[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G05B 19/042 (2006.01)
G05D 16/20 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02805650.7

[45] 授权公告日 2007 年 8 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 1329782C

[22] 申请日 2002.1.23 [21] 申请号 02805650.7

[30] 优先权

[32] 2001.2.28 [33] US [31] 09/796,902

[86] 国际申请 PCT/US2002/001810 2002.1.23

[87] 国际公布 WO2002/071165 英 2002.9.12

[85] 进入国家阶段日期 2003.8.28

[73] 专利权人 费希尔控制产品国际有限公司

地址 美国密苏里州

[72] 发明人 R·J·范德拉 P·R·亚当斯

D·E·伍尔伦斯 J·B·米利肯

[56] 参考文献

DE4134034A1 1992.7.16

EP0703516A2 1996.3.27

US5991827A 1999.11.23

US4423484A 1983.12.27

EP0937992A1 1999.8.25

审查员 许凌云

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张政权

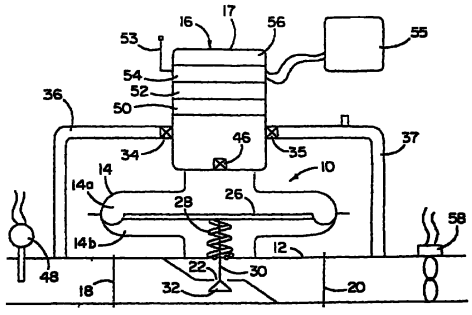
权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图 14 页

[54] 发明名称

低功率调节系统与方法

[57] 摘要

揭示了在包括控制器和多个传感器的调压器系统中收集传感器数据的方法，因在取样期内要求收集传感器数据，故要激励控制器和每个传感器，从而减少调压器系统的耗电量。 其它节电措施还包括用电池传感器监视调压器电池的容量，随着电池容量的减小，把调压器置于减少功耗的操作模式。



1．一种在包括处理器与多个传感器的调压系统中收集传感器数据的方法，其特征在于，把处理器配置成收集传感器数据，其特征在于，所述方法包括步骤：

把处理器置于第一模式；

发出激励多个传感器中一所选传感器的第一处理器指令；

在第一预定时段内把处理器置于第二模式，处理器耗用的功率量在第二模式比第一模式少；

第一预定时段过去后，将处理器置于第一模式；和

发出从所选传感器收集传感器数据的第二处理器指令。

2．如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，处理器包括中央处理单元，以及把处理器置于第二模式的步骤包括降低中央处理单元操作频率的步骤。

3．如权利要求 1 所述的方法，其特征在于还包括步骤：

在将处理器置于第二模式的步骤之前，设置内部时钟在过了第一预定时段后产生第一输出信号；和

响应于第一输出信号，在过了第一预定时段后执行把处理器置于第一模式的步骤。

4．如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，第一预定时段近似等于所选传感器预热到足以提供精确的传感器数据所需的时间量。

5．如权利要求 1 所述的方法，其特征在于还包括步骤：若处理器处于第二模式，则响应于外部通信的请求将处理器置于第一模式。

6．如权利要求 1 所述的方法，其特征在于还包括在从所选传感器收集了传感器数据后把处理器置于第三模式的步骤，处理器在第三模式比第二模式耗用更少功率量。

7．如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，处理器还包括一中央处理单元，以及把处理器置于第三模式的步骤包括取消对中央处理器供电的步骤。

8．如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，处理器还包括一内部时钟，以及把处理器置于第三模式的步骤包括取消对内时钟供电的步骤。

9．如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，处理器还包括一随机存取存储器，以及把处理器置于第三模式的步骤包括取消对随机存取存储器供电的步

骤。

10. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于还包括步骤：

在把处理器置于第三模式的步骤之前，设置外时钟在过了第二预定时段后，产生第二输出信号；和

在过了第二预定时段后，响应于第二输出信号，执行把处理器置于第一模式的步骤。

11. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于还包括步骤：若处理器处于第三模式，则响应于外部通信请求而把处理器置于第一模式。

12. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，发出激励所选传感器的第一处理器指令的步骤，包括发出向所选传感器供电的处理器指令的步骤。

13. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于还包括步骤：在从所选传感器收集了传感器数据后，发出取消激励所选传感器的第三处理器指令。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，发出取消激励所选传感器的第三处理器指令的步骤，包括发出减少给所选传感器的供电量的处理器指令的步骤。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，发出取消激励所选传感器的第三处理器指令的步骤，包括发出取消对所选传感器供电的处理器指令的步骤。

16. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法进一步包括下述步骤：对于每个所选的传感器：

当接收到所述第一处理器指令时，激励所选的传感器；

从所选的传感器中收集传感器数据；以及

取消激励所选的传感器。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，激励所选的传感器的步骤包括向所选的传感器供电的步骤，而取消激励所选的传感器的步骤包括取消对所选的传感器供电的步骤。

18. 如权利要求 16 或 17 所述的方法，其特征在于，所选的传感器适合置于睡眠模式或操作模式，其中所选的传感器在睡眠模式中耗用较少的电量，而激励所选的传感器的步骤包括把所选的传感器置于操作模式的步骤，取消激励所选的传感器的步骤包括把所选的传感器置于睡眠模式的步骤。

19. 如权利要求 18 的方法，其特征在于还包括步骤：

初始化所选的传感器；和

把所选的传感器置于睡眠模式。

20．如权利要求 16 或 17 所述的方法，其特征在于，处理器适合置于操作模式或睡眠模式，其中处理器在睡眠模式中比操作模式耗用更少的电量，且所述方法还包括步骤：

在激励所选的传感器内步骤之后，把处理器置于睡眠模式达到第一预定时段，其中第一预定时段约等于所选的传感器预热到足以提供精确的传感器数据所需的时间量；和

在激励第二所选的传感器的步骤之后，把处理器置于睡眠模式达第二预定时段，其中第二预定时段约等于第二所选的传感器预热到足以提供精确的传感器数据所需的时间量。

21．如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，处理器适合置于操作模式和深睡眠模式，其中处理器在深睡眠模式中比操作模式耗用更少的电量，且该方法还包括在取消激励所选第二传感器后把处理器置于深睡眠模式达第三预定时段的步骤，其中第三预定时段约等于两连续取样周期之间的时间量。

22．如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，至少一个所选的传感器包括一压力传感器。

23．如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，至少一个所选的传感器包括一行程传感器。

24．如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，至少一个所选的传感器包括一电压检测器。

25．如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，至少一个所选的传感器包括一电池化学特性检测器。

26．如权利要求 16 的方法，其特征在于还包括步骤：

在收集所选的传感器的传感器数据之前，激励耦合在处理器与所选的传感器之间的 I/O 装置；和

在收集了所选的传感器的传感器数据之后，取消激励该 I/O 装置。

27．如权利要求 26 所述的方法，其特征在于，激励 I/O 装置的步骤包括向 I/O 装置供电的步骤，而取消激励 I/O 装置的步骤包括取消对 I/O 装置供电的步骤。

28．如权利要求 26 所述的方法，其特征在于，I/O 装置适合置于睡眠模式

或操作模式，其中 I/O 装置在睡眠模式中耗用较少的电量，而激励 I/O 装置的步骤包括把该 I/O 装置置于操作模式的步骤，取消激励 I/O 装置的步骤包括把 I/O 装置置于睡眠模式的步骤。

29. 如权利要求 28 的方法，其特征在于，还包括步骤：

初始化 I/O 装置；和

把 I/O 装置置于睡眠模式。

30. 如权利要求 26 所述的方法，其特征在于，I/O 装置包括一 A/D 转换器。

低功率调节系统与方法

相关申请的交叉参照

本申请是2000年6月23日提交的申请09/603,157的续展申请。

发明领域

本发明一般涉及流量调节器，尤其涉及低功率调节系统，以及有选择地接通与切断所选调节器元件以减少功耗的方法。

发明背景

在控制工业过程的流体如油气管道系统、化学过程等方面，常常要减小和控制流体的压力。调节器一般通过提供可调的流量限制来完成这些任务。在指定应用场合中，调节器可以控制流速或其它过程变量，但作为流量控制功能的副作用，限制作用固有地造成压力减小。

举例来说，一使用调节器的特定应用是输配天然气。天然气分配系统通常包括从天然气油田延伸到一个或多个消费者的管道网。为传送大量天然气，把天然气压缩到某一高压力。随着天然气接近分配管网并最终到达消费者，在减压站降低气压，而减压站通常用调节器降低气压。

天然气分配系统能向消费者提供足量的天然气是重要的。该系统的容量一般取决于系统压力、管道尺寸和调节器，往往用模拟模型来评估。系统模型的精度用各输入点、减压点与输出点的流量数据测定。减压点对配气系统的容量有重要影响，因而对系统模型而言，重要的是精密地模拟诸减压点。但诸减压点均在配气系统内，不能视为监视的传送点（即控制气流从配气系统切换到消费者的点），所以一般不在减压点作流量测量。另因减压点并非监视的传送点，故无需附加的高精度成本。在其它调节器应用场合中（即工业过程、化学过程等），也有类似于上述天然气分配的流量测量问题。

此外，调节器会因操作磨损而发生故障，从而降低了沿管道控制压力的能力。损坏的调节器会使流体漏泄，既增加了流体浪费，又会造成险情。尽管损坏的调节器可以修理或调换，但常常难以检测调节器故障的时间和确定损坏的

调节器。通常在管道长达数英里的供气系统中，更难以检测故障并确定故障的调节器。

原有技术的调节器在操作时，所有或大部分调节器元件通常都是一直接通的。在用电池电源对原有技术调节器供电的场合中，操作此类原有技术调节器通常造成不必要的能源消耗，降低了调节器的效率。另因延长使用或故障而造成调节器电池容量减少，若继续操作所有或大部分调节器元件都接通的原有技术调节器，会缩短此类调节器可以操作的时间。

发明概述

根据本发明的一个方面，提供了一种方法，用于在调压系统中收集传感器数据，该调压系统包括一控制器和多个传感器，其中把控制器配置成收集传感器数据。该方法包括步骤：将控制器置于第一模式，发出第一控制器指令以激发从多个传感器中选择的一传感器。把控制器置于第二模式达第一预定时段，使控制器在第二模式比工作于第一模式耗用较少的能量。待过了第一预定时段，再把控制器置于第一模式。发出第二控制器指令，收集来自所选传感器的传感器数据。

根据本发明的另一个方面，提供了一种方法，用于在调压系统中收集传感器数据，该调压系统包括一控制器和多个传感器，其中控制器在取样周期内被配置成收集来自每个传感器的数据。该方法包括步骤：激发多个传感器中选择的第一传感器，收集所选第一传感器的传感器数据，再去除激发所选第一传感器。然后激发多个传感器中所选的第二传感器，并收集其传感器数据，再去除激发所选第二传感器。

根据本发明的再一个方面，提供了一种调压器，用于控制管道里的流体，其中调压器用电池操作。该调压器包括电池传感器、存储器和控制器。电池传感器适于检测电池的操作参数并产生操作参数信号，存储器适于存贮电池的容量阈值并产生阈值容量信号，控制单元则控制调压器的功耗。具体而言，控制器适于接收操作参数信号与阈值容量信号，并且产生指令信号，以多种操作模式中的至少一种操作模式操作调压器。

附图简介

本发明诸新特征由所附如权利要求提出，参照以下结合附图所作的描述，

能很好地理解本发明。在若干图中，用同样的标号表示同样的元件，其中：

图 1 是表示本发明带流量测量设备的调节器的示意图。

图 2 是配流量测量设备的另一调节器实施例的示意图。

图 3 是调节器流量测量设备的透视图。

图 4 是符合本发明内容的调节器流量测量设备的截面侧视图。

图 5 是表示报警程序用户规定极限部分的流程图。

图 6 是表示逻辑报警子程序的流程图。

图 7A-7E 是表示逻辑报警子程序特定部分的流程图。

图 8 是表示气流调节器低功率电路的框图。

图 9 是表示低功率电路整个操作的流程图。

图 10 是表示低功率电路执行的初始化过程的流程图。

图 11 是表示低功率电路执行的适于节省电池功率的一例取样序列的流程图。

图 12 是表示对气流调节器确定操作模式方法的流程图。

图 13 是表示将气流调节器置于第一省功率模式方法的流程图。

图 14 是表示把气流调节器置于第二省功率模式方法的流程图。

图 15 是表示将气流调节器置于故障安全模式方法的流程图。

较佳实施例的详细描述

图 1 示出本发明一较佳实施例的流体调压器，如气体调压器 10。图示的气体调压器 10 包括后面要描述的气流测量设备，其中利用上游压力、下游压力和孔板打开测量来计算流量与其它信息。应该理解，图示的气体调压器只是本发明的一例流体调压器，根据本发明原理还可设置液体调压器。

图 1 的调节器包括调节体 12、隔膜罩壳 14 和上罩壳 16。在调节体 12 内，设置了接上游管道的入口 18 和接下游管道的出口 20。调节体 12 里面的孔板 22 在入口 18 与出口 20 间建立通信。

隔膜 26 装在隔膜罩壳 14 里面而将其分为上下部 14a、14b。压簧 28 接触隔膜 26 中央，位于隔膜罩壳 14b 下部，以向上方向偏置隔膜 26。

柱 30 附接于隔膜 26 并随之运动。阀盘 32 等节流元件附接于柱 30 底端，位于孔板 22 下面，阀盘 32 的尺寸完全阻塞孔板 22，切断入口 18 与出口 20 的联系。因而应明白，压簧 28 以向上方向偏置阀盘 32 而闭合孔板 22。阀盘 32

形成不同的截面，当它下移时，孔板 22 未阻塞（或打开）的面积就逐渐增大，所以孔板 22 的打开面积与阀盘 32 的位置直接有关。

控制隔膜 14a 的上腔室里的气压，在闭合与打开位置之间移动阀盘 32。罩壳 14a 上部的压力可用多种不同方式设置，本例用装载导向器（未示出）控制上部 14a 里的压力。然而，调节器 10 可以是应用不同类操作器诸如非装载导向器的类型，或者调节器 10 可以自我操作或压力装载，都不违背本发明的范围。

控制隔膜 14a 上部气压的另一种方法，包括从上游管道排到隔膜罩壳 14a 上部的第一管子，并配有控制通过其气流的第一螺线管。另设置的第二管子从隔膜罩壳 14a 上部排到下游管道，其内设置了控制通过流量的第二螺线管。PC 接第一与第二螺线管，以控制它们的操作。为增大隔膜罩壳 14a 上部的压力，可打开第一螺线管让上游压力进入上部，将隔膜 26 向下驱动而打开孔板 22。气体可通过第二螺线管排出，从而减小上流部 14a 的压力并抬高隔膜 26，由此闭合孔板 22。无论以何种方式提供和控制压力，应该明白，增大的压力都移动隔膜 26 与附接的阀盘 32 向下而打开孔板 22，而减小的压力闭合孔板 22。因为也可应用本领域内其它已知的结构，所以本结构仅是个举例，并不限制本发明范围。

根据本发明某些方面，为测量上下游的压力等级 P1、P2，在节流元件的上下游设置了压力传感器。如图 1 所示，第一与第二压力传感器 34、35 装到上罩壳 16。管子 36 从第一压力传感器 34 延伸到分接头而进入位于调节器入口 18 上游的管道，另一管子 37 从第二压力传感器 35 延伸到分接头进入位于调节器出口 20 下游的管道。因此，当把第一与第二压力传感器 34、35 装到上罩壳 16 上时，管子 36、37 就把上下游气压分别传到第一与第二压力传感器 34、35。在另一方式中，第一与第二压力传感器 34、35 可以直接位于上下游管道，导线从压力传感器布向上罩壳 16。为提供温度校正，需要时可在测量过程温度的上游管道里设置过程流体温度发送器 48。

上罩壳 16 还包括测定阀盘位置的传感器。按图示实施例，柱 30 附接阀盘 32 并接至隔膜 26。较佳地是柱 30 延伸部的行程指示器 40，从隔膜延伸入上罩壳 16，故阀盘 32 的位置对应于阀盘 32 的位置。因此，传感器包括指示器行程检测机构，较佳地为一霍尔效应传感器。该霍尔效应传感器包括一附接于行程指示器 40 上端的霍尔效应磁铁 42，磁铁传感器 44 置于上罩壳 16 里面，用于

检测霍尔效应磁铁 42 的位置。通过检测磁铁 42 的位置，可确定阀盘 42 的位置和孔板 22 的打开面积。第二行程指示器（未示出）可接至行程指示器 40，以目视指示阀盘行程。第二行程指示器从行程指示器 40 向上运行，通过上罩壳 16 延伸到上罩壳 16 的顶面上方。

测量阀盘 32 行程的另一方法是应用一台置于上罩壳 16 内行程指示器 40 上方的雷达收发机（未示出），它可检测行程指示器 40 的位置并发射指示行程指示器位置的信号。

显然，除了上述的磁铁 42 与传感器 44 实施例外，还可以多种不同的方式测定阀盘 32 的位置。例如，可将激光传感器（未示出）设置在上罩壳 16 里测量行程指示器 40 的位置，或设置在隔膜罩壳 14 内直接测量一部分隔膜 26 的位置。当激光传感器位于后一位置时，就不需要行程指示器 40 了。此外，还可用超声传感器测定阀盘位置。

图 2 所示的另一种方法，测量隔膜罩壳 14a 上部的装载压力可推断阀盘位置，显然，阀盘 32 的位置随隔膜罩壳上部 14a 的压力而变。在该例中，设置在上罩壳 16 里的装载压力传感器 46 用于测量隔膜罩壳 14a 上部的压力，再用测得的装载压力确定阀盘位置。

回到图 1 的实施例，第一与第二压力传感器 34、35 和行程传感器 44 提供馈入电子流量模块 50 的输出。电子流量模块 50 可以诸如在图 1 所示的上罩壳 16 里与调节器设置在一起，或者定位于远地。入口压力、出口压力和阀盘位置用来测定通过调节器 10 可变孔板的流量。对于亚临界气流，用以下算法计算流速：

F=SQRT{{KSUB1}OVER{G*T}}*K

sub2*Y*P sub1*sinK sub3

SQRT{{Psub1-Psub2}OVER{Psub

其中 F=流速，K_1=绝对温度常数，G=流量媒体比重，T=流量媒体绝对温度，K_2=柱位置常数，Y=柱位置，P_1=上游绝对压力，K_3=修整形状常数，P2=下游绝对压力。

柱位置与修整形状常数 K2、K3 对调节器的具体尺寸与类型是特定的，主要取决于特定的修整尺寸与形状。如本领域的技术人员将明白，K2 与 Y 的乘积相当于传统的流量选择系数。以上算法适合计算通过线性的金属修整阀型调节器的亚临界（即 $P_1-P_2<0.5P_1$）气体流速。

对于临界的气流，通过消除正弦函数来修正计算。对其它类型的调节器，如非线性金属修整与弹性类调节器，则应用类似的算法，但柱位置常数 K2 变成与压降△P（即上游压力 P1、P2 之差）和/或阀柱位置相关的函数，在本领域是众所周知的。对液体流量，公式变成：

F=SQRT{{KSUB

1}OVER{G*T}}*K sub2*

Y*SORT{P sub1- P sub2}

其中 F=流速，K1=绝对温度常数，G=流量媒体比重，T=流量媒体绝对温度，K2=柱位置常数，Y=柱位置，P1=上游绝对压力，P2=下游绝对压力。

在图 2 实施例中应用类似的计算，测量隔膜罩壳 14a 上部的装载压力而推算阀盘行程，只是装载压力常数 K4 与量规装载压力 P2 代替了柱位置常数 K2 与柱位置 Y 值。装载压力常数 K1 也是应用专用的，必须对每类调节器 1D 测定。对于非线性弹性节流构件，装载压力常数 K4 是△P 与“P_L”的函数。

在该例中，在上罩壳 16 里面还设置了本地流量观察模块 52，它包括提供合计流量信息的电子流量合计器，其输出口允许手持通信装置查访合计流量，并将本地流量合计器复位以供将来使用。在目前的较佳实施例中，本发流量观察模块 52 包括封闭在上罩壳 16 里面的 LCD 读出器。附接于上罩壳 16 顶部的帽 17 有一观察 LCD 的透明塑料窗。

通信模块54把流量数据发射给辅助通信装置55，诸如远地终端单元(RTU)、PC 或任何其它能询问调节器控制的装置。通信模块 54 包括向远地计读系统（未示出）发送流量信息的天线 53。还提供了电源模块 56，用来为流量测量机构供电。电源模块 56 能对整个装置提供稳定电压，可用任何已知的源如太阳能电池、电池和交直流电源等供电。

显然，电子流量模块 50、本发流量观察模块 52、通信模块 54 和电源模块 56 可像图 1 那样分开设置，或设置在上罩壳 16 里面的单块主电路板上。

通过调节器 10 计算的流速可用独立的流量计 58 快捷地校正。为测量真实的流体流量，将透平或其它类型的流量计 58 临时插入下游管道。流量计 58 对辅助通信装置 55（RTU、PC 等）或直接对主电路板提供反馈，该反馈可用于根据观察的流量状态产生一误差函数，然后结合入调节器 10 所作的流量计算，提供更精确的流量数据。

目前较佳实施例的调节器流量测量与诊断装置示于图 3，一般标为 100。

如图 3 所示，装置 100 包括柱体 101，其第一端 102 适于接调节器（未示出）。如前面诸实施例一样，调节器置于具有上下游段的流体流动管道里。柱体 101 封闭了接调节器中隔膜（未示出）的行程指示器 103。根据所示的实施例，用霍尔效应传感器来检测行程指示器 103 的位置。行程指示器 103 的部分 104 由带磁极片的磁性材料形成。霍尔元件 105（图 4）定位成检测磁性材料部分 104，并按行程指示器 103 的位置产生位置信号。

罩壳 106 附接于柱体 102，具有第一压力口 107、第二压力口 108、辅助压力口 109 和辅助口 110（图 3）。第一压力传感器组件 111 插在第一压力口 107 里面，一段管子（未示出）把组件 111 和流管的上游段连接起来。第二压力传感器组件 114 插入第二压力口 108，一段管子（未示出）把第二组件 114 接至流管的下游段。第三压力传感器组件 115 可以插入辅助压力口 109，在第三压力点作测量。如以上对前一例详述的那样，第三压力传感器 115 可用于测量流管内或调节器内各个位置的压力，以推断柱塞行程。在一较佳实施例中，设置了测量大气压的第四压力口 117。设置的辅助口 110 用于接收来自另一装置如图 1 所示温度发送器 48 的离散或模拟输入。此外，设置的 I/O 口 112 用于接外部装置，下面再详述。

罩壳 105 里面设置多块电路板 120a-e，用于控制装置 100 的各种操作（图 5）。在图示例中，第一（或主）电路板 120a 包括第一、第二、第三压力传感器与大气压力传感器的接口和霍尔效应传感器 105 的接线。第二（或通信）电路板 120b 提供与外部装置通信的接口，它可以包括有线传输的接线，诸如调制与解调卡、RS232 通信驱动器与 CDPD 调制解调器。此外，还可设置无线通信的收发机。第三（或主）电路板 120c 较佳地包括处理器、存储器、实时时钟和两条通信信道的通信驱动器。在其它东西中处理器还可包括一种多种上述用于计算流速的算法，而存储器可以存贮选定的参数，诸如每天的高低压力。供选用的第四电路板 120d 对辅助 I/O 装置 55 提供接口。此类 I/O 装置的例子包括检漏器、甲烷检测器、温度传感器和液位传感器。第五（或终端）板 120e 具有电源稳压器、现场终端（接 I/O 装置）、备用电源和可以插入其它板 120a-d 的接线。虽然图示实施例中示出了 5 块电路板 120a-e，但应明白，可以使用单块电路板、5 块以下或以上电路板，均不违背本发明的范围。

显然，装置 100 与外部设备之间的通信可以用 RF 调制解调器、以太网或其它已知通信方式实现。处理器使外部设备将期望的压力设定点与报警状态等

信息输入装置 100，检索贮存在存储器里的数据。检出的数据可以包括报警记录与存贮的操作参数，例如可以包括定期存贮在存储器中的上下游压力的历史，使装置 100 提供压力记录仪的功能。

根据本发明的某些方面，处理器包括一条报警信号生成程序，其第一部分将被测参数（即上下游压力与行程位置）与一些用户规定的极限作比较，如图 5 所示。此外，还可运行一条或多条逻辑子程序，比较至少两个被测参数，并根据特定的逻辑操作生成报警信号，其实例如图 6 和 7A-7D 所示。

首先转入液位报警，在 150 启动检查，确定用户是否输入了任何液位极限。首先压力、行程、流量与电池值同用户输入的高-高极限作比较（151），若任一值超出高-高极限，就在 152 读出日期与时间，并在 153 记录相应的高-高报警。然后在 154 将被测值与用户输入的高限作比较，若任一值超出高限，就在 155 读出日期与时间，并在 156 记录相应的高报警。接着在 157 将诸值与用户输入的低限作比较，若任一值低于用户输入的低限，就在 158 读出日期与时间，并在 159 记录相应的低报警。最后在 160 将诸值与用户输入的低-低极限作比较，若任一值低于低-低限，就在 161 读出日期与时间，并在 162 记录相应的低-低报警。

可根据计算的流速 F 设置其它极限报警，如用户可对瞬时与累计流量输入极限。当计算的流速 F 超过任一这些极限时，就能触发报警。还可根据柱行程设置报警。用户可以输入累计柱行程距离极限，在累计柱行程超限时触发维护报警。

检查了用户输入的极限报警后，可运行一条或多条逻辑子程序，确定是否存在逻辑报警状态。在本例中，把每条逻辑子程序组合成一般如图 6 所示的单条集成的逻辑子程序。如图 6 所示，在计算通过调压器的流量时（165），子程序一开始就收集所有的压力与行程数据，然后将每个被测参数与其它被测参数和任一用户规定的设定点二者作比较。对上游压力（166）、下游压力（167）、辅助压力（168）、柱行程（169）和流速（170）监视逻辑报警，还可对来自第三压力传感器组件和接 I/O 接线 112 的辅助装置的反馈设置附加的逻辑报警。在获得了各参数的相对值之后，再检查诸逻辑报警，下面将作详述。

图 7A 示出了根据上游压力测定逻辑报警的一较佳操作序列（步骤 166）。首先，子程序在 172 检查有关上游压力的输入值。若输入的值与上游压力相关，子程序就判断被测的上游压力是否必须大于（173）、小于（174）或等于（175）

用户输入的值。对每次相对比较（即步骤 173、174、175），执行图 7B-7D 所示的一系列子步骤。

若报警要求上游压力大于某值，子程序就在 176 先检查用户输入的特定上游压力值（图 7B）。若用户已输入上游压力值，就在 177 将被测上游压力与该输入值作比较；若被测值大于输入值，则在 178 设置上游压力大于标志。若不使用特定的用户输入值，子程序就检查是否将下游压力与上游压力作比较（179）；若要比较，子程序在 180 判断上游压力是否大于下游压力；若大于，则在 181 设置上游压力大于下游压力标志。若下游压力不用作逻辑报警，于是子程序在 182 根据辅助压力检查逻辑报警值。若将辅助压力用作逻辑报警，子程序在 183 检查上游压力是否大于下游压力；若大于，在 184 设置上游压力大于辅助压力标志。

如图 7C 与 7D 所示，子程序在 185-202 执行类似步骤，判断上游压力是否小于或等于逻辑报警值。另对下游和辅助压力执行与图 7B-7D 所示一样的操作，判断它们是否大于、小于或等于规定的逻辑报警值。因这些操作相同，故不列出示明这些步骤的独立的流程图。

在 169 转向基于行程的逻辑报警（图 7A），图 7E 示出逻辑序列流程图，因而子程序先在 203 检查是否未输入行程位置逻辑值。若输入了行程位置逻辑值，子程序在 204 判断被测值是否必须大于该逻辑值；若逻辑算子大于极限，子程序在 205 判断被测行程位置是否大于输入值；若大于，在 206 设置行程大于标志；若对行程不使用“大于”极限，子程序就在 207 检查“小于”极限；若检出“小于”极限，子程序在 208 判断被测行程是否小于输入值；若小于，在 209 设置行程小于标志。若不用“小于”值，子程序在 210 检查“等于”算子极限。若使用“等于”极限，子程序在 211 判断被测行程是否等于输入值；若等于，在 212 设置行程等于标志。根据图 6 的步骤 170 的要求，可用一系列类似的步骤来判断计算的流速是否大于、小于或等于某逻辑流量报警值。

根据设置的逻辑标志，可基于两个被测参数的比较而触发一些逻辑报警，如在行程位置等于零而下游压力在增大（当前下游压力大于前面刚测得的下游压力）时，可设置切断问题报警来触发。当存在设置相应逻辑标志的合适操作状态时，就触发切断问题报警，表明流体因节流元件损坏而正在通过调压器漏泄。当行程值大于零而下游压力信号在减小时，可产生另一逻辑报警，表明柱断裂。当行程值大于零而上游压力信号在增大时，可产生又一逻辑报警，也可

表明柱断裂或与调节器有关的其它问题。当行程信号大于零而下游压力信号大于用户输入的下游压力极限时，可触发再一个逻辑报警，表明与控制调节器的导向器有关的问题。考虑到各种被测与计算的值，可输入其它逻辑报警，从而立即指示与调节器有关的其它潜在问题。

与处理器关联的存储器，较佳地包括可跟踪报警的日期、时间与类型的报警记录。外部通信装置可查访该报警记录以检索报警历史。另外，处理器较佳地包括一块异常报告（RBX）电路，它向远地的主计算机自动传送任何报警状态，因而可迅速报告管道里潜在的问题，并且识别特定的元件或损伤区域。

气流调节器 10 一般用电池电源供电，尤其适合将功耗量减至最小。参照图 8，图示的低功率电路 300，通过低静态功耗或应用切换型占空度操作法，被设计成最小的功耗。气流调节器 10 包括低功率电路 300，其中的各个元件一般置于睡眠模式，在要求它们执行测量或诊断操作时被接通。低功率电路 300 通常包括与通信板 120b 和传感器 I/O 板 120a 通信相连的处理器板 120c，板 120c 还适于支持扩展 I/O 板 302。

处理器板 120c 包括与实时时钟（RTC）模块 306、通信模块 308、本地操作员中断（LOI）模块 310、内部输入输出（I/O）模块 312、外部静态随机存取存储器（静态 RAM）模块 314 和电子可擦可编程只读存储器（EEPROM）模块 316 通信相连的处理器 303。模块 306-316 各自可设置在各块印制电路板或一块或多块印制电路板上。

处理器 303 包括 CPU304、内部时钟 318、闪耀只读存储器（闪耀 ROM）320 和处理器随机存取存储器（处理器 RAM）322，提供与各电路板 102a、102b、302 和模块 306-316 通信的控制与时序，并控制对不同模块 306-316 和传感器 34、35、44、115 的激活和功率分配。

CPU304 以三种不同模式操作：唤醒模式，CPU304 耗用维持整个操作必需的功率量；睡眠模式，CPU304 耗用维持其内部系统操作必需的减小的功率量；和深睡眠模式，CPU304 几乎将自己关闭，以最小的功率量操作。在睡眠模式中，为了节电，降低 CPU304 的操作频率。在深睡眠模式中，为进一步节电，CPU304、内部时钟 318 和内部 RAM322 全部断电。

内部时钟 318 除了其它功能外，还可按操作员提供的配置的取样速率从睡眠模式中唤醒 CPU304。闪耀 ROM320 是一种无需功率保持其内容的非易失性存储器，含有操作上的固件。处理器 RAM322 是一静态存储器，用来存贮非初始

化变量与程序堆栈，它是易失型，每次上电必须初始化。

RTC 模块 306 执行时刻与日历功能，可根据时刻与日历打印记录与历史、通信调出调度表、通信功率控制和报警。RTC 模块 306 通过 I^2C 总线和外部中断总线 INT1 同 CPU304 通信。进入深睡眠模式之前，CPU304 一般对 RTC 模块 306 发出指令，以便发出外部中断 INT1，在基于配置的取样率指定的时刻唤醒它。

通信模块 308 包括 RS485 驱动器，它适于同外部设备或可在单个 RS485 回路上多次卸下的工具通信。在请求外部通信时，通信模块 308 内的中断信号发生器向 CPU304 发出中断信号 INT2，该信号令 CPU304 激发 RS485 驱动器在处理器与外部设备或工具之间作双向通信。若 CPU 正好处于睡眠或深睡眠模式，该中断信号就唤醒 CPU304。

LOI 模块 310 包括 RS232 驱动器，并准备接至实地配置工具。当 LOI 模块 310 检测到表明请求外部通信的活动时，就向 CPU304 发出中断信号 INT3。若 CPU304 正好处于睡眠或深睡眠模式，中断信号 INT3 就把它唤醒。收到中断信号 INT3 后，CPU304 就接通包括 RS232 驱动器的 LOI 模块，与配置工具作双向通信。

内部 I/O 模块 312 经处理器模拟口 A1 通信连接至 CPU304，后者调节内部 I/O 模块的功率。为节省功率，内部 I/O 模块 312 通常处于睡眠模式，仅在内部 I/O 信号转换之前和之中接通。内部 I/O 模块 312 配置成对 CPU304 提供内部参数数据，包括电路板温度、加到电源端的电压与逻辑电池电压，而逻辑电池电压就是内部电池的端电压。内部 I/O 模块 312 还通知 CPU304 是否已安装了选用的通信卡，如 RS232、2400 波特调制解调器、CSC 移动电话接口卡、峰窝数字包数据移动电话接口卡、码分多址 CDMA 移动电话接口卡或无线电接口卡。

EEPROM 模块 316 存贮气流调节器 10 的配置、校正与安全参数，该存储器是非易失型，维持内容不需要功率。静态 RAM 模块 314 是存贮初始化变量、报警记录、事件记录和历史记录的静态存储器，其一部分供固件下载而保留，诸如固件升级和功能增强，这样在以固件升级对闪耀存储器 320 进行编程之前，有利于作安全与可靠性检查。应用可更换的锂电池，可为静态 RAM 模块 314 提供备份的供电。

通信板 120b 提供与包括主控装置的一个或多个外部设备作外部通信的接

口。通信模块 120b 适应不同类型要求使用不同类驱动器的通信卡。特定的通信卡装好后，该卡对 CPU304 产生一识别所安装的通信卡类型的模拟信号。CPU304 用该模拟信号数据对通信卡上的通信驱动器正确地作初始化和接口，一般无须操作员介入。通信卡包括发出中断信号 INT4 的中断信号发生器，在请求与外部通信设备通信时，对 CPU304 发出中断。响应于中断信号 INT4，CPU304 激发通信卡上的驱动器，从而在外部通信设备与 CPU304 之间实现双向通信。例如，通信板 120b 可通过调制解调器卡、RS232 通信驱动器配置为有线通信，或通过蜂窝数字包数据（CDPD）调制解调器配置为无线通信。通信板 120b 还适于与其它设备接口，包括拨号调制解调器、其它蜂窝设备、无线电设备、卫星、Fieldbus®接口或 HART®接口。

传感器 I/O 板 120c 包括一个或多个模数（A/D）转换器 AD1、AD2，便于在 CPU304 与不同传感器之间通信，传感器包括第一至第四压力传感器 34、35、115、117 和行程传感器 44。CPU304 通过串行外围接口总线 SPI 与 A/D 转换器 AD1、AD2 通信。A/D 转换器 AD1、AD2 总在在保持校正数据时受电，一般置于睡眠模式以尽量减少功耗。由于收集和转换取样的传感器读数必须与各个传感器 34、35、44、115、117 接口，故 CPU304 唤醒各个 A/D 转换器 AD1、AD2。

传感器 I/D 板 120c 还包括多个传感器接口，包括第一至第四压力传感器接口 P1—P3、PBAR 和行程传感器接口 TRAVEL。CPU304 通过传感器接口 P1—P3、PBAR、TRAVEL 调节供给各不同传感器 34、35、44、115、117 的功率。功控制数据总线 PCDB 建立 CPU304 与传感器接口 P1—P3、PBAR、TRAVEL 之间的通信。传感器 34、35、44、115、117 通常被切断，只在必须读数或取样时接通。当要求对特定传感器 34、35、44、115、117 供电时，CPU304 就向有关压力接口发出接通指令。各传感器接口 P1—P3、PBAR、TRAVEL 都包括基准电压、桥式放大器与电源开关。电源开关控制供给基准电压、桥式放大器与传感器 34、35、44、115、117 的功率。基准电压对传感器供电，对 A/D 转换器 AD1、AD2 提供参考输入，并对桥式放大器提供参考输出。在多个点应用参考信号，使低功率电路 304 具有比率计的功能，从而减少了参考漂移以及 A/D 转换精度漂移的影响。

传感器 34、35、44、115、117 适合工作于操作模式和睡眠模式。在睡眠模式中，传感器 34、35、44、115、117 耗用的功率量比在操作模式中少。为节省功率，传感器 34、35、44、115、117 在不用来取样数据时置于睡眠模式。

例如，传感器 34、35、44、115、117 在初始化后可以置于睡眠模式，然后在 CPU304 要求取样数据时对它们激励或置于操作模式。同样地，A/D 转换器也适于工作于睡眠与操作模式。在另一实施例中，与置于睡眠模式相对，A/D 转换器不用时就直接将其切断。

扩展 I/0302 一般包括在单块卡上，该卡通过单个连接器连接到扩展串行外围接口 SPI 总线、模拟口、控制输出端与状态输入端。连接器还将现场信号从现场终端传到扩展 I/O 卡 302，后者的功能一般由应用场合决定。

参照图 9，图示的流程图示出了气流调节器 10 固件在低功率电路 300 上运行的操作状况。该固件存贮在闪耀存储器 320 中，其操作响应步骤 402 对低功率电路元件供电的命令而初始化，其中上电指令由 CPU304 或操作员产生。

在步骤 404，CPU304 开始初始化过程，因而按操作员提供的配置对低功率电路 300 和传感器 34、35、44、115、117 初始化，获得并处理定期的传感器读数或样本，作流速计算。操作员能将气流调节器 10 配置成以各种时间间隔和不同的速率对传感器数据取样。

然后在步骤 406，CPU304 根据操作员提供的配置，判断是否对取样操作初始化。若该配置指示 CPU304 应对传感器读数取样，则在步骤 408，因要求选择的传感器 34、35、44、115、117 和选择的低功率电路 300 的元件从 A/D 转换器 AD1、AD2 中获取传感器读数样本，故 CPU304 开始对它们上电。各传感器和低功率电路元件在取样过程中完成其任务后，立即被断电。收集的数据包括来自上游压力传感器 34、下游压力传感器 35、辅助压力传感器 115、大气压传感器 117 和行程传感器 44 的读数，收集的其它参数包括输入电压、电池电压、电池化学特征与电路板环境温度。在步骤 410，CPU304 利用收集的传感器数据计算流速。接着在步骤 412，CPU304 将每个收集的读数和计算的流速同操作员提供的上下限作比较，判断任一值是否偏离范围，或触发某一报警状态。CPU304 判断任何报警是否改变了状态，诸如由设定报警状态变为清除报警状态，或由清除报警状态变为设定报警状态，并把情况记录在报警记录中。记录报警时，CPU304 编制一异常报告（RBX），并经通信模块 120b 把报警状态自动传给远地的主计算机。因此，可迅速地报告管道中潜在的问题，并识别出特定的元件或受损区域。

在步骤 414，CPU304 判断是否要根据配置的归档速率将每个收集的读数和计算的流速归档。若 CPU304 断定要归档某个特定参数，如收集的读数或计算

的流速，则在步骤 416，CPU304 就计算该参数的平均值与累计值，再把值记录在记录历史中。各参数的归档速率由操作员配置，可从每分钟归档一次到每 60 分钟归档一次。

若 CPU304 判定某一特定参数无须归档，它就把该参数的值加到该参数值的运行之和里，并在要求 CPU304 计算该参数的均值时，继续跟踪诸参数值在步骤 420 已相加的次数。

取样过程结束后，CPU304 在步骤 422 发出执行系统检查诊断的指令。执行系统诊断过程，验证低功率电路在正常操作，对任何未决的 RBX 请求产生响应，保证应用最新的固件配置，监视固件更新，监视电池性能，保证气体调压器 10 工作在操作极限内。具体而言，CPU304 监视气体调压系统功率，按低报警限、低低报警限、高报警限与高-高报警限范围正常操作。根据电池电压等级、配置的取样率、内部时钟速率、RTC 时钟速率和通信等级，调节有关气体调压系统，以节省功率并延长电池寿命。在极低功率条件下，为进一步节省功率，甚至可以取消低功率电路 300 某些部分的功率。系统检查结束后，CPU304 立即置于睡眠模式，使其工作于降低的操作频率，从而减小功耗量。

然后，CPU304 检查低功率电路 300 内的不同通信系统，如通信模块 308、LOI 模块 310 和通信板 120b，在步骤 424 检查任一通信口是否运行。若某一通信口处于运行状态，CPU304 就保持唤醒状态并再返回步骤 406，判断是否要重复取样过程并再次在步骤 422 作系统检查。

若通信口都未运行，CPU304 在步骤 426 向 RTC 发出一条指令，使其通过外部中断 INT1 在指定时间唤醒 CPU304，然后进入节省功率的深睡眠模式。尽管 CPU304 处于深睡眠模式，但通过例如 LDI 模块 310、通信模块 308 或通信板 120b 发出的外部中断 INT2、INT3、INT4，可以唤醒它。当指定的时段过去时，RTC 在步骤 428 向 CPU304 发出外部中断 INT1 将它唤醒，再返回步骤 404，再重复整个过程。

参照图 10，现更详细地描述步骤 404 的初始化过程。如前所述，根据在步骤 402 向低功率电路元件供电的指令，激发初始化过程。CPU304 在步骤 430 开始通过配置不同的输入/输出口指定正确的信号方向和默认信号电平，以禁止或减少低功率电路硬件的功耗。CPU304 还对通信板 120c、通信模块 308、LOI 模块 310、A/D 转换器 AD1、AD2 和包括 RTC306 的定时器建立端口功能。

在步骤 432，CPU304 作有效性检查，判断静态 RAM314 是否含有有效的程

序配置。具体而言，对已知的配置模式检查静态 RAM314 的三个不同区域。若这三个不同区域都与已知的配置模式不匹配，就认为静态 RAM 存储器 314 无效。若存储器 314 无效，CPU304 就在步骤 434 对整个存储器初始化，包括未初始化和已初始化的全部变量。然后在步骤 436，设置静态 RAM 存储器标志。若 RAM 存储器 314 有效，则 CPU304 在步骤 438 只初始化未初始化的变量，并在步骤 440 清除静态 RAM 存储器标志。

接着在步骤 442，CPU304 建立与 RTC 模块 306 的通信链路并检查 RTC306 的正常操作。若 RTC306 不正常工作或失去了供给 RTC306 的功率，CPU304 就按正确的日期与时间功能对 RTC306 再次初始化。然后 CPU304 在步骤 444 检查是否安装了调制解调器，若已安装了调制解调器，CPU304 就初始化该调制解调器，然后减小其功耗。为限制起动时的最大电流耗用，在其余低功率电路硬件上电之前，要减小调制解调器的功耗。

在步骤 446，通信板 120c、通信模块 308 和 LOI 模块 310 里的诸通信口，均按配置的波特率、数据位、停止位和奇偶性作初始化。为避免通信在初始化过程剩余部分被启动，经通信口启动通信的中断 INT2、INT3、INT4 保持被禁止。然后在步骤 448，配置任何已安装调制解调器的操作。

然后在步骤 450，若在步骤 432 发现静态 RAM314 无效，CPU304 就检查前一次保留在存储器配置是否被存入 EEPROM316。若发现了前一次保留的存储器配置，在步骤 452 把它载入静态 RAM314；若前一次保留的存储器配置未存入 EEPROM316，则 CPU304 运用默认参数初始化静态 RAM314。

在步骤 454，初始化闪耀 ROM 参数。存贮在闪耀 ROM320 里的固件，一般由操作员更新。闪耀 ROM 参数支配更新过程，提供检错与确认。接着在步骤 456，A/D 转换器 AD1/AD2 被初始化并校正操作。初始化过程结束后，将 A/D 转换器 AD1、AD2 立即置于节电的睡眠模式。在步骤 458，CPU304 确认配置的取样与归档周期。CPU304 经检查，保证每个归档周期至少有一个样本。设定取样标志，在完成初始化过程 404 后立刻开始取样过程。

气体调压器 10 用于取样传感器读数等不同的 I/O 参数、各种低功率电路参数和电池功率电平的取样序列，被专门设计成尽量减小电池功耗。只接通必须执行取样操作的传感器 34、35、44、115、117 和低功率电路元件，然后在 CPU304 收集了样本后立即切断。现参照图 11，图示为一例可在步骤 408 执行的取样序列，被 CPU304 用于读选择的一组压力传感器 34、35、115 和行程传

感器 44，同时可尽量减少电池功耗。

在步骤 450，CPU 发出指令，开始接通 A/D 转换器 AD1/AD2、上下游压力传感器 34 与 35。在步骤 452，在过了指定的时段后，CPU304 设置内部时钟 318 在指定的时段之后向其发送唤醒信号并进入睡眠模式。睡眠持续期基于压力传感器 34、35 预热得足以提供精确读数所花的时间，一例这种睡眠持续期可以是 50 毫秒。在步骤 454 被内部时钟 318 唤醒后，CPU304 读有关的 A/D 转换器 AD1/AD2，获得压力传感器 34、35 的取样读数。然后在步骤 456，CPU304 发出切断功率传感器 34、35 的指令和接通辅助功率传感器 115 的指令。在步骤 458，CPU304 把采集的上下游压力读数样本转换成工程单位。CPU304 设置内时钟 318 过了指定的时段后对其发送唤醒信号，并在步骤 460 进入睡眠模式。当 CPU304 在步骤 462 被内时钟 318 唤醒时，CPU304 就读有关 A/D 转换器 AD1、AD2，从辅助压力传感器 115 里取得读数。接着在步骤 464，CPU304 发出切断辅助功率传感器 115 的指令和接通行程传感器 44 的指令。CPU304 在步骤 466 把取自辅助压力传感器 115 的样本转换为工程单位，并在步骤 468 设置内部时钟 318 在适当时间发出唤醒信号并进入睡眠模式。在响应于内部时钟信号 318 醒来后，CPU 在步骤 470 读有关的 A/D 转换器 AD2，获取行程传感器 44 里读数。在步骤 472，CPU304 发出切断行程传感器的指令，再在步骤 474 把行程传感器读数转换成工程单位。

CPU304 通常在取样周期之间置于深睡眠。在 CPU304 完成取样传感器 34、35、44、115、117 而进入深睡眠模式之前，CPU304 向 RTC306 发出指令以对其发送中断信号 INT1，以在一段预定时间后将其置于唤醒模式，即操作模式。该预定时间相当于两个连续取样周期间的间隔时间，以配置的取样率为基础。当处于深睡眠模式时，响应于表示请求与通信设备作外部通信的中断信号，也可将 CPU304 置于醒来模式。

虽然以一组选择的传感器描述了该实例，但是涉及到更少或更多传感器读数的取样序列被认为在本发明范围内。例如，CPU304 可获取来自大气压传感器 117 的读数、电池电平读数和有关处理器板 120c 性能的参数。也可应用其它一些取样序列而不违背本发明的精神，这类序列涉及因要求选择的元件获取传感器读数而将它们接通，然后再切断选择的元件。

如前所述，气流调节器 10 由电池供电，具有已知的功率需求。气流调节器的功率需求通常是配置的取样率的函数。换言之，传感器 34、35、44、115、

117 的取样率越高，耗电量就越大，CPU304 监视着电池容量电平，一般能对电池提供估计的调换日期。检出的电池化学特性，可用于识别向气流调节器 10 供电的电池类型，例如可用检出的电池化学特性判断所用的电池是铅酸型还是锂型电池。根据检出的电池端电压、电池化学特性和已知的气流调节器功率要求，CPU304 可确定电池的剩余容量。CPU304 还可应用与环境因素诸如检出的电池温度有关的数据，进一步调节电池的剩余容量值。

再参照图 8，电池电压传感器 502 和电池化学检测器 504 以通信方式连接 A/D 转换器 AD2，CPU304 取样各传感器 502、504 通过 A/D 转换器 AD2 读出的数据。现参照图 12，气流调节器 10 适合工作于四种电池操作模式之一：正常模式、第一节电模式、第二节电模式和故障安全模式。根据电池剩余容量，CPU304 将气流调节器 10 置于合适的操作模式。具体而言，电池电压传感器 502 检测电池端电压，A/D 转换器 AD2 把检出的电池端电压转换成代表该检出电池端电压的数字信号。CPU304 在步骤 510 读有关的 A/D 转换器 AD2 而得到电池端电压读数与电池化学特性，并在步骤 512 确定电池剩余容量。使用的电池容量和一组阈值电压或阈值容量贮存在存储器中。CPU 304 将检测到的电池电压与每个阈值容量作比较，判断气流调节器 10 工作于正常模式还是第一节电模式、第二节电模式或故障安全模式。执行比较功能的逻辑单元是低功率电路固件的一个元件。

在步骤 514，CPU304 接着判断该电池是否正工作于大于其余工作容量 25%的阈值容量。若电池正工作于大于 25%的阈值容量，CPU304 就在步骤 516 发出将气流调节器 10 置于正常操作模式的有关指令。若电池正工作于小于或等于 25%的电平，则 CPU304 在步骤 518 判断电池是否正工作在某一范围内，而该范围小于或等于全电池容量 25%的阈值容量和大于或等于全电池容量 15%的阈值容量。若电池正工作在该范围内，则 CPU304 在步骤 520 发出将气流调节器 10 置于第一节电模式的有关指令。

在步骤 522，CPU304 判断电池是否正工作于小于或等于电池容量 15%的阈值容量和大于全电池容量 5%的最小阈值容量的范围内。若该电池被判定正工作于该范围内，就在步骤 524 把气流调节器 10 置于第二节电模式。在步骤 526，CPU304 判断电池是否正工作于低于全电池容量 5%的最小阈值容量。若 CPU304 断定电池正工作于低于最小阈值容量，则在步骤 528 把气流调节器 10 置于故障安全模式。

现参照图 13，描述 CPU304 发出的将气流调节器 10 置于第一节电模式的指令。在步骤 530，把压力传感器读数与行程传感器读数等的传感器读数的取样速率减至第一节电程度，而在步骤 532，减小内部时钟 318 的时钟速率。在步骤 534，设置低报警，记录时间。事件记录、历史记录与报警记录仍保持在第一节电模式中。在第一节电模式中，出现的某些预定的事件可能要求提高时钟速率。例如，此类预定事件包括来自诸如通信板 120b、通信模块 308 或 LOI 模块 310 等通信设备的外部中断。在步骤 536，CPU 检查是否要求根据预定的事件提高时钟速率。若 CPU304 断定要提高时钟速率，则在步骤 538 提高时钟速率，直到实现了要求更高时钟速率的功能性能。然后在步骤 540，CPU304 为了节省电池能量而发出降低时钟速率的指令。

参照图 14，描述 CPU304 发出将气流调节器 10 置于第二节电模式的指令。在步骤 542，进一步减小压力传感器读数与行程传感器读数等传感器读数的取样速率至第二节电程度，即取样率低于第一节电程度的取样率。在步骤 544，终止所有通过通信板 120b 的外部通信。在步骤 546，设置记时打印和记录低-低报警。内部时钟 318 的时钟速率保持减小的时钟速率，事件记录、历史记录和报警记录继续保持于第二节电模式。

参照图 15，描述 CPU304 发出的指令，在认为主电池用完时把气流调节器 10 置于故障安全模式。如前所述，用静态 RAM314 存贮事件记录、历史记录和报警。在步骤 548，激励可更换锂电池等后备电池对静态 RAM 供电，由此保持事件记录、历史记录和报警记录。为节电，在步骤 550 切断所有传感器 34、35、44、115、117、502、504、A/D 转换器 AD1、AD2 和包括 CPU304 的处理器板 120c 的诸元件，只有静态 RAM314 保持供电，不获取或存贮新的数据样本，直到调换了主电池。

显然，为示明本发明的实施例，应用了特定的电池容量阈值，诸如全电池工作容量的 25%、15%和 5%，但电池容量阈值可以是操作员配置的值，还可配用其它的电池容量阈值，这些都不违背本发明的精神。另外，虽然描述的实施例包括四种气流调节器操作模式，但是应用更多或更少的操作模式也符合本发明的范围。

前面的详细描述仅供透彻地理解，并无不必要的限制，因为本领域的技术人员显然知道各种修正。

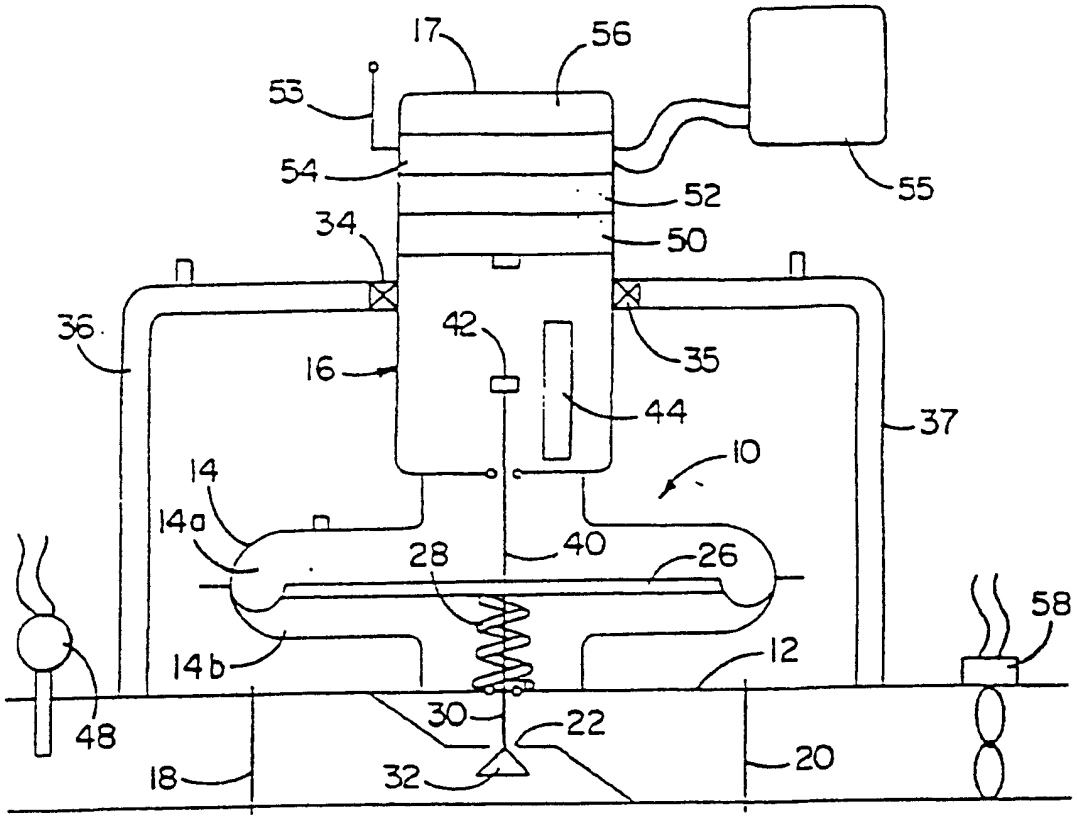

17
56
53
54
52
55
34
50
36
42
35
16
44
37
10
14
14a
40
28
26
58
14b
12
48
30
22
18
32
20

图 1

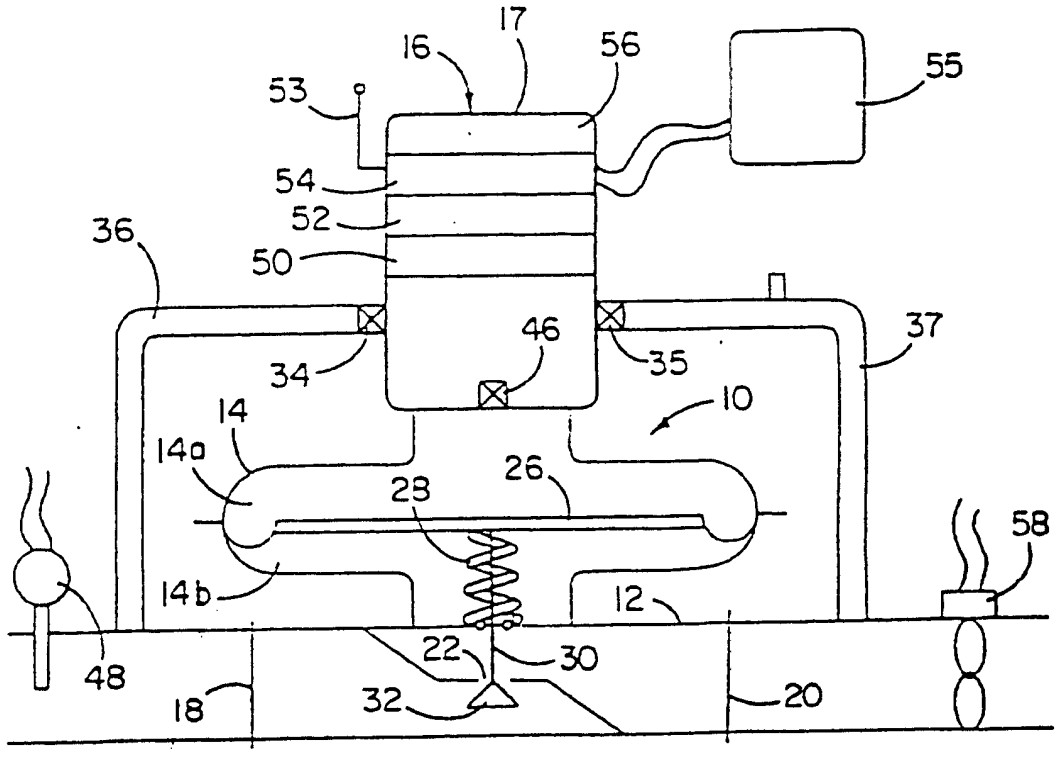

17
16
56
55
53
54
52
36
50
46
37
34
35
10
14
14a
26
28
58
14b
12
48
22
30
18
32
20

图 2

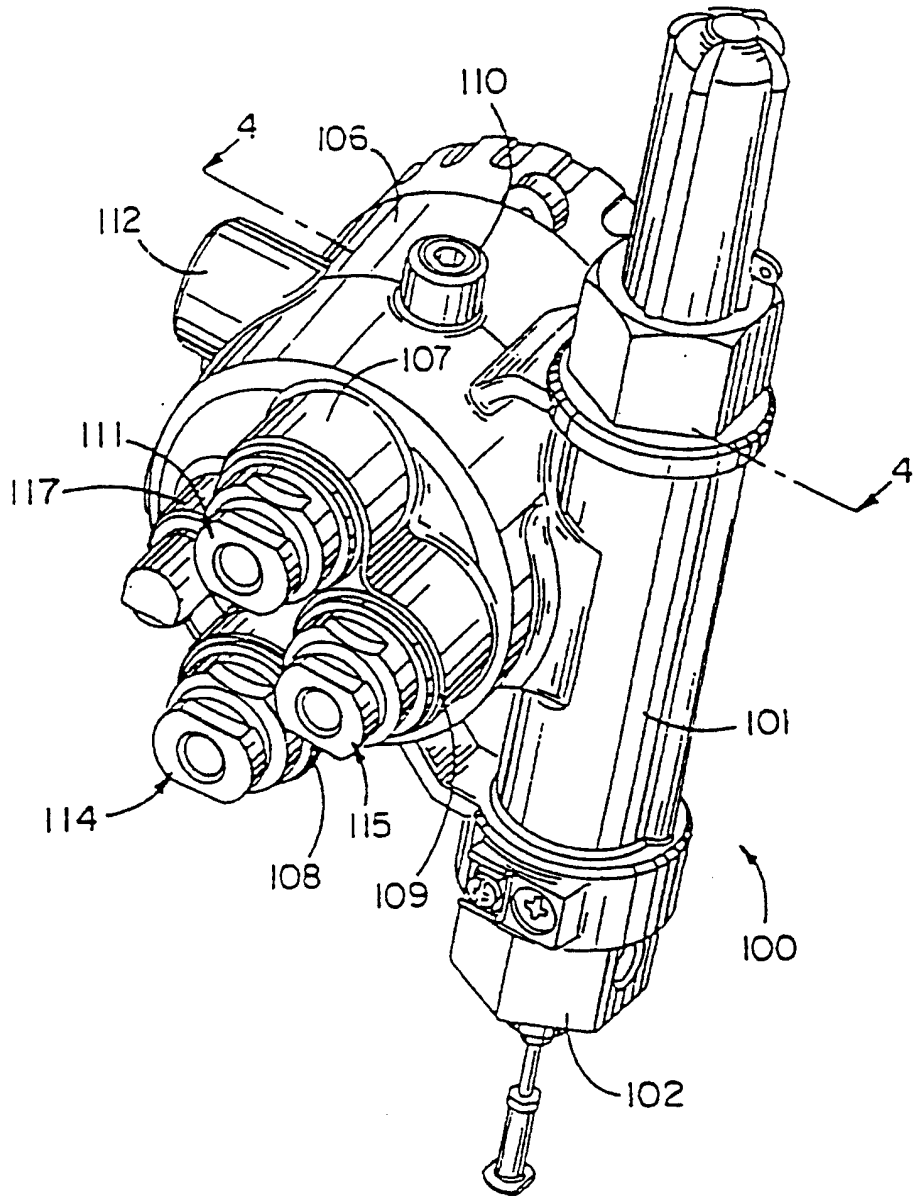


图 3

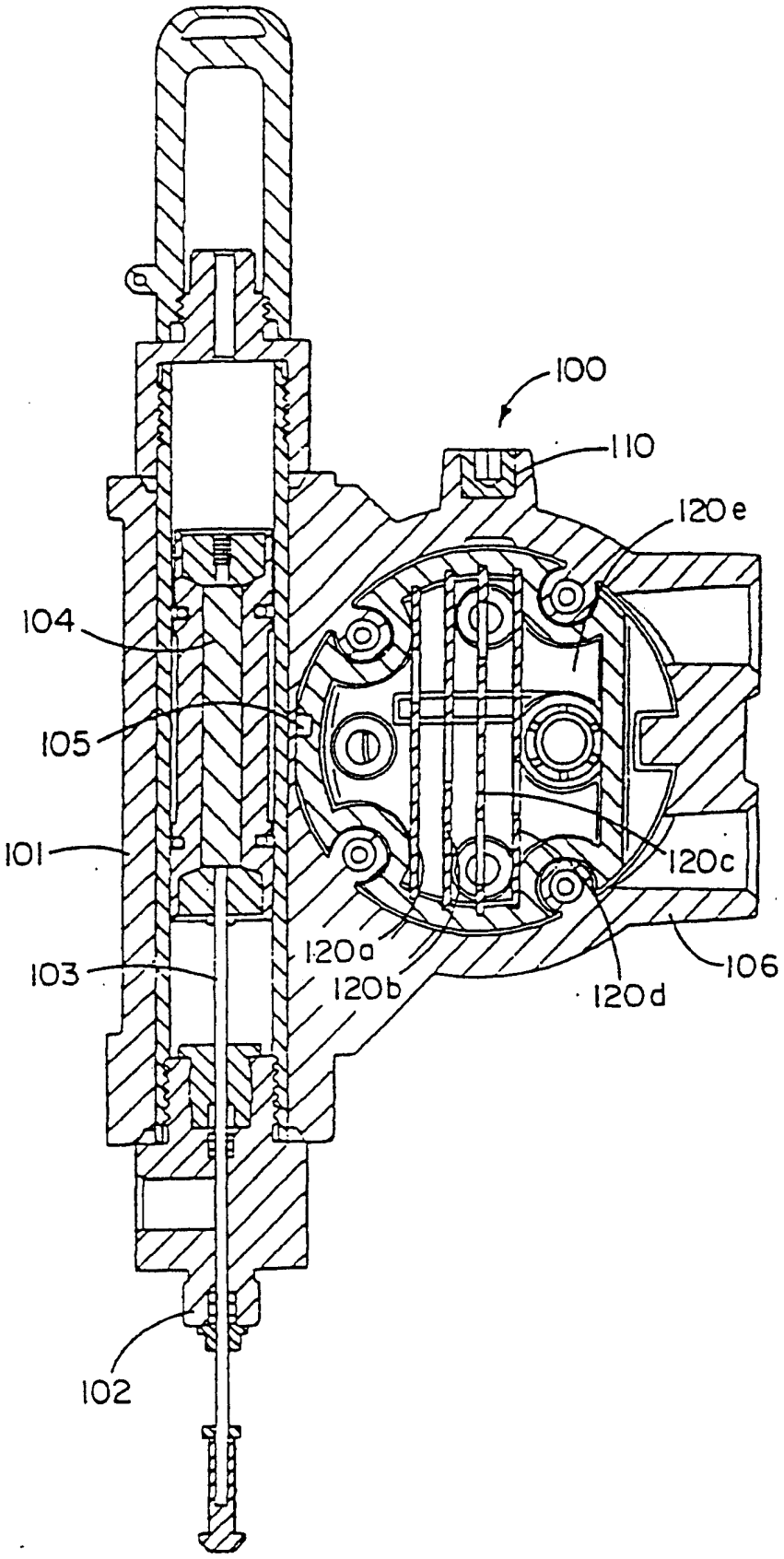


图 4

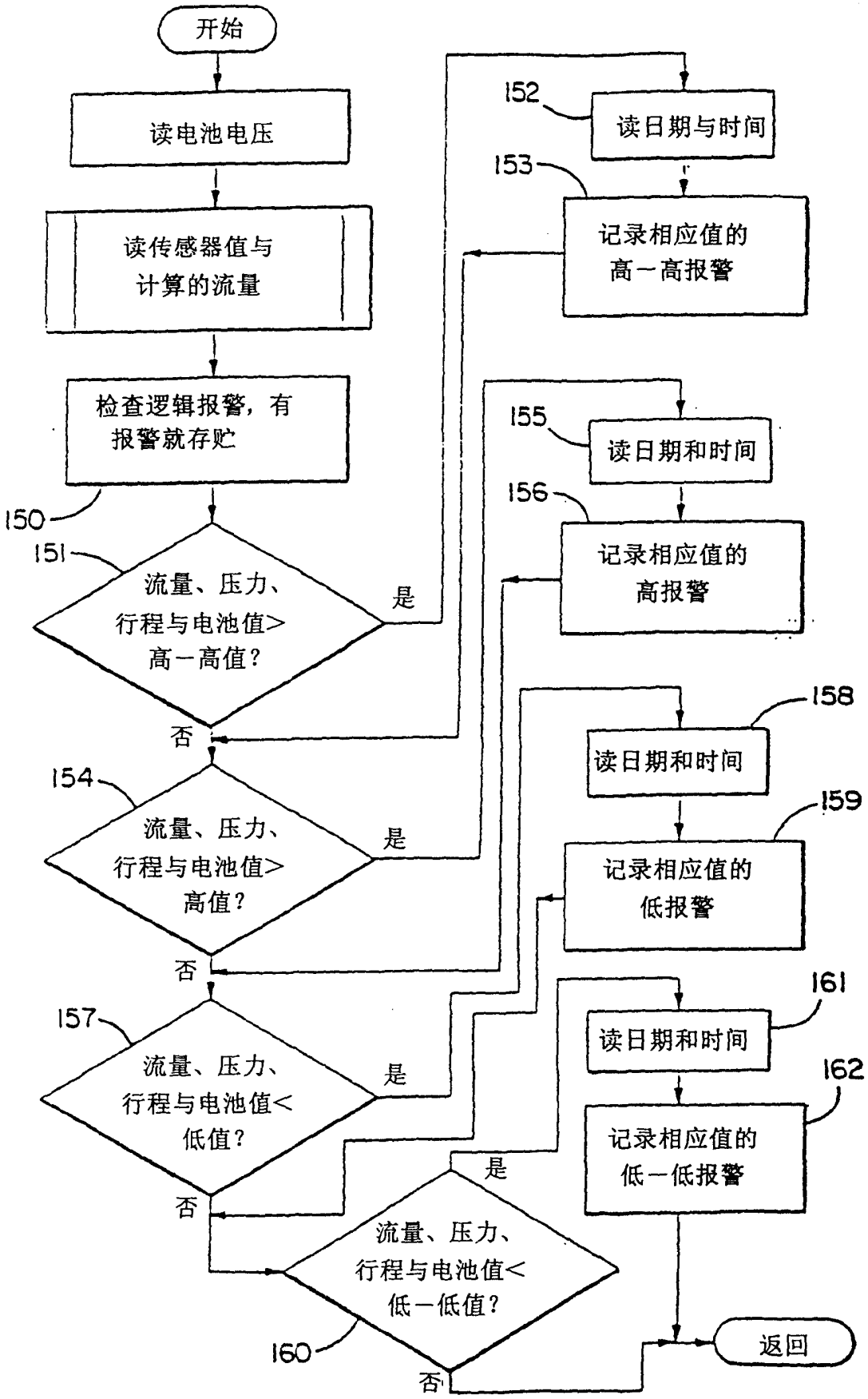

开始
读电池电压
读传感器值与
计算的流量
检查逻辑报警，有
报警就存贮
150
151
流量、压力、
行程与电池值>
高一高值？
是
否
152
读日期与时间
153
记录相应值的
高一高报警
155
读日期和时间
156
记录相应值的
高报警
154
流量、压力、
行程与电池值>
高值？
是
否
158
读日期和时间
159
记录相应值的
低报警
157
流量、压力、
行程与电池值<
低值？
是
否
161
读日期和时间
162
记录相应值的
低一低报警
是
流量、压力、
行程与电池值<
低一低值？
160
否
返回

图 5

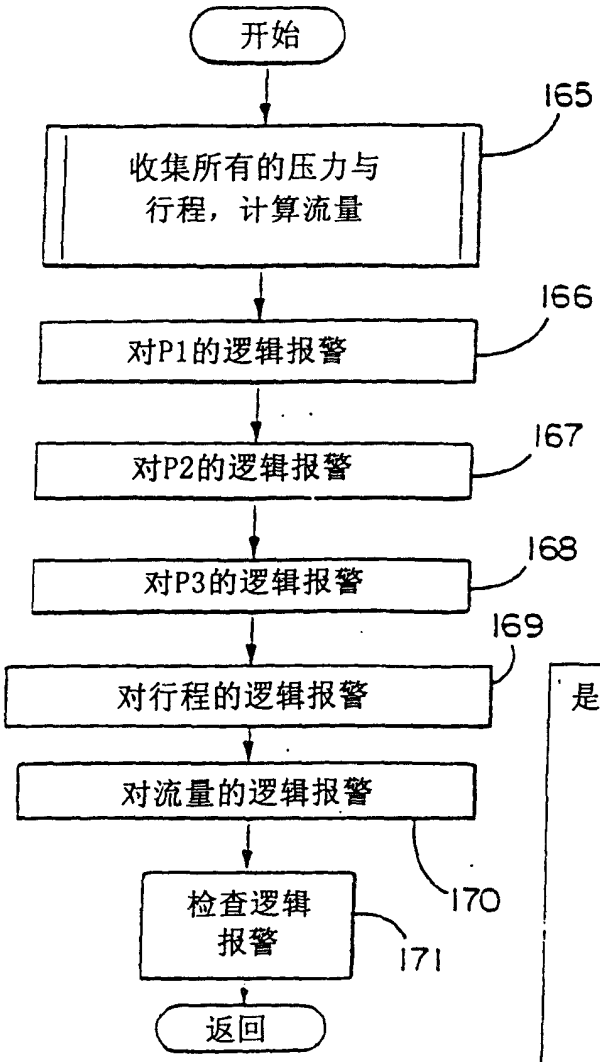

开始
165
收集所有的压力与行程，计算流量
166
对P1的逻辑报警
167
对P2的逻辑报警
168
对P3的逻辑报警
169
对行程的逻辑报警
对流量的逻辑报警
170
检查逻辑报警
171
返回

图 6

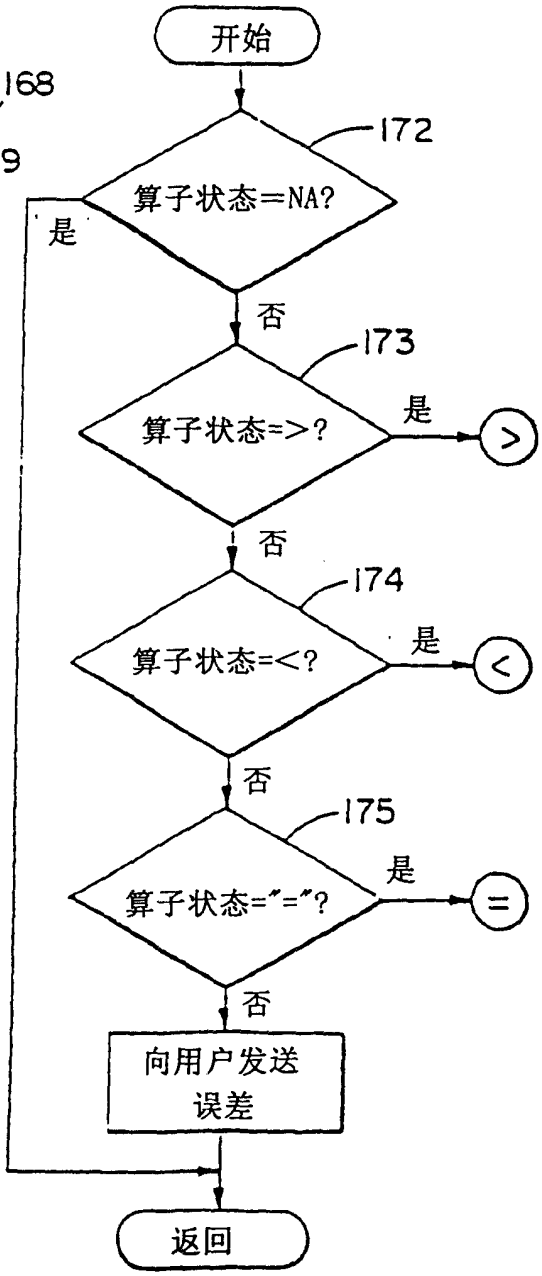

开始
172
算子状态=NA?
是
否
173
算子状态=>?
是
>
否
174
算子状态=<?
是
<
否
175
算子状态="="?
是
=
否
向用户发送误差
返回

图 7A

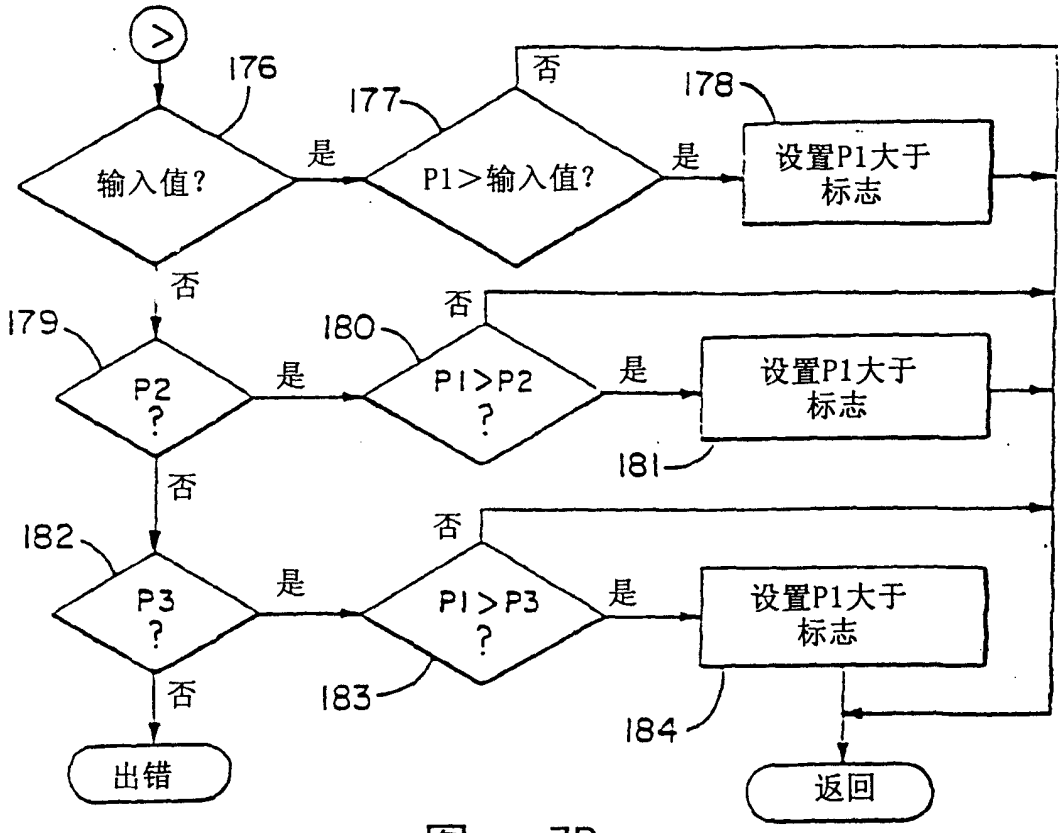

>
176
输入值?
是
177
P1>输入值?
否
是
178
设置P1大于标志
否
179
P2?
是
180
P1>P2?
否
是
设置P1大于标志
181
否
182
P3?
是
P1>P3?
否
是
设置P1大于标志
183
否
184
出错
返回

图 7B

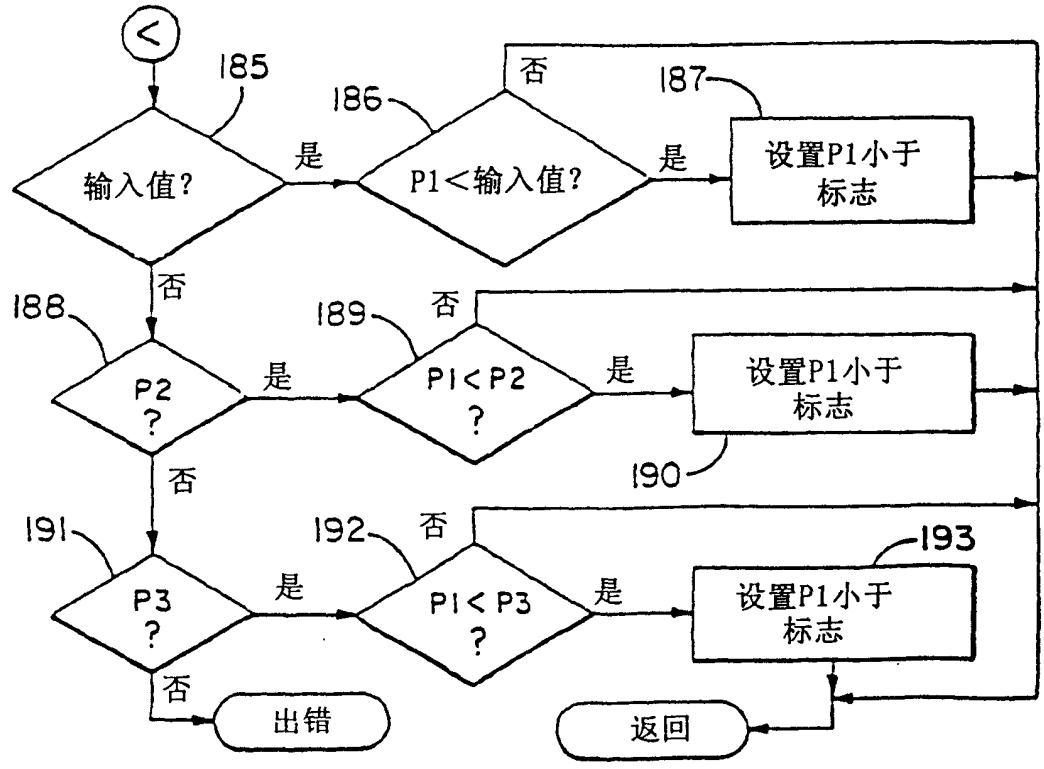

<
185
输入值?
是
186
P1<输入值?
否
是
187
设置P1小于标志
否
188
P2?
是
189
P1<P2?
否
是
设置P1小于标志
190
否
191
P3?
是
192
P1<P3?
否
是
193
设置P1小于标志
否
出错
返回

图 7C

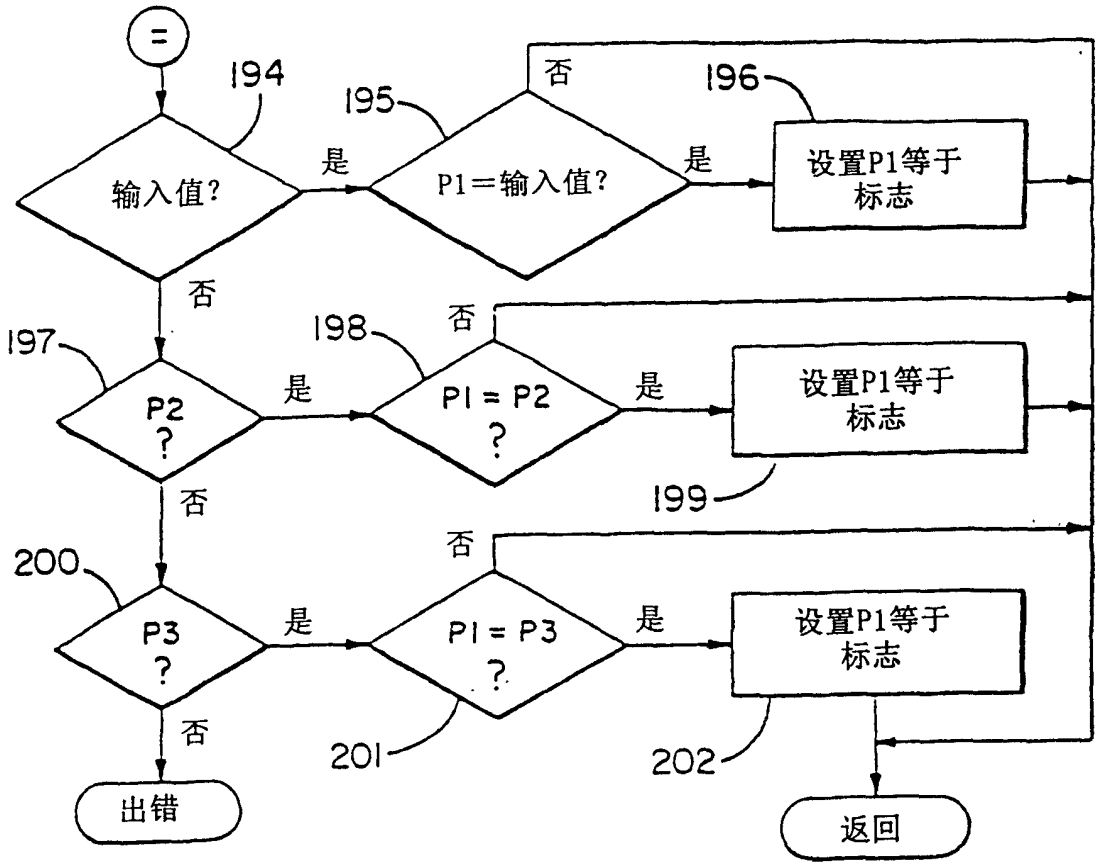

=
194
输入值?
是
195
P1=输入值?
否
是
196
设置P1等于
标志
否
197
P2
?
是
198
P1 = P2
?
否
是
设置P1等于
标志
199
否
200
P3
?
是
P1 = P3
?
否
是
设置P1等于
标志
否
201
202
出错
返回

图 7D

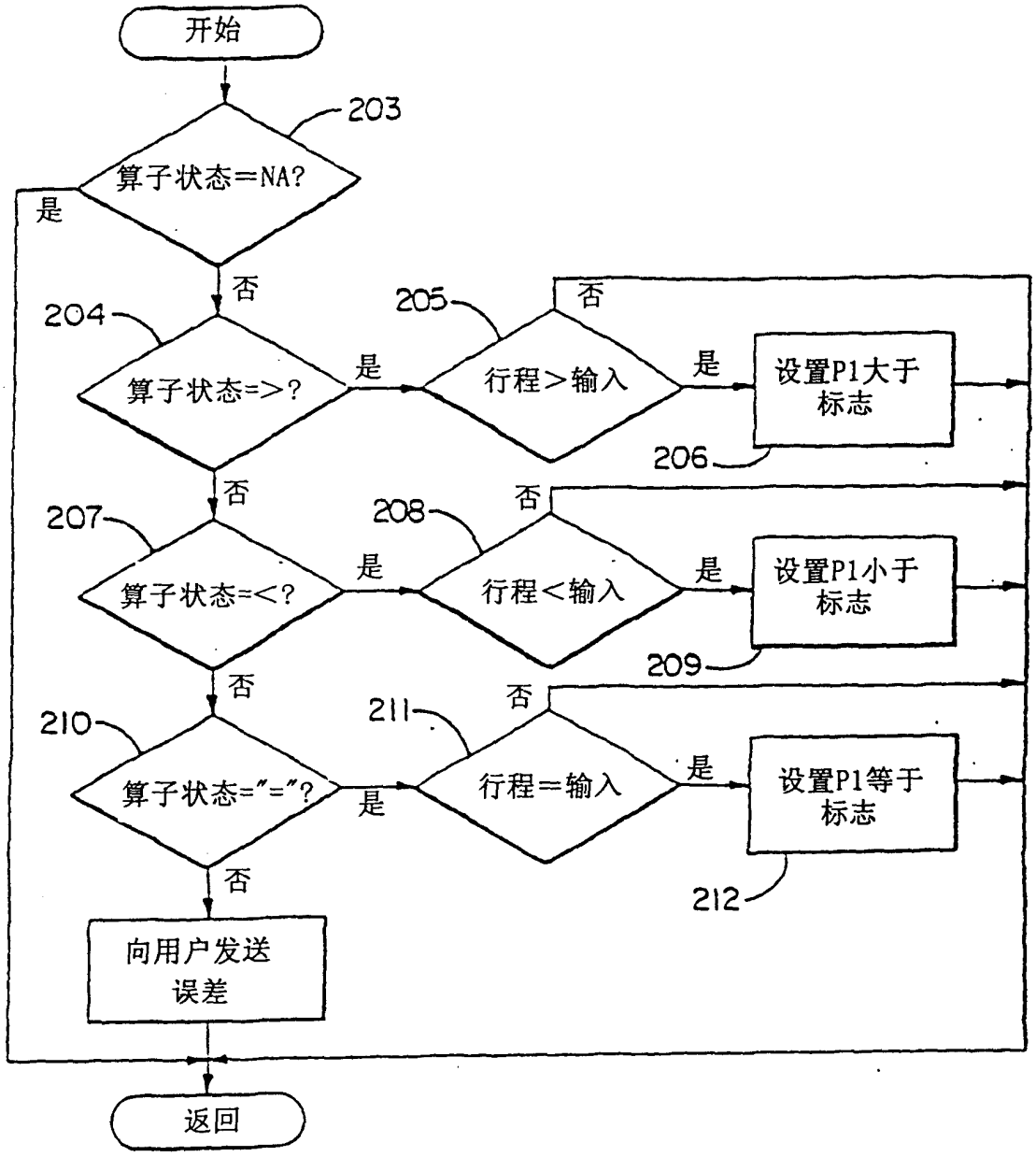

开始
203
算子状态=NA?
是
否
204
算子状态=>?
是
205
行程>输入
是
否
设置P1大于标志
206
否
207
算子状态=<?
是
208
行程<输入
是
否
设置P1小于标志
209
否
210
算子状态="="?
是
211
行程=输入
是
否
设置P1等于标志
212
否
向用户发送误差
返回

图 7E

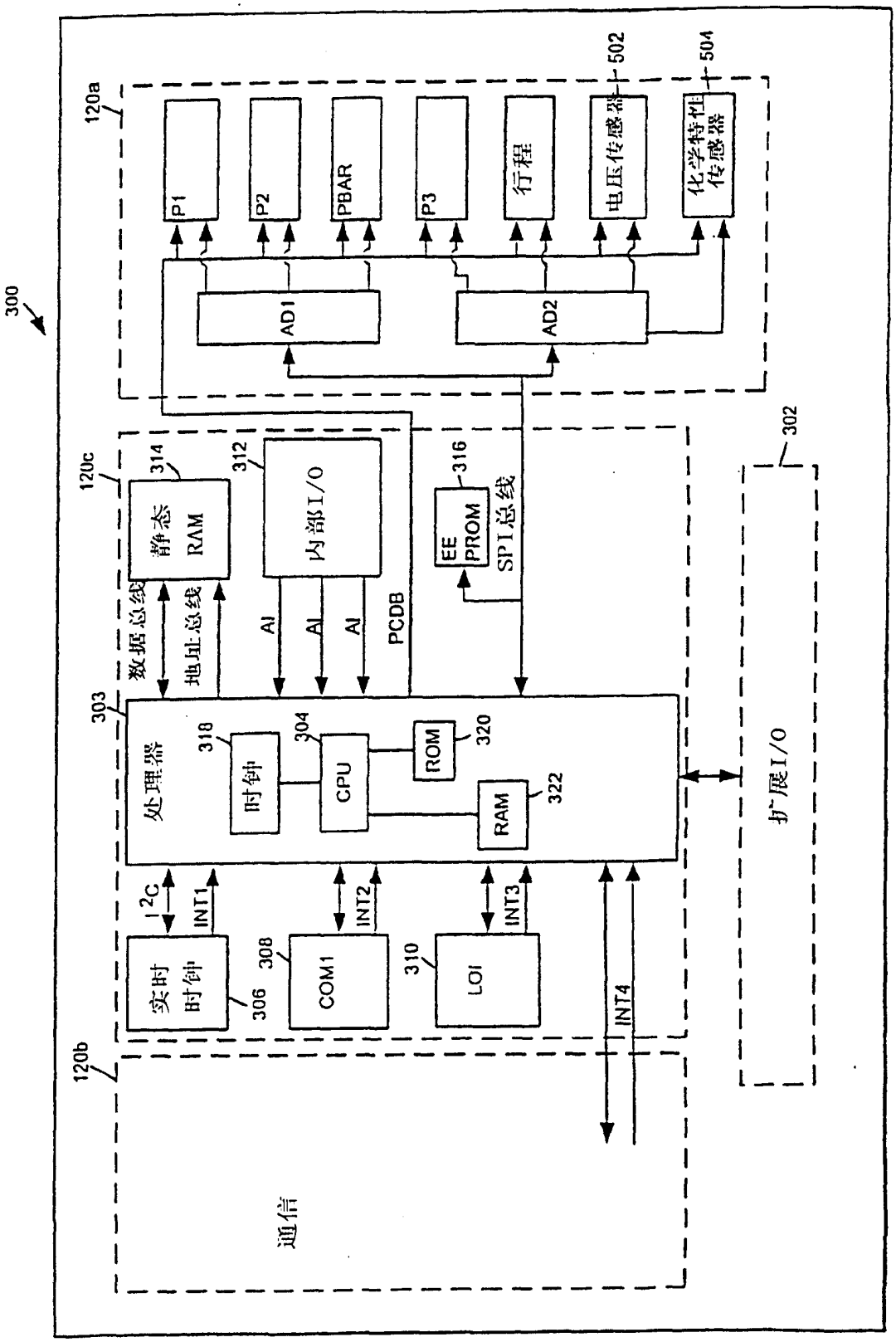

300
120a
P1
P2
PBAR
P3
行程
电压传感器
502
化学特性传感器
504
AD1
AD2
120c
314
静态 RAM
312
内部I/O
316
EE PROM
SPI总线
302
数据总线
地址总线
AI
AI
AI
PCDB
303
处理器
318
时钟
304
CPU
ROM
320
RAM
322
扩展I/O
I2C
INT1
INT2
INT3
INT4
实时时钟
306
308
COM1
310
LOI
120b
通信

图 8

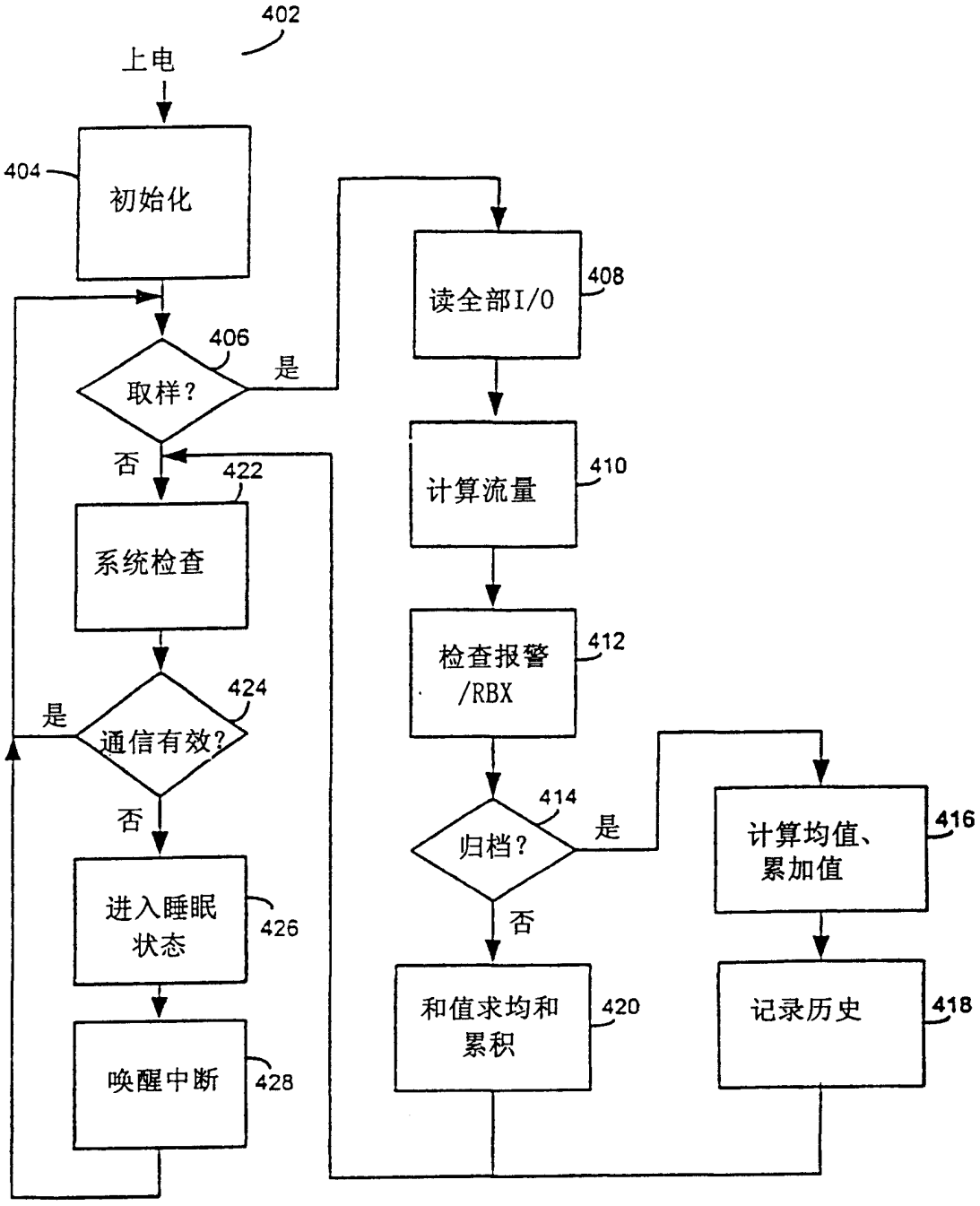

402
上电
404
初始化
406
取样?
是
否
408
读全部I/O
410
计算流量
412
检查报警
/RBX
414
归档?
是
否
416
计算均值、
累加值
418
记录历史
420
和值求均和
累积
422
系统检查
424
通信有效?
是
否
426
进入睡眠
状态
428
唤醒中断

图 9

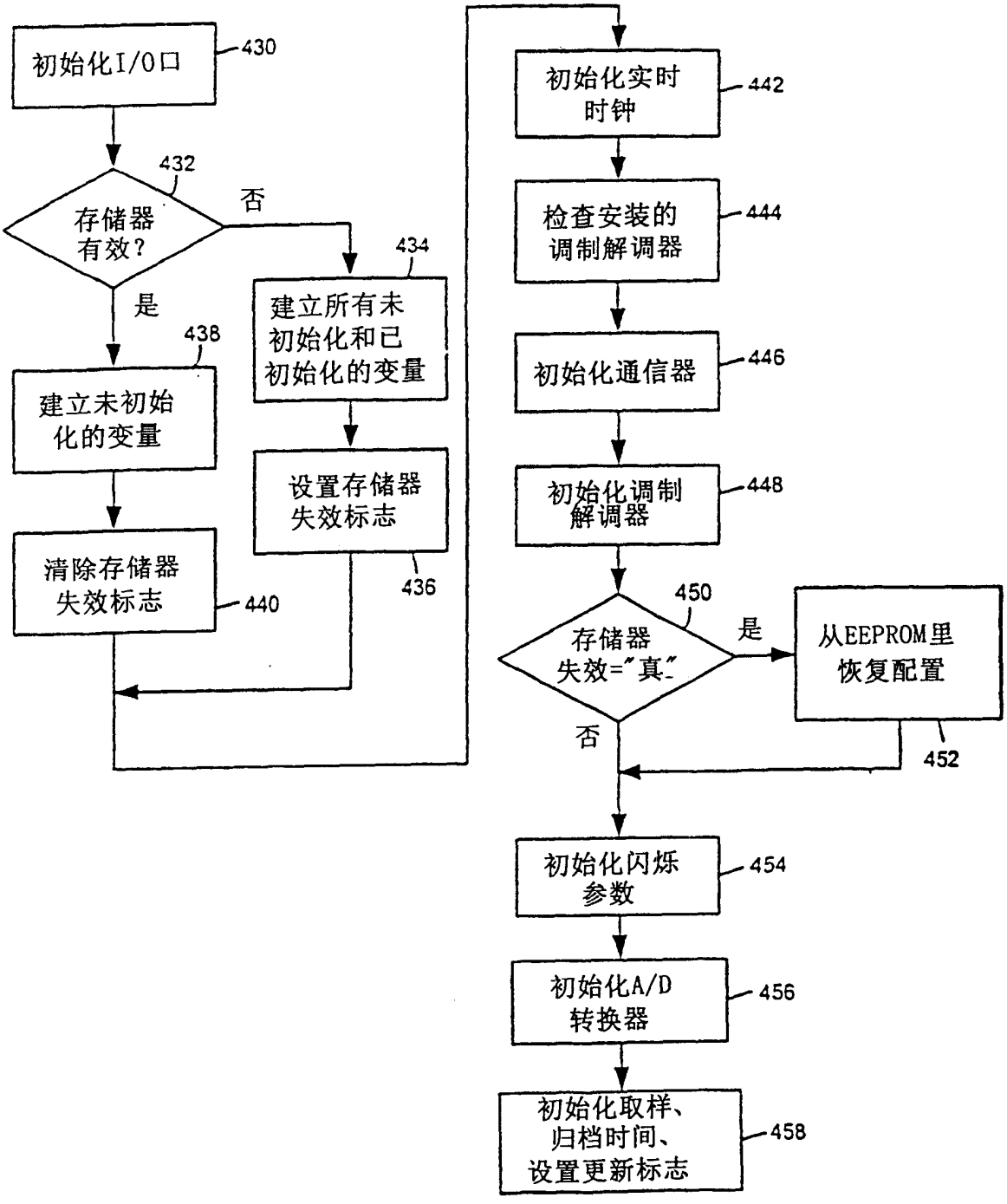

初始化I/O口
430
存储器有效?
432
否
是
建立所有未初始化和已初始化的变量
434
建立未初始化的变量
438
设置存储器失效标志
436
清除存储器失效标志
440
初始化实时时钟
442
检查安装的调制解调器
444
初始化通信器
446
初始化调制解调器
448
存储器失效="真"
450
是
从EEPROM里恢复配置
452
否
初始化闪烁参数
454
初始化A/D转换器
456
初始化取样、归档时间、设置更新标志
458

图 10

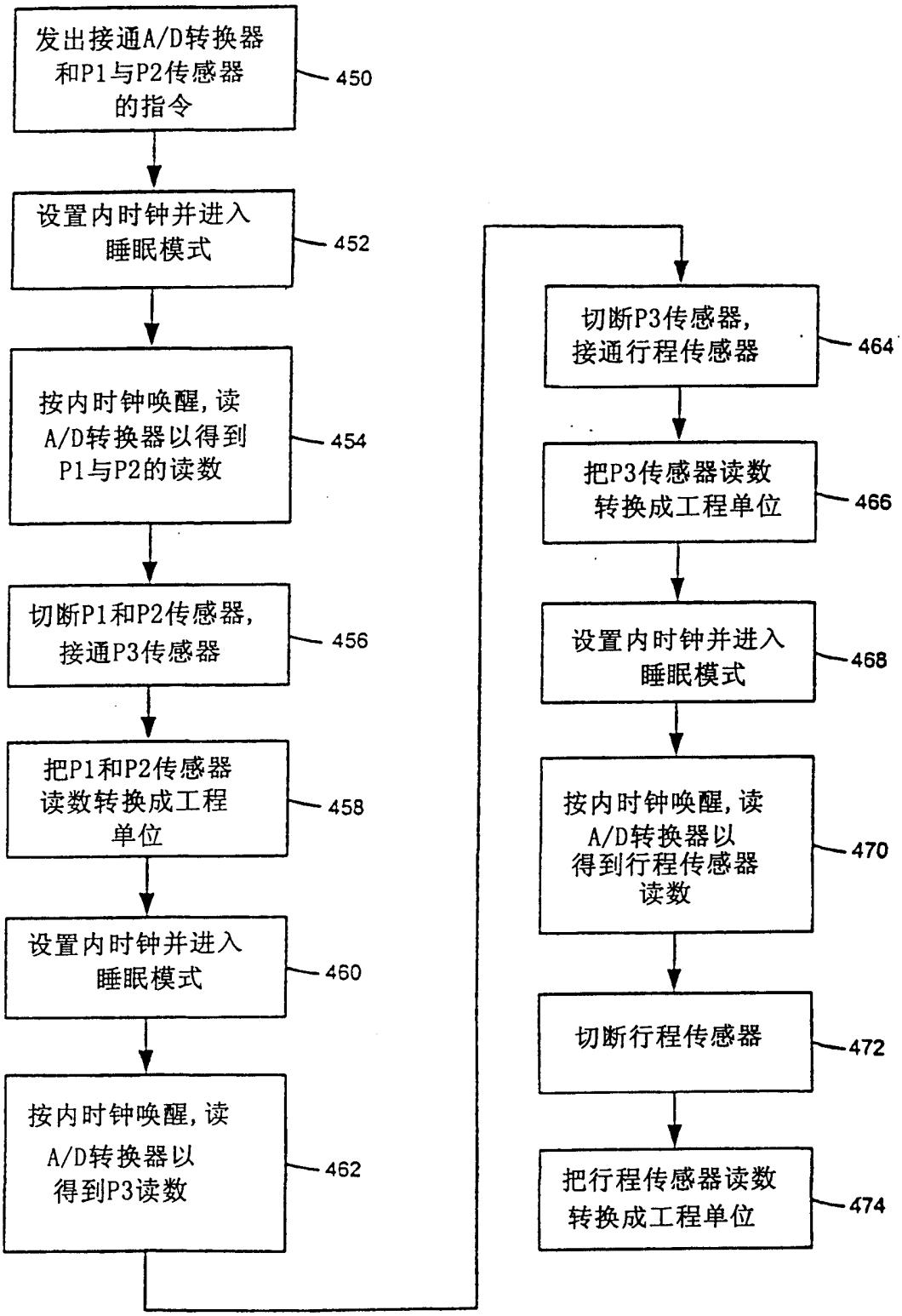

发出接通A/D转换器和P1与P2传感器的指令
450
设置内时钟并进入睡眠模式
452
按内时钟唤醒，读A/D转换器以得到P1与P2的读数
454
切断P1和P2传感器，接通P3传感器
456
把P1和P2传感器读数转换成工程单位
458
设置内时钟并进入睡眠模式
460
按内时钟唤醒，读A/D转换器以得到P3读数
462
切断P3传感器，接通行程传感器
464
把P3传感器读数转换成工程单位
466
设置内时钟并进入睡眠模式
468
按内时钟唤醒，读A/D转换器以得到行程传感器读数
470
切断行程传感器
472
把行程传感器读数转换成工程单位
474

图 11

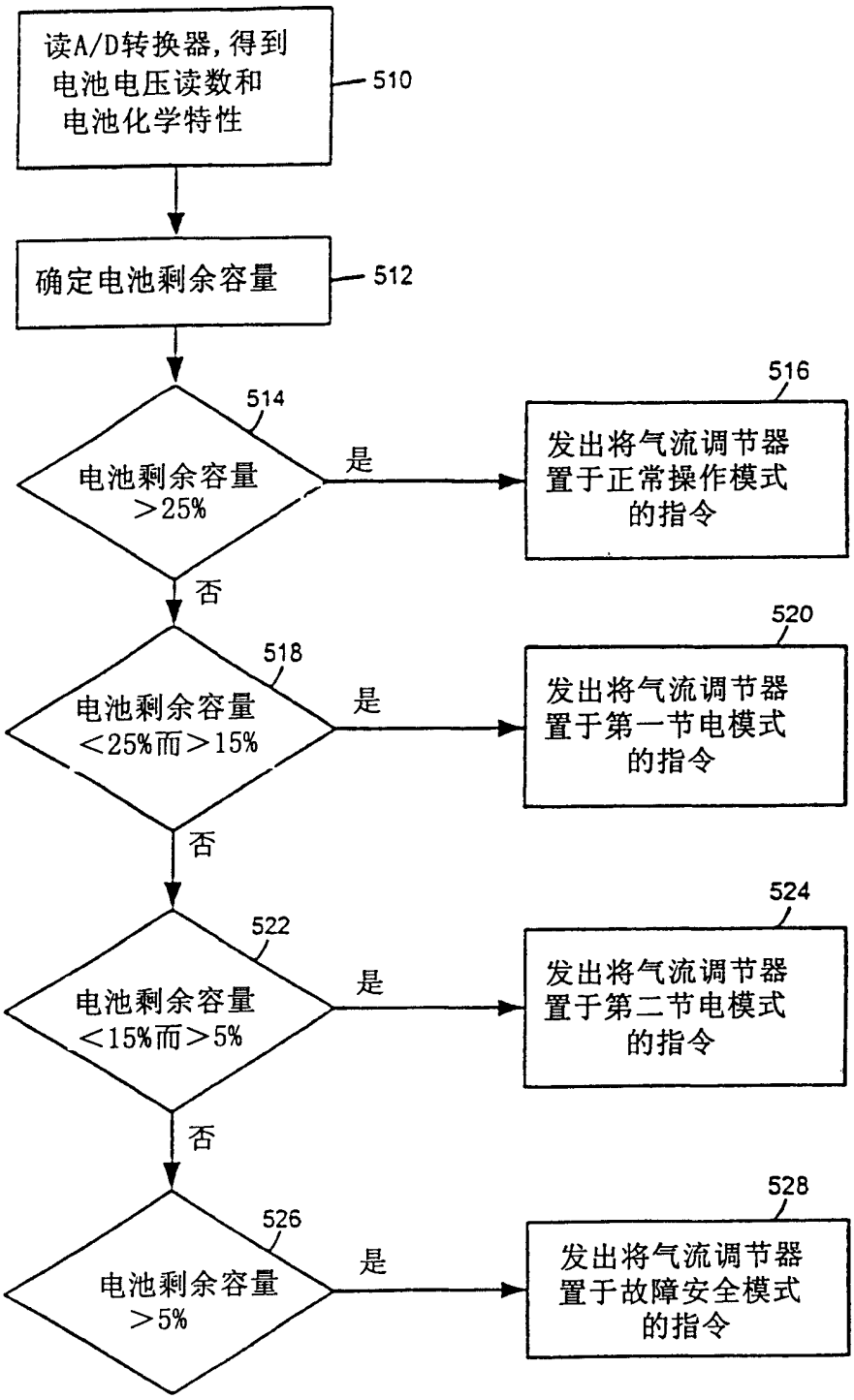

读A/D转换器，得到电池电压读数和电池化学特性
510
确定电池剩余容量
512
514
电池剩余容量>25%
是
516
发出将气流调节器置于正常操作模式的指令
否
518
电池剩余容量<25%而>15%
是
520
发出将气流调节器置于第一节电模式的指令
否
522
电池剩余容量<15%而>5%
是
524
发出将气流调节器置于第二节电模式的指令
否
526
电池剩余容量>5%
是
528
发出将气流调节器置于故障安全模式的指令

图 12

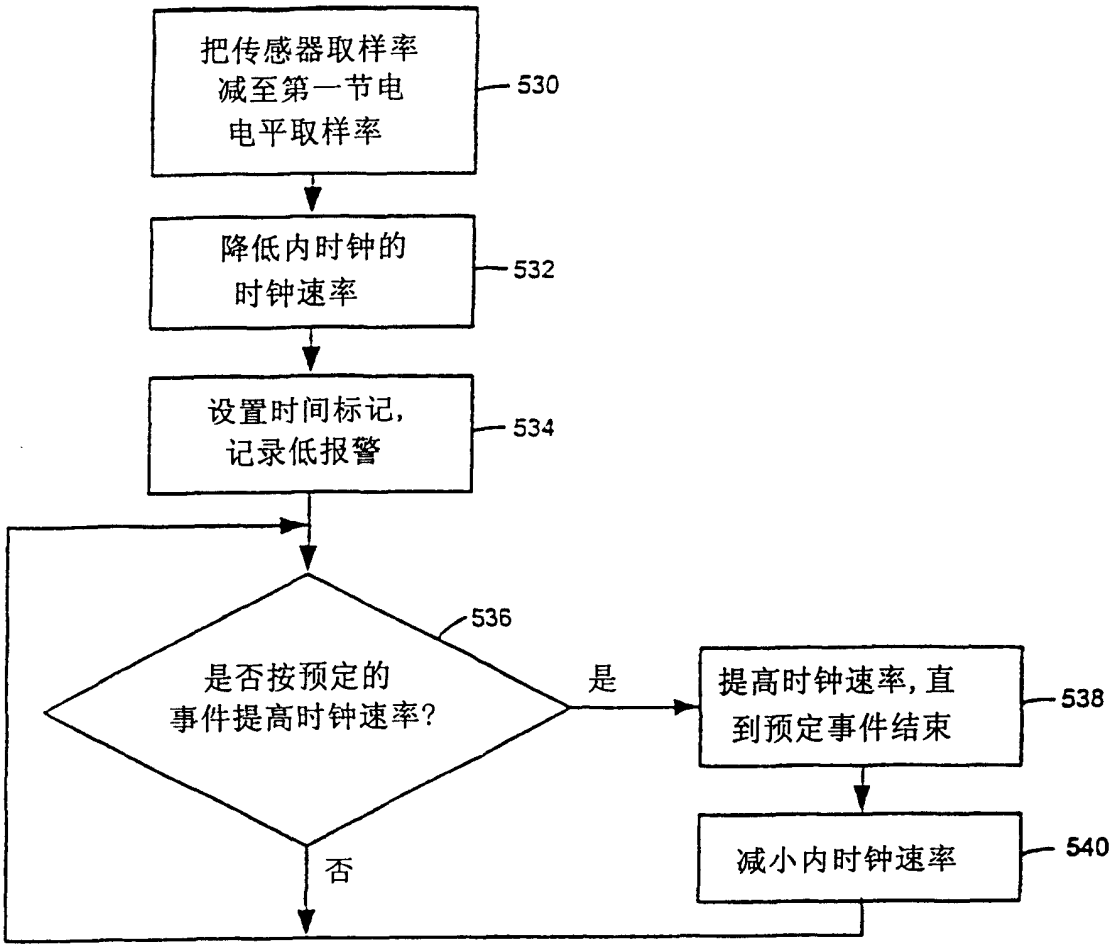

把传感器取样率
减至第一节电
电平取样率
530
降低内时钟的
时钟速率
532
设置时间标记，
记录低报警
534
536
是否按预定的
事件提高时钟速率?
是
否
提高时钟速率，直
到预定事件结束
538
减小内时钟速率
540

图 13

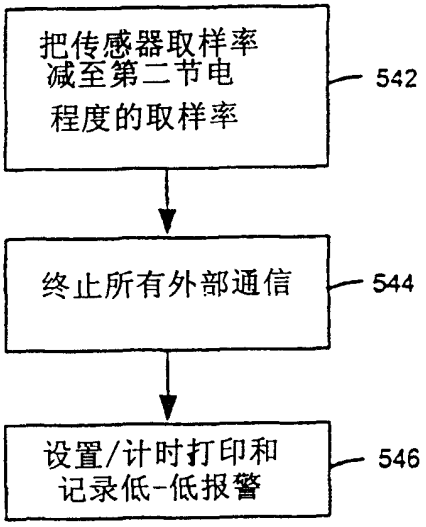

把传感器取样率
减至第二节电
程度的取样率
542
终止所有外部通信
544
设置/计时打印和
记录低-低报警
546

图 14

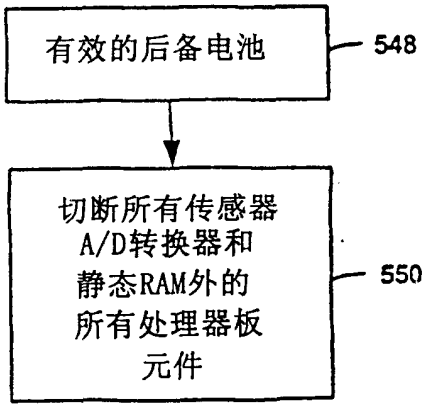

有效的后备电池
548
切断所有传感器
A/D转换器和
静态RAM外的
所有处理器板
元件
550

图 15