浄化装置に流れ込む前記排気ガスの流量を調節するガス流量調節装置とを備えることを特徴とする請求項 3 に記載のエンジンシステム。

【請求項 4 0】

前記反応浄化装置の温度を検出する温度センサと、前記温度センサの出力信号に基づいて前記循環路の培養液の流量を調節する循環流量調節装置とを備えることを特徴とする請求項 5 に記載のエンジンシステム。

20

【請求項 4 1】

前記反応浄化装置の温度を検出する温度センサと、前記温度センサの出力信号に基づいて前記培養液を加熱あるいは冷却する温度調節装置とを備えることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

【請求項 4 2】

前記反応浄化装置は、前記微生物の培養液を通さずかつ前記吸気を通す大きさの微細孔が形成された循環路と、前記培養液を前記循環路中に循環させる循環装置とを具備することを特徴とする請求項 3 に記載のエンジンシステム。

30

【請求項 4 3】

前記反応浄化装置は、前記微生物の培養液を通さずかつ前記排気ガスを通す大きさの微細孔が形成された循環路と、前記培養液を前記循環路中に循環させる循環装置とを具備することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のエンジンシステム。

【請求項 4 4】

前記反応浄化装置が、前記エンジンから排出される排気ガス中の成分を吸収する生命体内の酵素を含む物質を排気ガスと接触させることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

【請求項 4 5】

前記反応浄化装置が、前記エンジンに吸入される前の吸気の窒素成分を吸収する生命体内の酵素を含む物質と接触させることを特徴とする請求項 3 に記載のエンジンシステム。

40

【請求項 4 6】

前記物質が生命体内の酵素チトクロームかヘモグロビン、またはこれに架橋を施したもの、あるいは高分子化したもので構成される請求項 4 4 または 4 5 に記載のエンジンシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、微生物を用いて排気ガス中の特定成分を取り除くエンジンシステムに関する。

【0002】

50

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

従来、車両用のエンジンから排出される排気ガスを浄化する方法として金属触媒等を用いて処理する方法が知られている。しかし、触媒を用いた方法では、とくに触媒が十分に活性化していない状態、例えばエンジン始動直後などの低温時に、排気中のHC、CO、S、NOx等を必ずしも十分に処理できないという問題がある。

【0003】

また、排気の一部を吸気中に還流する排気再循環システムにより、燃焼を抑制し、NOxを減少させることも実用化されているが、NOxを大幅に減少させるには排気還流量を増大させ、かつそれらを完全燃焼させなければならず、自ずと限度がある。

【0004】

本発明の目的は、エンジンからの種々の排出物質を浄化できるエンジンシステムを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明は、燃料と空気とを混合し、燃焼させるエンジンと、  
前記エンジンから排出される排気ガスを浄化する触媒装置と、  
前記触媒装置の下流に配置され、前記エンジンから排出される排気ガス中の成分を食する微生物に前記排気ガスを接触させる反応浄化装置と、  
を備えることを特徴とするエンジンシステム。

また、本発明は、燃料と空気とを混合し、燃焼させるエンジンと、  
前記エンジンから排出される排気ガスを浄化する触媒装置と、  
前記触媒装置の下流に配置され、前記エンジンから排出される排気ガス中の成分を食する微生物に前記排気ガスを接触させる反応浄化装置と、  
前記触媒装置から出た排気ガスを前記反応装置に送り込む経路と、反応装置を経由せずに排出するバイパスの排出経路とを切り換える切換弁と、  
を備えることを特徴とするエンジンシステム。

さらに本発明は、燃料と空気とを混合し、燃焼させるエンジンと、  
前記エンジンから排出される排気ガスを吸気管に導入するEGR管と、  
前記吸気管のEGR管の合流部位よりも下流に設けられ、前記エンジンから排出される排気ガス中の成分を食する微生物に前記排気ガスを接触させる反応浄化装置と、  
を備えることを特徴とするエンジンシステム。

【0051】

【発明の効果】

本発明によれば、エンジンから排出される排気ガス中の成分を食する微生物、あるいは生命体内の酵素を含む物質を用いた反応浄化装置を備えたので、排気ガス中の種々の成分の浄化を図ることができる。とくに、排気を浄化する触媒が活性化しないような排気の低温時にも反応浄化装置は機能し、とくにエンジンの始動直後などにおける排気の清浄化にとってきわめて有効である。

また、反応浄化装置とバイパス排気路との間で排気ガスの排出経路を切換えることにより、微生物の温度環境を適切に維持できる。

また、排気ガスと吸入空気との混合空気をエンジンに導入する排気ガス環流システムを備え、反応浄化装置は混合空気を微生物に接触させるので、微生物の温度環境を適切に維持しやすく、排気ガス中の種々の成分を効率よく処理することができる。

【0073】

【発明の実施の形態】

- 第1の実施の形態 -

以下、図1～図3を用いて本発明によるエンジンシステムの第1の実施の形態について説明する。

【0074】

図1において、1は車両に搭載されるエンジンであり、エンジン1は排気バルブ11、燃

10

20

30

40

50

焼室 12、ピストン 13、吸気バルブ 14、吸気ポート 15、吸気マニホールド 16、排気ポート 17 および排気マニホールド 18 を備える。エンジン 1 の燃焼室 12 では、燃料噴射弁 19 から噴射される燃料が空気と共に圧縮、燃焼され、ピストン 13 を往復運動させ、機械的な動力が取り出される。燃焼により生じた排気ガスは、各バンクに対応してそれぞれ設けられた排気ポート 17 および排気マニホールド 18 を介して排出される。

#### 【0075】

両方の排気マニホールド 18 にはそれぞれ触媒装置 20A が取付けられ、排気マニホールド 18 を通った排気ガスが触媒装置 20A に流れ込むように構成されている。また、それぞれの触媒装置 20A の出口には排気管 21 が接続され、触媒装置 20A から排出された排気ガスは排気管 21 を介して合流し、その下流のに配置した触媒装置 20B に導かれる。触媒装置 20A および触媒装置 20B の内部には貴金属触媒が付着したセラミック製、あるいは金属製の触媒担体が収納されており、排気ガスが通過するときに排気ガス中の特定成分（例えば、CO、CO<sub>2</sub>、HC、NO<sub>x</sub> 等）が浄化される。

10

#### 【0076】

触媒装置 20A および触媒装置 20B を経由した排気ガスをさらに浄化するため、その下流には、排気中の特定成分を食する微生物を利用した排気の反応浄化装置 100 が取付けられる。

#### 【0077】

図 2 にも示すように、反応浄化装置 100 は培養液中の微生物を排気ガスと接触させるための反応器 110 と、反応器 110 への培養液の供給を行うための管路 120 と、管路 120 の中間に取付けられ培養液を圧力を調整しながら循環させるためのスクリュウ型のポンプ 130 と、培養液の圧力を調節し、微生物を分離するためのリザーバタンク 140 とを備える。

20

#### 【0078】

反応浄化装置 100 に用いられる微生物としては、エンジン 1 の排気ガス中の成分を食べる種々の微生物を選択することができる。例えば、「HD-1」というバクテリアを用いることにより、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub> および HC を光合成なしで食べ、ガソリンを生産することができる。「HD-1」は従来の分類にのらない 1996 年に発見された新種のバクテリアである (T. Imanaka and M. Morikawa: *Molecular Biology of Pseudomonas*, AMS Press, Washington, 1996, p. 289 - 297)。なお、光合成なしで排気ガス中の特定成分を食べる微生物を選択することは反応浄化装置 100 に適用するうえで望ましいことである。光合成を行うためのクロロフィルは光の透過率が低いいため、微生物の全体に十分な光を照射することは困難であり、また車両に搭載された反応浄化装置 100 に光を照射すること自体にも制約が付きまとうからである。

30

#### 【0079】

さらに、例えば好熱菌としては *Thermococcus*、*Archaea*、*Sulfolobus* などがあげられる。さらにまた、微生物として、*Desulfurolobus ambivalens* (JCM9191)、*Acidianus infernus* (JCM8955)、*Acidianus brierleyi* (JCM8954) などを用いると、光り合成なしで排気中の CO<sub>2</sub>、水素、硫黄と HC を食して燃料を再生することができる。

40

#### 【0080】

これらは、約 70 ~ 120 の温度が最適環境の原核微生物であるが、一般にエンジン 1 の排気ガスは比較的高温であり、したがって培養液の温度もある程度高くなるため、好熱微生物を用いることが望ましい。高温では、培養水の水分が気化しやすいと考えられがちだが、排気ガス中には多量の水があるのでほぼ飽和状態となり、培養液の水は気化、減少しない。

#### 【0081】

排気ガス中の硫黄または硫黄化合物を食べる微生物としては、例えば前述の好熱菌や硫黄

50

細菌あるいは紅色細菌を用いることができる。これらの種はCO<sub>2</sub>と硫黄とを栄養源としている。硫黄細菌あるいは紅色細菌についても高温の環境を好む種類(好熱微生物)を選択することが望ましい。

【0082】

培養液は微生物の種類によって異なるが、リン酸マグネシウム、塩化ナトリウム等のミネラル、アミノ酸、ビタミン等の栄養素の水溶液であるが、排気ガス中の各種ガス成分、例えばHC、O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、あるいは硫黄等が栄養素として微生物に取込まれる。微生物の種類や排気ガスの組成によっては栄養素を適宜補給するようにしてもよい。燃料よりも廉価のもの、例えば精製前の原油やビール工場やパルプ精製後の廃液のようなものを栄養素として補給することもできる。培養液はH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>等を加えることにより微生物

10

【0083】

上述の「HD-1」や好熱菌の例のように、微生物が燃料として用いることができる物質を生産する場合、生産物質を回収する手段を設けることにより、物質を燃料として利用することが可能となる。例えば、後述するリザーバタンク140内において、エンジンの回転力を利用した遠心分離によって生産物質を回収することができる。

【0084】

また、培養液としては、水と活性汚泥を用いることができ、この場合には汚泥をエネルギーとするので、コストの点から有利である。

【0085】

また、水とイーストエキスを用いることもでき、イーストエキスがエネルギーとなり、汚泥よりもCO<sub>2</sub>の吸収速度が速い。この場合、培養液にはさらに、硫酸アンモニウムと硫酸を加えると、より一層CO<sub>2</sub>の吸収速度が上昇する。

20

【0086】

さらに、上記に硫黄を含めると、これもエネルギーとなるため、CO<sub>2</sub>の吸収速度はさらに速まる。さらにこれにリン酸二水素カリウム、硫酸マグネシウム、塩化カルシウム、塩化鉄、塩化マンガン、四ほう酸ナトリウムなどの微量な要素を加えることにより、吸収速度の上昇と耐久性が増す。また、これに炭酸カルシウムを加えると、エンジン始動時のCO<sub>2</sub>の吸収速度が上昇する。なお、これらの培養液のpH値は、ほぼ4.0以下程度にすることが望ましい。

30

【0087】

また、微生物としてAlcaligenes(JMC1474、5485、5490、9657、9658、9656、9659、9660)を用いると排気ガス中のNO<sub>x</sub>を食べることができる。この培養液としては、上記した水と活性汚泥からなる培養液、水とペプトン、ミートエキス、塩化ナトリウム、を含む培養液、あるいは水とブラッドアガーベース(BLOOD AGAR base「Difco」)、ラビットブラッド(Rabbit blood)を含む培養液等が適している。

【0088】

この場合、培養液の温度は20 ~ 40 の範囲に維持すると最も効果的であり、さらに培養液のpH値としては、5.0 ~ 8.0の範囲にすることが、望ましい。

40

【0089】

次に、反応器110に用いる上記した微生物の代わりに、排気ガスを吸収する生命体内の酵素を含むものであってもよい。たとえば、酵素チトクロームかヘモグロビン、またはそれに架橋を施したものや、高分子化したものなどである。

【0090】

これらは例えば血液の代替物としての物質などで、例えばヘモグロビンは酸素やCO<sub>2</sub>、あるいはNOなどの気体分子を運ぶことができ、したがって排気ガスと接触させることにより、排気ガス中のCO<sub>2</sub>やNOを運び去ることができ、結果的に上記した微生物と同等の働きをする。

【0091】

50

図2の反応器110はわずかの間隔をもってほぼ平行に配置した多数の細管111と、細管111を収納するケース112とを備える。すべての細管111は管路120と接続されており、細管111には管路120を介して供給される微生物が培養液とともに循環される。細管111の内径は10～500 $\mu\text{m}$ 程度であり、細管111の細管壁には管内外を貫通する直径数十～数百 $\mu\text{m}$ 以下の微細孔111aが形成されている。この微細孔は細管111内部の培養液の表面張力が細管の内外圧力差よりも大きくなるために管内の培養液および微生物を外部に漏すことはなく、かつ排気ガスが通過できるような径に設定される。これにより、細管壁は培養液を通さずにガス成分のみを透過させる選択膜として機能する。このような細管111として、例えば人工肺のガス交換ファイバーと同様のものを使用することができる。細管111の内径および微細孔111aの径は培養液、微生物の種類や排気ガスの組成等に応じて適切な値に設定される。

10

**【0092】**

細管111の他の例として、人工透析に使用される透析膜のように、酸素、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ などが通る、分子レベルでの穴のあいたものも適用可能である。

**【0093】**

図2においてケース112の上部には排気ガスをケース112内に導くガス導入管113が、ケース112の下部には排気ガスをケース112から排出するガス排出管114が取付けられている。また、ガス導入管113およびガス排出管114には、径の大きなゴミやすすがケース112内部に侵入しないようにフィルタ113aおよび114aがそれぞれ取付けられている。

20

**【0094】**

図1に示すように、ガス導入管113には触媒装置20Bから延びた排気管22が接続されており、触媒装置20Bから排出されたガスが反応器110に導かれるように構成されている。一方、ガス排出管114には排気管23が接続されており、ケース112を通ったガスはガス排出管114および排気管23を介して外部に放出される。

**【0095】**

以上のように構成されたエンジンシステムの動作について説明する。

**【0096】**

反応浄化装置100のポンプ130を駆動すると、細管111および管路120を満たした培養液が微生物とともに図2の矢印で示すように循環する。循環される培養液の圧力はポンプ130及びリザーバタンク140によってほぼ一定の値に調整される。上述のように細管111の微細孔111aは培養液を通さないため、培養液はほとんど漏れ出すことなく細管111内を一方向に流れる。また、細管111から漏れてケース112に溜まった微量の培養液は、管190を介してリザーバタンク140に戻される。

30

**【0097】**

一方、エンジン1での燃焼により生じ、排気マニホールド18を経て排出された排気ガスは、まず最初に触媒装置20Aで、次いで触媒装置20Bで、それぞれ浄化処理される。触媒装置20Bを通った排気ガスは、さらに反応器110のケース112内に入り、多数の細管111の間をすり抜けて排出される。上述のように、細管111の微細孔111aは排気ガスが通過できる径であるため、排気ガスが細管111の間をすり抜ける間、排気ガスは細管111の微細孔111aを介して微生物と接触し、微生物は排気ガス中の特定成分を食べる。したがって、微生物が食べた成分は微生物ないし培養液中に取込まれ、その分排気ガスが浄化されることになる。反応器110を通過することにより浄化された排気ガスは排気管23を介して外部に排出される。

40

**【0098】**

排気ガスの浄化速度は排気ガスと微生物との接触頻度の増加に応じて高まるので、培養液の循環速度を高めれば浄化速度は高くなる。しかし、スクリュウ型ポンプ130の出力を上昇させると、ポンプ130の駆動により死滅する微生物の割合が大きくなる。また、培養液は反応器110において排気ガスから熱を受け、他の部分において放熱することになるから、循環速度が小さいと反応器110内を培養液が通過する間に培養液の温度が上

50

り過ぎる場合もある。したがって、ポンプ 130 の駆動の影響や培養液の反応器 110 内の温度上昇を考慮して循環速度を決めるのが望ましい。また、微生物の活性は反応器 110 の部分において問題となるので、ポンプ 130 の回転数を可変として反応器 110 の部分における培養液の温度が適切となるように循環速度を積極的に調節するようにしてもよい。この場合、反応器に温度センサを設け、温度センサからの情報に応じてポンプ 130 の回転数を制御するようにしてもよい。

#### 【0099】

培養液の温度は、微生物の種類に応じた適切な範囲に設定する必要があるが、後述するように温度の制御については種々の方法を採用することができる。なお、エンジン 1 を停止している間は培養液の温度制御は行わないため、長時間エンジン 1 を停止する場合には培養液の温度は環境温度に応じて低下する。しかし、培養液の温度が低下しても微生物はいわば仮死状態となるだけであり、エンジン 1 を始動して培養液の温度が適切な範囲まで上昇すれば微生物は活動を再開する。例えば、通常、低温（0 ~ 20）で数ヵ月程度放置しても、その後培養液の温度を上げることにより微生物は再生する。

10

#### 【0100】

##### <変形例 1>

微生物に最適な温度環境となるように循環する培養液を加温、冷却するようにしてもよい。図 3 (a) に示す反応浄化装置 100 A では冷却装置 150 および加温装置 160 が管路 120 の途中に取付けられ、反応器 110 には反応器 110 内の温度あるいは培養液の温度を測定する温度センサ 115 が設けられている。図 3 (b) に示すように、制御装置 C は入力された温度センサ 115 からの出力信号に応じて冷却装置 150 および加温装置 160 を適宜動作させる。このような構成を採ることにより培養液の温度を適切に制御することができる。

20

#### 【0101】

なお、培養液の温度は用いる微生物によっても異なるが、それぞれ対応した所定の温度範囲に保つことが好ましい。このため、リザーバタンク 140 は断熱壁で取り囲む構成として、正確な温度調整と維持が行えるようにすることが好ましい。

#### 【0102】

##### <変形例 2>

反応器 110 に送り込む側と、反応器 110 を経由せず直接排出する側との間で、排気ガスを排出する経路を切換えられるようにしてもよい。図 4 に示すように、触媒装置 20 B を経た排気ガスが、二股に分れた排気管 24 に導かれるように構成し、排気管 24 に設けられた切換弁 30 a および 30 b を適宜開閉制御する。このような構成を採ることにより、必要な場合にのみ排気ガスを反応器 110 を介して排出することができる。例えば、排気ガス温度が微生物の最適温度から著しく離れている場合には反応器 110 に排気ガスを送り込まないようにすることにより、培養液の温度を適切な範囲に制御することができる。また、排気ガスの温度を積極的に利用し、培養液の温度を上記と同じく適切な範囲内に維持するように切換弁 30 a および 30 b の開閉を制御するようにしてもよい。

30

#### 【0103】

さらに、例えばエンジン始動直後等には、触媒装置 20 A あるいは触媒装置 20 B が冷えているために触媒による浄化処理が期待できない。このような場合、エンジン始動後の一定期間は反応器 110 を介して排気ガスを排出するようにしてもよい。このような構成を採用すれば、触媒による浄化ができない間は、微生物を用いた処理により浄化を行うことができる。

40

#### 【0104】

##### <変形例 3>

図 5 に示すように、触媒装置 20 B から排出されるガスを導く排気管 25 に外部から加圧空気を導入するための導入管 31 を取付けてもよい。このような導入管 31 を設けることにより、触媒装置 20 B を経由した排気ガスに 2 次空気を混合して冷却し、冷却後のガスを反応器 110 に送り込むことができる。図 5 に示すように、導入管 31 には 2 次空気の

50

導入量を調整するための制御弁 3 2 が設けられており、制御弁 3 2 を開閉して反応器 1 1 0 に導入するガスの温度を調節することができる。このため、容易に培養液の温度を微生物の活動に最適な値に保つことができる。

【 0 1 0 5 】

< 変形例 4 >

反応器と触媒装置との位置関係を逆転させ、排気ガスが反応器を通った後に触媒装置に至るように構成してもよい。図 6 に示すエンジンシステムでは、上下の排気マニホールド 1 8 A の途中にそれぞれ反応器 1 1 0 が設けられており、排気ガスは反応器 1 1 0 を通った後、上下にそれぞれ設けられた触媒装置 2 0 A に導かれる。触媒装置 2 0 A を通った排気ガスはさらに排気管 2 1 を経て触媒装置 2 0 B に送り込まれ、触媒装置 2 0 B から排気管 2 6 を通って外部に排出される。図 6 の上下の排気マニホールド 1 8 A には外気を導入するための導入管 3 1 A が突設され、導入管 3 1 A には空気の導入量を調節するための制御弁 3 2 A が取付けられている。制御弁 3 2 A を調整することにより、排気ガスに混入する 2 次空気の量を調節し、反応器 1 1 0 に送り込むガスの温度を最適化することができる。このため、容易に培養液の温度を微生物の活動に最適な値に保つことができる。なお、外気の導入は、導入管 3 1 A に逆止弁を介装することより、排気圧力脈動を利用して吸入することができる。

【 0 1 0 6 】

このように触媒装置を通る前の排気ガスを反応器 1 1 0 に導入することにより、反応器 1 1 0 には微生物の栄養源となる各種のガス成分を比較的多量に含んだ排気ガスが供給されることになる。したがって、微生物の種類によっては、エネルギー源としてこのような触媒装置を経由する前の排気ガスを反応器 1 1 0 に送り込む構成を採ることが好ましい場合がある。

【 0 1 0 7 】

- 第 2 の実施の形態 -

以下、図 7 を用いて本発明によるエンジンシステムの第 2 の実施の形態について説明する。第 2 の実施の形態は排気ガスの一部を吸気管に戻すようにした排気再循環 ( E G R ) システムに本発明のエンジンシステムを適用したものである。なお、第 1 の実施の形態と同一の構成要素については同一符号を付してその説明を省略する。

【 0 1 0 8 】

図 7 において、4 0 は燃焼室に向けて吸気を供給する吸気管、4 1 は上下の排気マニホールド 1 8 の中間と吸気管 4 0 の中間とを接続し、排気マニホールド 1 8 に排出された排気ガスを吸気管 4 0 に送り込むための E G R 管である。上下の E G R 管 4 1 の中間には、それぞれ排気ガスの導入量を制御するための E G R 弁 4 1 a が設けられている。

【 0 1 0 9 】

一方、図 7 に示すように、吸気管 4 0 の中間には浄化装置の反応器 1 1 0 ( 図 3 参照 ) が取付けられており、反応器 1 1 0 には新たな空気 4 3、および E G R 管 4 1 からの排気ガス 4 4 を混合した混合ガスが送り込まれるように構成されている。反応器 1 1 0 を通った混合ガスは燃焼室 1 2 に向けて送り込まれる。

【 0 1 1 0 】

図 7 の制御装置 C ( 図 3 参照 ) は、反応器 1 1 0 内の温度あるいは培養液の温度を測定する温度センサ 1 1 5 ( 図 3 参照 ) の出力信号を受けるとともに、E G R 弁 4 1 a の電磁コイルに電流を供給し、E G R 弁 4 1 a の開閉動作を制御し、E G R 量を調整する。なお、図 3 に示すように、温度センサ 1 1 5 の信号を受ける制御装置 C は E G R 弁 4 1 a だけでなく冷却装置 1 5 0 および加温装置 1 6 0 をも制御している。

【 0 1 1 1 】

第 2 の実施の形態では温度センサ 1 1 5 からの信号に応じて制御装置 C が E G R 弁 4 1 a を開閉駆動することにより、培養液の温度を制御することができる。すなわち、培養液の温度を上げたい場合には E G R 弁 4 1 a を開く方向へ、温度を下げたい場合には E G R 弁 4 1 a を閉じる方向へ、それぞれ制御する。

10

20

30

40

50

## 【0112】

この場合、温度センサ115からの情報のみならず、EGRシステムの本래の效果（例えば、NO<sub>x</sub>の排出量の低減や燃費の向上等）を加味してEGR弁41aを制御するようにしてもよい。例えば、最終的に外部に排出される排気ガスの成分（実際の成分、あるいは算出される成分）を点数化し、この点数に基づいてEGR弁41を制御するようにしてもよいし、点数化にあたり燃費が考慮されるようにしてもよい。いずれにせよ、EGR弁41aの開閉および冷却装置150、加温装置160の動作を制御することにより培養液の温度を適切に維持すれば、反応浄化装置100を効果的に機能させることができる。

## 【0113】

また、図7に示すように反応器110を吸気管につけた場合は、万一微生物がもれても燃焼室12において燃焼させることができる。 10

## 【0114】

第2の実施の形態では微生物としてNO<sub>x</sub>かCO<sub>2</sub>を食べるものを用いるとよいが、このほかに窒素ガスを食べる種類のものを用いることができる。この場合には、エンジン1の吸入空気中の窒素分圧が低下するので、より多くの空気（酸素）が導入され、過給されたのと同じ効果がある。窒素ガスを食べる微生物として、例えばシアノバクテリアを挙げることができる。このように筒内への酸素導入量を増加させることにより、エンジン出力を大幅に向上させることができる。

## 【0115】

<変形例1>

20

図8に示すように、反応器110により生成した燃料を燃料タンク42に戻し、これをエンジン1に供給するようにしてもよい。反応器110にはCO<sub>2</sub>などを食べて燃料を再生する微生物を用い、この再生燃料を再利用するのである。

## 【0116】

反応器110で生成された燃料は途中にポンプ54を設けた配管53を介して燃料タンク52に戻され、さらに供給配管51の燃料ポンプ50によりエンジン1に供給される。

## 【0117】

このようにして再生燃料を利用することで、それだけエンジンの燃費も改善できる。

## 【0118】

- 第3の実施の形態 -

30

以下、図9を用いて本発明によるエンジンシステムの第3の実施の形態について説明する。なお、第1および第2の実施の形態と同一構成要素については同一符号を付してその説明を省略する。

## 【0119】

図9に示すように、第3の実施の形態では燃焼室に向けて吸気を送り込む吸気管40の中間に図3に示す反応器110が設けられる。反応器110にはシアノバクテリア等の窒素ガスを食べる微生物を用いる。反応器110の温度センサ115は制御装置C（図3参照）に接続され、制御装置Cは冷却装置150、加温装置160を制御するとともに、エンジン1の燃料供給量を制御する。このようにエンジン1の燃料供給量を吸気中の酸素量に応じて増量制御することにより、エンジン出力を増加させることができる。 40

## 【0120】

このように第3の実施の形態では、窒素ガスを食べる微生物を用いることによりエンジン1の吸入空気中の窒素分圧が低下し、同一吸気量に対してより多くの酸素が導入されるので、エンジン出力を大幅に向上させることができる。

## 【0121】

- 第4の実施形態 -

図10は反応器110のリザーバタンク140の内部に微生物を分離する遠心分離器210を備え、培養液から微生物を漉し出している。エンジンを長時間停止させるときなど、微生物を漉し出し、仮死状態で保存したり、あるいは培養液を交換するときなどに用いる。

50

## 【0122】

このため、リザーバタンク140の内部に回転輪211を設け、この回転輪211の軸213にモータ212を連結し、回転させる。回転輪211の回転により微生物215は回転輪211の内周側に付着し、培養液が分離される。

## 【0123】

したがって、培養液を交換するときなど、遠心分離器210によって微生物を漉し出しておく、微生物の多くを残したまま培養液を交換することができる。なお、培養液は図示しないバルブを開けて排出穴214から排出する。

## 【0124】

あるいは、微生物が多くなり過ぎたときなど、微生物を分離し、これを除去することもできる。また、長時間にわたりエンジンを停止するときなども、微生物を遠心分離器210で分離しておき、培養液は排出し、微生物を乾燥状態にしておくことにより、長期間にわたり死滅させることなく、仮死状態のまま保存することが可能となる。

10

## 【0125】

<変形例1>

図11はリザーバタンク140に遠心分離器の代わりに真空乾燥器220を備えた例である。

## 【0126】

リザーバタンク140の一部に真空ポンプ221を取付け、タンク入口222と出口223にそれぞれバルブ224を設ける。

20

## 【0127】

上記と同じく微生物を乾燥させるときなど、バルブ224を閉じて、真空ポンプ221を作動させる。これによりリザーバタンク内の圧力が下がり、液体成分が蒸発しやすくなる。このようにして圧力を下げて液体を蒸発させ、微生物だけを残す。このようにして乾燥して粉末状態になった微生物は、仮死状態のまま長期保存が可能となる。

## 【0128】

以上の実施の形態ではガソリンエンジンへの適用例について説明したが、ディーゼルエンジンについても同様に適用できる。ただし、ガソリンエンジンとディーゼルエンジンとは排気温度が異なるため、排気ガスを反応器に導入する場合には、温度に応じて微生物の種類を適宜変更する必要がある。

30

## 【0129】

ガソリンエンジンではガソリン燃料と空気とを圧縮比13以上で圧縮すると、排気温度が上がり過ぎるので、微生物を用いて排気ガスを浄化する場合には圧縮比13以下とすることがより望ましい。またこの場合にはノッキングが起りにくいという利点もある。

## 【0130】

ディーゼルエンジンでは軽油と空気とを圧縮比20以上で圧縮すると、排気温度が上がり過ぎるので、微生物を用いて排気ガスを浄化する場合には圧縮比20以下とすることがより望ましい。またこの場合には冷却損失が大きくなりすぎないという利点もある。

## 【0131】

燃焼室に燃料噴射弁を備える、いわゆる直噴式エンジンにおいて、ガソリン燃料と空気とを理論混合比以下の薄い混合比で混合、圧縮し、燃焼させる場合には、触媒装置によりCOの排出量を効果的に低減できるが、NO<sub>x</sub>を触媒装置で低減することが困難となる。このため薄い混合比で燃焼させる場合について本発明のエンジンシステムを適用すれば、触媒装置で除去しにくいNO<sub>x</sub>を微生物により効果的に除去することができる。本発明のエンジンシステムを水素ガスを燃料とするエンジンシステムに適用することもできる。この場合、微生物は排気ガス中のNO<sub>x</sub>ガスまたは水素ガスを食べる種類のものを使用すればよい。

40

## 【0132】

本発明のエンジンシステムをガスタービンエンジンシステムに適用することもできる。この場合、ガスタービンエンジンは燃料がどのようなものでも使えるという柔軟性があるた

50

め、微生物により再生される各種の物質を幅広く燃料として使用できるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施形態のエンジンシステムの構成を示す図。

【図 2】エンジンシステムに用いられる浄化装置の構成を模式的に示す図。

【図 3】別の浄化装置の構成を示す図であり、( a ) は構成を模式的に示す図、( b ) は構成を示すブロック図。

【図 4】排気ガスの排出経路を分岐させた構成を示す図。

【図 5】排気ガスに 2 次空気を混合して反応器に送り込む構成を示す図。

【図 6】反応器を触媒装置の前に配した構成を示す図。

10

【図 7】第 2 の実施の形態のエンジンシステムの構成を示す図。

【図 8】同じくエンジンシステムの構成を示す図。

【図 9】第 3 の実施の形態のエンジンシステムの構成を示す図。

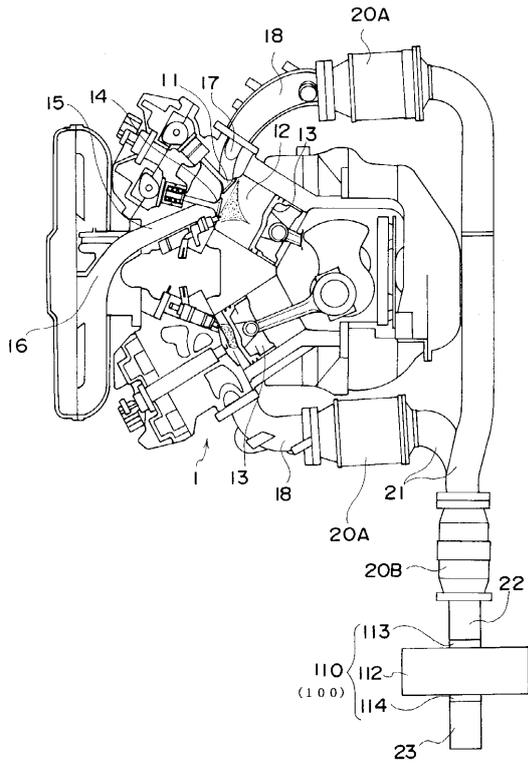
【図 10】遠心分離型のリザーバタンクの構成を概略的に示し、( a ) は断面図、( b ) はその横断面図。

【図 11】真空乾燥型のリザーバタンクの構成を概略的に示す図。

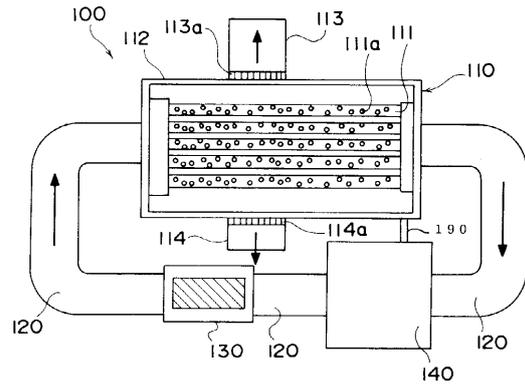
【符号の説明】

1	エンジン	
3 0 a	切換弁	
3 0 b	切換弁	20
1 2	燃料室	
3 1	導入管	
3 2	制御弁	
4 1	E G R 管	
4 1 a	E G R 弁	
1 0 0	浄化装置	
1 1 1	細管	
1 1 5	温度センサ	
1 3 0	ポンプ	
1 4 0	リザーバタンク	30
1 5 0	冷却装置	
1 6 0	加温装置	

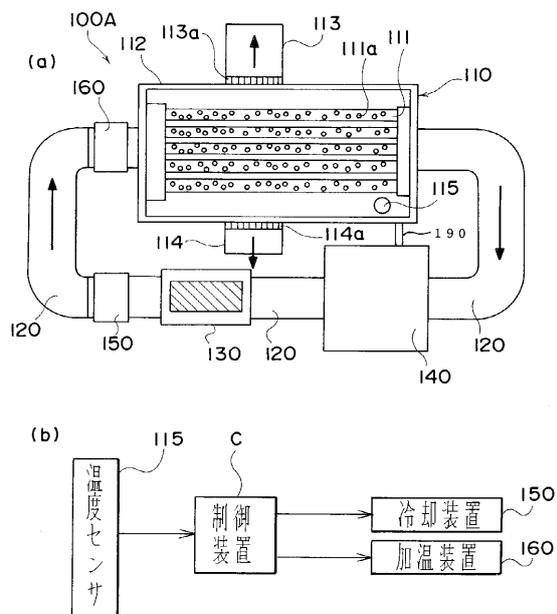
【 図 1 】



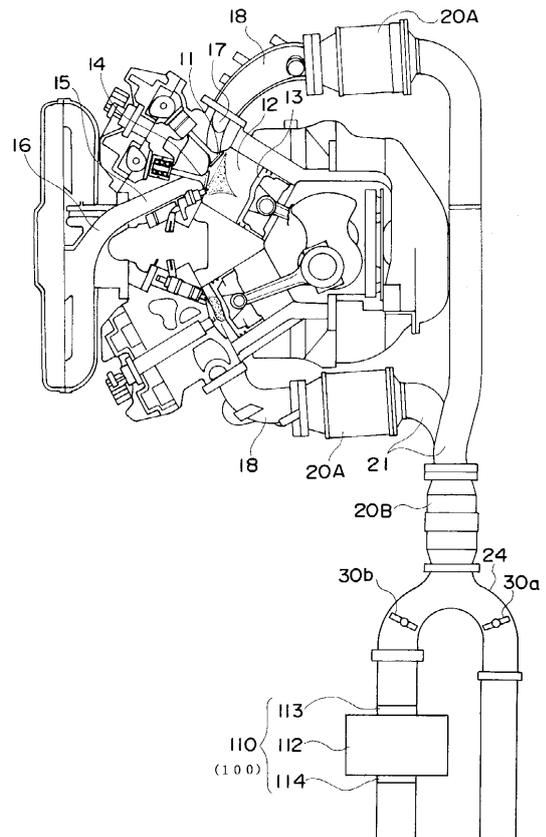
【 図 2 】



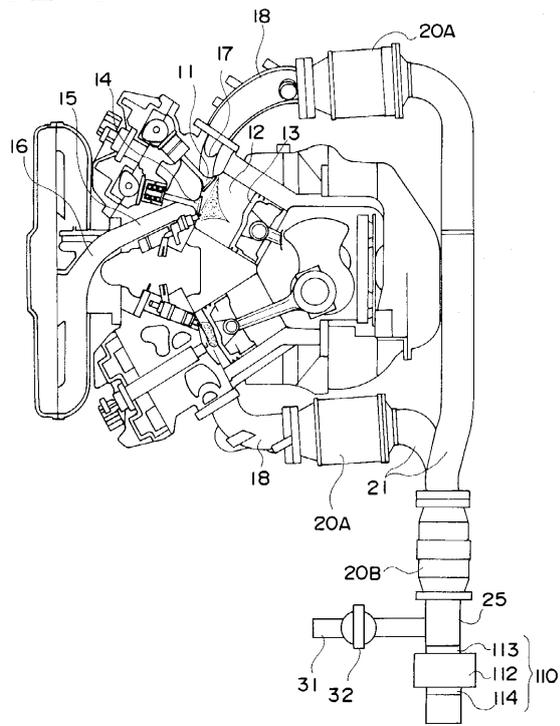
【 図 3 】



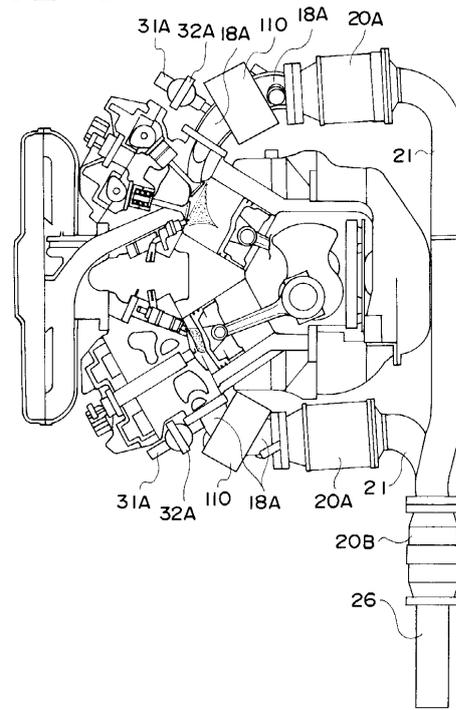
【 図 4 】



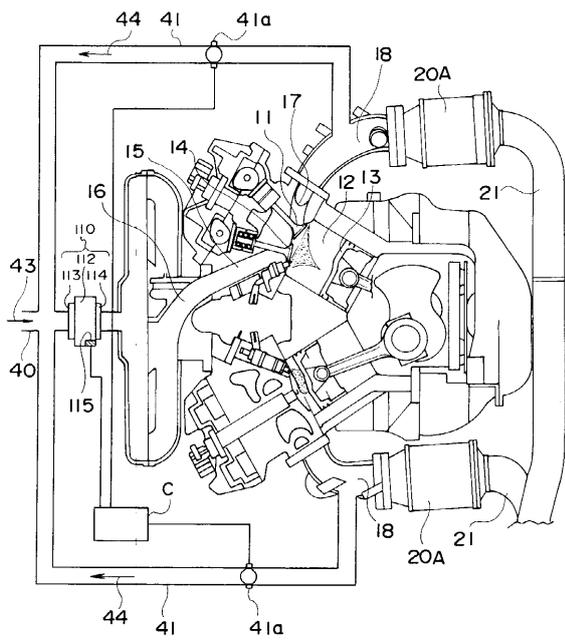
【 図 5 】



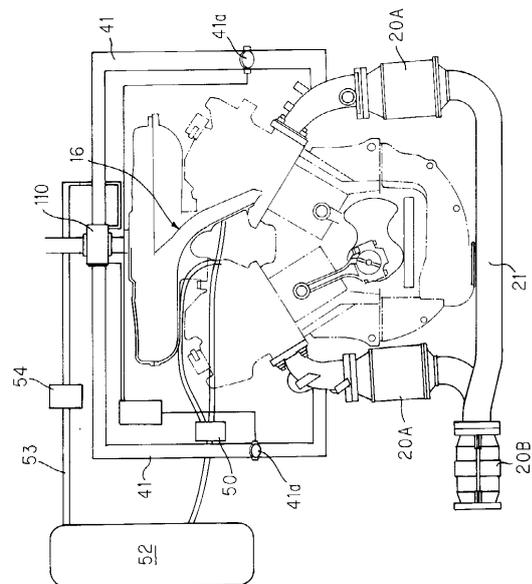
【 図 6 】



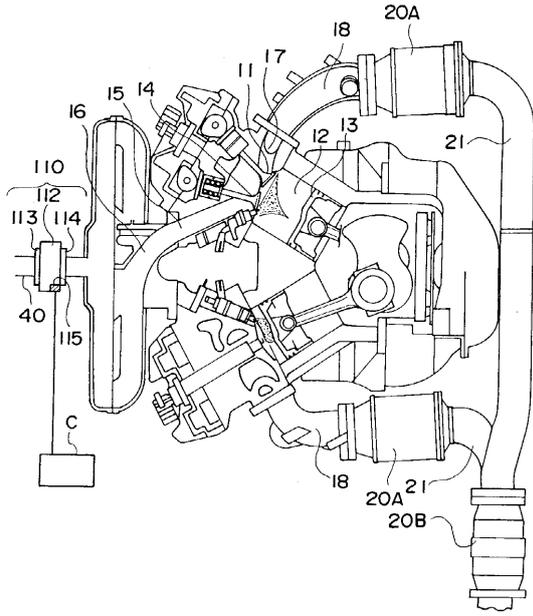
【 図 7 】



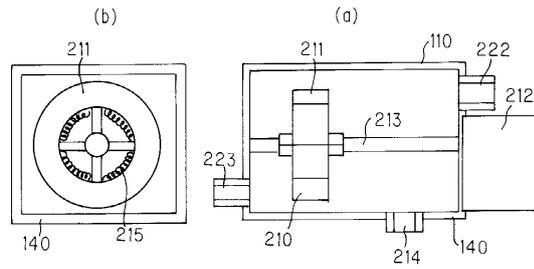
【 図 8 】



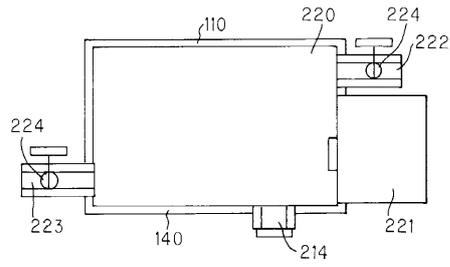
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-334(JP,A)  
特表平06-508981(JP,A)  
特開平07-194386(JP,A)  
特開平09-173078(JP,A)  
特開平08-135561(JP,A)  
特開昭61-046240(JP,A)  
特開平09-099044(JP,A)  
特開平02-092273(JP,A)  
実開昭60-167121(JP,U)  
特公昭47-020659(JP,B1)  
実公昭46-002805(JP,Y1)  
特開平07-166853(JP,A)  
特開平08-210138(JP,A)  
特開平06-193447(JP,A)  
特開昭50-069426(JP,A)  
特開平07-293367(JP,A)  
特表平09-504439(JP,A)  
特開昭63-104632(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 53/62  
B01D 53/44  
B01D 53/56  
F01N 3/08 ZAB