

(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2018-184875
(P2018-184875A)

(43) 公開日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
FO1N	3/027	(2006.01)	FO1N	3/027	V	3G190	
FO1N	3/02	(2006.01)	FO1N	3/02	2O1	4D054	
BO3C	3/40	(2006.01)	FO1N	3/027	C		
BO3C	3/02	(2006.01)	BO3C	3/40	A		
BO3C	3/41	(2006.01)	BO3C	3/02	C		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-86424 (P2017-86424)
(22) 出願日 平成29年4月25日 (2017.4.25)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100106150
弁理士 高橋 英樹
(74) 代理人 100082175
弁理士 高田 守
(74) 代理人 100113011
弁理士 大西 秀和
(72) 発明者 杉本 和大
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

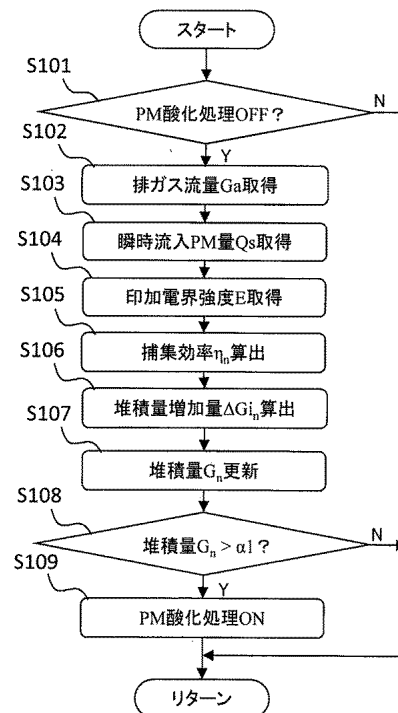
(54) 【発明の名称】 排ガス浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 捕集した粒子状物質の堆積の偏りに起因する粒子状物質の剥離を抑えることができる排ガス浄化装置を提供する。

【解決手段】 排ガス浄化装置は、流路の中央に配置された帯電用電極と流路の内壁面を構成する対向電極との間に直流電圧を印可して酸化用基板上に粒子状物質を捕集する集塵装置と、酸化用基板上に堆積した粒子状物質を酸化処理する酸化処理装置と、集塵装置及び酸化処理装置を制御する制御装置とを備える。制御装置は、少なくとも排ガスの流量と排ガス中の粒子状物質とを含む入力情報と、少なくとも帯電用電極と対向電極との間の電界強度を含む設定情報と、酸化処理装置による酸化処理の履歴情報とに基づき、酸化用基板上に堆積した粒子状物質の排ガスの流れ方向における堆積量の分布を推定する。そして、少なくとも一部において堆積量が閾値を超えた場合に、酸化処理装置による酸化処理を実行する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

粒子状物質を含む排ガスの流路に配置された帯電用電極と前記流路の内壁面の少なくとも一部を構成する対向電極との間に直流電圧を印可し、前記対向電極の内側に配置された酸化用基板上に粒子状物質を捕集する集塵装置と、

前記酸化用基板内に設けられ少なくとも一部を誘電体に覆われた酸化用電極と前記対向電極との間に交流電圧を印可し、前記酸化用基板上に堆積した粒子状物質を酸化処理する酸化処理装置と、

前記集塵装置と前記酸化処理装置とを制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、

少なくとも排ガスの流量と排ガス中の粒子状物質量とを含む入力情報と、少なくとも前記帯電用電極と前記対向電極との間の電界強度を含む設定情報と、前記酸化処理装置による酸化処理の履歴情報とに基づき、前記酸化用基板上に堆積した粒子状物質の排ガスの流れ方向における堆積量の分布を推定する堆積量分布推定部と、

少なくとも一部において前記堆積量が閾値を超えた場合に前記酸化処理装置による酸化処理を実行する酸化処理制御部と、を備える

ことを特徴とする排ガス浄化装置。

【請求項 2】

前記酸化用電極は、排ガスの流れ方向に並べられた複数の部分電極からなり、

前記酸化処理装置は、前記部分電極ごとに酸化処理を実行可能に構成されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の排ガス浄化装置。

【請求項 3】

前記酸化処理制御部は、前記堆積量が閾値を超えた部位に対応する前記部分電極により酸化処理を実行する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の排ガス浄化装置。

【請求項 4】

前記帯電用電極は、排ガスの流れ方向に並べられた複数の放電部を備え、

前記集塵装置は、前記放電部ごとに放電を実行可能に構成され、

前記制御装置は、放電させる前記放電部を切り替えて前記酸化用基板上の帯電位置を変化させる帯電位置制御部をさらに備える

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の排ガス浄化装置。

【請求項 5】

前記帯電位置制御部は、放電させる前記放電部を前記堆積量の分布の変化に応じて切り替える

ことを特徴とする請求項 4 に記載の排ガス浄化装置。

【請求項 6】

前記酸化用電極は、排ガスの流れ方向に並べられた複数の部分電極からなり、

前記酸化処理装置は、前記部分電極ごとに酸化処理を実行可能に構成され、

前記酸化処理制御部は、前記堆積量が閾値を超えた部位に対応する前記部分電極により酸化処理を実行し、

前記帯電位置制御部は、酸化処理を実行している前記部分電極の位置における粒子状物質の堆積速度が粒子状物質の酸化速度よりも大きい場合、当該位置から別の位置へ帯電位置を移動させるように放電させる前記放電部を切り替える

ことを特徴とする請求項 5 に記載の排ガス浄化装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、排ガスに含まれる粒子状物質を捕集して酸化処理することにより排ガスを浄化する排ガス浄化装置に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

例えば、特許文献1 或いは2 に開示されるように、放電プラズマを利用して排ガスに含まれる粒子状物質を酸化処理する排ガス浄化装置が提案されている。この種の排ガス浄化装置は、具体的には、電気集塵によって酸化用基板上に粒子状物質を捕集し、酸化用基板上に堆積した粒子状物質を放電プラズマによって酸化処理するように構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-170869号公報

【特許文献2】特開2016-107173号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来、排ガス浄化装置では、放電プラズマによる粒子状物質の酸化処理は、酸化用基板上にある程度の量の粒子状物質が堆積したところで行われる。ところが、粒子状物質は必ずしも一様には堆積せず、粒子状物質の堆積に偏りが生じる場合がある。この場合、全体の堆積量は酸化処理の実行基準に届いていないとしても、粒子状物質が多く堆積した場所では、一旦堆積した粒子状物質が剥離して流れ出してしまうことがある。一度剥離した粒子状物質は、粒径も大きく定性的に帯電し難くなるために、下流において再度捕集することは難しい。

20

【0005】

本発明は、上述のような課題に鑑みてなされたものであり、捕集した粒子状物質の堆積の偏りに起因する粒子状物質の剥離を抑えることができる排ガス浄化装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る排ガス浄化装置は、少なくとも集塵装置と酸化処理装置と制御装置とを備える。集塵装置は、粒子状物質を含む排ガスの流路に配置された帯電用電極と、流路の内壁面の少なくとも一部を構成する対向電極との間に直流電圧を印可し、対向電極の内側に配置された酸化用基板上に粒子状物質を捕集するように構成される。酸化処理装置は、酸化用基板内に設けられ少なくとも一部を誘電体に覆われた酸化用電極と対向電極との間に交流電圧を印可し、酸化用基板上に堆積した粒子状物質を酸化処理するように構成される。制御装置は、集塵装置と酸化処理装置とを制御する装置であって、詳しくは、以下のよう

30

【0007】

に構成される。制御装置は、堆積量分布推定部と酸化処理制御部とを備える。堆積量分布推定部は、少なくとも排ガスの流量と排ガス中の粒子状物質量とを含む入力情報と、少なくとも帯電用電極と対向電極との間の電界強度を含む設定情報と、酸化処理装置による酸化処理の履歴情報とに基づき、酸化用基板上に堆積した粒子状物質の排ガスの流れ方向における堆積量の分布を推定するように構成される。入力情報は、処理する排ガスの条件に関する情報である。設定情報は、排ガスを捕集するための装置側の設定に関する情報である。履歴情報は、これまでの酸化処理の履歴、つまり、酸化処理による堆積量の減少に関する情報である。また、ここでいう堆積量とは、排ガスの流れ方向における所定長さ当たりの堆積量である。酸化処理制御部は、少なくとも一部において堆積量が閾値を超えた場合に酸化処理装置による酸化処理を実行するように構成される。閾値は、例えば、粒子状物質の剥離が許容範囲に収まる堆積量の範囲の上限である。

40

【0008】

このような構成によれば、捕集した粒子状物質の堆積に偏りが生じ、その偏りによって堆積量が閾値を超える部分が生じたら、全体としての堆積量には余裕がある場合であっても、酸化処理装置による酸化処理が実行される。これにより、捕集した粒子状物質の堆積

50

の偏りに起因する粒子状物質の剥離を抑えることができる。

【0009】

酸化用電極は、排ガスの流れ方向に並べられた複数の部分電極からなってもよく、酸化処理装置は、部分電極ごとに酸化処理を実行可能に構成されてもよい。このような構成によれば、酸化処理を行いたい場所にのみ交流電圧を印加することができるので、消費電力を抑えることができる。さらに、この場合、酸化処理制御部は、堆積量が閾値を超えた部位に対応する部分電極により酸化処理を実行するように構成されてもよい。これによれば、粒子状物質の剥離が起きるおそれのある部位に限定して酸化処理を実行することができるので、消費電力を低く抑えながら粒子状物質の剥離を抑えることができる。

【0010】

帯電用電極は、排ガスの流れ方向に並べられた複数の放電部を備えてもよく、集塵装置は、放電部ごとに放電を実行可能に構成されてもよい。この場合、制御装置は、放電させる放電部を切り替えて酸化用基板上の帯電位置を変化させる帯電位置制御部をさらに備えてもよい。酸化用基板上の帯電位置を変化させることで、酸化用基板における粒子状物質の堆積量の分布も変化させることができる。また、帯電位置制御部は、放電させる放電部を堆積量の分布の変化に応じて切り替えてもよい。例えば、酸化用基板上の堆積量が少ない位置に放電部を切り替えることで、排ガスの流れ方向における粒子状物質の堆積の偏りを低減することができる。

【0011】

堆積量が閾値を超えた部位に対応する部分電極により酸化処理が実行されている場合において、当該部分電極の位置における粒子状物質の堆積速度がその酸化速度よりも大きい場合、帯電位置制御部は、当該位置から別の位置へ帯電位置を移動させるように、放電させる放電部を切り替えてもよい。これによれば、酸化処理が間に合わずに堆積した粒子状物質が剥離してしまうのを抑えることができる。

【発明の効果】

【0012】

以上述べたように、本発明に係る排ガス浄化装置は、酸化用基板の上に堆積した粒子状物質の排ガスの流れ方向における堆積量の分布を推定し、少なくとも一部において堆積量が閾値を超えた場合に酸化処理装置による酸化処理を実行する。本発明に係る排ガス浄化装置のこのような動作により、捕集した粒子状物質の堆積の偏りに起因する粒子状物質の剥離は抑えられる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施の形態1に係る排ガス浄化装置の構造を示す図である。

【図2】排ガスの流れ方向における帯電位置の定義について説明する図である。

【図3】PM堆積量推定モデルを示す図である。

【図4】起点からの距離と推定堆積量との関係の一例を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態1に係る制御装置の構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施の形態1に係る酸化処理制御の制御フローを示すフローチャートである。

【図7】本発明の実施の形態2に係る酸化用基板の構造を示す図である。

【図8】推定堆積量に基づいた部分電極のオン/オフ制御の一例を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態2に係る酸化用基板の変形例の構造を示す図である。

【図10】本発明の実施の形態2に係る酸化処理制御の制御フローを示すフローチャートである。

【図11】本発明の実施の形態3に係る帯電位置制御の概要を示す図である。

【図12】本発明の実施の形態3に係る集塵装置の構造の一例を示す図である。

【図13】本発明の実施の形態3に係る制御装置の構成を示すブロック図である。

【図14】本発明の実施の形態3に係る酸化処理制御及び帯電位置制御の制御フローを示すフローチャートである

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。ただし、以下に示す実施の形態において各要素の個数、数量、量、範囲等の数に言及した場合、特に明示した場合や原理的に明らかにその数に特定される場合を除いて、その言及した数にこの発明が限定されるものではない。また、以下に示す実施の形態において説明する構造やステップ等は、特に明示した場合や明らかに原理的にそれに特定される場合を除いて、この発明に必ずしも必須のものではない。

【0015】

1. 実施の形態 1

10

1-1. 排ガス浄化装置の構造

まず、本発明の実施の形態 1 に係る排ガス浄化装置の構造について説明する。図 1 は、実施の形態 1 に係る排ガス浄化装置の構造を示す図である。排ガス浄化装置 10 は、自動車用の排ガス浄化装置であり、内燃機関 2 の排気管 4 に設けられている。なお、内燃機関 2 の種類には限定はない。例えば、内燃機関 2 は火花点火式内燃機関でもよいし圧縮着火式内燃機関でもよい。

【0016】

排ガス浄化装置 10 は、筒状の外殻 12 を有し、外殻 12 によって区画された内部空間 14 は、排ガスが流れる流路となる。以下、この内部空間 14 を排ガス流路 14 と称する。排ガス浄化装置 10 は、排ガスに含まれる粒子状物質（以下、PM と称する）を捕集する集塵装置 6 と、捕集した PM を酸化処理する酸化処理装置 8 と、集塵装置 6 及び酸化処理装置 8 を制御する制御装置 100 とを備える。

20

【0017】

集塵装置 6 は、帯電用電極 20 を備える。帯電用電極 20 は、排ガス流路 14 の中央部に配置され排ガス流路 14 の長手方向に延びる主軸部 20a と、主軸部 20a から排ガス流路 14 の径方向に突き出た複数の放電部 20b とを有する。複数の放電部 20b は、排ガスの流れ方向に一定の間隔で並べられている。集塵装置 6 は、帯電用電極 20 と対になる対向電極として、排ガス流路 14 の内壁面を構成する外殻 12 を含む。外殻 12 は少なくとも一部が導電性であり、その導電性の部分が対向電極として機能する。外殻 12 の対向電極として機能する部分はアースされている。集塵装置 6 は、帯電用電極 20 と外殻 12 との間に高圧の直流電圧を印加するための直流電圧発生装置 24 を備える。直流電圧発生装置 24 は、導線 24a および碍子 24b を介して帯電用電極 20 に接続されている。碍子 24b はシリコン栓 24c で外殻 12 に固定されている。

30

【0018】

酸化処理装置 8 は、酸化用基板 30 を備える。酸化用基板 30 は、外殻 12 の内側であって、中心軸を通る水平面で外殻 12 を二分したときに下側となる部分に設けられている。酸化用基板 30 は、排ガス流路 14 の長手方向において、帯電用電極 20 の複数の放電部 20b が配置された領域をカバーするように設けられている。酸化用基板 30 は、酸化用電極 30b と、酸化用電極 30b を覆う誘電体 30a とからなり、誘電体 30a が外殻 12 の内面に接するように配置される。酸化処理装置 8 は、酸化用電極 30b と対になる対向電極として外殻 12 を含む。外殻 12 の酸化用基板 30 と接する面は導電性を持たされている。酸化処理装置 8 は、酸化用電極 30b と外殻 12 との間に高圧の交流電圧を印加するための交流電圧発生装置 34 を備える。交流電圧発生装置 34 は、導線 34a および碍子 34b を介して酸化用電極 30b に接続されている。碍子 34b はシリコン栓 34c で外殻 12 に固定されている。

40

【0019】

制御装置 100 は、少なくとも 1 つのプロセッサ 102 と、少なくとも 1 つのメモリ 104 とを備える電子制御ユニットである。メモリ 104 に記憶されたコンピュータプログラムが読み出されてプロセッサ 102 で実行されることにより、制御装置 100 において種々の機能が実現される。制御装置 100 には、エンジン回転数センサ 110 やエアフロ

50

ーメータ 1 1 2 等の種々のセンサが電氣的に接続されている。制御装置 1 0 0 は、これら各種センサの信号から、集塵装置 6 或いは酸化処理装置 8 の制御に必要な入力情報を取得する。例えば、エアフローメータ 1 1 2 の信号からは内燃機関 2 に吸入された空気の流量が得られ、この吸入空気流量から排ガス浄化装置 1 0 で処理される排ガスの流量が得られる。また、エアフローメータ 1 1 2 の信号から得られた吸入空気流量と、エンジン回転数センサ 1 1 0 の信号から得られたエンジン回転数とから内燃機関 2 の負荷率が得られる。内燃機関 2 の負荷率とエンジン回転数が定まれば、内燃機関 2 の運転状態が特定され、内燃機関 2 の運転状態から排ガス中の P M 量が得られる。

【 0 0 2 0 】

1 - 2 . 排ガス浄化装置の作用

次に、上述の構造を有する係る排ガス浄化装置 1 0 の作用について説明する。制御装置 1 0 0 は、集塵装置 6 と酸化処理装置 8 とを独立して作動させることができる。制御装置 1 0 0 が集塵装置 6 を作動させると、帯電用電極 2 0 と外殻 1 2 との間に直流電圧発生装置 2 4 から直流高電圧が印加される。これにより、帯電用電極 2 0 の放電部 2 0 b から外殻 1 2 に向けてイオンが飛び出し、排ガスに含まれる P M は負に帯電する。負に帯電した P M はイオン風によって外殻 1 2 側に導かれ、外殻 1 2 の内側に配置された酸化用基板 3 0 上に集められる。

10

【 0 0 2 1 】

制御装置 1 0 0 が酸化処理装置 8 を作動させると、酸化用基板 3 0 内の酸化用電極 3 0 b と外殻 1 2 との間に交流電圧発生装置 3 4 から交流高電圧が印加される。これにより、酸化用電極 3 0 b の周囲の誘電体 3 0 a の表面で放電現象が生じ、その周囲の領域に放電プラズマが発生する。放電プラズマはオゾンや活性酸素などを生じさせる。酸化用基板 3 0 上に堆積した P M は、これらオゾンや活性酸素によって酸化、すなわち、燃焼され、酸化用基板 3 0 上から除去される。

20

【 0 0 2 2 】

1 - 3 . 実施の形態 1 の酸化処理制御の概要

集塵装置 6 による P M の捕集は、内燃機関 2 から P M を含む排ガスが排出されている間、継続して行うことが好ましい。一方、酸化処理装置 8 による P M の酸化処理は常に行う必要はなく、ある程度の量の P M が捕集されてから酸化処理を実行することでよい。酸化処理の実行頻度を高くするほど消費エネルギーは増大し、車両全体としての燃費が悪化してしまうからである。ただし、酸化処理を実行するタイミングを誤ると、酸化用基板 3 0 上に堆積していた P M が剥離して排ガス浄化装置 1 0 から流れ出してしまう。

30

【 0 0 2 3 】

本実施の形態では、酸化用基板 3 0 上に堆積した P M の総堆積量ではなく、酸化用基板 3 0 を排ガスの流れ方向に仮想的に複数の領域に分割した場合の領域ごとの堆積量を管理する。具体的には、例えば図 2 に示すように、酸化用基板 3 0 を排ガスの流れ方向に 3 つの領域に分割する。領域の境界となる位置 1 , 2 , 3 は、排ガスの流れ方向における何れかの放電部 2 0 b の位置に対応している。放電部 2 0 b からの放電によって P M が帯電することから、以下、これらの位置を帯電位置と称する。また、酸化用基板 3 0 の上流側の端（或いは、酸化用基板 3 0 上の帯電領域の上流側の端）を帯電位置 0 と定義する。図 2 において、帯電位置 1 は、排ガスの流れ方向上流から 2 番目の放電部 2 0 b の位置に対応し、帯電位置 2 は 4 番目の放電部 2 0 b の位置に対応し、帯電位置 3 は 6 番目の放電部 2 0 b の位置に対応している。帯電位置 0 , 1 間の距離と帯電位置 1 , 2 間の距離と帯電位置 2 , 3 間の距離とは全て等距離である。なお、ここでは酸化用基板 3 0 を排ガスの流れ方向に 3 つの領域に分割しているが、酸化用基板 3 0 の分割数は 2 でもよいし、3 よりも多い数の領域に分割してもよい。

40

【 0 0 2 4 】

本実施の形態では、帯電位置 0 から帯電位置 1 までの P M の堆積量、帯電位置 1 から帯電位置 2 までの P M の堆積量、そして、帯電位置 2 から帯電位置 3 までの P M の堆積量をそれぞれ推定する。つまり、酸化用基板 3 0 上に堆積した P M の排ガスの流れ方向にお

50

る堆積量の分布を推定する。この推定には、図3に示すPM堆積量推定モデルが用いられる。PM堆積量推定モデルは、処理する排ガスの条件に関する情報である入力情報と、排ガスを捕集するための装置側の設定に関する情報である設定情報と、これまでの酸化処理の履歴に関する情報である履歴情報とに基づいて、排ガスの流れ方向における堆積量の分布を推定する物理モデルである。

【0025】

PM堆積量推定モデルは、例えば、式1及び式2で表される捕集効率の算出式と、式3、式4及び式5に示す堆積量の増加量の算出式と、式6に示す堆積量の算出式とで表すことができる。

【数1】

$$\eta_n = 1 - \exp k(-\omega e \cdot A_n / Ga) \quad \dots \text{式1}$$

【数2】

$$\omega e = v_e = q \cdot E \cdot C_m / (3\pi \cdot \mu \cdot d_p) \quad \dots \text{式2}$$

【数3】

$$\Delta G_{i_1} = Q_s \cdot \eta_1 \cdot \Delta T \quad \dots \text{式3}$$

【数4】

$$\Delta G_{i_2} = Q_s \cdot \eta_2 \cdot \Delta T - \Delta G_{i_1} \quad \dots \text{式4}$$

【数5】

$$\Delta G_{i_3} = Q_s \cdot \eta_3 \cdot \Delta T - \Delta G_{i_1} - \Delta G_{i_2} \quad \dots \text{式5}$$

【数6】

$$G_n = \sum \Delta G_{i_n} \quad \dots \text{式6}$$

【0026】

式1において、 η_n は帯電位置nにおける捕集効率、kはシステム固有の補正係数、 A_n は帯電位置nにおける有効基板面積(m^2)、Gaは排ガス流量(g/s)、 e は分離速度(m/s)である。有効基板面積 A_n は、帯電領域の上流端である帯電位置0から帯電位置nまでの面積である。式2において、 v_e は拡散電荷での位相速度、qは粒子の帯電量(C)、Eは帯電用電極20と外殻12との間に印加された電界強度(V/m)、 C_m はカニンガムの補正係数、 μ はガスの粘度($Pa \cdot s$)、 d_p は粒子径(m)である。

【0027】

式3、式4及び式5において、 Q_s は排ガスとともに排ガス浄化装置10に流入する単位堆積時間あたりのPM量(以下、瞬時流入PM量と称する)、 T は単位堆積時間である。そして、 G_{i_1} は帯電位置0から帯電位置1までの区間における単位堆積時間あたりの堆積量の増加量、 G_{i_2} は帯電位置1から帯電位置2までの区間における単位堆積時間あたりの堆積量の増加量、 G_{i_3} は帯電位置2から帯電位置3までの区間における単位堆積時間あたりの堆積量の増加量である。

【0028】

式6において、 G_n は帯電位置n-1から帯電位置nまでの区間におけるPMの堆積量、 G_{i_n} は帯電位置n-1から帯電位置nまでの区間における単位堆積時間あたりの堆積量の増加量である。単位堆積時間あたりの堆積量の増加量 G_{i_n} を積算することで、現時点における堆積量 G_n が算出される。これらの式で用いられるパラメータのうち、少なくとも排ガス流量Gaと瞬時流入PM量 Q_s は運転条件によって変化する変数であり、上述の入力条件に含まれる。また、少なくとも電界強度Eは集塵装置6にて設定される変数であり、上述の設定条件に含まれる。また、式6の堆積量 G_n の値は、酸化処理の履歴

10

20

30

40

50

情報に基づいて初期化される。初期化されたときの堆積量 G_n の初期値は、例えば酸化処理の実行時間や酸化速度から算出される。堆積量に対して十分な時間酸化処理が行われたのであれば、堆積量 G_n の初期値はゼロとされる。

【 0 0 2 9 】

図 4 は、上述の P M 堆積量推定モデルを用いた計算結果の一例を示す図である。図 4 には、帯電位置 0 を起点としたときの起点からの距離と推定堆積量との関係がグラフで表されている。P M 堆積量推定モデルを用いた計算により、帯電位置 1、帯電位置 2 及び帯電位置 3 の各位置における推定堆積量が得られる。なお、前述の通り、例えば帯電位置 2 における推定堆積量とは、帯電位置 1 から帯電位置 2 までの区間における推定堆積量を意味する。

10

【 0 0 3 0 】

本実施の形態では、各帯電位置における推定堆積量と予め設定された閾値とを比較する。閾値は、例えば、P M の剥離が許容範囲に収まる堆積量の範囲の上限である。そして、全ての帯電位置で推定堆積量が閾値以下に収まっていれば、酸化処理装置 8 を停止状態に維持するが、少なくとも一つの帯電位置にて推定堆積量が閾値を超えた場合、酸化処理装置 8 を作動させて酸化処理を実行する。図 4 に示す例では、帯電位置 1 と帯電位置 2 において推定堆積量が閾値を超えているので、酸化処理装置 8 による酸化処理が実行されることになる。

【 0 0 3 1 】

以上説明した内容の酸化処理制御によれば、酸化用基板 3 0 上の P M の堆積に偏りが生じ、その偏りによって堆積量が閾値を超える部分が生じたら、全体としての堆積量には余裕がある場合であっても、酸化処理装置 8 による酸化処理が実行されることになる。これにより、捕集した P M の堆積の偏りに起因する P M の剥離は抑えられるので、剥離した P M の流出により排ガス性能が悪化することも抑えられる。

20

【 0 0 3 2 】

1 - 4 . 実施の形態 1 の酸化処理制御の詳細

次に、本実施の形態で採用された酸化処理制御の詳細について説明する。図 5 は、本実施の形態に係る制御装置 1 0 0 の構成を示すブロック図である。制御装置 1 0 0 は、図 5 中にブロックで描かれているように、堆積量分布推定部 1 0 0 a と酸化処理制御部 1 0 0 b とを備える。これらは、制御装置 1 0 0 のメモリ 1 0 4 に記憶されたコンピュータプログラム或いはその一部に対応している。

30

【 0 0 3 3 】

堆積量分布推定部 1 0 0 a は、前述の P M 堆積量推定モデルを用いて各帯電位置における推定堆積量を計算するように構成されている。そして、酸化処理制御部 1 0 0 b は、概要において説明したように、堆積量分布推定部 1 0 0 a で計算された各帯電位置における推定堆積量と閾値との比較に基づいて、酸化処理装置 8 による酸化処理のオン/オフを制御するように構成されている。

【 0 0 3 4 】

図 6 は、本実施の形態において制御装置 1 0 0 により実行される酸化処理制御の制御フローを示すフローチャートである。このフローチャートに基づいて作成されたコンピュータプログラムがメモリ 1 0 4 から読みだされてプロセッサ 1 0 2 により所定の制御周期で実行されることによって、堆積量分布推定部 1 0 0 a の機能と酸化処理制御部 1 0 0 b の機能とが制御装置 1 0 0 にて実現される。

40

【 0 0 3 5 】

図 6 に示すように、酸化処理制御の制御フローはステップ S 1 0 1 からステップ S 1 0 9 までの処理で構成されている。制御装置 1 0 0 は、1 から 3 までの帯電位置ごとにこの制御フローで表される処理を実施する。なお、フローチャート中の添字の n は、帯電位置 n に対応する処理が行われることを意味する。

【 0 0 3 6 】

まず、ステップ S 1 0 1 では、P M の酸化処理がオフかどうか、すなわち、酸化処理が

50

実行されていないかどうか判定される。既に酸化処理が実行されている場合には、残りのステップはスキップされて本制御フローは終了する。

【0037】

酸化処理が未だ実行されていない場合、ステップS101からステップS108までの処理が行われる。ステップS102では、入力情報の一つである排ガス流量 G_a が取得される。排ガス流量 G_a の取得には、例えばエアフローメータ112の信号が用いられる。ステップS103では、入力情報の一つである瞬時流入PM量 Q_s が取得される。瞬時流入PM量 Q_s の取得には、例えばエンジン回転数と負荷率とを引数とするマップが用いられる。エンジン回転数はエンジン回転数センサ110の信号から得られ、負荷率は吸入空気流量とエンジン回転数とから計算される。ステップS104では、設定情報の一つである帯電用電極20と外殻12との間の電界強度 E が取得される。電界強度 E は、直流電圧発生装置24から帯電用電極20と外殻12との間に印可された直流電圧の電圧値から計算される。

10

【0038】

ステップS105では、帯電位置 n における捕集効率 η_n が式1及び式2を用いて算出される。この計算には、ステップS102で取得された排ガス流量 G_a と、ステップS104で取得された電界強度 E とが用いられる。ステップS106では、式3乃至5の何れか一つの式を用いて、帯電位置 n における堆積量の増加量 G_{in} が算出される。この計算には、ステップS103で取得された瞬時流入PM量 Q_s と、ステップS105で算出された捕集効率 η_n とが用いられる。さらに、ステップS107では、式6を用いて、ステップS106で算出された増加量 G_{in} に基づいて帯電位置 n における堆積量 G_n が更新される。

20

【0039】

ステップS108では、ステップS107で更新された堆積量 G_n が閾値 θ_1 よりも大きいかどうか判定される。堆積量 G_n が大きいほど、堆積したPMが剥離して下流へ流れる可能性は高くなる。閾値 θ_1 は、PMの剥離が許容範囲に収まる堆積量の範囲の上限である。ステップS108の判定が全ての帯電位置 n に関して行われたとき、全ての帯電位置 n において堆積量 G_n が閾値 θ_1 以下であればPMの酸化処理は行われない。しかし、少なくとも一つの帯電位置 n において堆積量 G_n が閾値 θ_1 よりも大きい場合、ステップS109が選択され、酸化処理装置8によるPMの酸化処理が行われる。

30

【0040】

2. 実施の形態2

2-1. 実施の形態2の特徴点

次に、本発明の実施の形態2について説明する。実施の形態2に係る排ガス浄化装置の基本的な構造は、実施の形態1に係る排ガス浄化装置と共通する。ゆえに、以下の説明において排ガス浄化装置の構造について言及がある場合には、特に明示した場合を除いて図1を参照されたい。

【0041】

本実施の形態は、酸化用基板30の構造に一つの特徴がある。図7は、本実施の形態に係る酸化用基板30の構造を示す図である。本実施の形態に係る酸化用基板30は、排ガスの流れ方向に並べられた複数の部分基板301～306から構成される。図示は省略するが、交流電圧発生装置34から交流電圧を印加される酸化用電極は、部分基板301～306のそれぞれに設けられている。部分基板301～306ごとに設けられた酸化用電極（以下、部分電極と称する）と交流電圧発生装置34とは、個別に接続されていて部分電極ごとに交流電圧を印加することができる。つまり、本実施の形態では、交流電圧発生装置34からの交流電圧の印加による酸化処理を、部分基板301～306ごとに実行することができる。

40

【0042】

このような構造を有する酸化用基板30によれば、酸化処理を行いたい場所にのみ交流電圧を印加することができるので、排ガス浄化装置全体での消費電力を抑えることができ

50

る。その具体例について図 8 を用いて説明する。

【 0 0 4 3 】

図 8 には、各帯電位置における推定堆積量と、排ガスの流れ方向における各帯電位置と各部分基板 3 0 1 3 0 6 との位置関係とが描かれている。図 8 に示す例では、帯電位置 1 における推定堆積量は閾値を超え、帯電位置 2 及び 3 における推定堆積量は閾値を超えていない。この場合、堆積した P M の剥離が起きる可能性が高い部位は、帯電位置 0 から帯電位置 1 までの部位であると判断できる。

【 0 0 4 4 】

帯電位置 0 から帯電位置 1 までの部位に対応する部分基板は、図 8 に示す例では、部分基板 3 0 1 及び 3 0 2 である。ゆえに、本実施の形態では、部分基板 3 0 3 - 3 0 6 による酸化処理は行わず、部分基板 3 0 1 と部分基板 3 0 2 でのみ酸化処理を行う。図 8 中の“ O N ”は、対応する部分基板内の部分電極に交流電圧が印加されることを意味し、“ O F F ”は、対応する部分基板内の部分電極に交流電圧が印加されないことを意味している。このように P M の剥離のおそれのある部位に限定して酸化処理を実行することにより、消費電力を低く抑えながら P M の剥離を抑えることができる。

【 0 0 4 5 】

なお、本実施の形態に係る酸化用基板 3 0 は、図 9 に示すように変形することもできる。図 9 に示す変形例では、独立した複数の部分電極 3 0 b 1 - 3 0 b 6 が排ガスの流れ方向に並べられている。これらの部分電極 3 0 b 1 - 3 0 b 6 は一つの誘電体 3 0 a を共有するように、同一の基板内に設けられている。部分電極 3 0 b 1 - 3 0 b 6 ごとに交流電圧の印加と停止を制御することにより、部分電極 3 0 b 1 - 3 0 b 6 ごとに酸化処理を行うことができる。

【 0 0 4 6 】

本実施の形態は、P M 堆積量推定モデルを用いた P M の堆積量の計算方法にも一つの特徴がある。上述の通り本実施の形態では部分電極ごとに酸化処理を行うことができる。このため、酸化処理を行なった結果による P M の堆積量の減少具合も部分電極ごとに異なったものとなる。そこで、排ガスの流れ方向における P M の堆積量の分布をより精度良く推定するため、本実施の形態では、以下のように構成された P M 堆積量推定モデルを用いて各帯電位置における P M の推定堆積量を計算する。

【 0 0 4 7 】

本実施の形態に係る P M 堆積量推定モデルは、例えば、前述の式 1 及び式 2 で表される捕集効率の算出式と、前述の式 3、式 4 及び式 5 に示す堆積量の増加量の算出式と、式 7 に示す P M の酸化量の算出式と、式 8 に示す堆積量の変化量の算出式と、式 6 に代えて式 9 に示す堆積量の算出式とで表すことができる。

【数 7】

$$\Delta G d_n = Z \cdot V \cdot \Delta T \quad \dots \text{式 7}$$

【数 8】

$$\Delta G_n = \Delta G i_n - \Delta G d_n \quad \dots \text{式 8}$$

【数 9】

$$G_n = \sum \Delta G_n \quad \dots \text{式 9}$$

【 0 0 4 8 】

式 7 において、 $G d_n$ は帯電位置 $n - 1$ から帯電位置 n までの区間における単位堆積時間あたりの P M の酸化量、 Z は基板の酸化能力であって基板の固有値、 V は P M の酸化速度 (g / s) である。酸化速度 V は、各部分電極に印加される交流電圧の大きさに依存する。ゆえに、印加される交流電圧の大きさが部分電極ごとに制御されるのであれば、酸化速度 V の値は帯電位置間で共通の定数ではなく、帯電位置 n によって異なる変数として扱われる。

【 0 0 4 9 】

式 8 において、 G_n は帯電位置 $n - 1$ から帯電位置 n までの区間における単位堆積時間あたりの堆積量の変化量である。PM が酸化処理により除去された分、堆積量は減少するため、単位堆積時間あたりの堆積量の増加量 G_{i_n} から、単位堆積時間あたりの PM の酸化量 G_{d_n} を差し引いて得られる量が、単位堆積時間あたりの堆積量の変化量 G_n である。

【 0 0 5 0 】

式 9 では、単位堆積時間あたりの堆積量の変化量 G_n を積算することで、現時点における堆積量 G_n が算出される。本実施の形態では、式 1 - 5, 7 - 9 を用いて推定された堆積量 G_n が酸化処理制御において用いられる。

10

【 0 0 5 1 】

2 - 2 . 実施の形態 2 の酸化処理制御の詳細

次に、本実施の形態で採用された酸化処理制御の詳細について説明する。酸化処理制御を行うための制御装置 100 の構成は実施の形態 1 と共通であり、図 5 中にブロックで描かれたとおりである。本実施の形態に係る制御装置 100 も堆積量分布推定部 100 a と酸化処理制御部 100 b とを備える。堆積量分布推定部 100 a は、前述の PM 堆積量推定モデルを用いて各帯電位置における推定堆積量を計算するように構成されている。酸化処理制御部 100 b は、堆積量分布推定部 100 a で計算された各帯電位置における推定堆積量と閾値との比較に基づいて、酸化処理装置 8 による酸化処理のオン/オフを部分電極ごとに制御するように構成されている。

20

【 0 0 5 2 】

図 10 は、本実施の形態において制御装置 100 により実行される酸化処理制御の制御フローを示すフローチャートである。このフローチャートに基づいて作成されたコンピュータプログラムがメモリ 104 から読みだされてプロセッサ 102 により所定の制御周期で実行されることによって、堆積量分布推定部 100 a の機能と酸化処理制御部 100 b の機能とが制御装置 100 にて実現される。

【 0 0 5 3 】

図 10 に示すように、酸化処理制御の制御フローはステップ S 201 からステップ S 217 までの処理で構成されている。制御装置 100 は、1 から 3 までの帯電位置ごとにこの制御フローで表される処理を実施する。なお、フローチャート中の添字の n は、帯電位置 n に対応する処理が行われることを意味する。

30

【 0 0 5 4 】

ステップ S 201 では、入力情報の一つである排ガス流量 G_a が取得される。ステップ S 202 では、入力情報の一つである瞬時流入 PM 量 Q_s が取得される。ステップ S 203 では、設定情報の一つである帯電用電極 20 と外殻 12 との間の電界強度 E が取得される。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 204 では、帯電位置 n における捕集効率 η_n が式 1 及び式 2 を用いて算出される。この計算には、ステップ S 201 で取得された排ガス流量 G_a と、ステップ S 203 で取得された電界強度 E とが用いられる。ステップ S 205 では、式 3 乃至 5 の何れか一つの式を用いて、帯電位置 n における堆積量の増加量 G_{i_n} が算出される。この計算には、ステップ S 202 で取得された瞬時流入 PM 量 Q_s と、ステップ S 204 で算出された捕集効率 η_n とが用いられる。

40

【 0 0 5 6 】

ステップ S 206 では、帯電位置 n に対応する部分電極による PM の酸化処理がオンかどうか、すなわち、帯電位置 n に対応する部分電極による酸化処理が実行されているかどうか判定される。酸化処理の実行中でない場合には、制御フローはステップ S 215 に進む。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 215 では、ステップ S 205 で算出された堆積量の増加量 G_{i_n} に基づ

50

いて帯電位置 n における堆積量 G_n が更新される。酸化処理が実行されていないので、PMの酸化量はゼロであり、式 8 における単位堆積時間あたりの堆積量の変化量 G_n は、単位堆積時間あたりの堆積量の増加量 G_{in} に等しい。

【0058】

ステップ S 2 1 6 では、ステップ S 2 1 5 で更新された堆積量 G_n が閾値 1 よりも大きいかどうか判定される。堆積量 G_n が閾値 1 よりも大きい場合、ステップ S 2 1 7 が選択される。ステップ S 2 1 7 では、帯電位置 n に対応する部分電極に対して交流電圧が印加され、帯電位置 n に対応する部分電極による酸化処理が実行される。例えば、図 7 に示す例では、帯電位置 2 における堆積量 G_2 が閾値 1 よりも大きくなったのであれば、部分基板 3 0 3 及び 3 0 4 の各部分電極に対して交流電圧が印加されて、それらの部分電極による酸化処理が実行される。一方、堆積量 G_n が閾値 1 未満であれば、帯電位置 n に対応する部分電極への交流電圧の印加は行われず、酸化処理を行わない状態が維持される。

10

【0059】

ステップ S 2 0 6 において、帯電位置 n に対応する部分電極による酸化処理が既に実行されている場合、制御フローはステップ S 2 0 7 に進む。ステップ S 2 0 7 では、PMの酸化速度 V が取得される。酸化速度 V は、交流電圧発生装置 3 4 から帯電位置 n に対応する部分電極に印可された交流電圧の電圧値から計算される。ステップ S 2 0 8 では、式 7 を用いて、帯電位置 n における PM の酸化量 G_{dn} が算出される。この計算には、ステップ S 2 0 7 で取得された酸化速度 V が用いられる。そして、ステップ S 2 0 9 では、式 8 を用いて、帯電位置 n における堆積量の変化量 G_n が算出される。この計算には、ステップ S 2 0 5 で算出された堆積量の増加量 G_{in} と、ステップ S 2 0 8 で算出された PM の酸化量 G_{dn} とが用いられる。

20

【0060】

ステップ S 2 1 0 では、ステップ S 2 0 9 で算出された堆積量の変化量 G_n がゼロ以上の値かどうか判定される。堆積量の変化量 G_n がゼロ未満であれば、酸化処理の効果によって PM の堆積量は減少している。ところが、堆積量の変化量 G_n がゼロ以上であれば、酸化処理を行っているにも関わらず PM の堆積量は変わらないか、増大していることになる。堆積量の変化量 G_n がゼロ以上の場合のみ、ステップ S 2 1 1 が選択される。ステップ S 2 1 1 では、交流電圧発生装置 3 4 から帯電位置 n に対応する部分電極に印加される交流電圧の電圧値を上昇させることが行われる。印加電圧の電圧値を上昇させれば、PMの酸化速度 V の上昇によって PM の酸化量 G_{dn} が増大するので、堆積量の変化量 G_n は減少するようになる。

30

【0061】

ステップ S 2 1 2 では、式 9 を用いて、ステップ S 2 0 9 で算出された堆積量の変化量 G_n に基づいて帯電位置 n における堆積量 G_n が更新される。

【0062】

ステップ S 2 1 3 では、ステップ S 2 1 2 で更新された堆積量 G_n が閾値 2 よりも小さいかどうか判定される。堆積量 G_n が閾値 2 よりも小さい場合、ステップ S 2 1 4 が選択される。ステップ S 2 1 4 では、帯電位置 n に対応する部分電極に対する交流電圧の印加が停止され、帯電位置 n に対応する部分電極による酸化処理が停止される。つまり、ステップ S 2 1 3 で判定される条件は、帯電位置 n に対応する部分電極による酸化処理を停止する停止条件である。酸化処理のオン/オフのチャタリングを避けるため、閾値 2 は閾値 1 よりも小さい値に設定されている。

40

【0063】

3. 実施の形態 3

3 - 1. 実施の形態 3 の特徴点

次に、本発明の実施の形態 3 について説明する。実施の形態 3 に係る排ガス浄化装置の基本的な構造は、実施の形態 1 に係る排ガス浄化装置と共通する。ゆえに、以下の説明において排ガス浄化装置の構造について言及がある場合には、特に明示した場合を除いて図

50

1を参照されたい。

【0064】

本実施の形態は、集塵装置6の機能の一つの特徴がある。本実施の形態に係る集塵装置6は、帯電用電極20が有する複数の放電部20bのそれぞれで、放電部20bごとに放電を実行可能に構成されている。このような機能を実現するための具体的な構造については後述するとして、このような機能を集塵装置6に備えることによって、以下に説明する帯電位置制御が可能となる。

【0065】

図11は、帯電位置制御の概要を示す図である。帯電位置制御とは、放電させる放電部20bを順次切り替え、酸化用基板30上の帯電位置を変化させる制御である。酸化用基板30上の帯電位置を変化させることで、酸化用基板30上におけるPMの堆積量の分布も変化させることができる。帯電位置制御では、放電させる放電部20bを堆積量の分布の変化に応じて切り替えることが行われる。より詳しくは、酸化用基板30上の堆積量が少ない位置に放電部20bを切り替えることで、排ガスの流れ方向におけるPMの堆積の偏りを低減することが行われる。

10

【0066】

ここで、帯電位置制御の具体例について図11を用いて説明する。図11には、帯電位置1, 2, 3に対応する3つの放電部20bの間で、放電させる放電部20bを切り替える例が描かれている。また、この具体例では、実施の形態2で説明した酸化処理制御、すなわち、排ガスの流れ方向に並んだ部分電極ごとに酸化処理を実行する制御が組み合わ

20

【0067】

図11に示すSTEP1では、帯電位置1に対応する放電部20bで放電が行われている。この放電により、酸化用基板30上の帯電位置1の近傍の部位にPMが堆積していく。STEP1に続くSTEP2では、帯電位置1に対応する部分電極により酸化処理が行われるとともに、放電させる放電部20bが帯電位置2に対応する放電部20bへ切り替えられる。これにより、帯電位置1に対応する部位に堆積したPMは酸化処理されて減少していく。STEP2に続くSTEP3では、放電させる放電部20bが帯電位置3に対応する放電部20bへ切り替えられる。これにより、酸化用基板30上のPMが堆積する部位は排ガスの流れ方向の下流側へ移る。そして、STEP3に続くSTEP4では、放電させる放電部20bが再び帯電位置1に対応する放電部20bへ切り替えられる。これにより、酸化用基板30上のPMが堆積する部位は再び排ガスの流れ方向の上流側へ移り、酸化用基板30上におけるPMの堆積量の分布の均一化が図られる。

30

【0068】

図12は、上述の帯電位置制御を実現するための集塵装置6の構造の一例を示す図である。図12に示す例では、集塵装置6が有する帯電用電極20は、排ガスの流れ方向に並べられた3つの部分帯電用電極201, 202, 203から構成されている。部分帯電用電極201, 202, 203には、それぞれ放電部20b1, 20b2, 20b3が設けられている。この例では、集塵装置6は、部分帯電用電極201, 202, 203と直流電圧発生装置24とを切り替えスイッチ210で接続している。切り替えスイッチ210

40

【0069】

3-2. 実施の形態3の酸化処理制御及び帯電位置制御の詳細

次に、本実施の形態で採用された酸化処理制御及び帯電位置制御の詳細について説明する。図13は、本実施の形態に係る制御装置100の構成を示すブロック図である。制御装置100は、図13中にブロックで描かれているように、堆積量分布推定部100aと酸化処理制御部100bと帯電位置制御部100cとを備える。これらは、制御装置100のメモリ104に記憶されたコンピュータプログラム或いはその一部に対応している。

【0070】

50

堆積量分布推定部 100a は、実施の形態 2 で説明した PM 堆積量推定モデルを用いて各帯電位置における推定堆積量を計算するように構成されている。酸化処理制御部 100b は、堆積量分布推定部 100a で計算された各帯電位置における推定堆積量と閾値との比較に基づいて、酸化処理装置 8 による酸化処理のオン/オフを部分電極ごとに制御するように構成されている。帯電位置制御部 100c は、放電させる放電部を PM の堆積量の分布の変化に応じて切り替えて酸化用基板 30 上の帯電位置を変化させるように構成されている。

【0071】

図 14 は、本実施の形態において制御装置 100 により実行される酸化処理制御及び帯電位置制御の制御フローを示すフローチャートである。このフローチャートに基づいて作成されたコンピュータプログラムがメモリ 104 から読みだされてプロセッサ 102 により所定の制御周期で実行されることによって、堆積量分布推定部 100a、酸化処理制御部 100b、及び帯電位置制御部 100c の各機能が制御装置 100 にて実現される。

10

【0072】

図 14 に示すように、酸化処理制御及び帯電位置制御の制御フローはステップ S301 からステップ S320 までの処理で構成されている。制御装置 100 は、1 から 3 までの帯電位置ごとにこの制御フローで表される処理を実施する。なお、フローチャート中の添字の n は、帯電位置 n に対応する処理が行われることを意味する。

【0073】

ステップ S301 では、帯電位置 n での放電による静電集塵が実施されているかどうか判定される。帯電位置 n での放電が行われている場合、ステップ S302 からステップ S306 までの処理が行われる。帯電位置 n での放電が行われていない場合、これらのステップはスキップされる。

20

【0074】

ステップ S302 では、入力情報の一つである排ガス流量 G_a が取得される。ステップ S303 では、入力情報の一つである瞬時流入 PM 量 Q_s が取得される。ステップ S304 では、設定情報の一つである帯電用電極 20 と外殻 12 との間の電界強度 E が取得される。

【0075】

ステップ S305 では、帯電位置 n における捕集効率 η_n が式 1 及び式 2 を用いて算出される。この計算には、ステップ S302 で取得された排ガス流量 G_a と、ステップ S304 で取得された電界強度 E とが用いられる。ステップ S306 では、式 3 乃至 5 の何れか一つの式を用いて、帯電位置 n における堆積量の増加量 G_{i_n} が算出される。この計算には、ステップ S303 で取得された瞬時流入 PM 量 Q_s と、ステップ S305 で算出された捕集効率 η_n とが用いられる。

30

【0076】

ステップ S307 では、帯電位置 n に対応する部分電極による PM の酸化処理がオンかどうか、すなわち、帯電位置 n に対応する部分電極による酸化処理が実行されているかどうか判定される。酸化処理の実行中でない場合には、制御フローはステップ S318 に進む。

40

【0077】

ステップ S318 では、ステップ S306 で算出された堆積量の増加量 G_{i_n} に基づいて帯電位置 n における堆積量 G_n が更新される。酸化処理が実行されていないので、PM の酸化量はゼロであり、式 8 における単位堆積時間あたりの堆積量の変化量 G_n は、単位堆積時間あたりの堆積量の増加量 G_{i_n} に等しい。

【0078】

ステップ S319 では、ステップ S318 で更新された堆積量 G_n が閾値 θ_1 よりも大きいかどうか判定される。堆積量 G_n が閾値 θ_1 よりも大きい場合、ステップ S320 が選択される。ステップ S320 では、帯電位置 n に対応する部分電極に対して交流電圧が印加され、帯電位置 n に対応する部分電極による酸化処理が実行される。堆積量 G_n が閾

50

値 1 未満であれば、帯電位置 n に対応する部分電極への交流電圧の印加は行われず、酸化処理を行わない状態が維持される。

【0079】

ステップ S 3 0 7 において、帯電位置 n に対応する部分電極による酸化処理が既に行われている場合、制御フローはステップ S 3 0 8 に進む。ステップ S 3 0 8 では、PM の酸化速度 V が取得される。酸化速度 V は、交流電圧発生装置 3 4 から帯電位置 n に対応する部分電極に印可された交流電圧の電圧値から計算される。ステップ S 3 0 9 では、式 7 を用いて、帯電位置 n における PM の酸化量 $G d_n$ が算出される。この計算には、ステップ S 3 0 8 で取得された酸化速度 V が用いられる。そして、ステップ S 3 1 0 では、式 8 を用いて、帯電位置 n における堆積量の変化量 G_n が算出される。この計算には、ステップ S 3 0 6 で算出された堆積量の増加量 $G i_n$ と、ステップ S 3 0 9 で算出された PM の酸化量 $G d_n$ とが用いられる。

10

【0080】

ステップ S 3 1 1 では、ステップ S 3 1 0 で算出された堆積量の変化量 G_n がゼロ以上の値かどうか判定される。堆積量の変化量 G_n がゼロ未満であれば、酸化処理の効果によって PM の堆積量は減少している。この場合は、ステップ S 3 1 2 - 3 1 4 はスキップされて、制御ルーチンはステップ S 3 1 5 に進む。一方、堆積量の変化量 G_n がゼロ以上の場合、さらにステップ S 3 1 2 に進み、ステップ S 3 1 0 で算出された堆積量の変化量 G_n がゼロより大きい所定の閾値 以上かどうか判定される。

20

【0081】

堆積量の変化量 G_n が閾値 未満であれば、ステップ S 3 1 4 が選択される。ステップ S 3 1 4 では、交流電圧発生装置 3 4 から帯電位置 n に対応する部分電極に印加される交流電圧の電圧値を上昇させることが行われる。つまり、堆積量の増加量 $G i_n$ に対して PM の酸化量 $G d_n$ が僅かに小さい程度であれば、印加電圧を高めて PM の酸化速度 V を上昇させることが行われる。堆積量の変化量 G_n は、帯電位置 n における PM の堆積速度と PM の酸化速度との差を表している。

30

【0082】

堆積量の変化量 G_n が閾値 より大きい場合、ステップ S 3 1 3 が選択される。ステップ S 3 1 3 では、放電させる放電部を現在の放電部から別の放電部へ切り替えることによって、帯電位置を現在の位置から別の位置へ切り替えることが行われる。これは、PM の酸化量 $G d_n$ に対して堆積量の増加量 $G i_n$ があまりに大きい場合、つまり、帯電位置 n における PM の堆積速度が PM の酸化速度よりもあまりに大きい場合には、印加電圧を高めて PM の酸化速度 V を上昇させたとしても、酸化処理が間に合わずに堆積した PM が剥離してしまうおそれがあるからである。そのような場合には、帯電位置を切り替えてそれ以上の PM の堆積を止めることで、堆積した PM の剥離を抑えることができる。なお、切り替え先の帯電位置としては、排ガスの流れ方向における PM の堆積量の分布をより均一に近づけることができる位置が選択される。

40

【0083】

ステップ S 3 1 5 では、式 9 を用いて、ステップ S 3 1 0 で算出された堆積量の変化量 G_n に基づいて帯電位置 n における堆積量 G_n が更新される。

【0084】

ステップ S 3 1 6 では、ステップ S 3 1 5 で更新された堆積量 G_n が閾値 2 よりも小さいかどうか判定される。堆積量 G_n が閾値 2 よりも小さい場合、ステップ S 3 1 7 が選択される。ステップ S 3 1 7 では、帯電位置 n に対応する部分電極に対する交流電圧の印加が停止され、帯電位置 n に対応する部分電極による酸化処理が停止される。

【符号の説明】

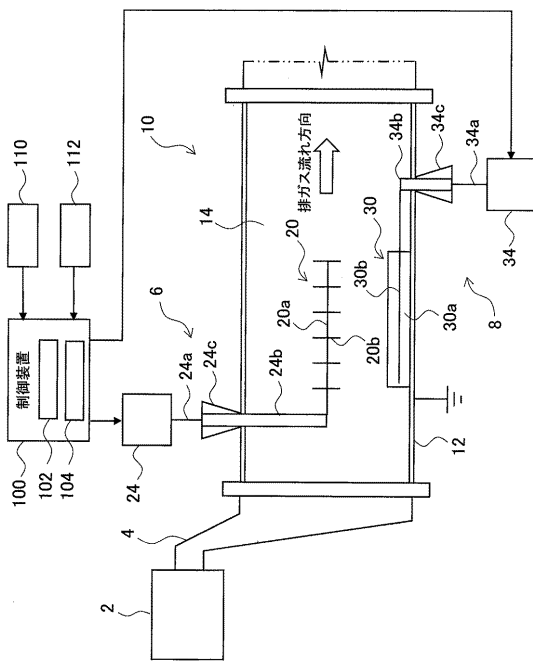
【0085】

- 6 集塵装置
- 8 酸化処理装置
- 10 排ガス処理装置

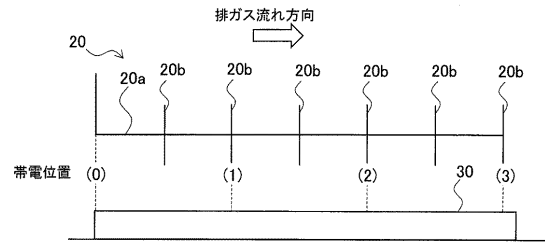
50

- 1 2 外殻 (対向電極)
- 2 0 帯電用電極
- 2 0 b , 2 0 b 1 - 2 0 b 3 放電部
- 2 4 直流電圧発生装置
- 3 0 酸化用基板
- 3 0 a 誘電体
- 3 0 1 - 3 0 6 部分基板
- 3 0 b 酸化用電極
- 3 0 b 1 - 3 0 b 6 部分電極
- 3 4 交流電圧発生装置
- 1 0 0 制御装置
- 1 0 0 a 堆積量分布推定部
- 1 0 0 b 酸化処理制御部
- 1 0 0 c 帯電位置制御部

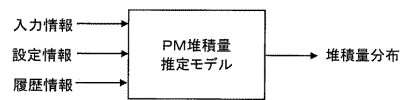
【 図 1 】



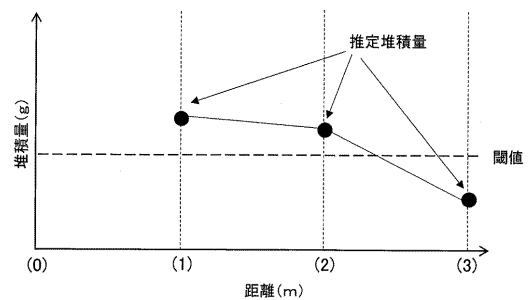
【 図 2 】



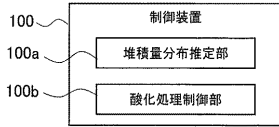
【 図 3 】



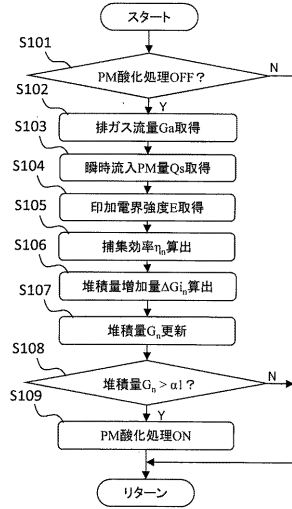
【 図 4 】



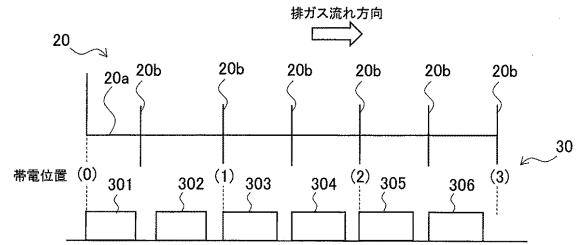
【図5】



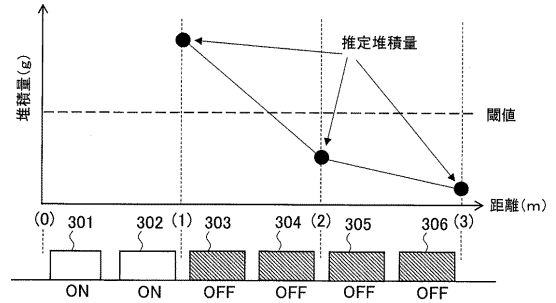
【図6】



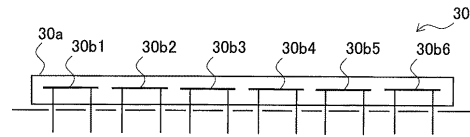
【図7】



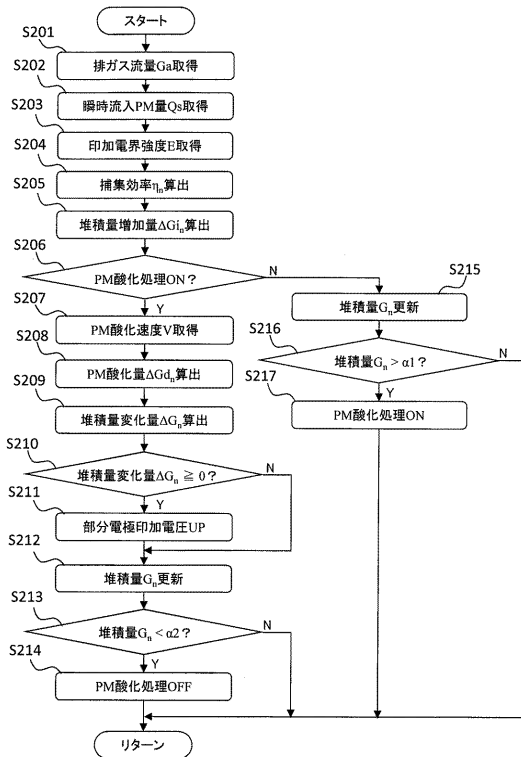
【図8】



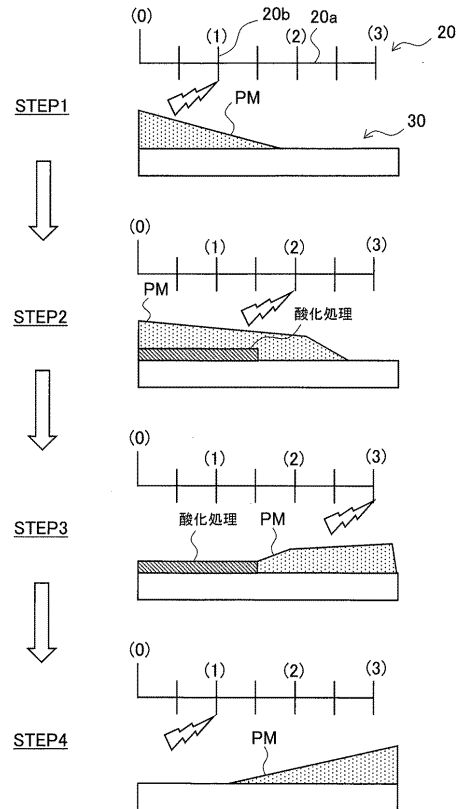
【図9】



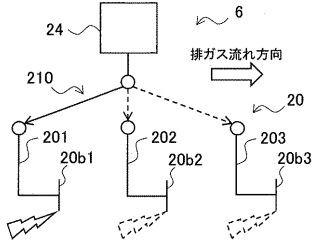
【図10】



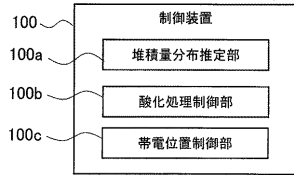
【図11】



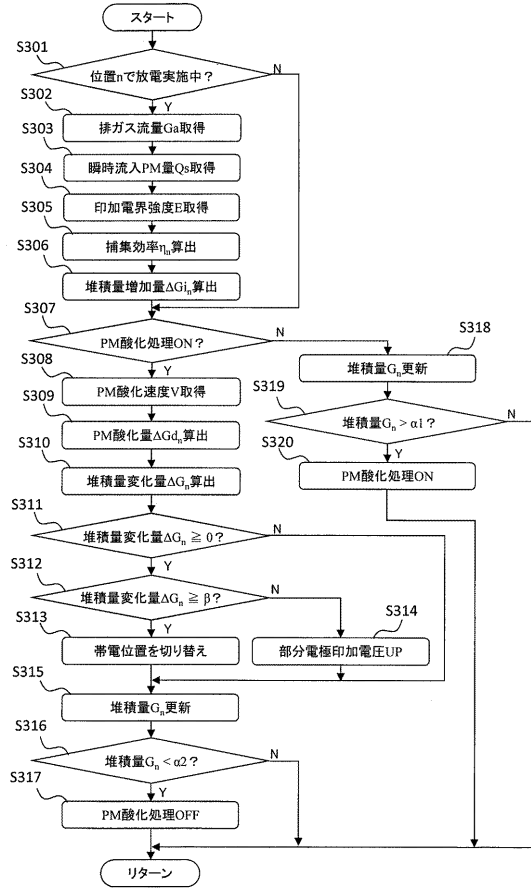
【図12】



【図13】



【図14】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
B 0 3 C 3/49 (2006.01)	B 0 3 C	3/41		Z
B 0 3 C 3/68 (2006.01)	B 0 3 C	3/49		
B 0 3 C 3/74 (2006.01)	B 0 3 C	3/68		Z
	B 0 3 C	3/74		Z

Fターム(参考) 3G190 AA12 AA13 BA05 CA21 DA27 DB05 DB07 DB12 DB34 DB57
 DB72 DD03 DD04 DD06 DD14 DD16 EA01 EA42
 4D054 AA03 BA02 BC06 BC31 DA08 DA11 DA16 DA20