



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101641511 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 21

(21) 申请号 200880006977. 7

F02D 13/02 (2006. 01)

(22) 申请日 2008. 02. 26

F02D 21/08 (2006. 01)

(30) 优先权数据

F02P 5/15 (2006. 01)

054183/2007 2007. 03. 05 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2009. 09. 02

JP 特开 2006-183511 A, 2006. 07. 13, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

JP 特开 2007-127004 A, 2007. 05. 24, 全文.

PCT/JP2008/053232 2008. 02. 26

JP 特开平 6-108903 A, 1994. 04. 19, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

JP 特开 2003-148183 A, 2003. 05. 21, 全文.

W02008/108212 JA 2008. 09. 12

JP 特开平 7-133742 A, 1995. 05. 23, 全文.

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社

JP 特开 2005-61239 A, 2005. 03. 10, 全文.

地址 日本爱知县

JP 特开 2002-371893 A, 2002. 12. 26, 全文.

(72) 发明人 守谷荣记 田所亮

JP 特开 2002-47979 A, 2002. 02. 15, 全文.

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

JP 特开 2007-127004 A, 2007. 05. 24, 全文.

利商标事务所 11038

审查员 张广宇

代理人 史雁鸣

(51) Int. Cl.

F02D 45/00 (2006. 01)

F01N 3/20 (2006. 01)

F01N 3/24 (2006. 01)

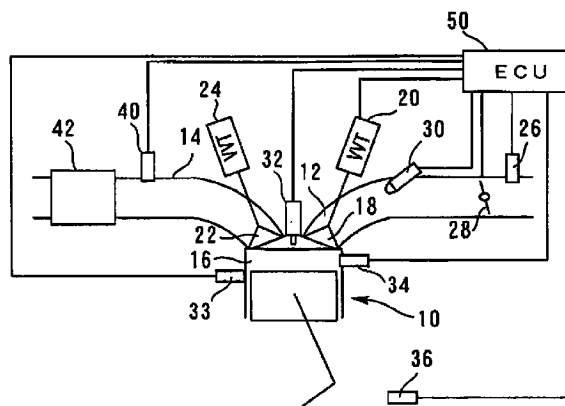
权利要求书 3 页 说明书 24 页 附图 10 页

(54) 发明名称

内燃机的控制装置

(57) 摘要

本发明涉及内燃机的控制装置,其目的是通过利用气缸内压作为基础数据精度良好地推定排出的废气的NO_x浓度。设置检测内燃机(10)的气缸内压P₀的气缸内压传感器(34)。根据气缸内压P₀及气缸内容积V₀(θ是曲柄角)计算出与气缸内消耗的内部能量具有相关性的内部能量相关值(ΣV·dP₀/dθ·Δθ)。利用负荷率KL将上述内部能量相关值规格化,进而,通过利用负荷率KL的函数f(kl)进行修正,计算出排出的废气中的NO_x浓度推定值[NO_x] = {(ΣV·dP₀/dθ·Δθ)/KL} × f(kl)。



1. 一种内燃机的控制装置,其特征在于,包括:

气缸内压传感器,所述气缸内压传感器检测内燃机的气缸内压,

内部能量相关值计算机构,所述内部能量相关值计算机构根据前述气缸内压,计算与在前述气缸内消耗的内部能量具有相关性的内部能量相关值,

NO_x 浓度推定机构,所述 NO_x 浓度推定机构根据前述内部能量相关值,计算排出的废气中的 NO_x 浓度推定值,

前述内部能量相关值计算机构配备有 MFB 计算机构,所述 MFB 计算机构根据前述气缸内压计算 MFB,所述 MFB 表示在膨胀行程开始后直到特定的曲柄角为止结束的燃烧的比例,将该 MFB 作为前述内部能量相关值计算出来。

2. 如权利要求 1 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,

配备有进气量检测机构,所述进气量检测机构检测内燃机的进气量,

前述 NO_x 浓度推定机构包括:

NO_x 量计算机构,所述 NO_x 量计算机构根据前述内部能量相关值,计算从内燃机排出的 NO_x 排出量,

规格化机构,所述规格化机构通过用前述进气量将前述 NO_x 排出量规格化,计算前述 NO_x 浓度推定值。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,

配备有进气量检测机构,所述进气量检测机构检测内燃机的进气量,

前述 NO_x 浓度推定机构包括修正机构,前述进气量越多,所述修正机构将前述 NO_x 浓度推定值修正得越低。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,

配备有空燃比检测机构,所述空燃比检测机构检测在气缸内燃烧的混合气的空燃比,

前述 NO_x 浓度推定机构包括修正机构,前述空燃比越稀,所述修正机构将前述 NO_x 浓度推定值修正得越高。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,

配备有残留气体量相关值检测机构,所述残留气体量相关值检测机构检测与排气行程之后残留在气缸内的残留气体量具有相关性的残留气体量相关值,

前述 NO_x 浓度推定机构包括修正机构,根据前述残留气体量相关值推定出的前述残留气体量越多,所述修正机构将前述 NO_x 浓度推定值修正得越低。

6. 如权利要求 5 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,

配备有进气量检测机构,所述进气量检测机构检测内燃机的进气量,

推定出的前述进气量和前述残留气体量之和越多,前述修正机构将前述 NO_x 浓度推定值修正得越低。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,配备有:

控制机构,所述控制机构以使前述 NO_x 浓度推定值接近于 NO_x 浓度目标值的方式控制内燃机,

NO_x 浓度目标值设定机构,所述 NO_x 浓度目标值设定机构根据内燃机的运转状态,设定前述 NO_x 浓度目标值。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,配备有:

输出效率指标计算机构,所述输出效率指标计算机构计算与内燃机的输出效率具有相关性的输出效率指标,

指标偏差计算机构,所述指标偏差计算机构计算作为指标偏差的前述输出效率指标与输出效率指标目标值之差,

浓度偏差计算机构,所述浓度偏差计算机构计算作为浓度偏差的前述 NO_x 浓度推定值与 NO_x 浓度目标值之差,

评价值计算机构,所述评价值计算机构对评价值进行计算,其中,前述指标偏差越大则所述评价值变得越大,并且,前述浓度偏差越大则所述评价值变得越大,

点火时间控制机构,所述点火时间控制机构以使前述评价值变得最小的方式控制内燃机的点火时间。

9. 如权利要求 8 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,

前述评价值计算机构将前述指标偏差与前述浓度偏差按各自的加权系数的比例反映在前述评价值中,

并且,所述内燃机的控制装置配备有加权系数变更机构,所述加权系数变更机构根据内燃机的状态使前述加权系数的比例变化。

10. 如权利要求 9 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,配备有:

催化剂,所述催化剂用于净化排出的废气,

催化剂恶化判定机构,所述催化剂恶化判定机构判断前述催化剂的恶化,

前述加权系数变更机构包括恶化应对机构,所述恶化应对机构,在认识到前述催化剂恶化的情况下,加大前述浓度偏差的加权系数的比例。

11. 如权利要求 9 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,配备有:

催化剂,所述催化剂用于净化排出的废气,

净化剩余能力推定机构,所述净化剩余能力推定机构推定前述催化剂的 NO_x 净化剩余能力,

再生机构,所述再生机构实施用于使前述催化剂的 NO_x 净化剩余能力恢复的再生处理,

可否实施判断机构,所述可否实施判断机构判断可否实施前述再生处理,

前述加权系数变更机构包括不能再生应对机构,所述不能再生应对机构在前述 NO_x 净化剩余能力在判定值以下、并且不能实施前述再生处理的情况下,加大前述浓度偏差的加权系数的比例。

12. 如权利要求 1 或 2 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,配备有:

输出效率指标计算机构,所述输出效率指标计算机构计算与内燃机的输出效率具有相关性的输出效率指标,

浓度偏差计算机构,所述浓度偏差计算机构计算作为浓度偏差的前述 NO_x 浓度推定值与 NO_x 浓度目标值之差,

指标目标值设定机构,所述指标目标值设定机构通过根据前述浓度偏差修正前述输出效率指标的基本目标值,设定输出效率指标目标值,

点火时间控制机构,所述点火时间控制机构以使前述输出效率指标接近于前述输出效率指标目标值的方式控制内燃机的点火时间。

13. 如权利要求 1 或 2 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,配备有:

可变气门正时机构,所述可变气门正时机构能够变更内燃机的进气门及排气门中的至少一个的打开特性,以使气门重叠期间变化,

控制机构,所述控制机构以使前述 NOx 浓度推定值接近于 NOx 浓度目标值的方式控制前述可变气门正时机构。

14. 一种内燃机的控制装置,其特征在于,包括:

气缸内压传感器,所述气缸内压传感器检测内燃机的气缸内压,

内部能量相关值计算机构,所述内部能量相关值计算机构根据前述气缸内压,计算与在前述气缸内消耗的内部能量具有相关性的内部能量相关值,

NOx 浓度推定机构,所述 NOx 浓度推定机构根据前述内部能量相关值,计算排出的废气中的 NOx 浓度推定值,

转速传感器,所述转速传感器检测内燃机的转速,

前述内部能量相关值计算机构配备有:

第一计算机构,所述第一计算机构根据对气缸内容积和每一曲柄角的气缸内压力变化率的乘积在膨胀行程中进行积分的结果,计算前述内部能量相关值,

第二计算机构,所述第二计算机构根据膨胀行程刚开始之后的气缸内容积和气缸内压力的乘积与前述膨胀行程的结束时刻附近的气缸内容积和气缸内压力的乘积之差,计算前述内部能量相关值,

计算方法选择机构,所述计算方法选择机构在内燃机转速处于判定值以下的情况下,选择由前述第一计算机构进行的计算,在内燃机转速超过前述判定值的情况下,选择由前述第二计算机构进行的计算。

15. 如权利要求 1 所述的内燃机的控制装置,其特征在于,配备有:

NOx 浓度传感器,所述 NOx 浓度传感器检测排出的废气中的 NOx 浓度,

异常判定机构,在前述 NOx 浓度的检测值与前述 NOx 浓度推定值之差超过判定值的情况下,所述异常判定机构判定前述 NOx 浓度传感器异常。

16. 如权利要求 1、2、14 和 15 任何一项所述的内燃机的控制装置,其特征在于,

前述内燃机具有多个气缸,

前述气缸内压力传感器分别配置在多个气缸中,

前述内部能量相关值计算机构对于前述多个气缸的每一个计算前述内部能量相关值,

前述 NOx 浓度推定机构对于前述多个气缸的每一个计算前述 NOx 浓度推定值,

所述内燃机的控制装置配备有正确与否判定机构,所述正确与否判定机构,在对于前述多个气缸的每一个计算出来的 NOx 浓度推定值的离散性收敛于规定的范围内的情况下,判断为 NOx 浓度推定值的推定结果是正确的。

内燃机的控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及内燃机的控制装置,特别是,涉及适合于正确地推定包含在搭载于车辆上的内燃机的排出的废气中的 NOx 的浓度的内燃机的控制装置。

背景技术

[0002] 过去,例如,如日本特开 2002-195071 号公报所揭示的那样,已知具有推定包含在内燃机的排出的废气中的 NOx 的浓度的功能的系统。更具体地说,在上述专利文献中,揭示了根据进气量、进气温度、进气压力、空燃比及 EGR(Exhaust Gas Recirculation 废气再循环)率,推定排出的废气的 NOx 浓度的方法。

[0003] 如果能够通过运算推定排出的废气的 NOx 浓度,则例如能够控制内燃机,以便 NOx 浓度不超过允许值。因此,利用上述方法推定 NOx 浓度对于改善内燃机的排放特性是有用的。

[0004] 专利文献 1:日本特开 2002-195071 号公报

[0005] 专利文献 2:日本特开 2000-345895 号公报

发明内容

[0006] 但是,排出的废气的 NOx 浓度,对应于气缸内的混合气的燃烧状态,显示出大的变化。另外,气缸内的混合气的燃烧状态,由于点火时间的变化,进而,由于爆震的发生,产生大的变化。并且,在上述现有技术的系统中,在 NOx 浓度的推定中不能反映这种燃烧状态的变化。这说明在上述现有技术的系统中,对于 NOx 浓度的推定精度还存在改进的余地。

[0007] 本发明是为了解决上述课题而做出的,其目的是提供一种通过利用气缸内压作为基础数据能够以良好的精度推定排出的废气的 NOx 浓度的内燃机的控制装置。

[0008] 第一个发明,为了达到上述目的,其特征在于,在内燃机的控制装置中,包括:

[0009] 气缸内压传感器,所述气缸内压传感器检测内燃机的气缸内压,

[0010] 内部能量相关值计算机构,所述内部能量相关值计算机构根据前述气缸内压,计算与在前述气缸内消耗的内部能量具有相关性的内部能量相关值,

[0011] NOx 浓度推定机构,所述 NOx 浓度推定机构根据前述内部能量相关值,计算排出的废气中的 NOx 浓度推定值。

[0012] 另外,第二个发明,其特征在于,在第一个发明中,

[0013] 配备有进气量检测机构,所述进气量检测机构检测内燃机的进气量,

[0014] 前述 NOx 浓度推定机构包括:

[0015] NOx 量计算机构,所述 NOx 量计算机构根据前述内部能量相关值,计算从内燃机排出的 NOx 排出量,

[0016] 规格化机构,所述规格化机构通过用前述进气量将前述 NOx 排出量规格化,计算前述 NOx 浓度推定值。

[0017] 另外,第三个发明,其特征在于,在第一或第二个发明中,

- [0018] 配备有进气量检测机构,所述进气量检测机构检测内燃机的进气量,
- [0019] 前述 NO_x 浓度推定机构包括修正机构,前述进气量越多,所述修正机构将前述 NO_x 浓度推定值修正得越低。
- [0020] 另外,第四个发明,其特征在于,在第一至第三个发明的任何一项中,
- [0021] 配备有空燃比检测机构,所述空燃比检测机构检测出在气缸内燃烧的混合气的空燃比,
- [0022] 前述 NO_x 浓度推定机构包括修正机构,前述空燃比越稀,所述修正机构将前述 NO_x 浓度推定值修正得越高。
- [0023] 另外,第五个发明,其特征在于,在第一至第四个发明的任何一项中,
- [0024] 配备有残留气体量相关值检测机构,所述残留气体量相关值检测机构检测与排气行程之后残留在气缸内的残留气体量具有相关性的残留气体量相关值,
- [0025] 前述 NO_x 浓度推定机构包括修正机构,根据前述残留气体量相关值推定出的前述残留气体量越多,所述修正机构将前述 NO_x 浓度推定值修正得越低。
- [0026] 另外,第六个发明,其特征在于,在第五个发明中,
- [0027] 配备有进气量检测机构,所述进气量检测机构检测内燃机的进气量,
- [0028] 推定出的前述进气量和前述残留气体量之和越多,前述修正机构将前述 NO_x 浓度推定值修正得越低。
- [0029] 另外,第七个发明,其特征在于,在第一至第六个发明的任何一项中,配备有:
- [0030] 控制机构,所述控制机构控制内燃机,以便使前述 NO_x 浓度推定值接近于 NO_x 浓度目标值,
- [0031] NO_x 浓度目标值设定机构,所述 NO_x 浓度目标值设定机构根据内燃机的运转状态,设定前述 NO_x 浓度目标值。
- [0032] 另外,第八个发明,其特征在于,在第一至第七个发明的任何一项中,配备有:
- [0033] 输出效率指标计算机构,所述输出效率指标计算机构计算与内燃机的输出效率具有相关性的输出效率指标,
- [0034] 指标偏差计算机构,所述指标偏差计算机构计算作为指标偏差的前述输出效率指标与输出效率指标目标值之差,
- [0035] 浓度偏差计算机构,所述浓度偏差计算机构计算作为浓度偏差的前述 NO_x 浓度推定值与 NO_x 浓度目标值之差,
- [0036] 评价价值计算机构,所述评价价值计算机构计算评价价值,其中,前述指标偏差越大则所述评价价值变得越大,并且,前述浓度偏差越大则所述评价价值变得越大,
- [0037] 点火时间控制机构,所述点火时间控制机构以使前述评价价值变得最小的方式控制内燃机的点火时间。
- [0038] 另外,第九个发明,其特征在于,在第八个发明中,
- [0039] 前述评价价值计算机构将前述指标偏差与前述浓度偏差按各自的加权系数的比例反映在前述评价价值中,
- [0040] 并配备有加权系数变更机构,所述加权系数变更机构根据内燃机的状态使前述加权系数的比例变化。
- [0041] 另外,第十个发明,其特征在于,在第九个发明中,配备有:

- [0042] 催化剂,所述催化剂用于净化排出的废气,
- [0043] 催化剂恶化判定机构,所述催化剂恶化判定机构判断前述催化剂的恶化,
- [0044] 前述加权系数变更机构包括恶化应对机构,所述恶化应对机构,在认识到前述催化剂的恶化的情况下,加大前述浓度偏差的加权系数的比例。
- [0045] 另外,第十一个发明,其特征在于,在第九或第十个发明中,配备有:
- [0046] 催化剂,所述催化剂用于净化排出的废气,
- [0047] 净化剩余能力推定机构,所述净化剩余能力推定机构推定前述催化剂的 NOx 净化剩余能力,
- [0048] 再生机构,所述再生机构实施用于使前述催化剂的 NOx 净化剩余能力恢复的再生处理,
- [0049] 可否实施判断机构,所述可否实施判断机构判断可否实施前述再生处理,
- [0050] 前述加权系数变更机构包括不能再生应对机构,所述不能再生应对机构在前述 NOx 净化剩余能力在判定值以下、并且不能实施前述再生处理的情况下,加大前述浓度偏差的加权系数的比例。
- [0051] 另外,第十二个发明,其特征在于,在第一至第七个发明的任何一项中,配备有:
- [0052] 输出效率指标计算机构,所述输出效率指标计算机构计算与内燃机的输出效率具有相关性的输出效率指标,
- [0053] 浓度偏差计算机构,所述浓度偏差计算机构计算作为浓度偏差的前述 NOx 浓度推定值与 NOx 浓度目标值之差,
- [0054] 指标目标值设定机构,所述指标目标值设定机构通过根据前述浓度偏差修正前述输出效率指标的基本目标值,设定输出效率指标目标值,
- [0055] 点火时间控制机构,所述点火时间控制机构以使前述输出效率指标接近于前述输出效率指标目标值的方式,控制内燃机的点火时间。
- [0056] 另外,第十三个发明,其特征在于,在第一至第十二个发明的任何一项中,配备有:
- [0057] 可变气门正时机构,所述可变气门正时机构能够变更内燃机的进气门及排气门中的至少一个的打开特性,以使气门重叠期间变化,
- [0058] 控制机构,所述控制机构以使前述 NOx 浓度推定值接近于 NOx 浓度目标值的方式控制前述可变气门正时机构。
- [0059] 另外,第十四个发明,其特征在于,在第一个发明中,
- [0060] 前述内部能量相关值计算机构配备有 MFB 计算机构,所述 MFB 计算机构根据前述气缸内压计算 MFB,所述 MFB 表示在膨胀行程开始后直到特定的曲柄角为止结束的燃料的比例,
- [0061] 计算作为前述内部能量相关值的所述 MFB。
- [0062] 另外,第十五个发明,其特征在于,在第一个发明中,
- [0063] 配备有检测发动机转速的转速传感器,
- [0064] 前述内部能量相关值计算机构配备有:
- [0065] 第一计算机构,所述第一计算机构根据对气缸内容积和每一曲柄角的气缸内压力变化率的乘积在膨胀行程中进行积分的结果,计算前述内部能量相关值,

[0066] 第二计算机构,所述第二计算机构根据膨胀行程刚开始之后的气缸内容积和气缸内压力的乘积与前述膨胀行程结束时刻附近的气缸内容积和气缸内压力的乘积之差,计算出前述内部能量相关值,

[0067] 计算方法选择机构,所述计算方法选择机构在发动机转速处于判定值以下的情况下,选择由前述第一计算机构进行的计算,在发动机转速超过前述判定值的情况下,选择由前述第二计算机构进行的计算。

[0068] 另外,第十六个发明,其特征在于,在第一个发明中,配备有:

[0069] NO_x 浓度传感器,所述 NO_x 浓度传感器检测排出的废气中的 NO_x 浓度,

[0070] 异常判定机构,在所述 NO_x 浓度的检测值与前述 NO_x 浓度的推定值之差超过判定值的情况下,所述异常判定机构判定为前述 NO_x 浓度传感器异常。

[0071] 另外,第十七个发明,其特征在于,在第一至第十六个发明的任何一项中,

[0072] 前述内燃机具有多个气缸,

[0073] 前述气缸内压力传感器分别配置在多个气缸中,

[0074] 前述内部能量相关值计算机构对于前述多个气缸的每一个计算前述内部能量相关值,

[0075] 前述 NO_x 浓度推定机构对于前述多个气缸的每一个计算前述 NO_x 浓度推定值,

[0076] 并且,所述第十七个发明配备有正确与否判定机构,所述正确与否判定机构,在对于前述多个气缸的每一个计算出来的 NO_x 浓度推定值的离散性收敛于规定的范围内的情况下,判断为 NO_x 浓度推定值的推定结果是正确的。

[0077] 根据第一个发明,可以根据内燃机的气缸内压计算内部能量相关值。通过提高燃烧气体的温度,容易产生 NO_x。因此,NO_x 浓度对于气缸内消耗的内部能量显示出强相关性。从而,根据本发明,可以高精度地推定排出的废气的 NO_x 浓度。

[0078] 根据第二个发明,可以根据内部能量相关值计算 NO_x 排出量。如果燃烧气体的量多,则 NO_x 排出量当然变多。根据本发明,通过利用进气量将 NO_x 排出量规格化,可以高精度地计算出 NO_x 浓度。

[0079] 根据第三个发明,可以进气量越多、将 NO_x 浓度推定值修正得越低。在进气量少的区域,相对于进气量的增加,内部能量显示出成比例地增加。但是,在进气量多的区域,由于放热而损失的能量等的比例变大,相对于进气量的增加而言的内部能量的增加比例变得缓和。结果,在进气量多的区域,相对于进气量而言,所产生的 NO_x 量相对地变成少量的。根据本发明,通过修正该影响,不管进气量的多少,都可以正确地推定 NO_x 浓度。

[0080] 根据第四个发明,可以空燃比越稀将 NO_x 浓度推定值修正得越高。空燃比变得越稀,即,混合气中的氧的量变得越多,越容易产生 NO_x。根据本发明,通过修正这种影响,可以与空燃比的高低无关地正确推定 NO_x 浓度。

[0081] 根据第五个发明,可以在排气行程之后残留在气缸内的残留气体量越多、将 NO_x 浓度推定值修正得越低。由于在气缸内产生的能量被残留气体夺走,所以残留气体的量越多,燃烧气体的温度越难以上升。因此,残留气体越多,NO_x 浓度越容易变低。根据本发明,通过修正这种影响,可以与残留气体的多少无关地正确推定 NO_x 浓度。

[0082] 根据第六个发明,可以进气量和残留气体量之和越多、将 NO_x 浓度推定值修正得越低。因此,根据本发明,可以将进气量的影响和残留气体的影响两者恰当地反映在 NO_x 浓

度中。

[0083] 根据第七个发明,可以按照使 NO_x 浓度推定值接近于 NO_x 浓度目标值的方式控制内燃机。进而,根据本发明,可以根据内燃机的运转状态,变更 NO_x 浓度目标值。因此,根据本发明,可以既恰当地控制 NO_x 浓度,又以高的自由度应对对于内燃机的要求。

[0084] 根据第八个发明,可以计算出输出效率指标与其目标值之差(指标偏差)越大、并且 NO_x 浓度推定值与其目标值之差(浓度偏差)越大则变得越大的评价值。进而,根据本发明,可以控制点火时间,以便其评价值变成最小。输出效率和 NO_x 浓度推定值越都接近于目标值,评价值越变成小的值。因此,根据本发明,能够以将输出效率和 NO_x 浓度两者最佳化的状态使内燃机动作。

[0085] 根据第九个发明,能够将表示与输出效率的目标的偏离的指标偏差和 NO_x 浓度的前述浓度偏差按各自的加权系数的比例反映在评价值中。进而,根据本发明,可以使各自的加权系数的比例变化。因此,根据本发明,可以使内燃机的状态从重视输出效率的状态变化到重视 NO_x 浓度的状态。

[0086] 根据第十个发明,可以在认识到催化剂恶化的情况下,设定为重视 NO_x 浓度。根据这种设定,即使在催化剂恶化的情况下,也可以充分抑制 NO_x 的排出量。

[0087] 根据第十一个发明,可以通过再生处理使催化剂的 NO_x 净化力恢复。但是,在不能实施再生处理的情况下,不能谋求这种恢复。根据本发明,在这种状况下,可以设定成重视 NO_x 浓度。根据这种设定,因为催化剂应当净化的 NO_x 的量减少,所以,直到能够实施再生处理为止,可以充分抑制排出的 NO_x 量。

[0088] 根据第十二个发明,可以根据 NO_x 浓度推定值与其目标值之差(浓度偏差)修正输出效率指标的基本目标值。进而,根据本发明,可以控制点火时间,以便使内燃机的输出效率指标接近于修正后的输出效率指标目标值。因此,根据本发明,能够以使输出效率和 NO_x 浓度两者最佳化的状态使内燃机动作。

[0089] 根据第十三个发明,通过使可动气门传动机构动作,使气门重叠期间变化,结果,可以使气缸内的残留气体量变化。残留气体量给予 NO_x 浓度影响。在本发明中,利用这种性质,可以控制可变气门正时机构,以便 NO_x 浓度推定值接近于其目标值。因此,根据本发明,可以不会影响点火时间,而使 NO_x 浓度推定值接近于其目标值。

[0090] 根据第十四个发明,作为内部能量相关值计算出 MFB,可以根据该 MFB 计算出 NO_x 浓度推定值。因此,根据本发明,可以简单地求出 NO_x 浓度推定值。

[0091] 根据第十五个发明,可以利用伴有积分运算的第一计算方法和运算负荷低的第二计算方法计算内部能量相关值。另外,根据本发明,运算负荷高的第一计算方法只在发动机转速低的区域中使用,在发动机转速高的区域中使用第二计算方法。因此,根据本发明,可以在低转速区域中高精度地计算 NO_x 浓度推定,并且,在高转速区域中防止产生过剩的运算负荷。

[0092] 根据第十六个发明,通过判断 NO_x 浓度的检测值是否较大地偏离 NO_x 浓度推定值,可以正确地进行 NO_x 浓度传感器的异常判定。

[0093] 根据第十七个发明,通过比较对于多个气缸的每一个算出的 NO_x 浓度推定值,可以判断 NO_x 浓度推定值是否正确。

附图说明

- [0094] 图 1 是用于说明本发明的实施形式 1 的系统的结构的图示。
- [0095] 图 2 是表示内燃机的负荷率 KL 与 NO_x 排出量的实测值的关系的图示。
- [0096] 图 3 是用于说明用于使在负荷率 KL 大的区域中 NO_x 排出量的增加率变得缓和的倾向反映到 NO_x 浓度推定值 [NO_x] 中的修正系数 f(k1) 的一个例子的图示。
- [0097] 图 4 是在 $0 \leq KL \leq 100$ 的范围内表示 $Y = KL$ 的关系和 $Y = KL * f(KL)$ 的关系的图示。
- [0098] 图 5 是表示本发明的实施形式 1 的系统计算出来的 NO_x 浓度推定值 [NO_x] 与排出的废气中的 NO_x 浓度的实测值的相关性的图示。
- [0099] 图 6 是表示伴随着 VVT 的动作的残留气体量的变化对于由式 (4) 给出的 NO_x 浓度推定值 [NO_x] 的影响的结果。
- [0100] 图 7 是用于说明进气门的提前角量与进气管压力 P_m 的关系的图示。
- [0101] 图 8 是表示根据式 (6) 计算出的 NO_x 浓度推定值 [NO_x] 和 NO_x 浓度的实测值的相关性的图示。
- [0102] 图 9 是在本发明的实施形式 4 中用于说明 ECU 实施的控制的内容的框图。
- [0103] 图 10 是在本发明的实施形式 4 中 ECU 实施的程序的流程图。
- [0104] 图 11 是在本发明的实施形式 5 中用于说明 ECU 实施的控制的内容的框图。
- [0105] 图 12 是用于说明内燃机的排出的废气中的 NO_x 浓度与负荷率 KL 的关系的图示。
- [0106] 图 13 是在本发明的实施形式 7 中用于说明 ECU 实施的控制的内容的框图。
- [0107] 图 14 是在本发明的实施形式 8 中用于说明 ECU 实施的控制的内容的框图。
- [0108] 图 15 是在本发明的实施形式 9 中用于说明 ECU 实施的控制的内容的框图。
- [0109] 图 16 是以 $MFB_{@ATDC8}$ 作为参数表示 $\int V \cdot dP$ 与曲柄角 θ 的关系的图示。
- [0110] 图 17 表示从内燃机排出的 NO_x 浓度的实测值与 $MFB_{@ATDC8}$ 的关系。
- [0111] 图 18 表示 NO_x 浓度的实测值与 $(\int V \cdot dP) / KL$ 的关系。
- [0112] 图 19 是表示 $(\int V \cdot dP) / \tau$ 与 $MFB_{@ATDC8}$ 的相关性的图示。
- [0113] 图 20 表示将 θ_1 作为点火曲柄角、并且将 θ_2 作为燃烧结束曲柄角进行式 (13) 的运算的结果和 NO_x 浓度的实测值的关系。
- [0114] 图 21 表示将 θ_1 及 θ_2 改变成 (14) 中的设定, 进行式 (13) 的运算的结果。
- [0115] 图 22 是表示 $MFB_{@ATDC8}$ 与 CA_{pmax} 的关系的图示。
- [0116] 图 23 是在本发明的实施形式 12 中 ECU 实施的程序的流程图。
- [0117] 图 24 是用于说明本发明的实施形式 13 的系统的结构的图示。
- [0118] 图 25 是在本发明的实施形式 13 中 ECU 实施的程序的流程图。
- [0119] 符号说明
- [0120] 10 内燃机
- [0121] 18 进气门
- [0122] 22 排气门
- [0123] 20 进气侧 VVT
- [0124] 26 空气流量计
- [0125] 34 气缸内压传感器

- [0126] 36 曲轴角传感器
- [0127] 50ECU(电子控制单元)
- [0128] 90NO_x 传感器
- [0129] V₀ 气缸内容积
- [0130] P₀ 气缸内压力
- [0131] KL 负荷率
- [0132] P_m 进气管压力
- [0133] SA 点火提前角值
- [0134] τ 燃料喷射时间
- [0135] NE 发动机转速
- [0136] Ga 进气量
- [0137] CA_{pmax} 最大气缸内压曲柄角

具体实施方式

[0138] 实施形式 1.

[0139] [实施形式 1 的结构]

[0140] 图 1 是用于说明本发明的实施形式 1 的系统的结构的图示。本实施形式的系统配备有内燃机 10。内燃机 10 是配备有多个气缸的多缸式的内燃机。在图 1 中以这些气缸中的一个作为代表例来表示。

[0141] 在内燃机 10 的各个气缸中,进气通路 12 和排气通路 14 连通。在气缸内 16 与进气通路 12 的交界处设置进气门 18。进气门 18 由可变气门正时机构 (VVT) 20 驱动。可变气门正时机构 20 可以使进气门 18 的开阀定时变化。在气缸内 16 与排气通路 14 的交界处配置排气门 22。排气门 22 被与 VVT20 具有同样功能的 VVT24 驱动。

[0142] 在进气通路 12 中组装有用于检测进气量 Ga 的空气流量计 26。在空气流量计 26 的下游配置有节气门 28。另外,在通向各个气缸的进气口处配置有燃料喷射阀 30。进而,在各个气缸中组装有火花塞 32 和气缸内压传感器 34。

[0143] 内燃机 10 配备有用于检测曲柄角的曲柄角传感器 36。在内燃机 10 的气缸组中组装有用于检测冷却水温度 THW 的水温传感器 38。排气通路 14 配备有用于检测排气空燃比的空燃比传感器 40。在空燃比传感器 40 的下游侧配置有用于净化排出的气体的催化剂 42。

[0144] 本实施形式的系统配备有 ECU(电子控制单元)50。上述各种传感器及促动器连接到 ECU50 上。ECU50 可以根据从这些传感器发出的信号恰当地控制内燃机 10 的状态。

[0145] [实施形式 1 的特征]

[0146] 本实施形式的系统具有根据气缸内压传感器 34 的输出 P 计算出排出的废气中的 NO_x 浓度推定值 [NO_x] 的功能。下面,对于本实施形式的系统计算 NO_x 浓度推定值 [NO_x] 的方法进行说明。

[0147] 在内燃机 10 的气缸内产生的能量,主要转化成变换成输出转矩的做功能量 Q_w 和在气缸内消耗的内部能量 Q_i(使气缸内气体升温的能量)。排出的废气中的 NO_x 在膨胀行程中通过气缸内气体过热而产生。因此,NO_x 的产生量与在气缸内产生的内部能量具有相

关性。

[0148] 伴随着混合气的燃烧生成的内部能量可以由下式求出。其中, V_θ 、 P_θ 分别表示在曲柄角 θ 中的气缸内容积 V 及气缸内压力 P 。另外, 下式中的积分期间从点火曲柄角 θ_1 到燃烧结束曲柄角 θ_2 。

$$[0149] \quad Q_i = \int V_\theta \cdot (dP_\theta / d\theta) d\theta \quad \dots (1)$$

[0150] 作为原则, 将内燃机 10 中的空燃比控制在理论空燃比。在这种前提下, 混合气的势能与进气量 G_a (负荷率 KL) 成比例。从而, 气缸内产生的内部能量的值以及气缸内产生的 NO_x 的量也与进气量 G_a (负荷率 KL) 成比例。从而, 排出的废气的 NO_x 浓度推定值 $[NO_x]$, 表示相对于将利用上述式 (1) 获得的内部能量用 KL 规格化的值的相关性。下式表示其关系。其中, 下式的 α 是比例系数。

$$[0151] \quad [NO_x] = \alpha \cdot Q_i / KL$$

$$[0152] \quad = \alpha \cdot \left\{ \int V_\theta \cdot (dP_\theta / d\theta) d\theta \right\} / KL \quad \dots (2)$$

[0153] 图 2 是表示内燃机 10 的负荷率 KL 与 NO_x 排出量的实测值的关系的图示。在上述 (1) 式中, 内部能量 Q_i 以与负荷率 KL 成比例为前提。但是, 当负荷率 KL 变大、气缸内产生的能量变多时, 通过壁面放出的能量损失等的比例变大, 相对负荷率 KL 的增加, 内部能量的增加率变得缓和。图 2 所示的结果就是反映这种现象的, 表示直到负荷率达到 40 为止, NO_x 排出量都大致与 KL 成比例, 在负荷率 KL 超过 40 的区域中, 随着负荷率 KL 变大, NO_x 排出量的增加率变得缓和。

[0154] 图 3 是用于说明用于将在负荷率 KL 大的区域中 NO_x 排出量的增加率变得缓和的倾向反映在 NO_x 浓度推定值 $[NO_x]$ 中的修正系数 $f(KL)$ 的一个例子的图示。图 3 所示的修正系数 $f(KL)$, 在 KL 为 40 以下的区域, 保持在基准值 1.0, 在 KL 超过 40 的区域, 相对于 KL 的增加成比例地减少。该 $f(KL)$ 可以用以下的公式表示。

$$[0155] \quad f(KL) = (200 - KL) / 160$$

$$[0156] \quad \text{其中, 当 } f(KL) > 1 \text{ 时, } f(KL) = 1 \dots (3)$$

[0157] 图 4 是在 $0 \leq KL \leq 100$ 的范围内表示 $Y = KL$ 的关系和 $Y = KL \cdot f(KL)$ 的关系的图示。如图 4 所示, $Y = KL \cdot f(KL)$ 的曲线, 成为与图 2 所示的 NO_x 排出量的实测值与负荷率 KL 的关系类似的曲线。这样, 上述修正系数 $f(KL)$, 通过与表示相对于 KL 成比例的增加的变数相乘, 可以使该变数的变化近似于实际的 NO_x 排出量的变化 (图 2 所示的变化)。从而, 如果将 $f(KL)$ 乘以上述式 (1) 的结果 (Q_i) 的话, 则可以高精度地推定出在负荷率 KL 下实际上产生的内部能量。另外, 如果将 $f(KL)$ 乘以上述式 (2) 的结果 ($[NO_x]$) 的话, 则可以高精度地推定在负荷率 KL 下的实际上的 NO_x 浓度。

[0158] 下面所示的运算式, 是将上述式 (2) 的积分项与 ECU50 所进行的处理 (离散值的累计) 相一致地置换成 Σ 的项, 并且, 将比例系数 α 置换成上述式 (3) 的修正系数 $f(KL)$ 的公式。

[0159] [数学式 1]

$$[0160] \quad [NO_x] = \frac{\left[\sum_{\theta_1}^{\theta_2} V_\theta \frac{dP_\theta}{d\theta} \Delta\theta \right] \times f(KL)}{KL} \quad \dots (4)$$

[0161] 本实施形式的系统, 在内燃机 10 的运转过程中, 根据上述式 (4) 计算出 NO_x 浓度

推定值。具体地说, ECU50 对于每一个膨胀行程, 先于该行程根据吸入的进气量 G_a 计算出负荷率 KL 。另外, ECU50 在膨胀行程中对于每个规定的曲柄角 $\Delta \theta$ 检测出气缸内容积 V_θ 及气缸内压力 P_θ 。ECU50 按照与曲柄角 θ 的关系存储决定各个气缸的缸内容积 V_θ 的映像 (map)。这里, 根据该映像, 基于曲柄角传感器 36 的输出值, 计算出气缸内容积 V_θ 。对于气缸内压力 P_θ , 基于气缸内压力传感器 34 的输出进行检测。

[0162] ECU50 从点火曲柄角 θ_1 直到燃烧结束曲柄角 θ_2 , 对于每一个规定的曲柄角 $\Delta \theta$, 进行 $\Sigma \{V_\theta \cdot (dP_\theta/d\theta) \Delta \theta\}$ 的累计。通过对于作为其结果获得的累计值进行基于负荷率 KL 的规格化和利用修正系数 $f(KL)$ 进行的修正, 利用上述式 (4) 计算出 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 。

[0163] 在上述 (4) 式的推定中, 作为 NOx 浓度的基础数据, 采用气缸内压 P 。根据这种推定的方法, 在由点火时间的变动或爆震的发生引起气缸内的混合气的燃烧状态变化的情况下, 可以将该变化反映在 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 中。因此, 根据上述推定方法, 与内燃机 10 的运转状态的变化无关, 总是能够实现以高精度推定 NOx 浓度的功能。

[0164] 图 5 是表示本实施形式的系统计算出的 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 与内燃机 10 的排出的废气中的 NOx 浓度的实测值的相关性的图示。图 5 所示的各个点是由于在不同的条件下获得的 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 与 NOx 浓度的实测值的组合绘制的。这里, 所谓“不同的条件”指的是发动机转速 NE 及负荷率 KL 不同。其中, 将混合气的空燃比控制在理论空燃比。

[0165] 图 5 所示的结果表明, 利用上述式 (4) 计算出来的 NOx 浓度推定值 $[NOx]$, 在所有的运转条件下, 相对于 NOx 浓度的实测值显示出极高的相关性。这样, 根据本实施形式的系统, 在所有的运转状态下, 可以计算出与 NOx 浓度的实测值高精度一致的 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 。

[0166] 不过, 在上述实施形式 1 中, ECU50 通过进行式 (4) 中的 $\Sigma \{V_\theta \cdot (dP_\theta/d\theta) \Delta \theta\}$ 的累计处理, 实现前述第一个发明中的“内部能量相关值计算机构”。另外, 通过 ECU50 对于该结果实施利用 KL 进行的规格化和利用 $f(KL)$ 进行的修正, 实现前述第一个发明中的“ NOx 浓度推定机构”。

[0167] 另外, 在上述实施形式 1 中, 空气流量计 26 相当于前述第二或第三个发明中的“进气量检测机构”。进而, ECU50 通过进行式 (4) 中的 $\Sigma \{V_\theta \cdot (dP_\theta/d\theta) \Delta \theta\}$ 的累计处理, 实现前述第二个发明中的“ NOx 量计算机构”。进而, ECU50 通过对该累计处理结果实施由 KL 进行的规格化, 实现前述第二发明中的“规格化机构”, 通过对该累计处理结果实施由 $f(KL)$ 进行的修正, 实现前述第三个发明中的“修正机构”。

[0168] 实施形式 2.

[0169] 其次, 对本发明的实施形式 2 进行说明。本实施形式的系统, 可以通过在图 1 所示的结构中, 使 ECU50 根据后面描述的式 (5) 计算出 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 来实现。

[0170] 在上述实施形式 1 中, 以内燃机 10 在将空燃比控制在理论空燃比的状态下动作作为前提。但是, 在内燃机 10 中, 有时要求燃料的增量修正或减量修正。并且, 内燃机 10 的空燃比, 通过实施对应于这些要求的燃料控制, 必然地变成脱离理论空燃比的值。

[0171] 存在于混合气中的氧的量越多, 即, 空燃比越稀, 越容易产生排出的废气中的 NOx 。因此, 在空燃比脱离理论空燃比的区域, 为了正确地推定 NOx 浓度, 有必要使空燃比的影响反映在 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 中。

[0172] 下面所示的运算式 (5) 是用于应对上述要求的公式。具体地说,式 (5) 是在上述式 (4) 的右边乘以空燃比修正系数 λ 的公式。其中,空燃比修正系数 λ 为排气空燃比 A/F 的实测值与理论空燃比 (这里为“14.5”) 之比 ($\lambda = (A/F)/14.5$)。

[0173] [数学式 2]

$$[0174] \quad [\text{NOx}] = \frac{\left[\sum_{\theta_1}^{\theta_2} V_{\theta} \frac{dP_{\theta}}{d\theta} \Delta\theta \right] \times f(\text{KL})}{\text{KL}} \times \lambda \quad \dots (5)$$

[0175] ECU50 可以借助空燃比传感器 40 的输出实际测量排气空燃比 A/F。另外,上述空燃比修正系数 λ ,在空燃比 A/F 与理论空燃比相一致的情况下,变成基准值 1.0,A/F 变得越稀,上述空燃比修正系数 λ 变成越大的值,A/F 变得越浓,上述空燃比修正系数 λ 变成越小的值。因此,根据上述 (5) 式,可以将空燃比给予 NOx 的产生量的影响恰当地反映在 NOx 浓度推定值 [NOx] 中。从而,根据本实施形式的系统,即使在空燃比脱离理论空燃比的情况下,也能够以极高的精度计算出 NOx 浓度推定值 [NOx]。

[0176] 另外,在上述实施形式 2 中,空燃比传感器 40 相当于前述第四个发明中的“空燃比检测机构”。另外,ECU50 通过进行式 (5) 所示的 λ 的累计处理,实现前述第四个发明中的“修正机构”。

[0177] 实施形式 3.

[0178] 其次,参照图 6 至图 8,对于本发明的实施形式 3 进行说明。本实施形式的系统,可以通过在图 1 所示的结构中增加检测进气管压力 P_m 的压力传感器,同时,使 ECU50 根据后面描述的式 (6) 计算 NOx 浓度推定值 [NOx] 来实现。

[0179] 气缸内气体越变成高温,在气缸内产生的 NOx 的量越容易变成大量的。在气缸内,和进气行程中吸入的新鲜空气一起,存在着残留在气缸内的残留气体 (包括 EGR 气体)。在气缸内产生的能量,也被残留气体的升温所消耗。因此,残留气体的量越多,气缸内气体的温度越难以上升,结果,NOx 的生成量变少。

[0180] 上述实施形式 1 及 2,以气缸内残留的已经燃烧的气体的比例没有大的变动作为前提计算出 NOx 浓度推定值 [NOx]。但是在内燃机 10 中,由于 VVT20、24 的功能,当气门重叠度变化时,气缸内残留气体的比例发生明显的变化。因此,在上述实施形式 1 或 2 的方法中,在 VVT20、24 使气门重叠度变化的情况下,会产生 NOx 浓度推定精度降低的问题。

[0181] 图 6 是表示伴随着 VVT 的动作的残留气体量的变化给予利用式 (4) (实施形式 1) 得到的 NOx 浓度推定值 [NOx] 的影响的结果。图 6 所示的各个点是由于在不同的条件下计算出的 NOx 浓度推定值 [NOx] 与 NOx 浓度实测值的组合绘制的。在图 6 中,作为“进气门提前角小”表示的点,是在以进气门 18 的提前角的量变少的方式,即,以气门重叠度变小的方式使 VVT20 动作的情况下的结果。另一方面,在图 6 中作为“进气门提前角大”的点,是在以进气门 18 的提前角的量变大的方式,即,以气门重叠度变大的方式使 VVT20 动作的情况下的结果。

[0182] 图 6 所示的结果表示,在提前角量小、残留气体 (内部 EGR 气体) 量少的情况下,实际上,相对于由于其影响而产生大量的 NOx 而言,由式 (4) 计算出来的 [NOx] 值变得过小。另外,该结果表示,在提前角量大、残留气体量多的情况下,实际上,相对于由于其影响 NOx 的产生量变少而言,利用式 (4) 计算出的 [NOx] 值过大。

[0183] 本实施形式的系统具有通过将气缸内的残留气体量反映在 NOx 浓度推定值 [NOx] 中,充分抑制由于上述原因引起的推定误差的特征。下面,说明用于将残留气体量反映在 [NOx] 中的方法。

[0184] 图 7 是用于说明进气门 18 的提前角量与进气管压力 Pm 的关系的图示。图 7 所示的多个实线分别是在将发动机转速 NE 及负荷率 KL 为一定而使进气门 18 的提前角量(气门重叠度)变化的情况下获得的多个结果(点)连接起来的线。这些实线分别表示气门重叠度与进气管压力 Pm 相互之间的相关性。更具体地说,图 7 所示的多个实线表示气门重叠度变得越大,残留气体量变得越多,则进气管压力 Pm 变得越高。因此,进气管压力 Pm 可以作为残留气体量的代用特性值使用。

[0185] 下面所示的运算式 (6) 是用于利用进气管压力 Pm 将残留气体量的影响反映在 NOx 浓度推定值 [NOx] 中的公式。其中,式 (6) 中的 τ 是对燃料喷射阀 30 发出指令的燃料喷射时间。

[0186] [数学式 3]

$$[0187] \quad [NOx] = a \times \frac{\left[\sum_{\theta_1}^{\theta_2} V_{\theta} \frac{dP_{\theta}}{d\theta} \Delta\theta \right] \times f(Pm)}{\tau} \quad \dots (6)$$

[0188] 上述式 (6) 实质上是将式 (5) 中的修正系数 f(KL) 置换成将 Pm 作为参数的 f(Pm) 的公式。即,式 (5) 中的 $(1/KL) * \lambda$, 可以按如下所示展开。

[0189] $(1/KL) * \lambda$

[0190] $= (1/KL) * (A/F) / 14.5 \quad \dots (7)$

[0191] 由于 KL 是进气量 Ga 的相关值, A 意味着 Ga, 所以, 可以将 $(1/KL) * A$ 置换成系数。如果将该系数和 14.5 用一个系数 β 表示的话, 式 (7) 的关系可以用以下的方式表示。

[0192] $(1/KL) * \lambda = \beta / F \quad \dots (8)$

[0193] 由于 F 是燃料喷射量, 所以可以将其置换成 τ 。从而, 式 (5) 中的 $(1/KL) * \lambda$ 等价于式 (6) 中的 $\beta * (1/\tau)$ 。因此, 除了将修正系数 f 的参数从负荷率 KL 置换成进气管压力 Pm 之外, 式 (6) 实质上 and (5) 式是相同的。

[0194] 修正系数 f(Pm) 和图 3 所示的 f(KL) 一样, 在进气管压力 Pm 低的区域, 保持基准值 1.0, 在进气管压力 Pm 大的区域, Pm 变得越大, 越向最小值 0 减少。进气管压力 Pm, 如上所述, 残留气体量越多, 越变成高的值(参照图 7)。从而, 若采用修正系数 f(Pm), 残留气体量越多、实际上的 NOx 量越容易变少, 可以将 NOx 浓度推定值 [NOx] 修正得越小。

[0195] 图 8 是表示根据上述式 (6) 计算出来的 NOx 浓度推定值 [NOx] 与 NOx 浓度的实测值的相关性的图示。图 8 所示的各个点, 是对于在发动机转速 NE 及负荷率 KL 的基础上, 也使进气门 18 的 VVT20 的状态变化而获得的 NOx 浓度推定值 [NOx] 与 NOx 浓度的实测值的组合绘制的。如图 8 所示, 根据上述式 (6), 可以不受 VVT20 的状态变化的影响, 对于 NOx 的实测值总是能够计算出显示出高相关性的 NOx 浓度推定值 [NOx]。因此, 根据本实施形式的系统, 与残留气体量的多少无关, 可以正确地推定出排出的废气的 NOx 浓度。

[0196] 不过, 在上述实施形式 3 中, 利用进气管压力 Pm 将残留气体的影响反映在 NOx 浓度推定值 [NOx] 中, 但是, 并不局限于这种方法。即, 例如, 可以通过以进气行程压力和排气行程压力作为基础数据, 利用公知的方法(例如, 气缸内 DJ 方法)计算出气缸内的残留气

体量。如果能够计算出残留气体量的话,则可以设定显示出与进气管压力 P_m 相同的特性,即,残留气体量越多值变得越大,并且,负荷率 KL 越大值变得越大的特性的其它参数。通过将参数置换成 P_m 、进行式 (6) 的运算,也能够将残留气体量的影响反映在 $[NO_x]$ 中。

[0197] 另外,在上述实施形式 3 中,利用修正系数 $f(P_m)$,与负荷率 KL 的影响一起将残留气体量的影响反映在 NO_x 浓度推定值 $[NO_x]$ 中,但是,其方法并不局限于此。即,在提高 NO_x 浓度推定值 $[NO_x]$ 的精度时,如果残留气体量越多越能够将 $[NO_x]$ 修正得小的话,就足够了。从而,在判断残留气体量的情况下,例如,通过将残留气体量反映在式 (5) 的右边分母中,也可以实现上述功能。

[0198] 另外,在上述实施形式 3 中,残留气体量变化的原因被限定在气门重叠度的变化,但是,其原因并不局限于此。例如,在配备有使排出的废气回流到进气系统中的 EGR 机构的内燃机中,有时,残留气体量根据其 EGR 机构的状态而变化。根据本实施形式的方法,残留气体量的变化与由何种原因产生的无关,总是能够将其影响高精度地反映在 NO_x 浓度推定值 $[NO_x]$ 中。

[0199] 另外,在上述实施形式 3 中,利用进气压力传感器检测进气管压力 P_m ,但是,其检测方法并不局限于此。例如,也可以基于利用空气流量计 26 检测的进气量 G_a 或利用曲柄角传感器 36 检测的发动机转速 NE 等,利用公知的方法推定进气管压力 P_m 。

[0200] 另外,在上述实施形式 3 中,进气压力传感器相当于前述第五个发明中的“残留气体量相关值检测机构”。另外,ECU50,通过进行式 (6) 中的修正系数 $f(P_m)$ 的累计处理,实现前述第五个发明中的“修正机构”。

[0201] 另外,在上述实施形式 3 中,空气流量计 26 相当于前述第六个发明中的进气量检测机构。另外,通过使 ECU50 计算出残留气体量,可以实现前述第五个发明中的“残留气体量相关值检测机构”。进而,通过在 ECU50 中设定残留气体量变得越多越成为大的值、并且负荷率 KL 越大越成为大的值的参数,将 P_m 置换成该参数,实行式 (6) 的运算,可以实现前述第六个发明中的“修正机构”。

[0202] 实施形式 4.

[0203] [实施形式 4 的特征]

[0204] 其次,参照图 9 及图 10,对于本发明的实施形式 4 进行说明。图 9 是用于说明在本实施形式中 ECU50 实施的控制内容的框图。如图 9 所示,在本实施形式中,在 ECU50 的内部,形成 NO_x 计算部 52、MFB 计算部 54 以及 SA 决定部 56。它们都是通过 ECU50 实施存储在其内部的控制程序来实现的。

[0205] NO_x 计算部 52 是利用上述实施形式 1 至 3 的任何一种方法计算 NO_x 浓度推定值 $[NO_x]$ 的部分。MFB 计算部 54 是利用以下说明的方法计算作为气缸内的燃烧状态的特性值的 MFB 的部分。MFB 用实施点火后直到曲柄角达到特定的曲柄角为止产生的热量 Q_1 与达到燃烧结束的曲柄角 (在本实施形式中为 $ATDC60^\circ$ CA) 时为止产生的发热量 $Q_{@ATDC60}$ 之比 ($Q_1/Q_{@ATDC60}$) 表示。

[0206] 内燃机 10 产生的转矩,即使负荷率 KL 、空燃比 A/F 相同,如果点火时间不同的话,也会成为不同的值。因此,从提高输出特性的观点出发,优选将内燃机 10 的点火时间控制在最有效地产生转矩的曲柄角。即,从提高输出的观点出发,优选地,将点火提前角值 SA 控制在实现上述曲柄角的值 (MBT)。

[0207] 在本实施形式中, MFB 运算部 54, 特别是, 将上述特定曲柄角作为上止点后 (ATDC) 8° CA 计算出 MFB。下面, 为了这一点变得明确, 令本实施形式中的 MFB 为“ $\text{MFB}_{\text{ATDC8}}$ ”。下面所示的 (9) 式, 是利用 MFB 运算部 54 计算 $\text{MFB}_{\text{ATDC8}}$ 的运算式。

$$[0208] \quad \text{MFB}_{\text{ATDC8}} = Q_{\text{ATDC8}} / Q_{\text{ATDC60}} \quad \dots (9)$$

[0209] 上述公式 (9) (特别是将 ATDC 8° CA 作为第一曲柄角), 是与内燃机 10 的特性相一致地设定的。在本实施形式中, 利用该式 (9) 计算出来的 $\text{MFB}_{\text{ATDC8}}$ 相对于内燃机 10 的点火提前角值 SA 与 MBT 的一致程度具有相关性。更具体地说, 随着内燃机 10 的点火提前角值 SA 接近于 MBT, 上述 $\text{MFB}_{\text{ATDC8}}$ 接近于 0.5, 在两者相一致的情况下成为 0.5。因此, 在本实施形式中, $\text{MFB}_{\text{ATDC8}}$ 可以作为表示点火提前角值 SA 与 MBT 相一致的程度的特性值使用。

[0210] SA 决定部 56 是根据 NOx 浓度推定值 $[\text{NO}_x]$ 和 $\text{MFB}_{\text{ATDC8}}$ 决定应当用于内燃机 10 中的点火提前角值 SA 的部分。更具体地说, SA 决定部 56, 第一, 根据下式 (10) 计算出评价函数 J。其中, 下式中的“A”是根据内燃机 10 的运转状态适当决定的加权系数。另外, 下式中的“a”是内燃机 10 的作为目标的 NOx 浓度, 即, $[\text{NO}_x]$ 的目标值。

$$[0211] \quad J = A \times (\text{MFB}_{\text{ATDC8}} - 0.5)^2 + (1-A) \times ([\text{NO}_x] - a)^2 \quad \dots (10)$$

[0212] 利用式 (10) 计算出来的评价函数 J, $\text{MFB}_{\text{ATDC8}}$ 越接近 0.5, 即, 点火提前角值 SA 越接近于 MBT, 则评价函数 J 越变成小的值, 并且, $[\text{NO}_x]$ 越接近于目标值 a, 则评价函数 J 越变成小的值。其中, 在点火提前角值 SA 接近于 MBT 的区域, 有随着它们的接近、NOx 增加的倾向。因此, 在使点火提前角值 SA 逐渐接近 MBT 的情况下, 评价函数 J 在一度减少后, 显示出转而增加的倾向。

[0213] 在内燃机 10 中, 在希望有高的输出效率的同时, 还希望 NOx 排出量少。在 $\text{MFB}_{\text{ATDC8}}$ 和 $[\text{NO}_x]$ 两者很好地平衡地接近于各自的目标值 (最佳值) 时, 上述评价函数 J 变成最小值。从而, 优选地, 在以高水平兼顾有关输出效率的要求和有关 NOx 排出量的要求的情况下, 设定评价函数 J 成为最小值的点火提前角值 SA。

[0214] 在本实施形式中, SA 决定部 56, 第二, 探索令根据上述式 (10) 计算出的评价函数 J 成为最小的点火提前角值 SA。具体地说, 一边使点火提前角值 SA 变化, 一边计算出评价函数 J, 探索令该值 J 成为最小的最佳的 SA。并且, SA 决定部 56, 作为对内燃机 10 的指令值保持这样探索出的 SA。通过以上的处理, 本实施形式的系统, 可以同时赋予内燃机 10 优异的排出的废气的排放特性和优异的输出特性。

[0215] [实施形式 4 中的具体的处理]

[0216] 图 10 是在本实施形式中 ECU50 实施的程序的流程图。在图 10 所示的程序中, 首先, 读取内燃机 10 的运转条件 (步骤 100)。这里, 具体地说, 在发动机转速 NE、负荷率 KL (进气量 Ga) 的基础上, 还读取利用实施形式 1 至 3 的任何一种方法计算出来的 $[\text{NO}_x]$, 以及利用公知的方法计算出来的 MFB。

[0217] 其次, 选择 NOx 浓度的目标值 a (步骤 102)。内燃机 10 作为目标的 NOx 浓度并不必须是一定的。即, 为了很好地平衡地满足对内燃机 10 提出的各种要求, 优选地, 使 NOx 浓度的目标值 a 根据内燃机 10 的运转状态适当变化。在本实施形式中, ECU50 存储有利用与内燃机 10 的运转状态的关系来决定目标值 a 的映像。这里, 根据该映像, 选择目标值 a。

[0218] 其次, 决定加权系数 A (步骤 104)。在内燃机 10 中, 获得优异的输出效率的重要性的获得优异的排放特性的重要性常常是不一定的。例如, 在要求加速的情况下, 希望对输出

效率的要求优先于对排放特性的要求。另外,在稳态运转时,希望进行与之相反的优先性设定。从上述观点出发,ECU50 存储有利用与内燃机 10 的运转状态的关系确定加权系数 A 的映像。该映像以如下方式进行设定,即,越是在输出效率优先的状况下,加权系数 A 越接近于最大值 1.0,越是在排放特性优先的状况下,加权系数越接近于最小值 0。在本步骤 104 中,根据该映像决定加权系数 A。

[0219] 其次,设定点火提前角值 SA 的初始值 SA0(步骤 106)。将初始值 SA0 设定成足够小的值。更具体地说,相对于令根据上述式(10)产生的评价值 J 成为最小值的 SA 而言,设定成明显地位于 MBT 的相反侧的值。

[0220] 其次,根据上述(10)式,计算出评价值 J(步骤 108)。其次,判断在这次的处理周期中计算出的 J 是否比前一周期中计算出的 J 小(步骤 110)。

[0221] 通过初始化处理,将评价值 J 设定成足够大的值。因此,在初次运算评价值 J 的周期中,步骤 110 的条件成立。同样地,在点火提前角值 SA 处于初始值 SA0 附近的期间,判断为该条件成立。在这种情况下,将点火提前角值 SA 更新,使之增大规定值 dSA 的程度(步骤 112)。之后,再次实施步骤 108 的处理。

[0222] 当重复上述处理时,不久,评价值 J 的变化从减少转而增加。当产生这种反转时,步骤 110 的条件变为不成立。在这种情况下,保持在该时刻设定的点火提前角值 SA(步骤 114)。

[0223] 根据以上的处理,可以根据内燃机 10 的运转状态分别自由地设定加权系数 A 及 NOx 目标值 a。进而,根据该处理,在这些设定之下,可以保持评价值 J 最小的点火提前角值 SA。因此,根据本实施形式的系统,能够以适合于内燃机 10 的运转状况的最佳的平衡兼顾内燃机 10 的输出特性及排放特性。

[0224] 在上述实施形式 4 中,与内燃机 10 的特性相一致地将 $MFB_{@ATDC8}$ 作为表示点火提前角值与 MBT 的一致程度的特性值。从而,对于显示出不同特性的内燃机,也可以将与 $ATDC8^{\circ}$ CA 不同的曲柄角作为特定的曲柄角计算出 MFB。另外,对于这一点,在下面说明的其它实施形式中也是同样的。

[0225] 另外,在上述实施形式 4 中, $MFB_{@ATDC8}$ 相当于前述第八个发明的“输出效率指标”,同时,通过 ECU50 计算出 $MFB_{@ATDC8}$,实现前述第八个发明中的“输出效率指标计算机构”。另外,这里,式(10)中的 $(MFB_{@ATDC8}-0.5)$ 相当于前述第八个发明中的“指标偏差”,同时,通过 ECU50 进行该运算,实现前述第八个发明中的“指标偏差计算机构”。另外,式(10)中的 $([NOx]-a)$ 相当于前述第八个发明中的“浓度偏差”,同时,通过 ECU50 实施该运算,实现前述第八个发明中的“浓度偏差计算机构”。进而,ECU50,通过实施上述步骤 108 的处理,实现前述第八个发明中的“评价计算机构”,通过实施上述步骤 110~114 的处理,实现前述第八个发明中的“点火时间控制机构”。

[0226] 另外,在上述实施形式 4 中,ECU50 通过实施步骤 104 的处理,实现前述第九个发明中的“加权系数变更机构”。

[0227] 实施形式 5。

[0228] 其次,参照图 11 对本发明的实施形式 5 进行说明。图 11 是在本实施形式中用于说明 ECU50 实施的控制的框图。图 11 所示的结构要素都是通过 ECU50 实施存储在其内部的控制程序而实现的。

[0229] 如图 11 所示,在本实施形式中,在 ECU50 的内部形成 NOx 抑制部 62。NOx 抑制部 62 是用于计算 NOx 修正值 $KNOx = \gamma \cdot \Delta NOx$ 的部件。具体地说,NOx 抑制部 62 实施以下的处理。

[0230] i) 利用上述实施形式 1 至 3 中的任何一种方法计算出 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 。

[0231] ii) 计算出所计算出来的 $[NOx]$ 与 NOx 浓度的目标值 a 之差 $\Delta NOx (= [NOx] - a)$ 。

[0232] iii) 将常数 γ 乘以上述差 ΔNOx ,计算出 NOx 修正值 $KNOx = \gamma \cdot \Delta NOx$ 。

[0233] NOx 修正值 $KNOx$ 是 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 越是相对于目标值 a 过大,则越是成为大的数值的系数。如图 11 所示,在 ECU50 的内部,将 NOx 修正值 $KNOx$ 提供给第一减法部 64。将作为 $MFB_{@ATDC8}$ 的最佳值的 0.5 提供给第一减法部 64。第一减法部 64 将从该 0.5 减去 NOx 修正值 $KNOx$ 的值(下面称之为“第一指令值 OUT_{64} ”)提供给后一级的第二减法部 66。

[0234] 从 MFB 运算部 68 将 $MFB_{@ATDC8}$ 提供给第二减法部 66。MFB 运算部 68 是根据实施形式 4 中说明的上述式 (9) 利用公知的方法计算出 $MFB_{@ATDC8}$ 的部件。第二减法部 66 将从第一减法部 64 提供的第一指令值 OUT_{64} 减去 $MFB_{@ATDC8}$ 的值(下面称之为“第二指令值 OUT_{66} ”)提供给 PI 控制部 70。提供给 PI 控制部 70 的第二指令值 OUT_{66} 可以利用下式表示。

[0235] $OUT_{66} = OUT_{64} - MFB_{@ATDC8} = 0.5 - KNOx - MFB_{@ATDC8} \dots (11)$

[0236] 利用 (11) 式计算出来的第二指令值 OUT_{66} ,在 $MFB_{@ATDC8}$ 比第一指令值 OUT_{64} 小的情况下,成为正的值。即,在相对于第一指令值 OUT_{64} 所表示的燃烧比例而言, $MFB_{@ATDC8}$ 过分小的情况下,第二指令值 OUT_{66} 成为正的值,另一方面,在 $MFB_{@ATDC8}$ 过分大的情况下,第二指令值 OUT_{66} 成为负的值。

[0237] PI 控制部 70 是计算出第二指令值 OUT_{66} 的比例项 P 和积分项 I,作为提前角修正值 ΔSA 计算出它们之和的部件。利用 PI 控制部 70 计算出来的提前角修正值 ΔSA 被提供给加法部 72。另外,从点火时间模型运算部 74 将基本提前角值 SAB 提供给加法部 72。点火时间模型运算部 74 是以发动机转速 NE 及发动机负荷率 KL 为基础,作为基本提前角值 SAB 计算出适合于内燃机 10 的运转状态的点火提前角值的部件。加法部 72 将提前角修正值 ΔSA 加上基本提前角值 SAB 所得的值作为最终的点火提前角值 SA 提供给内燃机 10。内燃机 10 利用这样计算出来的点火提前角值 SA 决定各个气缸的点火时间。

[0238] 点火提前角值 SA,如果提前角修正值 ΔSA 为 0 的话,则和基本提前角 SAB 相一致。并且,如果 ΔSA 是正的,则点火提前角值 SA 变成比 SAB 更靠近提前角侧的值,如果 ΔSA 是负的,则点火提前角值 SA 与 SAB 相比变成滞后角侧的值。如果第二指令值 OUT_{66} 是正的,则将提前角修正值 ΔSA 向正的方向更新,如果第二指令值 OUT_{66} 是负的,则将提前角修正值 ΔSA 向负的方向更新。

[0239] 如上所述,在相对于第一指令值 OUT_{64} 而言 $MFB_{@ATDC8}$ 过小的情况下,第二指令值 OUT_{66} 变成正的。在这种情况下,将提前角修正值 ΔSA 向正的方向更新,将点火提前角值 SA 向提前角侧修正。结果,燃烧速度增加, $MFB_{@ATDC8}$ 接近第一指令值 OUT_{64} 。相反地,在相对于第一指令值 OUT_{64} 而言 $MFB_{@ATDC8}$ 过大的情况下,第二指令值 OUT_{66} 变成负的,将点火提前角值 SA 向滞后角侧修正。这样,根据图 11 所示的系统,能够以 $MFB_{@ATDC8}$ 接近第一指令值 OUT_{64} 的方式控制内燃机 10 的点火提前角值 SA。

[0240] NOx 修正值 $KNOx$ 越大,即,相对于目标值 a 而言 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 越是过大,则第一指令值 OUT_{64} 与 0.5 相比越成为小的值。从而,如果 $[NOx]$ 与目标值 a 相一致的话,

则第一指令值 OUT_{64} 成为 0.5。在这种情况下,以 MFB_{ATDC8} 成为 0.5 的方式控制点火提前角值 SA。即,在这种情况下,将点火时间 SA 控制成 MBT。

[0241] 实际上,在点火提前角值 SA 接近 MBT 的过程中,NOx 浓度推定值 [NOx] 通常超过目标值 a。在这种情况下,首先,将第一指令值 OUT_{64} 修正成比 0.5 小的值。接着这种修正,以 MFB_{ATDC8} 成为比 0.5 小的值的方式,将点火提前角值 SA 向滞后角侧修正。结果,气缸内的燃烧速度变慢,NOx 浓度降低。通过连续地重复上述处理,使点火提前角值 SA 接近于 MBT,并且,将 [NOx] 控制在接近于目标值 a 的恰当的值。

[0242] 如上面说明的那样,根据本实施形式的系统,与实施形式 4 的情况一样,利用 NOx 浓度推定值 [NOx],可以将内燃机 10 的点火提前角 SA 控制成实现优异的输出效率和优异的排放特性两者的值。因此,根据本实施形式的系统,无需烦杂的合适的作业,就可以在内燃机 10 的整个运转区域中很好地平衡兼顾输出效率和排放特性。

[0243] 另外,在上述实施形式 5 中, MFB_{ATDC8} 相当于前述第十二个发明中的“输出效率指标”,同时, MFB 运算部 68 相当于前述第十二个发明中的“输出效率指标计算机构”。另外,这里, [NOx] 和目标值 a 之差,相当于前述第十二个发明中的“浓度偏差”,同时, NOx 抑制部 62 相当于前述第十二个发明中的“浓度偏差计算机构”。进而,在本实施形式中,第一减法部 64 相当于前述第十二个发明中的“指标目标值设定机构”, PI 控制部 70 和加法部 72 相当于前述第十二个发明中的“点火时间控制机构”。

[0244] 实施形式 6。

[0245] 其次,参照图 12 对于本发明的实施形式 6 进行说明。通过在实施形式 4 或 5 的系统中,利用后面所述的方法设定 NOx 浓度推定值 [NOx] 的目标值 a,可以实现本实施形式的系统。

[0246] 图 12 是用于说明内燃机 10 的排出废气中的 NOx 浓度和负荷率 KL 的关系的图示。在图 12 中,虚线所示的数据表示以规定的运转模式 (10 模式、15 模式、LA4 模式) 使确认满足目前的排出废气的规则的批量生产型的内燃机动作的情况下的结果。另外,图 12 中用 ○ 表示的数据,是使上述批量生产型的内燃机以一定的发动机转速 ($NE = 1500\text{rpm}$ 、 2000rpm 、 3000rpm) 稳态运转的情况下的结果。

[0247] 图 12 所示的结果显示,从批量生产型的内燃机排出的废气中的 NOx 浓度,在负荷率 KL 小的区域,成为大致与负荷率 KL 成比例值,在负荷率 KL 超过一定值 (在本实施形式中为 40%) 的区域,收敛于上限值。图 12 中用实线表示的折线,表示与这种倾向相一致地设定的目标值 a。在本实施形式中, ECU50 存储有对应于上述折线的函数 (具体地说,在 KL 小的区域中的比例常数、和弯曲点的 KL 值),根据该函数,设定目标值 a。

[0248] 如上所述,根据实施形式 4 或 5 的系统,在内燃机 10 中,以获得良好的燃烧效率、并且 NOx 浓度推定值 [NOx] 接近于目标值 a 的方式控制点火提前角值 SA。因此,如果将目标值 a 设定成属于图 12 中的实线的值的话,则既可实现燃烧效率的最佳化,又将实际的 NOx 浓度抑制到接近于目标值 a 的值。在这种情况下,内燃机 10 的废气排放特性与目前的批量生产型的内燃机的水平同等。

[0249] 由于以上的原因,根据本实施形式的系统,无需进行复杂的合适的作业,也可以赋予内燃机 10 适合市场要求的排放特性和优异的输出特性。因此,根据本实施形式的系统,可以减少内燃机 10 的开发工时。进而,根据上述处理,设定目标值 a 的设定所必要的信息

(折线的函数)很少。因此,无需很大的存储容量就可以实现本实施形式的系统。

[0250] 另外,在上述实施形式 6 中,ECU50 通过利用实施形式 4 或 5 的方法控制点火提前角值 SA,实现前述第七个发明中的“控制机构”。另外,这里,ECU50,通过根据图 12 所示的实线的关系设定目标值 a,实现前述第七个发明中的“NOx 浓度目标值设定机构”。

[0251] 实施形式 7.

[0252] 其次,参照图 13 说明本发明的实施形式 7。通过在实施形式 4 的系统中,使 ECU50 进一步实施催化剂 42 的恶化判断处理和后面描述的图 13 所示的程序,可以实现本实施形式的系统。

[0253] 随着时间的进展,催化剂 42 会产生恶化。从防止 NOx 向大气中排放的角度讲,催化剂 42 的恶化越发展,越有必要减少从内燃机 10 中排出的 NOx 的量。如上所述,实施形式 4 的系统,可以利用加权系数 A,改变输出特性和排放特性的重要程度(参照上述(10)式)。

[0254] 更具体地说,在该系统中,通过减小加权系数 A,可以提高排放特性的重要程度,减少从内燃机 10 中排出的 NOx 的量。因此,在本实施形式中,在催化剂 42 具有充分的净化能力的期间,使加权系数 A 为大的值,重视输出特性,在确认催化剂 42 恶化的情况下,减小加权系数 A,实现重视排放特性的状态。

[0255] 图 13 是为了实现上述功能,ECU50 实施的程序的流程图。图 13 所示的程序,首先,利用公知的方法进行催化剂 42 的恶化的判断(步骤 120)。结果,在未看出催化剂 42 恶化的情况下,原样结束当前的周期。

[0256] 通过初始化处理,将加权系数 A 设定成考虑到输出特性和排放特性的平衡的最佳值。在上述步骤 120 中,在认识到催化剂 42 恶化的情况下,加权系数 A 维持被初始化的值不变,因而,以保持上述平衡的方式控制内燃机 10 的状态。

[0257] 在上述步骤 120 中,在判定为催化剂 42 恶化的情况下,进行向低 NOx 模式的切换(步骤 122)。具体地说,将加权系数 A 改变成仅规定值的较小值。根据上述式(10),变得重要的是:加权系数 A 越小,评价值 J 越小,使 [NOx] 接近于目标值 a。因此,当实施上述处理时,之后,内燃机 10 变成在重视排放特性的状态下运转,减少从内燃机 10 排出的 NOx 的量。

[0258] 如上面说明的那样,根据本实施形式的系统,在催化剂 42 恶化的情况下,通过提高 NOx 的控制精度,可以减少催化剂 42 应当处理的 NOx 量。因此,根据本实施形式的系统,与催化剂 42 的恶化无关,可以充分抑制 NOx 向大气中的排放。

[0259] 并且,在上述实施形式 7 中,在催化剂 42 恶化时,在实施形式 4 的系统中实施切换成低 NOx 模式的处理,但是,该组合并不局限于此。即,在催化剂 42 恶化时切换成低 NOx 模式的处理,也可以是和实施形式 5 的系统组合。在实施形式 5 的系统中,NOx 控制部 62 通过 $KN_{Ox} = \gamma \cdot \Delta N_{Ox}$ 算出 NOx 修正系数 KN_{Ox} 。在这种情况下,通过将系数 γ 变更成大的值,提高减小 ΔN_{Ox} ([NOx] 与目标值 a 之差)的重要程度,可以减少 NOx 的排出量。

[0260] 另外,在上述实施形式 7 中,ECU50 通过实施步骤 120 的处理,实现前述第十个发明中的“催化剂恶化判断机构”。另外,这里,ECU50 通过实施步骤 122 的处理,实现前述第十个发明中的“恶化应对机构”。

[0261] 实施形式 8.

[0262] 其次,参照图 14 说明本发明的实施形式 8。本实施形式的系统,可以通过在实施形式 4 的系统中将催化剂 42 作为 NOx 吸留催化剂,并且使 ECU50 实施后面所述的图 14 所示

的程序来实现。

[0263] NO_x 吸留催化剂可以在吸留容量的范围内吸留包含在排出的废气中的 NO_x。另外, NO_x 吸留催化剂的 NO_x 吸留能力可以通过使排气空燃比暂时变浓、即实施所谓的加浓脉冲 (rich spike) 控制获得再生。从而, 根据本实施形式的系统, 每当吸留在催化剂 42 内的 NO_x 量接近于规定的吸留容量时, 通过进行加浓脉冲控制, 能够持续地防止 NO_x 向大气的排放。

[0264] 并且, 由于加浓脉冲控制伴随着内燃机 10 的转矩变化, 所以, 优选地, 在加速时或切断燃油时等不应当产生转矩变化的情况下, 不实施加浓脉冲控制。但是, 由于在催化剂 42 的 NO_x 吸留量达到上限值附近的阶段, 要求加浓脉冲控制, 所以, 当在发生这种要求的情况下禁止实施加浓脉冲控制时, 催化剂 42 不能完全吸留 NO_x, 会发生 NO_x 排放到大气中的问题。因此, 在本实施形式中, 在这种情况下, 使加权系数 A 为小的值, 抑制从内燃机 10 排出的 NO_x 量。

[0265] 图 14 是为了实现上述功能在本实施形式中 ECU50 实施的程序的流程图。在图 14 所示的程序中, 首先, 判断催化剂 42 的 NO_x 是否接近于饱和 (步骤 130)。ECU50 根据排气空燃比 A/F 和进气量 G_a, 利用公知的方法计算出从内燃机 10 排出的 NO_x 量, 即, 流入催化剂 42 的 NO_x 量。另外, ECU50 对该 NO_x 量进行累计, 计算出催化剂 42 内的 NO_x 吸留量。在本步骤 130 中, 具体地说, 在该 NO_x 吸留量达到饱和判定值 (比催化剂 42 的 NO_x 吸留量稍小的值) 的情况下, 判断为接近于 NO_x 饱和。

[0266] 通过上述处理, 在判断为催化剂 42 的 NO_x 未接近饱和的情况下, 原样结束该次的处理周期。另一方面, 在判断为催化剂 42 的 NO_x 接近于饱和的情况下, 接着, 判断可否实施加浓脉冲控制 (步骤 132)。ECU50 存储有应当禁止实施加浓脉冲控制的条件 (加速时等)。这里, 具体地说, 判断内燃机 10 的状态是否满足该禁止条件。

[0267] 通过上述处理, 在判断为能够实施加浓脉冲控制的情况下, 原样结束该次的处理周期。在这种情况下, 利用另外的程序实施加浓脉冲控制, 结果, 恢复催化剂 42 的 NO_x 吸留能力。

[0268] 另一方面, 在上述步骤 132 中, 在判断为不能实施加浓脉冲控制的情况下, 进行向低 NO_x 模式的切换 (步骤 134)。具体地说, 将加权系数 A 变更为仅规定值那样小的值, 提高使 [NO_x] 与目标值 a 相一致的重要程度 (参照上述式 (10))。结果, 从内燃机 10 排出的 NO_x 量减少, 延长催化剂 42 达到 NO_x 饱和的时间。应当禁止实施加浓脉冲控制的状态, 通常, 在短时间内结束。因此, 通过上述处理, 实质上可以防止由于禁止实施加浓脉冲控制而引起的 NO_x 向大气排放。

[0269] 如上面说明的那样, 根据本实施形式的系统, 即使在加速时等特定的情况下禁止实施加浓脉冲控制, 也可以避免由于这种禁止实施加浓脉冲控制而引起的 NO_x 向大气中的排放。因此, 根据本实施形式的系统, 在不应当产生转矩变动的状态下, 既禁止实施加浓脉冲控制, 又可以将由于这种禁止实施加浓脉冲控制而引起的排放特性的恶化抑制到最低限度。

[0270] 并且, 在上述实施形式 8 中, 在不能实施加浓脉冲控制的情况下, 在实施形式 4 的系统中实施使内燃机 10 处于低 NO_x 模式的处理, 但是, 该组合并不局限于此。即, 在上述状态下进行向低 NO_x 模式的切换的处理, 也可以组合到实施形式 5 的系统中 (也可以将系数 γ 变更到大的值, 实现低 NO_x 模式)。

[0271] 另外,在上述实施形式 8 中,通过 ECU50 实施步骤 130 的处理,实现前述第十一个发明中的“净化剩余能力推定机构”。另外,通过 ECU50 实施加浓脉冲控制,实现前述第十一个发明中的“再生机构”。另外,通过 ECU50 实施步骤 132 的处理,实现前述第十一个发明中的“可否实施判断机构”。进而,通过 ECU50 实施步骤 134 的处理,实现前述第十一个发明中的“不能再生应对机构”。

[0272] 实施形式 9.

[0273] 其次,参照图 15 说明本发明的实施形式 9。本实施形式的系统,通过在上述实施形式 1 至 3 中任何一项的系统中,利用后面所述的方法控制进气侧的 VVT20 来实现。

[0274] 图 15 是用于说明在本实施形式中 ECU50 实施的控制内容的框图。图 15 所示的结构要素,均通过 ECU50 实施存储在其内部的控制程序来实现。

[0275] 如图 15 所示,在本实施形式中,在 ECU50 的内部,形成 NOx 抑制部 82。NOx 抑制部 82 和上述实施形式 5(参照图 11)中的 NOx 抑制部 62 一样,计算出与 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 和目标值 a 之差相对应的 NOx 修正值 $KN_{Ox} (= \gamma \cdot ([NOx] - a))$ 。

[0276] 将 NOx 修正值 KN_{Ox} 提供给加法部 84。另外,从 NOx 目标值指令部 86 将 NOx 的目标值 a 提供给加法部 84。NOx 目标值指令部 86 根据内燃机 10 的运转状态,计算出上述目标值 a 。加法部 84 将把 NOx 修正值 KN_{Ox} 加到目标值 a 上所得的值(下面,称之为“VVT 指令值”)提供给 VVT 决定部 88。VVT 决定部 88 根据上述 VVT 指令值计算出进气侧的 VVT20 的控制量,将该值提供给 VVT20。

[0277] 根据图 15 所示的结构,NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 相对于目标值 a 越是过大,则向 VVT 决定部 88 提供越大的 VVT 指令值。在这种情况下,VVT 决定部 88 对于 VVT20,要求更大的提前角。

[0278] 在内燃机 10 中,当进气门 18 的开启时间提前时,排气门 22 和进气门 18 同时成为开阀状态的期间,即,所谓的气门重叠期间延长。当气门重叠期间延长时,从排气通路 14 向进气通路 12 的排出的废气的反向流量增加,气缸内的残留气体量(内部 EGR 量)增加。并且,当气缸内的残留气体量增加时,气缸内气体的温度上升变得缓慢,NOx 产生量受到抑制。

[0279] 由于以上原因,根据本实施形式,通过调整气门重叠期间,可以使 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 接近于目标值 a 。因此,在本实施形式的系统中,与上述实施形式 1 至 8 的情况相比,可以使点火时间 SA 进一步接近 MBT。从而,根据本实施形式的系统,与上述这些实施形式相比,能够以更高的水平兼顾对输出特性的要求和废气排放特性的要求。

[0280] 并且,在上述实施形式 9 中,使进气门 18 的开阀时间提前,增大气门重叠时间,但是,并不局限于这种方法。即,也可以通过使排气门 22 的闭阀时间滞后,延长气门重叠时间。

[0281] 另外,在上述实施形式 9 中,通过改变气门重叠时间使气缸内的残留气体量变化,但是,其方法并不局限于此。即,也可以通过改变外部 EGR 量,使气缸内的残留气体量变化。

[0282] 另外,在上述实施形式 9 中,VVT20 相当于前述第十三个发明中的“可变气门正时机构”。另外,这里,NOx 控制部 82、加法部 84 以及 VVT 决定部 88 相当于前述第十三个发明中的“控制机构”。

[0283] 实施形式 10.

[0284] 下面,参照图 16 至图 18 说明本发明的实施形式 10。本实施形式的系统,可以通过

在上述实施形式 1 的系统中使 ECU50 通过采用 MFB 的简易计算推定 $[NO_x]$ 来实现。

[0285] 在上述实施形式 1 中,使 ECU50 基于上述式 (4) 计算出 NO_x 浓度推定值 $[NO_x]$ 。在这种情况下,ECU50 进行 $V \cdot dP/d\theta$ 的积分计算。在 ECU50 进行这种计算的情况下,产生若 $d\theta$ 过小则运算负荷变得过大的问题。相反地,当 $d\theta$ 大时,由于传感器的噪音,运算值产生振动,大的起伏容易叠加在最终的积分结果中。因此,在本实施形式中,提出了代替 $V \cdot dP/d\theta$ 的积分计算,通过利用 MFB 的简易计算求出 $[NO_x]$ 的方法。

[0286] 图 16 是以 $MFB_{@ATDC8}$ 作为参数表示 $\int V \cdot dP$ 与曲柄角 θ 的关系的图示。更具体地说,图 16 所示的 3 个波形,从上面起依次表示在以 $MFB_{@ATDC8}$ 为 80%、50%、20% 的方式使内燃机 10 动作的情况下的 $\int V \cdot dP$ 与曲柄角 θ 的关系。这些波形表示在 $\int V \cdot dP$ 与 $MFB_{@ATDC8}$ 之间具有相关性。

[0287] 图 17 表示从内燃机 10 排出的 NO_x 浓度的实测值与 $MFB_{@ATDC8}$ 的关系。图 17 中的多个实线中的每一个是将使发动机转速 NE 及负荷率 KL 相一致地进行的多个结果结合起来形成的。这些结果都表示在 $MFB_{@ATDC8}$ 与 NO_x 浓度之间大致成比例的关系成立。

[0288] 图 18 表示 NO_x 浓度的实测值与 $(\int V \cdot dP)/KL$ 的关系。图 18 中所示的多个实线中的每一个是将使发动机转速 NE 及负荷率 KL 相一致地进行的多个结果结合起来形成的。这些结果都表示在 NO_x 浓度的实测值与 $(\int V \cdot dP)/KL$ 之间大致成比例的关系成立。

[0289] 进而,图 17 所示的结果和图 18 所示的结果表明,相对于 NO_x 浓度的实测值而言, $MFB_{@ATDC8}$ 与 $(\int V \cdot dP)/KL$ 显示出相同的相关性。因此,在上述 (4) 中的 $(\sum V \cdot dP/d\theta \cdot \Delta\theta)/KL$ 项可以被置换成 $MFB_{@ATDC8}$ 。即, NO_x 浓度推定值 $[NO_x]$ 可以通过采用 $MFB_{@ATDC8}$ 由下式计算出来。其中,下式的 $g(KL)$ 是通过在修正系数 $f(KL)$ 上乘以适合的常数获得的。

[0290] $[NO_x] = MFB_{@ATDC8} \times g(kl) \dots (12)$

[0291] $MFB_{@ATDC8}$ 可以通过利用公知的简单方法 $(PV \wedge \kappa)$ 比 $V \cdot dP/d\theta$ 的积分计算更简单地计算出来(例如参见特开 2005-36754 号公报)。因此,根据上述式 (12),与利用式 (4) 的情况相比,可以充分减轻 $[NO_x]$ 的运算负荷。从而,根据本实施形式的系统,与实施形式 1 的情况相比,可以充分减轻用于计算出没有分散性的 $[NO_x]$ 的运算负荷。

[0292] 并且,在上述实施形式 10 中,利用 $MFB_{@ATDC8}$ 将实施形式 1 的运算式 (4) 简化,但是,能够简化的对象并不局限于此。即,也可以通过进行同样的置换,利用 $MFB_{@ATDC8}$ 将实施形式 2 的运算式 (5) 简化。

[0293] 进而,也可以通过将 $(\sum V \cdot dP/d\theta \cdot \Delta\theta)/\tau$ 的项置换成 $MFB_{@ATDC8}$,利用 $MFB_{@ATDC8}$ 将实施形式 3 的运算式 (6) 简化。图 19 是表示 $(\int V \cdot dP)/\tau$ 与 $MFB_{@ATDC8}$ 的相关性的图示。其中,图 19 中所示的多个实线是将使发动机转速 NE 及负荷率 KL 相一致地进行的多个结果结合起来形成的。如图 19 所示,在 $(\int V \cdot dP)/\tau$ 与 $MFB_{@ATDC8}$ 之间,比例关系成立。因此,通过上述置换,通过采用 $MFB_{@ATDC8}$ 的简易计算,可以获得基本上和运算式 (6) 结果同样的结果。

[0294] 另外,在上述实施形式 10 中,ECU50 通过计算出 $MFB_{@ATDC8}$,相当于前述第十四个发明中的“MFB 计算机构”。另外,这里,通过 ECU50 将 $MFB_{@ATDC8}$ 与式 (4) 或者式 (5) 的 $(\sum V \cdot dP/d\theta \cdot \Delta\theta)/KL$ 置换,或者,与式 (6) 的 $(\sum V \cdot dP/d\theta \cdot \Delta\theta)/\tau$ 置换进行运算处理,实现前述第十四个发明中的“内部能量相关值计算机构”。

[0295] 实施形式 11.

[0296] 其次,参照图 20 至图 22 说明本发明的实施形式 11。在上述图 1 所示的结构中,通过使 ECU50 根据后面所述的运算式 (13) 计算出 NOx 浓度推定值 [NOx],可以实现本实施形式的系统。

[0297] 当近似地展开实施形式 3 中采用的运算式 (6) 时,可以获得下式 (13)。其中,在式 (13) 中, δ 及 ε 分别是常数。

[0298] [数学式 4]

$$[0299] \quad [NOx] = \alpha \times \frac{\left[\sum_{\theta_1}^{\theta_2} V_{\theta} \frac{dP_{\theta}}{d\theta} \Delta\theta \right] \times f(P_m)}{\tau} \quad \dots (13)$$

$$[0300] \quad = \delta \frac{P_{\theta_1} V_{\theta_1} - P_{\theta_2} V_{\theta_2}}{\tau} + \varepsilon$$

[0301] 检测出曲柄角 $\theta = \theta_1$ 时的气缸内压 P_{θ_1} 以及气缸内容积 V_{θ_1} , 和曲柄角 $\theta = \theta_2$ 时的气缸内压 P_{θ_2} 及气缸内容积 V_{θ_2} , 利用这些数据, 根据上述 (13) 式, 只要进行一次运算, 可以计算出 NOx 浓度推定值 [NOx]。因此, 若代替上述式 (6) 使用式 (13) 作为 [NOx] 的运算式, 则可以大幅度减轻 ECU50 的运算负荷。

[0302] 图 20 表示, 与实施形式 1 ~ 3 的情况一样, 令 θ_1 作为点火曲柄角并且令 θ_2 作为燃烧结束曲柄角、进行 (13) 式的运算的结果与 NOx 浓度的实测值之间的关系。更具体地说, 在图 20 中, 用点 (●) 表示的结果, 表示令发动机转速 NE 为 1500rpm、使负荷率 KL 在小、中、大三个阶段变化的情况下的关系。另外, 圆 (○) 所示的结果, 表示令发动机转速 NE 为 2000rpm、使负荷率 KL 在小、中、大三个阶段变化的情况下的关系。

[0303] 图 20 所示的结果, 显示出以下的倾向。

[0304] i) 在任何运转条件下, 由式 (13) 获得的 [NOx] 与 NOx 实测值基本上成比例关系。

[0305] ii) 发动机转速 NE 的高低不对由式 (13) 获得的 [NOx] 与 NOx 实测值之间的关系造成大的变化。

[0306] iii) 在由式 (13) 获得的 [NOx] 与 NOx 实测值之间的关系上叠加对应于负荷率 KL 的偏移。

[0307] 对于每个负荷率 KL 叠加的偏移的大小在内燃机 10 中可以是特定。从而, 对于每个 KL, 可以预定用于抵消该偏移的修正值。因此, ECU50 利用式 (13) 计算出 [NOx], 通过在该结果实施对应于 KL 的修正, 可以计算出正确的 NOx 浓度推定值 [NOx]。另外, 根据这种处理, 与上述实施形式 1 至 3 的情况相比, 可以大幅度减轻用于获得 [NOx] 的运算负荷。

[0308] 并且, 本发明的申请人发现, 当如下所述地变更式 (13) 中的积分对象区间 (即, θ_1 和 θ_2) 时, 可以提高 [NOx] 的推定精度, 消减图 20 所示的偏移。

[0309] θ_1 : 气缸内压成为最大的曲柄角 CA_{pmax}

[0310] θ_2 : 膨胀下止点 $\dots (14)$

[0311] 图 21 表示将 θ_1 和 θ_2 变更成上述 (14) 的设定、进行式 (13) 的运算的结果。如图 21 所示, 在这种情况下, 与发动机转速 NE 的高低、负荷率 KL 的大小无关, 在全部运转条件下, [NOx] 与 NOx 浓度的实测值基本上显示出成比例的关系。从而, 如果在设定 (14) 下进行式 (13) 的运算, 则无需进行用于消减偏移的修正, 就可以获得正确的 [NOx]。

[0312] 在设定 (14) 中使用的 θ_2 与内燃机 10 的运转状态无关, 总是一定的。与此相对,

在设定 (14) 中使用的另一个曲柄角 $\theta_1 = CA_{pmax}$ 根据内燃机 10 的运转状态而变化。因此, 为了在设定 (14) 的条件下进行式 (13) 的运算, 有必要在每一个膨胀行程中探索 CA_{pmax} 。

[0313] 图 22 是表示 $MFB_{@ATDC8}$ 与 CA_{pmax} 的关系的图示。如图 22 所示, $MFB_{@ATDC8}$ 与 CA_{pmax} 显示出比例关系。因此, $MFB_{@ATDC8}$ 可以作为 CA_{pmax} 的特性值加以利用。另外, 如上所述, $MFB_{@ATDC8}$ 可以通过采用公知的简易方法 ($PV \wedge \kappa$) 比较简单地求出。

[0314] 在本实施形式中, ECU50 存储用于将 $MFB_{@ATDC8}$ 换算成 CA_{pmax} 的规则。并且, ECU50 对每个膨胀行程计算出 $MFB_{@ATDC8}$, 将该计算值换算成 CA_{pmax} 。进而, ECU50 将这样计算出来的 CA_{pmax} 作为 θ_1 , 检测出气缸内压 P_{θ_1} 及气缸内容积 V_{θ_1} , 另外, 检测出膨胀下止点 θ_2 处的气缸内压 P_{θ_2} 及气缸内容积 V_{θ_2} 。之后, ECU50 通过根据这些变数进行式 (13) 的运算, 计算出 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 。

[0315] 根据以上的处理, 通过简单的运算处理, 可以精度良好地计算出 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 。因此, 根据本实施形式的系统, 与上述其它的实施形式的情况相比, 可以充分减轻用于正确地计算出 NOx 浓度推定值 $[NOx]$ 的运算负荷。

[0316] 并且, 在上述实施形式 11 中, 利用以式 (6) 为基础的近似式 (13) 计算出 $[NOx]$, 但是, 本发明并不局限于此。即, 用于计算 $[NOx]$ 的近似式也可以是近似地展开实施形式 1 中使用的式 (4) 的公式, 或者是近似地展开实施形式 2 中使用的式 (5) 的公式。

[0317] 另外, 在上述实施形式 11 中, 在设定 (14) 的情况下, 通过进行式 (13) 的运算, 可以省略用于消减图 20 所示的偏移的修正, 但是, 本发明并不局限于此。即, 也可以用 θ_1 作为点火曲柄角, 以 θ_2 作为燃烧结束曲柄角, 进行式 (13) 的运算, 对该运算结果实施用于消减图 20 所示的偏移的修正。

[0318] 实施形式 12.

[0319] [实施形式 12 的特征]

[0320] 其次, 参照图 23 说明本发明的实施形式 12。本实施形式的系统, 可以在实施形式 4 的系统中, 在给予 ECU50 以利用上述式 (13) 计算出 $[NOx]$ 的功能之后, 通过实施后面描述的图 23 所示的程序来实现。

[0321] 如上所述, 对于利用式 (6) 进行的 $[NOx]$ 运算, 伴随着大的运算负荷。另一方面, 根据 (13) 式, 可以减轻伴随着 $[NOx]$ 的运算的运算负荷。但是, 由于式 (13) 终究只是式 (6) 的近似式, 所以, 利用式 (6) 时与利用式 (13) 时相比, $[NOx]$ 的运算精度高。

[0322] 式 (6) 的运算及 (式 13) 的运算, 都有必要对每一个膨胀行程实施。从而, 在利用任何一种运算式的情况下, 都有必要以与内燃机 10 的曲柄角同步的方式, 反复进行 $[NOx]$ 的运算处理。在这种情况下, 在低旋转区域, 由于一个周期的时间长, 所以, 可以实施比较复杂的运算。另一方面, 在高旋转区域, 由于一个周期的时间短, 所以, 难以实施复杂的运算。因此, 在本实施形式中, 在低旋转区域, 作为 $[NOx]$ 的运算式采用式 (6), 在高旋转区域, 将该运算式变更成式 (13)。

[0323] [实施形式 12 中的具体处理]

[0324] 图 23 是在本实施形式中, ECU50 实施的程序的流程图。利用图 23 所示的程序, 首先, 判断发动机转速 NE 是否超过阈值 NE0 (步骤 140)。阈值 NE0 是能够利用式 (6) 计算出 $[NOx]$ 的发动机转速 NE 的上限。

[0325] 通过上述处理, 在否定 $NE > NE0$ 的判定的情况下, 发动机转速 NE 低, 可以判断为

能够利用式 (6) 进行运算。在这种情况下,作为 NOx 浓度推定值 [NOx] 的运算方法,选择利用式 (6) 的方法 (步骤 142)。

[0326] 另一方面,在上述步骤 140 中,在判断为 $NE > NE0$ 成立的情况下,发动机转速 NE 高,可以判断为利用式 (6) 运算 [NOx] 是困难的。在这种情况下,作为 NOx 浓度推定值 [NOx] 的运算方法,选择利用式 (13) 的方法 (步骤 144)。

[0327] 其次,通过上述处理,利用特定的方法计算出 NOx 浓度推定值 [NOx] (步骤 146)。利用式 (6) 的推定方法及利用式 (13) 的推定方法,分别和实施形式 3 或实施形式 1 的情况一样。

[0328] 以后,利用和实施形式 4 的情况同样的方法,决定评价函数 J (步骤 148),控制点火时间 (步骤 150)。这些处理,具体地说,通过 ECU50 实施图 10 所示的程序来实现。

[0329] 根据以上的处理,在低旋转区域,可以借助利用式 (6) 的运算处理高精度地计算出 [NOx]。另外,在高旋转区域,通过将 [NOx] 的运算式由式 (6) 换成式 (13),可以避免 ECU50 的运算负荷变得过大。因此,根据本实施形式的系统,对于 ECU50 不给予过剩的运算能力,在内燃机 10 的全部运转区域能够以适当的精度计算出 [NOx]。

[0330] 另外,在上述实施形式 12 中,曲柄角传感器 36 相当于前述第十五个发明中的“转速传感器”。另外,ECU50 通过借助采用式 (6) 的方法计算出 NOx 浓度推定值 [NOx],实现前述第十五个发明中的“第一计算机构”,通过借助采用式 (13) 的方法计算出 NOx 浓度推定值 [NOx],实现前述第十五个发明中的“第二计算机构”。进而,通过 ECU50 实施步骤 140 的处理,实现前述第十五个发明中的“计算方法选择机构”。

[0331] 实施形式 13.

[0332] [实施形式 13 的特征]

[0333] 其次,参照图 24 和图 25 说明本发明的实施形式 13。图 24 是用于说明本实施形式的系统的结构的图示。图 24 所示的结构,除了在排气通路 14 中追加 NOx 浓度传感器 90 这一点之外,与图 1 所示的结构相同。可以在图 24 所示的结构中,通过使 ECU50 实施下面说明的图 25 所示的程序,实现本实施形式的系统。

[0334] 本实施形式的系统,借助上述实施形式 1 至 12 的方法中的任何一种方法计算出 NOx 浓度推定值 [NOx]。在这种情况下,可以对于每一个膨胀行程,即,对于每一个气缸,计算出 [NOx]。内燃机 10 具有多个气缸。在本实施形式中,ECU50 对于这些多个气缸的每一个计算出 [NOx]。

[0335] 排出的废气的成分通常在多个气缸中没有太大的差异。因此,如果对于多个气缸的每一个计算出来的 [NOx] 相互进行比较的话,可以判断它们是否被正确地计算出来。另外,将 NOx 浓度传感器 90 的检测值与 [NOx] 进行比较,可以判断它们是否都是正常的。特别是,如果判断为 [NOx] 是正确的,则通过上述比较可以判断 NOx 浓度传感器 90 的检测值是否正确。

[0336] [实施形式 13 中的具体处理]

[0337] 图 25 是为了根据上述原理判断 [NOx] 是否被正确地计算以及 NOx 浓度传感器 90 是否正常地起作用、而由 ECU50 实施的程序的流程图。利用该程序,首先,对于内燃机 10 配备的多个气缸的每一个,计算出 NOx 浓度推定值 [NOx] (步骤 160)。这里,计算 [NOx] 的方法可以利用上述实施形式 1 至 12 中的任何一种方法。

[0338] 其次,判断多个气缸的 [NOx] 是否处于认为是正常的起伏的范围内(步骤 162)。具体地说,首先,计算出全部的 [NOx] 的平均值。其次,对于各个 [NOx],依次判断偏离该平均值的偏离量是否超过判定值。结果,在确认伴有超过判定值的偏离的 [NOx] 的情况下,判断为 [NOx] 的起伏是不正常的。在这种情况下,在认识到 [NOx] 的推定异常之后(步骤 164),本次处理周期结束。其中,这里说明的方法是判断 [NOx] 的起伏的一个例子,其方法并不局限于此。

[0339] 与此相对,在上述步骤 162 中,在判断 [NOx] 的起伏是正常的情况下,接着比较 [NOx] 的平均值和 NOx 浓度传感器 90 的检测值(步骤 166)。具体地说,判断两者的偏离量是否收敛于正常值。结果,在肯定上述判断的情况下,在完成 NOx 浓度传感器 90 的正常判断之后(步骤 168),结束这次处理周期。

[0340] 另一方面,在上述步骤 166 中,在判断为 [NOx] 的平均值和 NOx 浓度传感器 90 的检测值超过判定值而偏离的情况下,完成 NOx 浓度传感器 90 的异常判定(步骤 170)。根据上述处理,通过简单的比较处理,可以正确地判断是否正常地进行 [NOx] 的推定,以及 NOx 浓度传感器 90 功能是否正常。

[0341] 并且,在上述实施形式 13 中,ECU50 通过实施步骤 166 的处理,实现前述第十六个发明中的“异常判断机构”。另外,ECU50 通过实施步骤 160 的处理,实现前述第十七个发明中的“内部能量相关值计算机构”以及“NOx 浓度推定机构”。进而,ECU50 通过实现步骤 162 的处理,实现前述第十七个发明中的“正确与否判定机构”。

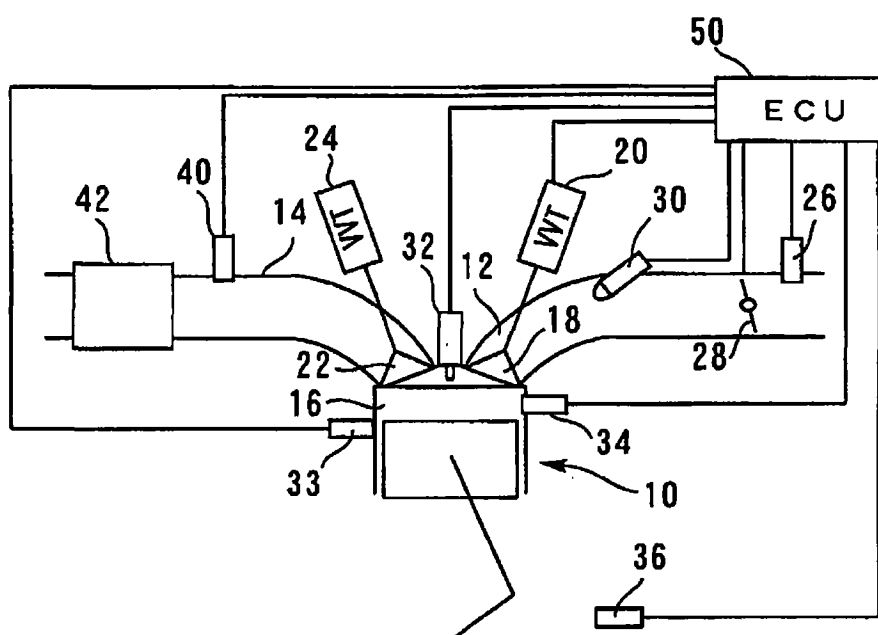


图 1

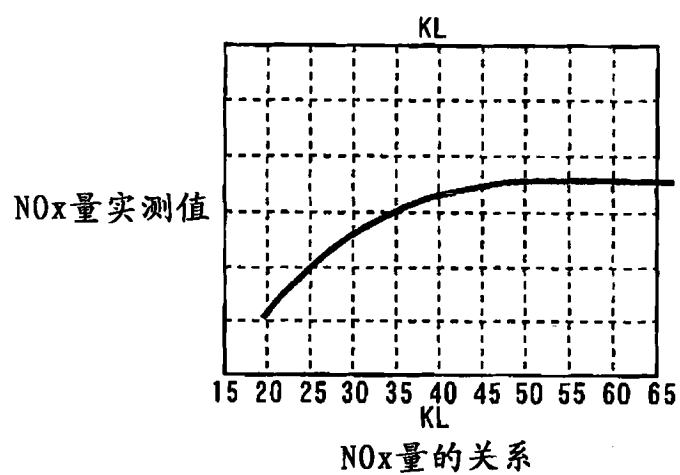


图 2

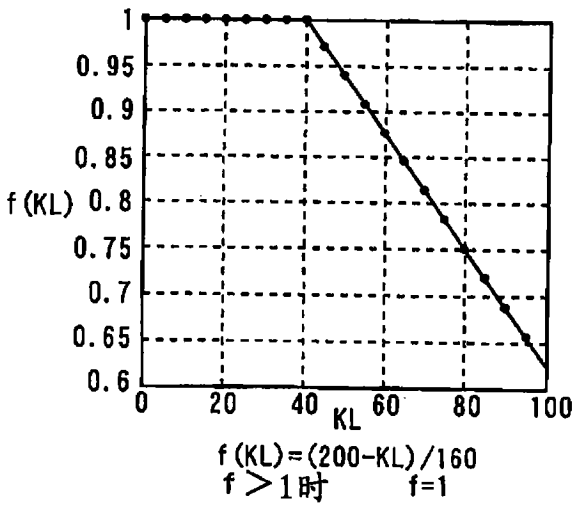


图 3

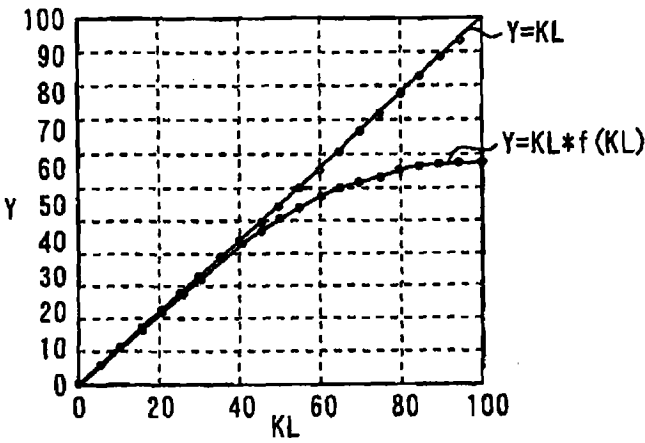


图 4

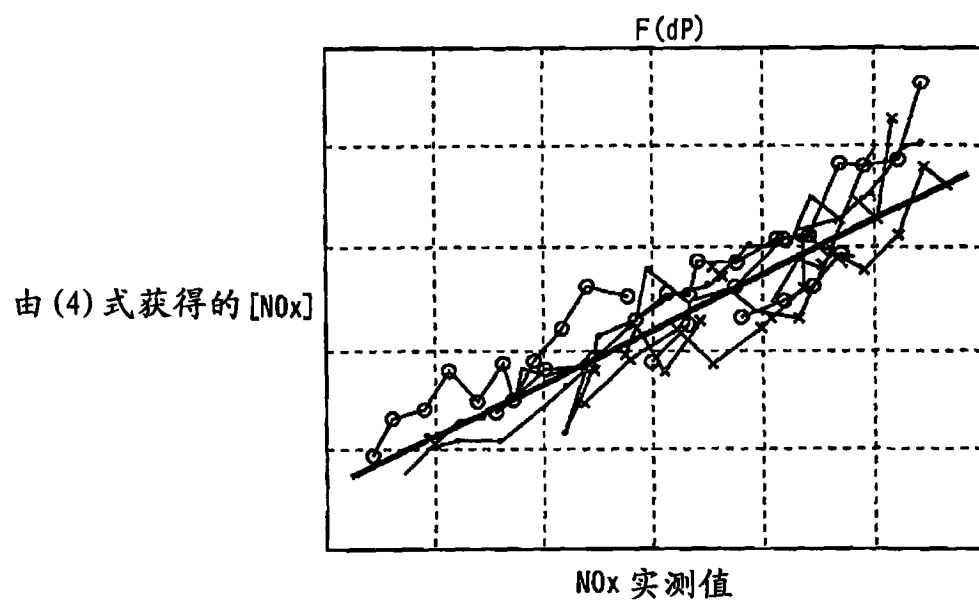


图 5

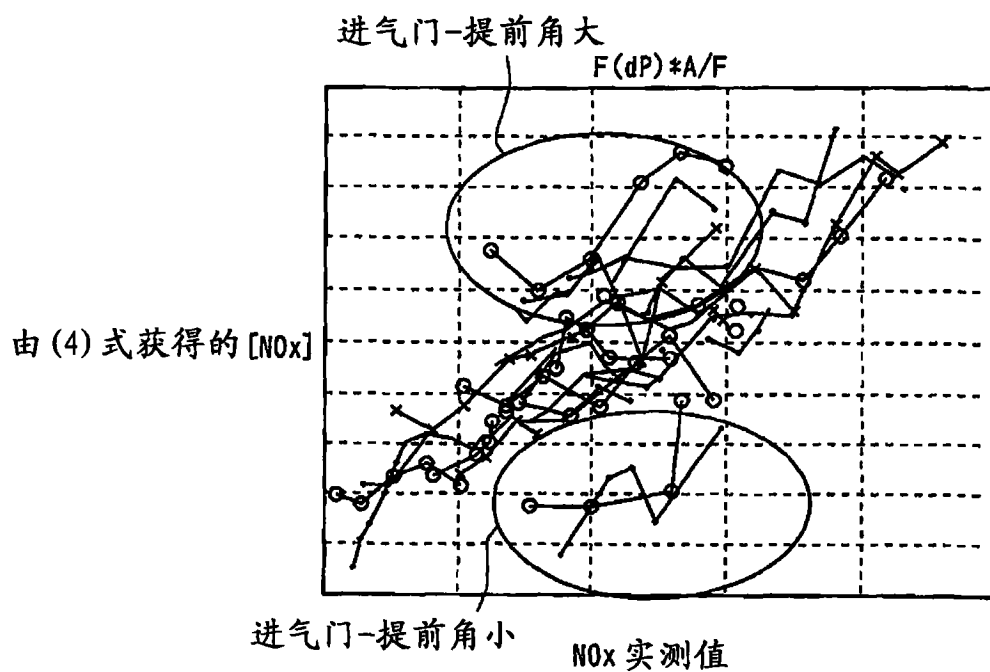


图 6

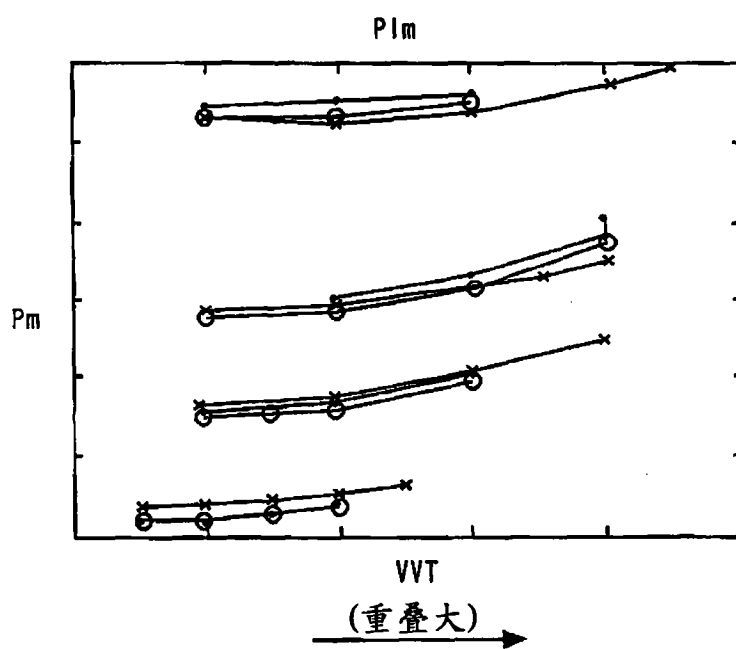


图 7

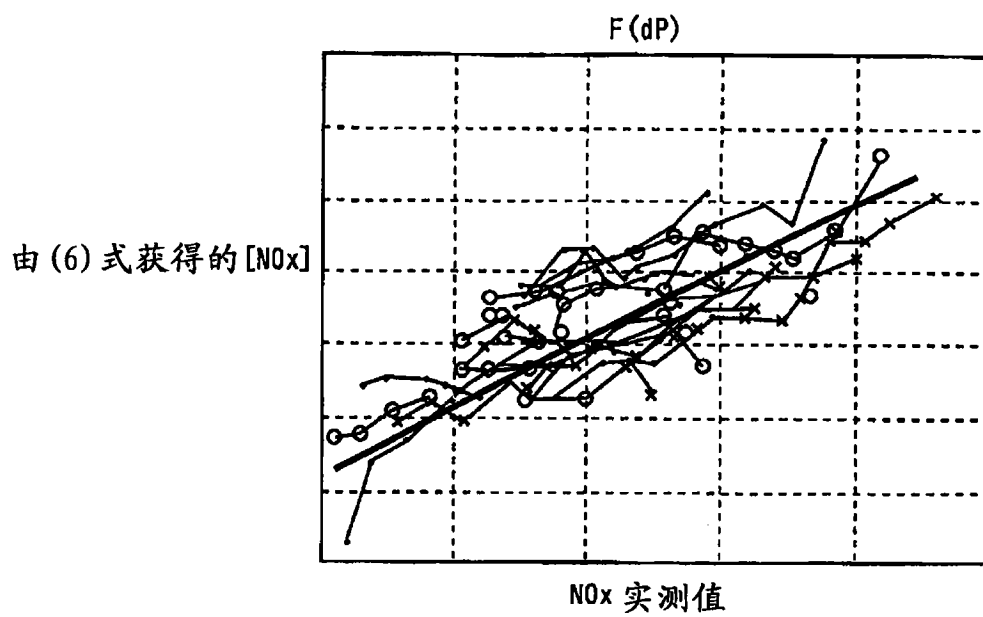


图 8

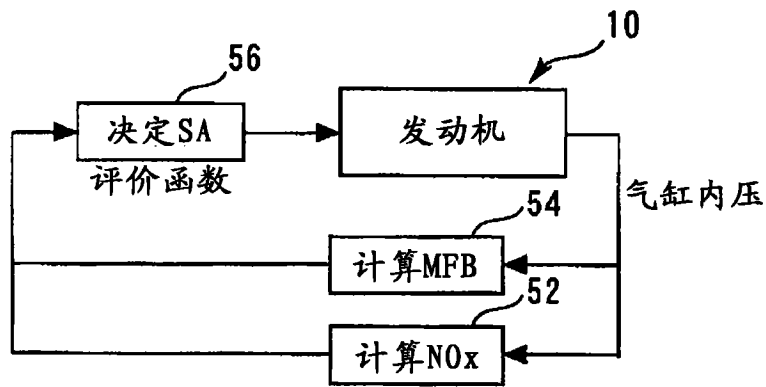


图 9

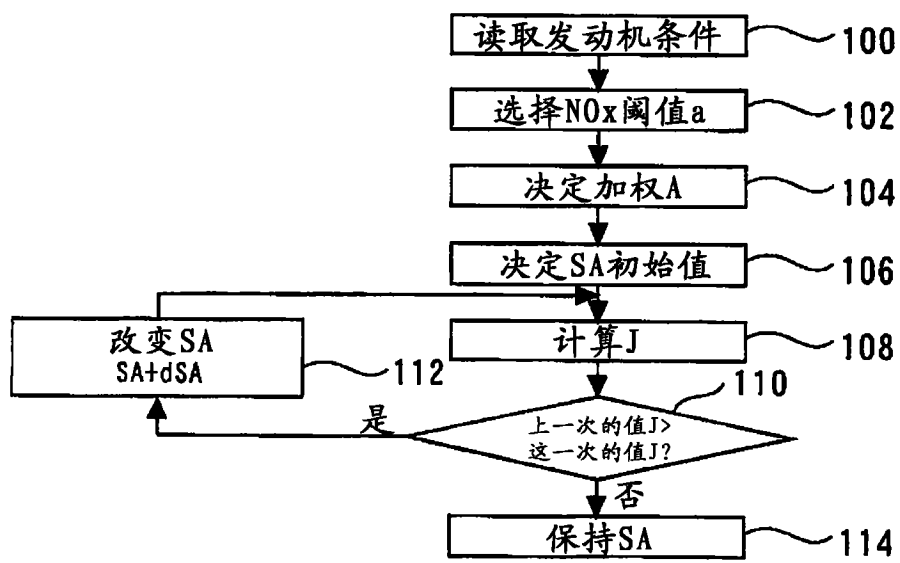


图 10

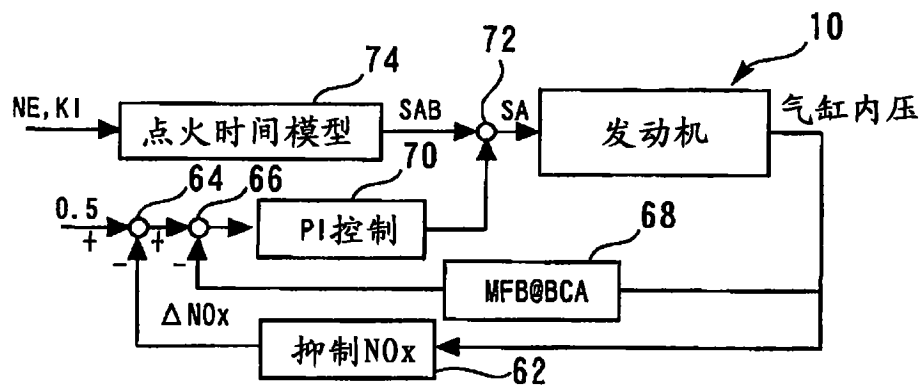


图 11

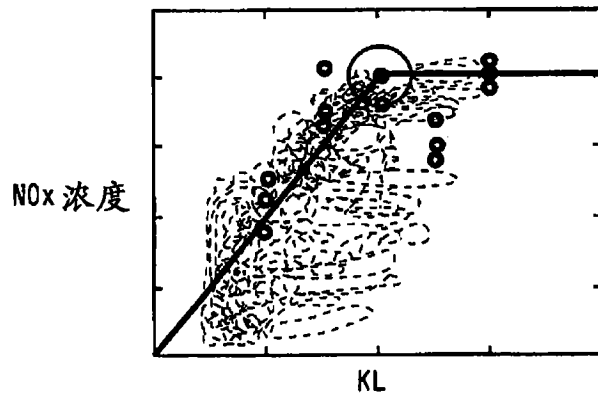


图 12

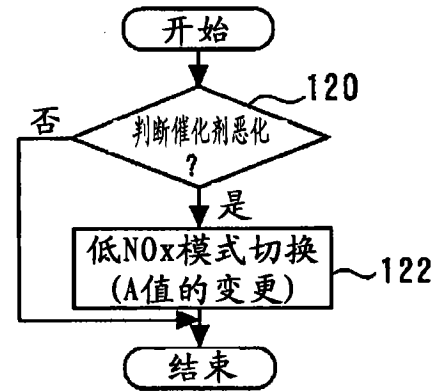


图 13

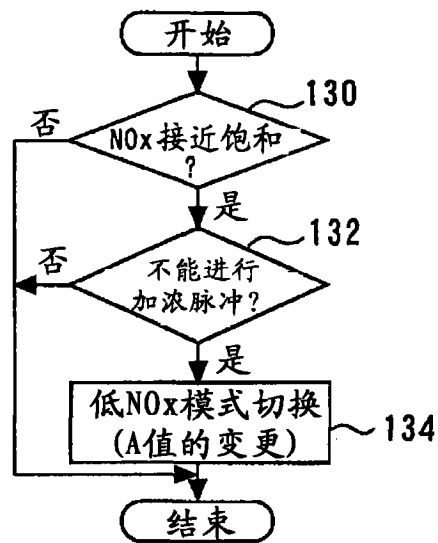


图 14

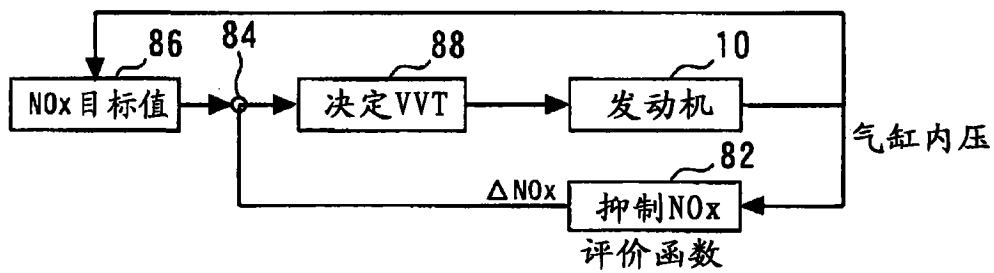


图 15

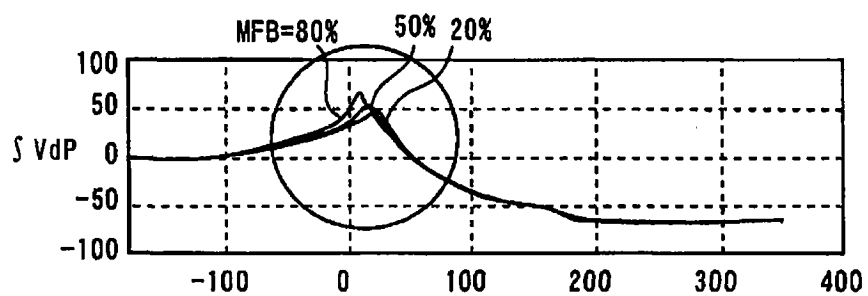


图 16

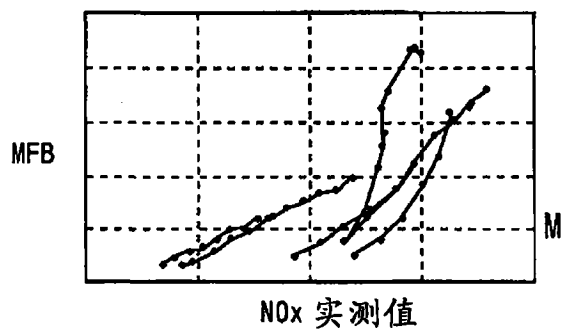


图 17

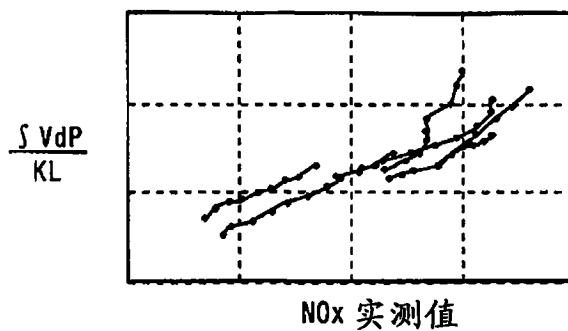


图 18

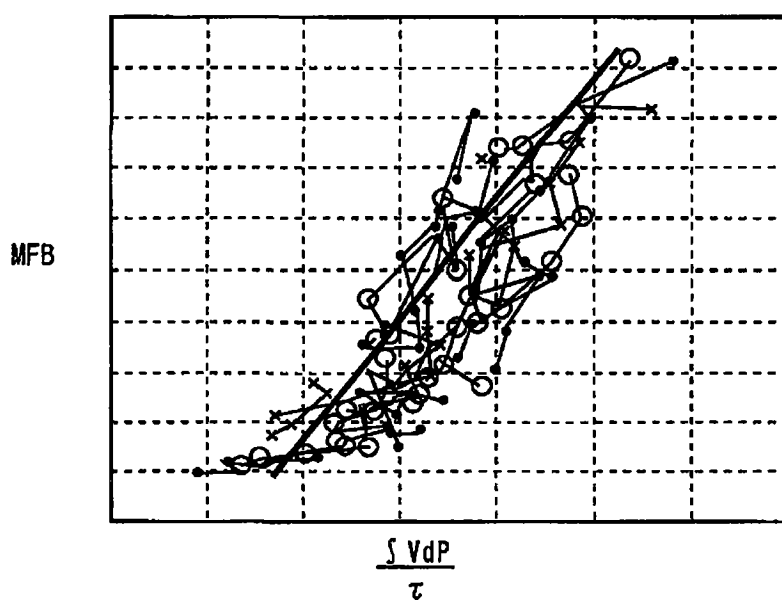


图 19

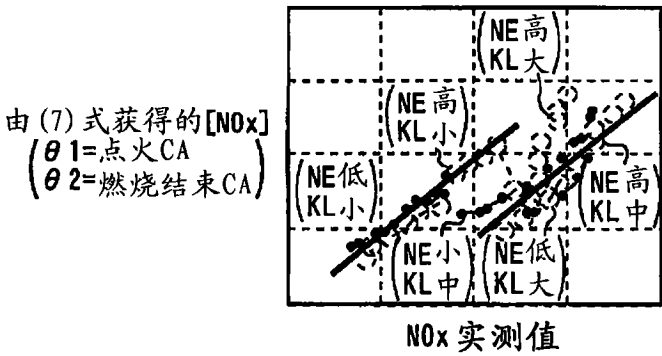


图 20

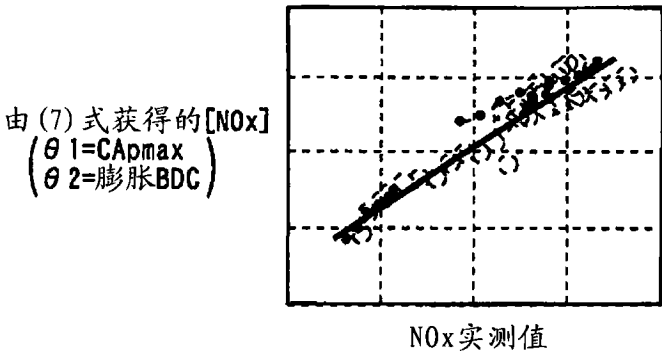


图 21

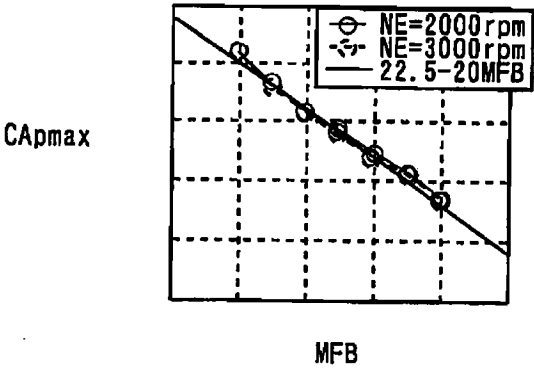


图 22

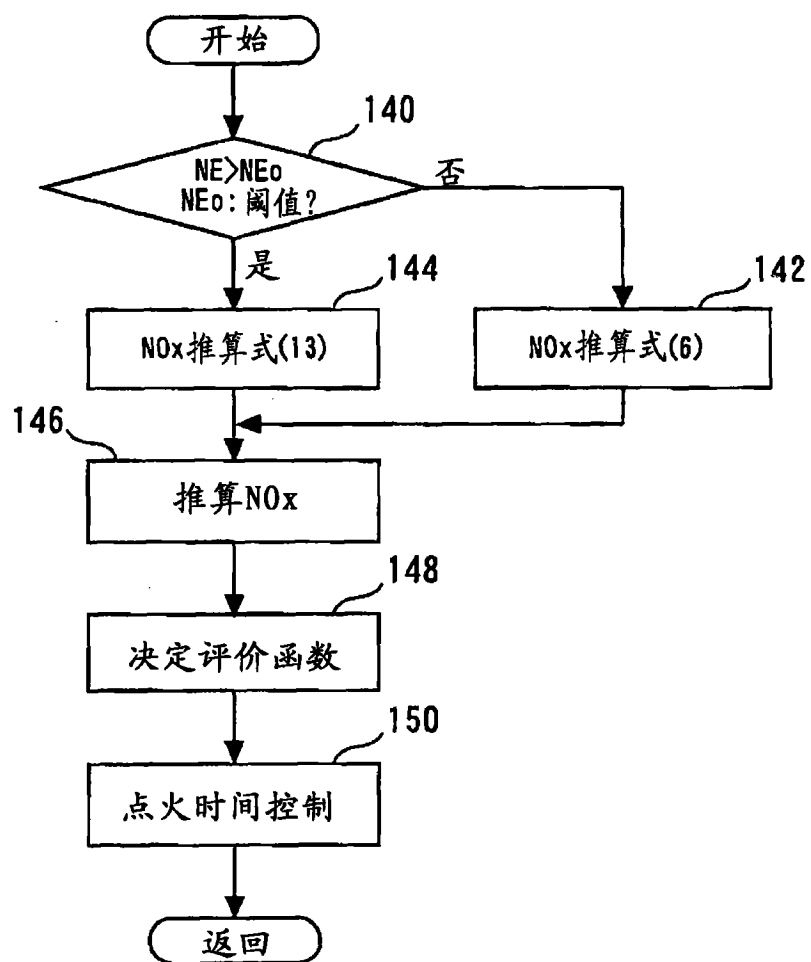


图 23

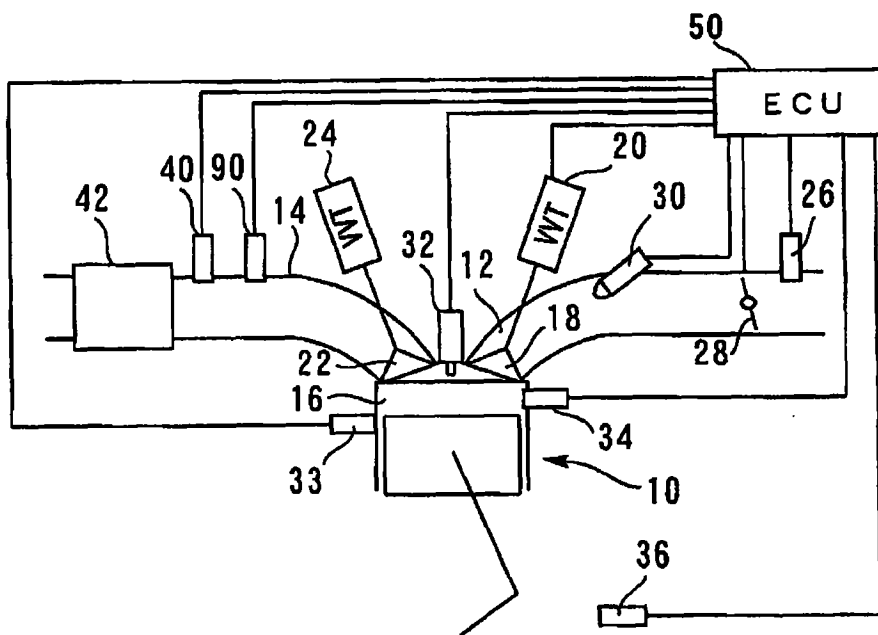


图 24

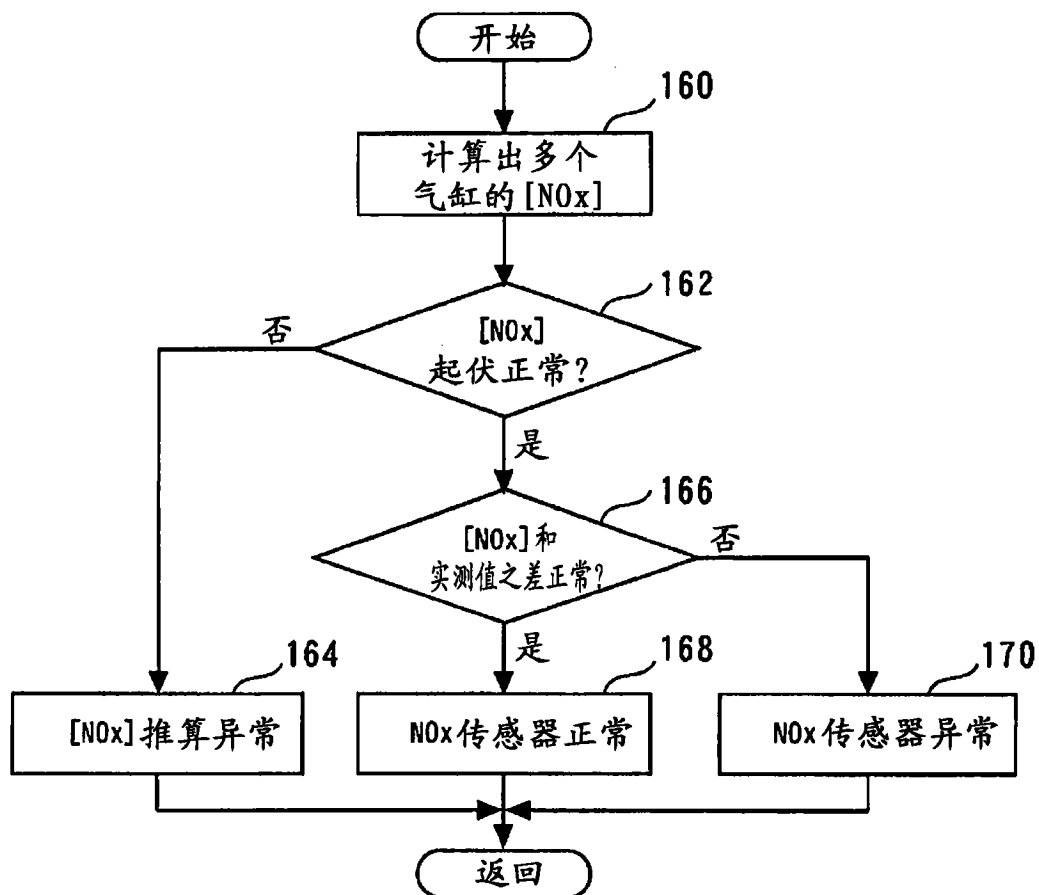


图 25