

(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2011-69268

(P2011-69268A)

(43) 公開日 平成23年4月7日(2011.4.7)

(51) Int.Cl.
F 0 1 N 3/02 (2006.01)F 1
F 0 1 N 3/02 3 0 1 Fテーマコード (参考)
3 G 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2009-220042 (P2009-220042)
(22) 出願日 平成21年9月25日 (2009.9.25)(71) 出願人 000004064
日本碍子株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(74) 代理人 100088616
弁理士 渡邊 一平
(74) 代理人 100089347
弁理士 木川 幸治
(74) 代理人 100135987
弁理士 菅野 重慶
(74) 代理人 100154379
弁理士 佐藤 博幸
(74) 代理人 100154829
弁理士 小池 成

最終頁に続く

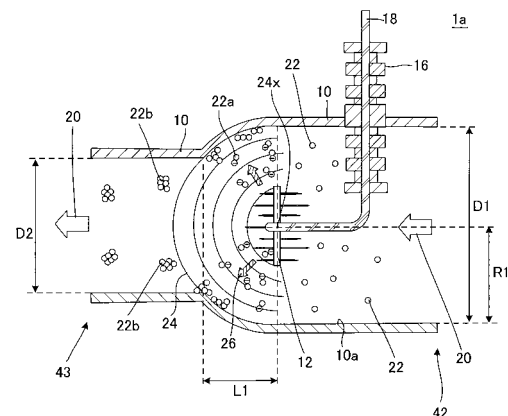
(54) 【発明の名称】 排気ガス処理装置

(57) 【要約】

【課題】排気ガス中に含まれる粒子状物質を凝集させて、排気ガス中に存在する粒子状物質の個数を減少させることが可能な排気ガス処理装置を提供する。

【解決手段】本発明の排気ガス処理装置 1 a は、管体 1 0 と、その内部に配置された放電電極 1 2 と、を備え、管体 1 0 が、放電電極 1 2 によって発生するコロナ放電 2 4 の発生中心点 2 4 x を含む流路に垂直な面 2 5 から、流路の下流側 4 4 に向かう所定の範囲において、管体 1 0 の内径が漸減する形状に構成されてなり、管体 1 0 を通過する排気ガス 2 0 に含まれる粒子状物質 2 2 をコロナ放電 2 4 によって荷電させ、且つ、放電電極 1 2 から管体 1 0 の内壁面 1 0 a に向けて生じる電界 2 6 によって、管体 1 0 の内壁面 1 0 a に集塵して凝集させ、凝集させた粒子状物質 2 2 b を再飛散させることにより、排気ガス 2 0 中に浮遊する粒子状物質 2 2 の個数を減少させるものである。

【選択図】 図 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

排気ガスが通過する流路となる管体と、

前記管体の内部の、前記流路の流れ方向に垂直な断面における中央部に配置された、電圧を印加することによって、その周囲にコロナ放電を生じさせる放電電極と、を備え、

前記管体は、前記放電電極によって発生するコロナ放電の発生中心点を含む前記流路に垂直な面から、前記流路の下流側に向かう所定の範囲において、前記管体の内径が漸減する形状に構成されてなり、

前記管体を通過する排気ガスに含まれる粒子状物質を、前記放電電極により生じたコロナ放電によって荷電させ、荷電させた粒子状物質を、前記放電電極から前記管体の前記内壁面に向けて生じる電界によって前記内壁面に集塵して複数の粒子状物質を凝集させ、凝集させた粒子状物質を再飛散させることにより、前記排気ガス中に浮遊する粒子状物質の個数を減少させる排気ガス処理装置。

10

【請求項 2】

前記放電電極は、前記流路の流れ方向に対して垂直となるように配置された盤状の電極支持体と、前記電極支持体に対して垂直となるように配置された 1 本以上の針状の放電体と、を有し、

前記コロナ放電の発生中心点は、前記管体の前記コロナ放電の発生中心点を含む前記流路に垂直な面の中心点である請求項 1 に記載の排気ガス処理装置。

20

【請求項 3】

前記管体は、前記流路の下流側に向かう前記所定の範囲において、前記コロナ放電の発生中心点から前記管体の内壁面までの距離が、前記コロナ放電の発生中心点を含む前記流路に垂直な面における長さの $\pm 10\%$ の範囲内になるように、前記管体の内径が漸減する形状に構成されてなる請求項 2 に記載の排気ガス処理装置。

【請求項 4】

前記管体は、前記流路の下流側に向かう前記所定の範囲において、荷電された粒子状物質の排気ガスの流れ方向に進行する移動速度と、前記管体の内壁面に引き寄せられるドリフト速度とを考慮した形状に構成されてなる請求項 3 に記載の排気ガス処理装置。

【請求項 5】

前記管体の内径が漸減する前記所定の範囲の長さは、前記管体の前記コロナ放電の発生中心点から、前記流路に垂直な面における前記管体の前記内壁面までの距離の $0.2 \sim 0.9$ 倍の長さである請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の排気ガス処理装置。

30

【請求項 6】

前記放電電極は、前記管体の壁面を貫通して前記流路の流れ方向に垂直な断面における中央部まで延出された碍管により、前記流路の前記中央部に支持されている請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の排気ガス処理装置。

【請求項 7】

前記碍管は、その表面に溝状の凹凸が形成されたものである請求項 6 に記載の排気ガス処理装置。

40

【請求項 8】

駆動機構としてガソリンエンジンを備えた車両の排気系に設置されてなる請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の排気ガス処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、排気ガス処理装置に関する。更に詳しくは、排気ガス中に含まれる粒子状物質を凝集させて、排気ガス中に存在する粒子状物質の個数を減少させることが可能な排気ガス処理装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

50

自動車用エンジン、建設機械用エンジン、産業機械用定置エンジン等の内燃機関、その他の燃焼機器等から排出される排気ガス中の粒子状物質や有害物質は、環境への影響を考慮して排気ガス中から除去する必要性が高まっている。特に、近年、排気ガス中に含まれる粒子状物質（以下「PM」ということがある）の除去に関する規制は世界的に強化される傾向にある。

【0003】

上記したようなPMを含む排気ガス进行处理する排気ガス処理装置としては、例えば、排気ガスが通過する流路の内部に設けた衝突ガイド部材に衝突させて凝集させた後、帯電体で負に帯電させて、正の帯電体に吸着させることにより、電氣的に捕集するものが開示されている（例えば、特許文献1参照）。正の帯電体を通過したPMは、下流のフィルタで捕集され、正の帯電体に通電してヒータとして機能させることで焼却除去される。

10

【0004】

このような排気ガス処理装置は、流路構成が複雑となるため圧力損失が高くなる欠点があり、製作も容易ではない。また、十分な凝集効果が得られないため、粒子状物質が凝集しないまま装置を通り抜けて放出されてしまう。

【0005】

このようなことから、内燃機関の排気管により形成され該排気管の軸線方向に排気ガスが流通する排気通路に、排気ガス中の排気微粒子（即ち、PM）を凝集させる凝集器として、両者の間に高電圧が印加されコロナ放電による電荷を授受する電荷放出及び電荷回収の2種類よりなる電極を、第1の種類の電極の電荷授受部が上記排気通路の径方向の略中心部に位置するように配設して、前記コロナ放電による電荷により排気微粒子を帯電し、電荷を回収する電極において凝集させる凝集器を備えた排気処理装置が開示されている（例えば、特許文献2参照）。

20

【0006】

また、上記したような排気処理装置に用いられ、コロナ放電により帯電された排気微粒子を凝集部により凝集する排気処理装置用凝集器として、凝集部には、帯電部の排気ガス流れの下流側に配置される第1の導電性体を備え、第1の導電性体は、正電位に印加されている排気処理装置用凝集器が開示されている（例えば、特許文献3参照）。

【0007】

更に、エンジンの排気経路に配設され、エンジンの排気ガスに含まれる粒子状物質を凝集して粒径の大きな粒子状物質（凝集PM）を生成するPM凝集手段と、このPM凝集手段より排気ガスの流れ方向下流に配設され、PM凝集手段により凝集された凝集PMを捕集するPM捕集手段とを備えた排気浄化装置が開示されている（例えば、特許文献4参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2001-41024号公報

【特許文献2】特開2005-320955号公報

【特許文献3】特開2005-324094号公報

【特許文献4】特開2006-29267号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上述した特許文献2においては、電荷回収用の電極が、流路の下流側に配置された排気処理装置が開示されているが、このような電極の配置を行った場合、コロナ放電により荷電された粒子状物質が電界によって加速され、電荷回収用の電極に捕捉されることなく通り抜けてしまう。このため、上記の構成では粒子状物質を凝集させる効果が少なく、実際には粒子状物質をほとんど凝集させることができないという問題があった。

50

【 0 0 1 0 】

また、この特許文献 2 に記載された排気処理装置においては、電荷回収用の電極を、流路の内壁面として利用することについても記載されているが、このような場合には、排気ガスの流れに乗って常時下流側に移動している粒子状物質は、流路の内壁面に到達する前に、その電界の範囲を容易に通り抜けてしまう。このため、このような場合においても、粒子状物質を凝集させる効果が少なく、実際には粒子状物質をほとんど凝集させることができないという問題があった。特に、排気ガスの流速が速い場合や、排気ガスに含まれる粒子状物質の数が少ない場合には、流路の内壁面に粒子状物質を捕捉することは極めて困難である。

【 0 0 1 1 】

また、特許文献 3 に記載された排気処理装置用凝集器は、凝集部を構成する第 1 の導電性体に高電圧を印加して、帯電させた粒子状物質を引き寄せるように構成されたものであり、特許文献 2 に開示された排気処理装置と比較して、帯電させた粒子状物質の移動距離を短くすることができ、更に、凝集効果も高くなっている。しかしながら、電極（帯電部及び凝集部）の構成が極めて複雑であり、大きな振動等が加わる自動車等に用いることが困難であるという問題があった。

【 0 0 1 2 】

また、特許文献 4 に記載された排気浄化装置に用いられる P M 凝集手段は、上述した特許文献 2 に記載された排気処理装置と同様に、粒子状物質を排気ガスの流れ方向に加速させてしまうため、粒子状物質を凝集させる効果が少なく、実際には粒子状物質をほとんど凝集させることができないという問題があった。

【 0 0 1 3 】

更に、上述した特許文献 2 ～ 4 に記載された排気処理装置は、ディーゼルエンジン等の、粒子状物質を比較的に大量に含む排気ガスを処理するために開発されたものであり、例えば、ディーゼルエンジン等と比較して排気ガス中の粒子状物質の数が少ないガソリンエンジン等に使用した場合には、凝集の対象となる粒子状物質の数が少なく、且つ粒子状物質の粒子径も小さいため、粒子状物質を凝集させる効果が更に低下してしまう。

【 0 0 1 4 】

特に、2012 年から、排気ガス規制として、ユーロ 6 による新たな基準が適用されることとなっており、駆動機構としてガソリンエンジンを備えた車両にも対応可能な排気ガス処理装置の開発が要望されている。特に、ガソリンエンジンはトルクが低いため、排気ガスの圧力損失を増大させるようなフィルタを排気系に配置すると、ノッキングが起こり易くなり、エンジン等の故障の原因となるため、エンジン等に負担を与え難い機構を備えた排気ガス処理装置の開発が要望されている。

【 0 0 1 5 】

また、ガソリンエンジンの排気系にフィルタを配置し、長距離を走行した際には、燃料のガソリン中に含まれる成分から由来するアッシュ（灰）堆積が大きな問題となる。アッシュ（灰）は P M とは異なり、フィルタにおいて高温再生（焼き飛ばし）を行ったとしても消滅しないため、結果、フィルタ内における目詰まりが発生し、圧力損失増加の原因となっている。

【 0 0 1 6 】

本発明は、上述のような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、排気ガス中に含まれる粒子状物質を凝集させて、排気ガス中に存在する粒子状物質の個数を減少させることが可能な排気ガス処理装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 7 】

本発明者らは、上記した従来技術の課題を解決するために鋭意検討した結果、排気ガスが通過する流路となる管体内にコロナ放電を発生させる放電電極を配設し、この電極によって発生したコロナ放電によって粒子状物質を荷電させ、荷電させた粒子状物質を管体の内壁面にて捕捉し凝集させて肥大化させた後、その肥大化させた粒子状物質を再飛散させ

10

20

30

40

50

る排気ガス処理装置において、コロナ放電を発生させる発生点から流路の下流側に向かう所定の範囲において、上記管体の形状を、その内径が漸減するような括れ形状とすることによって、前記課題が解決されることに想到し、本発明を完成させた。具体的には、本発明により、以下の排気ガス処理装置が提供される。

【 0 0 1 8 】

[1] 排気ガスが通過する流路となる管体と、前記管体の内部の、前記流路の流れ方向に垂直な断面における中央部に配置された、電圧を印加することによって、その周囲にコロナ放電を生じさせる放電電極と、を備え、前記管体は、前記放電電極によって発生するコロナ放電の発生中心点を含む前記流路に垂直な面から、前記流路の下流側に向かう所定の範囲において、前記管体の内径が漸減する形状に構成されてなり、前記管体を通過する排気ガスに含まれる粒子状物質を、前記放電電極により生じたコロナ放電によって荷電させ、荷電させた粒子状物質を、前記放電電極から前記管体の前記内壁面に向けて生じる電界によって前記内壁面に集塵して複数の粒子状物質を凝集させ、凝集させた粒子状物質を再飛散させることにより、前記排気ガス中に浮遊する粒子状物質の個数を減少させる排気ガス処理装置。

10

【 0 0 1 9 】

[2] 前記放電電極は、前記流路の流れ方向に対して垂直となるように配置された盤状の電極支持体と、前記電極支持体に対して垂直となるように配置された 1 本以上の針状の放電体と、を有し、前記コロナ放電の発生中心点は、前記管体の前記コロナ放電の発生中心点を含む前記流路に垂直な面の中心点である前記 [1] に記載の排気ガス処理装置。

20

【 0 0 2 0 】

[3] 前記管体は、前記流路の下流側に向かう前記所定の範囲において、前記コロナ放電の発生中心点から前記管体の内壁面までの距離が、前記コロナ放電の発生中心点を含む前記流路に垂直な面における長さの $\pm 10\%$ の範囲内になるように、前記管体の内径が漸減する形状に構成されてなる前記 [2] に記載の排気ガス処理装置。

【 0 0 2 1 】

[4] 前記管体は、前記流路の下流側に向かう前記所定の範囲において、荷電された粒子状物質の排気ガスの流れ方向に進行する移動速度と、前記管体の内壁面に引き寄せられるドリフト速度とを考慮した形状に構成されてなる前記 [3] に記載の排気ガス処理装置。

30

【 0 0 2 2 】

[5] 前記管体の内径が漸減する前記所定の範囲の長さは、前記管体の前記コロナ放電の発生中心点から、前記流路に垂直な面における前記管体の前記内壁面までの距離の $0.2 \sim 0.9$ 倍の長さである前記 [1] ~ [4] のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

【 0 0 2 3 】

[6] 前記放電電極は、前記管体の壁面を貫通して前記流路の流れ方向に垂直な断面における中央部まで延出された碍管により、前記流路の前記中央部に支持されている前記 [1] ~ [5] のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

【 0 0 2 4 】

[7] 前記碍管は、その表面に溝状の凹凸が形成されたものである前記 [6] に記載の排気ガス処理装置。

40

【 0 0 2 5 】

[8] 駆動機構としてガソリンエンジンを備えた車両の排気系に設置されてなる前記 [1] ~ [7] のいずれかに記載の排気ガス処理装置。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 6 】

本発明の排気ガス処理装置は、排気ガス中に含まれる粒子状物質を凝集させて、排気ガス中に存在する粒子状物質の個数を減少させることができる。特に、本発明の排気ガス処理装置は、排気系の圧力損失の上昇を招くフィルタ等を設置しなくとも、排気ガス中の粒子状物質の個数を減少させることができるため、圧力損失の上昇を招くフィルタ等を設置

50

することで悪影響が生じるガソリンエンジン等から排出される排気ガスを処理する排気ガス処理装置として好適に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の排気ガス処理装置の一の実施形態を模式的に示す側面図である。

【図2】図1に示す排気ガス処理装置を上流側から見た平面図である。

【図3】図2に示す排気ガス処理装置のA-A'断面を示す断面図である。

【図4】本発明の排気ガス処理装置の一の実施形態によって排気ガスを処理する過程を模式的に説明する説明図である。

【図5】本発明の排気ガス処理装置の他の実施形態を模式的に示す断面図である。

10

【図6】本発明の排気ガス処理装置の他の実施形態によって排気ガスを処理する過程を模式的に説明する説明図である。

【図7】本発明の排気ガス処理装置に用いられる放電電極の一例を模式的に示す正面図である。

【図8】図7に示す放電電極の側面図である。

【図9】本発明の排気ガス処理装置に用いられる碍管の一例を模式的に示す側面図である。

【図10】図9に示す碍管の上面図である。

【図11】本発明の排気ガス処理装置に用いられる碍管の他の例を模式的に示す側面図である。

20

【図12】図11に示す碍管の上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

本発明を実施するための実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明は、これらに何ら限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて、種々の変更、修正、改良を加え得るものであることは言うまでもない。

【0029】

〔1〕排気ガス処理装置：

図1は、本発明の排気ガス処理装置の一の実施形態を模式的に示す側面図であり、図2は、図1に示す排気ガス処理装置を上流側から見た平面図である。また、図3は、図2に示す排気ガス処理装置のA-A'断面を示す断面図である。また、図4は、本発明の排気ガス処理装置の一の実施形態によって排気ガスを処理する過程を模式的に説明する説明図である。なお、図4は、図3に示す断面図の一部を拡大した断面図である。

30

【0030】

図1～図4に示すように、本実施形態の排気ガス処理装置1aは、排気ガス20が通過する流路となる管体10と、この管体10の内部の、上記流路の流れ方向に垂直な断面における中央部に配置された、電圧（具体的には、高電圧）を印加することによって、その周囲にコロナ放電24を生じさせる放電電極12と、を備えている。

【0031】

40

そして、本実施形態の排気ガス処理装置1aは、管体10を通過する排気ガス20に含まれる粒子状物質22を、上記放電電極12により生じたコロナ放電24によって荷電させ、荷電させた粒子状物質22aを、放電電極12から管体10の内壁面10aに向けて生じる電界26によって、上記内壁面10aに集塵して複数の粒子状物質22aを凝集させ、凝集させた粒子状物質22bを再飛散させることにより、排気ガス20中に浮遊する粒子状物質22の個数を減少させるものである。

【0032】

そして、本実施形態の排気ガス処理装置1aにおいては、上述した管体10が、放電電極12によって発生するコロナ放電24の発生中心点24xを含む流路に垂直な面25から、流路の下流側43に向かう所定の範囲において、管体10の内径が漸減する形状に構

50

成されている。なお、図 4 において、符号 4 2 は、流路の上流側を示している。

【 0 0 3 3 】

本実施形態の排気ガス処理装置 1 a において、電界 2 6 によって管体 1 0 の内壁面 1 0 a に引き寄せられた粒子状物質 2 2 a は、管体 1 0 に接触することによって電荷を受け渡し、管体 1 0 の内壁面 1 0 a に捕捉（即ち、集塵）される。このようにして、荷電された粒子状物質 2 2 a は、次々と管体 1 0 の内壁面 1 0 a に引き寄せられ、管体 1 0 の内壁面 1 0 a に捕捉される。捕捉された複数の粒子状物質はクーロン力によって凝集され、複数の粒子状物質 2 2 b の集合体となる。その後、ある一定の大きさまで凝集により肥大化した粒子状物質 2 2 b は、その質量が増大し、管体 1 0 の内壁面 1 0 a に留まること（即ち、捕捉され続けること）ができずに、排気ガス 2 0 の流れに乗って下流側 4 4 に排出される。このようにして、排気ガス 2 0 中に存在する粒子状物質 2 2 の見かけ上の個数が減少する。

10

【 0 0 3 4 】

このように、本実施形態の排気ガス処理装置は、排気ガス中に含まれる粒子状物質を荷電させることによって管体の内壁面にて捕捉し、複数の粒子状物質を凝集させて肥大化させた後、その粒子状物質を再飛散させることにより、排気ガス中の粒子状物質の個数（見かけ上の個数）を減少させることができる。特に、本実施形態の排気ガス処理装置は、排気系の圧力損失の上昇を招くフィルタ等を設置しなくとも粒子状物質の個数を減少させることができ、また、排気ガス中の粒子状物質の個数が少ない場合であっても粒子状物質を良好に凝集させることができるため、例えば、ディーゼルエンジン等の粒子状物質を比較的に大量に含む排気ガスだけでなく、駆動機構としてガソリンエンジンを備えた車両の排気系に設置し、ガソリンエンジンから排出される排気ガスを処理する排気ガス処理装置としても好適に用いることができる。

20

【 0 0 3 5 】

なお、従来、排気ガス中に含まれる粒子状物質を荷電し、複数の粒子状物質を凝集させる排気ガス処理装置（例えば、上述した特許文献 2 参照）が提案されている。しかしながら、このような排気ガス処理装置において、電荷回収用の電極が、流路の下流側に配置された場合には、コロナ放電により荷電された粒子状物質が電界によって加速され、電荷回収用の電極に捕捉されることなく通り抜けてしまう。このため、上記の構成では粒子状物質を凝集させる効果が少なく、実際には粒子状物質をほとんど凝集させることができないという問題があった。

30

【 0 0 3 6 】

また、この特許文献 2 に記載された排気処理装置においては、電荷回収用の電極を、流路の内壁面として利用することについても記載されているが、このような場合には、排気ガスの流れに乗って常時下流側に移動している粒子状物質は、流路の内壁面に到達する前に、その電界の範囲を容易に通り抜けてしまう。このため、このような場合においても、粒子状物質を凝集させる効果が少なく、実際には粒子状物質をほとんど凝集させることができないという問題があった。特に、排気ガスの流速が速い場合や、排気ガスに含まれる粒子状物質の数が少ない場合には、流路の内壁面に粒子状物質を捕捉することは極めて困難である。

40

【 0 0 3 7 】

即ち、放電電極から管体の内壁面に向けて生じる電界は、コロナ放電の発生中心点（例えば、放電電極が針状の場合には、その先端）から球面状（等電位面）に広がり、上記発生中心点から距離が離れるに従って電界の強さが弱くなっていく。このため、上記発生中心点から下流側に向かうに従って、管体の外側ほど電界の強さが弱くなる傾向にあり、同一内径の筒状の管体では、排気ガスの流れに乗って常時移動している粒子状物質を捕捉する効率が極めて悪くなってしまう。

【 0 0 3 8 】

本実施形態の排気ガス処理装置は、コロナ放電を発生させる発生中心点から流路の下流側に向かう所定の範囲において、管体の形状が、その内径が漸減するような括れ形状とな

50

っているため、荷電させた粒子状物質を、上記管体の括れ部分の内壁面に良好に捕捉することができる。特に、コロナ放電の発生中心点を基点として、略球面状（等電位面）に広がる電界に近似した形状に、上記管体の内壁面を構成する（即ち、管体の内径が漸減する形状に構成する）ことによって、荷電された粒子状物質をより良好に捕捉することが可能となる。

【 0 0 3 9 】

なお、本実施形態の排気ガス処理装置における放電電極は、放電電極により生じるコロナ放電の発生中心点が、管体の流路に垂直な面の中心点となるような位置に配置されたものであることが好ましい。これにより、コロナ放電の発生中心点の特定が容易となる。即ち、管体の流路に垂直な面の中心点が、コロナ放電（或いは、電界）の発生中心点となる。なお、放電電極の形状が、管体の流路に垂直な面において、回転対称等の対称形状である場合には、放電電極の中心点を、管体の流路に垂直な面の中心点に位置するように配置することにより、コロナ放電の発生中心点を、管体の流路に垂直な面の中心点とすることができる。

10

【 0 0 4 0 】

なお、管体の内径を漸減させることによって、粒子状物質を管体の内壁面に捕捉する効率を向上させることができるが、その一方で、流路の内径が窄まるために、排気系の圧力損失は増大する傾向にある。このため、図 4 に示すように、管体 10 の内径が漸減する「所定の範囲の長さ L 1」は、管体 10 のコロナ放電 24 の発生中心点 24 x から、流路に垂直な面における管体 10 の内壁面 10 a までの距離 R 1（即ち、管体 10 の垂直な断面における半径）の 0.2 ～ 0.9 倍の長さであることが好ましく、0.4 ～ 0.7 倍の長さであることが更に好ましく、0.5 ～ 0.6 倍の長さであることが特に好ましい。このように構成することによって、圧力損失の増大を最小限に抑制しつつ、粒子状物質を捕捉する効率を良好に向上させることができる。

20

【 0 0 4 1 】

また、管体 10 の内径が漸減する以前の内径 D 1（即ち、コロナ放電 24 の発生中心点 24 x よりも上流側における管体 10 の内径）に対する、管体 10 の内径が漸減した以降の内径 D 2 の減少率（以下、「管体の内径の減少率」という）は、0.6 ～ 48 % であることが好ましく、5 ～ 23 % であることが更に好ましく、9 ～ 15 % であることが特に好ましい。なお、上記管体の内径の減少率は、下記式（1）によって求めることができる。

30

$$\text{管体の内径の減少率} = (D1 - D2) / D1 \times 100 \quad \cdots (1)$$

（ここで、上記式（1）中、D 1 は管体の内径が漸減する以前の内径であり、D 2 は管体の内径が漸減した以降の内径である。）

【 0 0 4 2 】

また、本実施形態の排気ガス処理装置に用いられる管体としては、流路の下流側に向かう所定の範囲において、コロナ放電の発生中心点から管体の内壁面までの距離が、前記コロナ放電の発生中心点を含む流路に垂直な面における長さ（即ち、管体の断面における半径 R 1（図 4 参照））の ± 10 % の範囲内になるように、管体の内径が略球面状に漸減する形状に構成されてなることが好ましい。例えば、- 10 % の範囲を超えると、管体の内径が急激に狭くなってしまうため、排気ガス処理装置を設置することによって排気系の圧力損失が増大してしまうことがある。一方、+ 10 % の範囲を超えると、管体が括れる（換言すれば、流路の窄まる）割合が小さくなり、排気ガスの流れに乗って移動する粒子状物質が、有効な電界の範囲を超え易くなってしまうことがある。

40

【 0 0 4 3 】

電界中を移動する荷電された粒子状物質は、クーロン力によって、管体の内壁面方向に、排気ガスの粘性抵抗と釣り合った速度で移動している。なお、この管体の内壁面方向に移動する速度を、「ドリフト速度（w）」ということがある。

【 0 0 4 4 】

本実施形態の排気ガス処理装置に用いられる管体としては、流路の下流側に向かう所定の範囲において、荷電された粒子状物質の排気ガスの流れ方向に進行する移動速度（v）

50

と、管体の内壁面に引き寄せられるドリフト速度（ w ）とを考慮した形状に構成されてなることが更に好ましい。即ち、管体の内面形状は、単に、等電位面を考慮した球面状とするのではなく、管体の内壁面に引き寄せられるドリフト速度（ w ）についても考慮した形状とすることによって、荷電された粒子状物質をより良好に捕捉することができる。

【0045】

以下、上述したドリフト速度（ w ）の算出方法、及び排気ガスの流れ方向に進行する移動速度（ v ）とドリフト速度（ w ）とを考慮した管体形状の決定方法について更に詳細に説明する。

【0046】

ドリフト速度（ w ）は、粒子状物質の帯電量（ q ）、荷電電界強度（ E ）、ガス（排気ガス）の粘度（ μ ）、粒子状物質の半径（ a ）、カニンガムの補正係数（ C_m ）により、下記式（2）によって求めることができる。

【0047】

【数1】

$$w = \frac{3 q E}{6 \pi \mu a} C_m \quad \dots \quad (2)$$

【0048】

但し、実際の排気ガス処理装置においては、荷電された粒子状物質（帯電粒子ともいう）を捕捉する空間にはコロナ風が存在しており、帯電粒子の空間電荷を考慮した電界を求めることは困難であるため、粒子状物質を実験的に捕捉（集塵）する集塵効率（ η ）の実験値（測定値）から「見かけのドリフト速度（ w_d ）」を算出し、この「見かけのドリフト速度（ w_d ）」を、実際のドリフト速度として、理想的な管体形状の決定することが好ましい。なお、集塵効率（ η ）の実験値（測定値）は、粒子個数計測器、例えば、DEKATI社製の電子式低圧インパクタによって測定することができる。

【0049】

なお、上述した集塵効率（ η ）は、排気ガス処理装置の入口側の粒子状物質の濃度（ W_i ）と、出口側の粒子状物質の濃度（ W_o ）とから、下記式（3）によって表される。そして、集塵効率（ η ）の推定式は、ドイッチェ（Deutsche）の式によって、下記式（4）によって表される。

【0050】

$$\eta = 1 - W_o / W_i \quad \dots \quad (3)$$

$$\eta = 1 - \exp(-w_d A / Q) \quad \dots \quad (4)$$

（ここで、上記式（4）中、 A は集塵する電極の面積（即ち、管体の内壁面の面積）、 Q は単位時間当たりのガスの流量を示す。）

【0051】

上述した実験値（集塵効率（ η ）の測定値）と、上記式（4）及び式（5）とによって、「見かけのドリフト速度（ w_d ）」を算出することができる。なお、例えば、集塵する電極の面積（ A ）は、管体の内部を円柱状とし、放電電極の先端から200mmの範囲の内壁面の面積とし、単位時間当たりのガスの流量（ Q ）は、 $15916 \text{ cm}^3 / \text{sec}$ （ $0.955 \text{ m}^3 / \text{min}$ ）とする。

【0052】

また、荷電された粒子状物質の排気ガスの流れ方向に進行する移動速度（ v ）は、上記単位時間当たりのガスの流量（ Q ）から算出することができる。

【0053】

排気ガスの流れ方向に進行する移動速度（ v ）とドリフト速度（見かけのドリフト速度（ w_d ））とを考慮した管体形状の決定方法としては、コロナ放電の発生中心点からの等電位面に対して、排気ガスの流れ方向における各位置でのドリフト移動距離を加えることによって、略楕円形状の管体形状を決定することができる。例えば、コロナ放電の発生中

10

20

30

40

50

心点からの等電位面までの距離を R とした場合、ドリフト速度を考慮した管体形状を構成する点 R' の極座標 (x, y) は、下記式 (5) 及び (6) によって表すことができ、上記ドリフト速度を考慮した管体形状を構成する点 R' の極座標 (x, y) を用い、且つ、管体の内径が漸減する所定の範囲の長さを適宜決定することによって、ドリフト速度を考慮した管体形状を決定することができる。

$$x = R \cos \theta \quad \cdots \quad (5)$$

$$y = R \sin \theta + R \cos \theta \cdot w_d / v \quad \cdots \quad (6)$$

【0054】

なお、例えば、コロナ放電の発生中心点からの等電位面に対して、配管方向 0.05 m 毎にドリフト移動距離を算出し、電界による粒子状物質の移動距離（ドリフト移動距離）を加味した略楕円形状を規定することによっても、ドリフト速度を考慮した管体形状を決定することができる。

【0055】

なお、このようにして、管体の形状を決定する場合には、計算の簡略化のため、以下のような仮定を用いることが好ましい。

(1) 放電電極の先端より下流側 200 mm の管体の内壁面積を電極面積とする（なお、管体は直管（配管内径が一定）のものと仮定する）。

(2) 単位時間当たりのガスの流量 (Q)、及び見かけのドリフト速度 (w_d) は、管体中の粒子状物質の位置に寄らず一定とする。

(3) 放電電極の先端が複数個存在する場合であっても、見かけの電界中心点（コロナ放電の発生中心点）は、流路に垂直な面の中心点とする。

(4) 放電電極の上流側にも電界は生じるが、放電電極よりも下流側にて粒子状物質の捕集を行うため、管体の括れは、流路の下流側のみとする。なお、放電電極の上流側に発生する電界による粒子状物質のドリフトについても無視するものとする。

【0056】

以上のようにして、管体の形状を、荷電された粒子状物質を捕捉し、捕捉した粒子状物質を凝集させ、更に、凝集させて肥大化した粒子状物質を再飛散させるのにより適した形状とすることができる。更に、上記した仮定を用いることにより、より簡便に管体の形状を決定することができる。

【0057】

なお、本実施形態の排気ガス処理装置によって、排気ガス中の粒子状物質の個数の減少を確認する方法としては、排気ガス処理装置の下流側（出口側）に粒子個数計測器を設置し、排気ガス中の粒子状物質の個数を測定することによって行うことができる。上記粒子個数計測器としては、例えば、DEKATI社製の電子式低圧インパクト（ELPI: Electrical Low Pressure Impactor、以下「ELPI」ということがある）を挙げることができる。このようなELPIによれば、粒子径が $0.007 \sim 10 \mu\text{m}$ の範囲の粒子状物質の個数の測定（サンプリング）が可能である。なお、測定に際しては、粒子状物質は以下の粒径ごとに分級される。 $0.007 \sim 0.014$ 、 $0.014 \sim 0.0396$ 、 $0.0396 \sim 0.0718$ 、 $0.0718 \sim 0.119$ 、 $0.119 \sim 0.200$ 、 $0.200 \sim 0.315$ 、 $0.315 \sim 0.482$ 、 $0.482 \sim 0.760$ 、 $0.760 \sim 1.23$ 、 $1.23 \sim 1.95$ 、 $1.95 \sim 3.08$ 、 $3.08 \sim 6.27$ （単位 μm ）。

【0058】

より具体的な測定方法としては、まず、排気ガス処理装置の下流側に粒子個数計測器を設置し、放電電極に電圧を印加した場合（電圧印加時）と、電圧を印加しない場合（非電圧印加時）とで、排気ガス中の粒子状物質の個数を測定（サンプリング）する。次に、測定された各粒径毎の測定データの和から、下流側から排出される粒子状物質の全個数（排出全個数）を算出する。次に、電圧印加時と非印加時におけるそれぞれの排出全個数のデータより、本実施形態の排気ガス処理装置によって削減された粒子状物質の個数の割合を求めることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

本実施形態の排気ガス処理装置を用いて排気ガスを処理する場合、処理対象となる排気ガスの流速については特に制限はなく、例えば、排気ガスの流速が 200 m/s までは、粒子状物質の個数を良好に減少させることができる。なお、駆動機構としてガソリンエンジンを備えた一般的な乗用車の走行時における排気ガスの流速は、 150 m/s (2 L エンジン、 6000 回転、排ガス温度 600 程度の場合)であるため、このような車両であっても本実施形態の排気ガス処理装置を用いて排気ガスの処理を良好に行うことができる。

【 0 0 6 0 】

以下、本実施形態の排気ガス処理装置について、各構成要素毎に更に詳細に説明する。

10

【 0 0 6 1 】

〔 1 - 1 〕 管体：

管体は、内燃機関等から排出された、粒子状物質を含む排気ガスが通過する排気系に接続された、排気ガスが通過する流路となるものである。そして、この管体は、これまでに説明したように、コロナ放電の発生中心点を含む流路に垂直な面から、流路の下流側に向かう所定の範囲において、管体の内径が漸減する形状に構成されている。なお、このような管体は、内燃機関からの排気ガスを排出する排気管に、別途接続されたものであってもよいし、内燃機関に設けられた排気管の一部を、本実施形態の排気ガス処理装置における管体として用いてもよい。

【 0 0 6 2 】

20

本実施形態の排気ガス処理装置においては、この管体の内部に放電電極が配置されており、この管体の内部にて、(1)粒子状物質をコロナ放電によって荷電し、(2)荷電させた粒子状物質を電界によって管体の内壁面にて捕捉し、(3)捕捉した粒子状物質の複数を凝集させ、(4)凝集させた粒子状物質を再飛散させる、という排気ガスの処理が行われる。

【 0 0 6 3 】

このような管体は、排気ガスが通過する流路として利用されるだけでなく、放電電極との間に電界を発生させるための対向電極としても利用される。このため、管体は、導電性材料から構成されたものであることが好ましい。管体を放電電極の対向電極として利用する場合には、管体はアース等に接地されたものであることが好ましい。

30

【 0 0 6 4 】

管体としては、自動車の排気管に使用されるステンレス、鉄等の導電性材料からなるものを好適に用いることができる。

【 0 0 6 5 】

管体の長さについては特に制限はなく、放電電極がその内部に配置され、且つ、上述したように管体の内径が漸減する範囲が設けられ、この管体内部にて、上記粒子状物質の荷電から再飛散を行える程度の長さを有していればよい。

【 0 0 6 6 】

また、管体は、中心軸が直線状の円筒状のものであり、上記した範囲にて内径が括れるように構成されたものであることが好ましい。このように構成することによって、荷電された粒子状物質を良好に捕捉することができるとともに、過度の圧力損失の上昇を抑制することができる。

40

【 0 0 6 7 】

〔 1 - 2 〕 放電電極：

放電電極は、排気ガス中の粒子状物質を荷電するコロナ放電を発生させるための電極であり、管体の内部の、流路の流れ方向に垂直な断面における中央部に配置されている。また、この放電電極は、流体の流路となる管体の内壁面を対向電極として、荷電された粒子状物質を捕捉するための電界を発生させる電極としても利用されている。これにより荷電された粒子状物質が、管体の内壁面に集塵(捕捉)される。

【 0 0 6 8 】

50

放電電極は、管体内部を通過する排気ガス中のより多くの粒子状物質、より好ましくは全ての粒子状物質が、コロナ放電が発生している空間を通過するように、放電電極の周囲を含め、管体によって形成される流路の内壁面までの領域にコロナ放電を発生させることができるように構成されたものであることが好ましい。

【0069】

図1～図4に示す排気ガス処理装置1aにおいては、放電電極12が、管体10の壁面を貫通して流路の流れ方向に垂直な断面における中央部まで延出された碍管16により、流路の中央部に支持されている。碍管16の内部には、放電電極12に電圧（高電圧）を印加するための配線を含む電圧導入部18が配置されており、電圧導入部18と管体10との電気絶縁性を確保した状態で、電圧導入部18と放電電極12とが電氣的に接続されている。

10

【0070】

なお、図1～図4においては、コロナ放電24の発生中心点24xよりも上流側にて、管体10の壁面を貫通するように碍管16が配設された場合の例を示しているが、例えば、図5及び図6に示す排気ガス浄化装置1bのように、コロナ放電24の発生中心点24xよりも下流側にて、管体10の壁面を貫通するように碍管16が配設されていてもよい。このような場合には、碍管16は、管体10の内径が漸減する形状に構成された部分を貫通するように配置されている。なお、図1～図4に示すような、コロナ放電24の発生中心点24xよりも上流側にて碍管16が配設された場合の方が、碍管16及び放電電極12の取り付けが簡便であるという利点がある。ここで、図5は、本発明の排気ガス処理装置の他の実施形態を模式的に示す断面図であり、図6は、本発明の排気ガス処理装置の他の実施形態によって排気ガスを処理する過程を模式的に説明する説明図である。なお、図5は、図3示す断面図と同様の断面を示すものである。

20

【0071】

放電電極は、電極の先端部分が鋭角に形成されており、放電電極と管体の内壁面との間に高電圧が印加されることにより、放電電極（より具体的には、上記した鋭角に形成された先端部分）にコロナ放電を生じるものであれば、その形状については特に制限はない。図1～図4に示す排気ガス処理装置1aにおいては、図7及び図8に示すように、放電電極12が、流路の流れ方向に対して垂直となるように配置された盤状の電極支持体12aと、この電極支持体12aに対して垂直となるように（即ち、流れ方向に対して平行となるように）配置された複数の針状の放電体12bと、を有する場合の例を示している。このように構成することによって、針状の放電体12bの先端部分に電界が集中し、良好にコロナ放電を発生させることができる。また、針状の放電体12bとすることによって、先端部分が多少磨耗しても電界を集中させてコロナ放電を生じさせることができる。なお、針状とは、先端部分が鋭利に尖ったものの他、放電体全体が細い棒状のものをいう。なお、このような形状の放電電極12は、電極支持体12aの中央部分が、電圧導入部18（図1参照）からの電圧を導入する部分となっている。

30

【0072】

ここで、図7は、本発明の排気ガス処理装置に用いられる放電電極の一例を模式的に示す正面図であり、図8は、図7に示す放電電極の側面図である。

40

【0073】

なお、図7及び図8においては、電極支持体12aのそれぞれの面における外側に、等間隔に12本の放電体12bが配置され、更にこの12本の放電体12bが配置された位置よりも内側に、4本の放電体12bが配置されている。また、内側に配置された4本の放電体12bは、外側の12本の放電体12bよりも長さが長くなっている。このように構成することによって、管体内部のより広い範囲にわたってコロナ放電を発生させることができ、排気ガス中の粒子状物質を良好に荷電することができる。また、組み立て、部材作製が容易であり、排気ガス中の大部分の粒子状物質を放電部近辺に通過させられることで、多くの粒子状物質を良好に荷電することができる。

【0074】

50

なお、上記したように放電電極の先端が複数個存在する場合、例えば、図 7 及び図 8 に示すように、放電電極 1 2 が、流路の流れ方向に対して垂直となるように配置された盤状の電極支持体 1 2 a と、この電極支持体 1 2 a に対して垂直となるように配置された 2 本以上の針状の放電体 1 2 b と、を有する場合であっても、コロナ放電の発生中心点（換言すれば、電界の発生中心点）は、流路に垂直な面の中心点とすることができる。

【0075】

なお、放電電極の形状は、上述した電極支持体に針状の放電体が配設された形状に限定されることはなく、例えば、電極支持体に、少なくとも一辺が鋭利な刃先状の板状体が複数配置されたものであってもよい。このような放電電極の場合には、板状体の刃先に電界が集中してコロナ放電が発生する。

10

【0076】

放電電極を構成する材料については、従来、排気ガス中の粒子状物質を荷電することによって凝集を行う排気ガス処理装置に使用される電極を構成する材料と同様のものを好適に用いることができる。具体的には、例えば、ステンレス、鉄、ニッケル、コバルト、白金、銅、金、モリブデン、タングステン等を挙げることができる。

【0077】

また、本実施形態の排気ガス処理装置に用いられる放電電極は、電界が集中するように放電体部分に鋭利な部分がより多く形成される形状が好ましい。また、管体内の断面中心から放射状に放電体が設置されており、圧力損失の低下を招かないような形状が好ましい。また、図 7 及び図 8 に示す放電体 1 2 b のように、実際の放電箇所が多く存在できるように構成されたものであることがより好ましい。

20

【0078】

〔1-3〕碍管：

上述したように、本実施形態の排気ガス処理装置においては、管体の内部に配置される放電電極が、管体の壁面を貫通して流路の流れ方向に垂直な断面における中央部まで延出された電気絶縁性を有する碍管により、流路の中央部に支持されていることが好ましい。このように構成することによって、放電電極によりコロナ放電を良好に発生させることができるとともに、粒子状物質を捕捉する電界を良好に発生させることができる。

【0079】

碍管の材料としては、例えば、アルミナ、コージェライト、ムライト、ガラス等を挙げることができ、絶縁性、耐熱性、耐熱衝撃性、耐食性、機械的強度等に優れたアルミナ等をより好適に用いることができる。

30

【0080】

このような碍管は、各電極に電圧を印加した際に、碍管の表面にて沿面放電を生じないように構成されたものであることが好ましい。例えば、図 9 及び図 10 に示すように、本実施形態の排気ガス処理装置に用いられる碍管 1 6 としては、その表面に溝状の凹凸 3 4 が形成されたものを好適に用いることができる。ここで、図 9 は、本発明の排気ガス処理装置に用いられる碍管の一例を模式的に示す側面図であり、図 10 は、図 9 に示す碍管の上面図である。

【0081】

また、碍管に対して煤等の粒子状物質が付着した場合には、碍管に付着した粒子状物質によって管体と放電電極の間に絶縁破壊が生じ、コロナ放電や集塵のための電界の発生を阻害することがある。このため、例えば、碍管の内部にヒータを配設し、碍管の表面に粒子状物質が付着した場合に、ヒータを加熱することによって、碍管に付着した粒子状物質を燃焼除去することができるように構成してもよい。

40

【0082】

また、例えば、管体内部に露出する碍管の表面に触媒を塗布し、碍管の表面に粒子状物質が付着した場合に、エンジン等からの排気ガスの熱によって、付着した粒子状物質を燃焼除去することができるように構成してもよい。例えば、このような触媒としては、内燃機関等から排出される排気ガスの浄化用に用いられる酸化触媒を好適に用いることができ

50

る。具体的には、例えば、白金（Pt）、ロジウム（Rh）、パラジウム（Pd）等を含む従来公知の酸化触媒を好適例として挙げることができる。

【0083】

また、図11及び図12に示すように、碍管16の、管体内部に露出する側面部分が、流路の上流側に向かって突出するような形状に構成されたものであってもよい。このように構成された碍管16は、排気ガスの流れを妨げ難くなり、碍管16に対する排気ガスの抵抗が減少し、碍管16の表面に粒子状物質が付着し難くなる。ここで、図11は、本発明の排気ガス処理装置に用いられる碍管の他の例を模式的に示す側面図であり、図12は、図11に示す碍管の上面図である。

【0084】

10

〔1-4〕電圧導入部：

電圧導入部は、放電電極に対して電圧を印加するための配線等を含む部材であり、コロナ放電、及び荷電された粒子状物質を捕捉するための電界を発生させるための電源（図示せず）に接続されている。なお、図1～図4に示す本実施形態の排気ガス処理装置1aにおいては、管体10の外部から、管体10の壁面を貫通して流路の流れ方向に垂直な断面における中央部まで延出された碍管16内を貫通して、管体10内部に配置された放電電極12と電氣的に接続されている。

【0085】

〔1-5〕電源：

電源は、放電電極に対して電圧を印加するためのものであり、例えば、直流電源（DC電源）、パルス電源等を好適に用いることができる。特に、本実施形態の排気ガス処理装置においては、直流電源（DC電源）が好ましい。

20

【0086】

放電電極に印加する電圧や電力の具体的な値については、流路となる管体の大きさ、流路を通過する排気ガスの流量や流速、更に排気ガスに含まれる粒子状物質の量、大きさ、個数等によって、適切な放電及び電界を生じさせることができるように適宜決定することができる。

【0087】

例えば、特に限定されることはないが、本実施形態の排気ガス処理装置をガソリンエンジンから排出される排気ガスを処理するために使用する場合には、電圧は、6～10kVであることが好ましく、8～9kVであることが更に好ましい。また、電力は、2～30Wであることが好ましく、4～15Wであることが更に好ましい。このように構成することによって、ガソリンエンジンから排出される排気ガスの処理を良好に行うことができる。

30

【実施例】

【0088】

以下、本発明を実施例によって更に具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例によって何ら限定されるものではない。

【0089】

（実施例1）

40

図1～図3に示すような排気ガス処理装置1aを作製した。管体10は、排気ガスの流れ方向の長さの300mm、外径が60.5mm、内径が53.5mmの円筒状であり、管体の材質はステンレスを用いた。

【0090】

管体10の流れ方向上流側の端面より30mmの位置に、管体10を貫通するようにアルミ製の碍管16を配設し、この碍管16の内部に電圧導入部18を配置した。電圧導入部18に対して放電電極12を電氣的に接続し、管体10の内部に、放電電極12を固定した。

【0091】

放電電極12としては、図7及び図8に示すように、円盤状の電極支持体12aと、こ

50

の円盤状の電極支持体 12a に配置された、16 本（外側は 30° 間隔で 12 本、内側は 90° 間隔で 4 本）の放電体 12b とから構成されたものとした。

【0092】

円盤状の電極支持体は、外周が 20 mm のリング状の支持体に、中央部に幅 3 mm の十字状の支持体が残るように、半径 7 mm の 1/4 円を割り貫いた形状とした。また、放電体を配置する部位は、直径が 1.5 mm の貫通孔を形成し、この貫通孔に放電体を配置した。なお、電極支持体は、ステンレスによって形成した。

【0093】

それぞれの放電体は、直径が 1.5 mm で、その先端が尖った針状のものとし、ステンレスによって形成した。外側に配置される 12 本の放電体は、電極支持体のそれぞれの表面から各 10 mm ずつ突出するような長さとし、内側に配置される 4 本の放電体は、電極支持体のそれぞれの表面から各 20 mm ずつ突出するような長さとした。

【0094】

また、管体は、コロナ放電の発生中心点を含む流路に垂直な面から、流路の下流側に向かう 15 mm の範囲において、管体の内径が漸減する形状に形成した。なお、管体の形状は、上述した排気ガスの流れ方向に進行する移動速度と見かけのドリフト速度とを考慮した管体形状の決定方法に従って形状を決定した。

【0095】

集塵効率 (η) の測定は、内径が 53.5 mm の円筒状の管体を備えた以外は、上記した実施例 1 の排気ガス処理装置と同様に構成された排気ガス処理装置に、自動車のエンジンから排出された排気ガスを通気し、放電電極に 8 kV の定電圧（電流 0.5 mA）を印加し、排気ガス処理装置の入口側と出口側とで粒子状物質の個数を測定した。なお、集塵効率 (η) は、0.735 であった。

【0096】

なお、集塵効率 (η) の測定における排気ガスの条件は、以下の通りである。

エンジン回転数：2430 rpm、

トルク：30 Nm、

排気ガス温度：339℃、

温度換算空気量：0.955 m³/min。

【0097】

また、管体の形状を決定する際の条件としては、集塵する電極の面積 (A) は、放電電極の先端から 200 mm の範囲の内壁面の面積 (335.98 cm²) とし、単位時間当たりのガスの流量 (Q) は、15916 cm³/sec (0.955 m³/min) とした。

【0098】

上述した式 (4) 及び (5) により算出される「見かけのドリフト速度 (w_d)」は、63 cm/sec である。また、単位時間当たりのガスの流量 (Q) から算出される「荷電された粒子状物質の排気ガスの流れ方向に進行する移動速度 (v)」は、708 cm/sec である。以上の結果より、排気ガスの流れ方向に進行する移動速度 (v) と見かけのドリフト速度 (w_d) とを加味した管体の形状を決定した。

【0099】

このように構成された実施例 1 の排気ガス処理装置を、軽油を燃料としたバーナにより粒子状物質を発生させるスートジェネレータ装置に取り付け、約 195 の試験用排気ガス（以下、単に排気ガスという）を、流速 1.5 m³/min で導入した。このような状態で、表 1 に示すように、実施例 1 の排気ガス処理装置の放電電極に、直流電圧 8 kV、電力 5 W で電圧を印加し、排気ガスの処理を行った。排気ガス処理中における排気ガス処理装置の入口側の粒子状物質の質量 (g/hour) と、出口側の粒子状物質の個数 ($\times 10^7$ 個/秒)、質量 (g/hour)、及び平均粒子径 (μ m) をそれぞれ測定した。測定結果を表 2 に示す。

【0100】

(粒子状物質の個数の測定)

放電電極の下流側に粒子個数計測器 (電子式低圧インパクト (E L P I) D E K A T I 社製) を設置し、放電電極に電圧を印加した場合 (電圧印加時) と、電圧を印加しない場合 (非電圧印加時) における各電極下流側の各粒径毎に、排出される粒子状物質の個数を測定した。その後、測定された各粒径毎の測定データの和から、下流側から排出される粒子状物質の全個数 (排出全個数) を算出する。なお、測定においては、粒子径 $0.007 \sim 10 \mu\text{m}$ の粒子状物質を測定対象とし、 $0.007 \sim 0.014$ 、 $0.014 \sim 0.0396$ 、 $0.0396 \sim 0.0718$ 、 $0.0718 \sim 0.119$ 、 $0.119 \sim 0.200$ 、 $0.200 \sim 0.315$ 、 $0.315 \sim 0.482$ 、 $0.482 \sim 0.760$ 、 $0.760 \sim 1.23$ 、 $1.23 \sim 1.95$ 、 $1.95 \sim 3.08$ 、 $3.08 \sim 6.27$ (単位 μm) の粒径毎に分級するものとした。なお、例えば、粒子径が「 $0.007 \sim 0.014$ 」とした場合は、粒子径が $0.007 \mu\text{m}$ 以上で且つ $0.014 \mu\text{m}$ 未満の粒子が分級される。

10

【 0 1 0 1 】

(粒子状物質の減少割合の測定)

上記した粒子状物質の個数の測定によって得られた、電圧印加時と非電圧印加時におけるそれぞれの排出全個数 ($\times 10^7$ 個 / 秒) のデータより、排気ガス処理装置を用いたことで削減された排出粒子数の割合を、下記式 (6) によって算出した。

(非電圧印加時全個数 - 電圧印加時全個数) / 非電圧印加時全個数 $\times 100 \cdots (6)$

20

【 0 1 0 2 】

(粒子状物質の質量の測定)

排気ガス処理装置の設置位置よりも上流部と下流部とのそれぞれに、排気ガスの流路からのバイパスラインを設け、各バイパスラインに、それぞれのバイパスラインを通過する排気ガス中の粒子状物質をサンプリングするろ紙を設置した。ろ紙による粒子状物質のサンプリング時間を3分とし、あらかじめ秤量したサンプリング前のろ紙質量からサンプリング前後の質量変化を計算し、上流部と下流部とに設置したそれぞれのろ紙の質量変化により、排気ガス処理装置の入口側と出口側とにおける粒子状物質の質量 (g / hour) を算出した。

【 0 1 0 3 】

(粒子状物質の平均粒子径)

30

上記粒子状物質の個数の測定において得られた各粒径毎の測定データより、排気ガス中に含まれる粒子状物質の平均粒子径を、下記式 (7) による計算式を用いて算出した。

平均粒子径 = [$\sum \{ (\text{各サンプリング範囲の粒径平均値}) \times (\text{各サンプリング範囲にサンプリングされた粒子個数}) \}$] / 排出全個数 $\cdots (7)$

【 0 1 0 4 】

(圧力損失 ΔP)

排気管に搭載された排気ガス処理装置の上流側と下流側とのそれぞれに、排気圧力の取り出し口としてソケットを設置し、SUS管、及びテフロン管を介して計測器 (コスモ計器社製のデジタルマノメーター) に接続した。排気ガス処理装置の上流側における圧力 P_1 と、下流側における圧力 P_2 とを測定し、測定された圧力の差より、排気ガス処理装置の圧力損失 ($\Delta P (\text{kPa}) = P_1 - P_2$) を算出した。

40

【 0 1 0 5 】

【表 1】

	管体の内径 (mm)	管体の内径が 漸減する距離 (mm)	管体の内径が 漸減した後の内径 (mm)	ドリフト速度を加味	放電電極	
					電圧 (kV)	電力 (W)
実施例1	53.5	15	47	○	8	16
実施例2	53.5	20	39	○	8	16
実施例3	53.5	25	23.4	○	8	16
実施例4	53.5	15	44.3	×	8	16
実施例5	53.5	20	35.5	×	8	16
比較例1	53.5	無し	53.5	無し	8	16

【 0 1 0 6 】

10

20

30

40

【表 2】

	排気ガスの条件		入口側の粒子状物質 質量 (g/hour)	出口側の粒子状物質			粒子状物質の 個数減少割合 (%)	圧力損失ΔP (kPa)
	流速 (m/秒)	温度 (°C)		質量 (g/hour)	個数 (×10 ⁷ 個/秒)	平均粒子径 (μm)		
実施例1	12	195	1.05	0.37	5.13	0.038	66	0.16
実施例2	12	195	1.07	0.37	4.82	0.038	68	0.4
実施例3	12	195	1.06	0.35	3.22	0.038	79	2.65
実施例4	12	195	1.06	0.37	5.03	0.038	67	0.21
実施例5	12	195	1.07	0.37	4.72	0.038	69	0.6
比較例1	12	195	1.08	0.39	6.03	0.038	60	0.03

【0107】

(実施例2)

コロナ放電の発生中心点を含む流路に垂直な面から、流路の下流側に向かう20mmの範囲において、管体の内径が漸減する形状に形成した以外は、実施例1と同様に構成された排気ガス処理装置を製造し、実施例1と同様の方法にて排気ガスの処理を行った。排気

10

20

30

40

50

ガス処理中における排気ガス処理装置の入口側の粒子状物質の質量 (g / hour) と、出口側の粒子状物質の個数 ($\times 10^7$ 個 / 秒)、質量 (g / hour)、及び平均粒子径 (μm) をそれぞれ測定した測定結果を表 2 に示す。

【0108】

(実施例 3)

コロナ放電の発生中心点を含む流路に垂直な面から、流路の下流側に向かう 25 mm の範囲において、管体の内径が漸減する形状に形成した以外は、実施例 1 と同様に構成された排気ガス処理装置を製造し、実施例 1 と同様の方法にて排気ガスの処理を行った。

【0109】

(実施例 4)

管体の内径が漸減する形状を決定する際に、上記見かけのドリフト速度を加味せず、流路の下流側に向かう 15 mm の範囲において、管体の内径が等電位面に沿うように球面状に漸減する形状に形成した以外は、実施例 1 と同様に構成された排気ガス処理装置を製造し、実施例 1 と同様の方法にて排気ガスの処理を行った。

【0110】

(実施例 5)

コロナ放電の発生中心点を含む流路に垂直な面から、流路の下流側に向かう 20 mm の範囲において、管体の内径が漸減する形状に形成した以外は、実施例 4 と同様に構成された排気ガス処理装置を製造し、実施例 1 と同様の方法にて排気ガスの処理を行った。

【0111】

実施例 2 ~ 5 の排気ガス処理装置においても、実施例 1 と同様の方法により、排気ガス処理中における排気ガス処理装置の入口側の粒子状物質の質量 (g / hour) と、出口側の粒子状物質の個数 ($\times 10^7$ 個 / 秒)、質量 (g / hour)、及び平均粒子径 (μm) をそれぞれ測定した測定結果を表 2 に示す。

【0112】

(比較例 1)

管体が、装置入口側から出口側に掛けて、53.5 mm の一定の大きさに形成された円柱状であること以外は、実施例 1 と同様に構成された排気ガス処理装置を製造し、実施例 1 と同様の方法にて排気ガスの処理を行った。排気ガス処理中における排気ガス処理装置の入口側の粒子状物質の質量 (g / hour) と、出口側の粒子状物質の個数 ($\times 10^7$ 個 / 秒)、質量 (g / hour)、及び平均粒子径 (μm) をそれぞれ測定した測定結果を表 2 に示す。

【0113】

(考察)

実施例 1 ~ 5 の排気ガス処理装置は、比較例 1 の排気ガス処理装置と比較して、粒子状物質の個数減少割合が大きく、排気ガス中に粒子状物質を良好に凝集させることが可能なものであった。なお、実施例 1 ~ 5 の排気ガス処理装置は、コロナ放電の発生中心点から、15、20、25 mm の範囲において、管体の内径が漸減する形状に構成されているため、比較例 1 の排気ガス処理装置と比較して、その圧力損失が増加するものであったが、その増加は少ないものであり、例えば、ガソリンエンジンを備えた車両の排気系に設置したとしても、エンジン等に負担を与え難く、良好に排気ガスを処理可能なものであった。

【0114】

また、実施例 1 ~ 3 の排気ガス処理装置は、ドリフト速度を加味した管体形状とすることにより、圧力損失の増加分が微小だったにもかかわらず、十分な個数減少の効果を得ることができた。即ち、ドリフト速度を加味することによって、粒子状物質の個数を更に減少させる効果に対して、圧力損失の増加を極めて小さく抑制することができ、高い浄化性能と、エンジン等への負担軽減とを両立することが更に可能となった。

【0115】

なお、表 2 に示す結果においては、実施例 1 ~ 5、及び比較例 1 における出口側の粒子状物質の平均粒子径は、全て 0.038 μm となっているが、上記 ELP I を用いた各粒

10

20

30

40

50

径毎の個数の測定結果より、実施例 1 ～ 5 の排気ガス処理装置において、出口側の粒子状物質のうち、平均粒子径が比較的に大きな粒子の個数が、時間経過とともに増大していることが確認された。ここで、表 3 に、実施例 1 における、出口側の粒子状物質の粒子径毎の個数の変化を示す。表 3 は、実施例 1 の排気ガス処理装置の出口側にて測定された粒子状物質を、3 つの粒子径の範囲 (0 . 0 0 7 ~ 0 0 1 4 μm 、0 . 0 1 4 ~ 1 . 2 3 μm 、及び 1 . 2 3 ~ 6 . 2 7 μm) に分類し、それぞれの粒子径の範囲に含まれる粒子の個数を測定した結果である。なお、表 3 においては、電圧を印加する前の 1 0 秒間に測定した結果 (印加前) と、電圧を印加して 7 分後から 1 0 秒間測定した結果 (印加 7 分後) とを示す。

【 0 1 1 6 】

10

【表 3】

		粒子径 (μm)		
		0. 007 ~ 0. 014	0. 014 ~ 1. 23	1. 23 ~ 6. 27
粒子状物質の個数 (個)	印加前	5. 43 $\times 10^8$	1. 01 $\times 10^9$	2. 86 $\times 10^4$
	印加 7 分後	2. 82 $\times 10^8$	5. 69 $\times 10^8$	2. 01 $\times 10^5$

20

30

40

50

【 0 1 1 7 】

表 3 に示すように、印加 7 分後の測定結果においては、粒子径の小さい $0.007 \sim 0.014 \mu\text{m}$ の範囲の粒子状物質の個数が減少し、その一方で、粒子径の大きい $1.23 \sim 6.27 \mu\text{m}$ の範囲の粒子状物質の個数が増加している。これにより、実施例 1 の排気ガス処理装置により、排気ガス中の複数の粒子状物質、特に、比較的粒子径の小さい粒子状物質が凝集され、より粒子径の大きな粒子状物質へと肥大化することが確認された。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 1 8 】

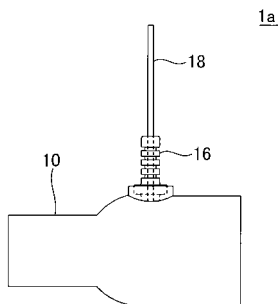
本発明の排気ガス処理装置は、自動車用エンジン、建設機械用エンジン、産業機械用定置エンジン等の内燃機関、その他の燃焼機器等から排出される排気ガス中の粒子状物質を凝集して肥大化することによって、排気ガス中の粒子状物質の個数を減少させる排気ガス処理装置として用いることができる。

【符号の説明】

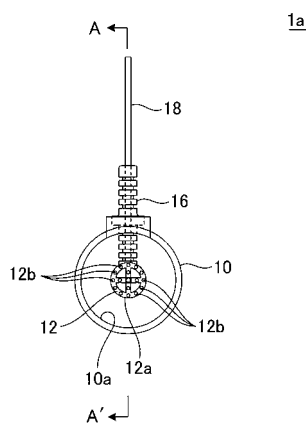
【 0 1 1 9 】

1 a, 1 b : 排気ガス処理装置、1 0 : 管体、1 0 a : 内壁面、1 2 : 放電電極、1 2 a : 電極支持体、1 2 b : 放電体（針状の放電体）、1 6 : 碍管、1 8, 1 9 : 電圧導入部、2 0 : 排気ガス、2 2 : 粒子状物質、2 2 a : 粒子状物質（荷電させた粒子状物質）、2 2 b : 粒子状物質（凝集させた粒子状物質）、2 4 : コロナ放電、2 4 x : 発生中心点（コロナ放電の発生中心点）、2 5 : 流路に垂直な面（コロナ放電の発生中心点を含む流路に垂直な面）、2 6 : 電界、3 2 : 第二の放電電極、3 4 : 凹凸、4 2 : 流路の上流側、4 3 : 流路の下流側、D 1 : 管体の内径が漸減する以前の内径、D 2 : 管体の内径が漸減した以降の内径、L 1 : 管体の内径が漸減する所定の範囲の長さ（所定の範囲の長さ）、R 1 : コロナ放電の発生中心点から流路に垂直な面における管体の内壁面までの距離（管体の断面における半径）。

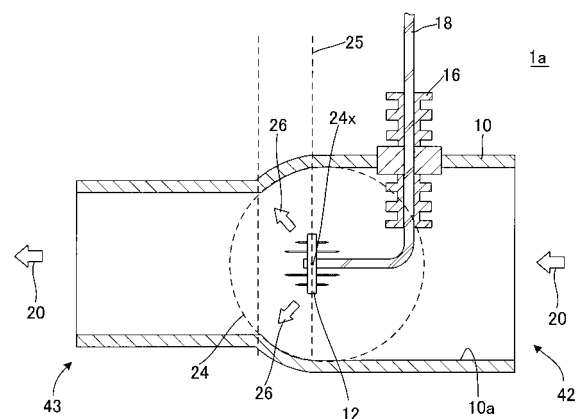
【 図 1 】



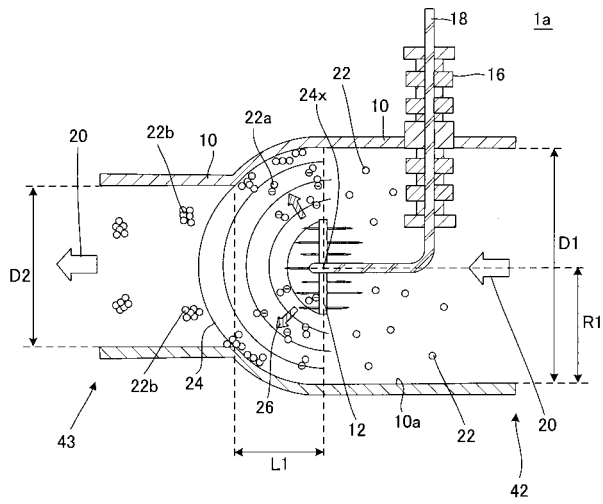
【 図 2 】



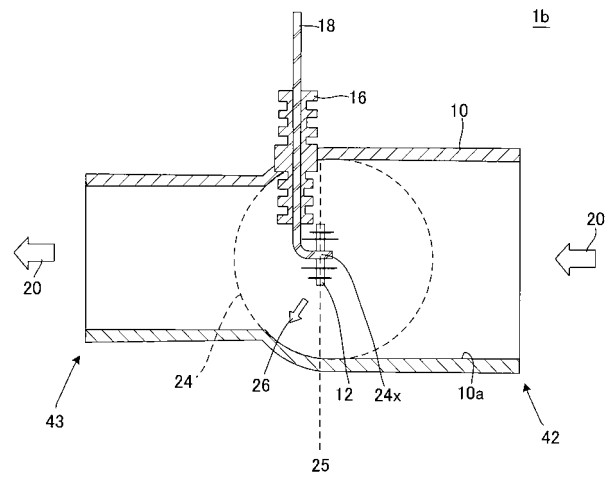
【 図 3 】



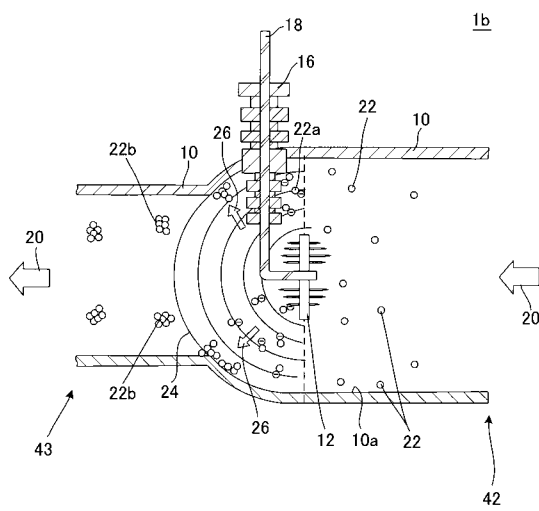
【 図 4 】



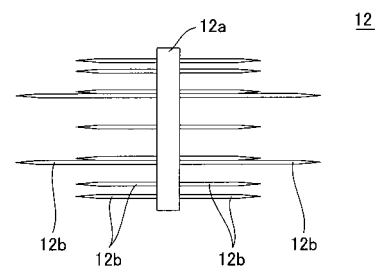
【 図 5 】



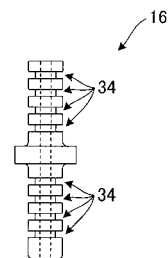
【 図 6 】



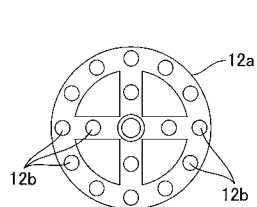
【 図 8 】



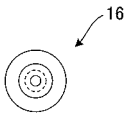
【 図 9 】



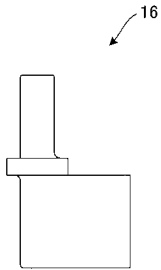
【 図 7 】



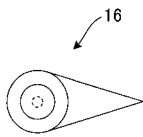
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 徳田 昌弘
愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
- (72)発明者 江上 貴
愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
- (72)発明者 佐久間 健
愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
- (72)発明者 近藤 厚男
愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
- F ターム(参考) 3G090 BA08 EA01 EA03