



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02108143.3

[45] 授权公告日 2006年7月26日

[11] 授权公告号 CN 1266373C

[22] 申请日 2002.3.27 [21] 申请号 02108143.3

[30] 优先权

[32] 2001.3.27 [33] DE [31] 10115967.6

[71] 专利权人 大众汽车股份公司

地址 联邦德国沃尔夫斯堡

[72] 发明人 埃克哈特·波特 埃里克·布雷
凯·菲利普 米夏埃尔·齐尔默

审查员 谭 凯

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

代理人 王仲贤

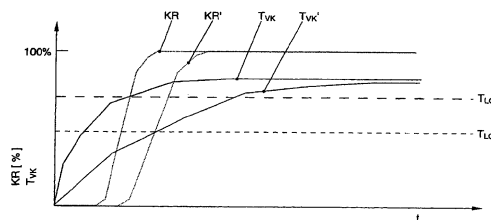
权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称

对尾气进行处理的方法和装置

[57] 摘要

本发明涉及一种对强制点火式内燃机(10)的尾气进行处理的方法和装置。根据本发明,尾气流过一后置于内燃机(10)的催化系统(16、18),所述催化系统至少由一内燃机附近的预催化剂(16)构成并且预催化剂(16)具有的与内燃机排量相关的惰性金属含量 EM_{VH} , 最高为 1.1g/升(31g/英尺³)内燃机(10)排量,并且在内燃机(10)冷起动后至少瞬时采取至少一种加热措施,从而在发动机起动后至迟 25 秒可达到至少 150°C,其中超过最大发动机转速 2500 分钟⁻¹的时间最多不超过一秒钟。



1. 一种强制点火式内燃机（10）的尾气的处理方法，其中
5 尾气流过后置于内燃机（10）的催化系统（16、18），所述催化系统至少由一内燃机附近的预催化剂（16）构成，并且在内燃机（10）启动后至少瞬间采取一种加热措施，其特征在于，预催化剂（16）具有的与内燃机排量相关的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为 1.1g/升内燃机（10）排量，和
10 预催化剂（16）的催化剂温度 T_{VK} 至少在内燃机启动后至迟 25 秒达到至少 150°C，其中超过最高内燃机转速 2500 分钟⁻¹ 的时间最多不超过 1 秒钟。
2. 按照权利要求 1 所述的方法，其特征在于，根据新的欧洲标准，在怠速工作除外的行驶冲程中，在至少 300 秒长的 $\lambda \geq 1.15$ 稀混合气分层供油工作或均匀-稀混合气工作的情况下，未燃烧的碳氢化合物的排放不得
15 超过 0.06g/m³，一氧化碳排放不得超过 0.2g/m³ 和氮氧化物排放不得超过 0.02g/m³，在上述条件下预催化剂（16）具有的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为 1.0g/升内燃机（10）排量。
3. 按照权利要求 2 所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）具有的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为 0.95g/升内燃机排量。
- 20 4. 按照权利要求 3 所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）具有的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为 0.85g/升内燃机排量。
- 5.按照权利要求 1 所述的方法，其特征在于，根据新的欧洲标准，在怠速工作除外的行驶冲程中，在至少 300 秒长的 $\lambda \geq 1.15$ 稀混合分层供油工作或均匀-稀混合工作的情况下，未燃烧的碳氢化合物的排放不得超过
25 0.07g/m³，一氧化碳排放不得超过 0.4g/m³ 和氮氧化物排放不得超过 0.04g/m³，在上述条件下预催化剂（16）具有的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为 0.85g/升内燃机（10）排量。
6. 按照权利要求 5 所述的方法，其特征在于，预催化剂的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为 0.75g/升内燃机排量。
- 30 7. 按照权利要求 6 所述的方法，其特征在于，预催化剂的惰性金属

含量 EM_{VH} 最高为 0.65g/升内燃机排量。

8.按照上述权利要求中任一项所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）的与催化剂容积相关的的惰性金属含量 EM_{VVK} 最高为 3.5g/升催化剂容积。

5 9. 按照上述权利要求 8 所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）的与催化剂容积相关的的惰性金属含量 EM_{VVK} 最高为 2.8g/升催化剂容积。

10 10. 按照上述权利要求 9 所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）的与催化剂容积相关的的惰性金属含量 EM_{VVK} 最高为 2.1g/升催化剂容积。

11.按照权利要求 1、2 或 5 所述的方法，其特征在于，预催化剂容积 V_{VK} 与内燃机（10）排量 V_H 的比小于 0.45。

12. 按照权利要求 11 所述的方法，其特征在于，预催化剂容积 V_{VK} 与内燃机（10）排量 V_H 的比小于 0.35。

15 13. 按照权利要求 12 所述的方法，其特征在于，预催化剂容积 V_{VK} 与内燃机（10）排量 V_H 的比小于 0.25。

14.按照权利要求 1、2 或 5 所述的方法，其特征在于，惰性金属含量包含铂和/或钯和/或铑元素。

20 15.按照权利要求 1、2 或 5 所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）至迟在发动机起动后 20 秒钟至少达到催化剂温度 $T_{VK}170^{\circ}C$ 。

16.按照权利要求 15 所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）至迟在发动机起动后 20 秒钟至少达到催化剂温度 $T_{VK}200^{\circ}C$ 。

17. 按照权利要求 15 所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）至迟在发动机起动后 15 秒钟，至少达到催化剂温度 $T_{VK}170^{\circ}C$ 。

25 18. 按照权利要求 17 所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）至迟在发动机起动后 15 秒钟至少达到催化剂温度 $T_{VK}200^{\circ}C$ 。

19. 按照权利要求 15 所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）至迟在发动机起动后 12 秒钟，至少达到催化剂温度 $T_{VK}170^{\circ}C$ 。

30 20. 按照权利要求 19 所述的方法，其特征在于，预催化剂（16）至迟在发动机起动后 12 秒钟至少达到催化剂温度 $T_{VK}200^{\circ}C$ 。

21.按照权利要求 1、2 或 5 所述的方法，其特征在于，在发动机最大转速为 1800 分钟⁻¹ 时达到预催化器（16）的催化器温度 T_{VK} ，其中超过所述最大转速的时间最多不超过一秒钟。

22.按照权利要求 21 所述的方法，其特征在于，在发动机最大转速为 1200 分钟⁻¹ 时达到预催化器（16）的催化器温度 T_{VK} ，其中超过所述最大转速的时间最多不超过一秒钟。

23.按照权利要求 1、2 或 5 所述的方法，其特征在于，加热措施包括点火角 α_z 在点火上死点（ZOT）后至少 10°的迟后点火。

24.按照权利要求 1 所述的方法，其特征在于，内燃机（10）是直接喷射的和分层供油的并且加热措施包括迟后点火和/或多次喷射，其中在吸入冲程中至少进行一第一次最初的燃油喷射并且在汽缸（12）的压缩冲程中至少进行一第二次迟后喷射。

25.按照权利要求 24 所述的方法，其特征在于，迟后喷射的一端至少瞬时被控制在喷射角 α_{EE} 在点火上死点（ZOT）前 80°至 10°。

26.按照权利要求 25 所述的方法，其特征在于，迟后喷射的一端至少瞬时被控制在喷射角 α_{EE} 在点火上死点（ZOT）前 60°至 25°。

27.按照权利要求 26 所述的方法，其特征在于，迟后喷射的一端至少瞬时被控制在喷射角 α_{EE} 在点火上死点（ZOT）前 50°至 35°。

28.按照权利要求 24 或 25 所述的方法，其特征在于，点火角 α_z 至少瞬时被控制在点火上死点（ZOT）后的 10°至 45°。

29.按照权利要求 28 所述的方法，其特征在于，点火角 α_z 至少瞬时被控制在点火上死点（ZOT）后 20°。

30.按照权利要求 29 所述的方法，其特征在于，点火角 α_z 至少瞬时被控制在点火上死点（ZOT）后 35°。

31.按照权利要求 1、2 或 5 所述的方法，其特征在于，加热措施包括下述措施中的至少一种措施：尾气再燃烧；燃油再喷射；通过电加热至少对催化系统（16、18）的催化器直接加热；利用燃烧器至少对催化系统（16、18）的催化器直接加热。

32.一种实施用于对强制点火式内燃机（10）的尾气进行处理的方法的装置，具有后置于内燃机（10）的催化系统（16、18）和用于在内燃机

(10)冷起动后对预催化剂(16)进行加热的部件,其特征在于,所述催化系统(16、18)至少由一内燃机附近的其惰性金属含量 EM_{VH} 最高为1.1g/升内燃机(10)排量 V_H 的预催化剂(16)构成,在内燃机(10)冷起动后至迟25秒钟将预催化剂(16)加热到至少为 $150^{\circ}C$ 的催化剂温度 T_{VK} ,
5 其中超过最大发动机转速 2500分钟^{-1} 的时间最多不超过一秒钟。

33.按照权利要求32所述的装置,其特征在于,预催化剂(16)的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为1.0g/升内燃机(10)的排量。

34.按照权利要求33所述的装置,其特征在于,预催化剂(16)的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为0.85g/升内燃机(10)的排量。

10 35.按照权利要求34所述的装置,其特征在于,预催化剂(16)的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为0.65g/升内燃机(10)的排量。

36.按照权利要求32或33所述的装置,其特征在于,所述装置具有一个控制单元,在该控制单元内以数字形式存储有用于实施方法的算法。

15 37.按照权利要求36所述的装置,其特征在于,控制单元安装在内燃机控制器(24)内。

38.按照权利要求32或33所述的装置,其特征在于,内燃机(10)是直接喷射的和分层供油的。

对尾气进行处理的方法和装置

5

技术领域

本发明涉及一种对强制点火式内燃机的尾气进行处理的方法和装置。

背景技术

10 在内燃机的尾气通道内应用催化剂,以便将内燃机尾气内的有害物质转换成尽可能对环境不造成影响的成分。为保持催化剂处于工作状态,必须将催化剂至少加热到起始温度或熄灯温度。由于至少第一催化剂特别是在内燃机冷启动后通常在一定的时间段内尚不具有起始温度,所以尾气在该时间段内在很大程度上未加转换地被排放到大气中。已知有各种加快催化剂加热过程和减少在加热过程期间的有害物质排放的措施。

15 通常在加热过程中以具有最大效率的点火角为基准迟后调整在汽缸中空-燃-混合气点火的点火角度。通过对点火角的迟后调整将降低燃烧的工作效率并同时提高尾气温度。迟后点火就点火角而言将受到如下因素的制约,其中将会以不容许的方式增大内燃机不平稳的运转或不能保证可靠的点火。另外还已知这种催化剂加热措施不是在 $\lambda=1$ 的化学计量的尾气组分的情况下,而是在 $\lambda>1$ 的略稀的尾气的情况下实施的。该措施考虑到,由于在稀尾气中存在有剩余的氧,碳氢化合物和一氧化碳转化的起始温度大约低于化学计量的尾气情况时的 50 至 100 K。因而在供给稀混合气时将提前有效地开始对有害物质的转换。

25 为减少在加热过程阶段的排放,另外可采用小容积的预催化剂,所述预催化剂设置在尾气设施靠近发动机的位置。由于预催化剂的加热质量小并且靠近发动机,因而可相对较快地达到起始温度,因而可以弥补在下游设置的大容积的主催化剂实现工作温度前的空白。通常作为氧化或三元催化剂设计的预催化剂在其催化覆层-所谓的(催化剂)夹层-中具有较高含量的惰性金属,尤其是铂族惰性金属。因而可以降低催化剂温度,在该温

30

度下可以充分进行有害物质的转化并因此可以实现提前开始转化。其中根据法律规定的污染极限值选定惰性金属的含量。例如在采用目前的加热措施时，可靠的满足欧洲尾气排放标准 EU-IV 级所要求的专门的惰性金属含量至少为 1.3g/升（内燃机排量）。由于惰性金属价格很高，所以满足严格的尾气排放标准势必始终伴随着很高的材料费用开销。

发明说明

所以本发明的目的在于提出一种用于对尾气进行净化的方法和装置，所述方法和装置可以以较低的代价保持低排放的极限值。

10 本发明的目的应用下述方法和装置得以实现：

一种强制点火式内燃机的尾气的处理方法，其中

尾气流过后置于内燃机的催化系统，所述催化系统至少由一设置在内燃机附近的预催化剂构成，并且在内燃机起动后至少瞬间采取一种加热措施，预催化剂具有的与内燃机排量相关的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为 1.1g/升（31g/英尺³）（内燃机排量），和

15 预催化剂的催化剂温度 T_{VK} 至少在内燃机起动后至迟 25 秒达到至少 150°C，其中超过最高发动机转速 2500 分钟⁻¹ 的时间最多不超过 1 秒钟。

本发明的方法在第一方面中包括对预催化剂的快速加热，其中在此的出发点是环境和汽车温度为+20°C，相对湿度为 30%至 70%的标准条件下起20 动发动机。其中催化剂温度系指在气体入口面的下游侧 20mm 处的预催化剂的催化覆层（中间层）的温度，其中在此处至少 50%的催化剂截面面积具有该温度。根据本方法的特别有益的设计，在发动机起动后至迟 20 秒钟，尤其在发动机起动后至迟 15 秒钟，优选在发动机起动后至迟 12 秒钟可以达到至少为 170°C 的催化剂温度，优选可以达到至少为 200°C 的催化剂温度。其中超过特别是 1800 分钟⁻¹ 的发动机最大转速，优选最高 1200 分钟⁻¹ 的发动机转速的时间最多不超过 1 秒钟，其中优选对内燃机未加载。

25 这种快速加热的过程要求采取加热措施，但应用通常的加热方法是不能达到其加热能力的。尤其是设有一点火角迟后调整装置，其中将点火角控制在至少在点火上死点 ZOT 后的 10°。特别优选的是在直接喷射和分层供气的内燃机的情况下采用多次喷射的方法作为另一种加热措施。其中在

一汽缸的工作周期中输入的燃料总量以至少两个喷射过程输入到汽缸的燃烧室内。在汽缸的吸入冲程中进行第一次最初的喷射（均匀喷射），从而使在下一个点火时间点前喷入的燃料在燃烧室内具有充分均匀的分布。第二次在后的喷射（分层喷射）与此相反是在接着的压缩冲程中，尤其是在压缩冲程中的后半部分进行的并因而导致所谓的分层供油，其中被喷入的燃料以层状油雾的形式基本集中在汽缸的火花塞的范围内。因而在内燃机的多次喷射工作时形成分层供油和均匀供油的混合工作。优选选定的多次喷射的燃油分量应使采用均匀喷射形成的是非常稀的，不能单独点火的空-燃-混合气，所述空-燃-混合气只有利用分层供油才能燃烧。与纯均匀工作相比，多次喷射工作由于其特殊的燃烧过程将会导致尾气温度的提高。此外，多次喷射的另一个优点是将降低氮氧化物 NO_x 和未燃烧的碳氢化合物 HC 的原排放，并将随之减少在加热过程中有害物质的裂解。

与纯均匀工作方式相比，特别在分层喷射的喷射角度迟后的情况下多次喷射将可以实现特别迟后的点火角度和随之的极限尾气温度。此迟后的分层喷射的一端至少瞬时被控制在其喷射角度在 ZOT 前的 80° 至 10° ，尤其在 ZOT 前的 60° 至 25° ，优选在 ZOT 前的 50° 至 35° 。其中将点火角度尤其控制在 ZOT 后的至少 20° ，优选控制在 ZOT 后的至少 35° ，其中在此考虑到将导致运转不平稳的增大，因而不得超过 ZOT 后的最大点火角 45° 。替代多次喷射和对点火角的迟后调整或上述两措施的结合，也可以采用其它的对催化剂加热的方法。例如可以联想到通过电加热装置和/或利用燃烧器对催化剂直接加热。另外作为加热措施还可以包括燃烧前、燃烧时和/或燃烧后对汽缸的再喷射和/或对尾气的再燃烧，其中在催化剂上游的燃油和新鲜空气被馈送到尾气设施中并被另一火花塞点火。在第一种情况下虽然不会或不会明显地提高燃烧最终温度，但通过对汽缸中未燃烧的燃油在催化剂上的再燃烧将利用放热的燃烧反应释放出的热用于对催化剂进行加热。

本发明的第二个主要方面对预催化剂的加热可以带来如下好处，与已知的催化系统相比可以明显地减少预催化剂的惰性金属-总质量。然而将以较低的最大可实现的转化率和较高的预催化剂的起始或熄灯温度为代价。但该缺点将通过非常快速的加热得以补偿或甚至被过补偿。由于节省

了非常昂贵的惰性金属，诸如铂、钯和/或铑等铂族金属，因而可以明显地减少预催化剂的材料费用，而不必以增大有害物质排放为代价。

尤其优选的是对预催化剂的惰性金属含量进行调整，以便保证法律要求的排放极限值。因此根据本发明方法的一优选设计，根据新的欧洲标准，在怠速工作除外的行驶冲程中，在至少 300 秒长的 $\lambda \geq 1.15$ 稀混合气分层供气工作或均匀-稀混合气工作的情况下，未燃烧的碳氢化合物的排放不得超过 $0.06\text{g}/\text{m}^3$ ，一氧化碳排放不得超过 $0.2\text{g}/\text{m}^3$ 和氮氧化物排放不得超过 $0.02\text{g}/\text{m}^3$ ，在上述条件下预催化剂具有的惰性金属含量 EM_{VH} 最高为 $1.0\text{g}/\text{升}$ ($28\text{g}/\text{英尺}^3$) (内燃机排量)，尤其是最高为 $0.95\text{g}/\text{升}$ ($27\text{g}/\text{英尺}^3$) (内燃机排量)，特别是最高为 $0.85\text{g}/\text{升}$ ($24\text{g}/\text{英尺}^3$) (内燃机排量)。其中预催化剂的该设计可以可靠地满足严格的 IV 级欧盟-极限值的要求。与此相反，在相同的标准行驶冲程中，碳氢化合物(HC)的排放不得超过 $0.07\text{g}/\text{m}^3$ ，一氧化碳(CO)排放不得超过 $0.4\text{g}/\text{m}^3$ 和氮氧化物(NO_x)排放不得超过 $0.04\text{g}/\text{m}^3$ ，在上述条件下预催化剂具有的惰性金属含量最高为 $0.85\text{g}/\text{升}$ ($24\text{g}/\text{英尺}^3$) (内燃机排量)，尤其最高为 $0.75\text{g}/\text{升}$ ($21\text{g}/\text{英尺}^3$) (内燃机排量)，特别是最高为 $0.65\text{g}/\text{升}$ ($18\text{g}/\text{英尺}^3$) (内燃机排量)。

为了减少所述的与内燃机排量相关的惰性金属的含量，可以与目前的方案相比，减少与催化剂容积相关的惰性金属含量和/或预催化剂的容积。其中可以根据下述公式实现与冲程容积相关的惰性金属含量 EM_{VH} 和与催化剂容积相关的惰性金属含量 EM_{VVK} 的换算：

$$EM_{VH} = EM_{VVK} \frac{V_{VK}}{V_H},$$

其中 EM_{VH} 和 EM_{VVK} 分别表示与排量相关的或与催化剂容积相关的惰性金属含量，单位为克/升和 V_{VK} 表示预催化剂容积，单位为升和 V_H 表示内燃机排量。根据第一种方案优选将预催化剂的与催化剂容积相关的惰性金属含量调整到 $3.5\text{g}/\text{升}$ ($100\text{g}/\text{英尺}^3$)，特别是调整到最高 $2.8\text{g}/\text{升}$ ($80\text{g}/\text{英尺}^3$)，优选调整到最高 $2.1\text{g}/\text{升}$ ($60\text{g}/\text{英尺}^3$) (催化剂容积)。根据第二种方案预催化剂的容积与内燃机的排量的比小于 0.45，特别是小于 0.35，优选小于 0.25 被证明是特别有益的。

本发明的装置包括一种后置于内燃机的催化系统，该催化系统由至少一个在发动机附近的具有惰性金属含量最高为 1.1g/升内燃机排量的预催化剂和部件构成，利用所述部件在内燃机冷启动后至迟 25 秒使催化剂被加热到至少 150°C，其中超过最大发动机转速 2500 分钟⁻¹ 的时间最多不超过一秒钟。其中所述部件优选包括一个控制单元，在该控制单元中以数字形式存储有一个用于实施该方法的算法。优选也可以将控制单元安装在发动机控制器中。内燃机优选以将燃油直接喷射入汽缸内的方式工作并且另外借助空气-和/或壁式输送的方法分层供油，从而可以采取作为加热措施的多次喷射。

10

附图说明

下面将对照实施例并结合附图对本发明做进一步的说明。图中示出：

图 1 为后置有催化系统的内燃机示意图；

图 2 为在发动机冷启动后采取提高尾气温度的不同的措施的预催化
15 剂温度的随时间的变化曲线，和

图 3 为惯用的方法和本发明的方法的预催化剂温度和标称转换率的
随时间变化的曲线。

具体实施方式

图 1 示出一例如四缸 12 的强制点火式的以稀混合气方式工作的内燃
20 机 10。内燃机 10 具有一个图中未示出的直接喷射系统，通过该系统燃油被直接喷入汽缸 12 内。另外内燃机 10 优选是可以以分层供油的，其中在分层供油工作方式时喷入燃烧室内的燃油以层状油雾形式基本集中在图中未示出的火花塞的范围内。采取此方式尤其可以构成稀空-燃-混合气。
25 其中可以通过活塞头的相宜的设计以及通过燃烧室的专门的气流状况促使形成层状油雾。由内燃机 10 生成的尾气将流过尾气通道 14 和在尾气通道内设置的催化系统 16、18。催化系统包括一个设置在发动机附近的容积较小的预催化剂 16 和一个主催化剂 18，所述主催化剂例如是通常设置在底盘位置上的 NO_x-存储催化剂。预催化剂 16 可以是氧化-或三元-催化
30 剂并包含一具有催化活性的覆层（夹层），该覆层最好包括铂、钯和铑等

铂族金属。其中根据本发明这些惰性金属的含量最高为 $1.1\text{g}/\text{m}^3$ 内燃机 10 排量，即汽缸 12 的冲程容积的总和。

通过利用 λ 探头 20 对尾气的氧浓度的测量实现对输送给内燃机 10 的空-燃-比的调整。一在本例中设置在尾气通道 14 中预催化剂 16 下游侧的
5 温度传感器 22 实现对尾气温度的检测并随之实现对预催化剂 16 和/或主催化剂 18 的温度的判定。另外也可以根据通用的模型通过计算求出尾气和/或催化剂温度。由传感器 20、22 产生的信号以及内燃机 10 的各种工作参数被传递给一发动机控制器 24，在所述控制器内根据存储的算法和特性曲线组对这些信号进行分析和处理。根据这些信号，发动机控制器
10 24 对内燃机 10，尤其是输送的空-燃-比、喷射模式以及点火进行控制。

当发动机控制器 24 尤其在发动机冷启动后求出预催化剂 16 的温度低于充分进行有害物质转换所需的起动温度或熄灯温度时，则内燃机 10 被切换到包含有用于提高尾气温度的各种措施的工作模式。其中优选内燃机 10 由一在发动机启动时首先应用的均匀的单喷射工作方式转换成多次喷射
15 喷射工作方式。为此分两步馈送有待输送给汽缸 12 的总燃料量。在汽缸 12 的吸入冲程中，尤其在吸入冲程的上半部中进行第一次最初的喷射。与此相反，在接着的压缩冲程的下半压缩冲程中喷射第二燃料分量。由于混合处理时间很短和所述的空气和/或壁式输送的措施促使燃烧室内并不会实现迟后喷入的燃油在燃烧室内的均匀分布。确切地说，燃油在点火时间点上以层状油雾方式存在，所述层状油雾主要集中在火花塞范围内。为了实现特别高的尾气温度，所以在非常迟后的曲轴转角时进行第二迟后喷射以及点火。优选将迟后喷射的喷射的一端控制在点火上死点 ZOT 前的 60° 至 35° 并将点火角控制在 ZOT 后的 20° 至 35° 之间。
20

在图 2 中对不同的加快催化剂加热过程的措施的结果进行了比较。图中示出设置在直接喷射的排量为 2 升内燃机 10 下游约 30mm 处的预催化剂 16 在新型欧洲标准行驶冲程 (NEFZ) 的发动机启动后的催化剂温度 T_{VK} 的变化曲线，其中未超过 1200分钟^{-1} 发动机转速。利用一个大约在预催化剂 16 中心位置流入面下游大约 20mm 处的温度测量点检测出催化剂温度 T_{VK} 。在通常的单喷射 EE 和纯均匀工作以及点火角 α_z 在 ZOT 后的
30 10° 的情况下，预催化剂 16 的催化剂温度 T_{VK} 在发动机启动 12 秒后达到

约 50°C (虚线)。采取已知的多次喷射方法, 根据此方法层状喷射 α_{EE} 喷射端在 ZOT 前 70°并且点火角 α_Z 在 ZOT 后 10° (细实线), 在预催化剂温度 T_{VK} 为 65°时, 在发动机起动后 12 秒钟, 至少在最初的几秒钟与单喷射工作相比温度仅略有提高。与此相反, 在采用本发明优选多次喷射方法时
5 迟后喷射 α_{EE} 的喷射端在 ZOT 前 40°和点火角 α_Z 在 ZOT 后 30°, 12 秒钟后将达到催化剂温度 $T_{KAT}200^\circ\text{C}$ (粗实线)。此点明显地表明尤其具有迟后喷射角和迟后点火的多次喷射的组合将促使对催化剂更为快速的加热和随之较少的有害物质排放。

根据本发明利用了对预催化剂 16 的更为快速的加热过程, 以便降低
10 预催化剂的惰性金属含量。在图 3 中示出了基本原理。图中粗实线表示根据本发明的预催化剂温度 T_{VK} 的变化曲线和细实线表示根据通常的对催化剂加热方法的预催化剂温度 $T_{VK'}$ 的变化曲线。由于根据本发明将降低预催化剂 16 的惰性金属含量, 因而将使具有 50%的碳氢化合物转换率 KR 的预催化剂的起始温度 T_{LO} 明显地高于通常的具有高惰性金属含量的催
15 化剂的起始温度 $T_{LO'}$ (参见短划线)。其中转化率 KR 表明在催化剂上被转换的排放的分量与流入催化剂中的排放的比。本发明的具有高惰性金属含量的催化剂和具有低惰性金属含量的催化剂的相互重叠的标称的百分比转化率 KR 和 KR' 用点线示出。其中要注意的是, 在绝对的非百分比表示中, 由于惰性金属含量低, 因而本发明的预催化剂 16 的最大转化率
20 明显地低于通常的预催化剂的最大转化率。尽管本发明的系统的起始温度 T_{LO} 较高, 但该温度由于本发明系统的快速的加热率可以明显地早于在通常的系统中的情况得以实现。采用此方式在减少材料成本的同时可以保持相同的或甚至低于已有技术的有害物质排放。

25

30

附图标记对照表

	10	内燃机
	12	汽缸
5	14	尾气通道
	16	预催化剂
	18	主催化剂/NO _x -存储催化剂
	20	λ探头
	22	温度传感器
10	24	发动机控制器
	α_Z	点火角
	α_{EE}	控制的层状喷射
	EE	单喷射
15	EM _{VH}	与内燃机排量有关的惰性金属含量
	EM _{VVK}	与催化剂容积有关的惰性金属含量
	KR	转化率
	KR'	根据已有技术的转化率
	ME	多次喷射
20	T _{LO}	起始温度
	T _{LO} '	根据已有技术的起始温度
	T _{VK}	预催化剂温度
	T _{VK} '	根据已有技术的预催化剂温度
	V _H	内燃机排量
25	V _{VK}	预催化剂容积
	ZOT	点火上死点

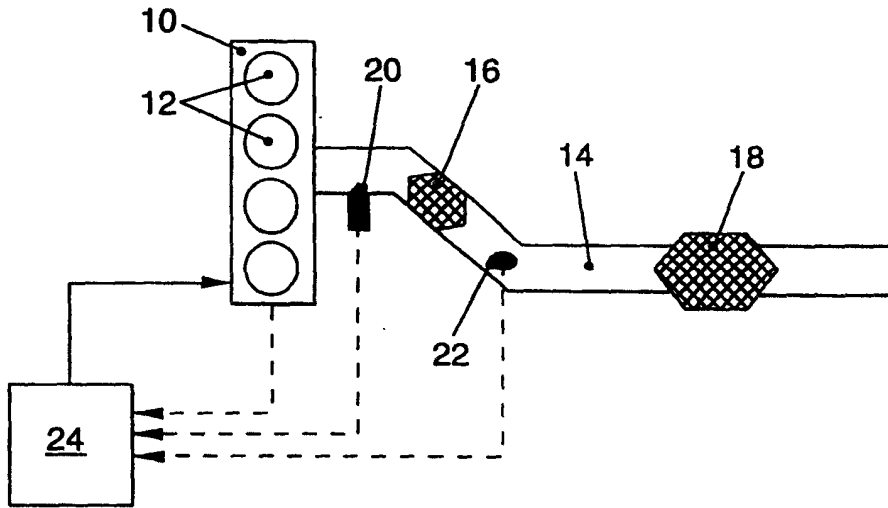


图 1

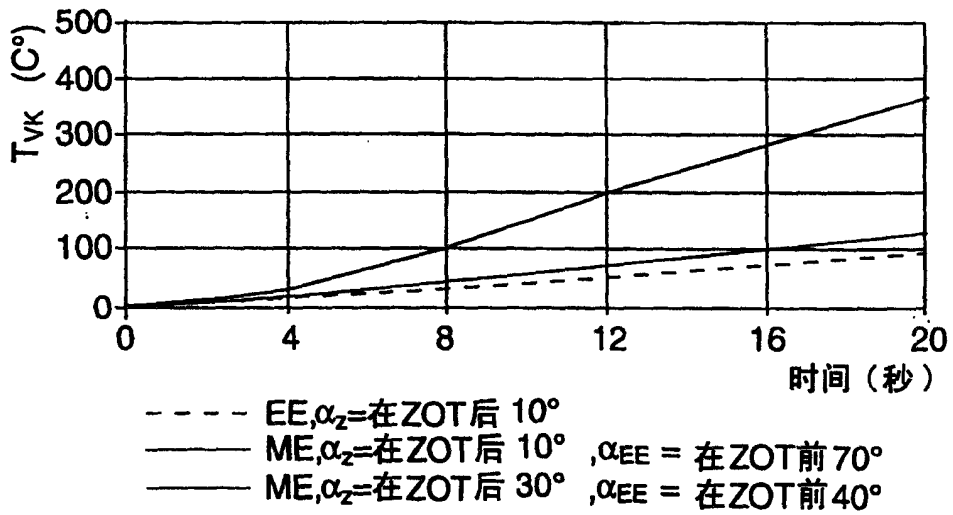


图 2

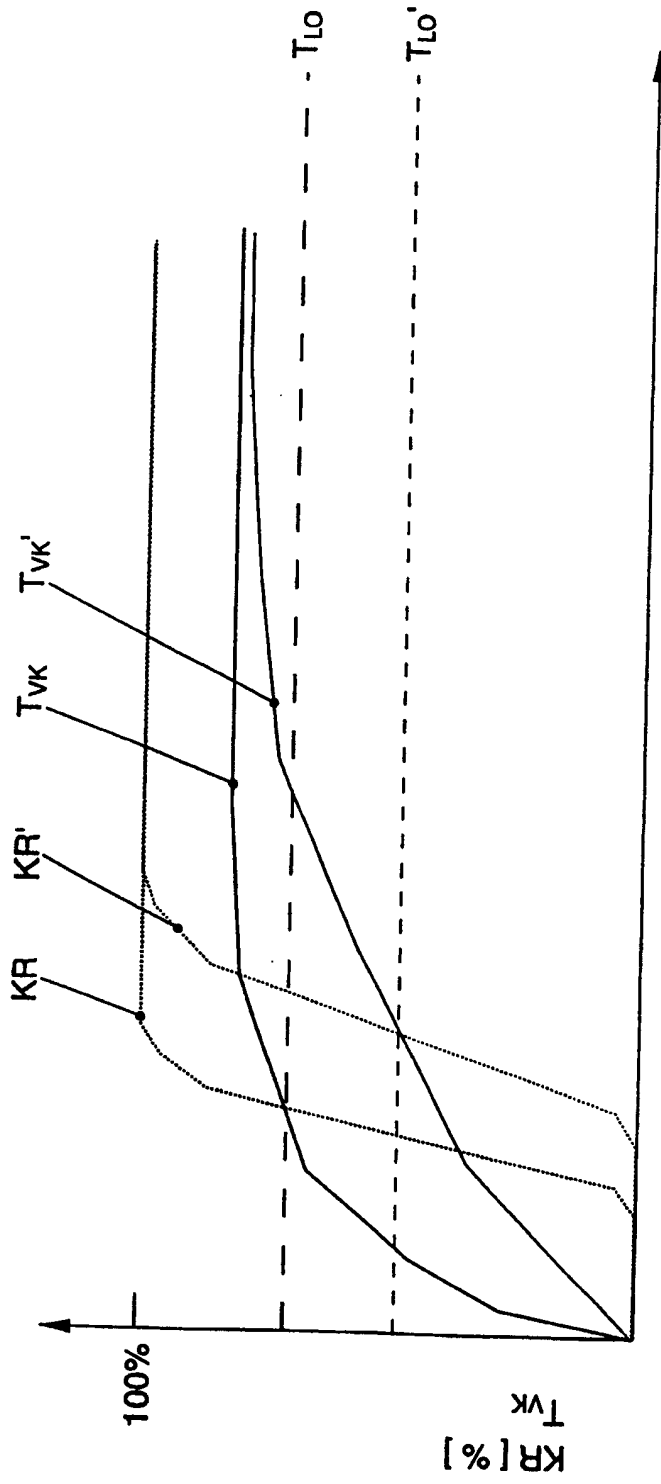


图 3