



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00800914.7

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1154792C

[22] 申请日 2000.5.9 [21] 申请号 00800914.7

[30] 优先权

[32] 1999. 5. 26 [33] US [31] 60/136,013

[32] 2000. 2. 18 [33] US [31] 09/507,411

[86] 国际申请 PCT/US2000/012663 2000.5.9

[87] 国际公布 WO2000/071876 英 2000.11.30

[85] 进入国家阶段日期 2001.1.18

[71] 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 D·M·卡马斯

T·J·罗森菲尔德

B·G·欣格斯

审查员 张 炜

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

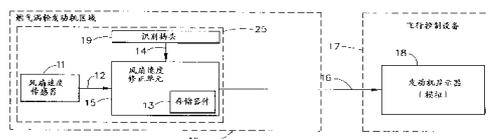
代理人 王 岳 傅 康

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称 供燃气涡轮发动机用来微调过敏推力用的速度修正系统

[57] 摘要

本发明提供一种风扇速度指示系统，它使操作人员能控制发动机的旋转速度以使特定的推力性能可与飞行需要相匹配。本发明调节在制造或大修时测得的发动机推力的变化。在一个实施例中，本发明向飞行控制设备提供一个模拟速度信号。本发明也可设计成向发动机功率管理控制设备提供数字速度信号。



1. 一种用于向具有流体力学燃油控制系统的燃气涡轮发动机提供修正的风扇速度信号的系统, 包括:

5 a) 存储器件 (13), 用于存储风扇速度修正水平数据以作为多个风扇速度修正特性 (100-110);

b) 至少一个速度监视器 (11), 用于测量燃气涡轮发动机的实时风扇转速并提供表示实时速度的输出信号;

c) 识别插头 (19), 用于从上述存储器件 (13) 中选择风扇速度修正特性输出 (100~110); 以及

10 d) 信号处理器 (27), 用于将上述的风扇速度修正特性输出 (100-110) 和上述的实时速度合并以产生修正过的风扇速度信号。

2. 按照权利要求 1 的系统, 其特征在于所说的风扇速度修正特性输出 (100-110) 是按照经验与由上述发动机 (10) 在各个公称转速下所提供的预定的推力性能水平相匹配的。

15 3. 按照权利要求 1 的系统, 其特征在于所说的信号处理器 (27) 将上述的修正过的风扇速度信号提供给功率管理控制系统 (22)。

4. 按照权利要求 3 的系统, 其特征在于所说的功率管理控制系统 (22) 向飞行控制设备 (17) 提供模拟和数字信号中的至少一种信号。

20 5. 按照权利要求 1 的系统, 其特征在于所说的信号处理器 (27) 向飞行控制设备 (17) 提供上述修正过的风扇速度信号作为一个输出。

6. 按照权利要求 1 的系统, 其特征在于在系统故障的情况下它提供一个未经修正的实时风扇速度信号供发送之用。

7. 一种控制具有流体力学燃油控制系统的燃气涡轮发动机的方法, 包括的步骤为:

25 a) 使用速度监控器 (11) 来感知风扇的旋转速度以提供实时的风扇速度信号;

b) 从存储器件 (13) 提供予定的速度修正信号 (100-110); 以及

30 c) 将所说的实时风扇速度信号和所说的速度修正信号 (100-110) 相加以提供修正后的风扇速度信号。

8. 按照权利要求 7 的方法, 其特征在于还包括将所说的修正后的风扇速度信号提供给飞行控制设备 (17) 的步骤。

9. 按照权利要求7的方法,其特征还在于还包括将所说的修正后的风扇速度信号提供给功率管理控制系统(22)的步骤。

10. 按照权利要求9的方法,其特征还在于用于向飞行控制设备(17)提供模拟和数字信号中的至少一种信号。

供燃气涡轮发动机用来微调过敏推力用的速度修正系统

发明领域

5 本发明涉及一种燃气涡轮发动机的推力控制系统，更具体地说，涉及一种向驾驶员提供速度信号的系统，它根据对一特定的燃气涡轮发动机所测得的推力运行特性与该发动机型号的标准的推力运行特性之差来补偿推力性能的变化，以使驾驶员能更加精确地将发动机的推力输出和对推力的要求相匹配。

10 背景技术

燃气涡轮发动机的设计、制造和控制变化及积累的容差使得在同一发动机型号中不同的发动机之间产生运行性能的变化。这些运行性能之一是推力输出。为了提供飞机的安全运行，燃气涡轮发动机在设计时通常是不论部件和子系统有什么变化都要让任何给定的发动机保
15 证产生预定的最低保证的或额定的推力水平。此外，驾驶员是按照预定的发动机型号性能曲线来操纵飞机的。这些曲线可以让驾驶员即使某一特定的发动机的所有累积的变动都是偏向于将产生最低的推力输出这样的发动机组态的情况下仍能这样来设定速度控制以使一种型号品牌的任何发动机都能提供所需的推力。任何发动机都具有容差和变
20 化，这些容差和变化并不都局限在给出最低的输出组态上，因此发动机将产生比飞机在特定的运行条件下所能有效使用的更多的推力。过剩的推力及其相伴随的更高的运行温度是由比所需的发动机转速更高的转速得到的。更高的发动机运行温度导致发动机的磨损增加，而这将减少发动机的工作寿命。

25 在具有流体力学燃油系统的燃气涡轮发动机的已有技术中，控制结构是这样设计的，即在“最低”或“最恶劣条件”下的发动机性能会产生所需的推力并在目标推力设定参数（风扇速度）下带有裕度。目标风扇速度状态是根据环境条件、发动机运行特性和所需的推力定额确定的，由于流体力学燃油系统的限制；在逐台发动机的基础上在
30 一台发动机上个别地调整目标风扇速度的安排还没有完成。因此，为“最低”或“最恶劣条件”的发动机性能下所选择的推力设定参数状态将产生很多的带有过多推力的发动机集群。

发明内容

本发明是一种用于带有流体力学燃油控制的燃气涡轮发动机的转速指示系统，它补偿实际产生的推力与公称推力相比所得的变化。本发明使用预定的发动机型号的性能曲线与实际的发动机性能数据来计算修改过的推力设定参数（风扇速度）。表示某一特定发动机型号的风扇速度修正被编程而存入一存储器件。对某一特定的风扇速度修正曲线的选择将产生一个速度指示，它允许驾驶员更加紧密地将发动机的推力和所需的推力水平相匹配。然后所产生的输出信号被送到发动机运行人员的风扇速度信号显示单元，在那里修正过的信号被驾驶员用来设定对应于所需的推力水平的发动机风扇速度。更加具体地说，发动机操作员这样来设定发动机的节流阀，使得修正过的风扇速度信号与对应于给定的外界条件下所需的推力定额的目标风扇的速度相匹配。由于目标风扇速度是使用修正过的风扇速度信号来设定的，所以比起使用未经修正的风扇速度信号而设定的目标来，发动机将以较低的速度运行。这又将导致燃气涡轮发动机在产生所需推力的同时又消除了由各个不同发动机之间的变化而引起的过多的推力裕度，从而降低了发动机的温度并延长了发动机的运行寿命。

根据本发明的第一方面，提供一种用于向具有流体力学燃油控制系统的燃气涡轮发动机提供修正的风扇速度信号的系统，包括：

- 20 a) 存储器件，用于存储风扇速度修正水平数据以作为多个风扇速度修正特性；
- b) 至少一个速度监视器，用于测量燃气涡轮发动机的实时风扇转速并提供表示实时速度的输出信号；
- c) 识别插头，用于从上述存储器件中选择风扇速度修正特性输出；以及
- 25 d) 信号处理器，用于将上述的风扇速度修正特性输出和上述的实时速度合并以产生修正过的风扇速度信号。

根据本发明的第二方面，提供一种控制具有流体力学燃油控制系统的燃气涡轮发动机的方法，包括的步骤为：

- 30 a) 使用速度监控器来感知风扇的旋转速度以提供实时的风扇速度信号；
- b) 从存储器件提供予定的速度修正信号；以及

c) 将所说的实时风扇速度信号和所说的速度修正信号相加以提供修正后的风扇速度信号。

附图简述

本发明的现在这个优选实施例的结构、操作和优点在考虑到下面的说明并结合所附的插图之后将变得很明显，在各图中相同的标号表示相同的部件，其中：

图 1 是用来在发动机推力输出变化程度的一个范围内提供供推力调整的风扇速度修正水平的图解表示；

图 2 是说明按照本发明的用于控制燃气涡轮发动机的旋转速度的系统的一个优选实施例的原理方块图；

图 3 是说明用在本发明中的风扇速度修正系统的原理方块图；

图 4 是说明按照本发明的用于控制燃气涡轮旋转速度的系统的第二优选实施例的原理方块图。

优选实施例详述

通过在原型制造之后对一种发动机型号的燃气涡轮样品进行测试，就可确定某一特定型号的发动机的性能特性数据。这些性能特性数据用来产生风扇速度修正特性，它们表示在一给定的发动机型号中的实际发动机推力输出水平相对于公称转速之差。这些所产生的风扇速度修正特性表明了为了使实际上产生的推力与所需的公称推力相匹配而在风扇速度上所需要的相应改变。图 1 是一种发动机型号中各成员的典型的风扇速度性能特性相对于公称速度设定的图解表示，它表明在各个特定的速度设定下为了产生所期望的推力水平而需要的风扇速度修正水平。风扇速度性能特性 100-110 是通过大量发动机进行评估而由经验确定的。所需的速度修正随风扇的物理速度而变，且修正水平在起飞速度时为最大，而在这种情况下发动机性能的恶化因高温而达到最大。特性 100-110 的每一条表示一种发动机型号系列中某些成员的速度性能。特性 100 表明操作人员对一特定燃气涡轮发动机所选定的转速相对应的公称发动机风扇速度。特性 101 到 109 表明相对于由特性 100 表示其公称速度的同一发动机类型中选出的各组发动机的由操作人员选定的公称速度的预测的转速偏差。特性 110 表示旋转速度相对于在正常运行条件下操作人员选定的公称速

度的最大预测偏差。在特性 110 中显示的旋转速度的最大偏差是这样选择的，它要保证对应于由操作人员选定的公称设置而由发动机所产生的实际推力要提供所需的推力并加上安全裕度。如图 1 的左下角部分所示的、对于在惰转速度下的燃气涡轮发动机来说不需要校正，因为在惰转时不产生推力。随着发动机接近于起飞速度，推力输出增加，而且特定发动机相对于公称推力水平的偏差程度也增加。当发动机速度接近于发动机最大运行条件（红线）时，修正的水平急剧下降，因为驾驶员选择了最大的推力输出。在红线处不再对风扇速度进行修正，因为红线是最大允许运行速度。

10 对特定的发动机而言为产生所要求的速度修正而需要的速度修正水平是以个别发动机的测试结果为基础的，这或者是在最初的制造之后或者是在大修之后的测试结果。一旦得到了个别发动机的测试结果，就测试相对于该特定的发动机型号的公称推力输出的发动机推力性能特性，以便能够确定合适的速度修正水平，从而能够在特性 101
15 - 109 中选择那个最适合于该特定发动机的对速度指示的修正，以使实际推力能和公称推力相匹配。本发明这样地修正实时的风扇速度信号以使提供给发动机操作人员的速度指示被调整以便去补偿所测得的超过对该特定发动机的标准推力输出的变化。

图 2 说明了用于燃气涡轮发动机 10 的风扇速度修正系统 25 和飞行控制设备 17。风扇速度传感器经由导线 12 连接到风扇速度修正器单元 (FSMU) 15。包含在 FSMU15 之内的存储器件 13 用燃气涡轮发动机的特定的风扇速度特性，例如在图 1 中所找到的特性，进行编程。风扇速度修正水平选择器件或识别插头 19 经由导线 14 连接到 FSMU15。FSMU15 产生一个输出，这个输出经由导线 16 送到在飞行控制设备 17
25 之中的发动机显示器 18。

在操作时，实际（实时）的风扇速度信号在速度修正系统 25 中被修正，然后经由导线 16 送到飞行控制设备 17。图 3 说明图 2 的速度修正系统 25 的原理方块图。这里示出了风扇速度修正水平选择器件或经由导线 14 连接到 FSMU15 的识别插头 19 的原理图。在一种优选实施例中，风扇速度修正水平选择器件或识别插头 19 具有多个接插件插针，其形状能配合 FSMU15 的电气插座。在识别插头 19 中包含的电气线路是这样设计的，它使某一特定发动机的风扇速度特性可以从存储器件

13 中选择、作为例子，图 3 表明选择了在存储器件 13 中的与修正曲线 108 相关的信息，而相对于其它修正曲线的信息则仍没有被选择。为了实现相应于如图 3 所示的选择 3 特性 108 的物理配置，当插头 19 插入存储器件 13 时，插头 19 的一对插针将连接，以便相应于选择了图 3 所示的特性 108 的线路被激励。插头 19 的其余插针则不加激励，例如，让这些插针不被连接以防止激活一个不合适的修正信号。识别插头 19 的一个集合将包括多个插头，其中的至少一个插头将设计成可选择某一特定发动机型号的示于图 1 中的每一种特性 100 - 110，以便在测试某一特定发动机的推力性能之后，提供所需激励的那个插头可以被插入到电路中来提供作为存储器件 13 的输出的那个所要求的修正水平以控制某一特定的发动机。

一旦识别插头 19 选择了合适的风扇速度特性，风扇速度特性的数据（或修正曲线数据）就经由导线 26 送到信号处理器 27。实际的风扇速度由风扇速度传感器 11 感知并经由导线 12 发送到信号处理器 27。信号处理器 27 将从导线 26 和导线 12 上收到的信号相加以产生一个修正过的风扇速度信号。修正过的风扇速度信号经由导线 16 送到飞行控制设备 17。

在一个优选实施例中，修正的风扇速度信号是模拟型的。修正的风扇速度信号提供给在图 2 和 3 的飞行控制设备 17 之内的发动机显示器 18，使得修正的风扇速度信号值在起飞范围内要比实际的燃气涡轮发动机的速度值更高。这个更高的指示风扇速度值向发动机的操作人员通报：节流阀的设定可以减少到目标风扇速度，这个速度对于该特定发动机产生所需的推力是必需的。节流阀设定的减少由于减少了燃油的消耗而相应地减少实际的风扇速度。速度修正系统实施自我诊断以保证正确运行，因而在发生操作失误时，未经修正的风扇速度信号，例如图 1 中的特性 100，将被发送到飞行控制设备 17。

第二优选实施例的工作

现在参考图 4 所示明的实施例，用于燃气涡轮发动机 20 的风扇速度修正系统和飞行控制设备 17 和图 2 中阐明的系统是相同的，不同之处只是图 4 的燃气涡轮发动机 20 包括一个称作为功率管理控制 (PMC) 22 的电子监控控制，以及图 4 中的飞行控制设备 17 包括一个具有至少一个模拟和至少一个数字输入的发动机显示器 32。FSMU15 包括一个经

由导线 24 连接到发动机显示器 32 的输出和一个经由导线 21 连接到 PMC22 的输出。根据具体的应用，PMC 或者提供模拟的或者提供数字的输出经由导线 23 而送到发动机显示器 32。在这个优选实施例中，发动机显示器 32 至少需要两个风扇速度指示输入，一个由 PMC22 提供，另
5 一个由风扇速度传感器 11（经由 FSMU15 和导线 24）提供。在另一个实施例中，相加后所得到的信号经由导线 21 送到 PMC22，并经由导线 24 送到飞行控制设备，如图 4 所表明的那样。

虽然本发明是利用它的优选实施例来说明的，对于熟悉本技术的人们而言，很明显，可以做出对它的改变和修正而不会偏离限定了本
10 发明的保护范围的所附的权利要求。

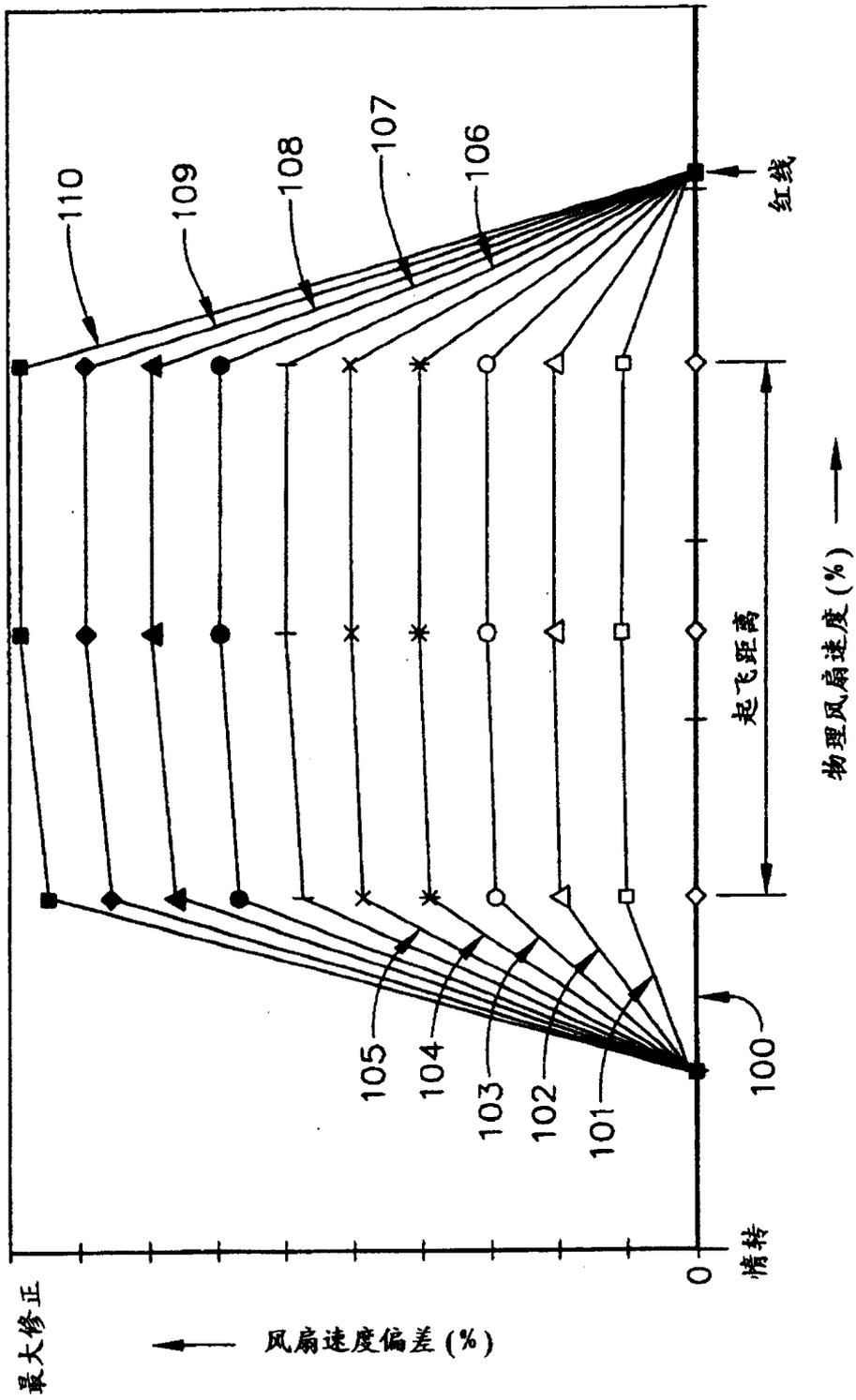


图 1

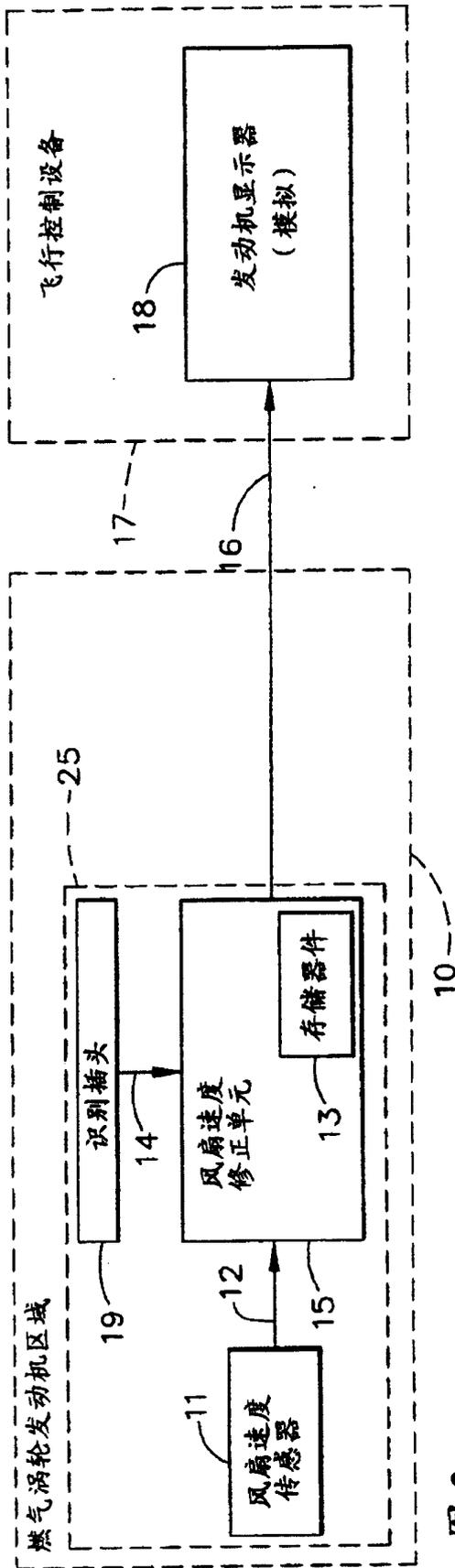


图 2

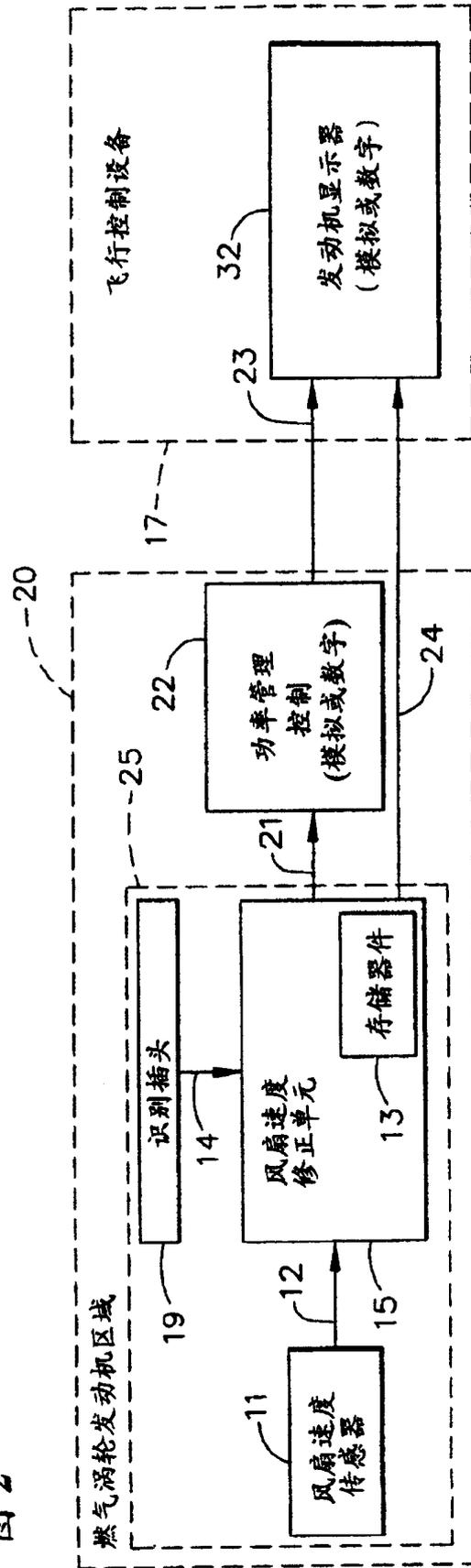


图 4

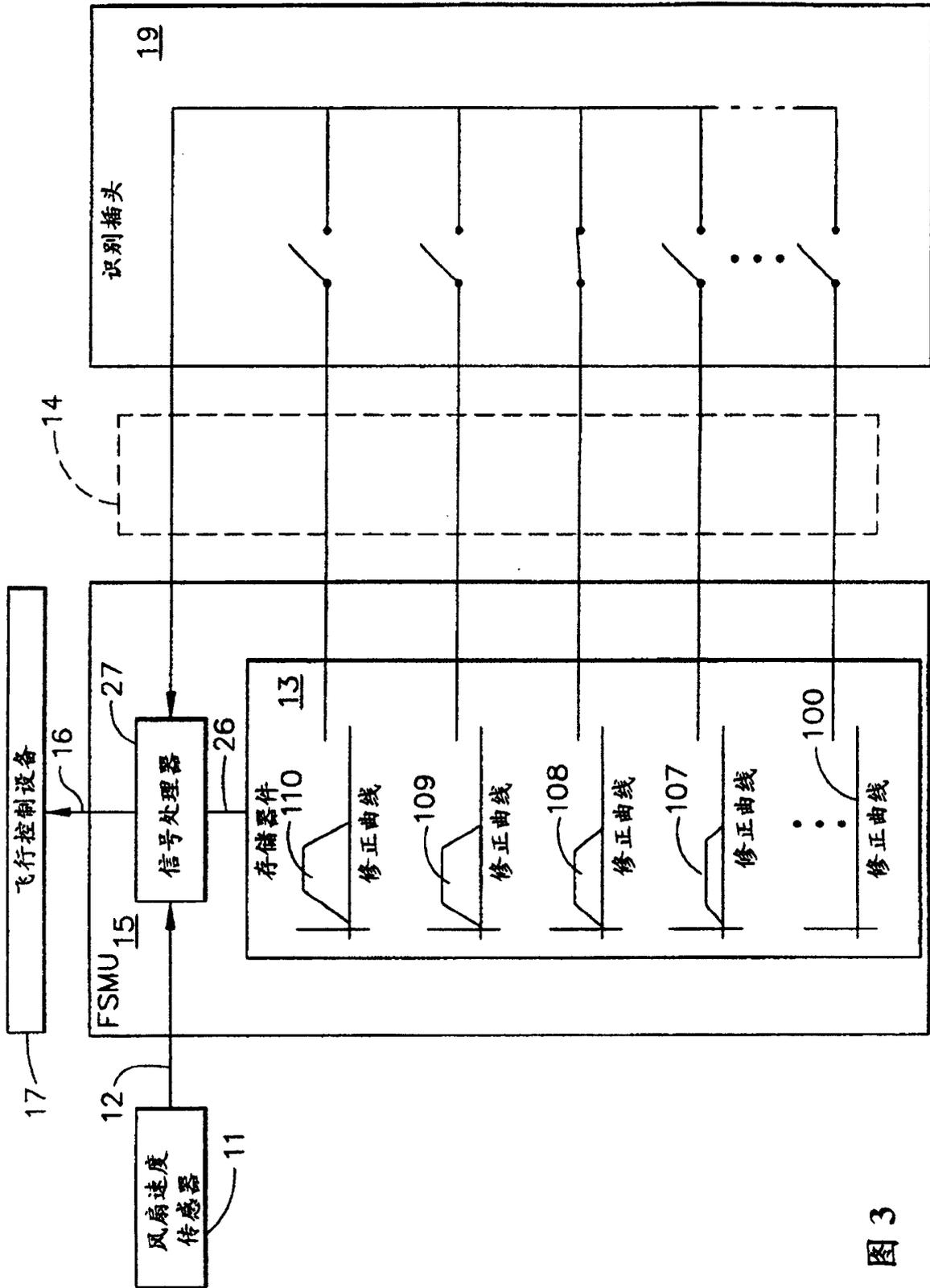


图 3