



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1975363 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 14

(21) 申请号 200610163985. 5

US 5950599 A, 1999. 09. 14, 全文.

(22) 申请日 2006. 11. 27

CN 1221489 A, 1999. 06. 30, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 付强

102005056519. 0 2005. 11. 28 DE

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 M·许勒 M·尤塞夫 V·多特尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 曾祥凌 刘化联

(51) Int. Cl.

G01M 15/04 (2006. 01)

G01M 15/05 (2006. 01)

G01M 15/06 (2006. 01)

G01M 15/08 (2006. 01)

F02D 43/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

DE 3933947 C1, 全文.

JP 2004-340878 A, 2004. 12. 02, 全文.

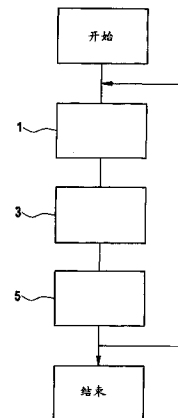
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

运行内燃机的方法和装置

(57) 摘要

建议了一种用于控制内燃机的方法, 该方法以由用于获取曲轴旋转角的旋转角传感器产生的信号为基础对于每个气缸计算所产生的内部转矩, 由此可以实现由内燃机给出的转矩 M_{eff} 的快速且准确的调节。



1. 一种用于识别内燃机气缸运行状态的方法,其特征在于下列的方法步骤:
获得内燃机曲轴的旋转角 $\theta(t)$ 的时间曲线,
求得在内燃机气缸 i , $i = 1$ 至 m , 的所有工作节拍中曲轴的旋转角 $\theta(t)$ 的二阶时间导数 $d^2\theta/dt^2$,
对于内燃机气缸 i 的每个工作节拍,比较旋转角 $\theta(t)$ 的二阶时间导数 $d^2\theta/dt^2$,
其中,在一个工作节拍 j 内出现旋转角 $\theta(t)$ 的二阶时间导数 $d^2\theta_j/dt^2$, $j = 1$ 至 m , 的至少一个阶越变化时推断出相关气缸 j 的故障作用。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,对一个气缸 i 的每个工作节拍 AT_i 附设曲轴的一个旋转角范围 $\Delta\theta_i$ 。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,根据内燃机运行点确定旋转角范围 $\Delta\theta_i$ 相对于曲轴位置的位置。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,根据转数和由内燃机给出的力矩确定旋转角范围 $\Delta\theta_i$ 相对于曲轴位置的位置。
5. 如权利要求 2 至 4 之一所述的方法,其特征在于,根据内燃机运行点确定旋转角范围 $\Delta\theta_i$ 的大小。
6. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,根据转数和/或由内燃机给出的转矩确定旋转角范围 $\Delta\theta_i$ 的大小。
7. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,根据一个气缸 (j) 的旋转角 $\theta(t)$ 的二阶时间导数 $d^2\theta_j/dt^2$, $j = 1$ 至 m , 求得由气缸 j 给出的转矩。
8. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,根据内燃机的运行点在一个特性曲线中求得在由气缸 j 给出的转矩与一个气缸 j 的旋转角 $\theta(t)$ 的二阶时间导数 $d^2\theta_j/dt^2$, $j = 1$ 至 m , 之间的关系。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,影响内燃机的要被喷射的燃料量、喷射开始、废气回输率和/或点火角,以控制由内燃机给出的转矩 M_{eff} 。
10. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,使用本方法用于控制按照奥托方式工作的内燃机。
11. 如权利要求 10 所述的方法,其特征在于,使用本方法用于控制按照奥托方式工作的具有直接喷射和/或变化的阀门行程的内燃机。
12. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,使用本方法用于控制按照柴油机方式工作的内燃机。
13. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于,使用本方法用于控制按照柴油机方式工作的具有直接喷射的内燃机。
14. 一种用于识别内燃机气缸运行状态的方法,其特征在于下列的方法步骤:
获得内燃机曲轴的旋转角 $\theta(t)$ 的时间曲线,
求得在内燃机气缸 i , $i = 1$ 至 m , 的所有工作节拍中曲轴的旋转角 $\theta(t)$ 的二阶时间导数 $d^2\theta/dt^2$,
对于内燃机气缸 i 的每个工作节拍,比较旋转角 $\theta(t)$ 的二阶时间导数 $d^2\theta/dt^2$,
其中,在一个气缸 j 的旋转角 $\theta(t)$ 的二阶时间导数 $d^2\theta_j/dt^2$, $j = 1$ 至 m , 出现与在相同的工作循环内求得的旋转角 $\theta(t)$ 在内燃机的其余气缸 n , $n = 1$ 至 $j-1$, $j+1$ 至 m , 的

工作节拍期间的二阶时间导数 $d^2 \theta_n / dt^2$, $n = 1$ 至 $j-1$, $j+1$ 至 m , 的至少一个显著偏差时推断出相关气缸 j 的故障作用。

15. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 对一个气缸 i 的每个工作节拍 AT_i 附设曲轴的一个旋转角范围 $\Delta \theta_i$ 。

16. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 根据内燃机运行点确定旋转角范围 $\Delta \theta_i$ 相对于曲轴位置的位置。

17. 如权利要求 16 所述的方法, 其特征在于, 根据转数和由内燃机给出的力矩确定旋转角范围 $\Delta \theta_i$ 相对于曲轴位置的位置。

18. 如权利要求 14 至 16 之一所述的方法, 其特征在于, 根据内燃机运行点确定旋转角范围 $\Delta \theta_i$ 的大小。

19. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 根据转数和 / 或由内燃机给出的转矩确定旋转角范围 $\Delta \theta_i$ 的大小。

20. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 一个工作循环对于按照四冲程方式工作的内燃机对应于 720° 的曲轴角。

21. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 根据一个气缸 j 的旋转角 $\theta(t)$ 的二阶时间导数 $d^2 \theta_j / dt^2$, $j = 1$ 至 m , 求得由气缸 j 给出的转矩。

22. 如权利要求 21 所述的方法, 其特征在于, 根据内燃机的运行点在一个特性曲线中求得在由气缸 j 给出的转矩与一个气缸 j 的旋转角 $\theta(t)$ 的二阶时间导数 $d^2 \theta_j / dt^2$, $j = 1$ 至 m , 之间的关系。

23. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 影响内燃机的要被喷射的燃料量、喷射开始、废气回输率和 / 或点火角, 以控制由内燃机给出的转矩 M_{eff} 。

24. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 使用本方法用于控制按照奥托方式工作的内燃机。

25. 如权利要求 24 所述的方法, 其特征在于, 使用本方法用于控制按照奥托方式工作的具有直接喷射和 / 或变化的阀门行程的内燃机。

26. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 使用本方法用于控制按照柴油机方式工作的内燃机。

27. 如权利要求 26 所述的方法, 其特征在于, 使用本方法用于控制按照柴油机方式工作的具有直接喷射的内燃机。

运行内燃机的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及如并列的权利要求的前序部分所述的用于使内燃机运行的方法和控制器以及内燃机。

背景技术

[0002] 为了控制和调节内燃机通常内燃机利用由内燃机给到曲轴上的转矩。对于这种调节方案给定参数是一个理论转矩。这个理论转矩可以由司机通过行驶踏板的一个确定位置或者汽车的不同系统、如电子稳定程序、防蠕动调节或自动减速器控制给定。内燃机的控制和调节将理论转矩转换成例如节流阀、点火角、喷嘴遮掩的相应调节作用。

[0003] 由内燃机给出的转矩对于这个内燃机不直接测量，而是例如通过空气质量计和 λ 探针和相应的内燃机模型计算。但是这个计算只对于具有吸管喷射的奥托发动机足够精确。对于具有汽油直接喷射的奥托发动机或者对于柴油发动机在由内燃机抽吸的空气质量与由内燃机给出的转矩之间没有明确的关系。

[0004] 对于具有汽油直接喷射 (BDE) 的内燃机在层运行 ($\lambda > 1$) 和均匀贫油运行中存在着下面的、与具有吸管喷射的内燃机相比不同的边缘条件：

[0005] 空气质量不是由内燃机给出的转矩的尺度，因为喷射的燃料量只确定转矩。

[0006] 通过持续的 λ 探针测量废气组分太不准确。

[0007] 对于具有直接喷射的内燃机影响转矩的参数是大量的。尤其是必需考虑喷射开始、废气回输率、 λ 值和节流阀位置。

[0008] 因此由内燃机给出的转矩 M_{eff} 的计算以上述测量影响参数为基础只能借助于大量的模型条件和这些函数在控制器中费事运用地实现。尽管如此这样获得的由内燃机给出的转矩仍然是不令人满意的，因此例如在与自动减速器共同作用时可能产生汽车的行驶性问题。此外在获得由内燃机给出的转矩时的不精确性可能导致燃料消耗增加，因为在对于不同的运行方式运用运行极限时保持大的可靠性裕量。最终几乎不能实现在由内燃机给出的不期望的高转矩方面的内燃机监控。

[0009] 由 DE 197 49 434 已知一种用于控制内燃机的方法，其中借助于一个检测气缸燃烧室中压力的压力传感器和检测曲轴位置的旋转角传感器获得由内燃机给出的转矩。为了单独地检测每个内燃机气缸的转矩对于每个气缸需要一个压力传感器。由于对于每个气缸都需要传感器这种方法的执行需要相当的成本。

发明内容

[0010] 本发明的目的是，提供一种简单但是准确工作的方法，用于检测内燃机、尤其是具有 BDE 的内燃机或者按照柴油机方法工作的内燃机的各气缸的工作方式和 / 或转矩贡献。

[0011] 这个目的按照本发明通过一种方法得以实现，其中通过时间上的高分辨率检测内燃机曲轴的旋转角 $\theta(t)$ ，在内燃机气缸的所有工作节拍中求得曲轴旋转角 $\theta(t)$ 对时间的二阶导数 ($d^2\theta/dt^2$)，对于内燃机一个气缸的每个工作节拍计算旋转角 $\theta(t)$ 对时间的

二阶导数 ($d^2 \theta / dt^2$)。

[0012] 对于按照本发明的方法有利的是,可以完全放弃内燃机燃烧室中的压力传感器。通过在时间上高分辨率地测量曲轴的旋转角并且按照本发明计算所测得的数据可以检测每个气缸的运行状态并且使实际的故障作用、例如点火停止、转矩越变、爆击声、爆燃和其它更多故障附属于相关的气缸。由此能够通过适合的相关气缸控制的适配性、例如以变化的喷射量和 / 或点火时刻的形式可以在许多情况下补偿相关气缸的故障作用。

[0013] 附加地能够在出现故障作用时在内燃机控制器中存储一个故障通知。此外能够单独地获得每个气缸的转矩贡献。

[0014] 通过监控每个气缸的功能可以非常迅速且以非常高的调节品质实现内燃机的调节或控制。此外由于按照本发明的方法的简单性使按照本发明的方法工作的控制器在不同内燃机上的运用明显简化。

[0015] 此外规定,为了控制由内燃机给出的转矩,可影响内燃机的要被喷射的燃料量、喷射开始和 / 或点火角。当然也可以由内燃机控制器控制其它的内燃机调节参数,例如进气压力。

[0016] 已经证实有利的是,气缸的每个工作节拍都分配一个曲轴转角范围,由此可以以简单的方式在转角范围内将转速梯度与气缸相匹配。

[0017] 已经证实有利的是,根据内燃机运行点与控制器的关系确定旋转角范围相对于曲轴位置的位置和大小。由此能够对于所有的运行点计算那个旋转角范围,在该范围以内相关的气缸提供一个转矩贡献,如果它按照规则发挥功能。这个转矩贡献当然在气缸的工作节拍期间提供。换言之:上述的旋转角范围是工作节拍的一个局部,它对于按照四冲程方法工作的内燃机包括 180° 的曲轴角。

[0018] 当然可以通过不同的方式实现对于内燃机气缸每个工作节拍的旋转角对时间的二阶导数的时间上的曲线计算。例如在一个工作节拍内部产生旋转角二阶时间导数的阶越变化时可以推断气缸的故障作用、例如爆燃或金属爆击声。

[0019] 另一方面也能够确定,是否且在哪个范围内燃机的的气缸提供转矩贡献。例如当内燃机的转数在一个工作节拍期间下降,由此使旋转角在这个工作节拍期间的二阶时间导数小于零。这只能意味着,相关的气缸没有提供转矩贡献并且可能出现故障。

[0020] 此外由旋转角在一个工作节拍内部对时间的二阶导数的时间曲线能够推导出相关气缸的表示的平均压力 P_{mi} 。这个信息可以在控制和调节内燃机时计算和使用。在曲轴旋转角对时间的二阶导数曲线与表示的平均压力或推断这个表示的平均压力的转矩贡献之间的关系可以借助于特性曲线根据内燃机的运行点获得。

[0021] 由借助于按照本发明获得的关于各气缸功能的信息可以相应适配地控制内燃机,尤其是在喷射开始、喷射间隔、废气回输率和 / 或点火角方面。

[0022] 按照本发明的方法尤其可以用于控制按照奥托方法工作的内燃机,尤其是具有直接喷射和 / 或变化的阀门行程,并且可以用于控制按照柴油机方法工作的内燃机。

[0023] 上述的目的对于具有至少一个气缸和一个用于控制内燃机的控制器的内燃机、尤其是按照奥托方法工作的具有直接喷射和 / 或变化的阀门行程的内燃机或按照柴油方法工作的内燃机也由此得以实现,存在一个装置用于在时间上高分辨率地检测内燃机曲轴的旋转角,并且所述控制器按照本发明的方法工作。对于这个内燃机上述的按照本发明的方

法的优点完全起作用。

[0024] 本发明的其它优点和有利的扩展结构由下面的附图、其描述和权利要求中得出。所有在附图、其描述和权利要求中公开的特征对于本发明不仅可以单独使用而且可以相互任意组合。

附图说明

[0025] 附图中：

[0026] 图 1 示出按照本发明的方法的实施例流程图，

[0027] 图 2 示出在多个工作循环上的内燃机转数曲线，

[0028] 图 3 示出在转数、表示的平均压力与旋转角的二阶时间导数之间在比例上的关系。

具体实施方式

[0029] 在一个起动方框开始按照本发明的方法。接着在第一步骤 1 中检测内燃机曲轴的旋转角。当然，这一点必需以足够高的分辨率实现，因为在例如 30° - 60° 的曲轴角以内计算曲轴转数的最终变化。 1° 曲轴角的分辨率对于许多应用是足够的。

[0030] 在第二步骤 3 中求得曲轴旋转角在内燃机气缸的所有工作节拍中对时间的二阶导数。对于常见的按照四冲程方法工作的内燃机定义对一个工作循环附属 720° 的曲轴角。这个 720° 角分成各 180° 曲轴角的四个节拍。但是对于按照本发明的方法不要求在 180° 上检测整个工作节拍。而是可以只计算一个工作节拍的局部。这个局部与本发明相关地称为旋转角范围。在实际的试验中已经证实有利的是，旋转角范围在工作节拍以内包括约 30° - 70° 曲轴角。由此减少数据量，而不损害所获得的信息质量。

[0031] 按照本发明与运行点相关地改变这个窗口在工作节拍以内的位置和大小。

[0032] 在第三步骤 5 中计算对于内燃机气缸的每个工作节拍的旋转角的二阶时间导数的曲线。这个计算可以通过许多不同的方式和方法实现。例如可以诊断点火停止，当旋转角的二阶时间导数在计算的旋转角范围中小于零的时候，因为内燃机的转速降低。换言之：相关的气缸在有问题的工作节拍中不提供转矩贡献。另一用于计算旋转角二阶时间导数的方法是，使这些参数与基准参数比较，它们已经在检验状况试验时在结构相同的发动机上获得。

[0033] 此外也能够通过比较在一个工作循环内部获得的旋转角在内燃机不同气缸的工作节拍中的二阶导数表述各气缸的功能。在一个工作循环内部在所有气缸中掌握一致的运行条件。

[0034] 如果例如所有气缸在一个工作循环以内的二阶导数是基本相等的并且只一个气缸的旋转角二阶时间导数显著偏离另一气缸的数值，也可以通过旋转角二阶时间导数的突然变化推断在燃烧室中的不充分燃烧或爆燃过程。

[0035] 在完成的第三步骤 5 以后从新以第一步骤 1 开始本方法。如果断开内燃机，则也结束按照本发明的方法。

[0036] 在图 2 中示出四缸内燃机的转数与曲轴角的关系。在此图 2 的 X 轴包括一个工作循环、对应于 720° 曲轴角。在图 2 中工作循环通过一个双箭头以标记符号 7 表示。

[0037] 在图 2 中以 AT_1 - AT_4 表示气缸 1-4 的工作节拍的旋转角范围。对于按照图 2 的曲线图首先详细描述工作循环 AS20。该工作循环 AS20 通过第一线 9 表示。

[0038] 如果观察工作循环 20 可以明显看出,通过气缸 4 的转矩输出对于气缸 4 的工作节拍 AT_4 内燃机转数增加。在旋转角范围 AT_4 开始时转数位于约 1360/min 而在旋转角范围 AT_4 结束时约为 1385/min。

[0039] 对于接着的气缸 1 的旋转角范围 AT_1 内燃机气缸 1 的转数略微下降。在旋转角范围 AT_1 开始时转数约为 1365/min,而在旋转角范围 AT_1 结束时下降到约 1356/min。这意味者,气缸 1 不提供转矩贡献。这一点可以例如追溯到不充分的混合物形成或者不存在火花或者其他原因。换言之:通过旋转角范围 AT_4 和 AT_1 在工作循环 AS20 内部的比较已经可以推断出气缸 1 的故障作用。

[0040] 对于气缸 2 和 3 以及从属的旋转角范围 AT_2 和 AT_3 曲轴的旋转速度继续增加。由此可以获得信息,气缸 2 和 3 按照规定工作。

[0041] 在按照图 2 的视图中不同的工作循环相互重叠。在第一线 9 上面重叠第二线 11,它表示内燃机的工作循环 AS21。该线 11 在 0° 曲轴角开始,即在 X 轴的原点上具有相同数值,直线 9 在工作循环 20 结束时、即对于 720° 具有该数值。

[0042] 如果仍然只观察工作循环 21 中的工作节拍 AT_4 , AT_1 , AT_2 和 AT_3 ,则表明,对于所有的工作节拍曲轴的转数增加。换言之:在工作循环 21 期间气缸 1 又发挥功能。

[0043] 由工作循环 22 至 30 中的工作循环 AS26 通过标记符号 13 表示图 2 中的第三线 13。对于工作循环 AS26 第四气缸由此变得显著,在旋转角范围 AT_4 以内转数处于某种振荡并且不均匀地上升。由此可以推断出燃料空气混合物不是最佳地燃烧。对于工作循环 AS26 气缸 1 没有提供值得一提的转矩贡献,这在旋转角范围 AT_1 中反映出旋转速度减小。

[0044] 所述气缸 2 和 3 也在工作循环 26 中使人满意地工作。

[0045] 已经借助于工作循环 20,21 和 26 清楚地阐明,由在工作循环期间在旋转角范围 AT_1 至 AT_4 以内旋转速度变化的比较表示,在工作节拍期间旋转速度变化的计算给出对于各气缸功能的有价值说明。在此在按照本发明的方法上特别有利的是,只需计算本来就在曲轴上存在的旋转角传感器的信号。

[0046] 在图 3 中示出内燃机的转数 $n = d\theta/dt$ 与 100 个工作循环的关系。所述转数在 1100/min 时开始并且从第九工作循环直到第三十工作循环增加到 1600/min。然后转数直到第一百工作循环保持恒定。

[0047] 在图 3b 中通过线 15,17,19 和 21 表示气缸 1 至 4 的从属表示的平均压力 P_{mi} 。

[0048] 在图 3c 中示出四个线 23,25,27 和 29。在此线 23 由此构成,表示转数变化在旋转角范围 AT_1 内部与工作循环 0 至 100 的关系。相应地也适用于线 25,27 和 29 和旋转角范围 AT_2 至 AT_4 。

[0049] 附属于气缸 1 的线 23 示出在加速状态、即在工作循环 10 至 30 以内与线 25,27 和 29 相比的显著性。这个显著性是,气缸只在工作循环 10 至 13,21,25 和 27 中按照规定发挥功能,而气缸 1 在其余工作循环不提供值得一提的转矩贡献。

[0050] 因此图 3c 表示,如何通过按照本发明的对曲轴上的旋转角传感器信号的计算可以推断内燃机各气缸的功能。

[0051] 通过比较图 3b 中的线 15,17,19 和 21 和图 3c 中的线 23,25,27 和 29 也表明,在工

作节拍期间在表示的平均压力 P_{mi} 与转数变化之间的非常直接的关系。这一点尤其能够在工作循环 10-35 范围中良好地理解。通过这种直接的关系能够在必要时借助于特性曲线, 由曲轴旋转速度的变化推断出内燃机中的表示的平均压力 P_{mi} 。关于曲轴的表示平均压力和位置可以通过简单且非常准确的方式获得相关气缸的转矩贡献。由此借助于按照本发明的方法能够只通过适当地计算曲轴旋转角传感器的输出信号就确定各个气缸的转矩贡献并由此计算内燃机的表示发动机转矩。此外如同已经详细描述的那样, 也能够识别各气缸的故障作用并以所获得的信息为基础适配这个气缸的控制, 直到达到令人满意的气缸功能。

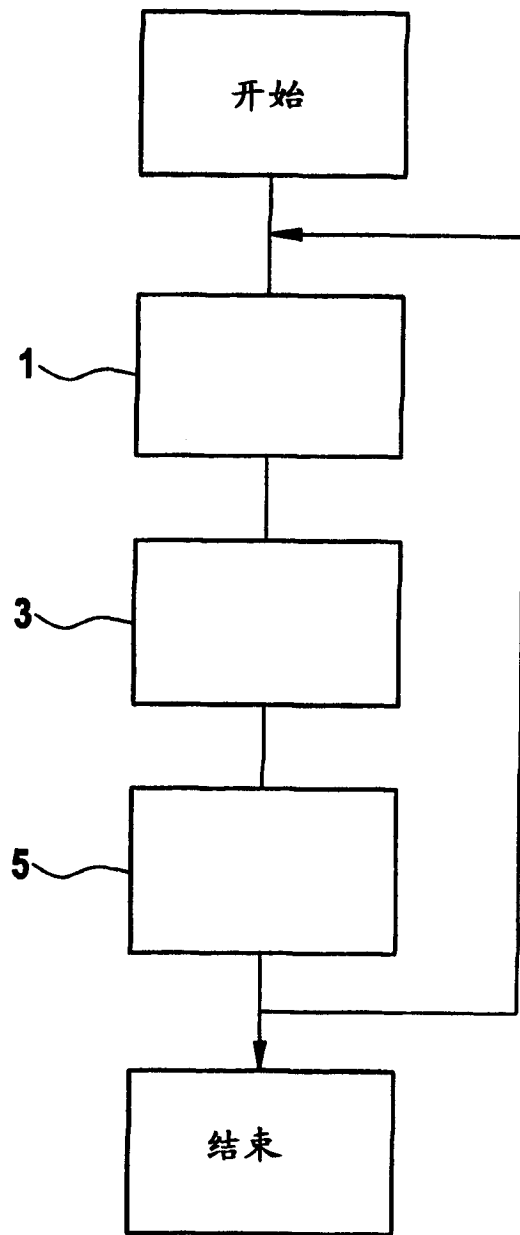


图 1

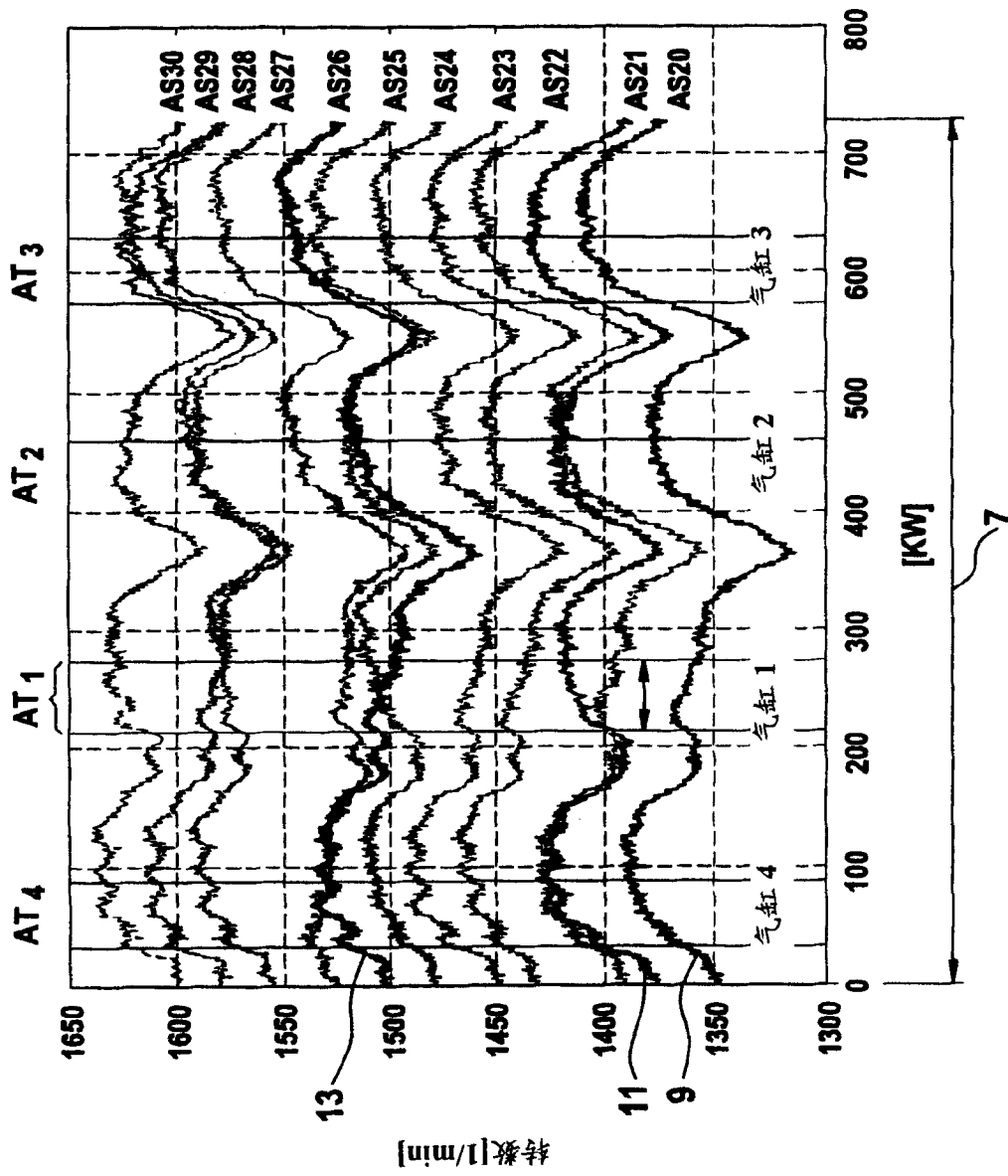


图 2

