

(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2016-53341

(P2016-53341A)

(43) 公開日 平成28年4月14日(2016.4.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/023 (2006.01)	FO1N 3/02 321E	3G190
FO1N 3/027 (2006.01)	FO1N 3/02 301F	
FO1N 3/01 (2006.01)		
FO1N 3/02 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-180131 (P2014-180131)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成26年9月4日(2014.9.4)	(74) 代理人	110000235 特許業務法人 天城国際特許事務所
		(72) 発明者	森谷 修 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	小林 伸次 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		Fターム(参考)	3G190 AA12 BA12 CA13 CB33 DA27 DB64 DB73 EA10 EA24

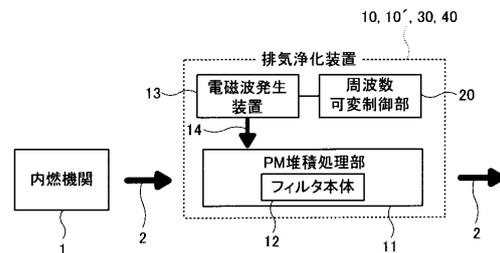
(54) 【発明の名称】 排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】フィルタ本体に捕集された微粒子物質(PM)に電磁波を用いた加熱処理を適用して酸化する場合にPMの反応残量を抑制することができる排気浄化装置を提供すること。

【解決手段】実施形態に係る排気浄化装置は、排気ガスに含まれる微粒子物質を捕捉するフィルタ本体と、このフィルタ本体を収容する導電性の外容器と、周波数を可変とする電磁波を生成する電磁波発生装置と、この電磁波発生装置において発生する前記電磁波の周波数を所定の帯域内において可変に制御する周波数制御部と、を具備し、前記電磁波が前記フィルタ本体に照射されることにより、直接的もしくは間接的に前記フィルタ本体に付着した前記微粒子物質が加熱されるように構成された排気浄化装置である。前記周波数制御部は、前記外容器内部に発生する前記電磁波の伝搬モードを、前記フィルタ本体において、シングルモードを発生する周波数とマルチモードを発生する周波数をまたがるように経時的に変化させる機能を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排気ガスに含まれる微粒子物質を捕捉するフィルタ本体と、
このフィルタ本体を収容する導電性の外容器と、
周波数を可変とする電磁波を生成する電磁波発生装置と、
この電磁波発生装置において発生する前記電磁波の周波数を所定の帯域内において可変に制御する周波数制御部と、
を具備し、
前記電磁波が前記フィルタ本体に照射されることにより、直接的もしくは間接的に前記フィルタ本体に付着した前記微粒子物質が加熱されるように構成された排気浄化装置であって、

10

前記周波数制御部は、前記外容器内部に発生する前記電磁波の伝搬モードを、前記フィルタ本体において、シングルモードを発生する周波数とマルチモードを発生する周波数をまたがるように経時的に変化させる機能を有することを特徴とする排気浄化装置。

【請求項 2】

前記外容器のうち、少なくとも前記排気ガスが排出される側には、前記電磁波を反射する反射板が設けられ、前記外容器内にて空洞共振器を構成することを特徴とする請求項 1 に記載の排気浄化装置。

【請求項 3】

前記フィルタ本体の温度を計測する機能を具備し、前記フィルタ本体の温度に従って前記電磁波発生装置から発生する前記電磁波の照射を制御する機能を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の排気浄化装置。

20

【請求項 4】

前記電磁波発生装置において発生する前記電磁波の周波数は、その変化させる帯域の中心周波数と帯域幅の比が 10% 以内であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の排気浄化装置。

【請求項 5】

前記変化させる帯域の中心周波数が、902メガヘルツ以上928メガヘルツ以下であることを特徴とする請求項 4 に記載の排気浄化装置。

【請求項 6】

前記変化させる帯域の中心周波数が、2400メガヘルツ以上2500メガヘルツ以下であることを特徴とする請求項 4 に記載の排気浄化装置。

30

【請求項 7】

前記変化させる帯域の中心周波数が、5725メガヘルツ以上5875メガヘルツ以下であることを特徴とする請求項 4 に記載の排気浄化装置。

【請求項 8】

前記変化させる帯域の中心周波数が902メガヘルツ以上928メガヘルツ以下で帯域幅26メガヘルツ以下、または中心周波数が2400メガヘルツ以上2500メガヘルツ以下で帯域幅100メガヘルツ以下、または中心周波数が5725メガヘルツ以上5875メガヘルツ以下で帯域幅150メガヘルツ以下であることを特徴とする請求項 4 に記載の排気浄化装置。

40

【請求項 9】

前記フィルタ本体に放射される前記電磁波の出力または位相を制御する機能、前記フィルタ本体に放射される前記電磁波の強度を検出する機能、および前記電磁波の強度値に従って前記フィルタ本体に放射される前記電磁波の出力または位相を指示する判断部を有し、

前記シングルモードもしくはマルチモードの状態各々について、前記フィルタ本体に吸収される電力が最大になるように前記電磁波の出力もしくは位相を制御する機能を有する請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の排気浄化装置。

【請求項 10】

50

前記出力もしくは位相を制御する機能は、その一部または全部が前記電磁波発生装置内に設けられていることを特徴とする請求項9に記載の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、排気浄化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えばディーゼルエンジンなどの内燃機関や、火力発電所、石油ボイラ等から排出される排気ガスには、炭素粒子を主成分とする微粒子物質（PM：パティキュレート・マター）が含まれる。PMは環境汚染物質であるため、例えば内燃機関から排出される排気ガスは、PMを捕捉するフィルタ本体としてトラップフィルタが適用された排気浄化装置を通して外気に排出される。なお、排気浄化装置に用いられるトラップフィルタは、一般に、耐熱性に優れた多孔質のセラミックによって構成されており、このようなトラップフィルタは、DPF（ディーゼル・パティキュレート・フィルタ）と称されている。

10

【0003】

DPFによるPMの捕集量が許容値を超えると、目詰まりが生じて、排気ガスの圧力が増大し、内燃機関の燃費が悪化する。このため、適切な時期に、DPFに対して再生処理（PMの捕集能力を回復させる処理）を施すことで、PMの捕集能力を回復させる必要がある。再生処理としては、DPFに対して余分に燃料を噴射することによってDPFに付着したPMを酸化反応温度（例えば600以上）まで加熱し燃焼させ、PMを除去する、といった処理が知られている。しかしながら、このような酸化反応処理では、燃料とPMが混合して燃焼するため、過度に温度上昇が起こることがあり、DPFを損傷するため交換が必要になる場合がある。また、燃料を噴射する場合にはDPF以外の排気管の管壁なども加熱されるため、余分な燃料を使用することでエネルギーロスが大きくなる。

20

【0004】

このような問題を防ぐため、例えば特許文献1～3にあるように、燃料噴射に代わって電磁波の照射によりフィルタを加熱することで、DPFの温度をより制御しやすく、効率よく加熱することが可能である。

【0005】

しかし、電磁波をDPFが収容された排気管内に放射する場合、接地となる管壁付近では、排気管の中央部に比べて電界強度が低くなるため、管壁付近の温度が相対的に低くなる。さらに、多孔質のセラミックは熱伝導率が低いため、DPFの内部において、高温領域と低温領域とが生じる。この結果、特にDPFの低温領域に捕捉されるPMは燃焼除去されず、再生処理が良好に実行されない、という問題がある。

30

【0006】

この理由として、電磁波が排気管内を伝播する際に最も周波数が低くなるシングルモード（基本モード）と呼ばれる方式の場合、管壁の近傍での電界強度もしくは磁界強度が低くなるため、ここでの温度が低くなってしまうためである。シングルモードは例えば、方形の管内におけるTE₁₀モードや、円形の管内におけるTE₁₁モードが上げられる。電界強度が高く高温となる高温部は排気管の管壁の近傍には発生しないため、管壁の近傍が低温になる。

40

【0007】

さらに、特許文献1および2に記述されているように、空洞共振器を利用してDPFを加熱する場合には定在波が立つために進行方向に対しても同様に低温領域が生じる。電磁波は反射板にて反射されて定在波を構成するので、高温部の位置は動かない。このため進行方向に対しても低温部が生じる。これの対策のため、特許文献1にあるように反射板を移動させて定在波の位置を移動させることが例として挙げられるが、PMの燃焼は600以上の高温領域で行われるので、可動壁に耐久性を持たせつつ、円滑に動作させることは困難な問題がある。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特許第5163695号公報

【特許文献2】特願2006-140063号公報

【特許文献3】特許第5282727号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

実施形態は、フィルタ本体に捕集された微粒子物質（PM）に電磁波を用いた加熱処理を適用して酸化する場合にPMの反応残量を抑制することができる排気浄化装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

実施形態に係る排気浄化装置は、排気ガスに含まれる微粒子物質を捕捉するフィルタ本体と、このフィルタ本体を収容する導電性の外容器と、周波数を可変とする電磁波を生成する電磁波発生装置と、この電磁波発生装置において発生する前記電磁波の周波数を所定の帯域内において可変に制御する周波数制御部と、を具備し、前記電磁波が前記フィルタ本体に照射されることにより、直接的もしくは間接的に前記フィルタ本体に付着した前記微粒子物質が加熱されるように構成された排気浄化装置である。前記周波数制御部は、前記外容器内部に発生する前記電磁波の伝搬モードを、前記フィルタ本体において、シングルモードを発生する周波数とマルチモードを発生する周波数をまたがるように経時的に変化させる機能を有する。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施形態に係る排気浄化装置を含む排気浄化システムを示す概念図である。

【図2】図1の排気浄化システムに適用される本実施形態に係る排気浄化装置の具体的な構成の一例を示す図である。

【図3】図1の排気浄化システムに適用される本実施形態に係る排気浄化装置の具体的な構成の他の一例を示す図である。

30

【図4】図2に示す排気浄化装置の要部を模式的に示す斜視図であって、円形の筒体を用いた場合の構成を示す図である。

【図5】図2に示す排気浄化装置の要部を模式的に示す斜視図であって、方形の筒体を用いた場合の構成を示す図である。

【図6】本実施形態に係る排気浄化装置のPM堆積処理部の要部断面図である。

【図7】シングルモードおよびマルチモードの周波数の説明図であって、同図（a）はシングルモードの周波数の説明図であり、同図（b）はマルチモードの周波数の説明図である。

【図8】周波数可変制御部の各モード間の切り替えの経時的変化の例を示した図である。

【図9】周波数可変制御部の各モード間の切り替えの経時的変化の他の例を示した図である。

40

【図10】周波数可変制御部の動作アルゴリズムの一例を示した図であって、図8に示す周波数パターンで電磁波の周波数変化するように制御する例を示す。

【図11】周波数可変制御部の動作アルゴリズムの他の一例を示した図であって、図8に示す周波数パターンで電磁波の周波数変化するように制御する例を示す。

【図12】図2に示す排気浄化装置のフィルタ本体に対してシングルモード発振周波数の電磁波を照射した場合における、フィルタ本体内部の電磁波の強度分布を模式的に示す図である。

【図13】図2に示す排気浄化装置のフィルタ本体に対してマルチモード発振周波数の電磁波を照射した場合における、フィルタ本体内部の電磁波の強度分布を模式的に示す図で

50

あって、フィルタ本体の外の部分では電磁波がシングルモードで伝播し、フィルタ本体内部では電磁波がマルチモードで伝播する場合における図である。

【図14】図2に示す排気浄化装置のフィルタ本体に対してマルチモード発振周波数の電磁波を照射した場合における、フィルタ本体内部の電磁波の強度分布を模式的に示す図であって、フィルタ本体の外の部分では電磁波がマルチモードで伝播し、フィルタ本体内部では電磁波がマルチモードで伝播する場合における図である。

【図15】図3に示す排気浄化装置のフィルタ本体に対してシングルモード発振周波数の電磁波を照射した場合における、フィルタ本体内部の電磁波の強度分布を模式的に示す図である。

【図16】図3に示す排気浄化装置のフィルタ本体に対してマルチモード発振周波数の電磁波を照射した場合における、フィルタ本体内部の電磁波の強度分布を模式的に示す図であって、フィルタ本体の外の部分では電磁波がシングルモードで伝播し、フィルタ本体内部では電磁波がマルチモードで伝播する場合における図である。

【図17】図3に示す排気浄化装置のフィルタ本体に対してマルチモード発振周波数の電磁波を照射した場合における、フィルタ本体内部の電磁波の強度分布を模式的に示す図であって、フィルタ本体の外の部分では電磁波がマルチモードで伝播し、フィルタ本体内部では電磁波がマルチモードで伝播する場合における図である。

【図18】本実施形態の第1の変形例に係る排気浄化装置の具体的な構成の一例を示す図である。

【図19】本実施形態の第1の変形例に係る排気浄化装置における周波数可変制御部の動作アルゴリズムの一例を示した図であって、図8に示す周波数パターンで電磁波の周波数が変化するように制御する例を示す。

【図20】本実施形態の第2の変形例に係る排気浄化装置の具体的な構成の一例を示す図である。

【図21】図20に示す排気浄化装置に適用される電磁波発生装置の構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

図1は、本実施形態に係る排気浄化装置を含む排気浄化システムを示す概念図である。図1に示すように、本実施形態に係る排気浄化システムにおいて、例えばディーゼルエンジンなどの内燃機関1から排出される排気ガス2は、排気浄化装置10に導かれる。排気浄化装置10、10'、30、40は、排気ガス2に含まれる微粒子物質として例えば炭素粒子を主成分とするPM（パーティキュレート・マター）を、微粒子物質（PM）堆積処理部11に配置されたフィルタ本体12を用いて捕捉し、PMが除去された排気ガス2を外気に排出する。このような排気浄化装置10、10'、30、40において、フィルタ本体12に捕捉されたPMは、電磁波発生装置13から発生した電磁波14によって加熱して除去され、このようにしてフィルタ本体12の再生処理が実行される。以下に、このようなシステムに適用される排気浄化装置10、10'、30、40について、図面を参照して詳細に説明する。

【0013】

図2は、上述の排気浄化システムに適用される本実施形態に係る排気浄化装置10の具体的な構成の一例を示す図である。図2において、15aは電磁波14を通過させ排気ガス2を遮断する石英板、16aは電磁波を遮蔽し排気ガス2を通過させる孔の空いた導体壁である。これらにより電磁波14と排気ガス2は同じ排気管である筒体17内をフィルタ本体12に向かって流通する。フィルタ本体12にてPMを捕集および酸化反応を行い、清浄化された排気ガス2は筒体17の反対側に出力される。出力側には入力側と同様の孔あき導体壁16bと石英板15bによって排気ガス2と電磁波14は分離され、フィルタ本体12を通過して減衰した電磁波14は終端器18にて吸収される。

【0014】

また、フィルタ本体12付近には、温度センサ21が配置されてもよい。フィルタ本体

10

20

30

40

50

12の温度を計測して電磁波発生装置13に伝送する。温度センサ21の構成はサーミスタ、熱電対などの直接計測が一般的であるが、赤外線検知器などによる間接計測であってもよい。(フィルタ本体の温度を直接計測する場合のみならず、周囲温度若しくはPMの温度を測定する場合も含む。)

図3は、上述の排気浄化システムに適用される本実施形態に係る排気浄化装置10'の具体的な他の構成の一例を示す図である。筒体17'の出力側には孔あき導体壁16bが設置されている。孔あき導体壁16a、16b間で空洞共振器19が構成されており、この中に電磁波14を入力すると空洞共振器19内で定在波が発生する。このような構成であってもよい。

【0015】

なお、図3においても温度センサ21が配置されているが、この温度センサ21についても、必ずしも必要なものではない。

【0016】

図4および図5は、図2に示す排気浄化装置10の要部を模式的に示す斜視図である。排気浄化装置10の筒体17は、図4に示すように円形の筒体17cであってもよいし、図5に示すように方形の筒体17sであってもよい。円形の筒体17cの場合、筒体17cの内部をシングルモードとして例えばTE11波が伝播し、方形の筒体17sの場合、筒体17sの内部をシングルモードとしてTE10波が伝播する。フィルタ12は筒17c、17s内の断面に合わせて円形または方形であることが一般であるが、必ずしも円筒の断面形状と一致している必要はなく、円形筒内に方形のフィルタがあっても、またその逆も電磁波14の作用としては同じである。

【0017】

なお、図3に示す排気浄化装置10'の要部についての斜視図は図示しないが、終端構造を除いて図4または図5に示す構成と同等の構成となっており、これらと同等の作用を示す。

【0018】

図6は、図2に示す排気浄化装置10のPM堆積処理部11の要部断面図である。PM堆積処理部11は、排気ガス2の流路となる筒体17、筒体17の内部に配置されたフィルタ本体12、および電磁波発生装置13、を備える。

【0019】

筒体17は、例えば両端が開口端となり、内径が場所によらず一定の円筒管形状の金属によって構成される、導電性の外容器である。筒体17は、一方の開口端である流入端部から流入される排気ガス2を、他方の開口端である排出端部から排出することができる構造であればよく、例えば両端が開口端となる方形管形状の金属によって構成されてもよい。また、筒体17の内径Rは、場所毎に異なってもよい。

【0020】

このような筒体17の内部には、排気ガス2に含まれる微粒子物質として例えば炭素粒子を主成分とするPM(パーティキュレート・マター)を捕捉するフィルタ本体12が配置されている。フィルタ本体12は、筒体17の内部の一部領域を埋めることによって、筒体17の流入端部側の内部空間V_{in}と排出端部側の内部空間V_{out}とを分離するように配置されている。

【0021】

このフィルタ本体12は、隔壁によって区画される複数の排気通路を有する多孔質体によって構成されるトラップフィルターであり、例えばDPF(ディーゼル・パーティキュレート・フィルター)である。なお、多孔質体としては、例えば多孔質のセラミックである炭化珪素(SiC)やコーディエライトがあげられる。

【0022】

次に、電磁波発生装置13は、所望の周波数帯の電磁波14(例えばマイクロ波)を発生させ、発生した電磁波14を、筒体17の流入端部の全体から、筒体17の内部に伝搬させ、フィルタ本体12に照射する。このように電磁波14が照射されることにより、フ

10

20

30

40

50

フィルタ本体 12 は加熱される。

【 0 0 2 3 】

この電磁波発生装置 13 には、発生する電磁波 14 の周波数を可変制御する周波数可変制御部 20 が接続されている。周波数可変制御部 20 は、シングルモード発振周波数とマルチモード発振周波数との境界周波数を含む所定の周波数帯域内において、電磁波発生装置 13 から発生する電磁波 14 の周波数を、継時的に変化させる。

【 0 0 2 4 】

図 4 に示されるように、筒体 17 が円形の筒体 17c である場合、シングルモードは TE₁₁ 波であり、図 5 に示されるように、筒体 17 が方形の筒体 17s である場合、シングルモードは TE₁₀ 波である。シングルモードは最も遮断周波数が低くなり、マルチモードは遮断周波数がそれより高いものである。筒体 17c、17s 内にフィルタ本体 12 が有る場合、フィルタ本体 12 の材質は一般的に真空中の比誘電率よりも高い値を示すため、フィルタ本体 12 の存在する部分は、存在しない部分に比較して、筒体のサイズが同じであっても一般に遮断周波数が低くなる。

【 0 0 2 5 】

図 7 は、シングルモードおよびマルチモードの周波数の説明図である。同図 (a) はシングルモードの周波数の説明図であり、同図 (b) はマルチモードの周波数の説明図である。図 7 (a) において f_1 はシングルモードの周波数を示し、図 7 (b) において f_2 はマルチモードの周波数を示す。また、両図において f_b は境界となる周波数を示す。図 7 から明らかのように、 f_1 、 f_2 、 f_b には常に $f_1 < f_b < f_2$ の関係があり、 f_b はマルチモードの遮断周波数に相当する。

【 0 0 2 6 】

図 8、図 9 は周波数可変制御部 20 の各モード間の切り替えの経時的変化の例を示した図である。図 8 に示すように、経過時間 t_1 までは周波数 f_1 を発振し、経過時間 t_1 から $(t_1 + t_2)$ までは周波数 f_2 を発振する。この f_1 、 f_2 は図 7 の f_1 、 f_2 にそれぞれ相当する。

【 0 0 2 7 】

図 9 に示すように、周波数の変化は断続的ではなく連続的であっても良い。また、一様に周波数が上昇・下降するものに限らず、ランダムに変化したり、断続的あるいは不連続に変化する場合も含むものとする。

【 0 0 2 8 】

図 10 は、この周波数可変制御部 20 の動作アルゴリズムの一例を示した図である。図 10 に示す動作アルゴリズムは、温度センサ 21 を利用しない場合の例である。例えば図 8 に示すような周波数パターンでの制御の例を示す。

【 0 0 2 9 】

動作開始後、周波数 f_1 を選択して (S101)、周波数を設定する (S102)。次に、電磁波発生装置 13 に出力指示を行って出力を ON にし (S103)、タイマ (図 2 には明示なし) をスタートさせる (S104)。これにより、電磁波 14 がフィルタ本体 12 に送られ加熱を開始する。

【 0 0 3 0 】

タイマ T1 までフィルタ本体 12 の加熱を継続後 (S105)、電磁波発生装置 13 に出力 OFF の指示を行い (S106)、周波数 f_2 を選択して (S107)、周波数を再度設定する (S108)。次に、電磁波発生装置 13 に出力指示を行って出力 ON にし (S109)、タイマ T2 までフィルタ本体 12 の加熱を継続後 (S110)、電磁波発生装置 13 に出力 OFF の指示を行い (S111)、終了通知を行って (S112) 終了処理を行う。

【 0 0 3 1 】

さらにこの別の変形例について、図 11 を参照して説明する。図 11 は、温度センサ 21 を利用した動作アルゴリズムの一例を示した図である。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

動作開始後、周波数 f_1 の選択 (S 2 0 1) からタイマのスタート (S 2 0 4) まで (S 2 0 1 ~ S 2 0 4) は、図 1 0 の S 1 0 1 ~ S 1 0 4 と同様に動作する。

【 0 0 3 3 】

温度センサ 2 1 (図 2、図 3) を用いてフィルタ本体 1 2 の温度 (フィルタ直接のみならず、周囲温度若しくは P M の温度を測定する場合も含む) を測定し、測定によって得られた温度が起動制限時間内に規定温度 (例えば、P M の燃焼開始温度) に達したか否かを判断し (S 2 0 5 および S 2 0 6)、フィルタ本体 1 2 の温度が起動制限時間内に規定温度に達しない場合 (S 2 0 6 において Y e s)、システム異常と判断してシステム異常処理を行う。すなわち、出力 O F F を電磁波発生装置 1 3 に指示し (S 2 0 7)、アラームを通知する (S 2 0 8)。

10

【 0 0 3 4 】

正常に温度上昇していれば (S 2 0 5 において Y e s)、タイマをリセットし (S 2 0 9)、規定時間 T 1 まで加熱を継続するが、フィルタ本体 1 2 において温度上昇が過度に起こり温度暴走が起こるなどの理由により危険制限温度 $H_{L i m i t}$ を超えた場合 (S 2 1 0 において Y e s) は、直ちにシステム異常処理を行う (S 2 0 7 および S 2 0 8)。

【 0 0 3 5 】

正常にタイマ T 1 まで継続できた場合 (S 2 1 1 において Y e s) は、電磁波発生装置 1 3 からの出力を O F F にするとともにタイマをリセットして (S 2 1 2)、周波数を f_2 に変更するとともに時間を T 2 に読み替えて (S 2 1 3)、再度同様な処理を行う。

【 0 0 3 6 】

これが正常に終了した場合は終了通知を行い (S 2 1 4)、正常な終了処理を行う。これによって、周波数を変更してより効果的なフィルタ再生処理を実現することが可能である。

20

【 0 0 3 7 】

このように、周波数可変制御部 2 0 は、シングルモード発振周波数とマルチモード発振周波数との境界周波数 f_b を含む所定の周波数帯域内において、電磁波発生装置 1 3 から発生する電磁波 1 4 の周波数を、経時的に変化させる。

【 0 0 3 8 】

周波数帯域内において電磁波発生装置 1 3 から発生する電磁波 1 4 の周波数を経時的に変化させると、ある時間帯においてはシングルモード発振周波数の電磁波 1 4 がフィルタ本体 1 2 に照射され、他のある時間帯においてはマルチモード発振周波数の電磁波 1 4 がフィルタ本体 1 2 に照射される。この結果、フィルタ本体 1 2 内部における電磁波 1 4 の強度分布を、時間の経過とともに大幅に変化させることができる。以下にこの点について、図 2 の構成を例にとりてさらに詳細に説明する。これまで説明したように、フィルタ本体 1 2 が存在する場所と存在しない場所とでは各モードの遮断周波数が異なるため、以降はフィルタ本体 1 2 部分のモードを基準に説明する。

30

【 0 0 3 9 】

図 1 2 は、シングルモード発振周波数の電磁波 1 4 をフィルタ本体 1 2 に照射した場合における、フィルタ本体 1 2 内部の電磁波 1 4 の強度分布を模式的に示す図である。また、図 1 3 および図 1 4 は、マルチモード発振周波数の電磁波 1 4 をフィルタ本体 1 2 に照射した場合における、フィルタ本体 1 2 内部の電磁波 1 4 の強度分布を模式的に示す図である。なお、図 1 3 は、フィルタ本体 1 2 の外の部分では電磁波 1 4 がシングルモードで伝播する場合を示しており、図 1 4 は、図 1 3 と比較して、フィルタ本体 1 2 の外の部分も電磁波 1 4 がマルチモードで伝播する場合を示している。

40

【 0 0 4 0 】

フィルタ本体 1 2 に対してシングルモード発振周波数の電磁波 1 4 を照射した場合、図 1 2 に示すように、電磁波 1 4 の強度が強い領域 S_s は、筒体 1 7 の軸に沿った方向に対して周期的に分布する。この領域 S_s は、時間経過に対して出力側に移動していくため、フィルタ本体 1 2 の中央部は高温になるものの、筒体 1 7 の近傍の領域は常に電磁波 1 4 の強度が低く低温のままである。

50

【0041】

ところが、フィルタ本体12に対してマルチモード発振周波数の電磁波14を照射した場合、図13または図14に示すように、電磁波の強度が強い領域 S_m は、筒体17の軸に垂直な方向に対しても周期的に分布するようになり、図11に示す電磁波14の強度分布と比較して、大幅に変化する。このため、筒体17の近傍部分にも電磁波14の強度が高くなる領域が生じて高温になる。一方でフィルタ本体12の中央部にも低温の領域が生じるが、シングルモードのときに既に高温に達しているため、マルチモードで低温であっても問題はない。

【0042】

図15は、シングルモード発振周波数の電磁波14をフィルタ本体12に照射した場合における、図3に対応したフィルタ本体12内部の電磁波14の強度分布を模式的に示す図である。また、図16および図17は、マルチモード発振周波数の電磁波14をフィルタ本体12に照射した場合における、図3に対応したフィルタ本体12内部の電磁波14の強度分布を模式的に示す図である。なお、図16は、フィルタ本体12の外の部分では電磁波14がシングルモードで伝播する場合を示しており、図17は、図16と比較して、フィルタ本体12の外の部分も電磁波14がマルチモードで伝播する場合を示している。

10

【0043】

フィルタ本体12に対してシングルモード発振周波数の電磁波14を照射した場合、図15に示すように、電磁波14の強度が強い領域 S_s は、筒体17'の軸に沿った方向に対して周期的に分布するが、図15では導体壁16bによって電磁波14が反射されて定在波が立つため、時間経過に対して周波数を変えない場合、 S_s の位置は変化しない。このため筒体17'の軸の方向にも電磁波14の強度が低く低温な部分が生じる。シングルモード発振周波数の範囲内において電磁波14の周波数を変化させると、電磁波14の強度が強い領域 S_s が、筒体17'の軸に沿った方向に対して間隔が変化するため、電磁波14の強度分布は軸方向に変化し、低温であった部分も高温に変化する。ところが、筒体17'の近傍においては電磁波14の強度は中央部に比較して低いままであるため、なお低温な部分が残る。

20

【0044】

ところが、フィルタ本体12に対してマルチモード発振周波数の電磁波14を照射した場合、図16または図17に示すように、電磁波14の強度が強い領域 S_m は、筒体17'の軸に垂直な方向に対しても周期的に分布するようになり、図15に示す電磁波14の強度分布と比較して、大幅に変化する。このため、筒体17'の近傍部分にも電磁波14の強度が高くなる領域が生じて高温になる。一方でフィルタ本体12の中央部にも低温の領域が生じるが、シングルモードのときに既に高温に達しているため、マルチモードで低温であっても問題はない。

30

【0045】

このように、シングルモード発振周波数の電磁波14をフィルタ本体12に照射した場合と、マルチモード発振周波数の電磁波14をフィルタ本体12に照射した場合と、では、フィルタ本体12内部における電磁波14の強度分布が大幅に異なる。したがって、シングルモード発振周波数とマルチモード発振周波数との境界周波数 f_b を含む所定の周波数帯域内において、電磁波発生装置13から発生する電磁波14の周波数を経時的に変化させると、フィルタ本体12内部における電磁波14の強度分布も経時的に大幅に変化する。この結果、フィルタ本体12内部における位置毎の温度は、短時間で周波数を変更すれば均一化され、温度差の発生が抑制される。あるいは、周波数の変更を頻繁に行わない場合であっても、高温部分のみを反応処理させた後、周波数を変更して残りの部分を高温とすることで、トータルでの反応残量を抑制する効果がある。

40

【0046】

フィルタ本体12に捕捉されたPMは、フィルタ本体12に対して電磁波14を照射し、フィルタ本体12を加熱することによって燃焼除去され、このようにしてフィルタ本体

50

12に対して再生処理が実行される。

【0047】

以上に説明した本実施形態についての作用および効果は、特に周波数範囲を限らないものであるが、実際に周波数資源は有限であり、実用上はさまざまな法的・技術的制約があることはいうまでもない。以下に、このことを考慮して、更に効果を高めるための周波数の使用方法について、図7を再度用いて説明する。

【0048】

上記実施形態の説明で述べたとおり、シングルモードの周波数 f_1 とマルチモードの周波数 f_2 の中心周波数は $(f_1 + f_2) / 2$ であり、帯域幅は $(f_2 - f_1)$ である。シングルモードとマルチモード間の境界となる周波数 f_b は、 f_1 と f_2 の間にあればよいので、 f_2 と f_1 の間が狭いほどこの排気浄化装置10、10'が使用する周波数が狭くなり、周波数利用効率が上がる。一般的に「帯域幅」÷「中心周波数」を比帯域と呼ぶが、加熱に好適な30GHz以下の周波数を対象として考えると、周波数の有効利用や目的毎の周波数割り当て幅から、これが概ね10%以下であることが望ましい。

【0049】

さらに、可搬型や車載機などの用途を想定する場合は、いわゆるISMバンド(Industry, Science and Medical)と呼ばれる902MHz~928MHz、2400MHz~2500MHz、5725MHz~5875MHzの周波数帯で運用することが、装置価格や免許の容易性などからより実用的である。

【0050】

また、 f_1 と f_2 の周波数間は連続である必要はないため、例えば2400MHzと2500MHzの2点、あるいは920MHz、2450MHzと5800MHzの3点で運用する場合なども含んであっても、前記実施形態の動作は同等である。

【0051】

実施形態の変形例として、フィルタ本体12に放射される電磁波14の強度をモニタすることにより、フィルタ本体12に照射される電磁波14の出力もしくは位相を制御する機能を付加した形態について、以下に説明する。

【0052】

<第1の変形例>

図18は、実施形態の第1の変形例に係る排気浄化装置30の構成の一例を示す図である。図17に示される排気浄化装置30は、図2に示した排気浄化装置10の構成に対して、さらに双方向結合器31、位相制御部32、判断部33が追加された形態である。

【0053】

位相制御部32は、スタブ34および駆動用モータ35を含んで構成されており、筒体17内に金属もしくは誘電体等の棒(スタブ34)を挿入することで位相を制御し、フィルタ本体12側のインピーダンスと信号源側のインピーダンス間の整合を取る。

【0054】

電力モニタとしての双方向結合器31からは進行・反射電力の各モニタ値を、温度センサ21からはフィルタ本体12の温度(温度センサ21による直接測定、若しくは赤外線検知等の間接的測定であってもよい)をモニタする。

【0055】

測定値は判断部33に送られ、フィルタ本体12の温度が適切になるように判断部33より各部に指示信号を伝送する。指示信号は例えば周波数可変制御部20には周波数指示を、電磁波発生装置13には出力指示を、位相制御部32にはスタブ34の移動量指示を伝送する。

【0056】

周波数可変制御部20、電磁波発生装置13、位相制御部32は受信した信号に基づいて適切な制御を行い、フィルタ本体12の温度を適切に加熱するように制御をする。

【0057】

図19は、図18に示す排気浄化装置30の制御を示すアルゴリズム例である。例えば

10

20

30

40

50

図 8 に示すような周波数パターンでの制御の例を示す。

【 0 0 5 8 】

動作開始後、周波数 f_1 を選択 (S 3 0 1)、指示して周波数可変制御部 2 0 で周波数を設定する (S 3 0 2)。次に、電磁波発生装置 1 3 に出力指示を行って出力を ON にし (S 3 0 3)、タイマ (図 1 7 には明示なし) をスタートさせる (S 3 0 4)。これにより電磁波 1 4 がフィルタ本体 1 2 に送られて加熱を開始するが、電力モニタとしての双方向結合器 3 1 によりモニタされた送信・反射電力の比から、フィルタ本体 1 2 側で消費されている電力を計算する (S 3 0 5)。ここで、消費電力が小さい場合 (S 3 0 6 において No) は、整合条件が取れておらずフィルタ本体 1 2 に効果的に電力が伝送されていないと判断されるため、スタブ 3 4 の位置移動を位相制御部 3 2 に指示し (S 3 0 7)、消費電力が高くなるようにスタブ 3 4 の位置を制御したり、出力の上昇を電磁波発生装置 1 3 に指示する。

10

【 0 0 5 9 】

消費電力が規定値以上である場合 (S 3 0 6 において Yes)、フィルタ本体 1 2 の温度 (フィルタ直接のみならず、周囲温度若しくは PM の温度を測定する場合も含む) が起動制限時間内に規定温度 (例えば、PM の燃焼開始温度) に達したか否かを判断し (S 3 0 8 および S 3 0 9)、フィルタ本体 1 2 の温度が起動制限時間内に規定温度に達しない場合 (S 3 0 9 において Yes)、システム異常と判断してシステム異常処理を行う。すなわち、出力 OFF を電磁波発生装置 1 3 に指示し (S 3 1 0)、アラームを通知する (S 3 1 1)。

20

【 0 0 6 0 】

正常に温度上昇していれば (S 3 0 8 において Yes)、タイマをリセットし (S 3 1 2)、規定時間 T_1 まで加熱を継続するが、フィルタ本体 1 2 において温度上昇が過度に起こり温度暴走が起こるなどの理由により危険制限温度 H_{limit} を超えた場合 (S 3 1 3 において Yes) は、直ちにシステム異常処理を行う (S 3 1 0 および S 3 1 1)。

【 0 0 6 1 】

正常にタイマ T_1 まで継続できた場合 (S 3 1 4 において Yes) は、電磁波発生装置 1 3 からの出力を OFF にするとともにタイマをリセットして (S 3 1 5)、周波数を f_2 に変更するとともに時間を T_2 に読み替えて (S 3 1 6)、再度同様な処理を行う。

【 0 0 6 2 】

これが正常に終了した場合は終了通知を行い (S 3 1 7)、正常な終了処理を行う。これによって、周波数を変更してより効果的なフィルタ再生処理を実現することが可能である。

30

【 0 0 6 3 】

< 第 2 の変形例 >

図 2 0 は、実施形態の第 2 の変形例に係る排気浄化装置 4 0 の構成の一例を示す図である。図 2 1 は、図 2 0 に示す排気浄化装置 4 0 に適用される電磁波発生装置 4 1 の構成の一例を示す図である。この排気浄化装置 4 0 は、第 1 の変形例において示した出力・位相制御機能を電磁波発生装置 4 1 に内蔵させた例である。

【 0 0 6 4 】

図 2 0 に示す排気浄化装置 4 0 において、位相制御部は、図 2 1 に示すように電磁波発生装置に内蔵されている。すなわち、図 2 0 に示す電磁波発生装置 4 1 は、可変周波数信号源 4 2、移相器 4 3、可変減衰器 4 4、固体増幅器 4 5、および同軸導波管変換器 4 6 によって構成される。

40

【 0 0 6 5 】

図 1 9 に示したアルゴリズムと同様の動作において、位相制御部への指示信号に変わり、判断部 3 3 から電磁波発生装置 4 1 には出力・位相指示信号が送信される。電磁波発生装置 4 1 の内部 (図 2 1) では、周波数指示に従って可変周波数信号源 4 2 は発振周波数を決定し、移相器 4 3 にて位相制御を、可変減衰器 4 4 にて出力制御を行う。固体増幅器 4 5 は発振された電磁波 1 4 を増幅して同軸導波管変換器 4 6 に導かれ、同軸導波管変換

50

器 4 6 にて電磁波 1 4 は筒体 1 7 内の空間に放射され、フィルタ本体 1 2 に向かって伝送される。

【 0 0 6 6 】

このような構成によっても、出力・位相を適切に制御してより効果的なフィルタ再生処理を実現することが可能である。

【 0 0 6 7 】

なお、出力・位相支持機能を電磁波発生装置に内包しない場合、電磁波発生装置の構成は、図 2 1 に示す構成から移相器 4 3 及び可変減衰器 4 4 を省略した構成となる。

【 0 0 6 8 】

以上に説明した実施形態に係る排気浄化装置 1 0、1 0'、3 0、4 0 によれば、電磁波発生装置 1 3、4 1 に、この装置 1 3、4 1 から発生する電磁波 1 4 の周波数を可変制御する周波数可変制御部 2 0 を接続している。そして、周波数可変制御部 2 0 は、フィルタ本体 1 2 に照射される電磁波 1 4 の周波数を、シングルモード発振周波数とマルチモード発振周波数との境界周波数 f を含む所定の周波数帯域内において経時的に変化させる。したがって、フィルタ本体 1 2 内部における電磁波 1 4 の強度分布を経時的に大幅に変化させることができる。この結果、フィルタ本体 1 2 内部における位置毎の温度差の発生を抑制することができ、フィルタ本体 1 2 の再生処理が良好に実行される。

10

【 0 0 6 9 】

以上に、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これらの新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

20

【 符号の説明 】

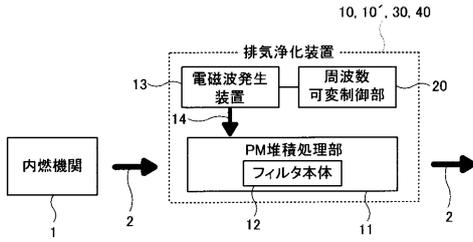
【 0 0 7 0 】

- 1 . . . 内燃機関
- 2 . . . 排気ガス
- 1 0、1 0'、3 0、4 0 . . . 排気浄化装置
- 1 1 . . . 微粒子物質 (P M) 堆積処理部
- 1 2 . . . フィルタ本体
- 1 3、4 1 . . . 電磁波発生装置
- 1 4 . . . 電磁波
- 1 5 a、1 5 b . . . 石英板
- 1 6 a、1 6 b . . . 導体壁
- 1 7、1 7 c、1 7 s、1 7' . . . 筒体
- 1 8 . . . 終端器
- 1 9 . . . 空洞共振器
- 2 0 . . . 周波数可変制御部
- 2 1 . . . 温度センサ
- 3 1 . . . 双方向結合器
- 3 2、4 2 . . . 位相制御部
- 3 3 . . . 判断部
- 3 4 . . . スタブ
- 3 5 . . . 駆動用モータ
- 4 2 . . . 可変周波数信号源
- 4 3 . . . 移相器
- 4 4 . . . 可変減衰器
- 4 5 . . . 固体増幅器
- 4 6 . . . 同軸導波管変換器

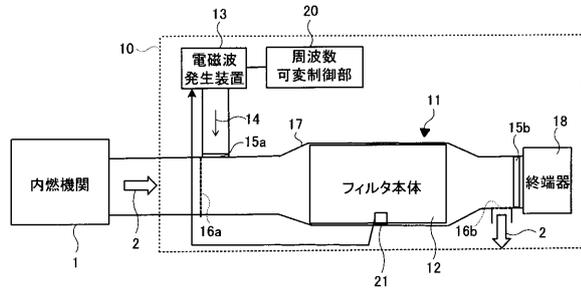
30

40

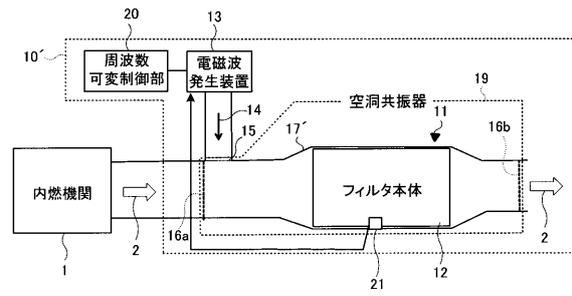
【 図 1 】



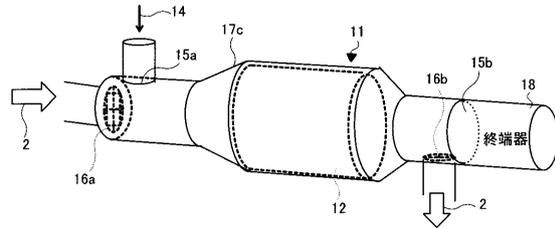
【 図 2 】



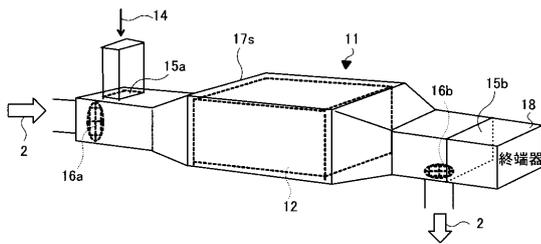
【 図 3 】



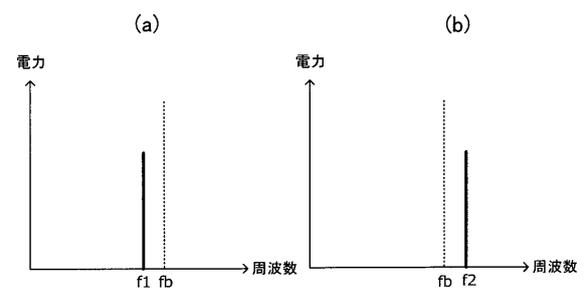
【 図 4 】



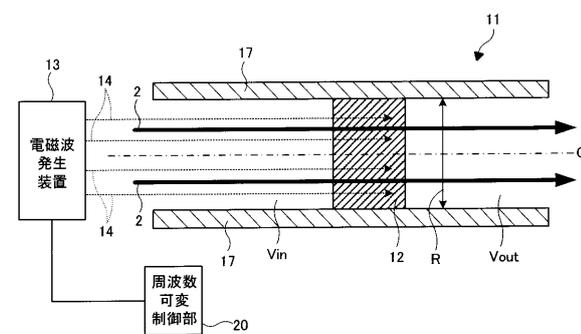
【 図 5 】



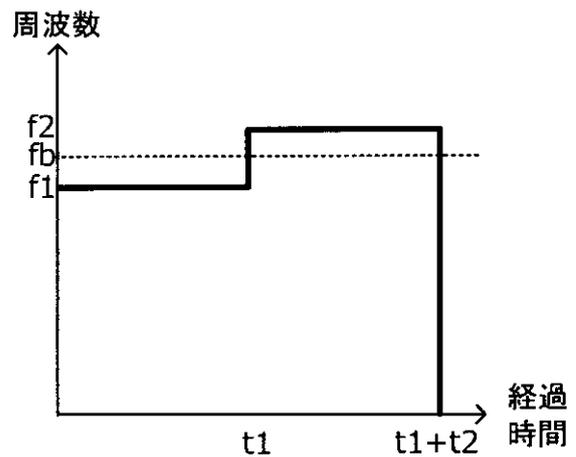
【 図 7 】



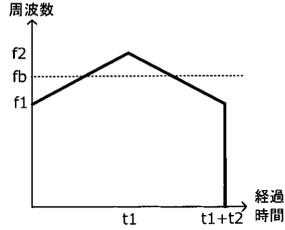
【 図 6 】



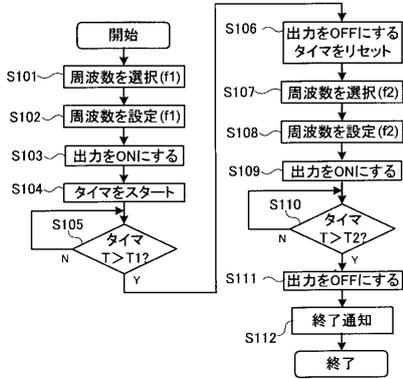
【 図 8 】



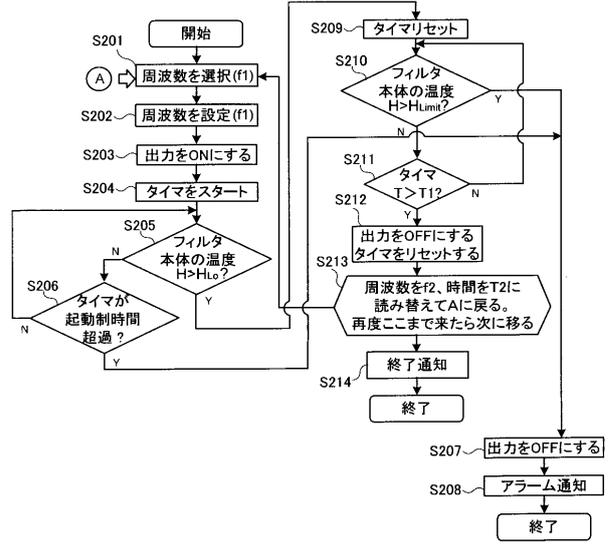
【図9】



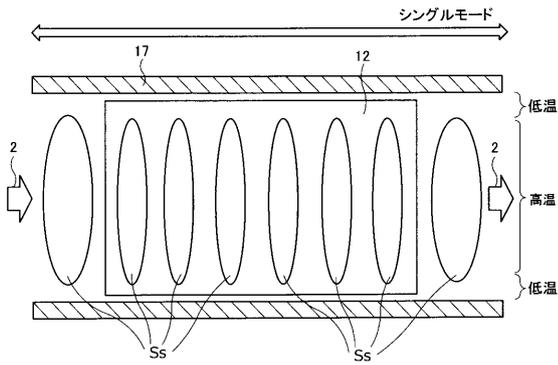
【図10】



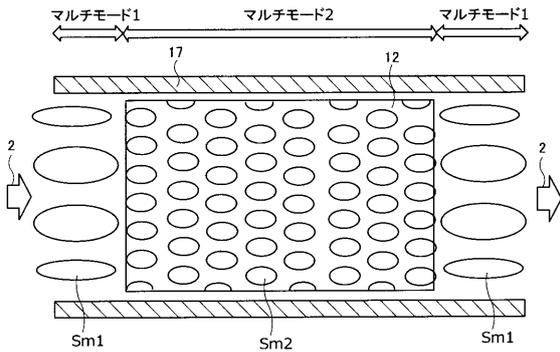
【図11】



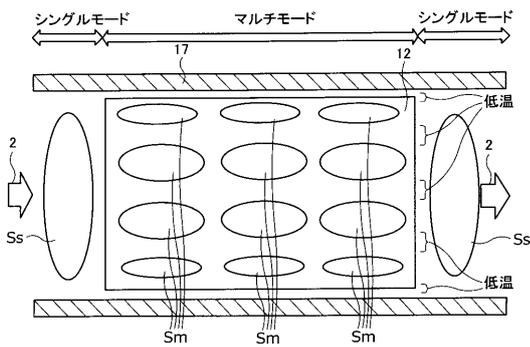
【図12】



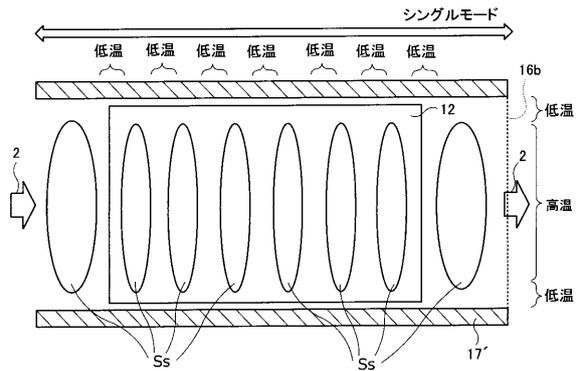
【図14】



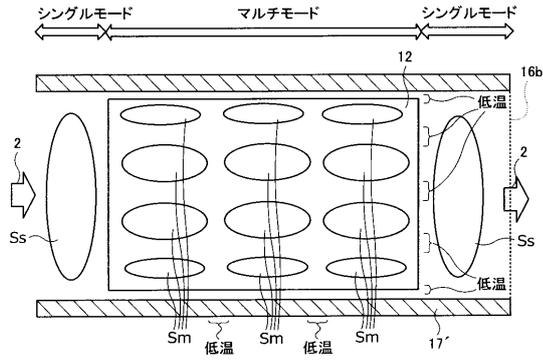
【図13】



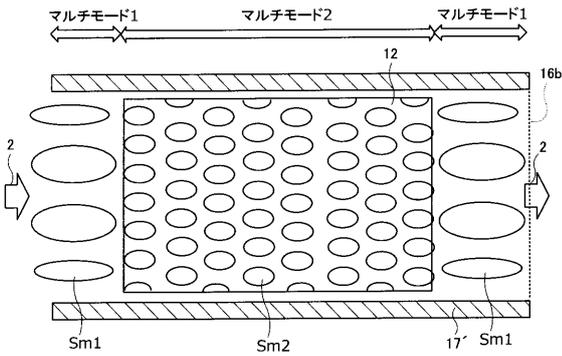
【図15】



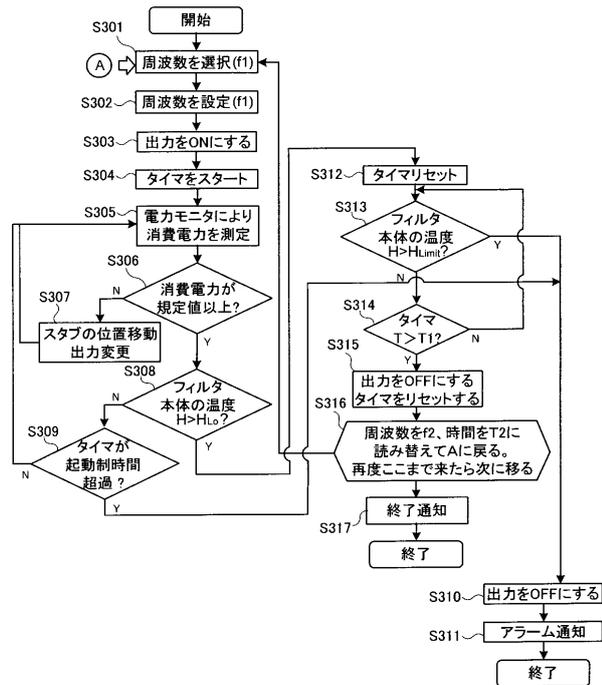
【図16】



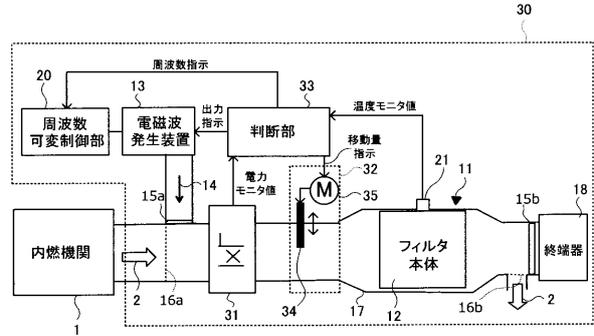
【図17】



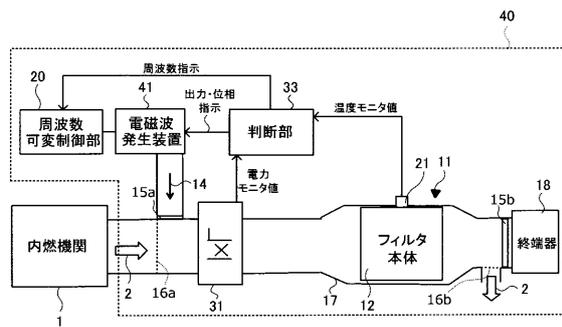
【図19】



【図18】



【図20】



【図21】

