

(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2010-144561

(P2010-144561A)

(43) 公開日 平成22年7月1日(2010.7.1)

(51) Int.Cl.

FO2M 25/07 (2006.01)

F 1

FO2M 25/07 580D  
FO2M 25/07 580E  
FO2M 25/07 570P

テーマコード(参考)

3G062

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2008-320736 (P2008-320736)

(22) 出願日

平成20年12月17日 (2008.12.17)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(74) 代理人 100089266

弁理士 大島 陽一

(72) 発明者 小川 真人

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

F ターム(参考) 3G062 AA01 AA05 ED08 ED09 ED11

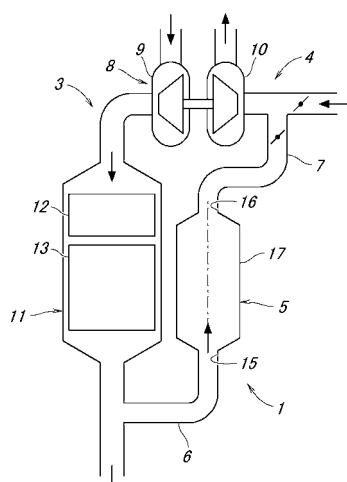
(54) 【発明の名称】内燃機関の排気ガス還流装置

## (57) 【要約】

【課題】排気還流ガスの円滑な還流を阻害することなく且つ簡単な構造で、有害な異物が排気ガス還流装置を通り抜けて吸気系に流入することを確実に抑制する。

【解決手段】排気還流ガス内に含まれる異物粒子の通り抜けを抑制する異物通過抑制部5を設け、この異物通過抑制部に、上向き流れで排気還流ガスを流通させる。そして、この異物通過抑制部に、所定粒径以上の異物粒子を重力の作用で最大流量時でも減速させることができ所定の最高ガス流速以下となるようにガス流速を低下させるために、上流側及び下流側の排気還流通路より流路断面積が拡大された拡大断面部17を設け、この拡大断面部を、最高ガス流速に応じた最小流路断面積以上となるように形成し、さらに、最大流量時でも異物粒子を静止させることができ所定の最小流れ方向長さ以上に亘って設ける。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内燃機関の排気系と吸気系とを連通して、排気系の排気ガスを排気還流ガスとして吸気系に還流する排気還流通路を備え、この排気還流通路に、排気還流ガス内に含まれる異物粒子の通り抜けを抑制する異物通過抑制部が設けられた排気ガス還流装置であって、

前記異物通過抑制部に上向き流れで排気還流ガスを流通させると共に、この異物通過抑制部に、所定粒径以上の異物粒子を重力の作用で最大流量時でも減速させることができない所定の最高ガス流速以下となるようにガス流速を低下させる流速抑制手段が設けられると共に、この流速抑制手段が、最大流量時でも異物粒子を静止させることができない所定の最小流れ方向長さ以上に亘って設けられたことを特徴とする排気ガス還流装置。10

**【請求項 2】**

前記流速抑制手段が、上流側及び下流側の排気還流通路より流路断面積が拡大された拡大断面部であり、この拡大断面部が、前記最高ガス流速に応じた最小流路断面積以上となるように形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の排気ガス還流装置。

**【請求項 3】**

前記流速抑制手段が、複数の流路抵抗体が配設された流路抵抗部であり、この流路抵抗部が、前記最高ガス流速に応じた最小流路抵抗係数以上となるように前記流路抵抗体が配設されたことを特徴とする請求項 1 若しくは請求項 2 に記載の排気ガス還流装置。20

**【請求項 4】**

前記異物通過抑制部が、ガス流入口における排気還流ガスの主流ベクトルの延長線上にガス流出口が位置するように形成されたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の排気ガス還流装置。

**【請求項 5】**

前記流路抵抗体が、冷媒が流通可能な冷媒流路を内部に備え、冷媒との熱交換により排気還流ガスを冷却するようにしたことを特徴とする請求項 3 に記載の排気ガス還流装置。

**【請求項 6】**

前記異物通過抑制部が、冷媒が流通可能な冷媒流路を外周に備え、冷媒との熱交換により排気還流ガスを冷却するようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の排気ガス還流装置。30

**【請求項 7】**

排気浄化装置の下流側で、排気還流ガスとなる排気ガスが取り出されて前記異物通過抑制部に導入されるようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の排気ガス還流装置。

**【請求項 8】**

吸気過給装置のコンプレッサの上流側で、前記異物通過抑制部を流通した排気還流ガスが送入されるようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の排気ガス還流装置。

**【請求項 9】**

前記流路抵抗部が、前記流路抵抗体の配置形態に応じて補正された最小流れ方向長さ以上となるよう形成されたことを特徴とする請求項 3 に記載の排気ガス還流装置。40

**【請求項 10】**

前記異物通過抑制部は、前記拡大断面部の上流側に、流路断面積が漸増する漸拡部を有し、この漸拡部内に、複数の整流板が、互いの間隙幅が下流側に向かって次第に拡開する態様で設けられたことを特徴とする請求項 2 に記載の排気ガス還流装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、内燃機関の排気系と吸気系とを連通して、排気系の排気ガスを排気還流ガスとして吸気系に還流する排気還流通路を備え、この排気還流通路に、排気還流ガス内に含まれる異物粒子の通り抜けを抑制する異物通過抑制部が設けられた内燃機関の排気ガス還50

流装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

内燃機関には、窒素酸化物の低減や燃費の向上などを目的として、排気ガス還流装置が設けられている。この排気ガス還流装置は、排気系と吸気系とを連通して、排気系の排気ガスを排気還流ガスとして吸気系に還流するものであり、排気還流ガス中に大きな異物が混入していると、吸気系に悪影響を及ぼす。

【0003】

そこで、このような有害な異物が吸気系に流入することを抑制するため、異物の通り抜けを抑制する手段を排気ガス還流装置に設ける技術が知られている（特許文献1～3参照）。

10

【特許文献1】実開昭61-101663号公報

【特許文献2】特開2008-088817号公報

【特許文献3】特開2008-150955号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかるに、前記従来の技術では、異物除去装置内で排気還流ガスの流れが曲折するような形状としたり、あるいは目の細かいフィルタを設けた構成としているが、これらの構成では、異物の通り抜けを抑制する上で十分な効果を得るには、流路抵抗が著しく増大し、排気還流ガスを大量に吸気系に還流させる場合などに、排気還流ガスの円滑な還流を阻害するという問題がある。また、異物除去装置内に異物が堆積する構造となっているため、異物を回収する構造が別に必要になるという問題がある。

20

【0005】

本発明は、このような従来技術の問題点を解消するべく案出されたものであり、その主要な目的は、排気還流ガスの円滑な還流を阻害することなく且つ簡単な構造で、有害な異物が排気ガス還流装置を通り抜けて吸気系に流入することを確実に抑制することができるよう構成された内燃機関の排気ガス還流装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

このような課題を解決するために、本発明による排気ガス還流装置は、請求項1に示すとおり、内燃機関の排気系（3）と吸気系（4）とを連通して、排気系の排気ガスを排気還流ガスとして吸気系に還流する排気還流通路を備え、この排気還流通路に、排気還流ガス内に含まれる異物粒子の通り抜けを抑制する異物通過抑制部（5、31、41、51、61、71）が設けられた排気ガス還流装置であって、前記異物通過抑制部に上向き流れで排気還流ガスを流通させると共に、この異物通過抑制部に、所定粒径以上の異物粒子を重力の作用で最大流量時でも減速させることができ可能な所定の最高ガス流速以下となるようガス流速を低下させる流速抑制手段が設けられると共に、この流速抑制手段が、最大流量時でも異物粒子を静止させることができ可能な所定の最小流れ方向長さ以上に亘って設けられたものとした。

30

【0007】

これによると、流速抑制手段により異物通過抑制部内のガス流速を最高ガス流速以下に抑えることで、異物粒子を減速させることができ、さらに、流速抑制手段を最小流れ方向長さ以上に亘って設けることで、異物粒子を異物通過抑制部内で静止させることができ、これにより、所定粒径以上の異物粒子が排気ガス還流装置を通り抜けて吸気系に流入することを確実に抑制することができる。

40

【0008】

この場合、異物粒子は、ガス流れから受ける抵抗力が、重力による減速力より小さくなるときに減速し、異物粒子がガス流れから受ける抵抗力は、ガス流速を低下させることで小さくなる。そこで、ガス流れから受ける抵抗力が重力による減速力より小さくなる状態

50

とすることが可能なガス流速の最大値として最高ガス流速を設定し、異物通過抑制部内のガス流速を最高ガス流速以下に抑える。これにより異物粒子を減速させることができる。

【0009】

さらに、異物粒子の通り抜けを抑制するには、減速する異物粒子を異物通過抑制部内で静止させる必要があり、これには、異物粒子に生じる負の加速度に応じて、流速抑制手段に突入した際の初速から静止するまでに要する流れ方向長さを流速抑制手段に確保する必要がある。そこで、このような異物粒子を静止させることの可能な最小流れ方向長さを設定し、流速抑制手段を最小流れ方向長さ以上に亘って設ける。これにより異物粒子の通り抜けを抑制することができる。

【0010】

なお、異物通過抑制部では、異物粒子を減速させる向きに重力が作用すれば良く、排気還流ガスの流向は、鉛直方向に限定されず、鉛直方向に対して傾斜していても良く、この場合、流れ方向の鉛直方向に対する傾斜角度に応じた重力の流れ方向成分が、異物粒子がガス流れから受ける抵抗力より大となることで、異物粒子を減速させることができる。

【0011】

前記排気ガス還流装置においては、請求項2に示すとおり、前記流速抑制手段が、上流側及び下流側の排気還流通路より流路断面積が拡大された拡大断面部(17、42、52、62)であり、この拡大断面部が、前記最高ガス流速に応じた最小流路断面積以上となるように形成された構成とすることができる。

【0012】

これによると、簡易な構造によってガス流速を抑制することができる。

【0013】

この場合、拡大断面部の最小流路断面積は、最大流量時にガス流速を最高ガス流速以下に抑えるために必要な流路断面積の最小値であり、この最小流路断面積以上となるように拡大断面部を形成することで、ガス流速を最高ガス流速以下に抑えて、最大流量時でも異物粒子を減速させることができる。

【0014】

前記排気ガス還流装置においては、請求項3に示すとおり、前記流速抑制手段が、複数の流路抵抗体(33、34、43、73)が配設された流路抵抗部(32、42、72)であり、この流路抵抗部が、前記最高ガス流速に応じた最小流路抵抗係数以上となるように前記流路抵抗体が配設された構成とすることができる。

【0015】

これによると、流路抵抗体による圧力損失に応じてガス流量が小さくなることでガス流速が低下し、ガス流速を確実に抑制することができる。

【0016】

この場合、流路抵抗部の最小流路抵抗係数は、最大流量時にガス流速を最高ガス流速以下に抑えるために必要な流路抵抗の最小値に対応するものであり、この最小流路抵抗係数以上となるように流路抵抗体を配置することで、排気還流ガスの流速を最高ガス流速以下に抑え、最大流量時でも異物粒子を減速させることができる。

【0017】

前記排気ガス還流装置においては、請求項4に示すとおり、前記異物通過抑制部が、ガス流入口(15)における排気還流ガスの主流ベクトルの延長線上にガス流出口(16)が位置するように形成された構成とすることができる。

【0018】

これによると、還流抑制装置内でガス流線が曲折されることはなく、異物通過抑制部による流路損失を低減することができる。

【0019】

前記排気ガス還流装置においては、請求項5に示すとおり、前記流路抵抗体(73)が、冷媒が流通可能な冷媒流路(74)を内部に備え、冷媒との熱交換により排気還流ガスを冷却するようにした構成とすることができる。

10

20

30

40

50

## 【0020】

これによると、排気還流ガスの冷却装置を別に設ける必要がなく、排気ガス還流装置がガス流れ方向に長くなることを抑制して、排気ガス還流装置の簡素化及び小型化を図ることができる。

## 【0021】

前記排気ガス還流装置においては、請求項6に示すとおり、前記異物通過抑制部(61)が、冷媒が流通可能な冷媒流路(64)を外周に備え、冷媒との熱交換により排気還流ガスを冷却するようにした構成とすることができます。

## 【0022】

これによると、排気還流ガスの冷却装置を別に設ける必要がなく、排気ガス還流装置がガス流れ方向に長くなることを抑制して、排気ガス還流装置の簡素化及び小型化を図ることができます。特に、流速抑制手段としての拡大断面部や流路抵抗部の外周に冷媒流路を形成すると、ここでは排気還流ガスの流速が低下することから、熱交換効率を高めることができます。

10

## 【0023】

前記排気ガス還流装置においては、請求項7に示すとおり、排気浄化装置(11)の下流側で、排気還流ガスとなる排気ガスが取り出されて前記異物通過抑制部に導入されるようにした構成とすることができます。

## 【0024】

このような構成では、排気浄化装置の構成部品の欠損物など、比較的大きな異物粒子が排気還流ガスに混入する可能性があるが、前記のような構成の異物通過抑制部を設けることで、吸気系に支障がある所定粒径以上の異物粒子の通過を確実に抑制することができるため、特に支障はない。

20

## 【0025】

前記排気ガス還流装置においては、請求項8に示すとおり、吸気過給装置(8)のコンプレッサ(10)の上流側で、前記異物通過抑制部を流通した排気還流ガスが送入されるようにした構成とすることができます。

## 【0026】

このような構成では、薄肉状に形成されたコンプレッサのブレードが、排気還流ガス中に混入する異物で損傷を受ける可能性があるが、前記のような構成の異物通過抑制部を設けることで、コンプレッサに損傷を与える所定粒径以上の異物粒子の流入が阻止されるため、コンプレッサの損傷を確実に防ぐことができる。

30

## 【0027】

前記排気ガス還流装置においては、請求項9に示すとおり、前記流路抵抗部が、前記流路抵抗部の配置形態に応じて補正された最小流れ方向長さ以上となるよう形成された構成とすることができます。

## 【0028】

これによると、異物粒子が流路抵抗部に衝突することによる減速効果を考慮することで、異物通過抑制部の流れ方向長さを必要以上に確保することを避けて、異物通過抑制部の小型化を図ることができる。

40

## 【0029】

前記排気ガス還流装置においては、請求項10に示すとおり、前記異物通過抑制部(51)は、前記拡大断面部(52)の上流側に、流路断面積が漸増する漸拡部(53)を有し、この漸拡部内に、複数の整流板(54)が、互いの間隙幅が下流側に向かって次第に拡開する態様で設けられた構成とすることができます。

## 【0030】

これによると、拡大断面部内での流れの分布が均一化されるため、流路損失を低減することができ、また、局所的にガス流速が高くなることで異物粒子が通り抜けることを避けることができるため、異物粒子が吸気系に流入することをより一層確実に抑制することができる。

50

## 【発明の効果】

## 【0031】

このように本発明によれば、流速抑制手段により異物通過抑制部内のガス流速を最高ガス流速以下に抑えることで、異物粒子を減速させることができ、さらに、流速抑制手段を最小流れ方向長さ以上に亘って設けることで、異物粒子を異物通過抑制部内で静止させることができ、これにより、所定粒径以上の異物粒子が排気ガス還流装置を通り抜けして吸気系に流入することを確実に抑制することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0032】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

10

## 【0033】

図1は、本発明による排気ガス還流装置の一例を示す模式図である。この排気ガス還流装置1は、内燃機関（ディーゼルエンジン）に設けられて、内燃機関の排気系3と吸気系4とを連通して、排気系3の排気を排気還流ガスとして吸気系4に還流するものであり、排気還流ガス内に含まれる異物粒子の通り抜けを抑制する異物通過抑制部5と、その上流側及び下流側の管路6・7とで排気還流通路が形成されている。

## 【0034】

さらにここでは、吸気過給装置8が設けられており、排気ガス還流装置1は、吸気過給装置8のタービン9の下流側から取り出された排気ガスを排気還流ガスとして、コンプレッサ10の上流側に送入する、いわゆる低圧EGRの排気還流通路が形成されている。

20

## 【0035】

排気系3では、吸気過給装置8のタービン9の下流側に排気浄化装置11が設けられており、この排気浄化装置11の下流側の分流部から、排気還流ガスとなる排気ガスが取り出されて排気ガス還流装置1の異物通過抑制部5に導入される。排気浄化装置11は、ディーゼル酸化触媒（DOC）12と、ディーゼル排気微粒子除去フィルタ（DPF）13とを備える。この排気浄化装置11は、中心軸線がほぼ鉛直方向となるように配置され、内部を排気ガスが下向きに流通する。

## 【0036】

排気浄化装置11の下流側の排気には、排気浄化装置11の構成部品の欠損物などが含まれ、排気浄化装置11の上流に比べて、比較的大きな異物粒子が排気還流ガスに混入する可能性が高く、後述するように異物通過抑制部5を構成することで、吸気系4に支障がある所定粒径以上の異物粒子の通り抜けを確実に抑制することができるため、排気浄化装置11の下流側から排気還流ガスとなる排気を取り出すようにしても特に支障はない。

30

## 【0037】

また、この排気ガス還流装置1では、吸気過給装置8のコンプレッサ10の上流側の合流部で、異物通過抑制部5を流通した排気還流ガスが送入されるようになっている。この場合、薄肉状に形成されたコンプレッサ10のブレードが、排気還流ガス中に混入する異物で損傷を受ける可能性が考えられるが、後述するようにコンプレッサ10に損傷を与えることのない異物粒子の最大粒径を定め、この粒径以上の異物粒子の通り抜けを阻止することで、コンプレッサ10の損傷を確実に防ぐことができる。

40

## 【0038】

異物通過抑制部5において、吸気系4にとって有害な所定粒径以上の異物粒子の通り抜けを抑制するには、少なくとも排気還流ガスの最大流量時に、所定粒径以上の異物粒子を異物通過抑制部5内に停留させる、すなわち異物通過抑制部5内で所定粒径以上の異物粒子を減速させ且つ静止させれば良く、この条件が満たされれば、最大流量時でも所定粒径以上の異物粒子が吸気系4に流入することができなく、また、排気還流ガスの流量が最大流量より小さい運転状態では異物粒子が自重で落下するようになる。

## 【0039】

なお、異物通過抑制部5内を落下する異物粒子は、ガス流入口15から上流側の管路6を通り排気系3の管路に流入して排気ガスと共に放出されるために、特に捕集部を設け

50

る必要はない。

【0040】

異物通過抑制部5は、ガス流入口15が下側に、ガス流出口16が上側にそれぞれ配置され、上向き流れで排気還流ガスを流通させるようになっており、重力が異物粒子を減速させる向きに作用する。なお、この異物通過抑制部5では、異物粒子を減速させる向きに重力が作用すれば良く、排気還流ガスの流向は、鉛直方向上向きに限定されず、鉛直方向に対して傾斜していても良い。

【0041】

図2は、図1に示した異物通過抑制部5内での異物粒子に作用する外力の状況を示す模式図である。異物粒子21は、排気還流ガスから受ける抵抗力Fにより流れに追随して移動しようとし、このガス流れから受ける抵抗力Fが、重力による減速力Gより小さくなり、異物粒子21の負の加速度が生じるときに、異物粒子21は減速する。このため、異物粒子21を減速させるには、ガス流れから受ける抵抗力Fが重力による減速力Gより小さくなる状態とすれば良い。

10

【0042】

ここで、異物粒子21がガス流れから受ける抵抗力Fはガス流速 $U_{EGR}$ と正の相関関係となり、ガス流速 $U_{EGR}$ を低くすることでガス流れから受ける抵抗力Fを小さくすることができる。そこで、ガス流れから受ける抵抗力Fが重力による減速力Gと釣り合うときのガス流速を最高ガス流速 $U_{EGR_{Max}}$ として定め、異物通過抑制部内のガス流速を最高ガス流速 $U_{EGR_{Max}}$ 以下に抑えれば、異物粒子21を減速させることができる。

20

【0043】

特にここでは、図1に示したように、異物通過抑制部5内のガス流速 $U_{EGR}$ を低下させるために、上流側及び下流側の管路6・7より流路断面積が拡大された拡大断面部（流速抑制手段）17が設けられており、ガス流速を最高ガス流速 $U_{EGR_{Max}}$ 以下に抑えるために必要な流路断面積の最小値として最小流路断面積 $A_{min}$ を設定し、この最小流路断面積 $A_{min}$ 以上となるように拡大断面部17を形成することで、ガス流速を最高ガス流速以下に抑えて異物粒子を減速させることができる。このとき、最小流路断面積 $A_{min}$ を、最大ガス流量時のガス流速に基づいて求めれば、最大ガス流量時でも異物粒子を減速させることができる。

30

【0044】

また、図2の例では、異物通過抑制部5を、そのガス流れ方向軸線が鉛直方向に対して角度だけ傾斜した状態となるように配置しており、この場合、異物粒子21には、ガス流れ方向軸線と鉛直方向とのなす傾斜角度（ $0^\circ < 90^\circ$ ）に応じた重力の流れ方向成分が減速力として作用し、この重力の流れ方向成分Gが、異物粒子21がガス流れから受ける抵抗力Fより大となることで、異物粒子21を減速させることができる。なお、傾斜角度 $= 0^\circ$ とすれば、ガス流れ方向が鉛直方向となる。

40

【0045】

以下に、異物通過抑制部5内で異物粒子21を重力の作用で減速させることが可能な条件について、数式を用いて説明する。

40

【0046】

まず、異物粒子21がガス流れから受ける抵抗力F[N]は、抵抗係数 $C_d$ 、投影面積 $A_d[m^2]$ 、及び排気還流ガスに対する異物粒子21の相対速度 $U[m/s]$ から、以下の式1で与えられる。

【数1】

$$F = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot A_d \cdot U^2 \quad (式1)$$

【0047】

50

ここで、抵抗係数  $C_d$  は、流れの中にある粒子のレイノルズ数  $Re_d$  により異なり、Putnam の提案する公式である次の式 2・式 3 にしたがって、ガスの密度  $\rho_g$  [ kg / m<sup>3</sup>]、粒径（粒子の直径） $D_d$  [ m ]、及びガスの粘性係数  $\mu$  [ Pa - s ] から求められる。

## 【数 2】

$$C_d = \begin{cases} \frac{24}{Re_d} \cdot \left(1 + \frac{1}{6} \cdot Re_d^{\frac{2}{3}}\right) & Re_d \leq 1000 \\ 0.424 & Re_d \geq 1000 \end{cases} \quad (式 2)$$

10

## 【数 3】

$$Re_d = \frac{\rho_g \cdot U \cdot D_d}{\mu} \quad (式 3)$$

## 【0048】

また、ガス流速  $U_{EGR}$  [ m / s ] は、次の式 4 にしたがって、ガス流量  $G_{EGR}$  [ kg / s ]、一般ガス定数  $R$  [ J / kg - K ]、ガス温度  $T$  [ K ]、ガス圧力  $P$  [ Pa ]、及び拡大断面部 17 の流路断面積  $A$  [ m<sup>2</sup> ] から求められる。

20

## 【数 4】

$$U_{EGR} = \frac{\left(G_{EGR} \cdot \frac{R \cdot T}{P}\right)}{A} \quad (式 4)$$

## 【0049】

一方、異物粒子 21 が受ける重力の流れ方向成分  $G$  [ N ] は、粒子密度  $\rho_d$  [ kg / m<sup>3</sup>]、粒子体積  $V_d$  [ m<sup>3</sup> ]、及び重力加速度  $g$  [ m / s<sup>2</sup> ]、流れ方向の鉛直方向に対する傾斜角度  $\theta$  から、次の式 5 で与えられる。

30

## 【数 5】

$$G = \rho_d \cdot V_d \cdot g \cos\theta \quad (式 5)$$

ここで、 $G > F$ 、すなわち重力の流れ方向成分  $G$  が、ガス流れから受ける抵抗力  $F$  より大であれば、両者の合力が下向きとなるので、負の加速度が異物粒子 21 に生じ、異物粒子 21 は減速する。この関係は、式 1 と式 5 とから次の式 6 のように表される。

## 【数 6】

$$\rho_d \cdot V_d \cdot g \cos\theta \geq \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot A_d \cdot U^2 \quad (式 6)$$

40

## 【0050】

また、計算の簡略化のため異物粒子 21 を球体と仮定した場合、投影面積  $A_d$  は、異物粒子 21 の粒径  $D_d$  より次の式 7 で与えられる。

## 【数 7】

$$A_d = \frac{\pi D_d^2}{4} \quad (式 7)$$

50

また、粒子体積  $V_d$  は、異物粒子 21 の粒径  $D_d$  より次の式 8 で与えられる。

【数 8】

$$V_d = \frac{\pi D_d^3}{6} \quad (式8)$$

【0051】

このようにして異物通過抑制部内で異物粒子を重力の作用で減速させる条件、すなわち重力の流れ方向成分が、異物粒子が排気還流ガスから受ける抵抗力より大となる条件を満たすガス流速  $U_{EGR}$  の上限値である最高ガス流速  $U_{EGR\_Max}$  を、異物粒子の粒径  $D_d$ 、及び流れ方向の鉛直方向に対する傾斜角度  $\theta$  に応じて求めることができる。  
10

【0052】

図 3 は、図 1 に示した異物通過抑制部 5 内で異物粒子を重力の作用で減速させることの可能な条件を示している。図 3 (A) は、異物粒子を重力の作用で減速させることの可能な、粒径  $D_d$  [  $\mu m$  ] とガス流速  $U_{EGR}$  [  $m/s$  ] との関係を示し、前記の関係式を元にして求められる。なお、ここでは、ガス流れ方向の鉛直方向に対する傾斜角度  $\theta = 0$ 、すなわちガス流れ方向を鉛直方向としている。

【0053】

この図 3 (A) では、ガス流速  $U_{EGR}$  が最高ガス流速ラインより小さくなるOK領域で、重力の作用による異物粒子の減速が可能となり、この異物粒子の減速が可能な上限となる最高ガス流速  $U_{EGR\_Max}$  は、異物粒子の粒径  $D_d$  が大きくなるのに応じて増大する。例えば、吸気系に支障のない粒径の上限値  $D_d_{Max} = 200$  [  $\mu m$  ] として、この粒径  $D_d_{Max}$  以上の異物粒子の通過を抑制するには、ガス流速を最高ガス流速  $U_{EGR\_Max} = 0.38$  [  $m/s$  ] 以下に設定すれば良い。  
20

【0054】

図 3 (B) は、異物粒子を重力の作用で減速させることの可能な、異物粒子の粒径  $D_d$  と、拡大断面部 17 の流路断面積  $A$  との関係を示し、図 3 (A) に示した最高ガス流速  $U_{EGR\_Max}$  による最高ガス流速ラインに基づいて、拡大断面部 17 の流路断面積  $A$  とガス流速  $U_{EGR}$  との関係を示す式 4 を用いて求められる。

【0055】

この図 3 (B) では、拡大断面部 17 の流路断面積  $A$  が最小流路断面積ラインより大きくなるOK領域で、重力の作用による異物粒子の減速が可能となり、この異物粒子の減速が可能な下限となる最小流路断面積  $A_{min}$  は、異物粒子の粒径  $D_d$  が大きくなるのに応じて小さくなる。例えば、粒径  $D_d_{Max} = 200$  [  $\mu m$  ] 以上の異物粒子の通過を抑制するには、拡大断面部 17 を最小流路断面積  $A_{min} = 0.03$  [  $m^2$  ] 以上に設定すれば良い。このとき、最小流路断面積  $A_{min}$  を、最大ガス流量時のガス流速に基づいて求めれば、最大ガス流量時でも異物粒子を減速させることが可能となる。  
30

【0056】

図 4 は、図 1 に示した異物通過抑制部 5 内で異物粒子が減速して静止するまでの状況を示している。これは、図 2 に示したように、ガス流れから受ける抵抗力  $F$  と重力による減速力  $G$  との合力が負になるよう設定した場合であり、このような場合、異物粒子は、負の合力の大きさに応じて定まる負の加速度に応じて、速度  $v$  が次第に低下して 0 となる、すなわち静止し、この静止するまでに要するガス流れ方向長さを異物通過抑制部 5 に確保することで、異物粒子を異物通過抑制部 5 内で静止させて、異物粒子の通り抜けを抑制することができる。  
40

【0057】

異物粒子が静止するまでに要するガス流れ方向長さ  $L$  は、異物粒子に生じる負の加速度と、ガス流入口から突入した際の異物粒子の流入初速  $v_0$  に応じて定まり、この異物粒子に生じる負の加速度と異物粒子の流入初速  $v_0$  とに基づいて、異物粒子を静止させることの可能な流れ方向長さの最小値を最小流れ方向長さ  $L_{min}$  として設定し、この最小流れ  
50

方向長さ  $L_{min}$  以上となるように拡大断面部 17 を形成することで、異物粒子を静止させることができる。このとき、最小流れ方向長さ  $L_{min}$  を、最大ガス流量時の異物粒子の流入初速、すなわち最高流入初速  $v_{0max}$  に基づいて求めれば、最大ガス流量時でも異物粒子を静止させることが可能となり、異物粒子の通り抜けを確実に抑制することができる。

【0058】

以上のように、拡大断面部 17 によりガス流速を最高ガス流速以下に抑えることで、異物粒子を減速させることができ、さらに、拡大断面部 17 を最小流れ方向長さ以上に亘って設けることで、異物粒子を拡大断面部 17 内で静止させることができ、これにより、所定粒径以上の異物粒子が異物通過抑制部 5 を通り抜けて吸気系に流入することを確実に抑制することができる。

10

【0059】

また、図 1 に示したように、異物通過抑制部 5 は、ガス流入口 15 における排気還流ガスの主流ベクトルの延長線上にガス流出口 16 が位置するように形成されている。これにより、異物通過抑制部 5 内でガス流線が曲折されることはなく、異物通過抑制部 5 による流路損失を低減することができる。

【0060】

図 5 は、本発明による排気ガス還流装置の別の例を示す模式図である。図 6 は、図 5 に示した流路抵抗部を詳しく示す模式図である。ここでは、異物通過抑制部 31 に、排気還流ガスの流速を低下させる流路抵抗部（流速抑制手段）32 が設けられている。この異物通過抑制部 31 は、図 1 の例での異物通過抑制部 5 のように、上流側及び下流側の管路 6・7 より流路断面積が拡大された構成とはなっておらず、流路抵抗部 32 は、図 6 に示すように、複数の流路抵抗体（フィン）33・34 からなる流路抵抗体群を内部に備えている。

20

【0061】

図 6 (A) に示す例では、流路抵抗体 33 が、ガス流れ方向に沿う向きに配置されている。図 6 (B) に示す例は、流路抵抗体 34 が、ガス流れ方向に直交する向きに配置されている。また、各例での流路抵抗体 33・34 は、互い違いに千鳥状に配置されている。

【0062】

図 6 (A) の構成では、流量特性が良いが、異物粒子を減速する効果は低くなる。図 6 (B) の構成では、異物粒子を減速する効果が高くなるが、流量特性は低下する。このように流路抵抗体 33・34 は、異物粒子を減速する効果を高める上では、ガス流れを遮るように設定するほうが良いが、同時に流量特性も悪化してしまうため、異物粒子の減速効果と流量特性との双方を考慮して、流路抵抗体 33・34 の配置数や寸法、流路抵抗部 32 の流れ方向長さを決定すると良い。

30

【0063】

流路抵抗部 32 では、流路抵抗体 33・34 による圧力損失に応じてガス流量が小さくなることでガス流速  $U_{EGR}$  が低下し、このガス流速  $U_{EGR}$  の低下量は、流路抵抗係数  $K_r$  と正の相関関係にあり、流路抵抗係数  $K_r$  は、流路抵抗体群の構成、すなわち流路抵抗体 33・34 の配置形態に応じて定まる。そこで、ガス流速を最高ガス流速  $U_{EGR}$  以下に抑えるために必要な流路抵抗の最小値に対応する最小流路抵抗係数  $K_{rmin}$  を設定し、この最小流路抵抗係数  $K_{rmin}$  以上となるように流路抵抗体 33・34 を配置することで、ガス流速を最高ガス流速以下に抑えて異物粒子を減速させることができる。このとき、最小流路抵抗係数  $K_{rmin}$  を、最大ガス流量時のガス流速に基づいて求めれば、最大ガス流量時でも異物粒子を減速させることが可能となる。

40

【0064】

また、前記の例と同様に、最大流量時でも異物粒子を流路抵抗部 32 内で静止させるために、流路抵抗部 32 に流入する異物粒子の最高流入初速  $v_{0max}$  と、流れ方向の鉛直方向に対する傾斜角度  $\theta$  に基づいて、前記の例と同様にして、最小流れ方向長さ  $L_{min}$  を決定し、流路抵抗部 32 を最小流れ方向長さ  $L_{min}$  以上に亘って形成する。

50

## 【0065】

このとき、特に流路抵抗部32では、異物粒子が流路抵抗体33・34との衝突によって減速することから、図4に示したように、流路抵抗体33・34がない場合に比較して、流れ方向長さを短くすることができ、流路抵抗体33・34との衝突による減速特性は、流路抵抗体33・34の配置形態に応じて異なる。そこで、ガス流速により規定される最小流れ方向長さ $L_{min}$ を、流路抵抗体33・34の配置形態に応じて補正する、例えば、最小流れ方向長さ $L_{min}$ に補正係数 $K_c$ ( $K_c > 1$ )を乗じる補正を行い、これにより得られた最小流れ方向長さ $L_{min}$ 以上となるように、流路抵抗部32を形成する。

## 【0066】

このように流路抵抗体33・34による減速効果を考慮することで、異物通過抑制部31の流れ方向長さを必要以上に確保することを避けて、異物通過抑制部31の小型化を図ることができる。

10

## 【0067】

図7は、本発明による排気ガス還流装置の別の例を示す要部模式図である。ここでは、異物通過抑制部41が、拡大断面部兼流路抵抗部42を有し、この拡大断面部兼流路抵抗部42では、図1の例と同様に、上流側及び下流側の管路6・7より流路断面積が拡大され、さらに、図6の例と同様に、内部に流路抵抗体43が配設されている。

## 【0068】

このようにすると、拡大断面部42と流路抵抗体43との相乗効果により、ガス流速を大幅に抑制することができ、これより異物通過抑制部41の長さを短くして小型化を図ることができる。

20

## 【0069】

図8は、本発明による排気ガス還流装置の別の例を示す要部模式図である。ここでは、異物通過抑制部51における拡大断面部52の上流側に、流路断面積が漸増する漸拡部53が設けられており、この漸拡部53内には、複数の整流板(ガスガイド)54が、互いの間隙幅が下流側に向かって次第に拡開する態様で設けられている。この整流板54は、円形断面をなし、下流側に向かって径が漸増する筒状に形成されており、複数の整流板54が同心円状に配置されている。

## 【0070】

このようにすると、ガス流入口55から流入した排気還流ガスが、漸拡部53を経て拡大断面部52に至る間に、整流板54により径方向外側に誘導され、これにより拡大断面部52内での排気還流ガスの流れの分布が均一化されるため、流路損失を低減することができ、また、局所的にガス流速が高くなることで異物粒子が通り抜けることを避けることができるため、異物粒子が吸気系に流入することを確実に抑制することができる。

30

## 【0071】

図9は、本発明による排気ガス還流装置の別の例を示す要部模式図である。これらの例は、EGRセパレータとしての異物通過抑制部61・71がEGRクーラを兼用する構成となっている。

## 【0072】

図9(A)に示す例では、異物通過抑制部61の拡大断面部62を筒状に外囲するように、冷却水(冷媒)が流通可能な冷媒流路64を画成するジャケット63が設けられており、拡大断面部62の内部を流通する排気還流ガスを冷却水との熱交換により冷却するようになっている。なお、図示するような拡大断面部を有するものの他、図5・図6の例と同様に、拡大断面部を有しない異物通過抑制部の外周に冷媒流路を形成するジャケットを設けることも可能である。

40

## 【0073】

図9(B)に示す例では、異物通過抑制部71の流路抵抗部72に配設された流路抵抗体73が、中空に形成されて、その空洞が冷却水(冷媒)が流通可能な冷媒流路74となっており、流路抵抗体73の外側を流通する排気還流ガスを冷却水との熱交換により冷却するようになっている。なお、このような構成は、図6の例のように拡大断面部を有しな

50

いものや、図7の例のように拡大断面部を有するもののいずれに適用することも可能である。

【0074】

このようにすると、排気還流ガスの冷却装置を別に設ける必要がなく、排気ガス還流装置がガス流れ方向に長くなることを抑制して、排気ガス還流装置の簡素化及び小型化を図ることができる。さらに、流速抑制手段としての拡大断面部や流路抵抗部では、排気還流ガスの流速が低下することから、ここで排気還流ガスを冷却するようにすると、熱交換効率を高めることができる。

【0075】

なお、前記の例では、吸気過給装置を、排気圧力により駆動する、いわゆる排気ターボ過給機としたが、本発明はこれに限定されるものではなく、機械式過給機や電動過給機であっても良い。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】本発明による排気ガス還流装置の一例を示す模式図である。

【図2】図1に示した異物通過抑制部内での異物粒子に作用する外力の状況を示す模式図である。

【図3】図1に示した異物通過抑制部内で異物粒子を重力の作用で減速させることの可能な条件を示す図である。

【図4】図1に示した異物通過抑制部内で異物粒子が減速して静止するまでの状況を示す図である。

【図5】本発明による排気ガス還流装置の別の例を示す模式図である。

【図6】図5に示した流路抵抗部を詳しく示す模式図である。

【図7】本発明による排気ガス還流装置の別の例を示す要部模式図である。

【図8】本発明による排気ガス還流装置の別の例を示す要部模式図である。

【図9】本発明による排気ガス還流装置の別の例を示す要部模式図である。

【符号の説明】

【0077】

- 1 排気ガス還流装置
- 3 排気系
- 4 吸気系
- 5、31、41、51、61、71 異物通過抑制部
- 6・7 管路
- 8 吸気過給装置、9 タービン、10 コンプレッサ
- 11 排気浄化装置
- 15 ガス流入口、16 ガス流出口
- 17、52、62 拡大断面部
- 21 異物粒子
- 32、72 流路抵抗部
- 42 拡大断面部兼流路抵抗部
- 33、34、43、73 流路抵抗体
- 53 漸拡部
- 54 整流板
- 55 ガス流入口
- 63 ジャケット
- 64、74 冷媒流路

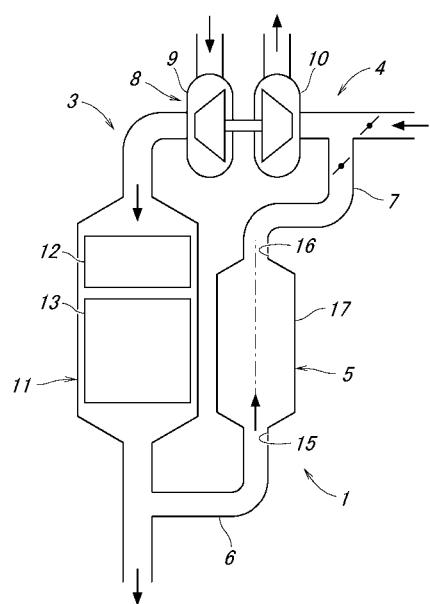
10

20

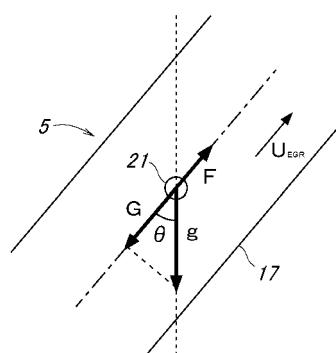
30

40

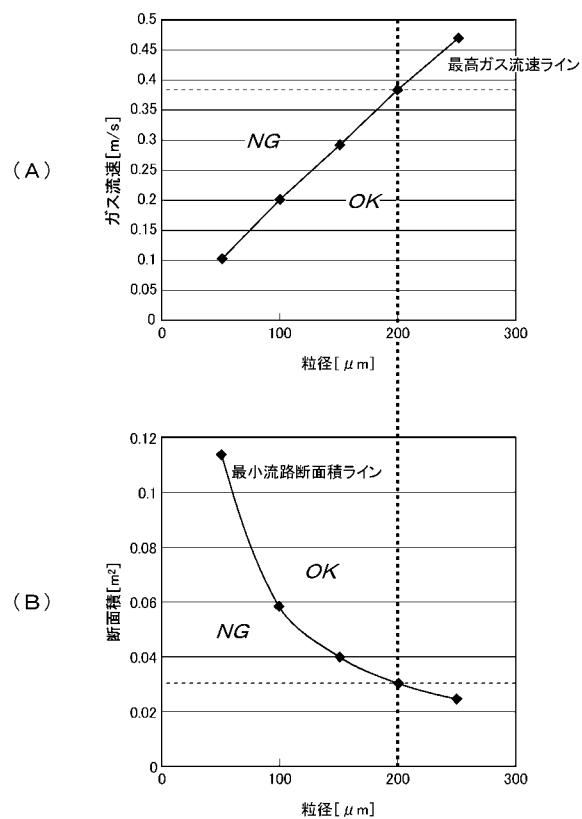
【図1】



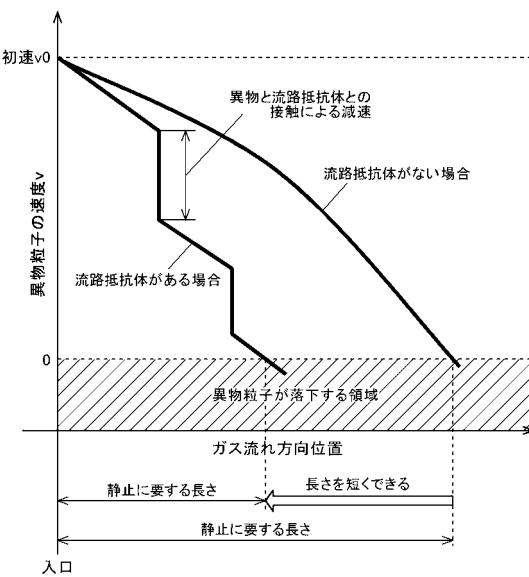
【図2】



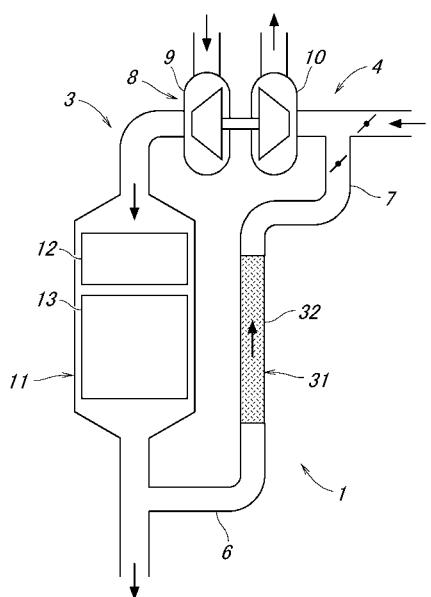
【図3】



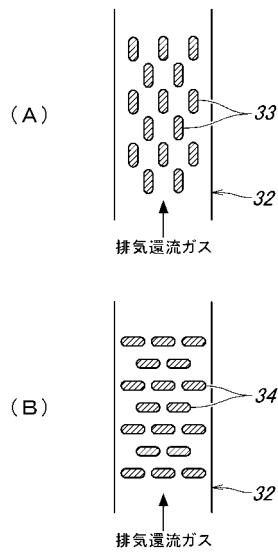
【図4】



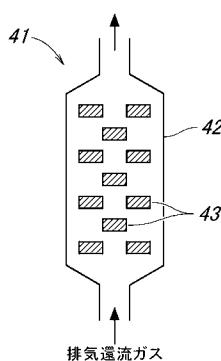
【図5】



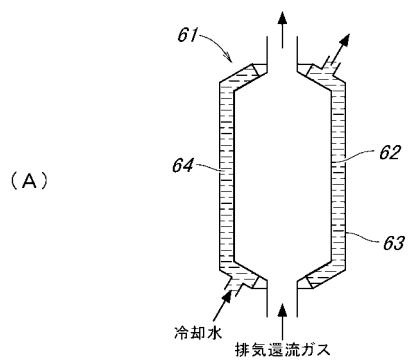
【図6】



【図7】



【図9】



【図8】

