



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105278539 B

(45)授权公告日 2019.10.11

(21)申请号 201510340834.1

(22)申请日 2015.06.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105278539 A

(43)申请公布日 2016.01.27

(30)优先权数据

14/332,514 2014.07.16 US

(73)专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺斯州

(72)发明人 Y·C·叶

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 吕俊刚 刘久亮

(51)Int.Cl.

G05D 1/10(2006.01)

G05D 1/08(2006.01)

(56)对比文件

WO 2007018652 A1,2007.02.15,

WO 2008122820 A2,2008.10.16,

US 5515282 A,1996.05.07,

CN 102637038 A,2012.08.15,

US 8761969 B2,2014.06.24,

审查员 徐东亮

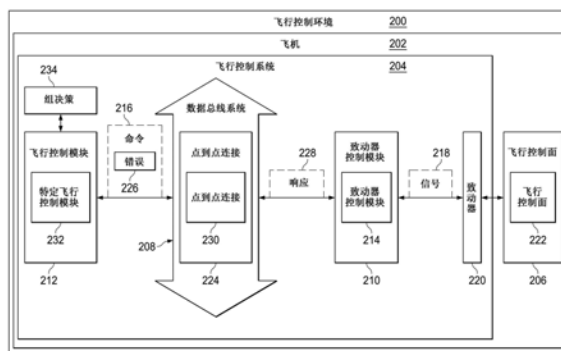
权利要求书2页 说明书15页 附图14页

(54)发明名称

控制飞机上的飞行控制面的装置、方法和飞行控制系统

(57)摘要

控制飞机上的飞行控制面的装置、方法和飞行控制系统。一种用于控制飞机上的飞行控制面的方法和装置。将命令从飞行控制模块发送到数据总线系统。飞行控制模块和致动器控制模块确定发送到数据总线系统上的命令中是否存在错误。基于发送到数据总线系统上的命令中是否存在错误,管理飞行控制模块和致动器控制模块之间的点到点连接。



1. 一种用于控制飞机上的飞行控制面的装置,所述装置包括:

数据总线系统(208),其在所述飞机(202)中;

多个致动器控制模块(210),其连接至所述数据总线系统(208),其中,所述多个致动器控制模块(210)中的一致动器控制模块(214)使用所述数据总线系统(208)上的被引导至该致动器控制模块(214)的命令(216),控制所述飞行控制面(206)在所述飞机(202)上的定位;以及

多个飞行控制模块(212),其连接至所述数据总线系统(208),其中,所述多个飞行控制模块(212)生成用于控制所述飞机(202)上的所述飞行控制面(206)的所述命令(216),其中,用于飞行控制面(222)的命令(216)被朝向分配给所述飞行控制面(206)的所述多个致动器控制模块(210)中的一组引导;通过所述多个飞行控制模块与所述多个致动器控制模块之间的点到点连接将所述命令发送到所述多个致动器控制模块,其中,通过映射来识别所述点到点连接;确定所述命令(216)中是否存在错误(226);响应于确定所述命令中存在错误,改变所述映射,以通过由改变的映射识别的改变的点到点连接将后续命令发送到所述多个致动器控制模块。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,当在所述命令(216)中识别出错误(226)时,基于所述错误(226)被识别为存在于由所述多个飞行控制模块(212)中的一组发送到所述数据总线系统(208)上的命令(216)中,管理所述多个飞行控制模块(212)和所述多个致动器控制模块(210)之间的通信。

3. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述多个飞行控制模块(212)基于所识别的错误(226),确定是否继续使用所述多个飞行控制模块(212)中的特定飞行控制模块(232)与所述多个致动器控制模块(210)中的该致动器控制模块(214)之间的点到点连接(230)。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述多个致动器控制模块(210)和所述多个飞行控制模块(212)使用点到点连接(224)通过所述数据总线系统(208)通信。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述多个致动器控制模块(210)发送对所述命令(216)的响应,所述响应指示所述错误(226)是否已被所述多个致动器控制模块(210)识别为存在于所述命令(216)中。

6. 根据权利要求5所述的装置,其中,所述多个飞行控制模块(212)基于发送到所述数据总线系统(208)上的命令(216)或者由所述多个致动器控制模块(210)发送的对所述命令(216)的响应(228)中的至少一个,确定发送到所述数据总线系统(208)上的所述命令(216)中是否存在所述错误(226)。

7. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述多个致动器控制模块(210)将信号(218)发送到移动所述飞行控制面(206)的致动器(220),并且其中,多个致动器控制模块(210)被分配给所述飞行控制面(206)中的每一个。

8. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述多个飞行控制模块(212)中的每一个由相互不类似的多个处理器单元构成,并且所述多个致动器控制模块(210)中的每一个由相互不类似的多个处理器单元构成。

9. 根据权利要求8所述的装置,其中,所述多个处理器单元中的一个处理器单元选自微处理器、数字信号处理器、电路系统、集成电路、专用集成电路ASIC、可编程逻辑器件、可编程逻辑阵列、可编程阵列逻辑、现场可编程逻辑阵列、以及现场可编程门阵列中的一种。

10. 一种飞行控制系统 (204), 所述飞行控制系统 (204) 包括:

数据总线系统 (208), 其在飞机 (202) 中;

多个致动器控制模块 (210), 其连接至所述数据总线系统 (208), 其中, 所述多个致动器控制模块 (210) 中的一致动器控制模块 (214) 使用所述数据总线系统 (208) 上的被引导至该致动器控制模块 (214) 的命令 (216), 控制一组飞行控制面 (206) 在所述飞机 (202) 上的定位; 以及

多个飞行控制模块 (212), 其连接至所述数据总线系统 (208), 其中, 所述多个飞行控制模块 (212) 中的每一个生成用于控制所述飞机 (202) 上的所述飞行控制面 (206) 的所述命令 (216), 其中, 用于一飞行控制面 (222) 的命令 (216) 被朝向分配给该飞行控制面 (222) 的所述多个致动器控制模块 (210) 引导; 通过所述多个飞行控制模块与所述多个致动器控制模块之间的点到点连接将所述命令发送到所述致动器控制模块, 其中, 通过映射来识别所述点到点连接; 确定所述命令 (216) 中是否存在错误 (226); 响应于确定所述命令 (216) 中存在所述错误 (226), 改变所述映射, 以通过由改变的映射识别的改变的点到点连接发送后续命令。

11. 根据权利要求10所述的飞行控制系统 (204), 所述飞行控制系统 (204) 包括:

致动器 (220), 其根据从所述多个致动器控制模块 (210) 发送到所述致动器 (220) 的信号 (218), 移动所述飞行控制面 (206), 并且其中, 多个致动器控制模块 (210) 被分配给所述飞行控制面 (206) 中的每一个。

12. 根据权利要求11所述的飞行控制系统 (204), 其中, 所述多个致动器控制模块 (210) 发送对所述命令 (216) 的响应 (228), 所述响应 (228) 指示所述错误 (226) 已被所述多个致动器控制模块 (210) 识别为存在于所述命令 (216) 中。

13. 根据权利要求12所述的飞行控制系统 (204), 其中, 所述多个飞行控制模块 (212) 基于发送到所述数据总线上的所述命令 (216) 或者由所述多个致动器控制模块 (210) 发送的对所述命令 (216) 的所述响应 (228) 中的至少一个, 确定发送到所述数据总线系统 (208) 上的所述命令 (216) 中是否存在所述错误 (226)。

14. 根据权利要求11所述的飞行控制系统 (204), 其中, 所述多个飞行控制模块 (212) 中的每一个由相互不类似的多个处理器单元构成, 并且所述多个致动器控制模块 (210) 中的每一个由相互不类似的多个处理器单元构成。

15. 一种用于控制飞机 (202) 上的飞行控制面 (206) 的方法, 所述方法包括以下步骤:

多个飞行控制模块确定用于向多个致动器控制模块发送命令的点到点连接, 其中, 通过映射来识别所述点到点连接;

将命令 (216) 从所述多个飞行控制模块 (212) 发送 (704) 到数据总线系统 (208) 上;

由所述多个飞行控制模块 (212) 和所述多个致动器控制模块 (210) 确定 (706) 发送到所述数据总线系统 (208) 上的所述命令 (216) 中是否存在错误 (226); 以及

响应于确定所述命令 (216) 中存在所述错误 (226), 所述多个飞行控制模块 (212) 改变所述映射, 以通过由改变的映射识别的改变的点到点连接将后续命令发送到所述多个致动器控制模块。

控制飞机上的飞行控制面的装置、方法和飞行控制系统

技术领域

[0001] 本公开总体涉及飞机,并且特别是,涉及控制飞机的运动。仍然更特别地,本公开涉及用于控制飞行控制面在飞机上的位置以控制飞机的运动的方法和装置。

背景技术

[0002] 用于飞机的电传飞控(FBW)系统是用电子界面代替飞机的传统手动飞行控制的系统。驾驶员座舱中的飞行控制装置不通过电缆、联动装置、或其它机械系统连接至飞行控制面、引擎或其它系统,如同更传统的飞机那样。作为代替,飞行控制装置的运动被转换为由电线、光纤、通过空中接口、或其一些组合发送的电信号。

[0003] 例如,电传飞控系统飞行控制计算机使用这些信号以识别如何针对每个飞行控制面移动致动器,以提供对飞行控制装置的运动响应。而且,飞行控制计算机还可以在不需要飞行员输入的情况下执行多个功能。例如,飞行控制计算机可以自动帮助稳定飞行的飞机,而不需要来自飞行员的输入。飞行控制计算机生成命令以控制飞行控制面、引擎、或控制飞机的运动的其它设备。

[0004] 具有电传飞控系统的飞机的重量可以比使用传统控制装置时轻。而且,与机械系统和液压系统相比,电传飞控系统电子系统要求更少维护。

[0005] 在用于飞机的电传飞控系统中存在冗余。电传飞控系统多个飞行控制模块被用于响应于从飞行控制外部感测设备的运动接收信号生成命令。冗余考虑飞行控制模块可能不一直如期望那样执行。

[0006] 电传飞控系统不同组件可以使用不同类型的通信架构相互通信。例如,一些电传飞控系统使用将组件直接相互连接的电线。在本示例中,可以使用多条电线提供组件之间的冗余连接。

[0007] 在其它示例中,电传飞控系统可以使用数据总线,诸如,在计算机系统中使用的那些总线。数据总线可以减少组件之间的布线量。根据数据总线上的通信量,命令可能比期望晚的到达期望组件。该情况是被发送到诸如致动器控制模块的组件的命令可能不能在期望量的时间内到达组件的定时问题。结果,电传飞控系统可能不提供用于飞机中的期望等级的性能。

[0008] 例如,控制引擎的输入的延迟可能导致低于期望燃料效率。用于控制飞行控制面的输入的延迟导致降低的人机处理质量,并且飞机生成比期望更大的噪声或者降低乘客舒适度。

[0009] 从而,期望具有考虑上述问题中的至少一些问题、以及其它可能问题的方法和装置。例如,期望具有减少可能由在到达组件中输入具有延迟导致的问题的方法和装置。

发明内容

[0010] 在一个示例性实施方式中,一种装置包括飞机中的数据总线系统、连接到数据总线系统的多个致动器控制模块、以及连接到数据总线系统的多个飞行控制模块。多个致动

器控制模块中的一致动器控制模块使用数据总线系统上的被引导至该致动器控制模块的命令,控制一组飞行控制面在飞机上的定位。飞行控制模块生成命令,并且将命令发送到数据总线系统上,以控制飞机上的飞行控制面。用于飞行控制面的命令被朝向分配给飞行控制面的所述多个致动器控制模块中的一组引导。所述多个致动器控制模块和所述多个飞行控制模块确定由所述多个飞行控制模块发送到数据总线系统上的命令中是否存在错误。

[0011] 在另一个示例性实施方式中,飞行控制系统包括飞机中的数据总线系统、连接到数据总线系统的多个致动器控制模块、以及连接到数据总线系统的多个飞行控制模块。多个致动器控制模块中的一致动器控制模块使用数据总线系统上的被引导至该致动器控制模块的命令,控制一组飞行控制面在飞机上的定位。飞行控制模块中的每一个生成命令,并且将命令发送到数据总线系统,以控制飞机上的飞行控制面。用于飞行控制面的命令被朝向分配给飞行控制面的致动器控制模块引导。所述多个致动器控制模块和所述多个飞行控制模块确定发送到数据总线系统上的命令中是否存在错误,并且基于在命令中识别的错误,管理所述多个飞行控制模块和所述多个致动器控制模块之间的点到点连接。

[0012] 在还有的另一个示例性实施方式中,呈现一种用于控制飞机上的飞行控制面的方法。将命令从飞行控制模块发送到数据总线系统上。飞行控制模块和致动器控制模块确定发送到数据总线系统上的命令中是否存在错误。基于发送到数据总线系统上的命令中是否存在错误,管理在飞行控制模块和致动器控制模块之间的点到点连接。

[0013] 多个特征和功能可以在本公开的多种实施方式中独立地实现,或者可以在还有的其它实施方式中被组合,其中,进一步详情可以参考以下说明和附图看出。

附图说明

[0014] 在所附权利要求中阐述被认为是示例性实施方式的特性的新特征。然而,当结合附图阅读时,示例性实施方式以及优选使用模式、其进一步目标和特征将通过参考本公开的示例性实施方式的以下详细说明被最好地理解,其中:

[0015] 图1是根据示例性实施方式的飞机的图解;

[0016] 图2是根据示例性实施方式的飞行控制环境的框图的图解;

[0017] 图3是根据示例性实施方式的消息的框图的图解;

[0018] 图4是根据示例性实施方式的在处理命令时由飞行控制模块和致动器控制模块使用的信息的框图的图解;

[0019] 图5A和图5B是根据示例性实施方式的用于在飞行控制环境中处理命令的处理的流程图的图解;

[0020] 图6是根据示例性实施方式的飞行控制环境的组件的框图的图解;

[0021] 图7是根据示例性实施方式的用于控制飞机上的飞行控制面的处理的流程图的图解;

[0022] 图8是根据示例性实施方式的用于处理来自飞行控制装置的信号的处理的流程图的图解;

[0023] 图9是根据示例性实施方式的用于处理命令的处理的流程图的图解;

[0024] 图10是根据示例性实施方式的用于确定从飞行控制模块接收的消息的命令中是否存在错误的处理的流程图的图解;

- [0025] 图11是根据示例性实施方式的用于处理命令的处理的流程图的图解；
- [0026] 图12A和图12B是根据示例性实施方式的用于识别飞行控制系统中是否存在错误的处理的流程图的图解；
- [0027] 图13是根据示例性实施方式的飞机制造和服务方法的框图的图解；以及
- [0028] 图14是可以实现示例性实施方式的飞机的框图的图解。

具体实施方式

[0029] 示例性实施方式认识并且考虑到一个或更多个不同考虑因素。例如，示例性实施方式认识出并且考虑到总线的使用（诸如，在计算机中使用的那些）在飞机中变得更加普遍。例如，飞行控制模块可以将命令发送到致动器控制模块，以控制飞机中的设备。致动器控制模块可以控制例如飞行控制面、引擎、或者飞机中的一些其它合适设备。通过这些类型的总线，当从飞行控制模块发送的命令由致动器控制模块接收用于处理时的定时可能不是一直如期望那样快的发生。

[0030] 示例性实施方式认识并且考虑到总线可以是并行总线或者串行总线。当使用并行总线时，可以在总线中的多条路径上承载数据单元，诸如，词。根据通信量和其它条件，用于数据单元到达致动器控制模块所需的时间可能花费比期望更多的时间。

[0031] 结果，来自飞行控制模块的命令可以比来自用于相同飞行控制面的另一个飞行控制模块的命令更晚到达。该类型的延迟导致在对致动器控制模块的输入中缺乏一致性。示例性实施方式认识并且考虑到，当存在定时问题时，在对致动器控制模块的输入中接收的命令可能不提供飞机中的期望性能。

[0032] 示例性实施方式认识并且考虑到，当多个飞行控制模块将命令发送到致动器控制模块时，致动器控制模块可以在不同时间从每个飞行控制模块接收命令。从而，示例性实施方式提供一种用于控制飞机上的飞行控制面的方法和装置。在一个示例性实施方式中，一种装置包括数据总线系统、致动器控制模块、以及飞行控制模块。数据总线系统位于飞机中。致动器控制模块连接到数据总线系统。多个致动器控制模块中的一个致动器控制模块使用数据总线系统上的被引导至该致动器控制模块的命令，控制一组飞行控制面在飞机上的定位。飞行控制模块连接到数据总线系统。飞行控制模块生成命令，并且将命令发送到总线系统上，以控制飞机上的飞行控制面。用于飞行控制面的命令被朝向分配给飞行控制面的多个致动器控制模块中的一组引导。致动器控制模块和飞行控制模块确定在由飞行控制模块发送到数据总线系统上的命令中是否存在错误。

[0033] 在此参考多项使用的“一组…”是指一个或更多项。例如，一组致动器控制模块中是一个或更多个致动器控制模块。

[0034] 现在参考附图，并且特别是，参考图1，根据示例性实施方式示出飞机的图解。在该示例性示例中，飞机100具有附接附接到机身106上的机翼102和机翼104。飞机100包括附接到机翼102的引擎108和附接到机翼104的引擎110。

[0035] 机身106具有尾部112。水平稳定器114、水平稳定器116、以及垂直稳定器118附接到机身106的尾部112。

[0036] 飞机100是可以根据示例性实施方式实现飞行控制系统的飞机的示例。飞行控制系统可以控制飞机100上的飞行控制面。例如，飞行控制系统可以控制副翼120、方向舵122、

或飞机100上的一些其它飞行控制面的位置。飞行控制系统还可以控制引擎108和引擎110的操作。

[0037] 接下来转到图2,根据示例性实施方式示出飞行控制环境的框图的图解。在这个所示的示例中,飞行控制环境200包括飞机202。飞机202中的飞行控制系统204控制飞机202的运动。飞行控制系统204控制飞行控制面206的操作。

[0038] 在本示例性示例中,飞行控制系统204是电传飞控系统。如所示,飞行控制系统204包括数据总线系统208、致动器控制模块210、以及飞行控制模块212。

[0039] 数据总线系统208是一组总线。如所示,数据总线系统208便于连接到数据总线系统208的致动器控制模块210和飞行控制模块212之间的通信。数据总线系统208可以使用任何合适架构。例如,数据总线系统208可以使用在计算机中采用的架构。除了致动器控制模块210和飞行控制模块212之外,数据总线系统108可以提供到航线可更换单元(line replaceable unit)的通信。在本示例性示例中,数据总线系统208提供用于并行发送信息的介质。

[0040] 在示例性示例中,致动器控制模块210连接到数据总线系统208。如所示,致动器控制模块210中的致动器控制模块214使用数据总线系统208上的被引导至致动器控制模块214的命令216,控制一组飞行控制面206的定位。

[0041] 换句话说,每个致动器控制模块210都可以被用于控制一个或更多个飞行控制面206的定位。而且,多个致动器控制模块210被分配给每个飞行控制面206。通过分配两个或更多致动器控制模块210,提供冗余,以控制飞行控制面206。

[0042] 例如,致动器控制模块210将信号218发送到致动器220。致动器220依次将飞行控制面206移动到期望位置。

[0043] 在示例性示例中,飞行控制模块212连接到数据总线系统208。每个飞行控制模块212都生成命令216,并且将命令216发送到数据总线系统208上,以控制飞机202上的飞行控制面206。每个飞行控制模块212都可以生成用于所有飞行控制面206的命令216。

[0044] 在示例性示例中,用于飞行控制面222的命令216被朝向分配给飞行控制面222的致动器控制模块210引导。换句话说,命令216被致动器控制模块210处理,以将飞行控制面222移动到期望位置。

[0045] 致动器控制模块210和飞行控制模块212使用点到点连接224通过数据总线系统208通信。例如,飞行控制模块212通过使用一个或更多个致动器控制模块210将命令216发送到数据总线系统208上。

[0046] 如所示,致动器控制模块210和飞行控制模块212确定在由飞行控制模块212发送到数据总线系统208上的命令216中是否存在错误226。在这些示例性示例中,致动器控制模块214确定在被引导至致动器控制模块214用于飞行控制面222的命令216中是否存在错误226。其它致动器控制模块210也可以确定在被引导至致动器控制模块214的命令216中是否存在错误226。

[0047] 错误226可以采用不同形式。错误226可以通过定时问题发生。当与来自不同飞行控制模块212的命令216的接收相比时,命令216被晚接收,顺序错乱,或者根本没有被致动器控制模块214接收时,存在定时问题。例如,如果在不同时间(所述时间间隔足够远,不期望那样)接收到由飞行控制模块212发送到数据总线系统208上的命令216之间的定时,则可

能存在错误。

[0048] 例如,如果移动控制面的命令比期望的晚被接收,则在该时间移动控制面可能导致飞机202的不期望运动。结果,因为当命令被接收的定时,该命令被认为是错误226。

[0049] 在一个示例中,当第一命令从飞行控制模块被接收并且具有所选的时段时,可以启动窗口。如果从其它飞行控制模块接收的控制飞行控制面的其它命令在该窗口之外时,那些命令可以被认为具有错误226。在另一个示例性示例中,如果在用于致动器的位置的命令中识别出的值中存在差异,在用于致动器的命令中识别出的运动量是不同的,或者差异大于从飞行控制模块212发送到致动器控制模块214的命令216之间的阈值,则可能存在错误226。

[0050] 由致动器控制模块210作出的确定的结果可以作为响应228被返回。例如,致动器控制模块210发送对命令216的响应228,该响应228指示错误226是否被致动器控制模块210识别为存在于命令216中。在示例性示例中,飞行控制模块212基于在数据总线系统208上发送的命令216或者对由致动器控制模块210发送的命令216的响应228中的至少一个,确定在被发送到数据总线系统208上的命令216中是否存在错误226。

[0051] 如在此使用的,当使用多项的列表时,措辞“至少一个”是指可以使用一个或更多个所列项的不同组合,并且可能仅需要列表中的每项之一。换句话说,至少一个是指多项的任何组合,并且项的数量可以根据列表来使用,但是不要求列表中的所有项。项可以是特定对象、事物或种类。

[0052] 例如,没有限制,“A项、B项或C项中的至少一个”可以包括A项、A项和B项、或B项。该示例还可以包括A项、B项和C项、或者B项和C项。当然,这些项的任何组合都可以存在。在其它示例中,没有限制,“至少一个”可以例如是两个A项;一个B项;以及十个C项;四个B项和七个C项;或者其它合适组合。

[0053] 在本示例性示例中,飞行控制模块212接收响应228,并且可以使用响应228来确定是否存在错误226。而且,除了或者代替检验响应228之外,飞行控制模块212还可以从关于是否存在错误226检验命令216作出它们自己的确定。

[0054] 如所示,当在命令216中识别出错误226时,基于错误226被识别为存在于由一组飞行控制模块212被发送到数据总线系统208上的命令216中,来管理飞行控制模块212和致动器控制模块210之间的通信。特别是,基于错误226的识别,管理点到点连接224的使用。错误226的分析可以指示多个点到点连接224中的一个点到点连接230导致接收到大于期望的错误。

[0055] 例如,飞行控制模块212基于所识别的错误226,确定是否继续使用飞行控制模块212中的特定飞行控制模块232和致动器控制模块214之间的点到点连接230。在本示例性示例中,不存在点到点连接230还可能导致特定飞行模块232不能被致动器控制模块214使用,该致动器控制模块214通过具有比期望错误等级更大的错误等级的点到点连接230与特定飞行控制模块232通信。

[0056] 点到点连接224的管理可以发生作为组决策234。例如,组决策234可以通过飞行控制模块212执行。

[0057] 飞行控制模块212可以使用多种机制执行组决策234。作为一个示例,飞行控制模块212可以使用多数表决。例如,飞行控制模块212可以对通过点到点连接224从致动器控制

模块210接收的响应228都进行评价,该响应228识别在命令216中是否识别出错误226。在本示例中,当识别出错误226时,飞行控制模块212中的每个飞行控制模块然后可以作出关于点到点连接224中的哪个点到点连接导致错误226的相应表决。而且,在本示例中,关于错误226的原因的组决策234可以基于飞行控制模块212的多数表决。如在此使用的,多数表决是大于表决的百分之五十(50%)、或者一些其它合适百分比中的至少一个。

[0058] 从而,当在所接收的命令中不存在错误时,命令是一致的。如在此使用的,所接收的命令的一致是指命令在期望时段内被接收,在命令之间不存在差异,并且在命令中不存在其它类型的错误。例如,在来自飞行控制模块的消息中接收的命令之间的一致是指在用于从飞行控制模块接收命令的时段内在消息中接收到命令,在所接收的命令之间不存在差异,并且在从飞行控制模块接收的消息中不存在其它类型的错误。以此方式,飞行控制系统204可以是用于飞机202上的飞行控制面206的输入一致(congruence)系统。

[0059] 致动器控制模块210和飞行控制模块212可以在软件、硬件、固件或其组合中使用。当使用软件时,由致动器控制模块210和飞行控制模块212执行的操作可以在被配置成在硬件(诸如,处理器单元)上运行的程序代码中实现。当使用固件时,由致动器控制模块210和飞行控制模块212执行的操作可以在程序代码和数据中被实现,并且被存储在永久性存储器中,以在处理器单元上运行。当采用硬件时,硬件可以包括操作以执行在致动器控制模块210和飞行控制模块212中的操作的电路。

[0060] 在示例性示例中,用于处理器单元的硬件可以采用电路系统、集成电路、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑器件、或者被配置成执行很多操作的一些其它合适类型的硬件的形式。利用可编程逻辑器件,器件可以被配置成执行该数量的操作。器件可以在随后时间被重新配置,或者可以被永久地配置成执行该数量的操作。可以用于处理器单元的可编程逻辑器件的示例包括例如可编程逻辑阵列、可编程阵列逻辑、现场可编程逻辑阵列、现场可编程门阵列、以及其它合适硬件设备。另外,处理可以在与无机组件集成的有机组件中被实现,并且可以完全由除了人类之外的有机组件构成。例如,处理可以被实现为有机半导体中的电路。

[0061] 如所示,每个飞行控制模块212都由相互不类似的多个处理器单元构成,并且每个致动器控制模块210都由相互不类似的多个处理器单元构成。例如,模块中的一个处理器单元可以使用计算机微处理器被实现,同时模块中的其它处理器可以使用数字信号处理器被实现。作为另一个示例,可以使用具有不同处理器架构的两个计算机微控制器。

[0062] 图2中的飞行控制环境200的图解不意味着暗示对可以实现示例性实施方式的方式的物理上或架构上的限制。可以使用除了所示组件之外或代替所示组件的其它组件。一些组件可能不是必须的。而且,框被呈现为示出一些功能组件。当在示例性实施方式中实现时,这些框中的一个或更多个可以被组合、划分、或结合,并且被划分为不同框。

[0063] 例如,飞行控制系统204的一部分可以使用除了电传飞控系统之外的传统控制装置。而且,飞行控制系统204可以控制除了飞行控制面206之外的其它类型的设备。例如,飞行控制系统204还可以控制飞机202上的引擎。

[0064] 作为还有的另一个示例,除了数据总线系统208之外或者代替数据总线系统208,可以使用网络以在致动器控制模块210和飞行控制模块212之间提供通信。在仍然还有的另一个示例中,还可以使用致动器控制模块210和飞行控制模块212执行组决策234。而且,在

一些示例性示例中,可以使用一些数量的飞行控制模块212,而不是所有模块。

[0065] 在示例性示例中,仅致动器控制模块210将响应228发送到飞行控制模块212。作为另一个示例,飞行控制模块212还可以根据作出关于在被发送到致动器控制模块210的命令216中是否存在错误226的确定,发送响应228。

[0066] 接下来参考图3,根据示例性实施方式示出消息的框图的图解。如所示,消息300是包括命令302的从飞行控制模块发送到致动器控制模块的消息的示例。消息300中的命令302是图2中的多个命令216中的一个命令的示例。例如,命令302可以包括在从飞行控制装置发送到致动器306以控制飞行控制面的信号中识别出的值304。致动器306是图2中的多个致动器220中的一个致动器的示例。

[0067] 在本示例性示例中,消息300包括多个不同字段。如所示,消息300包括命令302、消息计数器310、飞行控制模块标识符312、致动器控制模块标识符314、以及循环冗余校验值308。

[0068] 当消息300通过飞行控制模块被生成和发送时,消息计数器310对由飞行控制模块标识符312识别的从飞行控制模块发送的消息的数量计数。致动器控制模块标识符314识别消息300将被发送到的致动器控制模块。例如,致动器控制模块标识符314可以是接收消息300的消息300的最终目的地。

[0069] 如所述,使用循环冗余校验(CRC)值308来确保在由致动器控制模块接收的消息300中不存在错误。在通过飞行控制模块和致动器控制模块之间的连接发送消息300之前,设置循环冗余校验(CRC)值308。

[0070] 转到图4,根据示例性实施方式示出在处理命令时由飞行控制模块和致动器控制模块使用的信息的框图的图解。如所示,信息400包括用于在飞行控制环境200中处理命令的多个不同字段。

[0071] 如所示,信息400包括飞行控制模块到致动器控制模块402的一组映射、一组飞行控制模块消息计数器404、以及致动器控制模块到致动器406的一组映射。飞行控制模块到致动器控制模块402的该组映射识别多个飞行控制模块和致动器控制模块之间的连接。当在使用由映射识别的连接发送的命令中存在错误时,该映射被改变,以排除该连接。该改变存在,直到在本示例性示例中可以执行维护为止。类似地,致动器控制模块到致动器406的该组映射识别致动器控制模块和控制飞行控制面的致动器之间的连接。

[0072] 在本示例性示例中,在飞行控制模块和致动器控制模块之间发送的消息中,使用该组飞行控制模块消息计数器404。使用该组飞行控制模块消息计数器404来指示从飞行控制模块发送的消息的顺序。

[0073] 接下来转到图5A和图5B,根据示例性实施方式示出用于在飞行控制环境中处理命令的处理的流程图的图解。在图5A和图5B中示出的处理可以通过图2中的飞行控制环境200中的飞行控制模块212、致动器控制模块210、数据总线系统208、以及致动器220实现。

[0074] 例如,飞行控制模块502、飞行控制模块504、以及飞行控制模块506是图2中的飞行控制模块212中的多个飞行控制模块的示例,所述多个飞行控制模块从飞行控制装置接收用于控制飞行控制面的信号。数据总线系统508是图2中的数据总线系统208的示例。致动器控制模块510、致动器控制模块512、致动器控制模块514、以及致动器控制模块516是图2中的致动器控制模块210的示例。致动器518是图2中的多个致动器220中的一个致动器的示

例。

[0075] 处理开始于飞行控制模块502、飞行控制模块504、以及飞行控制模块506生成命令,并且在消息中将命令发送到数据总线系统508(操作520)。在示例性示例中,在操作520中发送的每个消息都包括由飞行控制模块基于在飞行控制模块处接收的信号所生成的命令。该消息还可以包括飞行控制模块标识符和致动器控制模块标识符。例如,飞行控制模块502可以发送包括识别致动器控制模块510的致动器控制模块标识符的消息和识别致动器控制模块512的另一个消息。

[0076] 该处理在致动器控制模块510、致动器控制模块512、致动器控制模块514、以及致动器控制模块516处,从数据总线系统508接收消息中的命令(操作522)。例如,致动器控制模块510可以从数据总线系统508接收使致动器控制模块510作为消息的目的地的消息。在本示例中,所接收的消息中的致动器控制模块标识符指向致动器控制模块510。而且,在本所示示例中,在致动器控制模块510处在消息中接收的命令包括在致动器控制模块到致动器的一组映射中的分配给致动器控制模块510的致动器的致动器标识符。

[0077] 该处理接下来基于所接收的消息,识别是否存在错误(操作524)。例如,该处理可以基于以下内容中的至少一个来在操作524中确定在命令中是否存在错误:在该命令和在其它消息中接收的其它命令之间的差异,消息中的循环冗余值不正确、消息中的消息计数器顺序错乱、或者用于确定在命令中是否存在错误的一些其它合适规则或标准。

[0078] 然后,该处理在致动器控制模块510处生成信号,并且将该信号从致动器控制模块510发送到致动器518(操作526)。该处理基于在致动器控制模块510处接收的消息中的命令,在致动器控制模块510处生成信号,该信号包括在致动器控制模块到致动器的该组映射中的分配给致动器控制模块510的致动器518的致动器标识符。该处理接下来在致动器518处接收信号,并且基于所接收的信号,操作飞行控制面(操作528)。

[0079] 该处理生成用于致动器控制模块接收的消息的应答,并且将该应答发送到数据总线系统508(操作530)。在操作530中生成的应答将发送所述消息的飞行控制模块识别为应答的最终目的地,并且包括致动器控制模块在操作524中已经识别出的任何错误。该处理接下来基于在应答中识别的最终目的地,在飞行控制模块502、飞行控制模块504、以及飞行控制模块506处接收应答(操作532)。

[0080] 该处理识别包括在应答中的错误(操作534)。如所述,在该处理识别出包括在应答中的错误之后,该处理接下来使用数据总线系统508,将包括在应答中的被识别的错误发送到飞行控制模块502、飞行控制模块504、以及飞行控制模块506中的其它飞行控制模块(操作536)。然后,该处理在其它飞行控制模块处,从数据总线系统508接收包括在应答中的错误(操作538)。

[0081] 该处理接下来生成应答,并且将应答从所述其它飞行控制模块发送到数据总线系统508,该应答包括从数据总线系统508接收的其它飞行控制模块的错误(操作540)。该处理在飞行控制模块502、飞行控制模块504、以及飞行控制模块506处,从数据总线系统508接收应答(操作542)。

[0082] 然后,该处理识别从数据总线系统508接收的应答中的错误(操作544)。该处理接下来使用数据总线系统508,将应答中的被识别出的错误发送至其它飞行控制模块(操作546)。该处理在飞行控制模块502、飞行控制模块504、以及飞行控制模块506处,从数据总线

系统(508)接收应答(操作548)。

[0083] 然后,该处理基于从ACM发送的应答中的被识别出的错误和在从FCM发送的应答中的被识别出的错误,确定是否继续使用与致动器控制模块的点-to-点连接(操作550)。当在飞行控制模块和致动器控制模块之间的点-to-点连接中识别出错误时,可以使用错误的标识来更新飞行控制模块到致动器控制模块的映射。例如,可以在用于飞机的飞行的持续时间的映射中,去除该连接。

[0084] 接下来参考图6,根据示例性实施方式示出飞行控制环境的组件的框图的图解。如图所示,飞行控制环境600是图2中的飞行控制环境200的示例。

[0085] 在该示例性示例中,飞行控制环境600包括数据总线系统602。数据总线系统602是图2中的数据总线系统208的示例。数据总线系统602在本示例性示例中被用于飞行控制模块606和致动器控制模块608之间的通信。在本示例性示例中,数据总线系统602还被用于飞行控制模块606和飞行控制模块606中的其它飞行控制模块之间的通信。

[0086] 如图所示,处理器单元A618和处理器单元B 620形成飞行控制模块616中的多个处理器单元。在所示示例中,处理器单元A618生成命令,并且将命令发送到致动器控制模块608,并且处理器单元B 620处理监控消息。例如,在从飞行控制模块616接收到命令之后,监控消息可以是致动器控制模块发送的应答。

[0087] 在本示例性示例中,处理器单元C 624和处理器单元D 626形成致动器控制模块622中的多个处理器单元。在所示示例中,处理器单元C 624处理从飞行控制模块606接收的命令,并且处理器单元D 626识别在命令中是否存在错误,并且将应答发送到飞行控制模块606。

[0088] 如图所示,飞行控制模块606包括飞行控制模块616、飞行控制模块628和飞行控制模块630。还如图所示,致动器控制模块608包括致动器控制模块622、致动器控制模块632、致动器控制模块634、以及致动器控制模块636。在本示例性示例中,致动器控制模块622被分配为将信号发送到致动器638;致动器控制模块被分配为将信号发送到致动器640;致动器控制模块634被分配为将信号发送到致动器642;以及致动器控制模块636被分配为将信号发送到致动器644。

[0089] 在本示例性示例中,箭头646是数据总线系统602中的点-to-点连接的逻辑表示。箭头646未示出在数据总线系统602中使用的所有连接,并且也未示出通过数据总线系统602中的连接发送的命令、应答和其它类型的消息的流的所有方向。用于这些连接和其它连接的其它箭头还可以包括在数据总线系统602中。

[0090] 接下来转到图7,根据示例性实施方式示出用于控制飞机上的飞行控制面的处理的流程图的图解。图7中所示的处理可以在图2的飞行控制系统204中实现。

[0091] 处理开始于从飞机的驾驶员座舱中的一组飞行控制装置接收信号(操作700)。这些信号可以是模拟信号、数字信号、或者其一些组合。这些信号可以从飞行控制装置(例如,控制杆、脚舵、油门、或者一些其它合适类型的控制装置)生成。如所述,这些飞行控制装置可以由飞行员操作的控制装置。在其它示例性示例中,飞行控制装置可以是以下设备:所述设备发送在飞行控制模块中需要的传感器数据或其它信息,以在没有来自飞行员的输入的情况下,对飞机的飞行提供自动调节。

[0092] 当从该组飞行控制装置接收到这些信号时,飞行控制模块生成命令(操作702)。然

后,飞行控制模块将命令从飞行控制模块发送到数据总线系统上(操作704)。

[0093] 飞行控制模块和致动器控制模块确定在发送到数据总线系统的命令中是否存在错误(操作706)。该处理基于在发送到数据总线系统的命令中是否存在错误,来管理飞行控制模块和致动器控制模块之间的点到点连接(操作708),该处理此后终止。

[0094] 现在转到图8,根据示例性实施方式描述用于处理来自飞行控制装置的信号的处理的流程图图解。图8中所示的处理可以通过图2中的飞行控制系统204中的飞行控制模块212实现。

[0095] 处理开始于在飞行控制模块和致动器控制模块之间、以及在飞行控制模块之间创建点到点连接(操作800)。在本示例性示例中,点到点连接类似于在使用点到点协议的计算机中的数据总线系统中的那些。例如,飞行控制模块的发送器和接收器可以用于使用点到点连接通过数据总线系统发送和接收消息,并且用于创建点到点连接。

[0096] 该处理从飞行控制外部感测设备接收信号(操作802)。所接收的信号用于控制飞行控制面。接下来,该处理使用这些信号生成命令和其它信息(操作804)。其它信息可以选自用于命令的循环冗余校验(CRC)值、标识符、或其它合适信息中的至少一个。例如,标识符可以是飞行控制模块消息计数器,其指示由飞行控制模块在消息中发送到致动器控制模块的一系列命令。在本示例性示例中,飞行控制模块消息计数器随着由飞行控制模块在消息中发送到致动器控制模块的每个命令而递增。

[0097] 该处理通过点到点连接,将命令和其它信息发送到致动器控制模块(操作806)。例如,飞行控制模块可以在消息中将命令和其它信息发送到飞行控制模块与其具有点到点连接的每个致动器控制模块。

[0098] 然后,该处理通过点到点连接,接收从致动器控制模块发送的应答消息(操作808),之后该处理终止。从致动器控制模块接收的应答指示致动器控制模块是否接收到由飞行控制模块发送的命令以及该致动器控制模块是否确定在其接收的消息中的命令中存在错误。操作802-808可以被重复任何次数,以处理从飞行控制装置接收的附加信号。

[0099] 现在转到图9,根据示例性实施方式描述用于处理命令的处理的流程图图解。图9中所示的处理可以通过图2中的飞行控制系统204中的致动器控制模块214实现。例如,图9中所示的处理可以通过致动器控制模块214中的处理器单元实现。

[0100] 该处理开始于通过与飞行控制模块的点到点连接,从飞行控制模块接收消息中的命令(操作900)。所接收的命令可以是在图8中的操作808中通过飞行控制模块发送的命令的一部分。例如,点到点连接之一可能存在问题。

[0101] 该处理确定在命令中是否存在错误(操作902)。例如,处理可以基于所接收的命令和其它所接收的命令之间的差异,确定在所接收的命令中是否存在错误。

[0102] 接下来,该处理生成用于命令的应答,该应答指示在命令中是否存在错误(操作904)。然后,该处理通过点到点连接将应答发送到飞行控制模块(操作906),之后该处理终止。在图8的操作808中,由飞行控制模块接收应答。操作900-906可以被重复任何次数,以处理从飞行控制模块接收的附加命令。

[0103] 现在转到图10,根据示例性实施方式描述用于确定在从飞行控制模块接收的消息的命令中是否存在错误的处理的流程图图解。图10中所示的处理可以通过图2中的飞行控制系统204中的致动器控制模块214实现。该处理中的操作是执行图9中的操作900-904的

操作的示例。

[0104] 该处理开始于识别飞行控制模块以从其接收消息中的命令(操作1000)。例如,飞行控制模块接收消息中的命令可以基于飞行控制模块到致动器控制模块的一组映射。

[0105] 该处理通过与飞行控制模块的点到点连接,从飞行控制模块中的至少一个接收消息中的命令(操作1002)。该处理将所接收的消息添加至一组消息(操作1004)。

[0106] 接下来,该处理确定该组消息是否包括来自被识别为从其接收命令的所有飞行控制模块的消息(操作1006)。如所示,当该组消息不包括来自被识别为从其接收命令的所有飞行控制模块的消息时,处理接下来确定用于从飞行控制模块接收消息中的命令的时段是否已经过去(操作1008)。

[0107] 如所示,当用于从飞行控制模块接收消息中的命令的时段未过去时,该处理确定是否存在用于处理的附加命令(操作1009)。如所述,当存在用于处理的附加命令时,该处理继续至操作1002。另外,该处理继续至操作1008。

[0108] 而且,当在操作1006中该组消息包括来自被识别为从其接收命令的所有飞行控制模块的消息时,或者当用于在操作1008中从飞行控制模块接收消息中的命令的时段经过时,该处理然后识别该组消息中的命令和用于确定在命令中是否存在错误的其它信息(操作1010)。其它信息可以包括循环冗余校验值、消息计数器、以及在确定在命令中是否存在错误时使用的其它合适类型的信息。

[0109] 然后,该处理选择所识别的命令中的未处理命令(操作1012)。该处理确定在该命令中是否存在错误(操作1014)。当用于该命令的其它信息中的至少一个循环冗余校验值不正确,用于该命令的其它信息中的计数器顺序错乱,或者其它合适原因时,存在错误。

[0110] 例如,该处理可以计算用于该组消息的循环冗余校验值,并且比较所计算的循环冗余校验值与所识别的循环冗余校验值,以确定在命令中是否存在错误。作为另一个示例,处理可以将所识别的消息计数器与飞行控制模块消息计数器进行比较。

[0111] 作为另一个示例,可以使用选自奇偶校验位、曼彻斯特编码、或其它合适编码方案中的至少一个的编码方案,对消息编码。在本示例中,当使用所选的编码方案对消息解码时,编码方案的解码处理识别可能在发送消息时发生的任何错误。

[0112] 如所述,当在命令中不存在错误时,该处理生成用于发送命令的飞行控制模块的应答,该应答指示在从飞行控制模块接收的命令中不存在错误(操作1016)。当在命令中存在错误时,该处理生成用于发送命令的飞行控制模块的应答,该应答包括在从飞行控制模块接收的命令中存在的错误(操作1018)。

[0113] 接下来,该处理确定在所识别的命令中是否存在未处理的命令(操作1020)。当在所识别的命令中存在未处理的命令时,该处理返回到操作1012。当所识别的命令已被处理时,该处理终止。

[0114] 现在转到图11,根据示例性实施方式描述用于处理命令的处理的流程图的图解。图11中所示的处理可以通过图2中的飞行控制系统中的致动器控制模块214实现。例如,在图11中所示的处理可以通过致动器控制模块214中的处理器单元实现。

[0115] 该处理开始于通过与飞行控制模块的点到点连接,从飞行控制模块接收消息中的命令(操作1100)。该处理在所接收的命令中选择未处理的命令(操作1102)。该处理还识别命令中的致动器和命令中的发送到致动器的值(操作1104)。

[0116] 接下来,该处理确定是否分配致动器控制模块以将信号发送到致动器(操作1106)。例如,该处理可以基于致动器控制模块到致动器的一组映射,确定是否分配致动器控制模块,以将信号发送到致动器控制模块。当没有分配致动器控制模块以将信号发送到在命令中识别的致动器时,该处理继续到操作1112。

[0117] 如所述,当分配了致动器控制模块以将信号发送到致动器时,该处理接下来确定在命令中是否存在错误(操作1108)。例如,实现操作1108的处理器单元可以使用来自实现图9中的操作902的致动器控制模块中的另一个处理器单元的确定。

[0118] 还如所述,当该处理确定在命令中不存在错误,并且分配了致动器控制模块以将信号发送到在命令中识别的致动器时,该处理接下来基于在所接收的命令中识别的值,生成信号并且将信号发送到致动器(操作1110)。然后,该处理确定在所接收的命令中是否存在更多未处理的命令(操作1112)。如所述,当所有接收的命令都未被处理时,该处理继续到操作1102。当所有接收的命令已被处理时,该处理终止。操作1100-1112可以被重复任何次数,以处理从飞行控制模块接收的附加命令。

[0119] 现在转到图12A和图12B,根据示例性实施方式描述用于识别在飞行控制系统中是否存在错误的处理的流程图的图解。图12A和图12B中所示的处理通过图2中的飞行控制系统204中的飞行控制模块212实现。例如,图12A和图12B中所示的处理可以通过飞行控制模块212中的处理器单元实现。在本示例中,飞行控制模块212中的处理器单元可以并行地执行图12A和图12B中的操作。从处理来自飞行控制装置的用于飞行控制面的信号的多个飞行控制模块中的一个飞行控制模块的视角,描述图12A和图12B中的操作。

[0120] 该处理开始于通过飞行控制模块与致动器控制模块的点到点连接,从致动器控制模块接收应答(操作1200)。每个应答都指示该致动器控制模块是否接收到在由飞行控制模块发送的消息中的命令,以及该致动器控制模块是否确定在其从飞行控制模块接收的命令中存在错误。

[0121] 接下来,该处理基于从致动器控制模块接收的应答,针对与致动器控制模块的点到点连接,作出是否存在错误的确定(操作1202)。在与致动器控制模块的点到点连接中是否存在错误的确定涉及点到点连接的所有组件。这些组件包括飞行控制模块的发送器、数据总线系统、致动器控制模块的接收器、致动器控制模块的发送器、或者点到点连接的其它合适类型的组件中的至少一个。当通过点到点连接从致动器控制模块没有接收到至少一个应答,应答包括在致动器控制模块接收的命令中存在错误的确定时,或者当接收到指示点到点连接为差的另一种类型的错误时,存在错误。

[0122] 该处理生成包括在与致动器控制模块的点到点连接中是否存在错误的确定的消息(操作1204)。该处理使用飞行控制模块之间的点到点连接,将所生成的消息发送到飞行控制系统中的其它飞行控制模块(操作1206)。飞行控制模块和其它飞行控制模块是处理来自飞行控制装置的用于飞行控制面的信号的多个飞行控制模块。

[0123] 接下来,该处理接收通过其它飞行控制模块生成的消息,该消息包括其它飞行控制模块作出的在其它飞行控制模块和致动器控制模块之间的点到点连接中是否存在错误的确定(操作1208)。该处理发送对飞行控制模块从其它飞行控制模块接收的每个消息的应答(操作1210)。

[0124] 然后,该处理作出在与其它飞行控制模块的点到点连接中是否存在错误的确定

(操作1212)。在与另一个飞行控制模块的点到点连接中是否存在错误的确定涉及用于通过点到点连接发送和接收消息的所有组件。这些组件包括飞行控制模块的发送器、数据总线系统、飞行控制模块的接收器、其它飞行控制模块的发送器、其它飞行控制模块的接收器、或者其它合适类型的点到点连接中的至少一个。当通过点到点连接从其它飞行控制模块未接收到至少一个应答消息时,或者当接收到指示点到点连接为差的另一种类型的错误时,在与另一个飞行控制模块的点到点连接中存在错误。

[0125] 该处理生成并且发送包括在与其它飞行控制模块的点到点连接中是否存在错误的确定的消息(操作1214)。接下来,该处理接收从其它飞行控制模块发送的消息,该消息包括由其它飞行控制模块作出的在飞行控制模块之间的点到点连接中是否存在错误的确定(操作1216)。

[0126] 该处理基于在与致动器控制模块的点到点连接中是否存在错误的确定、以及由飞行控制模块作出的在飞行控制模块之间的点到点连接中是否存在错误的确定,作出在飞行控制模块和致动器控制模块之间的点到点连接中是否存在错误的随后确定(1218)。该处理生成消息并且将消息发送到其它飞行控制模块,该消息包括在飞行控制模块和致动器控制模块之间的点到点连接中是否存在错误的随后确定(操作1220)。

[0127] 然后,该处理基于在飞行控制模块和致动器控制模块之间的点到点连接中是否存在错误的随后确定,识别飞行控制模块和致动器控制模块之间的点到点连接中的错误(操作1222),之后该处理终止。当在飞行控制模块和致动器控制模块之间的点到点连接中识别出错误时,可以使用该错误更新飞行控制模块到致动器控制模块的映射。例如,可以针对飞机的飞行的持续时间在所述映射中去除点到点连接。

[0128] 不同所示实施方式中的流程图和框图示出在示例性实施方式中的装置和方法的一些可能实现的架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个框都可以表示模块、片段、功能、或一部分操作或步骤中的至少一个。例如,一个或多个框可以被实现为程序代码、在硬件中、或者程序代码和硬件的组合。当在硬件中实现时,硬件可以例如采用集成电路的形式,集成电路被制造或配置成执行流程图或框图中的一个或多个操作。当被实现为程序代码和硬件的组合时,该实现可以采用固件的形式。

[0129] 在示例性实施方式的一些可选实现中,在框中所示的一个或多个功能可以不按照图中所示的顺序发生。例如,在一些情况下,根据所涉及的功能,连续示出的两个框可以基本同时被执行,或者这些框有时可以按照相反顺序被执行。而且,除了流程图或框图中所示的框之外,可以添加其它框。

[0130] 本公开的示例性实施方式可以在图13中所示的飞机制造和服务方法1300以及图14中所示的飞机1400的上下文中描述。首先转到图13,根据示例性实施方式示出飞机制造和服务方法的框图的图解。在试生产期间,飞机制造和服务方法1300可以包括图14中的飞机的规格和设计1302以及材料采购1304。

[0131] 在生产期间,发生图14中的飞机1400的组件和子组件制造1306和系统集成1308。此后,图14中的飞机1400可以经过认证和传输1310,以用于服务1312。虽然在给客户的服务1312中,图14中的飞机1400被调度用于常规维护和服务1314,但是其可以包括修改、重配置、整修、以及其它维护或服务。

[0132] 飞机制造和服务方法1300的每个处理都可以由系统整合者、第三方、操作者、或者

其一些组合被执行或实现。在这些示例中,操作者可以是客户。为了本说明的目的,系统整合者可以包括但不限于任何数量的飞机制造商和主系统承包商;第三方可以包括但不限于任何数量的卖主、承包商、以及供应商;以及操作者可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务组织等。

[0133] 现在参考图14,示出可以实现示例性实施方式的飞机的框图的图解。在本示例中,飞机通过图13中的飞机制造和服务方法1300生产,并且可以包括具有多个系统1404的机体1402和内饰1406。系统1404的示例包括推进系统1408、电气系统1410、液压系统1412、以及环境系统1414中的一个或更多个。可以包括任何数量的其它系统。虽然示出了航空示例,但是不同示例性实施方式可以被应用至其它工业,诸如,汽车工业。

[0134] 在此具体化的装置和方法可以在图13中的飞机制造和服务方法1300的至少一个阶段期间被采用。可以在诸如图13中的组件和子组件制造1306和系统集成1308的生产阶段期间,利用一个或更多个装置实施方式、方法实施方式、或其组合。在飞机1400服务1312时,在图13中的维护和服务1314期间,或者两者的同时,可以利用一个或多个装置实施方式、方法实施方式、或者其组合。多个不同示例性实施方式的使用可以充分加速飞机1400的组装,降低飞机1400的成本,或者加速飞机1400的组装并且降低飞机1400的成本。

[0135] 从而,示例性实施方式提供用于管理用于飞行控制面的命令的方法和装置。一个或更多个示例性实施方式可以使用用于飞机的电传飞控系统。根据示例性实施方式实现的飞行控制系统可以关于在飞行控制系统中处理的命令提供输入数据一致性。

[0136] 不同示例性实施方式的说明被呈现用于说明和描述目的,并且不旨在是排他性的或者将实施方式限制为所公开形式。多种修改和改变对于本领域普通技术人员来说是显而易见的。而且,与其它期望实施方式相比,不同示例性实施方式可以提供不同特征。所选的一个或更多个实施方式被选择和描述,以最好地理解实施方式的原理、实际应用,并且使能本领域普通技术人员理解用于具有多种修改的多种实施方式的公开适于所预期的特定使用。

[0137] 附注:以下段落描述本公开的进一步方面:

[0138] A1、一种用于控制飞机(202)上的飞行控制面(206)的方法,所述方法包括以下步骤:

[0139] 将命令(216)从飞行控制模块(212)发送(704)到数据总线系统(208)上;

[0140] 由所述飞行控制模块(212)和所述致动器控制模块(210),确定(706)发送到所述数据总线系统(208)上的所述命令(216)中是否存在错误(226);以及

[0141] 基于发送到所述数据总线系统(208)上的所述命令(216)中是否存在所述错误(226),管理(708)所述飞行控制模块(212)和所述致动器控制模块(210)之间的点到点连接(224)。

[0142] A2、根据段落A1的方法进一步包括:

[0143] 基于由所述飞行控制模块(212)和所述致动器控制模块(210)确定的所述命令(216)中是否存在错误(226),由致动器控制模块(210)控制一组飞行控制面(206)在飞机(202)上的定位。

[0144] A3、根据段落A1的方法进一步包括:

[0145] 基于所识别的错误(226),确定是否继续使用特定飞行控制模块(232)和所述致动

器控制模块 (210) 中的致动器控制模块 (214) 之间的点到点连接 (230)。

[0146] A4、根据段落A3的方法,其中,基于所识别的错误 (226) 确定是否继续使用所述特定飞行控制模块 (232) 和相应致动器控制模块 (214) 之间的点到点连接 (230) 包括:

[0147] 基于来自多个飞行控制模块 (212) 对所述错误 (226) 的分析,确定是否继续使用所述特定飞行控制模块 (232) 和致动器控制模块 (210) 中的致动器控制模块 (214) 之间的点到点连接 (230)。

[0148] A5、根据段落A1的方法,所述方法进一步包括:

[0149] 将对命令 (216) 的响应 (228) 从所述致动器控制模块 (210) 发送到所述数据总线系统 (208) 上,其中,该响应 (228) 指示错误 (226) 是否已被所述致动器控制模块 (210) 识别为存在于命令 (216) 中。

[0150] A6、根据段落A1的方法,其中,所述飞行控制模块 (212) 中的所述飞行控制模块 (212) 由相互不类似的多个处理器单元构成,并且所述致动器控制模块 (210) 中的每一个由相互不类似的多个处理器单元构成。

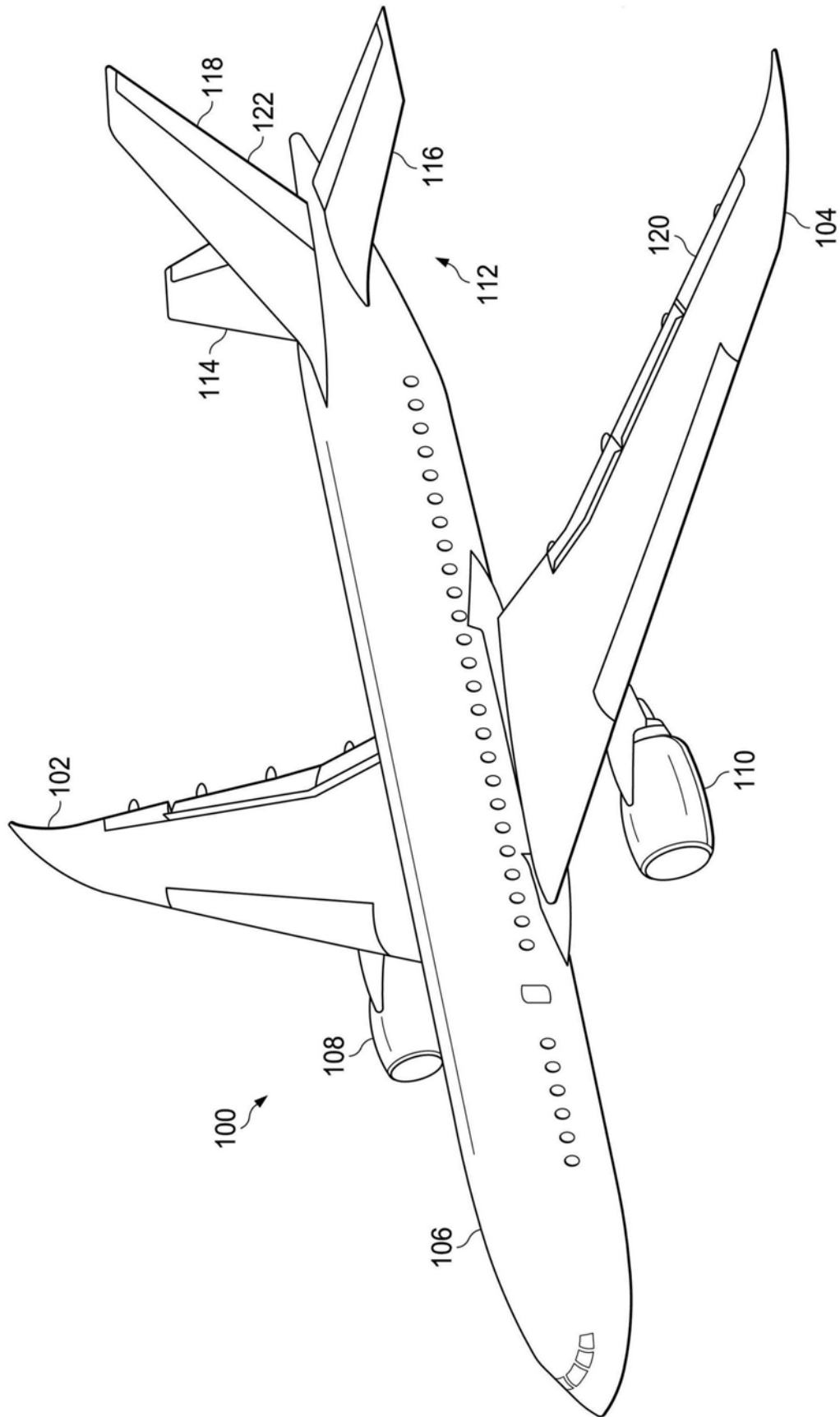


图1

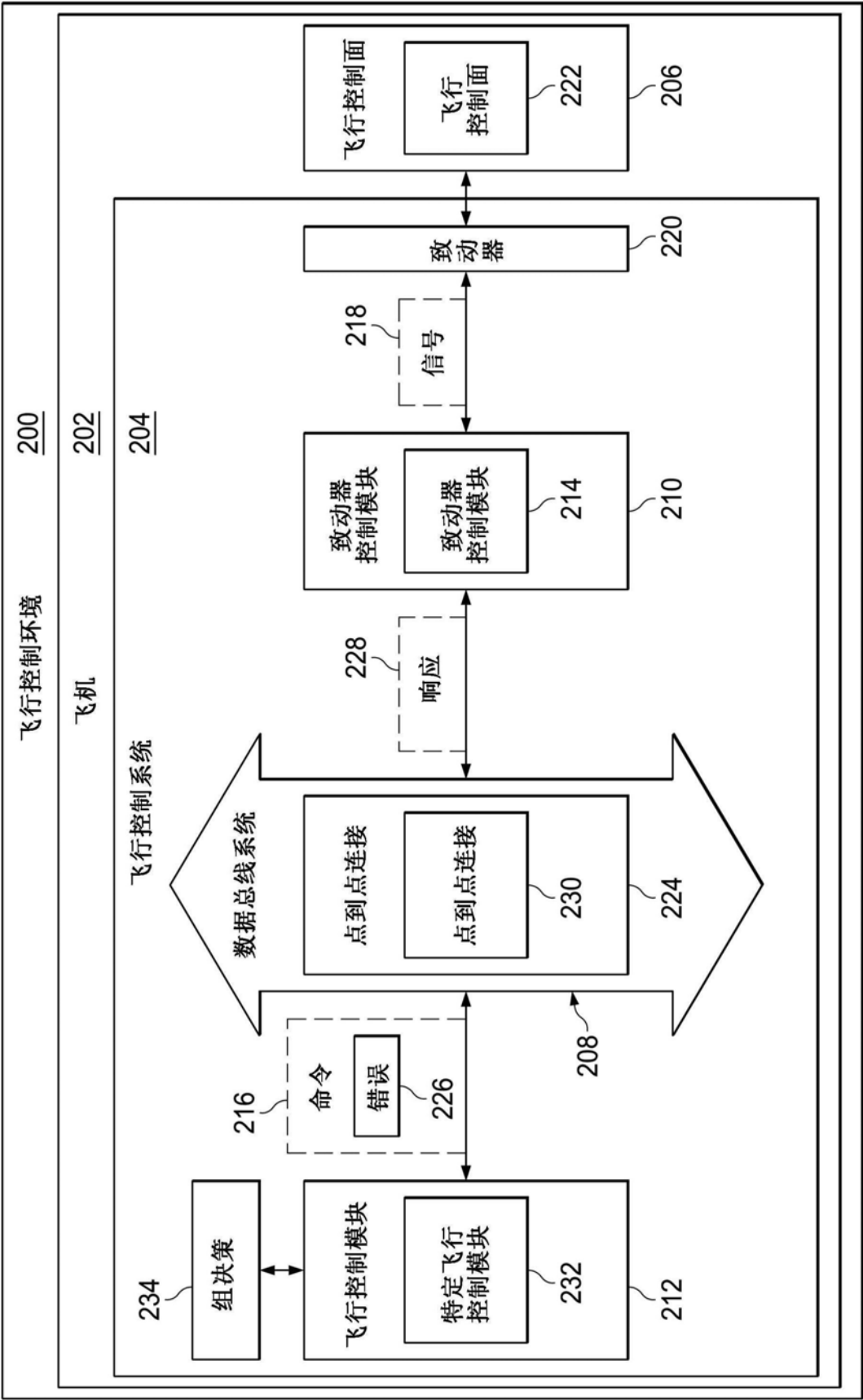


图2

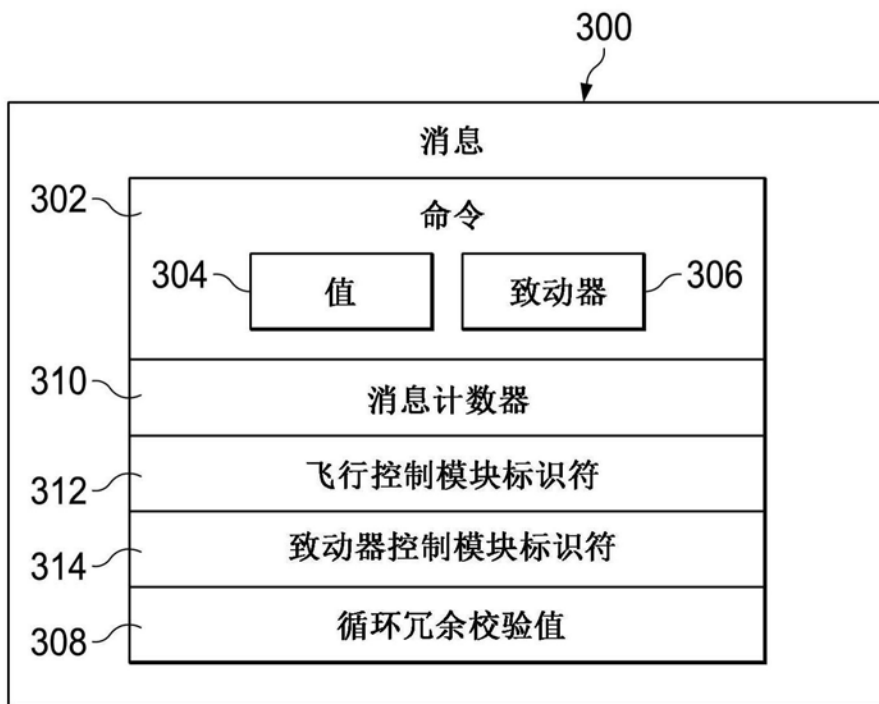


图3

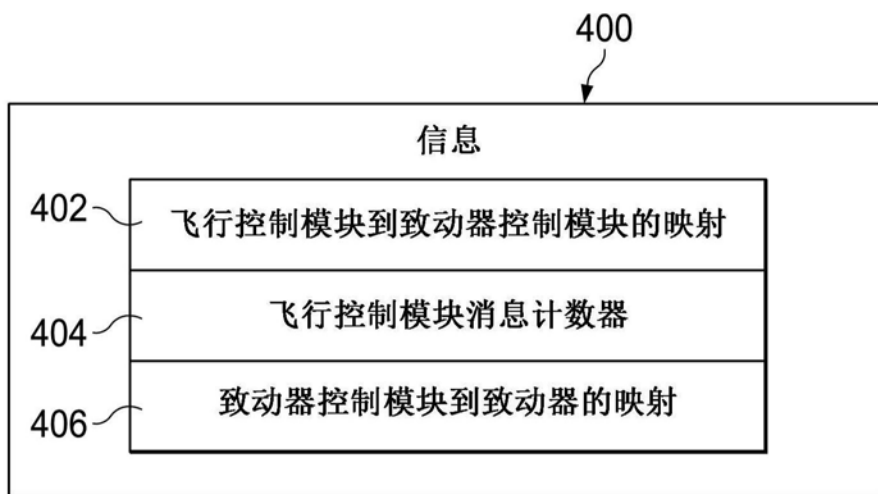
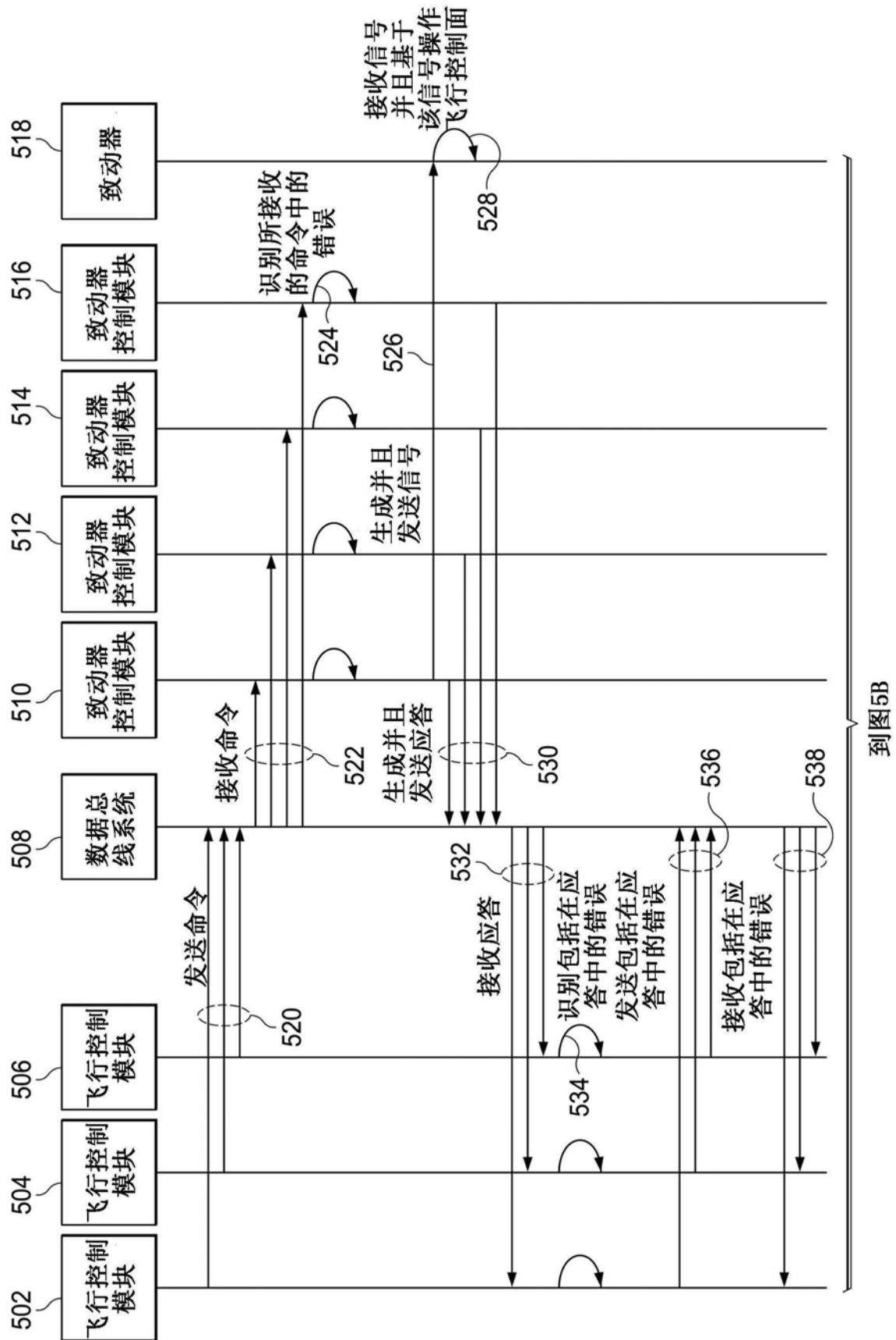


图4



到图5B

图5A

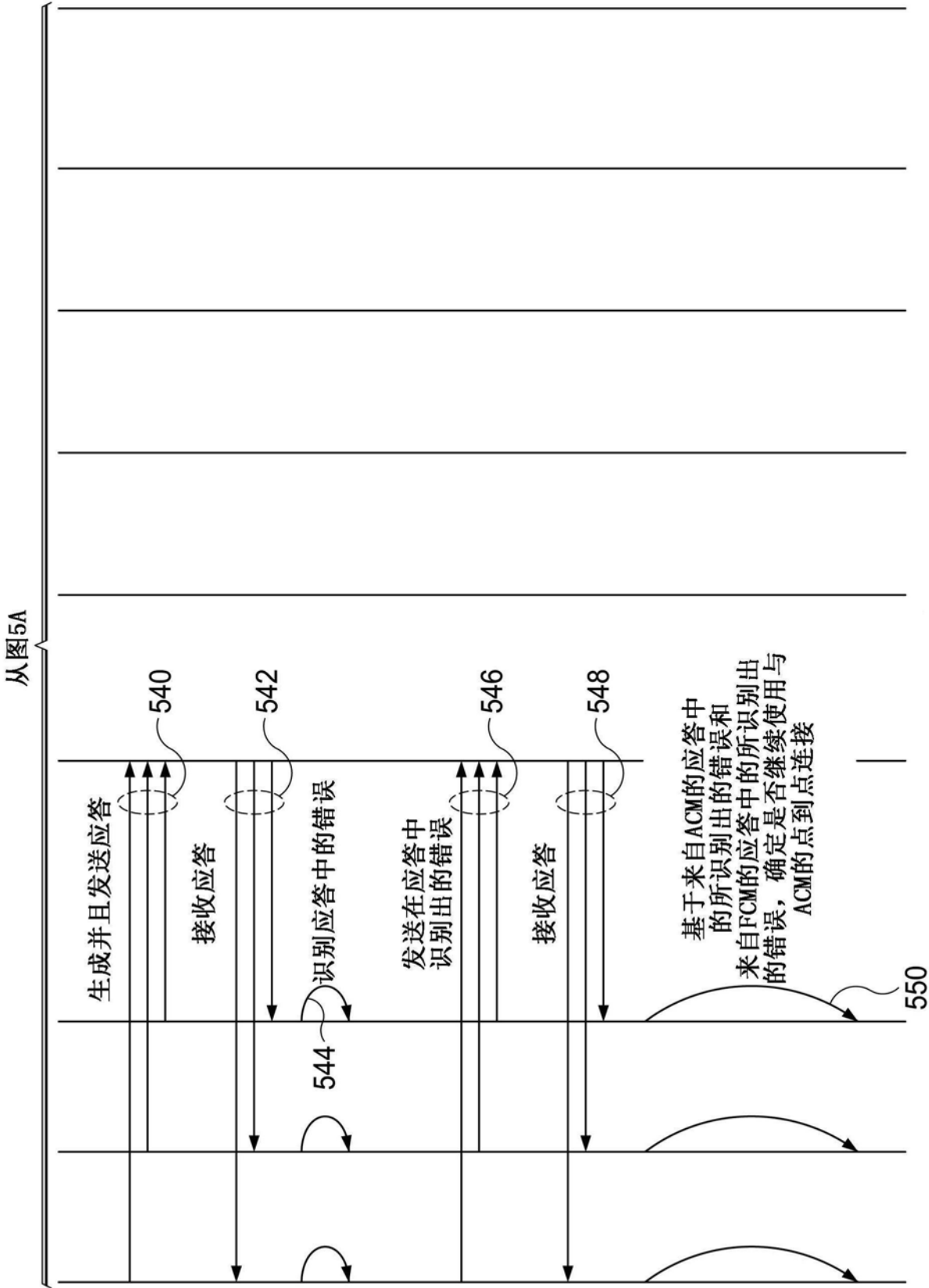


图5B

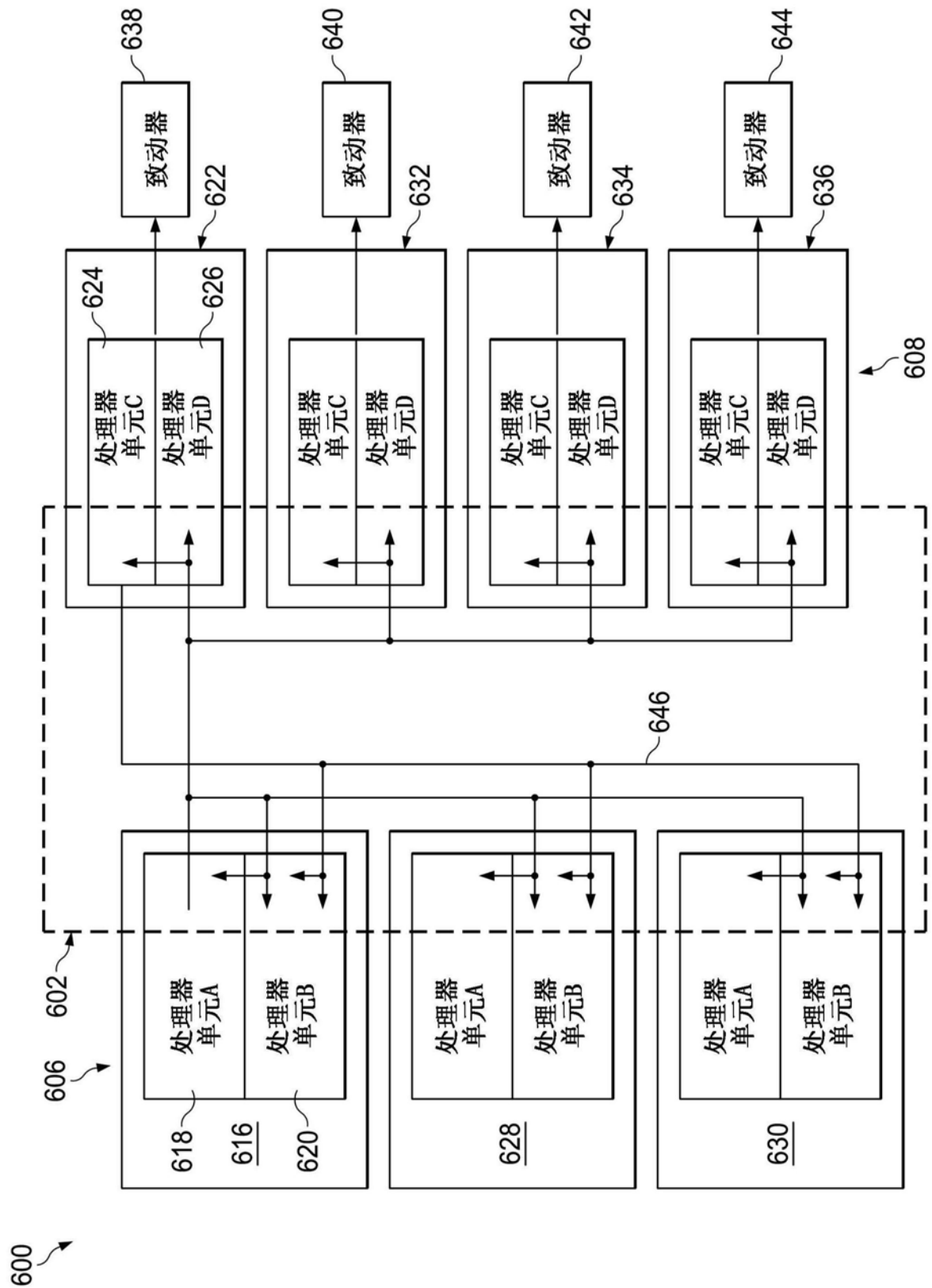


图6

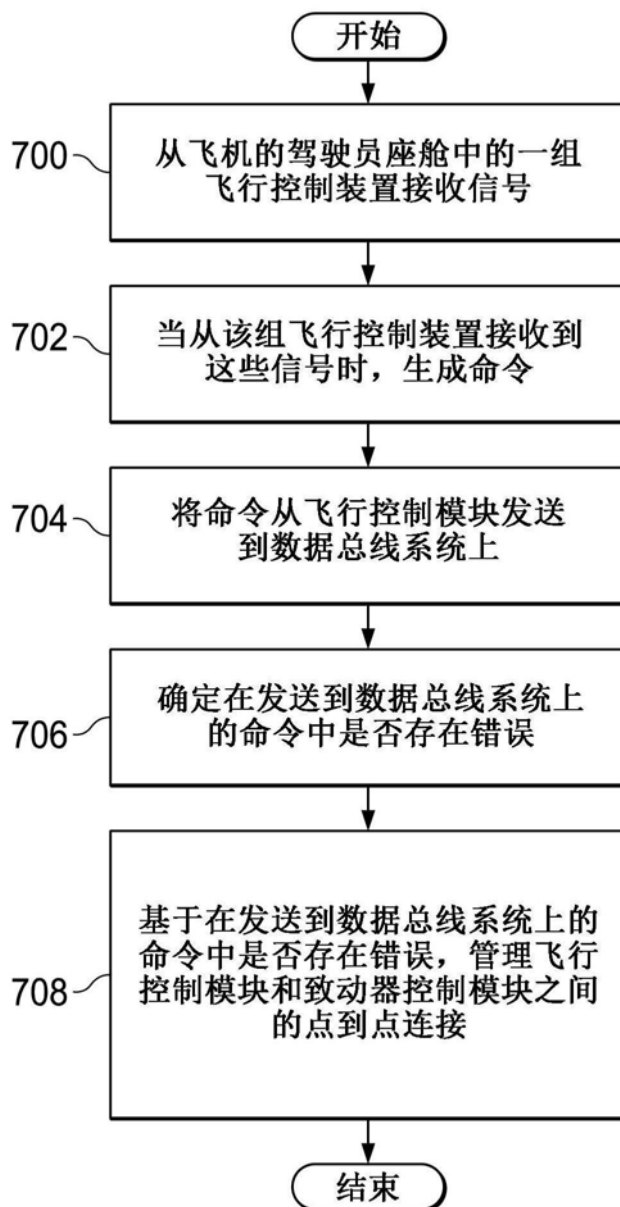


图7

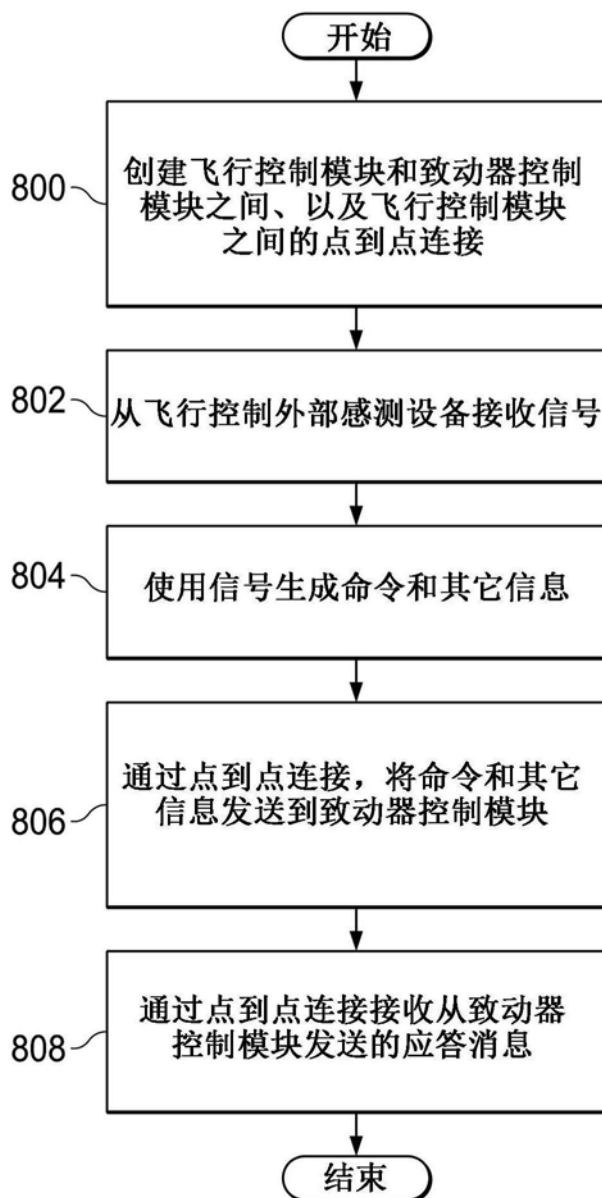


图8

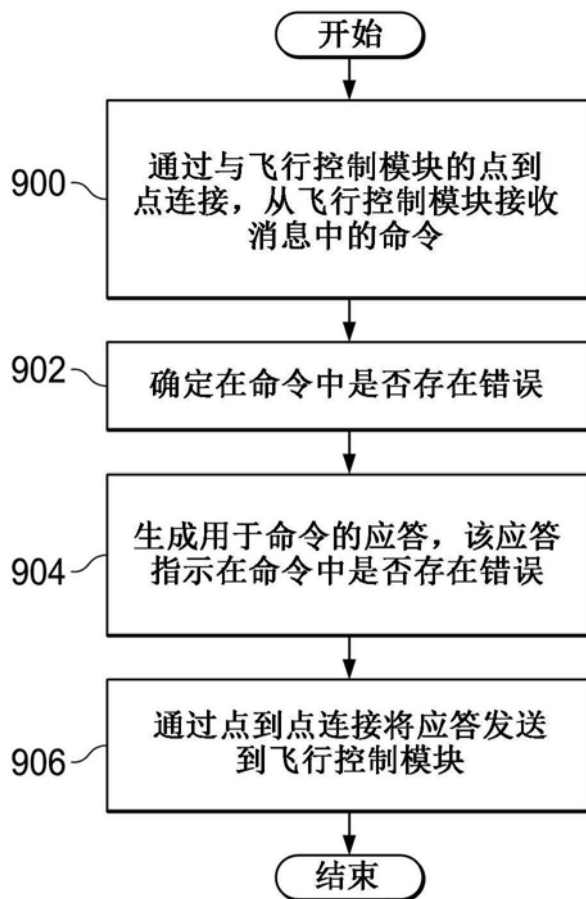


图9

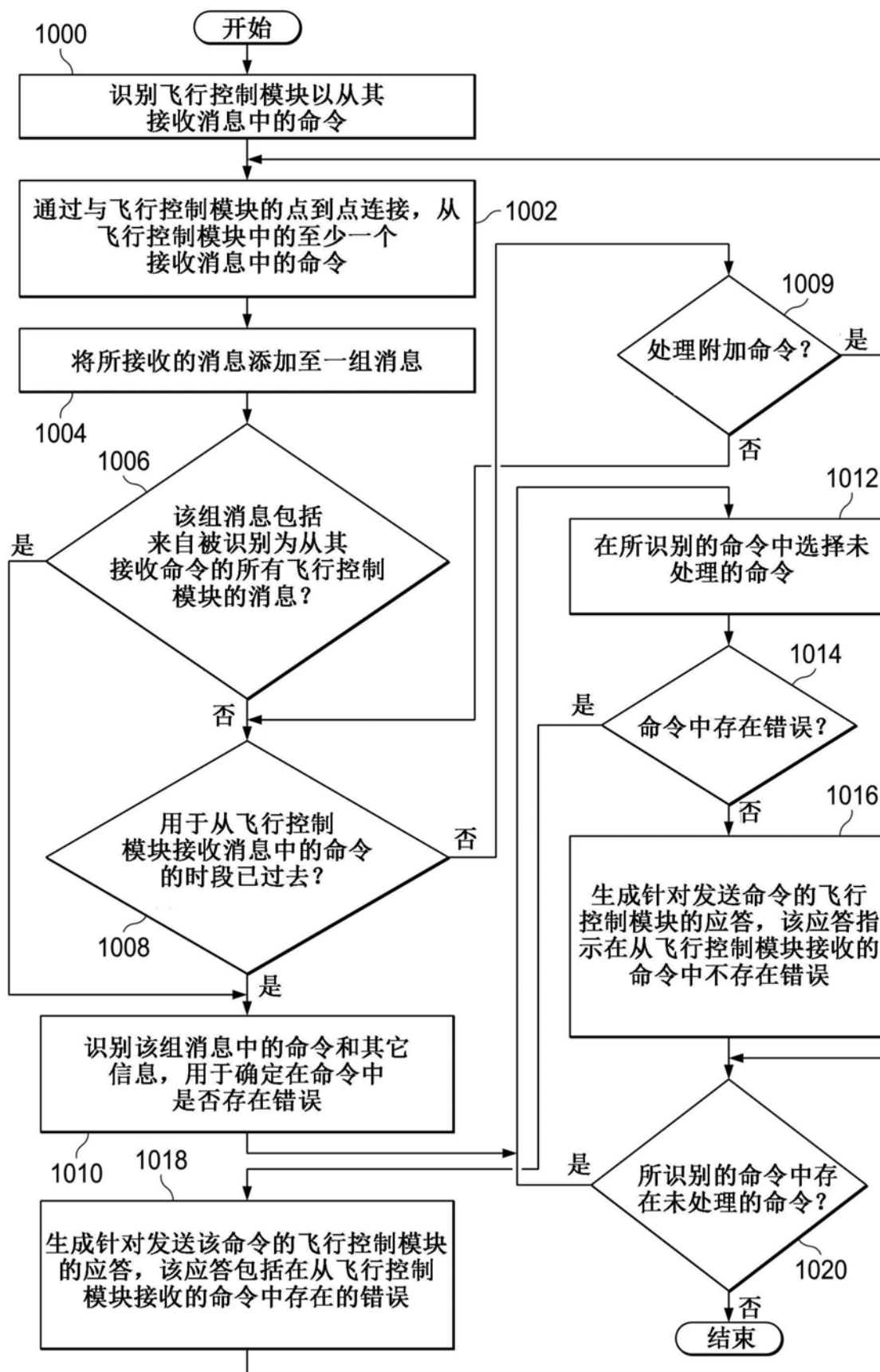


图10

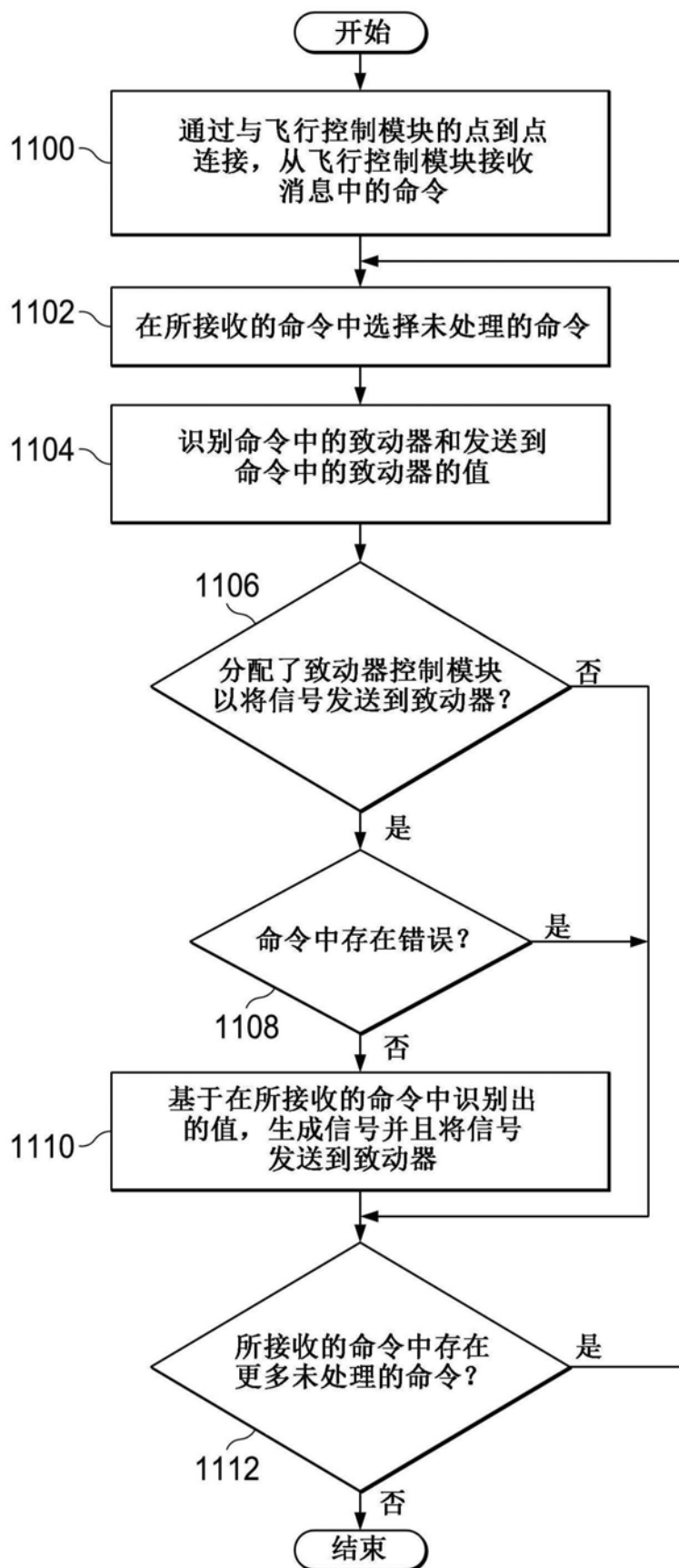


图11

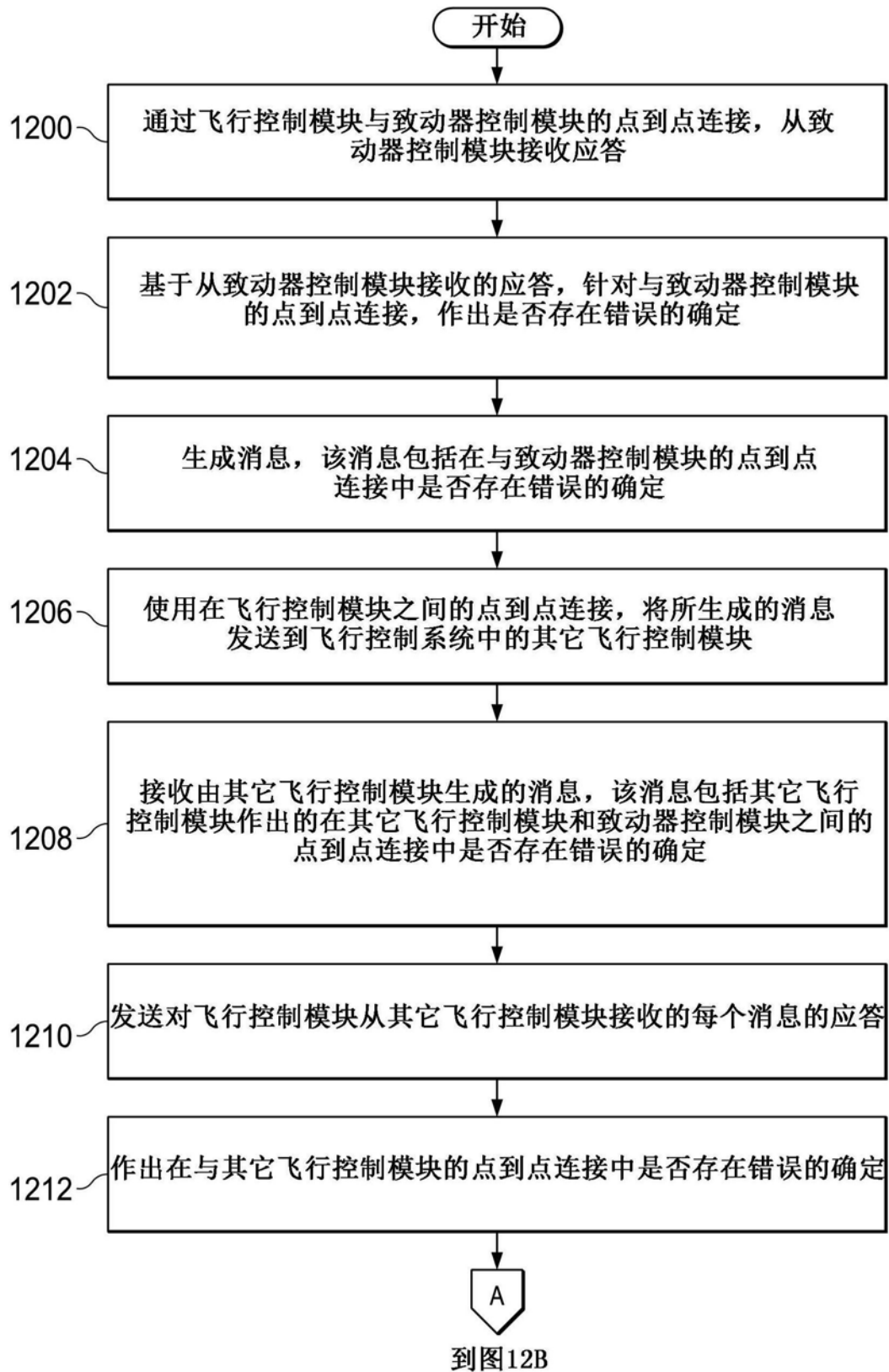


图12A

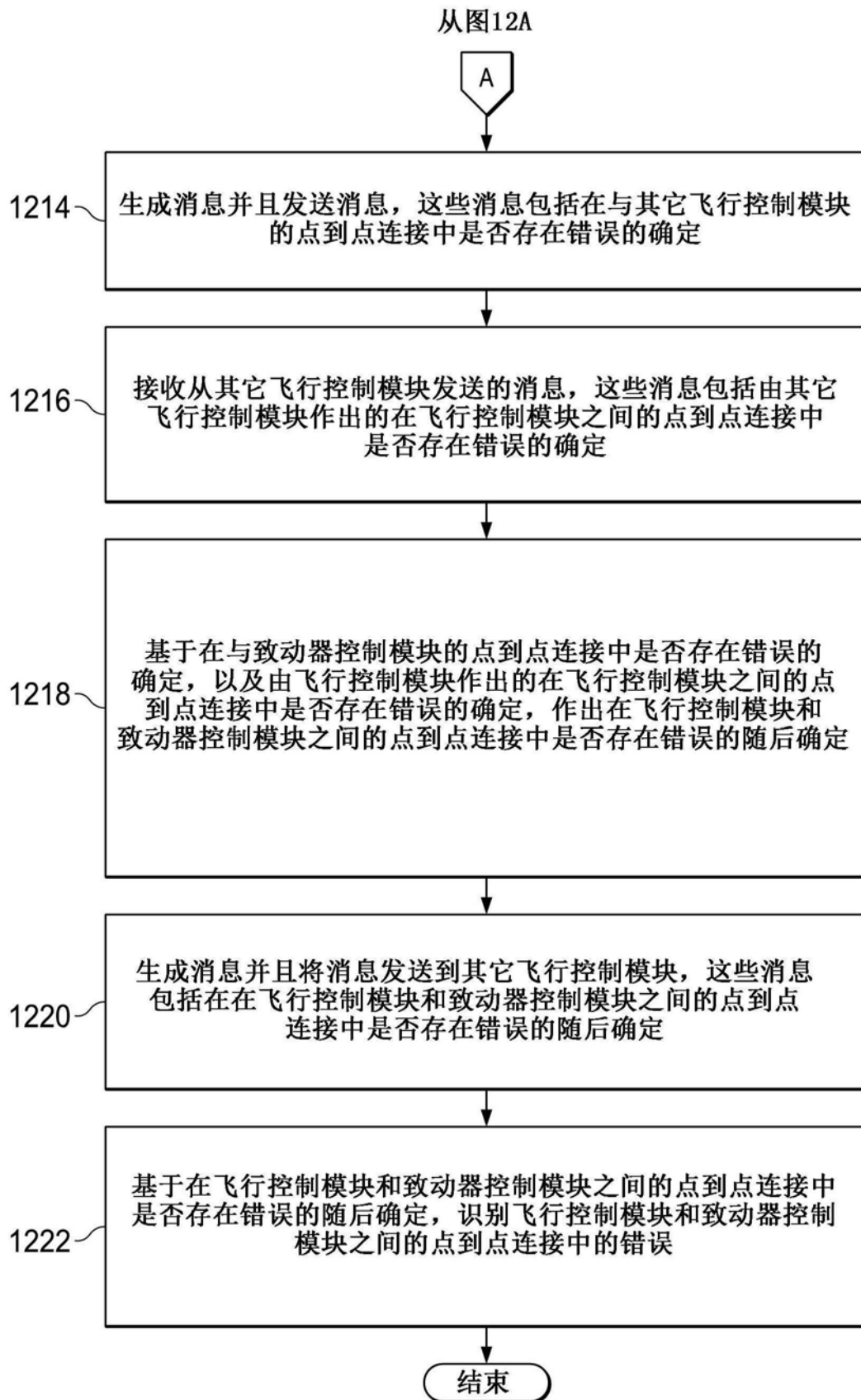


图12B

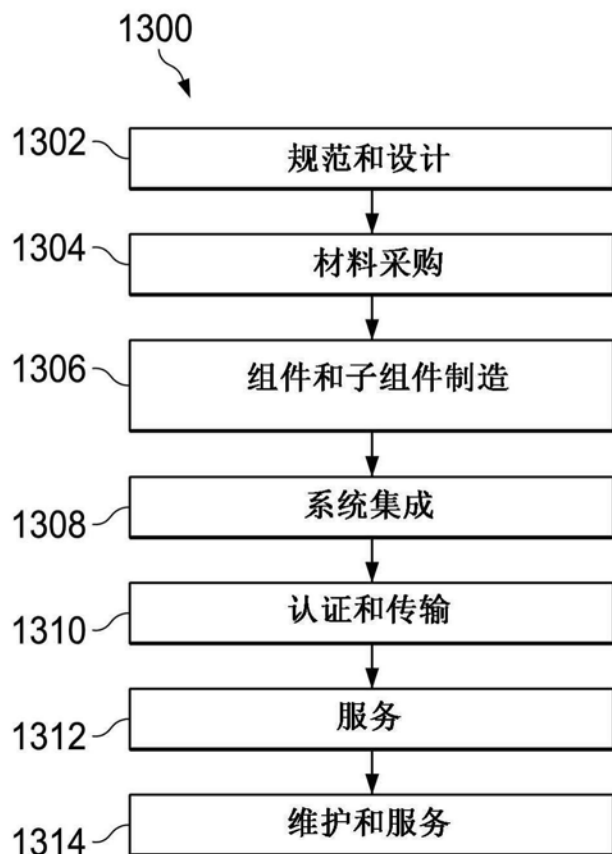


图13

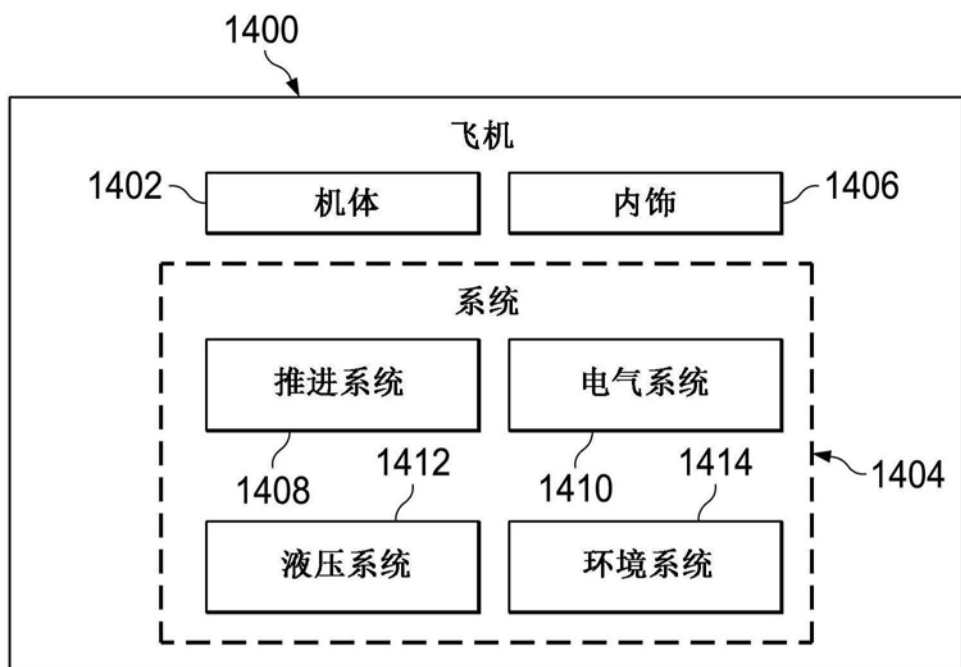


图14