

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 27/416 (2006.01)

G08B 29/04 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580027264.5

[43] 公开日 2007年11月7日

[11] 公开号 CN 101069093A

[22] 申请日 2005.8.17

[21] 申请号 200580027264.5

[30] 优先权

[32] 2004.8.25 [33] US [31] 10/925,750

[86] 国际申请 PCT/US2005/029299 2005.8.17

[87] 国际公布 WO2006/023585 英 2006.3.2

[85] 进入国家阶段日期 2007.2.12

[71] 申请人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西

[72] 发明人 李·D·泰斯

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 钟强 谷惠敏

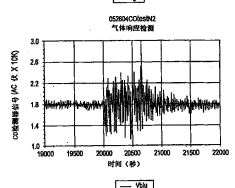
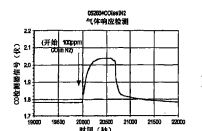
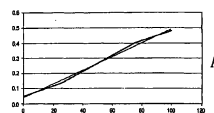
权利要求书 7 页 说明书 8 页 附图 4 页

## [54] 发明名称

自调整电化学传感器

## [57] 摘要

具有被补偿电化学传感器的气体检测器响应于该电化学传感器的输出中减少的随机噪声呈现出改变的灵敏度。可调整增益参数来改变灵敏度。可基于灵敏度来估计寿命。



1. 一种装置，包括：  
具有输出信号的电化学传感器；  
电路，其连接至所述输出信号并响应所述输出信号中的随机噪声，  
以调整与所述信号相关的信号处理参数。
2. 根据权利要求 1 所述的装置，其中所述电路包括响应所述随机噪声的增益调整电路。
3. 根据权利要求 2 所述的装置，其中所述增益调整电路包括可调整的放大器或可编程处理器中的至少一个。
4. 根据权利要求 3 所述的装置，包括将所述增益调整电路对其作出响应的当前随机噪声参数与预存储的参数进行比较的电路。
5. 根据权利要求 4 所述的装置，包括估算传感器寿命参数的电路。
6. 根据权利要求 3 所述的装置，包括噪声的温度补偿。
7. 根据权利要求 3 所述的装置，其中所述增益调整电路相对于随机噪声中的变化相反地改变增益参数。
8. 根据权利要求 3 所述的装置，其中所述增益调整电路相对于随机噪声中的变化相反地改变灵敏度参数。
9. 根据权利要求 6 所述的装置，其中所增益调整电路相对对于随机噪声中的变化相反地改变灵敏度参数。
10. 根据权利要求 9 所述的装置，包括传感器寿命估算电路。

11.根据权利要求 10 所述的装置，其中所述传感器寿命估算电路包括可执行指令。

12.根据权利要求 7 所述的装置，其中所述增益调整电路包括可执行指令。

13.根据权利要求 12 所述的装置，包括估算传感器寿命的附加指令。

14.根据权利要求 13 所述的装置，包括对输出信号的滤波。

15.一种气体检测器，包括：

第一软件，用于评估电信号的随机噪声电平；

第二软件，至少部分响应所述噪声电平以改变增益参数；以及

第三软件，用于估算剩余寿命参数。

16. 根据权利要求 15 所述的检测器，包括至少部分滤波所述电信号的软件。

17. 根据权利要求 15 所述的检测器，包括用于评估气体浓度的软件。

18. 根据权利要求 17 所述的检测器，包括部分用于滤波所述电信号的附加软件。

19. 根据权利要求 18 所述的检测器，包括用于所述软件的存储器，所述存储器连接到可编程处理器。

20. 根据权利要求 19 所述的检测器，包括电化学气体传感器。

21. 根据权利要求 20 所述的检测器，包括用于相对于检测的气体改变灵敏度参数的控制软件。

22. 根据权利要求 21 所述的检测器，包括估算传感器寿命的软件。

23. 根据权利要求 22 所述的检测器，包括至少部分用于滤波所述电信号的软件。

24. 一种方法，包括：

检测指示选取的状况的电信号；

检测所述电信号中的噪声；

将所述噪声和预存储的标记做比较，并且对所述噪声作出响应，以调整与选取的状况相关的灵敏度参数。

25. 根据权利要求 24 所述的方法，其中相对于所述比较的结果相反地调整所述灵敏度参数。

26. 根据权利要求 24 所述的方法，其中所述检测包括检测随机噪声。

27. 根据权利要求 24 所述的方法，包括响应检测的噪声估算信号源的寿命参数。

28. 根据权利要求 24 所述的方法，包括检测初始噪声参数并将其存储作为所述预存储标记。

29. 根据权利要求 28 所述的方法，包括使用所述灵敏度参数来进行寿命估算。

30. 根据权利要求 29 所述的方法，包括向远程位置发送指示剩余寿命的标记，以便于维护。

31. 一种调整产生输出信号的电化学气体传感器的灵敏度的方法，包括：

确定电化学气体传感器的第一灵敏度值；

测量所述气体传感器的输出信号中的电噪声电平；

确定表示所述气体传感器运行于所述第一灵敏度值的基准电噪声值；以及

至少部分地基于所测量的电噪声电平和所述基准电噪声电平，将灵敏度值从第一灵敏度值调整到不同的灵敏度值。

32. 根据权利要求 31 所述的方法，其中调整的灵敏度值用于确定表示应更换所述电化学传感器所剩余的时间的时间值。

33. 根据权利要求 32 所述的方法，其中将所述时间值与预定的更换阈值做比较，并且如果所述时间值小于所述更换阈值则给出故障指示。

34. 根据权利要求 32 所述的方法，包括确定剩余传感器寿命，以及将其与预定的更换阈值做比较，以确定是否应该更换传感器。

35. 根据权利要求 33 所述的方法，其中所述故障指示不同于警报指示。

36. 根据权利要求 31 所述的方法，其中所述调整包括对来自传感器的信号中随时间变化的电噪声取平均，以确定测量的电噪声电平。

37. 根据权利要求 31 所述的方法，其中所述调整不包括当存在所述传感器要对其进行检测的气体时的测量电噪声电平。

38. 根据权利要求 31 所述的方法，其中所述调整至少部分包括在传感器检测气体期间的测量电噪声电平。

39. 一种确定气体检测装置中的电化学传感器的功能性的方法，包括：

测量电化学气体传感器电路的输出信号中的电噪声电平；

设立预定的阈值；

将所述电噪声电平与所述预定的阈值做比较；

如果所述电噪声电平低于所述预定的阈值，则执行电化学传感器的电子功能性测试；以及

如果该电化学传感器的电子功能性测试不合格，则指示故障状况。

40. 根据权利要求 39 所述的方法，其中所述电子功能性测试包括将测试电流施加到传感器和在去除了测试电流后监控所述传感器的输出电流。

41. 根据权利要求 39 所述的方法，其中所述电子功能性测试包括将测试电流施加到电化学传感器和监控在施加测试电流期间传感器的输出。

42. 根据权利要求 39 所述的方法，其中所述电子功能性测试包括测量电化学传感器的阻抗和将该阻抗与预定的限制做比较。

43. 根据权利要求 39 所述的方法，其中所述故障指示不同于警报指示。

44. 一种气体检测装置，包括：

电化学传感器；

包括连接到所述电化学传感器的处理器的电路，该处理器从所述

电路接收表示来自所述电化学传感器的电信号中的噪声的信号和确定与所述电化学传感器相关的噪声值；

将所述噪声值与预定限定值做比较的电路；

电子测试电路，确定所述电化学传感器的功能性状况；以及

连接到所述处理器的输出电路，指示所述电化学传感器的功能性状况。

45. 根据权利要求 44 所述的气体检测装置，其中所述输出电路包括通信电路。

46. 根据权利要求 44 所述的气体检测装置，其中所述输出电路包括发光器件。

47. 根据权利要求 44 所述的气体检测装置，其中所述输出电路包括发声器件。

48. 一种调整产生输出信号的电化学传感器的灵敏度的方法，包括：

确定电化学传感器的灵敏度值，以将其输出信号与气体浓度关联，所述灵敏度值具有表示未退化传感器的第一灵敏度值；

测量在检测气体期间所述电化学气体传感器的输出信号中的电噪声电平；

确定表示所述电化学气体传感器运行于第一灵敏度值的基准电噪声电平；以及

至少部分地基于在检测气体期间所述电化学气体传感器的输出信号中的所述电噪声电平，将灵敏度值从第一灵敏度值调整到不同的灵敏度值。

49. 一种调整电化学气体检测装置中的灵敏度的方法，包括步骤：  
确定电化学传感器的灵敏度值，以将电输出信号与选取的气体浓

度关联，所述灵敏度值具有表示未退化传感器的第一灵敏度值；

测量在不存在选取的气体的情况下该电化学气体传感器的输出信号中的噪声电平；

测量在检测气体期间所述电化学气体传感器的输出信号中的电噪声电平；

确定表示所述电化学气体传感器运行于第一灵敏度值的基准电噪声电平；以及

至少部分地基于在检测选取的气体和不存在选取的气体的情况下所述电化学气体传感器的输出信号中的电噪声电平，将所述灵敏度值从第一灵敏度值调整到不同的灵敏度值。

50. 一种电化学气体检测器，包括：

具有输出的电化学气体传感器；

高通滤波器；

低通滤波器，两种滤波器的输入都连接到该传感器的输出；

连接到两种滤波器的控制电路，所述控制电路至少对被滤波的传感器输出作出响应，以确定估算的剩余寿命。

51. 根据权利要求 50 所述的气体检测器，其中所述控制电路包括响应来自其中一个滤波器的被检测的电噪声将灵敏度值从第一值调整到第二值的软件。

52. 根据权利要求 1 所述的装置，其中通过发光器件、发声器件或从这些器件发送来的信号中的至少一种，来表示在不存在选取的气体时超过预定阈值的随机噪声的增大。

---

## 自调整电化学传感器

### 技术领域

本发明涉及气体检测器。更具体地，本发明涉及具有寿命补偿电化学传感器的气体检测器。

### 背景技术

能够基于环境条件检测可能是危险的或爆炸性的各种气体的存在是期望的和/或非常重要的。这些气体包括一氧化碳、二氧化碳、丙烷、甲烷以及其他可能的爆炸性气体。

已知有许多传感器可以检测各种气体。这些传感器基于不同的技术，具有不同的功能特性和不同的成本特性。目前感兴趣的一项技术是电化学传感器。这类传感器质量可靠、价格便宜。

电化学传感器可被设计为对感兴趣的气体作出响应并且具有高的灵敏度。他们以各自的输出电流来对感兴趣的气体作出响应。但是，这样的传感器具有零输出电流失效模式且在不存在选定的气体时具有零输出电流。由于没有具体的失败指示器，因此必须设计外部电路来监控这些类型的传感器。

已知使用电激励将电流施加到这样的传感器、测量随时间变化的传感器信号和计算电容值。该电容值可指示传感器的性能已低于预定阈值，或指示传感器已从电路中除去。但是，它本身不指示相应电化学传感器的灵敏度。

另一种现有技术方法测量传感器输出信号中的电噪声。如果噪声电平降低到低于预定的固定阈值，则输出故障情况或指示。该方法基

于已知的特性，即随着气体浓度上升，传感器不仅输出表示气体浓度上升的信号，还示出增大的噪声。图 1A 是输出噪声相对于每百万单位气体浓度的曲线图，说明了这一特性。图 1B 示出电化学传感器对 100ppm CO 脉冲的示范性的响应。图 1C 示出响应暴露于 CO 而增大的噪声。但是，该方法没有教导保持灵敏度。它只提供了相对于固定阈值失效传感器的指示。

#### 附图说明

图 1A 是表示作为选定气体的百万分率的函数的传感器噪声的变化的曲线图；

图 1B 是表示传感器输出信号随着选定气体的存在而增大的曲线图；

图 1C 表示随着传感器响应增大的选定气体的浓度，高频噪声所发生的变化；

图 2 是表示作为传感器的电解液质量的函数的噪声的曲线图；

图 3 是本发明一示范性检测器的方框图；

图 4 是本发明一个方面的流程图；以及

图 5 是本发明另一个方面的流程图。

#### 具体实施方式

尽管本发明的实施例具有许多不同的形式，但附图中示出了具体实施例，并且在这里将根据这样的理解对其进行详细讲述，即本公开是本发明原理的一个示例，不应将本发明局限于所描述的具体实施例。

本发明公开的实施例通过监控电化学传感器随时间变化的灵敏度而克服了多个问题。存在至少四个有效分量能够用于确定传感器的情况。这些有效分量包括传感器输出信号中的噪声电平、信号随时间的漂移、传感器的内部电容和传感器的内部阻抗。

传感器的噪声电平将随着信号与周围气体浓度成比例增大而增

大。当传感器检测周围的气体时，可相对于电化学气体传感器的信号增大来关联噪声的增大。将无气体的噪声电平和有气体的噪声电平结合的函数可用于计算灵敏度调整因子，而该灵敏度调整因子作用于气体信号以确定周围气体的局部水平。

传感器中的电噪声可与电化学传感器的其他电信号结合起来确定电化学传感器的灵敏度。可预测传感器的剩余使用寿命。

电化学传感器的电信号呈现与被检测气体的水平相关的噪声，见图 1A 至图 1C。如果传感器电解液干化，则具有较少的电活性(electrical activity)来产生噪声，且噪声电平下降。图 2 示出不存在气体时电解液的质量与噪声电平之间的示例性的关系。但是，在呈现出图中的特性之前，在干化的最后阶段期间，噪声电平在下降前实际上是上升的。处理器中的算法可使用超过正常预期值的噪声增大来预测存在的错误情况。

参考图 3，体现本发明的气体检测器 10 包括电化学传感器 12，该电化学传感器 12 具有连接到一对运算放大器 14、16 的输出线 12a。放大器 14 提供来自传感器 12 的信号的缓冲存输出，且被设计为低通滤波器 and 电流-电压转换器，见图 1，它与传感器 12 的输出信号相关联。运算放大器 14 的输出端 14a 可被连接到可编程处理器 18 的传感器信号输入端口 18a。

运算放大器 16 被设计为具有附加增益的高通滤波器，并只响应来自运算放大器 14 的输出端 14a 的信号中的高频噪声。放大器 14 的低通特性和放大器 16 的高通特性结合起来构成了对于噪声的带通。信号通过线 16a 被连接到处理器 18 的噪声输入端口 18b。从而，处理器 18 通过线 14a 获得浓度信号，通过线 16a 获得相关的噪声信号。

本领域的普通技术人员可以理解，处理器 18 可以再通过输出端口

18c 连接到接口电路 20。电路 20 可包括用于无线配置的以虚拟表示的 rf 天线 22。可选择地，接口电路 20 可将信号传送至有线介质 24 和接收来自有线介质 24 的信号。因此检测器 10 可与外部警报系统通信，在例如授权给 Tice 等人的名称为“利用设备与设备通信的警报判决的多传感器系统”（Multiple Sensor System for Alarm Determination with Device-to-Device Communication）的美国专利 No.6320501 中描述了这种外部警报系统，该美国专利已受让给本申请的受让人，并在此处引入作为参考。可以理解的是，本发明不限于接口电路 20 的详细配置和介质的类型，如有线或无线。

处理器 18 根据预存储的控制软件 26 来运行，该控制软件可存储于例如可电擦除的只读存储器 EEPROM 26a 中。本领域的技术人员可以理解，检测器 10 可被包含于外壳 30 中和由外壳 30 所承载。

处理器 18 与控制软件 26 一起可响应端口 18a 的信号输入和端口 18b 的噪声输入来执行信号处理。下面将参考图 4 和图 5 来讨论示例性的处理。

为了获得噪声电平的有意义的测量，消除信号中的瞬变是很重要的。处理器 18 可以执行消除瞬变的信号处理。这种处理的一个示例性形式是选择两个时序信号值中较小的那个，并在适当的位置使用这个较小的值作为信号值。图 4 表示这种处理。还可使用其他的方法，例如取平均或选择多于两个的时序信号值中较小的值。

现在，处理器 18 可确定在线 14a 的信号中的噪声电平。可使用不同的方法。优选的方法是确定信号在扩展的一段时间内的信号最大值的均值（AvgMAX）和信号的最小值的均值（AvgMIN）。然后便确定了噪声电平（NL）： $NL = \text{AvgMAX} - \text{AvgMIN}$ 。

本领域的技术人员可以理解可以选择扩展的一段时间，以便跟踪

传感器信号中的漂移，而不显著改变 NL 度量。如果检测到气体，则信号将快速增大。但是，这会导致 NL 计算的误差。NL 计算将暂时停止，直到信号再次稳定在期望水平内。然后使用 NL 来确定传感器的灵敏度。

传感器一般会由于情况改变而随时间发生漂移。在一段长的时间内计算漂移范围 (DR)，以检测什么时候检测器偏离正常状态。正常的预期漂范围可存储于例如 EEPROM 26a 的存储器中，并可将漂移范围与预期范围作比较。偏离预期范围的变化可用来确定灵敏度。

传感器状况的另一种指示可通过测量电化学传感器 12 的电容来产生。这可以通过将电流传送到传感器 12 和测量一段时间的响应信号来实现。然后可计算电容值 (C) 并随后在确定灵敏度时使用该电容值。需要注意的是，C 本身不是电化学传感器的灵敏度的直接指示。它是被计入灵敏度计算和传感器寿命的函数的非直接指示。

NL、DR 和 C 的确定会受到环境条件例如温度的影响。因此，本领域技术人员可以理解，这些值可根据预定的关系进行补偿。湿度和时间的测量也可用于预测电解液干化，因此也被计入函数。

电化学传感器 12 的灵敏度可被确定为 NL、DR、C 和 TIME 的函数。制造商提供的灵敏度 (FS) 信息的附加可被用于计算灵敏度调整因子 (SA)，例如  $SA=f\{NL, DR, C, TIME, FS\}$ 。随着检测器性能的降低，SA 值将以非线性函数形式增大。

SA 可被应用于将传感器信号 (CSS) 补偿回到原始出厂标准。一种 TIME 关系可包括由于电极表面腐蚀而产生的正常预期的电化学传感器随时间的退化。这种退化可能在每年变化 5% 的范围内，并且通常由传感器 12 的制造商来确立。另一种 TIME 关系可以是常规 (routine) 的平均时间，使得瞬变情况进一步减少，并且这些 TIME 关系可以在对

于 NL 是短期的而对于 DR 是长期的这样的范围内。

随着 SA 值的增大，意味着剩余传感器使用寿命（SLT）在减少。如果 SLT 减少到低于基于 NL、DR、C 和 TIME 的动态阈值，于是产生故障指示从而更换传感器。同时，处理器 18 和控制程序 26 将继续尝试保持原始出厂标准。

如上所述，线 14a 上的信号将随着特定气体的出现而增大。基于如图 5 中所示作为 CSS、气体警报阈值和 TIME 的函数的预定例程，将产生警报。

根据以上的描述，图 5 示出了示例性方法 100 的步骤。在步骤 102，通过处理器 18 获得传感器 12 的输出。步在骤 104，如上所述，从去除瞬变信号。

瞬步骤 106，产生最大噪声信号的连续平均（running average）。瞬步骤 108，产生最小噪声值的连续平均。

如上所述，在步骤 110 中计算噪声电平 NL。步骤 112 中，产生平均 CO 信号。

在步骤 114 中产生一段预定时间的最大平均 CO 信号。瞬步骤 116，产生该段时间的平均 CO 信号值的最小值。

在步骤 118 产生漂移值。在步骤 120，可通过任何各种已知的方法来产生传感器 12 的电容。

在步骤 122，信号的灵敏度调整可被设立为噪声电平、漂移和电容的函数。在步骤 124，设立灵敏度调整。在步骤 126 产生补偿的传感器信号。

在步骤 128,可确定传感器剩余使用寿命为理想条件下的最大使用寿命和先前步骤 124 确定的灵敏度调整的函数。在步骤 130,如果传感器寿命小于预定值,则可以将故障指示通过接口电路 20 从处理器 18 传送到安装有检测器 10 的警报系统。最后,在步骤 132,如果基于补偿传感器信号和时间的函数超过气体警报阈值,则处理器 18 输出警报指示。

该方法也可监控电路到电化学传感器的连接。如果从电路中去除传感器,则 NL 将立即下降到电路噪声的电平。新测量的 NL 电平可导致重新计算将被应用到 SLT 预测的 SA,该 SLT 预测可能在从 N、DR、C 和 TIME 得到的函数值之下结束。这将产生故障指示,从而可以对传感器进行恢复操作。

本发明的一个动态方面是多个因素可被用于确定随时间的灵敏度调整。NL、DR 和 C 的这些值可根据预定函数在时间上进行不同的组合,以调整灵敏度和确定 SLT,因此当需要时,可执行传感器维护。NL、DR 或 C 的值的显著的变化可引起 SA 和 SLT 的立即重新计算。一段时间也可触发这种重新计算。

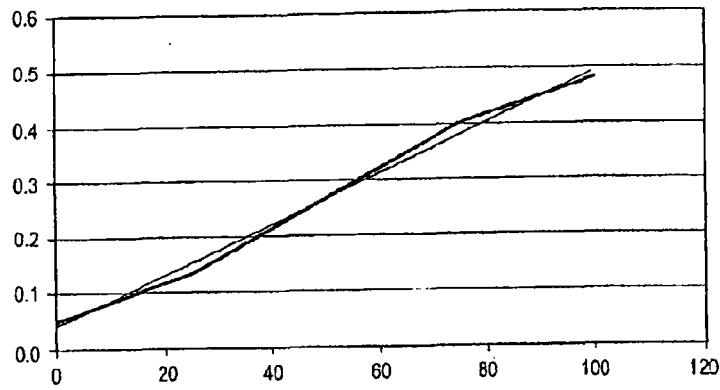
因为公式是动态的,所以不使用内部预定的 SLT 阈值。相反地,在处理例程接收到传感器值以后,按要求计算新的 SLT 阈值。从而得到可根据传感器当前情况来进行自我调整的更加鲁棒的检测器。

警报和故障的产生分别使得连接有诸如检测器 10 的检测器的系统对于检测器情况做出适当响应。输出指示可以以检测器 10 发出的通信消息、不同的无线模式、或不同的音频模式传送。

从上面可看到,可实现许多变化和修改,而不背离本发明的精神和范围。可以理解的是,无意或不能得出将本发明限制于这里示出的

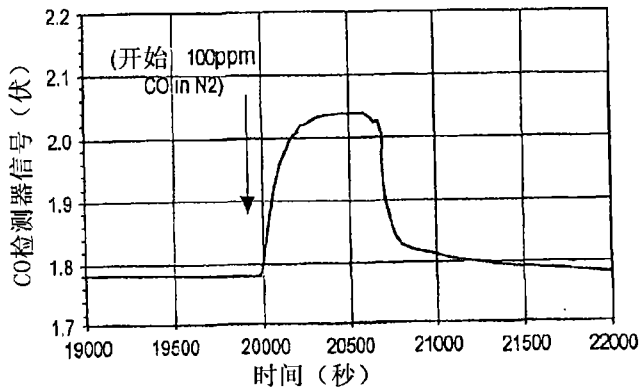
---

具体装置。当然地，所附权利要求覆盖所有落入权利要求范围内的修改。



052604COtesin2  
气体响应检测

图1A



— vgrn

图1B

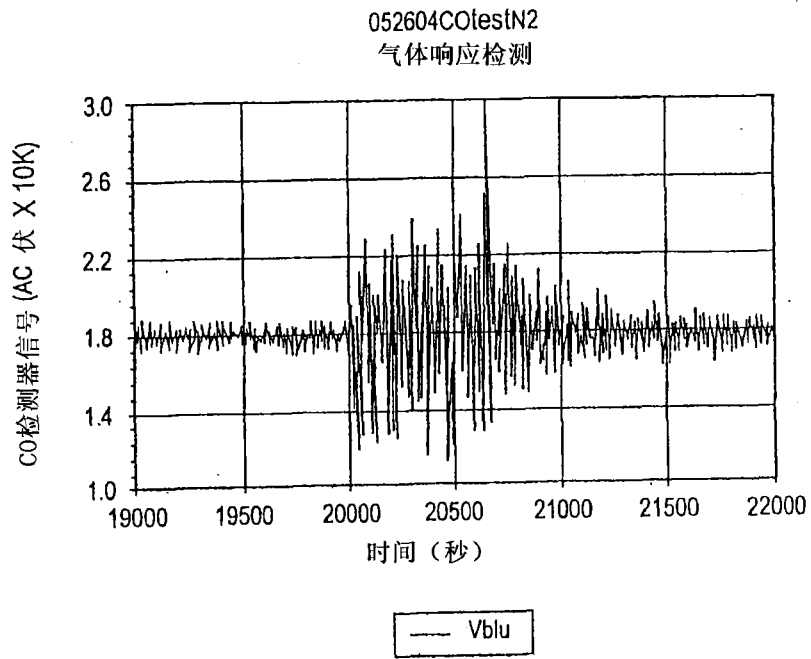


图1C

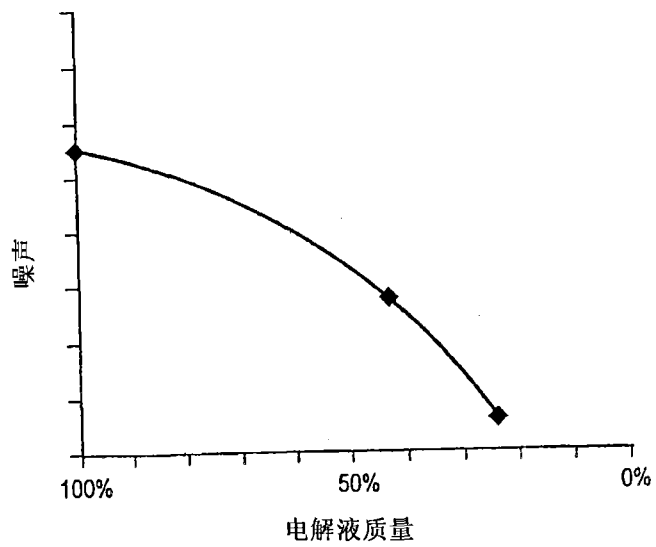


图2

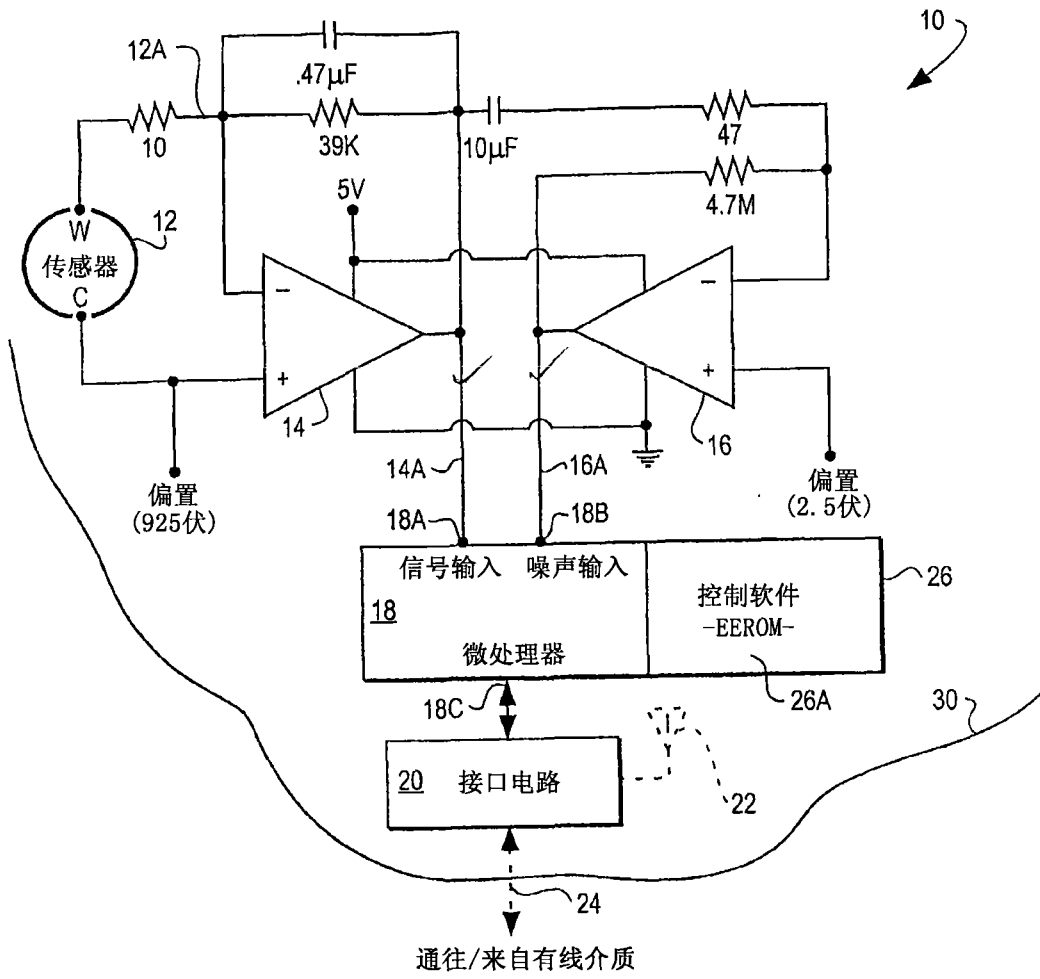


图3

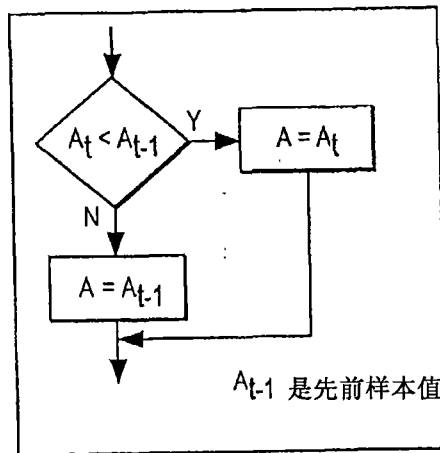


图4

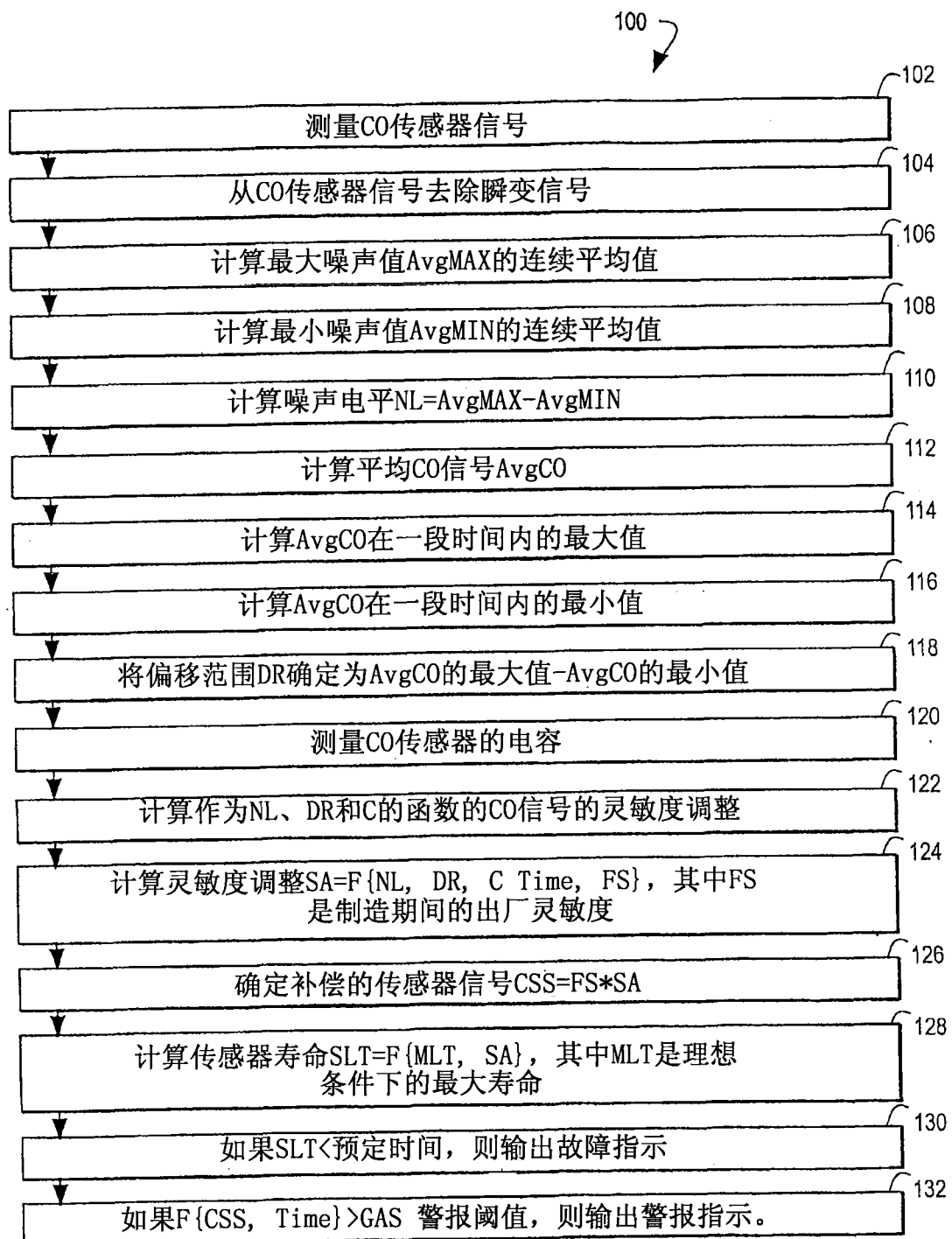


图5