

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680037541.5

[43] 公开日 2008年10月8日

[11] 公开号 CN 101283168A

[22] 申请日 2006.9.19

[21] 申请号 200680037541.5

[30] 优先权

[32] 2005.10.18 [33] JP [31] 302861/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/318896 2006.9.19

[87] 国际公布 WO2007/046216 英 2007.4.26

[85] 进入国家阶段日期 2008.4.9

[71] 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 新美国明 辻本健一 小田富久

广田信也 植田贵宣

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 马江立 柴智敏

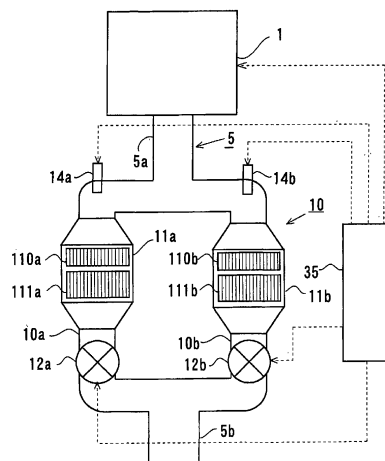
权利要求书3页 说明书17页 附图4页

[54] 发明名称

内燃机排气净化系统及排气净化装置净化能力的再生方法

[57] 摘要

本发明涉及一种内燃机排气净化系统及排气净化装置净化能力的再生方法。问题是更可靠或更有效地再生排气净化系统中的排气净化装置的净化能力，所述排气净化系统包括从排气通路分出的多个分支通路(10a, 10b)以及排气净化装置(11a, 11b)。当再生排气净化装置(11a, 11b)的净化能力时，在设置有要再生其净化能力的排气净化装置(11a, 11b)的分支通路(10a, 10b)中，将排气流量控制阀(12a, 12b)的开度设置为能够可靠地输送从还原剂添加装置(14a, 14b)添加的还原剂的最小开度(S102至S103)。然后，在保持该开度的同时添加还原剂(S105)。在还原剂添加完成之后，将排气流量控制阀(12a, 12b)的开度完全关闭(S108)。



1. 一种内燃机的排气净化系统，包括：

排气通路，所述排气通路的一端连接至所述内燃机并且来自所述内燃机的排气通过所述排气通路，并且所述排气通路被分成多个分支通路；

设置在所述多个分支通路中的各个内的排气净化装置，各个所述排气净化装置净化通过设置有所述排气净化装置的分支通路的所述排气；

设置在所述多个分支通路中的各个内的排气流量控制阀，各个所述排气流量控制阀控制通过设置有所述排气流量控制阀的分支通路的所述排气的流量；

在所述排气净化装置的上游设置在所述多个分支通路中的各个内的还原剂添加装置，各个所述还原剂添加装置向通过设置有所述还原剂添加装置的分支通路的所述排气添加还原剂，以及

净化能力再生控制装置，其中，

当向设置在所述多个分支通路之一内的所述排气净化装置供给所述还原剂并且执行所述排气净化装置的净化能力的再生处理时，在设置有要执行所述再生处理的所述排气净化装置的分支通路中，所述排气流量控制阀的开度被设定为预定的第一开度，所述第一开度比在所述再生处理开始之前的开度更接近闭合；

在所述排气流量控制阀的开度被保持在所述第一开度期间，从所述还原剂添加装置添加所述还原剂；

在所述还原剂的添加完成之后，所述排气流量控制阀的开度被设定为预定的第二开度，所述第二开度比所述第一开度更接近闭合。

2. 根据权利要求1所述的内燃机的排气净化系统，其中，

在所述排气流量控制阀的开度被保持在所述第一开度期间，在添加所述还原剂之前和之后的时段中的至少一者设置预定的无还原剂添加时段，在所述时段中不添加所述还原剂。

3. 根据权利要求1或2所述的内燃机的排气净化系统，其中，

当所述净化能力再生控制装置使所述排气流量控制阀的开度从所述第一开度向所述第二开度减小时，所述排气流量控制阀以至少与预定的第一速度同样快的速度关闭。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的内燃机的排气净化系统，其中，

当所述净化能力再生控制装置使所述排气流量控制阀的开度向所述第一开度减小时，所述阀的关闭速度相比于在所述还原剂被添加之后当所述排气流量控制阀的开度从所述第一开度向所述第二开度减小时所述排气流量控制阀关闭的速度更慢。

5. 一种内燃机用排气净化装置的净化能力的再生方法，所述方法通过向设置在多个分支通路中的任一个内的任一个排气净化装置供给还原剂来再生所述净化能力，所述多个分支通路通过从所述内燃机的排气通路分支而形成，所述方法包括：

第一流量减小处理，所述处理在设置有要再生净化能力的所述排气净化装置的分支通路中将排气流量减小到预定的第一流量，所述第一流量小于在再生开始之前的流量；

还原剂添加处理，所述处理在所述第一流量减小处理之后执行，使所述排气流量保持在所述第一流量，并且向所述排气添加所述还原剂；

第二流量减小处理，所述处理在所述还原剂添加处理之后执行，并且使所述排气流量减小到预定的第二流量，所述第二流量小于所述第一流量。

6. 根据权利要求5所述的排气净化装置的净化能力的再生方法，其中，

在所述还原剂添加处理中，在添加所述还原剂之前和之后的时段中的至少一者期间，设置预定的无还原剂添加时段，在所述时段中所述排气流量被保持在所述第一流量并且不添加所述还原剂。

7. 根据权利要求5或6所述的排气净化装置的净化能力的再生方法，其中，

在所述第二流量减小处理中，当使所述排气流量向所述第二流量减小

时，所述排气流量的降低速度是预定的第二速度。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的排气净化装置的净化能力的再生方法，其中

在所述第一流量减小处理中，当所述排气流量向所述第一流量减小时，所述排气流量的降低速度是预定的第三速度，所述第三速度小于当在所述第二流量减小处理中所述排气流量向所述第二流量减小时所述排气流量的降低速度。

内燃机排气净化系统及排气净化装置净化能力的再生方法

技术领域

本发明涉及内燃机的排气净化系统以及排气净化装置的净化能力的再生方法。

背景技术

内燃机的排气含有诸如氮氧化物 (NO_x) 等有害物质。已知内燃机的排气系统设置有 NO_x 催化剂以便从排气中除去 NO_x 从而降低这些有害物质的排放。对于这种技术, 例如, 当设置有 NO_x 储存还原型催化剂时, 如果所储存的 NO_x 的量增加则净化能力下降, 所以要向 NO_x 储存还原型催化剂供给还原剂, 从而将储存于催化剂中的 NO_x 还原并排出。(下文中, 这种处理称为“ NO_x 还原处理”。) 排气中的硫氧化物 (SO_x) 也储存在 NO_x 催化剂中, 这将导致使催化剂的净化能力降低的 SO_x 中毒。为消除 SO_x 中毒, 有时提高 NO_x 催化剂的床温并添加还原剂。(下文中, 这种处理称为“ SO_x 再生处理”。)

还已知当如上所述地, 还原剂被供给到诸如 NO_x 催化剂等的排气净化装置, 并且净化能力得到再生时, 希望减小引入排气净化装置的排气流量, 从而为所供给的还原剂在排气净化装置内的扩散和反应确保足够的时间。

为此目的已提出各种技术, 如日本专利申请公报 No. JP-A-2003-106142 和日本专利申请公报 No. JP-A-2003-74328, 其中在排气净化系统中设置有多个分支通路, 并且在每个分支通路中都设置有排气净化装置。(在下文中, 用语“排气净化系统”用来表示一个或多个排气净化装置以及相关的控制系统。) 对于这些技术, 借助于改变流动通路的横截面积的阀来使引入任一个排气净化装置的排气流量降低至预定的量, 并且将燃料作为还原

剂供给到所引入的排气流量被降低的排气净化装置中。这允许所供给的燃料充分地用于再生排气净化装置的净化能力。这也限制了对内燃机工作性能的影响。例如，在日本专利申请公报 No. JP-A-2004-52603 中公开了一种相关的技术。对于这种技术，当为 NO_x 催化剂执行 NO_x 还原处理时，将切换阀从前流设置变换至后流设置，或进行相反的变换。通过这种方法，通过改变阀的设置而减小在 NO_x 催化剂内的排气量。从产生阀切换信号起经过预定量的时间后供给还原剂。

然而，对于前述技术，例如，当以恒定的速度减小在排气净化装置中的排气流量时，存在还原剂不会以还原剂应当被添加的正时到达排气净化装置的危险。还存在还原剂会通过排气净化装置并逸出的危险。结果，有时很难可靠地向整个排气净化装置供给还原剂并有效地再生净化能力。

本发明提供了一种更可靠或更有效地再生排气净化系统中的排气净化装置的净化能力的技术，所述排气净化系统包括从排气通路分出的多个分支通路以及设置在各分支通路内的排气净化装置。

发明内容

根据本发明的排气净化系统的主要特征在于以下几点。具体地，该排气净化系统包括从排气通路分出的多个分支通路以及在各分支通路内的排气净化装置、还原剂添加装置和排气流量控制阀。当在排气净化装置中执行净化能力再生处理时，在设置有要执行再生处理的排气净化装置的分支通路中，排气流量控制阀的开度被设定为预定的第一开度，所述第一开度比在再生处理开始之前的开度更接近闭合。然后，在保持第一开度的同时从还原剂添加装置添加还原剂。

具体地，排气净化系统的特征在于包括：

排气通路，所述排气通路的一端连接至内燃机并且来自内燃机的排气通过该排气通路，并且该排气通路被分成多个分支通路；

设置在所述多个分支通路中的各个内的排气净化装置，各个排气净化装置净化通过设置有所述排气净化装置的分支通路的排气；

设置在所述多个分支通路中的各个内的排气流量控制阀，各个排气流量控制阀控制通过设置有所述排气流量控制阀的分支通路的排气的流量；

在所述排气净化装置的上游设置在所述多个分支通路中的各个内的还原剂添加装置，各个还原剂添加装置向通过设置有所述还原剂添加装置的分支通路的排气添加还原剂；以及

净化能力再生控制装置，其中，

当向设置在所述多个分支通路之一内的排气净化装置供给还原剂并且在所述排气净化装置内执行净化能力再生处理时，在设置有要执行再生处理的排气净化装置的分支通路中，排气流量控制阀的开度被设定为预定的第一开度，所述第一开度比在再生处理开始之前的开度更接近闭合；

在排气流量控制阀的开度被保持在第一开度期间，从还原剂添加装置添加还原剂；并且

在还原剂的添加完成之后，排气流量控制阀的开度被设定为预定的第二开度，所述第二开度比第一开度更接近闭合。

这里，考虑还原剂被供给到在任一个分支通路内的排气净化装置从而再生该排气净化装置的净化能力的情况。在这种情况下，一般通过关闭排气流量控制阀来切断在设置有排气净化装置的分支通路中的排气的流动。与关闭排气流量控制阀相结合，设置在排气净化装置上游的还原剂添加装置向流入排气净化装置的排气添加还原剂。

这里考虑以下情况：例如，排气流量控制阀被以恒定的速度关闭或者被关闭从而使得排气流量以恒定的速度减小。（在下文中，这些情况将统称为“以均匀的方式关闭排气流量控制阀”。）在这些情况下，取决于排气流量控制阀的开度与由还原剂添加装置添加还原剂的正时之间的关系，存在所添加的还原剂的一部分不会到达排气净化装置或者将通过排气净化装置并逸出的危险。总之，这一部分还原剂不能被用于再生排气净化装置的净化能力。因此很难有效地完成排气净化装置中的净化能力再生处理。

因此，根据本发明，包括从排气通路分出的多个分支通路以及在各分支通路中的排气净化装置、还原剂添加装置和排气流量控制阀的排气净化

系统以如下方式实现。具体地，当再生排气净化装置的净化能力时，在设置有要再生其净化能力的排气净化装置的分支通路中，排气流量控制阀被关闭至预定的第一开度，所述第一开度比在再生处理开始之前的开度更接近关闭。然后，在保持第一开度的同时从还原剂添加装置添加还原剂。在还原剂添加完成后，排气流量控制阀被设定至第二开度，所述第二开度比第一开度更接近闭合。

这里，第一开度比排气流量控制阀的开度在再生处理中的变化范围的中点更接近闭合。具体地，开度的变化范围是从排气流量控制阀在再生处理开始之前的开度至排气流量控制阀最终被设定到的第二开度的范围。第一开度可被设定为使从还原剂添加装置添加的还原剂能够被可靠地输送的最小开度。当被设定为排气流量控制阀的开度时，第二开度是确保通过排气净化装置的排气流量低到足以为从还原剂添加装置添加的还原剂在排气净化装置内的扩散和反应确保足够的时间的开度。第二开度可以是，例如，当阀被完全关闭时的开度。

因此，在设置有要再生其净化能力的排气净化装置的分支通路中，首选通过将排气流量控制阀设定至第一开度来减小排气流量。然后，在排气流量控制阀的开度被保持在第一开度期间从还原剂添加装置添加还原剂。

因此，即使从还原剂添加装置添加还原剂的正时在某种程度上产生误差，也能够抑制由正时误差导致的还原剂在排气净化装置中的扩散状态的变化。结果，相比于排气流量控制阀的开度以均匀的方式改变的情况，还原剂能够更稳定地扩散至遍及整个排气净化装置。另外，因为此时排气流量降低，可使添加还原剂的时期本身更长，并且可更精确地控制所添加的还原剂的量。在还原剂的添加完成之后将排气流量控制阀关闭至第二开度的正时不再要求是高度精确的。

结果，能够更可靠或更有效地完成在排气净化装置中的净化能力再生处理。

根据本发明，在排气流量控制阀的所述开度被保持在第一开度期间，在添加还原剂的时期之前和/或之后，也可建立预定的无还原剂添加时段，

在该时段中不添加还原剂。

例如，系统可被设定为使得，在排气流量控制阀的开度被保持在第一开度期间，在设置有要再生其净化能力的排气净化装置的分支通路中，在经过前期无还原剂添加时段之后由还原剂添加装置添加还原剂。系统可被设定为使得，在还原剂的添加完成之后，系统在等待直到经过了后期无还原剂添加时段之后才将排气流量控制阀关闭至第二开度。

如果这样设定系统，则确保前期无还原剂添加时段使得可能在引入要再生其净化能力的排气净化装置中的排气流量降低至由排气流量控制阀的第一开度产生的流量，例如还原剂能够被可靠地输送的最小流量，之后添加还原剂。另外，确保后期无还原剂添加时段使得可能为添加至排气中的还原剂被引入排气净化装置并且扩散至遍及整个排气净化装置确保足够的时间。结果，还原剂能够更可靠地扩散至遍及整个排气净化装置，既不过多也不缺少，从而能够更有效地完成在排气净化装置中的净化能力再生处理。

注意，前期无还原剂添加时段和后期无还原剂添加时段不必具有相同的持续时间。用于使引入要再生其净化能力的排气净化装置的排气流量降低至由排气流量控制阀的第一开度产生的流量的最优时长可预先通过试验确定然后被设定为前期无还原剂添加时段。用于使添加至排气中的还原剂被引入排气净化装置并且扩散至遍及整个排气净化装置的最优时长也可预先通过试验确定然后被设定为后期无还原剂添加时段。两个时段的最优值也可根据内燃机的工作状态而改变。仅设置前期无还原剂添加时段或仅设置后期无还原剂添加时段也是可行的。

另外，根据本发明，当净化能力再生控制装置使排气流量控制阀的开度从第一开度向第二开度减小时，所述阀可以以至少与预定的第一速度同样快的速度关闭。

这里，在用于排气流量控制阀的阀关闭操作开始时的时刻，预定的第一速度用作速度的阈值，排气流量控制阀能够以所述速度关闭至第二开度，并且同时使还原剂保持在排气净化装置内充分扩散的状态。第一速度可预

先通过试验确定。如果这样做，则在由还原剂添加装置添加的还原剂扩散至遍及整个排气净化装置时的时间点，通过排气净化装置的排气流量能够被可靠地降低为小到足以由还原剂添加装置添加的还原剂在排气净化装置内进一步地扩散和反应确保足够的时间。结果，还原剂能够更可靠地扩散至遍及整个排气净化装置，既不过多也不缺少。

另外，根据本发明，当净化能力再生控制装置使排气流量控制阀的开度向第一开度减小时，所述阀的关闭速度可以相比于在还原剂被添加之后当排气流量控制阀的开度从第一开度向第二开度减小时所述排气流量控制阀关闭的速度更慢。

因为当排气流量控制阀的开度被设定至第一开度时可将阀关闭速度设置为较慢，所以能够抑制在排气通路中的背压的突然变化，由此避免了由发动机转矩的突然波动引起的驾驶性能的恶化。另外，因为排气流量控制阀的开度被缓慢地设定至第一开度，所以能够以更高的精度来控制该阀，并且能够更精确地将排气流量控制阀的开度设定至第一开度。

根据本发明的排气净化装置的净化能力的再生方法通过向设置在任一个通过从内燃机的排气通路分支而形成的多个分支通路中的任一个排气净化装置供给还原剂来再生所述净化能力。所述方法的特征在于包括：

第一流量减小处理，所述处理在设置有要再生净化能力的排气净化装置的分支通路中将排气流量减小到预定的第一流量，所述第一流量小于在再生开始之前的流量；

还原剂添加处理，所述处理在第一流量减小处理之后执行，使排气流量保持在第一流量，并且向排气添加还原剂；

第二流量减小处理，所述处理在还原剂添加处理之后执行，并且使排气流量减小到小于第一流量的预定的第二流量。

这里，第一流量小于排气流量在再生处理中的变化范围的中点。具体地，流量的变化范围是从在再生处理开始之前的排气流量至排气流量最终被设定到的第二流量的范围。第一流量可被设定为使还原剂能够被可靠地输送至排气净化装置的最小排气流量。第二流量是低到足以所添加的还

原剂在排气净化装置内扩散和反应确保足够的时间的排气流量。第二流量可以设定为大约为零。

因此，在设置有要再生其净化能力的排气净化装置的分支通路中，首选通过第一流量减小处理来减小排气流量。然后在还原剂添加处理中，可在使引入要再生其净化能力的排气净化装置的排气流量保持在第一流量的同时向排气添加还原剂。

因此，即使向排气添加还原剂的正时在某种程度上产生误差，也能够抑制由正时误差导致的还原剂在排气净化装置中扩散的状态的变化。结果，相比于以恒定的速度改变排气流量的情况，还原剂能够更稳定地扩散至遍及整个排气净化装置。另外，因为此时排气流量降低，可使添加还原剂的时期本身更长，所以能够更精确地控制所添加的还原剂的量。在第二流量减小处理中，在排气流量被设定至第二流量的正时不再要求是高度精确的。

结果，能够更可靠或更有效地完成在排气净化装置中的净化能力再生处理。

在根据本发明的排气净化装置的净化能力的再生方法中，在添加还原剂的时期之前和/或之后，还可以在还原剂添加处理中建立预定的无还原剂添加时段，在该时段中排气流量保持在第一流量并且不添加还原剂。

如果这样设定系统，则确保前期无还原剂添加时段使得可能在设置有要再生其净化能力的排气净化装置的分支通路中的排气流量充分地稳定在第一流量之后向排气添加还原剂。另外，确保后期无还原剂添加时段使得可能在还原剂添加完成之后为所添加的还原剂扩散至遍及整个排气净化装置确保足够的时间。结果，能够更可靠或更有效地完成在排气净化装置中的净化能力再生处理。

在根据本发明的排气净化装置的净化能力的再生方法中，也可将系统设定为使得，在第二流量减小处理中，当排气流量减小至第二流量时，排气流量的降低速度为预定的第二速度。

这里，预定的第二速度应当是使得排气流量能够降低至第二流量，同时由第一流量的排气输送的还原剂在第二流量减小处理开始时保持其扩散

状态的排气流量的变化速度。换句话说，预定的第二速度应当使得排气流量能够足够快地降低至第二流量，从而使排气仅将还原剂输送相对于排气净化装置的长度来说足够短的距离。如果这样做，还原剂能够更可靠地保持在扩散至遍及整个排气净化装置的状态，既不过多也不缺少。

在根据本发明的排气净化装置的净化能力的再生方法中，系统可设定为使得，在第一流量减小处理中，当排气流量被设定至第一流量时，排气流量的降低速度是比第二速度慢的预定的第三速度。

这里，预定的第三速度应当是比第二速度慢的流量变化的速度值，这使得能够在排气流量被设定为第一流量时以足够高的可控性来控制流量，并且允许充分地抑制发动机转矩的突然波动。

如果这样做，在第一流量减小处理中，能够抑制在分支通路中的背压的突然变化，因此避免了由发动机转矩的突然波动引起的驾驶性能的恶化。还能够更精确地将排气流量设定为第一流量。

注意，根据本发明的解决问题的方法能够以所有可能的组合来应用。

附图说明

图 1 是示出根据本发明的实施例的内燃机、其排气系统及其控制系统的整体构型的图。

图 2 是在通常的 NO_x 还原处理中，逸出的燃料量根据燃料添加正时而变化的示意图。

图 3 是示出在根据本发明的实施例中，在 NO_x 还原处理中，第一阀的开度、排气流量以及逸出的燃料量变化的时间图。

图 4 是示出根据本发明的实施例的 NO_x 还原处理例例程的流程图。

具体实施方式

下面将参照附图以示例详细说明本发明的实施方式。

图 1 是示出根据本实施例的内燃机、其排气系统以及其控制系统的整体构型的图。图 1 示出的内燃机 1 是柴油机。图 1 中省略了内燃机 1 的内

部及其进气系统。

在图 1 中，内燃机 1 与排气管 5 相连接，来自内燃机 1 的排气流过该排气管 5。排气管 5 连接到下游的消声器（未示出）。在排气管 5 中设置有从排气中除去颗粒物（例如，炭黑）、氮氧化物（NO_x）等的排气净化部 10。在下文中，排气管 5 的在排气净化部 10 上游的部分将称为第一排气管 5a，而排气管 5 的在排气净化部 10 下游的部分将称为第二排气管 5b。在排气净化部 10 的入口，第一排气管 5a 被分成第一分支通路 10a 和第二分支通路 10b。再向下游，第一分支通路 10a 与第二分支通路 10b 合并从而形成第二排气管 5b。在第一分支通路 10a 中设置有第一排气净化装置 11a，并且在第二分支通路 10b 中设置有第二排气净化装置 11b。第一和第二排气净化装置 11a 和 11b 从排气中收集颗粒物（例如，炭黑），并且储存并还原排气中的 NO_x。在本实施例中，第一排气管 5a 和第二排气管 5b 形成排气通路，第一分支通路 10a 与第二分支通路 10b 形成分支通路。

在本实施例中，在第一排气净化装置 11a 内串联布置有第一 NSR 110a 和第一 DPNR 111a，在第一 NSR 110a 内支承有 NO_x 储存还原型催化剂，在第一 DPNR 111a 内将 NO_x 储存还原型催化剂支承在从排气中收集颗粒物质的过滤器上。在第二排气净化装置 11b 内以同样的方式串联布置有第二 NSR 110b 和第二 DPNR 111b。

在第一分支通路 10a 的在第一排气净化装置 11a 下游的部分中设置有控制通过第一分支通路 10a 的排气流量的第一阀 12a。以同样的方式，在第二分支通路 10b 的在第二排气净化装置 11b 下游的部分中设置有第二阀 12b。在本实施例中，第一阀 12a 和第二阀 12b 是排气流量控制阀。

在图 1 中，在第一分支通路 10a 中在第一排气净化装置 11a 的上游侧设置有第一燃料添加阀 14a。在由第一排气净化装置 11a 进行的 NO_x 还原处理等期间，第一燃料添加阀 14a 向排气添加燃料作为还原剂。以同样的方式，在第二分支通路 10b 中在第二排气净化装置 11b 的上游侧设置有第二燃料添加阀 14b。在本实施例中，第一燃料添加阀 14a 和第二燃料添加

阀 14b 是还原剂添加装置。

在如前述构造的内燃机 1 及其排气系统的旁边安装有电子控制单元 (ECU) 35, 用来控制内燃机 1 及其排气系统。ECU 35 是根据内燃机 1 的工作条件以及驾驶员的需要来控制内燃机 1 的工作状态等并且还控制内燃机 1 的排气净化部 10 的单元。

ECU 35 通过电线连接到与对内燃机 1 的工作状态的控制相关的传感器 (未示出), 如曲柄位置传感器、加速器位置传感器等, 并且所述传感器的输出信号被输入 ECU 35。ECU 35 还通过电线连接到内燃机 1 中的燃料喷射阀等 (未示出), 如本实施例中的第一阀 12a、第二阀 12b、第一燃料添加阀 14a 和第二燃料添加阀 14b, 并且所有这些阀都由 ECU 35 控制。

ECU 35 还设置有 CPU、ROM、RAM 等。在 ROM 中存储有执行对内燃机 1 的各种形式的控制的程序、数据脉谱图等。在存储于 ECU 35 的 ROM 内的各程序中还包括 NO_x 还原处理例程和 SO_x 再生处理例程 (省略了对所述各例程的说明), 该 NO_x 还原处理例程用于还原并排出储存在第一排气净化装置 11a 和第二排气净化装置 11b 中的 NO_x, 该 SO_x 还原处理例程用于还原并排出储存在第一排气净化装置 11a 和第二排气净化装置 11b 中的 SO_x。

下面将说明在第一排气净化装置 11a 中的 NO_x 还原处理, 作为本实施例中的排气净化系统的净化能力再生处理的控制示例。图 2 的时间图示出在用于第一排气净化装置 11a 的常规 NO_x 还原处理中对第一阀 12a 和第一燃料添加阀 14a 的控制, 以及在常规 NO_x 还原处理期间排气流量的变化和从第一排气净化装置 11a 逸出的燃料量的变化。

当执行第一排气净化装置 11a 的 NO_x 还原处理时, 首先, 在时刻 t1, 向第一阀 12a 输出完全关闭指令。响应于该指令, 第一阀 12a 开始阀关闭操作。与第一阀 12a 的阀关闭操作相结合, 通过第一分支通路 10a 的排气流量开始降低。在时刻 t2, 通过第一分支通路 10a 的排气流量达到最小能输送流量。所述最小能输送流量是能够将第一燃料添加阀 14a 添加的还原剂可靠地输送到下游的最小排气流量。在本实施例中最小能输送流量等

效于第一流量。下文中，第一阀 12a 在达到最小能输送流量处的开度称为最小能输送开度。在本实施例中，第一阀 12a 在此时的开度等效于第一开度。在时刻 t_3 ，第一阀 12a 达到完全关闭状态，通过第一分支通路 10a 的排气流量成为大约为零。

在此处理中，从第一燃料添加阀 14a 添加燃料作为还原剂（将在下文中详细说明），然后燃料扩散至遍及整个第一排气净化装置 11a。在时刻 t_4 ，当认为在第一排气净化装置 11a 中的 NO_x 还原反应完成时，ECU 35 向第一阀 12a 输出完全开启指令，并且第一阀 12a 开始阀开启操作。同时，通过第一分支通路 10a 的排气流量开始增加。

在前述的控制处理中，从第一燃料添加阀 14a 添加作为还原剂的燃料是在时刻 t_1 至时刻 t_4 之间的时段中的任意时刻执行的。根据燃料添加正时，所添加的燃料在第一排气净化装置 11a 中扩散的方式以及从第一排气净化装置 11a 逸出的燃料量显著地不同。例如，如果在图 2 中的时段 A 中添加燃料，则燃料是在排气流量较大时被添加的，所以当燃料被引入第一排气净化装置 11a 中时流速过高，因而大量的燃料迅速地从第一排气净化装置 11a 逸出。

如果在图 2 中的时段 B 中，在当通过第一分支通路 10a 的排气流量达到最小能输送流量时的时刻 t_2 附近的时期添加燃料，则不会如在前述情况那样有大量燃料从第一排气净化装置 11a 逸出。然而，在此情况下，所添加的燃料的一部分确实会迅速地从第一排气净化装置 11a 逸出，而所添加的燃料的一部分不能在排气流量降至零之前到达第一排气净化装置 11a。在时刻 t_4 向第一阀 12a 输出完全开启指令之后，未到达第一排气净化装置 11a 的燃料以高速流入第一排气净化装置 11a 并逸出。

如果在图 2 中的时段 C 中，在当通过第一分支通路 10a 的排气流量成为几乎为零时的时刻 t_3 附近的时期添加燃料，则几乎全部的燃料都不能在排气流量降至零之前到达第一排气净化装置 11a。结果，在时刻 t_4 向第一阀 12a 输出完全开启指令之后，几乎全部的燃料都从第一排气净化装置 11a 逸出。

因此,在本实施例中,在NO_x还原处理期间,首先,第一阀12a缓慢地关闭直至达到最小能输送开度。然后保持最小能输送开度,并且在保持最小能输送开度期间从第一燃料添加阀14a添加燃料。然后,在经过预定的等待时间后,尽可能快速地完全关闭第一阀12a。

图3的时间图示出根据本实施例在用于第一排气净化装置11a的NO_x还原处理中对第一阀12a和第一燃料添加阀14a的控制,以及根据本实施例在NO_x还原处理期间排气流量的变化和从第一排气净化装置11a逸出的燃料量的变化。

在本实施例中,首先,在时刻t5,向第一阀12a输出不要完全关闭而是关闭至最小能输送开度的指令。然后,第一阀12a从完全开启的状态开始阀关闭操作。在时刻t6,达到最小能输送开度。在本实施例中,最小能输送开度的值与发动机转速、发动机负荷、进气量以及排气温度等参数中的至少一者相关地被绘制成图。在时刻t5通过从可用的图中读取用于各变量的值来获得最小能输送开度的值。在本实施例中,还将从时刻t5至时刻t6的时段设置得长于从时刻t1至时刻t2的时段。即,第一阀12a的操作速度比在图2所示的控制中的速度慢。在本实施例中,通过降低第一阀12a的操作速度而实现的排气流量的降低速度等效于第三速度。

从时刻t6至时刻t9的时段中第一阀12a的开度被保持在最小能输送开度。将详细解释在此时段中的控制,在时刻t6后,系统等待通过第一分支通路10a的排气流量降到最小能输送流量。在时刻t7,从第一燃料添加阀14a的燃料添加开始。在时刻t8(在图3中的时段D之后),当已添加了能够扩散至遍及整个第一排气净化装置11a的一定量的燃料时,所述燃料添加结束。在从时刻t8直到时刻t9的时段中,第一阀12a的开度被保持在最小能输送开度。在本实施例中,从时刻t8直到时刻t9的时段是按照使所添加的燃料可靠地到达第一排气净化装置11a所需要的时间预先确定的时长。因此,认为在时刻t9,所添加的燃料可靠地扩散至遍及整个第一排气净化装置11a。

在时刻t9,向第一阀12a输出完全关闭指令,第一阀12a以最可能快

的速度迅速地变换至完全关闭状态。通过第一分支通路 10a 的排气流量也尽可能迅速地降低，在时刻 t_{10} 成为几乎为零。在本实施例中，在时刻 t_9 可靠地扩散至遍及整个第一排气净化装置 11a 的燃料被保持在扩散状态。第一阀 12a 的最可能快的阀关闭速度至少与第一速度一样快，由第一阀 12a 的最可能快的阀关闭速度所实现的排气流量的降低速度等效于第二速度。在本实施例中，第二开度是指当阀处于完全关闭状态时的开度，即，为零的开度。第二流量是指当阀处于完全关闭状态时的流量，即，大约为零的流量。

然后，系统等待整个反应完成，通过该反应扩散至遍及整个第一排气净化装置 11a 的燃料还原第一排气净化装置 11a 中的 NO_x 。在时刻 t_{11} ，向第一阀 12a 输出完全开启指令。

当如上所述地执行控制时，首先，因为第一阀 12a 缓慢地变换至最小能输送开度，第一阀 12a 自身的可控性得到改进。这允许第一阀 12a 的开度被精确地设定为最小能输送开度。还可抑制由第一分支通路 10a 中的背压变化引起的发动机转矩的突然波动，由此避免了驾驶性能的恶化。其次，因为燃料是在第一阀 12a 被保持在最小能输送开度时添加的，所以使所添加的燃料的输送速度本身尽可能地慢。这改进了所添加的燃料在遍及第一排气净化装置 11a 中的扩散的可控性。

如上所述，在第一阀 12a 被设定为最小能输送开度之后，在添加燃料之前，系统等待通过第一分支通路 10a 的实际排气流量降到最小能输送流量。因此，能够更精确地控制所添加的燃料遍及第一排气净化装置 11a 中的扩散。另外，在燃料添加完成之后，系统等待为直到所添加的燃料到达第一排气净化装置 11a 并且扩散至遍及整个第一排气净化装置 11a 经过了足够的时间，然后快速关闭第一阀 12a。因此，所添加的燃料能够更可靠地扩散至遍及整个第一排气净化装置 11a。

如图 3 中底部的图所示，由于前述处理，可减小从第一排气净化装置 11a 逸出的燃料量。由此可更可靠并更有效地完成在第一排气净化装置 11a 中的 NO_x 还原处理。

图4是示出用于如上所述地执行本实施例中的控制的NO_x还原处理例程的流程图。该例程是存储在ECU 35的ROM中的程序，并且在内燃机1工作期间在预定的时段由ECU 35执行。

当该例程被执行时，在S101判定是否已输出NO_x还原处理要求。在本实施例中，该NO_x还原处理要求可在从前一轮的NO_x还原处理完成起经过了预定的时段时发出。NO_x还原处理要求也可在流到第一排气净化装置11a下游的排气中的NO_x浓度超过允许值时发出。当在S101判定出未输出NO_x还原处理要求时，例程终止。而当判定出已输出NO_x还原处理要求时，例程进行到S102。

在S102，向第一阀12a输出关闭指令。目标开度设定为最小能输送开度。在阀关闭操作中，如上所述，阀关闭速度被设定为使得能够确保第一阀12a的足够好的驱动性和可控性。由阀关闭速度实现的排气流量的降低速度是第三速度。当在S102的处理完成时，例程进行到S103。

在S103，判定第一阀12a的开度是否降低至最小能输送开度。具体地，可通过设置检测第一阀12a的开度的开度传感器并且将传感器输出传送至ECU 35来进行判定。当判定出第一阀12a的开度未降低至最小能输送开度时，例程返回在S102的处理并且继续第一阀12a的关闭操作。当判定出第一阀12a的开度已降低至最小能输送开度时，例进行到S104。

在S104，判定是否从第一阀12a的开度降低至最小能输送开度起已经经过了前期无还原剂添加时段。这里，前期无还原剂添加时段是从当第一阀12a的开度降低至最小能输送开度时的时刻起直到通过第一分支通路10a的排气流量稳定在最小能输送流量为止的时段。该时段等效于图3中从t6到t7的时段。

在S104，当判定出从第一阀12a的开度降低至最小能输送开度起未经过前期无还原剂添加时段时，例程重复在S104的处理直到经过了前期无还原剂添加时段为止。当判定出从第一阀12a的开度降低至最小能输送开度起已经经过了前期无还原剂添加时段时，流过第一分支通路10a的排气流量被调节为充分地稳定在最小能输送流量，例程进行到S105。

在 S105, 开始从第一燃料添加阀 14a 添加燃料作为还原剂。当在 S105 的处理完成时, 例程进行至 S106。

在 S106, 判定是否已从第一燃料添加阀 14a 添加了所需要的燃料量。具体地, 判定是否已从第一燃料添加阀 14a 添加了将会扩散至遍及整个第一排气净化装置 11a 的燃料量。基于第一排气净化装置 11a 的容量等, 预先确定该燃料量。当判定出还未添加将会扩散至遍及整个第一排气净化装置 11a 的燃料量时, 例程返回 S105 并继续从第一燃料添加阀 14a 添加燃料。当判定出已经添加了将会扩散至遍及整个第一排气净化装置 11a 的燃料量时, 燃料添加停止并且例程进行至 S107。

在 S107, 判定是否从完成(停止)从第一燃料添加阀 14a 添加燃料起已经经过了后期无还原剂添加时段。这里, 后期无还原剂添加时段是从燃料添加停止起直到在通过第一分支通路 10a 的排气流量处于最小能输送流量的情况下认为所添加的燃料已到达并且扩散至遍及整个第一排气净化装置 11a 为止的时段。该时段等效于图 3 中从 t8 到 t9 的时段。

在 S107, 当判定出未经过后期无还原剂添加时段时, 例程重复 S107 的处理。即, S107 的处理被重复, 直到判定出已经经过了后期无还原剂添加时段为止。当在 S107 判定出已经经过了后期无还原剂添加时段时, 认为所添加的燃料充分地扩散在第一排气净化装置 11a 中, 例程进行至 S108。

在 S108, 第一阀 12a 迅速关闭。此时, 如上所述, 阀关闭速度至少比在 S102 的阀关闭操作中的阀关闭速度快, 并且是第一阀 12a 的最可能快的阀关闭速度。在本实施例中, 由该阀关闭速度所实现的排气流量的降低速度等效于第二速度。这允许通过第一分支通路 10a 的排气流量被尽可能快地减小至大约为零, 由此允许燃料被保持在遍及整个第一排气净化装置 11a 的扩散状态。当在 S108 的处理完成时, 例程进行至 S109。

在 S109, 在第一阀 12a 在 S108 中被完全关闭之后, 判定在第一排气净化装置 11a 中的 NO_x 还原反应是否完成。具体地, 可判定是否经过了基于在当前的 NO_x 还原处理开始时累积在第一排气净化装置 11a 中的 NO_x 的量以及在从 S105 至 S106 的处理中添加的燃料量的反应时间。当判定出

NO_x 还原反应还未完成时, 例程重复 S109 的处理, 直到 NO_x 还原反应完成为止。当在 S109 判定 NO_x 还原反应已经完成时, 例程进行至 S110。

在 S110, 向第一阀 12a 输出完全开启指令, 并且第一阀 12a 达到完全开启状态。当在 S110 的处理完成时, 例程终止。

注意, 在前述流程中, 在 S102 和 S103 中的处理等效于第一流量减小处理。另外, 从 S104 到 S107 的处理等效于还原剂添加处理。另外, 在 S108 中的处理等效于第二流量减小处理。最后, 在本实施例中, 执行如前所述的 NO_x 还原处理例程的 ECU 35 用作净化能力再生控制装置。

在前述实施例中, 说明了在第一排气净化装置 11a 中的 NO_x 还原处理。注意, 可仅通过用第二分支通路 10b 替换第一分支通路 10a, 用第二排气净化装置 11b 替换第一排气净化装置 11a, 用第二阀 12b 替换第一阀 12a, 并且用第二燃料添加阀 14b 替换第一燃料添加阀 14a, 而以相同的方式说明在第二排气净化装置 11b 中的 NO_x 还原处理。

在前述实施例中, 当第一阀 12a 关闭至最小能输送开度时, 可通过反馈控制来将第一阀 12a 在阀关闭期间的阀关闭速度控制成要求的速度。即, 可使用反馈控制来将第一阀 12a 的开度改变的速度保持在允许最高程度的控制的速度或使得第一阀 12a 的阀关闭操作仅很小地影响驾驶性能的速度。

这使得可能更精确地控制第一阀 12a 的最小能输送开度, 或更可靠地抑制由转矩冲击引起的驾驶性能的恶化。

在前述实施例中, 说明了本发明应用于在第一排气净化装置 11a 中的 NO_x 还原处理的实例, 但本发明还可应用于通过在第一排气净化装置 11a 中添加还原剂实现的其它净化能力再生处理。其它净化能力再生处理的例子可包括 SO_x 再生处理和颗粒物 (PM) 再生处理。

例如, 当本发明应用于 SO_x 再生处理时, 可使用前述的处理流程, 或省略在图 4 中的 S108 和 S109, 使得从 S101 到 S107 再加上 S110 的处理被重复多次。如果这样做, 则在第一阀 12a 的开度处于最小能输送开度的同时添加燃料的控制程序能够持续地执行多次, 允许控制程序更适于 SO_x 再

生处理。

在前述实施例中,说明了通过向 NO_x 储存还原型催化剂添加燃料作为还原剂执行的 NO_x 还原处理等,但也可应用通过向排气通路供给尿素水溶液作为还原剂来还原排气中的 NO_x 的选择型 NO_x 储存催化剂系统。

在前述实施例中,所说明的控制程序用于在设置在排气净化系统(其中排气通路被分成两个分支通路)的两个分支通路之一内的排气净化装置中的 NO_x 还原处理。但本发明也可以应用于在设置在排气净化系统(其中排气通路被分成三个或更多分支通路)的任意分支通路内的排气净化装置中执行的 NO_x 还原处理。

在前述实施例中,第一开度被限定为实现最小能输送流量的最小能输送开度,该最小能输送流量是能够将由第一燃料添加阀 14a 添加的还原剂可靠地输送至下游的最小排气流量。但第一开度并不限于本实例。只要使第一开度小于第一阀 12a 在 NO_x 还原处理开始之前的开度,本发明就会在某种程度上是有效的。

在前述实施例中,第二开度被限定为当阀处于完全闭合状态时的开度,但第二开度并不限于本实例。该第二开度可以是由还原剂添加装置 14a 添加的燃料在排气净化装置 11a 内扩散和反应确保足够的时间的任意开度。

工业适用性

在包括从排气通路分出的多个分支通路以及设置在各分支通路内的排气净化装置的排气净化系统中应用本发明,使得可能更可靠或更有效地再生排气净化装置的净化能力。

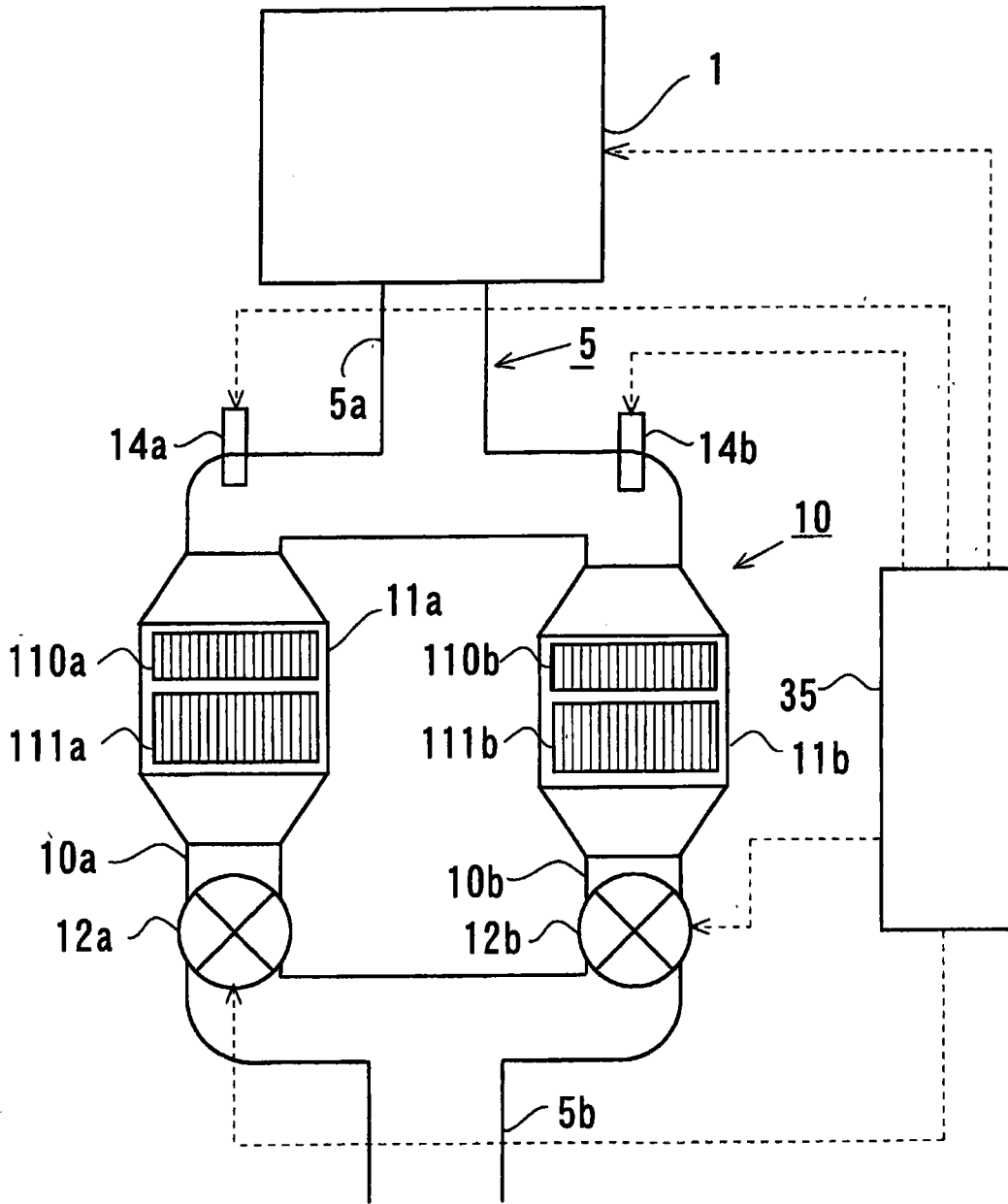


图 1

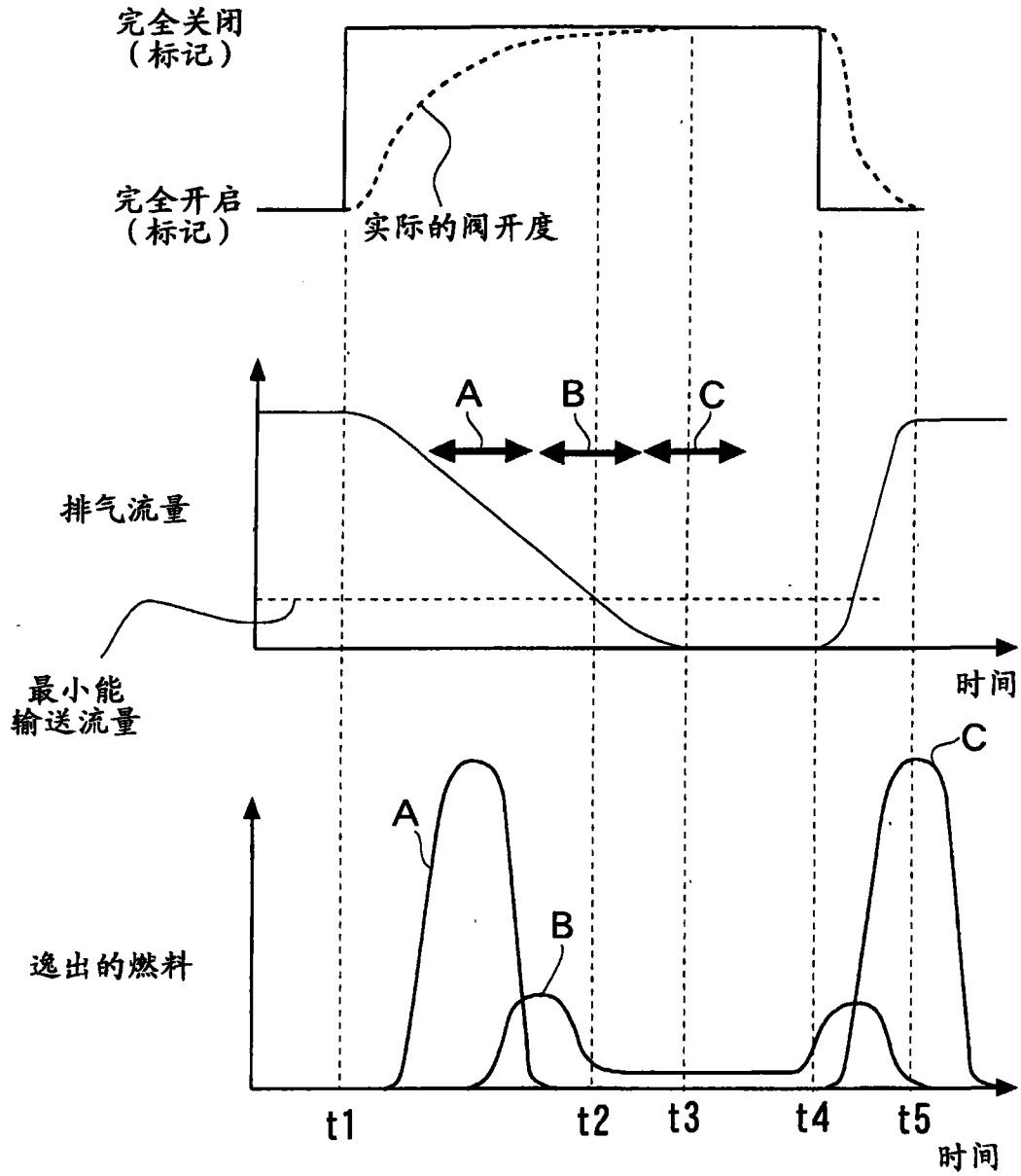


图 2

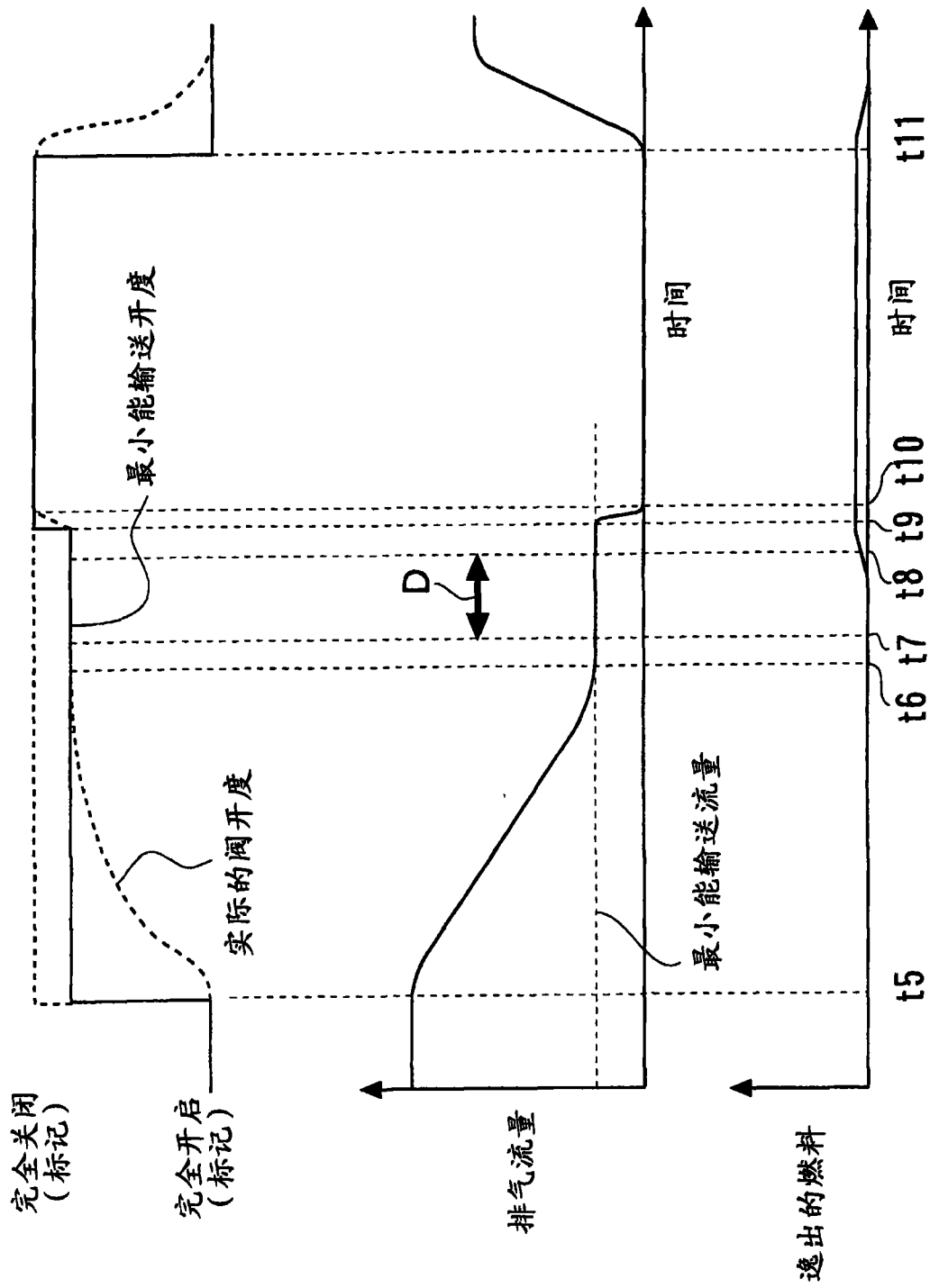


图 3

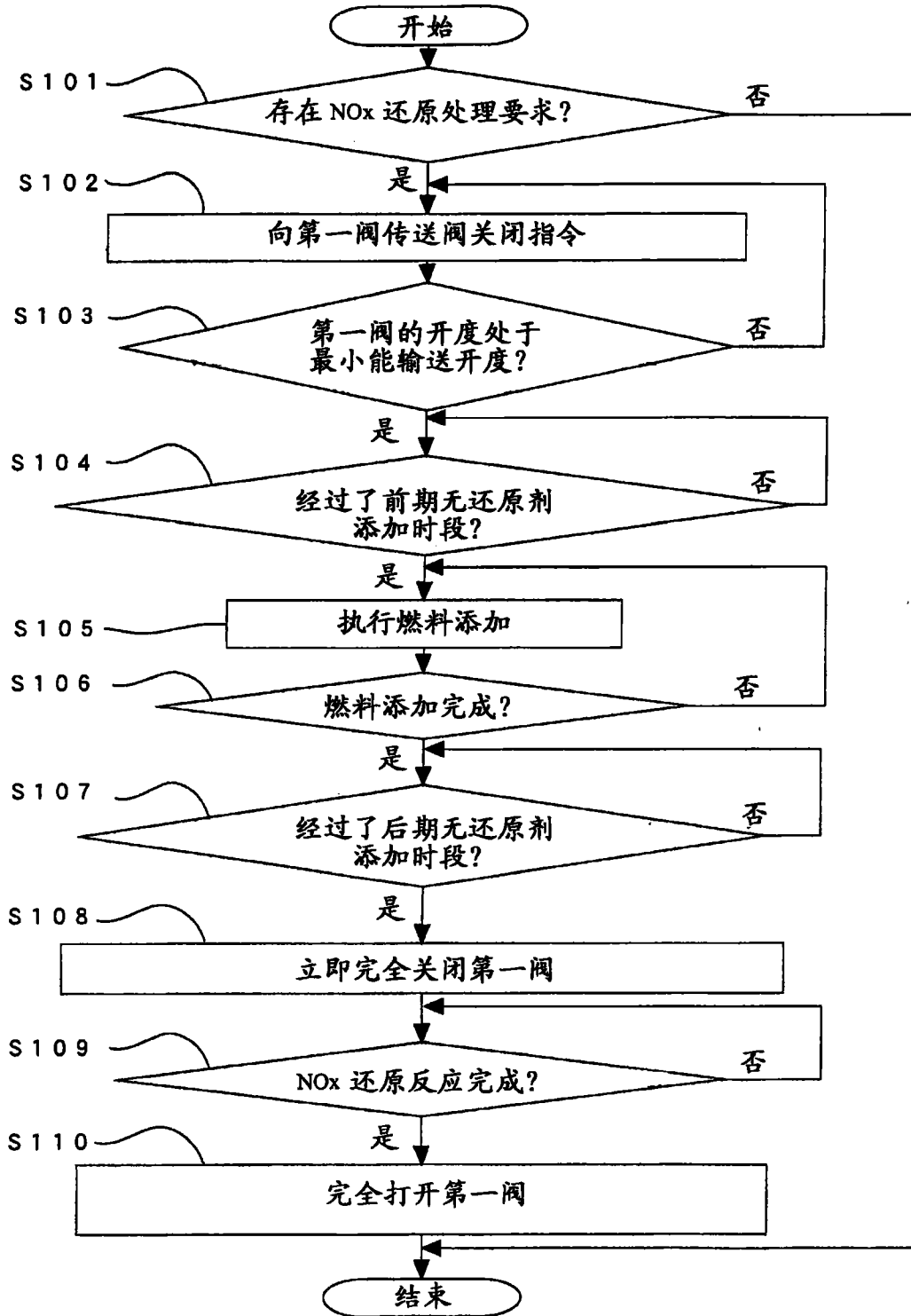


图 4