



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103958842 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 17

(21) 申请号 201180013830. 2

F01N 3/36(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 11. 09

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2012. 09. 13

JP 2011190803 A, 2011. 09. 29,
JP 2008255858 A, 2008. 10. 23,
WO 03036052 A1, 2003. 05. 01,

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2011/075849 2011. 11. 09

审查员 张玉春

(87) PCT国际申请的公布数据
W02013/069115 JA 2013. 05. 16

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

(72) 发明人 梅本寿丈 井上三树男

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 苗堃 赵曦

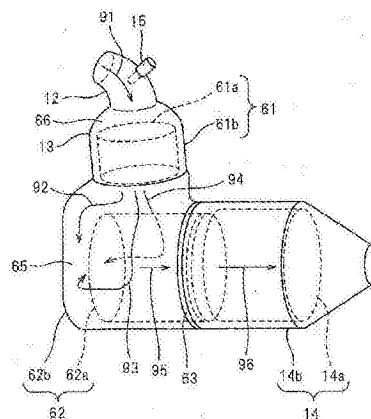
(51) Int. Cl.
F01N 3/08(2006. 01)
F01N 3/28(2006. 01)

权利要求书2页 说明书16页 附图14页

(54) 发明名称
内燃机的排气净化装置

(57) 摘要

内燃机的排气净化装置包含上游侧催化剂和下游侧催化剂, 并具备净化 NO_x 的排气净化催化剂。上游侧催化剂具有氧化能力, 下游侧催化剂具有贵金属催化剂粒子以及碱性的排气流通表面部分。使流入排气净化催化剂的烃的浓度以预先设定的范围内的振幅以及预先设定的范围内的周期振动来还原 NO_x。上游侧催化剂包含上游侧基体和上游侧容器, 下游侧催化剂包含下游侧基体、下游侧容器、下游侧基体与下游侧容器之间的排气的流路。排气在下游侧容器的内部朝向多个方向地被分割, 在下游侧基体与下游侧容器之间的流路流通之后进行合流。



1. 一种内燃机的排气净化装置,在内燃机排气通路内具备用于使排气中所含的 NO_x 与烃进行反应的排气净化催化剂,排气净化催化剂包含串联地连接于内燃机排气通路的上游侧催化剂和下游侧催化剂,上游侧催化剂具有氧化能力,下游侧催化剂在排气流通表面上担载有贵金属催化剂粒子、并且在催化剂粒子周围形成有碱性的排气流通表面部分,

排气净化催化剂具有当使流入排气净化催化剂的烃的浓度以预先设定的范围内的振幅以及预先设定的范围内的周期振动时将排气中所含的 NO_x 还原的性质,并且具有当使烃浓度的振动周期比所述预先设定的范围长时排气中所含的 NO_x 的吸留量增大的性质,

所述内燃机的排气净化装置形成为进行如下控制:在内燃机运转时使流入排气净化催化剂的烃的浓度以所述预先设定的范围内的振幅以及所述预先设定的范围内的周期振动,将排气中所含的 NO_x 在排气净化催化剂中还原,

所述内燃机的排气净化装置的特征在于,上游侧催化剂包含担载有催化剂粒子的上游侧基体和收容上游侧基体的上游侧容器,将排气中所含的烃部分氧化,将经部分氧化的烃供给到下游侧催化剂,

下游侧催化剂包含担载有催化剂粒子的下游侧基体、收容下游侧基体的下游侧容器、和由下游侧基体与下游侧容器之间的空隙部形成的排气的流路,

上游侧容器与下游侧容器连接,

从上游侧基体流出的含有经部分氧化的烃的排气在下游侧容器的内部朝向多个方向地被分割,

经分割的排气在下游侧基体与下游侧容器之间的流路流通后合流从而被混合,经混合的排气流入下游侧基体。

2. 根据权利要求1所述的内燃机的排气净化装置,其中,上游侧基体的排气流入的端面的面积形成小于下游侧基体的排气流入的端面的面积。

3. 根据权利要求1所述的内燃机的排气净化装置,其中,上游侧容器与下游侧容器周向的表面连接,

上游侧基体被配置成从上游侧基体流出的排气朝向下游侧基体周向的外表面,

从上游侧基体流出的排气在下游侧基体周向的外表面被分割成多个方向。

4. 根据权利要求1所述的内燃机的排气净化装置,其中,上游侧催化剂具有贵金属催化剂粒子,将排气中所含的烃部分氧化,将经部分氧化的烃供给到下游侧催化剂。

5. 根据权利要求1所述的内燃机的排气净化装置,其中,

上游侧基体具有沿排气的通路延伸的轴线,

下游侧基体具有沿排气的通路延伸的轴线,

上游侧基体被配置成从上游侧基体流出的排气朝向下游侧基体的出口侧的端部、且上游侧基体的轴线相对于下游侧基体的轴线倾斜。

6. 根据权利要求5所述的内燃机的排气净化装置,其中,上游侧基体的排气流入的端面的面积形成小于下游侧基体的排气流入的端面的面积。

7. 根据权利要求5所述的内燃机的排气净化装置,其中,

上游侧容器与下游侧容器周向的表面连接,

上游侧基体被配置成从上游侧基体流出的排气朝向下游侧基体周向的外表面,

从上游侧基体流出的排气在下游侧基体周向的外表面被分割成多个方向。

8. 根据权利要求5所述的内燃机的排气净化装置,其中,上游侧催化剂具有贵金属催化剂粒子,将排气中所含的烃部分氧化,将经部分氧化的烃供给到下游侧催化剂。

内燃机的排气净化装置

技术领域

[0001] 本发明涉及内燃机的排气净化装置。

背景技术

[0002] 柴油机、汽油内燃机等内燃机的排气中含有例如一氧化碳(CO)、未燃燃料(HC)、氮氧化物(NO_x)或粒子状物质(PM:Particulate Matter)等成分。为了净化这些成分,内燃机中安装有排气净化装置。

[0003] 已知以往技术的排气净化装置中,在净化排气的催化剂的上游侧配置有供给燃料等添加剂的添加阀。通过将添加剂从添加阀供给到排气中,能够对催化剂供给添加剂。

[0004] 在日本特开2009-156067号公报中,公开了具备向排气管的内部添加燃料的燃料添加阀的内燃机的废气净化装置。在该公报中公开了在从燃料添加阀喷射的燃料通过的排气管的内部配置有使添加剂滞留的添加剂滞留体。并公开了添加剂滞留体根据发动机的运转而改变接受添加剂的面积。并公开了即使在该装置中在燃料添加阀与催化剂之间没有确保充分混合的空间,也能促进添加剂的雾化。

[0005] 在日本特表2007-514104号公报中公开了具备粒子状物质过滤器和导流器的稀燃用的内燃机的排气机构,上述导流器配置在粒子状物质过滤器的入口,并且使流经排气装置中的排气的至少一部分转向。另外,公开了导流器形成为圆锥台形,具备具有第一截面积的上游末端和具有第二截面积的下游末端,第二截面积大于第一截面积。

[0006] 在日本特开2009-030560号公报公开了具备还原催化剂和还原剂喷射部的内燃机的排气净化装置。该排气净化装置在还原催化剂的上游侧设有排气导入室。排气流入排气导入室。配置有还原催化剂的排气通路的入口侧向排气导入室内延伸设置。延伸设置的排气通路的端部具备设有排气的通过孔的罩构件。排气导入室配置有还原剂喷射部。并公开了罩构件包含用于使还原剂和排气混合扩散的混合器。并公开了在该排气净化装置中可以将混合有还原剂的排气均匀分散而供给到还原催化剂。

[0007] 专利文献1:日本特开2009-156067号公报

[0008] 专利文献2:日本特表2007-514104号公报

[0009] 专利文献3:日本特开2009-030560号公报

发明内容

[0010] 在向内燃机排气通路供给燃料的排气净化装置中,根据添加燃料的添加阀的位置、排气管的形状等,在排气管内添加的燃料达到到达催化剂时,有时产生局部的浓度不均。即,有时具有局部燃料的浓度高的部分和低的部分的排气被供给到催化剂。对催化剂不供给燃料的浓度均匀的排气时,例如,可能排气的净化作用被限定在浓度高的部分。其结果,有时催化剂整体的净化率降低。或者,如果局部的燃料的浓度过高,则有时发生穿过催化剂的滑脱。或者,由于在排气管内产生燃料浓度的不均,从而有时燃料附着于排气管的壁面。

[0011] 如上述公报中所公开的那样,通过在催化剂的上游侧配置提高燃料的分散性的构件,可以对催化剂供给燃料的浓度均匀化的排气。然而,这些提高分散性的构件由于必须配置在排气管的内部,所以存在排气净化装置变大的问题。另外,由于在排气管的内部配置提高分散性的构件,所以存在内燃机的背压上升的问题。即,存在因提高分散性的构件而流路截面积变小、排气净化装置中的压力损失变大的问题。

[0012] 作为在排气管的内部使燃料的浓度均匀化的构成,可以延长催化剂上游侧的排气管。即,可以通过通过增大排气在排气管内流经的距离来搅拌燃料所含的排气。但是,在延长排气管的构成中,排气净化装置变大或背压上升。另外,由于延长排气管,产生附着在排气管的内表面的燃料的量也增加的问题。

[0013] 进而,为了提高排气的净化率,可以增大催化剂的容量。然而,如果增大催化剂的容量,则产生排气净化装置变成大型的问题。

[0014] 然而,作为除去排气中所含的氮氧化物的方法之一,已知在内燃机排气通路中配置 NO_x 吸留催化剂。 NO_x 吸留催化剂具有当流入的排气的空燃比为稀时吸留排气中所含的 NO_x ,当流入的排气的空燃比为浓时放出所吸留的 NO_x 并进行还原的功能。然而, NO_x 吸留催化剂存在变为高温时 NO_x 的净化率降低的情况。

[0015] 本发明的目的是提供小型且 NO_x 的净化率优异的内燃机的排气净化装置。

[0016] 本发明的内燃机的排气净化装置在内燃机排气通路内具备使排气中所含的 NO_x 与烃进行反应的排气净化催化剂。排气净化催化剂包含串联地连接于内燃机排气通路的上游侧催化剂和下游侧催化剂。上游侧催化剂具有氧化能力。下游侧催化剂在排气流通表面上搭载有贵金属催化剂粒子、并且在催化剂粒子周围形成有碱性的排气流通表面部分。排气净化催化剂具有当使流入排气净化催化剂的烃的浓度以预先设定的范围内的振幅以及预先设定的范围内的周期振动时将排气中所含的 NO_x 还原的性质,并且具有当使烃浓度的振动周期比所述预先设定的范围长时排气中所含的 NO_x 的吸留量增大的性质。内燃机的排气净化装置形成为进行如下控制:在内燃机运转时使流入排气净化催化剂的烃的浓度以上述预先设定的范围内的振幅以及上述预先设定的范围内的周期振动,将排气中所含的 NO_x 在排气净化催化剂中还原。上游侧催化剂包含搭载有催化剂粒子的上游侧基体和收容上游侧基体的上游侧容器,将排气中所含的烃部分氧化,将经部分氧化的烃供给到下游侧催化剂。下游侧催化剂包含搭载有催化剂粒子的下游侧基体、收容下游侧基体的下游侧容器、和由下游侧基体与下游侧容器之间的空隙部形成的排气的流路。上游侧容器与下游侧容器连接。排气净化装置中,从上游侧基体流出的含有经部分氧化的烃排气在下游侧容器的内部朝向多个方向地被分割,经分割的排气在下游侧基体与下游侧容器之间的流路流通后合流从而被混合,经混合的排气流入下游侧基体。

[0017] 在上述发明中,优选上游侧基体的排气流入的端面的面积形成为小于下游侧基体的排气流入的端面的面积。

[0018] 在上述发明中,上游侧容器与下游侧容器周向的表面连接,上游侧基体被配置成从上游侧基体流出的排气朝向下游侧基体周向的外表面,从上游侧基体流出的排气可以在下游侧基体周向的外表面被分割成多个方向。

[0019] 在上述发明中,上游侧催化剂可以具有贵金属催化剂粒子,将排气中所含的烃部分氧化,将经部分氧化的烃供给到下游侧催化剂。

[0020] 在上述发明中,上游侧基体具有沿排气的通路延伸的轴线,下游侧基体具有沿排气的通路延伸的轴线,上游侧基体被配置成从上游侧基体流出的排气朝向下游侧基体的出口侧的端部、且上游侧基体的轴线相对于下游侧基体的轴线倾斜。

[0021] 根据本发明,可以提供小型且NO_x净化率优异的内燃机的排气净化装置。

附图说明

[0022] 图1是实施方式中的压燃式内燃机的整体图。

[0023] 图2A是上游侧催化剂中的催化剂载体的表面部分的放大示意图。

[0024] 图2B是下游侧催化剂中的催化剂载体的表面部分的放大示意图。

[0025] 图3是说明上游侧催化剂中的烃的氧化反应的图。

[0026] 图4是表示在第一NO_x净化方法中流入排气净化催化剂的排气的空燃比的变化图。

[0027] 图5是表示第一NO_x净化方法的NO_x净化率的图。

[0028] 图6A是说明第一NO_x净化方法的下游侧催化剂中的活性NO_x的生成以及还原性中间体的反应的放大示意图。

[0029] 图6B是说明第一NO_x净化方法的下游侧催化剂中的还原性中间体的生成的放大示意图。

[0030] 图7A是说明第二NO_x净化方法的下游侧催化剂中的NO_x的吸留的放大示意图。

[0031] 图7B是说明第二NO_x净化方法的下游侧催化剂中的NO_x的放出以及还原的放大示意图。

[0032] 图8是表示在第二NO_x净化方法中流入下游侧催化剂的排气的空燃比的变化图。

[0033] 图9是表示第二NO_x净化方法的NO_x净化率的图。

[0034] 图10是表示在第一NO_x净化方法中流入排气净化催化剂的排气的空燃比的变化时间图。

[0035] 图11是表示在第一NO_x净化方法中流入排气净化催化剂的排气的空燃比的变化另一时间图。

[0036] 图12是表示在第一NO_x净化方法中排气净化催化剂的氧化力与要求最小空燃比X的关系的图。

[0037] 图13是表示在第一NO_x净化方法中能够得到相同NO_x净化率的排气中的氧浓度与烃浓度的振幅 ΔH 的关系的图。

[0038] 图14是表示在第一NO_x净化方法中烃浓度的振幅 ΔH 与NO_x净化率的关系的图。

[0039] 图15是表示第一NO_x净化方法中烃浓度的振动周期 ΔT 与NO_x净化率的关系的图。

[0040] 图16是表示第一NO_x净化方法中烃供给量W的映射的图。

[0041] 图17是表示第二NO_x净化方法中吸留于排气净化催化剂的NO_x量与排气净化催化剂的排气的空燃比的变化图。

[0042] 图18是表示从内燃机主体排出的NO_x量NO_{xA}的映射的图。

[0043] 图19是表示第二NO_x净化方法中燃烧室中的燃料喷射时期的图。

[0044] 图20是表示第二NO_x净化方法中烃供给量WR的映射的图。

[0045] 图21是实施方式中的排气净化装置的示意立体图。

- [0046] 图22是实施方式中的排气净化装置的第一示意截面图。
[0047] 图23是实施方式中的排气净化装置的第二示意截面图。
[0048] 图24是实施方式中的另一排气净化装置的示意截面图。

具体实施方式

[0049] 参照图1至图24,对实施方式中的内燃机的排气净化装置进行说明。在本实施方式中,举出安装于车辆的压燃式内燃机作为例子进行说明。

[0050] 图1是本实施方式中的内燃机的整体图。内燃机具备内燃机主体1。另外,内燃机具备净化排气的排气净化装置。内燃机主体1包含作为各气缸的燃烧室2、用于向各燃烧室2喷射燃料的电子控制式燃料喷射阀3、进气歧管4和排气歧管5。

[0051] 进气歧管4介由进气导管6与排气涡轮增压器7的压缩机7a的出口连结。压缩机7a的入口介由吸入空气量检测器8而与空气过滤器9连结。进气导管6内配置有由步进马达驱动的节流阀10。进而,在进气导管6的中途配置有用于冷却在进气导管6内流动的吸入空气的冷却装置11。在图1所示的实施例中,内燃机冷却水被导入冷却装置11内,利用内燃机冷却水冷却吸入空气。

[0052] 另一方面,排气歧管5与排气涡轮增压器7的排气涡轮7b的入口连结。本实施方式中的排气净化装置具备将排气中所含的NO_x净化的排气净化催化剂13、和将排气中所含的粒子状物质捕集的颗粒过滤器14。排气净化催化剂13使排气中所含的NO_x与烃反应。本实施方式中的排气净化催化剂13包含上游侧催化剂61和下游侧催化剂62。排气净化催化剂13介由排气管12与排气涡轮7b的出口连结。排气净化催化剂13与颗粒过滤器14连结。颗粒过滤器14与排气管64连结。

[0053] 排气净化催化剂13的上游配置有烃供给阀15,该烃供给阀15用于供给作为压燃式内燃机的燃料使用的轻油或由其它燃料构成的烃。在本实施方式中,使用轻油作为由烃供给阀15供给的烃。此外,本发明还可适用于将燃烧时的空燃比控制为稀的火花点火式内燃机。此时,从烃供给阀供给作为火花点火式的内燃机的燃料使用的汽油或由其它燃料构成的烃。

[0054] 排气歧管5与进气歧管4之间配置有用于进行排气再循环(EGR)的EGR通路16。EGR通路16配置有电子控制式的EGR控制阀17。另外,EGR通路16的中途配置有用于冷却在EGR通路16内流动的EGR气体的冷却装置18。在图1所示的实施例中,内燃机冷却水被导入冷却装置18内。利用内燃机冷却水冷却EGR气体。

[0055] 各燃料喷射阀3介由燃料供给管19与共轨20连结。共轨20介由电子控制式的喷出量可变的燃料泵21与燃料罐22连结。燃料罐22内贮存的燃料通过燃料泵21而供给到共轨20内。供给到共轨20内的燃料介由各燃料供给管19而供给到燃料喷射阀3。

[0056] 本实施方式中的电子控制单元30包含数字计算机。本实施方式中的电子控制单元30起到排气净化装置的控制装置的功能。电子控制单元30具备利用双向性总线31而互相连接的ROM(只读存储器)32、RAM(随机存取存储器)33、CPU(微处理机)34、输入端口35和输出端口36。ROM32是读取专用的存储装置。ROM32预先存储有用于进行控制的必要的映射等信息。CPU34可以进行任意的演算、判断。RAM33是可进行读写的存储装置。RAM33可以保存运转履历等信息,或者保存演算结果。

[0057] 排气净化催化剂13的下游侧催化剂62的下游安装有用于检测下游侧催化剂62的温度的温度传感器23。另外,颗粒过滤器14的下游安装有用于检测颗粒过滤器14的温度的温度传感器25。这些温度传感器23、25以及吸入空气量检测器8的输出信号出力信号介由各自对应的AD转换器37而输入到输入端口35。

[0058] 另外,加速踏板40上连接有负载传感器41,该负载传感器41产生与加速踏板40的踩踏量成比例的输出电压。负载传感器41的输出电压介由对应的AD转换器37输入到输入端口35。进而,输入端口35上连接有曲轴转角传感器42,该曲轴角传感器42在曲轴每旋转例如 15° 时产生输出脉冲。通过曲轴角传感器42的输出,可以检测曲轴角角度、内燃机转速。另一方面,输出端口36介由对应的驱动电路38与燃料喷射阀3、节流阀10的驱动用步进马达、烃供给阀15、EGR控制阀17和燃料泵21连接。这些燃料喷射阀3、节流阀10、烃供给阀15和EGR控制阀17等利用电子控制单元30来进行控制。

[0059] 颗粒过滤器14是除去排气中所含的碳微粒、硫酸盐等粒子状物质(颗粒物)的过滤器。颗粒过滤器14具有例如蜂窝状结构,并具有沿气体流动方向延伸的多个流路。在多个流路中,交替形成下游端被密封的流路与上游端被密封的流路。流路的隔壁由堇青石之类的多孔材料形成。排气通过该隔壁时捕捉颗粒物。排气中所含的粒子状物质被颗粒过滤器14捕集而氧化。通过在空气过量的气氛中将温度上升至例如 650°C 左右,依次堆积于颗粒过滤器14的粒子状物质被氧化而除去。

[0060] 图2A是图示性地表示担载于排气净化催化剂的上游侧催化剂的基体上的催化剂载体的表面部分。上游侧催化剂61由具有氧化能力的催化剂构成。本实施方式中的上游侧催化剂61与具有储氧能力的三元催化剂具有相同构成。三元催化剂具有当以流入的排气的空燃比为理论空燃比的方式进行反馈控制时同时降低排气中所含的HC、CO以及 NO_x 的功能。如图2A所示,上游侧催化剂61的例如由氧化铝形成的催化剂载体50上担载有贵金属催化剂粒子51、52。图2A所示的例子中,催化剂粒子51由铂Pt构成,催化剂粒子52由铑Rh构成。

[0061] 另一方面,在图2A所示的例子中,上游侧催化剂61的催化剂载体50含有铈Ce。该铈Ce在氧过量的氧化气氛下吸入氧而成为二氧化铈 CeO_2 的形态,在还原气氛下放出氧而成为 Ce_2O_3 的形态。即,催化剂载体50在氧化气氛下吸收氧,在还原气氛下放出氧。像这样,本实施方式中的催化剂载体50具有氧的吸收放出功能。催化剂载体50不具有氧的吸收放出功能时,排气中的氧浓度减少时,上游侧催化剂61所具有的氧化力弱。

[0062] 与此相对,催化剂载体50具有氧的吸收放出功能时,排气的氧浓度减少时,从催化剂载体50放出氧,而且该氧的活性极高。因此,催化剂载体50具有氧的吸收放出功能时、即上游侧催化剂61具有储氧能力时,即使排气的空燃比变为浓,上游侧催化剂61也具有高氧化力。

[0063] 图2B是图示性地表示担载于下游侧催化剂的基体上的催化剂载体的表面部分。下游侧催化剂62中,例如由氧化铝构成的催化剂载体54上担载有贵金属催化剂粒子55、56,进而该催化剂载体54上形成有碱性层57,上述碱性层57含有选自钾K、钠Na、铯Cs之类的碱金属、钡Ba、钙Ca之类的碱土类金属、镧系元素之类的稀土类和银Ag、铜Cu、铁Fe、铱Ir之类的能够向 NO_x 供给电子的金属中的至少一种。因为排气时沿着催化剂载体54上流动,所以催化剂粒子55、56可以说是担载于下游侧催化剂62的排气流通表面上。另外,碱性层57的表面呈碱性,所以碱性层57的表面被称为碱性的排气流通表面部分58。

[0064] 另一方面,在图2B中,贵金属催化剂粒子55由铂Pt构成,贵金属催化剂粒子56由铑Rh构成。即,担载于催化剂载体54的催化剂粒子55、56由铂Pt和铑Rh构成。此外,下游侧催化剂62的催化剂载体54上除了铂Pt和铑Rh以外还可以进一步担载有钯Pd,或者可以代替铑Rh而担载钯Pd。即,担载于催化剂载体54的催化剂粒子55、56由铂Pt由铑Rh和钯Pd中的至少一者以及铂Pt构成。

[0065] 图3是图示性地表示排气净化催化剂的上游侧催化剂的基体上担持的催化剂载体的表面部分。烃从烃供给阀15喷射到排气中时,烃在上游侧催化剂61中被重整。即,从烃供给阀15喷射的烃HC通过上游侧催化剂61的催化剂作用而成为碳原子数少的自由基状烃HC。本发明中,利用此时经重整的烃,在下游侧催化剂62中净化 NO_x 。此外,此时上游侧催化剂61的催化剂载体50上成为还原气氛时,如图3中图示性地表示的那样,从催化剂载体50放出氧,通过该放出的氧化,烃被重整为碳原子数少的自由基状烃。

[0066] 另外,即使在膨胀行程的后半行程或排气行程中,从燃料喷射阀3向燃烧室2内喷射燃料、即烃,该烃也会在燃烧室2内或上游侧催化剂61中被重整,排气中所含的 NO_x 由该经重整的烃而净化。因此,本发明中,也可以代替从烃供给阀15向内燃机排气通路内供给烃而在膨胀行程的后半行程或排气行程中向燃烧室2内供给烃。像这样在本发明中可以将烃供给到燃烧室2内,但下面以从烃供给阀15向内燃机排气通路内喷射烃的情况作为例子来说明本发明。

[0067] 图4表示从烃供给阀15供给烃的供给时刻和流入排气净化催化剂13的排气的空燃比 $(A/F)_{in}$ 的变化。此外,该空燃比 $(A/F)_{in}$ 的变化依赖于流入排气净化催化剂13的排气中的烃的浓度变化,所以图4所示的空燃比 $(A/F)_{in}$ 的变化可以说表示烃的浓度变化。但是,因为烃浓度变高时,空燃比 $(A/F)_{in}$ 变小,所以在图4中,空燃比 $(A/F)_{in}$ 越靠近浓侧,烃浓度越高。

[0068] 图5将 NO_x 净化率相对于排气净化催化剂13的各催化剂温度TC进行表示,所述 NO_x 净化率是通过周期性地改变流入排气净化催化剂13的烃的浓度而如图4所示地改变向排气净化催化剂13流入的排气的空燃比 $(A/F)_{in}$ 时基于排气净化催化剂13的 NO_x 净化率。本发明的发明人长期反复进行关于 NO_x 净化的研究,在该研究课程中明确了如果使流入排气净化催化剂13的烃的浓度以预先设定的范围内的振幅以及预先设定的范围内的周期振动,则如图5所示,即便在 400°C 以上的高温区域中也能够得到极高的 NO_x 净化率。

[0069] 进而,明确了此时在排气净化催化剂13内生成含有氮和烃的大量的还原性中间体,该还原性中间体在得到高 NO_x 净化率方面发挥核心作用。

[0070] 接着,参照图6A和6B对此进行说明。应予说明,这些图6A和6B图示性地表示下游侧催化剂62的催化剂载体54的表面部分。图6A和图6B示出推测在使流入排气净化催化剂13的烃的浓度以预先设定的范围内的振幅和预先设定的范围内的周期振动时发生的反应。

[0071] 图6A表示流入排气净化催化剂的烃的浓度低时。由图4可知,因为流入排气净化催化剂13的排气的空燃比除了一瞬间以外维持在稀,所以流入下游侧催化剂62的排气通常处于氧过量的状态。因此,排气中所含的NO在催化剂粒子55上被氧化成 NO_2 ,接着该 NO_2 进一步被氧化而成为 NO_3 。另外, NO_2 的一部分成为 NO_2^- 。此时, NO_3 的生成量远远多于 NO_2^- 的生成量。因此在催化剂粒子55上生成大量 NO_3 和少量的 NO_2^- 。这些 NO_3 和 NO_2^- 的活性强,以下将这些 NO_3 和 NO_2^- 称为活性 NO_x 。这些活性 NO_x 通过附着或吸附于碱性层57的表面上而被保持。

[0072] 接着,从烃供给阀15供给烃时,如图3所示,在上游侧催化剂61中,排气中所含的烃被部分氧化。烃在上游侧催化剂61内经重整而成为自由基状,经重整的烃供给到下游侧催化剂62。

[0073] 图6B表示从烃供给阀供给烃而流入排气净化催化剂的烃的浓度升高时。如果升高流入下游侧催化剂62得到烃的浓度,则活性NO_x周围的烃浓度升高。如果活性NO_x周围的烃浓度升高,则活性NO_x在催化剂粒子上与自由基状的烃HC反应,由此生成还原性中间体。

[0074] 此外,认为此时最初生成的还原性中间体是硝基化合物R-NO₂。因为该硝基化合物R-NO₂一生成就会成为腈化合物R-CN,而该腈化合物R-CN只能在该状态下存在瞬间,所以立刻成为异氰酸酯化合物R-NCO。如果该异氰酸酯化合物R-NCO水解,则成为胺化合物R-NH₂。但是,认为此时被水解的是异氰酸酯化合物R-NCO的一部分。因此,如图6B所示,生成的还原性中间体的大部分是异氰酸酯化合物R-NCO和胺化合物R-NH₂。在下游侧催化剂62内生成的大量的还原性中间体附着或吸附于碱性层57的表面上。

[0075] 接着,图6A所示,流入排气净化催化剂13的烃的浓度降低时,在下游侧催化剂62中,活性NO_x与生成的还原性中间体反应。然而,像这样活性NO_x保持在碱性层57的表面上后、或者活性NO_x生成后,活性NO_x周围的氧浓度高的状态持续一定时间以上时,活性NO_x被氧化,以硝酸根离子NO₃⁻的形式被吸收在碱性层57内。但是,如果经过该一定时间之前生成还原性中间体,则如图6A所示的那样活性NO_x与还原性中间体R-NCO、R-NH₂反应而成为N₂、CO₂、或H₂O,这样一来NO_x被净化。此外,此时,必须在碱性层57的表面上即碱性排气流通表面部分58上保持充足量的还原性中间体R-NCO、R-NH₂直至所生成的还原性中间体与活性NO_x反应,为此设置有碱性的排气流通表面部分58。

[0076] 像这样,通过暂时提高流入排气净化催化剂13的烃的浓度而生成还原性中间体,使生成的还原性中间体与活性NO_x反应,从而NO_x被净化。即,若要通过排气净化催化剂13净化NO_x,则需要周期性地改变流入排气净化催化剂13的烃的浓度。

[0077] 当然,此时需要将烃的浓度升高至生成还原性中间体所需的足够高的浓度。即,需要使流入排气净化催化剂13的烃的浓度以预先设定的范围内的振幅振动。

[0078] 另一方面,如果延长烃的供给周期,则在供给烃后直至下次供给烃为止的期间,氧浓度升高的期间变长,因而活性NO_x不生成还原性中间体而以硝酸盐的形式被吸收于碱性层57内。为了回避这一情况,需要使流入排气净化催化剂13的烃的浓度以预先设定的范围内的周期进行振动。顺带说明,在图4所示的例子中,使喷射间隔为3秒。

[0079] 如上所述,烃浓度的振动周期,即烃HC的供给周期比预先设定的范围内的周期长时,在下游侧催化剂62中,如图7A所示,活性NO_x以硝酸根离子NO₃⁻的形式在碱性层57内扩散,成为硝酸盐。即,此时,排气中的NO_x以硝酸盐的形式被吸收到碱性层57内。

[0080] 图7B表示像这样NO_x以硝酸盐的形式被吸收到碱性层57内时,使流入排气净化催化剂13内的排气的空燃比为理论空燃比或浓的情况。此时,由于排气中的氧浓度降低,所以反应逆向(NO₃⁻→NO₂)进行,这样一来,被吸收到碱性层57内的硝酸盐依次成为硝酸根离子NO₃⁻,如图7B所示,以NO₂的形式从碱性层57中放出。接着,放出的NO₂被排气中所含的烃HC和CO还原。

[0081] 图8是表示碱性层57的NO_x吸收能力临近饱和之前使流入排气净化催化剂13的排气的空燃比(A/F)_{in}暂时为浓的情况。此外,在图8所示的例子中,该浓控制的时间间隔为1

分钟以上。此时,排气的空燃比(A/F)_{in}为稀时被吸收到碱性层57内的NO_x在排气的空燃比(A/F)_{in}暂时为浓时,从碱性层57一次性放出而被还原。因此,此时碱性层57起到用于暂时吸收NO_x的吸收剂的作用。

[0082] 此外,也存在此时碱性层57暂时吸附NO_x的情况,因而如果作为包括吸收和吸附二者的术语而使用吸留这一术语,则此时碱性层57起到用于暂时吸留NO_x的NO_x吸留剂的作用。即,此时,如果将供给到内燃机进气通路、燃烧室2以及上游侧催化剂61上游的排气通路内的空气和燃料(烃)之比称为排气的空燃比,则下游侧催化剂62作为在排气的空燃比为稀时吸留NO_x,排气中的氧浓度降低时将吸留的NO_x放出的NO_x吸留催化剂而发挥功能。

[0083] 图9表示使排气净化催化剂像这样作为NO_x吸留催化剂发挥功能时的NO_x净化率。此外,图9的横轴表示下游侧催化剂62的催化剂温度TC。使排气净化催化剂13作为NO_x吸留催化剂发挥功能时,如图9所示,下游侧催化剂62的温度TC为300℃至400℃时可以得到极高的NO_x净化率,但催化剂温度TC为400℃以上的高温时,NO_x净化率降低。

[0084] 像这样催化剂温度TC为400℃以上时NO_x净化率降低是因为,催化剂温度TC为400℃以上时硝酸盐热分解而以NO₂的形式从排气净化催化剂13中放出。即,只要是NO_x以硝酸盐的形式吸留,就难以在催化剂温度TC高时得到高NO_x净化率。但是,在图4至图6A、6B所示的新的NO_x净化方法中,由图6A、6B可知,不生成硝酸盐,或者即使生成也是极微量,这样一来,如图5所示,即使在催化剂温度TC高时,也能够得到高NO_x净化率。

[0085] 像这样,本实施方式的排气净化装置具有当流入排气净化催化剂13的烃的浓度以预先设定的范围内的振幅以及预先设定的范围内的周期振动时还原排气中所含的NO_x的性质,并且具有当使烃浓度的振动周期比预先设定的范围长时排气中所含的NO_x的吸留量增大的性质。本实施方式的排气净化装置形成为进行如下控制:在内燃机运转时使流入排气净化催化剂13的烃的浓度已预先设定的范围内的振幅以及预先设定的范围内的周期振动,将排气中所含的NO_x在排气净化催化剂13中还原。

[0086] 即,图4至图6A、6B所示的NO_x净化方法可以说是在使用担载有贵金属催化剂粒子且形成了能够吸收NO_x的碱性层的排气净化催化剂的情况下,大体上不形成硝酸盐而净化NO_x的新型的NO_x净化方法。实际上,使用了该新型NO_x净化方法的情况与使排气净化催化剂13作为NO_x吸留催化剂发挥功能的情况相比,从碱性层57检测到的硝酸盐是极微量的。此外,以下将该新型NO_x净化方法称为第一NO_x净化方法。

[0087] 接着,参照图10至图15,对第一NO_x净化方法更详细地进行说明。

[0088] 图10将图4所示的空燃比(A/F)_{in}的变化进行放大而表示。此外,如上所述,该向排气净化催化剂13流入的排气的空燃比(A/F)_{in}的变化表示同时流入排气净化催化剂13的烃的浓度变化。此外,在图10中,ΔH表示流入排气净化催化剂13的烃HC的浓度变化的振幅,ΔT表示流入排气净化催化剂13的烃浓度的振动周期。

[0089] 进而,在图10中,(A/F)_b代表表示用于产生内燃机输出功率的燃烧气体的空燃比的基础空燃比。换言之,该基础空燃比(A/F)_b表示停止烃供给时流入排气净化催化剂13的排气的空燃比。另一方面,在图10中,X表示由活性NO_x和经重整的烃能够生成充分量的还原性中间体且能够不将活性NO_x以硝酸盐的形式吸留于碱性层57内而与还原性中间体反应的空燃比(A/F)_{in}的上限,为了由活性NO_x和经重整的烃生成充分量的还原性中间体且能够将活性NO_x以硝酸盐的形式吸留于碱性层57内而与还原性中间体反应,需要使空燃比(A/F)_{in}低

于该空燃比的上限 X 。

[0090] 换句话说,图10的 X 表示生成充分量的还原性中间体且使活性 NO_x 与还原性中间体反应所需的烃的浓度的下限,为了生成充分量的还原性中间体且使活性 NO_x 与还原性中间体反应,需要使烃的浓度高于该下限 X 。此时,是否能够生成充分量的还原性中间体且活性 NO_x 是否与还原性中间体反应取决于活性 NO_x 周围的氧浓度和烃浓度的比率、即空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$,下面将生成充分量的还原性中间体且使活性 NO_x 与还原性中间体反应所需的上述空燃比的上限 X 称为要求最小空燃比。

[0091] 在图10所示的例子中,要求最小空燃比 X 为浓,因此,此时为了生成充分量的还原性中间体且使活性 NO_x 与还原性中间体反应,使空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$ 瞬时性地为要求最小空燃比 X 以下,即为浓。与此相对,在图11所示的例子中,要求最小空燃比 X 为稀。此时,通过使空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$ 维持为稀的同时周期性地降低空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$ 而生成充分量的还原性中间体且使活性 NO_x 与还原性中间体反应。

[0092] 此时,要求最小空燃比 X 为浓还是稀取决于上游侧催化剂61的氧化力。此时,就上游侧催化剂61而言,例如增大贵金属的担持量,则氧化力强,如果增强酸性,则氧化力强。因此上游侧催化剂61的氧化力根据贵金属的担持量、酸性的强度而变化。

[0093] 另外,如果在使用了氧化力强的上游侧催化剂61的情况下,如图11所示,使空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$ 维持为稀且周期性地降低空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$,则在降低空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$ 时,烃完全被氧化,其结果是,不能生成还原性中间体。与此相对,如果在使用了氧化力强的上游侧催化剂61的情况下,如图10所示,使空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$ 周期性地为浓,则空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$ 为浓时烃没有完全被氧化而是部分被氧化,即烃被重整,这样一来生成充分量的还原性中间体且使活性 NO_x 与还原性中间体反应。因此,使用氧化力强的上游侧催化剂61的情况下,要求最小空燃比 X 需要为浓。

[0094] 另一方面,如果在使用氧化力弱的上游侧催化剂61的情况下,如图11所示,使空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$ 维持为稀且周期性地降低空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$,则烃没有被完全氧化而是被部分氧化,即烃被重整,这样一来生成充分量的还原性中间体且使活性 NO_x 与还原性中间体反应。与此相对,如果在使用了氧化力弱的上游侧催化剂61的情况下,如图10所示,使空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$ 周期性地为浓,则大量的烃没有被氧化,只是从上游侧催化剂61排出,这样一来无谓消耗的烃量增大。因此,使用了氧化力弱的上游侧催化剂61的情况下,要求最小空燃比 X 需要为稀。

[0095] 即,可知需要如图12所示,上游侧催化剂61的氧化力越强,越降低要求最小空燃比 X 。像这样,要求最小空燃比 X 根据上游侧催化剂61的氧化力而变为稀或变为浓,以下将要求最小空燃比 X 为浓的情况作为例子,对流入排气净化催化剂13的烃的浓度变化的振幅、流入排气净化催化剂13的烃浓度的振动周期进行说明。

[0096] 另外,基础空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{b}}$ 变大时,即供给烃之前的排气中的氧浓度升高时,使空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{in}}$ 为要求最小空燃比 X 以下所需的烃的供给量增大。因此,供给烃之前的排气中的氧浓度越高,越需要增大烃浓度的振幅。

[0097] 图13表示能够得到相同的 NO_x 净化率时的、供给烃之前的排气中的氧浓度与烃浓度的振幅 ΔH 的关系。从图13可知,为了得到相同的 NO_x 净化率,供给烃之前的排气中的氧浓度越高,越需要增大烃浓度的振幅 ΔH 。即,为了得到相同的 NO_x 净化率,基础空燃比 $(\text{A}/\text{F})_{\text{b}}$

越高越需要增大烃浓度的振幅 ΔH 。换句话说,为了良好地净化 NO_x ,基础空燃比 $(A/F)_b$ 越低越可以减少烃浓度的振幅 ΔH 。

[0098] 然而,基础空燃比 $(A/F)_b$ 最低发生在加速运转时,只要此时烃浓度的振幅 ΔH 为200ppm左右,就可以良好地净化 NO_x 。基础空燃比 $(A/F)_b$ 通常比加速运转时大,因此,如图14所示,只要烃浓度的振幅 ΔH 为200ppm以上,即可得到良好的 NO_x 净化率。

[0099] 另一方面,可知基础空燃比 $(A/F)_b$ 最高时,只要使烃浓度的振幅 ΔH 为10000ppm左右,就能够得到良好的 NO_x 净化率。因此,在本发明中,烃浓度的振幅的预先设定的范围是200ppm至10000ppm。

[0100] 另外,烃浓度的振动周期 ΔT 变长时,从供给烃后至下次供给烃的期间,活性 NO_x 周围的氧浓度变高。此时,烃浓度的振动周期 ΔT 比5秒左右长时,活性 NO_x 开始以硝酸盐的形式被吸收到碱性层57内。因此,如图15所示,烃浓度的振动周期 ΔT 比5秒左右长时, NO_x 净化率降低。因此,烃浓度的振动周期 ΔT 需要为5秒以下。

[0101] 另一方面,烃浓度的振动周期 ΔT 大致为0.3秒以下时,供给的烃开始堆积在排气净化催化剂13的排气流通表面上,因此,如图15所示,烃浓度的振动周期 ΔT 大致为0.3秒以下时, NO_x 净化率降低。因此,在本发明中,烃浓度的振动周期为0.3秒至5秒之间。

[0102] 另外,在本发明中,通过改变从烃供给阀15供给的烃的供给量和喷射时期而将烃浓度的振幅 ΔH 和振动周期 ΔT 控制成与内燃机的运转状态相适的最佳值。此时,在根据本发明的实施例中,能够得到该最佳烃浓度的振幅 ΔH 的烃的供给量 W 作为来自燃料喷射阀3的喷射量 Q 和内燃机转速 N 的函数以图16所示的映射的形式预先存储在ROM32内。另外,最佳烃浓度的振动振幅 ΔT 、即烃的喷射周期 ΔT 也同样作为喷射量 Q 和内燃机转速 N 的函数以映射的形式预先存储在ROM32内。

[0103] 接着,参照图17至图20,对使排气净化催化剂13作为 NO_x 吸留催化剂发挥功能时的 NO_x 净化方法进行具体说明。以下像这样将排气净化催化剂13作为 NO_x 吸留催化剂发挥功能时的 NO_x 净化方法称为第二 NO_x 净化方法。

[0104] 如图17所示,在该第二 NO_x 净化方法中,碱性层57所吸留的吸留 NO_x 量 ΣNO_x 超过预先设定的允许量 MAX 时,使流入排气净化催化剂13的排气的空燃比 $(A/F)_{in}$ 暂时变为浓。使排气的空燃比 $(A/F)_{in}$ 变为浓时,排气的空燃比 $(A/F)_{in}$ 为稀时吸留在碱性层57内的 NO_x 从碱性层57一次性地释放而被还原。由此使 NO_x 被净化。

[0105] 吸留 NO_x 量 ΣNO_x 例如由从内燃机排出的 NO_x 量算出。在根据本发明的实施例中,每单位时间从内燃机排出的 NO_x 量 $\text{NO}_x A$ 作为喷射量 Q 和内燃机转速 N 的函数以如图18所示的映射的形式预先存储在ROM32内,由该 NO_x 排出量 $\text{NO}_x A$ 算出吸留 NO_x 量 ΣNO_x 。此时,如上所述,使排气的空燃比 $(A/F)_{in}$ 为浓的周期通常为1分钟以上。

[0106] 在该第二 NO_x 净化方法中,如图19所示,从燃料喷射阀3向燃烧室2内加入燃烧用燃料 Q ,喷射追加的燃料 WR ,从而使流入排气净化催化剂13的排气的空燃比 $(A/F)_{in}$ 为浓。此外,图19的横轴表示曲轴转角。该追加的燃料 WR 在燃烧但不体现为内燃机输出功率的时期,即压缩上止点后紧邻 $\text{ATDC}90^\circ$ 之前进行喷射。该燃料量 WR 作为喷射量 Q 和内燃机转速 N 的函数以图20所示的映射形式预先存储在ROM32内。当然,此时也可以通过增大从烃供给阀15供给的烃的供给量,使排气的空燃比 $(A/F)_{in}$ 为浓。

[0107] 另外,为了良好地净化从内燃机排出的 NO_x ,从内燃机排出的 NO_x 量越增大,越需要

增大烃的供给量。然而,如果像这样增大烃的供给量,则流入排气净化催化剂13的排气的空燃比(A/F)_{in}成为理论空燃比附近的稀、或者成为浓。其结果,由于排气中的氧浓度降低,烃的部分氧化反应难以进行,这样一来,难以生成还原性中间体。

[0108] 但是,本实施方式中的上游侧催化剂61由于具有储氧能力,即使排气的氧浓度降低,也会从上游侧催化剂61放出氧,其结果,烃的部分氧化反应活跃进行。因此,即使烃的供给量增大,也能够生成充分量的还原性中间体且能够使活性NO_x与还原性中间体充分反应,所以能够确保良好的NO_x净化率。

[0109] 此外,本实施方式中的排气净化催化剂的上游侧催化剂具有氧吸留能力,但不限于该方式,上游侧催化剂也可以不具有氧吸留能力。另外,本实施方式中的上游侧催化剂的催化剂粒子的构成与三元催化剂的催化剂粒子的构成相同,但不限于该方式,上游侧催化剂可以搭载能够发挥氧化能力的任意的催化剂粒子。即,上游侧催化剂可以采用能够将烃部分氧化而重整的任意的催化剂。例如,上游侧催化剂也可以搭载单一贵金属催化剂粒子。

[0110] 接着,对本实施方式中的排气净化装置的结构进行说明。图21是本实施方式中的排气净化装置的示意立体图。图22是本实施方式中的排气净化装置的第一示意截面图。图22是在与下游侧催化剂的轴向平行的面切断时的截面图。图23是本实施方式中的排气净化装置的第二示意截面图。图23是在沿与下游侧催化剂的轴向垂直的方向延伸的面切断时的截面图。

[0111] 参照图21至图23,上游侧催化剂61与下游侧催化剂62在内燃机排气通路中串联连接。下游侧催化剂62配置在上游侧催化剂61的下游侧。本实施方式中的颗粒过滤器14配置在下游侧催化剂62的下游侧。

[0112] 上游侧催化剂61包含搭载了催化剂粒子51、52的上游侧基体61a、和收容上游侧基体61a的上游侧容器61b。本实施方式中的上游侧基体61a形成为蜂窝结构。本实施方式中的上游侧基体61a形成为圆柱状。上游侧基体61a的内部沿轴向形成有多个通路。在各个排气的通路的壁面配置有搭载了催化剂粒子51、52的催化剂载体50。上游侧基体61a形成为与上游侧容器61b的内表面密合。即,形成为流入上游侧催化剂61的排气全部在形成于上游侧基体61a的排气的通路中流通。

[0113] 上游侧催化剂61与排气管12连接。在上游侧容器61b的内部,在上游侧基体61a的上游侧形成有用于使流入的排气扩散的空间66。本实施方式中的烃供给阀15配置在上游侧催化剂61的附近。

[0114] 下游侧催化剂62包含搭载了催化剂粒子55、56的下游侧基体62a、和收容下游侧基体62a的下游侧容器62b。本实施方式中的下游侧基体62a形成为蜂窝结构。本实施方式中的下游侧基体62a形成为圆柱状。下游侧基体62a的内部沿轴向形成有多个通路。在各个排气的通路的壁面配置有搭载了催化剂粒子55、56的催化剂载体54。

[0115] 本实施方式中的下游侧容器62b形成为筒状。下游侧容器62b的截面的面积形成为大于下游侧基体62a的截面的面积。本实施方式中的下游侧基体62a与下游侧容器62b的底部接触。另一方面,在下游侧基体62a的侧方和上方,在下游侧基体62a周向的外表面与下游侧容器62b之间形成有空隙部69。该空隙部69构成排气流通的流路。本实施方式中的下游侧基体与下游侧容器的底部接触,但不限于该方式,下游侧基体也可以与下游侧容器的底部相离。即,在下游侧基体的下部也可以形成排气的流路。

[0116] 在本实施方式中,上游侧基体61a的排气流入的端面的面积形成小于下游侧基体62a的排气流入的端面的面积。在本实施方式中,上游侧基体61a和下游侧基体62a这两者形成为圆柱状。因此,在本实施方式中,上游侧基体61a的直径形成为比下游侧基体62a的直径小。上游侧基体61a形成为比下游侧基体62a小型。

[0117] 上游侧催化剂61的上游侧容器61b与下游侧催化剂62的下游侧容器62b直接连接。上游侧容器61b不介由配管而与下游侧容器62b连接。即,上游侧容器61b与下游侧容器62b接合。上游侧容器61b被配置成从下游侧容器62b周向的表面突出。上游侧基体61a被配置成流出的排气朝向下游侧基体62a周向的外表面。从上游侧基体61a流出的排气与下游侧基体62a周向的表面冲突。进而,在本实施方式中,上游侧基体61a被配置成轴线61c相对于下游侧基体62a的轴线62c不垂直地倾斜。上游侧基体61a被配置成流出的排气朝向下游侧基体62a的出口侧的端部。在下游侧基体62a的上游侧形成有空间65,使得从多个方向进入的排气冲突而混合。

[0118] 下游侧催化剂62连接有颗粒过滤器14。本实施方式中的颗粒过滤器14包含在内部形成有排气的通路的基体14a、和收容基体14a的容器14b。参照图22,在下游侧催化剂62与颗粒过滤器14之间配置有隔板63。隔板63防止排气从下游侧基体62a与下游侧容器62b的空隙流入颗粒过滤器14。形成为流入下游侧容器62b的排气全部在下游侧基体62a的内部通路中流通。

[0119] 在颗粒过滤器14的基体14a的排气流入的一侧的端面的前侧形成有用于混合排气的空间67。在本实施方式中,检测下游侧催化剂62的温度的温度传感器23配置在空间67。

[0120] 从内燃机主体1排出的排气如箭头91所示通过排气管12流入排气净化催化剂13。从烃供给阀15喷射燃料,从而向排气供给烃。含有烃的排气流入上游侧催化剂61。排气在空间66中扩散,流入上游侧基体61a。在上游侧基体61a中,烃被部分氧化。经部分氧化的烃与排气一同从上游侧基体61a流出。

[0121] 从上游侧基体61a流出的排气流入下游侧容器62b的内部。本实施方式中的排气净化催化剂13中,从上游侧催化剂61流出的排气在下游侧容器62b的内部被分割。经分割的排气向多个方向流动。在本实施方式中,从上游侧基体61a流出的排气与下游侧基体62a周向的表面冲突。其结果,如箭头93、94所示,沿下游侧基体62a周向的表面,排气的流动被分割为多个方向。进而,如箭头92所示,与下游侧基体62a的表面冲突的排气的一部分向空间65行进。图箭头93、94所示,经分割的排气沿下游侧基体62a的表面行进后改变方向而朝向空间65。

[0122] 在下游侧基体62a的入口侧的端面的上游侧形成的空间65中,被分割为多个方向的排气再次合流。如箭头95所示,在空间65中合流的排气在下游侧催化剂62的下游侧基体62a的内部流通。在下游侧基体62a的内部形成还原性中间体,进而,与活性 NO_x 反应而净化 NO_x 。

[0123] 如箭头96所示,从下游侧催化剂62流出的排气在颗粒过滤器14中流通。在颗粒过滤器14中,粒子状物质被捕集。

[0124] 本实施方式中的排气净化催化剂13中,上游侧容器61b与下游侧容器62b不介由配管而直接连接。因此,可以使排气净化催化剂13小型化。或者,形成预先设定的体积的排气净化装置的情况下,可以使上游侧催化剂61和下游侧催化剂62的容量增大。通过增大各个

基体的容量,可以提高NO_x净化率。另外,由于上游侧催化剂61与下游侧催化剂62不是介由流路截面减小的配管而连接,因此可以抑制背压的上升。

[0125] 本实施方式中的上游侧容器61b形成为在下游侧容器62b周向的表面突出。从上游侧催化剂61流出的排气与下游侧催化剂的下游侧基体62a周向的表面冲突而被分割为多个方向。本实施方式的排气净化装置,在下游侧催化剂62的下游侧容器62b的内部向多个方向被分割,在下游侧基体62a与下游侧容器62b之间的流路流通后合流。合流的排气流入下游侧基体62a。暂时分割排气后,在空间65中合流时,从多个方向流入的排气互相冲突而进行充分的混合以及搅拌。即,可以进行排气的混合,从而可以减少排气中所含的烃的浓度的不均。可以提高流入下游侧基体的排气的烃的浓度的均匀性。进而,为了在将排气分割后在空间65再次合流,可以延长排气通过的流路。排气在流路中移动的过程中被混合,可以提高烃的浓度的均匀性。其结果,可以抑制流入下游侧基体62a的排气的烃浓度的不均导致的NO_x净化率的恶化。

[0126] 另外,在本实施方式中,在进行NO_x的还原的下游侧催化剂62的上游侧配置有上游侧催化剂61。通过对在排气管12中流通的排气喷射燃料,排气中含有烃。排气在排气管12的内部流通时,产生排气的速度分布。因此,在排气管12的内部,烃浓度容易产生不均。然而,通过排气在上游侧基体61a内部的通路流通,可以实现速度分布的均匀化。例如,在排气管的内部,在截面的中央,其速度大,随着朝向壁面而速度变小。然而,由于上游侧基体61a的内部的通路窄,排气通过上游侧基体61a时,径向的速度的波动变小。因此,可以使向下游侧催化剂62供给的排气中所含的烃的浓度的不均变小。

[0127] 另外,就本实施方式中的排气净化催化剂13而言,从上游侧基体61a流出的排气不通过配管而放出到下游侧容器62b的内部。因此,可以使由通过配管而产生的烃浓度的不均变小。

[0128] 进而,在本实施方式中,在上游侧催化剂61中进行烃的部分氧化。通过排气中所含的烃被重整,排气的粘性变小,变得容易混合。在本实施方式中,由于在下游侧容器62b的内部将粘性变小的排气混合并搅拌,所以可以有效地减小烃浓度的不均。可以将烃浓度均匀化的排气供给到下游侧基体62a。

[0129] 像这样,本实施方式中的排气净化装置即使不配置分散排气的构件或搅拌排气的构件,也可以实现流入下游侧基体62a的排气中所含的烃浓度的均匀化。例如,在第一NO_x净化方法中,也可以不配置上游侧催化剂61而在下游侧催化剂62中将烃重整来净化NO_x。即,也可以用形成有贵金属催化剂粒子和碱性层的单一催化剂净化NO_x。此时,可以在单一催化剂的内部将烃部分氧化而生成自由基。然而,流经排气管的排气流入单一催化剂时,有时排气中所含的烃的浓度产生不均,因此,有时单一催化剂的NO_x的净化率下降。

[0130] 与此相对,在本实施方式的排气净化装置中,除了还原NO_x的下游侧催化剂以外,还配置具有氧化功能的上游侧催化剂,由此可以将经重整的烃有效地供给到下游侧催化剂,并且可以抑制经重整的烃浓度的不均。本实施方式的排气净化装置可以向下游侧基体的整个流路供给均匀浓度的烃。其结果,可以实现NO_x净化率的提高。

[0131] 参照图22,在本实施方式中,上游侧基体61a是轴线61c相对于下游侧基体62a的轴线62c不垂直地倾斜。从上游侧基体61a流出的排气朝向下游侧基体62a的出口侧的端部。通过采用该结构,可以将上游侧基体61a流出的排气向与下游侧基体62a的入口侧相反的一

侧供给。可将从上游侧基体61a流出的排气流入下游侧基体62a为止的路径延长。其结果,可以促进排气的搅拌,从而可以促进排气的烃浓度的均匀化。

[0132] 然而,延长排气的流路的情况下,产生燃料附着于排气通路的壁面的问题。由于从烃供给阀供给的烃附着于内燃机排气通路的壁面,使得烃浓度的峰产生钝化。例如,烃的浓度的最大值变小。流入上游侧催化剂以及下游侧催化剂的烃的浓度优选控制在所希望的浓度范围。但是,由于烃附着于壁面,从而产生烃浓度的最大值变小,脱离所希望的烃的浓度范围的情况。其结果,有时NO_x的净化率降低。

[0133] 在本实施方式的排气净化装置中,在下游侧基体62a与下游侧容器62b之间形成有作为排气的通路的空隙部69。在本实施方式中,通过下游侧基体62a周向的外表面与下游侧容器62b的内表面之间的空间而形成排气的流路。在通常的运转期间中,下游侧基体62a发热。因此,可以抑制排气的温度降低,即使延长排气的流路,也可以抑制烃附着于下游侧基体62a的表面、下游侧容器62b的内表面。

[0134] 特别是在本实施方式的第一NO_x净化方法中,由于供给烃的间隔短,在通常运转的期间中,与排气的温度相比,下游侧基体62a的温度更高。因此,即便使排气与下游侧基体62a周向的表面冲突,由于是排气与高温的部分冲突,可以抑制烃的附着。其结果,可以将烃浓度的峰维持在所希望的大小,可以有效地净化NO_x。

[0135] 另外,本实施方式中的排气净化装置形成为上游侧基体61a的排气流入的端面的面积小于下游侧基体62a的排气流入的端面的面积。像这样,通过减小上游侧基体61a入口侧的端面面积,可以抑制流入上游侧基体61a的排气中所含的烃浓度的不均。如果上游侧基体61a入口侧的端面面积大,则烃在上游侧基体61a的径向不能充分扩散,排气中所含的烃浓度产生不均。在上游侧催化剂61中,通过减少上游侧基体61a入口侧的端面面积,可以使流入上游侧基体61a的排气的烃浓度的不均减小。

[0136] 进而,在本实施方式的第一NO_x净化方法中,不仅需要向排气供给的烃单纯地进行气化,而且需要在上游侧催化剂61中进行重整。为了在上游侧催化剂61中有效地使烃部分氧化,例如,优选将流入上游侧催化剂61的烃的浓度升高。此时,优选减小上游侧的催化剂的流路截面积。然而,排气净化催化剂由具有贵金属催化剂粒子和碱性层的单一催化剂构成时,如果减小基体的流路截面积,则需要延长基体。其结果,背压上升或温度损失增大。像本实施方式这样,为了在上游侧将烃部分氧化而配置必要容量的上游侧催化剂,由此可以缩短流路截面积小的部分,从而可以抑制背压的上升、温度损失,并且可以有效地将NO_x净化。

[0137] 上述排气净化装置形成为从上游侧催化剂流出的排气与下游侧催化剂的下游侧基体周向的表面冲突,但不限于该方式,排气净化装置只要形成为从上游侧催化剂流出的排气在下游侧容器的内部朝向多个方向地被分割,并在下游侧基体与下游侧容器之间的流路中流通后合流即可。

[0138] 图24表示本实施方式中的另一排气净化装置的示意截面图。另一排气净化装置具备用于净化NO_x的排气净化催化剂13。排气净化催化剂13包含上游侧催化剂61和下游侧催化剂62。另一排气净化装置的排气净化催化剂13形成为上游侧基体61a的轴向与下游侧基体61b的轴向互相大致平行。

[0139] 上游侧催化剂61与排气管12连接。上游侧容器61b不介由配管而与下游侧容器62b

直接连接,在另一排气净化装置中也可以实现小型化。

[0140] 下游侧催化剂62的下游侧基体62a被配置成入口侧的端面朝向与朝向上游侧基体61a的一侧相反的一侧。下游侧基体62a的出口连接有排气管64。排气管64形成为覆盖下游侧基体62a的出口侧的端面。从下游侧基体62a流出的全部的排气流入排气管64。排气净化催化剂13形成为上游侧基体61a的出口侧的端面与排气管12对置。在下游侧基体62a与下游侧容器62b之间形成有空隙部69。空隙部69作为排气流通的流路发挥功能。

[0141] 在本实施方式中的另一排气净化装置中,从上游侧催化剂61流出的排气与排气管64的外表面冲突。如箭头93、94所示,排气被分割为多个方向。排气经过下游侧基体62a与下游侧容器62b之间的流路而流入空间65。在空间65中,被分割为多个方向的排气再次合流。如箭头96所示,排气通过下游侧基体62a而向排气管64排出。

[0142] 在另一排气净化装置中,通过将排气分割后再次合流,可以进行排气的混合以及搅拌。另外,可以延长排气的路径。因此,可以将烃的浓度均匀化的排气供给到下游侧基体62a。

[0143] 在另一排气净化装置中,从上游侧基体61a流出的排气与排气管64的外表面冲突。在通常运转的期间中,由于下游侧催化剂62发热,所以从下游侧基体62a流出的排气也成为高温。因此,与下游侧基体62a连接的排气管64的温度上升,可以抑制烃附着于排气管64的外表面。像这样,在本实施方式的另一排气净化装置中也可以实现 NO_x 净化率的提高。

[0144] 本实施方式中的上游侧催化剂为了将烃部分氧化而具有所谓的三元催化剂的构成,但不限于该方式,上游侧催化剂只要具有将烃氧化的功能即可。例如,上游侧催化剂也可以具有与本实施方式中的下游侧催化剂相同的构成。即,上游侧催化剂除了具有贵金属催化剂粒子以外还可以具有在催化剂粒子周围形成的碱性层。

[0145] 此时,可以在上游侧催化剂中生成还原性中间体。即,流入上游侧催化剂的排气的烃浓度低时,活化 NO_x 而生成活性 NO_x 。生成的活性 NO_x 保持在碱性层的表面上。排气的烃浓度高时,将烃部分氧化而生成烃的自由基。活性 NO_x 与部分氧化的烃反应而生成还原性中间体。即使在上游侧催化剂中,也可以利用生成的还原性中间体而还原 NO_x 来进行净化。或者,可以将在上游侧催化剂中生成的还原性中间体供给到下游侧催化剂。

[0146] 即便在使上游侧催化剂具有与本实施方式中的下游侧催化剂相同的构成的情况下,也可以进行本实施方式中的第二 NO_x 净化方法。即,通过延长从烃供给阀供给燃料的供给间隔,上游侧催化剂作为 NO_x 吸留催化剂发挥功能。通过使上游侧催化剂和下游侧催化剂作为 NO_x 吸留催化剂发挥功能,进行第二 NO_x 净化控制时,可以使容量增大。

[0147] 本实施方式中的上游侧催化剂的上游侧基体和下游侧催化剂的下游侧基体形成为圆柱状,但不限于该形态,可以采用任意形状。

[0148] 在本实施方式中,通过在内燃机排气通路配置烃供给阀,从烃供给阀供给烃,从而向排气净化催化剂供给烃,但不限于该方式,可以通过任意的装置、控制向排气净化催化剂供给烃。

[0149] 上述实施方式可以适当组合。在上述各个图中,对相同或相等的部分标记相同符号。此外,上述的实施方式是例示,并不限定发明。另外,在实施方式中包括权利要求所示的变更。

[0150] 符号说明

- [0151] 2 燃烧室
- [0152] 3 燃料喷射阀
- [0153] 13 排气净化催化剂
- [0154] 15 烃供给阀
- [0155] 50 催化剂载体
- [0156] 51、52 催化剂粒子
- [0157] 54 催化剂载体
- [0158] 55、56 催化剂粒子
- [0159] 57 碱性层
- [0160] 58 排气流通表面部分
- [0161] 61 上游侧催化剂
- [0162] 61a 上游侧基体
- [0163] 61b 上游侧容器
- [0164] 61c 轴线
- [0165] 62 下游侧催化剂
- [0166] 62a 下游侧基体
- [0167] 62b 下游侧容器
- [0168] 62c 轴线
- [0169] 65 空间
- [0170] 69 空隙部

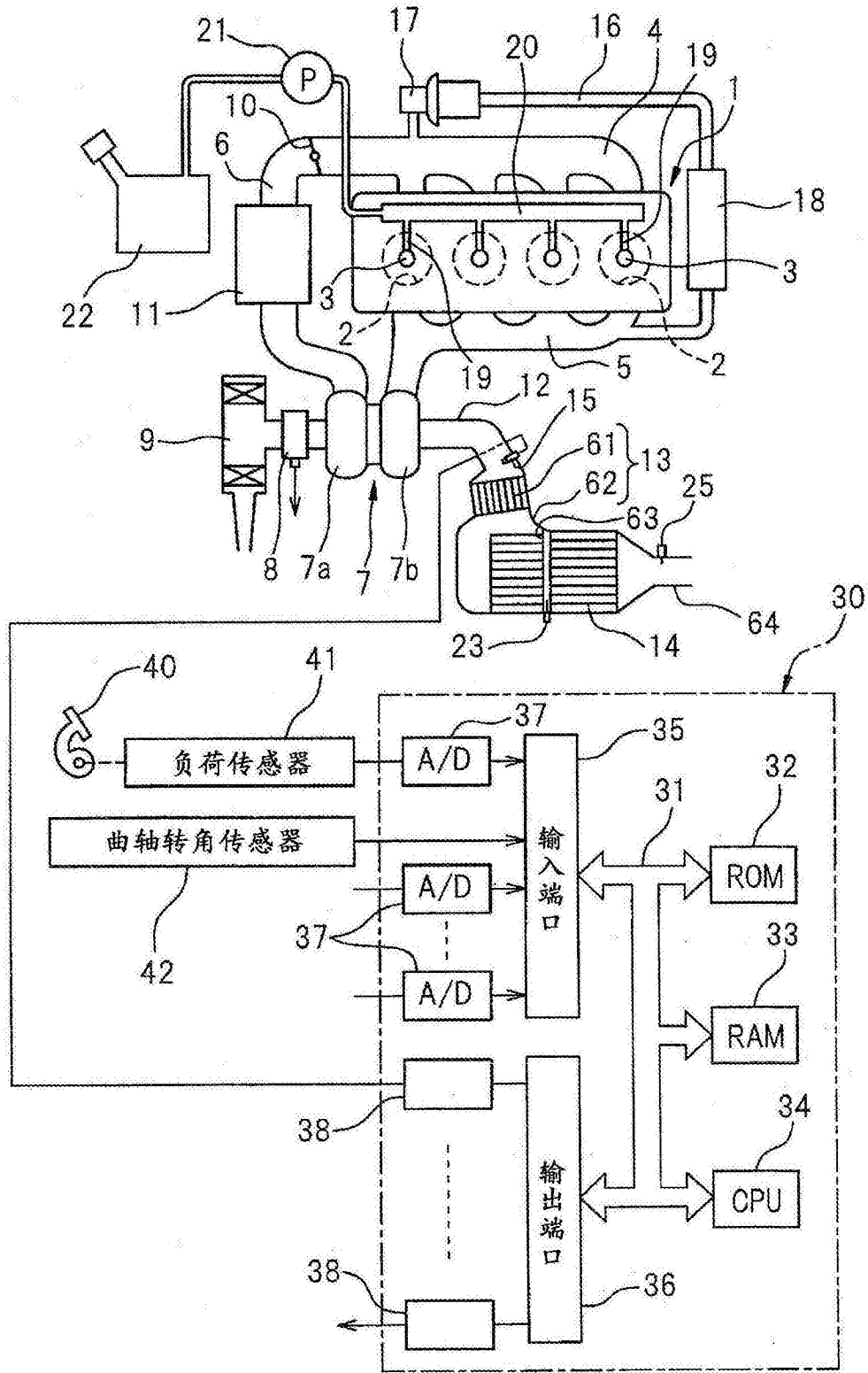


图1

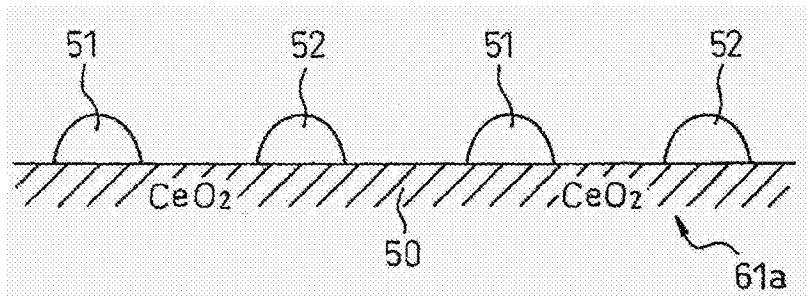


图2A

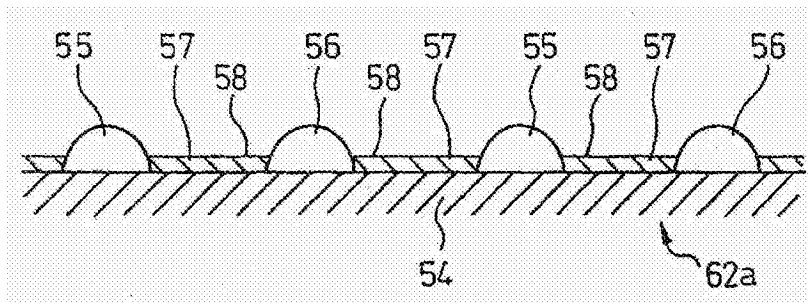


图2B

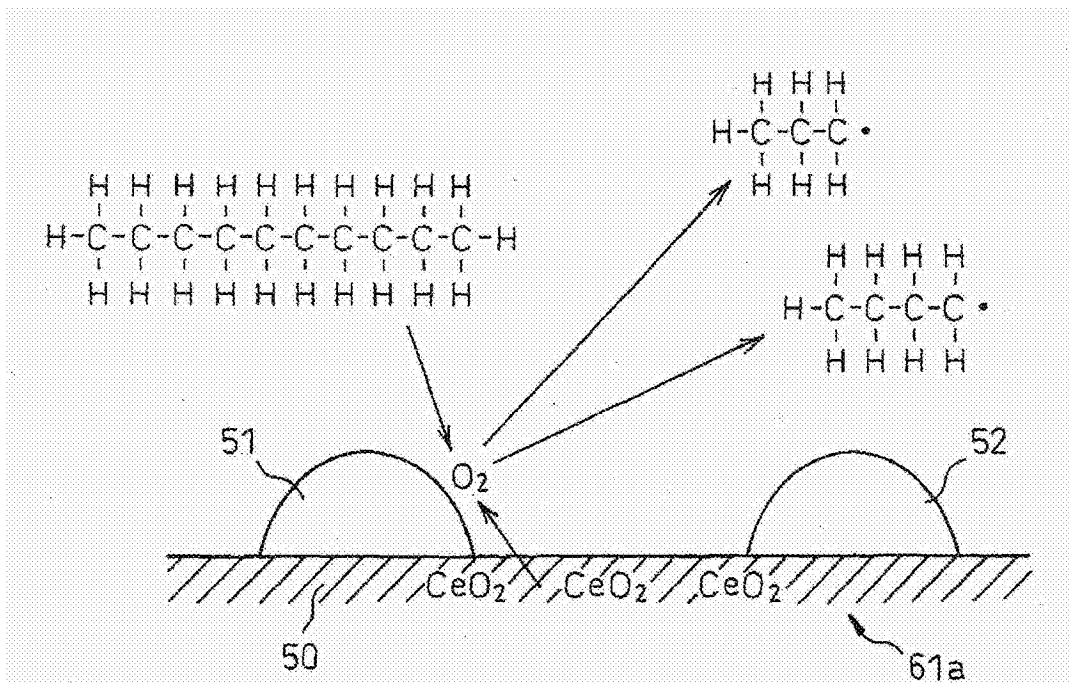


图3

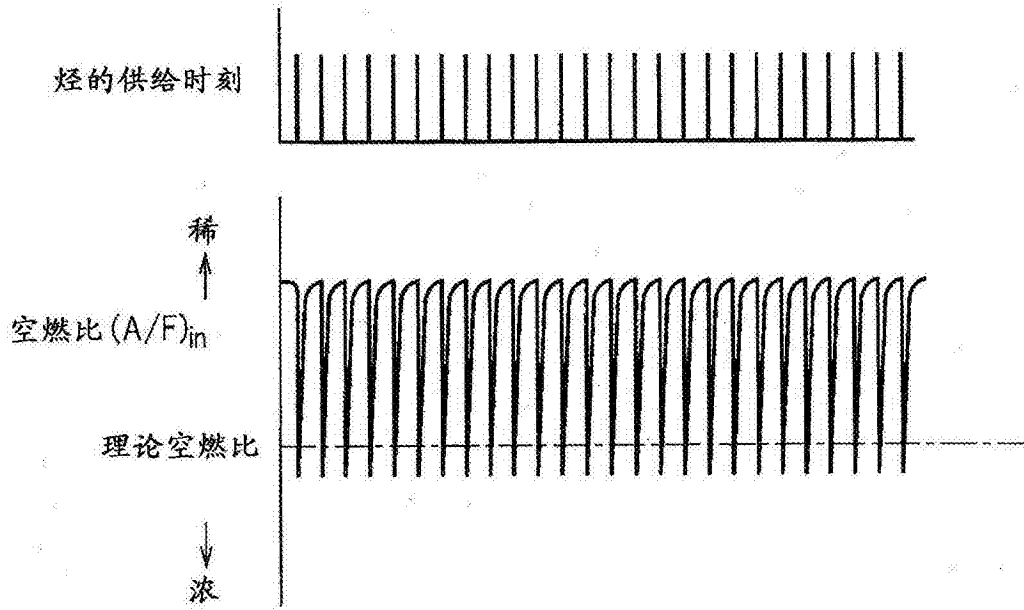


图4

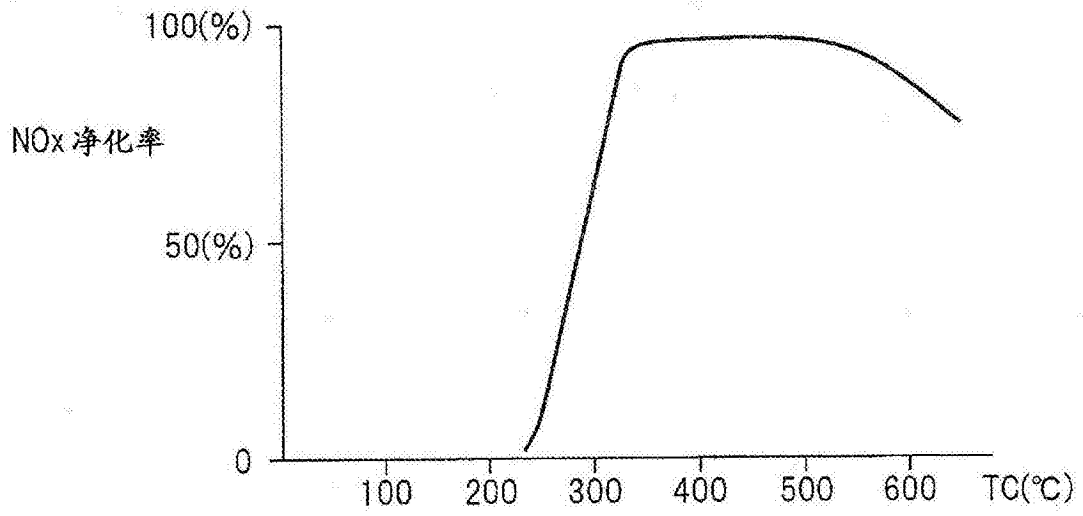


图5

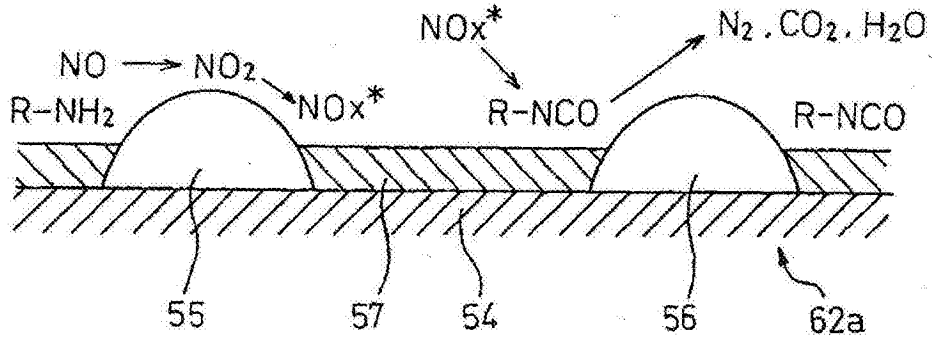


图6A

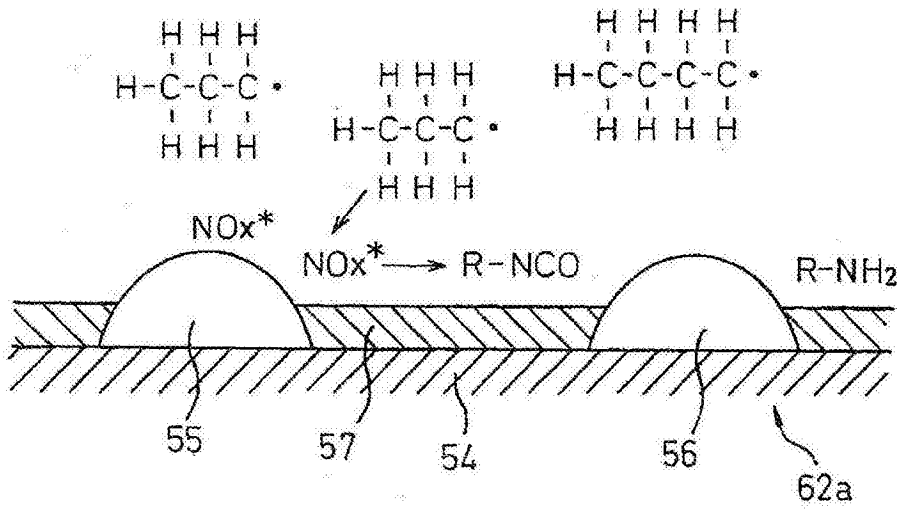


图6B

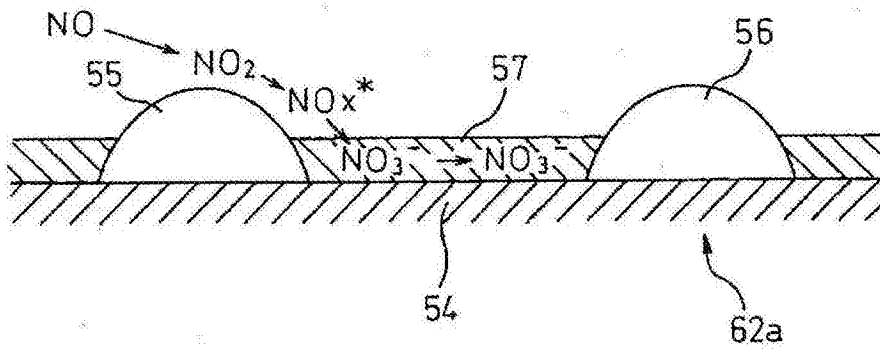


图7A

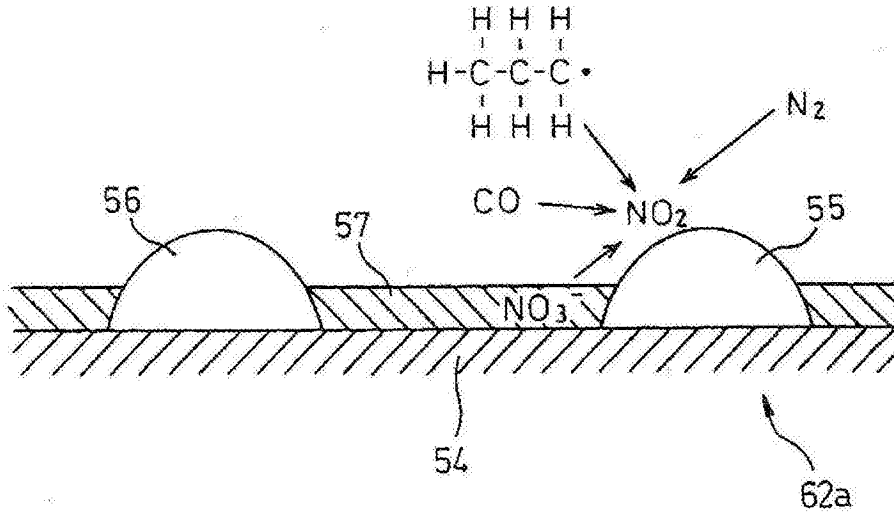


图7B

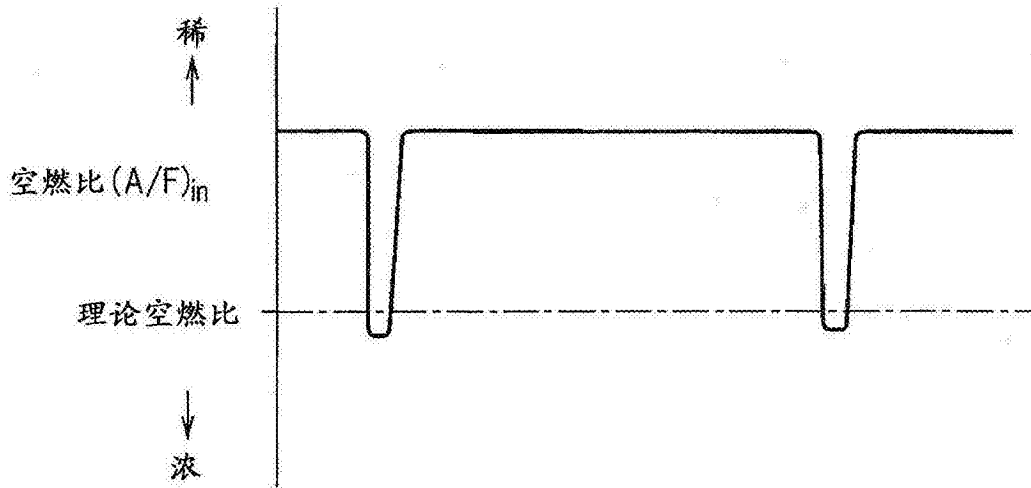


图8

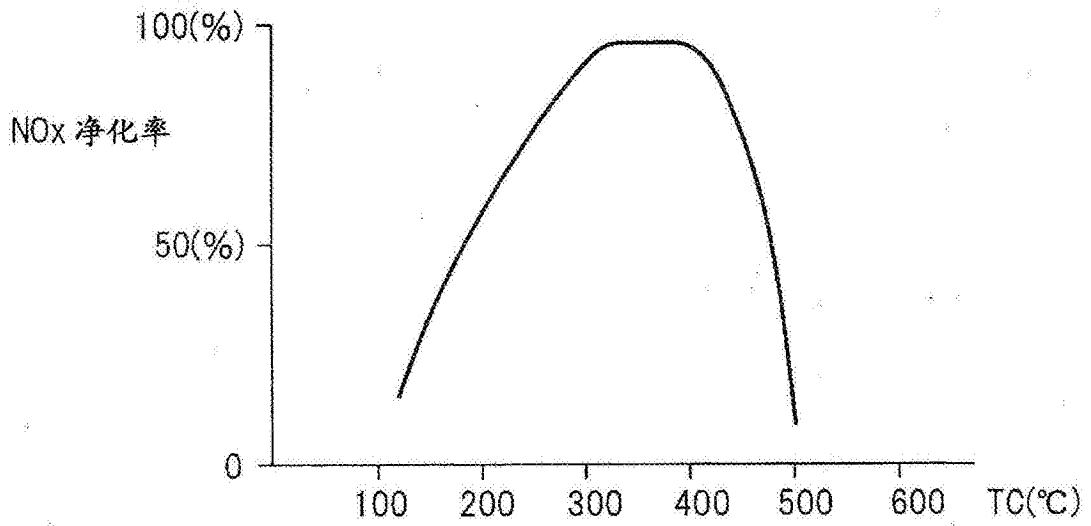


图9

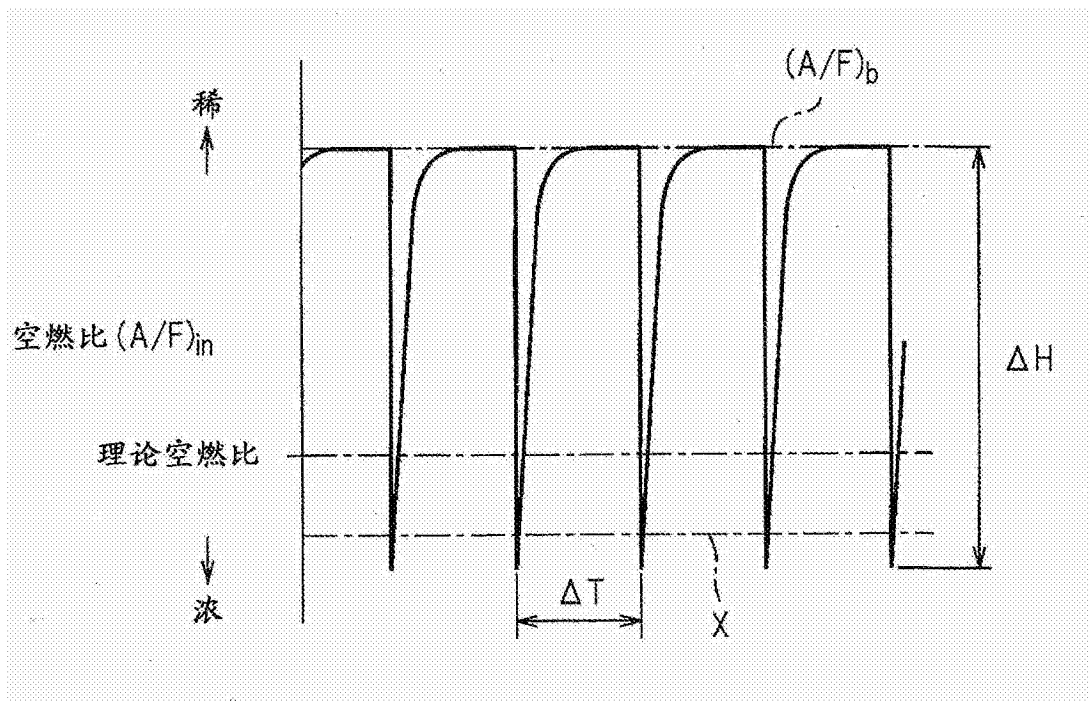


图10

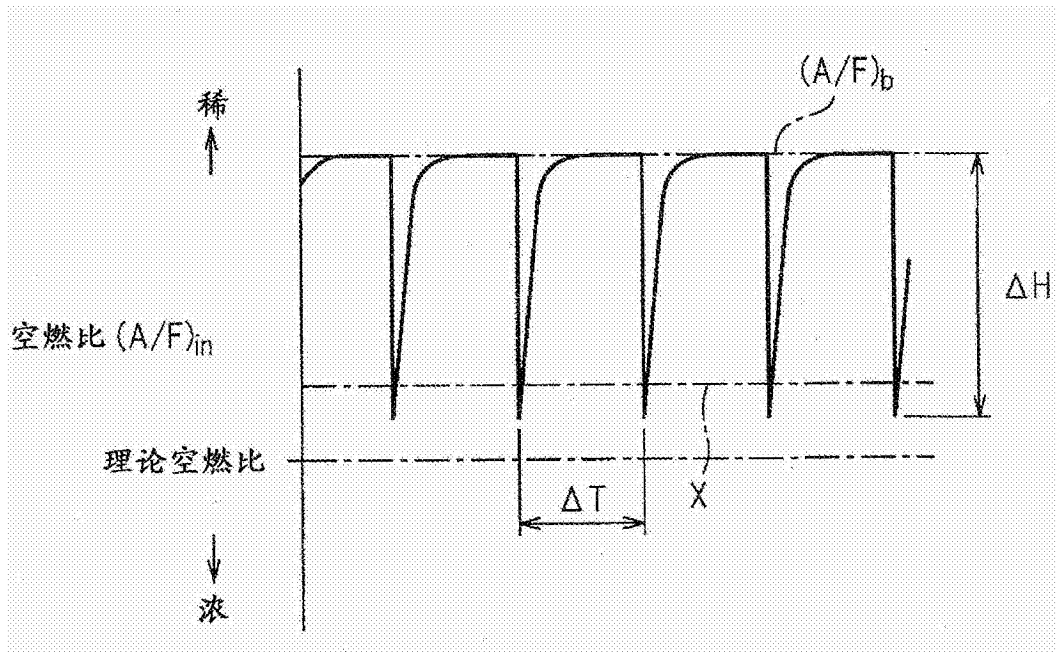


图11

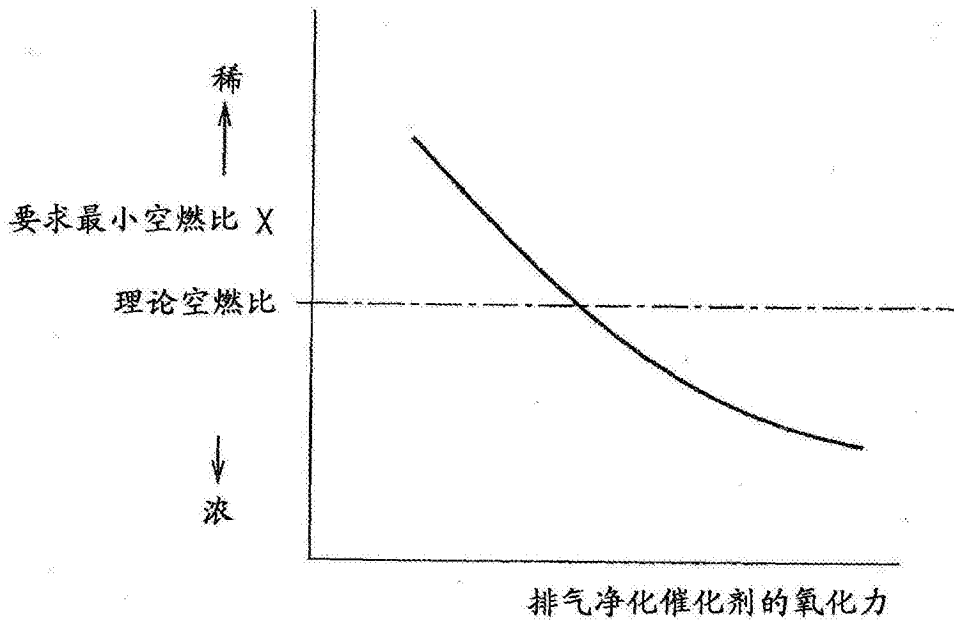


图12

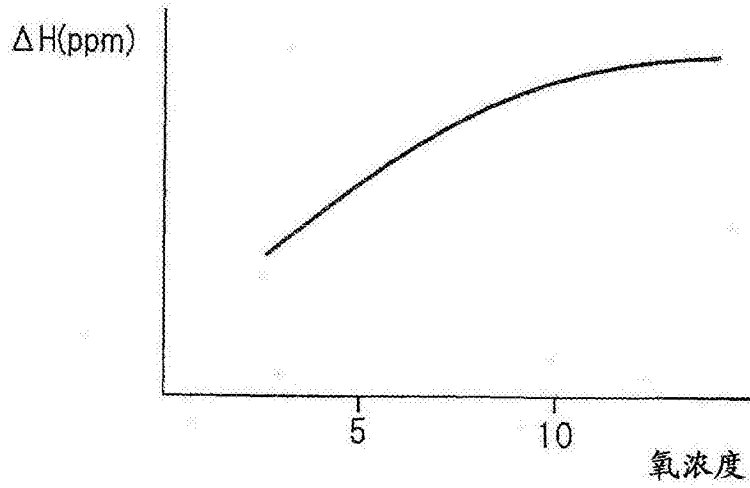


图13

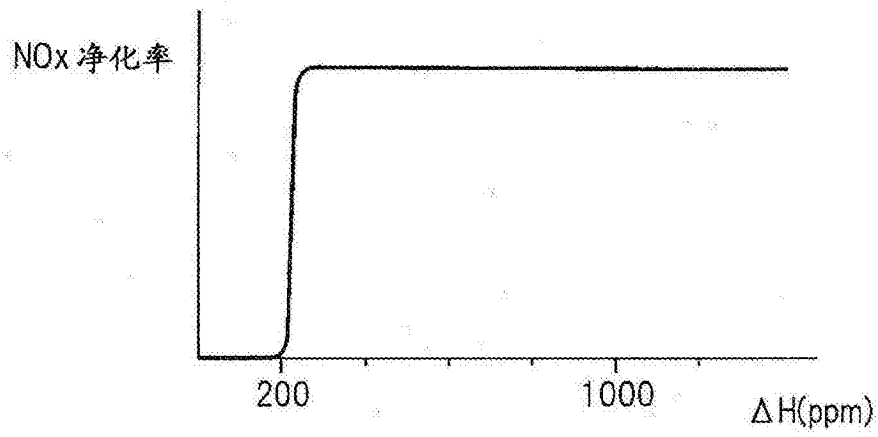


图14

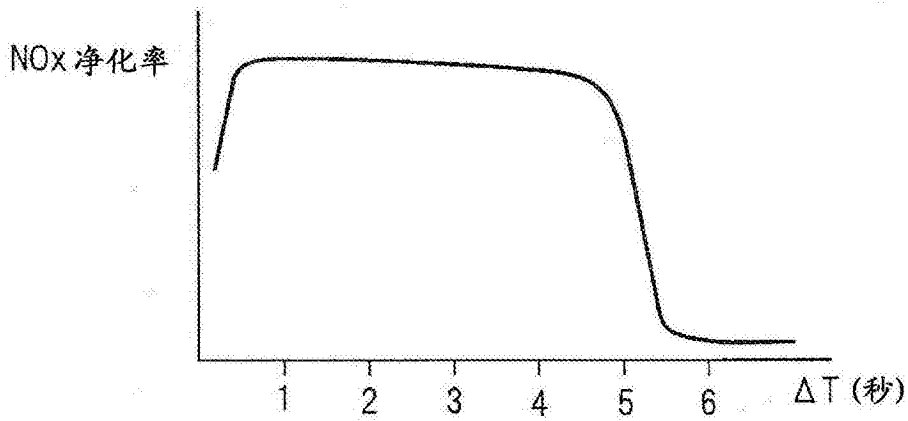


图15

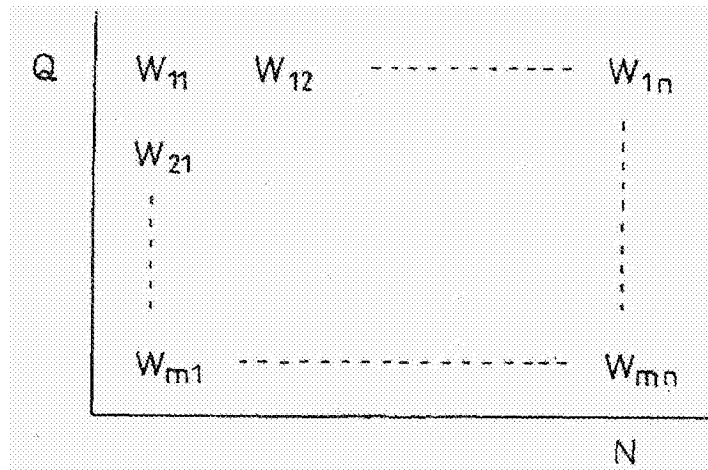


图16

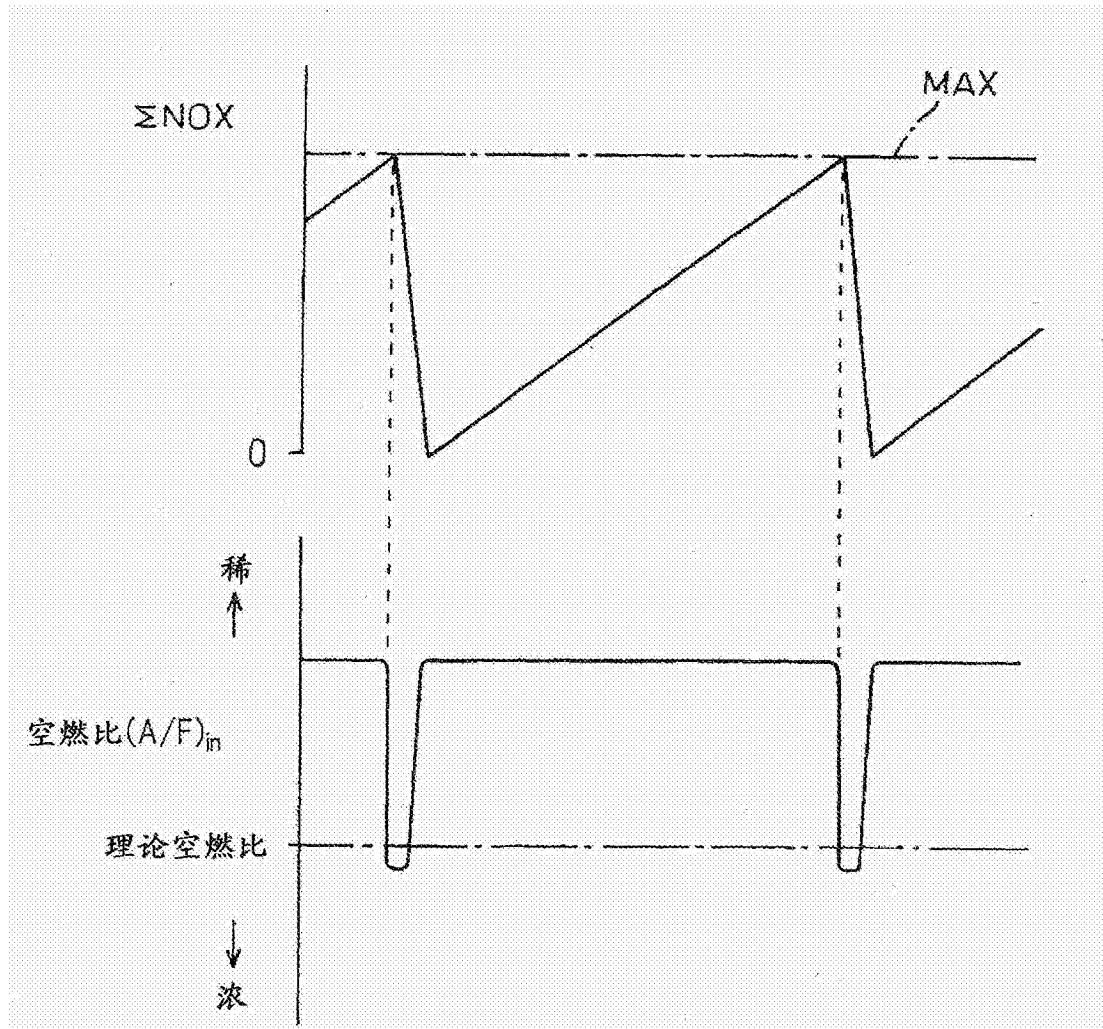


图17

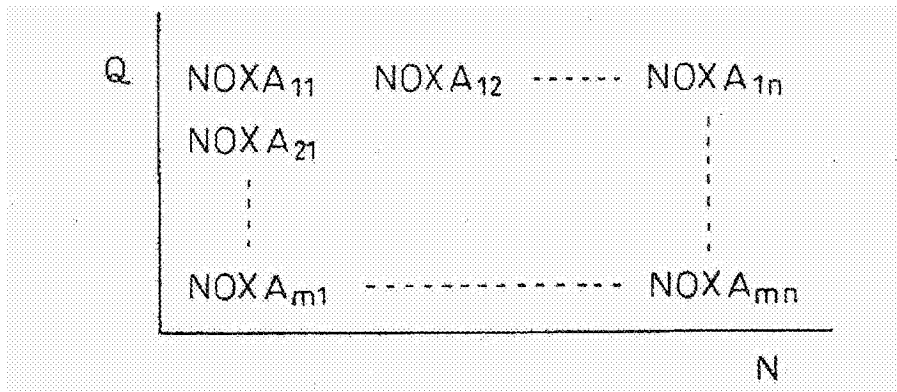


图18

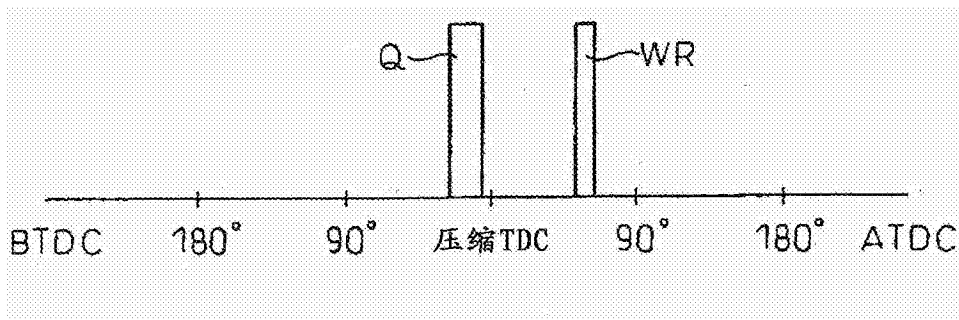


图19

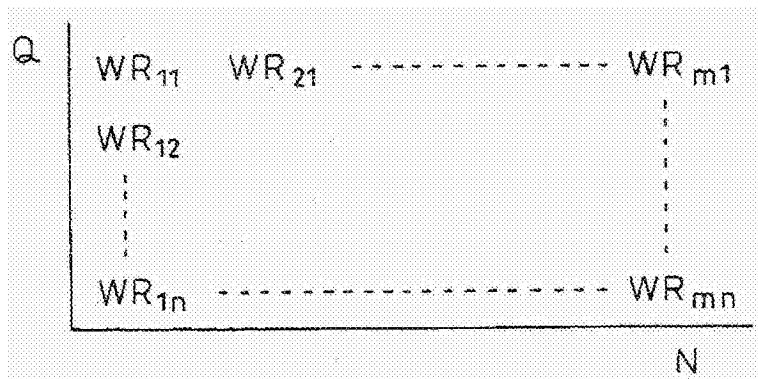


图20

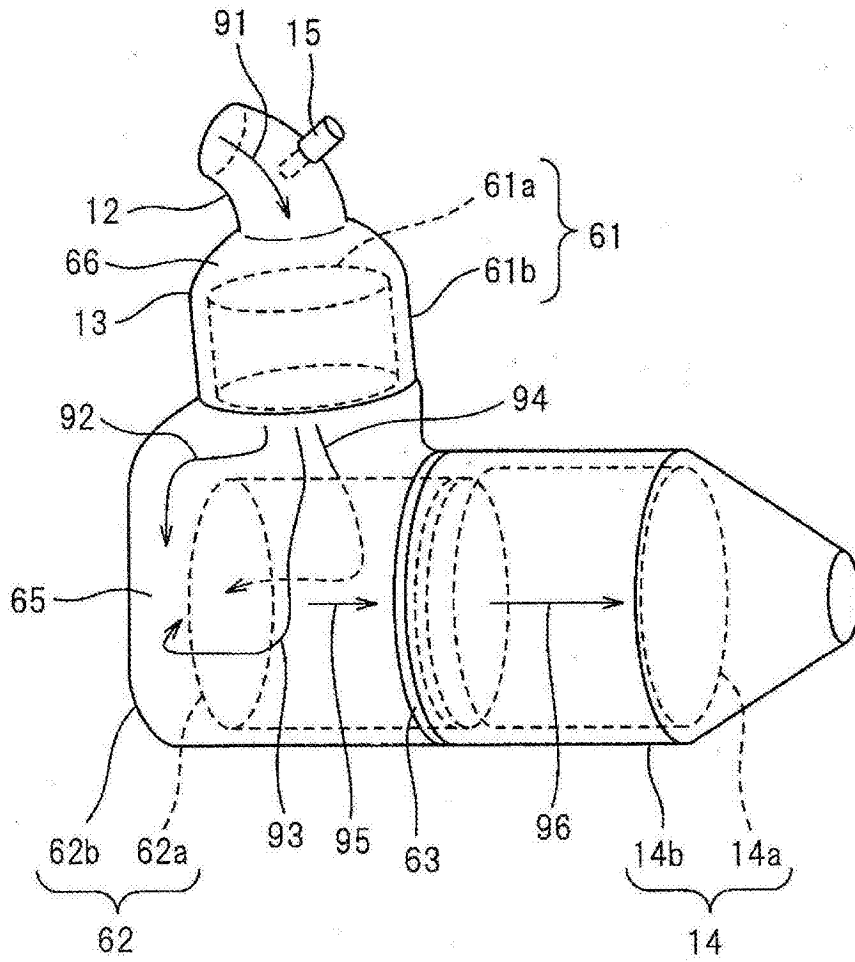


图21

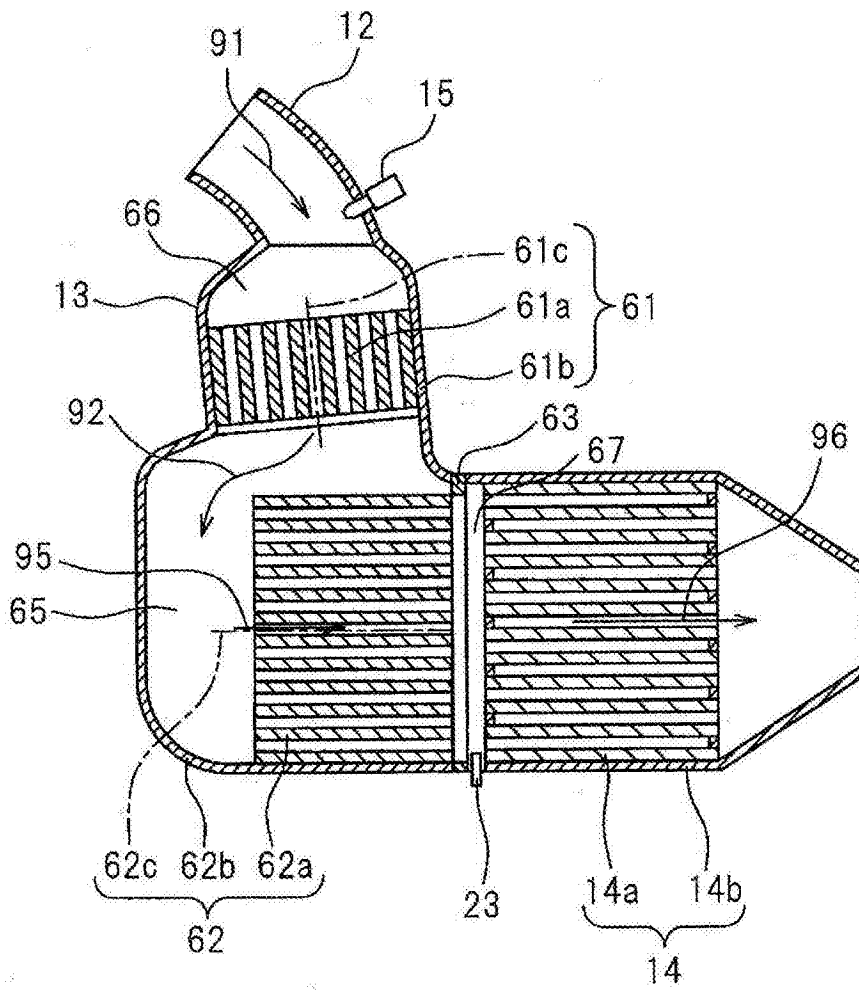


图22

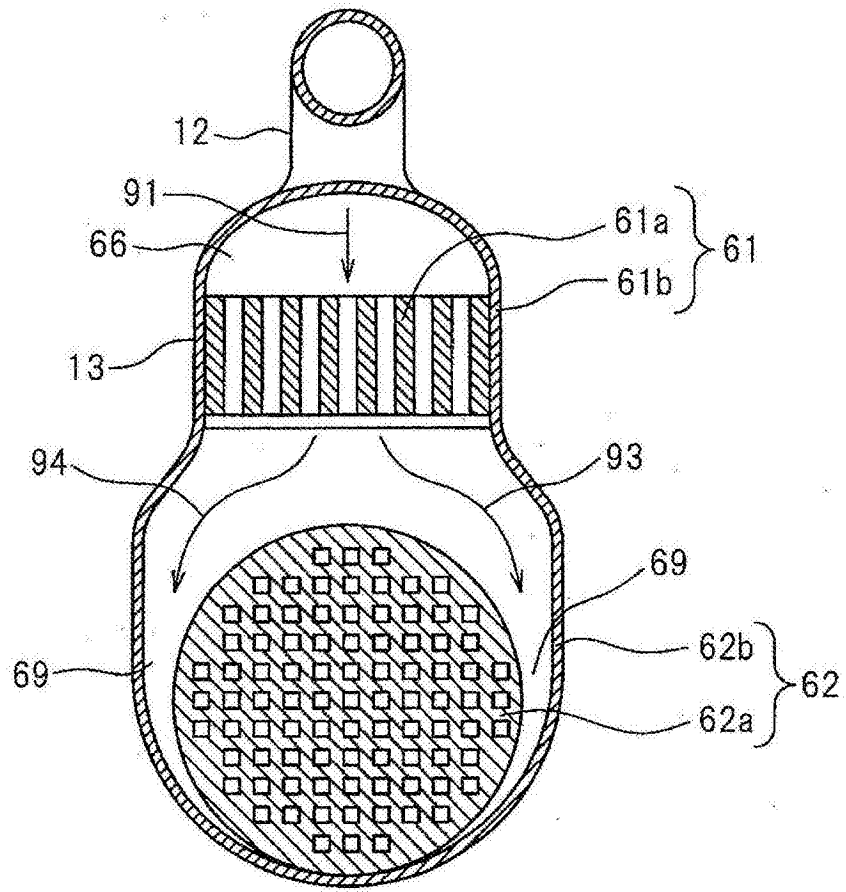


图23

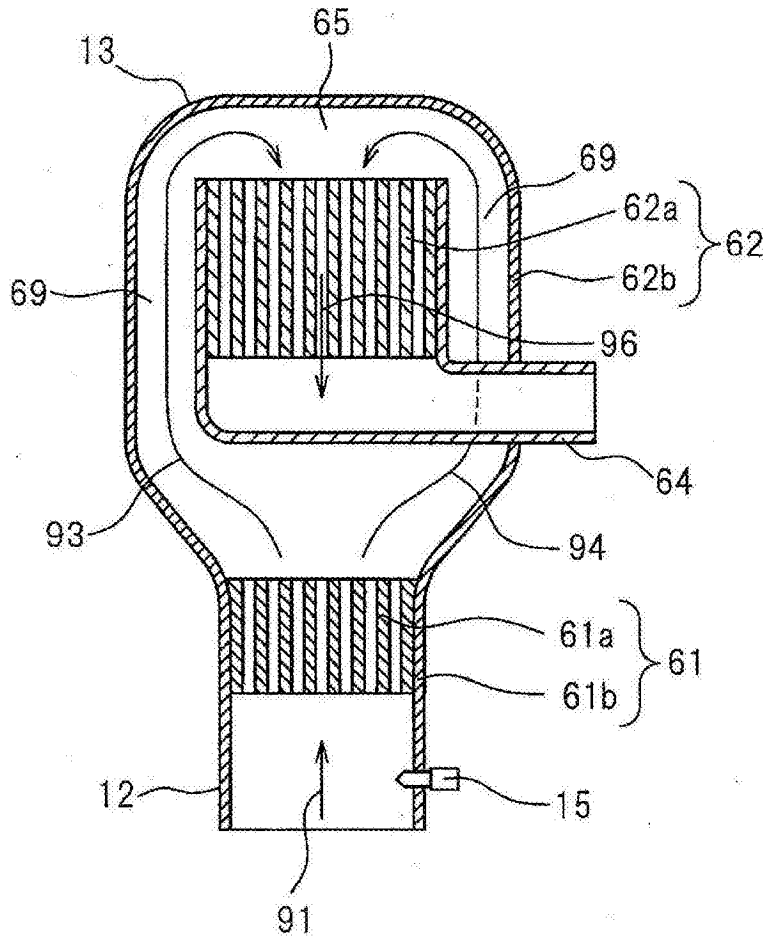


图24