



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104100394 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201310133682. 9

(22) 申请日 2013. 04. 15

(71) 申请人 浙江福爱电子有限公司
地址 311121 浙江省杭州市余杭区仓前街道
文一西路 1500 号 1 幢 110 室

(72) 发明人 郗大光 杨延相 张平

(51) Int. Cl.
F02D 41/30 (2006. 01)
F02D 41/14 (2006. 01)

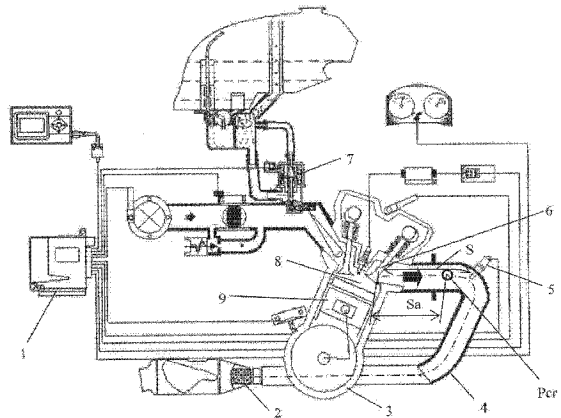
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种发动机空燃比闭环反馈控制装置

(57) 摘要

一种发动机排放控制装置,包括发动机本体、燃油喷射装置、发动机排气系统,所述燃油喷射装置包括电控单元 (ECU)、非自热型氧传感器和燃油喷射器,所述排气系统包括排气阀、三元催化触媒转换器,其特征在于,所述非自热型氧传感器在所述发动机排气系统中的安装区域满足:位于所述三元催化触媒转换器之上游,排气接近充分燃烧氧化临界点之下游,排气温度接近最高值。本发明使得即使采用较低成本的非自热型氧传感器,也能够反馈调节燃油喷射量非常接近理论当量空燃比,使三元催化触媒转换器高效工作,有效控制 CO、HC 和 NO_x 三种有害废气的排放。



1. 一种发动机排放控制装置,包括发动机本体、燃油喷射装置、发动机排气系统,所述燃油喷射装置包括电控单元(ECU)、非自热型氧传感器和燃油喷射器,所述排气系统包括排气阀、三元催化触媒转换器,其特征在于,所述非自热型氧传感器在所述发动机排气系统中的安装区域满足:位于所述三元催化触媒转换器之上游,排气接近充分燃烧氧化临界点之下游,排气温度接近最高值。

2. 如权利要求1所述发动机排放控制装置,其特征在于,所述排气接近充分燃烧氧化临界点按照下述方法确定:在此点上游安装开关型氧传感器正常闭环反馈控制发动机空燃比,其结果将使真实相对空燃比 λ 小于等于0.98。

3. 如权利要求2所述发动机排放控制装置,其特征在于,所述氧传感器安装区域在下述发动机工况条件下确定:发动机转速为2倍怠速转速~5倍怠速转速,油门开度在80%以内。

4. 如权利要求3所述发动机排放控制装置,其特征在于,所述氧传感器安装区域限定在排气接近充分燃烧氧化临界点之下游的200mm范围内。

5. 如权利要求4所述发动机排放控制装置,其特征在于,所述氧传感器探头伸入排气中的突出长度根据所述安装区域距离排气阀的远近来确定,离排气阀越近,所述伸入突出长度越短。

6. 如权利要求5所述发动机排放控制装置,其特征在于,所述氧传感器探头伸入排气中的突出长度在5-12mm。

7. 如权利要求6所述发动机排放控制装置,其特征在于,所述氧传感器为开关型氧化锆传感器。

一种发动机空燃比闭环反馈控制装置

所属技术领域

[0001] 本发明涉及火花点火发动机排放控制技术,尤其是带有三元催化触媒转换器的摩托车等小型火花点火发动机排放控制技术,具体涉及氧传感器在发动机排气系统中的优化布置设计,防止空燃比偏离三元催化触媒转换器高效转换窗口的技术。

背景技术

[0002] 电控燃油 / 燃气喷射技术是控制火花点火发动机有害气体排放和提高发动机性能的主要技术之一。采用闭环反馈电控燃油 / 燃气喷射技术和废气三元催化转换技术,能够按照三元催化转换器的要求精确控制发动机的空燃比,从而使 CO、HC 和 NO_x 这三种有害气体排放量同时得到大幅度降低。

[0003] 在这样的闭环控制系统中,一般通过安装在排气系统中的氧传感器实时监测并反馈调整发动机混合气的空燃比,如果氧传感器测量结果有偏差,必将导致排气成分偏离三元催化转换器的高效转换窗口(见图 4),结果就可能使 CO、HC 和 NO_x 中的一种或者数种有害物不能够被充分转换,排放超标。

[0004] 导致氧传感器测量结果出现偏差的原因很多,包括氧传感器本身的特性品质,以及发动机废气的特性,前者取决于氧传感器的设计制造品质控制水平,而后者取决于氧传感器在发动机排气系统中的布置设计。常用的氧化锆型氧传感器能够测量的是发动机废气中的剩余氧气浓度,而且只能够在合适的温度范围内可靠工作,为了准确地换算为发动机燃烧混合气的空燃比,必须排除废气中的未完全燃烧的 CO 和 HC 的影响。为了解决上述问题,氧传感器探头上都设置了一定的氧化触媒以尽可能将未完全燃烧的 CO 和 HC 氧化后再测量氧气浓度,并且设置内部加热装置来保证合适的传感器探头温度。然而,对于摩托车及小型发电机等总体成本较低的产品,采用这样的带有内部加热装置的自热式氧传感器,在耗电量和成本等诸多方面难以满足要求。因此,非自热式的氧传感器就成为了首选。

[0005] 非自热式的氧传感器必须依靠发动机排气所含热量加热到合适的工作温度,因此在发动机排气系统中的布置设计就尤其关键。如果氧传感器距离排气阀太远,那么由于流过排气系统时的散热过多,氧传感器工作温度就难以保证,因此就有了将氧传感器布置在发动机气缸盖上的方案(中国实用新型专利 032580169)。然而这种方案设计,有些工况下超过 900°C 的排气温度加上氧传感器探头表面大量未燃 HC 的催化燃烧,有可能使氧传感器探头温度超过其使用许可温度,传感器工作可靠性及寿命可能受到不利的影 响。另一方面,由于有些工况燃烧之后,未完全燃烧 HC 会在氧传感器位置存在过多,不能够被氧传感器探头的氧化触媒催化氧化完全,结果氧传感器就可能出现较大的测量偏差,反馈控制结果偏浓导致 CO 排放难以达标。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是要通过优化布置设计氧传感器在排气系统中的位置来解决上述问题,即保证使用较低成本的非自热式的氧传感器能够达到其温度使用条件,又保证在

需要严格控制发动机混合气空燃比为理论当量比的工况不会出现氧传感器测量结果有大的偏差,从而实现三元催化转换器对所有有害气体的高效转换,排放得到有效控制。

[0007] 本发明通过以下技术方案实现上述目的,即:

[0008] 一种发动机排放控制装置,包括发动机本体、燃油喷射装置、发动机排气系统,所述燃油喷射装置包括电控单元(ECU)、非自热型氧传感器和燃油喷射器,所述排气系统包括排气阀、三元催化触媒转换器,其特征在于,所述非自热型氧传感器在所述发动机排气系统中的安装区域满足:位于所述三元催化触媒转换器之上游,排气接近充分燃烧氧化临界点之下游,排气温度接近最高值。

[0009] 根据本发明的技术方案,非自热型氧传感器处于发动机排气温度较高区域,同时氧气浓度接近真实的完全燃烧反应的剩余氧气浓度,因此能够用来反馈调节燃油喷射量非常接近理论当量空燃比,即相对空燃比 λ 在三元催化触媒转换器的高效转换窗口以内,达到有效控制CO、HC和NO_x三种有害废气的目的。

[0010] 对上述技术方案的改进或限制包括,所述排气接近充分燃烧氧化临界点按照下述方法确定:在此点的上游安装开关型氧传感器正常闭环反馈控制发动机空燃比,其结果将使真实相对空燃比 λ 小于等于0.98;所述氧传感器安装区域在下述发动机工况条件下确定:发动机转速为2倍怠速转速~5倍怠速转速,油门开度在80%以内。

[0011] 影响发动机排放总量的主要工况是常用骑行工况。作为摩托车用发动机,最常用的工况为发动机转速为2倍怠速转速~5倍怠速转速,油门开度在80%以内,而怠速和高速或大负荷工况重点需要保证的是发动机运转稳定性或动力性或热负荷控制,往往需要偏浓的混合气。因此上述技术方案将排除这些非排放重点控制工况点对所述氧传感器安装区域的可能的矛盾限制,例如这些高速工况点的燃烧可能滞后太多,如果以这些工况点排气接近充分燃烧氧化点之下游为条件,来确定氧传感器安装位置,那么就必然使氧传感器位置很靠下游,这有可能难以保证小油门低速工况点的氧传感器有足够的温度,另外氧传感器在冷态启动后的过渡过程(活化过程)可能变得很长,发动机初期排放就无法有效控制。

[0012] 对上述技术方案的进一步限制包括,所述氧传感器安装区域限定在排气接近充分燃烧氧化临界点之下游的200mm范围内。这样能进一步保证氧传感器有足够的工作温度。

[0013] 本发明的另一个技术方案之发动机排放控制装置,其特征在于,所述氧传感器探头伸入排气中的突出长度根据所述安装区域距离排气阀的远近来确定,离排气阀越近,所述伸入突出长度越短。所述氧传感器探头伸入排气中的突出长度最好在5-12mm。

[0014] 根据本发明的这一技术方案,在所述氧传感器安装位置距离排气阀较近时,因为排气温度要高一些,所以允许所述氧传感器探头伸入排气中的突出长度短一些,仍然能够保证氧传感器有足够的温度,在冷态启动后的过渡过程(活化过程)也可以较快,同时由于传感器自身向外散热能力的增强和受热热流量的减小,也不至于使所述氧传感器探头在高速大负荷条件下温度超过许可极限而损坏。而如果所述氧传感器安装位置距离排气阀较远,那么可以通过增加所述氧传感器探头伸入排气中的突出长度来增加所述氧传感器探头被发动机废气加热的速度。

[0015] 本发明所述发动机排放控制装置,所述氧传感器可以为较低成本的非自热、开关型氧化锆传感器。

附图说明

- [0016] 图 1 为本发明的一个实施例之系统构成图。
- [0017] 图 2 为发动机排气温度随测量位置距离排气阀的长度而变化的曲线图例。
- [0018] 图 3 为开关型氧传感器安装位置距离排气阀的长度不同时反馈控制空燃比的结果例。
- [0019] 图 4 为三元催化触媒转换器转换效率与相对空燃比 λ 的典型关系曲线图。
- [0020] 图 5 为氧传感器探头伸入发动机排气中的突出长度的定义。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图来进一步说明本发明。

[0022] 图 1 系统图为本发明在摩托车发动机上的一个实施例。燃油喷射装置由电控单元 (ECU) 1 控制, 根据当前发动机进气量等实时测量状态参数和 ECU 内部逻辑控制燃油喷射器 7 喷射一定量的燃油, 燃油混合气在位于发动机本体 3 内部的燃烧室 8 内燃烧并推动活塞 9 做功, 当排气阀 6 打开时, 高温燃烧废气排入到排气系统中, 其中包含有 CO_2 、 H_2O 、 N_2 等惰性气体, 也包含 CO 、 HC 、 NO_x 等法规要求控制排放的有害气体, 以及残余的 O_2 。燃烧废气通过排气管 (道) 3 流向三元催化触媒转换器 2, 经过三元催化触媒转换器 2 的催化反应, 使尽可能多的 CO 、 HC 、 NO_x 转换为无害的 CO_2 、 H_2O 、 N_2 气体再排向大气, 从而使摩托车有害排放物达到法规要求。

[0023] 三元催化触媒转换器 2 对 CO 、 HC 、 NO_x 这三种有害气体的转换效率如图 4 所示, 只有发动机混合气相对空燃比 λ 在很窄的范围内才同时具有很高的转换效率——即存在一个高效的三元催化转换窗口, 例如典型的高效 (70% 以上) 的三元催化转换窗口为 $\lambda = 0.975-1.015$ 。

[0024] 为了将相对空燃比 λ 控制在三元催化转换窗口以内, 就需要采用实测混合气的真实 λ 来反馈调整燃油喷射量的闭环控制系统。图 1 中采用了低成本单线开关型基于氧化锆陶瓷的固体电解质特性的氧传感器 5 来实时监测 λ , 将氧传感器测量信号输入 ECU1 来随时修正燃油喷射量。氧传感器 5 是通过测量废气中的残余的 O_2 浓度来推算进气混合气的实际相对空燃比 λ 的, 其工作条件是必须达到一定的温度, 并且废气中的 O_2 和 CO/HC 浓度不能够同时都较高, 否则氧传感器 5 就不能得到有效的信号, 或者本应该和 CO/HC 反应消耗掉的 O_2 浓度就成为残余的 O_2 浓度的主要部分, 而使 ECU 得到一个错误的、偏向稀信号的混合气状态, 反馈调节的结果必然得到偏浓的控制结果, 不仅生成更多的 CO 和 HC , 同时使三元催化转换器对 CO 和 HC 的转换效率大幅降低, CO 和 / 或 HC 就很难达标。

[0025] 由于燃烧速度等在有些工况下会变慢, 因此而导致废气在进入排气系统后仍然可能没有完成燃烧反应, 结果在一定的排气系统区域内, O_2 和 CO/HC 浓度会同时很高, 燃烧会在排气系统中的流动过程中继续进行一段时间。图 2 为排气管内的排气温度沿着流动方向随离开排气阀的距离 S 而变化的实测曲线图。由图中可见, 随着 S 的增加, 尽管通过排气管壁向外散热量会不断增加, 但在 S 较小的区域内, 排气温度降低很慢, 甚至还可能增加, 只有在一定的距离以外, 排气温度才明显下降。这正是燃烧在排气系统中继续进行的结果。

[0026] 图 3 为将氧传感器 5 安装在不同的 S 的位置, 并且由该氧传感器正常闭环反馈控制空燃比的实际结果举例。这里真实的 λ 由安装在排气管下游的、自带电加热器的宽域氧

传感器测得。由图 3 可以看出,在 S 较小的区域,实际 λ 偏浓较多。而在 S 大于一定值后,实际 λ 非常接近于 1.00,因此我们一句 $\lambda = 0.98$ 对应的最小 S 的位置来确定废气充分燃烧氧化临界点 Pcr, Pcr 点对应的 S 值为 Sa。

[0027] 氧传感器 5 也不能安装在离废气充分燃烧氧化临界点 Pcr 的下游太远的位置,因为氧传感器 5 要靠废气的热量加热来维持足够高的温度,太远的下游位置会由于废气温度过低而不能使氧传感器 5 在发动机启动后快速达到其最低活化温度,甚至根本无法达到这个活化温度,或者在低速小负荷工况可能又会失去活性。因此,氧传感器 5 的安装位置还必须在排气温度接近最高值的区域内。优选的 S 位置是在 Pcr 位置点下游 200mm 以内,最好在 100mm 以内。

[0028] 在本实施例的图 1 所示系统中,对于排气量为 110-150mL 的跨骑式摩托车发动机,通常在摩托车必须进行空燃比当量控制的常用骑行工况的条件下确定 Pcr 点,例如在车速 50-60km/h、档位 3-5 档的条件下确定 Pcr 点, Sa 一般为 100mm ~ 200mm。优选的 Sa 确定工况为发动机转速为 2 倍怠速转速 ~ 5 倍怠速转速、油门开度在 80% 以内。

[0029] 本发明第二个实施例是对上述实施例的进一步改进。在按照上述技术方案确定氧传感器 5 在排气系统中的沿排气流动方向的安装位置后,还通过设计不同的传感器探头伸入排气中的突出长度,来进一步调整氧传感器 5 的工作条件。

[0030] 图 5 所示为传感器探头伸入排气中的突出长度 H 的定义,氧传感器 5 安装在焊接于排气系统例如排气管 4 上的氧传感器安装支座 41 上,传感器探头 51 至少部分地处于排气 42 中,定义传感器探头 51 伸出安装支座 41 的长度 H 为氧传感器 5 在排气系统中的突出长度。在本发明第二个实施例中,根据所述安装区域距离排气阀的远近来确定 H,所述安装区域离排气阀越近,所述伸入突出长度越短。

[0031] Sa 确定后, Pcr 点就可以确定,所述氧传感器安装区域将处于 Pcr 点的下游,所述安装区域距离 Pcr 越近,也就离排气阀越近,根据图 2 可知,一般排气温度就会越高,因此,在不影响氧传感器的活化速度的前提下,将 H 减小就可能减小氧传感器探头的受热热量,同时增加通过安装支座 41 和传感器本身向外部的散热热量,从而有利于控制在高速大负荷工况下的高速高温排气对传感器探头 51 的过度加热,防止传感器探头温度超过使用许可极限, H 最小值可降至 5mm 以内。反之,在所述安装区域不得不距离 Pcr 较远时,可将突出长度 H 设计得更大一些,以保证氧传感器的活化速度以及低速小负荷工况的工作温度要求,当然 H 不能够过大以致明显使排气阻力增加, H 最大值可达 12mm。

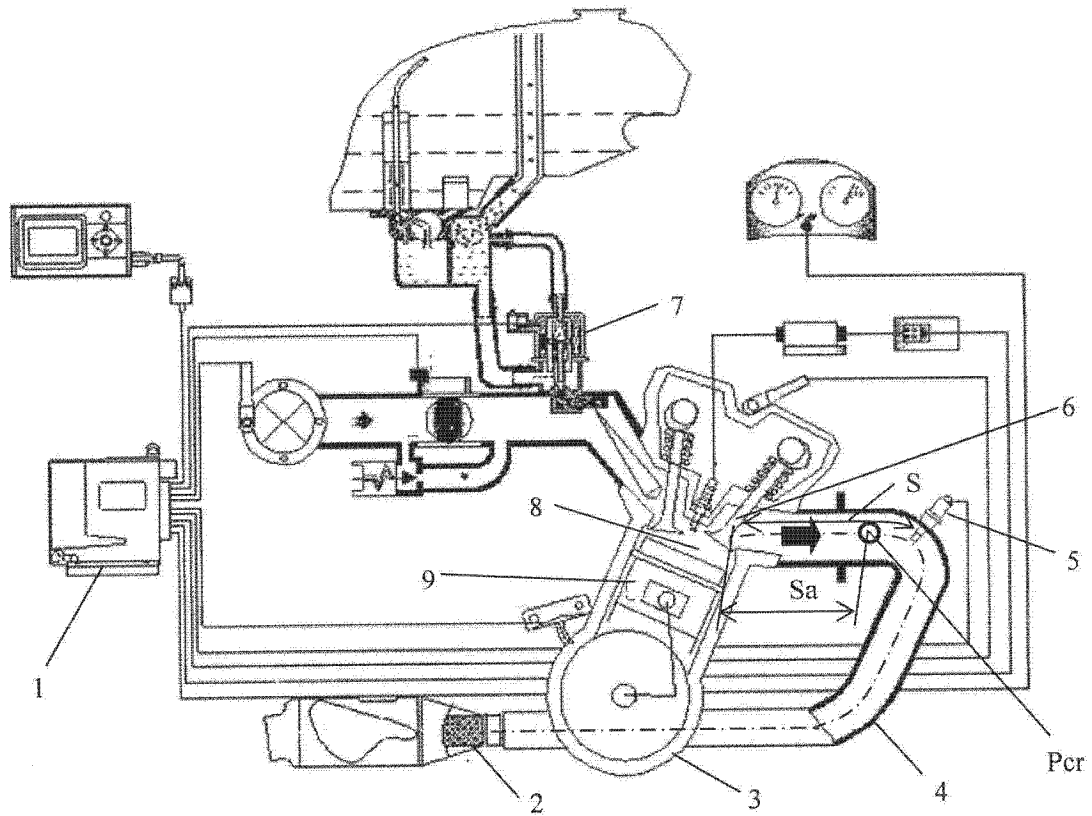


图 1

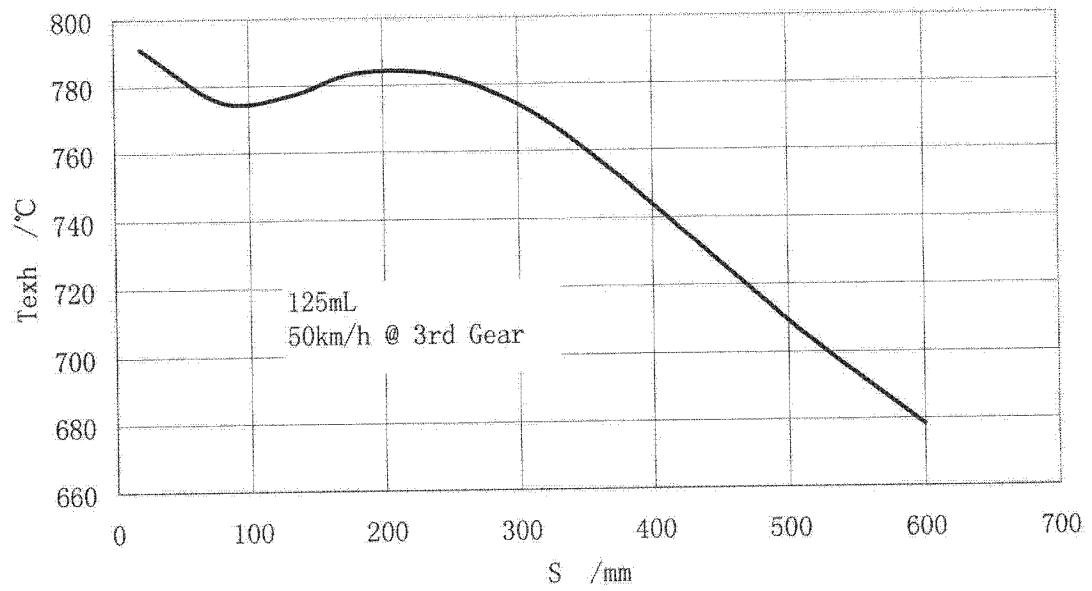


图 2

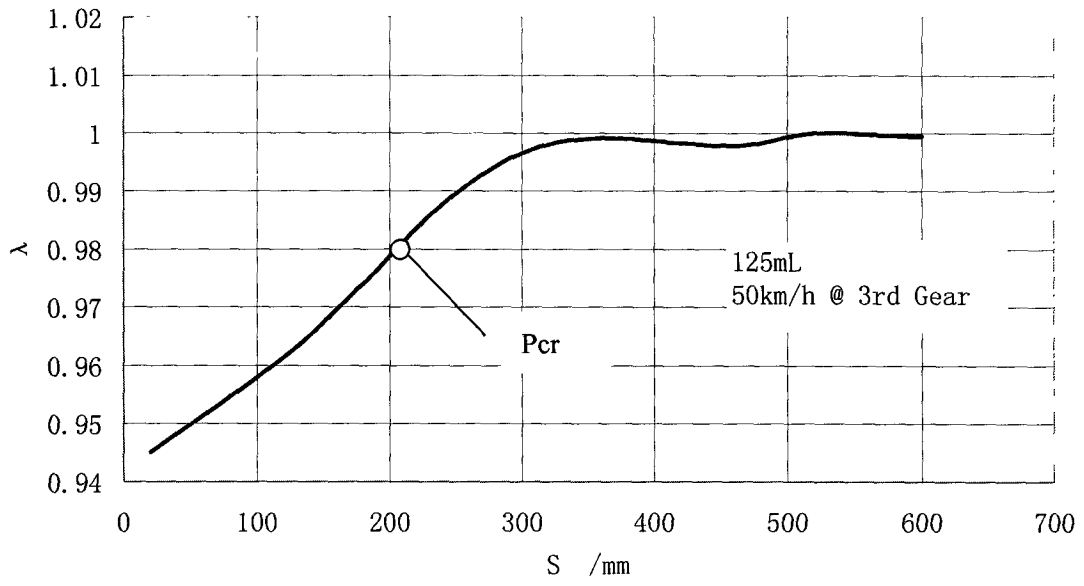


图 3

Catalyst Convert Efficiency

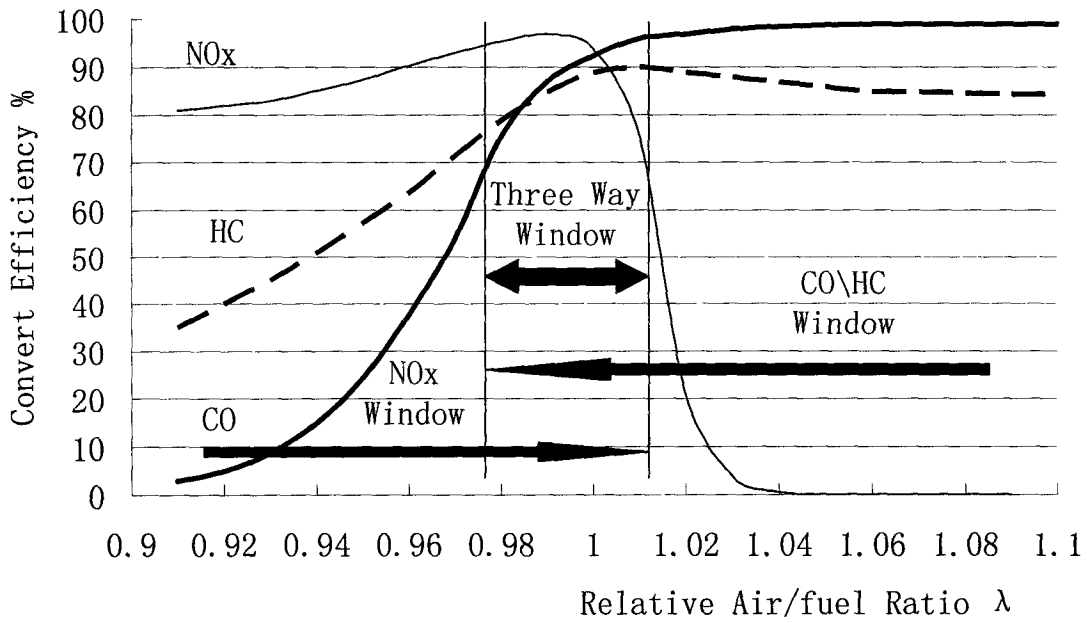


图 4

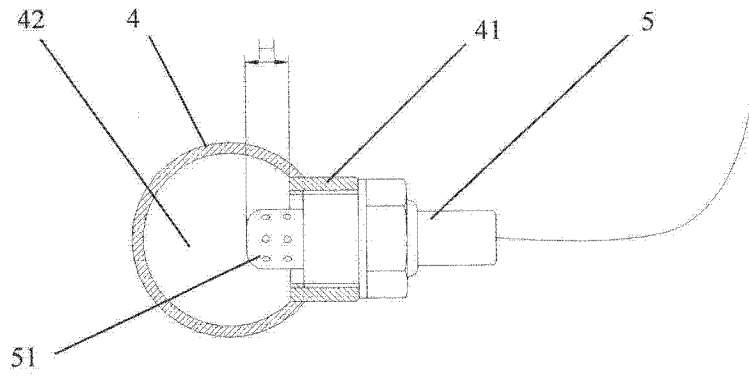


图 5