

(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2004-204824
(P2004-204824A)

(43) 公開日 平成16年7月22日(2004.7.22)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/02	FO1N 3/02 341H	3G090
// BO1D 46/42	FO1N 3/02 301A	4D058
	FO1N 3/02 301B	
	FO1N 3/02 341L	
	BO1D 46/42 B	
審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 11 頁)		

(21) 出願番号	特願2002-377840 (P2002-377840)	(71) 出願人	391012305 東京商船大学長 東京都江東区越中島2丁目1番6号
(22) 出願日	平成14年12月26日 (2002.12.26)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618 弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100068814 弁理士 坪井 淳
		(74) 代理人	100092196 弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
最終頁に続く			

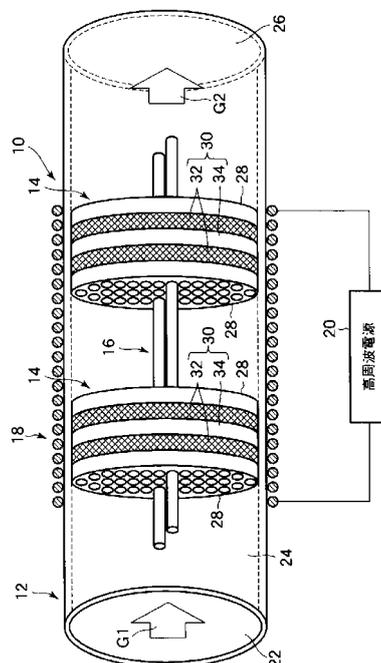
(54) 【発明の名称】 排ガス中の微粒子除去装置

(57) 【要約】

【課題】 捕集した排ガス中の微粒子を短時間で効率良く燃焼することのできる構造が簡単で制御の容易な微粒子除去装置を提供すること

【解決手段】 排ガスを流通させる非磁性材料製のハウジング12内に、排ガス中の微粒子を捕集するフィルタユニット14を配置し、ハウジング12の外周部に巻回したワーキングコイル18に高周波電流を供給することにより、このフィルタユニット14に配置した支持プレート28を誘導加熱し、フィルタユニット14に集積された微粒子を、このときに発生する熱で燃焼させる微粒子除去装置。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排ガスを流通させる非磁性材料製のハウジング内に、排ガス中の微粒子を捕集する捕集装置を配置し、前記ハウジングの外周部に巻回したコイルに高周波電流を供給することにより、この捕集装置に配置した加熱部材を誘導加熱し、捕集装置に集積された微粒子を、このときに発生する熱で燃焼させることを特徴とする排ガス中の微粒子除去装置。

【請求項 2】

前記捕集装置は、一方から流入した排ガスを他方から流出可能な一对の多孔性支持プレートと、これらの支持プレート間に配置されたセラミック繊維製フィルタとを有するフィルタユニットを備え、このフィルタユニットは、少なくとも一方の支持プレートが前記加熱部材として形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の微粒子除去装置。

10

【請求項 3】

前記捕集装置は、円筒状の外側支持プレート内に、円筒状の内側支持プレートを配置した円筒状構造を有することを特徴とする請求項 2 に記載の微粒子除去装置。

【請求項 4】

前記捕集装置は、外側支持プレートの半径方向外方に配置される円筒状の補助加熱部材を有し、この補助加熱部材は、前記コイルに高周波電流が供給されたときに、前記加熱部材と共に誘導加熱されることを特徴とする請求項 3 に記載の微粒子除去装置。

【請求項 5】

前記セラミック繊維製フィルタは、チラノチョップ状繊維層間にブランケット状繊維層を挟んだ積層構造を有することを特徴とする請求項 2 から 4 のいずれか 1 つに記載の微粒子除去装置。

20

【請求項 6】

外周部にコイルを巻回しかつ排ガスを流通させる非磁性材料製のハウジング内に配置され、排ガス中の微粒子を捕集するフィルタユニットであって、一方から流入した排ガスを他方から流出可能で、捕集した微粒子を支える多孔性支持プレートを有し、この支持プレートは、前記コイルに高周波電流を供給したときに誘導加熱される加熱部材により、捕集した微粒子を燃焼することを特徴とするフィルタユニット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は、ディーゼル機関、ボイラあるいは焼却炉等の排ガス中の微粒子を除去する微粒子除去装置およびこれに用いるフィルタユニットに関する。

【0002】

【従来の技術】

ディーゼル機関から排出される有害微粒子を捕集する種々の形式のディーゼル排気微粒子フィルタ(DPF)が開発されている。

このようなDPFには、セラミック繊維で形成したフェルトを両側から金網ヒータで挟み込んで板状に形成し、この板状に形成したフェルトおよびヒータを多数枚組合せてひだ状のフィルタエレメントに成形し、これをケーシング内に収容したものがあ(例えば非特許文献1参照)。

40

【0003】

このDPFは、並列に2つ配置され、上流側に設けた制御弁で排気流路を切換え、一方で微粒子を捕集している間に、他方を再生し、これにより常時捕集することができる。このDPFの再生は、各フィルタエレメントの金網ヒータに通電し、フェルト内に捕集された微粒子を燃焼することにより行われる。

【0004】

【非特許文献1】

「ECO INDUSTRY」 シーエムシー出版社、2001年2月、p.12-18

【0005】

50

【発明が解決しようとする課題】

上述の従来例によるDPFは、再生の際の熱応力によるフィルタエレメントの破損を防止すると共に、燃料性状に左右されることなく微粒子の捕集再生が可能である点で極めて有益なものではあるが、しかし、細い金属製の金網ヒータをセラミック繊維製のフェルトの表面に配置しているため、この金網ヒータは常時排ガスに晒されると共に、再生時には極めて高温に加熱される。このため、金網ヒータを形成するワイヤが断線する虞が有る。また、2つのDPFを交互に捕集再生に用いるために、構造および燃焼制御が極めて複雑となる。

【0006】

本発明は、このような事情に基づいてなされたもので、捕集した排ガス中の微粒子を短時間で効率良く燃焼することのできる構造が簡単で制御の容易な微粒子除去装置を提供することを目的とする。

10

【0007】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため、本発明によると、排ガスを流通させる非磁性材料製のハウジング内に、排ガス中の微粒子を捕集する捕集装置を配置し、前記ハウジングの外周部に巻回したコイルに高周波電流を供給することにより、この捕集装置に配置した加熱部材を誘導加熱し、捕集装置に集積された微粒子を、このときに発生する熱で燃焼させる排ガス中の微粒子除去装置が提供される。

20

【0008】

また、本発明によると、外周部にコイルを巻回しかつ排ガスを流通させる非磁性材料製のハウジング内に配置され、排ガス中の微粒子を捕集するフィルタユニットであって、一方から流入した排ガスを他方から流出可能で、捕集した微粒子を支える多孔性支持プレートを有し、この支持プレートは、前記コイルに高周波電流を供給したときに誘導加熱される加熱部材により、捕集した微粒子を燃焼するフィルタユニットが提供される。

【0009】**【発明の実施の形態】**

図1は、本発明の好ましい実施形態による微粒子除去装置10を示す。

この微粒子除去装置10は、例えば窒化ケイ素等のセラミック材料で形成した非磁性材料製の円筒状ハウジング12内に、排ガス中の微粒子を捕集する捕集装置として2つのフィルタユニット14を軸方向に間隔をおいて配置し、これらのフィルタユニット14を本実施形態では2本の支持軸16で連結してある。また、ハウジング12の外側には、例えばリッツ線あるいは中空構造の細径金属管を巻回して形成したワーキングコイル18を配置してあり、このワーキングコイル18に、高周波インバータを備えた高周波電源20から例えば1~100KHzの範囲で、好ましくは約15~40KHzの高周波電流を供給し、フィルタユニット14の後述する加熱部材を誘導加熱することができる。高周波電流の周波数が15KHzよりも低すぎると可聴音が発生し、逆に100KHzよりも高すぎると表皮効果により、磁力線がハウジング12の深部すなわち中心部近くまで到達し難くなる。

30

【0010】

この微粒子除去装置10には、例えばディーゼル機関、ボイラあるいは焼却炉等から排出された排ガスが、このハウジング12の一端の入口22から、矢印G1の方向に沿って、ハウジング12の内部流路24内に流入する。排ガス中の微粒子は2つのフィルタユニット14で捕集され、微粒子を除去された排ガスが、出口26から矢印G2の方向に排出される。

40

【0011】

なお、フィルタユニット14は、図示のように2つに限らず、1つのみあるいは3つ以上であってもよい。いずれの場合も、フィルタユニット14は、ワーキングコイル18を巻回した範囲内すなわち磁力線の到達範囲内に配置する。複数のフィルタユニット14を配置する場合には、各フィルタユニット14に対応させて複数のワーキングコイル18を配

50

置してもよい。また、複数のフィルタユニット14を連結する支持軸16は、各フィルタユニット14の位置および間隔を保持できるものであれば適宜の位置に配置することができ、図示のように中央部に限らず、周部に近接した位置で互いに離隔させて配置してもよい。

【0012】

本実施形態のフィルタユニット14は、上述のワーキングコイル18で誘導加熱される加熱部材として、例えばSUS430等の金属板に多数の孔を打抜き形成した一对のディスク状多孔性支持プレート28を備え、この支持プレート28間にセラミック繊維製フィルタ30を配置したサンドイッチ構造を有する。このセラミック繊維製フィルタ30は、チラノチョップ状繊維層32間にブランケット状繊維層34を挟んだ積層構造を有する。このチラノチョップ状繊維層32を形成するチラノチョップ状繊維は、シリコン、チタンまたはジルコニウム、炭素、酸素からなるセラミック連続繊維であるのが好ましく、種々のフィラメント径を有する市販のものを用いることができる。また、ブランケット状繊維層34を形成するブランケットは、セラミック繊維を積層しながらニードル加工したものを
10
用いるのが好ましく、市販の酸化アルミニウムおよび酸化ケイ素を主成分としたものを用いることができる。

【0013】

このようなセラミック繊維製フィルタ30は、チラノチョップ状繊維層32間にブランケット状繊維層34を挟んだ3層構造に限らず、いずれか1つのセラミック繊維のみで形成してもよく、更に、4層以上に積層してもよい。図示の実施形態のような3層あるいは5層の奇数層構造とする場合には、フィルタユニット14のいずれの側の多孔性支持プレート28から排ガスを流入させてもよく、前後方向の特定が不要であるため、組立てが容易となる。更に、セラミック繊維製フィルタ30が厚くなる場合には、その中間部に支持プレート28と同様な金属製部材(図示しない)を配置することも可能である。一方、1つの多孔性支持プレート28のみでも所要の温度に誘導加熱できる場合には、いずれか1つの支持プレート28のみを誘導加熱用の金属製部材として形成してもよい。
20

【0014】

このような微粒子除去装置10の入口22から流入した排ガスは、内部流路24を流れて出口26から排出される間に、フィルタユニット14を通過する。排ガスは、このフィルタユニット14の一方の多孔性支持プレート28の孔からセラミック繊維製フィルタ30
30
を通して他方の多孔性支持プレート28から排出され、例えばスス状あるいは目に見えない微粒子がこのセラミック繊維製フィルタ30にトラップされる。

【0015】

フィルタユニット14に多量の微粒子がトラップされ、入口22と出口26との圧力差が予め設定した値以上となると、高周波電源20からワーキングコイル18に高周波電流が通電される。この圧力差の値は、ディーゼル機関、ボイラあるいは焼却路等の通常運転の効率を低下させない程度の大きさに設定するのが好ましい。

【0016】

ワーキングコイル18が通電されると、フィルタユニット14の多孔性支持プレート28に渦電流が流れ、抵抗成分によるジュール熱によって、短時間で高温(約600)に加熱される。この熱により、フィルタユニット14内にトラップされた排出微粒子は短時間で燃焼し、これにより、フィルタユニット14が再生される。これは、排ガス中の僅かな酸素でも高温で効率よく排出微粒子を燃焼させるためである。支持プレート28間に金属プレートが配置されている場合には、この金属プレートも支持プレート28と共に誘導加熱され、したがって、より短時間で排出微粒子を燃焼させることも可能である。
40

【0017】

この微粒子除去装置10は、従来のようなワイヤ状の電気ヒータおよびこれらを接続する配線が不要であるため、断線の虞が全くない。また、セラミック繊維製フィルタ30を支える金属製の支持プレート28自体が発熱する加熱部材として形成されているため、大きな渦電流が流れても断線することなく、構造が極めて簡単でありながらも、両側から効率
50

良く、短時間で高温に加熱することができる。しかも、ディーゼル機関等を運転しつつ再生することも可能であり、その制御も極めて容易である。ディーゼル機関を運転しつつ加熱再生する場合は、フィルタユニット14を高温に維持した状態で加熱するため、排出微粒子の燃焼に要する時間および電力が少なくすみ、その効率をより高めることができる。

なお、ワーキングコイル18への通電は、入口22および出口26の圧力差に限らず、所定時間毎に行うことも可能である。

【0018】

図2は、第2の実施形態による微粒子除去装置10Aを示す。本実施形態も誘導加熱によるスス状微粒子の燃焼低減の原理は、上述の実施形態と同様であるため、同様な部位には同様な符号を付してその詳細な説明を省略する。

本実施形態の微粒子除去装置10Aのフィルタユニット36は、それぞれ多数のパンチ孔を形成した円筒状の外側支持プレート28aと円筒状の内側支持プレート28bとの間にセラミック繊維製フィルタ30を配置した円筒状構造を有し、ハウジング12内に同軸状に配置される。これらの多孔性支持プレート28a, 28bは、ハウジング12の入口22側および出口26側端部をそれぞれストッパ部材38, 40により同軸状に保持される。

【0019】

入口22側のストッパ部材38は、支持プレート28a, 28b間に形成される環状スペースすなわちセラミック繊維製フィルタ30の収容スペースの端部を密閉すると共に、内側支持プレート28bの端部も閉じ、内側支持プレート28bの内部空間すなわち軸方向孔がハウジング12の入口22と連通するのを防止する。このストッパ部材38は、外周縁部が外側支持プレート28aに固定されており、これから半径方向外方に突出しない。また、出口26側のストッパ部材40は支持プレート28a, 28b間に形成される環状スペースの端部を密閉する。この出口26側のストッパ部材40は、内側支持プレート28bの内側の軸方向孔を外部すなわちハウジング12の内部通路24に連通させる開口を有し、外側支持プレート28aを超えて更に半径方向外方に延びる。これらのストッパ部材38, 40は、例えばSUS316等の好適な板材料から形成することが好ましい。

【0020】

このストッパ部材40の外周縁部には、例えばSUS316等の好適な非磁性材料で形成した円筒状の環状部材42を補助加熱部材として配置してある。この環状部材42はハウジング12の内周面に密着し、外側支持プレート28aとの間に排ガス流路44を形成する。

【0021】

この微粒子除去装置10Aでは、ハウジング12の入口22から流入した排ガスG1が、フィルタユニット36の環状部材42と外側支持プレート28aとの間に形成された環状の排ガス流路44から外側支持プレート28aの多数のパンチ孔を通過してセラミック繊維製フィルタ30内に入る。このセラミック繊維製フィルタ30で微粒子を除去された後、内側支持プレート28bに形成された多数のパンチ孔からこの支持プレート38bの軸方向孔で形成された排ガス流路46を通り、出口26から排出される。符号gは排ガス流路46内のガスの流れを示す。

【0022】

本実施形態では、図1に示す実施形態に比べて、排ガスの流通面積を極めて大きく形成すると共に、排ガス流路を迷路状に形成することができるため、微粒子の捕集効率を増大することができる。

【0023】

この微粒子除去装置10Aでは、フィルタユニット36を再生する際、外側支持プレート28aの外側に位置する環状部材が、表皮効果を利用して、短時間に高温に加熱され、内側の支持プレート28a, 28b間にサンドイッチ状に挟まれたセラミック繊維製フィルタ30の短時間加熱を助ける補助加熱部材として作用する。

10

20

30

40

50

【0024】

上記のフィルタユニット36は、円筒状に形成することに代え、截頭円錐状形状に形成することも可能である。この場合、小径側を入口22側あるいは出口26側のいずれに指向させてもよい。環状部材42を入口22側に縮径する截頭円錐状に形成する場合には、多数のパンチ孔を形成することが好ましい。あるいは、環状部材42を省略することも可能である。

【0025】

図3は、図2に示す微粒子除去装置10Aによる微粒子除去効果を確認した実験装置の概要図を示す。

実験においては、ディーゼル発電機50から耐熱ホース52で微粒子除去装置10Aの入口22側に排ガスを導き、出口26側を排気管54を介して大気に開放した。 10

【0026】

この実験で用いたディーゼル発電機50の仕様を表1に示し、スモークテスト56の仕様を表2に示す。ディーゼル機関は、指定燃料の軽油に代えて、これよりも低質のA重油を用い、スス状の微粒子を多く含む黒煙を発生させた。

【0027】

【表1】

発電機の詳細

メーカー：ヤンマーディーゼル株式会社

機種名称 (形式名)		単位	YDG250A-5E	
発 電 機	形式		自励式回転界磁形交流発電機 コンデンサ補償式ブラシレス	
	周波数	Hz	50	
	定格出力	kVA	2.0	
	定格電圧	V	100	
	定格電流	A	20	
	相数		単相	
	極数		2	
エ ン ジ ン	名称		L48ADGY5/6	
	形式		立形空冷4サイクルディーゼル機 関	
	燃焼方式		直接噴射式	
	シリンダ径×行程	mm	φ70×55	
	総行程容積	ℓ	0.211	
	出 力	連続定格	kW /rpm	2.8 /3000
		最大	kW /rpm	3.1 /3000

20

30

40

【0028】

【表2】

50

ディーゼルスモークメータ（日産アルティア株式会社）

商品番号	ED1949
規格	ST-100N
運輸省型式認定番号	DS-7
測定原理	ろ紙反射式
測定範囲	0~100% (汚染度)
測定精度	フルスケールの±3%
応答速度	2秒以内
電源	AC100V 50/60Hz
本体外形寸法	400(高)×445(巾)×330(奥行) [mm]
重量	約13kg

10

【0029】

また、微粒子除去装置10Aは、ハウジング12および円筒状部材42のそれぞれの外径を約100mm、98mmとし、外側および内側支持プレート28a、28bの外径をそれぞれ約70mm、50mmに形成し、ワーキングコイル18は、略4mm径の銅製の中空細管で形成し、ほぼ300mmの軸方向長さにならって巻回した。

20

【0030】

排ガス中のスス等を含む排出微粒子の濃度は、排気管54の出口部分で、スモークテスト56で計測した。この実験では、微粒子除去装置10Aによる微粒子除去効果の確認と、誘導加熱による微粒子除去装置10Aの再生効果の確認との2つを行った。

【0031】

図4は、微粒子除去装置10Aによる微粒子除去効果を示す。

図4の(a)は、フィルタなし場合の排ガスのスモークテストによる黒煙濃度(84%)を示し、図4の(b)は、微粒子除去装置10Aを通したときの濃度(0.12%)を概略的に示す。

【0032】

表3は、微粒子除去装置10Aを設置しないときのスモークテスト56による計測結果を示す。この表3に示す測定結果から、黒煙濃度微粒子除去装置10Aを設置しないときの黒煙濃度を基準(100%)とすると、微粒子除去装置10Aを通したときのスス状微粒子低減率は、ほぼ100%の高効率を実現する。ここで、スス状微粒子低減率は次の関係式(1)で定義する。すなわち、関係式(1)は、

30

スス状微粒子低減率(%) = { 1 - (微粒子除去装置10Aを設置したときの黒煙濃度) / (微粒子除去装置10Aを設置しないときの黒煙濃度) } × 100、と表される。

【0033】

【表3】

表3 フィルタがないときの黒煙濃度

	1回目	2回目	3回目	平均
スモークテスト 黒煙濃度	84%	84%	83%	83.67%

10

【0034】

また、表4は、誘導加熱による微粒子除去装置10Aの再生効果を示す。

この実験では、微粒子除去装置10Aを誘導加熱により再生した後、ディーゼル機関を5回始動し、それぞれの始動時におけるスス状微粒子を捕集した。そして、その捕集したスス状微粒子を誘導加熱によって燃焼し、この微粒子除去装置10Aを再生した後、再度ディーゼル機関始動時のスス状微粒子を捕集した結果である。なお、スス状微粒子低減率は、上記関係式(1)に基づいて算出した。

20

【0035】

【表4】

表4 円筒状フィルタを設置したときの黒煙濃度

		ディーゼル機関始動回数					平均 値	スス状 微粒子 低減率
		1回 目	2回 目	3回 目	4回 目	5回 目		
スモーク テスト 黒煙濃度	誘導加熱前	1%	0%	0%	0%	0%	0.2%	99.8%
	1回目誘導 加熱 処理後	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
	2回目誘導 加熱 処理後	2%	0%	0%	0%	0%	0.4%	99.5%
	3回目誘導 加熱 処理後	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
	4回目誘導 加熱 処理後	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

30

40

50

【0036】

以上から明らかなように、誘導加熱を利用して再生するフィルタユニット14, 36を備える微粒子除去装置10, 10Aは、従来の自動車用DPFと異なり、排ガスと接触する部分にワイヤ状ヒータのような配線部分が全くなく、サンドイッチ状にセラミック繊維製フィルタを支える支持プレート28は、非接触の誘導加熱用ワーキングコイルに高周波交流を通電することにより、短時間で高温に発熱する加熱源として作用する。このため、微粒子除去装置10, 10Aは、加熱部材の断線の心配もなく、短時間で効率良くセラミック繊維製フィルタを加熱できる。これにより、排出微粒子を短時間で燃焼させ、容易にフィルタの再生を繰り返すことができ、メンテナンス上も極めて有益である。

【0037】

なお、上述の各実施形態による微粒子除去装置では、いずれもセラミック繊維フィルタ30を用いているが、上述のように誘導加熱される支持プレート28, 28a, 28bで直接加熱可能な状態に微粒子を捕集できるものであれば、これに限らず他の捕集部材あるいは捕集装置を用いることが可能なことは明らかである。例えば、支持プレート28, 28a, 28bの孔径を例えば10 μ m程度に形成することで、この支持プレート28, 28a, 28bで直接捕集し、加熱再生させるまで、この捕集した微粒子を支えあるいは保持させておくことも可能である。この場合には、1つの支持プレートのみで捕集装置あるいはフィルタユニット14, 36を形成することもできる。

【0038】

【発明の効果】

以上明らかなように、本発明の微粒子除去装置によると、極めて構造が簡単でかつ制御も容易でありながら、捕集した排ガス中の微粒子を短時間で効率良く燃焼することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好ましい実施形態による微粒子除去装置の説明図。

【図2】他の実施形態による微粒子除去装置の説明図。

【図3】図2の微粒子除去装置をディーゼル発電機に取付けた状態の説明図。

【図4】スモークテスタによるスス状微粒子の測定状態を示す説明図。

【符号の説明】

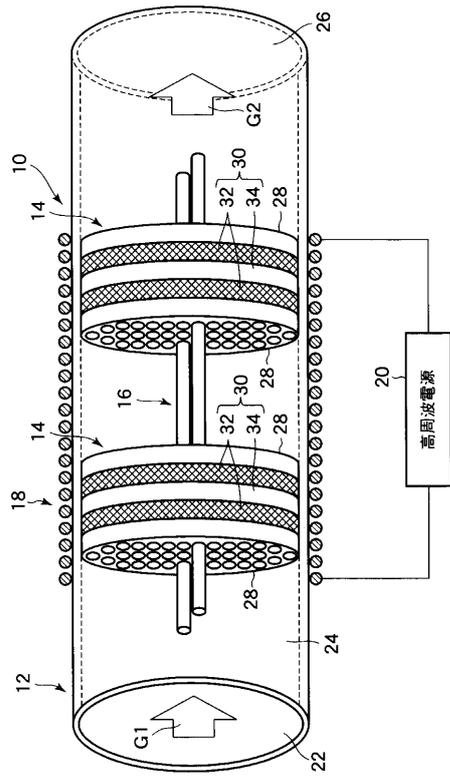
10 ... 微粒子除去装置、12 ...ハウジング、14 ... フィルタユニット(捕集装置)、18 ... コイル、28 ... 支持プレート(加熱部材)、30 ... セラミック繊維フィルタ。

10

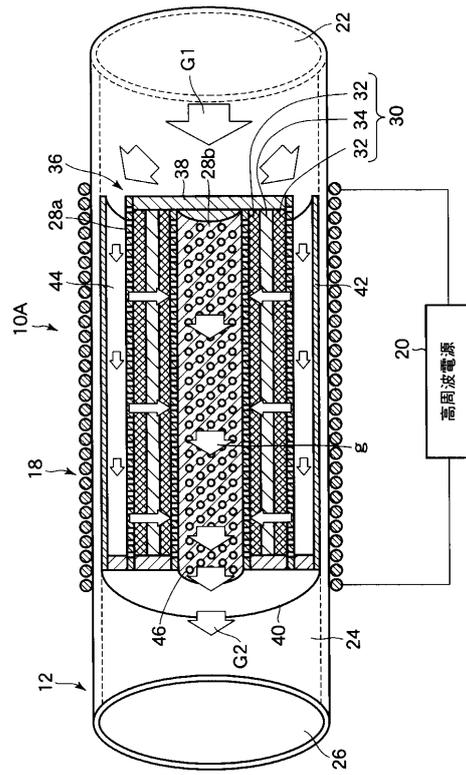
20

30

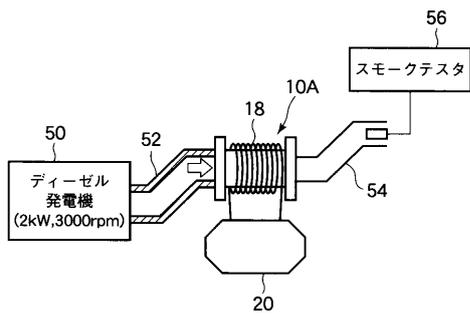
【 図 1 】



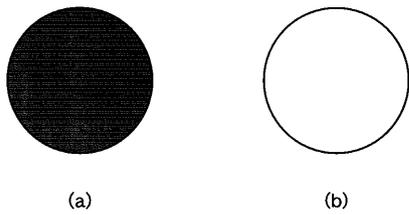
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 畑中 義博

東京都江東区越中島2丁目1番6号 東京商船大学内

Fターム(参考) 3G090 AA02 BA04 CB11

4D058 JA02 JA19 JB06 JB25 KA03 KA08 KB11 KB12 KC33 MA42

SA08