



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 92112684.0

[51] Int.Cl<sup>5</sup>

F02C 7/22

[43] 公开日 1993年5月5日

[22] 申请日 92.10.23

[30] 优先权

[32] 91.10.23 [33] AU [31] PK9064

[71] 申请人 特兰斯康气体技术有限公司

地址 澳大利亚西澳大利亚州

[72] 发明人 B·R·纽曼

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

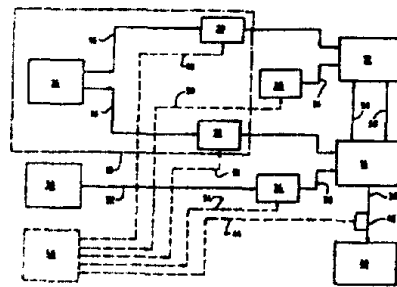
代理人 张志醒 王忠忠

说明书页数: 11 附图页数: 3

[54] 发明名称 供气系统

[57] 摘要

燃气内燃机的一种供气系统,包括气体燃料供应装置(10),用以将供气量受控的气态燃料输送到靠近点火源(26)的部位。气体燃料供应装置包括第一和第二供气装置(16、18),用以将气态燃料分别输送到预燃区(12)和燃烧区(14)中,气体控制装置(20、22)控制第一和第二供气装置分别供应的气态燃料的相对比例,通过引燃预燃区的气态燃料可以最少的气态燃料使燃烧区燃烧,从而使燃烧区中的燃料/空气比能减小到最小程度(贫油燃烧方式)而不致使发动机熄火。



> 29 <

1. 燃气内燃机的一种供气系统，其特征在于包括：

气体燃料供应装置，用以将气态燃料以受控的供气量输送到点火源附近的部位，该部位包括彼此相连的预燃区和燃烧区；所述气体燃料供应装置包括第一和第二供气装置，用以将气态燃料分别输送到上述预燃区和燃烧区中；此外还包括气体控制装置，用以控制所述第一和第二供气装置分别供应的气态燃料的相对比例，从而在使用过程中可以通过引燃所述预燃区中的气态燃料使所述燃烧区能以最少的气态燃料而燃烧。

2. 如权利要求 1 所述的供气系统，其特征在于，所述预燃区紧靠所述点火源配置。

3. 如权利要求 1 所述的供气系统，其特征在于，所述预燃区设置在单独的一个预燃烧室中，预燃烧室通过一个孔口直接与发动机的气缸连通，所述燃烧区则位于所述气缸内。

4. 如权利要求 1 所述的供气系统，其特征在于，所述气体燃料供应装置还包括一个喷气器，用以将气态燃料接受控的供气量喷入所述靠近点火源的部位。

5. 如权利要求 4 所述的供气系统，其特征在于，所述第一和第二供气装置分别包括第一和第二供气管线，管线中供有来自公用喷气器的气态燃料。

6. 如权利要求 5 所述的供气系统，其特征在于，所述气体控制装置包括一个气流阀，用以控制输送到所述预燃区和 / 或燃烧区的气态燃料量。

7. 如权利要求 6 所述的供气系统，其特征在于，所述气流阀为单向阀，用以控制经所述第一供气管线输送到所述预燃室的气态燃料量。

8. 如权利要求 1 所述的供气系统, 其特征在于, 对特定的发动机来说, 所述第一和第二供气装置所供应的气态燃料的相对比例是固定的。

9. 如权利要求 8 所述的供气系统, 其特征在于, 所述第一供气装置供应的气态燃料的相对比例可以在所述气体燃料供应装置输送到所述部位的气态燃料总量的 1% 至 10% 范围内。

10. 一种给燃气内燃机供气的方法, 其特征在于, 该方法包括:

接受控的供气量将气态燃料输送到靠近点火源的部位, 该部位包括彼此相连的预燃区和燃烧区;

控制分别输送到所述预燃区和燃烧区的气态燃料的相对比例, 从而在使用过程中, 可以通过引燃所述预燃区中的气态燃料使所述燃烧区能以最少的气态燃料而燃烧。

11. 如权利要求 10 所述的供气方法, 其特征在于, 它还包括将供气量受控的空气输送到燃烧区中, 使所述燃烧区中的空气 / 燃料比维持在最小值, 在引燃所述预燃区中的气态燃料过程中, 所述燃烧区中的一些空气 / 燃料混合料被传送到所述预燃区中。

## 供气系统

本发明涉及内燃机的一种供气系统，更具体地说（但不是唯一的）涉及靠气态燃料工作的点燃式发动机。在其中一个方案中，本发明涉及由柴油发动机或压燃式发动机改装的点燃式发动机。在另一个方案中，本发明涉及作为压燃式发动机工作的双燃料发动机。这种以双燃料方式工作的发动机通常是使气态燃料在空气引入发动机之前与空气混合，同时减少柴油的注入量。在本说明书中，“压燃式发动机”一词不仅指恒压下工作的发动机，即按柴油发动机循环方式工作的发动机，而且也指按压燃式循环工作的发动机。

操纵气态燃料发动机时，周知的作法是在进气冲程中将气态燃料连同空气引入气缸中，从而使燃烧冲程中的气体和空气的混合料较为均匀。在燃料气体燃烧时将燃料/空气比减到最小程度是有好处的，这不仅减少了废气中的一氧化碳和烃的含量，而且可提高燃料的功效。如果将燃料/空气比充分减小到化学当量比以下，也可以大量减少废气中一氧化二氮的含量。这通常叫做贫油燃烧方式。对于目前的内燃机，减小燃料/空气比以实现贫油燃烧的作法受到以下因素的限制，即当平均燃料/空气比减小到一定程度从而使其燃料密度达到阻止燃料点燃，这时发动机将会熄火。

本发明的目的在于提供一种使燃气内燃机的燃料/空气比可减小到最小程度而又不致使发动机熄火的供气方法和供气系统。

按照本发明的一个方面，本发明提供的燃气内燃机的供气系统包括：

气体燃料供应装置，用以将气态燃料以受控的供气量输送到点火源附近的部位，该部位包括彼此相连的预燃区和燃烧区。所述气体燃料供应装置包括第一和第二供气装置，用以将气态燃料分别输送到上述预燃区和燃烧区中。此外还包括气体控制装置，用以控制所述第一和第二供气装置分别供应的气态燃料的相对比例，从而在使用过程中可以通过引燃所述预燃区中的气态燃料使所述燃烧区能以最少的气态燃料而燃烧。

在本说明书中，预燃区是我们所希望的能引燃的区域，燃烧区则是预燃区中气态燃料的引燃所导致的使其余气态燃料燃烧的区域。

所述预燃区最好紧靠所述点火源。一般说来，所述预燃区设置在单独的一个预燃室中，预燃室通过一个孔口直接与发动机的气缸连通，所述燃烧区则位于所述气缸中。

在一个实施例中，所述气体燃料供应装置还包括一个喷气器，用以将气态燃料以受控的供气量喷入所述靠近点火源的部位。通常，所述第一和第二供气装置分别包括第一和第二供气管线，以提供来自公用喷气器的气态燃料。

所述气体控制装置最好包括一个气流阀，用以控制输送到所述预燃区和/或燃烧区的气态燃料量。更具体地说，所述气流阀可以是单向阀，用以控制经所述第一供气管线输送到所述预燃室的气态燃料量。

一般说来，对特定发动机来说，所述第一和第二供气装置所供应的气态燃料的相对比例是固定的。所述第一供气装置供应的气态燃料的相对比例可以在所述气体燃料供应装置输送到所述区域的气态燃料总量的1%至10%范围内。

在一个实施例中，所述气体控制装置加有第一个输入信号，使控制装置可以根据至少一个工作参数来控制气态燃料按预定的流量输送到预燃区和/或燃烧区的供应量。气体控制装置还可加上第二个输入信号，

这是获自反馈信号的输入信号，该反馈信号表示喷入预燃区和燃烧区的气态燃料量，并且该控制装置在用来调节气态燃料供应量的同时还响应因第一个输入信号而产生的该反馈信号。

在一个实施例中，气体燃料供应装置可以包括连续流量阀，且气体控制装置控制分别输送到预燃区和燃烧区的气态燃料比例，并控制在一定时间内输送到发动机的总气体量。在另一个实施例中，气体燃料供应装置可包括递增流量阀。

上述诸实施例中发动机的所述至少一个工作参数可以包括发动机的转速，或发动机转速控制器（即节流阀）的位置，可单独或结合发动机的转速使用。发动机的所述至少一个工作参数的另一些例子还包括下面的诸参数，它们可单独使用或与这些参数的任一个或多个结合起来使用：空气供应温度、空气供应压力、供气温度、供气压力、发动机的运行状态、发动机动力学状态测定值和蓄电池电压。

上述诸实施例中有一个实施例，其反馈信号是从直接或间接测定发动机废气中所含的一氧化碳、烃类、一氧化二氮或其它不希望有的排放物含量得出的结果而获取的。这种测定方法之一可以借助于一般使用的 $\lambda$ 传感器进行，由这种传感器监视废气流中的氧含量。在另一个实施例中，不测定废气含量而是间接或直接测定发动机熄火的起始点，由此获取反馈信号。

结合试验台的试验以定出最佳点火时的最小气态燃料量，就能确定通入预燃区和燃烧区的气态燃料的相对比例和流量的最可取的控制条件。经初始校准之后，发动机通常是无需再校准的。应该理解的是，发动机在使用过程中，由供气系统输送到发动机的气态燃料量是可以变动的。如上所述，提供反馈信号，可以确保在给定的发动机工作条件下所提供的燃料量处于最佳状态。

按照本发明的另一个方面，本发明提供了一种给燃气内燃机供气的

方法，该方法包括：

接受控的供气量将气态燃料输送到靠近点火源的部位，该部位包括彼此相连的预燃区和燃烧区；

控制分别输送到所述预燃区和燃烧区的气态燃料的相对比例，从而在使用过程中，可以通过引燃所述预燃区中的气态燃料使所述燃烧区能以最少的气态燃料而燃烧。

本方法最好还包括将供气量受控的空气输送到燃烧区中，使所述燃烧区中的空气/燃料比维持在最小值，在引燃所述预燃区中的气态燃料过程中，所述燃烧区中的一些空气/燃料混合料被传送到所述预燃区中。

通常，本方法还包括对一定时间内输送到发动机的气态燃料总量进行的控制。

为便于更好地理解本发明的实质，现在仅以举例的方式结合附图详细说明供气系统的一些实施例。附图中：

图 1 是本发明供气系统一个实施例的功能方框图；

图 2 是本发明供气系统第二实施例的原理图；

图 3 是与图 2 的供气系统类似的一个实施例的内燃机气缸头的剖视图。

图 1 所示的燃气内燃机（图中未示出）的供气系统有一个气体燃料供应装置 10，用以将气态燃料以受控的供气量输送到发动机中靠近点火源的部位。发动机中的该部位包括彼此相连的预燃区 12 和燃烧区 14。气体燃料供应装置 10 包括第一和第二供气装置 16、18，用以将气态燃料分别输送到预燃区 12 和燃烧区 14 中；还包括气体控制装置 20、22，用以控制所述第一和第二供气装置 16、18 分别供应的气态燃料的相对比例。第一和第二供气装置 16、18 输送来自气源 24 的气态燃料，且可取例如供气管线的形式。预燃气体控制装置 20 和燃烧气体控制装置 22 可取例如气态燃料喷射器的形式。

在本实施例中，预燃区12紧靠点火源26配置，点火源26可以是例如便于气态燃料在预燃区12中点燃的火花塞。点火源26受点火控制装置28的控制。

空气从空气源30经空气供应装置32和燃烧空气控制装置34输送到燃烧区14中。在本实施例中，空气不直接输送到预燃区12中。燃烧空气控制装置控制燃烧空气经燃烧空气供应装置36输送到燃烧区14之前的量、温度和压力，燃烧空气供应装置36通常为发动机歧管和进口阀系统。燃烧产物从发动机的燃烧区14排出，经废气排放系统38排到废气处理装置40中。废气排放系统38通常取排气阀系统和歧管系统的形式。废气排放分析器42分析所排放的废气并产生一个信号，该信号经信号传送装置44传送到发动机控制系统(EMS) 46上。

EMS 46总管发动机的工作过程，并分别经信号传送装置48、50、52和54监视和操纵预燃气体控制装置20、点火控制装置28、燃烧气体控制装置22和燃烧空气控制装置34。信号传送装置44、48、50、52和54可以取例如电缆、光纤或任何其它适当的信号传输媒体的形式。EMS 46还可以监视和/或操纵发动机其它工作参数的控制过程，例如发动机转速、节流阀的位置、发动机工作状态、发动机动态负荷和蓄电池电压等。这些工作参数中每一个都会对供气系统的上述基本控制过程有一定的影响，但为简明清楚起见，在图1中没有把它们表示出来。废气排放分析器42给EMS 46提供反馈信号，该反馈信号是从直接或间接测定发动机废气含量中存在的一氧化碳、烃类、一氧化二氮或其它不希望有的排放物的测定结果获得的。这些排出物表示出气态燃料在发动机内燃烧的程度，EMS 46可以利用这个指示数据调节输送到预燃区12和/或燃烧区14的气态燃料的相对比例或在一定时间内供给发动机的气体总量。

上面说过，燃烧空气只直接输送到燃烧区14，但在发动机的压缩冲程中，有些空气经预燃空气供应装置56从燃烧区14传送到预燃区12。实



实际上，预燃区12可以设置在通过一个孔口直接与发动机气缸连通的单独预燃室中，燃烧区14则设置在气缸中活塞的上方。按照本发明，在发动机运行期间，采用点火源26引燃预燃区12中燃料/空气比的较富油区的气态燃料。当然，预燃区中的燃料/空气比应选择成使气态燃料必然会点燃。图中的编号58示出了所产生的气体从预燃区12中引燃直到燃烧区14所经过的路径，实际上该路径可能会通过预燃室与发动机气缸之间的同一个孔口。预燃区12的容积设计成使所产生的气体通过从预燃区12到燃烧区14的路径时能充分产生化学反应，使燃烧区14中燃料/空气比为贫油的气态燃料和空气能够点燃。这样，按上述方式通过引燃预燃区12中的气态燃料就能使燃烧区14以最少的气态燃料进行燃烧。

图2示意性地示出了本发明供气系统的第二个实施例。该供气系统有一个气体燃料供应装置60，用以将气态燃料接受控的供气量输送到发动机中靠近点火源62（例如火花塞）的部位。图2中只示出了发动机的一个气缸64，从图中可以看到，活塞66处在靠近其压缩冲程的顶部。靠近点火源62的部位包括位于预燃室70内的预燃区68和位于气缸64内活塞66上方的燃烧区72。预燃室70通过孔口74直接与气缸64连通。气体燃料供应装置60包括用以将气态燃料分别输送到预燃区68和燃烧区72的第一和第二供气管线76和78。来自电磁驱动的单喷气器80的气态燃料输送到供气管线76、78中。

气体燃料供应装置60还包括取气体流量阀82形式的气体控制装置，用以控制第一和第二供气管线76、78分别输送的气态燃料的相对比例。在本实施例中，气体流量阀82是止回阀或单向阀，当预燃室70内的压力小于供气管线76内的压力时打开，而在预燃室70内的压力超过供气管线76中的压力时关闭。因此，在活塞66的向下冲程的过程中，单向阀82让来自供气管线76的气态燃料通过而进入预燃室70中，但在活塞66的压缩冲程的过程中，单向阀82关闭，切断气态燃料进入预燃室70的通路。

单向阀82也起将供气管线76与因预燃区68和燃烧区72燃烧所产生的气体隔离开来的作用。

输送到预燃区68和燃烧区72的气态燃料，其相对比例主要受单向阀82在其打开状态下所形成的孔口大小控制。一般说来，单向阀82孔口的大小应选择得使喷气器80所提供的气态燃料有1%至10%通过供气管线76而进入预燃区68中，其余的气态燃料则由供气管线78输送到气缸64内的燃烧区72中。通常，供气管线78通过发动机歧管和进口阀系将气体输送到燃烧区72中。在本实施例中，单向阀82选择成使来自公用喷气器80的气态燃料有4%输送到预燃区68中，然而分别输送到预燃区68和燃烧区72的气态燃料，其实际的相对比例取决于具体发动机的工作特性。综上所述，显然第一和第二供气管线76、78所提供的气态燃料其相对比例对该特定的发动机来说是固定的，它取决于单向阀82内孔口的大小。但是，我们可以将气体燃料供应装置60设计成使第一和第二供气管线76、78所提供的气态燃料的相对比例通过例如从分立的喷气器将气态燃料输送到供气管线76和78而加以调节。于是，各喷气器输送到供气管线76、78的气态燃料量就可以例如在发动机操纵系统的控制下改变。

特定发动机的输送到预燃室和气缸中的气态燃料，其相对比例可按以下方法确定。确定这个相对比例的目的是要使预燃室(PCC)中的燃气/空气之比达到不难借助火花塞进行引燃的程度。在一个实施例中，采用了天然气作为气态燃料。天然气主要由甲烷组成，其燃气/空气的当量比为0.095(9.5%)。PCC中的燃气/空气比在大约6.0%至15.0%的范围时仍然能进行引燃，但最可靠的引燃是在接近化学当量比的条件下达到的。

全面确定输送到PCC的气体的需求量涉及到许多变量。为便于确定，我们将某些变量固定下来，然后计算出作为点火提前角(spark advance angle)函数的PCC中燃气/空气比的和作为气缸总容积的容

积百分比函数的总喷气量的关系。压缩比固定在某一值上，该值是根据其在机械上和热力学上是否适用于该特定发动机（这可从发动机所要求的输出和燃气品位而定）确定的。为减少PCC的局部热损失，总希望PCC/MCC (Main combustion chamber, 主燃烧室) 小，但其降低程度实际上受到PCC处气流控制可调节程度的限制。气体/气缸容积的大小受最大绝对升压、压缩比的设计值和发动机输出要求的支配。

本发明应用了下列各项定义和公式：

PCVFRN = 预燃室容积百分比 - PCC 所占据的间隙体积 (clearance volume) 百分比。

PCGFRN = 预燃室气体百分比 - 喷入PCC 中的气体百分比。

CR = 压缩比

= 间隙体积 + 被吹扫的体积(100) / 间隙体积

CV = 间隙体积

= 被吹扫体积(100)

压缩比 - 1

GV = 一个喷气器所喷出的气体体积

PCGV = 所喷入的预燃室气体体积

= GV × PCGFRN

PCV = 预燃室容积

= CV × PCVFRN

MCGV = 主燃烧室 (或气缸) 气体体积

= GV - PCGV

MCAV = 主燃烧室空气体积

= 100 - MCGV

MCGR = 主燃烧室气体比值

$$=MCGV / MCAV$$

THETA = 点火提前角(0-1.57 弧度角)

CRI = 瞬时压缩比

$$= \frac{(100 + CV)}{CV + 50 \times (1 - \cos \text{ THETA})}$$

PCGR = 预燃室气体比值

$$= \frac{PCGV + (CRI - 1) \times MCGR \times PCV}{(CRI - 1) \times (1 - MCGR) \times PCV}$$

可以进行一系列的迭代，即调节PCC/MCC 气体之比，直到在所观察到的点火提前设定值的整个范围内接近化学当量比的条件为止。在一个实施例中，这个过程表明，在0.0 至0.5236 弧度角的点火提前设定值 (THETA) 的整个范围内，PCGFRN为0.04(4%)时达到接近化学当量比。PCVFRN调定到0.08，CR调定到12.5，CV则为8.6956512(气缸的容积为100 个单位)。

图 2 中所示的供气系统，其工作情况与图 1 中所示的系统类似。在活塞66 的空气输入冲程过程中，气态燃料与空气的混合料输送到燃烧区72 中，同时仅有气态燃料经单向阀82 输送到预燃区68 中。在活塞66 的压缩冲程中，燃烧区72 内的一些空气燃料混合料经孔口74 流入预燃室70 中，同时点火源62 引燃预燃区68 内的气态燃料。在该阶段之前，单向阀82 一直是关闭的。由于预燃区68 中燃料/空气比呈较富油状态，因而能轻易点燃，于是化学反应就经所产生的气体从预燃区68 经孔口74 至燃烧区126 的路径进行，使燃烧区72 中贫油的气态燃料/空气混合料点燃起来。这样，燃气内燃机就可以以贫油燃烧方式工作，而无须担心发动机熄火。

图 3 中示出了压燃式发动机气缸头84 的剖视图。图 3 的压燃式发动机已改装成燃气点燃式发动机，且结合了本发明与图 2 类似的供气系统

实施例。筒86固定在设在气缸头84内的孔88中，因而在气缸头内循环的冷却水89也冷却筒86。筒86内有预燃室90，筒86本身由导热性能良好的材料制成，这样预燃室90中产生的一些热就可以通过筒86的壁传给冷却水89。预燃室90内有预燃区92，且直接与发动机的气缸94连通，而燃烧区96则位于气缸94中。

筒86中还装有点火源98（火花塞）和单向阀100。气态燃料与图2中的类似，经供气管线102供到单向阀100中。

图3所示供气系统的工作情况与图2的类似，因而这里不再详述。单向阀100控制着经各供气管线和公用喷气器（图中未示出）输送到预燃区92和燃烧区96的气态燃料的相对比例。燃烧过程由预燃区92中的火花塞98引发，然后预燃区92中产生的引燃的气态燃料经孔口93传到燃烧区96中，使其余的气态燃料也燃烧起来。

显然，预燃室90在发动机的气缸头84中的配置方式可以和图3所示的完全不同，这取决于发动机的类型，特别是在制造发动机时而不是在压燃式发动机改装成点燃式燃气发动机或双燃料发动机时将预燃室配置在气缸头中更是如此。在双燃料发动机中，也可以用本发明的供气系统给发动机供应辅助燃料。

从上面的说明显然可以看出，本发明的供气系统比起现有技术依靠燃气汽化器将适当的空气/燃料混合料提供给发动机的系统具有显著的优点。输送到预燃区和燃烧区的气态燃料其相对比例可精确地加以控制，从而使燃烧区中的燃烧能以最少的气态燃料量进行而无须担忧发动机熄火。预燃区中的燃烧产生了火焰前峰和分子基团，因而很容易而且迅速地引燃燃烧区中较贫油的混合料，使发动机的效率提高，即靠近活塞上止点(TDC)处的燃烧更旺，且由于分解和热方面的因素而降低了损失，该两方面会随着周期性变化的峰值温度的上升而迅速增强。此外，一氧化碳、烃类和一氧化二氮的排放会因整体为贫油燃烧而减少。本发

明的供气系统简单、精致，因而不难装入一般的发动机中，且 / 或不难将一般的发动机改装成燃气发动机。

此外，由于已将本发明供气系统的一些最佳实施例详细说明清楚，因而熟悉本技术领域的人士都知道，除上面所述的以外，在不脱离本发明基本原理的前提下是可以作种种修改的。举例说，分别输送到预燃区和燃烧区的气态燃料的相对比例可以由各供气管线的相对直径确定。所有这样的更改和修改都应视为属于本发明的范围之内，其性质由上述说明书和所附的权利要求书确定。

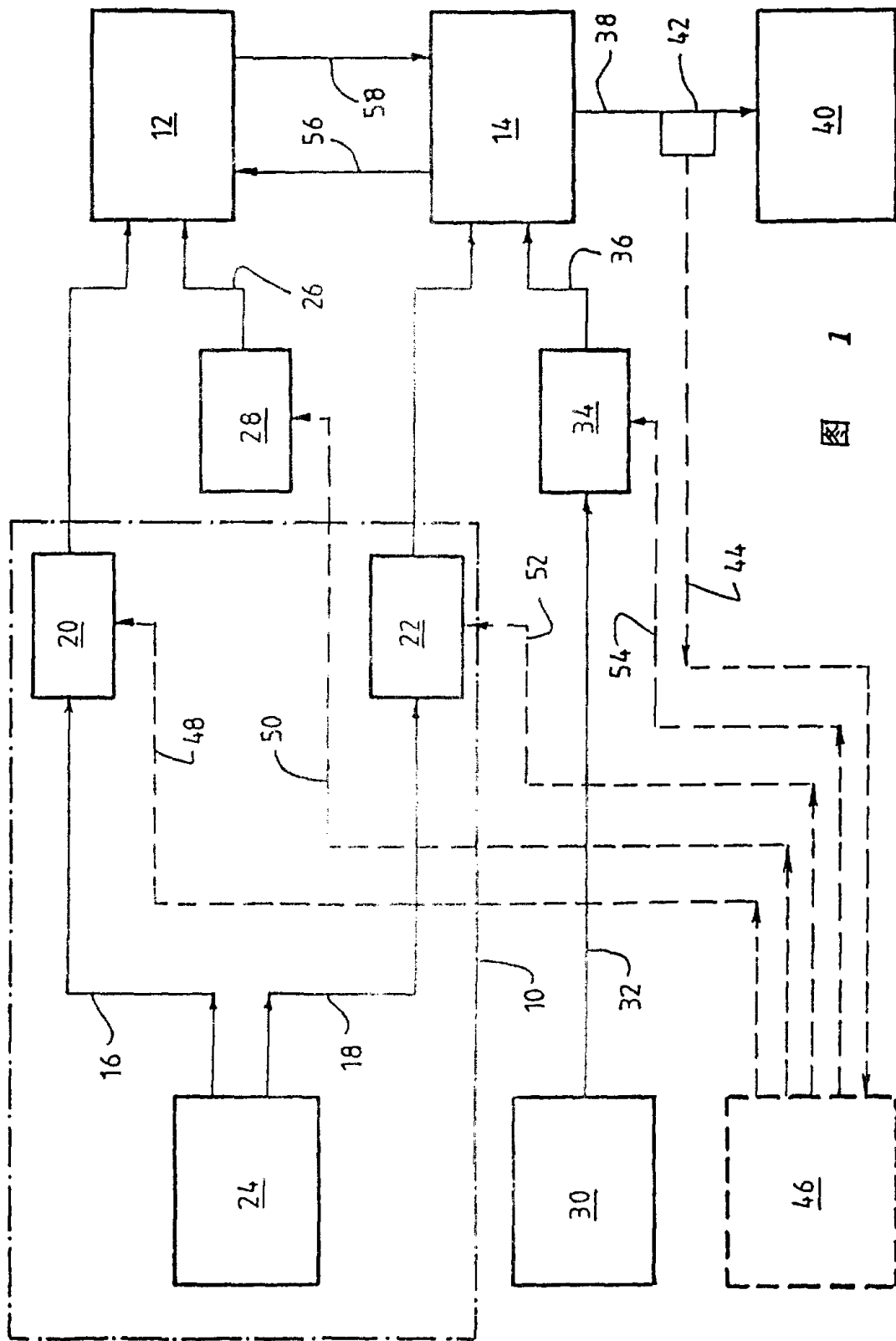


图 1

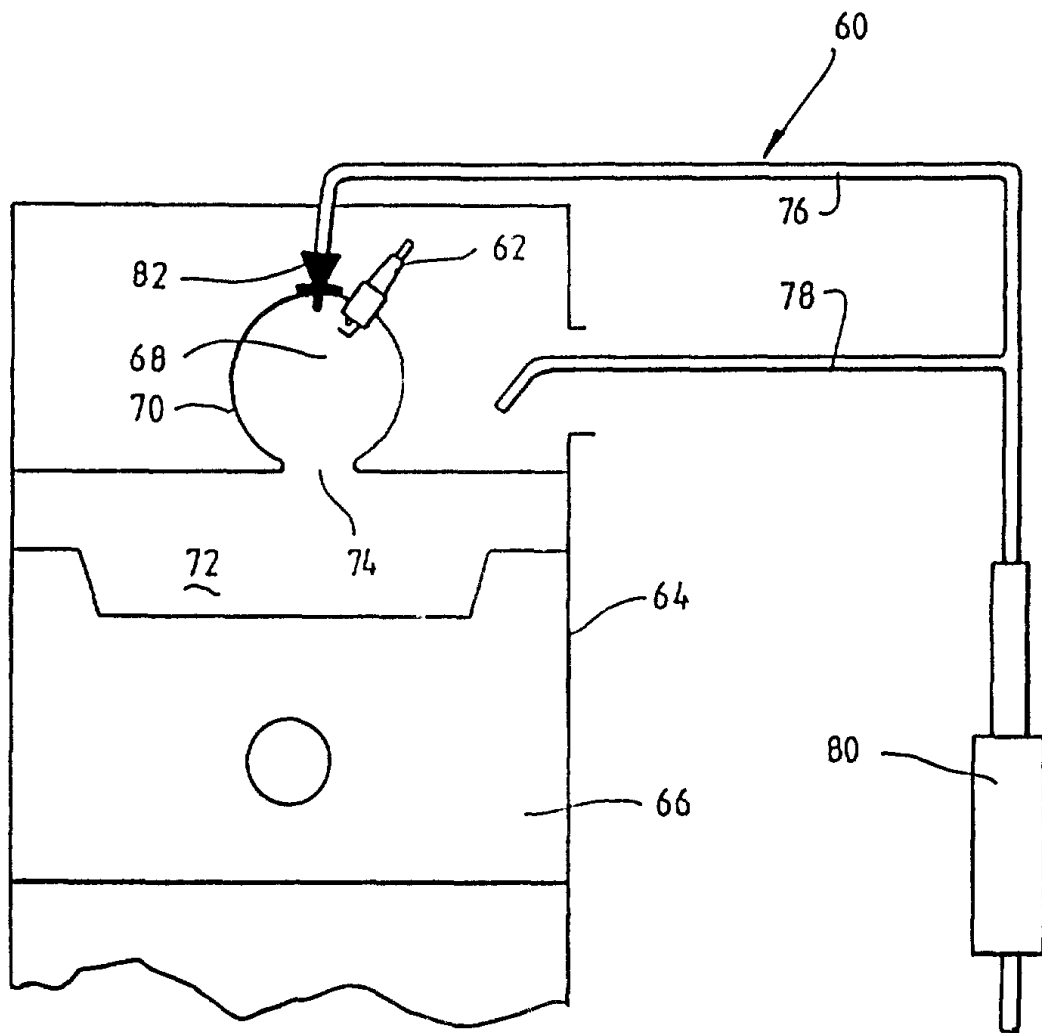


图 2



图 3

