



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1878947 B

(45) 授权公告日 2013.02.06

(21) 申请号 200480033077.3

(22) 申请日 2004.09.09

(30) 优先权数据

60/501,708 2003.09.10 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.05.10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/029454 2004.09.09

(87) PCT申请的公布数据

WO2005/026515 EN 2005.03.24

(73) 专利权人 PCRC 产品有限公司

地址 美国密苏里州

(72) 发明人 J·贝利斯特里 M·A·哈吉

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 沙捷 丁艺

(51) Int. Cl.

F02M 51/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5091858 A, 1992.02.25, 全文.

CN 1181800 A, 1998.05.13, 全文.

US 5546908 A, 1996.08.20, 全文.

US 5813386 A, 1998.09.29, 全文.

US 4276602, 1981.06.30, 全文.

CN 1119240 A, 1996.03.27, 全文.

审查员 石科峰

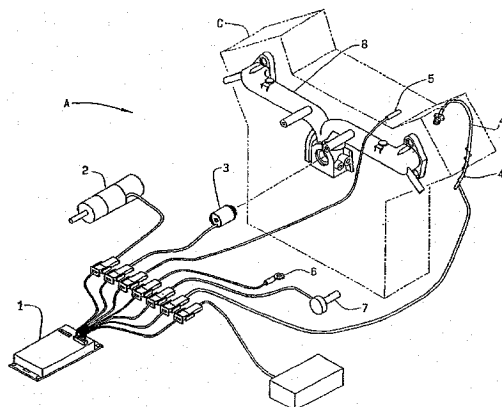
权利要求书 10 页 说明书 14 页 附图 11 页

(54) 发明名称

用于控制具有电子燃油调节系统的内燃机的操作的装置和处理

(57) 摘要

一种对具有电子燃油调节系统的内燃机 (C) 进行控制的装置和处理, 电子燃油调节系统给用于园艺设备 (B) 和小型车辆的小型发动机 (C) 提供燃油控制。电子控制单元 (1) 接收由多个传感器产生的多个信号, 这些传感器检测某些环境特性和某些发动机操作特性。电子控制单元 (1) 使用一组固件, 这组固件具有许多电子映射来分析多个信号, 以便管理燃油阀 (3) 和燃油泵 (2) 的操作, 从而控制输送给具有至少一个汽缸的小型内燃机 (C) 的汽缸的燃油定时和燃油量。



1. 一种电子燃油调节系统,用于控制将燃油输送到小型内燃机的至少一个汽缸,其包括

燃油泵;

燃油阀,其可操作地连接到所述燃油泵上,并且能以小于 12 毫秒循环打开和关闭燃油阀,而且具有通常在 2psi 和 10psi 之间但不超过 15psi 的平均运行压力,该电子燃油调节系统的最大运行压力通过燃油压力调节器控制,并且所述运行压力通过燃油泵、燃油阀和电子控制单元控制,该电子控制单元被配置成改变所述燃油阀和所述燃油泵的工作周期,燃油阀具有阀体,在该阀体中往复式地放置有柱塞,并且该燃油阀具有被连接到该阀体端部的端盖,该端盖具有被放置在所述阀体内并面向所述柱塞的座,并且该端盖具有被放置在所述阀体外的集成的燃油导轨,在所述燃油泵循环过程中,所述柱塞往复式地与所述座接触;

进气歧管,该进气歧管具有被配置成与所述集成的燃油导轨可操作地连接,以便把所述燃油阀安装在该进气歧管上的安装系统;

节流阀位置传感器,其能检测所述小型内燃机上的节流阀位置并能发送节流阀位置传感器信号;

至少一个点火传感器,其能检测用来点火所述小型内燃机上至少一个火花塞的瞬间电流的传输,并且能发送至少一个点火传感器信号;

电子控制单元,其被配置成驱动所述小型内燃机的燃油输送系统内的所述燃油泵和所述燃油阀,其中该电子控制单元能接收所述节流阀位置传感器信号和所述至少一个点火传感器信号,并且还能连续监视所述小型内燃机的运行以将所述燃油泵和所述燃油阀的操作调节成电子燃油调节系统平均运行压力小于 15psi,以便增大所述小型内燃机的操作效率,同时所述燃油压力调节器维持 15psi 的最大运行压力。

2. 如权利要求 1 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元是基于微处理器的。

3. 如权利要求 1 所述的电子燃油调节系统,其中,所述柱塞包括圆锥形端部,并且所述座被配置成由所述圆锥形端部和所述座之间的密封件而匹配地接纳所述圆锥形端部。

4. 如权利要求 2 所述的电子燃油调节系统,还包括进气温度传感器,其能检测进入所述内燃机的所述进气歧管的气流温度并能发送进气温度信号。

5. 如权利要求 4 所述的电子燃油调节系统,还包括发动机温度传感器,其能检测所述小型内燃机的操作温度并能发送发动机操作温度信号。

6. 如权利要求 5 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元能检测来自用来给所述小型内燃机提供电源的电池的电压,并且还能调节所述燃油泵的循环来补偿从所述电池检测的电压。

7. 如权利要求 6 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元包括一组固件,该组固件通过所述燃油阀的循环与所述小型内燃机上所述至少一个火花塞的点火进行协调来控制燃油输送,该固件能监视来自所述至少一个点火传感器的信号并能确定所述小型内燃机的发动机 RPM,其中所述燃油阀的循环是通过从所述电子控制单元输出的燃油阀脉冲宽度来实现的。

8. 如权利要求 7 所述的电子燃油调节系统,其中,依据所述电子控制单元内的二维燃

油阀持续时间查找表来指定燃油阀持续时间,所述二维燃油阀持续时间查找表通过所述节流阀位置传感器信号和所述发动机 RPM 进行索引,其中在燃油阀延迟查找表内指定燃油阀延迟。

9. 如权利要求 8 所述的电子燃油调节系统,其中,所述燃油阀的所述燃油阀延迟和所述燃油阀持续时间由所述电子控制单元基于所述小型内燃机需要的节流来自动调节。

10. 如权利要求 8 所述的电子燃油调节系统,其中,所述燃油阀的所述燃油阀延迟和所述燃油阀持续时间由所述电子控制单元基于所述进气温度信号来自动调节。

11. 如权利要求 8 所述的电子燃油调节系统,其中,所述燃油阀的所述燃油阀延迟和所述燃油阀持续时间由所述电子控制单元基于所述小型内燃机的加速或减速之一来自动调节。

12. 如权利要求 8 所述的电子燃油调节系统,其中所述燃油阀的所述燃油阀延迟和所述燃油阀持续时间由所述电子控制单元基于加在所述小型内燃机上的负荷变化来自动调节。

13. 如权利要求 12 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元能自动检测所述小型内燃机的动力 / 进气冲程。

14. 如权利要求 13 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元还包括改变所述二维查找表的值的能力,以便匹配将要操作所述小型内燃机时所在的具体地理位置。

15. 如权利要求 14 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述微处理器包括用于算法和存储至少一个电子映射的非易失性存储器、一组信号调节电路、燃油阀驱动器电路、和燃油泵驱动器电路。

16. 如权利要求 15 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述微处理器还包括 8 位微控制器,其具有 8MHz Hc08 内核、16KB 的系统内可编程 FLASH 存储器、768 字节的 RAM、串行通信控制器、7 信道 -10 位模拟 - 数字转换器、至少 4 个可编程定时器 / 计数器、6 信道脉冲宽度调制的能力、RS 232 串行通信端口、和软件生成的计时器。

17. 如权利要求 16 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述微处理器包括一组调节参数的非易失性存储器和连接到 512 字节的电可擦除可编程只读存储器的 I<sup>2</sup>C 总线。

18. 如权利要求 17 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元中的所述一组固件包括具有执行一组发动机参数计算的软件例程的第一固件模块,所述计算至少包括下列之一:发动机温度计算、空气温度补偿计算、电池电压计算、用于燃油泵脉冲宽度调制的一组参数的计算、所述小型内燃机的 RPM 计算、电子燃油调节系统压力计算、发动机节流阀位置计算、所述小型内燃机需要的节流计算、发动机加速 / 减速计算、所述燃油阀延迟计算、和所述燃油阀持续时间计算。

19. 如权利要求 18 所述的电子燃油调节系统,其中,所述一组发动机参数计算,还包括接收所述至少一个点火传感器信号和将燃油输送到小型内燃机的至少一个汽缸之间的所述燃油阀延迟的计算。

20. 如权利要求 19 所述的电子燃油调节系统,其中,所述一组发动机参数计算包括一组对使所述燃油阀保持打开的所述燃油阀持续时间的计算。

21. 如权利要求 20 所述的电子燃油调节系统,其中,所述一组发动机参数计算是分别

对于所述小型内燃机的所述至少一个汽缸的每一个执行的。

22. 如权利要求 21 所述的电子燃油调节系统,其中,所述一组发动机参数计算中的所述燃油阀延迟是从燃油阀延迟查找表中取得的。

23. 如权利要求 22 所述的电子燃油调节系统,其中,所述一组发动机参数计算中的所述燃油阀延迟能基于所述小型内燃机的一组当前操作状态来调节。

24. 如权利要求 23 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括具有软件例程的第二固件模块,所述软件例程控制所述微处理器中的 7 信道 -10 位模拟 - 数字转换器,所述微处理器具有关于所述节流阀位置传感器信号、所述进气温度信号、所述发动机操作温度信号和电子燃油调节系统压力信号的模拟输入端。

25. 如权利要求 24 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括具有软件例程的第三固件模块,该软件例程用于将一组第三固件模块参数保存到所述电可擦除可编程的只读存储器中和从所述电可擦除可编程的只读存储器中检索该组第三固件模块参数。

26. 如权利要求 25 所述的电子燃油调节系统,其中,所述一组第三固件模块参数包括:一组来自于所述燃油阀延迟查找表中的值、一组来自于所述二维燃油阀持续时间查找表中的值、一组节流参数、所述节流阀位置传感器信号的校准、和来自于所述计时器的值。

27. 如权利要求 26 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括具有软件例程的第四固件模块,该软件例程用于控制操作所述电子控制单元的所述微处理器中的 1<sup>2</sup>C 串行总线所必需的一组时钟和数据线。

28. 如权利要求 27 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括具有软件例程的第五固件模块,该软件例程用于初始化和控制从所述电子控制单元的所述微处理器输出的脉冲宽度。

29. 如权利要求 28 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括具有软件例程的第六固件模块,该软件例程用于初始化、发送和接收所述电子控制单元的所述微处理器的 RS 232 串行通信接口上的数据。

30. 如权利要求 29 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括具有软件例程的第七固件模块,该软件例程用于初始化和控制所述微处理器的至少四个定时器 / 计数器。

31. 如权利要求 30 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括具有软件例程的第八固件模块,该软件例程用于执行软件 16x16 的无符号乘法函数和 32x16 的无符号除法函数。

32. 如权利要求 31 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括具有软件例程的第九固件模块,该软件例程包含了复位开始点、主处理循环、用于整组固件的复位向量表、和一组例程,所述主处理循环用于连续监视和控制所述电子控制单元的所有固件的整个操作,所述一组例程用于每隔约 0.10 小时的间隔就从 EEPROM 检索计时器并向 EEPROM 更新计时器。

33. 如权利要求 32 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括具有软件例程的第十固件模块,该软件例程用于使能经由所述电子控制单元的所述微处理器的所述 RS 232 串行通信端口与发动机监视软件进行的通信。

34. 如权利要求 33 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括第十一固件模块,其包含所有 RAM 和 FLASH 存储器定义和关于所述电子控制单元的所述微处理器的一组寄存器定义。

35. 如权利要求 34 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括第十二固件模块,其包含用来将来自至少一个压力传感器的模拟输入转换成每平方英寸的磅数的查找表。

36. 如权利要求 35 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括第十三固件模块,其包含所述电子控制单元的所述固件使用的所有 RAM 可变存储器定义。

37. 如权利要求 36 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括第十四固件模块,其包含关于所述燃油阀延迟查找表、所述燃油阀持续时间二维查找表、加速 / 减速表、发动机节流表、燃油泵补偿表、电池补偿查找表、用于起动所述电子燃油调节系统的一组值、和用于校准所述节流阀位置传感器一组值的一组默认值。

38. 如权利要求 37 所述的电子燃油调节系统,其中所述电子控制单元的所述一组固件包括第十五固件模块,其包含用来将所述进气温度传感器信号和所述发动机操作温度信号从模拟信号转换成以摄氏度为单位的温度的转换查找表。

39. 如权利要求 38 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元的所述一组固件包括第十六固件模块,其包含所述电子控制单元的所述固件使用的各种常数定义。。

40. 如权利要求 39 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元包括至少一个电子映射,所述电子控制单元使用该至少一个电子映射来最优化所述小型内燃机的操作。

41. 如权利要求 40 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元包括起动模式,在该起动模式下,在所述小型内燃机的起动期间,所述燃油泵和所述燃油阀被起动持续约 10 秒的周期或者直到所述电子控制单元接收到点火传感器信号。

42. 如权利要求 41 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元包括起动定时功能,该起动定时功能在所述电子控制单元接收到所述至少一个点火传感器信号之后就向所述小型内燃机的至少一个缸输送大量燃油,当所述点火传感器信号的预置数量被达到或者所述发动机 RPM 至少是 1000 时该起动功能被中止,其中如果在所述发动机 RPM 达到 1000 之前至少一个所述点火传感器信号的预置数量被达到,所述电子控制单元停止驱动所述燃油泵和所述燃油阀。

43. 如权利要求 45 所述的电子燃油调节系统,其中所述电子控制单元包括引起所述燃油泵循环速率的增加的能力,以便当所述电子控制单元检测到所述小型内燃机电池的电压低于预置值时,增加所述电子燃油调节系统中的燃油压力,所述燃油泵循环速率的增加是通过加宽发送给所述燃油泵的所述电源的脉冲宽度来实现的。

44. 如权利要求 43 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元包括加速 / 减速模式,该加速减速模式通过在发动机 RPM 快速变化期间提供平滑转换来补偿所述小型内燃机的燃油需求变化,在加速期间通过增加所述燃油阀持续时间二维查找表中的值,并在减速期间通过减少所述燃油阀持续时间二维查询表内的值,来实现该平滑转换,而所述增加或减少的量是由所述电子控制单元基于发动机加速的速率或基于发动机减速的速率确定的。

45. 如权利要求 44 所述的电子燃油调节系统,其中,所述至少一个电子映射被设计成与 V 型双缸内燃机一起使用。

46. 如权利要求 45 所述的电子燃油调节系统,其中,所述 V 型双缸内燃机的两汽缸之一被指定为“主缸”,而所述两汽缸的另一个被指定为“随动缸”,并且其中所述至少一个电子映射包括至少两组多维映射,一组用于所述主缸,一组用于所述随动缸。

47. 如权利要求 46 所述的电子燃油调节系统,其中,所述至少两组多维映射各自包含两个维度,其中垂直维度是由所述节流阀位置传感器检测的节流阀位置开关的位置,而水平维度是所述发动机的 RPM。

48. 如权利要求 47 所述的电子燃油调节系统,其中,所述节流阀位置是用所述节流阀位置相对于其最大打开位置的百分比指示的。

49. 如权利要求 48 所述的电子燃油调节系统,其中,对于所述至少两组多维映射各自内的每个二维交叉点而言,存在特定持续时间,该特定持续时间表示所述燃油阀将被打开以允许燃油进入所述进气歧管的以毫秒为单位的时间量。

50. 如权利要求 49 所述的电子燃油调节系统,其中,所述主缸和随动缸各自还具有燃油延迟角表,该燃油延迟角用于确定与从所述至少一个点火传感器接收的信号有关的所述燃油阀被打开的确切时间。

51. 如权利要求 50 所述的电子燃油调节系统,其中,所述至少两组多维映射各自都是可变的,因为所述至少两组多维映射各自的每个二维交叉点处的所述特定持续时间能通过处理子例程进行调节,该处理子例程基于所述微处理器的输入来修正所述特定持续时间。

52. 如权利要求 51 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元能确定加在所述小型内燃机上的负荷的变化。

53. 如权利要求 52 所述的电子燃油调节系统,其中,通过所述电子控制单元对与所述发动机 RPM 变化相关的所述节流阀位置传感器信号的变化进行计算,来确定加在所述小型内燃机上的负荷的变化。

54. 如权利要求 53 所述的电子燃油调节系统,其中,当指示所述发动机 RPM 的预定减少的所述节流阀位置传感器信号的变化还没有伴随有所述发动机 RPM 的相关降低时,确定加在所述内燃机上的负荷减少。

55. 如权利要求 54 所述的电子燃油调节系统,其中,当指示所述发动机 RPM 的预定增加的所述节流阀位置传感器信号的变化还没有伴随有所述发动机 RPM 的相关增加时,确定加在所述内燃机上的负荷增加。

56. 如权利要求 55 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元能通过基于特定发动机的一组特定操作特性改变所述燃油阀持续时间二维查找表中的值,来独立地使所述主缸或所述随动缸的空气燃油混合稀薄或浓厚。

57. 一种电子燃油调节系统与具有少于 5 个汽缸的小型内燃机的组合,所述电子燃油调节系统包括燃油调节器、燃油阀、燃油泵和电子控制单元,所述燃油调节器用于限制所述电子燃油调节系统的所述燃油压力,所述燃油阀能在不大于 12 毫秒内循环打开和关闭,并具有小于 2 毫秒的开关相应时间,所述燃油阀具有阀体,在该阀体内往复式地放置有柱塞并具有连接到所述阀体端部的端盖,该端盖具有被放置在所述阀体内并面向所述柱塞的座,并且具有被放置在所述阀体外的集成的燃油导轨,在所述燃油阀的循环期间,所述柱塞

往复地与所述座接触、可操作地连接到所述燃油阀的所述燃油泵,和电子控制单元,所述电子控制单元能够通过控制和改变从该电子控制单元传输以驱动所述燃油泵和所述燃油阀的电源的脉冲宽度,来管理在燃油调节器压力限制以内小于 15psi 的平均系统压力下操作的所述小型内燃机的燃油输送系统,所述对脉冲宽度的控制和改变是通过一组固件和存储在所述电子控制单元内的至少一个电子映射来实现的,所述一组固件基于从一组传感器发送的一组信号来控制 and 改变所述燃油泵和所述燃油阀的所述脉冲宽度,所述一组传感器至少包括进气温度传感器、发动机操作温度传感器、节流阀位置传感器和至少一个点火传感器,所述电子控制单元包括起动定时功能,该起动定时功能在所述电子控制单元接收到所述至少一个点火传感器信号之后就向所述小型内燃机的至少一个缸输送大量燃油,当所述点火传感器信号的预置数量被达到或者所述发动机 RPM 至少是 1000 时该起动功能被中止,其中如果在所述发动机 RPM 达到 1000 之前至少一个所述点火传感器信号的预置数量被达到,所述电子控制单元停止驱动所述燃油泵和所述燃油阀。

58. 如权利要求 57 所述的组合,其中所述电子燃油调节系统的最大操作压力限制由所述电子控制单元通过燃油泵的循环控制在 2psi 和 10psi 的范围之间。

59. 一种具有少于 5 个汽缸的小型内燃机,其改进包括电子燃油调节系统在所述小型内燃机上的安装,所述电子燃油调节系统包括燃油阀、燃油泵和电子控制单元,所述燃油阀能在不大于 12 毫秒内循环打开和关闭,所述燃油泵的循环和所述电子控制单元将所述电子燃油调节系统的压力控制在 3psi 至 6psi 范围内,所述电子控制单元能够通过将电子燃油调节系统的压力控制在大致 3psi 到 6psi 的范围内和改变从所述电子控制单元传输以驱动所述燃油泵和所述燃油阀的电源的脉冲宽度,来管理所述小型内燃机的燃油输送系统,所述对脉冲宽度的控制和改变是通过一组固件和存储在所述电子控制单元内的至少一个电子映射来实现的,所述一组固件基于从一组传感器发送的一组信号来控制 and 改变所述燃油泵和所述燃油阀的所述脉冲宽度,所述一组传感器至少包括进气温度传感器、发动机操作温度传感器、节流阀位置传感器和至少一个点火传感器,该电子控制单元包括冷起动模式,该冷起动模式通过加宽被发送来驱动所述燃油泵和所述燃油阀的所述电源的脉冲宽度,来用额外的燃油塞满所述发动机,从而给内燃机的汽缸输送更多的燃油,所述冷起动模式一直持续到满足达到所述点火传感器信号的预置数量或者发动机 RPM 为至少 1000 这两种情况中的一种,并且其中如果在所述发动机 RPM 达到 1000 之前至少一个所述点火传感器信号的预置数量被达到,所述电子控制单元停止驱动所述燃油泵和所述燃油阀。

60. 一种调节具有燃油输送系统的小型内燃机中的燃油输送的处理,包括以下步骤:

提供燃油泵;

提供能够以不超过 12 毫秒循环打开和关闭的燃油阀;

提供用于小型内燃机的进气歧管,进气歧管具有能够将燃油阀安装到进气歧管上的安装系统;

提供能够检测小型内燃机上的节流阀位置并能发送节流阀位置传感器信号的节流阀位置传感器;

提供至少一个点火传感器,其能检测用来点火所述小型内燃机上至少一个火花塞的瞬间电流的传输,并且能够发送至少一个点火传感器信号;

提供电子控制单元,其能驱动燃油泵和燃油阀,并且能接收节流阀位置传感器信号和

至少一个点火传感器信号所述燃油输送系统的最大操作压力由该电子控制单元通过所述燃油泵的循环控制；

使用电子控制单元来监视所述小型内燃机的操作以改变所述燃油泵和燃油阀的操作，来增大所述小型内燃机的操作效率，其中该燃油输送系统的平均操作压力小于 15psi，该电子控制单元包括冷起动模式，该冷起动模式通过加宽被发送来驱动所述燃油泵和所述燃油阀的所述电源的脉冲宽度，来用额外的燃油塞满所述发动机，从而给内燃机的汽缸输送更多的燃油，所述冷起动模式一直持续到满足达到所述点火传感器信号的预置数量或者发动机 RPM 为至少 1000 这两种情况中的一种，并且其中如果在所述发动机 RPM 达到 1000 之前至少一个所述点火传感器信号的预置数量被达到，所述电子控制单元停止驱动所述燃油泵和所述燃油阀。

61. 如权利要求 60 所述的处理，其中所述燃油输送系统的平均操作压力在 2psi 和 10psi 之间。

62. 一种用于小型内燃机的电子燃油调节系统，包括：

用于给小型内燃机的至少一个汽缸间歇地提供燃油的设备，所述设备包括能以每次循环小于 12 毫秒的速度来完成一个开始和停止流向所述小型内燃机的燃油流的循环的阀；

用于在小于 15psi 的平均燃油输送系统操作压力下将一些燃油从油箱抽入所述小型内燃机的燃油输送系统的设备；

用于检测所述小型内燃机操作环境的至少一个特性的设备，所述设备包括产生与所述至少一个环境特性相应的信号的能力；

用于检测所述小型内燃机和所述小型内燃机燃油输送系统的至少一个操作特性的设备，所述设备能产生与所述小型内燃机的至少一个操作特性相应的信号；以及

用于提供电源的设备，以驱动用于给小型内燃机的至少一个汽缸间歇地提供燃油的所述设备，并且驱动用于将一些燃油从油箱抽入所述小型内燃机的燃油输送系统的所述设备，所述用于提供电源的设备能为响应与所述至少一个环境特性相应的所述至少一个信号或所述至少一个小型内燃机操作特性二者当中的至少一者来调制所述电源的脉冲宽度。

63. 如权利要求 62 所述的电子燃油调节系统，其中，用于给小型内燃机的至少一个汽缸间歇地提供燃油的所述设备包括具有电磁线圈的燃油阀。

64. 如权利要求 63 所述的电子燃油调节系统，其中所述燃油阀具有阀体，在该阀体中往复式地放置有柱塞，并且该燃油阀具有被连接到该阀体端部的端盖，该端盖具有被放置在所述阀体内并面向所述柱塞的座，并且该端盖具有被放置在所述阀体外的集成的燃油导轨，在所述燃油泵循环过程中，所述柱塞往复式地与所述座接触。

65. 如权利要求 63 所述的电子燃油调节系统，其中，用于检测所述小型内燃机操作环境的至少一个特性的所述设备包括进气温度传感器。

66. 如权利要求 65 所述的电子燃油调节系统，其中，用于检测所述小型内燃机和所述小型内燃机的燃油输送系统的至少一个操作特性的所述设备包括以下当中的至少一者：产生节流阀位置信号的节流阀位置传感器、产生发动机操作温度信号的发动机操作温度传感器、或产生至少一个点火传感器信号的至少一个点火传感器。

67. 如权利要求 66 所述的电子燃油调节系统，其中，用于提供电源以驱动用于给小型内燃机的至少一个汽缸间歇地提供燃油的所述设备和驱动用于将一些燃油从油箱抽入所

述小型内燃机的燃油输送系统的所述设备的所述设备,包括电子控制单元,所述电子控制单元包括一组固件、至少一个电子映射、和用于接收与所述至少一个环境特性相应的所述信号和与所述至少一个小型内燃机操作特性相应的所述信号的设备。

68. 如权利要求 67 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元包括改变所述电源的能力,所述电源用于驱动用于给小型内燃机的至少一个汽缸间歇地提供燃油的所述设备和驱动用于将一些燃油从油箱抽入所述小型内燃机的燃油输送系统的所述设备,该改变所述电源的能力通过改变所述电源脉冲宽度来实现。

69. 如权利要求 68 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元还包括起动定时功能,该起动定时功能在所述电子控制单元接收到所述至少一个点火传感器信号之后就给所述小型内燃机的至少一个汽缸输送大量燃油,当所述点火传感器信号的预置数量被达到或者所述发动机 RPM 至少是 1000 时停止该起动功能,其中如果在所述发动机 RPM 达到 1000 之前所述至少一个点火传感器信号的预置数量达到,则所述电子控制单元停止提供驱动所述燃油泵和所述燃油阀的电源。

70. 如权利要求 69 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元还包括对所述燃油泵的循环速率进行增加的能力,以便在所述电子控制单元检测到所述小型内燃机的电池电压低于预置值时增加所述电子燃油调节系统内的燃油压力,所述燃油泵循环速率的增加是通过加宽发送给所述燃油泵的电源脉冲宽度来实现的。

71. 如权利要求 70 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元还包括冷起动模式,该冷起动模式通过加宽被发送用来驱动所述燃油泵和所述燃油阀的所述电源脉冲宽度,来用额外的燃油塞满所述发动机,从而给所述内燃机的至少一个汽缸输送更多的燃油,所述冷起动模式一直持续到预置的发动机操作温度被达到或者预置的冷起动操作时间达到为止。

72. 如权利要求 71 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元还包括加速/减速模式,该加速/减速模式通过在发动机 RPM 快速变化期间提供平滑转换来补偿所述小型内燃机的燃油需求变化,所述平滑转换是通过在加速期间增加燃油阀持续时间二维查找表中的值,以及在加速期间之后的减速期间减少所述燃油阀持续时间二维查找表中的值来实现的,该增加或减少的量是由所述电子控制单元基于发动机加速的速率或发动机减速的速率来确定的。

73. 如权利要求 72 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元包括至少一个被设计成与 V 型双缸内燃机一起使用的电子映射。

74. 如权利要求 73 所述的电子燃油调节系统,其中,将所述 V 型双缸内燃机的两个汽缸之一指定为“主缸”,而将所述两个汽缸的另一个指定为“随动缸”,其中所述至少一个电子映射包括至少两组多维映射,一组用于所述主缸和一组用于所述随动缸。

75. 如权利要求 74 所述的电子燃油调节系统,其中,所述至少两组多维映射各自包含两个维度,其中垂直维度是由所述节流阀位置传感器检测的节流阀位置开关的位置,而水平维度是所述发动机 RPM。

76. 如权利要求 75 所述的电子燃油调节系统,其中,用所述节流阀位置相对于其最大打开位置的百分比来指示所述节流阀位置。

77. 如权利要求 76 所述的电子燃油调节系统,其中,对于所述至少两组多维映射各自

内的每个二维交叉点而言,存在特定持续时间,该持续时间表示所述燃油阀将被打开以允许燃油进入所述小型内燃机的进气歧管的以毫秒为单位的时间量。

78. 如权利要求 77 所述的电子燃油调节系统,其中,所述主缸和所述随动缸各自还具有燃油延迟角表,该燃油延迟角用来确定与从所述点火传感器接收到的所述至少一个点火信号有关的所述燃油阀被打开的确切时间。

79. 如权利要求 78 所述的电子燃油调节系统,其中,所述至少两组多维映射各自都是可变的,因为所述至少两组多维映射各自的每个二维交叉点处的所述特定持续时间能由处理子例程来调节,所述处理子例程基于微处理器的一组输入来修正所述特定持续时间。

80. 如权利要求 79 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元能确定加在所述小型内燃机上的负荷变化。

81. 如权利要求 80 所述的电子燃油调节系统,其中,通过所述电子控制单元对与所述发动机 RPM 的变化相关的所述节流阀位置传感器信号的变化进行估计,来确定加在所述小型内燃机上的负荷变化。

82. 如权利要求 81 所述的电子燃油调节系统,其中,当指示所述发动机 RPM 的预定减少的所述节流阀位置传感器信号变化还没有伴随有所述发动机 RPM 的相关降低时,确定加在所述内燃机上的负荷减少。

83. 如权利要求 82 所述的电子燃油调节系统,其中,当指示所述发动机 RPM 的预定增加的所述节流阀位置传感器信号变化还没有伴随有所述发动机 RPM 的相关增加时,确定加在所述内燃机上的负荷增加。

84. 如权利要求 83 所述的电子燃油调节系统,其中,所述电子控制单元能通过基于特定发动机的一组特定操作特性改变所述燃油阀持续时间二维查找表中的值,来独立地使所述主缸或所述随动缸的空气燃油混合稀薄或浓厚。

85. 一种电子燃油调节系统,用于控制燃油到小型内燃机的至少一个汽缸的输送,其包括:

燃油泵;

燃油调节器,适于将所述燃油压力限制成小于 15psi;

燃油阀,其能在不大于 12 毫秒内循环打开和关闭,所述燃油阀具有阀体,在该阀体中往复式地放置有柱塞,并且该燃油阀具有被连接到该阀体端部的端盖,该端盖具有被放置在所述阀体内并面向所述柱塞的座,并且该端盖具有被放置在所述阀体外的集成的燃油导轨,在所述燃油泵循环过程中,所述柱塞往复式地与所述座接触;

用于小型内燃机的进气歧管,该进气歧管具有被配置成可操作地与所述集成燃油导轨连接,以便把所述燃油阀安装在所述进气歧管上的安装系统;

至少一个传感器,其配置成产生指示所述发动机操作状况的信号,所述至少一个传感器包括以下当中的至少一者:排气温度传感器、能检测所述小型内燃机上的节流阀位置和能发送节流阀位置传感器信号的节流阀位置传感器、或者能检测用来点火所述小型内燃机上至少一个火花塞的瞬间电流的传输和能发送至少一个点火传感器信号的点火传感器;

电子控制单元,其能驱动所述小型内燃机的燃油输送系统中的所述燃油泵和所述燃油阀,其中该电子控制单元能接收所述节流阀位置传感器信号和所述至少一个点火传感器信号,并且还能连续监视所述小型内燃机的操作以调节所述燃油泵和所述燃油阀的操作,以

便增大所述小型内燃机的操作效率。

86. 如权利要求 85 所述的电子燃油调节系统,其中所述燃料系统的所述操作压力通过所述燃料泵的循环被控制在 2psi 和 10psi 之间的标准范围内。

87. 如权利要求 85 所述的电子燃油调节系统,其中所述燃料系统的所述操作压力通过所述燃料泵的循环被控制在 3psi 和 6psi 之间。

## 用于控制具有电子燃油调节系统的内燃机的操作的装置和处理

[0001] 相关申请的相互引用

[0002] 本申请源自于 2003 年 9 月 10 日提交的美国临时申请 US 60/501708 并要求其优先权。

### 技术领域

[0003] 本发明总体涉及一种电子燃油调节系统,更具体而言,涉及一种控制发动机的操作的处理,该发动机具有用于园艺机具和摩托车 (motorcycle) 上的小型内燃机的电子燃油调节系统。尽管是相对于这些应用来详细描述的本发明,但本领域技术人员将公认本文中所述的本发明各方面具有更宽的适用性。

### 背景技术

[0004] 具有一个或多个汽缸并小于 25 马力的小型发动机用在很多种应用中。这些应用包括从单缸割草机到用于园艺机具、便携式发电机和摩托车的多缸发动机。其他这样的发动机用来给诸如拖拉机挂车的冷藏运输车的冷藏单元供电。使用同类小型内燃机的小型摩托车、机动自行车和其他类型摩托车在全世界范围内广为应用。有几个这种小型发动机的制造商,其中包括,例如, Tecumseh Products Inc. 和 Briggs and Stratton Corporation。

[0005] 目前,用于这种发动机的标准燃油输送系统是基于汽化器的系统。然而,这种基于汽化器的系统的燃油效率相对低,会导致非理想的排放等级,这是由产生过多的碳氢化合物和蒸汽排放的发动机操作造成的。另外,基于汽化器的系统通常需要高维护成本并难以调节成最大效率。基于汽化器的系统有时在某些状况下也可能很难启动,并且若不产生高等级有害燃油排放就难以进行操作。在世界的某些地区,包括美国的某些区域,迫切需要能消除这些有害燃油排放并能防止高度污染区域内的空气污染稳固增加的燃油输送系统。

[0006] 为了改正与基于汽化器的燃油输送系统相关的某些基础问题,已尝试设计出用于小型内燃机的燃油管理系统。这些尝试通常都是基于燃油喷射器的系统。这些燃油喷射系统大部分都是将标准汽车燃油喷射系统简单地按比例缩小的型式。它们通常在 206.8428kPa-620.5284kPa (30-90psi) 的燃油压力下操作。因此,这些系统在应用于 25 马力或更小时通常受到成本限制。当与这个马力范围内的内燃机一起使用时,燃油喷射系统的燃油效率也不高,它们通常需要大量昂贵而复杂的部件。燃油喷射系统还需要大量电能来操作诸如高压燃油泵这样的系统部件。这种更高的电需求需要增加相当的发电容量并需要包含与这种更高容量有关的附加发电部件。增加这些发电设备会导致发动机产生的可用马力显著减少。

[0007] 为了控制以前公知的基于燃油喷射器的燃油系统内的燃油输送和燃油混合,还必须向发动机上添加各种定时和检测部件。例如,使用齿轮和用于确定曲轴或凸轮轴角度的其他检测设备来确保正好在适当时间和将正好适当数量的燃油输送给汽缸。这些附加部件增加了基于燃油喷射器的燃油输送系统的成本,并且增加了系统的总的复杂性。

[0008] 因此,尽管以前对设计燃油喷射输送系统的尝试可能已经克服了与基于汽化器的燃油输送系统有关的一些问题,但是目前的燃油喷射系统这样做是以需要昂贵且复杂的系统为代价,而这种昂贵且复杂的系统包含了相当多的抢夺内燃机大量可用马力的部件。

[0009] 要注意,本发明人的美国专利 US6343596(’596 专利)已经公开,并且包含在本文中作为参考。已公开和要求保护发明的’596 专利是本发明的构思和发展的起始点。本发明是’596 专利中的发明的新颖且独特的修改和改进。具体而言,’596 专利中的设备是用于二冲程或四冲程内燃机的燃油调节器。该系统包括微处理器、热电偶排气温度传感器、和安装在位于油箱和汽化器之间的低压燃油输送系统中的燃油调节阀。在操作期间,微处理器不断地从排气温度传感器接收信号。在’596 专利中,把这些信号与存储的温度范围进行比较来确定当前发动机操作状况下的最优燃油混合。如果当前发动机操作状况需要燃油混合的设定发生变化,则微处理器调节进油管路的(in-line)燃油调节阀的打开程度,从而调节燃油进入汽化器的流量。

[0010] 如同’596 专利中的设备,本发明还包括微处理器和安装在位于油箱和汽化器之间的低压燃油输送系统内的燃油调节阀。然而,与’596 专利中的设备不同,本发明并不特别需要排气温度传感器,而是独特地包含了关于进气温度、发动机温度、节流阀(throttle)位置和火花点火的传感器,以便将信号传送给微处理器。同样,与’596 专利中用排气温度作为它的基准控制输入的设备不同,本发明用火花点火信号作为微处理器内燃油输送操作的基准控制输入。本发明的微处理器还使用成熟的燃油输送控制方法,例如,包括:将由从火花点火传感器、进气温度传感器、发动机温度传感器和节流阀位置传感器发送的信号确定的值,与存储在微处理器内各种映射中的值进行比较。基于目前微处理器的编程参数,微处理器不断地控制和调节燃油输送系统来输送燃油,以便增加总发动机操作效率。

[0011] 最后,因为使用本发明的大型发动机的尺寸、复杂性和功能不同,对通常在’596 专利内公开的某些部件进行许多改进,从而允许这些部件按照不同的方式进行操作来实现本发明的更复杂的操作特性。例如,本发明的燃油泵、燃油阀和节流阀位置开关都是新的和新颖的部件,这些部件被专门设计用来满足本申请的目的。同样,微处理器的复杂和完善程度以及它使用的程序都显著增加,以便能使本发明在安装到大型两冲程和四冲程内燃机时操作效率更大。因此,尽管’596 专利的设备满足在’596 专利内考虑的这类发动机所需要满足的目的,但本文中的设备包括许多改进和附加元件,这些改进和附加元件使本发明与’596 专利中的设备不同,并且允许本设备与诸如园艺机具和摩托车内使用的那些内燃机这样的大型内燃机进行更有效地操作。

## 发明内容

[0012] 根据本发明,提供一种对具有电子燃油调节系统(下文中称为“EFR 系统”)的内燃机的操作进行控制的装置,其检测各种发动机参数,诸如节流阀位置、发动机 RPM、发动机温度、环境温度、发动机加速/减速、和发动机负荷,以便控制输送到多汽缸内燃机的各个汽缸的燃油量。基于微处理器的电子控制单元利用专门用于其操作的程序来控制独特设计的燃油阀和燃油泵。EFR 系统还在比标准基于燃油喷射器的燃油管理系统低得多的燃油压力下进行操作。另外,EFR 系统给各个汽缸提供有顺序的燃油喷射,并且能够加快节流阀体的动作或者加快“区域内(in tract)”顺序喷射。

[0013] 因为 EFR 系统的特别设计, 整个 EFR 系统只需具有少量部件并只需要少量电能进行操作。优选地, 不包括燃油泵和阀, 从 EFR 系统流出的电流仅仅为约 150 毫安或更少。另外, 由于使用了专用的燃油泵和燃油阀, 系统能在 5 安培以下, 优选为小于 1 安培的条件下进行操作。

[0014] 本发明的目的之一是提供约减少 20% 燃油喷射的 EFR 系统。另一目的是提供 EFR 系统对燃油输送的控制, 以便提供更平的扭矩曲线, 从而使来自于发动机的可用马力更多。本发明的另一目的是提供一种 EFR 系统, 其是能充分增加发动机的可用性和效率的精确燃油调节系统。

[0015] 本发明的其他目的和特征将部分地是显而易见的, 并将部分地在下文中指出。

## 附图说明

[0016] 图 1 是本发明在草坪和园艺装置上的典型安装的透视图。

[0017] 图 2 是显示本发明各个部件之间如何互连的视图。

[0018] 图 3 是电子控制单元内的电路总图。

[0019] 图 4 是显示燃油阀持续时间计算处理的流程图。

[0020] 图 5 是显示用来连续监视和控制本发明的电子控制单元中整个固件操作的主处理循环的流程图。

[0021] 图 6 是显示主缸在受本发明的电子控制单元控制时的多维映射实例的图表。

[0022] 图 7 是显示随动缸 (slave cylinder) 在受本发明的电子控制单元控制时的多维映射实例的图表。

[0023] 图 8 是显示发动机冷启动时的节流 (choke) 设定值实例的图表。

[0024] 图 9 是显示本发明的电子控制单元使用的燃油延迟角映射实例的图表。

[0025] 图 10 显示由本发明的电子控制单元进行的冲程检测的流程图。

[0026] 图 11 是包含对进气口温度变化的补偿值的燃油映射实例。

[0027] 图 12 是包含对发动机加速或减速的补偿值的映射实例。

[0028] 图 13 是本发明的电子控制单元使用的燃油阀的分解图。

[0029] 附录 A 包括一个对具有电子燃油调节系统的内燃机操作进行控制的处理的软件实施例。

[0030] 相应的附图标记在这几个附图中始终指示相应的部分。

## 具体实施方式

[0031] 尽管存在许多本发明的实施例, 但本文中描述的具体实施例是用于控制具有电子燃油调节系统的内燃机的操作的处理, 该电子燃油调节系统用在其中的汽缸排列成“V”结构的双缸内燃机 (下文中称为“V 型双缸发动机”) 上。图 1 显示了 EFR 系统 A 在具有多汽缸内燃机 C 的园艺拖拉机 B 上的安装的说明性实施例。

[0032] EFR 系统的部件

[0033] 图 2 是显示 EFR 系统的各个部件之间如何互连的图。EFR 系统包括电子控制单元 1 (下文中称为“ECU”)、燃油泵 2、燃油阀 3、专门设计的发动机进气歧管 8、和多个传感器, 这多个传感器包括对于一个或多个火花塞的火花传感器 4、进气 (环境) 温度传感器 5、发

动机温度传感器 6 和节流阀位置传感器 7。本领域技术人员将能理解,这多个传感器可以包括用于检测其他环境特性或发动机操作特性的传感器,并且仍保持在本发明的范围内。这些部件通常由装配电路(未图示)连接起来。尽管不是 EFR 系统的部件,但 EFR 系统在燃油管道系统的协作下进行工作,该燃油管道系统引导燃油从油箱 9 流出,经过燃油泵 2 和燃油阀 3,穿过发动机进气歧管 5,最后进入内燃机 C 的每个汽缸内。

[0034] 火花传感器(多个)4、进气温度传感器 5、发动机温度传感器 6 和节流阀位置传感器 7 都连接到 ECU 1。这些部件产生电信号并将其发送给 ECU 1,这些电信号使 ECU 1 能确定发动机 C 的当前操作状态。ECU 1 可操作地连接到燃油阀 3,并且基于 ECU 1 内的软件中存在的多维表来操作燃油阀 3,这些多维表可以根据 ECU 对发动机当前操作状态的评估来修改,而发动机当前操作状态是通过由上述传感器发送给 ECU 1 的各种信号提供的。附加配线将 ECU 1 连接到燃油泵 2 以便允许燃油泵 2 的操作受 ECU 1 的控制。

[0035] EFR 系统的部件描述

[0036] A. ECU

[0037] ECU 1 是基于微处理器的单元,其调节燃油到内燃机汽缸的流量。图 3 提供了 ECU 1 内的电路的总示意图。ECU 1 包括许多部件并且安装在独特位置中。以下将全面地描述这些各个特征。

[0038] 1. ECU 内部部件

[0039] ECU 包括电子电路组件,其包含微处理器 9、RS 232 串行通信端口 10、用于算法和燃油映射存储的非易失性存储器 11、信号调节电路 12、阀驱动电路 13、以及燃油泵驱动电路 14。ECU 1 还包括输入连接,其用于节流阀位置输入端 15、进气温度输入端 16、发动机温度输入端 17、以及火花传感器输入端 18 和 19。在本实施例中,微处理器是摩托罗拉公司(Motorola)制造的 MC68HC908MR16 微处理器。这是 8 位微处理器,具有 8MHz Hc08 内核、16KB 的系统内可编程 FLASH 存储器、768 字节的 RAM、串行通信控制器、7 信道 -10 位 A/D、4 个可编程定时器/计数器、以及 6 信道脉冲宽度调制(下文中称为“PWM”)性能。

[0040] 尽管上述微处理器用在本优选实施例中,但将能理解,其他微处理器可以用于 ECU 1,只要该微处理器能处理输入并能产生操作本文中描述的 EFR 系统所必需的输出就可以。

[0041] 2. ECU 安装

[0042] 诸如 ECU 1 内的那些电子设备通常对诸如热度、湿度和振动这样的环境因素敏感。由于能与小型发动机共同使用的有限位置,在小型内燃机上使用这样的电子设备将出现具体的位置问题。因为诸如 ECU1 的电子设备以前还没有用于小型发动机的喷油系统,现有设计还没有为那种应用的电子设备确定适当的位置。

[0043] 然而,本发明将 ECU 1 定位在独特位置上,这个独特位置提供最大限度的保护而不受可能不利于 ECU 1 操作的环境因素影响。这里,将 ECU 1 安装在空气滤清器罩内,更具体而言,将 ECU 1 直接安装在空气滤清器盖或者空气滤清器底板上。这个位置将提供气流,气流围绕 ECU1 流动以便放置 ECU 1 过热。另外,通常封闭的位置是发动机的最环保区域,并且用来抑制在 ECU 1 上或周围产生湿气。

[0044] 3. ECU 固件

[0045] ECU 固件的主要功能是与本文所述规模的内燃机 B 上的火花塞的点火协作来控制燃油阀的打开和关闭。根据 ECU 1 内的二维查找表(look-up table)来指定燃油阀操作周

期的延迟和持续时间。这个查找表是通过节流阀位置开关 7(下文为“TPS”)和发动机 RPM 反馈来进行索引的。另外,能够基于节流需求(choke needs)、进气温度、发动机温度、加速和 / 或减速、以及发动机负荷的变化,来自动地调节燃油阀 3 操作周期的持续时间。

[0046] ECU 固件的其他主要特征是自动的动力 / 进气冲程检测、输出信号和 / 或驱动电子燃油泵的输出信号的脉冲宽度调制、软件生成的计时器(hours meter)、和 RS-232 接口 10, RS-232 接口 10 提供对 ECU 传感器的实时监视并可供对多维查找表进行调节之用。经由连至 512 字节的电可擦可编程只读存储器(“EEPROM”)的 12C 总线来实现对调节参数的非易失性存储。

[0047] 这种通过 RS 232 端口 10 与 ECU 1 通信的能力的优点在于,它提供了改变内部燃油映射值的能力,以便匹配发动机将被运送到的具体地理位置。例如,对位于科罗拉多州的丹佛的发动机的燃油管理最优化进行的燃油映射,可能与位于佛罗里达州的迈阿密的发动机的燃油映射不同。如果最初为丹佛调节的发动机重新安置到迈阿密,则 RS 232 端口 10 可供快速修改 ECU 1 中的内部燃油映射之用。这也避免了需要在燃油管理系统内寻找折衷设定,该折衷设定使用在丹佛或迈阿密的位置处只能一定程度上地良好工作的燃油映射。作为代替,能对 ECU 1 进行编程来管理燃油系统以便最大化功率和效率,同时保持较低的燃油喷射。

[0048] 在本实施例中,用汇编语言对微处理器 9 的 ECU 固件进行写入。这可能提供了最快的操作速度和最小的足迹解决方案(footprintsolution)。然而将能理解的是,可以用任何计算机语言对 ECU 固件进行写入,只要使用的语言适合与 ECU 的微处理器一起使用,并且固件按照本文中的规定来操作就可以。

[0049] 为了简化程序结构,将固件分成 10 个主模块以及提供常数和默认操作值的 7 个其他模块。下述部分列出所有这些固件模块和其各自的简要描述。另外,附录 A 包括了 ECU 中用来对具有电子燃油调节系统的发动机的操作进行控制的软件的一个实施例。

[0050] Calc.asm 包含执行所有发动机参数计算的例程,这些发动机参数计算包括:温度、空气温度补偿、电池电压、燃油泵 PWM 参数、RPM、燃油压力、节流阀位置(“TPS”)、节流、发动机加速 / 减速、燃油阀 3 延迟、以及燃油阀 3 持续时间。燃油阀计算包括计算发动机火花检测和燃油输送之间的延迟,以及燃油阀 3 保持打开的持续时间。这些计算是对发动机 C 的每个汽缸来分别执行的。而这些延迟值是直接从燃油阀延迟表中获得的。可以对持续时间值进行一些调节,该调节是根据当前操作状况来对它们进行的。图 4 显示了计算燃油阀 3 持续时间的处理的流程图。

[0051] Drv2d.asm 包含对建立在 MC68HC908MR16 微处理器 9 内的 7 信道 -10 位模拟 - 数字转换器进行控制的例程。模拟输入包括 TPS、进气温度、发动机温度、燃油压力、电池电压和进气口环境温度。

[0052] Drveprm.asm 包含将参数存储到 EEPROM 和从 EEPROM 检索参数的例程。这些参数包括燃油阀延迟表、燃油阀持续时间表、节流参数、TPS 校准和计时器。

[0053] Drv2c.asm 包含对操作 12C 串行总线所必需的时钟和数据线进行控制的例程。

[0054] Drvpwm.asm 包含对微处理器 9 上的 PWM 引脚进行初始化和控制的例程。

[0055] Drvsci.asm 包含初始化、发送和接收微处理器串行通信接口上的数据的例程。这个接口用于 RS 232 通信系统。

[0056] Drvtm.asm 包含初始化和控制微处理器 9 的四个定时器 / 计数器的例程。这些被用于火花输入、阀输入, 也被用于 100 微秒周期的定时器。

[0057] Math08.asm 包含执行软件  $16 \times 16$  无符号乘法和  $32 \times 16$  无符号除法函数的例程。

[0058] Ppm08.asm 包含整个固件的复位开始点、主处理循环和复位向量表。还包含从 EEPROM 检索计时器和向 EEPROM 更新计时器的例程。该计时器是每 0.10 小时更新一次的。主处理循环用来连续监视和控制 ECU 固件的整个操作。图 5 包含这个例程的流程图。

[0059] Serial.asm 包含经由 RS 232 串行端口与发动机监视软件通信的例程。对串行协议的说明包含在单独的文献中。

[0060] Constant.inc 包含整个固件中使用的各种常数定义。

[0061] Hc08regs.inc 包含所有 RAM 和 FLASH 存储器定义以及 MC68HC908MR16 微处理器 9 的寄存器定义。

[0062] Interp.inc 包含用于将来自 Motorola MXP5100 系列压力传感器的模拟输入转换成以磅 / 平方英寸 (“PSI”) 为单位的数量的查找表。0.5-4.5VDC 模拟输入被转换成 0-100kPa (14.5PSI)。

[0063] Ram.inc 包含固件使用的所有 RAM 变量 (variable) 存储定义。

[0064] Tables.inc 包含燃油阀延迟表、燃油阀持续时间表、加速 / 减速表、节流、燃油泵 2、电池补偿表、启动 (priming) 和 TPS 校准的默认值。

[0065] Thermist.inc 包含用来将来自热敏电阻的模拟输入转换成以  $^{\circ}\text{C}$  的温度的查找表。0-5VDC 的模拟输入被转换成  $-40$  到  $+125^{\circ}\text{C}$ 。这个表用于环境、发动机和进气温度的计算。

[0066] 尽管 ECU 的固件被分成上述固件模块, 但将能理解, 可以按照任何方式组织 ECU 固件, 并且 ECU 固件可以包括任意数量的模块, 只要该固件至少执行本文中所述的 ECU 功能就可以。

#### [0067] 4. ECU 多维映射

[0068] ECU 1 配备有多个电子映射, ECU 1 使用这些映射来最优化发动机 B 的操作。尽管这多个电子映射的内容和数量按照需要而变化, 以适应每个具体的小型内燃机应用, 但这多个电子映射将至少包括本文中确定的那些映射。

[0069] 在本实施例中, 这多个电子映射用在 V 型双缸发动机应用中, 其中任意地将双汽缸之一指定成“主缸”, 而任意地将另一汽缸指定成“随动缸”, 提供两组多维映射, 一组用于主缸, 一组用于随动缸。这些映射各自包含两个维度, 其中垂直维度是节流阀位置开关 7 的位置, 而水平维度是发动机 RPM。TPS 用节流阀位置相对于其最大打开位置的百分比来表示。对于这两个变量的每个交点, 存在具体持续时间, 该具体持续时间表示燃油阀将打开以允许燃油进入进气歧管的时间量, 该时间量以微秒为单位。在图 6 和图 7 中分别图示了主缸和随动缸的多维映射的实例。

[0070] 主缸和随动缸还各自具有燃油延迟角表。这个燃油延迟角用来根据自点火火花传感器 4 中接收的信号确定打开燃油阀 3 的确切时间。在单传感器的情况下也可能为第二、第三等汽缸确定适当定时。按照这种方式, 对将燃油输送给各个汽缸的定时进行最优化, 以便在所需要的精确时间将燃油放入汽缸内, 从而允许点火火花有效地燃烧燃油并具有最佳功率输出。在图 9 中图示了燃油延迟角映射的实例。

[0071] 重要的是要注意,尽管 ECU 固件包括基于 TPS 和发动机 RPM 的二维映射,但本发明的其他实施例可以使用其他多维映射,这些多维映射依赖于任何 EFR 系统内的任何所述传感器的输入。这允许 ECU 1 用二维坐标映射进行操作,同时能使另一处理子例程根据某些其他输入来修改初始的燃油映射,从而使二维燃油映射本身是可变的。

[0072] 将能理解,多维燃油映射中的值将发生变化以便根据特定发动机的尺寸和性能来匹配该发动机的需要。通常,在发动机配备有本 EFR 发明时,通过一系列操作测试来按照经验确定多维映射内的值,这些操作测试是按照内燃机的特定模式来实施的。

#### [0073] B. 燃油泵

[0074] 本发明的燃油泵 2 专门设计成,在 ECU 1 改变被送来运行燃油泵 2 的电源的脉冲宽度时,按照 ECU 1 控制的可变工作周期 (dutycycle) 进行操作。尽管 EFR 系统按照约 103.4212kPa(15psi) 或更小的平均燃油系统压力进行操作,但本实施例的燃油泵 2 生成的平均燃油系统压力通常在约 13.7895kPa(2psi) 和约 68.9476kPa(10psi) 之间。本发明的燃油泵 2 可以是任何类型的,并且可以需要简单的开 / 关控制和 / 或脉冲宽度调制控制。

[0075] 因为 ECU 1 提供了驱动燃油泵 2 所必需的电力和控制电路,所以燃油泵 2 本身比标准的燃油泵小且较不复杂。燃油泵 2 的设计,尤其是它的尺寸,意味着燃油泵 2 需要更少的操作电流。另外,燃油泵 2 内装有惯性止回阀,其减少了控制燃油泵 2 的内部部件所需要的总的努力。为了使整个 EFR 系统 A 尽可能得紧凑,将燃油过滤器完全集成在燃油泵 2 的外壳内。尽管在本实施例中,燃油过滤器不能从燃油泵 2 的外壳上拆除,但本领域技术人员将公认,本发明的其他实施例能具有可拆除的燃油过滤器。同样,本实施例显示燃油泵 2 安装在油箱 2A 的外部,但,燃油泵 2 可以安装在油箱 2A 的内部,并且仍保持在本发明的范围内。

[0076] 燃油泵的内部部件也与标准的燃油泵不同。具体而言,标准汽车模式使用弹簧、减震器和止回阀来提供内部缓冲的止回阀。相反,本发明的燃油泵根本不使用弹簧。作为代替,本燃油泵使用截留球 (trapped ball),由于截留球在燃油泵外壳内来回循环移动,因此它能起到止回阀的作用。当燃油泵活塞向前移动时,截留球截留住燃油这样它起到惯性阻止器的作用,从而使燃油被向前推进。当燃油泵活塞向后移动时,截留球打开以便填充新的空汽缸。

[0077] 尽管为 EFR 系统的本实施例描述的燃油泵包括上述部件,但能理解,可以使用任何燃油泵,只要燃油泵能提供约 103.4212kPa(15psi) 或更小 (优选为约 13.7895kPa(2psi) - 68.9476kPa(10psi)) 的平均燃油系统压力就可以。

#### [0078] C. 燃油阀

[0079] 大部分基于非汽化器的燃油管理系统使用燃油喷射器。尽管这样的燃油喷射器在行业内是标准的,但它们可能很昂贵。许多燃油喷射器也设计成在 413.6856kPa-551.5808 kPa(60-80psi) 范围内的高燃油压力下操作。需要高燃油压力就需要控制燃油喷射的高功率电磁线圈。

[0080] 为取代燃油喷射器,本发明使用专门设计的电磁控制燃油阀 3,燃油阀 3 被制造成能在 EFR 系统 A 内操作并能用于小型发动机 C,该发动机 C 被内装到草坪和园艺应用系统中以及其他便携式应用系统中。燃油阀 3 的设计允许其在更低的燃油压力下运行良好。例如,EFR 燃油阀 3 在小于 103.4212kPa(15psi) 的燃油压力下进行操作,其中优选的操作压

力在约 13.7895kPa(2psi)-68.9476kPa(10psi) 的范围内。燃油阀 3 的内部部件的设计也允许燃油阀 3 以非常快的速率循环运行。具体而言,本燃油阀 3 能在持续时间为 12 毫秒或更短的周期下进行操作。燃油阀也能输送 2 毫秒以下的开 / 关 ( 柱塞上升到柱塞下降 ) 响应时间。

[0081] 现在参考图 13,燃油阀 30 包括阀体 35、端盖 36、密封件 37 和柱塞 31,柱塞 31 包括角度在约 45 度和约 49 度之间的圆锥形端部。柱塞 31 包括柱塞轴 38、密封件 39、弹簧 40 和圆锥柱塞 41。圆锥柱塞 41 的圆锥形端部贴着具有匹配圆锥形状的座 32 轮转。圆锥柱塞 41 和圆锥座 32 的这种组合产生密封,这种密封将燃油分配孔 33 封闭在燃油阀 30 中。圆锥柱塞 41 和匹配的圆锥座 32 也是有益的,因为它们为圆锥柱塞 41 提供很大的起落区域 (landing area),并且消除了那个点上对弹性密封件的需要,从而增加了燃油阀 30 的使用寿命。匹配形状的使用还消除了由最小附着力引起的燃油阀 30 循环操作的延迟,这个最小附着力是在其他柱塞从弹性密封件上提升开时所必须要克服的力。尽管上述实施例在本发明中有用,但在燃油阀 30 的其他实施例中,圆锥柱塞 41 的圆锥形状贴着弹性密封件轮转,弹性密封件起到燃油阀 30 的阀座的作用。

[0082] 阀体 35 包括电磁线圈、接线和连接器 ( 未示出 ),该连接器是将电磁线圈 35 连接到 ECU 1 从而使 ECU 1 能控制燃油阀 30 的操作所必需的。

[0083] 燃油阀 30 还具有在端盖 36 中的集成的燃油导轨 (fuel rail)34,以便于将燃油阀 30 安装在通向各个汽缸的进气歧管的一部分内。标准燃油喷射器没有集成的燃油导轨。代替的是,标准燃油喷射器的燃油导轨是单独的部件,其安装到发动机上以便与标准的燃油喷射器一起使用。

[0084] 本领域技术人员将能理解,可以使用任何燃油阀,只要当在燃油压力为约 103.4212kPa(15psi) 或更小 ( 优选在约 13.7895kPa(2psi) 和约 68.9476kPa(10psi) 之间 ) 的燃油输送系统内操作时,燃油阀能具有持续时间为 12 毫秒或更短的周期以及 2 毫秒以下的开 / 关响应时间就可以。

[0085] D. 发动机进气歧管

[0086] 基于汽化器的标准内燃机的进气歧管接受从空气过滤设备中获得的空气,并且传送这些空气和通过汽化器引入到进气歧管中的燃油。在本发明中,进气歧管 8 专门设计成允许燃油阀 3 和压力调节器直接安装在进气歧管 8 以内。这不仅减少了 EFR 系统 A 的总重量和复杂性,而且将燃油输送设备放置在某个点上,这个点通常且最佳地是到 V 型双汽缸内燃机 C 上的每个汽缸盖的距离相等。把燃油阀 3 放置在进气歧管 8 上也使燃油阀 3 进一步远离发动机 C 的较热部件,从而减少了燃油系统内气阻的可能性。注意,可以使用任何进气歧管,只要进气歧管便于如本文所述那样安装燃油阀,并且能与要利用的小型内燃机一起正常运行就可以。另外的歧管制造灵活性用 EFR 系统能实现,因为同步燃油喷射允许不对称的进气歧管通道长度,同时仍为两汽缸提供平衡的空气 / 燃油比,并且同时仍旧共用共集电极 (common collector) 点和安装在集电极点 (collection point) 中的单喷射器。

[0087] E. 节流阀位置传感器

[0088] 所有内燃机 C 都有某种节流阀控制。在本发明中,组合有节流阀位置传感器 7 以便指示节流阀控制的位置。节流阀位置传感器生成要发送给 ECU 1 的信号。然后,ECU 1 利用这个信号并参考多维燃油映射来确定燃油阀 3 打开的持续时间,以及若有的话,则为补

偿加速 / 减速要求和 / 或发动机负荷所需要的延迟。

#### [0089] F. 点火火花传感器

[0090] 关于大部分内燃机 C 的燃油分配的总定时通常依据连接到发动机 C 的旋转部件之一的位置检测设备来确定。例如,位置检测设备可以是位于缺齿轮附近的 Hall-Effect 传感器,缺齿轮可以连接到发动机的曲轴或凸轮轴上。这样的位置检测设备使燃油管理系统复杂化,同时增加系统的成本和维护。

[0091] 本发明没有这样的附加物理位置检测设备。代之以,将单线 4 缠绕在高压导线 4A 的周围,高压导线 4A 根据应用连接到一个或每个火花塞 4B 上。当火花塞 4B 点火时,产生发送给 ECU 1 输入端的信号。实际上,这种配置起到与曲轴的一个 RPM 相关的磁耦合电信号的作用,并且用来驱动 EFR 燃油管理系统 A。优选地,ECU 1 使用这个火花读出信号作为 EFR 系统 A 内许多后续燃油输送计算的基准。作为选择,火花传感器可以连接到断流端子。

[0092] 本领域技术人员将能理解,可以按照许多种不同于本文所述的方式来检测火花塞的点火。可以使用任何种火花塞的点火方法,只要将表示火花塞每次点火的检测的信号发送给 ECU 就可以。

#### [0093] G. 发动机温度传感器

[0094] 发动机 C 为了以最高效率操作发动机所需要的燃油量取决于多个变量。这些变量之一是发动机本身的温度。当发动机 C 是冷的时,需要较多的燃油来操作发动机 C。当发动机 C 是热的时,发动机 C 需要较少的燃油。因为 ECU 1 的功能是管理整个 EFR 系统 A 以达到最大效率,EFR 系统 A 包括安装在发动机 C 上的传感器 6,用来检测发动机 C 的温度和将适当信号发送给 ECU 1 的输入端。于是,ECU 1 就使用这个信号按照当前发动机状况指示的那样来使燃油混合更浓或更稀薄。

#### [0095] H. 进气传感器 (air intake sensor)

[0096] 内燃机 C 的最优空气 / 燃油混合取决于通过进气歧管 8 被吸入到发动机中的空气的温度。因为 ECU 1 负责维持最优空气 / 燃油混合,所以将进气传感器 5 放置在发动机 C 的进气歧管 8 内。进气传感器 5 检测进气的温度,然后将适当信号发送给 ECU 1 的进气温度输入端。ECU 1 使用这个信息来调节主缸和随动缸的燃油映射,以最优化发送到每个发动机汽缸的燃油量。图 11 示出了映射实例,该映射显示了作为发送给 ECU 1 的进气温度信号的变化而对 EFR 系统 A 做出的调节。

#### [0097] EFR 系统的操作

##### [0098] A. 通用系统的考虑

##### [0099] 1. 动力 / 进气冲程检测

[0100] 如下列段落中所示,EFR 提供四种动力 / 进气冲程检测的方法。本领域技术人员将公认,根据具体应用,可以选择使用下列四种方法中的一种、多种或每种的部分组合来实现冲程检测。

##### [0101] a. 方法 1

[0102] ECU 1 在初始点火时每转接收两个火花指示,然后从每个汽缸接收单个火花输入信号,该单个火花输入信号是 V 型双缸内燃机 C 的两个汽缸的火花点火的总和。在本文中将一个汽缸指定为“主缸”而将另一汽缸指定为“随动缸”以标识这两个汽缸。因为所有定时都是相对于主缸做出的,固件必须区分动力冲程和进气冲程。为了完成这个,固件使用

微处理器 9 中的一个定时器来对火花信号输入之间的间隔进行定时。这个定时器的精度 (resolution) 为 5 微秒。每隔一个间隔是平均 64 次, 将总和除以 64 来提供 2 个平均间隔。然后相互比较这些间隔, 选择较小的间隔作为动力冲程, 并且用作所有燃油阀延迟和燃油阀持续时间的触发器 (trigger)。另外, 平均间隔之间的差异必须大于可编程参数。本实施例的该参数约为 100 微秒。

[0103] 冲程检测可以通过发动机监视软件来启动、停止或手动触发。当发动机的 RPM 小于 1000 时, 自动停止冲程检测。这是为了防止发动机启动期间的任何错误检测。这两个时间间隔经由 RS 232 串行端口 10 提供给发动机监视软件, 用于实时监控。图 10 显示了冲程检测的流程图。

[0104] b. 方法 2

[0105] 动力 / 进气冲程也可以出现在发动机启动之后。

[0106] c. 方法 3

[0107] 第三种方法是基于循环鉴别的。这种循环鉴别的方法利用动力和进气冲程之间的时间差, 具体而言, 是利用时间差的符号而不是时间差的幅度。在 n 个循环的周期内, 累计分配的动力冲程时间减去分配的进气冲程时间之后的符号位。n 个循环之后, 基于累计的符号位数据做出确定以便重新分配动力和进气循环。如果累计的负号位的数量大于正号位的数量, 则结果是分配了恰当的动力和进气循环而无需变化。如果累计的结果是已经累计了更多的正号位, 则将分配的动力冲程重新分配为进气冲程, 反之亦然。

[0108] d. 方法 4

[0109] 这种方法通过利用 RPM 开窗来使用循环识别。当动态负荷出现在发动机曲轴上时, 这种进气 / 动力冲程确定的方法是非常有用的。动态负荷使用动力和进气冲程之间的定时关系来在不同的负荷和 RPM 方面进行变化。这种 RPM 开窗技术依赖于发动机循环定时在规定的操作状况下的预先特征化。当特征化完成时, 将查找表 (LUT) 编程到定义标称定时关系的发动机控制器内。在操作期间, 发动机控制器将减去分配的进气冲程时间的分配的动力冲程时间与有关当前 RPM 和负荷的适当 LUT 位进行比较。如果 LUT 值和当前冲程增量之间的增量大于可编程的持续时间, 则将分配的动力冲程重新分配为进气冲程, 反之亦然。冲程增量的附加平均值也是可编程的。

[0110] 2. 驱动燃油泵

[0111] 标准燃油泵或者具有位于燃油泵组件内的集成电子设备, 或者具有另一套安装在其他地方的独立电子设备组。为了节约成本和简化整个系统, 本发明不具有这类电子控制设备。而代之以, ECU 1 本身被用来驱动燃油泵 3。这就允许 ECU 1 通过控制发送给燃油泵 3 的电源脉冲宽度来控制燃油压力。因此, 对发送给燃油泵 3 的电源脉冲宽度进行调制以补偿燃油压力要求或系统电压变化。按照这样, 对发送到燃油泵 3 的电源的控制使 ECU 1 能增加或减少燃油压力, 非常像压力调节器。

[0112] 在便携式系统内可用来操作燃油泵 3 的电源能根据电池强度而发生变化。有时系统电压可能低, 而在其他时候系统电压可能高。由于发送给燃油泵 3 的电磁线圈的变化电压, 这个系统电压变化能引起系统内燃油压力的变化。特别是, 低电压使燃油泵 3 内的柱塞不能完全静止。通过使 ECU 1 增加发送给燃油泵 3 的电源持续时间, 而增加燃油泵 3 电源的脉冲宽度, 燃油泵电磁线圈上的线圈将在更长时间内变成电饱和, 以便在燃油泵 3 的电

磁线圈内实现柱塞的完全电磁拉力 (electromagnetic pull) 和保持力 (retention)。这就可以在低系统电压的周期内保持一致的燃油压力。图 11 显示了当首次通电时, 根据 ECU 1 检测的电压来操作燃油泵 3 的时间增加百分比的实例。

[0113] 另外, 通过改变被发送来操作燃油泵 3 的电源脉冲宽度来操作燃油泵 3, 便于在低压情况期间和发动机启动期间有更快的燃油压力发展。一旦系统电压稳定, ECU 1 就会缩短发送给燃油泵 3 的电源脉冲宽度, 以便根据有效电流来减少整个系统需求。

[0114] 在替代实施例中, 电动机驱动的泵可以被用来控制 EFR 系统内的燃油流量。同样, 使用的任何泵都可以利用简单的开 / 关控制和 / 或脉冲宽度调制来给泵供电。当在高燃油需求量和低工作周期期间或者在低油耗期间, 泵以更高的工作周期或者全开 (依赖于泵的类型) 进行驱动以使系统功耗守恒时, 可以证实这在系统内是有效的。

[0115] 在其他实施例中, 排气温度传感器可以用作 ECU 的输入以控制发动机燃油混合。在发动机操作期间可以对燃油混合进行这样的调节, 如包括搜索周期的闭环过程, 以便在预定的 EGT 范围内查找最佳的燃油混合。

[0116] 3. 燃油阀启动的延迟

[0117] 在 V 型双缸发动机 C 的情况下, 与随动缸的进气和排气冲程相比, 主缸的进气和排气冲程之间存在很大的时间数量差。这是由于 V 型发动机的基本几何形状以及曲轴和凸轮轴的旋转。由于主缸和随动缸之间的这个时间变化, 燃油输送到每个汽缸的定时和持续时间不同。

[0118] 例如, 大部分 V 型双缸内燃机 C 在两个汽缸之间具有 90 度的 V 形。在这种情况下, 一次进气充气 (intake charge) 和下一次进气充气之间的定时不相同, 因为这一次充气由于阀打开持续时间而得到比另一次充气更长的拉力 (pull), 因此导致一个汽缸变得更好地以空气维持燃烧。第一冲程的负歧管气压并不与第二冲程一样大, 因为第二冲程具有更长的时间来吸取空气。这意味着需要增加或减少燃油, 因为一个汽缸比另一个汽缸更好地以空气维持燃烧, 并因为第一汽缸没有一样长的时间来吸取空气。因此, 在未控制的状况下, 第一汽缸可能比第二汽缸略微贫油或含油略微充足, 并且需要平衡对这种典型得更贫油或含油更充足的汽缸的进气, 或者需要调节这种进气不平衡。

[0119] 在普通喷油发动机内, 这是不完善的方法, 因为如果发动机正要运行得更好或者如果发动机正在空转, 与如果发动机在节流阀全开的情况下运行相比, 定时是不同的。因此, 普通喷油系统只能在特定的 RPM 范围内做出有限的调节, 并且在整个 RPM 范围内只能具有固定的喷射延迟。

[0120] 相反, EFR 系统 A 能在各个汽缸的进气期间通过增加或减少燃油延迟角来补偿这些差异。EFR 系统 A 通过具有与随动缸的多维映射不同的主缸的多维映射来补偿这种差异。这样, 映射中的成员被调节以为燃油阀 3 启动的延迟创造条件, 而这个延迟补偿了两汽缸之间的进气定时的差异。基本上, 随动值是通过在不同阶段增加或减少主缸的燃油延迟来调节的。这个实例在如果只利用一个火花塞时被使用。如果使用两个或更多个传感器 (pickup), 则不会为主缸增加或减少相应的汽缸, 但会代之以对传感器本身进行增加或减少。这种情况下, 在一侧上进气持续时间会有点长, 因此燃油阀 3 的启动延迟会因为特定的发动机而有点长或有点短。按照任一方法, 燃油阀 3 的启动持续时间和延迟由 ECU 1 单独控制, 并且在本实例中, 随动缸的值是主缸值的函数。这就便于在燃油阀的放置和进气通道

长度的设计方面有很大的设计灵活性。

#### [0121] 4. 贫油汽缸 (lean cylinder) 控制

[0122] 在内燃机中,空气流量随着发动机 RPM 变化而变化。当在利用普通集流器进气歧管 (collector intake manifold) 的情况下发生这些空气流量的变化时,其中一个发动机汽缸的燃油混合可能会变得稀薄。在燃油混合稀薄的状况下将发动机汽缸运行延长的时间周期那么长时间可能会损坏发动机活塞。为了减轻这个潜在问题,EFR 系统 A 能够独立地使 V 型双缸内燃机 C 的两个发动机汽缸的每一个的燃油混合变得稀薄或浓厚。

[0123] 因为 ECU 1 内的多维燃油映射能专门为特定的发动机类型进行调整,所以通过检查从发动机喷出的一氧化碳来测试发动机的燃油混合,能确定某一系列发动机上的任何汽缸是否会使进入汽缸的燃油混合变得稀薄。然后,根据某些经验生成 ECU 1 内的多维表的值,这些经验为:特定汽缸在某些发动机 RPM 时会贫油地运行,且必须通过在临界发动机 RPM 时增加进入那个汽缸的燃油量才能补偿这种状况。这是通过根据适当的汽缸的多维映射在特定 RPM 时增加燃油阀 3 的持续时间来完成的。

#### [0124] 5. 负荷检测

[0125] 当内燃机 C 进行操作时,存在有时会改变加在发动机 C 上的负荷的情况。典型的情形是便携式发电机组。发电机组通常供应一定的电流电平,该电流将一定的负荷加在驱动该单元的发电组件的内燃机 C 上。在这个稳定的电流负荷下,驱动发电组件的内燃机 C 很稳定。当电流需求突然和连续增加时,发电组件将突然变大的负荷加在发动机 C 上。为了正常操作,发动机 C 必须通过调节节流阀来补偿此附加的负荷,以保持理想的发动机 RPM。

[0126] ECU 1 能够在这样的附加负荷被加在发动机 C 上时通过使用 TPS 和 RPM 传感器进行检测,并能够增加输送给发动机汽缸的燃油。具体而言,ECU 固件包括主缸和随动缸的二维燃油映射。如上所述,该映射的二个维度在垂直方向上是节流阀位置传感器 (TPS) 而在水平方向上是 RPM。ECU 将检测任何指示要增加发动机 RPM 的企图的 TPS 变化。如果对 TPS 调节之后没有检测到发动机 RPM 增加,则 ECU 固件将推断出附加的负荷已经加在发动机上。为了补偿此附加的负荷,ECU1 将通过调节输送给每个汽缸的燃油来补偿,以使空气燃油混合更浓。ECU 1 通过增加 PWM 来完成这个,以便加长燃油阀 3 工作周期的持续时间和增加输送给汽缸的燃油量。更浓的燃油混合将允许发动机抵消因为加在发动机上的额外负荷而导致的发动机 C 变慢的趋势。

[0127] 按照类似的方式,ECU 1 还将补偿加在发动机 C 上的负荷的任何减少。当 ECU 1 检测到打算要减少发动机 RPM 的 TPS 调节时,ECU 1 将检查 RPM,以观察是否出现实际的 RPM 减少。如果 RPM 没有减少,则 ECU 1 通过缩短 PWM 来响应以减少燃油阀 3 操作的持续时间,从而减少输送给汽缸的燃油量。较稀薄的燃油混合将允许发动机抵消发动机 C 因为加在发动机上的负荷减小而变快的趋势。

#### [0128] B. 使用 EFR 系统的发动机的通用操作

##### [0129] 1. 启动模式

[0130] 当内燃机 C 启动时,给 ECU 1 加电,ECU 1 在约 100 微秒内被初始化。然后,ECU 1 初始化 10 秒的燃油泵启动操作,该操作使燃油泵 2 运行 10 秒左右,同时等待点火火花传感器 4 指示火花塞 4B 已经被点火。这个启动操作用来启动燃油泵 2 以使所有空气排出燃油泵 2 并使燃油移动到燃油阀 3。如果 ECU 1 在 10 秒启动周期内没有检测到火花,则 ECU 1

断开燃油泵 2 的电源,并停止燃油流动。

[0131] 如果 ECU 1 检测到发送给火花塞 4B 的点火电流,则 ECU 1 立即给燃油阀 3 加电来执行启动定时功能。启动定时功能在检测到点火火花之后就输送大量燃油,以便在启动期间协助发动机。启动定时操作一遇到两个条件之一就会结束。当达到一定的内部点火数量时启动定时会终止,或者当根据对点火火花检测传感器 4 提供的信号的评估而确定发动机 C 运行在 1000RPM 或更多时,启动定时就终止。如果这些条件都不满足,ECU 将这个故障解释为发动机的某一类故障,并将断开燃油泵 2 和燃油阀 3 的电源。

[0132] 同样应该注意,在启动模式中,ECU 1 还检查能从与发动机 C 一起使用的车载电池处获得的电压。当发动机一启动就首先给 ECU 1 加电时,ECU 1 通过检查供给 ECU 1 的电压来完成这个检查。一旦确定了电池电压,ECU 1 就通过增加燃油泵 2 的工作周期来补偿低电池电压,以便加快燃油输送系统内的燃油压力的增加。通过加宽由 ECU 1 发送给燃油泵 2 的电源脉冲宽度来增加燃油泵 2 的工作周期。当发动机 C 启动和将电池充分充电以为 ECU 1 提供 13VDC 或更大电压时,给燃油泵 2 的脉冲带宽恢复到由其他发动机 C 操作参数确定的带宽。实质上这种“冲击启动”燃油输送系统的能力在非常冷的温度下是很重要的,因为在非常冷的温度下,电池可能只有足够几次转动曲柄的瞬时的电能。

[0133] 在本发明的另一实施例中,输送给燃油系统的燃油量不是由燃油泵 2 操作的持续时间确定的,而是由供给燃油阀 3 的电压量确定的。按照这种方式,输送给燃油系统的燃油量取决于 ECU 1 供给燃油阀 3 的电压量。

### [0134] 2. 冷起动模式

[0135] 当 ECU 1 已确定发动机 C 已如上述那样启动时,ECU 1 将切换到起动模式。根据发动机 C 的当前状况,ECU 1 将开始冷起动模式、暖起动模式或热起动模式。要进入哪种起动模式的确定由发动机温度传感器 6 和存储在 ECU 1 中的温度值来确定。例如,基于约 60° F 或更低的值,ECU 1 可以开始冷起动模式。一检测到这样的温度,ECU 1 就将操作燃油泵 2 和燃油阀 3 来输送更大量的燃油以便塞满 (choke) 发动机 C。当 ECU 1 达到按照正常操作温度确立的温度值时,ECU 1 从冷起动模式切换开,并开始按照常规运行模式来管理燃油系统。

[0136] 要注意,ECU 1 还配备有将冷起动模式持续操作特定长时间而不是根据由发动机温度传感器 6 提供的特定温度范围操作冷起动模式的能力。例如,当处于起动模式时,内部定时器可以被设定到特定时间,例如 90 秒。在这种情况下,冷起动模式将继续下去直到 90 秒时帧期满。在这 90 秒时间的期间,ECU 1 降低燃油到发动机 C 的输送速度,以确保从发动机起动模式到常规运行模式的平滑转换。图 8 显示了在启动期间以及在随后的增加或减少起动发动机 C 时所需要的燃油流量期间,用于阻塞发动机 C 的映射实例。

### [0137] 3. 常规运行模式

[0138] 当 ECU 1 已经完成它的起动模式时,ECU 1 切换到常规运行模式。在常规运行模式中,ECU 1 通过使用以上确定的多维映射来管理燃油系统,这种多维映射主要是根据 TPS 位置和发动机 RPM 来确定的。

[0139] 除了 ECU 对检测的 TPS 和 RPM 值的依赖之外,还存在双延迟功能,该功能包括主缸的延迟和随动缸的延迟。这些延迟的目的是在需要将燃油从燃油阀 3 释放到进入特定发动机汽缸时,控制燃油输送系统。该延迟是基于点火火花传感器 4 对点火火花的检测的,并

且该点火火花用作 ECU 1 操作的基准值。检测点火火花的瞬间被设定为 ECU1 的基准零,燃油阀 2 的操作的所有延迟都基于这个瞬间。当主缸或随动缸需要延迟时,可以存在增加到随动缸的时间延迟或是增加到主缸的时间增加。在所有情况下,持续时间是燃油阀 3 打开的持续的时间,并且该持续的时间为与点火火花检测瞬间有关的某一具体时间值。(参见图 6 和图 7) 所有这些计算都是在 ECU 固件的主处理循环内进行的。(参见图 5)。

[0140] 在常规运行模式期间,ECU 也补偿进气温度的变化。例如,如果 ECU 1 的多维燃油映射设定成认可最佳操作进气温度为 70° F 并且进气温度在这个范围内,则 ECU 1 将不对燃油阀 3 的持续时间或延迟进行任何补偿。然而,如果进气温度低于 70° F,则燃油阀 3 的持续时间和定时将被调节成向各个汽缸添加更多的燃油。ECU 可以设定成基于进气温度低于 70° F 的量来增加整个多维燃油映射内的持续时间,直至达到特定的百分比。(参见图 11)。

[0141] 按照类似的方式,如果进气温度高于 70° F,则可以对 ECU 1 进行编程以通过减少操作燃油阀 3 的持续时间来减少供给各个汽缸的燃油量。按照这种方式,ECU 1 能依据进气温度的变化对燃油输送系统进行宽范围的调节。

[0142] 3. 加速 / 减速操作

[0143] 在发动机操作期间,发动机 RPM 可以加速和减速。当发生这种情况时,ECU 1 会补偿发动机变化的燃油需求。特别是,ECU 1 包含了加速 / 减速设置表。图 12 显示了加速 / 减速表中的值的实例。这个表用来在发动机加速期间使燃油混合变得较浓,而在发动机减速期间使燃油变得较稀薄。补偿的功能是在发动机 RPM 快速变化期间提供平滑过渡。

[0144] 大体上,加速 / 减速设置表是燃油泵 2 和燃油阀 3 的加速和减速菜单。这个表通过基于加速或减速的速率将 TPS/RPM 表中的值增加或减小一定的百分比来影响百分比。例如,ECU 在加速期间将原始燃油映射值增加一百分比以增加输送的燃油量,或者可以在减速期间将原始燃油映射值减去一百分比以减少输送的燃油量。所有这些计算再一次在 ECU 固件内的主处理循环执行期间发生。(参见图 5)。

[0145] 4. 停机模式

[0146] 发动机 C 在 EFR 系统 A 控制下的停机通常与任意的标准内燃机的停机一样。具体而言,切断开关被摆放成或者切断流向高压火花塞线 4A 的电流,或者该开关用来使高压点火线接地以中断到火花塞 4B 的电流。在任意一种情况下,ECU 1 将检测到没有来自点火火花传感器 4 的信号,并将停止向燃油泵 2 和燃油阀 3 发送动力。将能理解的是,到燃油系统的所有燃油的完全切断也防止任何燃油在点火开关关闭之后进入发动机汽缸。这种没有燃油的情况防止发动机在点火切断之后“柴油化 (diesel)”。

[0147] 尽管以上说明描述了本发明的各种实施例,但是显而易见,本发明可以很容易地以另外的方式适合于任意的可能利用电子燃油调节系统 A 的配置。

[0148] 鉴于上文,将能看出本发明的几个目的已经实现并且还获得了其他有利结果。由于可以对上述结构做出各种改变而不会脱离本发明的范围,因此以上描述中包含的或在附图中所示的所有事项将被解释成说明性的,而不具有限制意义。

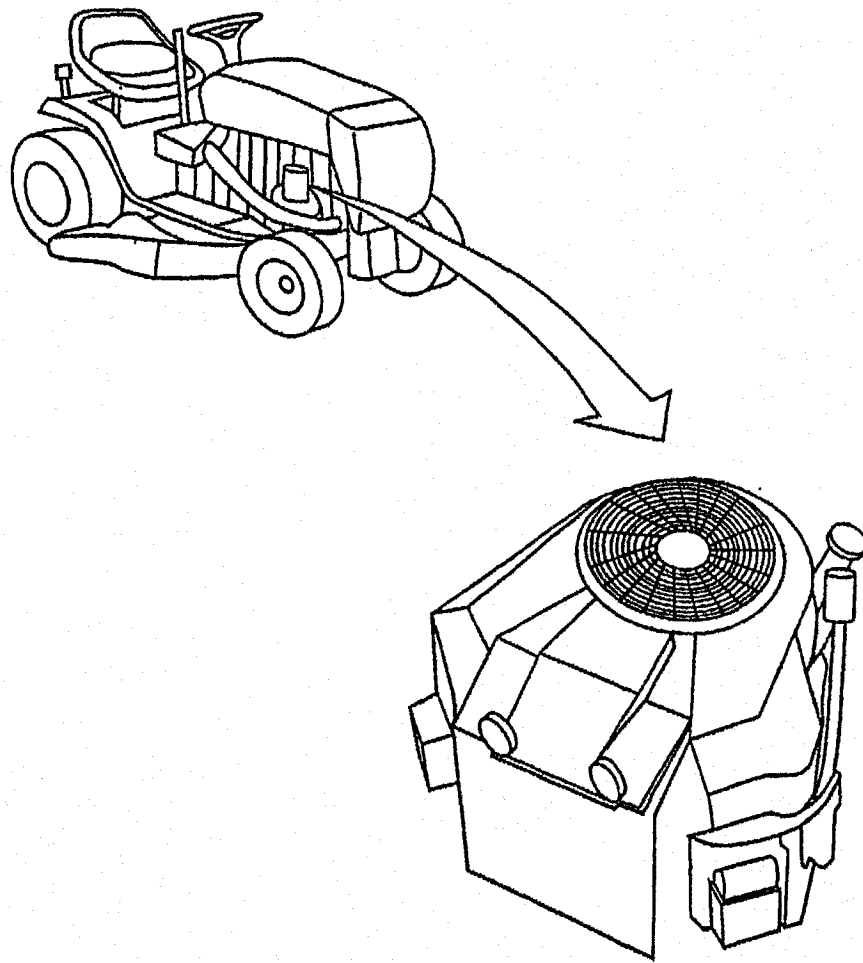


图 1

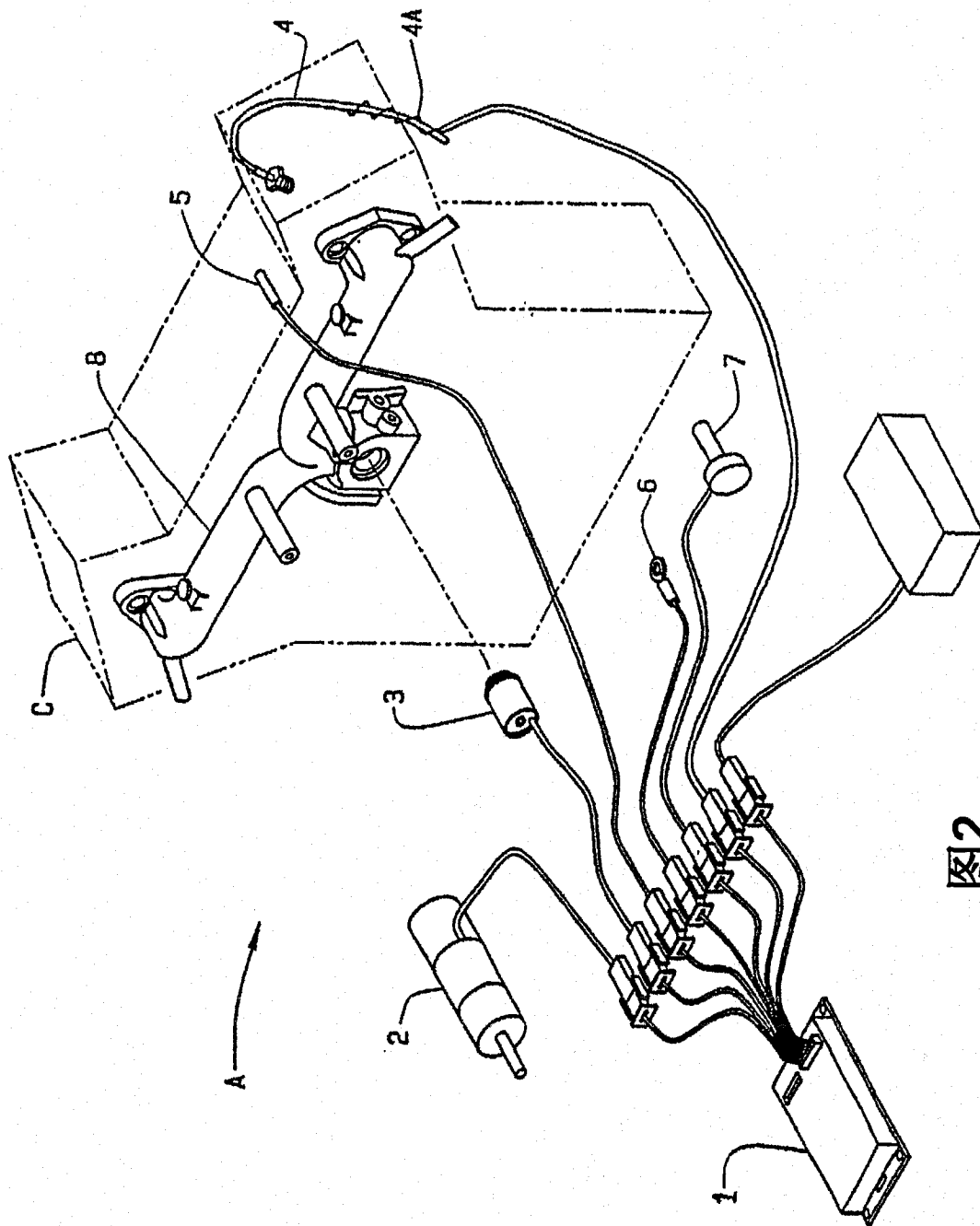


图2

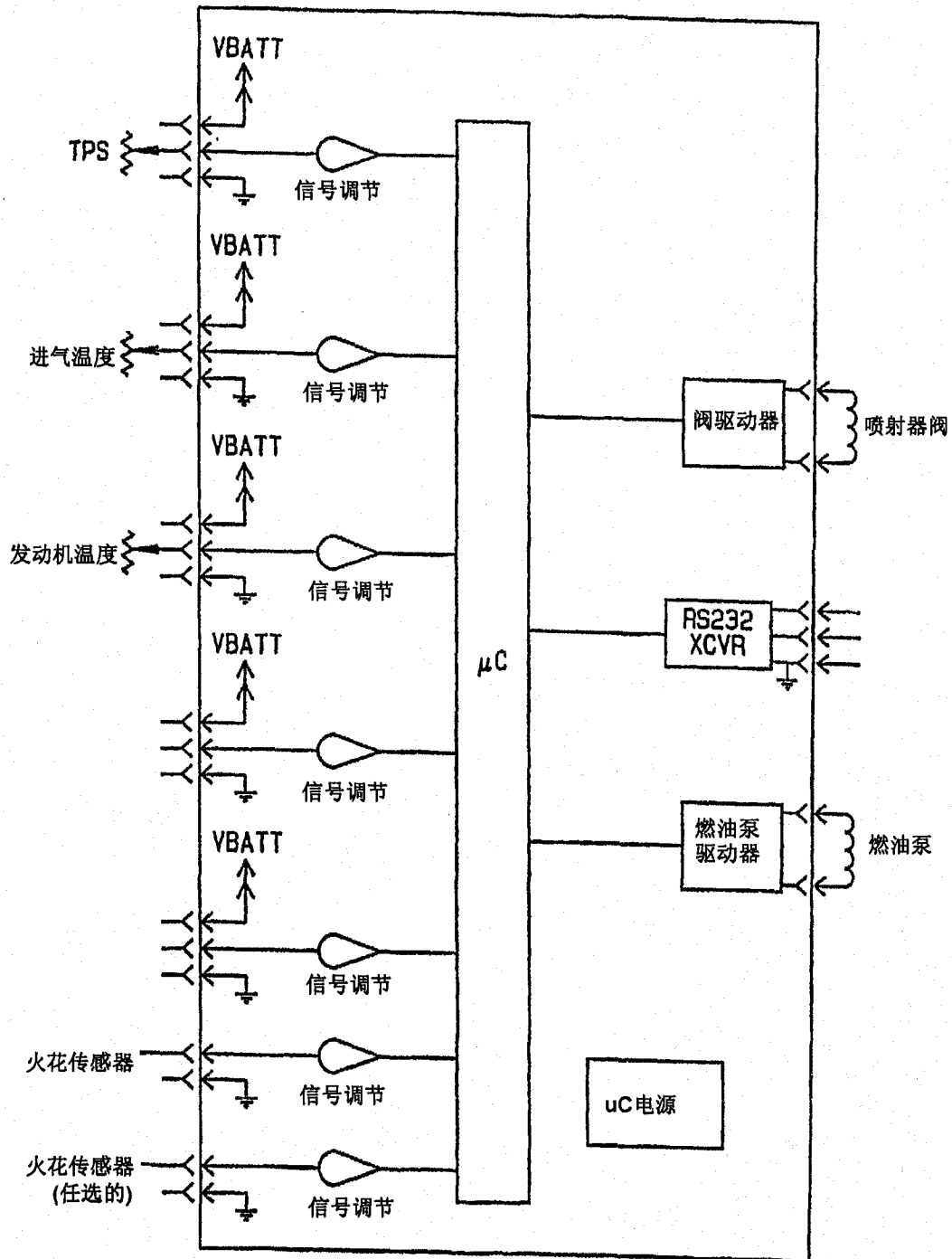


图 3

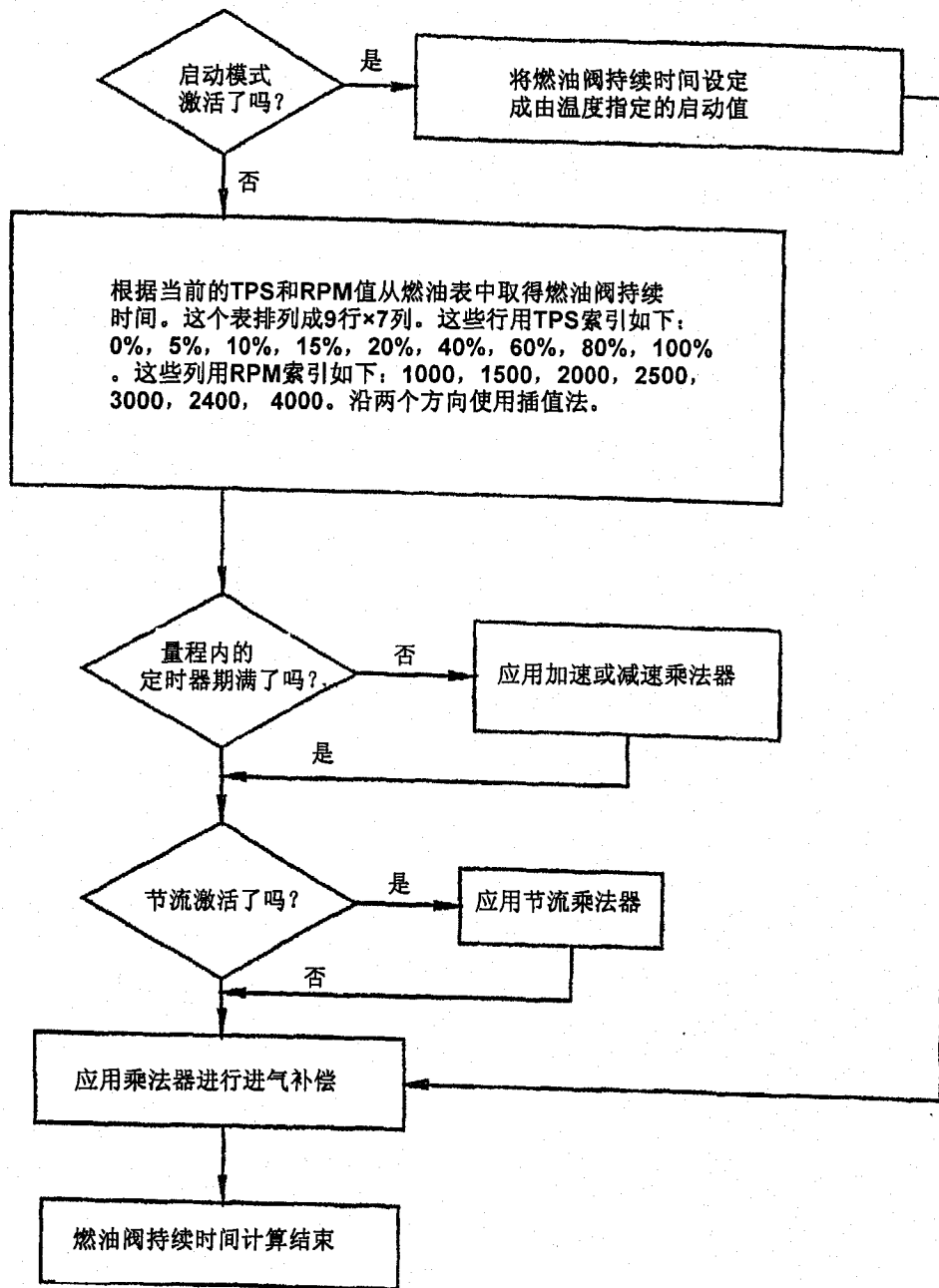


图 4

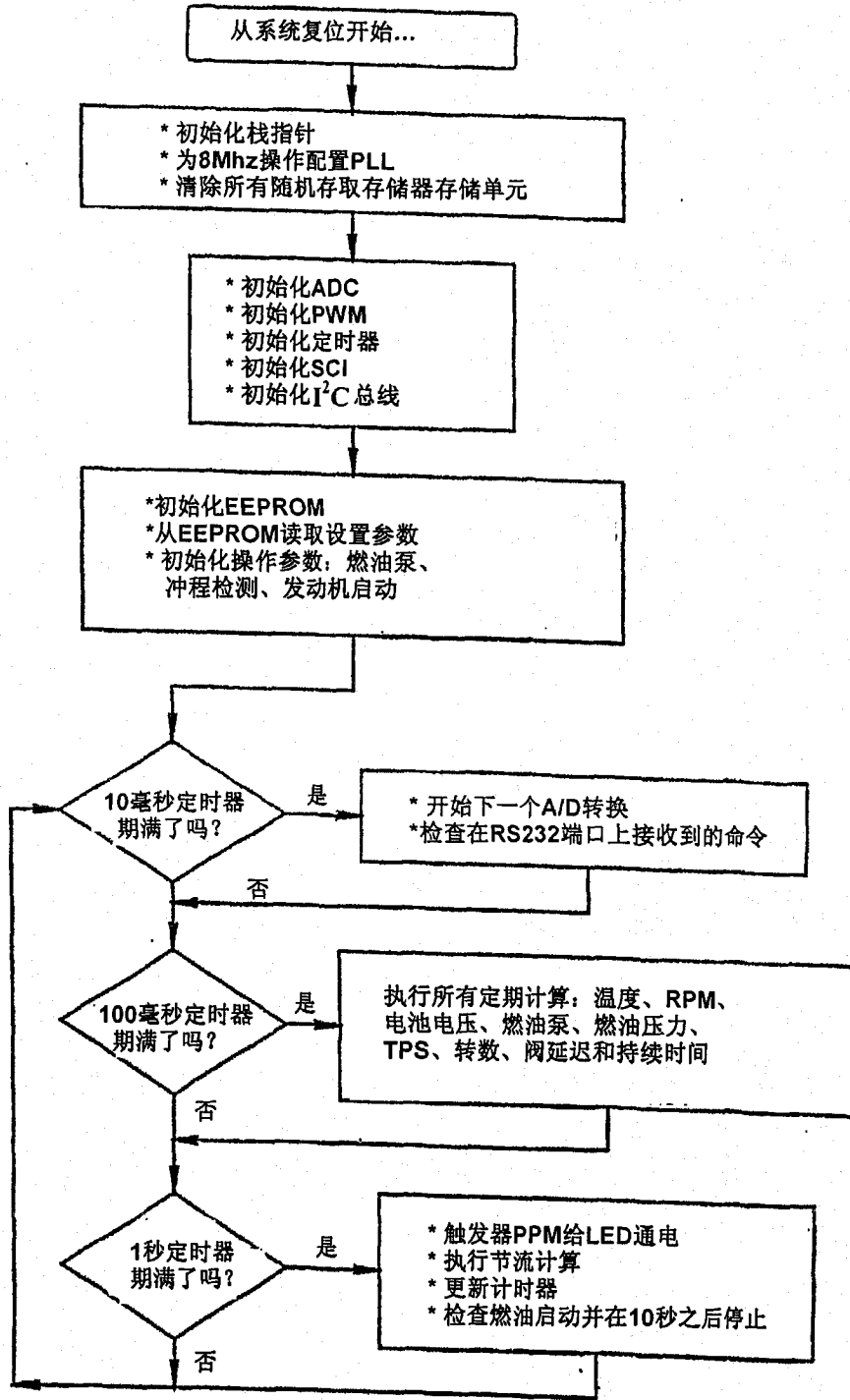


图 5

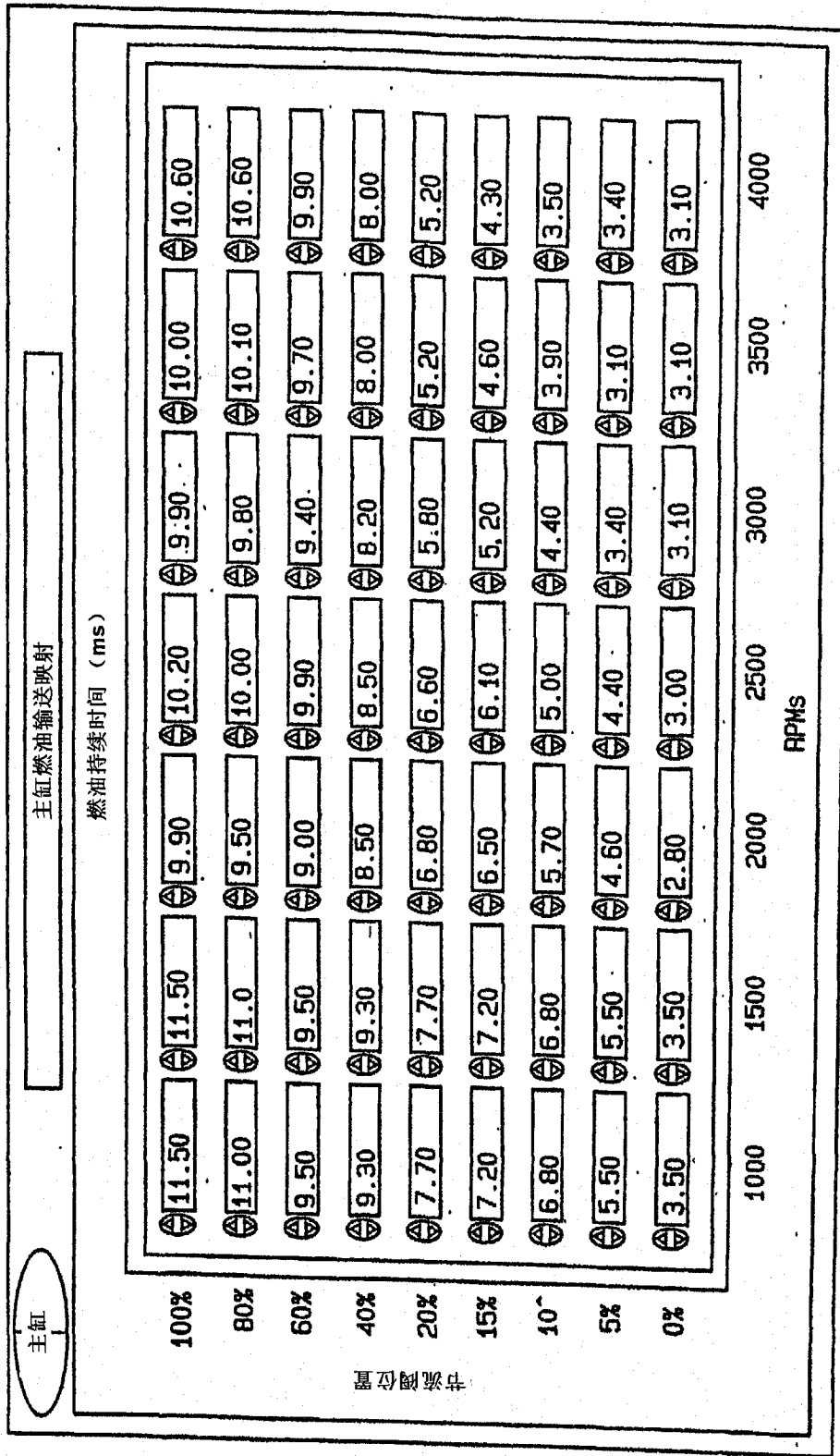


图6

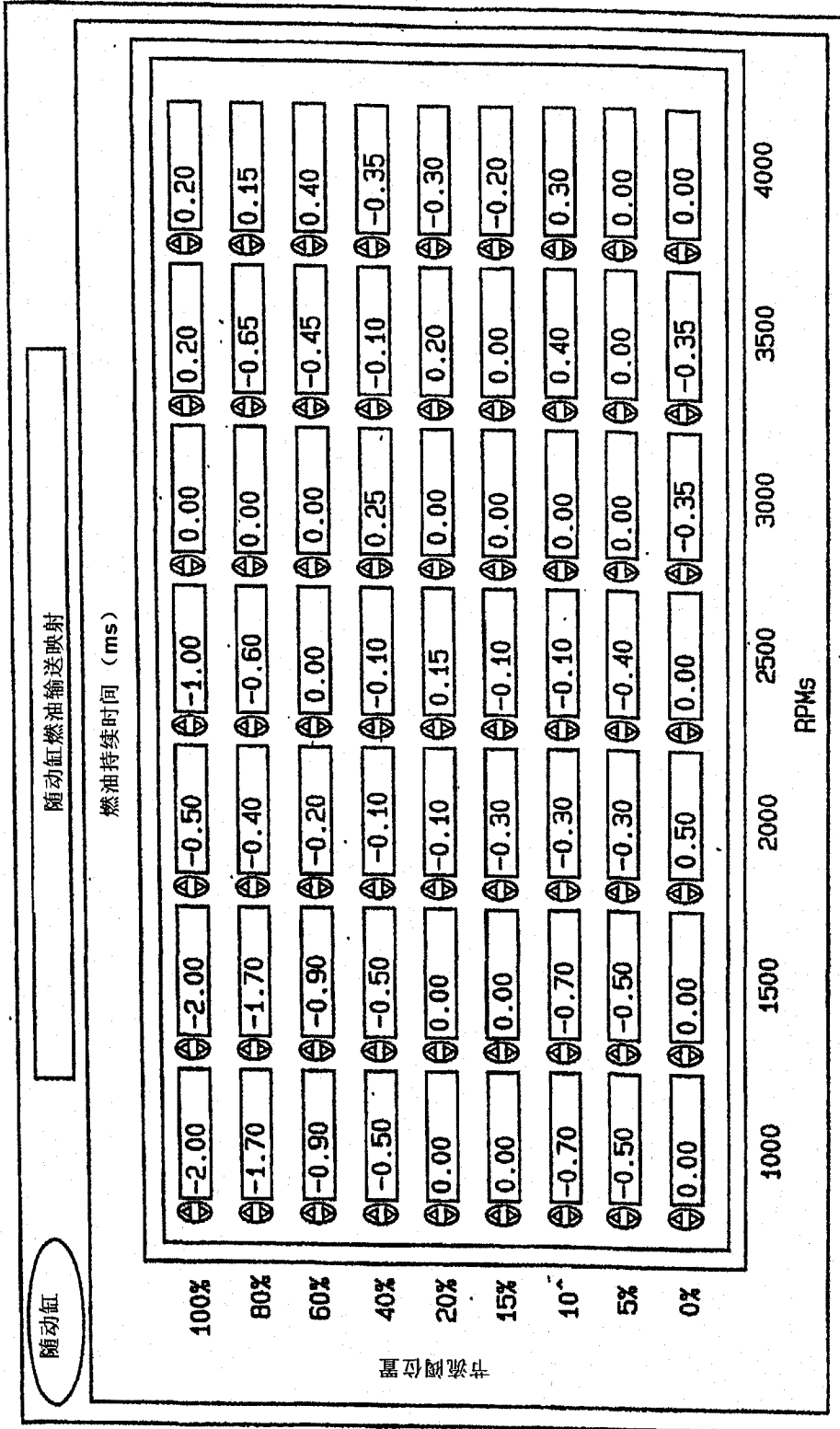


图7

**节流设置**

冷启动时节流设置	暖启动时节流设置	热启动时节流设置
主循环计数 255	主循环计数 255	主循环计数 255
主脉冲持续时间 127.5	主脉冲持续时间 50.0	主脉冲持续时间 127.5
节流延迟表	节流延迟表	节流延迟表
90-99% 1	90-99% 1	90-99% 20
80-89% 10	80-89% 25	80-89% 20
70-79% 20	70-79% 30	70-79% 33
60-69% 30	60-69% 35	60-69% 60
50-59% 35	50-59% 40	50-59% 80
40-49% 40	40-49% 50	40-49% 85
30-39% 50	30-39% 60	30-39% 90
20-29% 60	20-29% 70	20-29% 100
10-19% 70	10-19% 80	10-19% 100
0-9% 100	0-9% 100	0-9% 100

图8

**燃油延迟角**

290
300
290
290
310
310
330
290
330

(度)

图9

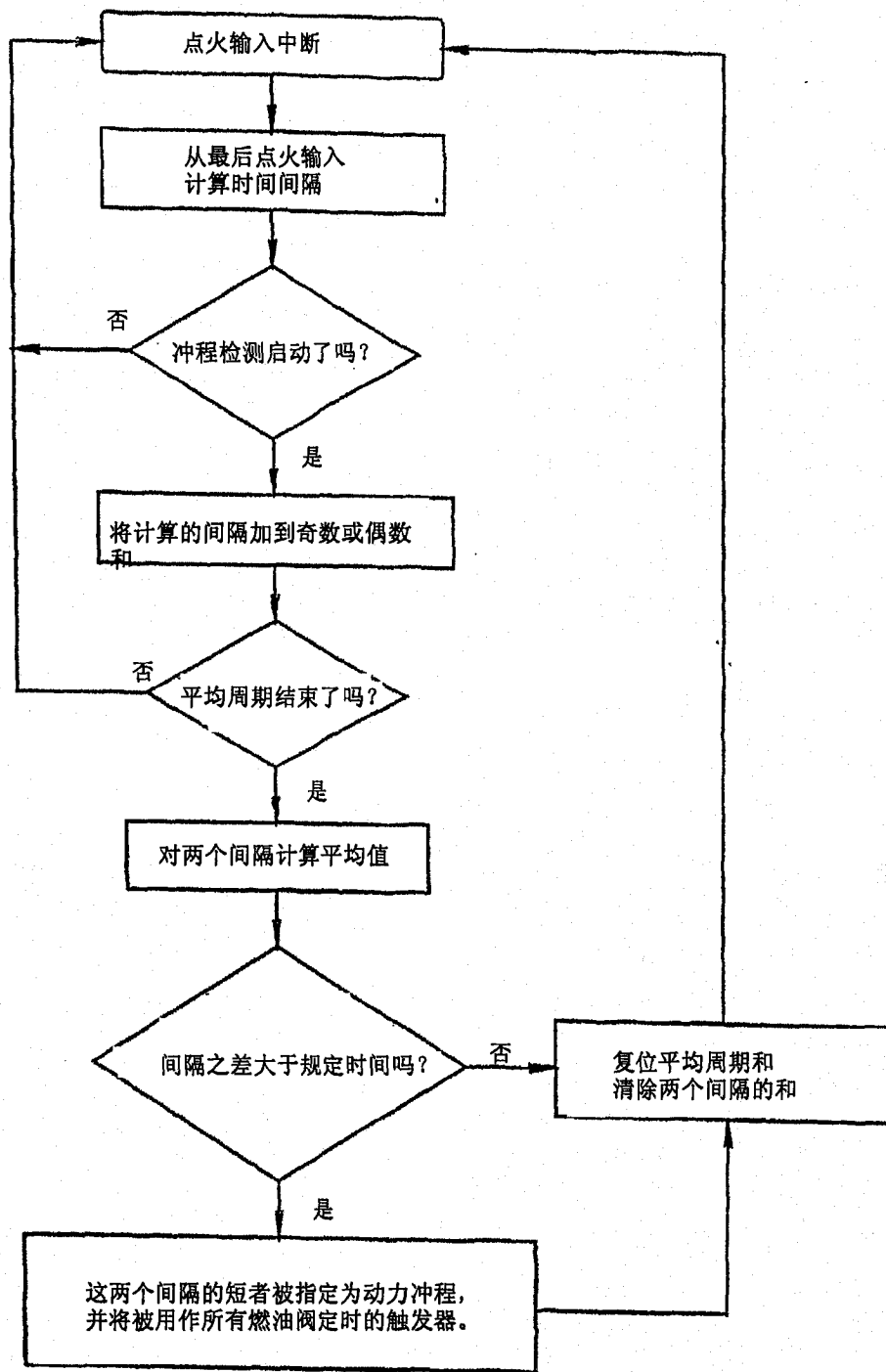


图 10

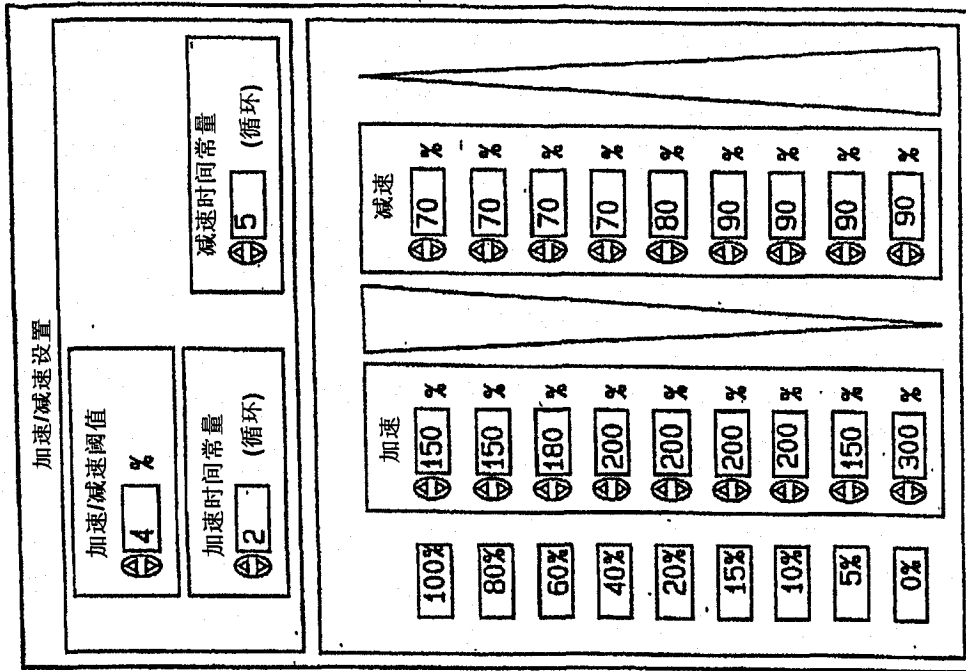


图12

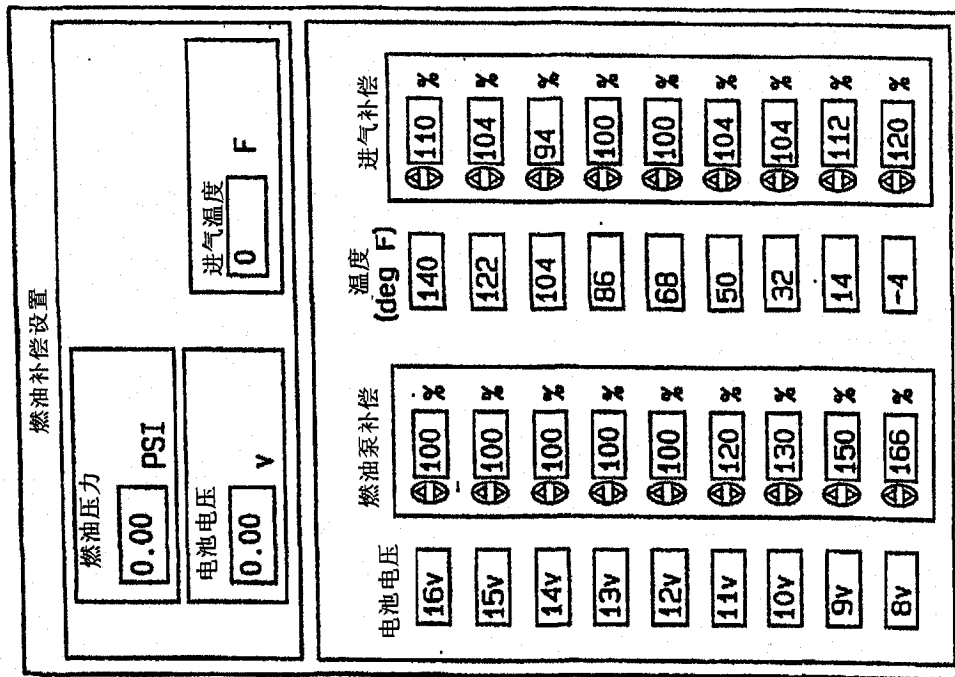


图11

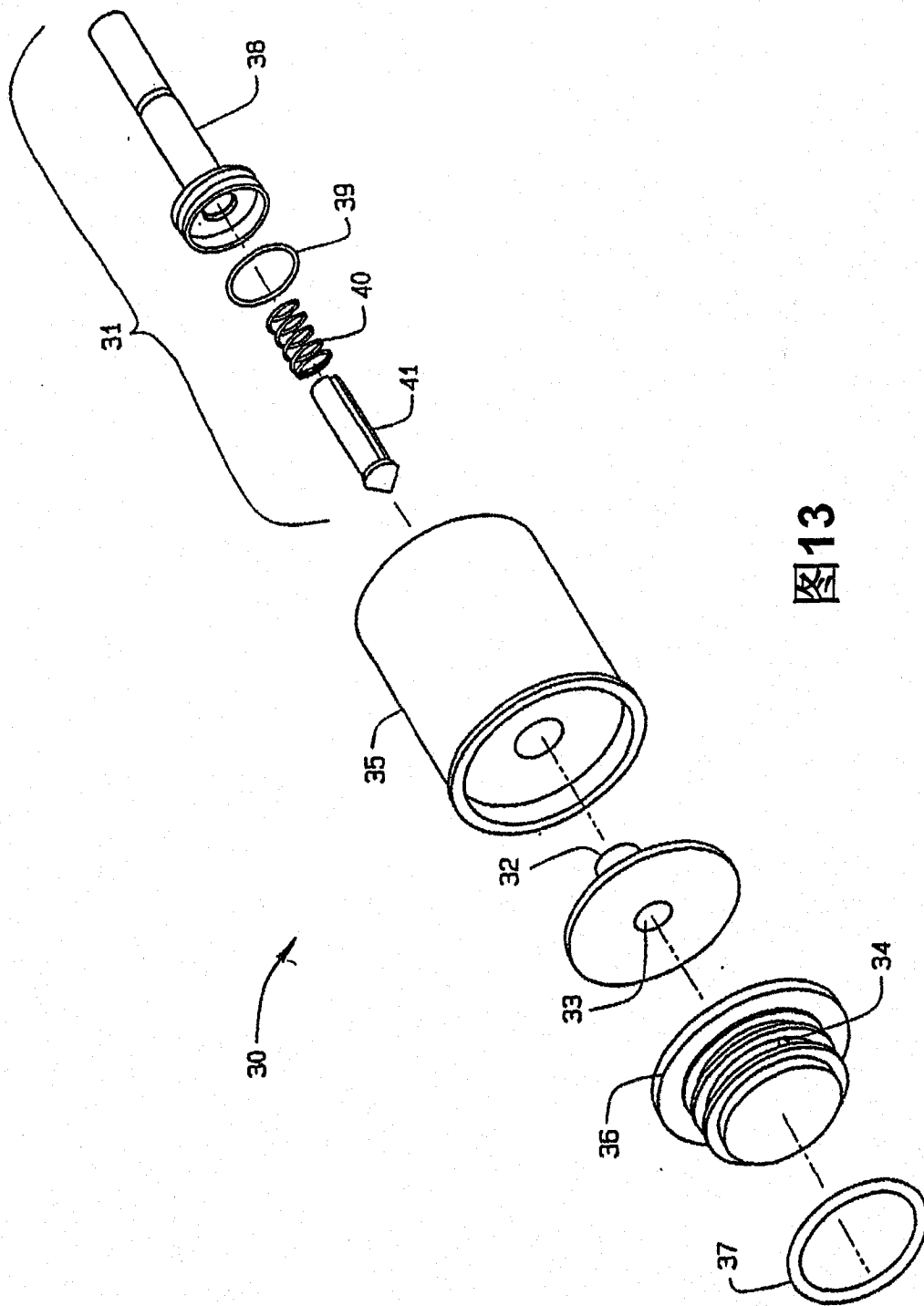


图13