(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104736818 B
(45)授权公告日 2016.09.21

(21)申请号 201380054774.6

(22)申请日 2013.09.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104736818 A

(43)申请公布日 2015.06.24

(30)优先权数据
1259038 2012.09.26 FR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.04.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2013/052238 2013.09.24

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/049260 FR 2014.04.03

(73)专利权人 斯奈克玛
地址 法国巴黎

(72)发明人 塞威利娜·舍瓦莱尔
乔斯·罗德里格斯 阿兰·蒂佩尔

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
代理人 王琳 武晨燕

(51)Int.Cl.
F02C 9/20(2006.01)

审查员 黄彬彬

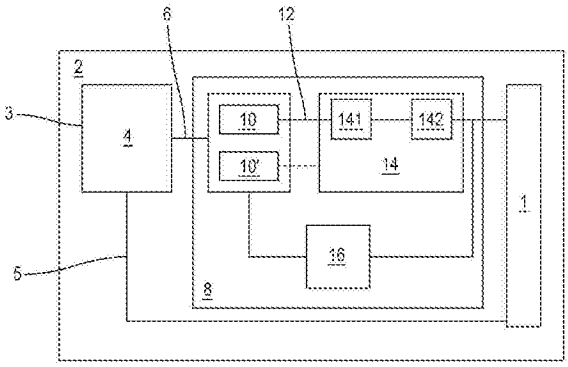
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

对控制致动器的系统中的控制故障进行区分的方法和系统

(57)摘要

本发明涉及一种用于对控制致动器(14)的系统中的控制故障进行区分的方法，所述致动器确定对气体涡轮发动机的状态进行修改的构件的位置，所述系统包括单/双通道的电气控制装置和机械控制装置，所述电气控制装置包括至少一个计算机(10、10')，在任何给定时间仅其中一个计算机是主动的，从而计算所述致动器(14)的活动构件的设定位置并且传输设定信号到所述致动器的单通道机械控制装置上，当在预定偏差确认时间内检测到所述致动器的所述活动构件的所述设定位置与所述致动器的所述活动构件的测量位置之间的偏差时，诊断出故障。所述方法的特征在于，测量所述致动器移动速率，并且当所测量的移动速率在所述用于确认所述差异的时间内不为零或者高于预定的阈值速率时，诊断出电气来源的故障，否则所述故障为暂时机械来源的故障。



CN 104736818 B

1.一种用于对控制致动器(14)的系统中的控制故障进行区分的方法,所述致动器(14)作用于对气体涡轮发动机的状态进行修改的构件的位置,所述系统包括电气控制装置和机械控制装置,所述电气控制装置包括至少一个计算机(10、10')),所述至少一个计算机(10、10')被用于计算所述致动器(14)的活动构件的期望位置并且传输指令信号到所述致动器(14)的单通道机械控制装置上,当在给定差别确认时段内检测到所述致动器的所述活动构件的所述期望位置与所述致动器的所述活动构件的测量位置之间的差别时,诊断出故障,其特征在于,测量所述致动器(14)的移动速率,并且当所测量的移动速率在所述差别确认时段内保持为零或者高于预定的阈值速率时,诊断出电气来源的故障,否则所述故障为暂时机械来源的故障。

2.根据权利要求1所述的方法,如果在检测到所述差别时所述致动器位于内缩位置并且在所述给定差别确认时段内一直位于所述内缩位置处,则所述系统被诊断为具有电气来源的故障。

3.根据权利要求1所述的方法,其中,将所述指令信号的值与给定的阈值相比较,如果所述指令信号大于所述阈值并且所述移动速率高于所述阈值速率,则所述控制故障被诊断为电气的。

4.根据权利要求1所述的方法,其中,所述致动器控制发动机压缩机的定子鳍的位置。

5.一种用于控制致动器(14)的系统,所述致动器(14)作用于对气体涡轮发动机的状态进行修改的构件的位置,所述系统包括电气控制装置和机械控制装置,所述电气控制装置包括至少一个计算机(10、10'),其中每次只有一个计算机是活跃的,所述至少一个计算机(10、10')被设置为计算所述致动器(14)的活动构件的期望位置并且传输指令信号到所述致动器的单通道机械控制装置上,所述系统进一步包括用于测量所述致动器的所述活动构件的位置的装置(16),所述至少一个计算机(10、10')还配置用于当在给定差别确认时段内检测到所述致动器的所述活动构件的所述期望位置与所述致动器的所述活动构件的测量位置之间的差别时诊断出故障,其特征在于,所述系统包括对所述致动器的控制故障进行区分的指示器,所述系统包括用于测量所述致动器的所述活动构件的移动速率的装置、用于将所述移动速率与一速率相比较的装置以及故障区分指示装置,所述故障区分指示装置使得当所测量的移动速率在所述差别确认时段内保持为零或者高于预定的阈值速率时,所述系统诊断出电气来源的故障,否则所述故障被认为是暂时机械来源的故障。

6.根据前项权利要求所述的系统,包括双通道电气控制装置,每个通道都具有一个计算机(10、10'),其中每次只有一个计算机是活跃的。

对控制致动器的系统中的控制故障进行区分的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及气体涡轮发动机领域，更特别是装备飞行器的发动机的领域，并且涉及用于对改变发动机的工作状态的构件进行控制的系统中的故障的检测，该系统例如为对压缩机定子的变距鳍的节距角进行调节的系统。

背景技术

[0002] 在装备飞行器、尤其是装备军用飞行器的发动机中，通常要求对调节系统中的失效进行管理以提供对故障的更好容限并减小任务取消率。

[0003] 根据已知的调节方法，对发动机的控制以具有两个互连级别的调节架构为基础。该调节架构由发动机调节环路和局部调节环路组成：发动机调节环路控制发动机的状态，例如，发动机的转速或者LP压缩机的输出速率；局部调节环路对作用在修改发动机状态的构件上的致动器的位置进行控制，该构件为燃油计量设备、输出导向轮、变距定子鳍、排气喷嘴或者其他构件。

[0004] 局部调节组由三个部件组成：计算部件、控制部件和测量部件。计算部件产生待施加于致动器的电流命令。产生该命令以确保致动器的实际位置趋向期望位置。控制部件根据电流命令定位致动器的输出构件。最后，测量部件评估致动器的输出构件的位置。

[0005] 计算部件仅为电气的，并且控制部件还包括机械装置。

[0006] 电气部件存在重复(duplicated)。电气部件通常为双通道类型并且通常包括两个计算机，每个计算机能够向致动器发送电流。然而，致动器每次仅由一个计算机控制：主动(活跃)计算机。另一个计算机——被动计算机——准备在主动计算机出现失效的情况下接管。随后切换计算机：主动计算机变为被动计算机，反之亦然。

[0007] 至于机械部件则并不重复；仅存在一个机械控制通道。

[0008] 在对控制局部调节组的系统造成影响的故障中，根据故障量级的重要程度来区分故障。简单故障对应于命令链的透明或者暂时失效，而双故障对应于完全的失效。

[0009] 因为在电器类型的简单控制故障情况下执行的维修行动与在机械类型的简单控制故障的情况下完成的维修行动不同，所以同样将电气来源的故障与机械来源的故障区分开。然而，对于特定的发动机，调节系统不对控制故障的类型进行诊断。则存在维修行动不适合的风险。

[0010] 在双通道电气控制的情况下，当出现简单控制故障时，简单控制故障导致计算机切换。故障的电气控制通道变为被动的。因此，单控制故障在飞行中是透明的。然而，出于安全考虑，维修程序需要在地面上对一件设备——所涉及的计算机或控制单元——进行拆解。

[0011] 该拆解的合理性根据单控制故障的来源变化。单控制故障或者来源于两个电气控制通道之一的失效，或者来源于机械控制通道的暂时失效。机械控制通道的暂时失效例如可以是：驱动致动器的流体被短暂沾污，因而阻止流体起作用。

[0012] 当单控制故障的来源为机械的时，拆解显然是不合理的。

发明内容

[0013] 本发明旨在对不具有单通道故障类型的诊断装置的发动机中的故障管理进行改善。因此，本发明涉及对局部调节环路，尤其是对变距定子鳍的节距角进行调节的环路中的控制故障的诊断的实现。本发明的目的是在出现单控制故障的情况下帮助确定维修行动。

[0014] 因此，本发明涉及一种用于对控制致动器的系统中的控制故障进行区分的方法，所述致动器作用于对气体涡轮发动机的状态进行修改的构件的位置，所述系统包括电气控制装置和机械控制装置，所述电气控制装置包括至少一个计算机，所述至少一个计算机被用于计算所述致动器的活动构件的期望位置并且传输指令信号到所述致动器的单通道机械控制装置上，当在给定的差别确认时段内检测到所述致动器的所述活动构件的所述期望位置与所述致动器的所述活动构件的测量位置之间的差别时诊断出故障。

[0015] 其特征在于，测量所述致动器的移动速率，并且当所测量的移动速率在所述差别确认时段内保持为零或者高于预定的阈值速率时，诊断出电气来源的故障，否则所述故障为暂时机械来源的故障。

[0016] 通过本发明的方法，一装置可用于对电气故障和客观上不需要拆解的暂时机械故障之间进行区分，出于安全原因并且依照维修程序，电气故障导致在地面上对一项设备进行拆解。因此，如果单机械故障类型不重复出现，则可以确定不进行所涉及的设备的拆解。如果机械来源的故障重复出现特定次数，例如三次，则可能进行拆解。依照另一特征，如果在检测到所述差别时所述致动器位于内缩位置并且在所述给定差别确认时段一直位于所述内缩位置处，所述系统被声明为具有电气来源的故障。

[0017] 该要求是由于，因为电气故障造成朝内缩位置的迅速移动，则所述致动器有可能在差别被检测到之前处于其内缩位置。在此情况下，在监视阶段内速率保持为零，这将错误地指示为暂时机械故障。

[0018] 依照另一特征，所述控制信号的值与给定的阈值相比较，如果所述控制信号高于所述阈值并且所述移动速率高于所述阈值速率，则所述控制故障被声明为电气的。

[0019] 本发明涉及一种使用单通道或双通道电气控制装置的控制系统。本发明尤其适用于调节致动器的局部环路，该致动器控制发动机压缩机定子的变距鳍的节距角。本发明还适用于控制入口导向轮(inlet directing wheel，IDW)的局部环路。

附图说明

[0020] 图1示出了气体涡轮发动机的调节环路的架构；

[0021] 图2为在本发明的用于区分单控制故障的方法期间执行的各个步骤的框图。

具体实施方式

[0022] 图1中的视图涉及用于对推进飞行器的气体涡轮发动机进行调节的架构。该发动机例如为具有两个以不同速率旋转的同心转子的双滑动发动机，两个同心转子为低压转子和高压转子。每个转子在燃烧室的任一侧包括压缩机和涡轮，压缩机将空气压缩到燃烧室，涡轮由燃烧室提供燃烧气体并且驱动与该涡轮相关联的压缩机。高压压缩机接纳来自低压压缩机的空气，并且低压涡轮接纳在高压涡轮中部分膨胀的气体。

[0023] 该发动机的控制以具有两个互连级别的调节架构为基础。该调节架构包括发动机调节环路2，发动机调节环路2控制发动机1的状态，尤其控制发动机1的转子的转速，以及LP压缩机的输出速率。

[0024] 发动机调节环路2由三个部件组成：计算部件4、发动机部件1和测量发动机的参数的部件5。

[0025] 计算部件4完成以下功能：

[0026] 根据输入参数3限定发动机1的期望状态，输入参数3为飞行器的飞行条件和气体控制杆的位置；

[0027] 根据发动机参数测量部件5提供的测量值来计算发动机的实际状态；

[0028] 计算致动器位置指令6。产生该指令以确保发动机的测量状态趋向发动机的期望状态。

[0029] 发动机部件1自身的状态由致动器的位置修改。

[0030] 测量部件5评估发动机的工作参数。

[0031] 在发动机调节环路内，系统包括局部调节环路8，局部调节环路8提供了致动器的位置控制。这些致动器，尤其是升降杆，作用于修改发动机的状态的构件，也就是说，主燃料和燃烧后计量设备(流量计而非用于燃烧后的升降杆)，并且在可用情况下，进气口导向轮、变距定子鳍、排气喷嘴和其他。本发明尤其涉及控制变距定子鳍的节距角。定子鳍的节距变化可以优化发动机的HP压缩机的作用并且提高HP压缩机的泵送范围。

[0032] 局部调节环路8包括：

[0033] 计算部件10，产生待施加于致动器的电流命令12。产生命令12以确保在16处测量的致动器位置趋向期望位置；

[0034] 控制部件14根据电流命令定位致动器；

[0035] 测量部件16，评估致动器的位置。

[0036] 控制链10、14、16包括两个部件：

[0037] 电气部件10；该部件将电能传输到致动器。

[0038] 机械或液压机械部件14；该部件将电能转换为机械能。对于液压机械致动器，该部件包括伺服阀141，伺服阀141控制对诸如加压流体升降杆之类的致动器的供给。应当注意，伺服阀141自身包括机械部件以及具有两个重复控制通道的电气部件。

[0039] 电气部件10可以存在重复。在此情况下，电气部件10可以包括两个计算机10和10'。每个计算机能够发送电流12到致动器上，例如到液压机械致动器的伺服阀141上。然而，致动器14每次仅由一个计算机控制：主动计算机10。另一个计算机10'是被动的并且准备在主动计算机出现失效的情况下接管。随后切换计算机：主动计算机变为被动计算机，反之亦然。

[0040] 因此，通常存在两个电气控制通道。另一方面，机械部件并不重复。只存在一个机械控制通道。

[0041] 控制故障介绍

[0042] 控制故障是由于两个电气控制通道10、10'之一或12以及伺服阀141的电气部件(特别是线圈)处的失效，或者由于液压机械链141、142的失效而导致的。电气来源的故障则区别于机械来源的故障。

[0043] 当给定的确认时段中控制响应与理论响应之差大于给定阈值时，则认为与主动计算机相关联的控制通道出现故障。该确认时段使用控制链的理论模型来估算。

[0044] 同样，根据故障的重要程度来区分故障：单故障和双故障，甚至更多。

[0045] 故障的重要程度(单故障或双故障)取决于失效的量级。

[0046] 对于电气来源的故障，失效的量级由所涉及的电气通道10或10'的数量表征。在双通道电气控制系统的情况下，单电气控制通道的失效造成单控制故障。两个电气控制通道10和10'的失效造成双控制故障。在具有单电气控制通道的系统的情况下，不存在任何单故障或双故障的概念。失效导致检测到控制故障。

[0047] 对于机械来源的故障，仅存在一个机械控制通道。机械故障的量级根据失效的持续时间来变化：完全或暂时失效；下表指出了机械失效的持续时间与其引起的控制故障之间的对应关系。

[0048]

机械失效的持续时间	相关控制故障	机械失效的名称
短	非控制故障	透明故障
中等	单控制故障	暂时失效
高	双控制故障	完全故障

[0049] 如果一个时段小于确认时段(确认新的主动计算机出现故障)，则认为该时段短。

[0050] 如果一个时段介于确认时段与以下时段之和之间，则认为该时段是中等的：确认时段+抑制时段。抑制时段是在通道切换之后对故障的监视遭到抑制的时段，这使得可以为新的主动计算机留出时间来对定位进行修正。

[0051] 如果一个时段大于以下时段之和，则认为该时段是高的：确认时段+抑制时段。

[0052] 双通道电气控制情况下单控制故障对发动机的可用性的影响

[0053] 单控制故障引起计算机10、10'切换。故障控制面板保持被动。因此，单控制故障在飞行中是透明的。然而，依照根据现有技术的发动机维修程序并且出于安全考虑，该故障造成在地面上对一件设备-所涉及的计算机10、10'或者致动器的控制单元14-进行例行拆解。

[0054] 该拆解的合理性根据该单控制故障的来源变化。

[0055] 单控制故障的来源为：

[0056] 两个电气控制通道之一的失效；

[0057] 机械控制通道的暂时失效。这例如可以是致动器的短暂沾污。

[0058] 在机械来源的单控制故障的情况下，拆解是不合理的。

[0059] 下表表现了单控制故障对发动机的可用性的影响。

[0060]

单控制故障的来源	影响
一个电气控制通道的失效	对飞行没有影响 地面影响：拆解合理
机械控制通道的暂时失效	对飞行没有影响 地面影响：拆解可能不合理

[0061] 区分控制故障的必要性

[0062] 以上分析说明，不对单控制故障的来源进行划分造成不合理的设备拆解。然而，设备拆解是在现有技术中被作为安全措施的建议维修程序。

[0063] 已经注意到，在数个月的观察时段期间，由于单控制故障造成的定子单元(包括变距鳍)的拆解中不小的部分都是不合理的。如果在调查被拆解的设备的过程中没有发现故障，则认为拆解是不合理的。

[0064] 还应当注意，有可能通过实现对控制电流的监视来区分控制故障。发送到伺服阀141上的电流被计算机10预读取。预读取电流在本领域中被称为“匝(wrap)”电流。该电流与计算机产生的电流相比较。这两个电流之差指出电气来源的控制故障。然而，这样的技术方案对于计算机系统的硬件和操作系统有要求，并且对于现有的发动机，这可以表现为对计算机的修改。为了避免这样的修改，本发明的在此情况下很容易实现的技术方案被研究出来。

[0065] 为了避免在机械控制通道暂时故障的情况下不幸进行拆解，有必要对单控制故障根据其来源进行区分。

[0066] 待区分的故障的影响的分析

[0067] 对于包括液压机械致动器的局部组，局部调节环路的控制链由主动计算机10或10’构成，主动计算机10或10’产生待发送到伺服阀141上的控制电流12。对使得致动器142的测量位置趋向发动机调节环路产生的期望位置的电流进行计算。伺服阀141将气流提供到致动器的腔室中。供给压力取决于伺服阀141接收到的控制电流12。致动器的活动构件的移动速率由供给流速确定。

[0068] 升降杆的移动与控制电流的变化成比例。

[0069] 致动器的活动构件(升降杆)朝向内缩位置的急剧移动，也就是以与给定的飞行条件相关的最大速率移动，对应于零电流。致动器的活动构件(升降杆)朝向与内缩位置相对的位置的急剧移动，也就是以与给定的飞行条件相关的最大速率移动，对应于最大电流。在专利US 3023782中说明了一种两段式伺服阀。

[0070] 电气控制通道的故障的影响

[0071] 电气控制通道的故障通常是由于开路或者短路导致的。计算机断路器检测到短路，并且随后要求将所发送的电流置零。这两个类型的失效导致伺服阀141读取的电流置零，伺服阀141随后要求升降杆向其内缩位置迅速移动。

[0072] 电气控制故障还可能是(5％的情况下)由于计算机发送的电流的漂移导致的。计

算机发送的电流的漂移引起伺服器的响应的移位。该移位由反馈环路补偿，但是仍然造成反馈环路的响应时间的增大。

[0073] 机械控制通道的暂时故障的影响

[0074] 机械控制故障的暂时失效由短暂沾污情况下伺服阀的阻塞造成。

[0075] 分析说明，存在两种类型的滑块阻塞：滑块与外壳之间挤入粒子，或者滑块与升降杆腔室的供给出口之间剪切粒子。第一类型的影响是增大滑块上的摩擦。电流/输出曲线表现出迟滞现象。换句话说，控制链的响应时间增大。

[0076] 挤入到滑块与升降杆腔室的供给出口之间的粒子将被剪切。在剪切时间(该时间可能足够长以造成控制故障)期间，滑块受阻。升降杆舱室的供给压力在阻塞过程中保持恒定。这仅发生在滑块的平衡位置周围(升降杆舱室的供给出口关闭)并因而处于低速时。

[0077] 因此，机械控制通道的暂时故障由致动器的性能的短时下降造成。环路的响应时间增大。

[0078] 以上分析说明，通过故障的急缓度能够将电气控制通道的大部分故障与机械控制通道的暂时故障相区分。

[0079] 很小比例(5％)的电气来源的控制故障具有与机械来源的单控制故障相似的影响。

[0080] 对不同来源的单控制故障进行区分的方法

[0081] 本发明的方法基于以下发现：在95％的情况下电气故障引起升降杆以给定飞行条件下的最大速率向内缩位置移动，然而暂时的液压机械故障对升降杆的移动速率进行限制。

[0082] 因此，对升降杆的速率的监视允许将电气故障与暂时液压机械故障相区分。

[0083] 在故障时，也就是根据检测到的控制响应与理论相应之差，监视升降杆的速率，直至在切换计算机之前确认控制故障。这对应于控制故障确认阶段。

[0084] 在发动机测试期间通过校准来确定阈值速率。将阈值速率确定为小于与开路或短路类型的电气控制故障相关联的速率。通过将发送到致动器的伺服阀的电流置零来评估阈值速率。

[0085] 如果在控制故障确认阶段升降杆向内缩位置的方向移动并且升降杆的速率高于阈值速率，则认为该故障来源于电气。否则，则说该故障来源于机械。

[0086] 待考虑的特定情况

[0087] 与位置有关的条件：

[0088] 电气故障引起朝向内缩位置的迅速移动。在检测到反馈响应与理论响应之差之前，升降杆可以到达内缩位置。在此情况下，速率在监视阶段保持为零。因而有必要附加以下条件：如果升降杆在控制故障确认阶段期间处于内缩位置，则认为该故障来源于电气。

[0089] 与电流有关的条件：

[0090] 在计算的控制电流为零的情况下，机械控制故障可以引起升降杆在控制故障确认阶段期间以高于阈值速率的速率朝内缩位置的方向移动。为了避免误解这些机械控制故障的来源，则有必要附加与电流有关的条件。

[0091] 在电气控制故障的情况下，所计算的控制电流与伺服阀实际接收的控制电流之间不一致。所计算的控制电流被确定以减缓升降杆或者甚至使升降杆的行进方向反向。在电

气控制故障的情况下，所计算的控制电流并不接近零。

[0092] 如果在控制电流不低的时候升降杆迅速移动，则说控制故障为电气的。

[0093] 由于对控制故障进行区分，由于单控制故障而进行拆解的逻辑能够被修改。下表中指出了差别。

[0094] 注意：飞行过程中重复的单控制故障指示了异常情况。在此情况下认为拆解是必要的。重复阈值被固定在3。

[0095]

诊断单控制故障的来源	飞行过程中 单控制故障的次数	具有控制故障区分的 维修逻辑
电气来源	无关紧要	拆解
机械暂时来源	<3	不拆解
	>3	拆解

[0096] 还应当注意，不论系统是单电气控制通道还是双电气控制通道，电气控制故障与机械控制故障之间的该区分使得可以废除基于拆结构设备的检测。

[0097] 图2是各种操作的逻辑图。因此，附图标记标示出以下操作：

[0098] 100：测量致动器的活动构件的位置X；

[0099] 101：计算出活动构件离开该位置的速率V；

[0100] 102：将速率V与阈值速率相比较；

[0101] 103：将控制电流与低控制电流阈值相比较：

[0102] 104：将致动器的活动构架的位置与给定的停止位置相比较；

[0103] 106：根据在一时段监视的102、103和104的结果计算出区分指示，该时段与确认致动器中的控制故障的阶段相对应；

[0104] 107：验证感应致动器的活动构件的位置的传感器没有故障；

[0105] 108：验证检测的控制装置；

[0106] 109：验证两个条件都满足；

[0107] 110：仅在控制故障检测的情况下考虑区分指示。

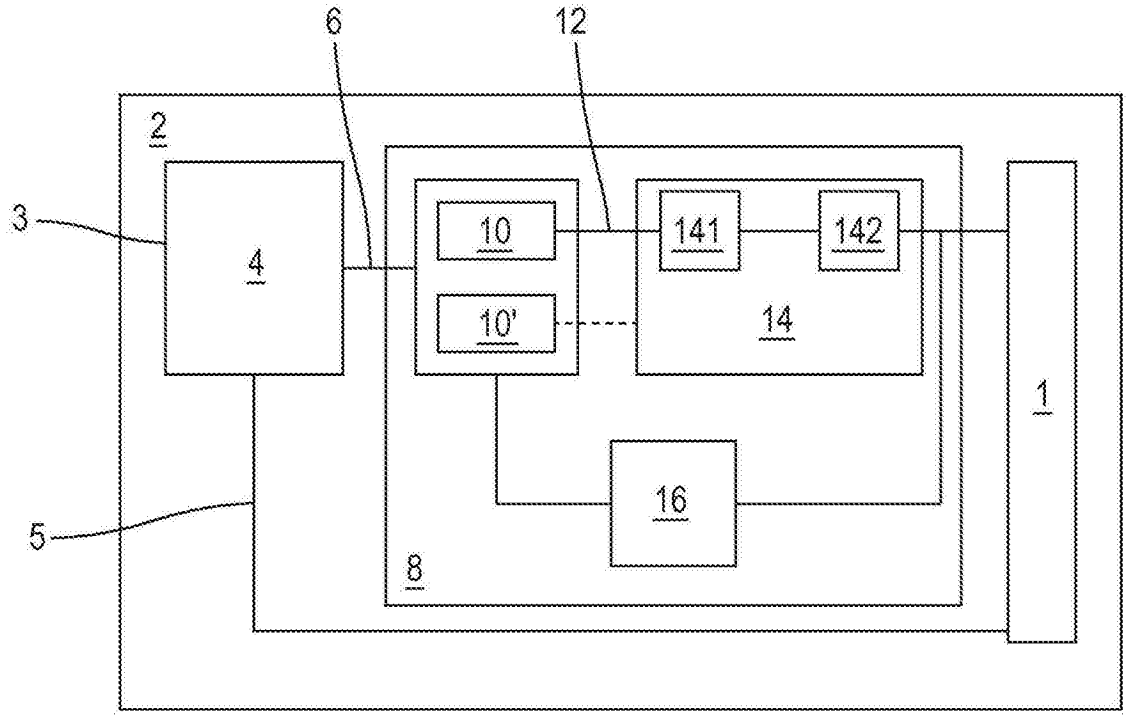

6
12
2
3
4
10
10'
141
142
14
1
16
5
8

图1

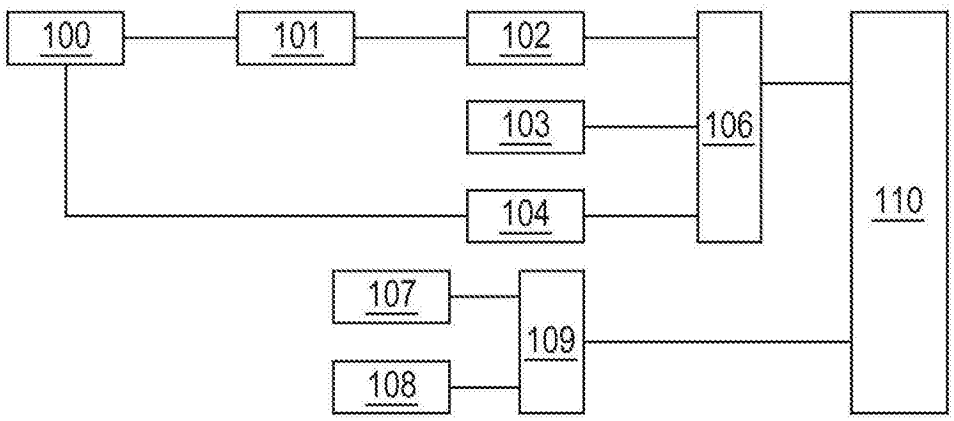

100
101
102
103
104
106
110
107
109
108

图2