



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108205288 B

(45) 授权公告日 2023. 06. 23

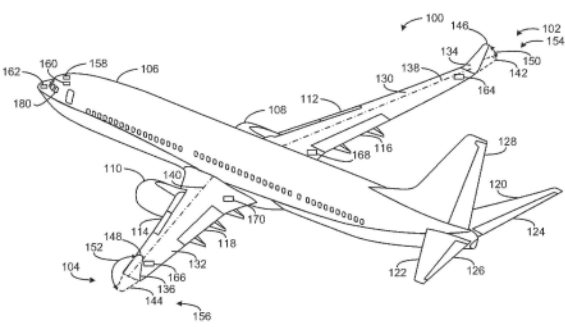
(21) 申请号 201711362439.9
(22) 申请日 2017.12.18
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 108205288 A
(43) 申请公布日 2018.06.26
(30) 优先权数据
 15/383,873 2016.12.19 US
(73) 专利权人 波音公司
 地址 美国伊利诺伊州
(72) 发明人 A·尼米克 A·M·宏瑟
 G·J·加迈尔 M·A·赫瑞佐
(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
 专利代理师 徐东升 张颖

(51) Int.Cl.
 G05B 19/05 (2006.01)
 B64C 3/36 (2006.01)
 B64C 3/56 (2006.01)
(56) 对比文件
 CN 103328332 A, 2013.09.25
 CN 104575110 A, 2015.04.29
 CN 105584624 A, 2016.05.18
 US 2016090170 A1, 2016.03.31
 US 2016251073 A1, 2016.09.01
 US 3819135 A, 1974.06.25
 孙瑾; 顾宏斌; 侯建波. 基于梯度方向二值模式特征的飞机翼尖跟踪技术. 航空学报. 2011, (第11期), 全文.
 审查员 王鑫

权利要求书2页 说明书31页 附图14页

(54) 发明名称
 用于控制和监测折叠式翼尖致动系统的方法和设备
(57) 摘要

 本发明涉及用于控制和监测折叠式翼尖致动系统的方法和设备, 公开了用于控制和监测折叠式翼尖致动系统的方法、设备和制品。示例性设备包括收集模块, 其用于获得飞行器的飞行阶段信息。所述示例性设备还包括序列和控制模块, 其用于计算可操作地耦接到所述飞行器的机翼的折叠式翼尖组件的第一位置, 确定在第一阶段和第二阶段期间要依次完成的动作以便移动所述折叠式翼尖组件, 基于传感器的测量值来确定所述折叠式翼尖组件的部件的状态, 以及根据所述动作并基于所述状态来控制所述折叠式翼尖组件的移动。



1. 一种设备,其包括:
收集模块(200),其用于获得飞行器(100)的飞行阶段信息;以及
序列和控制模块(250),其用于:
计算可操作地耦接到所述飞行器的机翼(102、104)的折叠式翼尖组件的第一位置;
确定在第一阶段和第二阶段期间要依次完成的动作以便移动所述折叠式翼尖组件;
基于传感器(162)的测量值来确定所述折叠式翼尖组件的部件的操作状态;以及
根据所述动作并基于所述操作状态来控制所述折叠式翼尖组件的移动;
所述序列和控制模块包括控制器(258),所述控制器配置为控制所述折叠式翼尖组件以便在所述部件的所述操作状态处于操作中时从第二位置移动到所述第一位置;
其中所述序列和控制模块配置为计算第三位置,并且所述控制器配置为控制所述折叠式翼尖组件,以便在所述部件的所述操作状态是非响应时从所述第二位置移动到所述第三位置。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中基于所述飞行阶段信息计算所述第一位置。
3. 根据权利要求1或权利要求2所述的设备,其进一步包括监测和通告模块(240),所述监测和通告模块用于:
监测所述动作和所述状态;
基于所述动作和所述状态产生警告;以及
将包括所述动作、所述状态和所述警告的信息传输到用户接口。
4. 一种方法,其包括:
获得飞行器(100)的飞行阶段信息;
计算可操作地耦接到所述飞行器的机翼(102、104)的折叠式翼尖组件的第一位置;
确定在第一阶段和第二阶段期间要依次完成的动作以便移动所述折叠式翼尖组件;
基于传感器(162)的测量值来确定所述折叠式翼尖组件的部件的操作状态;
通过利用处理器(206)执行指令,根据所述动作并基于所述操作状态来控制所述折叠式翼尖组件的移动;
响应于确定所述部件处于操作中,控制所述折叠式翼尖组件以便从第二位置移动到所述第一位置;以及
响应于确定所述部件的所述操作状态为非响应的,计算所述折叠式翼尖组件的第三位置,并且控制所述折叠式翼尖组件以便从所述第二位置移动到所述第三位置。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中基于所述飞行阶段信息计算所述第一位置。
6. 根据权利要求4或权利要求5所述的方法,其进一步包括:
监测所述动作和所述操作状态;
基于所述动作和所述操作状态产生警告;以及
将包括所述动作、所述操作状态和所述警告的信息传输到用户接口(204)。
7. 根据权利要求4、权利要求5或权利要求6所述的方法,其中所述飞行阶段信息包括所述飞行器(100)是在飞行中还是在地面上运动。
8. 一种有形的计算机可读存储介质,其包括指令,所述指令在被执行时使得机器至少执行以下步骤:
获得飞行器(100)的飞行阶段信息;

基于所述飞行阶段信息计算可操作地耦接到所述飞行器(100)的机翼(102、103)的折叠式翼尖组件的第一位置；

确定在第一阶段和第二阶段期间要依次完成的动作以便移动所述折叠式翼尖组件；

基于传感器(162)的测量值来确定所述折叠式翼尖组件的部件的操作状态；

根据所述动作并基于所述操作状态来控制所述折叠式翼尖组件的移动；

响应于确定所述部件处于操作中，控制所述折叠式翼尖组件以便从第二位置移动到所述第一位置；以及

响应于确定所述部件的所述操作状态为非响应的，计算所述折叠式翼尖组件的第三位置，并且控制所述折叠式翼尖组件以便从所述第二位置移动到所述第三位置。

9. 根据权利要求8所述的有形的计算机可读存储介质，其中基于所述飞行阶段信息计算所述第一位置。

10. 根据权利要求8所述的有形的计算机可读存储介质，其进一步包括指令，所述指令在被执行时使得所述机器执行以下步骤：

监测所述动作和所述状态；

基于所述动作和所述状态产生警告；以及

将包括所述动作、所述状态和所述警告的信息传输到用户接口(202)。

11. 根据权利要求8所述的有形的计算机可读存储介质，其中所述飞行阶段信息包括所述飞行器(100)是在飞行中还是在地面上运动。

用于控制和监测折叠式翼尖致动系统的方法和设备

[0001] 相关申请

[0002] 本专利包括涉及以下专利的主题：2013年9月10日提交的美国专利No.9,290,260、2013年8月10日提交的美国专利No.9,296,469、以及2013年10月17日提交的美国专利No.9,296,472,全部这些专利由此通过引用以其整体并入本文。

技术领域

[0003] 本公开大体涉及飞行器,并且更具体地涉及用于控制和监测折叠式翼尖致动系统的方法和设备。

背景技术

[0004] 近年来,商用飞行器制造商越来越注重设计和开发更节能高效的飞行器。随着燃料价格继续上涨,燃料效率的增加在飞行器的整个使用寿命期间提供了成本节约。飞行器的燃料效率通常取决于气动阻力和燃料燃烧。随着飞行器机翼的纵横比增加,飞行器的气动阻力和燃料燃烧可能减小。在航空工业中,与具有低纵横比的短且宽机翼相比,长且窄机翼具有高纵横比。因此,增加飞行器的翼展是增加纵横比的有效方法。

[0005] 增加飞行器的翼展可以减小飞行器的气动阻力和燃料燃烧。然而,将飞行器的翼展增加到超过当前飞行器翼展的长度可能对门和滑行道间距有限的常规机场造成困难。许多机场可以容纳其翼展高达常规最大长度的飞行器。通过使翼展增加超过常规最大长度,可以减小飞行器的气动阻力和燃料燃烧,这是以能够在机场处进行降落和/或驾驶操作为代价的。

发明内容

[0006] 本文公开的示例性设备包括收集模块,其用于获得飞行器的飞行阶段信息。所述示例性设备还包括序列和控制模块,其用于计算可操作地耦连到所述飞行器的机翼的折叠式翼尖组件的第一位置,确定在第一阶段和第二阶段期间要依次完成的动作以便移动所述折叠式翼尖组件,基于传感器的测量值来确定所述折叠式翼尖组件的部件的状态,以及根据所述动作并基于所述状态来控制所述折叠式翼尖组件的移动。

[0007] 本文公开的示例性方法包括:获得飞行器的飞行阶段信息;计算可操作地耦连到所述飞行器的机翼的折叠式翼尖组件的第一位置;确定在第一阶段和第二阶段期间要依次完成的动作以便移动所述折叠式翼尖组件;基于传感器的测量值来确定所述折叠式翼尖组件的部件的状态,以及根据所述动作并基于所述状态来控制所述折叠式翼尖组件的移动。

[0008] 一种示例性有形计算机可读存储介质包括指令,所述指令在被执行时使得机器至少执行以下操作:获得飞行器的飞行阶段信息;计算可操作地耦连到所述飞行器的机翼的折叠式翼尖组件的第一位置;确定在第一阶段和第二阶段期间要依次完成的动作以便移动所述折叠式翼尖组件;基于传感器的测量值来确定所述折叠式翼尖组件的部件的状态;以及根据所述动作并基于所述状态来控制所述折叠式翼尖组件的移动。

[0009] 一个实施例涉及一种设备,所述设备包括:收集模块,其用于获得飞行器的飞行阶段信息;以及序列和控制模块,其用于计算可操作地耦连到所述飞行器的机翼的折叠式翼尖组件的第一位置;确定在第一阶段和第二阶段期间要依次完成的动作以便移动所述折叠式翼尖组件;基于传感器的测量值来确定所述折叠式翼尖组件的部件的状态;以及根据所述动作并基于所述状态来控制所述折叠式翼尖组件的移动。计算所述第一位置可以基于所述飞行阶段信息。所述设备还可以包括监测和通告模块,其用于监测所述动作和所述状态;基于所述动作和所述状态产生警告;以及将包括所述动作、所述状态和所述警告的信息传输到用户接口。所述状态可以是所述部件的运行状态。所述序列和控制模块可以包括控制器,其用于控制所述折叠式翼尖组件以便在所述部件的状态是运行时从第二位置移动到所述第一位置。所述序列和控制模块可以用于计算第三位置,并且所述控制器用于控制所述折叠式翼尖组件,以便在所述部件的运行状态是非响应时从所述第二位置移动到所述第三位置。

[0010] 另一个实施例涉及一种方法,所述方法可以包括:获得飞行器的飞行阶段信息;计算可操作地耦连到所述飞行器的机翼的折叠式翼尖组件的第一位置;确定在第一阶段和第二阶段期间要依次完成的动作以便移动所述折叠式翼尖组件;基于传感器的测量值来确定所述折叠式翼尖组件的部件的状态;以及通过利用处理器执行指令,根据所述动作并基于所述状态来控制所述折叠式翼尖组件的移动。基于所述飞行阶段信息计算所述第一位置。所述方法还可以包括:监测所述动作和所述状态;基于所述动作和所述状态产生警告;以及将包括所述动作、所述状态和所述警告的信息传输到用户接口。所述飞行阶段信息可以包括所述飞行器是在飞行中还是在地面上运动。所述状态可以是所述部件的运行状态。所述方法可以包括控制所述折叠式翼尖组件以便响应于确定所述部件是运行的而从第二位置移动到所述第一位置。所述方法可以包括计算所述折叠式翼尖组件的第三位置,并且控制所述折叠式翼尖组件以便响应于确定所述部件的运行状态是非响应的而从所述第二位置移动到所述第三位置。

[0011] 本发明的另一个实施例涉及一种有形计算机可读存储介质,其包括指令,所述指令在被执行时使得机器至少执行以下操作:获得飞行器的飞行阶段信息;基于所述飞行阶段信息来计算可操作地耦连到所述飞行器的机翼的折叠式翼尖组件的第一位置;确定在第一阶段和第二阶段期间要依次完成的动作以便移动所述折叠式翼尖组件;基于传感器的测量值来确定所述折叠式翼尖组件的部件的状态;以及根据所述动作并基于所述状态来控制所述折叠式翼尖组件的移动。可以基于所述飞行阶段信息计算所述第一位置。所述有形计算机可读存储介质还可以包括指令,所述指令在被执行时使得所述机器监测所述动作和所述状态;基于所述动作和所述状态产生警告;以及将包括所述动作、所述状态和所述警告的信息传输到用户接口。所述飞行阶段信息可以包括所述飞行器是在飞行中还是在地面上运动。所述状态可以是所述部件的运行状态。根据权利要求18所述的有形计算机可读存储介质,其还包括指令,所述指令在被执行时使得所述机器控制所述折叠式翼尖组件以便当确定所述部件运行时从第二位置移动到所述第一位置。所述有形计算机可读存储介质还可以包括指令,所述指令在被执行时使得所述机器计算所述折叠式翼尖组件的第三位置,并且控制所述折叠式翼尖组件,以便在确定所述部件的运行状态是非响应的时从所述第二位置移动到所述第三位置。

附图说明

[0012] 图1是具有耦连到飞行器两翼的折叠式翼尖组件的飞行器的示意图。

[0013] 图2A和图2B是示例性折叠式翼尖控制模块设备的示例性实施方式的框图。

[0014] 图3-12是表示可用于实现图2A和图2B的示例性折叠式翼尖控制模块设备的示例性方法的流程图。

[0015] 图13是示例性处理平台的框图,所述示例性处理平台被构造成执行机器可读指令以便实现图3-12的方法以及图2A和图2B的示例性折叠式翼尖控制模块设备。

[0016] 附图不按比例绘制。相反,为了阐明多个层和区域,在附图中可以放大层的厚度。在任何可能的情况下,在整个附图和所附文字说明书中将使用相同的参考标记来指代相同或相似的部分。如本文所使用的,术语“耦连”和“可操作地耦连”被限定为直接或间接(例如,通过一个或多个中间结构和/或层)连接。

具体实施方式

[0017] 近年来,商用飞行器制造商已经投资飞行器设计以便改善商用航空公司操作者的收益性。管理现代航空运输业的经济性已经影响设计朝向更大和/或更节能高效的飞行器发展。更大的飞行器可以运载更多的乘客,由此使每次飞行的总体成本能够分摊到更多的乘客。更大的飞行器也能够承载附加燃料,所述附加燃料可用于在更长、更昂贵的航线上部署飞行器。

[0018] 由于这些飞行器的重量增加,更大的飞行器可能在给定行驶距离内燃烧附加燃料。为了抵消增加的重量,可以将一个或多个飞行器飞行控制表面(例如,升降舵、襟翼、水平稳定器、方向舵、缝翼、垂直稳定器、机翼等)添加到飞行器以便减小阻力和/或增强升力。在一些示例中,在飞行中控制一个或多个飞行器飞行控制表面以便改善飞行器的空气动力特性。在一些情况下,一个或多个飞行器飞行控制表面可以被空气动力地设计为减小飞行器的阻力并增强升力。

[0019] 例如,飞行器机翼可以被设计成通过操纵机翼的纵横比来减小阻力。在航空工业中,飞行器机翼的纵横比是翼展与机翼平均翼弦的比率。翼展是从一个翼尖到另一个翼尖的距离。翼展是以从翼尖到翼尖的直线测量的,与机翼形状或扫掠无关。翼弦是结合飞行器机翼的前缘和后缘的假想直线。翼弦长度是后缘与前缘上翼弦和前缘相交的点之间的距离。大多数飞行器机翼不是矩形的,所以它们在沿着飞行器翼展的不同位置处具有不同的翼弦和对应的翼弦长度。在一些示例中,平均翼弦是标准平均翼弦(SMC),其中SMC被限定为机翼面积除以翼展。在一些情况下,平均翼弦是平均气动翼弦(MAC),其中使用飞行器翼展上的翼弦长度的整数和来计算MAC。

[0020] 为了增加飞行器机翼的纵横比,可以增加翼展,可以减小平均翼弦,和/或其组合。增加翼展是增加飞行器机翼纵横比和减小飞行器阻力和/或增强飞行器升力的有效方法。然而,细长的翼展可能对现有机场布局造成挑战。例如,具有增加或伸长的翼展的飞行器可能不适合机场航站楼门口处的分配空间。当试图停靠在机场航站楼的指定门口处时,此类飞行器机翼可能干扰其他飞行器和/或门。

[0021] 本文公开的示例性折叠式翼尖(FWT)设备可操作以便折叠具有细长翼展的飞行器的翼尖。示例性FWT设备可以用于将飞行器的翼尖从延伸位置(例如,飞行位置、打开位置

等)移动到折叠位置。例如,延伸位置可以是飞行器的翼尖与飞行器的机翼曲率齐平的位置。折叠位置可以是飞行器的翼尖相对于飞行器机翼的水平轴线成角度的位置。可替代地,示例性FWT设备可以用于将飞行器的翼尖移动到延伸位置与折叠位置之间的中间位置。示例性FWT设备可以包括致动器、马达和传感器以便延伸和折叠飞行器的翼尖。致动器和马达可以是电气致动的、液压致动的和/或气动致动的。传感器可以监测部件信息,例如流速(例如,液压流体的流速)、压力(例如,气压、液压等)、温度(例如,液压流体的温度)等。传感器也可以监测部件状态信息,例如部件的位置(例如,线性致动器的位置、锁定机构的位置等)、马达的状态(例如,马达转速大于0转/分钟)等。

[0022] 本文公开的一些公开的示例性FWT设备可操作以便基于闩锁和锁定系统来折叠飞行器的翼尖。示例性FWT设备可以包括多个闩锁销,其通过主锁和副锁而锁定到闩锁位置中。每个主锁机械地阻挡对应副锁的移动,以便当主锁未处于锁定位置时,将副锁保持在锁定位置中。副锁耦连在一起以使副锁一起移入和移出锁定位置。闩锁销抑制器阻挡闩锁销移动到闩锁位置中。在完成翼尖的折叠或打开之后,移动闩锁销抑制器以便允许进行闩锁。当锁处于其锁定位置时,副锁机械地阻挡主锁移出其锁定位置。副锁通过致动器(例如,电致动器、液压致动器、气动致动器等)被偏置到其锁定位置中。在一些公开的示例中,FWT设备可以包括一个或多个折叠制动器以便将翼尖保持在折叠位置中。

[0023] 一般来说,本文公开的示例性FWT设备利用示例性FWT控制模块来监测和控制FWT设备。示例性FWT控制模块可以获得传感器信息并且基于传感器信息来执行计算。在一些示例中,FWT控制模块确定示例性FWT设备的部件的状况和/或状态。例如,FWT控制模块可以从位置传感器获得测量值,并且将测量值与位置设置点进行比较,以便确定与位置传感器相关的一个或多个部件是非操作的(例如,一个或多个部件是非响应的)还是操作的(例如,一个或多个部件是响应的,一个或多个部件是运转的等)。例如,部件和/或系统的状态可以是操作的、非操作的、响应的、非响应的等。在一些示例中,FWT控制模块可以确定输入(例如,来自传感器的测量值、来自驾驶舱的输入等)包括非响应状态。例如,输入可包括:空索引值、超出该值的允许值范围的值、预期不更新的值等。

[0024] 本文描述的示例性FWT控制模块可包括附加的模块设备,以便执行与示例性FWT设备的监测和控制相关的功能。例如,FWT控制模块可以包括一个或多个子模块,以便执行FWT设备的监测功能和控制功能。子模块可以负责各任务,例如:获得信息(例如,网络信息、传感器信息等)、确定示例性FWT设备的子部件或子系统的状态、执行输出命令验证等。子模块可以负责启用FWT设备的不同功能,例如FWT设备致动器系统、远程电子单元、部件(例如,致动器、马达、阀等)等。在一些示例中,启用FWT设备的不同功能包括修改标志的值。如本文所使用的,标志是计算机和/或机器可读指令中的变量,其可以向FWT设备警告与该标志相关联的功能的状态。

[0025] 本文描述的示例性FWT控制模块可以确定和/或执行一个或多个序列,以便自动地(例如,在无用户输入的情况下、在无用户控制的情况下等)控制FWT设备。在一些示例中,FWT控制模块可以基于FWT设备的子部件和子系统的状态来确定FWT设备的正常操作序列。例如,FWT控制模块可以确定正常操作序列以便将FWT设备从折叠位置移动到延伸位置。正常操作序列可以基于子部件和子系统的运行状态。在一些示例中,FWT控制模块可以基于所获得的状态信息来修改和/或提前结束正常操作序列。

[0026] 在一些情况下,FWT控制模块可以基于FWT设备的子部件和子系统的状态来确定和/或执行非响应序列,以便自动地(例如,在无用户输入的情况下、在无用户控制的情况下等)控制FWT设备。例如,FWT控制模块可以确定非响应序列,以便将FWT设备从折叠位置移动到安全状况位置。非响应序列可以基于子部件和/或子系统至少一个的非响应状态。在一些示例中,FWT控制模块可基于获得的状态信息提前结束正常操作序列并且转换到非响应序列。

[0027] 图1是飞行器100的示意图。飞行器100包括耦合到机身106的机翼102、104。发动机108、110耦合到机翼102、104。缝翼112、114和襟翼116、118可操作地耦合到机翼102、104。飞行器100的附加飞行器控制表面包括可操作地耦合到升降机124、126的水平稳定器120、122、以及耦合到机身106的垂直稳定器128。

[0028] 在图1所示的示例中,机翼102、104被描绘为具有固定表面130、132和可移动表面134、136。固定表面130、132可以是可附连到机身106的机翼102、104的内侧部分,而可移动表面134、136可以可操作地相对于固定表面130、132移动。例如,固定表面130可以是机翼102的内侧部分,而可移动表面134可以可操作地相对于固定表面130移动。可移动表面134、136可以是相对于轴线138、140可操作的。例如,可移动表面134可以是相对于轴线138可操作的。

[0029] 在图1所示的示例中,可移动表面134、136可以被称作机翼102、104的可移动、可折叠或折叠式翼尖。例如,可移动表面134可以是机翼102的折叠式翼尖。如本文所使用的,折叠式翼尖是被配置成相对于机翼的固定表面移动的翼尖。取决于飞行器布置和/或飞行器实施方式和/或应用,折叠式翼尖可以具有不同的角度、移动模式、尺寸和其他参数。

[0030] 在图1所示的示例中,可移动表面134、136被描绘为处于折叠位置。可移动表面134、136可从延伸位置142、144移动到折叠位置146、148。延伸位置142、144可以是其中可移动表面134、136相对于轴线138、140成大约零度角的位置。例如,可移动表面134可以沿方向150从延伸位置142移动到折叠位置146。在另一个示例中,可移动表面136可以沿方向152从延伸位置144移动到折叠位置148。在一些情况下,可移动表面134、136可从延伸位置142、144移动到中间位置,其中中间位置在延伸位置142、144与折叠位置146、148之间。

[0031] 图1的飞行器100是飞行器的示例,其中可以实现折叠式翼尖(FWT)设备154、156。在所示的示例中,FWT设备154、156可以将可移动表面134、136从延伸位置142、144移动到折叠位置146、148或中间位置。在一些示例中,FWT设备154、156可以将可移动表面134、136从折叠位置146、148移动到延伸位置142、144或中间位置。尽管在所示的示例中描绘了两个示例性FWT设备154、156,但可替代地或附加地,在利用一个或两个折叠式翼尖的飞行器实施方式中可以包括一个FWT设备或两个FWT设备。

[0032] 在图1所示的示例中,飞行器100的FWT设备154、156包括示例性FWT控制模块158、160以便控制和/或监测FWT设备154、156。两个示例性FWT控制模块158、160位于飞行器100的驾驶室180附近,然而,FWT控制模块158、160可以具有位于飞行器100上的其他地方的一个或多个部分。尽管在所示的示例中描绘了两个示例性FWT控制模块158、160,但在利用一个或两个折叠式翼尖的飞行器实施方式中可以包括一个FWT控制模块或两个FWT控制模块。

[0033] 在一些示例中,飞行器100可以具有用于每个飞行器控制表面和/或FWT设备的一

个或多个FWT控制模块。例如,飞行器100可以使用FWT控制模块158、160来监测和/或控制机翼102的可移动表面134。在另一个示例中,飞行器100可以使用FWT控制模块158、160,以便监测和/或控制缝翼112、114,襟翼116、118,升降机124、126,和/或垂直稳定器128中的一个或多个。在一些示例中,飞行器100可以具有单个FWT控制模块,以便监测和/或控制多个飞行器控制表面和/或FWT设备。例如,飞行器100可以使用FWT控制模块158,以便监测和/或控制机翼102、104的可移动表面134、136。在一些示例中,FWT控制模块158、160监测多个飞行器控制表面(例如,升降机、襟翼、折叠式翼尖等),并且使附加装置(例如,附加控制模块、附加控制系统等)控制(例如,发送命令信号)多个飞行器控制表面。例如,FWT控制模块158、160可以监测升降机124的状态并且将状态发送到升降机控制模块,其中升降机控制模块可以使用该状态来控制升降机124。在一些情况下,FWT控制模块158、160独立于附加装置(例如,附加控制模块、附加控制系统等)监测多个飞行器控制表面。例如,FWT控制模块158、160可以监测升降机124的状态。升降机控制模块可以在利用或不利用从FWT控制模块158、160接收的信息(例如,命令、输入、状态等)的情况下监测和/或控制升降机124。

[0034] 在图1所示的示例中,示例性FWT控制模块158、160可以监测FWT设备154、156的状态,并且基于该状态控制FWT设备154、156以便调整其位置。例如,FWT控制模块158、160可以从传感器162获得测量值,以便获得飞行航段(flight phase)信息和/或飞行阶段(flight stage)信息。在一些示例中,FWT控制模块158、160可以根据获得的飞行航段信息和/或飞行阶段信息来确定飞行航段或飞行阶段。例如,飞行航段和/或飞行阶段可以对应于飞行器100在飞行中、在地面上运动(例如,滑行到飞行器门)、在地面上静止(例如,停靠在飞行器门处)、着陆、起飞等。示例性FWT控制模块158、160还可以从传感器164、166获得测量值,以便确定FWT设备154、156的部件和/或系统的状态。例如,传感器164、166可以确定致动器(例如,隔离阀、气动阀等)的位置、马达(例如,液压马达、伺服马达等)的速度、压力测量值(例如,气压、液压等)等。示例性传感器164、166位于飞行器100的机翼102、104上,然而,附加传感器可以位于飞行器100上的其他地方以便监测FWT设备154、156的部件和/或系统。示例性FWT控制模块158、160可以将可移动表面134、136从展开位置调整到未展开位置。例如,FWT控制模块158可以基于FWT设备154的飞行阶段信息、部件状态和/或系统状态,来自传感器162、164、166的测量值等等中的至少一个,将可移动表面134从延伸位置142调整到折叠位置146。在一些示例中,延伸位置142、144是展开位置。在一些情况下,折叠位置146、148是未展开位置。

[0035] 在图1所示的示例中,示例性FWT控制模块158、160从远程电子单元(REU) 168、170获得信息并且向远程电子单元(REU) 168、170发送命令。在所示的示例中,在每个机翼102、104上都存在REU。例如,REU 168、170位于机翼102、104中的相应机翼上。REU 168、170可以从与FWT设备154、156相关的传感器164、166获得传感器信息。REU 168、170还可以向FWT设备154、156的部件和/或系统发送命令(例如,致动命令)。例如,REU 168可以向FWT设备154的致动器发送命令,以便将FWT设备154从延伸位置142移动到折叠位置146。REU 168可以获得与FWT设备154相关的传感器信息。例如,REU 168可以从FWT设备154获得伺服马达的转速、可移动表面134的位置、等等。尽管在图1中描绘了两个REU 168、170,但可以具有一个REU或多于两个REU以便监测和控制FWT设备154、156。在一些示例中,REU 168、170独立地监测和/或控制FWT设备154、156。例如,REU 168、170可以独立于从FWT控制模块158、160接收

信息(例如,命令、输入、状态等)而监测和/或控制FWT设备154、156。例如,REU 168、170可以在接收或不接收来自FWT控制模块158、160的信息(例如,命令、输入、状态等)的情况下监测和/或控制FWT设备154、156,其中FWT控制模块158、160正在监测FWT设备154、156。

[0036] 图2A是图1的折叠式翼尖(FWT)控制模块158、160的示例性实施方式的框图。示例性FWT控制模块158、160监测和控制图1的FWT设备154、156。示例性FWT控制模块158、160包括:示例性收集模块200、示例性检测模块210、示例性启用系统模块230、示例性监测和通告模块240、示例性序列和控制模块250、示例性数据库270、和示例性关守模块280。

[0037] 在图2A所示的示例中,示例性FWT控制模块158、160包括收集模块200,以便查询、过滤、获取、处理和/或选择来自数据库270的关于标志、状态、状况、变量等的值的输入296和/或信息。输入296可以包括一个或多个输入。在一些示例中,收集模块200通过网络294从包括多个数据获取信道的REU 168、170获得输入。在所示的示例中,REU 168具有数据信道A260和数据信道B 261。数据信道A260与部件A262进行通信,并且数据信道B261与部件B 263进行通信。REU 170具有数据信道C 264和数据信道D 265。数据信道C 264与部件C 266进行通信,并且数据信道D与部件D 267进行通信。在一些示例中,收集模块200可以基于与REU 168、170进行通信的部件和/或系统的状态而禁用或启用输入或数据信道。例如,收集模块200可以禁用数据信道A260,因为数据信道A260从部件A262获得非响应状态。在另一个示例中,收集模块200可以启用数据信道B 261,因为数据信道B 261没有从部件B 263获得非响应状态。在另一个示例中,收集模块200可以禁用数据信道A260和数据信道B 261。收集模块200可以启用数据信道C 264,因为数据信道C 264没有从部件C 266获得非响应状态。收集模块200可以以与上述类似的方式禁用或启用附加数据信道。

[0038] 在一些示例中,通过收集模块200到FWT控制模块158、160的输入296是从以下项目获得的:附加控制模块(例如,飞行器控制表面控制模块、飞行控制模块等)、飞行器的外部计算机系统(例如,在附近另一架飞行器上的计算机系统、远程服务器、卫星等)、机载传感器(例如,高度传感器、速度传感器等)等。输入296可以是未处理信息(例如,来自附加控制模块的未操纵的数据、来自传感器的未缩放的数据等)、或已处理的信息(例如,来自附加控制模块的经操纵数据、来自传感器的已缩放数据等)。

[0039] 在一些示例中,输入296可以是基于未处理信息、已处理信息和/或其组合的计算值。在一些情况下,可以从数据库270获得输入296。例如,收集模块200可以选择一个或多个算法、过程、程序等使用的传感器测量值的先前值、参数的先前计算值等。收集模块200基于对检测模块210、启用系统模块230、监测和通告模块240以及数据库270的输入296而输出未处理信息和/或已处理信息。

[0040] 在图2A所示的示例中,示例性FWT控制模块158、160包括检测模块210,以便确定FWT控制模块158、160的部件和/或系统的状态。例如,检测模块210可以基于由收集模块200提供的信息来确定部件和/或系统的状态。由收集模块200提供的信息可以是未处理信息(例如,未缩放传感器信息、未计算状态信息等)和/或已处理信息(例如,已缩放的传感器信息、已计算的状态信息等)。在一些示例中,检测模块210通过修改在FWT控制模块158、160的下一个控制周期中由附加模块(例如,监测和通告模块240)读取的变量(例如,标志)的值而向附加模块提供输入。例如,在第一控制周期期间,检测模块210可以设置警告标志并且将警告标志存储在数据库270中。在第二控制周期期间,监测和通告模块240可以从数据库270

检索警告标志,并且基于警告标志执行动作。在所示的示例中,检测模块210将未处理信息和/或经处理信息输出到序列和控制模块250和数据库270。

[0041] 在图2A的所示示例中,示例性FWT控制模块158、160包括启用系统模块230,以便启用图1的FWT设备154、156的部件、系统等的功能。例如,启用系统模块230可以基于由收集模块200提供的信息启用部件、系统等的功能。由收集模块200提供的信息可以是未处理信息(例如,未缩放传感器信息、未计算的状态信息等)和/或已处理信息(例如,已缩放的传感器信息、已计算的状态信息等)。在一些示例中,启用系统模块230向示例性FWT控制模块158、160警告部件、系统等被启用。在一些情况下,启用系统模块230通过修改变量值来启用部件、系统等的功能。例如,启用系统模块230可以通过修改标志(例如,计算机和/或机器可读指令中的标志)的值来启用部件、系统等的功能。在一些示例中,启用系统模块230通过修改在FWT控制模块158、160的下一个控制周期中由附加模块(例如,监测和通告模块240)读取的变量(例如,标志)的值而向附加模块提供输入。例如,在第一控制周期期间,启用系统模块230可以设置警告标志并且将警告标志存储在数据库270中。在第二控制周期期间,监测和通告模块240可以从数据库270检索警告标志,并且基于警告标志执行动作。在所示的示例中,启用系统模块230将未处理信息和/或经处理信息输出到序列和控制模块250和数据库270。

[0042] 在图2A所示的示例中,示例性FWT控制模块158、160包括监测和通告模块240,以便执行例如将非响应状态分类、产生警告、监测警告的功能,并且将信息发送到与图1的FWT设备154、156相关联的用户接口。在一些示例中,基于警告通过用户接口和/或附加输出装置(诸如发光二极管(LED)、扬声器等)向操作者(例如,维护技术人员、飞行员等)通告信息。在一些示例中,监测和通告模块240针对状态改变而监测部件和/或系统的状态。例如,监测和通告模块240可以监测部件的状态。部件状态可以从响应状态改变为非响应状态。监测和通告模块240可以对非响应状态进行分类,并且基于部件状态改变来产生警告。在一些情况下,监测和通告模块240可以监测FWT设备操作的阶段、动作、事件等(例如,折叠FWT设备的翼尖、打开FWT设备的翼尖等)。例如,监测和通告模块240可以监测FWT设备是否完成FWT设备操作等。监测和通告模块240可以基于FWT设备是否完成FWT设备操作的阶段、动作、事件等来产生警告。

[0043] 在一些示例中,由监测和通告模块240提供的信息可以是未处理信息(例如,未缩放传感器信息、未计算状态信息等)和/或已处理信息(例如,已缩放的传感器信息、已计算的状态信息等)。例如,监测和通告模块240可以产生关于部件(例如,液压螺线管、气动致动器等)的已识别非响应状态的警告,并且将该警告发送到FWT设备用户接口。监测和通告模块240将未处理信息和/或已处理信息输出到序列和控制模块250和数据库270。

[0044] 在图2A所示的示例中,示例性FWT控制模块158、160包括序列和控制模块250,以便确定和执行关于图1的FWT设备154、156的操作的事件序列。在一些示例中,序列和控制模块250基于获得的信息自动执行事件的正常操作序列。例如,序列和控制模块250可以基于以下信息自动确定和执行事件的正常操作序列:来自检测模块210的信息(例如,驾驶舱输入信息、飞行阶段信息等)、来自启用系统模块230的信息(例如,FWT设备启用信息、FWT设备致动器启用信息等)、来自监测和通告模块240的信息(例如,警告信息)和来自数据库270的信息。在一些示例中,序列和控制模块250在执行正常操作序列的阶段或动作之前,基于传感

器测量值来确定部件和/或系统的状态。例如,序列和控制模块250可以在第一阶段之前确定第一阶段中使用的部件的状态,并且针对正常操作序列的后续阶段或动作以此类推。附加地或可替代地,序列和控制模块250可以在第一阶段期间和/或之后确定第一阶段中使用的部件的状态,并且针对正常操作序列的后续阶段或动作以此类推。

[0045] 在一些示例中,序列和控制模块250基于以下信息确定可执行事件的FWT非响应序列:来自检测模块210的信息(例如,驾驶舱输入信息、飞行阶段信息等)、来自启用系统模块230的信息(例如,FWT设备启用信息、FWT设备致动器启用信息等)、来自监测和通告模块240的信息(例如,警告信息)和来自数据库270的信息。在一些情况下,序列和控制模块250在执行非响应序列的阶段或动作之前,基于传感器测量值来确定部件和/或系统的状态。例如,序列和控制模块250可以在第一阶段之前确定第一阶段中使用的部件的状态,并且针对非响应序列的后续阶段或动作以此类推。附加地或可替代地,序列和控制模块250可以在第一阶段期间和/或之后确定在第一阶段中使用的部件的状态,并且针对非响应序列的后续阶段或动作以此类推。

[0046] 在一些示例中,序列和控制模块250可以产生命令,并且将命令传输到相应的部件和/或系统以便执行命令。例如,序列和控制模块250可以产生一个或多个发出的电子命令并且将其传输到图1的FWT设备154、156的部件、系统等。在一些示例中,序列和控制模块250可以产生多个命令并且将其存储在数据库中用于未来执行。例如,序列和控制模块250可以从多个已产生命令中发出第一命令,并且将剩余命令存储在数据库270中。当序列和控制模块250确定已经完成第一命令时,序列和控制模块250可以从数据库270检索第二命令并发出第二命令,并且针对附加的已产生命令以此类推。

[0047] 在一些示例中,序列和控制模块250通过修改在FWT控制模块158、160的下一个控制周期中由附加模块(例如,监测和通告模块240)读取的变量(例如,标志)的值而向附加模块提供输入。例如,在第一控制周期期间,序列和控制模块250可以设置警告标志并且将警告标志存储在数据库270中。在第二控制周期期间,监测和通告模块240可以从数据库270检索警告标志,并且基于警告标志执行动作。

[0048] 在图2A所示的示例中,FWT控制模块158、160包括数据库270以记录数据(例如,已获得的传感器信息、已获得的部件状态、已计算的参数值等)。数据库270可以通过易失性存储器(例如,同步动态随机存取存储器(SDRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、RAMBUS动态随机存取存储器(RDRAM)等)和/或非易失性存储器(例如,闪存存储器)来实现。附加地或可替代地,数据库270可以通过一个或多个双倍数据速率(DDR)存储器(诸如DDR、DDR2、DDR3、移动DDR(mDDR)等)来实现。附加地或可替代地,数据库270可以通过一个或多个大容量存储装置(诸如硬盘驱动器、光盘驱动器、数字通用光盘驱动器等)来实现。虽然在该示例中数据库270被示为单个数据库,但数据库270可以通过任何数量和/或类型的数据库来实现。

[0049] 在图2A所示的示例中,示例性FWT控制模块158、160包括关守(gatekeeper)模块280,以便监测和/或拦截向图1的FWT设备154、156的部件和/或系统发出的电子命令。例如,关守模块280拦截从序列和控制模块250发出的电子命令。在一些示例中,关守模块280获得与飞行阶段信息、FWT状态信息等相关的信息,并且使得发出的电子命令能够不受阻碍地行进。在一些情况下,关守模块280基于获得的信息来修改发出的电子命令。关守模块280产生输出298,其中输出298是未修改或已修改的发出的电子命令。输出298可以包括一个或多个

输出。关守模块280还可以将未处理和/或已处理的信息输出到数据库270。例如,关守模块280可以将未修改或已修改的发出的电子命令的值存储在数据库270中。

[0050] 在一些示例中,关守模块280可以用于监测和/或拦截对飞行器控制表面的发出的电子命令。例如,关守模块280可以监测命令,以便致动或控制图1的缝翼112、114,襟翼116、118,升降机124、126和/或垂直稳定器128中的一个或多个。关守模块280可以验证控制飞行器控制表面的命令是有效的。例如,关守模块280可以基于驾驶舱输入信息、飞行阶段信息、或者更一般地与图1的飞行器100的飞行器控制表面相关的信息来验证命令是有效的。

[0051] 在图2A所示的示例中,示例性FWT控制模块158、160可以通过网络294连接到图1的REU 168、170。输入296和输出298可以与网络294通信。图1所示示例的网络294是飞行器过程控制网络。然而,示例性网络294可以使用任何合适的有线和/或无线网络来实现,包括例如:一个或多个数据总线、一个或多个飞行器过程控制网络、一个或多个局域网(LAN)、一个或多个无线LAN、一个或多个蜂窝网络、一个或多个私用网络、一个或多个公共网络等。网络294使得示例性FWT控制模块158、160能够与REU 168、170进行通信。如本文所使用的,短语“进行通信”包括变体,因此涵盖直接通信和/或通过一个或多个中间部件的间接通信,并且不需要直接物理(例如,有线)通信和/或恒定通信,而是包括以周期性间隔或非周期性间隔的选择性通信以及一次性事件。

[0052] 图2B是如图2A所述的折叠式翼尖(FWT)控制模块158、160的示例性实施方式的框图。图2A的框图详述了可执行图1的FWT设备154、156的监测功能和控制功能的示例性子模块或示例性子系统。示例性子模块遵循图2A中描述的数据流路径和信息递送依赖性。

[0053] 图2A和图2B的收集模块200包括:示例性网络接口202、示例性传感器接口204、示例性信息处理器206和示例性信息验证器208。收集模块200包括网络接口202以提供到总线和/或网络的接口。例如,网络接口202可以是内部控制器总线、内部过程控制网络等。网络接口202可以实现一个或多个通信协议,例如:总线协议(控制器局域网(CAN)总线、Modbus、Profibus等)、以太网协议(例如,EtherCAT、Profinet等)、串行协议(例如,RS-232、RS-485等)。网络接口202可以使用任何合适的有线和/或无线网络接口来实现,包括例如:一个或多个数据总线、一个或多个局域网(LAN)、一个或多个无线LAN、一个或多个蜂窝网络、一个或多个光纤网络、一个或多个卫星网络、一个或多个私用网络、一个或多个公共网络等。

[0054] 在一些示例中,网络接口202使得示例性FWT控制模块158、160能够与FWT控制模块158、160外部的模块和/或外部的系统进行通信。例如,网络接口202可以使得FWT控制模块158、160能够与图1的REU 168、170进行通信。在一些示例中,网络接口202从REU 168、170获得信息。例如,网络接口202可以从REU 168、170获得部件状态、传感器测量值、系统状态等。在一些示例中,网络接口202将从REU 168、170获得的信息存储在数据库270中。

[0055] 图2A和图2B的收集模块200包括传感器接口204,以便与传感器和/或与传感器接口连接的附加数据获取系统进行接口连接。例如,传感器接口204可以使得FWT控制模块158、160能够与传感器162进行通信。传感器接口204是收集和/或获得传感器信息的接口。可以从输出模拟电信号(例如,电流测量值、电压测量值等)的传感器(例如加速计、光传感器、压力传感器、声音传感器、温度传感器等)获得传感器信息。可以从输出数字电信号的传感器(例如数字加速计、数字温度传感器等)获得传感器信息。具有模拟输出和/或数字输出的附加传感器可以包括例如:化学传感器、流量传感器、力传感器、热传感器、磁性传感器、

位置传感器、存在传感器、接近度传感器、速度传感器等。

[0056] 图2A和图2B的收集模块200包括信息处理器206,以便选择和/或处理对FWT控制模块158、160的输入。例如,信息处理器206可以选择和/或处理输入296。在一些示例中,信息处理器206选择获得的感兴趣输入以供一个或多个算法、过程、程序等使用。例如,信息处理器206可以通过转换(例如,使用转换计算来进行转换、转换到不同的测量单位等)、缩放(例如,使用缩放系数进行缩放)、和/或平移(例如,使用预定曲线来进行平移、使用预定公式来进行平移)供FWT控制模块158、160使用的输入296的值来处理输入的值。在一些示例中,信息处理器206通过查询数据库270来选择输入296。响应于数据库270接收到从信息处理器206发送的查询,数据库270将输入296传输到信息处理器206。

[0057] 图2A和图2B的收集模块200包括信息验证器208以便验证对FWT控制模块158、160的输入。例如,信息验证器208可以验证输入296。在一些示例中,信息验证器208分析输入296,以便确定输入296是否被认为是可靠的和/或可信的,并且随后由FWT控制模块158、160使用。在一些示例中,信息验证器208将输入296与输入296的可接受值的范围进行比较。信息验证器208可以从数据库270获得输入296的可接受值的范围。响应于获得可接受值的范围,信息验证器208可以将输入296与获得的可接受值的范围进行比较。例如,信息验证器208可以分析压力传感器的1000磅/平方英寸(PSI)的压力测量输入。信息验证器208可以从数据库270获得压力传感器的0-600PSI的压力范围。响应于获得压力传感器的压力范围,信息验证器208可以将1000PSI的压力测量输入与获得的0-600PSI的压力范围进行比较,并且确定压力测量输入超出范围。响应于确定输入296超出范围,信息验证器208可以通过忽略输入296、将输入296的值设置为另一个值(例如,设置为已知的有效值、零值、空值等)而使输入296无效。信息验证器208也可以向FWT控制模块158、160警告输入296是无效的。例如,信息验证器208可以设置标志(例如,无效输入标志、警告标志等),从而向FWT控制模块158、160警告输入296是无效的。

[0058] 在一些示例中,信息验证器208分析输入296,以便基于飞行器状态(例如,飞行器高于10,000英尺、起落架已经展开等)来确定输入296是否有效。例如,信息验证器208可以基于飞行器状态确定:虽然输入296的值在输入296的值的可接受范围内,但输入296的值是无效的。例如,信息验证器208可以接收输入296,其中输入296是使得FWT致动系统能够将图1的可移动表面134从延伸位置142移动到折叠位置146的命令输入。信息验证器208可以确定命令输入的值在命令输入的值的可接受范围内。然而,信息验证器208可以确定飞行器正在飞行(例如,飞行器的速度高于100英里/小时、飞行器高度大于1000英尺等)。响应于确定飞行器正在飞行,信息验证器208使命令输入无效。例如,信息验证器208可以将输入296的值设置为零,并且设置标志(例如,无效输入标志)从而向FWT控制模块158、160警告输入296的值是无效的。

[0059] 图2A和图2B的检测模块210包括:示例性驾驶舱输入检测器212、示例性飞行阶段检测器214、示例性FWT状态检测器216、示例性FWT止动检测器218和示例性FWT锁定检测器220。图2A和图2B的检测模块210包括驾驶舱输入检测器212以便检测来自飞行器驾驶室或驾驶舱的输入的状态。例如,驾驶舱输入检测器212可以从飞行器100的驾驶舱获得驾驶舱输入状态信息。驾驶舱是通常在飞行器前部附近的飞行员从其控制飞行器的区域。飞行器的驾驶舱包括仪表板上的飞行仪表、使得飞行员能够驾驶飞行器的飞行控制装置等。

[0060] 在一些示例中,驾驶舱包括用于FWT设备的飞行仪器和/或飞行控制装置。例如,驾驶舱可以包括按钮、旋钮、杠杆、开关等,飞行员可对其进行致动以便向FWT控制模块158、160提供输入以监测和/或控制图1的FWT设备154、156。在一些示例中,致动驾驶舱中的按钮、旋钮、杠杆、开关等中的一个或多个开始折叠式翼尖操作(例如,折叠可移动表面134、136,打开可移动表面134、136等)。例如,驾驶舱可以包括杠杆,所述杠杆在被致动时向FWT控制模块158、160提供输入296,以便将FWT设备154、156移动到延伸位置142、144。驾驶舱输入检测器212可以确定杠杆的状态(例如,杠杆的输出)被启用(例如,将FWT设备154、156移动到延伸位置142、144)还是被禁用(例如,不将FWT设备154、156移动到延伸位置142、144)。例如,当杠杆被致动以将FWT设备154、156从折叠位置146、148移动到延伸位置142、144时,驾驶舱输入检测器212可以确定来自操纵杆的输入296被启用。

[0061] 图2A和图2B的检测模块210包括飞行阶段检测器214,以便检测飞行计划的阶段或在一定时间段内由飞行器执行的飞行阶段。飞行计划可以包括飞行阶段,例如:从机场登机口离开、滑行到跑道、从跑道起飞、在巡航高度飞行、在跑道上着陆等。在一些示例中,飞行阶段检测器214基于传感器的测量值(例如,来自高度传感器的测量值、来自速度传感器的测量值、来自起落架位置传感器的测量值等)来确定飞行器的飞行阶段。在一些情况下,飞行阶段检测器214基于飞行器的状态(例如,起落架的展开、飞行器高度的降低等)来确定飞行器的飞行阶段。

[0062] 图2A和图2B的检测模块210包括FWT状态检测器216以便检测FWT设备的状态。例如,FWT状态检测器216可以检测图1的FWT设备154、156的状态。在一些示例中,FWT设备的状态可以是FWT设备的模式。例如,模式可以是活动模式(例如,涉及折叠翼尖的模式、涉及打开翼尖的模式等)、或待机模式(例如,涉及翼尖不移动的模式)。例如,FWT状态检测器216可以检测FWT设备154、156的状态处于活动模式或者处于待机模式。在一些示例中,FWT设备的状态可以是FWT设备的位置。例如,FWT设备154、156的状态可以是图1的可移动表面134、136的位置,其中位置是延伸位置142、144、折叠位置146、148或中间位置。例如,FWT状态检测器216可以检测FWT设备154的状态是延伸位置、折叠位置、中间位置等。

[0063] 图2A和图2B的检测模块210包括FWT止动检测器218以便检测FWT设备的一个或多个闩锁销的位置。例如,FWT止动检测器218可以检测图1的FWT设备154、156的一个或多个闩锁销的位置。在一些示例中,FWT止动检测器218确定位置为闩锁位置(例如,延伸位置)或未闩锁位置(例如,缩回位置)。当翼尖处于折叠位置或延伸位置时,闩锁销可以是闩锁的或延伸的。例如,FWT止动检测器218可以基于来自闩锁位置传感器(例如,电感式接近度传感器、角位置传感器、线性位置传感器等)的测量值来确定闩锁销是延伸的。当FWT设备154、156在从一个位置移动到另一个位置的过程中时,闩锁销可以是缩回的。例如,FWT止动检测器218可以基于来自闩锁位置传感器的测量值确定FWT设备154、156的闩锁销是缩回的。

[0064] 图2A和图2B的检测模块210包括FWT锁定检测器220以便检测FWT设备的一个或多个锁的位置。例如,FWT锁定检测器220可以检测图1的FWT设备154、156的一个或多个锁的位置。在一些示例中,FWT锁定检测器220确定位置为锁定位置、解锁位置或中间位置(例如,中央位置、锁定位置与解锁位置之间的位置等)。FWT锁定检测器220可以检测多个锁的位置,例如一个或多个主锁、一个或多个副锁等。例如,FWT锁定检测器220可以确定FWT设备154、156的主锁的位置处于锁定位置。在另一个示例中,FWT锁定检测器220可以确定副锁的位置

处于中央位置。在一些示例中，FWT锁定检测器220基于来自锁位置传感器（例如，电感式接近度传感器、角位置传感器、线性位置传感器等）的测量值来确定主锁和/或副锁的位置。

[0065] 图2A和图2B的启用系统模块230包括：示例性FWT设备启用器232、示例性FWT设备致动器系统启用器234、示例性REU启用器236和示例性部件启用器238。图2A和图2B的启用系统模块230包括FWT设备启用器232以便启用FWT设备。例如，FWT设备启用器232可启用图1的FWT设备154、156。在一些示例中，FWT设备启用器232可以设置标志（例如，启用标志、警告标志等），从而向FWT控制模块158、160警告FWT设备被启用和/或被禁用。例如，FWT设备启用器232可以设置启用FWT设备标志，以便使得FWT控制模块158、160能够监测和/或控制FWT设备154、156。

[0066] 在一些示例中，响应于FWT设备启用器232启用FWT设备154、156，允许FWT控制模块158、160执行多个动作。例如，响应于FWT设备启用器232启用FWT设备154、156（例如，通过为FWT设备154、156设置启用FWT设备标志），FWT控制模块158、160可以执行诸如以下的功能：致动FWT设备154、156的部件（例如，锁定主锁、延伸门锁销等）、启用FWT设备154、156的子系统（例如，启用FWT设备致动器、启用远程电子单元等）等。在一些情况下，在FWT设备启用器232未启用FWT设备的情况下，FWT控制模块158、160不能监测和/或控制FWT设备。例如，如果FWT设备启用器232没有为FWT设备154、156设置启用FWT设备标志，则可能不允许FWT控制模块158、160监测和/或控制FWT设备154、156。

[0067] 图2A和图2B的启用系统模块230还包括FWT设备致动器系统启用器234以便启用FWT设备的致动器系统。例如，FWT设备致动器系统启用器234可以启用图1的FWT设备154、156的致动器系统（例如，液压系统、气动系统等）。在一些示例中，FWT设备致动器系统启用器234可以设置标志（例如，启用标志、警告标志等），从而向FWT控制模块158、160警告FWT设备致动器系统被启用和/或被禁用。例如，FWT设备致动器系统启用器234可以设置启用FWT设备致动器系统标志，以便使得FWT控制模块158、160能够监测和/或控制FWT设备154、156的FWT设备致动器系统。

[0068] 在一些示例中，响应于FWT设备致动器系统启用器234启用FWT设备致动器系统，允许FWT控制模块158、160执行多个动作。例如，响应于FWT设备致动器系统启用器234启用FWT设备154、156的FWT设备致动器系统（例如，通过设置启用FWT设备致动器系统标志），FWT控制模块158、160可以执行诸如以下的功能：致动FWT致动器系统的部件（例如，致动螺线管、致动伺服马达、致动阀等）、启用FWT设备致动器系统的子系统（例如，启用电气系统、启用液压系统、启用气动系统等）等。在一些情况下，在FWT设备致动器系统启用器234未启用FWT设备致动器系统的情况下，FWT控制模块158、160不能监测和/或控制FWT设备致动器系统。例如，如果FWT设备致动器系统启用器234没有为FWT设备154、156设置启用FWT设备致动器系统标志，则可能不允许FWT控制模块158、160监测和/或控制FWT设备154、156的FWT设备致动器系统。

[0069] 图2A和图2B的启用系统模块230附加地包括远程电子单元（REU）启用器236以便启用REU。例如，REU启用器236可以启用图1的REU 168、170。在一些示例中，REU启用器236可以设置标志（例如，启用标志、警告标志等），从而向FWT控制模块158、160警告REU 168、170被启用和/或被禁用。例如，REU启用器236可以设置启用REU标志，以便使得FWT控制模块158、160能够监测和/或控制REU 168、170。在一些示例中，REU的启用使得REU能够执行功能，例

如：致动FWT致动器系统的部件（例如，致动螺线管、致动伺服马达等）、启用FWT致动器系统的子系统（例如，启用电气系统、启用液压系统、启用气动系统等）、获得传感器信息等。

[0070] 在一些示例中，响应于REU启用器236启用REU 168、170，允许FWT控制模块158、160执行多个动作。例如，响应于REU启用器236启用REU 168、170（例如，通过为REU 168、170设置启用REU标志），FWT控制模块158、160可以通过REU 168、170执行诸如致动FWT设备154、156的部件的功能（例如，锁定主锁、延伸闩锁销等）。在一些情况下，在REU启用器236未启用REU 168、170的情况下，FWT控制模块158、160不能监测和/或控制REU 168、170。例如，如果REU启用器236没有为REU 168、170设置启用REU标志，则可能不允许FWT控制模块158、160监测和/或控制REU 168、170。

[0071] 图2A和图2B的启用系统模块230还包括部件启用器238以便启用FWT设备的一个或多个部件。例如，部件启用器238可以启用图1的FWT设备154、156的一个或多个部件。例如，FWT设备154、156的部件可以包括致动器、马达、螺线管、阀等。部件还可以包括FWT设备部件，例如折叠制动器、闩锁销、锁（例如，主锁、副锁等）等。例如，部件可以是FWT设备154、156的主锁。FWT设备的部件可以包括获得部件的测量值和/或状态的传感器。在一些示例中，部件启用器238可以基于传感器测量值启用部件。例如，部件启用器238可以基于满足阈值的来自液压传感器的测量值（例如，来自大于500PSI的液压的测量值）来启用液压马达。在一些示例中，部件启用器238可以设置标志（例如，启用标志、警告标志等），从而向FWT控制模块158、160警告一个或多个部件被启用。例如，部件启用器238可以设置启用部件标志，以便使得FWT控制模块158、160能够监测和/或控制部件。

[0072] 在一些示例中，响应于部件启用器238启用部件，允许FWT控制模块158、160执行多个动作。例如，响应于部件启用器238启用部件，FWT控制模块158、160可以执行诸如致动FWT设备154、156的部件的动作（例如，打开阀、锁定主锁、延伸闩锁销等）。在另一个示例中，响应于部件启用器238启用部件，FWT控制模块158、160可以从监测部件的传感器获得信息。例如，响应于部件启用器238启用部件，FWT控制模块158、160可从监测FWT设备154、156的液压马达速度的速度传感器获得信息。在一些情况下，在部件启用器238未启用部件的情况下，FWT控制模块158、160不能监测和/或控制部件。例如，如果部件启用器238没有为伺服马达设置启用部件标志，则可能不允许FWT控制模块158、160监测和/或控制伺服马达。

[0073] 图2A和图2B的监测和通告模块240包括：示例性非响应状态分类器242、示例性警告发生器244、示例性警告管理器246和示例性用户接口信息提供者248。监测和通告模块240包括非响应状态分类器242以便对部件的非响应状态进行分类。例如，非响应状态分类器242可以对图1的FWT设备154、156的气动致动器的非响应状态进行分类。在一些示例中，非响应状态分类器242从数据库270获得一个或多个非响应状态。在一些情况下，非响应状态分类器242从多个获得的非响应状态中选择非响应状态以便进行分类和/或处理。

[0074] 在一些示例中，非响应状态分类器242将非响应状态分类为孤立性或系统性问题。例如，非响应状态分类器242可以获得第一部件（例如，气动致动器）的非响应状态。非响应状态分类器242可以随后获得第二部件（例如，气压传感器）的状态，其中第二部件与第一部件相关（例如，气压传感器正监测气动致动器）。如果第二部件也返回非响应状态，则非响应状态分类器242可以将第一部件的非响应状态分类为系统性问题，因为第一部件和第二部件都具有非响应状态。例如，气动致动器可以是非响应的，因为气压传感器所测量的气压低

于致动气动致动器所必需的足够水平。如果第二部件没有返回非响应状态,则非响应状态分类器242可以将第一部件的非响应状态分类为第一部件的孤立性问题。例如,所测量的气压可以处于足以致动气动致动器的水平。因为其他问题(例如,没有打开气动阀以向气动致动器提供空气),气动致动器可以是非响应的。

[0075] 在一些示例中,非响应状态分类器242确定是否可以减轻部件和/或系统的非响应状态。例如,非响应状态分类器242可以响应于FWT设备154、156的部件具有非响应状态而确定该部件可以被绕开。在一些示例中,非响应状态分类器242确定具有非响应状态的部件具有一个或多个冗余部件。例如,非响应状态分类器242可以确定监测液压阀的液压传感器具有非响应状态。非响应状态分类器242可以确定具有至少一个附加的监测液压阀的液压传感器不具有非响应状态。响应于确定存在冗余部件,非响应状态分类器242可以向FWT控制模块158、160警告可减轻部件的非响应状态。例如,非响应状态分类器242可以设置标志(例如,绕过标志、冗余部件标志、减轻标志等),从而向FWT控制模块158、160警告可以绕过具有非响应状态的部件。

[0076] 图2A和图2B的监测和通告模块240包括警告发生器244,以便基于从收集模块200和/或数据库270获得的信息产生警告。在一些示例中,警告发生器244可以评估该信息并且确定该信息是否满足阈值。阈值可以是计算值、预定值等。例如,警告发生器244可以确定来自液压传感器的测量值不满足液压阈值(例如,测量值低于液压阈值)。不满足液压阈值的测量值可以指示由液压传感器监测的液压致动器未响应、由液压传感器监测的液压马达是非响应的、等等。

[0077] 在一些示例中,警告发生器244确定来自部件和/或系统的状态要求产生警告。例如,警告发生器244可以确定从电气致动螺线管获得的状态是非响应状态,并且因此要求产生警告。警告发生器244可以从收集模块200和/或数据库270获得电气致动的螺线管状态。在一些示例中,警告发生器244向产生的警告分配指数和/或优先级。例如,指数可以是危急度指数,其指示在产生的警告中涉及的部件和/或系统的重要性级别。响应于识别需要产生警告的状态(例如,满足阈值的测量值、部件和/或系统状态的改变等),警告发生器244可以产生警告,例如:在用户接口上显示警告、在整个过程控制网络中传播警告消息、产生警告日志和/或警告报告等。

[0078] 图2A和图2B的监测和通告模块240包括警告管理器246以便管理由警告发生器244产生的警告。在一些示例中,警告管理器246通过将警告编译在列表、日志、报告等等中而处理产生的警告。例如,警告管理器246可以收集多个产生的警告并且将其组织在警告报告中。警告报告可包括关于各警告的信息,例如时间戳、指数、优先级、基于文本的描述、警告类别等。在一些情况下,警告报告包括关于重复发生警告的趋势分析的信息。例如,警告报告可以指示:每当FWT设备154、156被致动时,或当飞行器达到大于10,000英尺的高度时,就发生非响应气动致动器警告。在一些示例中,可以从用户接口访问警告管理器246。例如,警告管理器246可以是驾驶室中的人机接口(HMI)的子显示器、子模块等。驾驶室中的飞行员可以通过HMI与警告管理器246交互,其中飞行员可以确认警告、解除警告、基于警告进行动作、查看警告报告、查看警告趋势分析等。

[0079] 图2A和图2B的监测和通告模块240包括用户接口信息提供器248,以便处理信息、封装信息并且向与FWT设备相关联的用户接口提供信息。例如,用户接口信息提供器248可

以获得信息并且将信息传输到与图1的FWT设备154、156相关联的用户接口。信息可以包括：与FWT设备操作相关的阶段和/或动作、与FWT设备相关的部件和/或系统的状态、由监测和通告模块产生的警告、等等。在一些示例中，用户接口信息提供器248将与部件状态和/或系统状态相关联的值分配给与用户接口相关联的变量。在一些情况下，用户接口信息提供器248将与产生的警告相关的信息分配给与用户接口相关联的变量。在一些示例中，可以在用户接口上显示和/或记录变量。例如，用户接口信息提供器248可以将从液压传感器获得的测量值分配给与用户接口相关联的变量。可以通过网络294将变量传输到用户接口。可以将变量存储在数据库270中，并且可以通过用户接口从数据库270获得变量。

[0080] 图2A和图2B的序列和控制模块250包括：示例性FWT正常操作序列发生器252、示例性FWT非响应序列发生器254、示例性状态评估器256和示例性FWT控制器258。序列和控制模块250包括FWT正常操作序列发生器252，以便确定FWT阶段和/或FWT动作的正常操作序列以移动可移动表面134、136的位置。在一些示例中，FWT正常操作序列发生器252基于传感器测量值、部件状态、系统状态等确定正常操作序列。例如，FWT正常操作序列发生器252可以基于满足阈值（例如，足够的阈值、满意的阈值、必要的阈值等）的传感器测量值来确定正常操作序列。在另一个示例中，FWT正常操作序列发生器252可以基于部件状态和/或系统状态来确定正常操作序列，其中状态不指示非响应状态。

[0081] 在一些示例中，FWT正常操作序列发生器252基于获得的信息（例如，驾驶舱输入信息、飞行阶段信息等）来识别一个或多个FWT阶段以便执行可移动表面134、136的移动。在一些示例中，FWT正常操作序列发生器252在执行第一FWT阶段之前识别FWT阶段。例如，FWT正常操作序列发生器252可以确定具有三个待执行的FWT阶段，以便将可移动表面134、136从延伸位置142、144移动到折叠位置146、148。在一些情况下，FWT正常操作序列发生器252在执行第一FWT阶段之前确定将在每个确定的FWT阶段内执行的FWT动作。例如，FWT正常操作序列发生器252可以确定具有三个FWT阶段并且在三个待执行的FWT阶段的每一个中具有四个FWT动作，以便将可移动表面134、136从延伸位置142、144移动到折叠位置146、148。在一些示例中，FWT正常操作序列发生器252基于获得的信息来计算和/或识别FWT设备的期望位置。例如，FWT正常操作序列发生器252可以基于获得的飞行器100的飞行阶段信息来计算FWT设备154的可移动表面134的期望位置。FWT正常操作序列发生器252可以产生一个或多个阶段和/或动作，以使FWT设备154的可移动表面134从可移动表面134的当前位置移动到期望位置。

[0082] 在一些示例中，FWT正常操作序列发生器252在执行FWT阶段或FWT阶段内的FWT动作之前获得信息并且评估信息。FWT正常操作序列发生器252可以识别第一FWT阶段内的第一FWT动作。例如，FWT正常操作序列发生器252可以识别将图1的可移动表面134、136的位置从延伸位置142、144调整到折叠位置146、148的第一FWT阶段内的第一FWT动作（例如，打开隔离阀）。例如，FWT正常操作序列发生器252可以获得与第一FWT动作相关的信息（例如飞行阶段信息、FWT状态信息等），以便基于获得的信息来确定是否可以移动可移动表面134、136。可替代地或附加地，FWT正常操作序列发生器252可以在执行FWT阶段或FWT阶段内的FWT动作期间和/或之后获得信息并且评估信息。

[0083] 在一些示例中，FWT正常操作序列发生器252在第一FWT动作之前，获得与第一FWT动作中涉及的部件和/或系统相关的信息。例如，如果第一FWT动作是使用液压致动器来解

锁FWT设备154、156的主锁,则FWT正常操作序列发生器252可以在第一FWT动作之前获得启用液压致动器状态、来自监测液压致动器的液压传感器的测量值等。当在第一FWT动作之前的FWT设备154、156的部件和/或系统的状态被确定为响应(responsive)时,FWT正常操作序列发生器252可以使得完成第一FWT动作。例如,FWT正常操作序列发生器252可以致使生成要被产生、传输、执行等的命令,以执行第一FWT动作。在一些示例中,FWT正常操作序列发生器252基于第一FWT动作的完成来识别和/或执行第二FWT动作。可以通过传感器的测量值来确定第一FWT动作的完成。例如,可以不执行第二FWT动作,直到传感器测量值指示第一FWT动作完成。在一些情况下,FWT正常操作序列发生器252基于第一FWT动作的完成来识别和/或执行第二FWT阶段。附加地或可替代地,FWT正常操作序列发生器252可以在第一FWT动作期间和/或之后获得与第一FWT动作中涉及的部件和/或系统相关的信息。

[0084] 图2A和图2B的序列和控制模块250包括FWT非响应序列发生器254,以便确定FWT阶段和/或FWT动作的非响应序列。在一些示例中,FWT非响应序列发生器254基于部件和/或系统的非响应状态来确定非响应序列。例如,FWT非响应序列发生器254可以基于FWT设备154、156的部件和/或系统的非响应状态来确定非响应序列。在一些示例中,非响应状态指示可以不执行FWT阶段和/或FWT动作。例如,可操作地联接到门锁销的液压致动器的非响应状态指示可以不执行门锁销的缩回。

[0085] 在一些示例中,当部件状态和/或系统状态是非响应状态时,FWT非响应序列发生器254识别一个或多个FWT阶段和/或FWT动作的非响应序列。在一些情况下,FWT非响应序列发生器254确定FWT阶段和相应FWT动作的非响应序列,以便将可移动表面134、136移动到中间位置。例如,FWT非响应序列发生器254可以确定FWT阶段和相应FWT动作的非响应序列,以便将可移动表面134、136从延伸位置142、144移动到延伸位置142、144与折叠位置146、148之间的位置。在一些示例中,FWT非响应序列发生器254确定FWT阶段和/或FWT动作的非响应序列,以使FWT设备保持在适当位置。例如,FWT非响应序列发生器254可以确定FWT阶段和/或FWT动作的非响应序列,以使可移动表面134、136保持在折叠位置146、148中。在另一个示例中,FWT非响应序列发生器254可以从液压致动器获得将可移动表面134、136从折叠位置146、148移动到延伸位置142、144所必需的非响应状态。响应于从液压致动器获得非响应状态,FWT非响应序列发生器254可以确定将可移动表面134、136保持在折叠位置146、148所必需的FWT阶段和/或FWT动作。

[0086] 在一些示例中,FWT非响应序列发生器254基于获得的信息来计算和/或识别FWT设备154、156的期望位置。例如,期望位置可以是图1的延伸位置142、144或图1的延伸位置142、144与折叠位置146、148之间的位置。在一些情况下,FWT非响应序列发生器254将期望位置识别为可移动表面134、136的当前位置。例如,FWT非响应序列发生器254可将图1的可移动表面134、136的期望位置识别为折叠位置146、148。例如,FWT非响应序列发生器254可以基于非响应部件状态来计算FWT设备154、156的可移动表面134、136的期望位置。FWT正常操作序列发生器252可以产生一个或多个阶段和/或动作,以使FWT设备154、156的可移动表面134、136从可移动表面134、136的当前位置移动到期望位置。

[0087] 图2A和图2B的序列和控制模块250包括状态评估器256以便评估FWT设备的部件和/或系统的状态。例如,状态评估器256可以评估图1的FWT设备154、156的部件和/或系统的状态。在一些示例中,状态评估器256从数据库270获得部件的状态。例如,状态评估器256

可以从数据库270获得FWT设备154的气动致动器的状态。状态评估器256可以评估气动致动器的状态,并且确定状态是正常操作还是非响应的。在一些情况下,状态评估器256获得系统的状态。例如,状态评估器256可以获得FWT设备154的气动系统的状态。状态评估器256可以评估气动系统的状态,并且确定该状态是正常操作还是非响应的。

[0088] 图2A和图2B的序列和控制模块250包括FWT控制器258以便控制FWT设备的部件和/或系统。例如,FWT控制器258可以控制图1的FWT设备154、156的部件和/或系统。在一些示例中,FWT控制器258产生命令。例如,FWT控制器258可以为FWT设备154产生命令,以便将图1的可移动表面134从折叠位置146移动到延伸位置142。在一些示例中,FWT控制器258产生命令以便接合联锁。例如,FWT控制器258可以产生命令以便接合机械联锁和/或软件联锁。在一些情况下,FWT控制器258基于部件和/或系统的状态产生命令以便接合联锁。在一些示例中,FWT控制器258将命令传输到远程电子单元。例如,FWT控制器258可以向图1的REU 168、170传输命令。

[0089] 在一些示例中,FWT控制器258根据FWT正常操作序列发生器252或FWT非响应序列发生器254产生的FWT阶段和/或FWT动作来执行命令的序列。在一些示例中,FWT控制器258基于部件和/或系统的状态来执行命令的序列以便完成一个或多个FWT动作。例如,FWT控制器258可以向FWT设备154的第一部件发出第一命令,以便执行第一FWT阶段内的第一FWT动作。FWT控制器258可以接收指示第一命令被执行并且成功完成的第一部件状态。FWT控制器258可以基于第一部件的状态确定第一FWT动作完成。响应于确定第一FWT动作完成,FWT控制器258可以向FWT设备154、156的第二部件发出第二命令,以便执行第一FWT阶段内的第二FWT动作。

[0090] 在一些示例中,FWT控制器258基于部件和/或系统的状态来执行命令的序列以便完成一个或多个FWT阶段。例如,FWT控制器258可以向FWT设备154、156的部件发出第一命令,以便执行第一FWT阶段内的第一FWT动作。FWT控制器258可以接收指示第一命令被执行并且成功完成的部件的状态。FWT控制器258可以基于部件状态确定第一FWT动作完成。FWT控制器258还可以基于第一FWT动作的完成来确定第一FWT阶段完成。响应于确定第一FWT阶段完成,FWT控制器258可以向FWT设备154、156的部件发出第二命令,以便执行第二FWT阶段内的第一FWT动作。在一些示例中,当FWT阶段和/或FWT动作完成时,FWT控制器258设置标志(例如,完成标志)。

[0091] 图2A和图2B的关守模块280包括:示例性命令拦截器282、示例性FWT设备分析器284、示例性飞行阶段分析器286、示例性维护启用器288、示例性安全联锁器290和示例性命令发射器292。关守模块280包括命令拦截器282以便获得或拦截从序列和控制模块250发出的命令。在一些示例中,命令拦截器282从数据库270获得命令。例如,序列和控制模块250可以发出命令并且将命令存储在数据库270中。命令拦截器282可以从数据库270获得存储的命令。

[0092] 图2A和图2B的关守模块280包括FWT设备分析器284,以便基于FWT设备的部件和/或系统的状态来分析FWT设备并且产生一个或多个规则。例如,FWT设备分析器284可以基于图1的FWT设备154、156的部件和/或系统的状态而产生一个或多个FWT设备或状态规则。第一示例性FWT设备规则可以包括不向具有非响应状态的部件和/或系统发送命令。因此,向具有非响应状态的部件发送命令违反了第一示例性FWT设备规则。第二示例性FWT设备规则

可以包括不向未启用的部件和/或系统发送命令。因此,向未启用的部件和/或系统发送命令违反了第二示例性FWT设备规则。

[0093] 第三示例性FWT设备规则可以包括不向部件和/或系统发送与该部件和/或系统的状态不兼容的命令。第四示例性FWT设备规则可以包括不向第一部件和/或第一系统发送与第二部件和/或第二系统的状态不兼容的命令,其中第一部件和第一系统与第二部件和第二系统相关。例如,FWT设备154的主锁处于锁定位置,并且可移动表面134处于延伸位置142。发出的电子命令可以是可将可移动表面134调整到折叠位置146。FWT设备分析器284可以确定将可移动表面134调整到折叠位置146与主锁处于锁定位置是不兼容的。因此,FWT设备分析器284可以确定发出的电子命令违反了第四示例性FWT设备规则。

[0094] 在一些示例中,FWT设备分析器284在FWT控制模块158、160的每个过程控制周期中重新产生FWT设备规则。在一些情况下,可以从数据库270检索FWT设备规则。例如,FWT设备分析器284可以在过程控制周期开始时从数据库270检索FWT设备规则。在一些示例中,FWT设备分析器284可以将FWT设备规则存储在数据库270中。例如,FWT设备分析器284可以在过程控制周期结束时将FWT设备规则存储在数据库270中。

[0095] 图2A和图2B的关守模块280包括飞行阶段分析器286,以便分析飞行器的飞行阶段信息并且基于飞行阶段信息产生一个或多个规则。例如,飞行阶段分析器286可以基于图1的飞行器100的飞行阶段来产生一个或多个飞行阶段规则。第一示例性飞行阶段规则可以包括当飞行阶段指示飞行器正在飞行时不致动部件和/或系统。例如,在飞行阶段指示飞行器正在飞行时,将图1的可移动表面134从延伸位置142移动到折叠位置146违反了第一示例性飞行阶段规则。第二示例性飞行阶段规则可以包括当飞行阶段指示飞行器停靠在机场登机口处时不致动部件和/或系统。例如,当飞行阶段指示飞行器停靠在机场登机口处时,将可移动表面134从折叠位置146移动到延伸位置142违反了第二示例性飞行阶段规则。

[0096] 在一些示例中,飞行阶段分析器286在FWT控制模块158、160的每个过程控制周期中重新产生飞行阶段规则。在一些情况下,可以从数据库270检索飞行阶段规则。例如,飞行阶段分析器286可以在过程控制周期开始时从数据库270检索飞行阶段规则。在一些示例中,飞行阶段分析器286可以将FWT设备规则存储在数据库270中。例如,飞行阶段分析器286可以在过程控制周期结束时将飞行阶段规则存储在数据库270中。

[0097] 图2A和图2B的关守模块280包括维护启用器288以便启用FWT控制模块的维护模式。例如,维护启用器288可以启用图1的FWT设备154、156的(一种或多种)维护模式。在一些示例中,维护人员以(一种或多种)维护模式或(一种或多种)测试模式操作FWT设备154、156以便执行部件检查和/或系统检查。例如,维护人员可以通过致动由维护人员可访问的按钮、旋钮、开关等来启用维护模式。按钮、旋钮、开关等可以在维护启用器288内设置标志和/或警告。维护启用器288可以允许维护人员操作FWT设备154、156的各部件和/或各系统。例如,维护启用器288可以允许维护人员向FWT设备154、156的部件和/或系统输出自定义的发出的电子命令。

[0098] 在图2A和图2B所示的示例中,关守模块280包括安全联锁器290以便向FWT设备154、156提供有效的输出的电子命令。在一些示例中,安全联锁器290通过修改发出的电子命令来接合安全联锁(例如,机械联锁、软件联锁等)。在一些情况下,安全联锁防止发生动作(例如,取消命令、放弃命令等)或更改动作(例如,修改命令)。在一些情况下,从数据库

270获得发出的电子命令。例如,序列和控制模块250可以产生命令并且将命令存储在数据库270中。安全联锁器290可以从数据库270获得命令并且确定该命令是否有效。

[0099] 在一些示例中,安全联锁器290基于违反由FWT设备分析器284、飞行阶段分析器286等产生和/或评估的规则,修改发出的电子命令。例如,可以不启用液压致动系统,并且图1的可移动表面134、136处于延伸位置142。发出的电子命令可以被用于控制液压致动系统,以便将可移动表面134、136从延伸位置142、144调整到折叠位置146、148。响应于确定液压致动系统未被启用,FWT设备分析器284可以确定发出的电子命令违反了FWT设备规则。响应于违反FWT设备规则,安全联锁器290可以修改发出的电子命令,以便向FWT设备154、156的部件提供有效命令。例如,安全联锁器290可以修改FWT控制模块158、160的输出298,以便向FWT设备154、156的部件提供有效命令。

[0100] 在一些示例中,安全联锁器290可以通过用零值或空字符替换发出的电子命令的值来修改发出的电子命令。在一些情况下,安全联锁器290可以通过用存储的默认值替换发出的电子命令的值来修改发出的电子命令。例如,安全联锁器290可以用通过网络294从数据库270获得的存储的默认值替换发出的电子命令的值。在一些情况下,安全联锁器290可以设置标志(例如,规则违反标志、无效输入标志、警告标志等),从而向FWT控制模块158、160警告发出的电子命令是无效的。例如,当发出的电子命令违反了由FWT设备分析器284、飞行阶段分析器286等产生的一个或多个规则时,安全联锁器290可以设置规则违反标志。

[0101] 在一些示例中,图2A和图2B的关守模块280可以包括安全联锁器290,以便修改对飞行器控制表面的发出的电子命令。例如,安全联锁器290可以通过用零值或空字符替换发出的电子命令的值来修改对飞行器控制表面的发出的电子命令。在一些情况下,安全联锁器290可以通过用存储的默认值替换对飞行器控制表面的发出的电子命令的值来修改发出的电子命令。例如,安全联锁器290可以用通过网络294从数据库270获得的存储的默认值替换对飞行器控制表面的发出的电子命令的值。在一些情况下,安全联锁器290可以设置标志(例如,规则违反标志、无效输入标志、无效输出标志、警告标志等),从而向FWT控制模块158、160或飞行器过程控制系统警告发出的电子命令是无效的。

[0102] 图2A和图2B的关守模块280包括命令发射器292以便输出从FWT控制模块158、160产生和/或处理的命令。在一些示例中,命令发射器292输出已修改的命令或未修改的命令。例如,命令发射器292可以传输已修改的命令或未修改的命令作为输出298。在一些示例中,命令发射器292将命令传输到远程电子单元(REU)。例如,命令发射器292可以将命令传输到图1的REU 168、170。在一些示例中,FWT控制模块158、160通过命令发射器292来控制连接到REU 168、170的FWT设备的部件和/或系统。例如,命令发射器292可以将由FWT控制器258产生的命令中继或传输到REU 168、170。

[0103] 尽管在图2A和图2B中示出了实现图1的示例性FWT控制模块158、160的示例性方式,但图2A和图2B所示的元件、过程和/或装置中的一个或多个可以被组合、分割、重新布置、省略、消除和/或以任何其他方式实现。此外,图2A和图2B中的示例性收集模块200、示例性网络接口202、示例性传感器接口204、示例性信息处理器206、示例性信息验证器208、示例性检测模块210、示例性驾驶舱输入检测器212、示例性飞行阶段检测器214、示例性FWT状态检测器216、示例性FWT止动检测器218、示例性FWT锁定检测器220、示例性启用系统模块230、示例性FWT设备启用器232、示例性FWT设备致动器系统启用器234、示例性REU启用器

236、示例性部件启用器238、示例性监测和通告模块240、示例性非响应状态分类器242、示例性警告发生器244、示例性警告管理器246、示例性用户接口信息提供器248、示例性序列和控制模块250、示例性FWT正常操作序列发生器252、示例性FWT非响应序列发生器254、示例性状态评估器256、示例性FWT控制器258、示例性数据库270、示例性关守模块280、示例性命令拦截器282、示例性FWT设备分析器284、示例性飞行阶段分析器286、示例性维护启用器288、示例性安全联锁器290、示例性命令发射器292、和/或更一般地示例性FWT控制模块158、160可以通过硬件、软件、固件和/或硬件、软件和/或固件的任何组合来实现。由此，例如，图2A和图2B中的示例性收集模块200、示例性网络接口202、示例性传感器接口204、示例性信息处理器206、示例性信息验证器208、示例性检测模块210、示例性驾驶舱输入检测器212、示例性飞行阶段检测器214、示例性FWT状态检测器216、示例性FWT止动检测器218、示例性FWT锁定检测器220、示例性启用系统模块230、示例性FWT设备启用器232、示例性FWT设备致动器系统启用器234、示例性REU启用器236、示例性部件启用器238、示例性监测和通告模块240、示例性非响应状态分类器242、示例性警告发生器244、示例性警告管理器246、示例性用户接口信息提供器248、示例性序列和控制模块250、示例性FWT正常操作序列发生器252、示例性FWT非响应序列发生器254、示例性状态评估器256、示例性FWT控制器258、示例性数据库270、示例性关守模块280、示例性命令拦截器282、示例性FWT设备分析器284、示例性飞行阶段分析器286、示例性维护启用器288、示例性安全联锁器290、示例性命令发射器292、和/或更一般地示例性FWT控制模块158、160中的任一个可以通过以下项目中的一个或多个来实现：(一个或多个)模拟或数字电路、逻辑电路、(一个或多个)可编程处理器、(一个或多个)专用集成电路(ASIC)、(一个或多个)可编程逻辑器件(PLD)和/或(一个或多个)现场可编程逻辑器件(FPLD)。当阅读本专利的任何设备或系统权利要求以覆盖纯粹的软件和/或固件实施方式时，图2A和图2B中的示例性收集模块200、示例性网络接口202、示例性传感器接口204、示例性信息处理器206、示例性信息验证器208、示例性检测模块210、示例性驾驶舱输入检测器212、示例性飞行阶段检测器214、示例性FWT状态检测器216、示例性FWT止动检测器218、示例性FWT锁定检测器220、示例性启用系统模块230、示例性FWT设备启用器232、示例性FWT设备致动器系统启用器234、示例性REU启用器236、示例性部件启用器238、示例性监测和通告模块240、示例性非响应状态分类器242、示例性警告发生器244、示例性警告管理器246、示例性用户接口信息提供器248、示例性序列和控制模块250、示例性FWT正常操作序列发生器252、示例性FWT非响应序列发生器254、示例性状态评估器256、示例性FWT控制器258、示例性数据库270、示例性关守模块280、示例性命令拦截器282、示例性FWT设备分析器284、示例性飞行阶段分析器286、示例性维护启用器288、示例性安全联锁器290、示例性命令发射器292、和/或更一般地示例性FWT控制模块158、160中的至少一个由此被明确限定为包括存储软件和/或固件的有形计算机可读存储装置或存储盘，诸如存储器、数字通用光盘(DVD)、光盘(CD)、蓝光盘等。更进一步地，图2A和图2B的示例性FWT控制模块158、160可以包括一个或多个元件、过程和/或装置(除了或代替图2A和图2B所示的那些)和/或可以包括多于一个的任何或全部的所示元件、过程和装置。

[0104] 在图3-12中示出了表示用于实施图2A和图2B的示例性FWT控制模块158、160的示例性方法的流程图。在这些示例中，可以使用机器可读指令来实现方法，所述机器可读指令包括用于由处理器执行的程序，所述处理器诸如以下结合图13讨论的示例性处理器平台

1300中所示的处理器1312。程序可以实现在有形计算机可读存储介质上存储的软件中,所述有形计算机可读存储介质诸如CD-ROM、软盘、硬盘驱动器,数字通用光盘(DVD)、蓝光盘或与处理器1312相关联的存储器,但整个程序和/或其部分可以可替代地由除处理器1312之外的装置执行、和/或实现在固件或专用硬件中。此外,虽然参考图3-12所示的流程图描述了示例性程序,但可以可替代地使用实施示例性FWT控制模块158、160的许多其他方法。例如,可以改变框的执行顺序,和/或可以改变、消除或组合所描述的一些框。

[0105] 如上所述,可以使用存储在有形计算机可读存储介质上的编码指令(例如,计算机和/或机器可读指令)来实现图3-12的示例性方法,所述有形计算机可读存储介质诸如硬盘驱动器、闪存存储器、只读存储器(ROM)、光盘(CD)、数字通用光盘(DVD)、高速缓存、随机存取存储器(RAM)、和/或其中存储信息达任意持续时间(例如,达延长的时间段、永久地、用于短暂情况、用于暂时缓冲、和/或用于缓存信息)的任何其他存储装置或存储盘。如本文所使用的,术语有形计算机可读存储介质被明确地定义为包括任何类型的计算机可读存储装置和/或存储盘,并且排除传播信号以及排除传输介质。如本文所使用的,“有形计算机可读存储介质”和“有形机器可读存储介质”可互换使用。附加地或可替代地,可以使用存储在非暂时性计算机和/或机器可读介质上的编码的指令(例如,计算机和/或机器可读指令)来实现图3-12的示例性过程,所述非暂时性计算机和/或机器可读介质诸如硬盘驱动器、闪存存储器、只读存储器、光盘、数字通用盘、高速缓存、随机存取存储器、和/或其中存储信息达任意持续时间(例如,达延长的时间段、永久地、用于短暂情况、用于暂时缓冲、和/或用于缓存信息)的任何其他存储装置或存储盘。如本文所使用的,术语非暂时性计算机可读介质被明确地定义为包括任何类型的计算机可读存储装置和/或存储盘,并且排除传播信号以及排除传输介质。如本文所使用的,当短语“至少”在权利要求的前序部分中用作过渡术语时,其开放的方式与术语“包括”开放的方式相同。包括和“包括”的所有其他变体被明确限定为开放式术语。包含和“包含”的所有其他变体也被限定为开放式术语。相反,术语组成和/或组成的其他形式被限定为封闭式术语。

[0106] 图3是表示示例性方法300的流程图,所述示例性方法300可以由图2A和图2B的示例性FWT控制模块158、160执行,以便确定并执行事件的FWT序列以控制图1的FWT设备154、156。例如,FWT控制模块158、160可以确定是执行事件的正常操作FWT序列还是执行事件的非响应FWT序列。当FWT控制模块158、160从飞行器过程控制系统获得输入并处理该输入时,示例性方法300在框302处开始。例如,收集模块200可以获得并处理输入296。在框304处,FWT控制模块158、160确定相应于FWT设备、并且更一般地相应于飞行器过程控制系统的状态信息。例如,检测模块210可以检测和/或确定FWT设备154、156和飞行器100的状态信息。

[0107] 在框306处,FWT控制模块158、160确定是否启用FWT系统。例如,启用系统模块230可以确定所确定的状态信息是否指示启用FWT设备154、156。如果在框306处,FWT控制模块158、160确定不启用FWT系统,则控制返回框302以便获得并处理附加的输入。例如,FWT设备154、156的状态信息可能不指示FWT系统被启用。如果在框306处,FWT控制模块158、160确定启用FWT系统,则在框308处,FWT控制模块158、160启用FWT系统。例如,FWT设备154、156的状态信息可以指示FWT系统被启用。

[0108] 在框308处,FWT控制模块158、160启用FWT系统。例如,启用系统模块230启用FWT系统。在框310处,FWT控制模块158、160评估状态信息。例如,序列和控制模块250可以评估状

态信息。在框312处,FWT控制模块158、160确定状态信息是否包括非响应状态。例如,序列和控制模块250可以确定状态信息是否包括非响应状态。如果在框312处FWT控制模块158、160确定状态信息不包括非响应状态,则在框318处,FWT控制模块158、160执行FWT设备154、156的FWT正常操作序列。如果在框312处FWT控制模块158、160确定状态信息包括非响应状态,则在框314处,FWT控制模块158、160处理非响应状态。

[0109] 在框314处,FWT控制模块158、160处理非响应状态。例如,监测和通告模块240可以处理非响应状态。在框316处,FWT控制模块158、160确定是否可以减轻非响应状态。例如,监测和通告模块240可以确定是否可以减轻非响应状态。如果在框316处,FWT控制模块158、160确定可以减轻非响应状态,则在框318处,FWT控制模块158、160执行正常操作序列。如果在框316处,FWT控制模块158、160确定不能减轻非响应状态,则控制行进到框322以便执行FWT非响应序列。

[0110] 在框318处,FWT控制模块158、160执行FWT正常操作序列。例如,序列和控制模块250可以产生并执行FWT正常操作序列,其中FWT正常操作序列可以包括一个或多个FWT阶段和/或FWT动作。在框320处,FWT控制模块158、160确定FWT正常操作序列是否完成。例如,序列和控制模块250可以确定FWT正常操作序列是否完成。如果在框320处,FWT控制模块158、160确定FWT正常操作序列未完成,则在框322处,FWT控制模块158、160执行FWT非响应序列。例如,序列和控制模块250可以产生并执行FWT非响应序列,其中FWT非响应序列可以包括一个或多个FWT阶段和/或FWT动作。如果在框320,FWT控制模块158、160确定FWT正常操作序列完成,则示例性方法300结束。

[0111] 在图4中示出了与获取并处理输入(图3的框302)相关联的附加细节。图4是表示示例性方法400的流程图,所述示例性方法400可以由图2A和图2B的FWT控制模块158、160执行以便获得并处理输入。当收集模块200获得输入时,示例性方法400在框402处开始。例如,收集模块200可以通过网络接口202或传感器接口204来获得输入296。在框404处,收集模块200选择要处理的输入。例如,信息处理器206可以选择要处理的输入296。在框406处,收集模块200处理输入。例如,信息处理器206可以通过转换(例如,使用转换计算来进行转换、转换到不同的测量单位等)、缩放(例如,使用缩放系数进行缩放)、和/或平移(例如,使用预定曲线进行平移、使用预定公式进行平移)输入296的值来处理输入296。

[0112] 在框408处,收集模块200验证输入。例如,信息验证器208可以验证输入296。在框410处,收集模块200确定输入是否有效。例如,信息验证器208可以确定输入296是否有效。如果在框410处,收集模块200确定输入有效,则在框414处,收集模块200将已处理的输入存储在数据库中。例如,信息验证器208可以响应于确定输入296有效,将输入296存储在数据库270中。如果在框410处,收集模块200确定输入无效,则控制行进到框412以处理无效输入。在框412处,收集模块200处理无效输入。例如,信息验证器208可以确定输入296的值超出输入296的可接受值的范围,并且作为响应,确定输入296无效。在框414处,收集模块200将已处理的输入存储在数据库中。例如,信息验证器208可以将输入296存储在数据库270中。在框416处,收集模块200确定是否存在要处理的其他输入。如果在框416处,收集模块200确定存在要处理的其他输入,则控制返回框404以选择其他输入进行处理,否则示例性方法400结束。

[0113] 图5中示出了与确定状态信息(图3的框304)相关联的附加细节。图5是表示示例性

方法500的流程图,所述示例性方法500可以由图2A和图2B的FWT控制模块158、160执行,以便确定FWT设备以及更一般地飞行器过程控制系统的状态信息。当FWT控制模块158、160检测并确定驾驶舱输入状态信息时,示例性方法500在框502处开始。例如,驾驶舱输入检测器212可以确定从飞行器驾驶室或驾驶舱输入的驾驶舱的状态。在框504处,FWT控制模块158、160确定飞行阶段状态信息。例如,飞行阶段检测器214可以确定飞行器的飞行阶段的状态。在框506处,FWT控制模块158、160确定折叠式翼尖(FWT)状态信息。例如,FWT状态检测器可以确定图1的FWT设备154、156的一个或多个状态。在框508处,FWT控制模块158、160确定FWT止动状态信息。例如,FWT止动检测器218可以确定FWT设备154、156的闩锁或附加锁定机构的状态。在框510处,FWT控制模块158、160确定FWT锁状态信息。例如,FWT锁定检测器220可以确定FWT设备154、156的主锁、副锁等的状态。

[0114] 图6中示出了与启用FWT系统(图3的框308)相关联的附加细节。图6是表示示例性方法600的流程图,所述示例性方法600可以由图2A和图2B的FWT控制模块158、160执行以便启用FWT系统。当FWT控制模块158、160启用FWT设备时,示例性方法600在框602处开始。例如,FWT设备启用器232可以为FWT设备154、156设置标志(例如,启用FWT设备标志),从而向FWT控制模块158、160警告FWT设备154、156被启用。在框604处,FWT控制模块158、160启用一个或多个FWT设备致动器系统。例如,FWT设备致动器系统启用器234可以为FWT设备154、156的FWT设备致动器系统设置标志(例如,启用FWT设备致动器系统标志),从而向FWT控制模块158、160警告FWT设备致动器系统被启用。

[0115] 在框606处,FWT控制模块158、160启用一个或多个远程电子单元(REU)。例如,REU启用器236可以为图1的REU 168、170设置标志(例如,启用REU标志),从而向FWT控制模块158、160警告REU 168、170被启用。在框608处,FWT控制模块158、160启用一个或多个部件。例如,部件启用器238可以为FWT设备154、156的一个或多个部件设置标志(例如,启用部件标志),从而向FWT控制模块158、160警告一个或多个部件被启用。

[0116] 图7中示出了与处理非响应状态(图3的框314)相关联的附加细节。图7是表示示例性方法700的流程图,所述示例性方法700可以由图2A和图2B的FWT控制模块158、160执行以便处理非响应状态。当FWT控制模块158、160获得非响应状态信息时,示例性方法700在框702处开始。例如,非响应状态分类器242可以从数据库270获得非响应状态信息。在框704处,FWT控制模块158、160选择要处理的非响应状态。例如,非响应状态分类器242可以选择要处理的非响应状态。

[0117] 在框706处,FWT控制模块158、160确定非响应状态是否是由于部件造成的。例如,非响应状态分类器242可以确定非响应状态是否是由于部件状态造成的。如果在框706处,FWT控制模块158、160确定非响应状态不是由于部件造成的,则控制行进到框714以产生警告。如果在框706处,FWT控制模块158、160确定非响应状态是由于部件造成的,则在框708处,FWT控制模块158、160确定是否存在冗余部件。例如,非响应状态分类器242可以响应于部件具有非响应状态而确定部件是否具有一个或多个备份或冗余部件。如果在框708处,FWT控制模块158、160确定不存在冗余部件,则控制行进到框714以产生警告。如果在框708处,FWT控制模块158、160确定存在冗余部件,则在框710处,FWT控制模块158、160用来自冗余部件的输入替换来自非响应部件的输入。例如,非响应状态分类器242可以设置标志(例如,冗余部件标志),从而向FWT控制模块158、160警告禁用非响应部件数据信道并且启用冗

余部件数据信道。例如,收集模块200可以禁用非响应部件数据信道并且启用冗余部件数据信道。

[0118] 在框712处,FWT控制模块158、160设置减轻标志。例如,非响应状态分类器242可以设置减轻标志,从而向FWT控制模块158、160警告可以减轻具有非响应状态的部件。在框714处,FWT控制模块158、160产生警告。例如,警告发生器244可以产生警告,例如在用户接口上显示警告、在整个过程控制网络中传播警告消息、产生警告日志和/或报告等。在框716处,FWT控制模块158、160管理警告。例如,警告管理器246可以通过在警告列表、警告日志、警告报告等中添加警告来处理产生的警告。在框718处,FWT控制模块158、160将警告信息(例如,警告列表、警告日志、警告报告等)传输到用户接口。例如,用户接口信息提供器248可以将与产生的警告相关的信息分配给与FWT设备用户接口相关联的变量。在框720处,FWT控制模块158、160确定是否存在要处理的其他非响应状态。如果在框720处,FWT控制模块158、160确定存在要处理的其他非响应状态,则控制返回到框704以选择其他非响应状态来处理,否则示例性方法700结束。

[0119] 图8中示出了与执行FWT正常操作序列(图3的框318)相关联的附加细节。图8是表示示例性方法800的流程图,所述示例性方法800可以由图2A和图2B的FWT控制模块158、160执行以便执行FWT正常操作序列。当FWT控制模块158、160确定FWT状态是否是飞行模式时,示例性方法800在框802处开始。例如,状态评估器256可以评估FWT状态并且确定FWT状态是否是飞行模式、折叠模式等。如果在框802处,FWT控制模块158、160确定FWT状态是飞行模式,则在框804处,FWT控制模块158、160执行折叠操作序列。例如,FWT正常操作序列发生器252可以产生并执行FWT正常操作序列,以便自动地将折叠式翼尖从延伸位置移动到折叠位置。FWT正常操作序列可以包括一个或多个FWT阶段和/或FWT动作。如果在框802处,FWT控制模块158、160确定FWT状态不是飞行模式(例如,处于折叠模式),则在框806处,FWT控制模块158、160执行打开操作序列。例如,FWT正常操作序列发生器252可以产生并执行FWT正常操作序列,以便自动地将折叠式翼尖从折叠位置移动到延伸位置。

[0120] 图9中示出了与执行示例性折叠操作序列(图8的框804)相关联的附加细节。图9是表示示例性方法900的流程图,所述示例性方法900可以由图2A和图2B的FWT控制模块158、160执行,以便执行图1的FWT设备154、156的示例性折叠操作序列。当FWT控制模块158、160获得FWT正常操作序列时,示例性方法900在框902处开始。例如,FWT正常操作序列发生器252可以确定FWT正常操作序列。FWT正常操作序列发生器252可以将FWT正常操作序列存储在数据库270中。FWT控制器258可以从FWT正常操作序列发生器252或者从数据库270获得FWT正常操作序列。在框904处,FWT控制模块158、160打开隔离阀(例如,液压阀、气动阀等)。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向图1的REU 168发出命令,以便打开FWT设备154的隔离阀。在框906处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于隔离阀的状态改变来确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于监测隔离阀的传感器(例如,位置传感器、接近度传感器等)的测量值来确定隔离阀状态改变。如果在框906,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框908,FWT控制模块158、160将副锁移动到中央位置,否则示例性方法900结束。

[0121] 在框908处,FWT控制模块158、160将副锁移动到中央位置或中间位置。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令,以便将FWT设备154的副锁移动到中

央位置。在框910处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于副锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框910处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框912处,FWT控制模块158、160解锁主锁,否则示例性方法900结束。

[0122] 在框912处,FWT控制模块158、160解锁主锁。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令以便解锁FWT设备154的主锁。在框914处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于主锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框914处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框916处,FWT控制模块158、160使门锁销缩回,否则示例性方法900结束。

[0123] 在框916处,FWT控制模块158、160使门锁销缩回。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令以便使FWT设备154的门锁销缩回。在框918处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于门锁销的状态改变来确定操作是否成功。如果在框918处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框920处,FWT控制模块158、160将副锁移动到解锁位置,否则示例性方法900结束。

[0124] 在框920处,FWT控制模块158、160将副锁移动到解锁位置。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令,以便将FWT设备154的副锁移动到解锁位置。在框922处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于副锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框922处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框924处,FWT控制模块158、160折叠翼尖,否则示例性方法900结束。

[0125] 在框924处,FWT控制模块158、160折叠翼尖。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令,以便将FWT设备154的可移动表面134从延伸位置142移动到折叠位置146。在框926处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于折叠式翼尖的状态改变来确定操作是否成功。如果在框926处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框928处,FWT控制模块158、160接合折叠制动器,否则示例性方法900结束。

[0126] 在框928处,FWT控制模块158、160接合折叠制动器。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令以便接合FWT设备154的折叠制动器。在框930处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于折叠制动器的状态改变来确定操作是否成功。如果在框930处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框932处,FWT控制模块158、160将副锁移动到中央位置,否则示例性方法900结束。

[0127] 在框932处,FWT控制模块158、160将副锁移动到中央位置或中间位置。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令,以便将FWT设备154的副锁从解锁位置移动到中央位置。在框934处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于副锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框934处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框936处,FWT控制模块158、160使门锁销延伸,否则示例性方法900结束。

[0128] 在框936处,FWT控制模块158、160使门锁销延伸。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令以便使FWT设备154的门锁销延伸。在框938处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于门锁销的状态改变来确定操作是否成功。如果在框938处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框940处,FWT控制模块

158、160锁定主锁,否则示例性方法900结束。

[0129] 在框940处,FWT控制模块158、160锁定主锁。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令,以便将FWT设备154的主锁从解锁位置移动到锁定位置。在框942处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于主锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框942处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框944处,FWT控制模块158、160将副锁移动到锁定位置,否则示例性方法900结束。

[0130] 在框944处,FWT控制模块158、160将副锁移动到锁定位置。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令,以便将FWT设备154的副锁从中央位置移动到锁定位置。在框946处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于副锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框946处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框948处,FWT控制模块158、160关闭隔离阀,否则示例性方法900结束。

[0131] 在框948处,FWT控制模块158、160关闭隔离阀。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令以便关闭FWT设备154的隔离阀。在框950处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于隔离阀的状态改变来确定操作是否成功。如果在框950处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框952处,FWT控制模块158、160设置完成标志,否则示例性方法900结束。

[0132] 图10中示出了与打开隔离阀(图9的框904)相关联的附加细节。图10是表示示例性方法1000的流程图,所述示例性方法1000可以由图2A和图2B的FWT控制模块158、160执行以便致动图1的FWT设备154、156的部件。示例性方法1000还可以应用于图9的框904、908、912、916、920、924、928、932、936、940、944和948中描述的动作。当FWT控制模块158、160获得部件状态时,示例性方法1000在框1002处开始。例如,状态评估器256可以从数据库270获得隔离阀状态。在框1004处,FWT控制模块158、160确定部件状态是否是非响应的。例如,状态评估器256可以确定隔离阀状态是否是非响应的。如果在框1004处,FWT控制模块158、160确定部件是响应的,则在框1006处,FWT控制模块158、160产生命令。例如,FWT控制器258可以产生命令。

[0133] 在框1008处,FWT控制模块158、160验证命令。例如,关守模块280可以验证命令。在框1010处,FWT控制模块158、160发送命令。例如,命令发射器292可以将命令发送到图1的REU 168。在框1012处,FWT控制模块158、160确定部件状态是否改变。例如,状态评估器256可以基于隔离阀的状态改变来确定隔离阀是否打开。如果在框1012处,FWT控制模块158、160确定部件状态改变,则在框1012处,FWT控制模块158、160设置完成标志,否则示例性方法1000结束。例如,FWT控制器258可以设置完成标志。

[0134] 如果在框1004处,FWT控制模块158、160确定部件状态是非响应的,则在框1014处,FWT控制模块158、160处理部件非响应状态。例如,FWT控制模块158、160可以根据如图7中所描述的示例性方法700处理部件非响应状态。在框1016处,FWT控制模块158、160确定是否可以减轻部件非响应状态。例如,非响应状态分类器242可以基于是否已经设置标志(例如,已经设置减轻标志)来确定是否可以减轻隔离阀非响应状态。如果在框1016处,FWT控制模块158、160确定可以减轻部件非响应状态,则控制返回到框1002以便获得部件状态(例如,获得更新的部件状态),否则示例性方法1000结束。

[0135] 图11中示出了与验证命令(图10的框1008)相关联的附加细节。图11是表示示例性

方法1100的流程图,所述示例性方法1100可以由图2A和图2B的FWT控制模块158、160执行,以便验证来自FWT控制器258以及更一般地FWT控制模块158、160的发出的电子命令。当FWT控制模块158、160获得命令时,示例性方法1100在框1102处开始。例如,命令拦截器282可以通过拦截来自FWT控制器258的命令来获得命令。

[0136] 在框1104处,FWT控制模块158、160确定命令是否违反FWT设备规则。例如,FWT设备分析器284可以确定命令是否违反一个或多个FWT设备规则。如果在框1104处,FWT控制模块158、160确定命令违反一个或多个FWT设备规则,则在框1106处,FWT控制模块158、160用存储的命令来修改命令。例如,安全联锁器290可以用从数据库270获得的存储的命令替换所述命令(例如,命令的值)。如果在框1104处,FWT控制模块158、160确定命令不违反一个或多个FWT设备规则,则在框1108处,FWT控制模块158、160确定命令是否违反飞行阶段规则。例如,飞行阶段分析器286可以确定命令是否违反一个或多个飞行阶段规则。如果在框1108处,FWT控制模块158、160确定命令违反一个或多个飞行阶段规则,则在框1110处,FWT控制模块158、160取消命令。例如,安全联锁器290可以通过丢弃或放弃命令来取消命令。在另一个示例中,安全联锁器290可以用零值、空索引、空字符等替换命令。如果在框1108处,FWT控制模块158、160确定命令不违反一个或多个飞行阶段规则,则示例性方法1100结束。

[0137] 图12中示出了与执行示例性打开操作序列(图8的框806)相关联的附加细节。图12是表示示例性方法1200的流程图,所述示例性方法1200可以由图2A和图2B的FWT控制模块158、160执行,以便执行图1的FWT设备154、156的示例性打开操作序列。当FWT控制模块158、160获得FWT正常操作序列时,示例性方法1200在框1202处开始。例如,FWT正常操作序列发生器252可以确定FWT正常操作序列。FWT正常操作序列发生器252可以将FWT正常操作序列存储在数据库270中。FWT控制器258可以从FWT正常操作序列发生器252或者从数据库270获得FWT正常操作序列。在框1204处,FWT控制模块158、160打开隔离阀(例如,液压阀、气动阀等)。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向图1的REU 168发出命令,以便打开FWT设备154的隔离阀。在框1206处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于隔离阀的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1206,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框1208,FWT控制模块158、160将副锁移动到中央位置,否则示例性方法1200结束。

[0138] 在框1208处,FWT控制模块158、160将副锁移动到中央位置或中间位置。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令,以便将FWT设备154的副锁移动到中央位置。在框1210处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于副锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1210处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框1212处,FWT控制模块158、160解锁主锁,否则示例性方法1200结束。

[0139] 在框1212处,FWT控制模块158、160解锁主锁。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令以便解锁FWT设备154的主锁。在框1214处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于主锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1214处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框1216处,FWT控制模块158、160使闩锁销缩回,否则示例性方法1200结束。

[0140] 在框1216处,FWT控制模块158、160使闩锁销缩回。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令以便使FWT设备154的闩锁销缩回。在框1218处,FWT控制模

块158、160确定操作是否成功。例如，FWT控制器258可以基于闩锁销的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1218处，FWT控制模块158、160确定操作成功，则在框1220处，FWT控制模块158、160将副锁移动到解锁位置，否则示例性方法1200结束。

[0141] 在框1220处，FWT控制模块158、160将副锁移动到解锁位置。例如，FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令，以便将FWT设备154的副锁移动到解锁位置。在框1222处，FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如，FWT控制器258可以基于副锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1222处，FWT控制模块158、160确定操作成功，则在框1224处，FWT控制模块158、160接合折叠制动器，否则示例性方法1200结束。

[0142] 在框1224处，FWT控制模块158、160接合折叠制动器。例如，FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令以便接合FWT设备154的折叠制动器。在框1226处，FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如，FWT控制器258可以基于折叠制动器的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1226处，FWT控制模块158、160确定操作成功，则在框1228处，FWT控制模块158、160打开翼尖，否则示例性方法1200结束。

[0143] 在框1228处，FWT控制模块158、160打开翼尖。例如，FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令，以便将FWT设备154的可移动表面134从折叠位置146移动到延伸位置142。在框1230处，FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如，FWT控制器258可以基于折叠式翼尖的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1230处，FWT控制模块158、160确定操作成功，则在框1232处，FWT控制模块158、160将副锁移动到中央位置，否则示例性方法1200结束。

[0144] 在框1232处，FWT控制模块158、160将副锁移动到中央位置或中间位置。例如，FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令，以便将FWT设备154的副锁从解锁位置移动到中央位置。在框1234处，FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如，FWT控制器258可以基于副锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1234处，FWT控制模块158、160确定操作成功，则在框1236处，FWT控制模块158、160使闩锁销延伸，否则示例性方法1200结束。

[0145] 在框1236处，FWT控制模块158、160使闩锁销延伸。例如，FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令以便使FWT设备154的闩锁销延伸。在框1238处，FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如，FWT控制器258可以基于闩锁销的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1238处，FWT控制模块158、160确定操作成功，则在框1240处，FWT控制模块158、160锁定主锁，否则示例性方法1200结束。

[0146] 在框1240处，FWT控制模块158、160锁定主锁。例如，FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令，以便将FWT设备154的主锁从解锁位置移动到锁定位置。在框1242处，FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如，FWT控制器258可以基于主锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1242处，FWT控制模块158、160确定操作成功，则在框1244处，FWT控制模块158、160将副锁移动到锁定位置，否则示例性方法1200结束。

[0147] 在框1244处，FWT控制模块将副锁移动到锁定位置。例如，FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令，以便将FWT设备154的副锁从中央位置移动到锁定位置。在框1246处，FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如，FWT控制器258可以基于副锁的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1246处，FWT控制模块158、160确定操作成功，

则在框1248处,FWT控制模块158、160关闭隔离阀,否则示例性方法1200结束。

[0148] 在框1248处,FWT控制模块158、160关闭隔离阀。例如,FWT控制器258可以通过命令发射器292向REU 168发出命令以便关闭FWT设备154的隔离阀。在框1250处,FWT控制模块158、160确定操作是否成功。例如,FWT控制器258可以基于隔离阀的状态改变来确定操作是否成功。如果在框1250处,FWT控制模块158、160确定操作成功,则在框1252处,FWT控制模块158、160设置完成标志,否则示例性方法1200结束。

[0149] 图3-12的上述方法可适用于FWT控制模块158、FWT控制模块160和/或其组合。在一些示例中,图3-12的上述方法适用于一个或多个FWT控制模块。例如,图3-12的上述方法可适用于FWT控制模块158、FWT控制模块160、第三FWT控制模块等和/或其组合。

[0150] 图13是能够执行指令以实现图3-12的方法和图2A和图2B的设备的示例性处理器平台1300的框图。例如,处理器平台1300可以是服务器、工业计算机或任何其他类型的计算装置。

[0151] 所示示例的处理器平台1300包括处理器1312。所示示例的处理器1312是硬件。例如,处理器1312可以通过来自任何期望系列或制造商的一个或多个集成电路、逻辑电路、微处理器或控制器来实现。

[0152] 所示示例的处理器1312包括本地存储器1313 (例如,高速缓存)。所示示例的处理器1312执行指令以便实现示例性FWT控制模块158、160。所示示例的处理器1312通过总线1318与包括易失性存储器1314和非易失性存储器1316的主存储器通信。易失性存储器1314可以通过同步动态随机存取存储器(SDRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、RAMBUS动态随机存取存储器(RDRAM)、和/或任何其他类型的随机存取存储器装置来实现。非易失性存储器1316可以通过闪存和/或任何其他期望类型的存储器装置实现。对主存储器1314、1316的访问由存储器控制器控制。

[0153] 所示示例的处理器平台1300还包括接口电路1320。接口电路1320可以通过任何类型的接口标准来实现,诸如以太网接口、通用串行总线(USB) 和/或PCI express接口。

[0154] 在所示示例中,一个或多个输入装置1322连接到接口电路1320。(一个或多个) 输入装置1322允许用户将数据和命令输入到处理器1312中。例如,(一个或多个) 输入装置可以通过键盘、按钮、鼠标、触摸屏、轨迹板、轨迹球、等位点、和/或语音识别系统来实现。

[0155] 一个或多个输出装置1324也连接到所示示例的接口电路1320。例如,输出装置1324可以通过显示装置(例如,发光二极管(LED)、有机发光二极管(OLED)、液晶显示器、阴极射线管显示器(CRT)、触摸屏、触觉输出装置、打印机和/或扬声器) 来实现。因此,所示示例的接口电路1320通常包括图形驱动器卡、图形驱动器芯片或图形驱动器处理器。

[0156] 所示示例的接口电路1320还包括通信装置,诸如发射器、接收器、收发器、调制解调器、和/或网络接口卡,从而有助于通过网络1326(例如,以太网连接、数字用户线(DSL)、电话线、同轴电缆、蜂窝电话系统等)与外部机器(例如,任何类型的计算装置) 交换数据。

[0157] 所示示例的处理器平台1300还包括用于存储软件和/或数据的一个或多个大容量存储装置1328。这种大容量存储装置1328的示例包括软盘驱动器、硬盘驱动器盘、光盘驱动器、蓝光盘驱动器、RAID系统和数字通用盘(DVD) 驱动器。示例性大容量存储装置1328实现示例性数据库270。

[0158] 用于实现图3-12的方法的编码指令1332可以存储在大容量存储装置1328中、易失

性存储器1314中、非易失性存储器1316中、和/或可移动的有形计算机可读存储介质(诸如CD或DVD)上。

[0159] 从以上可以理解的是,以上公开的折叠式翼尖控制模块和方法获得相应于以上公开的折叠式翼尖设备以及更一般地飞行器过程控制系统的状态信息。因此,以上公开的折叠式翼尖控制模块设备和方法产生了要依次执行的阶段和事件的序列,以便基于获得的状态信息来自动折叠和延伸以上公开的折叠式翼尖设备。

[0160] 尽管在此已经公开了某些示例性方法、设备和制品,但是本专利的覆盖范围不限于此。相反,本专利覆盖完全落入本专利的权利要求范围内的所有方法、设备和制品。

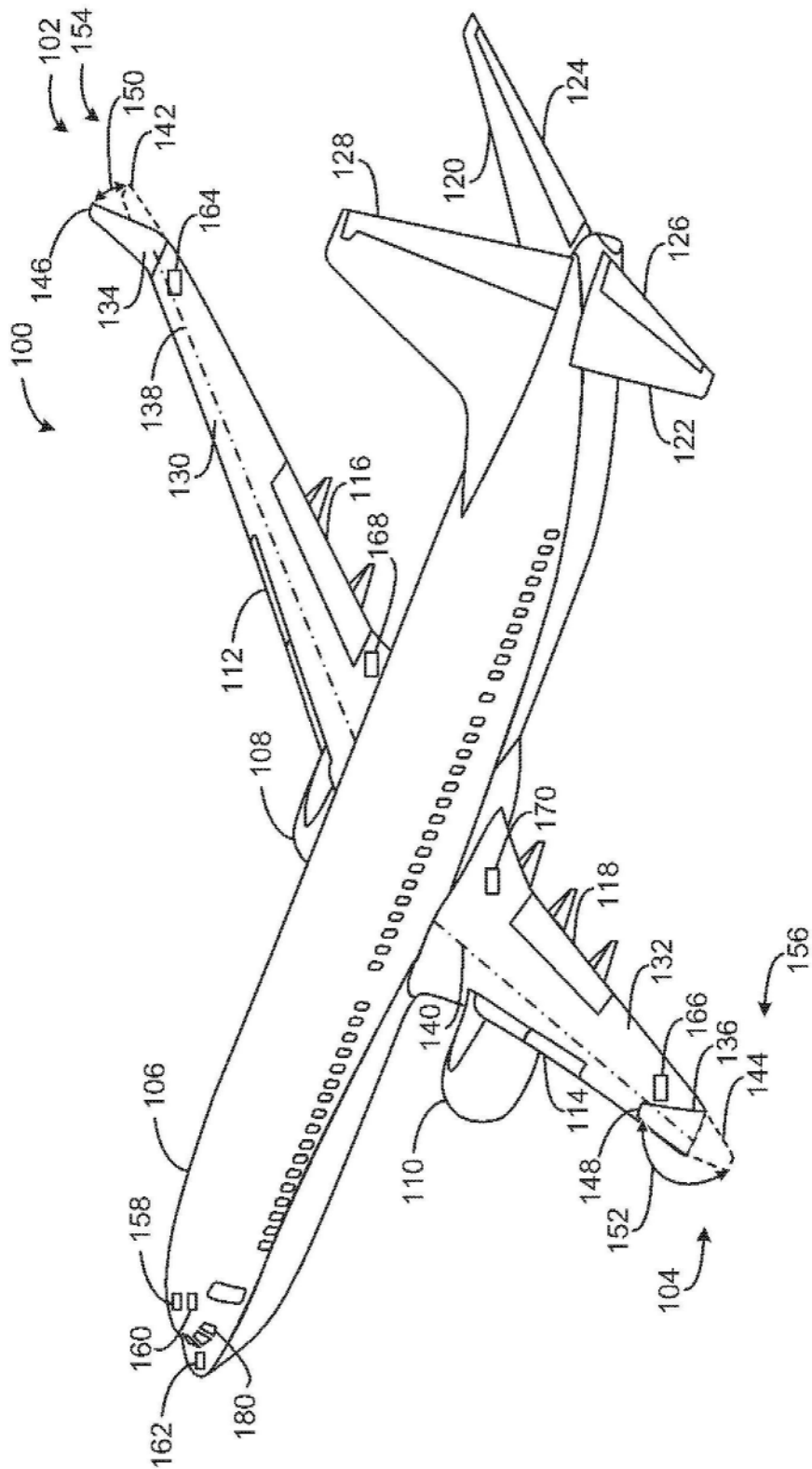


图1

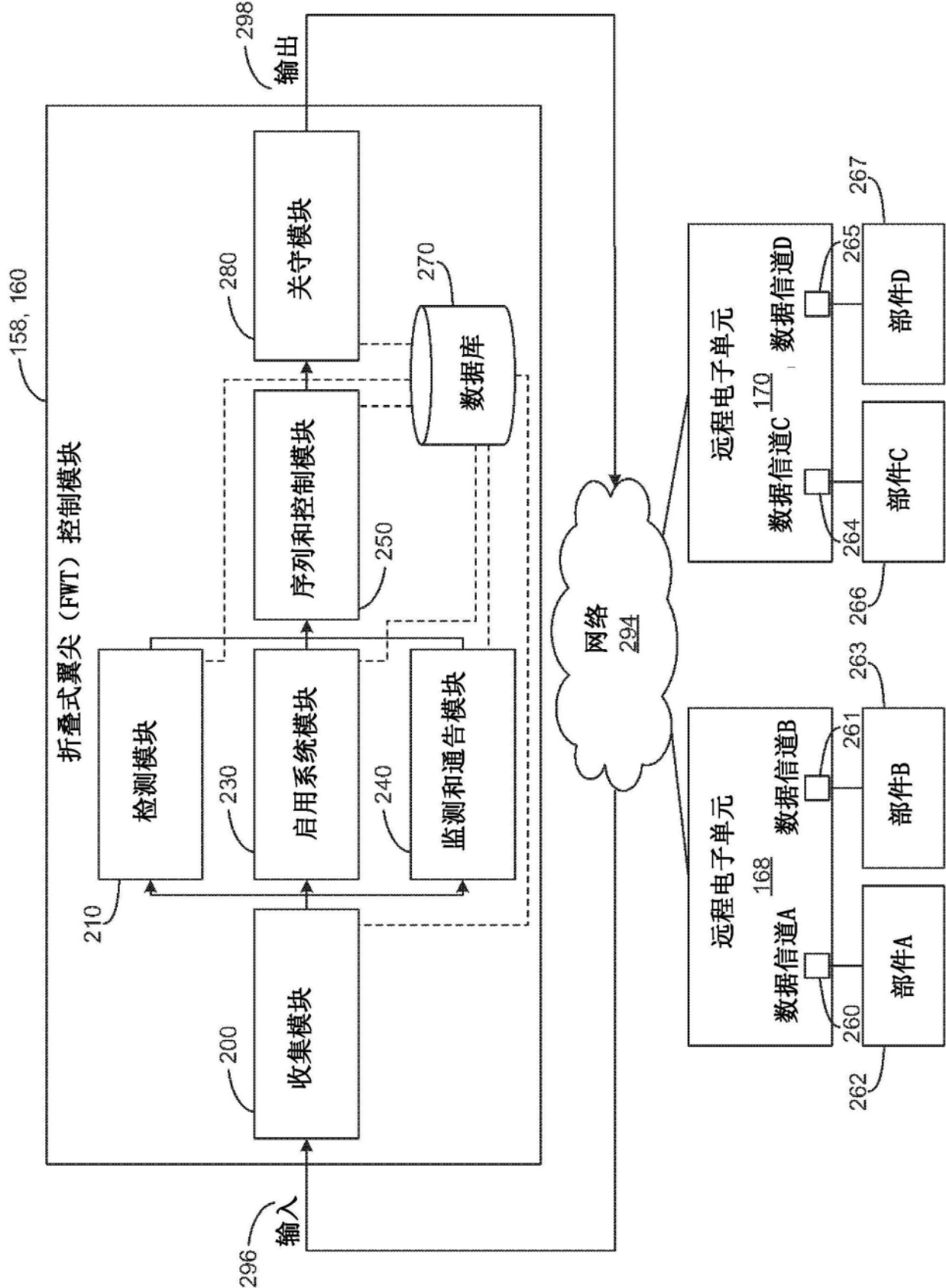


图2A

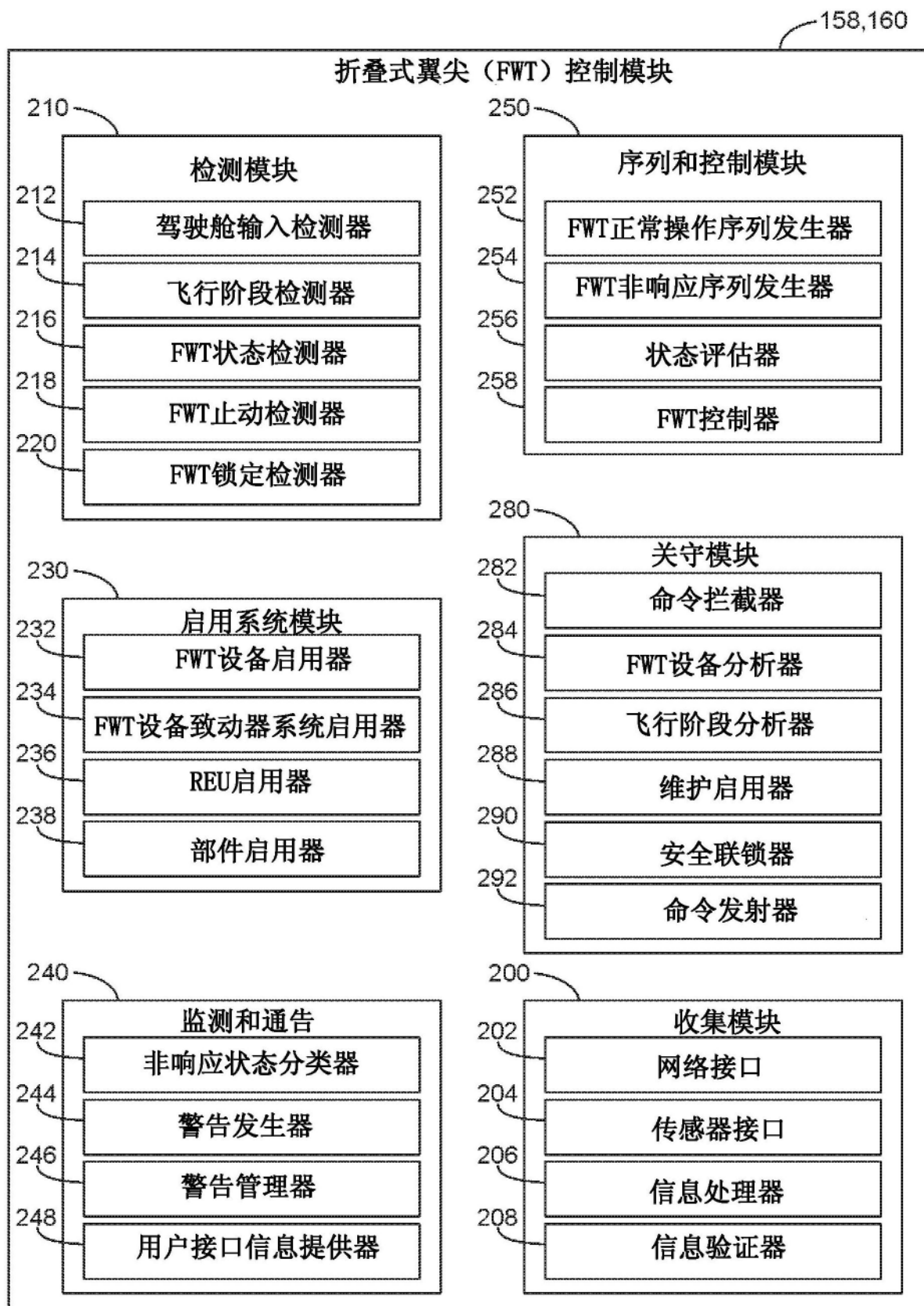


图2B

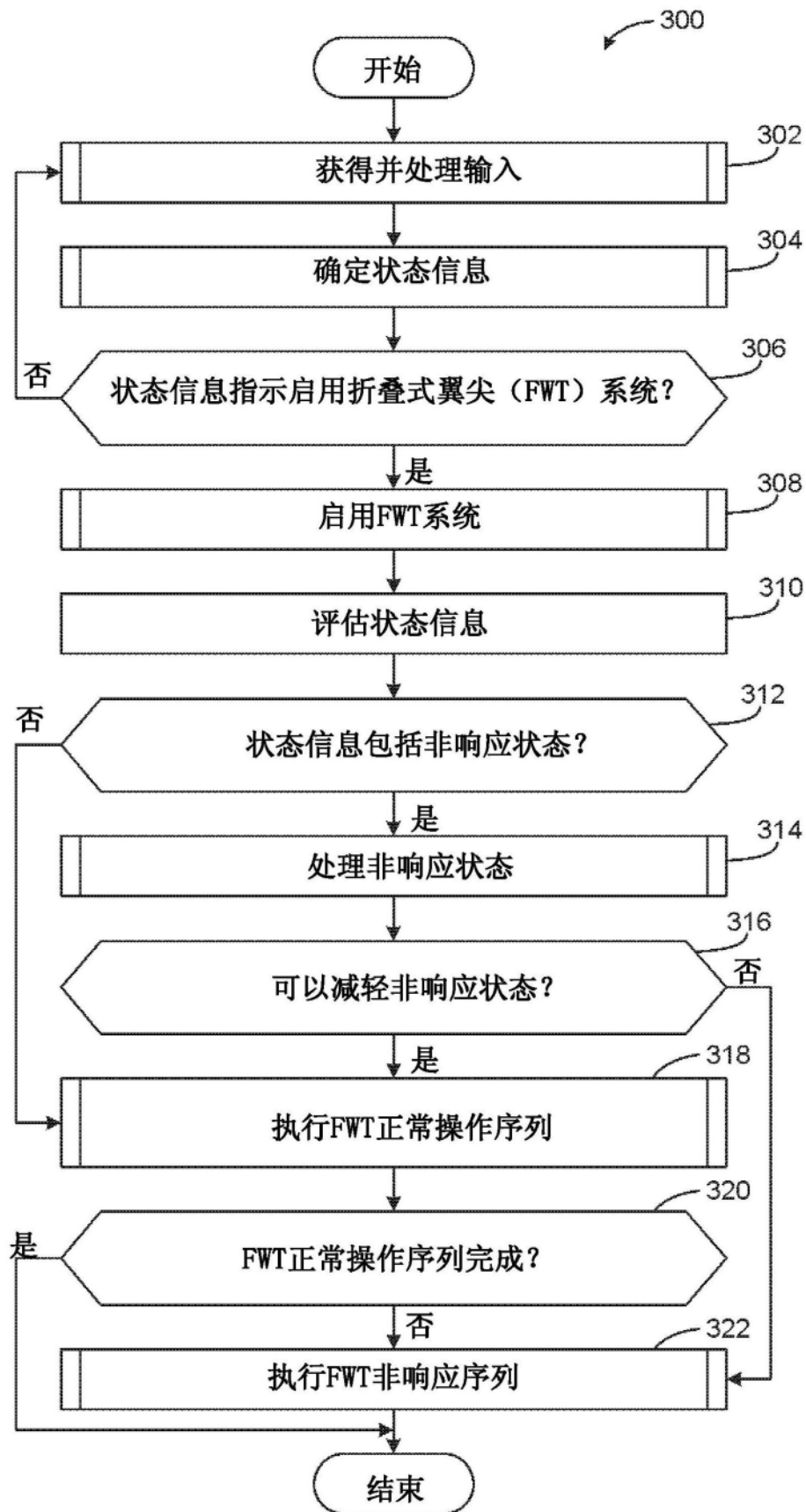


图3

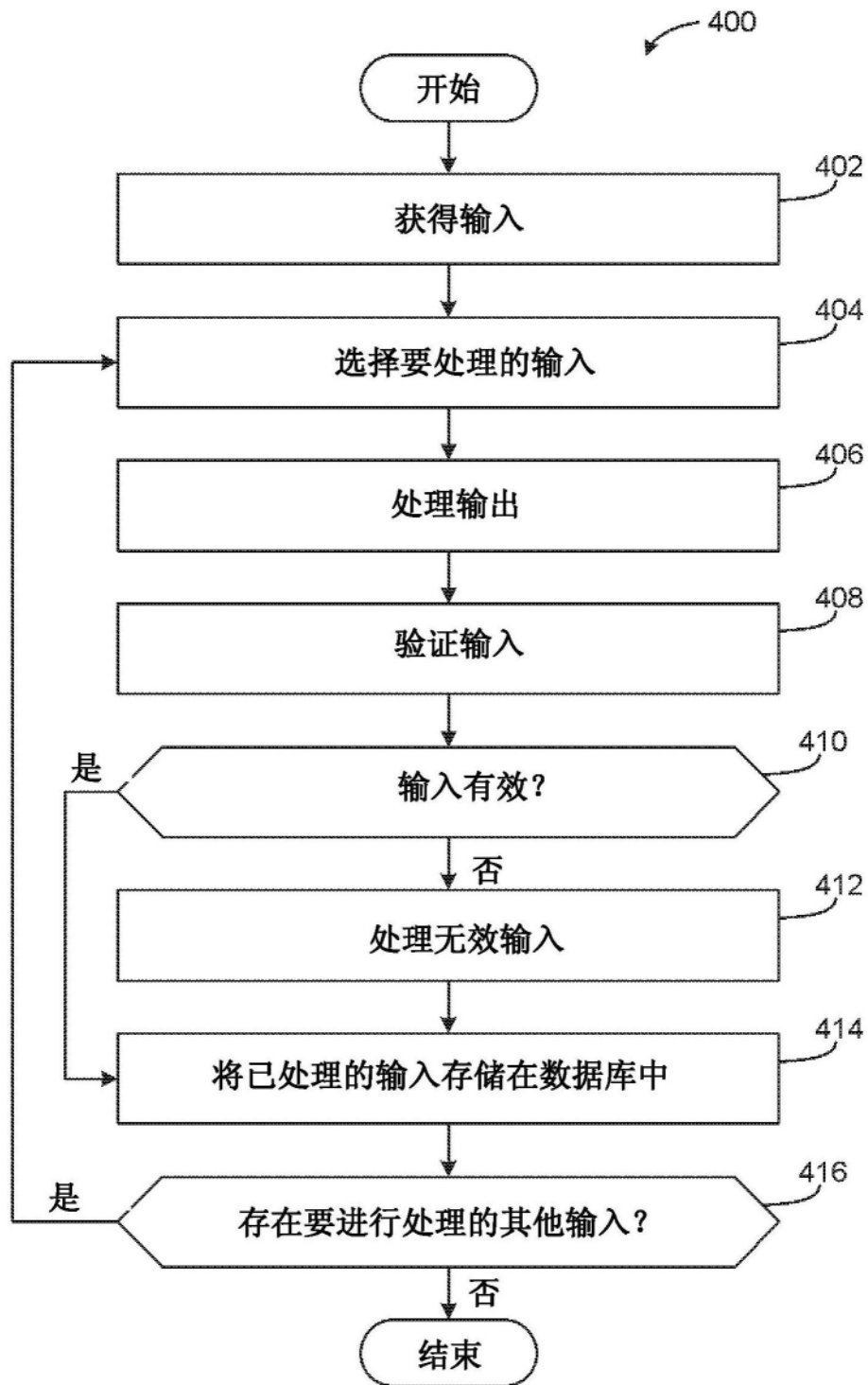


图4

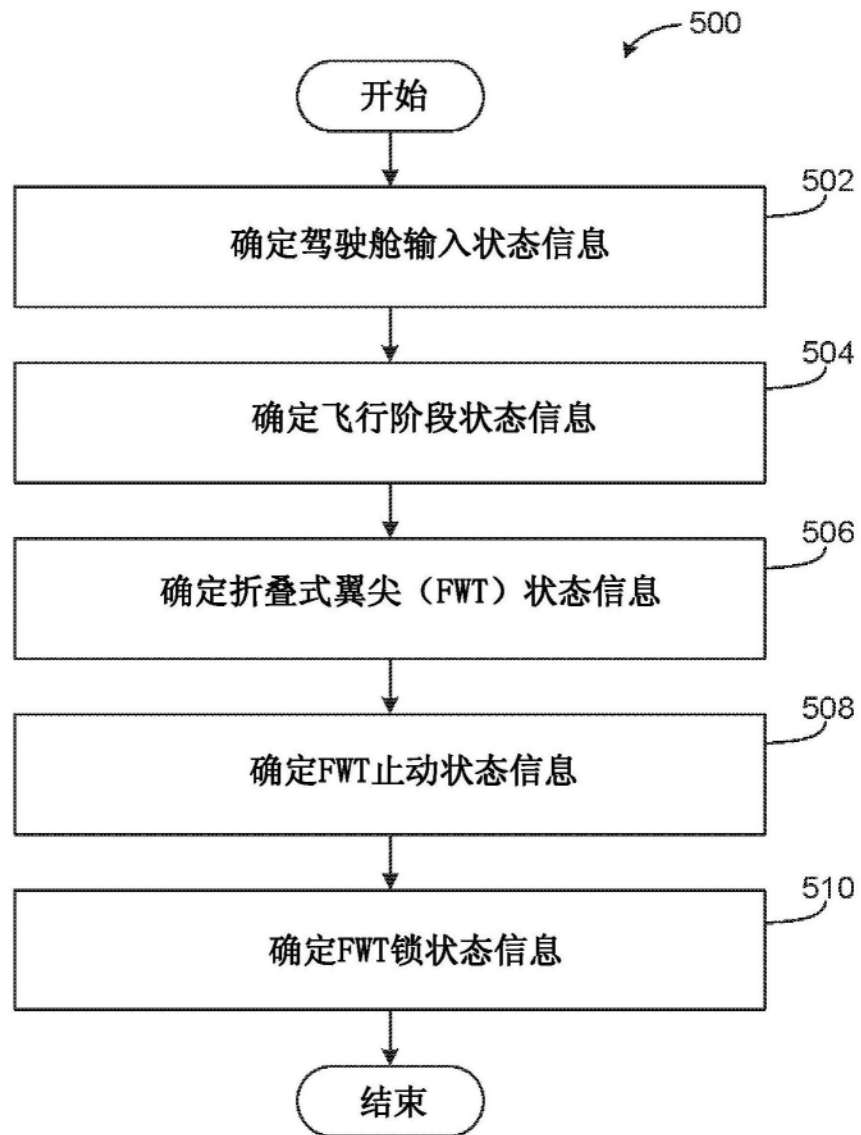


图5

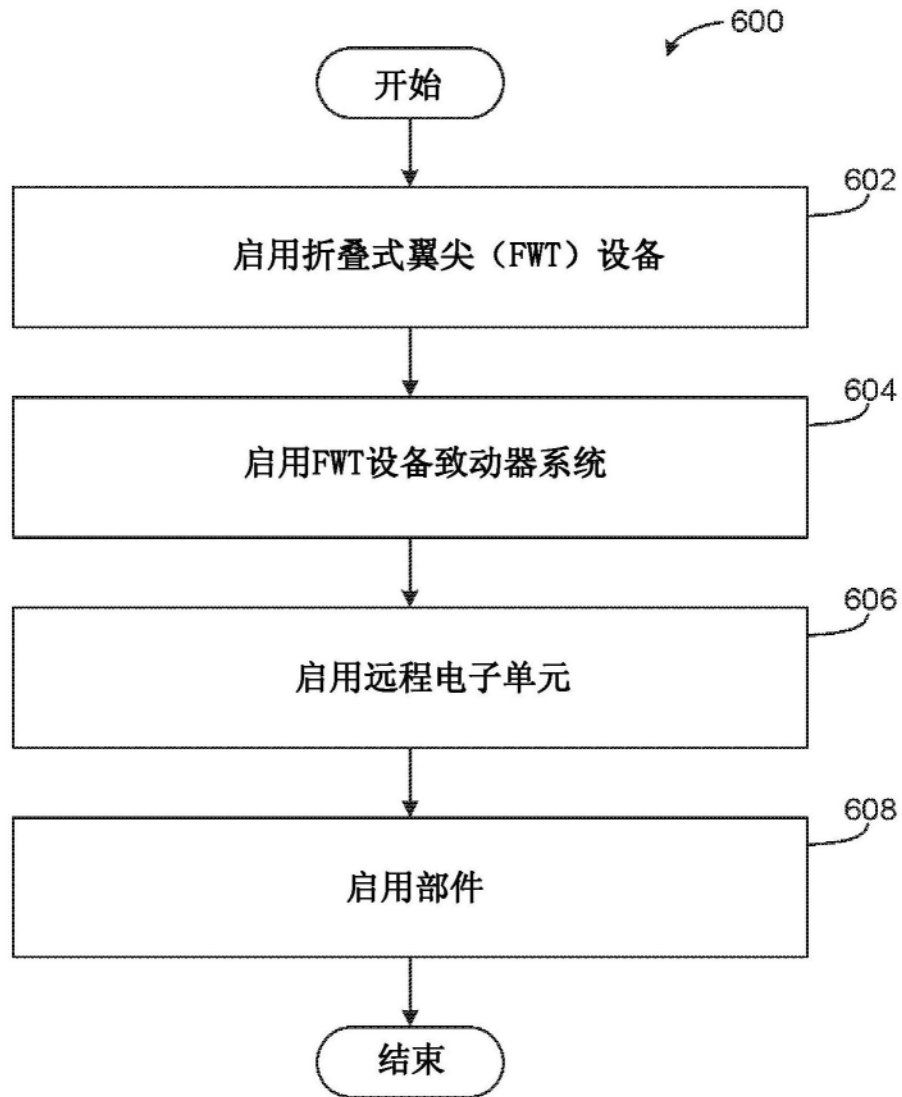


图6

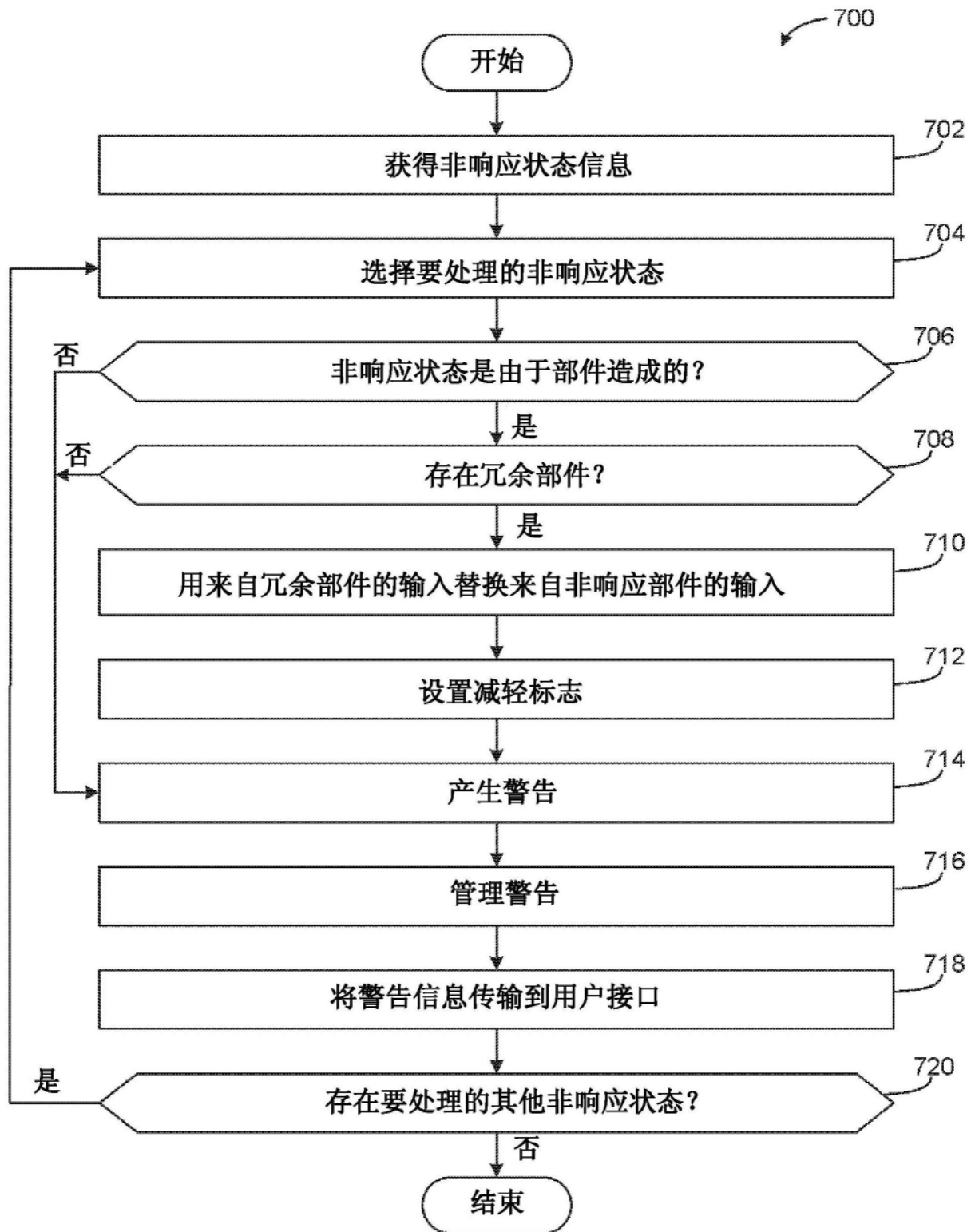


图7

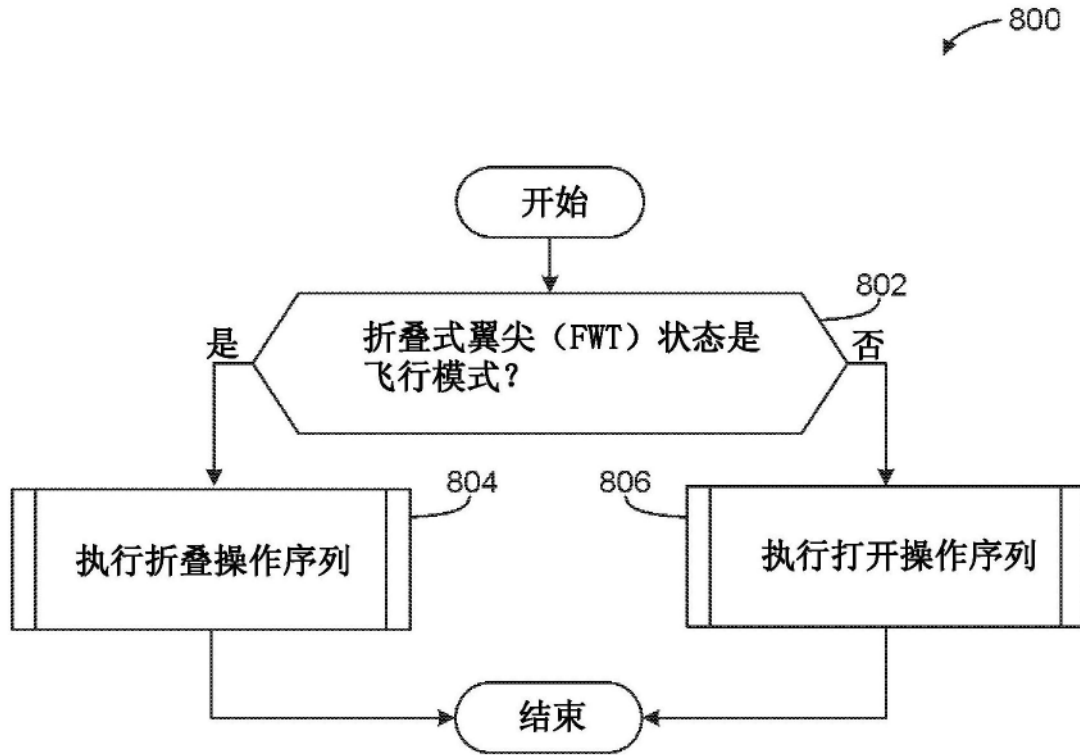


图8

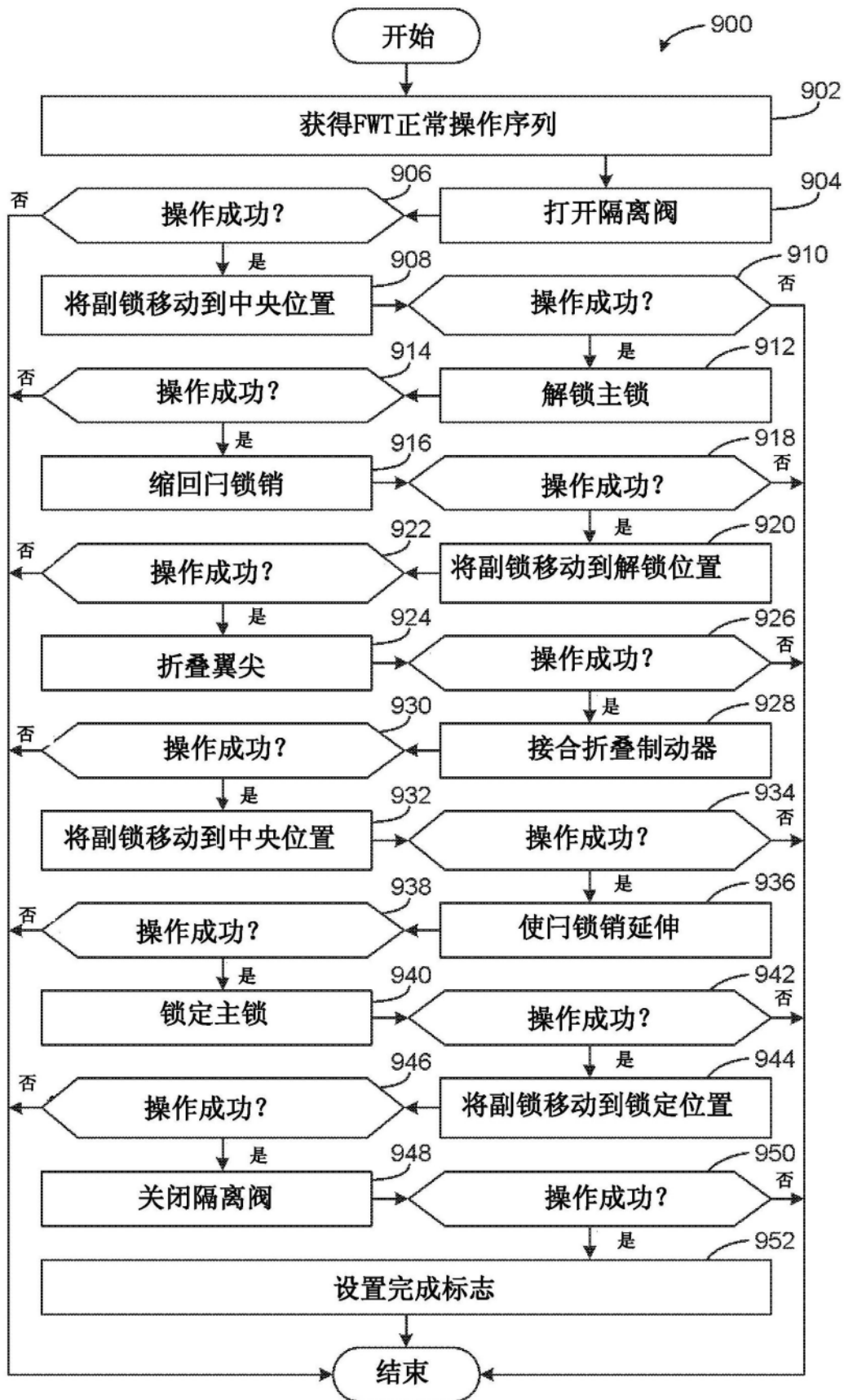


图9

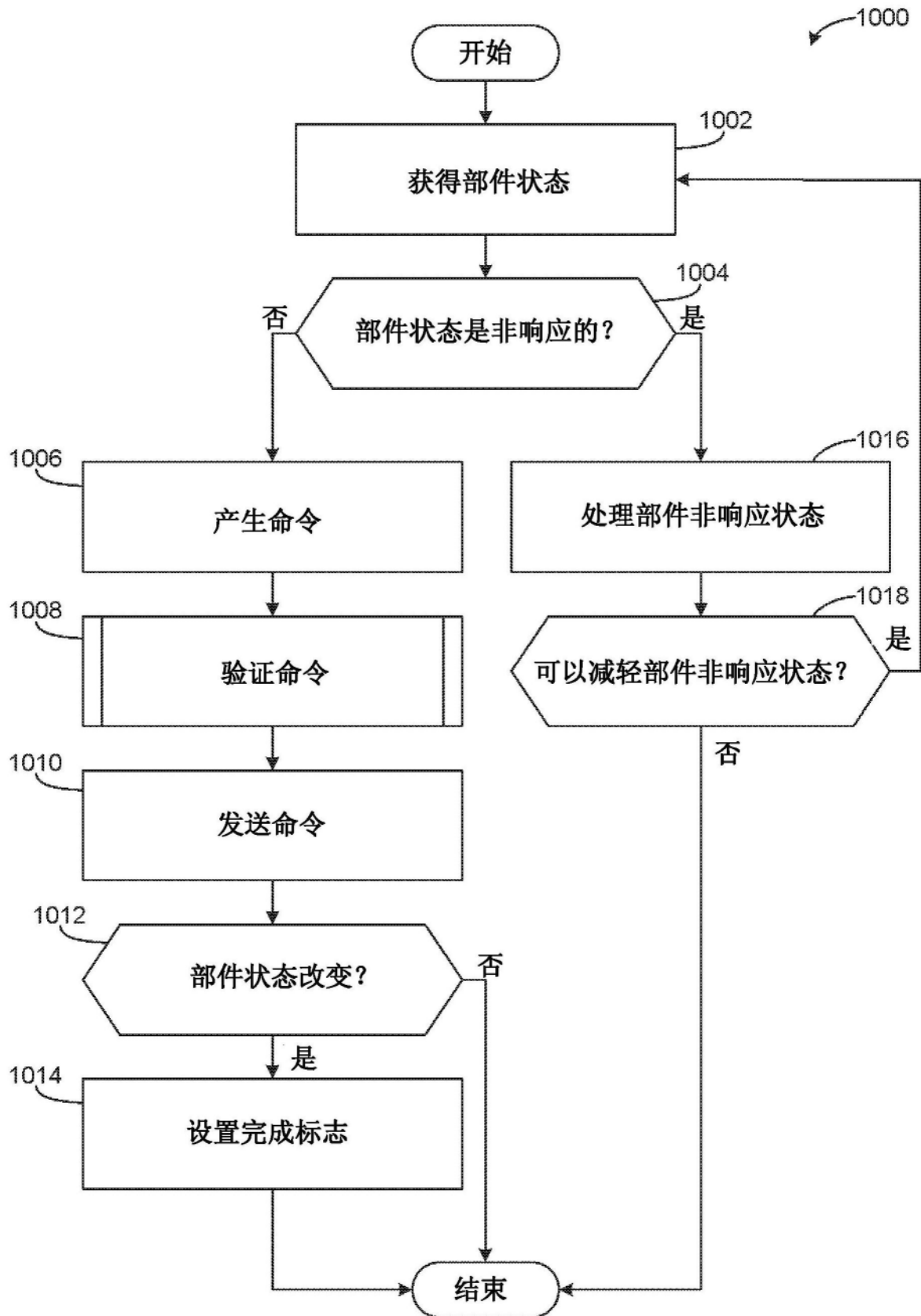


图10

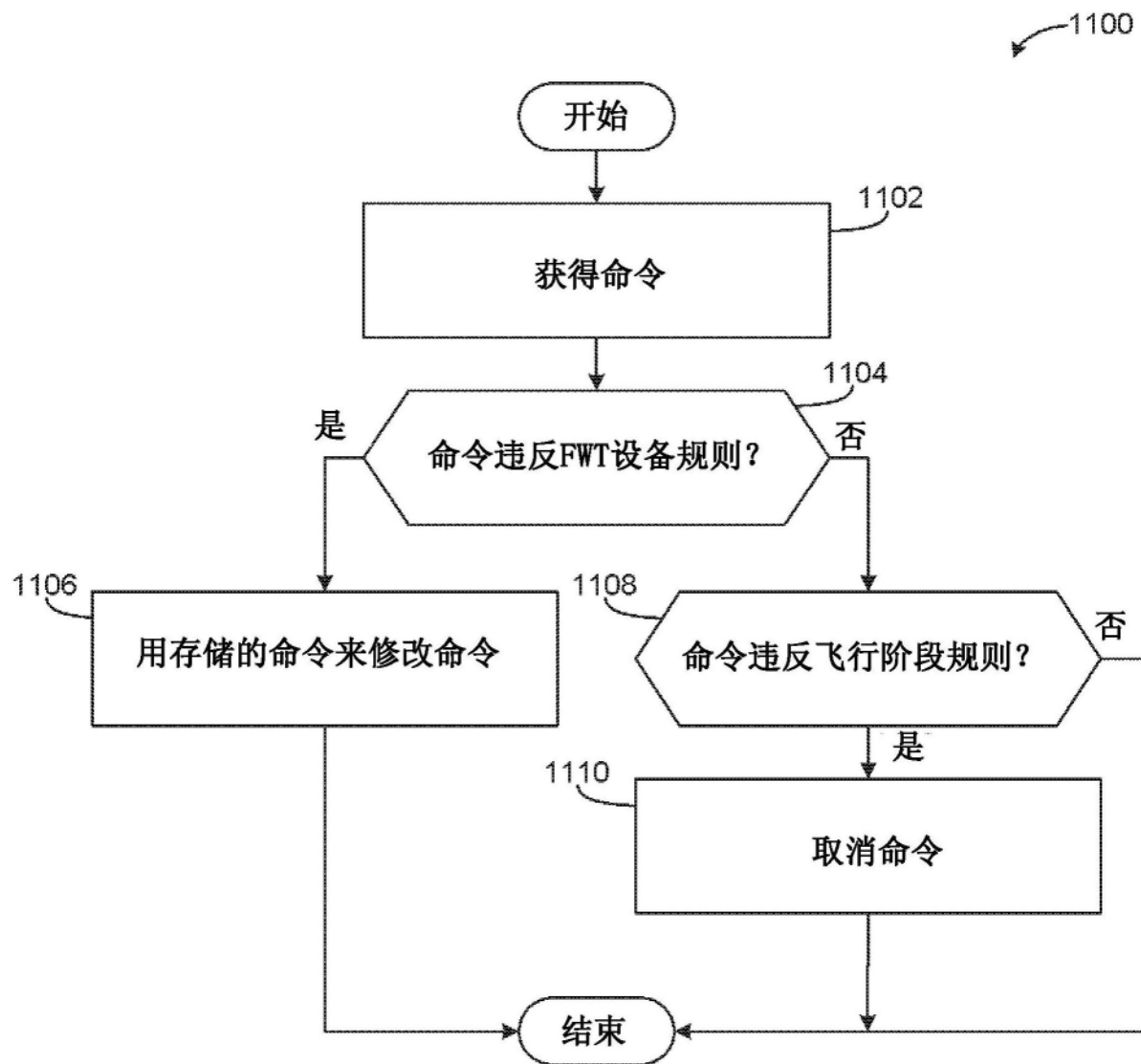


图11

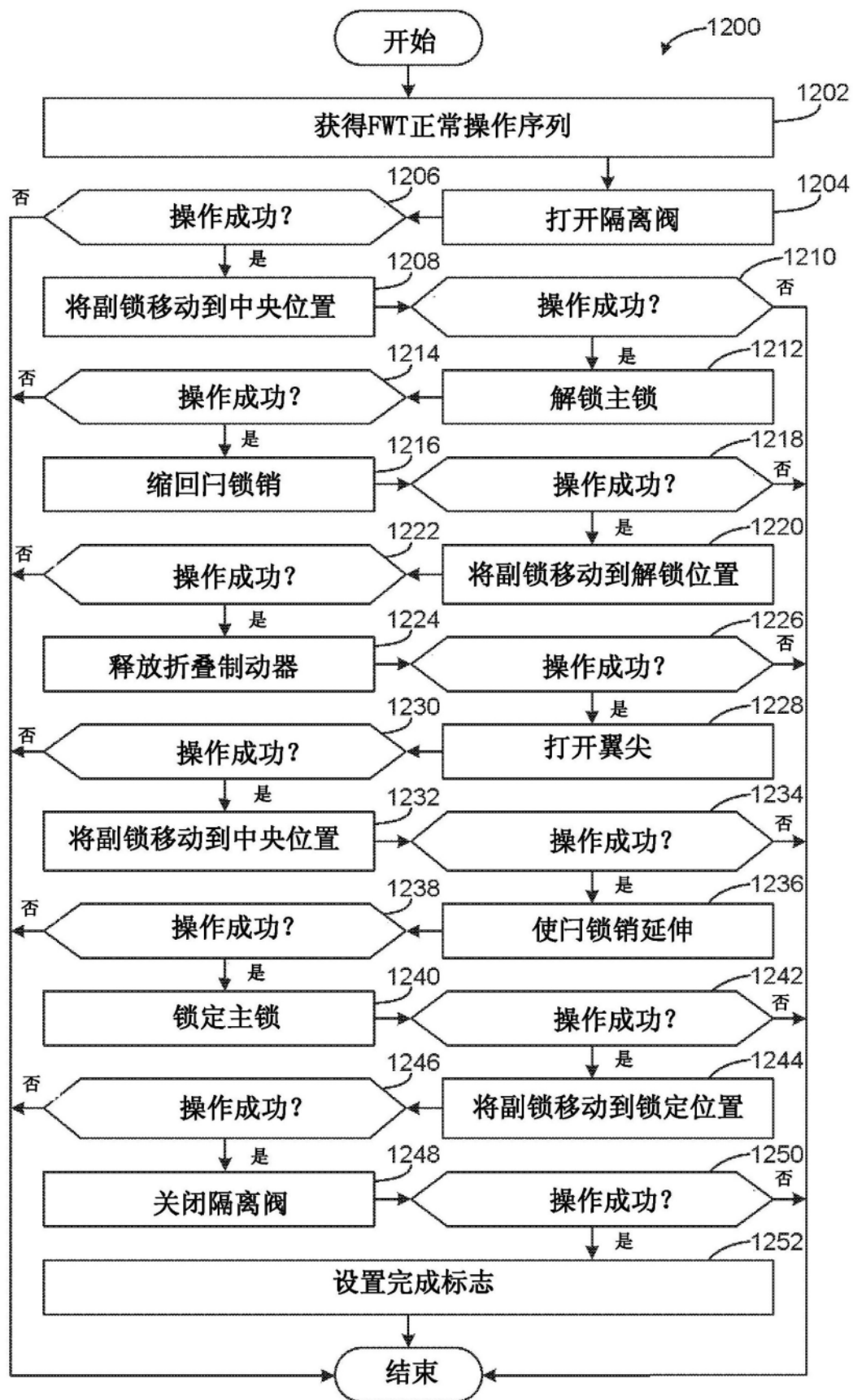


图12

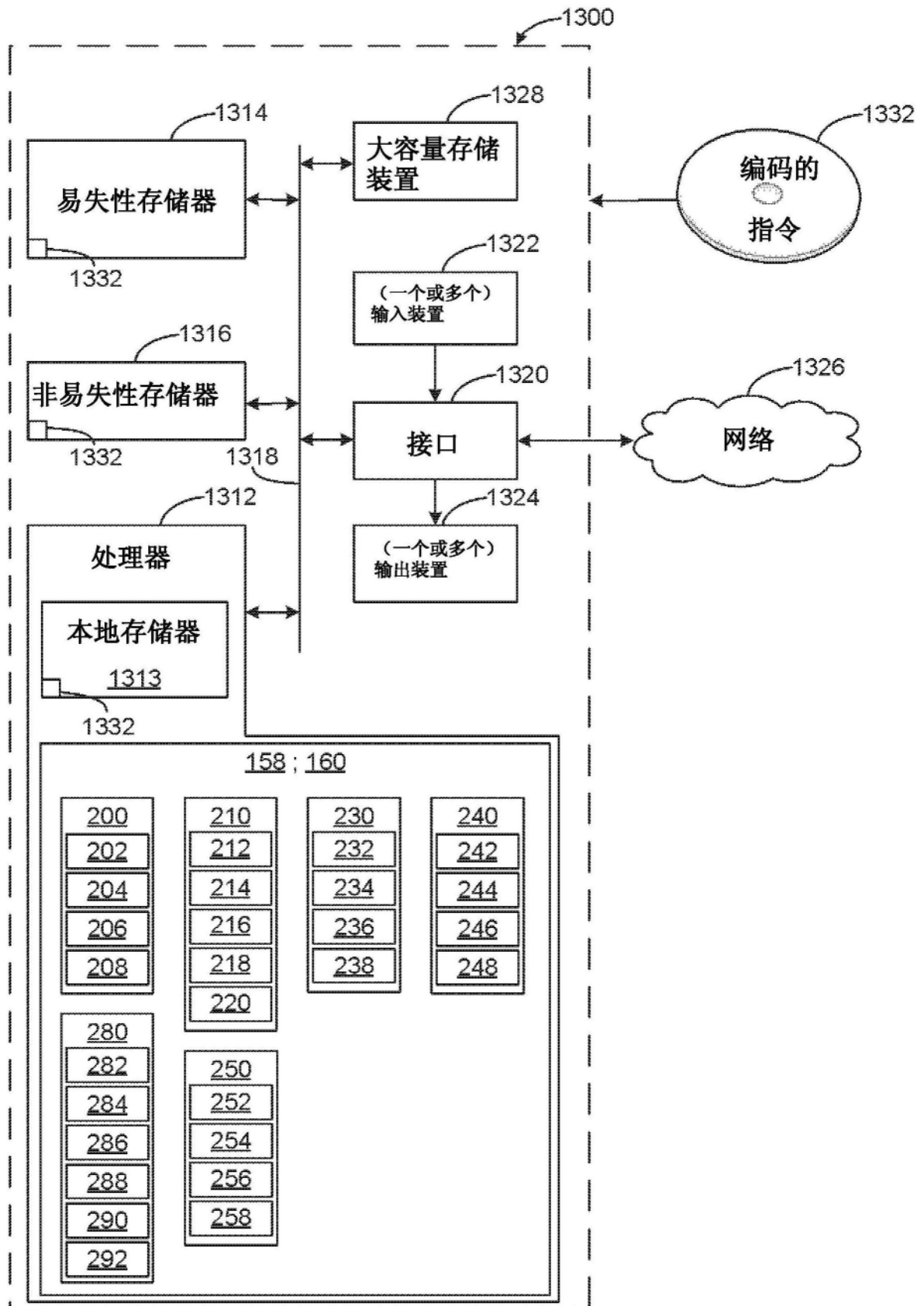


图13