



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110044407 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 09

(21) 申请号 201811600356.3

(22) 申请日 2018.12.26

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110044407 A

(43) 申请公布日 2019.07.23

(30) 优先权数据  
1850336 2018.01.16 FR

(73) 专利权人 施耐德电器工业公司  
地址 法国吕埃-马迈松

(72) 发明人 F.博纳尔 D.莫斯特劳 E.布迈丁  
Y.内雷特

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105  
专利代理师 陈铎

(51) Int.Cl.

G01D 21/02 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 102162826 A, 2011.08.24
- CN 105738781 A, 2016.07.06
- CN 105911106 A, 2016.08.31
- WO 2010/043272 A1, 2010.04.22
- FR 2509922 A1, 1983.01.21
- US 2017/0372597 A1, 2017.12.28

审查员 刘颖婷

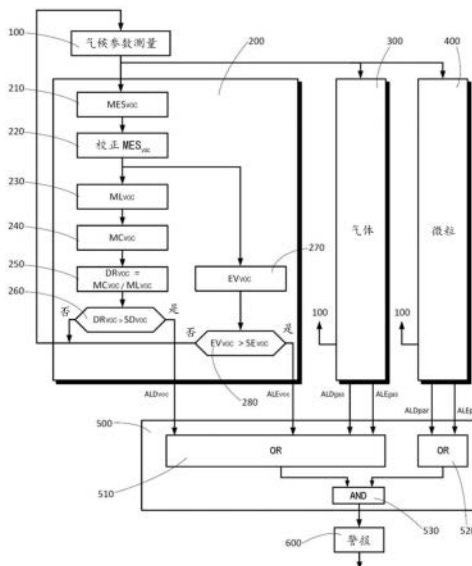
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

检测电气故障的方法、实现该方法的装置以及电气外壳

(57) 摘要

本发明涉及一种用于检测安装在外壳中的电气硬件的故障的方法。该方法包括测量挥发性有机化合物、微粒和气体的浓度的步骤。基于气候数据校正测量值,然后执行浓度漂移和变化的计算。当超过一组浓度阈值的漂移或变化时发出警报。本发明还涉及一种实现该方法的装置以及配备有这种装置的电气外壳。



1. 一种用于检测电气外壳(10)中的故障的方法,所述电气外壳(10)包括至少一个电气设备项(11、12)和至少一个挥发性有机化合物传感器(21)、至少一个微粒传感器(22)、至少一个气体传感器(23),所述方法的特征在于,随着时间的推移,它周期性地包括:

- 测量(100)电气外壳(10)中的至少一个气候参数;
- 测量(210)挥发性有机化合物的浓度( $MES_{VOC}$ );
- 测量(310)气体的浓度( $MES_{gas}$ );
- 测量(410)微粒的浓度( $MES_{par}$ );
- 基于至少一个气候参数,校正(220、320、420)挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度的测量值( $MES_{VOC}$ )、( $MES_{gas}$ )、( $MES_{par}$ );
- 根据时间计算(250、350、450)挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度漂移( $DR_{VOC}$ )、( $DR_{gas}$ )、( $DR_{par}$ );
- 分别将挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度漂移( $DR_{VOC}$ )、( $DR_{gas}$ )、( $DR_{par}$ )与挥发性有机化合物、气体和微粒的预定义的浓度的漂移阈值( $SD_{VOC}$ )、( $SD_{gas}$ )、( $SD_{par}$ )进行比较(260、360、460);
- 计算(270、370、470)挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度变化( $EV_{VOC}$ )、( $EV_{gas}$ )、( $EV_{par}$ );
- 分别将挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度变化( $EV_{VOC}$ )、( $EV_{gas}$ )、( $EV_{par}$ )与挥发性有机化合物、气体和微粒的预定义的浓度的变化阈值( $SE_{VOC}$ )、( $SE_{gas}$ )、( $SE_{par}$ )进行比较(280、380、480);
- 在下列情况下发出警报(600):
- 超过微粒的浓度的漂移阈值( $SD_{par}$ )或微粒的浓度的变化阈值( $SE_{par}$ )时;以及
- 超过挥发性有机化合物或气体的至少一个浓度的漂移阈值或一个浓度的变化阈值( $SD_{VOC}$ 、 $SE_{VOC}$ )、( $SD_{gas}$ 、 $SE_{gas}$ )时。

2. 根据权利要求1所述的用于检测电气外壳(10)中的故障的方法,其特征在于,计算(250、350、450)挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度漂移( $DR_{VOC}$ )、( $DR_{gas}$ )、( $DR_{par}$ )包括:

- 计算挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度的长时段(LP)的滑动平均值( $ML_{VOC}$ )、( $ML_{GAS}$ )、( $ML_{PAR}$ );
- 计算挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度的短时段(SP)的滑动平均值( $MC_{VOC}$ )、( $MC_{GAS}$ )、( $MC_{PAR}$ );
- 分别计算短时间段的滑动平均值( $MC_{VOC}$ 、 $MC_{GAS}$ 、 $MC_{PAR}$ )与长时间段的滑动平均值( $ML_{VOC}$ 、 $ML_{GAS}$ 、 $ML_{PAR}$ )之间的比率。

3. 根据权利要求2所述的用于检测电气外壳中的故障的方法,其特征在于,所述短时段(SP)在15到60分钟范围内,所述长时段(LP)在5到12小时范围内。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的用于检测电气外壳(10)中的故障的方法,其特征在于,分别计算(270、370、470)挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度变化( $EV_{VOC}$ )、( $EV_{gas}$ )、( $EV_{par}$ )包括分别至少一次计算挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度的两个连续测量值( $MES_{VOC}$ )、( $MES_{gas}$ )、( $MES_{par}$ )之间的差异。

5. 一种用于检测电气故障的装置(20),包括:

- 用于提供挥发性有机化合物的浓度的信号特征的至少一个传感器(21);

- 用于提供微粒的浓度的信号特征的至少一个传感器(22)；
- 用于提供气体的浓度的信号特征的至少一个传感器(23)；
- 至少一个气候参数传感器(24)，用于提供至少一个气候参数的值；
- 测量电路(25)，用于测量由传感器(21、22、23、24)提供的信号；
- 用于产生警报(AL)的警报电路(26)；以及
- 处理单元(27)，

其特征在于，所述处理单元(27)包括电路，用于执行根据权利要求1至4中任一项所述的用于检测电气外壳中的故障的方法并且用于在以下情况下激活警报电路(26)：

- 超过微粒的浓度的漂移阈值( $SD_{par}$ )或微粒的浓度的变化阈值( $SE_{par}$ )时；以及
- 超过挥发性有机化合物或气体的至少一个浓度的漂移阈值或浓度的变化阈值( $SD_{VOC}$ 、 $SE_{VOC}$ )、( $SD_{gas}$ 、 $SE_{gas}$ )时。

6. 根据前一权利要求所述的用于检测电气故障的装置(20)，其特征在于，所述气体传感器(23)提供表征氨浓度的信号。

7. 根据权利要求5或6所述的用于检测电气故障的装置(20)，其特征在于，所述气体传感器(23)提供表征臭氧浓度的信号。

8. 根据权利要求7所述的用于检测电气故障的装置(20)，其特征在于，所述挥发性有机化合物传感器(21)提供表征碳氢化合物浓度的信号。

9. 根据权利要求8所述的用于检测电气故障的装置(20)，其特征在于，所述气候参数传感器(24)提供表征电气外壳(10)中的温度(T)的信号。

10. 根据权利要求9所述的用于检测电气故障的装置(20)，其特征在于，所述气候参数传感器(24)还提供表征电气外壳(10)中的湿度(H)的信号。

11. 一种电气外壳(10)，包括至少一个电缆或一个电气设备项(11、12)，其特征在于，它包括根据权利要求5至10中任一项所述的用于检测电气故障的装置(20)。

## 检测电气故障的方法、实现该方法的装置以及电气外壳

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于检测电气外壳(比如电气面板或外壳)中的故障的方法。本发明还涉及一种用于检测电气外壳中的故障的装置以及一种配备有这种装置的电气外壳。

### 背景技术

[0002] 目前,越来越多的传感器用于提供与呼吸空气质量有关的信息,甚至用于在发生火灾时检测潜在危险的烟雾。这种类型的信息在电气装置中是有用的,其中操作员有时在出现任何可见的表现之前很久就感知到异常的温度升高。

[0003] 文献US6317053B1公开了一种环境气密电气外壳,其旨在容纳计算机硬件并且包括早期火灾检测装置。该装置包括放置在热空气抽取风扇附近的火灾探测器。其中一个传感器检测到的温度升高会触发惰性气体注入电气外壳。该装置的缺点是迫使电气外壳中的空气通过管道,以便能够检测到火灾的发生。而且,这种装置不需要区分,计算机硬件的正常操作不会产生可被理解为燃烧结果的任何污染。

[0004] 文献EP1768074A1公开了一种用于使用烟雾或颗粒传感器、温度传感器和用于测量火灾检测装置周围的气流速度的传感器进行快速火灾检测的装置。与传统的火灾传感器相比,监测气流速度可以更快地检测到火灾。但是例如,如果通过风扇移动空气,则装置可能产生误报警。

[0005] 文献W02010/043272公开了一种用于建筑物管理的多功能检测器。它包括多个传感器,用于分析建筑物的空气质量。该文献除其他外引用了用于包括易燃气体(丙烷、丁烷、甲烷、天然气)的气体(二氧化碳、臭氧、氮氧化物)的传感器、用于颗粒、烟雾、易燃颗粒、石棉、螨虫或孢子的传感器。如果检测到对乘客健康有害的情况,则检测器发出警报。

[0006] 其他文献公开了用于避免错误火灾警报的重复问题的解决方案。文献EP0660282B1公开了一种使用源自传感器的数据的模糊逻辑处理的火警系统。文献EP0141987B1公开了一种装置,其在两个时间间隔和指示器的初始状态重置之后继续确认检测器的指示。

[0007] 然而,不存在用于检测源自电气硬件的异常温度升高的故障以便产生预警的装置。

### 发明内容

[0008] 本发明提出了一种用于检测与电气外壳内部的异常温度升高相关的特征成分的发散的方法。基于几种类型的测量的特定处理允许早期且可靠地检测以异常温度升高为特征的操作异常,即使当位于发热硬件附近时。

[0009] 为此,本发明涉及一种用于检测电气外壳中的故障的方法,所述电气外壳包括至少一个电气设备项和至少一个挥发性有机化合物传感器、至少一个微粒传感器、至少一个气体传感器,随着时间的推移,所述方法周期性地包括:

[0010] -测量电气外壳中的至少一个气候参数;

- [0011] -测量挥发性有机化合物的浓度；
- [0012] -测量气体的浓度；
- [0013] -测量微粒的浓度；
- [0014] -基于至少一个气候参数,校正挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度的测量值；
- [0015] -根据时间计算挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度漂移；
- [0016] -分别将挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度漂移与挥发性有机化合物、气体和微粒的预定义的浓度阈值漂移进行比较；
- [0017] -计算挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度变化；
- [0018] -分别将挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度变化与挥发性有机化合物、气体和微粒的预定义的浓度阈值变化进行比较；
- [0019] -在下列情况下发出警报：
- [0020] -超过微粒的浓度阈值漂移或微粒的浓度阈值的变化时；以及
- [0021] -超过挥发性有机化合物或气体的至少一个浓度阈值漂移或一个浓度阈值变化时。
- [0022] 优选地,计算挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度漂移包括：
- [0023] -计算长时间段的挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度的滑动平均值 (running mean) ；
- [0024] -计算短时间段的挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度的滑动平均值；
- [0025] -分别计算短时间段的滑动平均值与长时间段的滑动平均值之间的比率。
- [0026] 优选地,短时间段为15至60分钟,长时间段为5至12小时。
- [0027] 优选地,分别计算挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度变化包括分别至少一次计算挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度的两个连续测量值之间的差异。
- [0028] 本发明还涉及一种用于检测电气故障的装置,包括：
- [0029] -至少一个传感器,用于提供挥发性有机化合物的浓度的信号特征；
- [0030] -至少一个传感器,用于提供微粒的浓度的信号特征；
- [0031] -至少一个传感器,用于提供气体的浓度的信号特征；
- [0032] -至少一个气候参数传感器,用于提供至少一个气候参数的值；
- [0033] -用于测量传感器提供的信号的测量电路；
- [0034] -用于产生警报的警报电路；以及
- [0035] -处理单元,包括用于执行如前所述的用于检测故障的方法的电路,以及用于在以下情况下激活警报电路：
- [0036] -超过微粒的浓度阈值的漂移或微粒的浓度阈值的变化时；以及
- [0037] -超过挥发性有机化合物或气体的至少一个浓度漂移或浓度阈值变化时。
- [0038] 优选地,气体传感器提供表征氨浓度的信号。
- [0039] 优选地,气体传感器提供表征臭氧浓度的信号。
- [0040] 优选地,有机挥发性化合物传感器提供表征碳氢化合物浓度的信号。
- [0041] 优选地,气候参数传感器提供表征电气外壳中的温度的信号。
- [0042] 优选地,气候参数传感器还提供表征电气外壳中的湿度的信号。
- [0043] 本发明还涉及一种包括至少一个电缆或一个电气设备项的电气外壳以及一种如

前所述的用于检测电气故障的装置。

### 附图说明

[0044] 通过以下对本发明特定实施例的描述,本发明的其他优点和特征将变得更加清楚,所述特定实施例是通过非限制性示例提供的,并且参考附图示出,其中:

[0045] -图1示出了根据本发明的基于气候条件的测量值和微粒及气体的挥发性有机化合物浓度的测量值来检测故障的方法的流程图;

[0046] -图2示出了用于描述气体浓度测量的处理的图1所示方法的一部分的流程图;

[0047] -图3示出了用于描述微粒浓度测量的处理的图1所示方法的一部分的流程图;

[0048] -图4示出了用于描述优选用于量化微粒浓度变化的处理的图1所示方法的一部分的流程图;

[0049] -图5是示出测量值和计算结果的曲线图,示出了检测挥发性有机化合物的浓度漂移大于预定漂移阈值的示例;

[0050] -图6是示出测量值和计算结果的曲线图,示出了检测变化大于挥发性有机化合物的浓度阈值的预定变化的示例;以及

[0051] -图7是根据本发明的包括至少一个电缆或一个电气设备项的电气外壳和用于检测电气故障的装置的框图。

### 具体实施方式

[0052] 图1示出了以流程图的形式检测电气外壳10中的故障的方法。在步骤100期间,执行对电气外壳10中的至少一个气候参数的测量。优选地,测量两个气候参数:温度T和湿度H。可以测量其他气候参数,例如大气压力P。需要测量这些气候参数中的至少一个以校正由下文描述的微粒、气体和挥发性有机化合物(VOC)传感器执行的测量。实际上,这些传感器在工厂校准到已知的温度和湿度水平,但是所述传感器通常对周围环境的气候条件敏感。该方法继续测量电气外壳的大气中的挥发性有机化合物(VOC)、微粒和气体的浓度。

[0053] 在步骤210期间,通过挥发性有机化合物传感器21执行挥发性有机化合物(VOC)浓度的测量值 $MES_{VOC}$ ,然后执行校正测量值的步骤220,以基于在步骤100中测量的一个或多个气候参数的值来校正在步骤210中执行的测量值 $MES_{VOC}$ 。

[0054] 在包含电气设备的外壳中,可以有一个或多个设备项11、12,其在正常操作期间扩散挥发性有机化合物。本发明的方法旨在用于在设备项11、12中的故障之后早期检测VOC的异常排放,超过在正常操作期间来自设备项11、12的VOC的自然排放即没有异常。为此,在步骤230期间,该方法在长时段LP上执行计算电气外壳10中的VOC的平均MLVOC浓度。所述平均浓度MLVOC反映了在正常操作期间外壳10内的VOC的浓度水平。为了表示电气外壳的尺寸的电气设备的正常操作,长时段LP优选地在5到12小时范围内。可以基于外壳中存在的设备的热惯性和/或外壳10的尺寸来调节长时段LP。

[0055] 优选地,长时段的平均浓度 $ML_{VOC}$ 是滑动平均值:以固定间隔优选每30秒执行挥发性有机化合物的浓度的测量值 $MES_{VOC}$ 。对于优选持续时间为8小时的长时段LP,长时段的平均浓度 $ML_{VOC}$ 将考虑960个测量值 $MES_{VOC}$ 。任何新的测量值 $MES_{VOC}$ 都会取代最早的测量值,并且在960个最近的测量值 $MES_{VOC}$ 上执行长时段的新平均值计算 $ML_{VOC}$ 。

[0056] 为了早期检测来自设备项11、12的VOC的异常排放,在步骤240期间执行在短时间段SP的挥发性有机化合物浓度的滑动平均值计算 $MC_{VOC}$ 。优选地,短时间段的持续时间是15到60分钟范围内。因此,对于短时间段SP,其持续时间等于30分钟,由于优选地每30秒执行的浓度测量 $MES_{VOC}$ ,短时间段的平均值计算 $MC_{VOC}$ 将计算60个最近的测量值 $MES_{VOC}$ 的平均值。随后,在步骤250期间,执行VOC浓度的漂移 $DR_{VOC}$ 的计算。VOC浓度的漂移等于短时间段VOC的平均浓度 $MC_{VOC}$ 与长时间段VOC的平均浓度 $ML_{VOC}$ 的比值。因此,漂移 $DR_{VOC}$ 等于 $MC_{VOC}/ML_{VOC}$ 。在步骤260期间,将VOC浓度的漂移 $DR_{VOC}$ 与预定义的漂移阈值 $SD_{VOC}$ 进行比较。当漂移 $DR_{VOC}$ 大于 $SD_{VOC}$ 时,这涉及挥发性有机化合物浓度的异常超标并发出VOC浓度漂移警报 $ALD_{VOC}$ 。因此,在如此描述的情况下,在出现故障后的30分钟内,可以检测VOC浓度的任何异常变化。优选地,漂移阈值 $SD_{VOC}$ 在1.001至1.10范围内(如果阈值表示为百分比,则在100.1%至110%范围内)。

[0057] 图5使用曲线图示出了检测VOC浓度漂移的示例。时间单位对应于30秒的时间。在时间 $t=10$ 时出现故障。曲线 $MES_{VOC}$ 表示基于时间测量的浓度值,曲线 $ML_{VOC}$ 表示长时间段平均值的计算结果且 $MC_{VOC}$ 表示短时间段平均值的计算结果。在曲线图的右侧轴上示出了这三条曲线的浓度标度。曲线 $MC_{VOC}/ML_{VOC}$ 表示漂移计算 $DR_{VOC}$ 的结果,表示为曲线图的左侧轴上的百分比。漂移 $DR_{VOC}$ 在时间 $t=44$ 处超过值为1.03(或103%)的预定义的漂移阈值 $SD_{VOC}$ ,并且产生警报 $ALD_{VOC}$ 。因此,在34个测量间隔的时间内检测到故障,即当每30秒执行测量时在故障开始后17分钟。计算电气外壳中VOC浓度漂移的步骤允许检测故障,该故障是在已经包括可以以正常速率高的VOC浓度的大气中缓慢发展的VOC释放的来源。

[0058] 该方法还旨在检测出现并快速发展的故障。为此,执行计算挥发性有机化合物的排放变化 $EV_{VOC}$ 的步骤270。通过计算两个连续测量值 $MES_{VOC}$ 之间的差异来计算 $EV_{VOC}$ 。设 $MES_{VOC}(t)$ 是 $t$ 时刻的测量值 $MES_{VOC}$ , $MES_{VOC}(t+1)$ 是 $t+1$ 时刻的测量值 $MES_{VOC}$ ,则在 $t+1$ 时刻:

[0059]  $EV_{VOC}(t+1) = MES_{VOC}(t+1) - MES_{VOC}(t)$ 。

[0060] 在步骤280中,将计算排放变化 $EV_{VOC}(t+1)$ 的结果与浓度阈值 $SE_{VOC}$ 的预定义的变化进行比较。当计算排放变化 $EV_{VOC}(t+1)$ 的结果大于变化阈值 $SE_{VOC}$ 时,则发出VOC警报 $ALE_{VOC}$ 的浓度变化。当 $EV_{VOC}(t+1)$ 的值为负或低于预定义的变化阈值 $SE_{VOC}$ 时,该方法返回到气候参数的测量100。为了避免误报警,值得检查是否在几个连续的测量周期内确认了警报。根据优选实施例,当计算 $EV_{VOC}$ 的所有结果在 $EV_{VOC}$ 的4个连续测量值中为正并且在时刻 $t+3$ 执行的最后测量值 $EV_{VOC}(t+3)$ 与在时刻 $t$ 执行的第一测量值 $EV_{VOC}(t)$ 之间的差异大于阈值 $SE_{VOC}$ 时,则发出变化警报 $ALE_{VOC}$ 。使用流程图在图4中示出了这种迭代计算。计算挥发性有机化合物的排放变化 $EV_{VOC}$ 的步骤270开始于计算在时刻 $t$ 的测量值 $MES_{VOC}(t)$ 与在时刻 $(t+1)$ 的测量值 $MES_{VOC}(t+1)$ 之间的差 $EV_{VOC}(t+1)$ 的步骤271。在步骤272中,如果变化为正,即如果 $EV_{VOC}(t+1) > 0$ ,则该方法继续步骤273。如果 $EV_{VOC}(t+1)$ 为负,变化为负且不需要产生警报,则该方法返回到测量气候参数的步骤100。在步骤273中,执行计算 $EV_{VOC}(t+2) = MES_{VOC}(t+2) - MES_{VOC}(t+1)$ 。在步骤274中,如果 $EV_{VOC}(t+2) > 0$ ,则该方法继续步骤275,否则该方法返回到步骤100。步骤275和276类似于步骤273和274,但适用于测量值 $MES_{VOC}(t+3)$ 。最后,在步骤276中,当 $EV_{VOC}(t+3)$ 为正时,该方法检测到 $EV_{VOC}$ 的三个正连续变化。执行计算在时刻 $(t+3)$ 的测量值 $MES_{VOC}(t+3)$ 与在时刻 $t$ 的测量值 $MES_{VOC}(t)$ 之间的差 $EV_{VOC}$ 。如果 $EV_{VOC}$ 大于变化阈值 $SE_{VOC}$ ,则发出VOC警报 $ALE_{VOC}$ 的浓度变化。可以使用计算 $EV_{VOC}$ 的其他变体。

[0061] 优选地,变化阈值SEVOC在10至30ppm范围内。

[0062] 图6使用曲线图示出了根据前述优选实施例的检测VOC浓度异常变化的示例。曲线MES<sub>VOC</sub>表示基于时间测量的浓度值。浓度标度示出在曲线图的右侧轴上。曲线EV<sub>VOC</sub>表示两个连续测量值MES<sub>VOC</sub>之间的差异。曲线图的左侧上的刻度对应于曲线EV<sub>VOC</sub>。曲线EV<sub>VOC</sub>>0表示两个连续测量值之间的值差为正的所有出现。在时间t=5时,两个连续测量值之间的差异是正的,但是没有发生这种现象,因此没有产生警报。然而,从t=10,发生了四个正连续超标并且超过了阈值SE<sub>VOC</sub>,因此发出警报ALE<sub>VOC</sub>。因此,在故障开始后的4个测量间隔期间(当两个测量之间的间隔为30秒时其是2分钟)检测到快速发展的故障。

[0063] 测量挥发性有机化合物(VOC)浓度和检测漂移SD<sub>VOC</sub>超标或改变浓度阈值EV<sub>VOC</sub>的该组步骤210至280形成用于测量挥发性有机化合物(VOC)浓度的第一方法200的一部分。还执行用于测量气体浓度的第二方法300。第二方法300在图1的流程图中示出并在图2中详细示出。第二方法300包括与第一方法200类似的步骤。执行测量气体浓度的MES<sub>gas</sub>的步骤310,然后进行步骤320,基于在步骤100中测量的一个或多个气候参数来校正测量值MES<sub>gas</sub>。随后,执行步骤330,计算长时间段LP在电气外壳10中的气体浓度的滑动平均值ML<sub>gas</sub>,然后执行步骤340,计算短时间段SP的滑动平均值MC<sub>gas</sub>。在步骤350期间执行等于MC<sub>gas</sub>/ML<sub>gas</sub>比率的气体浓度的漂移DR<sub>gas</sub>的计算,然后在步骤360中将漂移计算DR<sub>gas</sub>与气体的浓度阈值SD<sub>gas</sub>的漂移进行比较。当超过气体的浓度阈值SD<sub>gas</sub>的漂移时,发出气体警报ALD<sub>gas</sub>的浓度漂移。为了检测快速发展的气体释放,根据类似于VOC变化计算的步骤计算气体浓度的变化EV<sub>gas</sub>:在步骤370期间,根据等式EV<sub>gas</sub>(t+1)=MES<sub>gas</sub>(t+1)-MES<sub>gas</sub>(t)执行计算在两个连续时刻t和t+1之间的气体浓度的变化。在步骤380中,将EV<sub>gas</sub>(t+1)的值与预定义的变化阈值SE<sub>gas</sub>进行比较。当值EV<sub>gas</sub>(t+1)大于阈值SE<sub>gas</sub>时,则发出气体浓度异常变化警报ALE<sub>gas</sub>。当EV<sub>gas</sub>(t+1)的值为负或低于预定义的变化阈值SE<sub>gas</sub>时,该方法返回到气候参数的测量100。优选地,根据类似于基于四个正连续测量值计算VOC浓度变化的方法来执行气体浓度变化EV<sub>gas</sub>的计算。优选地,漂移阈值SD<sub>gas</sub>在1.001至1.1范围内(以百分比表示在100.1%至110%范围内)并且变化阈值SE<sub>gas</sub>在5至50ppm范围内。

[0064] 类似地,根据本发明的故障检测方法包括第三方法400,其用于在电气外壳中的微粒的异常漂移或浓度变化的情况下产生警报。用于测量微粒浓度的第三方法400在图1的流程图中示出并且在图3中详细示出。第三方法400包括与第一方法200和第二方法300类似的步骤。执行测量值MES<sub>par</sub>微粒浓度的步骤410,然后在步骤420期间,基于在步骤100中测量的一个或多个气候参数来校正测量值MES<sub>par</sub>。在步骤430期间,在长时间段LP执行电气外壳10中的微粒浓度的滑动平均值ML<sub>par</sub>的计算,并且在步骤440期间在短时间段SP上计算滑动平均值MC<sub>par</sub>。在步骤450中执行等于比率MC<sub>par</sub>/ML<sub>par</sub>的微粒浓度的漂移DR<sub>par</sub>的计算,并且在步骤460期间将漂移计算DR<sub>par</sub>的结果与微粒阈值SD<sub>par</sub>的预定漂移进行比较。当超过微粒阈值SD<sub>par</sub>的浓度漂移时,发出微粒浓度漂移警报ALD<sub>par</sub>。如果漂移DR<sub>par</sub>的值低于预定义的变化阈值SE<sub>par</sub>,则该方法返回到气候参数的测量100。还执行微粒浓度的变化EV<sub>par</sub>的计算:在步骤470期间,根据等式EV<sub>par</sub>(t+1)=MES<sub>par</sub>(t+1)-MES<sub>par</sub>(t)执行微粒浓度变化的计算。在步骤480中,将值EV<sub>par</sub>与预定义的变化阈值SE<sub>par</sub>进行比较,以便当微粒浓度的变化EV<sub>par</sub>的计算结果大于变化阈值SE<sub>par</sub>时产生警报ALE<sub>par</sub>。当EV<sub>par</sub>的值为负或低于变化阈值SE<sub>par</sub>时,该方法返回到气候参数的测量100。优选地,根据类似于基于四个正连续测量值计算VOC浓度的方法



来执行微粒浓度的变化 $EV_{par}$ 的计算。优选地,漂移阈值 $SD_{par}$ 在1至 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 范围内,并且变化阈值 $SE_{par}$ 在20至 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 范围内。

[0065] 挥发性有机化合物、微粒或气体的排放与电气外壳中存在的电气设备的操作相关,并且不一定是故障指示器。本发明的一个特征是在清洁设备环境中操作期间提供与设备故障有关的可靠警报。为此,本发明的检测方法包括集中警报信息的步骤500,在此期间在VOC、微粒和气体的警报之间执行“与”逻辑操作。如果触发微粒浓度的至少一个警告并且如果触发VOC或气体浓度的至少一个警告,则本发明的特征是产生警报。如图1所示,一方面,在参考标记510下,执行VOC和气体的漂移和变化的警告的“或”逻辑操作,另一方面,在参考标记520下,执行微粒的漂移和浓度变化的警告的“或”逻辑操作。在参考标记530下,在微粒超标的警告和气体或VOC超标的警告之间执行“与”逻辑操作。用于产生警报变量AL的逻辑等式表示为:

[0066]  $AL = (ALD_{par} \text{ 或 } ALE_{par}) \text{ 与 } (ALD_{VOC} \text{ 或 } ALE_{VOC} \text{ 或 } ALD_{gas} \text{ 或 } ALE_{gas})$ 。

[0067] 当警报变量AL为真时,在步骤600期间产生警报。电气设备的操作员可以快速干预并解决故障。

[0068] 通过该方法的益处的说明,在端子上的低功率电缆的夹紧不良连接可导致温度升高超过电缆的绝缘材料的规格。过热的绝缘材料将排放VOC、气体和微粒。此外,外壳中也可以存在高电流循环的高功率电缆。在正常操作期间,高功率电缆的绝缘材料发出的VOC、气体和微粒的量可以比由过热的低功率电缆发出的量大得多。与对应于正常操作的水平相比,计算VOC、微粒和气体的浓度漂移的步骤将允许检测VOC、气体和微粒浓度的正的异常变化。在计算浓度变化的步骤期间,将很快检测到低功率电缆附近的可能的热失控。VOC、微粒和气体的浓度阈值的组合超标允许仅在存在实际故障时产生警报。这种方法还允许检测故障,比如电气外壳10中的异常电弧,这是由于检测到由受到电弧影响的材料发出的VOC、微粒和气体,特别是臭氧。

[0069] 本发明的方法是循环执行的,以确保连续监测电气外壳10中的设备并尽可能快地检测VOC、气体或微粒的任何异常变化。两个连续循环之间的间隔可以在几秒到几分钟之间。优选地,所述间隔等于30秒。

[0070] 本发明还涉及一种装置20,如图7所示,用于检测电气外壳10中的故障。检测装置20包括:

[0071] -至少一个传感器21,用于提供挥发性有机化合物浓度的信号特征;

[0072] -至少一个传感器22,用于提供微粒浓度的信号特征;

[0073] -至少一个传感器23,用于提供气体浓度的信号特征;

[0074] -至少一个气候参数传感器24;

[0075] -测量电路25,用于测量由传感器提供的信号;

[0076] -用于产生警报的警报电路26;以及

[0077] -处理单元27,包括电路,用于执行如前所述的用于检测故障的方法并且用于当超过微粒的浓度阈值 $SD_{par}$ 的漂移或微粒的浓度阈值 $EV_{par}$ 的变化时以及当超过挥发性有机化合物的浓度阈值的至少一个漂移或浓度阈值的一个变化 $SD_{VOC}$ 、 $EV_{VOC}$ 或气体的浓度阈值的至少一个漂移或浓度阈值的一个变化 $SD_{gas}$ 、 $EV_{gas}$ 时激活警报电路26。如果在处理单元27中只有一个计算单元,则借助于计算单元,比如并行或顺序(一个接一个地)操作的微处理器,处

理单元可以同时执行第一方法200、第二方法300和第三方法400,用于通过计算单元检测浓度阈值的漂移或变化的超标。可以使用任何计算装置,比如控制器、逻辑和/或模拟电子电路的组件。本发明的方法由处理单元循环执行,优选地以30秒的周期执行。根据优选实施例,当制造检测装置20时校准传感器,并且将由VOC传感器21、微粒传感器22和气体传感器23提供的信号的温度和湿度校正曲线存储在处理单元27中以执行,的步骤220、320、420,校正挥发性有机化合物、气体和微粒的浓度测量值 $MES_{VOC}$ 、 $MES_{gas}$ 、 $MES_{par}$ 。气候参数传感器24优选地是温度和湿度传感器。可以添加其他传感器24以测量电气外壳10内部或附近的其他气候参数,例如大气压力。

[0078] 优选由传感器21检测的挥发性有机化合物由烃或醇、苯、乙醇、丙烷、异丁烷、叔丁醇或甚至2-丁酮的分子组成或包括它们。VOC传感器21可以通过将多个特定传感器与某些类型的VOC相关并提供挥发性有机化合物总浓度的信号来产生。也可以使用多个传感器,并且在这种情况下,测量电路25对每个传感器发出的信号执行可能加权的和,以便产生测量值 $MES_{VOC}$ 。

[0079] 微粒传感器22优选地检测由电缆的一种或多种绝缘材料发出的1至5微米的任何微粒。

[0080] 微粒传感器22可以通过将多个特定传感器与某些类型的微粒相关并提供微粒的总浓度的信号特征来产生。也可以使用多个传感器,在这种情况下,测量电路25对每个传感器发出的信号执行可能加权的和,以便产生测量值 $MES_{par}$ 。

[0081] 优选地,由气体传感器23检测的气体是:

[0082] -氨;

[0083] -氢;

[0084] -丙酮;

[0085] -臭氧。

[0086] 气体传感器23可以通过将多个特定传感器与某些气体相关并提供气体的总浓度的信号特征来产生。也可以使用多个传感器,在这种情况下,测量电路25对每个传感器发出的信号执行可能加权的和,以便产生测量值 $MES_{gas}$ 。

[0087] 本发明还涉及一种电气外壳10,其包括至少一个电缆或一个电气设备项11、12和用于检测电气故障的装置20,用于检测电缆或电气设备项11、12的异常温度升高。由警报电路26产生的警报优选地通过电气外壳10附近的灯和/或声音警告设备发出,并且可以通过有线或无线电装置同时传输到远程监控站,图7中未示出。如此告知下,一名人员可以迅速介入,以消除故障原因。

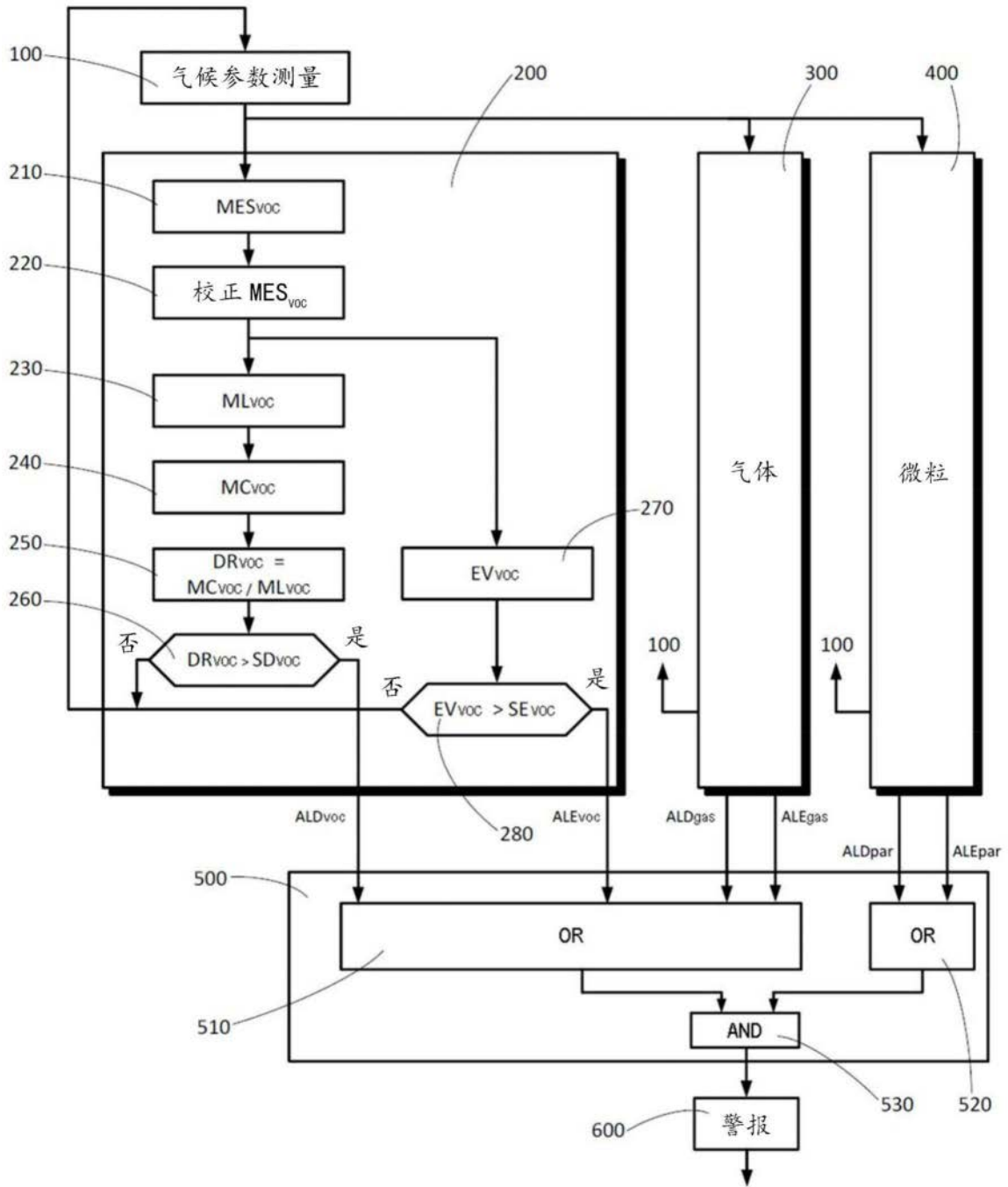


图1

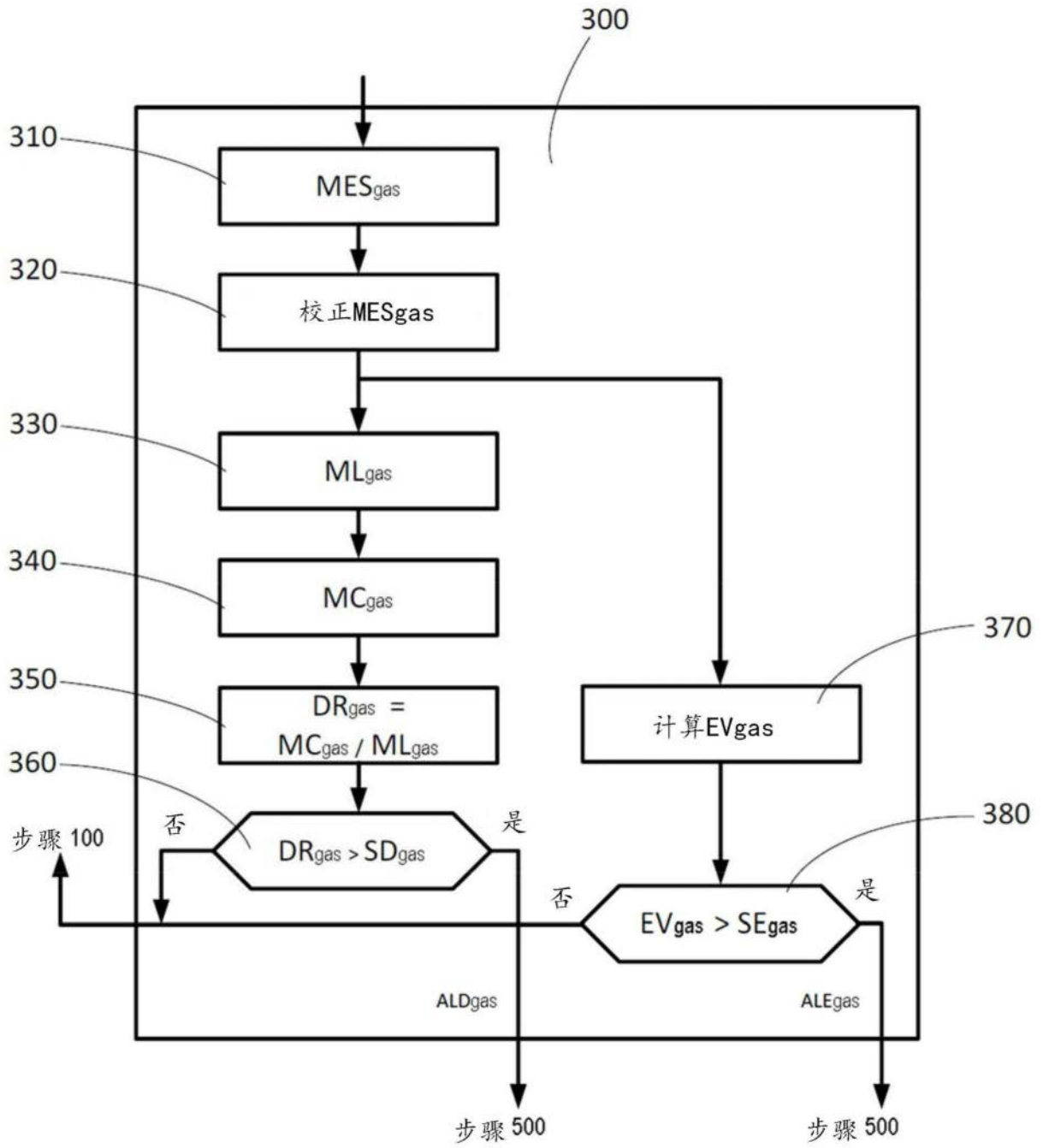


图2

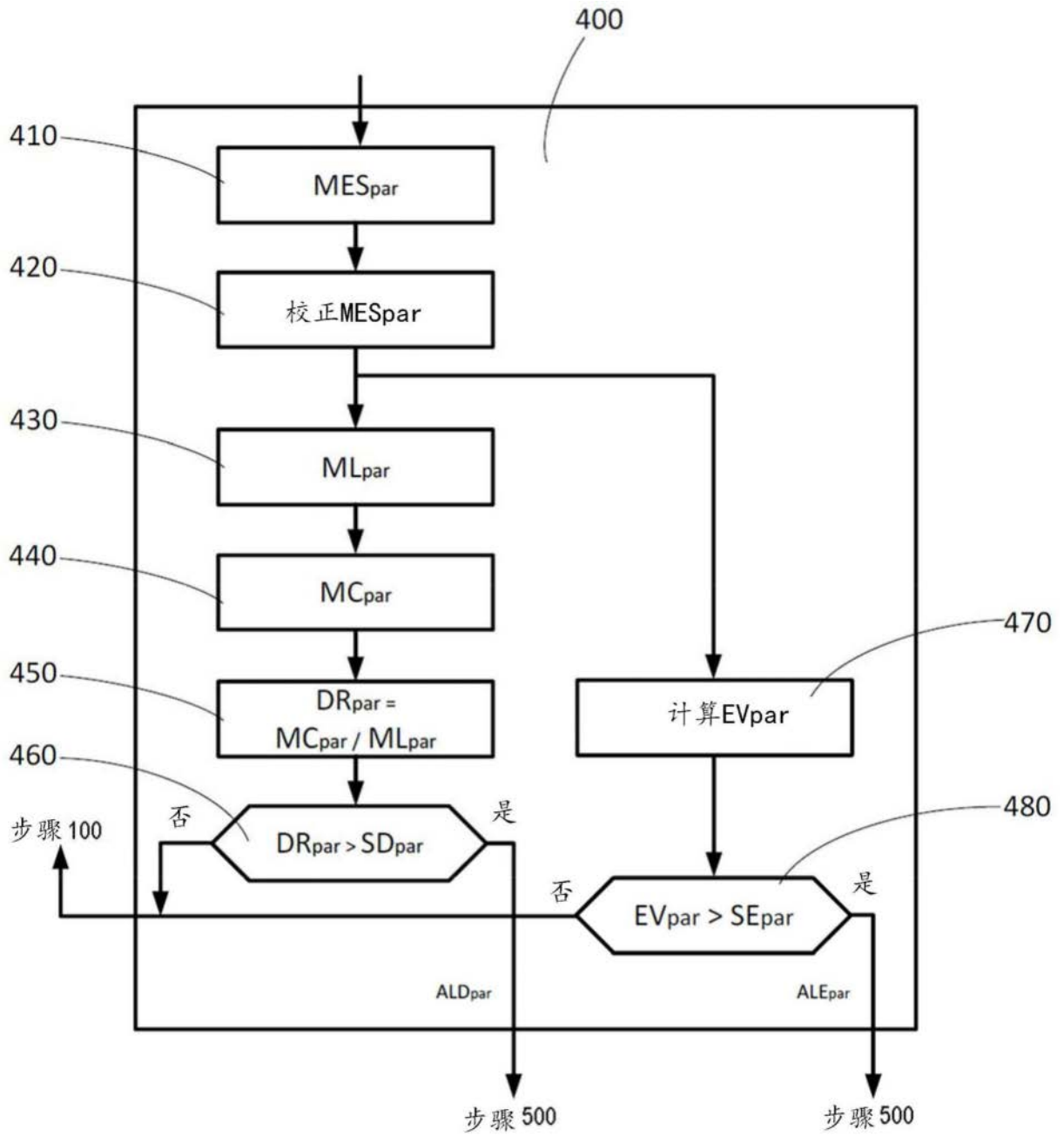


图3

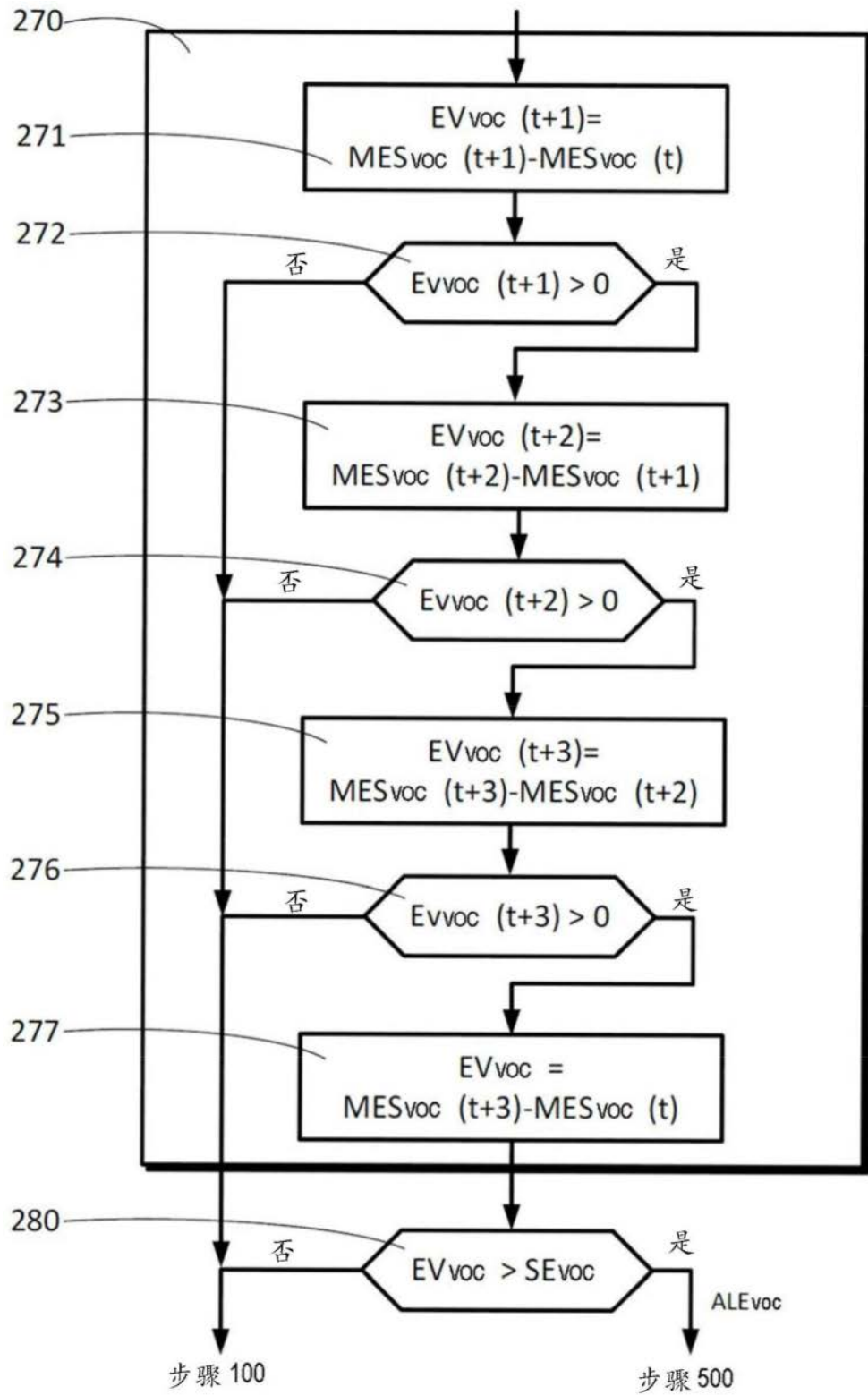


图4

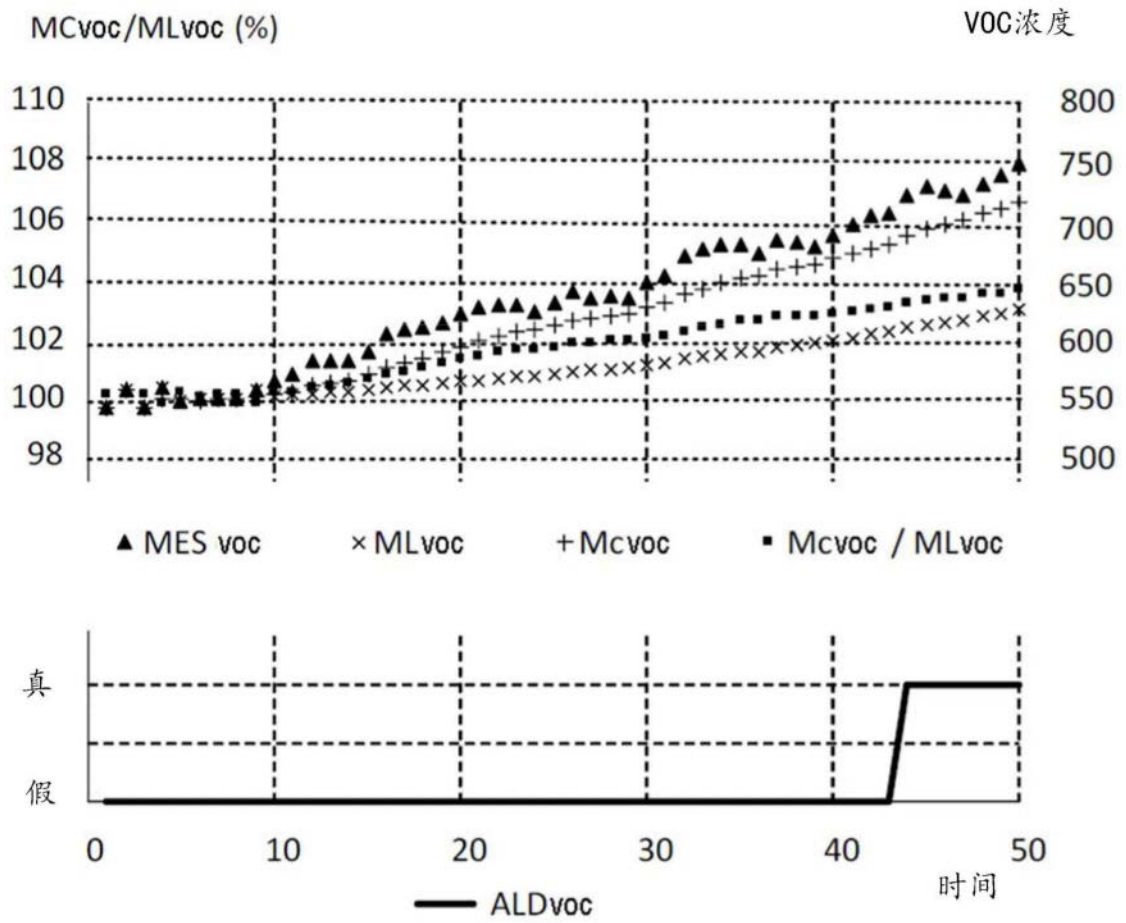


图5

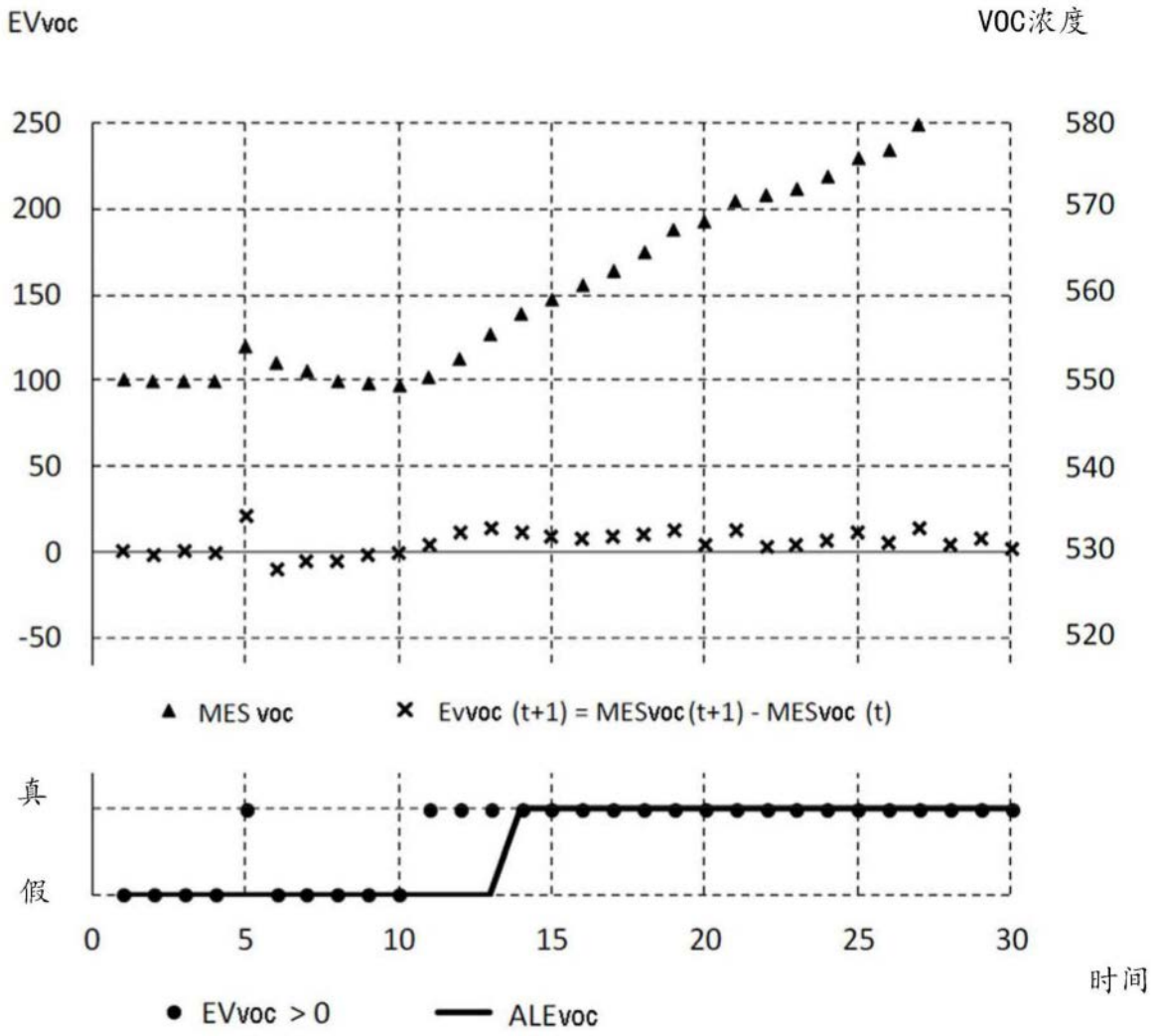


图6



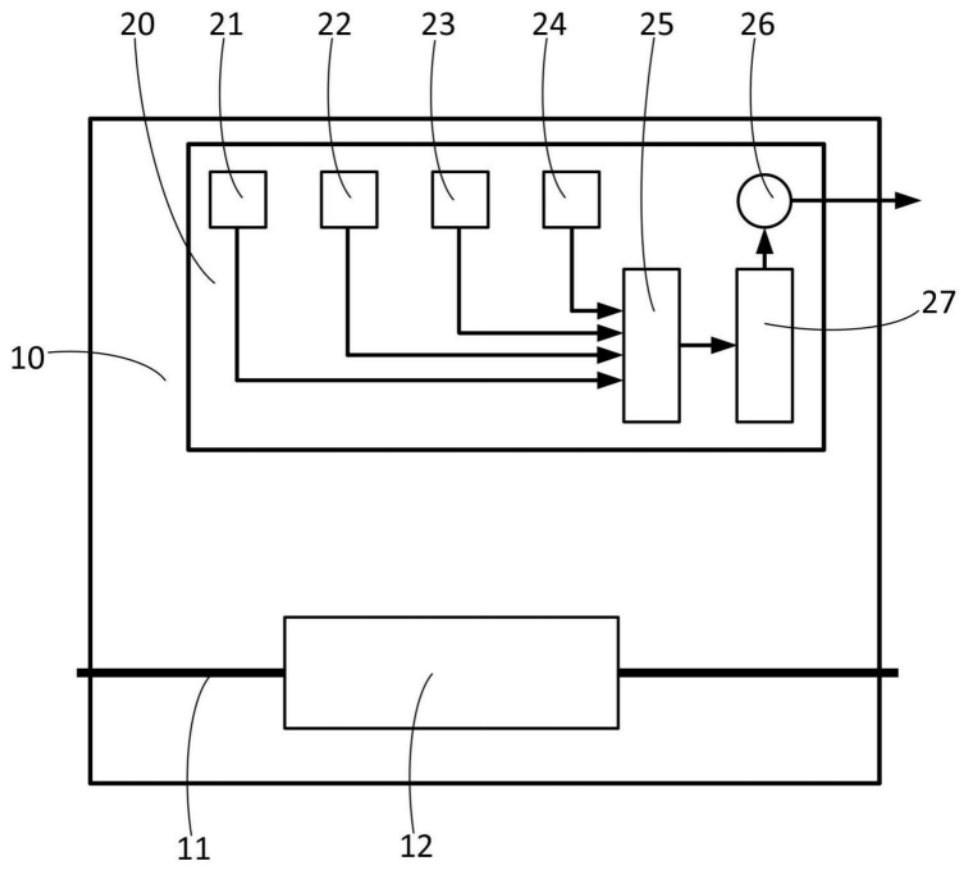


图7