

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6835018号
(P6835018)

(45) 発行日 令和3年2月24日 (2021.2.24)

(24) 登録日 令和3年2月8日 (2021.2.8)

(51) Int. Cl.	F I	
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20	Z A B C
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/08	B
FO1N 11/00 (2006.01)	FO1N 11/00	
FO1N 3/28 (2006.01)	FO1N 3/28	3 O 1 C
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1D 53/94	2 2 2
請求項の数 4 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2018-43991 (P2018-43991)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成30年3月12日 (2018.3.12)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2019-157725 (P2019-157725A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	令和1年9月19日 (2019.9.19)	(74) 代理人	100113608
審査請求日	令和2年2月24日 (2020.2.24)		弁理士 平川 明
		(74) 代理人	100123319
			弁理士 関根 武彦
		(74) 代理人	100123098
			弁理士 今堀 克彦
		(74) 代理人	100143797
			弁理士 宮下 文徳
		(74) 代理人	100176201
			弁理士 小久保 篤史
		(74) 代理人	100138357
			弁理士 矢澤 広伸
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 異常診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の排気通路に設けられアンモニアを用いてNO_xを選択還元する選択還元型NO_x触媒の異常診断装置において、

前記選択還元型NO_x触媒に電磁波を照射し、共振周波数を検出する照射装置と、

前記共振周波数に基づいて、前記選択還元型NO_x触媒が異常であるか否か診断する診断装置と、

を備え、

前記照射装置が共振周波数の電磁波を照射しているときの前記選択還元型NO_x触媒内の電界強度が、排気の流れ方向で前記選択還元型NO_x触媒の中心よりも、上流側の部位である上流部のほうが、下流側の部位である下流部よりも、大きくなるような位置に、前記選択還元型NO_x触媒を配置する、

異常診断装置。

【請求項 2】

前記選択還元型NO_x触媒は、前記照射装置が共振周波数の電磁波を照射しているときの前記選択還元型NO_x触媒内の電界強度が最も大きくなる箇所が前記選択還元型NO_x触媒内に1つだけ存在し、且つ、前記電界強度が最も大きくなる箇所が前記上流部に位置するように構成される、

請求項1に記載の異常診断装置。

【請求項 3】

前記選択還元型NO_x触媒にアンモニアを供給するアンモニア供給装置を更に備え、
前記診断装置は、前記アンモニア供給装置がアンモニアを供給して前記上流部でアンモニアが飽和した状態で、前記照射装置により検出される共振周波数に基づいて前記選択還元型NO_x触媒の異常診断を実施する、

請求項1または2に記載の異常診断装置。

【請求項4】

前記選択還元型NO_x触媒はケースに収容され、
前記選択還元型NO_x触媒の中心を前記ケースの中心よりも排気の流れ方向の上流側にずらす、

請求項1から3の何れか1項に記載の異常診断装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、異常診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関からの排気中に含まれるNO_xを、アンモニアを還元剤として使用することで浄化する選択還元型NO_x触媒（以下、単に「NO_x触媒」という。）が知られている。このNO_x触媒は劣化の進行と共にNO_x浄化率が低下するため、NO_x触媒の劣化の度合いが許容範囲を超えたか否かを車載状態（オンボード）で診断することが行われている。なお、NO_x触媒の劣化の度合いが許容範囲を超えたか否かを診断することを、以下では異常診断という。例えば、NO_x触媒の劣化の進行と共にNO_x触媒におけるアンモニアの吸着性能が低下することに着目して、NO_x触媒の異常診断を実施することができる。特許文献1には、NO_x触媒からアンモニアがスリップするほどのアンモニアを供給し、NO_x触媒からアンモニアがスリップした時点でNO_x触媒におけるアンモニア吸着量が上限に達したと判断して、このときのアンモニア吸着量に基づいてNO_x触媒の異常診断を実施することが記載されている。この技術では、供給したアンモニアの量からアンモニア吸着量を算出し、このアンモニア吸着量が閾値以下であればNO_x触媒が劣化していると診断している。

20

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-127496号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に係る技術では、NO_x触媒からアンモニアがスリップするまでアンモニアを供給する必要があるため、NO_x触媒からスリップしたアンモニアが大気中へ放出される虞がある。

【0005】

40

本発明は、上記したような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、NO_x触媒からアンモニアが流れ出ることを抑制しつつNO_x触媒の異常診断を実施することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するための本発明の態様の一つは、内燃機関の排気通路に設けられアンモニアを用いてNO_xを選択還元する選択還元型NO_x触媒の異常診断装置において、前記選択還元型NO_x触媒に電磁波を照射し、共振周波数を検出する照射装置と、前記共振周波数に基づいて、前記選択還元型NO_x触媒が異常であるか否かを診断する診断装置と、を備え、前記照射装置が共振周波数の電磁波を照射しているときの前記選択還元型NO_x

50

触媒内の電界強度が、排気の流れ方向で前記選択還元型NOx触媒の中心よりも、上流側の部位である上流部のほうが、下流側の部位である下流部よりも、大きくなるような位置に、前記選択還元型NOx触媒を配置する、異常診断装置である。

【0007】

NOx触媒では、酸点においてアンモニアが吸着されるが、NOx触媒の劣化が進行すると、この酸点が減少するために、NOx触媒が吸着可能なアンモニアの量が減少する。ここで、照射装置から電磁波を照射したときの共振周波数は、NOx触媒に吸着されているアンモニアの量と相関関係にある。NOx触媒の劣化の進行により酸点が減少すると、NOx触媒に吸着されているアンモニアが減少することにより共振周波数が変化するため、共振周波数に基づいて、NOx触媒の酸点の減少を検出することができる。

10

【0008】

NOx触媒に電磁波を照射したときに、電界強度が最も大きくなる箇所（腹）において、アンモニアの検出感度が最も高くなり、電界強度が最も小さくなる箇所（節）において、アンモニアの検出感度が最も低くなる。すなわち、検出される共振周波数は、電磁波の腹周辺のアンモニア吸着量の影響をより大きく受ける。ここで、NOx触媒の劣化の度合いはNOx触媒内において均一であるとは限らない。NOx触媒では上流部のほうが下流部よりも温度が上昇し易いために、上流部のほうが下流部よりも劣化の進行が早くなる。また、NOx触媒にアンモニアを供給したときには、NOx触媒の上流部から下流部に向けてアンモニアの吸着量が順次増加していく。したがって、NOx触媒のなかで劣化し易い上流部のアンモニアの検出感度を高くしておけば、NOx触媒の劣化によるアンモニア吸着量の減少をより早期に検出することができる。そして、共振周波数に基づいてNOx触媒の異常診断を実施する場合には、NOx触媒の上流部のほうが下流部よりも電界強度が大きくなるようにNOx触媒を配置しておけば、NOx触媒の上流部におけるアンモニアの検出感度をより大きくすることができる。なお、共振周波数は複数存在する場合がある。この場合、共振周波数毎に電界分布が異なるため、アンモニアの検出感度が高い箇所が異なる。この場合、NOx触媒の上流部に腹が存在する共振周波数を選択する。

20

【0009】

また、NOx触媒の異常診断時には、アンモニアが飽和している状態におけるアンモニア吸着量を共振周波数に基づいて検出し、このアンモニア吸着量に基づいてNOx触媒の異常診断が実施される場合がある。この場合、NOx触媒の全体でアンモニアが飽和するようにNOx触媒にアンモニアを供給すると、NOxからアンモニアがスリップする虞がある。一方、NOx触媒の上流部だけでアンモニアが飽和するようにNOx触媒にアンモニアを供給すると、NOx触媒の上流部からスリップしたアンモニアをNOx触媒の下流部において吸着させることができる。したがって、NOx触媒からアンモニアがスリップすることを抑制できる。そして、NOx触媒の上流部において電界強度が大きくなるようにしておけば、上流部におけるアンモニア吸着量の減少を早期に検出することができる。このときには、NOx触媒の下流部にアンモニアが吸着されていないが、下流部においてはアンモニアの検出感度が低いために、共振周波数が受ける影響は小さい。そのため、異常診断の精度が低下することを抑制できる。

30

【0010】

前記選択還元型NOx触媒は、前記照射装置が共振周波数の電磁波を照射しているときの前記選択還元型NOx触媒内の電界強度が最も大きくなる箇所が前記選択還元型NOx触媒内に1つだけ存在し、且つ、前記電界強度が最も大きくなる箇所が前記上流部に位置するように構成されていてもよい。

40

【0011】

電磁波の腹がNOx触媒の上流部に1箇所だけ存在するようにNOx触媒を構成することにより、NOx触媒の上流部のアンモニア吸着量に応じた共振周波数をより精度よく求めることができる。仮に、NOx触媒の下流部に電磁波の腹があると、検出される共振周波数がNOx触媒の下流部のアンモニア吸着量の影響を受けてしまう。この場合、下流部においてもアンモニアを飽和させる必要があるため、NOx触媒からアンモニアがスリッ

50

プする虞がある。したがって、 NO_x 触媒内の電界強度が最も大きくなる箇所が NO_x 触媒内に1つだけ存在し、且つ、電界強度が最も大きくなる箇所が上流部に位置するように構成することで、 NO_x 触媒からアンモニアがスリップすることを抑止しつつ、 NO_x 触媒の異常診断の精度を向上させることができる。

【0012】

前記選択還元型 NO_x 触媒にアンモニアを供給するアンモニア供給装置を更に備え、前記診断装置は、前記アンモニア供給装置がアンモニアを供給して前記上流部でアンモニアが飽和した状態で、前記照射装置により検出される共振周波数に基づいて前記選択還元型 NO_x 触媒の異常診断を実施してもよい。

【0013】

10

電磁波の腹が NO_x 触媒の上流部にあるため、 NO_x 触媒の上流部においてアンモニアを飽和させることで、 NO_x 触媒の異常診断を実施することができる。この場合、 NO_x 触媒の下流部にはアンモニアが飽和しないようにアンモニアを供給する。そうすると、 NO_x 触媒の上流部からスリップしたアンモニアを下流部において吸着させることができるため、 NO_x 触媒からアンモニアがスリップすることを抑制できる。

【0014】

前記選択還元型 NO_x 触媒はケースに収容され、前記選択還元型 NO_x 触媒の中心を前記ケースの中心よりも排気の流れ方向の上流側にずらしてもよい。

【0015】

NO_x 触媒の中心がケースの中心よりも排気の流れ方向の上流側にずれると、 NO_x 触媒よりも下流側のケース内に NO_x 触媒が存在しない空間を設けることができる。このように NO_x 触媒を配置することにより、 NO_x 触媒の下流部よりも上流部のほうの電界強度をより容易に大きくすることができる。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、 NO_x 触媒からアンモニアが流れ出ることを抑制しつつ NO_x 触媒の異常診断を実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施形態1に係る内燃機関と、その吸気系及び排気系との概略構成を示す図である。

30

【図2】照射装置が発信するマイクロ波の周波数と、マイクロ波の透過率との関係を示した図である。

【図3】アンモニア吸着量と共振周波数の変化量との関係を示した図である。

【図4】ケース内の NO_x 触媒の位置と電界のエネルギー密度との関係を示した図である。

【図5】実施形態に係る異常診断制御のフローを示したフローチャートである。

【図6】実施形態2に係る内燃機関と、その吸気系及び排気系との概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

40

以下に図面を参照して、この発明を実施するための形態を、実施形態に基づいて例示的に詳しく説明する。ただし、この実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【0019】

(実施形態1)

図1は、本実施形態に係る内燃機関1と、その吸気系及び排気系との概略構成を示す図である。内燃機関1は車両駆動用のディーゼルエンジンである。ただし、内燃機関1はガソリンエンジンであってもよい。内燃機関1には排気通路2が接続されている。排気通路2には、アンモニアを還元剤として排気中の NO_x を選択還元する選択還元型 NO_x 触媒

50

3（以下、「NOx触媒3」という。）が設けられている。NOx触媒3は、金属製のケース300に収容されている。以下では、NOx触媒3において、排気の流れ方向でNOx触媒3の中心から上流側の部位を上流部3Aといい、NOx触媒3の部位を下流部3Bという。図1における破線は、排気の流れ方向でNOx触媒3の中心を示す線であり、上流部3Aと下流部3Bとの境界になる線である。

【0020】

NOx触媒3よりも上流の排気通路2には、排気中に尿素水を噴射する添加弁4が設けられている。尿素水はアンモニア（NH₃）の前駆体である。添加弁4から噴射された尿素水は、排気の熱またはNOx触媒3からの熱により加水分解されてアンモニアとなり、NOx触媒3に吸着する。このアンモニアは、NOx触媒3において還元剤として利用される。なお、添加弁4は、尿素水に代えてアンモニアを噴射する添加弁であってもよい。本実施形態では添加弁4が、本発明におけるアンモニア供給装置に相当する。

10

【0021】

添加弁4よりも上流の排気通路2には、NOx触媒3に流れ込む排気中のNOxを検出する上流側NOxセンサ11が設けられている。また、NOx触媒3よりも下流の排気通路2には、NOx触媒3から流れ出る排気中のNOxを検出する下流側NOxセンサ12と、排気温度を検出する温度センサ13と、が設けられている。なお、温度センサ13は、NOx触媒3の温度を検出するように、NOx触媒3に取り付けてもよい。

【0022】

また、排気通路2には、NOx触媒3に電磁波（マイクロ波）を照射する照射装置30が設けられている。照射装置30は、NOx触媒3よりも上流の排気通路2に配置される第一プローブ31と、NOx触媒3よりも下流の排気通路2に配置される第二プローブ32と、周波数制御装置33とを含んでいる。第一プローブ31及び第二プローブ32はロッドアンテナであり、周波数制御装置33に夫々接続されている。周波数制御装置33は、第一プローブ31と第二プローブ32との間に電磁波（マイクロ波）を発生させる発振器及び受信機の機能を有しており、さらに、このマイクロ波の周波数を変化させ、共振周波数、発振電力及び受信電力を得る機能を有する。なお、本実施形態では、ロッドアンテナを用いてNOx触媒3にマイクロ波を照射するが、これに代えて、導波管を用いてNOx触媒3にマイクロ波を照射してもよい。本実施形態では照射装置30が、本発明における照射装置に相当する。

20

30

【0023】

また、内燃機関1には、吸気通路6が接続されている。吸気通路6の途中には、内燃機関1の吸入空気量を調整するスロットル7が設けられている。また、スロットル7よりも上流の吸気通路6には、内燃機関1の吸入空気量を検知するエアフローメータ16が取り付けられている。

【0024】

そして、内燃機関1には電子制御ユニットであるECU10が併設されている。ECU10は、リードオンリメモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、マイクロプロセッサ（CPU）、入出力ポート等を有する公知の構成のデジタルコンピュータとして構成されている。ECU10のROMには、複数のプログラムが記憶されており、ECU10が所定のプログラムを実行することにより、内燃機関1の運転状態や排気浄化装置等を制御する。ECU10には、上述した温度センサ13、エアフローメータ16の他、クランクポジションセンサ14及びアクセル開度センサ15が電氣的に接続され、各センサの出力値がECU10に渡される。

40

【0025】

ECU10は、クランクポジションセンサ14の検知に基づく機関回転速度や、アクセル開度センサ15の検知に基づく機関負荷等の内燃機関1の運転状態を把握可能である。また、ECU10は、温度センサ13によって検知される排気温度に基づいて、NOx触媒3の温度を推定することが可能である。なお、温度センサ13がNOx触媒3の温度を検出するセンサとしてもよい。また、内燃機関1の運転状態に基づいて、NOx触媒3の

50

温度を推定することも可能である。一方、ECU10には、添加弁4、スロットル7、周波数制御装置33が電気配線を介して接続されており、該ECU10によりこれらの機器が制御される。

【0026】

ECU10は、照射装置30がNOx触媒3にマイクロ波を照射したときに検出される共振周波数に基づいて、NOx触媒3に吸着されているアンモニアの量を検出する。ここで、周波数制御装置33によりマイクロ波を発生させ、さらに周波数を変化させたときに検出される共振周波数は、NOx触媒3のアンモニア吸着量と相関関係にある。図2は、照射装置30が発信するマイクロ波の周波数と、マイクロ波の透過率との関係を示した図である。透過率とは、第一プローブ31と第二プローブ32との間にマイクロ波を発生させたときの、発振電力に対する受信電力の比である。図2に示される複数の線は、夫々アンモニア吸着量が異なる場合を示している。夫々の線において透過率が最も高くなる周波数が、共振周波数である。「吸着量=0」で示される線は、NOx触媒3におけるアンモニア吸着量が0の場合の関係を示しており、このアンモニア吸着量が0の場合に共振周波数が最も高くなる。そして、アンモニア吸着量が多くなるほど、共振周波数が低くなる。ここで、アンモニアは永久双極子を含んでおり、この永久双極子は電界にしたがって向きを変える。NOx触媒3に吸着したアンモニアの永久双極子は、マイクロ波の電界の変化に対して、時間遅れで追従するため、アンモニア吸着量の増加が電磁場に与える影響により、共振周波数が周波数の低い側にシフトする。また、アンモニアの吸着量が多くなるほど、誘電加熱によるエネルギーの損失が大きくなるため、透過率が低下する。

【0027】

図3は、アンモニア吸着量と共振周波数の変化量との関係を示した図である。共振周波数の変化量は、アンモニア吸着量が0の場合の共振周波数を基準値とした場合の、この基準値からの変化量である。アンモニア吸着量が0付近では、共振周波数の変化量が0になっているが、アンモニア吸着量がある程度多くなれば、アンモニア吸着量が多くなるほど、共振周波数の変化量が大きくなることが分かる。したがって、アンモニア吸着量が多くなるほど、共振周波数の変化量が大きくなる範囲であれば、アンモニア吸着量と、共振周波数とに相関があるといえる。なお、共振周波数の変化量が0になるアンモニア吸着量の範囲は、NOx触媒3の位置や形状を調整することにより、縮小させることができる。したがって、共振周波数の変化量が0になる範囲が小さくなるように、NOx触媒3を形成してもよい。そして、アンモニア吸着量と共振周波数との関係を予め実験またはシミュレーション等により求めておけば、共振周波数からアンモニア吸着量を求めることができる。このようにして、照射装置30は、共振周波数に基づいてアンモニア吸着量を検出する。なお、図3に示すように、共振周波数の変化量に基づいてアンモニア吸着量を求めることにより、NOx触媒3の個体差による共振周波数の変化の影響をなくすることができるが、共振周波数とアンモニア吸着量との関係を予め求めておけば、共振周波数に基づいてアンモニア吸着量を求めることができる。この関係は、NOx触媒3の温度毎に求めておく。したがって、本実施形態では、共振周波数に基づいてアンモニア吸着量を求めることにする。

【0028】

ここで、共振周波数が変化することにより、NOx触媒3における電界分布が変化する。このときに、アンモニア吸着量を検出しようとした場合、マイクロ波の腹におけるアンモニア吸着量の影響がより大きくなり、マイクロ波の節の部分に近づくほど、アンモニア吸着量の影響が小さくなる。このように、マイクロ波の腹においてアンモニアの検出感度が最も高くなる。

【0029】

NOx触媒3は、上流側端部付近の温度が最も高くなるために、NOx触媒3を上流部3Aと下流部3Bとに分けて考えた場合、上流部3Aの方が下流部3Bよりも劣化の進行が早い。したがって、NOx触媒3の異常診断を実施する場合には、上流部の劣化を検出すればよい。そして、マイクロ波の腹が上流部3Aに位置するように、NOx触媒3、ケ

10

20

30

40

50

ース 300、照射装置 30 を構成することにより、上流部 3A におけるアンモニアの検出感度をより高めることができる。これにより、NOx 触媒 3 の異常診断の精度を向上させることができる。

【0030】

従来では、NOx 触媒 3 の異常診断を実施する場合に、NOx 触媒 3 の全体でアンモニアが飽和するまで、NOx 触媒 3 にアンモニアを供給することがあった。しかし、NOx 触媒 3 の全体にアンモニアを飽和させると、NOx 触媒 3 からアンモニアがスリップし易くなる。そこで、本実施形態に係る NOx 触媒 3 の異常診断では、NOx 触媒 3 の上流部 3A においてアンモニアが飽和するまでアンモニアを供給することで、下流部 3B にはアンモニアが飽和しないようにしている。ここで、添加弁 4 から NOx 触媒 3 にアンモニアを供給すると、NOx 触媒 3 の上流側端面から下流側に向かってアンモニアが吸着される。したがって、NOx 触媒 3 の上流部 3A においてアンモニアが飽和するまで添加弁 4 からアンモニアを供給したときにアンモニアの供給を終了させれば、上流部 3A ではアンモニアが飽和し、下流部 3B ではアンモニアが飽和していない状態となる。そうすると、例えば上流部 3A からアンモニアがスリップしても、下流部 3B においてアンモニアを吸着することができるため、NOx 触媒 3 からアンモニアがスリップすることを抑制できる。また、下流部 3B では、マイクロ波の共振周波数の変化によりアンモニア吸着量を検出する際の検出感度が低いいため、アンモニアが飽和していないとしても、共振周波数の変化に与える影響は小さい。

【0031】

図 4 は、ケース 300 内の NOx 触媒 3 の位置と電界のエネルギー密度との関係を示した図である。図 4 において矢印の方向に排気の流れ。電界のエネルギー密度は、アンモニアの検出感度と略等しい。図 4 に示したように、NOx 触媒 3 はケース 300 内において、上流部 3A にマイクロ波の腹が 1 つだけ位置するように且つ NOx 触媒 3 にマイクロ波の腹が 2 つ以上位置しないように（すなわち、NOx 触媒 3 内の電界強度が最も大きくなる箇所が NOx 触媒内に 1 つだけ存在し、且つ、電界強度が最も大きくなる箇所が上流部 3A に位置するように）、NOx 触媒 3 の位置及び大きさ、ケース 300 の容量、電磁波の周波数帯が予め実験またはシミュレーション等を行うことにより調整してある。この場合、NOx 触媒 3 の上流部のほうが下流部よりも電界強度が大きくなるような位置に、NOx 触媒 3 が配置されているともいえる。そのため、ケース 300 内の NOx 触媒 3 が設けられている箇所よりも下流側には、空間が設けられている。すなわち、NOx 触媒 3 の中心をケース 300 の中心よりも排気の流れ方向の上流側にずらしている。仮に、NOx 触媒 3 よりも下流側のケース 300 内に空間を設けない場合には、上流部 3A にマイクロ波の腹が 1 つだけ位置するように且つ NOx 触媒 3 にマイクロ波の腹が 2 つ以上位置しないように構成することが困難になる。本実施形態では、このような空間を設けることにより、上流部 3A にマイクロ波の腹が 1 つだけ位置するように且つ NOx 触媒 3 にマイクロ波の腹が 2 つ以上位置しないように容易に構成することができる。

【0032】

次に、本実施形態に係る異常診断制御のフローについて説明する。図 5 は、本実施形態に係る異常診断制御のフローを示したフローチャートである。ECU 10 が所定の間隔でプログラムを実行することにより、ECU 10 が所定の間隔で異常診断制御を実行している。なお、本フローチャートを実行する前に、NOx 触媒 3 以外の他の装置（例えば添加弁 4）に異常がないことを ECU 10 が周知の技術により確認しておいてもよい。

【0033】

ステップ S101 では、ECU 10 が、NOx 触媒 3 の異常診断を実施する前提条件が成立しているか否か判定する。ここで、NOx 触媒 3 の温度が高くなると、NOx 触媒 3 からアンモニアが脱離してしまうため、アンモニア吸着量が小さい状態で異常判定を行わなければならない。誤差の影響が大きくなる。このため、異常診断の精度が低下する虞がある。そこで、要求される診断精度を確保できる温度の上限として診断可能温度が設定されている。ECU 10 は、NOx 触媒 3 の温度が診断可能温度以下の場合に前提条件が成立

していると判定する。なお、前提条件が成立するような内燃機関 1 の運転状態を予め実験またはシミュレーション等により求めておき、この運転状態であるときに前提条件が成立していると判定してもよい。ステップ S 1 0 1 で肯定判定された場合にはステップ S 1 0 2 へ進み、否定判定された場合には本異常診断制御を終了させる。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 0 2 では、アンモニアの供給が開始される。そして、ステップ S 1 0 3 では、E C U 1 0 が、アンモニアの供給時間をカウントするタイマー T A をカウントアップさせる。なお、このタイマー T A はフローチャートの開始時または終了時に 0 にリセットされる。ステップ S 1 0 4 では、E C U 1 0 が、タイマー T A が所定時間 T 1 以上であるか否か判定する。所定時間 T 1 は、N O x 触媒 3 の異常診断を所望の精度で実施するために、N O x 触媒 3 の上流部 3 A に十分な量のアンモニアを供給するのに要する時間として設定される。すなわち、N O x 触媒 3 の異常診断では、N O x 触媒 3 の上流部 3 A においてアンモニアが飽和している必要があるため、N O x 触媒 3 の上流部 3 A でアンモニアが飽和するまでアンモニアを供給している。したがって、N O x 触媒 3 の上流部 3 A でアンモニアが飽和するように、所定時間 T 1 が設定される。この所定時間 T 1 は、ステップ S 1 0 2 においてアンモニアの供給が開始される時点における N O x 触媒 3 の上流部 3 A のアンモニア吸着量に応じて変化させてもよい。N O x 触媒 3 の上流部 3 A のアンモニア吸着量は、E C U 1 0 により周知の技術を用いて推定することができる。この場合、N O x 触媒 3 の上流部 3 A を 1 つの N O x 触媒と仮定して、アンモニア吸着量を推定する。また、N O x 触媒 3 のアンモニア吸着量は、N O x 触媒 3 の温度が十分に高くなると 0 になる。その後、N O x 触媒 3 の温度が、診断可能温度以下に低下したときにアンモニアの供給を開始すれば、N O x 触媒 3 の上流部 3 A のアンモニア吸着量が 0 の状態からアンモニアを供給することができるため、上記のようにアンモニアの吸着量を推定する必要はない。また、N O x 触媒 3 に吸着可能なアンモニアの量は、N O x 触媒 3 の温度が高くなるほど少なくなるため、N O x 触媒 3 の温度に応じて所定時間 T 1 を変化させてもよい。

【 0 0 3 5 】

なお、本フローチャートでは、アンモニアを供給した時間に基づいて、アンモニアの供給を終了する時期を判定するが、これに代えて、アンモニアの供給量に基づいてアンモニアの供給を終了する時期を判定してもよい。また、N O x 触媒 3 の上流部 3 A のアンモニア吸着量が、N O x 触媒 3 が異常であると仮定したときに吸着可能なアンモニア量以上になったときにアンモニアの供給を終了してもよい。この場合、N O x 触媒 3 が正常であれば N O x 触媒 3 においてアンモニアが飽和していないが、異常であれば N O x 触媒 3 においてアンモニアが飽和している。このため、N O x 触媒 3 が正常の場合と異常の場合とでアンモニア吸着量に差が生じるため、アンモニア吸着量に応じた異常診断が可能である。また、N O x 触媒 3 の上流部 3 A のアンモニア吸着量が、N O x 触媒 3 が正常であると仮定したときに吸着可能なアンモニア量以上になったときにアンモニアの供給を終了してもよい。この場合、上流部 3 A からアンモニアがスリップするが、スリップしたアンモニアを下流部 3 B において吸着可能である。ステップ S 1 0 4 で肯定判定された場合にはステップ S 1 0 5 へ進み、否定判定された場合にはステップ S 1 0 3 へ戻る。そして、ステップ S 1 0 5 では、E C U 1 0 が、アンモニアの供給を終了させる。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 1 0 6 では、照射装置 3 0 が N O x 触媒 3 にマイクロ波を照射して共振周波数を検出し、E C U 1 0 がこの共振周波数を取得する。共振周波数は、E C U 1 0 の R A M に記憶される。ステップ S 1 0 7 では、E C U 1 0 が、ステップ S 1 0 6 で取得された共振周波数から、アンモニア吸着量 Q N H 3 を算出する。E C U 1 0 は R A M に、共振周波数からアンモニア吸着量 Q N H 3 を求めるマップを温度に応じて複数記憶している。このマップは、予め実験またはシミュレーション等により求めておく。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 1 0 8 では、ステップ S 1 0 7 で算出されたアンモニア吸着量 Q N H 3 が、閾値 Q C よりも小さいか否か判定される。閾値 Q C は、N O x 触媒 3 が正常のときのアン

10

20

30

40

50

モニア吸着量としてNO_x触媒3の温度毎に予め実験またはシミュレーション等により求めておく。アンモニア吸着量はNO_x触媒3の温度に応じて変化するため、閾値QCは、NO_x触媒3の温度に応じて変化させる。ステップS108で肯定判定された場合にはステップS109へ進み、ECU10が、触媒異常フラグを1とする。触媒異常フラグは、NO_x触媒3に異常がある場合には1とされ、NO_x触媒3が正常である場合には0とされるフラグである。触媒異常フラグの初期値は0である。触媒異常フラグが1になると、ECU10は、NO_x触媒3が異常であると診断する。一方、ステップS108で否定判定された場合には、ECU10が、本異常診断制御を終了させる。このときには、触媒異常フラグは0になるため、ECU10は、NO_x触媒3が正常であると診断する。なお、ECU10がステップS108及びステップS109を処理することにより、本発明にお

10

【0038】

以上説明したように本実施形態によれば、マイクロ波の腹がNO_x触媒3の上流部3Aに位置するようにNO_x触媒3を構成することにより、NO_x触媒3にマイクロ波を照射したときに検出される共振周波数に基づいて、NO_x触媒3の異常診断を実施することができる。また、NO_x触媒3の全体でアンモニアが飽和する必要がないため、異常診断を実施する際にNO_x触媒3からアンモニアが流出することを抑制できる。これにより、アンモニア消費量を低減することもできる。また、仮に、上流部3Aよりも下流部3Bの電界強度が大きい場合には、上流部3Aにおいて劣化が進行しても、共振周波数の変化は小さくなるため、精度の高い異常診断が困難になる。一方、本実施形態によれば、上流部3Aの劣化が進行すればNO_x触媒3が異常であると診断されるため、NO_x触媒3の異常を早期に検出することができる。

20

【0039】

(実施形態2)

図6は、本実施形態に係る内燃機関1と、その吸気系及び排気系との概略構成を示す図である。上記実施形態1と異なる点について主に説明する。排気通路2には、NO_x触媒3にマイクロ波を照射する照射装置30が設けられている。照射装置30は、NO_x触媒3よりも上流の排気通路2に配置される第一プローブ31と、周波数制御装置33とを含んでいる。すなわち、本実施形態では、第二プローブ32を含んでいない。第一プローブ31がNO_x触媒3へマイクロ波を照射し、反射したマイクロ波を第一プローブ31で受信する。周波数制御装置33は、実施形態1と同様に、マイクロ波の周波数を変化させ、共振周波数、発振電力及び受信電力を得ることができる。本実施形態では照射装置30が、本発明における照射装置に相当する。

30

【0040】

本実施形態においても、実施形態1と同様に、NO_x触媒3の上流部3Aにマイクロ波の腹が位置するように且つNO_x触媒3にマイクロ波の腹が2つ以上位置しないように、NO_x触媒3の位置及び大きさ、ケース300の容量、電磁波の周波数帯が予め実験またはシミュレーション等を行うことにより調整してある。

【0041】

実施形態2に係る照射装置30では、第二プローブ32を含んでいないために共振周波数の検出精度が低下するが、一方で、第二プローブ32を設置するスペースが必要ないため、照射装置30の設置が容易になる。その他の制御や効果等は実施形態1と同じため説明を省略する。

40

【符号の説明】

【0042】

- 1 内燃機関
- 2 排気通路
- 3 選択還元型NO_x触媒
- 3A 上流部
- 3B 下流部

50

300 ケース

The graph illustrates the relationship between the change in resonance frequency and the adsorption amount. The y-axis is labeled '共振周波数変化量(MHz)' and the x-axis is labeled '吸着量'. The curve shows a linear increase in frequency change as the adsorption amount increases, starting from the origin.

電界のエネルギー密度

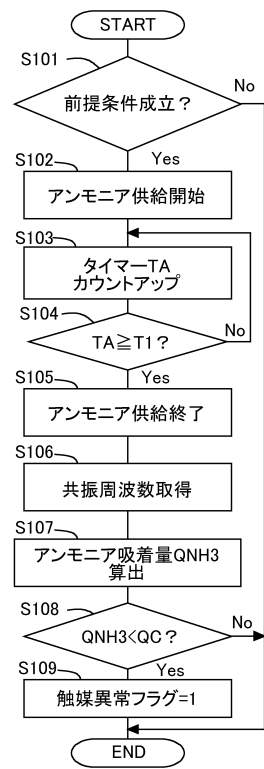
2

300

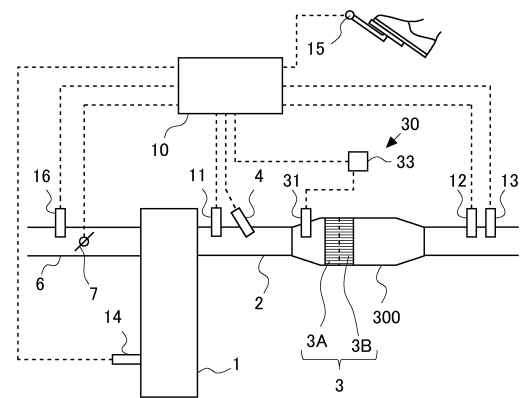
3A 3B

3

【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 1 D 53/94 4 0 0

(72)発明者 佐久間 哲哉
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 高田 圭
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 西岡 寛真
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 坂口 達紀

(56)参考文献 特表2017-523335(JP,A)
特開2016-200146(JP,A)
国際公開第2011/099051(WO,A1)
特開2017-2785(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 1 N 3 / 0 0 , 3 / 0 2 , 3 / 0 4 - 3 / 3 8 ,
9 / 0 0 - 1 1 / 0 0