



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104103200 B

(45)授权公告日 2017.12.05

(21)申请号 201410136539.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.04.04

G08G 5/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 李志娜

申请公布号 CN 104103200 A

(43)申请公布日 2014.10.15

(30)优先权数据

13/856,454 2013.04.04 US

(73)专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 B·D·莱文 S·B·克罗

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

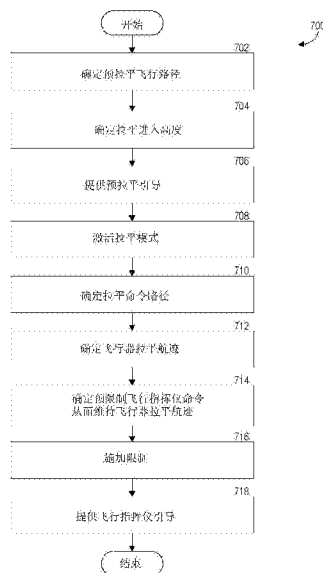
权利要求书3页 说明书14页 附图7页

(54)发明名称

飞行指挥仪拉平引导

(57)摘要

本发明涉及飞行指挥仪拉平引导。在此描述用于在着陆操作期间贯穿拉平操纵提供飞行指挥仪引导的方法、系统和计算机可读介质。可以接收到跑道的预拉平飞行路径并计算拉平进入高度。可以计算拉平命令路径,其具有与在跑道上希望触地位置的希望下降速率关联的斜率。可以计算飞行器拉平航迹,其将飞行器从预拉平飞行路径上的拉平进入高度转移到在希望触地位置的拉平命令路径。可以在拉平操纵期间提供将当前飞行路径与飞行器拉平航迹对准的飞行指挥仪命令。



1. 一种用于在飞行器(102)的拉平操纵期间提供引导的计算机实施的方法,所述方法包括:

确定到跑道(104)的预拉平飞行路径(110);

计算沿所述预拉平飞行路径(110)的拉平进入高度(112);

计算拉平命令路径(202),所述拉平命令路径(202)包括在希望触地位置(108)与所述跑道(104)交叉的线性路径,并具有与在所述希望触地位置(108)的希望高度变化率关联的斜率,所述计算包括:

推断的飞行器飞行路径和所述跑道(104)的交点(210),

所述希望触地位置(108),以及

在触地时的所述希望高度变化率;

计算飞行器拉平航迹(116),所述飞行器拉平航迹(116)将所述飞行器(102)从在所述拉平进入高度(112)的预拉平飞行路径(110)上的位置转移到在所述触地位置(108)的所述拉平命令路径(202);

接收与当前飞行器飞行路径关联的当前飞行器飞行参数;以及

提供将所述当前飞行器飞行路径与所述飞行器拉平航迹(116)对准的飞行指挥仪命令(312)。

2. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括在指示与拉平操纵关联的俯仰率的拉平模式激活之前提供预拉平飞行指挥仪命令(312)。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述预拉平飞行指挥仪命令(312)在驾驶舱显示器(342)上提供一个或多个预拉平符号,所述一个或多个预拉平符号以和关联所述拉平操纵的所述俯仰率对应的速率移动。

4. 根据权利要求1、2或3所述的方法,其中所述拉平命令路径(202)的计算进一步包括与所述跑道(104)关联的长度。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述飞行器拉平航迹包括基本曲线的飞行路径。

6. 根据权利要求1、2、3或5中的任何一个所述的方法,其中所述拉平命令路径(202)包括在所述跑道(104)下面延伸的长度,以使所述拉平命令路径(202)表示在所述希望触地位置(108)前的正高度,和所述希望触地位置(108)后的负高度。

7. 根据权利要求1、2、3或5中的任何一个所述的方法,进一步包括:

确定与所述飞行指挥仪命令(312)关联的请求俯仰姿态是否在已确定俯仰姿态范围(408)外;以及

如果所述俯仰姿态在所述已确定俯仰姿态范围(408)外,则调整所述飞行指挥仪命令(312)以使所述请求俯仰姿态在所述已确定俯仰姿态范围(408)内。

8. 根据权利要求1、2、3或5中的任何一个所述的方法,进一步包括:

确定与所述飞行指挥仪命令(312)关联的请求飞行路径角(410)是否请求所述飞行器(102)的正爬升率;以及

如果所述请求飞行路径角(410)确实请求所述正爬升率,则调整所述飞行指挥仪命令(312)以使所述请求飞行路径角(410)不请求所述正爬升率。

9. 根据权利要求1、2、3或5中的任何一个所述的方法,其中提供将所述当前飞行器飞行路径与所述飞行器拉平航迹(116)对准的所述飞行指挥仪命令(312)包括:

接收速率命令偏移和位置命令偏移(324)；

接收与所述拉平命令路径(202)关联的高度命令(602)和高度变化率命令(604)；

接收当前飞行器高度和当前飞行器高度变化率；

将所述当前飞行器高度和所述高度命令(602)相加从而得到高度跟踪误差(608)；将所述当前飞行器高度变化率和所述高度变化率命令(604)相加从而得到高度变化率跟踪误差(610)；

将所述高度跟踪误差(608)和所述位置命令偏移(324)相加从而得到高度误差(612)；

将所述高度变化率跟踪误差(610)和所述速率命令偏移相加从而得到高度变化率误差(614)；

将所述高度误差(612)和所述高度变化率误差(614)组合从而得到俯仰姿态或飞行路径向量命令(616)；以及

将所述俯仰姿态或飞行路径向量命令(616)和当前飞行器俯仰姿态或飞行路径向量(618)相加，从而得到所述飞行指挥仪命令(312)，以将所述当前飞行器飞行路径与所述飞行器拉平航迹(116)对准，所述飞行指挥仪命令(312)表示飞行器航迹的改变。

10. 一种用于在飞行器(102)的拉平操纵期间提供引导的系统，所述系统包括：

处理器(802)；

存储器(808)，所述存储器(808)通信地耦合到所述处理器(802)；以及

程序模块(302)，所述程序模块(302)源自所述存储器(808)，其在所述处理器(802)中执行，并且在由所述处理器(802)执行时导致所述处理器(802)：

为所述飞行器(102)确定到跑道(104)的预拉平飞行路径(110)；

计算沿所述预拉平飞行路径(110)的拉平进入高度(112)；

计算拉平命令路径(202)，所述拉平命令路径(202)包括在希望触地位置(108)与所述跑道(104)交叉的线性路径，并具有与在所述希望触地位置(108)的希望高度变化率关联的斜率，所述计算包括：

推断的飞行器飞行路径和所述跑道的交点(210)，

所述希望触地位置(108)，以及

在触地时的所述希望高度变化率；

计算飞行器拉平航迹(116)，所述飞行器拉平航迹(116)将所述飞行器(102)从在所述拉平进入高度(112)的预拉平飞行路径(110)上的位置转移到在所述触地位置(108)的所述拉平命令路径(202)；

接收与当前飞行器飞行路径关联的当前飞行器飞行参数；以及

提供将所述当前飞行器飞行路径与所述飞行器拉平航迹(116)对准的飞行指挥仪命令(312)。

11. 根据权利要求10所述的系统，其中所述拉平命令路径(202)的所述计算进一步包括与所述跑道关联的长度。

12. 根据权利要求10或11所述的系统，其中所述程序模块(302)源自所述存储器(808)，在所述处理器(802)中执行，并且在由所述处理器(802)执行时导致所述处理器(802)：

确定与所述飞行指挥仪命令(312)关联的请求俯仰姿态是否在已确定俯仰姿态范围(408)外；以及

如果所述俯仰姿态在所述已确定俯仰姿态范围 (408) 外,则调整所述飞行指挥仪命令 (302) 以使所述请求俯仰姿态在所述已确定俯仰姿态范围 (408) 内。

13. 根据权利要求10或11所述的系统,其中所述程序模块 (302) 源自所述存储器 (808), 在所述处理器 (802) 中执行,并且在由所述处理器 (802) 执行时进一步导致所述处理器 (802):

确定与所述飞行指挥仪命令 (302) 关联的请求飞行路径角 (410) 是否请求所述飞行器 (102) 的正爬升率;以及

如果所述请求飞行路径角 (410) 请求所述正爬升率,则调整所述飞行指挥仪命令 (302) 以使所述请求飞行路径角 (410) 不请求所述正爬升率。

14. 根据权利要求10或11所述的系统,其中所述程序模块 (302) 导致所述处理器 (802) 提供将所述当前飞行器飞行路径与所述飞行器拉平航迹 (116) 对准的所述飞行指挥仪命令 (302) 包括导致所述处理器 (802):

接收速率命令偏移和位置命令偏移 (324);

接收与所述拉平命令路径关联的高度命令和高度变化率命令;

接收当前飞行器高度和当前飞行器高度变化率;

将所述当前飞行器高度和所述高度命令相加从而得到高度跟踪误差 (608);

将所述当前飞行器高度变化率和所述高度变化率命令相加从而得到高度变化率跟踪误差 (610);

将所述高度跟踪误差 (608) 和所述位置命令偏移 (324) 相加从而得到高度误差 (612);

将所述高度变化率跟踪误差 (610) 和所述速率命令偏移相加从而得到高度变化率误差 (614);

将所述高度误差 (612) 和所述高度变化率误差 (614) 组合从而得到俯仰姿态或飞行路径向量命令 (616);以及

将所述俯仰姿态或飞行路径向量命令 (616) 和当前飞行器俯仰姿态或飞行路径向量 (618) 相加,从而得到所述飞行指挥仪命令 (312),以将所述当前飞行器飞行路径与所述飞行器拉平航迹 (116) 对准,所述飞行指挥仪命令 (312) 表示飞行器航迹的改变。

15. 一种包括计算机可执行指令的计算机可读存储介质,所述计算机可执行指令在由计算机执行时致使所述计算机执行权利要求1-9中任意一项所述的方法。

飞行指挥仪拉平引导

技术领域

[0001] 本申请涉及飞行指挥仪拉平引导。

背景技术

[0002] 固定翼飞行器飞行员通常努力在非常低的下沉速率使飞行器着陆。这样做可以减少飞行器上的磨损、降低维护成本、提高乘客舒适和满意度,并且一般提高安全性。为在着陆期间降低飞行器的下沉速率,飞行员通常在触地前执行拉平操纵。在拉平操纵期间飞行器上仰,使下沉速率刚好在主起落架接触跑道前降低到可接受水平。

[0003] 然而,不适当执行拉平操纵经常导致比希望触地区更远离跑道的着陆。过于远离跑道的着陆可能要求增加的刹车和反推装置使用,提高维护和修理成本。另外,因为飞行器在没有为安全停止余留的足够跑道距离的情况下触地,所以通常每年发生若干次冲出跑道。这些冲出跑道有时导致物理损伤与对飞行器和机场财产的损害。

[0004] 在此做出的公开是关于这些考虑和其他考虑。

发明内容

[0005] 应认识到提供本发明内容从而以简化形式介绍在详细描述中在下面进一步描述的概念选择。本发明内容不意图用于限制所要求保护主题的范围。

[0006] 在此描述用于在飞行器的拉平操纵期间提供引导的方法、系统和计算机可读介质。根据在此呈现的实施例,可以确定到跑道的预拉平飞行路径并且计算沿预拉平路径的拉平进入高度。可以计算包括在希望触地位置与跑道交叉的线性路径的拉平命令路径。拉平命令路径可以具有与在希望触地位置的飞行器的希望下降速率关联的斜率。拉平命令路径计算可以包括推断的飞行器飞行路径和跑道的交点、希望触地位置和希望下降速率。可以计算希望的飞行器拉平航迹,其将飞行器从在拉平进入高度的预拉平飞行路径上的位置转移到在希望触地位置的拉平命令路径。可以接收当前飞行器飞行参数,并且提供将当前飞行器飞行参数与希望飞行器拉平航迹对准的飞行指挥仪命令。

[0007] 进一步地,本公开内容包括根据以下条款的实施例:

[0008] 条款1.一种用于在飞行器的拉平操纵期间提供引导的计算机实施的方法,该方法包括:

[0009] 确定到跑道的预拉平飞行路径;

[0010] 计算沿预拉平路径的拉平进入高度;

[0011] 计算拉平命令路径,拉平命令路径包括在希望触地位置与跑道交叉的线性路径,并具有与在希望触地位置的希望下降速率关联的斜率,该计算包括:

[0012] 推断的飞行器飞行路径和跑道的交点,

[0013] 希望触地位置,以及

[0014] 在触地时的希望下降速率;

[0015] 计算飞行器拉平航迹,飞行器拉平航迹将飞行器从在拉平进入高度的预拉平飞行

路径上的位置转移到在触地位置的拉平命令路径；

[0016] 接收与当前飞行器飞行路径关联的当前飞行器飞行参数；以及

[0017] 提供将当前飞行器飞行路径与飞行器拉平航迹对准的飞行指挥仪命令。

[0018] 条款2. 条款1的方法，进一步包括在指示与拉平操纵关联的俯仰率的拉平模式激活之前提供预拉平飞行指挥仪命令。

[0019] 条款3. 条款2的方法，其中预拉平飞行指挥仪命令在驾驶舱显示器上提供一个或多个预拉平符号，预拉平符号在与和拉平操纵关联的俯仰率对应的速率移动。

[0020] 条款4. 条款1的方法，其中拉平命令路径的计算进一步包括与跑道关联的长度。

[0021] 条款5. 条款1的方法，其中飞行器拉平航迹包括基本曲线的飞行路径。

[0022] 条款6. 条款1的方法，其中拉平命令路径包括在跑道下面延伸的长度，以使拉平命令路径表示在希望触地位置前的正高度以及在希望触地位置后的负高度。

[0023] 条款7. 条款1的方法，进一步包括：

[0024] 确定与飞行指挥仪命令关联的请求俯仰姿态是否在已确定俯仰姿态范围外；以及

[0025] 如果俯仰姿态在已确定俯仰姿态范围外，则调整飞行指挥仪命令以使请求俯仰姿态在已确定俯仰姿态范围内。

[0026] 条款8. 条款1的方法，进一步包括：

[0027] 确定与飞行指挥仪命令关联的所请求的飞行路径角是否请求飞行器的正爬升率；以及

[0028] 如果所请求的飞行路径角请求正爬升率，则调整飞行指挥仪命令以使所请求的飞行路径角不请求正爬升率。

[0029] 条款9. 条款1的方法，其中提供将当前飞行器飞行路径与飞行器拉平航迹对准的飞行指挥仪命令包括：

[0030] 接收速率命令偏移和位置命令偏移；

[0031] 接收与拉平命令路径关联的高度命令和高度变化率命令；

[0032] 接收当前飞行器高度和当前飞行器高度变化率；

[0033] 将当前飞行器高度和高度命令相加从而高度跟踪误差；

[0034] 将当前飞行器高度变化率和高度变化率命令相加从而高度变化率跟踪误差；

[0035] 将高度跟踪误差和位置命令偏移相加从而高度误差；

[0036] 将速率跟踪误差和速率命令偏移相加从而高度变化率误差；

[0037] 将高度误差和高度变化率误差组合从而俯仰姿态或飞行路径向量命令；以及

[0038] 将俯仰姿态或飞行路径向量命令和当前飞行器俯仰姿态或飞行路径向量相加从而飞行指挥仪命令，以将当前飞行器飞行路径与飞行器拉平航迹对准，该飞行指挥仪命令表示飞行器航迹的改变。

[0039] 条款10. 一种包括计算机可执行指令的计算机可读存储介质，计算机可执行指令在由计算机执行时导致该计算机：

[0040] 为飞行器确定到跑道的预拉平飞行路径；

[0041] 计算沿预拉平路径的拉平进入高度；

[0042] 计算拉平命令路径，拉平命令路径包括在希望触地位置与跑道交叉的线性路径，并具有与在希望触地位置的希望高度变化率关联的斜率，该计算包括：

- [0043] 所推断的飞行器飞行路径和跑道的交点，
- [0044] 希望触地位置，以及
- [0045] 在触地时的希望高度变化率；
- [0046] 计算飞行器拉平航迹，飞行器拉平航迹将飞行器从在拉平进入高度的预拉平飞行路径上的位置转移到在触地位置的拉平命令路径；
- [0047] 接收与当前飞行器飞行路径关联的当前飞行器飞行参数；以及
- [0048] 提供将当前飞行器飞行路径与飞行器拉平航迹对准的飞行指挥仪命令。
- [0049] 条款11. 条款10的计算机可读存储介质，其中拉平命令路径的计算进一步包括与跑道关联的长度。
- [0050] 条款12. 条款10的计算机可读存储介质，其中拉平命令路径包括在跑道下面延伸的长度，以使拉平命令路径表示在希望触地位置前的正高度以及在希望触地位置后的负高度。
- [0051] 条款13. 条款10的计算机可读存储介质，包括进一步的计算机可执行指令，该计算机可执行指令在由计算机执行时导致计算机：
- [0052] 确定与飞行指挥仪命令关联的所请求的俯仰姿态是否在已确定俯仰姿态范围外；以及
- [0053] 如果俯仰姿态在已确定俯仰姿态范围外，则调整飞行指挥仪命令以使所请求的俯仰姿态在已确定俯仰姿态范围内。
- [0054] 条款14. 条款10的计算机可读存储介质，包括进一步的计算机可执行指令，该计算机可执行指令在由计算机执行时导致计算机：
- [0055] 确定与飞行指挥仪命令关联的所请求的飞行路径角是否请求飞行器的正爬升率；以及
- [0056] 如果所请求的飞行路径角请求正爬升率，则调整飞行指挥仪命令以使所请求的飞行路径角不请求正爬升率。
- [0057] 条款15. 条款10的计算机可读存储介质，其中导致计算机提供将当前飞行器飞行路径与飞行器拉平航迹对准的飞行指挥仪命令包括导致计算机：
- [0058] 接收速率命令偏移和位置命令偏移；
- [0059] 接收与拉平命令路径关联的高度命令和高度变化率命令；
- [0060] 接收当前飞行器高度和当前飞行器高度变化率；
- [0061] 将当前飞行器高度和高度命令相加从而得到高度跟踪误差；
- [0062] 将当前飞行器高度变化率和高度变化率命令相加从而得到高度变化率跟踪误差；
- [0063] 将高度跟踪误差和位置命令偏移相加从而得到高度误差；
- [0064] 将高度变化率跟踪误差和速率命令偏移相加从而得到高度变化率误差；
- [0065] 将高度误差和高度变化率误差组合从而得到俯仰姿态或飞行路径向量命令；以及
- [0066] 将俯仰姿态或飞行路径向量命令和当前飞行器俯仰姿态或飞行路径向量相加从而得到飞行指挥仪命令，以将当前飞行器飞行路径与飞行器拉平航迹对准，该飞行指挥仪命令表示飞行器航迹的改变。
- [0067] 条款16. 一种用于在飞行器的拉平操纵期间提供引导的系统，该系统包括：
- [0068] 处理器；

- [0069] 通信耦合到处理器的存储器,;以及
- [0070] 源自存储器的程序模块,其在处理器中执行,并且在由处理器执行时导致处理器:
- [0071] 为飞行器确定到跑道的预拉平飞行路径;
- [0072] 计算沿预拉平路径的拉平进入高度;
- [0073] 计算拉平命令路径,其包括在希望触地位置与跑道交叉的线性路径,并具有与在希望触地位置的希望高度变化率关联的斜率,该计算包括:
- [0074] 所推断的飞行器飞行路径和跑道的交点,
- [0075] 希望触地位置,以及
- [0076] 在触地时的希望高度变化率;
- [0077] 计算飞行器拉平航迹,其将飞行器从在拉平进入高度的预拉平飞行路径上的位置转移到在触地位置的拉平命令路径;
- [0078] 接收与当前飞行器飞行路径关联的当前飞行器飞行参数;以及
- [0079] 提供将当前飞行器飞行路径与飞行器拉平航迹对准的飞行指挥仪命令。
- [0080] 条款17.条款16的系统,其中拉平命令路径的计算进一步包括与跑道关联的长度。
- [0081] 条款18.条款16的系统,其中程序模块源自存储器,在处理器中执行,并且在由处理器执行时进一步导致处理器:
- [0082] 确定与飞行指挥仪命令关联的所请求的俯仰姿态是否在已确定俯仰姿态范围外;以及
- [0083] 如果俯仰姿态在已确定俯仰姿态范围外,则调整飞行指挥仪命令以使所请求的俯仰姿态在已确定俯仰姿态范围内。
- [0084] 条款19.条款16的系统,其中程序模块源自存储器,在处理器中执行,并且在由处理器执行时进一步导致处理器:
- [0085] 确定与飞行指挥仪命令关联的所请求的飞行路径角是否请求飞行器的正爬升率;以及
- [0086] 如果所请求的飞行路径角请求正爬升率,则调整飞行指挥仪命令以使所请求的飞行路径角不请求正爬升率。
- [0087] 条款20.条款16的系统,其中程序模块导致处理器提供将当前飞行器飞行路径与飞行器拉平航迹对准的飞行指挥仪命令包括导致处理器:
- [0088] 接收速率命令偏移和位置命令偏移;
- [0089] 接收与拉平命令路径关联的高度命令和高度变化率命令;
- [0090] 接收当前飞行器高度和当前飞行器高度变化率;
- [0091] 将当前飞行器高度和高度命令相加从而得到高度跟踪误差;
- [0092] 将当前飞行器下降速率和高度变化率命令相加从而得到高度变化率跟踪误差;
- [0093] 将高度跟踪误差和位置命令偏移相加从而得到高度误差;
- [0094] 将高度变化率跟踪误差和速率命令偏移相加从而得到高度变化率误差;
- [0095] 将高度误差和高度变化率误差组合从而得到俯仰姿态或飞行路径向量命令;以及
- [0096] 将俯仰姿态或飞行路径向量命令和当前飞行器俯仰姿态或飞行路径向量相加从而得到飞行指挥仪命令,以将当前飞行器飞行路径与飞行器拉平航迹对准,该飞行指挥仪命令表示飞行器航迹的改变。

[0097] 本发明的有益效果是,本发明的实施例公开了用于在着陆操作期间提供拉平操纵引导给飞行指挥仪的方法、系统和计算机可读介质。本发明的实施例可根据关联飞行器在其上正在着陆的跑道的特性,向飞行员适当提供可信赖且准确的拉平操纵。

[0098] 在此讨论的特征、功能和优点可以在本公开内容的各种实施例中独立实现,或可以在进一步细节参考以下描述和附图可见的其他实施例中组合实现。

附图说明

[0099] 图1是着陆图,其根据在此展示的实施例图解飞行器到拉平进入高度并从拉平进入高度到跑道上触地位置的飞行路径;

[0100] 图2是扩展着陆图,其根据在此展示的实施例图解用来确定从拉平进入高度到希望触地位置的飞行器拉平航迹的图1着陆图的另外方面;

[0101] 图3是根据在此展示的实施例图解拉平引导系统的各种部件和对应输出的框图;

[0102] 图4是根据在此展示的实施例图解拉平引导系统的误差限制方面的飞行器触地图;

[0103] 图5是根据在此展示的实施例图解通过拉平引导系统的数据流的框图;

[0104] 图6是根据在此展示的实施例图解通过组合器的数据流的框图;

[0105] 图7是根据在此展示的实施例图解用于提供拉平操纵引导的方法的流程图;以及

[0106] 图8是示出用于能够实施在此展示的实施例的各方面的计算系统的图解计算机硬件和软件架构的框图。

具体实施方式

[0107] 以下详细描述针对用于向飞行员提供引导以在飞行器着陆期间执行拉平操纵的方法、系统、计算机可读介质和其他合适技术。常规拉平引导系统不可以根据关联飞行器在其上正在着陆的跑道的特性,向飞行员适当提供可信赖且准确的拉平操纵。常规拉平引导系统中的这些缺陷经常导致失去飞行员的信任和不使用该系统,以及在飞行器刹车和反推系统上提供额外磨损的长距离着陆,并且在极端情况下可以导致飞行器冲出跑道末端。

[0108] 根据在此描述的概念和技术,拉平引导系统利用着陆飞行器当前飞行参数,结合飞行器在其上正在着陆的跑道的特性,在着陆操作期间确定并提供拉平操纵引导给飞行指挥仪或其他引导系统以便向飞行员显示。大多数常规商业飞行器具有能够使飞行器沿预定或预规划飞行路线自主飞行,或能够在飞行期间向飞行员提供引导和反馈以便帮助飞行员维持希望路线的各种自动驾驶仪和其他航空电子系统。

[0109] 例如,如贯穿本讨论提到的“飞行指挥仪”可以包括由飞行计算机和对应软件在飞行器显示器上生成的一个或更多个图标或表示。为本讨论的目的,飞行指挥仪可以指代为飞行员显示的实际表示,或可以更一般指代为飞行员生成表示的飞行计算机或软件。根据一个实施,飞行指挥仪可以包括分别表示俯仰和滚转姿态的水平和垂直线。水平和垂直线的移动可以向飞行员指示需要俯仰或滚转校正以便维持或返回预规划飞行路径。另外或可替换地,飞行指挥仪可以在飞行器显示器上提供同心圆。外圆可以表示测量或估计的飞行器性能参数例如飞行器路径角或俯仰和滚转姿态,而内圆根据飞行员应该采取以将实际飞行器性能与希望飞行器性能匹配的校正在任何或全部方向上移位。通过校正适当飞行参数

从而将内圆维持在外圆内,飞行员可以保证遵循希望的飞行路径。

[0110] 用作飞行指挥仪命令从而贯穿拉平操纵引导飞行员的特定图标或表示与本公开无关。相反,任何类型的飞行指挥仪命令可以在本公开内容的范围内利用,只要飞行指挥仪向飞行员提供引导,以便使飞行器在从用于激活拉平模式并启动拉平操纵的计算高度到跑道上希望触地区内触地位置的空间中飞行通过确定的路径。

[0111] 飞行指挥仪可以在对应于当前飞行阶段的任何数目模式中设定。在每个飞行阶段和对应飞行指挥仪模式期间,飞行指挥仪可以使用变化的输入向飞行员提供适当输出和引导。例如,如在下面关于各种实施例更详细描述,飞行指挥仪可以在进场模式中起作用,其中飞行指挥仪引导飞行员使飞行器沿从巡航高度降至跑道上预定高度的预拉平飞行路径飞行。在跑道上预定高度,飞行指挥仪可以切换到拉平模式以贯穿拉平操纵引导飞行员,该拉平操纵确保飞行器在低下沉速率在跑道上的希望位置触地。

[0112] 在以下详细描述中,参考此形成特定实施例或例子的一部分并作为图解示出特定实施例或例子的附图。在参考附图时,相似数字贯穿若干附图代表相似元素。图1是根据在此展示的本公开内容示出在跑道104上着陆的飞行器102的侧视图的着陆图100。该着陆图100用来大体描述着陆过程和对应的拉平操纵。向飞行员提供贯穿该过程并特定关于拉平操纵的引导的拉平引导系统在下面更详细描述。

[0113] 如在图1中所见,飞行器102的飞行员正在对准跑道104上的希望触地区106作为飞行器轮子首先接触跑道104表面的希望触地位置108。希望触地区106的精确大小和位置可以根据任何数目和类型的因素变化。例子因素包括但不限于跑道104的长度;飞行器102的重量、着陆速度和刹车/反推能力;环境状况例如高度、温度和天气、飞行员偏好及其任何组合。

[0114] 为在希望触地区106内着陆,飞行员将飞行器102沿到跑道104的预拉平飞行路径110飞行。飞行员可以利用飞行指挥仪提供引导以维持适当地速、下沉速率、高度114,以及将飞行器102保持在到跑道104的预拉平飞行路径110上的航向。在拉平进入高度112,飞行指挥仪启动拉平操纵并贯穿拉平引导飞行员直到在希望触地位置108着陆。如在着陆图100中所见,飞行器拉平航迹116是曲线,将预拉平飞行路径110的基本向下航迹基本拉平从而提供在跑道104上的柔和触地。

[0115] 转到图2,扩展着陆图200示出如上面关于图1描述的相同预拉平飞行路径110、拉平进入高度112、飞行器拉平航迹116和希望触地位置108。然而,图2的扩展着陆图200另外图解穿过空间的一些计算路径,如示出的,计算路径由拉平引导系统用来提供飞行指挥仪命令,这些飞行指挥仪命令导致飞行器102经飞行器拉平航迹116操纵到希望触地位置108。

[0116] 特定地,扩展着陆图200示出拉平命令路径202。如关于拉平引导系统的各种部件和过程在下面讨论中将变得清楚的,拉平命令路径202是穿过空间的线性路径,该空间被定义为跑道104上方高度114对跑道纵向距离。使用所推断的飞行路径跑道交点210和希望触地区106相对于交点的位置,拉平命令路径202被构建为在用于给定进场的希望触地区106内与跑道104交叉。给定在拉平进入高度112发生的拉平模式进入时飞行器102的地速,计算拉平命令路径202的斜率以提供在触地时的希望下沉速率。

[0117] 一般地,在此描述的拉平引导系统会确定拉平命令路径202、确定拉平进入高度112,并贯穿拉平操纵平稳引导飞行员,从而将飞行器102从拉平进入高度112沿飞行器拉平

航迹116导引到拉平命令路径202。飞行器拉平航迹116是穿过空间的命令路径,穿过该空间,飞行器102从与在拉平进入高度112的预拉平飞行路径110关联的较高下沉速率或高度变化率转移到较低下沉速率,该较低下沉速率适合于在希望触地区106内的希望触地位置108触地。尽管常规拉平引导系统向飞行员提供一些引导用于执行拉平操纵,但这些常规系统不在空间中为飞行器102定义路径,并且提供对应引导从而在穿过从拉平进入到触地的空间的该定义路径中维持飞行。通过在空间中提供该命令路径,在此描述的概念和技术提供受控制着陆距离与在希望触地区106内的准确触地。

[0118] 根据各种实施例,如果没有拉平操纵发生,则拉平命令路径202与跑道104的交点是添加到所推断的飞行路径跑道交点210的某个距离。该策略导致拉平命令从源自进场模式的任何跟踪误差分离。相反,常规拉平引导系统在确定引导命令时不包括距离误差项。因为在此描述的飞行指挥仪命令是下沉速率和到希望触地区的沿航向距离的函数,所以导致的拉平操纵非常一致,无关于在哪个进场模式飞行和机组人员怎样紧密跟踪进场引导。该特征也允许即使飞行指挥仪没有参与进场,仍提供拉平引导。根据一个实施例,当飞行器102处在用于手动飞行的任何进场的拉平进入高度112或接近该拉平进入高度112时,拉平引导飞行指挥仪可以弹出或以其他方式变得可见。

[0119] 应认识到根据可替换实施例,可以利用进场路径(未示出)与地面的交点,而不是所推断的飞行路径跑道交点210来定义拉平命令路径202。该实施例可以是跑道非常短并且希望着陆区106受严格约束的飞行表演着陆所希望的。然而,导致的拉平操纵可以根据在拉平模式进入前飞行员跟踪进场引导的精度变化。

[0120] 如在扩展着陆图200中示出的,在相对于跑道104表面的拉平命令路径202末端的高度114可以在跑道交点后为负。该负高度表明在希望触地位置108后的飞行器102的希望航迹在跑道104下面。在为飞行指挥仪开发最终拉平命令时,负拉平命令路径确保飞行指挥仪将继续指示如果飞行员漂浮经过希望触地位置108,则飞行器102要下降从而完成着陆操纵。如果不允许拉平命令路径202变为负,则拉平命令可以被满足并且可以命令比希望的着陆长。借助允许变为负的拉平命令路径202,即使飞行员漂浮经过希望触地位置108,拉平命令仍将被确保要求下降,因此帮助将经过希望触地位置108的负面效果最小化。

[0121] 图3是根据在此的本公开内容示出拉平引导系统300的数个部件302与部件302中每个的输出304的框图。应理解图3是拉平引导系统300的部件302与关联部件302的输出304的一般化表示。部件302将被描述为“模块”,其为公开的目的可以包括硬件、软件或其组合。本公开内容在此不限于这些特别类型或数量的部件302。在图3中示出的部件302可以不象所示出的那样相互独立,而是可以被组合或进一步划分从而提供相关输出304。例如,拉平引导系统300可以包括单个计算机处理器和计算机可读指令,计算机可读指令在由处理器执行时利用各种输入从而提供在图3中示出并在此描述的输出304的全部或一部分。通过按照在图3中示出的各种模块描述拉平引导系统300,可以更好理解由拉平引导系统300针对提供飞行导引仪命令用于贯穿拉平操纵引导飞行员做出的决定。如在下面关于图5描述的,源自一些部件302的输出304可以在各种组合中用作到其他部件302的输入。在各种部件302和对应输出304之间的关系在下面关于图5详细描述。

[0122] 观察图3,拉平引导系统300可以包括拉平启动高度模块306。根据各种实施例,拉平启动高度模块306确定拉平进入高度112,该拉平进入高度112是拉平模式将占用的高度

114。如在此讨论的，拉平模式表示拉平引导系统300的模式，该模式向飞行员提供误差校正和飞行引导，以便使飞行器102沿飞行器拉平航迹116飞行到希望触地区106。拉平模式可以遵循由飞行员用来将飞行器从巡航或其他飞行阶段飞行到用于着陆的跑道104的进场引导模式。拉平进入高度112可以根据数个因素变化。这些因素可以包括但不限于襟翼设定、空速、下降速率、环境温度、机场高度、希望触地区106、跑道长度、跑道斜率或可以影响拉平剖面的任何其他特性。

[0123] 预拉平飞行指挥仪模块310可以确定预拉平飞行指挥仪命令312，该命令在拉平模式激活前在针对飞行员的显示器上驱动一个或更多个预拉平符号。根据各种实施例，这些预拉平符号可以以一速率移动，该速率与在拉平启动时所需要的俯仰率对应。由飞行指挥仪在拉平启动时命令的俯仰率可以是数个因素的函数，这些因素包括但不限于襟翼设定、空速、下降速率、跑道斜率或可以影响拉平剖面的其他特性。通过提供拉平模式激活前拉平操纵的俯仰率的指示，可以增强飞行员跟踪拉平模式飞行指挥仪命令的能力。预拉平飞行指挥仪模块310可以在拉平进入高度112上方的预定高度提供预拉平飞行指挥仪命令312，该拉平进入高度112可以取决于飞行器102的飞行参数，例如地速、下降速率或其他飞行参数。可替换地或另外，用于提供预拉平飞行指挥仪命令312的预定高度可以根据公司或飞行员偏好来预设。

[0124] 拉平引导系统300的另一部件302可以包括控制操作的飞行指挥仪模式的模式逻辑模块314。模式逻辑模块314可以监视飞行参数例如飞行器102的无线电高度，并将其与拉平进入高度112比较。根据一个实施例，在与拉平进入高度112比较之前，可以为飞行器机身高度或无线电高度天线布置校正无线电高度，或无线电高度可以经受惯性平稳化。当导致的已处理无线电高度等于或小于计算的拉平启动高度时，模式逻辑模块314提供启动拉平模式激活的拉平模式进入触发器316。拉平模式进入触发器316可以包括触发拉平引导系统300的其他部件302来执行额外操作的数据或信号。一个例子包括触发模式选择模块338从而提供拉平模式命令340，该拉平模式命令340将驾驶舱显示器342从显示进场模式飞行指挥仪转到显示与拉平模式对应的飞行指挥仪344。

[0125] 另外，一接收拉平模式进入触发器316，拉平命令路径模块318就确定拉平命令路径202。如上所述，拉平命令路径202是空间中的线性路径，该路径在希望触地区106内与跑道104交叉时，具有与在希望触地位置108的希望下降速率对应的斜率。在计算拉平命令路径202时使用各种参数，包括但不限于飞行器102在拉平进入高度112的地速、飞行器102在拉平进入高度112的下降速率、跑道长度，以及希望触地区106距所推断的飞行路径跑道交点210的距离。

[0126] 作为例子，飞行器102的地速和下降速率可以用来确定所推断的飞行路径跑道交点210的位置。额外距离被添加到所推断的飞行路径跑道交点210的位置从而确定希望触地位置108。该额外距离可以是恒定的，或可以是其他变量的因子，取决于希望的实施。例如，如果跑道距离短并且希望飞行表演着陆，那么可以减小添加到所推断的飞行路径跑道交点210从而确定希望触地位置108的距离。

[0127] 根据在此描述的实施例，拉平命令处理器模块322在拉平模式一激活就被初始化。根据一个实施例，拉平命令处理器模块322包括具有作为输出304的速率和位置命令偏移324的二阶或更高阶的滤波器。拉平命令处理器模块322提供飞行指挥仪命令，飞行指挥仪

命令提供从在拉平进入高度112的飞行器102的位置到拉平命令路径202的平稳转换。该转换在上面图解并描述为飞行器拉平航迹116。当初始化时,拉平命令处理器模块322产生与在拉平模式进入时的飞行器102的高度和下降速率匹配的速率和位置命令偏移324。速率和位置命令偏移324以产生飞行器拉平航迹116的速率随时间推移减小。速率和位置命令偏移324可以视为拉平命令路径202和飞行器拉平航迹116之间的差。换句话说,通过添加速率和位置命令偏移324到拉平命令路径202来产生飞行器拉平航迹116。

[0128] 拉平引导系统300进一步包括组合器326。组合器326可操作从而生成预限制飞行指挥仪命令328。如在下面关于图6更详细描述,组合器326生成高度和高度变化率误差信号,该两个信号经组合以形成俯仰姿态或飞行路径向量形式的命令。该命令与对应的当前飞行器参数之和产生可以通过限制器模块330受限于限制函数的误差。如在下面进一步详细描述,限制器模块330提供飞行指挥仪误差332,该飞行指挥仪误差332在可能的另外处理例如滤波或增益规划后,可以作为显示命令336由飞行指挥仪命令模块334供应到驾驶舱显示器342。驾驶舱显示器342将显示命令336转换到飞行指挥仪344内,用于贯穿拉平操纵引导飞行员。

[0129] 如先前讨论的,飞行员通常尝试在非常低的下沉速率在跑道104上触地以便为乘客提供柔软、舒适的着陆。图4图解紧接着与跑道104初始接触后在希望触地位置108的飞行器102的位置。在着陆期间的典型拉平操纵期间,飞行员将飞行器102上仰因此飞行器102以降低的下沉速率下沉到跑道104,这使得主起落架402首先落到跑道104上,继之随着飞行器102减速机头起落架404落地。然而,如果飞行器102在触地或接近触地时上仰过高,则飞行器102的尾部406可以撞击跑道104,这导致飞行器102的控制损坏和潜在丢失。相似地,如果飞行器102的俯仰过低,则机头起落架/前起落架404可以在主起落架之前接触跑道104,这可以导致损坏前起落架组件。常规拉平引导系统不考虑并且不提供避免机尾撞击和前起落架首先着陆的引导。

[0130] 根据各种实施例,限制器模块330可以通过在向飞行员提供引导前将命令限制应用到飞行指挥仪命令来防止机尾撞击和前起落架着陆。例如,限制器模块330可以确定允许安全着陆而不撞击尾部406或前起落架404在主起落架402前触地的俯仰姿态范围408。俯仰姿态范围408可以取决于飞行器102和跑道104的特定特性。可替换地,俯仰姿态范围408可以由除限制器模块330之外的一个或更多个部件302确定,或由限制器模块330预编程并访问。限制器模块330然后确保为贯穿拉平操纵引导飞行员而提供的飞行指挥仪误差332不命令飞行员将飞行器102俯仰到俯仰姿态范围408之外的角度。应注意从正交于重力向量414的本地水平面向量412测量俯仰姿态范围408。

[0131] 限制器模块330也可以限制飞行路径角410,从而确保用于贯穿拉平操纵引导飞行员的飞行指挥仪误差332在拉平期间不需要相对于地面的正爬升率。如从本地水平面向量412测量的,飞行路径角410在图4中示为负。负的飞行路径角210指示飞行器102正在下降。根据各种实施例,限制器模块330将不提供会导致请求正的飞行路径角410或要求飞行员爬升的飞行指挥仪误差332。飞行员可能不愿意遵守在拉平操纵期间要求爬升的命令。可以存在状况,例如接近上斜跑道时,其中可以通常请求正的飞行路径角410以便实现希望的下沉速率。然而根据至少一个实施例,限制器模块330将限制飞行指挥仪误差332从而防止正的飞行路径角410并允许稍猛烈的触地。

[0132] 现在转到图5,示出并描述拉平引导系统300的框图500从而图解各种部件302之间关系,以及遍及系统的源自部件302的输出304的流动。作为到拉平引导系统300的输入,传感器套件502可以提供任何类型的当前飞行、环境或飞行器数据作为到拉平引导系统300的传感器套件输出506。传感器套件502可以包括在飞行器102上或飞行器102内安装的任何类型和数量的飞行器和环境传感器。例子传感器套件输出506可以包括但不限于高度114、温度、压力、空速、俯仰姿态、俯仰率、滚转姿态、滚转速率、偏航速率、下降速率、地速与任何其他相关数据。在拉平引导系统300参与前,飞行员可以遵循飞行指挥仪引导从而在进场飞行到跑道104时跟踪定位器或滑翔道。在这样做时,进场模式飞行指挥仪显示命令模块508从传感器套件502接收飞行、飞行器和环境输入,并确定适当误差以指引飞行员通过进场。根据在此描述的实施例,在拉平进入高度112,驾驶舱显示器324从进场模式转换到拉平模式,其中拉平引导系统300贯穿拉平操纵引导飞行员以便沿飞行器拉平航迹116保持飞行器102,并在希望触地区106中执行平稳触地。

[0133] 如上讨论的,拉平引导系统300包括确定拉平模式进入时的拉平进入高度112的拉平启动高度模块306。拉平进入高度112可以根据数个因素变化。这些因素可以包括但不限于源自传感器套件502的各种数据,例如襟翼设定、空速、下降速率、环境温度、现场海拔、高度114,或可以影响拉平剖面的任何其他特性。拉平启动高度模块306向模式逻辑模块314和预拉平飞行指挥仪模块310提供拉平进入高度112。

[0134] 根据一个实施例,预拉平飞行指挥仪模块310可以向驾驶舱显示器342提供预拉平飞行指挥仪命令312,用于显示在与拉平启动时所需的俯仰率对应的速率移动的一个或多个预拉平符号。在切换到拉平模式前,驾驶舱显示器342经配置处在进场模式中时,这些预拉平符号可以在驾驶舱显示器342上显示。应认识到与预拉平符号的运动关联的俯仰率可以取决于高度114、飞行器地速和相对于飞行器102位置的下降速率、相对于希望触地区106的下降速率,或可替换地基于这些因素以及已确定的飞行器拉平航迹116,以使可以使用源自组合器326的输入(没有在图5中表示)。预拉平飞行指挥仪模块310可以在拉平进入高度112上方的预定高度提供预拉平指挥仪命令312,这些命令312可以取决于飞行器102的飞行参数,例如地速、下降速率或其他参数。可替换地或另外,用于提供预拉平指挥仪命令312的预定高度可以根据公司或飞行员偏好来预设。

[0135] 拉平启动高度模块306向模式逻辑模块314另外提供拉平进入高度112。模式逻辑模块314控制操作的飞行指挥仪模式。根据一个实施例,模式逻辑模块314监视源自传感器套件502的飞行参数例如高度114,从而确定何时将飞行指挥仪切换到拉平模式以贯穿拉平操纵引导飞行员。模式逻辑模块314可以监视飞行器102的高度114并将其与拉平进入高度112比较。如先前陈述的,可以针对飞行器机身姿态或无线电高度天线布置校正高度114,或高度114可以在与拉平进入高度112比较之前受到惯性平稳化。

[0136] 当所得到的已处理无线电高度等于或小于计算的拉平进入高度112时,模式逻辑模块314提供启动拉平模式激活的拉平模式进入触发器316。拉平模式进入触发器316在提供拉平模式命令340的模式选择模块338被接收,该拉平模式命令340将驾驶舱显示器342从显示进场模式飞行指挥仪转到显示拉平模式飞行指挥仪344。拉平模式进入触发器316也被发送到拉平命令路径模块318和拉平命令处理器模块322。拉平命令路径模块318利用各种参数确定拉平命令路径202,各种参数包括但不限于飞行器102在拉平进入高度112的地速、

飞行器102在拉平进入高度112的下降速率、跑道长度以及希望触地区106距所推断的飞行路径跑道交点210的距离。

[0137] 一接收拉平模式进入触发器316就初始化拉平命令处理器模块322。如先前讨论的,拉平命令处理器模块322可以包括具有作为输出304的速率和位置命令偏移324的二阶滤波器。速率和位置命令偏移324在组合器326与对应于拉平命令路径202的数据组合,从而产生高度和高度变化率误差信号,该两个信号经组合以形成俯仰姿态或飞行路径向量形式的预限制飞行指挥仪命令328。预限制飞行指挥仪命令328可以被认为是指示飞行器102如何靠近空间中的定义路径或希望的飞行器拉平航迹116的误差。飞行员提供必需飞行输入以校正该误差,从而在拉平操纵期间维持在飞行器拉平航迹116上飞行或返回飞行器拉平航迹116。在下面参考图6进一步详细描述组合器326。

[0138] 源自组合器326的预限制飞行指挥仪命令328在限制器模块330内服从西塔(θ , theta)和伽马(λ , gamma)限制函数,从而产生飞行指挥仪误差332。如上讨论的,如果预限制飞行指挥仪命令328引起在着陆期间导致前起落架或尾部撞击或导致飞行员爬升的指令的飞行指挥仪引导,则飞行指挥仪误差332优先于预限制飞行指挥仪命令328。在以显示命令336的形式由飞行指挥仪命令模块334向驾驶舱显示器342提供前,飞行指挥仪误差332可以受到额外处理例如滤波或增益规划。驾驶舱显示器342然后将显示命令336转换成飞行指挥仪344,用于在拉平操纵期间引导飞行员沿着飞行器拉平航迹116。

[0139] 现在转到图6,更详细描述组合器326。图6示出框图600,其图解源自传感器套件502、拉平命令路径模块318和拉平命令处理器模块322的数据通过组合器326以产生预限制飞行指挥仪命令328的流程和变换,该预限制飞行指挥仪命令328用来产生贯穿拉平操纵的飞行指挥仪引导。应认识到框图600是用来视觉上示出根据各种实施例的组合器326的各种操作的简化图解。在此描述的实施例不限于在图6中示出的部件、输入或输出数据或数据流路径。

[0140] 根据一个实施例,传感器套件502向组合器326供应当前飞行器参数,例如飞行器高度114和飞行器高度变化率606或下降速率。应认识到术语“高度变化率”、“下降速率”和“下沉速率”可以互换用来指示飞行器102在高度114中下降的速率。用来确定拉平命令路径202的拉平命令路径模块318的数据输出可以包括高度命令602和高度变化率命令604。高度命令602和高度变化率命令604与飞行器高度114和飞行器高度变化率606分别相加,从而得到高度跟踪误差608和高度变化率跟踪误差610。这些误差与源自拉平命令处理器模块322的速率和位置命令偏移324相加,从而得到高度误差612和高度变化率误差614。

[0141] 适当增益被应用到高度误差612和高度变化率误差614,并且误差信号被组合从而形成俯仰姿态或飞行路径向量命令616。该命令可以然后与对应的当前飞行参数,例如源自传感器套件502的飞行器俯仰姿态或飞行路径向量618相加,从而产生预限制飞行指挥仪命令328。然后,在向驾驶舱显示器342提供以便显示为用于如上描述贯穿拉平操纵引导飞行员的飞行指挥仪344之前,预限制飞行指挥仪命令328可以服从西塔和伽马限制。

[0142] 现在参考图7,提供关于在此展示的用于提供拉平操纵引导的实施例的另外详情。应认识到在此描述的逻辑操作被实施为(1)在计算系统上运行的一连串计算机实施行为或程序模块和/或(2)计算系统内互连的机器逻辑电路或电路模块。实施是取决于计算系统的性能和其他操作参数的选择事项。因此,在此描述的逻辑操作多样地称为操作、结构装置、

行为或模块。这些操作、结构装置、行为或模块可以在软件中、在固件中、在硬件中、在专用数字电路和其任何组合中实施。也应认识到可以执行比图中示出和在此描述的操作更多或更少的操作。这些操作也可以并行执行或用与在此描述不同的顺序执行。

[0143] 图7示出用于提供拉平操纵引导的例程700。在一些实施例中例程700可以由包括上面关于图3-6描述的模块中的一个或全部的拉平引导系统300执行。例程700在其中预拉平飞行路径110在拉平引导系统300被确定的操作702开始。预拉平飞行路径110可以由进场模式飞行指挥仪显示命令模块508或关联系统确定。在操作704,拉平引导系统300确定沿预拉平飞行路径110的拉平进入高度112,拉平模式在该拉平进入高度112将被激活。该确定可以由拉平启动高度模块306做出。例程700从操作704继续到其中可以向飞行员提供预拉平引导的操作706。如先前描述,根据一个实施例,预拉平飞行指挥仪模块310可以提供导致一个或多个预拉平符号的预拉平飞行指挥仪命令312,预拉平符号在与拉平启动时所需要的俯仰率对应的速率移动。在拉平模式进入前,驾驶舱显示器342经配置在进场模式中的时候显示这些预拉平符号。

[0144] 例程700从操作706继续到操作708,其中紧接着由模式逻辑模块314确定飞行器102到达了拉平进入高度112,拉平模式被激活。模式选择模块338提供将驾驶舱显示器342从进场模式转到拉平模式的拉平模式命令340。在操作710,拉平命令路径模块318计算拉平命令路径202,该拉平命令路径202与速率和位置命令偏移324一起来将飞行器102从拉平进入高度112平稳引导到希望触地区106。

[0145] 路线700从操作710继续到其中拉平引导系统300确定飞行器拉平航迹116的操作712。在确定飞行器拉平航迹116时,拉平命令处理器模块322提供如上面关于图6描述的由组合器326处理的速率和位置命令偏移324,从而到达引导飞行员沿飞行器拉平航迹116的俯仰姿态或飞行路径向量命令616。在操作714,组合器326输出预限制飞行指挥仪命令328,其基于允许飞行器102沿飞行器拉平航迹116维持飞行的当前飞行器俯仰姿态或飞行路径向量618向飞行员提供当前误差校正。在确定预限制飞行指挥仪命令328时包括的是从传感器套件502接收当前飞行器飞行参数,例如飞行器俯仰姿态或飞行路径向量618。

[0146] 路线700从操作714继续到操作716,其中西塔和伽马限制施加到预限制飞行指挥仪命令328从而产生飞行指挥仪误差332。在飞行指挥仪显示命令模块334的任何进一步处理后,在操作718向驾驶舱显示器342提供飞行指挥仪误差332,用于在拉平操纵期间作为飞行指挥仪引导向飞行员显示,并且例程700结束。

[0147] 图8示出说明性的计算机800,其能够执行在此描述的软件元件以提供贯穿拉平操纵的飞行指挥仪引导。计算机800可以在单个计算装置中,或在一个或多个处理单元、存储单元和/或其他计算装置的组合中实施。计算机800包括一个或多个中央处理单元802(“CPU”)、系统存储器808和将存储器耦合到CPU 802的系统总线804,该系统存储器808包括随机存取存储器814(“RAM”)和只读存储器816(“ROM”)。

[0148] CPU 802可以是执行计算机800的操作所必需的算术和逻辑运算的标准可编程处理器。CPU 802可以通过操纵开关元件从一个离散物理状态转到下个状态来执行必需的操作,开关元件区分并改变这些状态。开关元件可以一般包括维持二元状态中的一个的电子电路,例如触发器,以及基于一个或多个其他开关元件的状态的逻辑组合提供输出状态的电子电路,例如逻辑门。这些基础开关元件可以组合从而产生更复杂的逻辑电路,包括寄

存器、加减法器、算术逻辑单元、浮点单元等。

[0149] 计算机800也包括大容量存储装置810。大容量存储装置810可以通过进一步连接到总线804的大容量存储控制器(未示出)连接到CPU802。大容量存储装置810和它的关联计算机可读介质为计算机800提供非易失性非暂时存储。大容量存储装置810可以存储操作系统818与专用模块或其他程序模块,例如在上面关于图3描述的拉平启动高度模块306、预拉平飞行指挥仪模块310、模式逻辑模块314、模式选择模块338、拉平命令路径模块318、拉平命令处理器模块322、组合器326、限制器模块330和飞行指挥仪显示命令模块334。大容量存储装置810也可以存储由各种系统和模块收集或利用的数据,例如与在上面关于图3描述的拉平引导系统300的部件302关联的输出304。

[0150] 通过变换大容量存储装置的物理状态从而反映存储的信息,计算机800可以在大容量存储装置810上存储程序和数据。在本公开内容的不同实施中,物理状态的特定变换可以取决于各种因素。这种因素的例子可以包括但不限于用来实施大容量存储装置810的技术、大容量存储装置是否表征为主或从存储,等等。例如,通过存储控制器发出指令从而更改磁盘驱动器装置内具体位置的磁特性、光存储装置中具体位置的反射或折射特性,或固态存储装置中具体电容器、晶体管或其他分立元件的电气特性,计算机800可以将信息存储到大容量存储装置800。物理介质的其他变换在不背离本描述的范围和精神的情况下是可能的,其中提供的前述例子仅便于本描述。通过检测大容量存储装置内一个或更多个具体位置的物理状态或特性,计算机800可以从大容量存储装置810进一步读取信息。

[0151] 尽管在此含有的计算机可读存储介质的描述涉及大容量存储装置,例如硬盘或CD-ROM驱动器,但本领域技术人员应认识到计算机可读介质可以是可由计算机800访问的任何可用计算机介质。计算机可读介质包括通信介质例如信号,以及计算机可读存储介质。例如并且不限制,计算机可读存储介质包括用于信息例如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据的存储,以任何方法或技术实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除的介质。例如,计算机可读存储介质包括但不限于RAM、ROM、EPROM(可擦除可编程ROM)、EEPROM(电可擦除可编程ROM)、闪存或其他固态存储器技术、CD-ROM、数字通用盘(“DVD”)、HD-DVD、蓝光(BLU-RAY),或其他光存储、磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置,或可以用来以非暂时性方式存储希望信息并可以由计算机800访问的任何其他介质。根据一个实施例,计算机800可以访问存储计算机可执行指令的计算机可读存储介质,该计算机可执行指令在由计算机执行时执行如在上面关于图7描述的用于提供拉平操纵引导的例程700。

[0152] 根据各种实施例,计算机800可以在使用通过网络例如网络820到远程计算机的逻辑连接的联网环境中操作。计算机800可以通过连接到总线804的网络接口单元806连接到网络820。应认识到网络接口单元806也可以用来连接到其他类型的网络和远程计算机系统。计算机800也可以包括输入/输出控制器812,用于向显示装置例如驾驶舱显示器342、计算机监视器、打印机或其他类型输出装置提供输出。输入/输出控制器812可以进一步从装置例如键盘、鼠标、电子笔、触摸屏等接收输入。进一步认识到计算机800可以不包括在图8中示出的元件的全部、可以包括没有在图8中明确示出的其他元件,或可以利用与在图8中示出完全不同的架构。

[0153] 基于前述,应认识到在此提供用于贯穿拉平操纵向飞行员提供飞行指挥仪引导的技术。尽管在此展示的主题以针对计算机结构特征、方法行为和计算机可读介质的语言描

述,但要理解在所附权利要求中定义的公开内容不必限于在此描述的特定特征、行为或介质。相反,特定特征、行为和介质作为实施权利要求的例子形式公开。

[0154] 上述主题仅作为说明提供,并且不应解释为限制。可以对在此描述的主题做出各种修改和改变,而不遵循说明并描述的例子实施例和应用,并且不背离在以下权利要求中阐述的本公开内容的真实精神和范围。

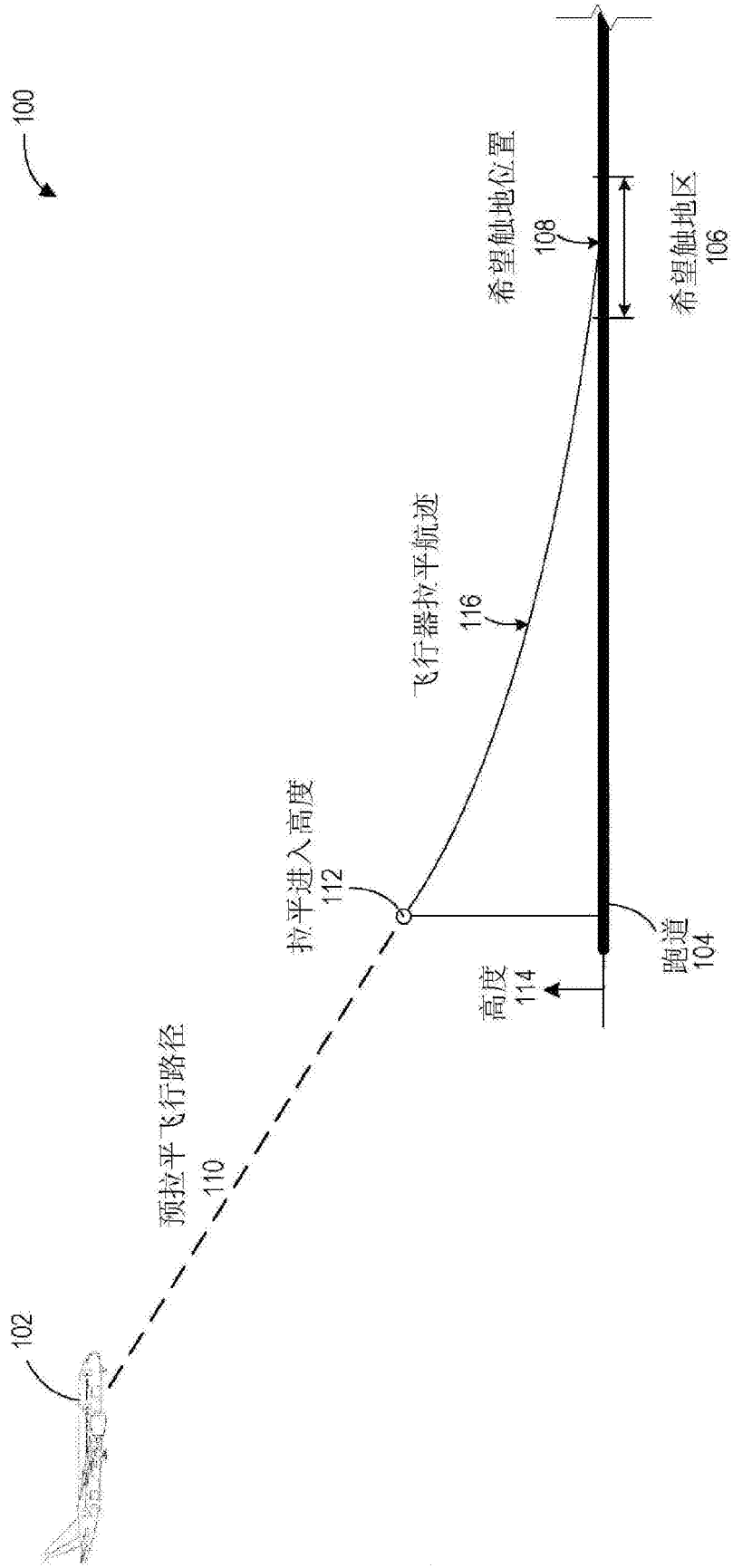


图1

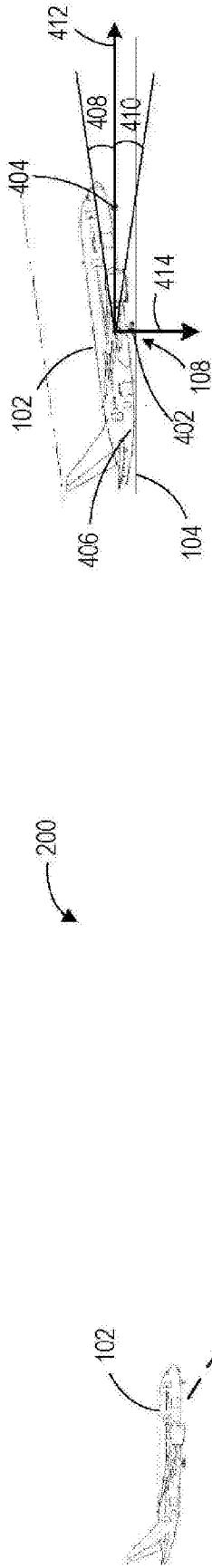


图2

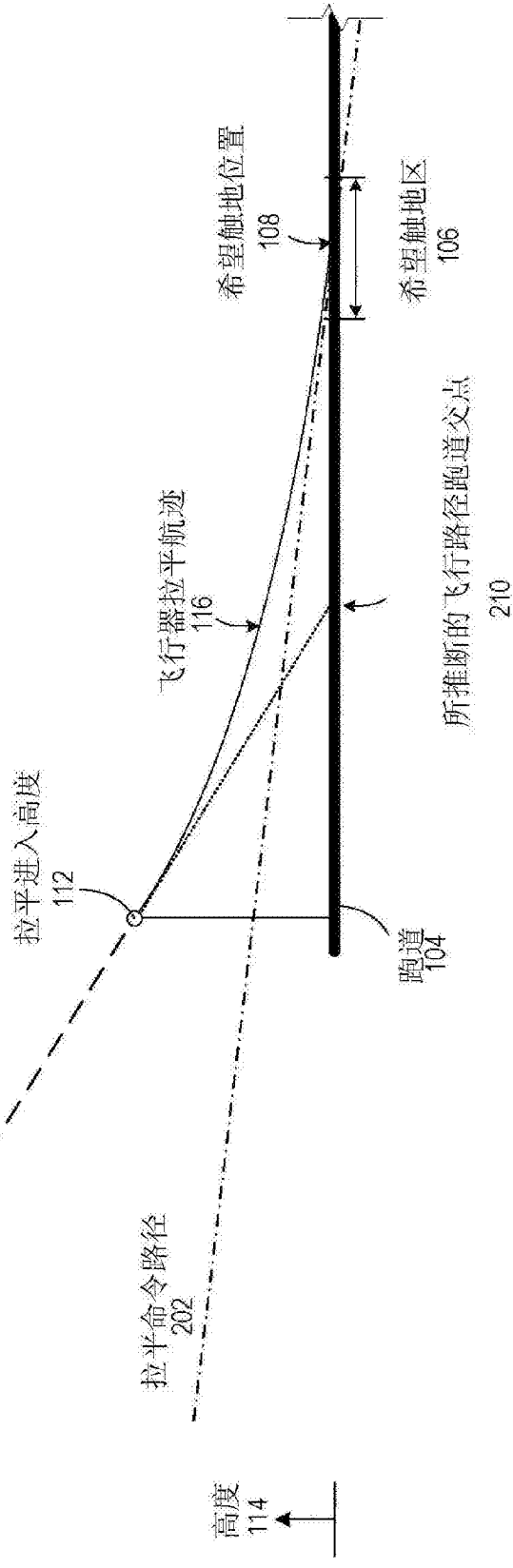


图4

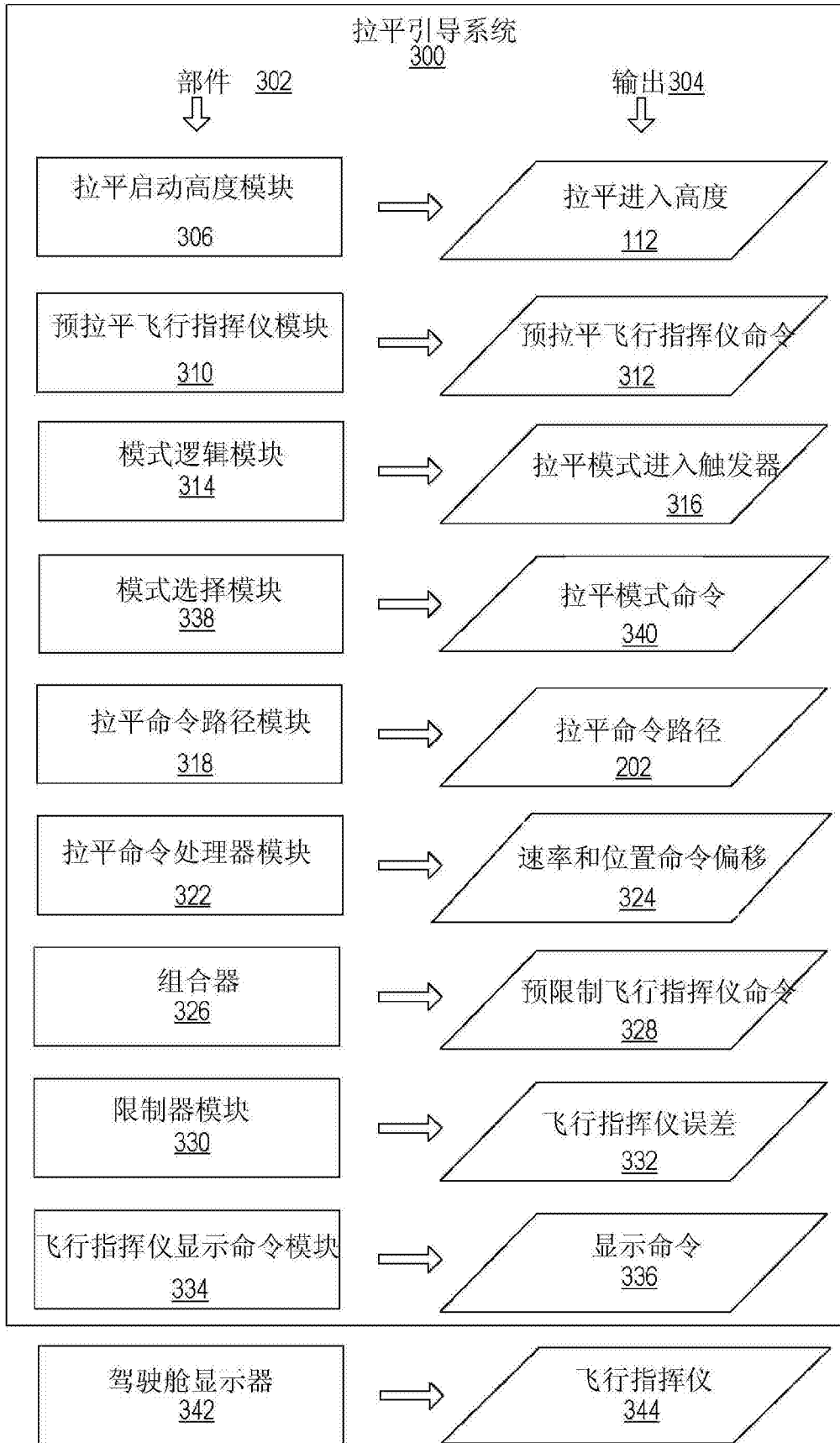


图3

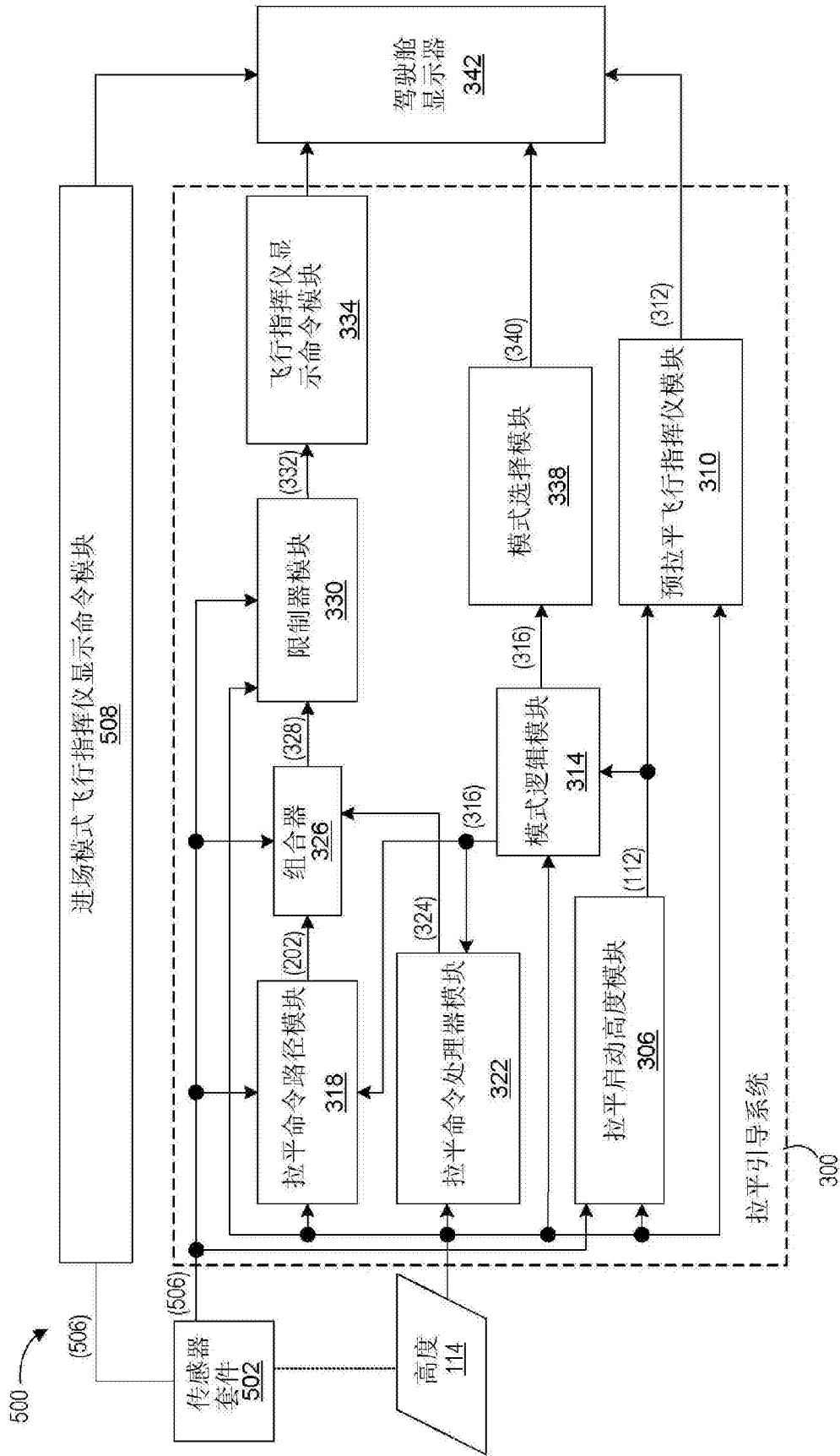


图5

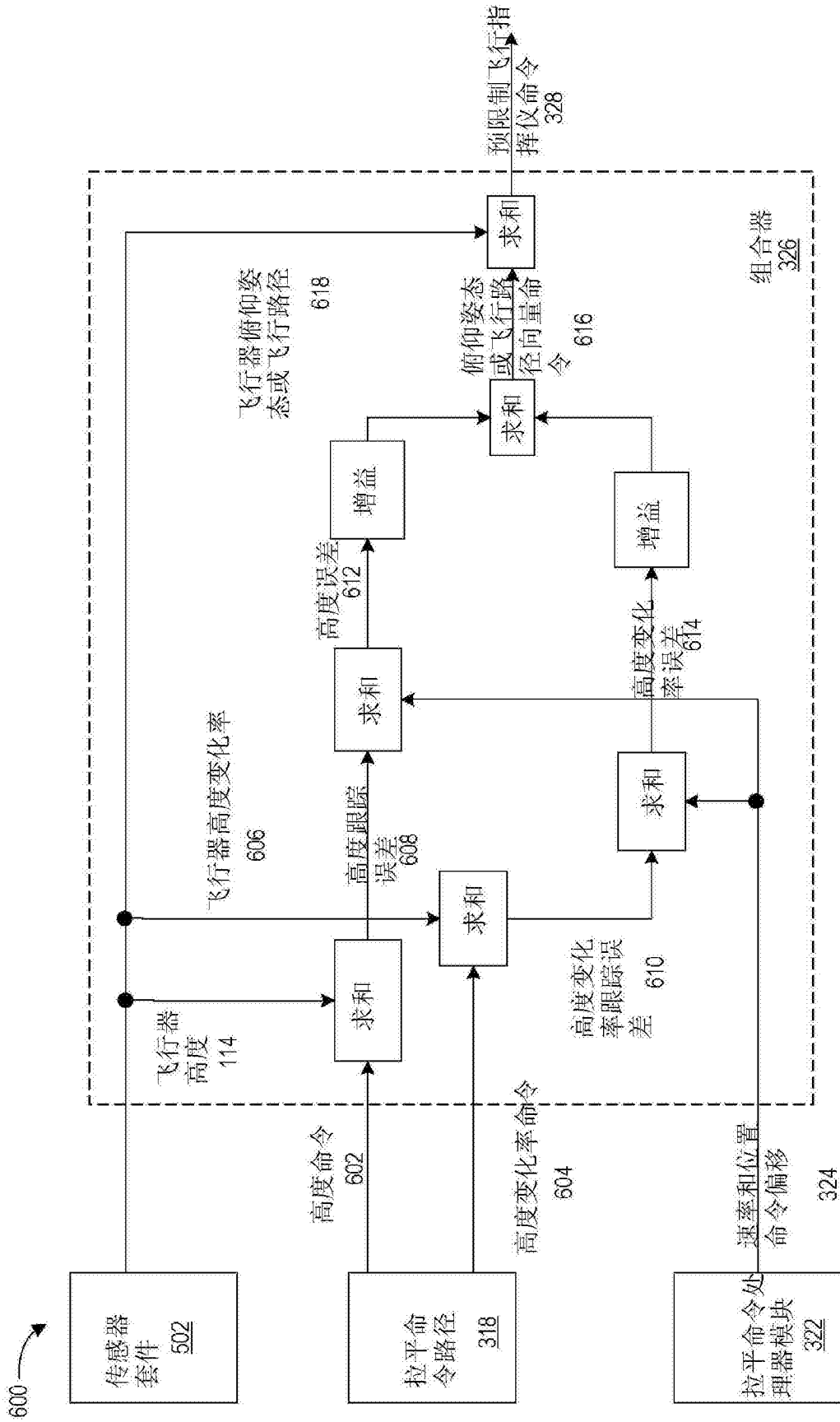


图6

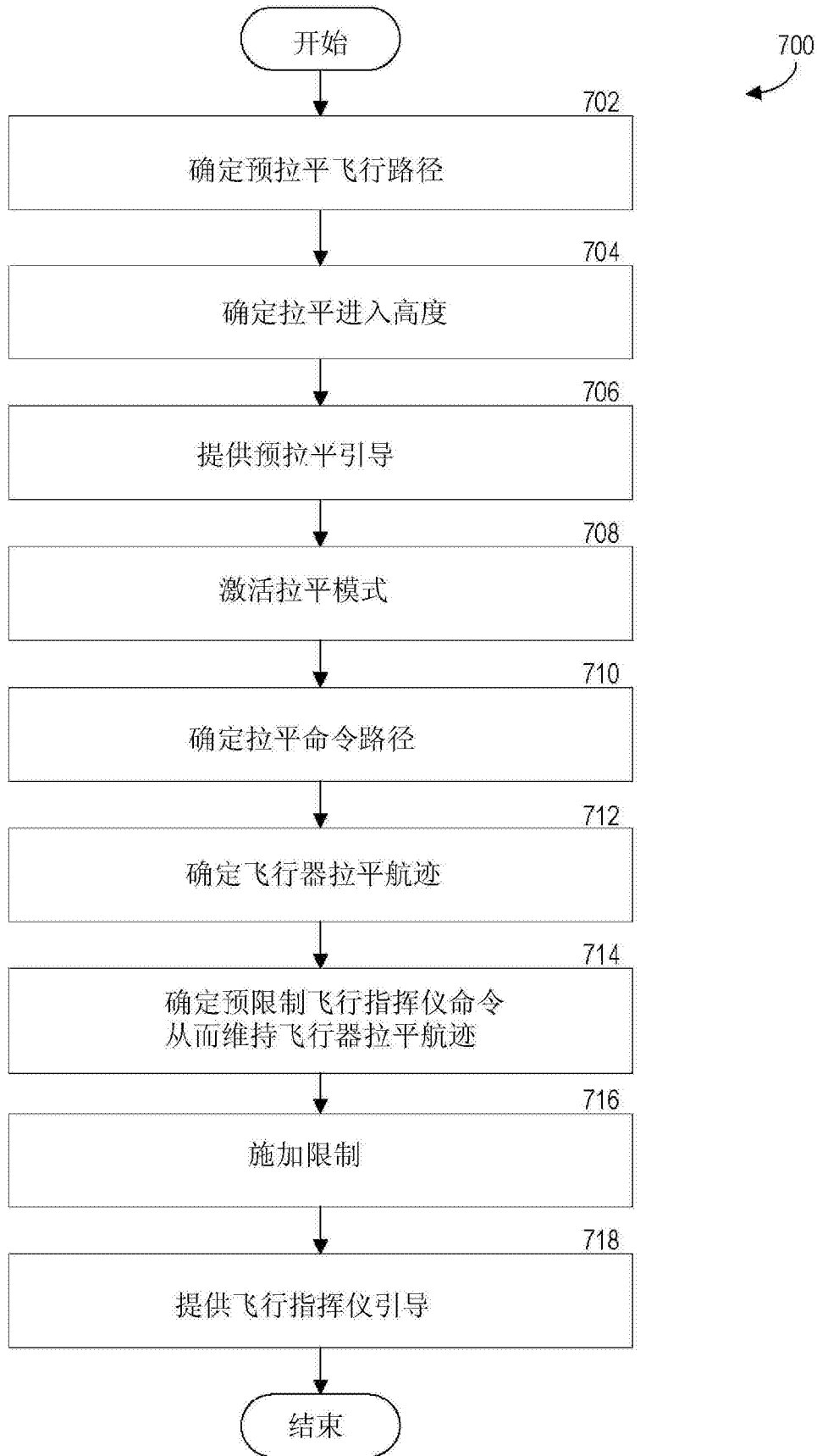


图7

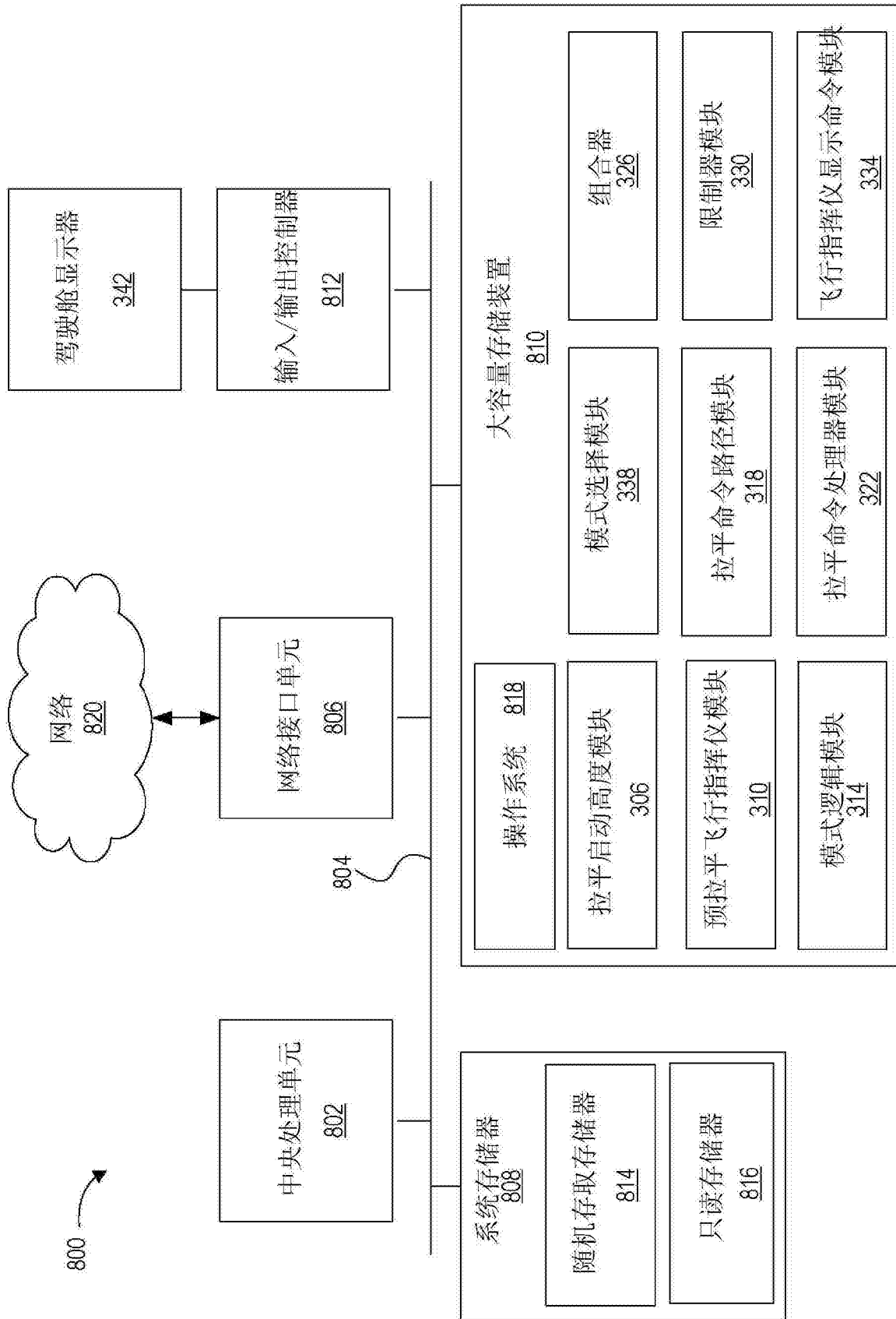


图8