(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108533366 A
(43)申请公布日 2018.09.14

(21)申请号 201810175649.5

(22)申请日 2018.03.02

(30)优先权数据
2017-039173 2017.03.02 JP

(71)申请人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

(72)发明人 大串真雄 松本有史 冢本佳久
西冈宽真

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
代理人 刘航 段承恩

(51)Int.Cl.
F01N 3/20(2006.01)
F01N 9/00(2006.01)
F01N 11/00(2006.01)

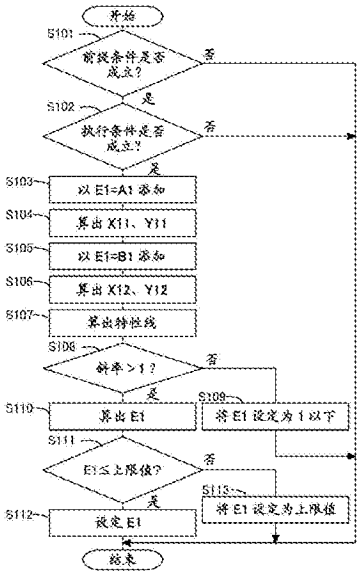
权利要求书1页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

内燃机的排气净化装置

(57)摘要

本发明涉及内燃机的排气净化装置。为了在NOx催化剂为高温时对NOx催化剂适合地供给还原剂，在NOx催化剂的温度为氨被氧化的规定温度以上的情况、且NOx催化剂中的NOx净化率小于规定下限净化率的情况下，在改变针对向NOx催化剂流入的NOx的量的当量比而实施了至少两次添加剂的添加时，相比于与使当量比变化相伴的氨的氧化量的变化量，与使当量比变化相伴的NOx的还原量的变化量较大的情况下，与其较小的情况相比，使当量比控制中的当量比较大。



CN 108533366 A

1.一种内燃机的排气净化装置，具备：

选择还原型NOx催化剂，其设置于内燃机的排气通路，以氨为还原剂来选择还原排气中的NOx；

添加装置，其设置于所述选择还原型NOx催化剂的上游的所述排气通路，向排气中添加添加剂，所述添加剂为氨或氨的前驱体；

温度取得装置，其取得所述选择还原型NOx催化剂的温度；和

控制装置，其实施从所述添加装置添加与向所述选择还原型NOx催化剂流入的NOx的量和当量比相应的量的添加剂的当量比控制，

所述控制装置，在由所述温度取得装置取得的温度为氨被氧化的规定温度以上的情况、且所述选择还原型NOx催化剂中的NOx净化率小于规定下限净化率的情况下，在改变针对向所述选择还原型NOx催化剂流入的NOx的量的当量比而实施了至少两次来自所述添加装置的添加剂的添加时，相比于与使当量比变化相伴的氨的氧化量的变化量，与使当量比变化相伴的NOx的还原量的变化量较大的情况下，与其较小的情况相比，使所述当量比控制中的当量比较大。

2.根据权利要求1所述的内燃机的排气净化装置，

所述控制装置，在所述NOx的还原量的变化量大于所述氨的氧化量的变化量的情况下，使所述当量比控制中的当量比大于1。

3.根据权利要求2所述的内燃机的排气净化装置，

所述控制装置，在所述NOx的还原量的变化量大于所述氨的氧化量的变化量的情况下，调整所述当量比控制中的当量比以使得从所述选择还原型NOx催化剂流出的排气的氨浓度变为规定上限浓度以下。

4.根据权利要求2或3所述的内燃机的排气净化装置，

所述控制装置调整所述当量比控制中的当量比以使得所述选择还原型NOx催化剂中的NOx净化率变为所述规定下限净化率以上。

5.根据权利要求1～4的任一项所述的内燃机的排气净化装置，

所述控制装置，在所述NOx的还原量的变化量为所述氨的氧化量的变化量以下的情况下，使所述当量比控制中的当量比为1以下。

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] 已知通过使用氨作为还原剂而将来自内燃机的排气中所含的NOx净化的选择还原型NOx催化剂(以下也简称为“NOx催化剂”。)。在该NOx催化剂的上游侧设置有向排气中添加氨或氨的前驱体(以下也将氨或氨的前驱体称为“添加剂”。)的添加阀等。作为氨的前驱体,可例示尿素。

[0003] 在这样的NOx催化剂中,如果NOx催化剂的温度变高,则所吸附的氨脱离从而氨会从NOx催化剂流出。另外,如果NOx催化剂的温度变高,则在NOx催化剂中氨被氧化,会产生NOx。另外,当由于氨被氧化从而氨减少时,在NOx催化剂中氨不足,因此会难以进行NOx的净化。在此,已知以下技术:在NOx催化剂为处于高温的状态时,通过使添加剂的添加量相比于通常量间歇地增加来将NOx净化(参照例如专利文献1。)。即使在添加剂的添加量被增量的期间NOx催化剂表面上的氨吸附量接近于饱和,在接下来的添加通常量的氨的期间,在NOx催化剂内部氨移动或者进而氨和NOx反应,从而也会在NOx催化剂表面上的氨吸附量方面留有余裕。由此,能够抑制氨从NOx催化剂流出。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2014－025398号公报

发明内容

[0007] 如果NOx催化剂变为高温,则在NOx催化剂中所含的CuO等反应点处,氨被氧化成NOx。该CuO随着NOx催化剂的劣化的发展而增加。即,NOx催化剂的劣化越发展,氨越容易被氧化成为NOx。因此,如果为了将通过氧化而生成的NOx净化、或对被氧化了的氨进行补充而使氨的添加量增加,则在NOx催化剂中被氧化的氨量增加。因此,存在NOx从NOx催化剂流出的可能。另外,即使过度地增加氨的添加量,由于在NOx催化剂为高温时氨从NOx催化剂脱离,因此氨会从NOx催化剂流出。因此氨的消耗量增加。

[0008] 因此,本发明的目的是在NOx催化剂为高温时对NOx催化剂适合地供给还原剂。

[0009] 为了解决上述课题,本发明提供一种内燃机的排气净化装置,其具备:

[0010] 选择还原型NOx催化剂,其设置于内燃机的排气通路,以氨为还原剂来选择还原排气中的NOx;

[0011] 添加装置,其设置于所述选择还原型NOx催化剂的上游的所述排气通路,向排气中添加添加剂,所述添加剂为氨或氨的前驱体;

[0012] 温度取得装置,其取得所述选择还原型NOx催化剂的温度;和

[0013] 控制装置,其实施从所述添加装置添加与向所述选择还原型NOx催化剂流入的NOx的量和当量比相应的量的添加剂的当量比控制,

[0014] 所述控制装置，在由所述温度取得装置取得的温度为氨被氧化的规定温度以上的情况、且所述选择还原型NOx催化剂中的NOx净化率小于规定下限净化率的情况下，在改变针对向所述选择还原型NOx催化剂流入的NOx的量的当量比而实施了至少两次来自所述添加装置的添加剂的添加时，相比于与使当量比变化相伴的氨的氧化量的变化量，与使当量比变化相伴的NOx的还原量的变化量较大的情况下，与其较小的情况相比，使所述当量比控制中的当量比较大。

[0015] 当量比控制是添加与向NOx催化剂流入的NOx的量相应的量的添加剂的控制。当量比是从添加装置添加的添加剂量相对于能够在理论上无过量和不足地还原向NOx催化剂流入的NOx的添加剂量的比。以下，在提及当量比的情况下，是指该当量比。在当量比控制中，也能够将当量比设定为1以外的值。规定下限净化率是相当于容许范围的下限值的NOx净化率。在NOx催化剂的温度为规定温度以上的情况下，从添加装置添加的添加剂被氧化。由此，NOx净化率降低。而且，NOx催化剂的劣化程度越大，在NOx催化剂中被氧化的添加剂的量就越多，NOx净化率更加降低。在此，发现：氨的氧化量与NOx的还原量的关系，成为与NOx催化剂的劣化程度相应的比例关系。即，在改变当量比而实施了至少两次添加剂的添加时，根据NOx催化剂的劣化程度，氨的氧化量的变化量与NOx的还原量的变化量的关系发生变化。而且发现：在NOx的还原量的变化量大于氨的氧化量的变化量的情况下，通过将添加剂增量，NOx净化率提高。另一方面，在NOx的还原量的变化量少于氨的氧化量的变化量的情况下，如果将添加剂增量，则NOx从NOx催化剂的流出量增加。在该情况下，不使当量比增加为好。在这样的情况下，通过使当量比减少，能够使NOx从NOx催化剂的流出量减少。

[0016] 另外，上述控制装置，能够在上述NOx的还原量的变化量大于上述氨的氧化量的变化量的情况下使上述当量比控制中的当量比大于1。

[0017] 即，在NOx的还原量的变化量多于氨的氧化量的变化量的情况下，即使使当量比增加，由于NOx的还原量的增加量多于氨的氧化量的增加量，因此NOx净化率也提高。在这样的情况下，即使使当量比大于1，也能使NOx净化率提高。

[0018] 另外，上述控制装置，能够在上述NOx的还原量的变化量大于上述氨的氧化量的变化量的情况下调整上述当量比控制中的当量比，以使得从上述选择还原型NOx催化剂流出的排气的氨浓度变为规定上限浓度以下。

[0019] 在此，如果使当量比过大，则氨未被NOx催化剂完全吸附，氨可能从NOx催化剂流出。对此，控制装置通过调整当量比以使得从NOx催化剂流出的排气的氨浓度变为规定上限浓度以下，从而能够降低从NOx催化剂流出的排气的氨浓度。再者，规定上限浓度是相当于容许范围的上限值的氨浓度。

[0020] 另外，上述控制装置能够调整上述当量比控制中的当量比以使得上述选择还原型NOx催化剂中的NOx净化率变为上述规定下限净化率以上。

[0021] 这样，能够调整当量比以使得NOx净化率变为容许范围内。

[0022] 另外，上述控制装置，能够在上述NOx的还原量的变化量为上述氨的氧化量的变化量以下的情况下使上述当量比控制中的当量比为1以下。

[0023] 在NOx的还原量的变化量小于氨的氧化量的变化量的情况下，如果使当量比增加，则NOx从NOx催化剂的流出量可能增加。在这样的情况下，通过将当量比调整为1以下，能够降低NOx从NOx催化剂的流出量。在该情况下，也可以使当量比为0。

[0024] 根据本发明，在NOx催化剂为高温时能够对NOx催化剂适合地供给还原剂。

附图说明

[0025] 图1是表示实施例涉及的内燃机和其进气系统以及排气系统的概略构成的图。

[0026] 图2是表示使当量比变化而实施了多次添加的情况下的氨氧化量(NH_3氧化量)与NOx还原量的关系的图。

[0027] 图3是用于对排气通过NOx催化剂时的NOx浓度的增减进行说明的图。

[0028] 图4是用于对排气通过NOx催化剂时的氨浓度的增减进行说明的图。

[0029] 图5是表示实施例涉及的当量比控制的流程的流程图。

[0030] 图6是表示特性线的斜率大于1的情况下的各种值的推移的时间图。

[0031] 图7是用于说明计算当量比E1的方法的图。

[0032] 图8是表示当量比E1为A1时的性能达成范围S1与当量比E1为B1时的性能达成范围S2的关系的图。

[0033] 附图文字说明

[0034] 1 内燃机

[0035] 2 排气通路

[0036] 3 选择还原型NOx催化剂

[0037] 4 添加阀

[0038] 6 燃料喷射阀

[0039] 7 进气通路

[0040] 10 ECU

[0041] 11 第一NOx传感器

[0042] 12 空燃比传感器

[0043] 13 温度传感器

[0044] 14 第二NOx传感器

[0045] 15 氨传感器

[0046] 21 曲轴位置传感器

[0047] 22 油门开度传感器

[0048] 23 空气流量计

具体实施方式

[0049] 以下，参照附图，基于实施例来例示性地详细说明本发明的实施方式。但是，该实施例中记载的构成部件的尺寸、材质、形状、其相对配置等，只要没有特别记载，就并不意味着将本发明的范围仅限定于此。

[0050] (实施例1)

[0051] 图1是表示本实施例涉及的内燃机1和其进气系统以及排气系统的概略构成的图。内燃机1为车辆驱动用的柴油发动机。但是，内燃机1也可以为汽油发动机。在内燃机1上连接有排气通路2。在排气通路2设有以氨为还原剂来选择还原排气中的NOx的选择还原型NOx催化剂3(以下称为“NOx催化剂3”。)。

[0052] 在NOx催化剂3的上游的排气通路2上设有向排气中添加作为氨的前驱体的尿素水的添加阀4。由添加阀4添加的尿素水被水解成为氨，并吸附于NOx催化剂3。该氨在NOx催化剂3中作为还原剂来利用。再者，添加阀4也可以添加氨来代替尿素水。以下，也将氨的前驱体以及氨称为添加剂。再者，在本实施例中，添加阀4相当于本发明中的添加装置。

[0053] 进而，在添加阀4的上游的排气通路2中设有检测向NOx催化剂3流入的排气的NOx浓度的第一NOx传感器11、检测向NOx催化剂3流入的排气的空燃比的空燃比传感器12、和检测向NOx催化剂3流入的排气的温度的温度传感器13。另一方面，在NOx催化剂3的下游的排气通路2中设有检测从NOx催化剂3流出的排气的NOx浓度的第二NOx传感器14、和检测从NOx催化剂3流出的排气的氨浓度的氨传感器15。再者，在第二NOx传感器14为与NOx同样地也检测氨的类型的传感器的情况下，通过从第二NOx传感器14的检测值减去氨传感器15的检测值，能够检测出从NOx催化剂3流出的排气的NOx浓度。另外，在内燃机1中设有向各气缸分别喷射燃料的燃料喷射阀6。

[0054] 另外，在内燃机1上连接有进气通路7。在进气通路7中安装有检测内燃机1的吸入空气量的空气流量计23。

[0055] 而且，在内燃机1上同时设有作为控制装置的电子控制单元ECU10。ECU10控制内燃机1、排气净化装置等。在ECU10上，除了上述的各种传感器以外，还电连接有曲轴位置传感器21以及油门开度传感器22，各传感器的输出值被传送至ECU10。

[0056] ECU10能够掌握基于曲柄位置传感器21的检测所得到的内燃机转速、基于油门开度传感器22的检测所得到的内燃机负荷等的内燃机1的运转状态。再者，在本实施例中，向NOx催化剂3流入的排气中的NOx能够利用第一NOx传感器11检测，但由于从内燃机1排出的排气(为被NOx催化剂3净化之前的排气，即，向NOx催化剂3流入的排气)中所含的NOx与内燃机1的运转状态具有关联性，因此也能够基于上述内燃机1的运转状态来进行推定。另外，ECU10能够基于由温度传感器13检测出的排气温度来推定NOx催化剂3的温度。另外，温度传感器13也可以是代替排气的温度而检测NOx催化剂3的温度的传感器。再者，在本实施例中，温度传感器13相当于本发明中的温度取得装置。另外，NOx催化剂3的温度与内燃机1的运转状态具有关联性，因此也能够基于上述内燃机1的运转状态来推定NOx催化剂3的温度。另外，ECU10能够基于空气流量计23的检测值以及来自燃料喷射阀6的燃料喷射量来算出排气的流量。另一方面，在ECU10上经由电配线连接有添加阀4以及燃料喷射阀6，由该ECU10控制添加阀4以及燃料喷射阀6。

[0057] 另外，ECU10，在NOx催化剂3的温度较高时，实施当量比控制，所述当量比控制是根据第一NOx传感器11的检测值以及排气的流量来算出向NOx催化剂3流入的NOx的量，并添加与该NOx的量相应的量的添加剂的控制。再者，当量比是从添加阀4添加的添加剂量相对于能够在理论上无过量和不足地还原向NOx催化剂3流入的NOx的添加剂量的比。

[0058] 例如，在NOx催化剂3的上游的排气通路2设有用于捕集粒子状物质(PM)的过滤器的情况下，为了使被过滤器所捕集的PM氧化，而实施使该过滤器的温度上升的处理即过滤器的再生处理。此时，NOx催化剂3的温度也上升。另外，例如，在NOx催化剂3的上游的排气通路2设有吸藏还原型NOx催化剂的情况下，实施用于使吸藏还原型NOx催化剂的硫中毒恢复的处理即硫中毒恢复处理。此时，由于吸藏还原型NOx催化剂的温度上升，因此NOx催化剂3的温度也上升。而且，在内燃机1高负荷运转时，会从内燃机1排出温度高的气体，因此NOx催

化剂3的温度上升。

[0059] 在此，如果由于实施了过滤器的再生处理和/或硫中毒恢复处理的情况、或者内燃机1以高负荷运转的情况等而导致NOx催化剂3的温度变得较高，则在NOx催化剂3中能够吸附的氨量减少，因此氨从NOx催化剂3脱离。因此，NOx催化剂3的氨吸附量减少。这样，在NOx催化剂3的温度变得较高时，变得难以使NOx催化剂3预先吸附充分量的氨，因此实施根据向NOx催化剂3流入的NOx的量来添加添加剂的当量比控制。另一方面，在NOx催化剂3的温度较低的情况下，例如，使NOx催化剂3以不超过饱和吸附量的范围预先吸附氨，在由于NOx的还原等而导致被NOx催化剂3吸附的氨减少的情况下，供给与减少了的氨的量相应的量的添加剂。

[0060] 另外，如果NOx催化剂3的温度成为规定温度以上，则在NOx催化剂3中氨被氧化，能够产生NOx。在此所说的规定温度，是在排气中包含充分的氧时氨的氧化速度开始增加的温度(例如500℃)。再者，在NOx催化剂3的温度低于规定温度的情况下，几乎不引起氨的氧化，因此规定温度也可以设为氨发生氧化的温度(或氨的氧化开始的温度)、或氨的氧化速度变为规定速度以上的温度。如果NOx催化剂3的温度变为规定温度以上，则随着温度的上升，氨的氧化速度变大。该规定温度根据NOx催化剂3的种类而变化，可以通过实验或模拟等来求得。而且，规定温度为氨从NOx催化剂3脱离的温度以上。因此，在NOx催化剂3的温度为规定温度以上时，由ECU10实施当量比控制。

[0061] 认为NOx催化剂3为高温时的氨的氧化难易度与NOx催化剂3的劣化的程度相关联。在此，NOx催化剂3的劣化能够推定如下。首先，因H_2O和热而从H^+酸点(布朗斯台德酸点)等引起沸石破坏。即，因H_2O和热而在酸点产生晶格缺陷。而且，由晶格缺陷引起晶体破坏。由此，如果离子交换Cu向沸石外游离，则活性点减少。即，NOx催化剂3劣化。由于这样的活性点的减少，与NOx催化剂3的温度无关而导致NOx催化剂3的NOx净化能力降低。另外，向沸石外游离了的Cu与O_2反应而生成CuO。该CuO在高温时使氨氧化而生成NOx。即，越是NOx催化剂3的劣化发展从而CuO增加，在高温时氨就越容易被氧化。基于以上所述，在NOx催化剂3为高温时，NOx催化剂3的劣化越发展，氨就越容易被氧化，且NOx越难以被还原。

[0062] 在此，发现：在使当量比变化而实施了多次添加的情况下，氨的氧化量与NOx的还原量的关系，成为与NOx催化剂3的劣化程度相应的比例关系。在本实施例中，基于该见解来调整当量比。在此，图2是表示在使当量比变化而实施了多次添加的情况下的氨氧化量(NH_3氧化量)与NOx还原量的关系的图。实线L1表示NOx催化剂3的劣化程度较小的情况，虚线L2表示NOx催化剂3的劣化程度较大的情况。再者，以下，也将L1以及L2所示的直线称为“特性线”。

[0063] 在L1以及L2上，由“E1＝A1”所示的点表示在使当量比E1为较小值A1而添加了添加剂的情况下的点，由“E1＝B1”所示的点表示在使当量比E1为较大值B1而添加了添加剂的情况下的点。这样，在使当量比E1变化了的情况下，采用氨氧化量和NOx还原量表示的点，在由其劣化程度决定的特性线上移动。劣化的程度越大，该特性线的斜率就越小。再者，NOx还原量以及氨氧化量，能够基于图3以及图4所示的关系如以下那样算出。在此，图3是用于对排气通过NOx催化剂3时的NOx浓度的增减进行说明的图。图4是用于对排气通过NOx催化剂3时的氨浓度的增减进行说明的图。

[0064] 在此，将向NOx催化剂3流入的排气的NOx浓度记为NOx__IN(ppm)、氨浓度记为

NH3__IN(ppm)。另外，将从NOx催化剂3流出的排气的NOx浓度记为NOx__OUT(ppm)、氨浓度记为NH3__OUT(ppm)。在使当量比为E1而实施当量比控制的情况下，以下的式1成立。

[0065] NH3__IN＝E1・NOx__IN …式1

[0066] 在图3中，如果排气向NOx催化剂3流入，则氨被氧化，由此NOx浓度变高。即，相比于向NOx催化剂3流入的排气的NOx浓度NOx__IN，NOx浓度增高了通过氨的氧化而生成的NOx的浓度的增加量(记为氨氧化量Y1。)。另一方面，由于从NOx催化剂3流出的排气的NOx浓度为NOx__OUT，因此如果将在NOx催化剂3中通过NOx被还原而减少的NOx浓度记为NOx还原量X1，则以下的式2成立。

[0067] NOx__IN－NOx__OUT＝X1－Y1 …式2

[0068] 在图4中，向NOx催化剂3流入的氨，由于NOx的还原以及氨的氧化而导致浓度减少。因此，以下的式3成立。

[0069] NH3__IN－NH3__OUT＝X1+Y1 …式3

[0070] 根据式1、式2、式3，以下的式4、式5成立。

[0071] X1＝(E1・NOx__IN+NOx__IN－NOx__OUT－NH3__OUT)/2 …式4

[0072] Y1＝(E1・NOx__IN－NOx__IN+NOx__OUT－NH3__OUT)/2 …式5

[0073] 在此，在假定为在NOx催化剂3上未吸附有氨且在NOx催化剂3中氨未被氧化时，将从NOx催化剂3流出的排气的氨浓度记为SL。由于SL相当于从流入的排气的氨浓度减少反应了的NOx浓度后的浓度，因此以下的式6成立。

[0074] SL＝E1・NOx__IN－(NOx__IN－NOx__OUT) …式6

[0075] 在此，从NOx催化剂3流出的排气的实际的氨浓度为NH3__OUT，SL与NH3__OUT存在差。如果将该差记为N1，则以下的式7成立。

[0076] N1＝SL－NH3__OUT＝E1・NOx__IN－(NOx__IN－NOx__OUT)－NH3__OUT …式7

[0077] 该差N1可以认为是氧化所使用了的氨(记为S1)和为了将氧化了的氨还原而使用了的氨(记为O1)的合计。即，以下的式8成立。

[0078] N1＝S1+O1 …式8

[0079] 在此，如果假定为氧化了的氨全部被别的氨还原，则以下的式9、式10成立。

[0080] X1＝N1/2＝(E1・NOx__IN+NOx__IN－NOx__OUT－NH3__OUT)/2 …式9

[0081] Y1＝N1/2+(NOx__IN－NOx__OUT)＝(E1・NOx__IN－NOx__IN+NOx__OUT－NH3__OUT)/2 …式10

[0082] 向NOx催化剂3流入的排气的NOx浓度NOx__IN由第一NOx传感器11检测。另外，从NOx催化剂3流出的排气的NOx浓度NOx__OUT由第二NOx传感器14以及氨传感器15检测。而且，从NOx催化剂3流出的排气的氨浓度NH3__OUT由氨传感器15检测。当量比E1由ECU10设定。因此，能够基于这些传感器的检测值以及由ECU10设定的当量比E1、和式4或式9，算出NOx还原量X1。另外，能够基于这些传感器的检测值以及由ECU10设定的当量比E1、和式5或式10，算出氨氧化量Y1。

[0083] 在此，在图2的特性线L1中，在使当量比增加时，NOx还原量的增加量大于氨氧化量的增加量。即，通过在NOx催化剂3中被还原而减少的NOx量多于通过氨的氧化而产生的NOx的增加量，因此能够将通过氨的氧化而产生的NOx的大部分在NOx催化剂3中还原。在这样的情况下，当量比越大，就越能将更多的NOx还原。即，在特性线的斜率大于1的情况下，通过增

大当量比，NOx净化率上升。再者，在本实施例中，对使当量比增加的情况进行说明，但是在使当量比减少的情况下也能够同样地考虑。即，在图2的特性线L1中，可以说在使当量比减少时，NOx还原量的减少量大于氨氧化量的减少量。

[0084] 另一方面，在图2的特性线L2中，在使当量比增加时，氨氧化量的增加量大于NOx还原量的增加量。在这样的情况下，在使当量比增加时，通过氨被氧化而生成的NOx的增加量变得多于通过在NOx催化剂3中被还原而减少的NOx量，因此NOx净化率降低。即，在特性线的斜率小于1的情况下，通过增大当量比，NOx净化率下降。

[0085] 这样，在使当量比增加时，NOx净化率变大或变小根据图2中的特性线的斜率(即，NOx还原量的增加量相对于氨氧化量的增加量的比)而不同。而且，随着NOx催化剂3的劣化发展，特性线的斜率变小下去。

[0086] 因此，在本实施例中，在使当量比增加时NOx还原量的增加量大于氨氧化量的增加量的情况(即，NOx还原量的增加量相对于氨氧化量的增加量的比大于1的情况)下，使当量比增加。该情况下的当量比变得大于1。另一方面，在氨氧化量的增加量为NOx还原量的增加量以下的情况(即，NOx还原量的增加量相对于氨氧化量的增加量的比为1以下的情况)下，将当量比设定为1以下。将当量比设定为1以下的情形也包括将当量比设定为0、即将添加剂的添加量设定为0的情形。

[0087] 图5是表示本实施例涉及的当量比控制的流程的流程图。本流程由ECU10每隔规定的时间反复执行。再者，在本实施例中，ECU10执行图5所示的流程，由此作为本发明中的控制装置发挥功能。

[0088] 在步骤S101中，判定实施当量比控制的前提条件是否成立。例如，在NOx催化剂3的温度为规定温度以上时判定为前提条件成立。而且，在本实施例中，将NOx催化剂3的NOx净化率小于规定下限净化率的情况作为前提条件。规定下限净化率是相当于容许范围的下限值的NOx净化率。在此，如果NOx催化剂3的NOx净化率为规定下限净化率以上，则即使不调整当量比，NOx催化剂3也发挥充分的净化能力，因此不需要调整当量比。在该情况下，不需要执行本流程。在步骤S10中作出了肯定的判定的情况下，进入至步骤S102，另一方面，在作出了否定的判定的情况下，结束本流程。

[0089] 在步骤S102中，判定实施当量比控制的条件是否成立。例如，在内燃机1为稳态运转中时判定为实施当量比控制的条件成立。在步骤S102中作出了肯定的判定的情况下，进行至步骤S103，另一方面，在作出了否定的判定的情况下，结束本流程。

[0090] 在步骤S103中，使当量比E1为A1来实施当量比控制。此时的当量比A1例如为1。另外，在步骤S101以及步骤S102中作出了肯定的判定的情况下，已由ECU10实施着当量比控制。因此，也可以将已实施着的当量比控制中的当量比设定作为本步骤S103中的当量比E1。即，A1也可以为已设定的当量比。再者，A1也可以以能够精度良好地算出特性线的斜率的方式来设定。

[0091] 在步骤S104中，使用式9以及式10算出NOx还原量X11以及氨氧化量Y11。在本步骤S104中，使用在步骤S103中当量比E1被设定为A1后经过了充分时间的时间点下的各种传感器的值，来算出NOx还原量X11以及氨氧化量Y11。

[0092] 在步骤S105中，使当量比E1为B1来实施当量比控制。该B1为大于A1的值。即，使当量比增加了。B1以能够精度良好地算出特性线的斜率的方式来设定。再者，在本实施例中，

在步骤S103中将当量比E1设定为较小的值，在其后的本步骤S105中将当量比E1设定为较大的值，但是，也可以代替之，在步骤S103中将当量比E1设定为较大的值，在其后的本步骤S105中将当量比E1设定为较小的值。即，只要以能够算出特性线的方式使当量比E1变化即可。

[0093] 在步骤S106中，使用式9以及式10算出NOx还原量X12以及氨氧化量Y12。在本步骤S106中，使用在步骤S105中当量比E1被设定为B1后经过了充分时间的时间点下的各种传感器的值，来算出NOx还原量X12以及氨氧化量Y12。

[0094] 在步骤S107中，基于在步骤S104中算出的NOx还原量X11以及氨氧化量Y11、和在步骤S106中算出的NOx还原量X12以及氨氧化量Y12，来算出表示特性线的式子。

[0095] 在步骤S108中，判定在步骤S107中算出的线的斜率是否大于1。即，判定NOx还原量的增加量(X12－X11)是否大于氨氧化量的增加量(Y12－Y11)。在本步骤中，可以说通过使当量比增加来判定了NOx净化率是否上升。在步骤S108中作出了肯定的判定的情况下，进行至步骤S110，另一方面，在作出了否定的判定的情况下，进入至步骤S109。

[0096] 在步骤S109中，将当量比E1设定为1以下。即，由于NOx催化剂3的劣化发展，因此将当量比设定为1以下以使得抑制氨的氧化。当量比也可以为1，也可以为0。另外，也可以将当量比设定为大于0且小于1的值。考虑到抑制氨的氧化量的增加和抑制NOx的还原量的降低，此时所设定的当量比预先通过实验或模拟等而求得。再者，在通过本流程图调整当量比E1之前，将当量比E1设定为例如1来实施当量比控制。在该情况下，由ECU10执行与本流程图区分开的当量比控制，此时的当量比的目标值被设定为例如1。

[0097] 在步骤S110中，算出当量比E1。此时的当量比E1也可以预先通过实验或模拟等来求得。另外，当量比E1也可以为固定值。再者，在本实施例中，通过使此时所算出的当量比大于B1，从而使NOx净化率提高。另外，也可以每当本步骤S110被执行就使当量比E1逐渐地增加，或者，也可以本步骤S110被执行一次后不使当量比E1增加。另外，如后述的图7所示，也可以设定E1以使得NOx净化率以及从NOx催化剂3流出的排气的氨浓度均处于容许范围内。

[0098] 在步骤S111中，判定在步骤S110中算出的当量比E1是否为上限值以下。该上限值是根据添加阀4的规格确定的条件，基于添加阀4每单位时间能够添加的添加剂量的最大值来设定。在步骤S111中作出了肯定的判定的情况下，进入至步骤S112，将当量比E1设定为在步骤S110中算出的值。另一方面，在步骤S111中作出了否定的判定的情况下，进入至步骤S113，将当量比E1设定为上限值。

[0099] 图6是表示特性线的斜率大于1的情况下的各种值的推移的时间图。从上往下依次示出前提条件标志、执行条件标志、添加剂的添加量、NOx浓度、氨浓度(NH_3浓度)。前提条件标志，是在步骤S101中的前提条件成立的情况下为1、而在其不成立的情况下为0的标志。另外，执行条件标志，是在步骤S102中的实施当量比控制的条件成立的情况下为1、而在其不成立的情况下为0的标志。添加剂的添加量中的L11是当量比E1为A时所对应的添加剂量，L12是当量比E1为B1时所对应的添加剂量，L13是添加阀4能够添加的添加剂量的最大值。另外，NOx浓度中的L14表示向NOx催化剂3流入的排气的NOx浓度，这表示第一NOx传感器11的检测值。在图6中，向NOx催化剂3流入的排气的NOx浓度为恒定。L15表示从NOx催化剂3流出的排气的NOx浓度，这表示第二NOx传感器14的检测值。氨浓度(NH_3浓度)表示从NOx催化剂3流出的排气的氨浓度，这表示氨传感器15的检测值。

[0100] 在图6中，从T1以前就执行当量比控制，那时的添加剂的添加量被设定为L11。在T1以前，前提条件标志变为1，在T1，执行条件标志为1。由此，从T1起将当量比E1设定为A1。即，调整来自添加阀4的添加剂的添加量以使得当量比E1变为A1。当量比E1被设定为A1的状态继续至T2为止。在从T1到T2的期间分别检测NOx浓度以及氨浓度，算出NOx还原量X11以及氨氧化量Y11。从T2起将当量比E1设定为B1。即，调整来自添加阀4的添加剂的添加量以使得当量比E1变为B1。当量比E1被设定为B1的状态继续至T3为止。在从T2到T3的期间分别检测NOx浓度以及氨浓度，算出NOx还原量X12以及氨氧化量Y12。而且，在直至T3为止的期间，求出特性线的斜率。图6示出了斜率大于1的情况，因此，自T3以后的当量比E1被设定成大于1、而且大于A1以及B1。

[0101] 接着，图7是用于对计算当量比E1的方法进行说明的图。横轴为氨氧化量，纵轴为NOx还原量。L31为特性线，L32为目标净化率线，L33为当量比E1为A1时的滑移(slip)容许线。目标净化率线L32是表示成为作为目标的NOx净化率时的氨氧化量与NOx还原量的关系的线。另外，滑移容许线L33是表示从NOx催化剂3流出的排气的氨浓度变为容许范围的上限值(规定上限浓度)时的氨氧化量与NOx还原量的关系的线。目标净化率线L32以及滑移容许线L33也可以采用基于法规等的规制值来确定。由“E1＝A1”所示的点表示使当量比E1为较小值A1而添加了添加剂的情况下的点，由“E1＝B1”所示的点表示使当量比为较大值B1而添加了添加剂的情况下的点。

[0102] 目标净化率线L32的上方的区域是NOx净化率处于容许范围内的区域。另外，滑移容许线L33的上方的区域是从NOx催化剂3流出的排气的氨浓度处于容许范围内的区域。即，通过调整当量比E1以使得氨氧化量以及NOx还原量处于图7的阴影所示的范围(以下称为性能达成范围。)，从而NOx净化率以及从NOx催化剂3流出的排气的氨浓度都处于容许范围内。

[0103] 在此，如果将NOx净化率的目标值记为NOx__TRG，则需要满足以下的式11。

[0104] $((NOx__IN-NOx__OUT)/NOx__IN)\cdot 100\geq NOx__TRG$ …式11

[0105] 如果使用式2而对式11进行变形，则能导出以下的式12。

[0106] $Y1\geq X1+NOx__TRG/100$ …式12

[0107] 如果将从NOx催化剂3流出的排气的氨浓度的容许范围的下限值记为C1，则以下的式13成立。

[0108] $NH3__OUT\leq C1$ …式13

[0109] 另外，存在以下的式14的关系。

[0110] $X1+Y1+NH3__OUT=E1\cdot NOx__IN$ …式14

[0111] 由式13和式14能导出以下的式15。

[0112] $Y1\geq -X1+(E1\cdot NOx__IN-C1)$ …式15

[0113] 而且，由式2及式15，可以得到性能达成范围。

[0114] 但是，由式15可知，图7所示的关系能够根据当量比E1而变化。即，图7的L33所示的滑移容许线根据当量比而变化，因此性能达成范围根据量比E1而变化。在此，图8是表示当量比E1为A1时的性能达成范围S1与当量比E1为B1时的性能达成范围S2的关系的图。L31表示特性线，L33表示当量比E1为A1时的滑移容许线，L41表示当量比E1为B1时的滑移容许线，L32表示目标净化率线，S1表示当量比E1为A1时的性能达成范围，S2表示当量比E1为B1时的性能达成范围。与当量比E1为A1时的滑移容许线L33相比，当量比E1为B1时的滑移容许线

L41位于NOx还原量以及氨氧化量变大的那侧。因此，与当量比E1为A1时的性能达成范围S1相比，当量比E1为B1时的性能达成范围S2位于NOx还原量以及氨氧化量变大的那侧(图8中的上侧)。这样，当量比E1越大，滑移容许线就越向NOx还原量以及氨氧化量变大的那侧移动。因此，当量比越大，性能达成范围也越向NOx还原量以及氨氧化量变大的那侧移动。因此，通过求出在使当量比E1变化时在特性线上移动的点处于性能达成范围那样的当量比E1，能够使NOx催化剂3中的NOx净化率以及从NOx催化剂3流出的排气的氨浓度都处于容许范围内。

[0115] 再者，也可以将如上述那样设定的当量比E1预先存储于ECU10，实施在下次的相同条件时设定为相同的当量比的学习控制。另外，为了根据NOx催化剂3的劣化程度来设定当量比，也可以每当搭载内燃机1的车辆行驶规定的距离就设定当量比。

[0116] 如以上说明的那样，根据本实施例，在NOx催化剂3为高温时，即便是NOx催化剂3中的NOx净化率低于规定下限净化率的状态，也能够通过调整当量比来使NOx净化率提高。即，能够对NOx催化剂3适宜地供给添加剂。

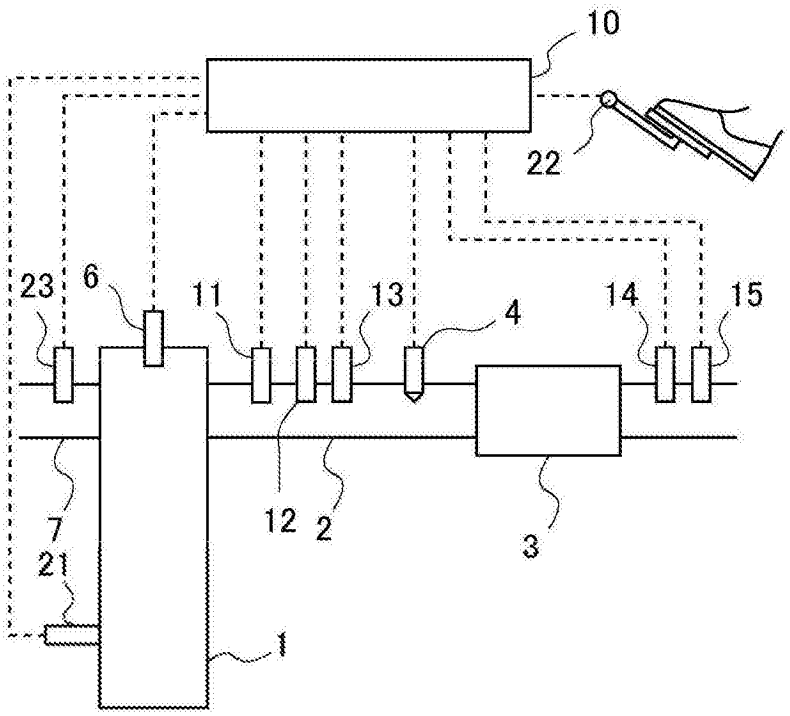

10
22
23
6
11
13
4
14
15
7
21
12
2
3
1

图1

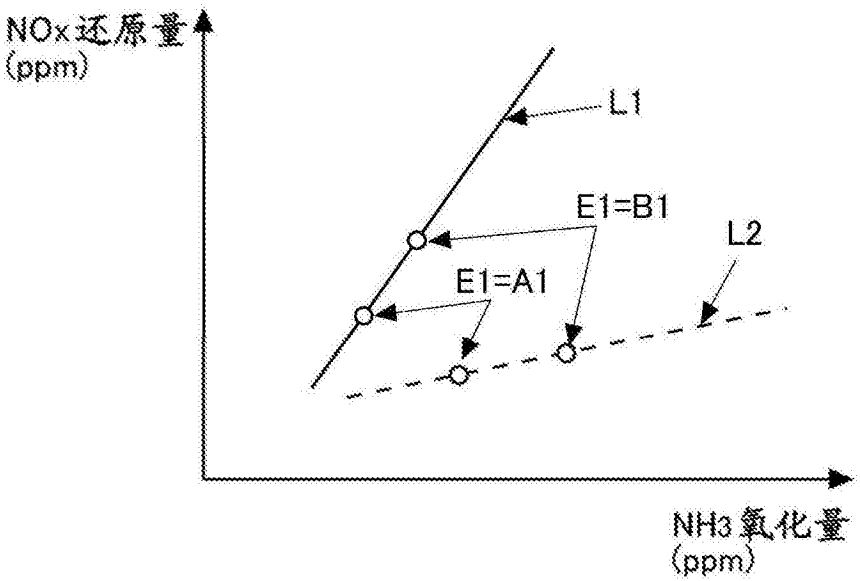

NOx还原量
(ppm)
L1
E1=B1
L2
E1=A1
NH3氧化量
(ppm)

图2

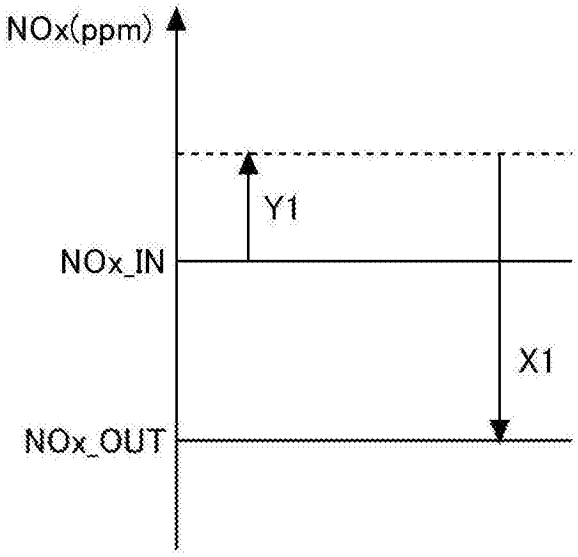


图3

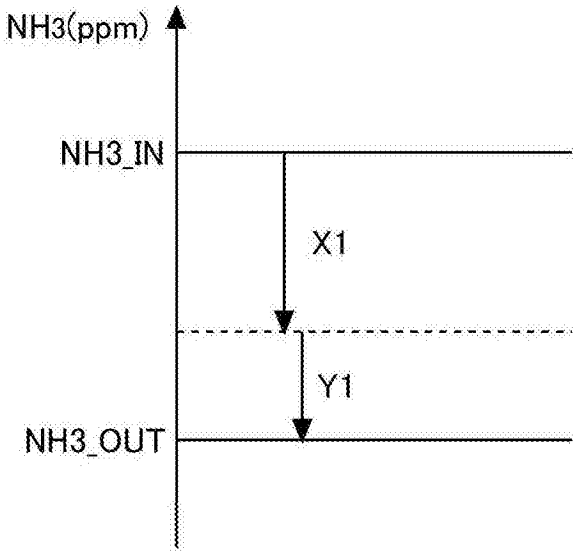


图4

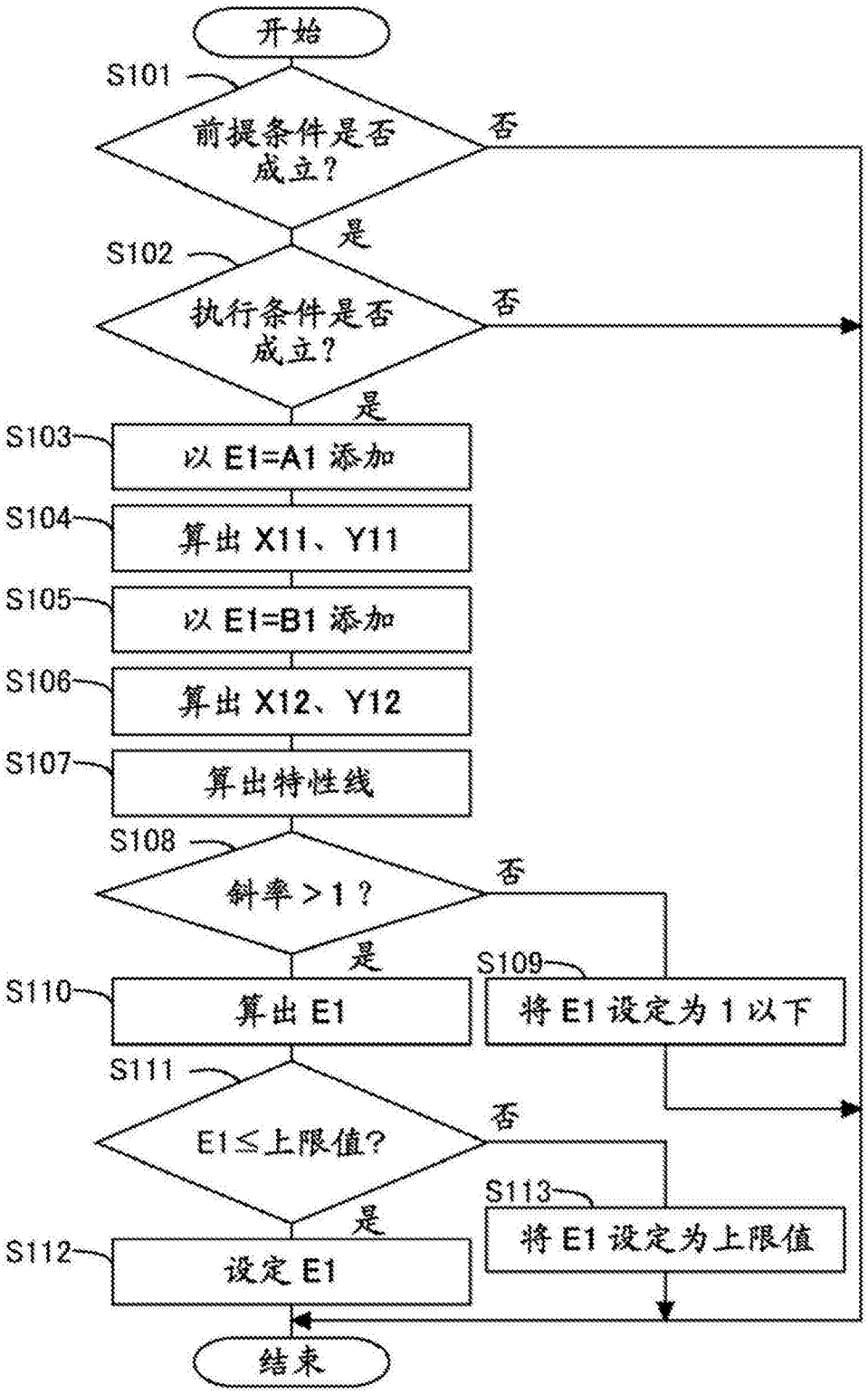

开始
S101
前提条件是否成立？
否
是
S102
执行条件是否成立？
否
是
S103
以 E1=A1 添加
S104
算出 X11、Y11
S105
以 E1=B1 添加
S106
算出 X12、Y12
S107
算出特性线
S108
斜率＞1？
否
是
S109
将 E1 设定为 1 以下
S110
算出 E1
S111
E1≤上限值？
否
是
S113
将 E1 设定为上限值
S112
设定 E1
结束

图5

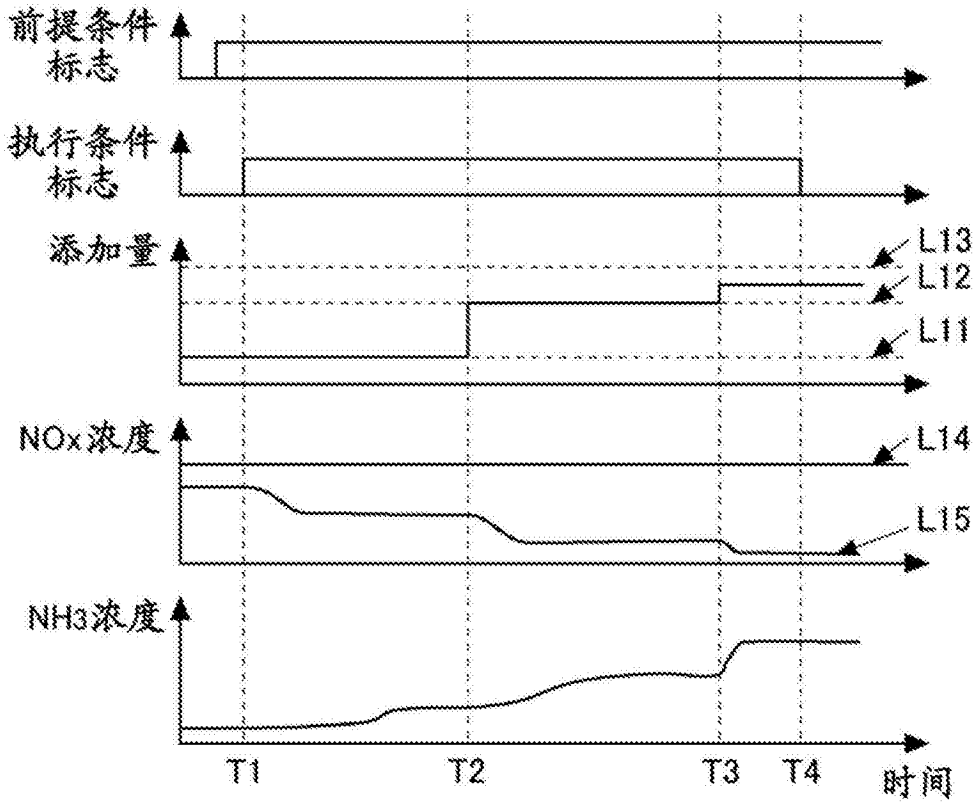

前提条件标志
执行条件标志
添加量
L13
L12
L11
NOx浓度
L14
L15
NH3浓度
T1
T2
T3
T4
时间

图6

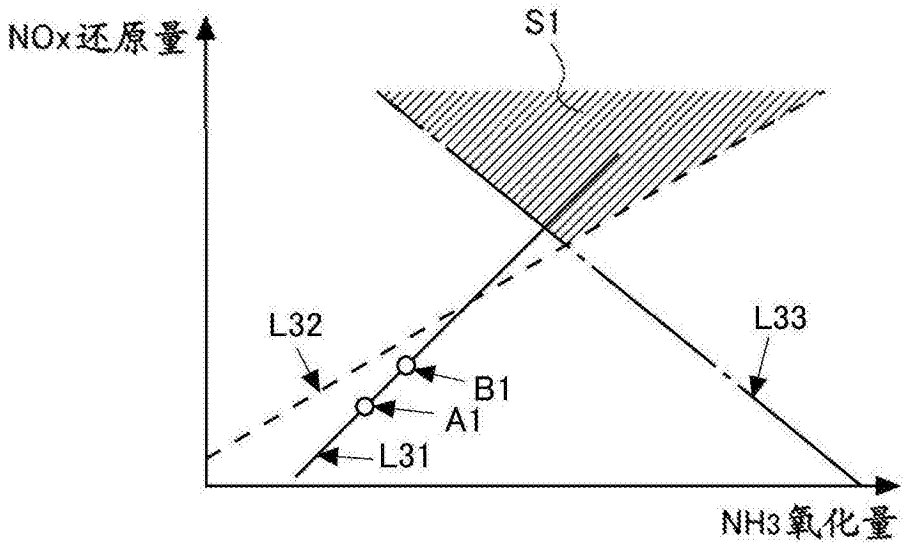

NOx还原量
S1
L32
L33
B1
A1
L31
NH3氧化量

图7

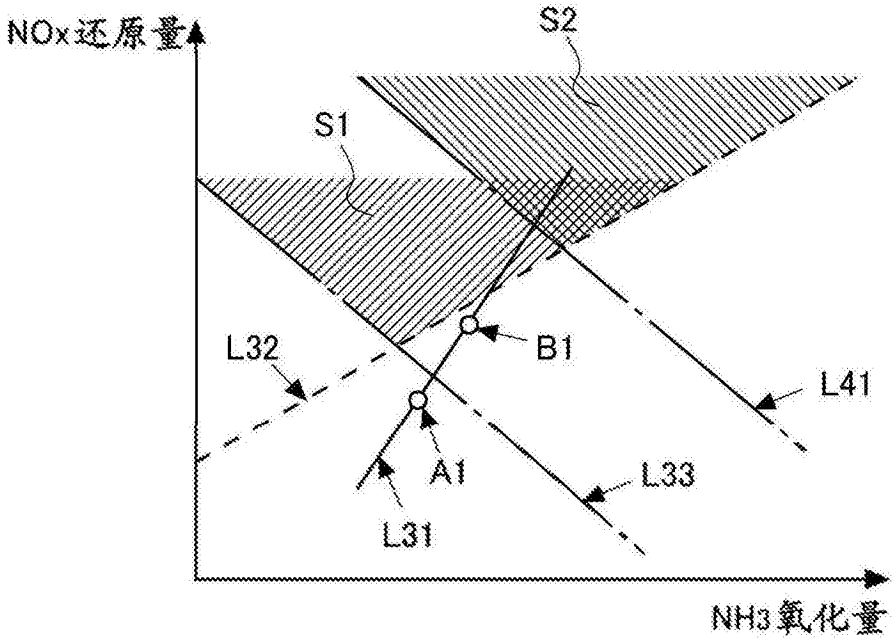


图8