



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98117736.0

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1171086C

[22] 申请日 1998.9.2 [21] 申请号 98117736.0

[30] 优先权

[32] 1997. 9. 3 [33] JP [31] 256046/1997

[71] 专利权人 费加罗技研株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 盐入明 宇高利浩

审查员 王丽华

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

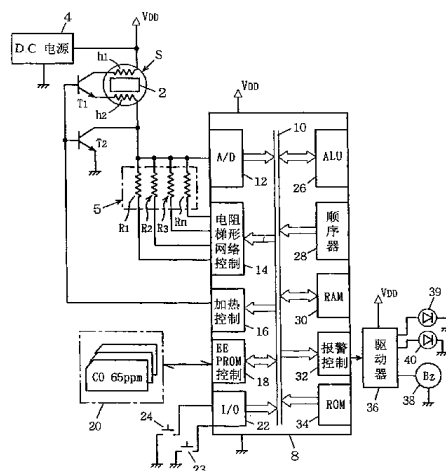
代理人 谷惠敏

权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 12 页

[54] 发明名称 气体检测装置及其调整方法

[57] 摘要

把金属氧化物半导体气体传感器 S 连接到电阻梯形网络 R 上，输出电压根据 $\ln R = 2 - 4VR1/Vc + \ln R1$ ，在温度变化的波形上的多个点上，进行对数变换。其中，R 表示 MOS 的电阻值，VR1 表示加至电阻梯形网络上的输出电压，Vc 表示检测电压，R1 表示电阻梯形网络的电阻值，Ln 表示自然对数。把在多个浓度且在波形的多个点上，由 MOS 的电阻值的对数构成的基准信号存储到 EEPROM 中，对这些基准信号和所得到的对数进行比较，来检测气体。



- 5 1. 一种气体检测装置，通过使金属氧化物半导体气体传感器经
受温度变化来检测气体，所述气体传感器的电阻随着气体浓度的变化
而变化，所述气体检测装置包括：
- 非易失性存储器，用于存储基准信号，所述基准信号是在随温度
变化的气体传感器的温度波形的多个点上的上述金属氧化物半导体的
电阻值的对数的组合；
- 10 电阻梯形网络，作为负载电阻与所述气体传感器串联，电阻梯形
网络的电阻值和金属氧化物半导体的电阻值之比，在上述多个点上保
持在规定的范围内；
- 电源，用于把检测电压加至上述电阻梯形网络和金属氧化物半导
体；
- 15 采样装置，用于在上述多个点的各个点上对与上述电阻梯形网络
的输出电压成线性的输出进行采样，得到与上述金属氧化物半导体的
电阻值的对数成线性的测定数据；
- 用于使在上述多个点上的测定数据的组合与上述基准信号进行比
较，以检测气体的气体检测装置。
- 20 2. 权利要求 1 所述的气体检测装置，其特征是：
在上述采样装置中，根据下式，把上述输出变换成上述测定数据：
$$\text{LnR} = 2 - 4\text{VR1} / \text{Vc} + \text{LnR1}$$

其中，R 表示金属氧化物半导体的电阻值，VR1 表示加至电阻梯
形网络上的输出电压，Vc 表示检测电压，R1 表示电阻梯形网络的电
25 阻值，Ln 表示自然对数。
- 30 3. 权利要求 2 所述的气体检测装置，其特征是：把上述电阻梯
形网络构成为使上述金属氧化物半导体与电阻梯形网络的电阻值之
比，在上述多个点上，保持于 $2 \sim 1/2$ 的范围内。
4. 权利要求 1 所述的气体检测装置，其特征是：对上述多个点
之内的至少 1 点，用其前一时间点的上述输出切换电阻梯形网络的电
阻值。
- 35 5. 权利要求 1 所述的气体检测装置，其特征是：

在上述采样装置中，根据下式，把上述输出变换成上述测定数据：

$$\text{LnR} = 2X + 2X^3/3 + \text{LnR1}$$

$$X = 1 - 2\text{VR1} / \text{Vc}$$

5 其中，R表示金属氧化物半导体的电阻值，VR1表示加至电阻梯形网络上的输出电压，Vc表示检测电压，R1表示电阻梯形网络的电阻值，Ln表示自然对数。

6. 权利要求5所述的气体检测装置，其特征是：把上述电阻梯形网络构成为使上述金属氧化物半导体与电阻梯形网络的电阻值之比，在上述多个点上，保持于 $4 \sim 1/4$ 的范围内。

7. 权利要求1所述的气体检测装置，其特征是：

上述非易失性存储器是EEPROM，把至少在3种气体浓度下的基准信号存储于EEPROM中，

15 设有易失性存储器，把已存储在上述EEPROM中的基准信号中的2种低浓度的基准信号，从EEPROM中读入上述易失性存储器中，而且，在上述气体检测装置中，将测定数据和已存储在易失性存储器中的基准信号进行比较，并且变更存储在易失性存储器中的基准信号。

20 8. 一种气体检测装置，通过使金属氧化物半导体气体传感器经受温度变化来检测气体，所述气体传感器的电阻随着气体浓度的变化而变化，所述气体检测装置包括：

25 非易失性存储器，用于存储在多种气体浓度中在温度变化过程中在多个点上的由上述金属氧化物半导体的电阻值的对数的富利叶变换分量构成的基准信号；

电阻梯形网络，作为上述气体传感器的负载电阻与气体传感器串联，使其电阻值和金属氧化物半导体的电阻值之比保持在规定的范围内；

30 电源，用于把检测电压加至上述电阻梯形网络和金属氧化物半导体；

采样装置，用于在多个点上对与加至上述电阻梯形网络的输出电压成线性的输出进行采样，并将输出变换成与上述金属氧化物半导体的电阻值的对数成线性的测定数据；

35 气体检测装置，用于将上述测定数据变换成富利叶变换分量，与上述基准信号进行比较，以检测气体。

5 9. 一种如权利要求 1 所述的气体检测装置的调整方法，所述气体检测装置通过使金属氧化物半导体气体传感器经受温度变化来检测气体，所述气体传感器的电阻随着气体浓度的变化而变化，上述气体检测装置的调整方法的特征在于：

使金属氧化物半导体气体传感器在规定的气体浓度中经受温度变化；

10 获得在温度变化过程中在多个点上的传感器电阻或在多个点上的传感器电阻的对数，其中在温度改变过程中电阻的改变被称作“电阻值的波形”；

组合在多个点上传感器电阻的对数以生成基准信号；并且将基准信号存储在非易失性存储器中。

15 10. 权利要求 9 所述的气体检测装置的调整方法，其特征是：上述非易失性存储器是 EEPROM。

气体检测装置及其调整方法

5 本发明涉及使用金属氧化物半导体气体传感器的气体检测，特别涉及使气体传感器发生温度变化来检测煤气的技术。

10 作为应用了温度变化的金属氧化物半导体气体传感器，有 SnO_2 系的 CO 传感器 TGS203（TGS203 是费加罗技研的商品名称）。该气体传感器以 150 秒为周期进行动作，把最初的 60 秒分配给高温区，把接下来的 90 秒分配给低温区，高温区的最终温度为 300°C ，低温区的最终温度为 80°C ，并用低温区结束时的金属氧化物半导体的电阻值，来检测 CO。传感器的电阻值与 CO 浓度大体上成反比，氢和 CO 之间的相对灵敏度为 1: 10，例如，氢 1000ppm 和 CO 100ppm 是等价的。
15 此外，电阻值的初始分布，在 CO 100ppm 中为 $1\sim 10\text{K}\Omega$ 。

20 本发明人使应用了 TGS203 的 CO 检测装置高精度化，并对用相同的传感器使检测精度提高两倍以上的问题进行了研究。所研究的问题是传感器特性的漂移，TGS203 从使用开始在约 2 个月左右电阻值最大增加 2 倍，其后，在数年间电阻值将下降到初始值的最大约 $1/2$ 。由于 TGS203 的电阻值大体上反比于 CO 浓度，故这些漂移意味着 CO 的检测值将在现实值的 2 倍 $\sim 1/2$ 的范围内变动。本发明人对使检测误差减少到真值的 $\pm 20\%$ 左右的课题进行了研究。

25 如后所示，本发明人发现，对漂移的补偿，用高温区的初始信号补偿低温区的信号是有效的。此外，本发明人还发现，TGS203 的电阻值的温度依赖性中存在着分散，为了除去由此产生的误差，有必要存储多个浓度下的基准信号。

30 因此，在气体检测中，有必要对多个浓度存储用多个点表示的基准信号，这与把可变电阻作为负载电阻，用可变电阻的值存储基准信号的现行的 CO 检测装置的作法是不相容的。

35 在这里，示出有关的先导技术。使气体传感器的温度变化，并把其电阻值的举动看做温度波形，对它进行富利叶变换来检测气体这一

方法，是吉川等人提出来的（Analytical Chemistry ,Vol. 68 , No.13 , 2067-2072, 1996）。此外，把 EEPROM 用作气体检测装置中的非易失性存储器是众所周知的。此外，倘把负载电阻串接到金属氧化物半导体气体传感器上，则加至负载电阻的输出电压与金属氧化物半导体的电阻值的对数成线性关系这一结果，是冲野发表的（日本特许 2,578,624）。另外，冲野还提出了对负载电阻的值进行切换，使负载电阻和金属氧化物半导体的电阻值之比保持在适当的范围内的想法。在使气体传感器的高温区的信号和低温区的信号进行组合方面，有许多的研究（例如，美国专利 4,896,143，和 4,399,684）。

10

本发明的课题是，对应用了气体传感器的温度变化的气体检测装置，提供适合于其高精度化的构造及调整方法。其它的课题，根据发明的作用和效果的叙述，将更加明确。

15

在本发明中，其电阻值随气体而改变的金属氧化物半导体气体传感器经受温度变化，利用温度波形的多个点的信号检测诸如一氧化碳、乙醇和氨之类的气体。在这里，把传感器信号对 1 个周期的温度变化的波形叫做温度波形。此外，在多点指的是从温度开始变化起不同时刻的多个点。气体传感器的种类不限于 SnO_2 系，也可以是 In_2O_3 或者 WO_3 系，检测对象也不限于 CO，可以是氨或乙醇，甲醛等的各种气体。此外，通过改变加到气体传感器的加热器上的功率来进行温度变化，把该功率图形叫做加热器波形，可以用方波，正弦波或斜波等的各种加热器波形。

20

25

在本发明中，设有：

（1）把与金属氧化物半导体的电阻值的对数成线性的基准信号，作为温度波形上的多点的组合而存储起来的非易失性存储器；

（2）一种作为气体传感器的负载电阻而连接上的电阻梯形网络，使其电阻值和金属氧化物半导体的电阻值之比在多个点上保持在规定的范围内；

30

（3）用于把检测电压加至电阻梯形网络和金属氧化物半导体的电源；

（4）用于从与加至电阻梯形网络的输出电压成线性的输出，在多个点的各个点上，得到与金属氧化物半导体的电阻值的对数成线性的测定数据的采样装置；

35

（5）用于使在多个点上的测定数据的组合与基准信号进行比较，

以检测气体的气体检测装置。在这里，在多个点上的信号的组合中，含有在多个点上的信号的线性结合，例如，用 $i = 1 \sim n$ 表示多个点，设与在多个点上的电阻值的对数成线性的信号为 $S_1 \sim S_n$ ，设系数为 $a_1 \sim a_n$ ，则线性结合可由 $\sum a_i \cdot S_i$ 给出。另外，最好相对于多种气体浓度的各浓度来存储基准信号。

在非易失性存储器中，用的是 EEPROM，或在微型计算机内置或外加的 RAM 中已连接上后备电池的器件。此外，所谓线性，指的是信号 A 和信号 B 可以互相用 1 次函数来表现的关系，例如传感器电阻（金属氧化物半导体的电阻值）与其对数虽然不是线性关系，但传感器电阻的对数和加至电阻梯形网络上的输出电压的关系在狭窄的范围内是线性的。如后述那样，数据处理的大部分都可用基准信号与测定数据之差来表示，即便是给测定数据或基准信号加上恒定数值也没什么影响，只要求出与电阻值的对数成线性的量，而不需要求出电阻值的对数。

金属氧化物半导体的电阻值的对数和加至电阻梯形网络上的输出电压，两者的电阻值的比在 $1/2 \sim 2$ 左右的范围内是线性的。电阻值向对数的变换，在此范围内可按式（1）进行。

$$\ln R = 2 - 4VR_1 / V_c + \ln R_1 \quad (1)$$

但是，在这里，R 代表金属氧化物半导体的电阻值，VR₁ 代表加至电阻梯形网络上的输出电压，V_c 代表检测电压，R₁ 代表电阻梯形网络的电阻值，Ln 表示自然对数。

在用式（1）进行的变换中，由于将增加电阻梯形网络中所需要的电阻的个数，所以在变换范围宽到用 R / R_1 表示为例如 $4 \sim 1/4$ 的情况下，就用式（2），（3）进行非线性变换。

$$\ln R = 2X + 2/3 \times X^3 + \ln R_1 \quad (2)$$

$$X = 1 - 2VR_1 / V_c \quad (3)$$

如后文所述，随着温度的变化，金属氧化物半导体的电阻将变化，为了使对数变化成功，就必须正确地保持电阻梯形网络的值和金属氧

化物半导体的电阻值之比。为此，例如，在一个温度周期内通常不产生气体浓度的变动，而是可以利用在前次温度周期的各个时间点的金属氧化物半导体的电阻值，来决定下次的温度周期的各个时间点的电阻梯形网络的电阻值。但是，如用这种方法，则在气体检测装置的调整或检查时，不可能急剧地改变气体浓度。于是，理想的是对多个点之内的至少 1 点，用与在其前 1 时间点的加至电阻梯形网络上的输出电压成线性的输出，来切换电阻梯形网络的电阻值。在这里，之所以定为至少 1 点，是因为在应用例如在 2 点上的信号的情况下，2 点之间的时差很小的情况下，可以由前一点的电阻值预测下一点的电阻值的缘故。但是，用该方法的话，在电阻梯形网络的控制中将产生界限，更为理想的是，对于多点的各个点由其前一时间点的输出，切换电阻梯形网络的电阻值。

作为非易失性存储器，理想的是不要后备电池的 EEPROM，但若用 EEPROM 的话，在存取次数上，从可靠性上说存在着限制。此外，在气体检测装置中所用的 RAM 中，在许多情况下存在着容量的限制。如果把检测范围用气体浓度的变化幅度定为约 10 倍左右，则要想抑制气体浓度依赖性的分散的影响，就必须例如 3 种浓度上的基准信号，并把它存储在 EEPROM 中去。在 RAM 等的易失性存储器中，通常存储在 EEPROM 中所存储的基准信号中的低浓度一侧的 2 种浓度的基准信号。当气体浓度超过了这 2 种浓度时，就从 EEPROM 中读入更高浓度上的基准信号，当气体浓度下降时则，把低浓度一侧的 2 种浓度存储于易失性存储器中。这样一来，就可以减少对 EEPROM 的存取次数，就可以防止出故障。

25

此外，本发明的特征是，设有下述部分：

(1) 用多个气体浓度存储由金属氧化物半导体的电阻值的对数的富利叶变换分量构成的基准信号的非易失性存储器；

(2) 一种作为气体传感器的负载电阻而连接上的电阻梯形网络，使其电阻值和金属氧化物半导体的电阻值之比，保持在规定的范围内，最好保持在通常规定的范围；

(3) 用于把检测电压加至前述电阻梯形网络和金属氧化物半导体之间的串联片上的电源；

(4) 用于把线性的输出变换成加至电阻梯形网络的输出电压，在波形上的多个点上，得到与金属氧化物半导体的电阻值的对数成线性的测定数据的采样装置；以及

35

(5) 用于使在前述多个点上的测定数据与移进行了富利叶变换后的基准信号进行比较，以检测气体的气体检测装置。

5 即，富利叶变换信号示出了气体传感器的温度波形的特征，是原封不动地用传感器电阻的对数进行处理，还是把传感器电阻的对数进行富利叶变换后再进行处理，实质上是一样的。于是，在关于原封不动地用传感器电阻的对数进行处理的情况下的本说明书中的叙述，也适合于应用富利叶变换的情况。

10 本发明是一种边使电阻值因气体而变化的金属氧化物半导体气体传感器的温度变化，边对气体进行检测的装置的调整方法，其特征是：

a: 设有非易失性存储器，用于把与金属氧化物半导体的电阻值的对数成线性的基准信号，以多种气体浓度，且作为随着温度变化而变化的气体传感器的电阻值的波形上的多点的组合而存储起来，

15 b: 把气体传感器暴露于规定浓度的气体中并使温度变化，在多个点上，求出与金属氧化物半导体的电阻值的对数成线性的信号，产生上述的基准信号，并作为基准信号存储到上述非易失性存储器中。

最好 c: 对于多个气体浓度反复进行工序 b。

20 下边，对第 1 方面的发明进行说明。为使气体检测装置高精度化，就必须采用在多点上的且在多个气体浓度的基准信号。而且，这些使信号存储到非易失性存储器中。如在实施例中所示，在基准信号中，比起金属氧化物半导体的电阻值来其对数更易于处理。即，若原样不变地应用金属氧化物半导体的电阻值，则在用信号的组合进行补偿时的运算将会变得复杂，用小规模的微型计算机将不能进行处理。于是，
25 在本发明中，不用传感器的电阻值，而用与其对数成线性的信号。

30 由于传感器电阻将随着温度变化而变大，故必须使电阻值能够在宽的范围而且能够简单地变换成对数。与传感器电阻的变换范围广这一情况对应，采用电阻梯形网络并在必要的点上使其电阻值和金属氧化物半导体的电阻值之比保持于规定的范围内。其中作为必要的点，例如有应用了基准信号的温度波形上的点。当电阻梯形网络的电阻值和金属氧化物半导体的电阻值在规定的范围内时，加至电阻梯形网络上的电压或者与之成线性的信号，与传感器电阻的对数有线性的关系。于是，如果把电阻梯形网络连接到金属氧化物半导体上，使负载电阻的值保持于固定的范围内，且采用加到负载电阻上的输出电压
35

等的话，则在用小规模的微型计算机可以处理的范围内，就可以得到与传感器的电阻的对数成线性的测定数据。如果经这样处理能得到测定数据，则使之与基准信号比较，检测出气体。

- 5 若将传感器电阻的对数对加至负载上的输出电压进行级数展开，则在考虑到 1 次项为止将变成如式（1）所示。

$$\text{Ln}R = 2 - 4VR1 / Vc + \text{Ln}R1 \quad (1)$$

- 10 由此可以看出，传感器电阻的对数与输出电压 VR1 为线性关系，且在线性变换的范围内可以得到传感器电阻的对数。

15 在用式（1）进行的对数变换中，变换的范围窄，传感器电阻 R 和负载电阻的电阻值 R1 之比受限于 $2 \sim 1/2$ 的范围内。而且，在该范围内，变换误差为 $\pm 2\%$ 以下。要使变换的范围更宽的话，就要把传感器电阻的对数展开到 3 次项为止。用式（2）和（3）进行对数变换。这样一来，R / R1 的值在 $4 \sim 1/4$ 的范围内，变换误差将变为小于 4%。

20 为了得到传感器电阻的对数，就有必要正确地保持电阻梯形网络的电阻值。于是，对于用求得测定数据的多个点之内的至少一点，由其前一时间点的输出，切换电阻梯形网络的电阻值。这样的话，即便是在气体检测装置的调整或检查时急剧地改变气体浓度的时候，也可以正确地保持负载电阻的值（电阻梯形网络的电阻值）。

25 非易失性存储器理想的是不要后备电池的 EEPROM，作为基准信号理想的是至少存储 3 种浓度下的信号。由于在气体检测装置中所用的微型计算机通常 RAM 的容量都不富裕，故通常都从 EEPROM 中把低浓度的 2 种浓度的基准信号存储在 RAM 中，当气体浓度超过基准信号的浓度时，再把更高浓度的基准信号从 EEPROM 中存储到 RAM
30 中。而当气体浓度降低时，则再次把低浓度的基准信号存储到 RAM 中去。向 EEPROM 进行的存取次数是有限制的，例如把 10 万次左右的存取定为保持可靠性的上限。温度变化的 1 个周期，例如定为 1 分，若每次都对 EEPROM 进行存取，则在大约 70 天的期间内 EEPROM 将失去可靠性。但是，在正常情况下，气体浓度很少超过低浓度一侧
35 的 2 种浓度，对 EEPROM 的存取，仅限定于气体浓度超过浓度一侧的 2 种浓度的情况和当复位气体检测器的情况。这种情况并不经常发

生，在 10 万次的存取限制以内，可以保持 EEPROM 的可靠性。

5 用温度波形上的多点来检测气体，与用例如富利叶变换求出温度波形的特性函数来检测气体是同等的。所以，直接用传感器电阻的对数来检测气体，可以置换为对传感器电阻的对数进行富利叶变换后来检测气体。在这种情况下，作为富利叶变换，例如用频率与传感器的温度变化相等的基波成分的正弦成分和余弦成分或者其高次谐波成分等，不需要用从 0 次到无限大次的富利叶变换分量的所有成分，在极端的
10 的情况下，仅仅用 1 个成分即可，正弦成分和余弦成分作为别的成分，理想的是用 2 成分~6 成分。

其次，为对这样的检测装置进行调整，就必须把基准信号存储于非易失性存储器中。于是，在调整时，把非易失性存储器置于可写入的状态下，边使气体传感器进行温度变化，边在规定的浓度，把规定的
15 的时刻的信号或者这些信号的线性和等写入非易失性存储器中去。然后，最好改变气体浓度反复进行该处置，把必要的数值的气体浓度下的基准信号记录到非易失性存储器中去。此外，还可以把已完成的气体检测装置收容到调整槽中后进行该处理，或者仅把传感器置于调整槽中，用个人计算机等处理其信号后再写入非易失性存储器中去。这样
20 这样一来，由于在应用个人计算机等的情况下，其处理能力没有限制，所以在把传感器电阻原封不变地进行 AD 转换，并对之进行对数变换后用作基准信号也可。

在本发明中，可以容易地把补偿气体传感器的信号所必须的信号，记录到非易失性存储器中去。此外，基准信号不是在可变电阻的调整中进行，而是可以在向非易失性存储器中的存储中得到，所以，不需要在每次调整时操作可变电阻，此外，若对多个气体浓度存储基准信号，则因气体浓度依赖性的分散所引起误差将变小。另外，由于用加至电阻梯形网络的输出进行对数变换，故即便是小规模微型计
25 算机也可以容易地得到与传感器电阻的对数成线性的测定数据。
30

附图的简单说明

图 1 是实施例的气体检测装置的框图。

图 2 是示出了实施例的气体检测装置中的 RAM 的构成图。

35 图 3 是示出了实施例的气体检测装置中的 EEPROM 的构成图。

图 4 是示出了在本实施例中所用的气体传感器的电阻值的波形的

特性图。

图 5 是示出了在本实施中所用的气体传感器的高温区初始电阻值波形的特性图。

图 6 是示出了在实施例的气体检测装置中的采样算法的流程图。

5

图 7 是示出了在实施例的气体检测装置中的采样算法的流程图。

图 8 是示出了在本实施例中所用的由气体传感器的漂移所产生的特性的推移的特性图。

图 9 是示出了用在本实施例中所用的气体传感器进行的氢检测的特性图。

10

图 10 是示出了本实施例中的 CO 浓度的计算机构的特性图。

图 11 是示出了本实施例中的共存氢的检测机构的特性图。

图 12 是示出了实施例的气体检测装置中的主程序的流程图。

图 13 是示出了实施例的气体检测装置中的对共存氢进行的补偿的流程图。

15

图 14 是变形例的气体检测装置的框图。

实施例

图 1~图 14 示出了实施例及其变形。在示于图 1 的实施例的构成中，S 是金属氧化物半导体气体传感器，在这里，用的是 TGS203，
20 是把一对加热器 h1 和 h2 配置到 SnO₂ 系的金属氧化物半导体 2 的两端的传感器。传感器的种类和构造是任意的。4 是直流 5V 等的直流电源，用其输出 VDD 驱动气体检测装置。为了同时驱动气体传感器 S 的一对加热器 h1 和 h2，用晶体管 T1 和 T2，并使其同时导通/截止。这样一来，当晶体管 T1、T2 同时导通时，电流就流向加热器 h1、h2，
25 采用使晶体管 T1、T2 的导通的占空比变化的办法，使金属氧化物半导体 2 的温度周期性地变化。在这里，根据 TGS203 的动作条件，把高温区定为 60 秒钟，把低温区定为 90 秒钟，加热功率的波形是在高温区和低温区这两个阶段变化的方波状，高温区的最终温度为 300℃，低温区的最终温度为 80℃。此外，在本实施例中，作为时刻的显示，
30 把低温区的结束之前当做第 0 秒，把第 0~第 60 秒当做高温区，把第 90~第 150 秒（第 150 秒与第 0 秒相等）当做低温区。

把电阻梯形网络 5 连接到金属氧化物半导体 2 上，R1~Rn 是各个电阻。在这里，假定各个电阻 R1~Rn 每个变换 4 倍，例如用 0.5 KΩ，
35 2 KΩ，8 KΩ，32 KΩ，128 KΩ，512 KΩ这 6 个电阻。固定电阻的精度，易于得到±2%左右的精度，基于电阻值的切换的 AD 转换误差为

约±2%。这样一来，当晶体管 T1、T2 变为截止时，电源输出 VDD（以下，叫做检测电压 Vc）通过金属氧化物半导体 2 流向电阻梯形网络 5，对加至电阻梯形网络 5 上的输出电压进行 AD 转换后进行处理。

5 8 是微型计算机，在这里假定是 4 位的单片微计算机，10 是其总线，12 是例如 8 位的 AD 转换器，14 是电阻梯形网络控制部分，仅使电阻 R1~Rn 中的一个接地，已接地的电阻用作负载电阻。接着，如上述那样，用 AD 转换器 12 对加至电阻梯形网络上的输出电压施行 AD 转换。此外，当然也可以把加至电阻梯形网络 5 上的输出电压进行分压后再进行 AD 转换。另外，即便不是对电阻梯形网络 5 的电压而是对传感器 S 的电压进行 AD 转换也是一样的。16 是加热器控制部分，控制晶体管 T1、T2 的导通/截止，使之产生由 60 秒的高温区和 90 秒的低温区构成的温度周期。18 是 EEPROM 控制部分，20 是 EEPROM。

15 图 3 示出了 EEPROM 20 的构成。在这里，例如以 CO 为检测对象，把检测范围定为 CO50~600ppm 的约 10 倍的范围。作为基准信号，采用 CO65ppm，200ppm，400ppm 这 3 点，作为基准信号采用第 0 秒的传感器电阻的对数 LnR0，第 6 秒的传感器电阻的对数 LnR6，第 69 秒（低温区的初始）的传感器电阻的对数 LnR69。Ln 表示自然对数，R0 等的附标表示 0 秒基准的定时。在 CO 200ppm 或 400ppm 处也经同样处理后，以传感器电阻的对数的形式存储第 0 秒，第 6 秒和第 69 秒这 3 个基准信号。41~43 表示多张卡片。对应于一个浓度的一组基准信号存在一组基准信号存在一张卡上。除此之外，在卡 44 上记录 CO 检测装置的使用履历。即，作为使用时间存储总计使用时间和有关过去的 CO 的报警的记录。总计使用时间是 CO 检测装置的电源接通时间的累积值，例如时间的单位定为 1 天，在卡 44 中存储累计使用时间。作为报警的记录在后边要讲的蜂鸣器每一次报警是就存储其日期。作为日期存储总计使用时间和在相同基准下的日期。这样，就可弄清楚蜂鸣器报警的日期。

30 22 是输入输出，调整开关 23 和复位开关 24 已连接好，当使调整开关 23 变成接通时，EEPROM 控制部分 18，是使得可以向 EEPROM 20 中写入，且仅在 CO 检测装置的调整时才使用的开关。复位开关 24 是用来使蜂鸣器 38 停止警报的开关。

35 在微型计算机 8 中有 4 位的算术逻辑运算单元 26，存在有用来

以 150 秒周期使 CO 检测装置动作的顺序控制部分 28，顺序控制部分 28 内装有定时器。30 是 RAM，用作易失性存储器，其构成示于图 2。在 RAM30 中，已存储有 LnR0、LnR6、LnR69 这 3 个测定数据，和对于它们的在 2 种浓度下的基准信号。基准信号通常使用低浓度的 65ppm 和 200ppm，当气体浓度超过了 200ppm 时就用 400ppm 的基准信号置换 65ppm 的基准信号。而当气体浓度下降到 200ppm 以下时，就用 65ppm 的基准信号置换 400ppm 的基准信号。气体的检测范围是 50~600ppm，50~65ppm 的范围接近基准信号 65ppm。另外，400~600ppm 的范围对于基准信号的 400ppm，是 1.5 倍的范围，可以用 400ppm 的基准信号来正确地求气体浓度。对于其他范围，当产生 CO 时，能够利用对应于在实际 CO 浓度的两侧的浓度基准信号，在两个基准信号之间进行内插而确定气体浓度

除此之外，在 RAM30 中还记录所求得的 CO 浓度，由 CO 浓度经换算后的 COHb（血液中的 CO 血红蛋白浓度），以及其它辅助信号（例如，用来构成以 1 天为单位的定时器的时刻数据）等。

回到图 1，32 是报警控制部分，通过驱动电路 36 使 LED39、40 动作，血液中的 CO 血红蛋白浓度在例如 5%以上时就使蜂鸣器 38 发出蜂鸣。当使蜂鸣器 38 蜂鸣后，EEPROM 控制部分 18 就向卡 44 中写入报警的日期。34 是程序存储器，除此之外，还记录有温度补偿用的各种的常数等数据。这些数据，即便是更换了传感器也是共同的固定数据。对于每一传感器的数据，全都已记录在 EEPROM 20 中。

在图 4 中示出了 10 个传感器的平均的温度波形。如用小白圈○表示在实施例中所用的采样点，则在 CO100ppm 的波形上，在第 150 秒，第 6 秒和第 69 秒进行采样。传感器的电阻值在 CO30ppm~300ppm 的范围内约变化 10 倍，此外，在第 0 秒和第 69 秒时，电阻值约差 10 倍。除此之外，倘加上传感器电阻的不一致性和周围温湿度的变动等，则 AD 转换的范围，用电阻表示，将变成 0.5~500KΩ。于是，在该范围内，使电阻 R1~Rn 从 0.5~500KΩ每次 4 倍分 6 个阶段变化，以使得可以进行 AD 转换，在各个采样时刻之前，监视加至电阻梯形网络上的输出电压 VR1，并根据其值来切换负载电阻。VR1 的 AD 转换本身可以在 1 秒之内进行，只要根据其时的值即可决定在各个采样点上用多大电阻。

图 5 示出了对另外 10 个传感器的高温区的初始温度波形的扩大图。表示以下 3 种氛围时，即在 0℃下相对湿度为 96%，在 20℃下相对湿度为 65%，在 50℃下相对湿度为 40%， $\pm 2\delta$ (δ 为标准偏差) 的范围和平均值。气体浓度虽然为 CO100ppm，但是由于周围的温度或湿度的变动，电阻值在各个定时变化了近 10 倍。此外，第 0 秒和第 6 秒的电阻值大体上相等，例如，也可以在第 6 秒中用与第 0 秒相同的负载电阻。但是，理想的是用例如第 148 秒的信号决定第 0 秒（或者为了可靠地进行向高温区转移前的采样，第 149 秒）的电阻值，并根据第 5 秒的电阻值决定第 6 秒的负载电阻值。同样，根据第 68 秒的电阻值决定第 69 秒的负载电阻。

在图 6 中示出了采样算法。当时刻到达第 148 秒时，就对输出电压进行 AD 转换，并确认该值处于检测电压 VC（与 VDD 同）的 $1/3 \sim 2/3$ 的范围之内。在该范围内，传感器电阻和负载电阻之间的电阻值之比在 $2:1 \sim 1:2$ 的范围内。输出电压如果正确就不加改动，在不正确的情况下就切换负载电阻，使之进入该范围之内。其次，当到达第 0 秒时，就对输出电压施行 AD 转换，并用 AD 转换后的输出电压 VR1，由式（1）求出第 0 秒的传感器电阻的对数。同样，在第 5 秒检查负载电阻的值是否正确，求出第 6 秒时的传感器电阻的对数。此外，在第 68 秒也检查负载电阻的值是否正确，在第 69 秒，求传感器电阻的对数。

$$\ln R = 2 - 4VR1 / Vc + \ln R1 \quad (1)$$

如式（1）所示，在已对传感器电阻的对数进行了到 1 次项为止的近似的条件下， $R/R1$ 为 1，误差将变为 0； $R/R1$ 为 1/2 或 2，误差将变为 2%； $R/R1$ 为 1/3 或 3，误差将变为 11%。在实施例中，由于目的是以 $\pm 20\%$ 以下的误差检测 CO 浓度，所以 $\pm 10\%$ 的误差过大。于是，把电阻梯形网络 5 控制在使传感器电阻和负载电阻之比在第 0 秒，第 6 秒和第 69 秒这 3 点上保持在 $2 \sim 1/2$ 的范围内。

从由式（1）得到的 VR1 向传感器的电阻的对数进行的变换是线性变换，是极其简单的变换。但是，伴随着这一变换需要 6 个负载电阻。为把负载电阻的个数减少到例如 4 个的话，则要使 $R/R1$ 的范围保持在 $4 \sim 1/4$ 的范围内，更为理想的是使之保持在根号 8 $\sim 1/\sqrt{8}$ 的范围内。为此，需要进行到 3 次项为止的变换。当用 VR1 对传感

器的电阻进行级数展开时，2 次项不存在，加进到 3 次项为止的变换是式（2）、（3）。在用式（2）、（3）的情况下， R / R_1 为 1 时，误差为 0%； R / R_1 为 1 / 4 或 4 时，误差为 4%； R / R_1 为 1 / 3 或 3 时，误差为 2%。于是，例如使 $R_1 \sim R_n$ 的值每个变化 16 倍，更为理想的是每个变换 8 倍或 9 倍。这样一来，例如使电阻 $R_1 \sim R_n$ 的值变为 1K Ω ，8K Ω ，64K Ω ，512K Ω 这 4 种。这样的话，就可以以 2% 以下的误差把 0.5K $\Omega \sim 1M\Omega$ 的范围变换成对数。

$$\text{Ln}R = 2X + 2 / 3 \times X^3 + \text{Ln}R_1 \quad (2)$$

$$X = 1 - 2VR_1 / V_c \quad (3)$$

在图 7 中示出了图 1 的气体检测装置的调整步骤。另外这时，要先使调整开关 23 导通，使得可以进行向 EEPROM 20 中写入基准信号。在把 CO 检测装置作为设置于调整槽中的装置来说明时，则在已使检测装置置位之后，再投入电源使之动作。然后，注入例如 65ppm 的 CO。这样一来，为了向 RAM 中写入，微型计算机 8 就产生 $\text{Ln}R_0$ ， $\text{Ln}R_6$ ， $\text{Ln}R_{69}$ 。把它们写入 EEPROM 20 的卡 41 中。接下来，把 CO 浓度增加到 200ppm，进行同样的步骤。再把 CO 浓度增加 400ppm。如果象这样地以规定的步骤使 CO 浓度增加，就可以把基准信号写入到 EEPROM 20 中去。其结果是，无须调整可变电阻来存储基准信号，调整作业将变得简单。

在这里，虽然已假定把 CO 检测装置设置在调整槽中，但是，也可以仅仅设置传感器 S。也可以用 12 位左右的 AD 转换器对传感器 S 的电阻值施行 AD 转换，使之记录于个人计算机中，再将其写入 EEPROM 20 中。在这种情况下，传感器 S 未组装进 CO 检测装置中，使传感器 S 与 EEPROM 20 形成一组来处理，并把它们安装到另外组装起来的 CO 检测装置中去。传感器 S 和 EEPROM 20 之外的部分进行与通常的电子电路完全一样的处理，对于气体传感器，即便是没经验的厂家也可以装配 CO 检测装置。

图 8 示出了传感器电阻的漂移补偿。这是 TGS203 的 45 个数据，包含不合格品（7 个）和合格品（20 个），或者已放置了 2 年以上的样品（8 个），还包含有曾一时设置到 CO 检测装置上后又收回的样品（10 个）。图的横轴用对数刻度表示第 0 秒的传感器电阻，纵轴同样以对数刻度表示第 6 秒的传感器电阻。横轴的 1 是第 0 秒的

CO100ppm 中的基准信号（通电开始第 3 天），纵轴的 1 是第 6 秒的 CO100ppm 下的基准信号（通电开始第 3 天）。图 8 是以 CO100ppm 中的通电开始第 3 天的基准信号，进行了标准化。图的各点表示 5 周的通电所伴随的测定点，如果在 5 周期间使用 45 个 TGS203，则将会出现高电阻化的传感器，偶然地也会出现低电阻化的传感器，但是，这些在第 6 秒和第 0 秒之间的 2 维平面上集中于斜率为 1 的狭窄的直线上。决定把该轴叫做漂移轴。另外，在 CO30ppm 中或 300ppm 中，漂移轴之所以不明了，是由于 TGS203 的浓度依赖性的分散的缘故。即，由于浓度依赖性不均一，在 CO30ppm 中或 300ppm 中的初始点并不聚集在 1 点上，所以，漂移轴因初始点的分散而不明了。此外，决定把 CO30ppm，100ppm，300ppm 这 3 点联结起来的直线叫做 CO 浓度轴。这样，TGS203 的初始特性将位于该浓度轴上，伴随着使用，浓度轴将沿着漂移轴的方向平行地移动。

除此之外，图 8 还示出了 CO100ppm 和氢 300ppm 的混合气体的举动。这些个举动，对每一传感器都表示出 5 周通电期间的各点。由图 8 可知，对于氢，灵敏度变成为稍负一点。例如，当使图 8 的 CO100ppm + 氢 300ppm 的各点沿着漂移轴平行移动，并求出与 CO 浓度轴之间的交叉点时，所得到的浓度范围为 CO80ppm~60ppm。另一方面，在 CO100ppm 中的 5 周间的各点的分布狭窄，当使之沿漂移轴平行移动，并求出与 CO 浓度轴之间的交叉点时，分布范围将变成为 CO80~120ppm 左右。对于氢的灵敏度之所以变负，是因为第 6 秒的信号的氢灵敏度比第 0 秒的信号高的缘故。所以，为了对此进行补偿，采用第 0 秒和第 69 秒的信号的组合。在图 9 中示出了与此情况相同的 5 周间的通电数据。由图 9 可知，当产生了氢时，第 69 秒的电阻值将显著地减少，有时候将极端地偏离 CO 浓度轴。于是把从 CO 浓度轴向图 9 的下方下降的距离定为表示氢浓度的信号。

虽然这样的氢检测信号不是正确的信号，但是氢灵敏度本来就小，且由于是对之进行补偿，故即便是缺乏定量性的氢检测信号也可以应用。所以，在氢灵敏度的补偿中，考虑两种补偿：使在图 8 中变成为稍稍负一点的氢灵敏度返回到 0 的、即仅仅对 CO 设计极富选择性的 CO 检测装置的补偿，或者如 TGS203 的本来的特性所示，使 CO 对氢的相对灵敏度变成为 10: 1 的补偿。这两者中选择哪一个，是 CO 检测装置的设计方针的问题。

在图 10 中，示出了漂移补偿的原理。图中的实线是 CO 浓度轴，虚线是漂移轴。在 65ppm，200ppm 和 400ppm 这 3 点上的基准信号已记录于 EEPROM 20 中。根据测定来决定在 LnR0 和 LnR6 这 2 维上的相位空间上的点 (a, b)。此外，象图 10 那样地决定在该相位空间上的各基准信号的坐标。然后，从点 (a, b) 开始使之沿漂移轴平行移动，把与 CO 浓度轴的交点的坐标定为 (e, f)。

在图 12 的主程序中示出了用图 10 进行的 CO 浓度的计算。由测定数据定义 a, b, c 这 3 个变数。其次，在图 10 中，检查 n-p 是否在 a-b 以上。在该条件不成立的情况下，在测定点从 200ppm 延伸到漂移轴的时候，将位于漂移轴的下侧，检测浓度为 200ppm 以下。漂移轴的斜率为 1，e-a 与 f-b 相等。为此， $f = e + (b - a)$ 成立。其次，点 (e, f) 已把由 65ppm 和 200ppm 的 2 个基准信号决定的线段进行了内分。由此可知 e, f 受限于 65ppm 或 200ppm 中的基准信号的坐标 n, p, q, r 和 1 个关系式，用这些就可以求解坐标 e。此外，在这里实际地进行处理的，是 n-e 和 p-f 或 e-f 等的变数。这些与对数的差相对应，实际上直接对应于 VR1 的差。因此可知，也可以不进行上述的对数变换，不求出传感器电阻的对数，仅留下求出 VR1 就行。

知道了值 e 后，求出 65ppm 和 200ppm 间的线段的内分比 y。y 为 0 时，CO 浓度为 200ppm，y 为 1 时，CO 浓度为 65ppm。在此区间有约 3 倍的 CO 浓度的变化，当不加变动地对此求解时，在 $e \times p(y)$ 的级数展开中，2 次以上的项是必要的，所以，考虑 65ppm 和 200ppm 的中点，在比中点更靠近 200ppm 时，就以 200ppm 的浓度为基础进行级数展开，在比中点更靠近 65ppm 的浓度时，就以 65ppm 的浓度为基础进行级数展开。这样一来，即便是与 $e \times p(y) = 1 + y$ 取近似，也几乎不会产生近似误差。经这样处理后，氢浓度补偿前的 CO 浓度就定了下来。

在所求得的相位点位于比通过 CO200 ppm 的漂移轴往上侧的情况下，CO 浓度就已超过了 200ppm。于是，在这种情况下，就存取 EEPROM 20，读出 CO400ppm 的基准信号。以下经同样处理求出 CO 浓度。这种情况下的处理，与应用 CO65ppm 和 200ppm 的 2 个基准信号的情况下的处理是一样的，也可以不用 CO65ppm 的基准信号，而代之以用 CO400ppm 的基准信号。

求出 CO 浓度后就施行氢补偿。其处理示于图 13，其原理图示于图 11。在由第 0 秒的电阻值的对数和第 69 秒的电阻值的对数决定的 2 维相位空间中，设测定点的坐标为 (a, c) 。设在使该测定点沿着 65ppm, 200ppm, 400ppm 的 CO 浓度轴，向图 11 的垂直上方移动时的交点为 (a, g) 。设 g 和 c 之差为 h ，并由 h 决定氢浓度。从这种情况下的 a 的值是否超过 n ，来判别作为基准信号是否需要用 400ppm 的信号，当 a 在 n 以下的时候，就存取 EEPROM 20 读出 400ppm 的基准信号。然后，由于点 (a, g) 处于联结 200ppm 的基准信号和 40ppm 的基准信号的线段上，对坐标 g 产生 1 个公式，并可由此求出 g 。求得 g 后就求 h ，例如，设 k_1 是一适当的正常数，给用图 12 的主环路求得的 CO 浓度加上 $k_1 \times h$ 。作为这里的加法的基准，要使得 CO 检测装置的氢浓度依赖性变成为 0，或者使得 CO 对氢的相对灵敏度变成为 10: 1 等适当的值。在 a 比 n 大的情况下，即，用图 11 所求得的坐标点 (a, c) 处于比 200ppm 的基准信号还往右侧的情况下，就采用 65ppm 和 200ppm 的基准信号。然后，与上述一样地求 h 并进行氢浓度补偿。

进行氢浓度补偿后，返回图 13 的主环路，从 CO 浓度求血液中的 CO 血红蛋白浓度 COHb。此外，COHb 的初始值在复位时已经预先变成为 0。该变换本身是众所周知的， k_2, k_3, k_4 是常数， k_4 在这里设为相当于检测下限以下的约 CO30ppm 的值，使得 CO 浓度在 30ppm 以下不能进行检测。

在图 14 中示出了应用了富利叶变换的变形例。该变形例除用新的微型计算机 48，设置富利叶变换部分 50 外，与实施例是一样的。但是，随着进行富叶变换，把微型计算机 48 变成为 8 位系统。在检测 CO 的情况下，在富利叶变换中，不希望是方波式的温度变化。所以，在这里设传感器温度的变化波形例如是高温区为 60 秒，低温区为 60 秒的合计为 120 秒周期的正弦波形。于是，采用与在 120 秒周期下的温度变化同步的富利叶变换分量（正弦的基波），120 秒周期且超前 90 度相位的成分（余弦的基波）以及作为高次谐波成分，60 秒周期的正弦成分和余弦成分这 4 个成分。如果有该 4 个成分，在进行了富利叶变换后则可以进行与图 1~图 13 的实施例相同的检测。在除此之外的点上，图 14 的变形例与图 1~图 13 的实施例是一样的。即把 65, 200, 400 的 3 种浓度下的 120 秒周期和 60 秒周期的正弦和余弦的合计 4 个成分记录到 EEPROM 20 中去，基准信号为 4×3 共计

12 个。此外，在富利叶变换中通常对正弦电阻进行 AD 转换，或者说，从低温区的末期，对与高温区的初期的 CO 相关的高波形成分和与低温区的初期的氢相关的高波形成分施行 AD 转换，电阻梯形网络控制部分 14，例如，每 1 秒监视输出电压 VR1 的值，在其次的 1 秒之后

5 对电阻梯形网络 5 进行控制，使得 VR1 处于正确的范围之内。这样，富利叶变换对 120 秒周期，采用在 60 点上的传感器电阻的对数，对传感器电阻的对数施行富利叶变换后，与 4 个基准信号进行比较。

图 1

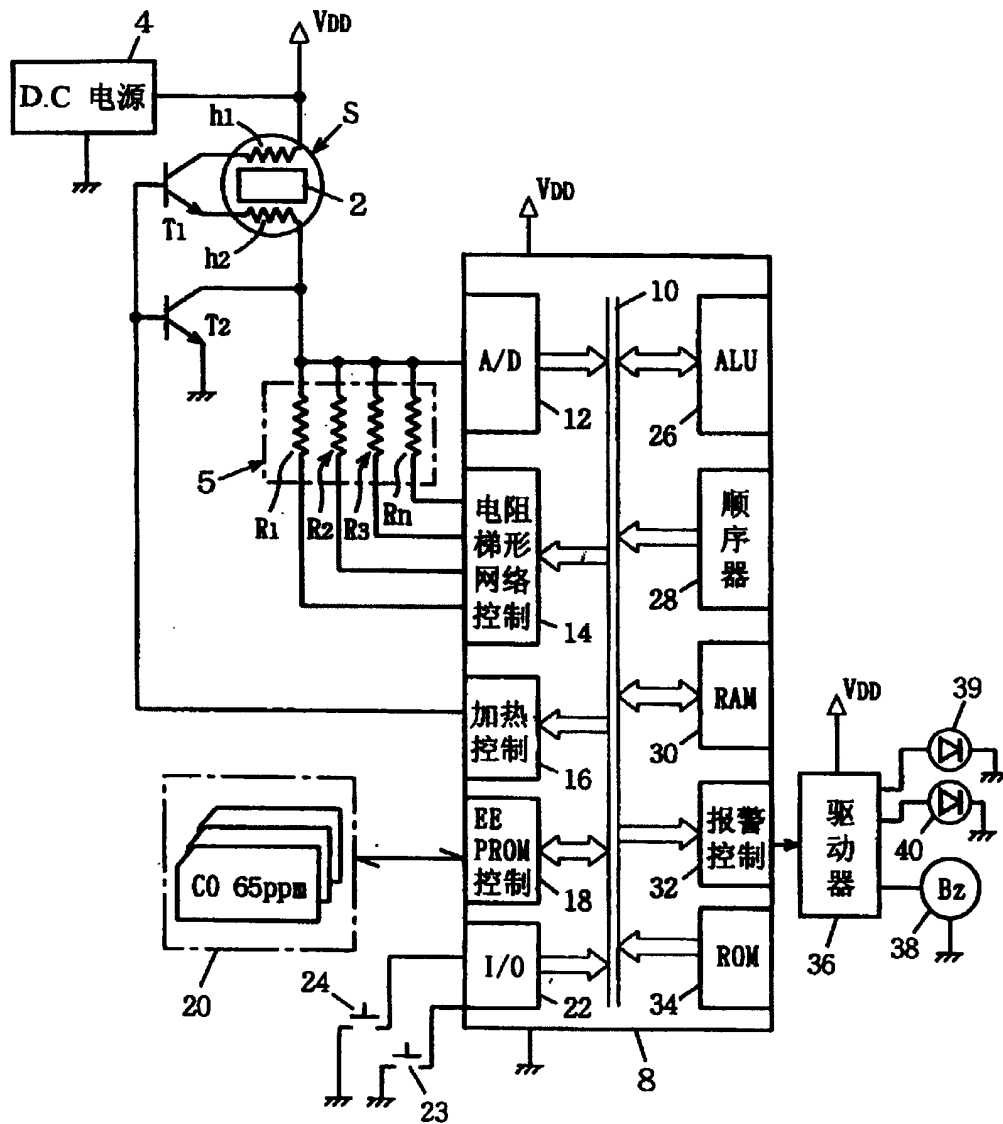


图 2

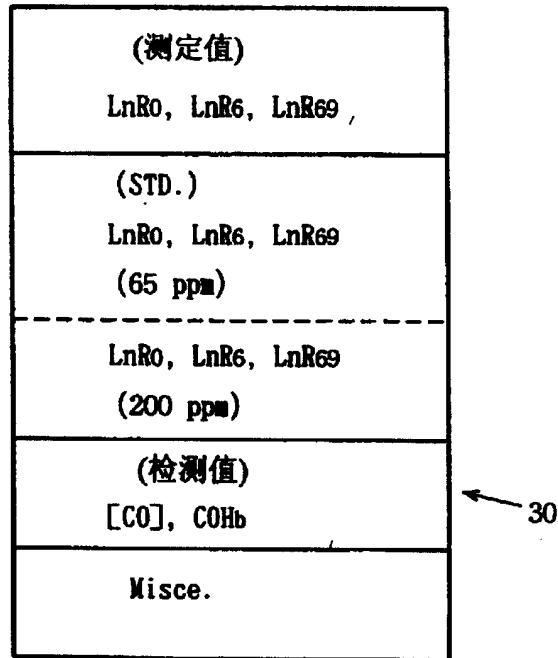
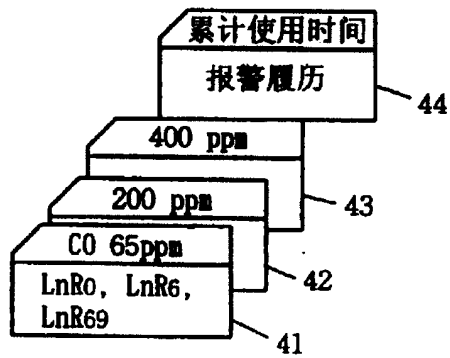


图 3



20

图 4

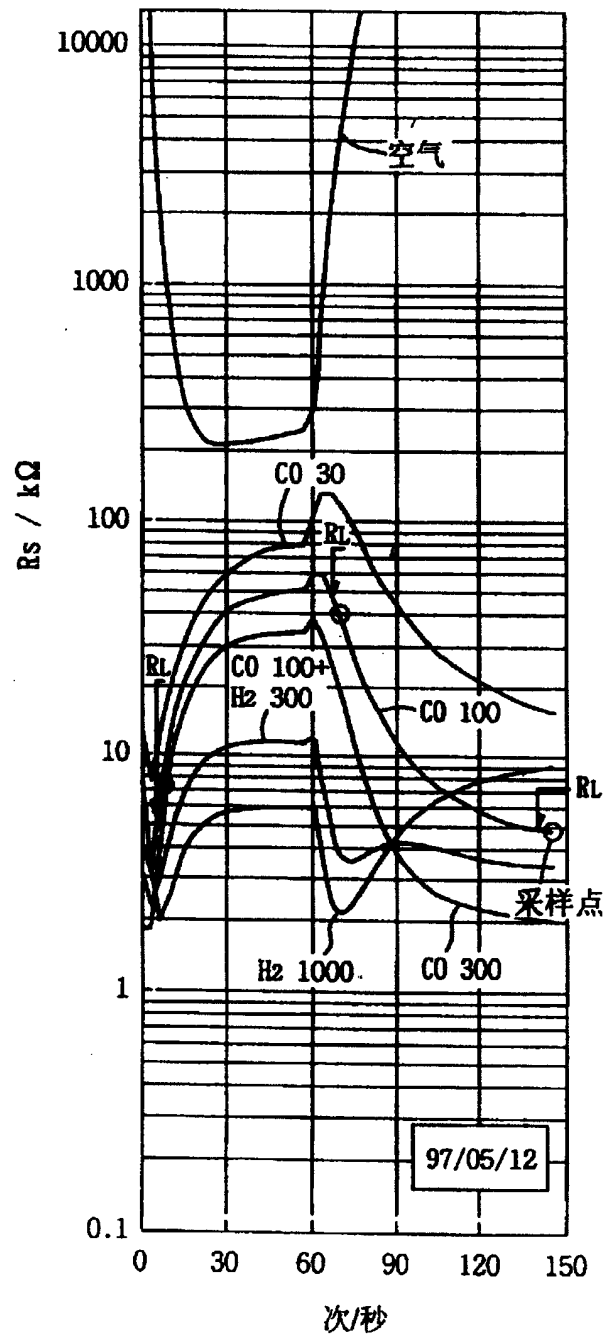


图 5

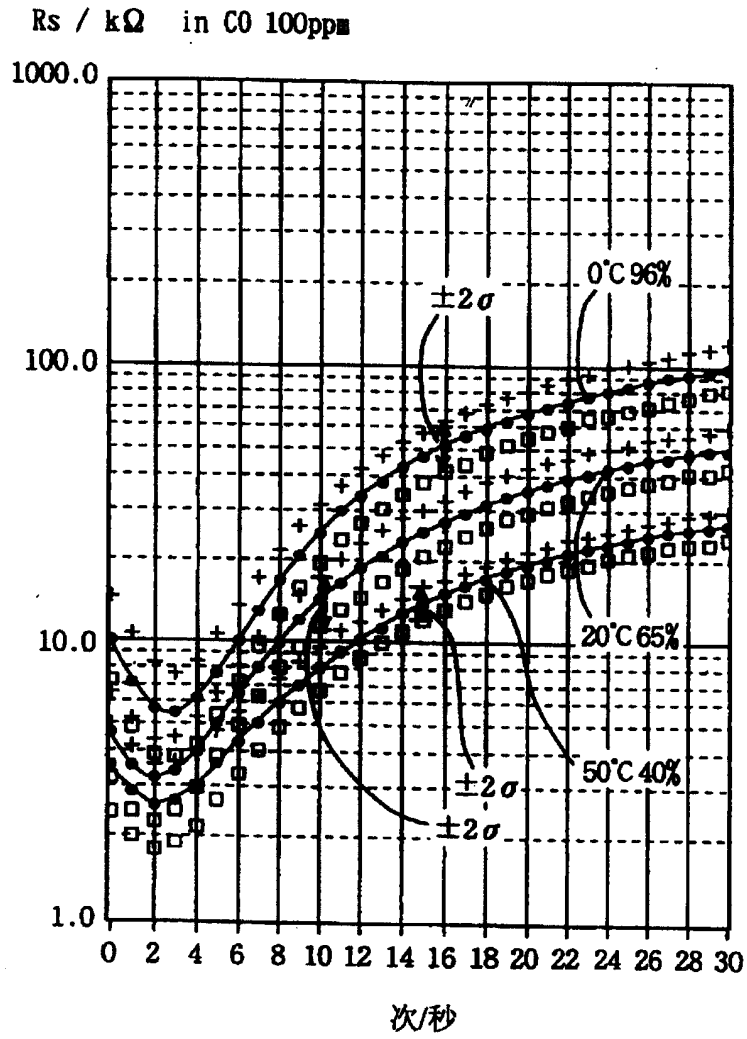


图 6

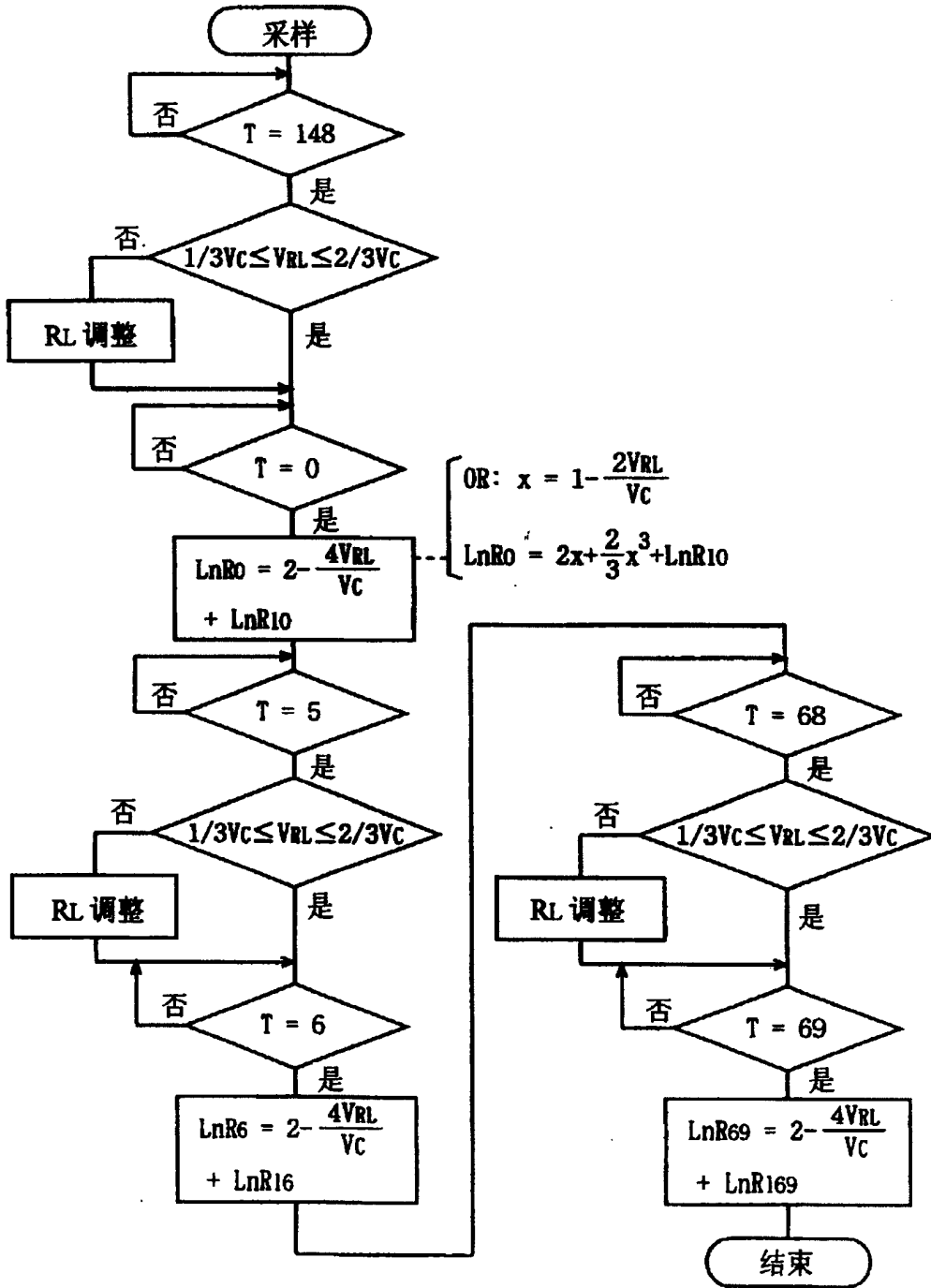


图 7



图 8

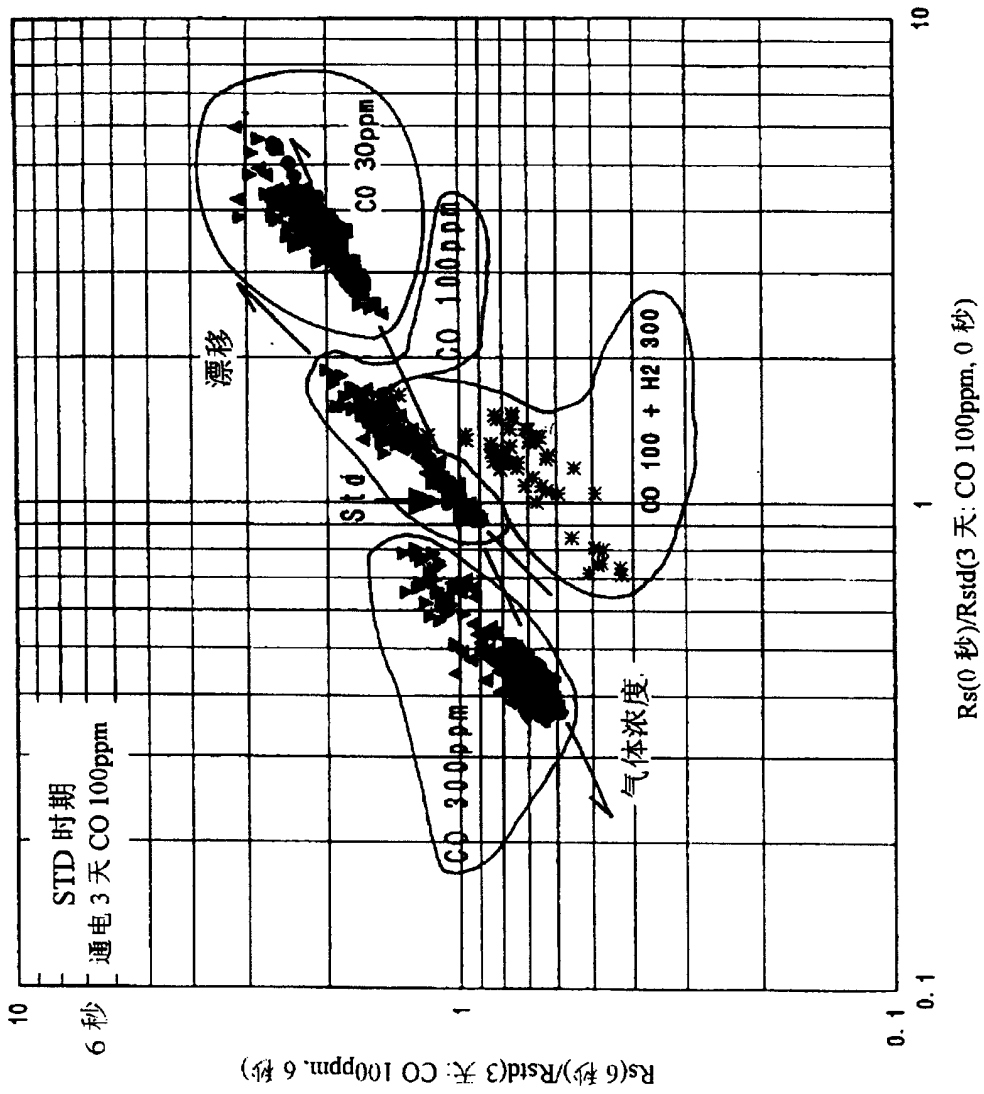


图 9

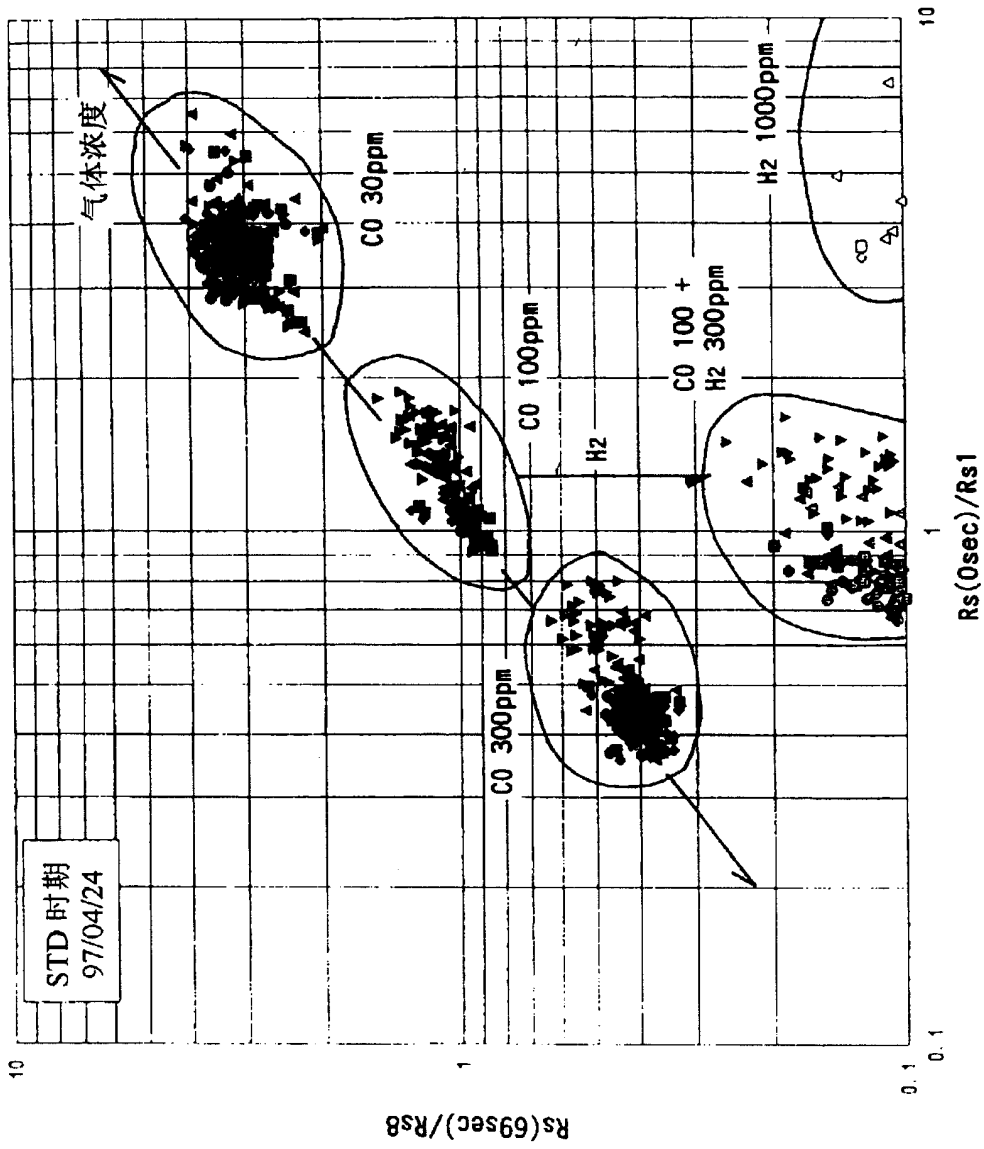


图 10

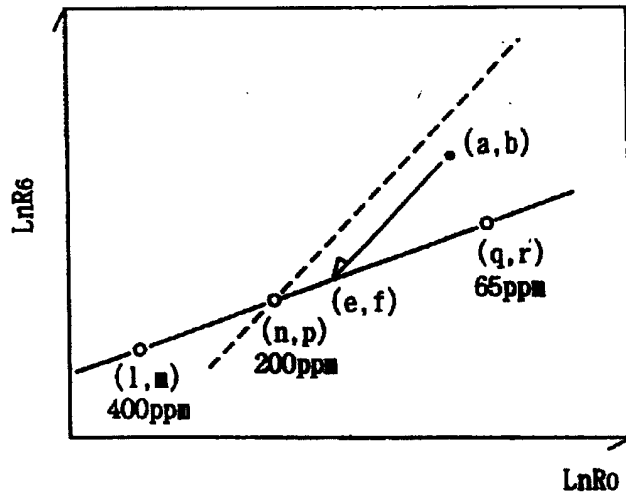


图 11

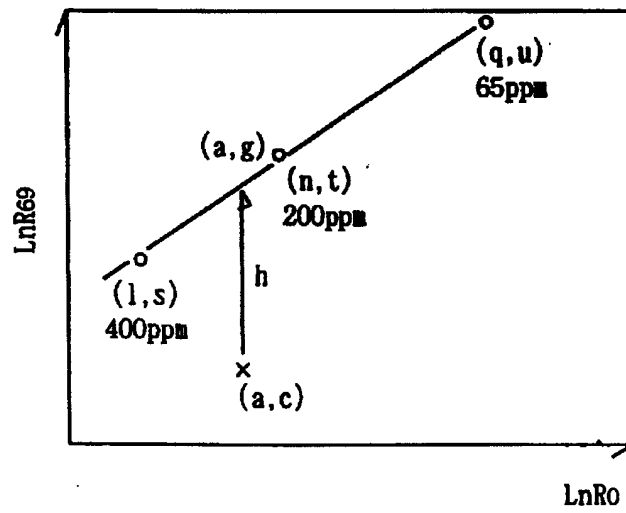


图 12

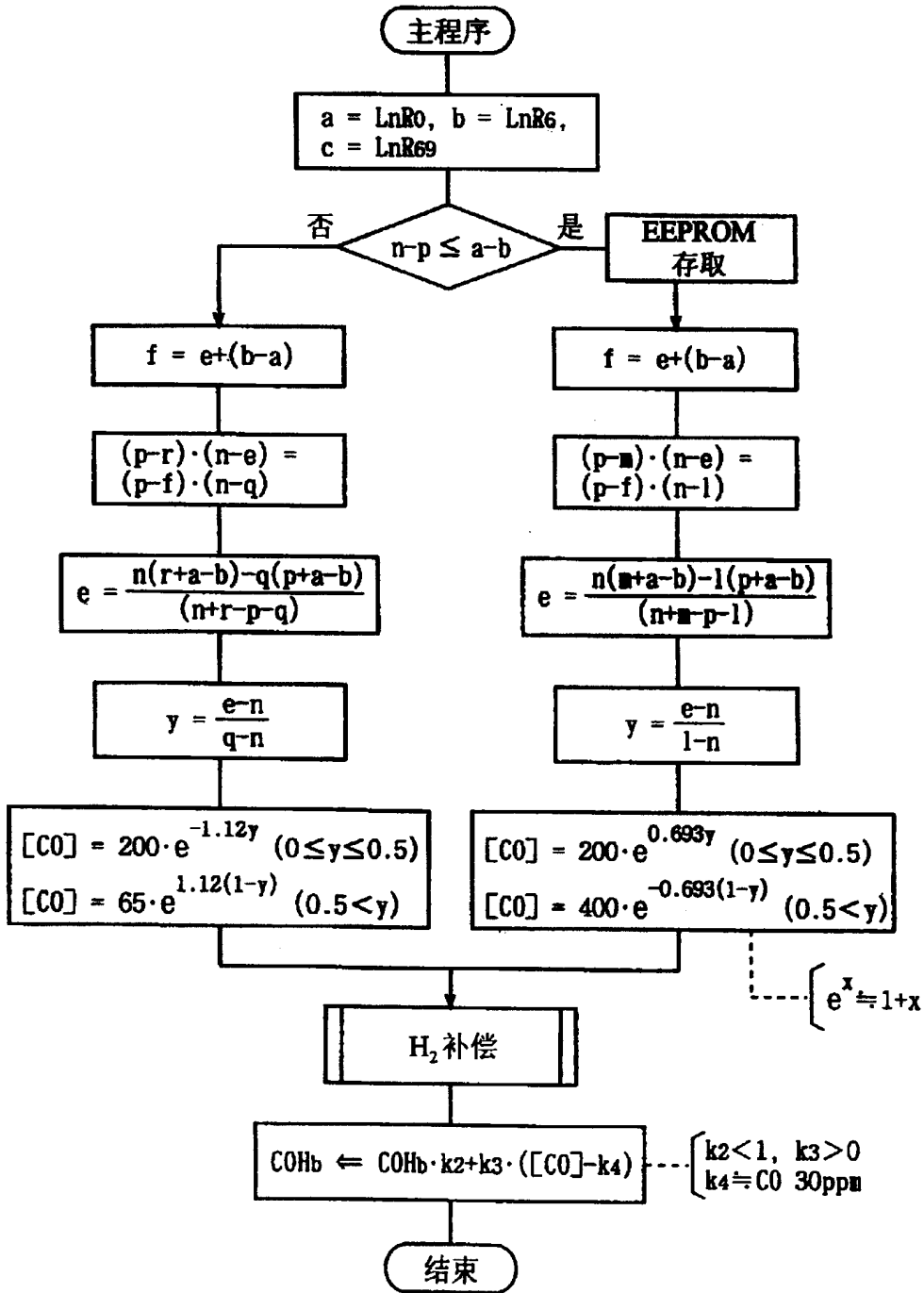


图 13

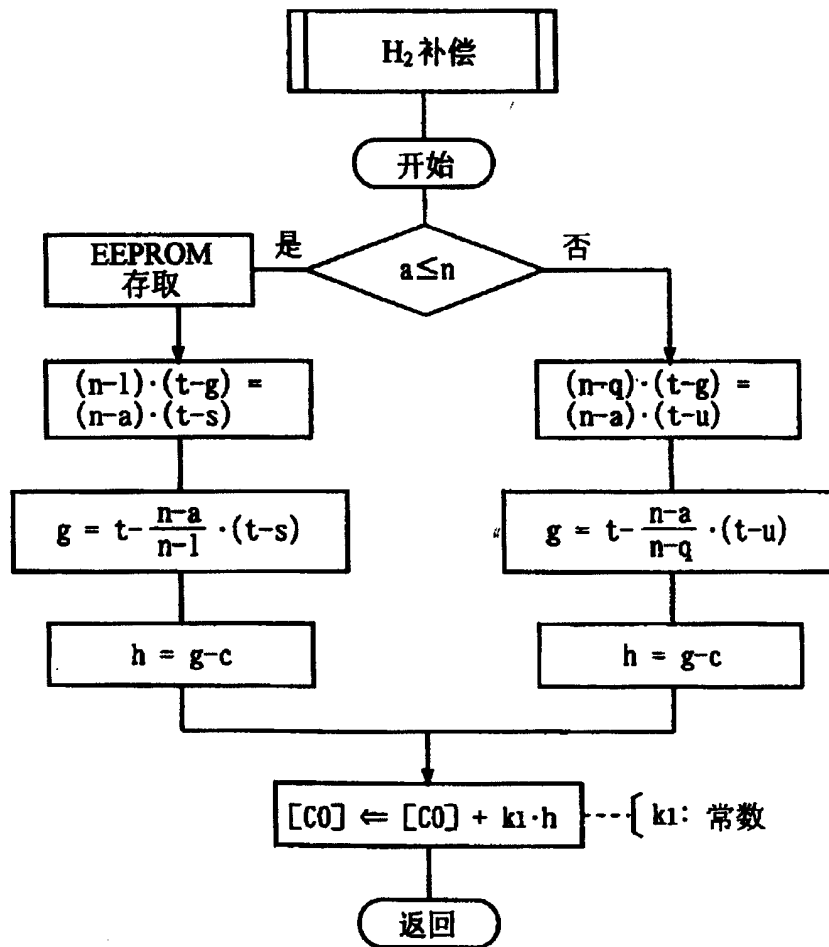


图 14

